

Prot. 98642 / 10.02

Cuneo, 2 dicembre 2015

Documento Inviato esclusivamente via PEC

Ill.mi Sig. Sindaco del Comune di  
CERESOLE D'ALBA

Spett.le Assessorato Ambiente  
PROVINCIA di CUNEO

Spett.le Dipartimento Prevenzione  
Azienda ASL CN2 Cuneo

e p.c. Spett.le Regione Piemonte  
Assessorato Ambiente  
Settore Risanamento Atmosferico

Riferimenti: Vostra nota prot. N. 3492 del 13 agosto 2014 (prot. Arpa 68147 del 13/08/2014)

**Oggetto: Trasmissione dei risultati relativi al monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Ceresole D'Alba nel periodo compreso dal 16 dicembre 2014 al 19 marzo 2015.**

Con la presente si inviano le risultanze dei monitoraggi della qualità dell'aria effettuati nel comune di Ceresole D'Alba nel periodo compreso tra il 16 dicembre 2014 ed 19 marzo 2015.

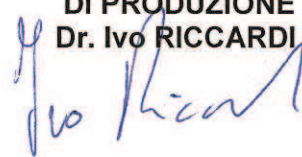
Al fine di ottemperare alle disposizioni normative vigenti e contribuire al risparmio energetico ed ambientale la presente nota sarà inviata esclusivamente via PEC; congiuntamente la relazione tecnica verrà contemporaneamente messa a disposizione di tutta l'utenza alla pagina internet:

<http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/territorio/cuneo/aria>

Distinti saluti

Allegati:  
Relazione tecnica (pagine 23)  
Allegati I e II (pagine 11)

**IL RESPONSABILE STRUTTURA SEMPLICE  
Di PRODUZIONE  
Dr. Ivo RICCARDI**



IR/lb



**STRUTTURA COMPLESSA DIPARTIMENTO TERRITORIALE DI CUNEO  
PIEMONTE SUD OVEST**

**OGGETTO: *Monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Ceresole D'Alba nel periodo compreso dal 16 dicembre 2014 al 19 marzo 2015***

<b>Realizzazione del monitoraggio</b>	<b>Bardi Luisella Martini Sara Pellutiè Aurelio</b>	<b>Corino Flavio Pascucci Luca Tosco Marco</b>
<b>Redazione</b>	<b>Funzione: Collab. Tecnico Professionale Nome: Bardi Luisella Funzione: Collab. Tecnico Professionale Nome: Martini Sara</b>	<b>Firma: Firmato in originale</b>
<b>Verifica ed approvazione Data: 02/12/2015</b>	<b>Funzione: Responsabile Produzione Nome: Riccardi Ivo</b>	<b>Firma: Firmato in originale</b>

## INDICE

<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>ANALISI DEI DATI DELLA QUALITA' DELL'ARIA .....</b>	<b>6</b>
BIOSSIDO DI AZOTO – NO <sub>2</sub> .....	6
MATERIALE PARTICOLATO – PM <sub>10</sub> .....	11
BIOSSIDO DI ZOLFO – SO <sub>2</sub> MONOSSIDO DI CARBONIO – CO e BENZENE .....	14
OZONO – O <sub>3</sub> .....	16
<b>SITUAZIONE METEOROLOGICA E DATI LOCALI .....</b>	<b>18</b>
<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>22</b>
<b>ALLEGATO I.....</b>	<b>1</b>
Sintesi dei risultati della campagna .....	1
<b>ALLEGATO II.....</b>	<b>3</b>
Gli inquinanti della qualità dell'aria e limiti normativi .....	3

## INTRODUZIONE

La relazione illustra le risultanze analitiche relative al monitoraggio della qualità dell'aria effettuato nel comune di Ceresole D'Alba nel periodo compreso tra il 16 dicembre 2014 ed il 19 marzo 2015.

Le misure sono state svolte in questo comune con lo scopo di verificare la qualità dell'aria in un sito in cui non sono presenti stazioni del Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria, ma anche per ampliare il monitoraggio svolto, dal luglio 2013 al maggio 2014, nel quadrante Nord Ovest della provincia di Cuneo<sup>1</sup>. I centri abitati oggetto di questo precedente monitoraggio e, in modo analogo Ceresole D'Alba, fanno infatti parte, o sono prossimi, alla zona di pianura della nostra provincia, adiacente alla zona metropolitana torinese, che costituisce l'estremo ovest della pianura Padana. Proprio per questo risentono dell'inquinamento che, a causa della conformazione orografica e delle emissioni presenti, ristagna e caratterizza tutto il bacino padano soprattutto per quanto riguarda inquinanti cosiddetti "ubiquitari" come le polveri sottili; essa inoltre è caratterizzata da un'attività zootecnica intensiva e, in particolare a partire dal 2011, ha visto sorgere il più alto numero di centrali alimentate a biomassa della regione, legate soprattutto agli impianti di digestione anaerobica.

Il monitoraggio è stato eseguito con il laboratorio mobile del Dipartimento Arpa di Cuneo, che permette di analizzare i principali inquinanti per i quali sono fissati dei limiti dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, in attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa (ozono O<sub>3</sub>, ossidi di azoto NO-NO<sub>2</sub>-NO<sub>x</sub>, monossido di carbonio CO, biossido di zolfo SO<sub>2</sub>, benzene e materiale particolato PM<sub>10</sub>).

Il laboratorio mobile è stato installato in piazza Scacchi nel sito messo a disposizione dal Comune, in prossimità della scuola dell'infanzia e del micronido, dove era stata svolta la campagna di misura del gennaio-febbraio 2011.

Si ricorda che le indagini che si svolgono con laboratorio mobile e con la strumentazione portatile descrivono in modo puntuale le situazioni di un limitato periodo temporale di acquisizione, producendo dati ovviamente influenzati dalle condizioni meteorologiche presenti nel periodo di osservazione. Per questo motivo, sebbene la scelta della collocazione dei punti di campionamento venga effettuata, in genere, in base a criteri di media esposizione alle differenti fonti di inquinamento, la descrizione corretta della qualità dell'aria di una specifica località, non può far riferimento ai soli monitoraggi eseguiti in loco con campagne effettuate con mezzi mobili.

Il ventaglio delle differenti tipologie di qualità dell'aria che si possono incontrare nelle varie zone degli agglomerati urbani del nostro territorio sono invece rappresentate dai dati raccolti da una rete complessa di centraline fisse, quale il "sistema regionale di rilevamento della qualità dell'aria", istituito sulla base dei criteri indicati dalle norme nazionali, in recepimento di direttive comunitarie.

Nella mappa rappresentata nella pagina seguente, è indicata la posizione del sito di monitoraggio, mentre nella tabella successiva sono riportate indicazioni sul sito e sugli strumenti di misura utilizzati. Nel secondo capitolo di questa relazione sono presentati i principali risultati ottenuti per i singoli inquinanti monitorati. In particolare i dati forniti dal laboratorio mobile sono stati confrontati con quelli registrati, nei medesimi periodi, dalle stazioni della rete fissa della qualità dell'aria. Solamente da tale confronto è possibile trarre considerazioni sul rispetto di limiti normativi che hanno spesso l'intero anno civile come riferimento temporale.

---

<sup>1</sup> "Studio sulla qualità dell'aria nel territorio del quadrante Nord Ovest della provincia di Cuneo Luglio 2013 ÷ maggio 2014". Dipartimento Arpa di Cuneo  
<http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/territorio/cuneo/aria/RelazioneQuadranteNordOvest2014.pdf>

Nel capitolo successivo è stata descritta la situazione meteorologica del periodo di monitoraggio, in particolare per gli aspetti che più condizionano i livelli dell'inquinamento atmosferico, ed è presente un'analisi dei principali parametri meteorologici misurati nel sito dal laboratorio mobile, o dalle stazioni della rete meteoidrografica regionale più prossime.

In allegato è riportata una reportistica con le principali informazioni statistiche di ogni inquinante monitorato (concentrazione media, massima oraria ecc...) e, ove possibile, il confronto con i limiti normativi. Un secondo allegato contiene delle schede descrittive delle caratteristiche di ciascuno degli inquinanti monitorati, insieme ai riferimenti normativi in vigore.

<p>Comune</p>	<p><b>CERESOLE D'ALBA</b></p>
<p><i>Ortofoto - indicazione del sito di monitoraggio con il laboratorio mobile</i></p>	

## LABORATORIO MOBILE

Localizzazione	Piazza Scacchi, in prossimità della scuola dell'infanzia e del micronido
Coordinate UTM WGS84	X= 406536 m; Y= 4961498 m
Periodo	dal 16 dicembre 2014 al 19 marzo 2015



### Strumentazione Laboratorio mobile:

PARAMETRO MISURATO	STRUMENTO	MODELLO	METODO DI MISURA
NO – NO <sub>2</sub>	Analizzatore API	200E	Chemiluminescenza
CO	Analizzatore API	300E	Spettrometria a infrarossi
Benzene, Toluene, Xilene	Analizzatore SYNTECH SPECTRAS	GC955 BTX ANALYSER	Gasromatografia con rilevatore a fotoionizzazione
SO <sub>2</sub>	Analizzatore API	100E	Fluorescenza
O <sub>3</sub>	Analizzatore API	400E	Assorbimento UV
PM <sub>10</sub>	Analizzatore UNITECH	LSPM10	Nefelometria
PM <sub>10</sub>	Campionatore TCR TECORA	Charlie HV-Sentinel PM	Gravimetria
Velocità e direzione vento, radiazione solare globale, temperatura, umidità, pressione	Stazione meteorologica LSI-Lastem		

# ANALISI DEI DATI DELLA QUALITA' DELL'ARIA

## BIOSSIDO DI AZOTO – NO<sub>2</sub>

La normativa per la qualità dell'aria stabilisce, ai fini della protezione della salute umana, due limiti di concentrazione che, per gli ossidi di azoto, riguardano il biossido: uno relativo alla media annuale e l'altro alla media su un'ora, rispettivamente pari a 40 µg/m<sup>3</sup> come media annua e a 200 µg/m<sup>3</sup> come media oraria, da non superare più di 18 volte per anno civile.

Le concentrazioni medie e massime orarie di NO<sub>2</sub> rilevate dal laboratorio mobile durante il monitoraggio nel sito di Ceresole D'Alba sono riportate nella tabella 1, insieme ai valori ottenuti, negli stessi periodi, dalle centraline della rete fissa di qualità dell'aria presenti nella provincia di Cuneo.

Il biossido di azoto viene infatti monitorato in tutte le centraline della rete fissa le quali, ognuna rappresentativa di una realtà specifica, forniscono nell'insieme un intervallo di concentrazioni che ben descrive la qualità dell'aria media incidente sul territorio. Nelle tabelle è indicata anche la tipologia delle diverse stazioni (TU= traffico urbano, FU= fondo urbano, FR= fondo rurale) definite secondo quanto stabilito dal Decreto Legislativo n. 155 del 2010.

Per le concentrazioni massime orarie è possibile un confronto diretto con il limite normativo e si può affermare che, relativamente al periodo di monitoraggio, nel sito di Ceresole i valori orari sono sempre stati inferiori al limite di 200 µg/m<sup>3</sup>.

Per quanto riguarda le concentrazioni medie, fare un confronto diretto con il limite annuale non è corretto, poiché le campagne di monitoraggio si riferiscono ad un intervallo di tempo limitato rispetto all'intero anno. Per valutare l'entità di tali valori medi è indispensabile esaminare il confronto con i valori registrati dalle centraline della rete fissa. Nel raffronto dei dati in tabella 1 si osserva come il valore medio delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> registrate nella piazza Scacchi di Ceresole sia nettamente superiore a quello delle due stazioni di fondo rurale e di poco inferiore a quello della stazione di fondo urbana di Alba.

NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 16 dicembre '14 ÷ 19 marzo '15	Ceresole D'Alba	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)	Staffarda (FR)
Media	<b>33</b>	36	38	38	38	19	17
Massimo	<b>107</b>	91	106	127	124	60	59

Tabella 1) NO<sub>2</sub>: confronto tra le concentrazioni medie e massime orarie rilevate a Ceresole D'Alba e presso le centraline della provincia di Cuneo (tra parentesi è indicata la tipologia delle stazioni: TU= traffico urbano, FU= fondo urbano, FR= fondo rurale).

La distribuzione di tutti i valori delle concentrazioni orarie di NO<sub>2</sub> rilevate dal laboratorio mobile durante il monitoraggio a Ceresole è rappresentata, nella figura 1, con grafici a box e confrontata con quelle ottenute, nello stesso periodo, dalle centraline della rete fissa della provincia di Cuneo.

Il box plot sintetizza la posizione dei più di 2000 dati orari ottenuti nella campagna di misura: la scatola, che è il rettangolo centrale, contiene il 50% dei dati (compresi tra il 25° e il 75° percentile<sup>2</sup>), la linea orizzontale al suo interno è la mediana e la sua posizione all'interno della scatola evidenzia l'eventuale asimmetria (solo in caso di distribuzione

<sup>2</sup> Percentile di ordine k (P<sub>k</sub>) è il numero che suddivide la successione dei valori ordinati in senso crescente in due parti, tali che i valori minori o uguali a P<sub>k</sub> siano una percentuale uguale a k%. La mediana corrisponde al 50° percentile.



simmetrica media e mediana coincidono); i segmenti che escono dalla scatola, i “baffi”, delimitano la zona al di fuori della quale i valori sono definiti outliers (anomali) ed esprimono l’asimmetria della distribuzione dei dati degli inquinanti.

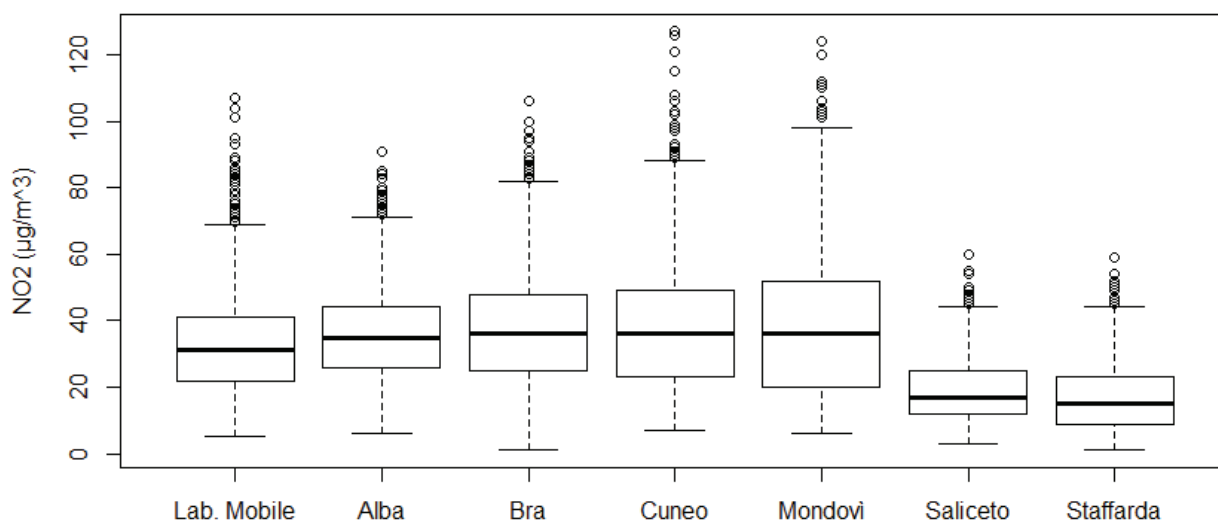


Figura 1) NO<sub>2</sub>: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate a Ceresole e presso le centraline della provincia di Cuneo (periodo 16 dicembre '14 ÷ 19 marzo '15)

I test statistici eseguiti definiscono i dati misurati a Ceresole come inferiori in media a quelli registrati ad Alba. Per avere un’indicazione sul rispetto del limite normativo annuale si può considerare che le concentrazioni medie annuali di NO<sub>2</sub> relative alla stazione di Alba, dopo il 2007, sono sempre state inferiori al limite normativo di 40 µg/m<sup>3</sup>.

Nella figura 2 è rappresentata la sequenza temporale delle concentrazioni medie orarie di NO<sub>2</sub> misurate in piazza Scacchi a Ceresole.

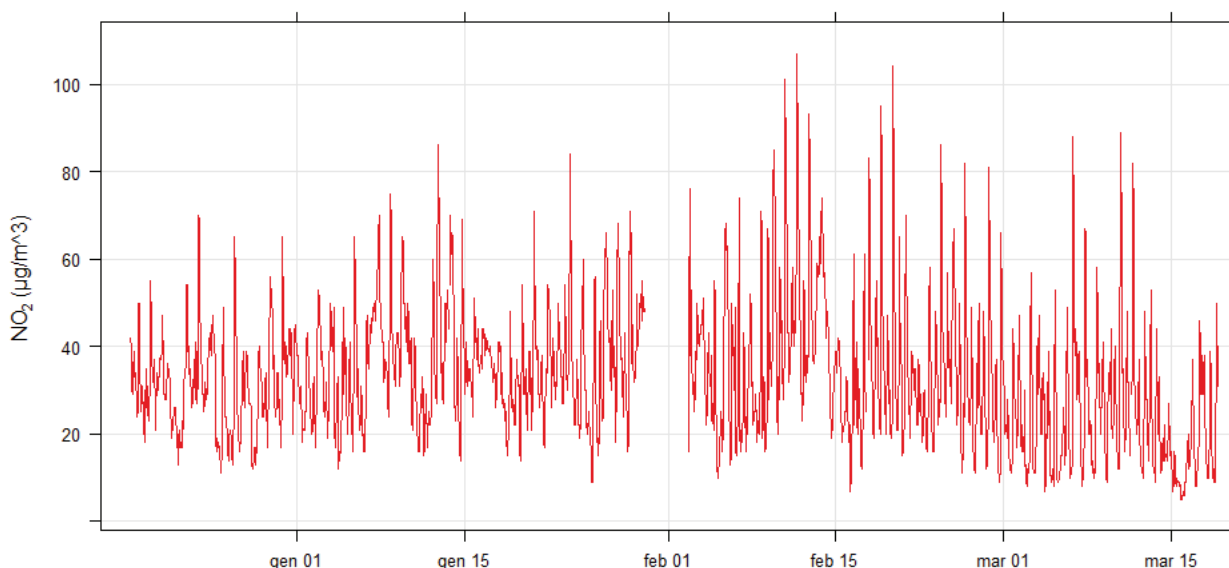


Figura 2) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Ceresole.

Per questo inquinante gli andamenti delle settimane medie su base oraria (figura 3), ottenute mediando i dati rilevati alla stessa ora dei diversi giorni della settimana, dimostrano l’importanza del contributo antropico, che determina un aumento delle concentrazioni durante le ore diurne, generalmente con picchi nelle ore di punta del traffico e una riduzione nei giorni di fine settimana. La fascia colorata dei grafici rappresenta l’intervallo di confidenza al 95% della media.

Nella figura 3 la settimana media di Ceresole è confrontata con quelle della stazione da fondo urbano di Alba e quella traffico urbano di Mondovì. Le concentrazioni della settimana media di Ceresole sono molto simili o per lo più inferiori a quelle misurate presso la vicina stazione di fondo urbano di Alba. Entrambe sono nettamente inferiori a quelle rilevate presso la stazione, fortemente condizionata dal traffico anche pesante, di Mondovì Aragno nelle ore diurne, mentre nelle ore notturne ne diventano superiori, a causa del ristagno degli inquinanti di cui la zona più a nord della provincia risente in misura maggiore rispetto alla zona sud.

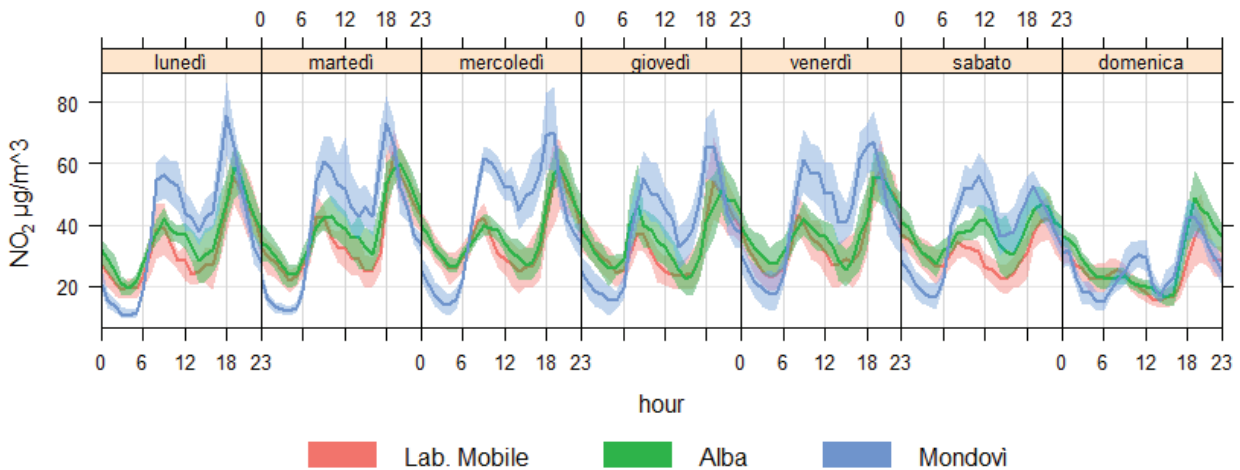


Figura 3) NO<sub>2</sub>: settimana media su base oraria della campagna di monitoraggio di Ceresole D'Alba confrontata con quelli delle centraline fisse di Alba e Mondovì (periodo 16 dicembre '14 ÷ 19 marzo '15).

Le concentrazioni orarie di NO<sub>2</sub> misurate a Ceresole sono state analizzate anche in relazione ai corrispondenti dati di velocità e direzione del vento, per poter individuare l'eventuale influenza di particolari sorgenti locali. Nel grafico di figura 4 le concentrazioni sono state rappresentate in coordinate polari dove ogni punto è identificato da un angolo che rappresenta la direzione di provenienza del vento, da una distanza dal centro che indica la velocità del vento, e da un colore che è la concentrazione media dell'inquinante corrispondente a quei valori di direzione e velocità del vento. Da questo grafico si deduce che le concentrazioni più elevate si sono verificate in corrispondenza di vento con velocità inferiore a 1 m/s e provenienza da SudEst, direzione nella quale non risultano presenti particolari realtà produttive locali.

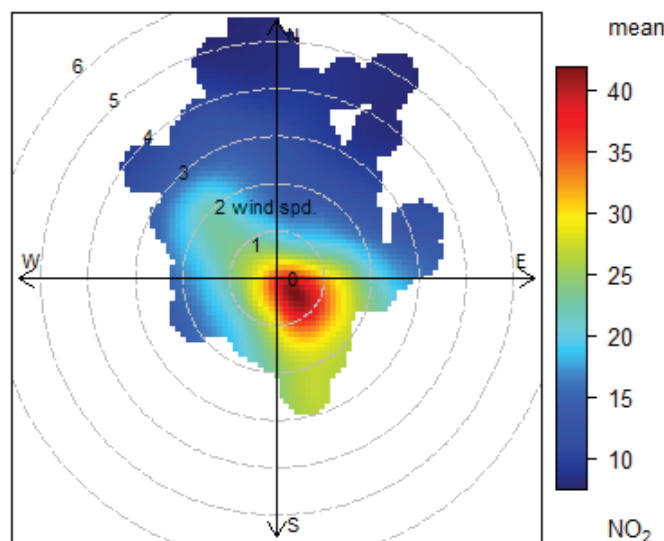


Figura 4) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie in funzione della direzione di provenienza del vento e della velocità (periodo 16 dicembre '14 ÷ 19 marzo '15).

Il precedente monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Ceresole era stato eseguito, nel medesimo sito di piazza Scacchi, dal 10 gennaio al 9 febbraio 2011.

Data la limitatezza temporale delle campagne con il laboratorio mobile e l'influenza delle condizioni meteorologiche sulle concentrazioni degli inquinanti, quel che si ritiene importante confrontare non sono i valori assoluti ottenuti nelle due campagne, bensì le loro relazioni con i valori misurati negli stessi periodi dalle stazioni fisse della rete di monitoraggio.

Nel confronto con i dati delle stazioni fisse (tabella 2), la concentrazione media di NO<sub>2</sub> misurata a Ceresole nel corso della campagna del 2011 era risultata tra le più basse delle due provincie di Cuneo ed Asti, con un valore intermedio tra il dato della stazione di fondo urbano di Alba e quello della stazione di fondo rurale di Saliceto<sup>3</sup>.

NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 10 gennaio ÷ 9 febbraio '11	Ceresole D'Alba	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Saliceto (FR)
Media	<b>36</b>	48	50	45	26
Massimo	<b>87</b>	116	112	121	64

Tabella 2) NO<sub>2</sub>: confronto tra le concentrazioni medie e massime orarie rilevate a Ceresole D'Alba e presso le centraline della provincia di Cuneo rimaste invariate dal 2011 ad oggi (tra parentesi è indicata la tipologia delle stazioni: TU= traffico urbano, FU= fondo urbano, FR= fondo rurale).

Come illustrato nelle pagine precedenti, le concentrazioni di Ceresole più recenti invece, sebbene statisticamente siano da ritenersi inferiori in media, sono molto prossime a quelle di Alba.

Nel confronto diretto tra le due campagne, mentre per ciascuna stazione della rete fissa le concentrazioni sono state decisamente inferiori nel periodo del monitoraggio più recente, le concentrazioni rilevate a Ceresole risultano di poco minori a quelle della campagna del 2011.

Nella figura 5 sono rappresentati i giorni medi dei siti di Ceresole e delle stazioni di fondo urbano di Alba e di fondo rurale di Saliceto per la campagna del 2011 (a sinistra) e del 2014-2015 (a destra); anche in questo caso per valutare i dati di Ceresole il confronto va fatto in riferimento a quanto registrato nei medesimi periodi dalle stazioni fisse. La maggior ampiezza delle bande degli intervalli di confidenza al 95% del grafico di sinistra è dovuta al minor numero di dati della prima campagna.

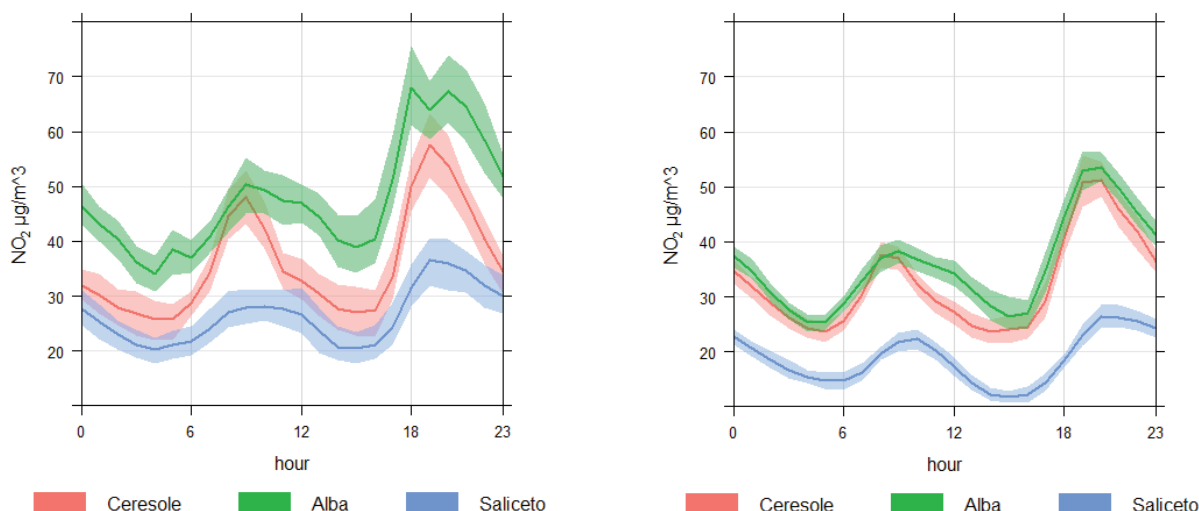


Figura 5) NO<sub>2</sub>: confronto tra i giorni medi delle campagne di monitoraggio di Ceresole D'Alba dei periodi 10 gennaio ÷ 9 febbraio '11 (a sinistra), 16 dicembre '14 ÷ 19 marzo '15 (a destra) e quelli delle centraline fisse di Alba e Saliceto.

<sup>3</sup> "Monitoraggio della Qualità dell'aria con il laboratorio mobile nei comuni di Montà, S.Stefano Roero, Vezza d'Alba, Canale, Ceresole d'Alba nel periodo settembre 2010 ÷ marzo 2011" Dipartimento Arpa di Cuneo

---

Considerando in particolare che i valori dei minimi del giorno medio della campagna di Ceresole del 2011 erano decisamente inferiori rispetto a quelli di Alba e più prossimi a quelli di Saliceto, e che i dati più recenti dei due siti di Ceresole e Alba presentano valori complessivamente molto simili, si può dedurre che ad essere cambiata sia la situazione delle concentrazioni di “fondo” della zona di Ceresole. Generalmente, mentre per le polveri sottili il fondo è simile su scala spaziale ampia a causa del loro lungo tempo di permanenza in atmosfera, per gli ossidi di azoto la variabilità nello spazio è generalmente più marcata. Pertanto il fatto che il fondo di NO<sub>2</sub> di Ceresole sia diventato simile a quello di una stazione urbana fa supporre che si sia verificato un aumento delle sorgenti diffuse di ossidi di azoto nel territorio in analisi.

## MATERIALE PARTICOLATO – PM<sub>10</sub>

La normativa vigente per la qualità dell'aria prevede la determinazione della concentrazione media giornaliera di PM<sub>10</sub> eseguita con metodo gravimetrico (condizionamento e pesatura dei filtri con bilancia di precisione prima e dopo il campionamento). Sul laboratorio mobile, oltre ad un campionatore gravimetrico, è presente uno strumento che utilizza la metodica nefelometrica, che si basa sulla determinazione dell'intensità della luce diffusa dagli aerosol e consente di ottenere misure con cadenza oraria.

Nella figura 6 le concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> misurate nel sito del comune di Ceresole D'Alba sono confrontate con l'intervallo di concentrazioni definito dai dati rilevati dalle centraline della rete fissa della provincia di Cuneo in cui il particolato viene misurato (in grigio), che nella figura è stato sovrapposto all'intervallo di valori rilevati presso le stazioni di Asti Baussano, Alessandria D'Annunzio, Carmagnola, Torino Rubino e Torino Consolata (in blu).

Da questi grafici si può osservare come, sia gli andamenti sia i valori delle concentrazioni registrate a Ceresole, siano in buon accordo tra loro e con i dati misurati nello stesso periodo dalle centraline della rete fissa.

Ciò è legato alle caratteristiche che contraddistinguono il particolato sottile, in particolare al lungo tempo di permanenza nell'aria (da giorni a settimane) di questo inquinante che ne consente il trasporto su grandi distanze e lo rende ubiquitario su vasta scala. Questa peculiarità fa sì che le variazioni nel tempo delle concentrazioni siano principalmente condizionate da fattori meteorologici. Concentrazioni maggiori sono riscontrate, proprio per questo, nei periodi freddi dell'anno; in particolare, i periodi invernali con situazioni anticicloniche persistenti e precipitazioni limitate, favoriscono l'accumulo delle polveri atmosferiche e sono perciò caratterizzati da concentrazioni elevate, mentre nei periodi estivi la consistente altezza dello strato di rimescolamento dell'atmosfera consente la diluizione degli inquinanti in volumi molto più ampi e pertanto determina valori di concentrazione più bassi.

Nella figura si può osservare come, nonostante il monitoraggio sia stato svolto nel periodo generalmente più critico per l'inquinamento da polveri sottili, su tutto il territorio coperto dalle centraline considerate, e anche nel comune di Ceresole D'Alba, non si siano verificati lunghi periodi con superamenti del limite giornaliero. Questo è sicuramente da attribuirsi alle condizioni meteorologiche che hanno contraddistinto l'inverno 2014-2015 ed in particolare al frequente verificarsi di fenomeni di rimozione. Infatti, nonostante le precipitazioni atmosferiche non siano state, rispetto ai mesi precedenti, molto frequenti, le occorrenze di eventi di Foehn sul territorio piemontese sono state decisamente elevate. Come meglio precisato nel capitolo dedicato alla situazione meteorologica, sono stati registrati episodi di Foehn sul territorio piemontese in 40 degli 83 giorni di monitoraggio del PM<sub>10</sub>. Ora, sebbene i diversi episodi di Foehn considerati possano avere caratteristiche differenti e interessare zone diverse, è possibile vedere dal grafico di figura 6, dove sono rappresentati anche i quantitativi di pioggia cumulati giornalmente e la presenza di episodi di venti di caduta, come le crescite delle concentrazioni si siano verificate per lo più in corrispondenza di giorni con assenza dei fenomeni di rimozione (vento e precipitazioni).

Le concentrazioni massime di tutto il periodo di monitoraggio si sono verificate durante l'episodio di inquinamento che ha avuto il culmine il 13 febbraio, con una concentrazione media giornaliera a Ceresole di 139 µg/m<sup>3</sup> e superiore a 150 µg/m<sup>3</sup> in diverse centraline della rete regionale. terminate le condizioni di Foehn nella mattinata del 10, si è instaurato un blocco anticiclonico che ha determinato condizioni di stabilità atmosferica e un progressivo accumulo degli inquinanti, evidente anche per l'NO<sub>2</sub> (figura 2), importante precursore delle polveri secondarie. La formazione di particolato secondario è stata sicuramente favorita anche dall'aumento dell'umidità relativa che si è verificata nel giorno 13, e ha determinato il picco di concentrazioni di PM<sub>10</sub> ben visibile nella figura 6.

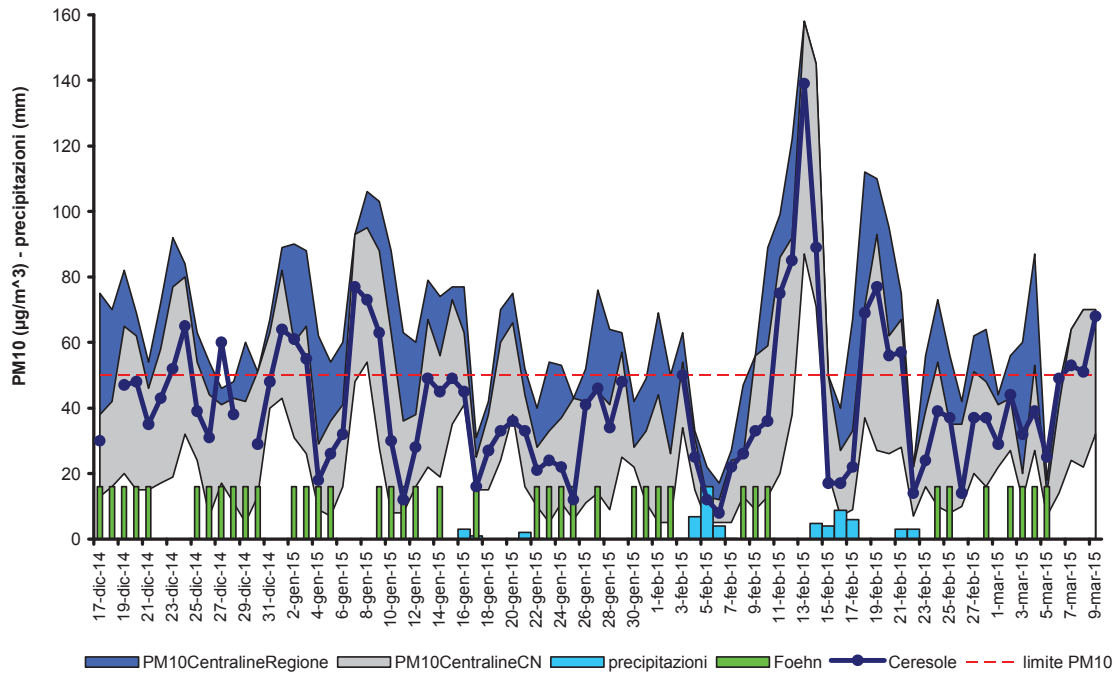


Figura 6)  $PM_{10}$ : concentrazioni medie giornaliere rilevate a Ceresole D'Alba; intervallo di concentrazioni definito dai dati delle centraline della provincia di Cuneo (in grigio) sovrapposto a quello delle centraline di Asti Baussano, Alessandria D'Annunzio, Carmagnola, Torino Rubino e Torino Consolata (ampliamento in blu); precipitazioni giornaliere registrate dalla stazione meteo di Bra Craveri, eventi di Foehn sul territorio piemontese.

L'inquinamento da polveri sottili nella provincia di Cuneo è caratterizzato da livelli che peggiorano procedendo dalla zona pedemontana alla zona di pianura, con situazioni "aggravate" nei punti maggiormente esposti a emissioni locali intense, per lo più dovute al traffico veicolare. La zona di pianura della provincia costituisce infatti l'estremo ovest della pianura Padana e pertanto risente dell'inquinamento che, a causa della conformazione orografica e delle emissioni presenti, ristagna e caratterizza tutto il bacino padano. Pertanto, tra le centraline della provincia, quella di Cuneo, grazie alla sua collocazione geografica, è caratterizzata da concentrazioni di polveri sottili più contenute di quelle rilevate dalle centraline di Alba e Bra che risentono maggiormente dell'inquinamento di fondo del bacino padano e per le quali il superamento, anche nel 2014, del limite stabilito per le concentrazioni giornaliere conferma una situazione di criticità per il  $PM_{10}$ . La stazione di Mondovì, sebbene sia caratterizzata dalle concentrazioni di fondo contenute tipiche della zona pedemontana, risente fortemente delle emissioni locali del traffico veicolare a causa della posizione a ridosso di una strada percorsa da un intenso traffico anche di tipo pesante.

Nella tabella seguente sono riportate concentrazioni medie, massime giornaliere e il numero di superamenti del limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  misurati nella postazione di Ceresole insieme a quelle relative a ciascuna stazione fissa della provincia di Cuneo ed alle stazioni regionali già considerate per la figura 6. I dati delle concentrazioni di Ceresole risultano simili a quelli della stazione di fondo urbano di Alba Tanaro, i test statistici eseguiti definiscono i dati dei due siti come confrontabili in media.

$PM_{10}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 17 dicembre '14 ÷ 9 gennaio '15	Ceresole D'Alba	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)	Cuneo (FU)	Alba (FU)	Bra (TU)	Carmagnola (TU)	Torino Consolata (TU)	Torino Rubino (FU)	Alessandria D'Annunzio (TU)	Asti Baussano (TU)
Media	<b>41</b>	36	32	22	39	50	57	55	50	50	55
Massimo	<b>139</b>	153	87	109	123	158	157	157	142	143	129
N. superamenti	<b>20</b>	13	8	3	21	36	46	40	33	32	41

Tabella 3)  $PM_{10}$ : confronto tra concentrazioni medie, massime giornaliere e numero di superamenti del limite giornaliero rilevati a Ceresole D'Alba, dalle centraline della provincia di Cuneo e da alcune centraline della regione (tra parentesi è indicata la tipologia delle stazioni: TU= traffico urbano, FU= fondo urbano, FR= fondo rurale).

Nella figura 7 le distribuzioni dei dati di tutte le concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> misurate sono confrontate mediante box plot.

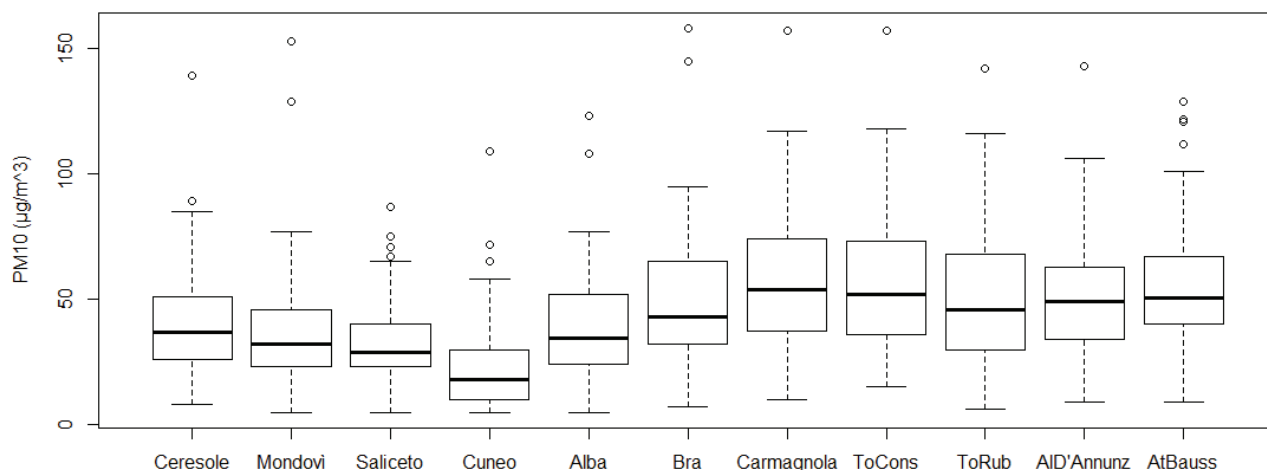


Figura 7) PM<sub>10</sub>: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni giornaliere rilevate a Ceresole, presso le centraline della provincia di Cuneo e alcune centraline della regione (periodo 17 dicembre '14 ÷ 9 gennaio '15)

I dati di PM<sub>10</sub> acquisiti con cadenza oraria dal nefelometro del laboratorio mobile hanno permesso di elaborare il giorno medio che, nella figura seguente, è rappresentato insieme a quello dell'NO<sub>2</sub>. Per il PM<sub>10</sub> la maggiore ampiezza dell'intervallo di confidenza al 95%, rappresentato dalla fascia colorata, è indice della rilevante influenza che questo inquinante subisce da parte delle condizioni meteorologiche, che ne determinano le principali variazioni nel tempo delle concentrazioni. E' tuttavia ben visibile anche sul PM<sub>10</sub> l'influenza delle attività antropiche che, in particolare, determinano l'aumento delle concentrazioni nelle ore serali, cui fa seguito una decrescita rallentata rispetto a quella dell'NO<sub>2</sub>. Ciò può essere spiegato con i maggiori tempi di permanenza in atmosfera del particolato e con i tempi necessari alla formazione della sua frazione "secondaria" che ne costituisce la parte preponderante e si origina in atmosfera dalla trasformazione di precursori quali NO<sub>x</sub>, VOC, NH<sub>3</sub>...

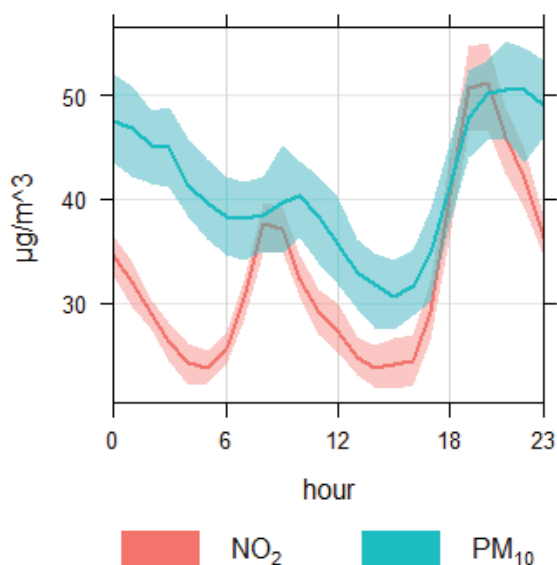


Figura 8) PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub>: giorno medio della campagna di monitoraggio svolta a Ceresole D'Alba.

Per l'inquinamento da polveri sottili i dati del monitoraggio in oggetto confermano per il territorio di Ceresole la situazione di analogia con i dati della stazione di fondo urbano di Alba già riscontrata nella campagna del 2011.

## **BIOSSIDO DI ZOLFO – SO<sub>2</sub> MONOSSIDO DI CARBONIO – CO e BENZENE**

Il monossido di carbonio è un inquinante la cui emissione è legata principalmente al traffico veicolare, ma i cui quantitativi si sono notevolmente ridotti negli anni grazie ai miglioramenti tecnologici nei sistemi di combustione. Sensibili miglioramenti sono stati riscontrati anche per il biossido di zolfo, che ha tra le sue sorgenti il traffico veicolare (6-7%), in particolare i motori diesel, e che era ritenuto fino agli anni '80 il principale inquinante atmosferico; con il progressivo miglioramento della qualità dei combustibili dovuto al minor contenuto di zolfo nei prodotti di raffinazione, ed il sempre più diffuso uso del gas metano, è diminuita sensibilmente la presenza di SO<sub>2</sub> nell'aria.

Per il **biossido di zolfo** il Decreto Legislativo 155/2010 prevede due classi di limiti per la protezione della salute umana: uno, relativo alla media oraria, pari a 350 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 24 volte per anno civile e l'altro, per la media giornaliera, di 125 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 3 volte per anno civile.

I valori misurati con il laboratorio mobile nel sito di Ceresole, analogamente a quanto rilevato nei medesimi periodi presso le altre centraline della qualità dell'aria della provincia dove l'SO<sub>2</sub> viene monitorato, sono stati inferiori a 20 µg/m<sup>3</sup>, pertanto oltre ad essere di due ordini di grandezza inferiori ai limiti normativi, sono prossimi ai limiti di rilevabilità strumentali.

Per il **monossido di carbonio** la normativa stabilisce un valore limite per la protezione della salute umana di 10 mg/m<sup>3</sup> come media massima giornaliera calcolata su 8 ore.

In provincia di Cuneo i valori di CO registrati dalla rete delle centraline fisse, molto al di sotto del limite sin dall'inizio delle misure, sono andati diminuendo e le concentrazioni medie su 8 ore si sono assestate negli ultimi cinque anni a valori inferiori a 2 mg/m<sup>3</sup>.

Nella campagna di Ceresole i valori rilevati sono analoghi a quanto rilevato nello stesso periodo dalle centraline della rete, con una massima concentrazione media su 8 ore pari a 1.5 mg/m<sup>3</sup>. Anche per questo inquinante i livelli sono ormai confrontabili con i limiti di rilevabilità degli strumenti di analisi.

Relativamente al **benzene** anomalie strumentali verificatesi nel corso della campagna sull'analizzatore presente sul laboratorio mobile hanno consentito la misura di questo inquinante solamente nel periodo compreso tra il 13 gennaio ed il 2 marzo.

Il Decreto Legislativo 155/2010 riprende per il benzene il valore limite per la protezione della salute umana già specificato dalla legislazione precedente di 5 µg/m<sup>3</sup> su base annuale. Tale limite è ampiamente rispettato in tutto il territorio regionale, comprese le stazioni di traffico. A differenza delle centraline fisse, siccome il monitoraggio eseguito con il laboratorio mobile riguarda un intervallo di tempo limitato dell'anno, non è possibile trarre conclusioni dirette sul rispetto del limite annuale. Tuttavia, dal confronto con quanto rilevato nello stesso periodo presso le altre stazioni della provincia dove questo inquinante viene monitorato, si può desumere che anche nel sito di Ceresole non sussistano rischi di superamento del limite per tale inquinante. Infatti la concentrazione media ottenuta, pari a 1.3 µg/m<sup>3</sup>, è del tutto analoga a quelle ottenute nello stesso periodo presso le altre stazioni.

Nella figura seguente i giorni medi di CO ed NO<sub>2</sub> sono confrontati, con valori normalizzati, con quelli del benzene, indicatore delle emissioni del traffico dei veicoli alimentati a benzina. Dal grafico emerge un picco principale nelle ore serali, contemporaneo per i tre inquinanti, ed un picco al mattino, contemporaneo per CO ed NO<sub>2</sub>, che potrebbe essere attribuito principalmente alle emissioni del riscaldamento, a cui segue con una crescita più lenta, un picco di benzene centrato alle ore 12.



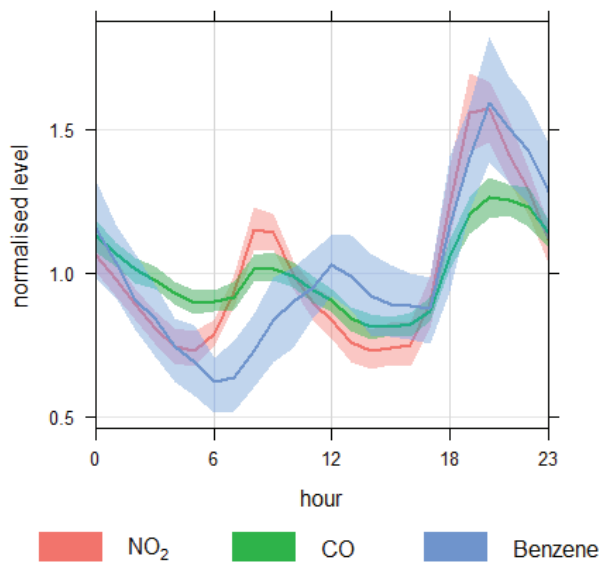
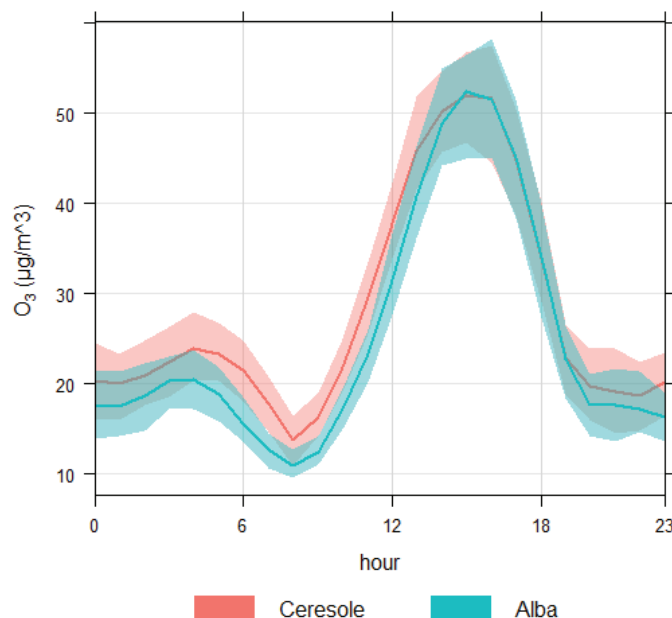


Figura 9) NO<sub>2</sub>, CO e Benzene: giorni medi della campagna di monitoraggio svolta a Ceresole - valori normalizzati.

## OZONO – O<sub>3</sub>

L'ozono presente nella parte bassa dell'atmosfera è un inquinante secondario, ovvero la sua formazione è legata alla presenza di altri inquinanti (precursori), quali ossidi di azoto e composti organici volatili, che reagiscono catalizzati da fattori meteorologici, in particolare dalla radiazione solare e dalla temperatura dell'aria. Conseguentemente questa molecola ha un andamento caratteristico nell'arco della giornata: concentrazioni più basse nelle ore notturne e nelle prime ore del mattino, che aumentano con l'innalzarsi della temperatura e della radiazione solare dalla tarda mattinata al pomeriggio. Analogamente l'ozono presenta un andamento stagionale in cui la concentrazione inizia a crescere in primavera per raggiungere valori massimi nei mesi estivi.

Il comportamento giornaliero si può appurare nei grafici della figura seguente, dove sono rappresentati i giorni medi delle concentrazioni misurate con il laboratorio mobile a Ceresole e di quelle registrate nello stesso periodo nella centralina fissa di Alba. Ottima è la somiglianza dei giorni medi ottenuti nelle due postazioni; livelli di ozono di Alba di poco inferiori a quelli di Ceresole possono essere attribuiti alle maggiori concentrazioni di ossidi di azoto del sito urbano che determinano un maggiore consumo di ozono.



*Figura 10) O<sub>3</sub>: giorno medio delle campagne di Ceresole confrontato con quello della centralina fissa di Alba (periodo: 16 dicembre '14 ÷ 18 marzo '15).*

Nel grafico di figura 11 sono riportate le concentrazioni massime giornaliere di ozono misurate nel sito di Ceresole, confrontate con l'intervallo dei valori massimi giornalieri misurati dalle centraline fisse della provincia di Cuneo. Il buon accordo tra gli andamenti consente di affermare che i valori delle centraline della rete sono rappresentativi anche del territorio oggetto dell'indagine ambientale. Ciò si può attribuire alla peculiarità dell'inquinamento da ozono, considerato un fenomeno di mesoscala o addirittura transfrontaliero; le principali variazioni delle sue concentrazioni interessano pertanto non la scala locale ma distanze di centinaia e migliaia di chilometri.

Nello stesso grafico si possono confrontare gli andamenti delle concentrazioni di ozono con quello della temperatura massima giornaliera misurata dal laboratorio mobile: sebbene la temperatura non sia l'unica variabile da cui dipende l'ozono emerge abbastanza chiaramente una corrispondenza tra gli andamenti della temperatura e della concentrazione di ozono, ed è ben visibile la crescita delle concentrazioni che si verifica avanzando verso il periodo primaverile.

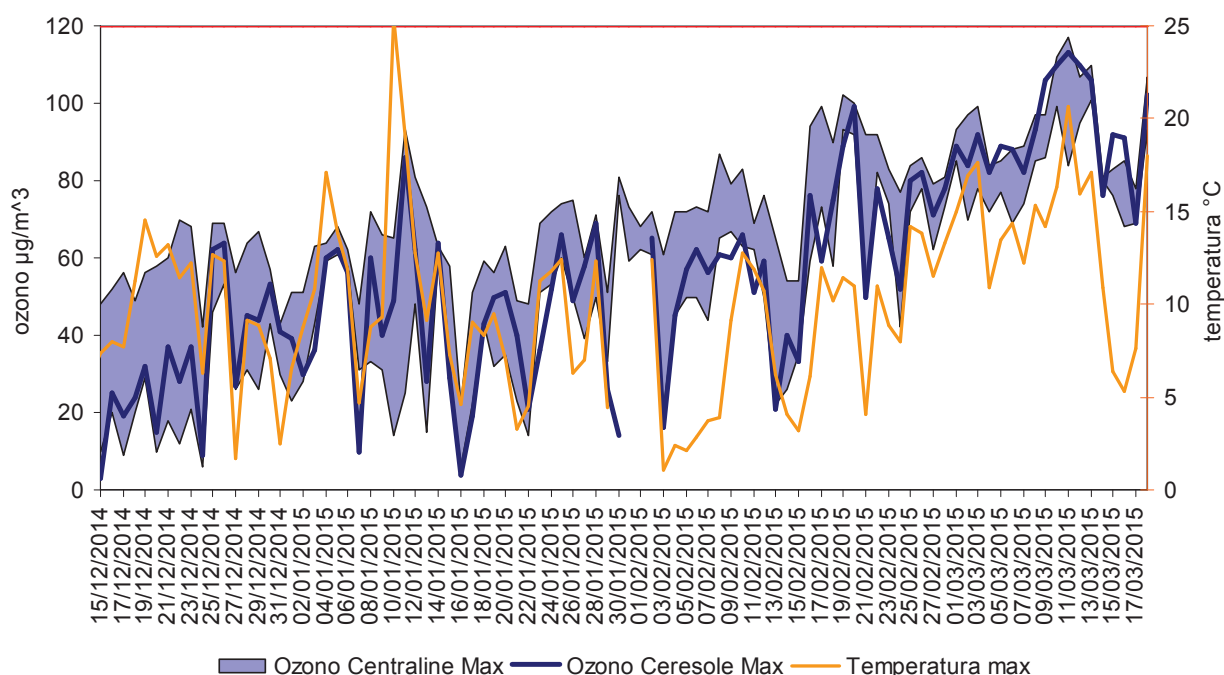


Figura 11) O<sub>3</sub>: concentrazioni massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile a Ceresole in tutto il periodo di monitoraggio e intervallo delle concentrazioni massime delle centraline fisse della provincia di Cuneo. Temperatura massima giornaliera misurata dal laboratorio mobile.

Il Decreto Legislativo n. 155/2010 prevede, per le concentrazioni medie orarie di ozono, soglie di informazione e di allarme pari a 180 µg/m<sup>3</sup> e 240 µg/m<sup>3</sup> rispettivamente. Stabilisce inoltre un valore obiettivo per la protezione della salute umana, che fa riferimento ad una media massima giornaliera su 8 ore, e che è pari a 120 µg/m<sup>3</sup> da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni, che attualmente viene disatteso in tutte le centraline della provincia.

Coerentemente con il periodo invernale in cui è stato svolto il monitoraggio, i livelli di ozono registrati sono stati piuttosto contenuti. Infatti, come si può osservare dalla figura 11, anche le massime concentrazioni orarie sono state inferiori al valore obiettivo per la protezione della salute umana che andrebbe confrontato con le concentrazioni medie su 8 ore.

## SITUAZIONE METEOROLOGICA E DATI LOCALI

Dopo il passaggio di una debole depressione atlantica intorno alla metà del mese di Dicembre, i giorni dal 18 fino a Santo Stefano sono stati caratterizzati dall'espansione dell'anticiclone delle Azzorre verso il Mediterraneo. I suoi effetti sul territorio piemontese si sono fatti sentire soprattutto nel giorno 19 Dicembre, risultato quello con la media più elevata delle temperature massime, e poi tra il 22 ed il 23 Dicembre. In tale periodo una ventina di stazioni termometriche della rete Arpa Piemonte situate sui settori alpini e prealpini hanno registrato il record di temperatura massima per il mese di Dicembre. Invece in pianura si sono avuti episodi di nebbia fitta (gli unici due del mese), diffusa e persistente che hanno limitato fortemente i picchi termici.

Un ultimo cambio di configurazione meteorologica ha caratterizzato l'ultima parte del mese; il 27 Dicembre una circolazione depressionaria in discesa dal mare del Nord verso l'Adriatico ha interessato il Piemonte. L'effetto è stato marginale dal punto di vista delle precipitazioni; maggiore l'impatto sul calo delle temperature con picco negativo raggiunto proprio l'ultimo giorno dell'anno<sup>4</sup>.

Il primo giorno dell'anno 2015 è risultato il più freddo del mese di Gennaio 2015; Successivamente si è avuta una lunga fase di stabilità grazie all'espansione dell'anticiclone delle Azzorre verso il bacino centro-occidentale del Mediterraneo, con temperature superiori alla media del periodo. Si è verificato un episodio di foehn esteso alle zone pianeggianti occidentali nella notte tra il 9 ed il 10 Gennaio che ha causato valori di temperatura ampiamente superiori alla media climatica.

Un cambio di configurazione meteorologica è avvenuto il giorno 16 Gennaio quando una profonda saccatura atlantica ha attraversato il mare Mediterraneo ed ha determinato diffuse precipitazioni sul territorio piemontese. Un evento con nevicate anche sulle località di pianura, almeno sul Piemonte meridionale, si è verificato il giorno 21 Gennaio.

E' risultato il mese di Gennaio con il numero più basso di episodi nebbiosi in pianura da quando è attiva la rete di rilevamento della visibilità di ARPA Piemonte (2004). Infatti si sono verificati solo 9 episodi di nebbia ordinaria (visibilità inferiore ad 1 km) rispetto ai 22 attesi per il mese dalla climatologia recente 2004-2014 e solo in un giorno si sono avute condizioni di nebbia fitta (visibilità inferiore a 100 m) mentre normalmente a Gennaio si verificano in 7 giorni. Le ragioni di tale marcata anomalia negativa risiedono anche nel numero elevato di giorni di foehn (17 su 31)<sup>5</sup>.

Nei giorni 3-7 Febbraio si è avuto l'evento di neve a bassa quota più rilevante di tutto l'Inverno 2014/2015. Giovedì 5 Febbraio è il giorno in cui le precipitazioni sono risultate più intense e diffuse sul territorio piemontese ed a carattere nevoso anche in pianura.

Nei giorni successivi l'area depressionaria si è spostata verso est mentre l'alta pressione avente il massimo sull'Irlanda si è estesa verso il Mediterraneo.

Un secondo evento precipitativo si è verificato tra il 14 ed il 17 Febbraio. L'ultimo evento con nevicate a bassa quota si è verificato nei giorni 21-22 Febbraio ma con accumuli inferiori rispetto agli altri due episodi del mese, soprattutto a bassa quota<sup>6</sup>.

Il 6 Marzo 2015 è risultato il giorno con le temperature minime più basse del mese grazie ad circolazione depressionaria centrata sul basso Tirreno che ha convogliato correnti fredde e secche da nord-est sul territorio piemontese. Il valore medio delle temperature minime sulle zone pianeggianti si è mantenuto su valori negativi fino all'8 Marzo e per i due giorni successivi è risultato poco superiore a 0°C.

Un cambiamento della configurazione meteorologica è avvenuto verso la metà del mese quando una circolazione depressionaria di origine nordatlantica si è portata sulla catena pirenaica determinando un peggioramento delle condizioni atmosferiche sul Piemonte tra

<sup>4</sup> *Il clima in Piemonte. Dicembre 2014.* Arpa Piemonte, Sistemi Previsionali

<sup>5</sup> *Il clima in Piemonte. Gennaio 2014.* Arpa Piemonte, Sistemi Previsionali

<sup>6</sup> *Il clima in Piemonte. Febbraio 2014.* Arpa Piemonte, Sistemi Previsionali

Domenica 15 e Martedì 17 Marzo. E' stato l'evento precipitativo del mese in cui il limite delle precipitazioni nevose è risultato più basso.<sup>7</sup>

Gli eventi di foehn che si sono verificati sul territorio piemontese sono stati 11 nella seconda metà di dicembre, 17 a gennaio e 8 a febbraio, 5 giorni nelle prime due decadi di marzo.

Dai dati acquisiti dal laboratorio mobile a Ceresole D'Alba si ricava che, su base oraria, la temperatura minima del periodo del monitoraggio è stata di -5.5 °C, la media di 4.0 °C e la massima di 25.4 °C (verificatasi nel corso dell'evento di foehn del 10 gennaio).

Nel grafico della figura 12 sono rappresentate le temperature medie, minime e massime giornaliere dell'intero periodo di monitoraggio.

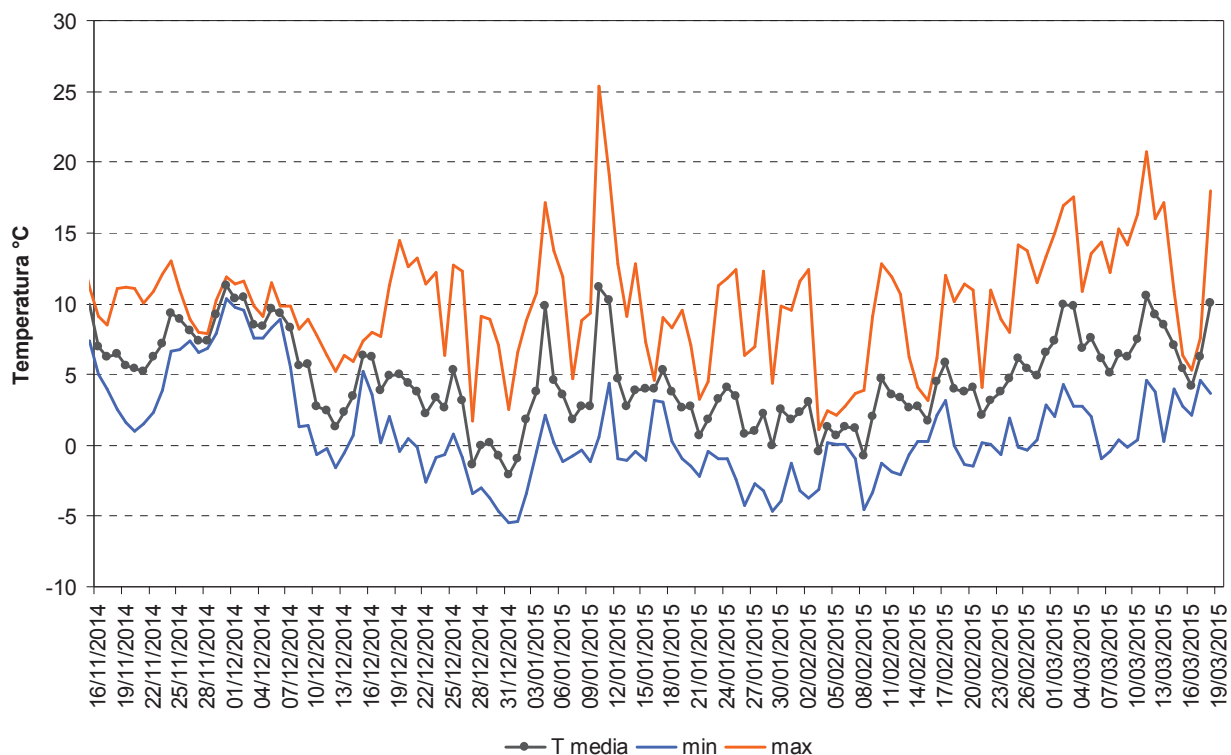


Figura 12) Temperatura dell'aria: medie, minime e massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile a Ceresole D'Alba.

Nella figura 13 sono riportati, per ciascun giorno, la media della pressione atmosferica e la radiazione totale giornaliera ottenute a partire dai dati misurati dal laboratorio mobile insieme ai dati della precipitazione giornaliera cumulata registrati dalla stazione di Bra.

<sup>7</sup> Il clima in Piemonte. Marzo 2014. Arpa Piemonte, Sistemi Previsionali

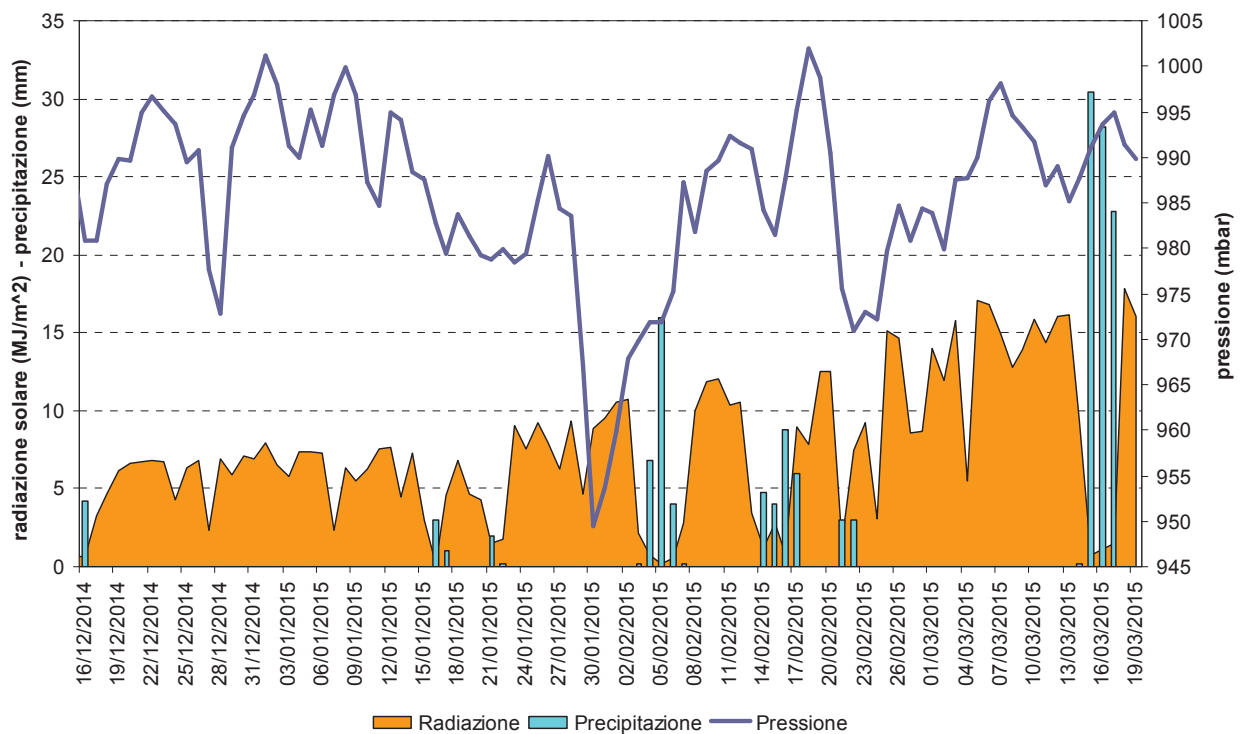


Figura 13) Precipitazione cumulata giornaliera Stazione di Bra – Museo Craveri. Totale giornaliero della radiazione solare globale e pressione atmosferica misurata dal laboratorio mobile a Ceresole D’Alba.

Il grafico di figura 14 rappresenta le frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento registrate dal laboratorio mobile a Ceresole D’Alba. Nel sito, posto nell’abitato, le calme di vento (velocità inferiore a 0.5 m/s) hanno avuto un’occorrenza molto elevata, pari al 42.7%.

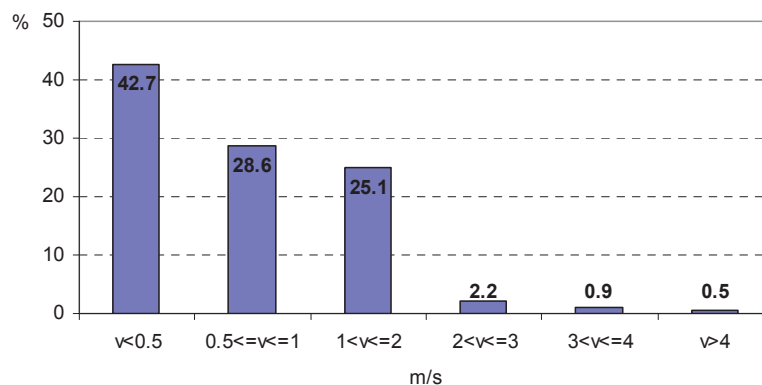


Figura 14) Frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento (periodo: 16 dicembre ‘14 ÷ 19 marzo ‘15).

Nella figura seguente è rappresentata la rosa dei venti ottenuta per il periodo di misura nel sito di Ceresole. Il settore prevalente di provenienza dei venti risulta quello SudSudEst, in particolare nelle ore notturne.

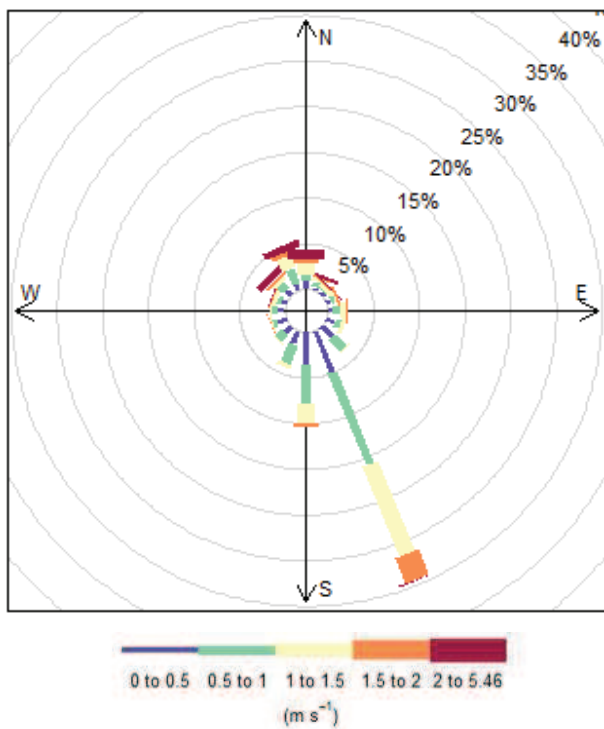


Figura 15) Rosa dei venti nel sito di Ceresole D'Alba (periodo: 16 dicembre '14 ÷ 19 marzo '15).

## CONCLUSIONI

Analogamente a tutto il territorio regionale, nel sito del comune di Ceresole D'Alba monitorato con il laboratorio mobile, non sono state evidenziate criticità per il monossido di carbonio, il benzene ed il biossido di zolfo, inquinanti le cui concentrazioni si sono notevolmente ridotte negli anni.

Coerentemente con il periodo invernale in cui è stato svolto il monitoraggio, i livelli dell'ozono, inquinante tipicamente estivo, sono stati piuttosto contenuti.

Le concentrazioni di biossido di azoto rilevate in piazza Scacchi a Ceresole, sebbene statisticamente siano da ritenersi inferiori in media, sono molto prossime a quelle di Alba. Tale situazione è differente da quanto riscontrato nel corso della precedente campagna del gennaio-febbraio 2011 quando la concentrazione media di NO<sub>2</sub> misurata a Ceresole era risultata tra le più basse delle provincie di Cuneo ed Asti con le quali era stata confrontata.

Dall'analisi dei dati orari delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> e dei corrispondenti valori di direzione e velocità del vento (si veda il polar plot di figura 4 a pagina 8) non emerge il contributo di una fonte produttiva locale specifica.

Dai raffronti dei giorni medi si deduce che ad essere cambiata sia la situazione delle concentrazioni di "fondo" degli ossidi di azoto della zona di Ceresole. In particolare il fondo di NO<sub>2</sub> di Ceresole è diventato simile a quello di una stazione urbana e questo fa supporre che si sia verificato un aumento di sorgenti diffuse di ossidi di azoto nel territorio in analisi. Ciononostante i test statistici eseguiti definiscono i dati di NO<sub>2</sub> misurati a Ceresole come inferiori in media a quelli registrati ad Alba, pertanto un'indicazione sul rispetto del limite normativo annuale si può desumere dalle concentrazioni medie annuali di NO<sub>2</sub> relative alla stazione di Alba che, dopo il 2007, sono sempre state inferiori al limite normativo di 40 µg/m<sup>3</sup>.

I dati delle concentrazioni di materiale particolato PM<sub>10</sub> rilevate a Ceresole risultano simili a quelli della stazione di fondo urbano di Alba Tanaro, i test statistici eseguiti definiscono i dati dei due siti come confrontabili in media. Le stazioni di Alba e Bra presentano i livelli più elevati di polveri della rete provinciale e per esse il superamento, anche nel 2014, del limite stabilito per le concentrazioni giornaliere conferma il permanere di una situazione di criticità.

Relativamente all'inquinamento da polveri sottili i risultati delle misure svolte a Ceresole D'Alba confermano quindi quanto ottenuto dal monitoraggio del quadrante Nord Ovest della provincia ovvero una situazione che, sul territorio provinciale, "peggiora" procedendo dalla zona pedemontana alla zona di pianura, con situazioni "aggravate" nei punti maggiormente esposti a emissioni locali intense, nella fattispecie dovute al traffico veicolare. Oltre al contributo delle emissioni strettamente locali, tutti i siti analizzati in queste campagne risentono di un inquinamento diffuso maggiore di quello delle città poste nella zona sud della provincia di Cuneo.

I centri abitati oggetto del precedente monitoraggio sopracitato e, in modo analogo Ceresole D'Alba, fanno infatti parte, o sono prossimi, alla zona di pianura della nostra provincia, adiacente alla zona metropolitana torinese, che costituisce l'estremo ovest della pianura Padana; essa pertanto risente dell'inquinamento che, a causa della conformazione orografica e delle emissioni presenti, ristagna e caratterizza tutto il bacino padano, soprattutto per quanto riguarda inquinanti cosiddetti "ubiquitari" come le polveri sottili.

Tale zona della nostra provincia è inoltre caratterizzata da un'attività zootecnica intensiva, che determina un'emissione molto cospicua di ammoniaca, e dal più alto numero di centrali a biomassa della regione, sorte in particolare a partire dal 2011. Queste, sebbene



---

alimentate con sorgenti “rinnovabili”, producono quantitativi di ossidi di azoto pari a circa 5 volte quelli che a parità di potenza produrrebbe un impianto alimentato a metano e possono sicuramente contribuire ad aumentarne il fondo locale.

Occorre a questo punto ricordare che sia gli ossidi di azoto che l’ammoniaca in atmosfera agiscono da precursori per le polveri, ovvero subiscono delle trasformazioni chimiche che portano alla formazione del cosiddetto particolato “secondario”, generalmente compreso nella frazione più fine delle polveri e pertanto più problematico per la salute umana perché in grado di penetrare più in profondità nell’apparato respiratorio.

Partendo dai dati dell’inventario regionale delle emissioni, aggiornato alle emissioni dell’anno 2008 e pertanto senza il contributo degli impianti più recenti, si stima che la provincia di Cuneo contribuisca alla produzione di circa un quarto del particolato secondario della regione Piemonte.



## ALLEGATO I

### Sintesi dei risultati della campagna

<b>Ceresole D'Alba, piazza Scacchi 17/12/2014 ÷ 18/03/2015</b>	
	<b>SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	2
Massima media giornaliera	10
Media dei valori orari	5
Massima media oraria	15
Percentuale ore valide	82%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	0
	<b>CO (mg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	0.5
Massima media giornaliera	1.2
Media dei valori orari	0.8
Massima media oraria	1.9
Percentuale ore valide	94%
Minimo medie 8 ore	0.4
Media delle medie 8 ore	0.8
Massimo medie 8 ore	1.5
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	0
	<b>Benzene (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	0.6
Massima media giornaliera	2.3
Media dei valori orari	1.3
Massima media oraria	7.2
Percentuale ore valide	48%
	<b>NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	9
Massima media giornaliera	54
Media dei valori orari	33
Massima media oraria	107
Percentuale ore valide	94%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	0

	<b>O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	3
Massima media giornaliera	65
Media dei valori orari	28
Massima media oraria	113
Percentuale ore valide	95%
Minimo medie 8 ore	2
Media delle medie 8 ore	28
Massimo medie 8 ore	101
Percentuale medie 8 ore valide	95%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h &gt; 120)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0
	<b>PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	8
Massima media giornaliera	139
Media delle medie giornaliere:	41
Numero giorni validi	77
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	<b>20</b>

## ALLEGATO II

### Gli inquinanti della qualità dell'aria e limiti normativi

Il Decreto Legislativo n° 155/2010 “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa”, definisce “inquinante: qualsiasi sostanza presente nell'aria ambiente” (cioè l'aria esterna presente nella troposfera), “che può avere effetti dannosi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso”.

Il quadro normativo sulla qualità dell'aria, a partire da evidenze scientifiche e con approccio conservativo, identifica gli inquinanti per i quali è necessario il monitoraggio al fine di perseguire gli obiettivi di tutela della salute umana e degli ecosistemi.

I parametri analizzati nelle campagne di monitoraggio con mezzo mobile sono i seguenti:

- materiale particolato - PM<sub>10</sub>
- biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)
- ozono
- biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)
- monossido di carbonio (CO)
- benzene

Le pagine seguenti presentano per ogni inquinante oggetto di monitoraggio, le principali informazioni, facendo riferimento ai seguenti punti:

**Caratteristiche:** elementi distintivi dell'inquinante

**Tipologia:** suddivisione in base all'origine in

- **primario** → emesso direttamente in atmosfera da specifiche fonti
- **secondario** → prodotto come risultato di reazioni chimico-fisiche degli inquinanti primari

**Fonte:**

- **naturale**, emesso in atmosfera ad opera di fenomeni naturali
- **antropica**, generato da attività umane (industriali, civili, ecc...)

**Permanenza spazio-temporale:** ovvero i tempi e l'estensione territoriale coinvolti nella “dispersione” dell'inquinante. Infatti a seguito della loro emissione in atmosfera i composti sono soggetti a processi di diffusione, trasporto e deposizione (secca e umida), e possono subire nel contempo processi di trasformazione chimico-fisica, che possono determinarne la rimozione o la generazione di inquinanti secondari; tutti questi processi condizionano la variabilità nello spazio e nel tempo degli inquinanti in atmosfera.

**Effetti:** descrizione dei principali bersagli sui quali può agire l'inquinante e gli effetti da esso prodotti. Gli inquinamenti atmosferici possono produrre effetti nocivi, che variano in funzione delle caratteristiche chimico-fisiche dell'inquinante, delle sue concentrazioni e dei tempi di permanenza in atmosfera.

**Misura:** indica il principio di misura utilizzato per la determinazione dell'inquinante

**Situazione generale:** condizione attuale e l'andamento negli anni dell'inquinante

**Limiti normativi:** i limiti indicati dalla normativa cogente, identificati in relazione ai livelli di riferimento così descritti:

**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.


**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.

**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.

**Valori obiettivo:** livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita.

**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.

## MATERIALE PARTICOLATO – PM<sub>10</sub>

<b>Caratteristiche</b> <i>particelle solide</i> <i>aerosol</i>	Il particolato atmosferico è formato da particelle, solide o aerosol, sospese in aria. Con il termine <b>PM<sub>10</sub></b> si intende il particolato formato da particelle con diametro aerodinamico medio inferiore a 10 µm (micrometri), mentre il termine <b>PM<sub>2,5</sub></b> comprende la frazione di particolato costituito da particelle aventi diametro inferiore a 2.5 µm.
<b>Fonte</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i>	Nell'aria viene generato da processi naturali quali <b>eruzioni vulcaniche, incendi boschivi, azione del vento sulla polvere e sul terreno, aerosol marino</b> , ecc, e dall'attività dell'uomo a cui se ne attribuisce l'apporto principale. Le <b>emissioni industriali</b> , particelle di polveri, ceneri, e combustioni incomplete, e il <b>traffico veicolare (gas di scarico, usura di pneumatici, risollevarimento delle polveri depositate sulle strade)</b> rappresentano le fonti più significative.
<b>Tipologia</b> <i>primario</i> <i>secondario</i>	Il particolato atmosferico è in parte di tipo "primario", <b>imnesso direttamente</b> in atmosfera, ed in parte di tipo "secondario", prodotto cioè da <b>trasformazioni chimico fisiche che coinvolgono diverse sostanze quali SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, COVs, NH<sub>3</sub></b> .
<b>Permanenza spazio temporale</b>	Il particolato risulta ubiquitario su vasta scala a causa del <b>lungo tempo di permanenza nell'aria</b> (da giorni a settimane) che ne consente il <b>trasporto su grandi distanze</b> . Questo fa sì che le variazioni nel tempo delle concentrazioni siano principalmente condizionate da fattori meteorologici. In particolare, inverni con lunghi periodi di situazioni anticicloniche persistenti e precipitazioni limitate, sono caratterizzati da concentrazioni di polveri atmosferiche elevate.
<b>Effetti</b> <i>salute</i> <i>ambiente</i> <i>materiali</i>	Il rischio sanitario legato al particolato sospeso nell'aria dipende, oltre che dalla concentrazione, anche dalla dimensione delle particelle. Le particelle con dimensioni inferiori costituiscono un pericolo maggiore per la salute umana, in quanto possono penetrare in profondità nell'apparato respiratorio. Infatti: <ul style="list-style-type: none"> <li>- il PM<sub>10</sub>, polvere inalabile, è in grado di penetrare nel tratto respiratorio superiore (laringe e faringe), e le particelle con diametro compreso fra circa 5 e 2.5 µm giungono sino a livello dei bronchi principali.</li> <li>- Il PM<sub>2,5</sub>, polvere respirabile, è in grado di penetrare profondamente nei polmoni giungendo sino ai bronchi secondari; le frazioni con diametro inferiore possono giungere sino a livello alveolare.</li> </ul> Gli studi epidemiologici mostrano relazioni tra le concentrazioni di materiale particolato in aria e l'insorgenza di <b>malattie dell'apparato respiratorio</b> , quali <b>asma, bronchiti ed enfisemi</b> . Il PM può inoltre adsorbire sulla sua superficie e quindi veicolare nell'apparato respiratorio dei microinquinanti, quali metalli e IPA, ai quali possono essere associati effetti tossicologici rilevanti. <p>La deposizione del materiale particolato può causare effetti negativi sulla vegetazione costituendo, sulla superficie fogliare, una pellicola non dilavabile dalle piogge, che <b>può inibire il processo di fotosintesi e lo sviluppo delle piante</b>; inoltre il danneggiamento per abrasione meccanica può rendere le foglie più esposte agli attacchi degli insetti.</p> I materiali subiscono danni diretti legati a <b>fenomeni di imbrattamento</b> e fenomeni di <b>corrosione</b> in relazione alla composizione chimica del particolato.
<b>Misura</b> <i>gravimetrica</i>	Il PM <sub>10</sub> e il PM <sub>2,5</sub> sono determinati mediante campionamento su filtro in condizioni ambiente e successiva determinazione gravimetrica delle polveri filtrate. La testa del campionatore ha una geometria standardizzata che permette il solo passaggio della frazione di polveri avente dimensioni aerodinamiche inferiori a 10µm o 2.5µm.
 <b>Situazione generale</b> <i>critica</i>	La situazione nell'ultimo decennio, per il particolato PM <sub>10</sub> , <b>è in miglioramento</b> anche se <b>continua a rappresentare una delle criticità più significative</b> . Le condizioni meteo climatiche influenzano fortemente l'andamento.

<b>Riferimenti normativi</b> <b>D.Lgs 155/2010</b>	<b>Periodo di mediazione temporale</b>	<b>Valore limite</b>	<b>N° superamenti ammessi</b>	<b>Data di raggiungimento limite</b>
<b>PM10</b>	24 ore	50 µg/m <sup>3</sup>	35 per anno civile	1 gennaio 2005
	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>		1 gennaio 2005



## BIOSSIDO DI AZOTO – NO<sub>2</sub>

<b>Caratteristiche</b> NO <sub>2</sub>	Gli ossidi di azoto (NO, NO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O ed altri) vengono generati in tutti i processi di combustione che utilizzano l'aria come comburente; infatti ad elevate temperature l'azoto e l'ossigeno presenti nell'aria atmosferica reagiscono, con le seguenti reazioni principali : $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$ $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$ . L'elevata tossicità del biossido lo rende principale oggetto di attenzione: l'NO <sub>2</sub> è infatti un gas tossico, di colore giallo-rosso, dall'odore forte e pungente, con grande potere irritante ed è un energico ossidante, molto reattivo. Gli ossidi di azoto sono da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici maggiormente pericolosi, anche perché in presenza di forte irraggiamento solare, danno inizio ad una serie di reazioni secondarie che portano alla formazione di sostanze inquinanti, quali l'ozono, acido nitrico, ecc, complessivamente indicate con il termine di "smog fotochimico" che sono importanti precursori del PM <sub>10</sub> .
<b>Fonte</b> naturale antropica	In natura gli ossidi di azoto sono prodotti dall' <b>attività batterica</b> sui composti dell'azoto, dall' <b>attività vulcanica</b> e dai <b>fulmini</b> : ciò produce un <b>apporto minimo</b> ai livelli di fondo. Le principali fonti sono invece di origine antropica legate ai <b>processi di combustione in condizioni di elevata temperatura e pressione</b> : ne consegue che, in contesto urbano, le emissioni dei motori a scoppio e quindi il <b>traffico veicolare</b> ne rappresenta la <b>fonte più significativa</b> .
<b>Tipologia</b> primario secondario	Il biossido di azoto rappresenta, in genere, al <b>massimo il 5%</b> degli ossidi di azoto emessi <b>direttamente dalle combustioni in aria</b> . <b>La maggior parte</b> dell' NO <sub>2</sub> presente in atmosfera deriva invece <b>dall'ossidazione del monossido di azoto</b> , ed è quindi di natura secondaria.
<b>Permanenza</b> spazio temporale	Il tempo medio di permanenza in atmosfera degli ossidi di azoto è breve: circa tre giorni per NO <sub>2</sub> e quattro giorni per l'NO.
<b>Effetti</b> salute ambiente materiali	Gli effetti sulla salute prodotti dall'NO <sub>2</sub> sono dovuti alla sua <b>azione irritante sugli occhi e sulle le mucose dell'apparato respiratorio</b> . Gli effetti acuti sull'apparato respiratorio comprendono <b>riacutizzazioni di malattie infiammatorie croniche delle vie respiratorie</b> , quali bronchite cronica e asma, e <b>riduzione della funzionalità polmonare</b> . Gli ossidi di azoto contribuiscono, per circa il 30%, al fenomeno delle "piogge acide", con conseguenti <b>danni alla vegetazione e alterazioni degli equilibri degli ecosistemi</b> coinvolti, e producono <b>fenomeni corrosivi sui metalli</b> e scolorimento e perdita di resistenza dei tessuti e delle fibre tessili. L'azione sulle superfici degli edifici e dei monumenti comporta un <b>invecchiamento più rapido delle strutture</b> .
<b>Misure</b> chemiluminescenza	Gli ossidi di azoto sono determinati con il <b>metodo a chemiluminescenza</b> , che si basa sulla reazione chimica tra il monossido di azoto e l'ozono in grado di produrre una luminescenza caratteristica, di intensità proporzionale alla concentrazione di NO. Per misurare il biossido è necessario ridurlo a monossido tramite un convertitore al molibdeno. L'unità di misura con la quale si esprime la concentrazione di biossido di azoto è il microgrammo al metro cubo (µg/m <sup>3</sup> ).
<b>Situazione generale</b> stabile  	L'introduzione delle marmitte catalitiche non ha ridotto in maniera incisiva la concentrazione di NO <sub>2</sub> che, nell'ultimo decennio, non ha avuto un calo tanto netto quanto il CO. Ciò è dovuto anche al fatto che i motori a benzina non sono l'unica fonte di NO <sub>2</sub> , ma altrettanto importanti sono i veicoli diesel e gli impianti per la produzione d'energia. Nel settore industriale miglioramenti tecnologici hanno permesso di ridurre parzialmente gli apporti emissivi.

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore limite	N° superamenti ammessi	Data di raggiungimento limite
<b>Biossido di Azoto</b>	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup>	18 per anno civile	1 gennaio 2010
	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	-	1 gennaio 2010



## OZONO



<b>Caratteristiche</b> $O_3$	<p>L'Ozono è un gas molto reattivo, fortemente ossidante, di odore pungente caratteristico, la cui molecola è costituita da tre atomi di ossigeno.</p>
<b>Fonte</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i>	<p>E' un gas presente nell'atmosfera la cui origine e concentrazione dipende dalla porzione di atmosfera a cui le osservazioni si riferiscono. Negli strati alti dell'atmosfera, la stratosfera, esso è presente naturalmente e svolge un'importante azione protettiva per la salute umana e per l'ambiente, assorbendo un'elevata percentuale delle radiazioni UV provenienti direttamente dal sole. A questo livello l'ozono si produce a partire dalla reazione dell'ossigeno con l'ossigeno nascente (O), prodotto dalla scissione della molecola di ossigeno ad opera delle radiazioni ultraviolette. Negli strati di atmosfera più prossimi alla superficie terrestre, la troposfera, l'ozono si può originare dalla presenza di precursori sia naturali (composti organici volatili biogenici prodotti dalle piante), che antropici (ossidi di azoto e sostanze organiche volatili -VOC- emessi da attività umane), in condizioni meteorologiche caratterizzate da forte irraggiamento, oppure da scariche elettriche in atmosfera.</p>
<b>Tipologia</b> <i>secondario</i>	<p>A livello troposferico l'ozono è un inquinante cosiddetto secondario, cioè non viene emesso direttamente da una sorgente, ma è prodotto dalle complesse trasformazioni chimico fisiche che avvengono in atmosfera tra gli ossidi di azoto e i composti organici volatili. L'insieme dei prodotti di queste reazioni costituiscono il cosiddetto inquinamento fotochimico o <i>smog fotochimico</i>.</p>
<b>Permanenza spazio temporale</b>	<p>L'inquinamento secondario trae generalmente origine da contesti fortemente antropizzati, dove può essere elevata l'emissione di precursori, durante episodi estivi caratterizzati da condizioni meteorologiche stagnanti, quando persistono forte insolazione ed elevate temperature. Gli inquinanti secondari prodotti in queste condizioni possono dar luogo a grandi concentrazioni e fenomeni di accumulo anche a notevole distanze dalle zone di immissione. Per tale motivo l'inquinamento da ozono rappresenta un fenomeno su scala regionale e/o transfrontaliero.</p>
<b>Effetti</b> <i>salute</i> <i>ambiente</i> <i>materiali</i>	<p>I principali effetti sulla salute si riscontrano a carico delle vie respiratorie dove, all'aumentare della concentrazione, possono essere indotti effetti infiammatori di gravità crescente, sino ad una riduzione della funzionalità polmonare. Sugli ecosistemi vegetali gli effetti ossidanti della molecola interferiscono con la funzione clorofilliana e con la crescita delle piante. I materiali, come la gomma e le fibre tessili, subiscono alterazione chimiche che ne compromettono le caratteristiche e la resistenza.</p>
<b>Misura</b> <i>assorbimento</i> <i>caratteristico</i>	<p>La misura dell'ozono sfrutta il metodo basato sull'assorbimento caratteristico che questa molecola presenta verso le radiazioni ultraviolette (UV) ad una lunghezza d'onda di 254 nm (nanometri). La variazione dell'intensità luminosa è direttamente correlata alla concentrazione di <math>O_3</math> ed è misurata da un apposito rivelatore. L'unità di misura con la quale sono espresse le concentrazioni di <math>O_3</math> è il microgrammo al metro cubo (<math>\mu g/m^3</math>).</p>
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">  </div> <div style="text-align: center;"> <b>Situazione generale</b>  <i>stabile</i> </div> <div style="margin-left: 10px;">  </div> </div>	<p>Nonostante l'attuale stabilità del trend delle concentrazioni in atmosfera dei precursori, tra i quali gli ossidi di azoto, l'influenza determinante delle condizioni meteorologiche, fa sì che l'andamento delle concentrazioni di <math>O_3</math> possa variare considerevolmente e sia difficilmente controllabile.</p>

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	valore	N° superamenti ammessi
<b>Soglia informazione</b> Protezione della salute umana	Media oraria	180 µg/m <sup>3</sup>	
<b>Soglia di allarme</b> Protezione della salute umana	Media oraria	240 µg/m <sup>3</sup>	non più di 3 ore consecutive
<b>Valore obiettivo</b> Protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	120 µg/m <sup>3</sup> (*)	25 volte per anno civile come media su 3 anni
<b>Valore obiettivo</b> Protezione della vegetazione	Da maggio a luglio	AOT40** (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 18000 µg/m <sup>3</sup> *h come media sui 5 anni (*)	
<b>Obiettivo a lungo termine</b> Protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	120 µg/m <sup>3</sup>	
<b>Obiettivo a lungo termine</b> Protezione della vegetazione		AOT40** (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 6000 µg/m <sup>3</sup> *h	

(\*) il raggiungimento dell'obiettivo sarà valutato nel 2013 (riferimento triennio 2010-2012) per il valore obiettivo di protezione della salute umana e nel 2015 (riferimento quinquennio 2010-2015, per la protezione della vegetazione)

(\*\*) Per AOT40 (espresso in µg/m<sup>3</sup>\*h) si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m<sup>3</sup> (=40 parti per miliardo) e 80 µg/m<sup>3</sup> in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00, ora dell'Europa centrale (CET)


## BIOSSIDO DI ZOLFO – SO<sub>2</sub>

<b>Caratteristiche</b> SO <sub>2</sub>	Il biossido di zolfo, o anidride solforosa, è un gas incolore, di odore pungente, prodotto dell'ossidazione dello zolfo.
<b>Fonte :</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i>	La fonte principale degli ossidi di zolfo (SO <sub>2</sub> e SO <sub>3</sub> ) presenti in atmosfera è di origine <i>naturale</i> . Infatti una percentuale variabile dal 62% all'89% delle emissioni prodotte in Italia <sup>8</sup> è attribuita all' <i>attività vulcanica</i> . Le principali emissioni <i>antropiche</i> di SO <sub>2</sub> derivano invece dai <b>processi di combustione che utilizzano combustibili fossili</b> (gasolio, olio combustibile, carbone), in cui lo zolfo è presente come impurità. In città una fonte significativa è rappresentata dal <b>riscaldamento domestico</b> , mentre solo una percentuale molto bassa di SO <sub>2</sub> proviene dal traffico veicolare, in particolare dai veicoli con motore diesel.
<b>Tipologia</b> <i>primario</i>	L'ossido di zolfo è un inquinante primario.
<b>Permanenza spazio temporale</b>	Il tempo medio di permanenza in atmosfera del biossido di zolfo varia da alcuni giorni a settimane e l'estensione dei fenomeni interessa la scala locale e regionale.
<b>Effetti</b> <i>salute</i> <i>ambiente</i> <i>materiali</i>	Il biossido di zolfo è un forte <b>irritante delle vie respiratorie</b> . Un'esposizione prolungata a concentrazioni basse può causare patologie all'apparato respiratorio ( <b>asma, tracheiti, bronchiti</b> ) mentre esposizioni di breve durata a concentrazioni elevate possono provocare aumento della frequenza respiratoria e del ritmo cardiaco oltre a irritazione agli occhi, gola e naso. Gli ossidi di zolfo sono i <b>principali responsabili dell'acidificazione delle precipitazioni meteorologiche (piogge acide)</b> che comporta la compromissione degli equilibri degli ecosistemi coinvolti. Sulle piante l'aumento delle concentrazioni di SO <sub>2</sub> provoca <b>danni via via crescenti agli apparati fogliari sino alla necrosi tessutale</b> . L'azione sui <b>materiali</b> interessa maggiormente i <b>metalli</b> , nei quali viene accelerato il <b>fenomeno di corrosione</b> , ed i <b>materiali da costruzione</b> (in particolare di natura calcarea) sui quali l'azione acida, comportando una trasformazione dei carbonati in solfati solubili, <b>diminuisce la resistenza meccanica dei materiali</b> , da cui i conseguenti danneggiamenti dei monumenti e delle facciate degli edifici.
<b>Misura</b> <i>fluorescenza</i>	Il biossido di zolfo è misurato con un metodo a fluorescenza. L'aria da analizzare è immessa in una apposita camera nella quale sono inviate radiazioni UV a 230-190 nm. Queste radiazioni eccitano le molecole di SO <sub>2</sub> presenti che, stabilizzandosi, emettono delle radiazioni nello spettro del visibile misurate con apposito rivelatore. L'intensità luminosa misurata è funzione della concentrazione di SO <sub>2</sub> presente nell'aria. L'unità di misura con la quale si esprime la concentrazione di biossido di zolfo è il microgrammo al metro cubo (µg/m <sup>3</sup> ).
<b>Situazione</b> <i>buona</i>  	Il biossido di zolfo ha rappresentato per molti anni uno dei principali inquinanti dell'aria. Oggi il progressivo miglioramento della qualità dei combustibili (minor contenuto di zolfo nei prodotti di raffinazione) ed il sempre più diffuso uso del gas metano hanno diminuito nettamente la sua presenza.

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore limite	N° superamenti ammessi	Data di raggiungimento limite
<b>Ossido di Zolfo</b>	1 ora	350 µg/m <sup>3</sup>	24 per anno civile	1 gennaio 2005
	1 giorno	125 µg/m <sup>3</sup>	3 per anno civile	1 gennaio 2005

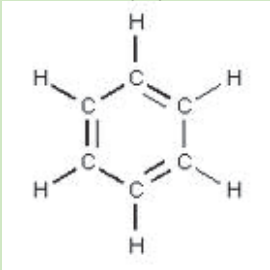


<sup>8</sup> ISPRA -inventario emissioni in atmosfera-CONAIR IPPC- dati 1980-2008

## MONOSSIDO DI CARBONIO – CO

<b>Caratteristiche</b>  CO	Il monossido di carbonio è un gas incolore, inodore e insapore, infiammabile, e molto tossico. Viene generato durante la combustione di materiali organici, come intermedio di reazione, quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente. Il monossido di carbonio è l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera.
<b>Fonte</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i>	Le principali fonti naturali sono agli <b>incendi boschivi</b> , <b>le eruzioni dei vulcani</b> , <b>le emissioni da oceani e paludi</b> . La fonte antropica più significativa è rappresentata dal <b>traffico veicolare</b> , in particolare dalle emissioni prodotte dagli autoveicoli a benzina in condizioni tipiche di traffico urbano rallentato (motore al minimo, fasi di decelerazione, ecc...): per questi motivi viene identificato come tracciante di inquinamento veicolare. Altre fonti sono gli <b>impianti di riscaldamento domestico</b> , <b>le centrali termoelettriche</b> , <b>gli inceneritori di rifiuti</b> , per i quali il contributo emissivo risulta minore in quanto la combustione avviene in condizioni più controllate.
<b>Tipologia</b> <i>primario</i>	Il monossido di carbonio viene emesso come tale in atmosfera.
<b>Permanenza spazio temporale</b>	Nonostante il tempo di permanenza in atmosfera sia elevato (anni), meccanismi di rimozione naturali (assorbimento da parte di terreno, delle piante, ossidazione in atmosfera) limitano prevalentemente a scala locale, urbana, l'azione inquinante del monossido di carbonio.
<b>Effetti salute</b>	Sull'uomo il monossido di carbonio ha effetti particolarmente pericolosi in quanto forma con l'emoglobina del sangue la carbossiemoglobina, un composto fisiologicamente inattivo, che impedisce l'ossigenazione dei tessuti, ed è in grado di produrre, <b>ad elevate concentrazioni, esiti letali</b> . A <b>basse concentrazioni provoca emicranie, vertigini, e sonnolenza</b> . Essendo inodore e incolore, è un inquinante insidioso soprattutto nei luoghi chiusi dove si può accumulare in concentrazioni elevate. Sull'ambiente ha effetti trascurabili.
<b>Misure</b> <i>Assorbimento IR</i>	Il CO è analizzato mediante assorbimento di Radiazioni Infrarosse (IR). La tecnica di misura si basa sull'assorbimento, da parte delle molecole di CO, di radiazioni IR e la variazione dell'intensità delle IR è proporzionale alla concentrazione di CO. L'unità di misura utilizzata per esprimere la concentrazione di Monossido di Carbonio è il milligrammo al metro cubo (mg/m <sup>3</sup> ).
 <b>Situazione generale</b> <i>buona</i> ↓	Il CO ha avuto, negli ultimi trent'anni, un nettissimo calo delle concentrazioni rilevate in atmosfera dovuto allo sviluppo tecnologico nel settore automobilistico che ha portato ad un aumento dell'efficienza nei motori e l'introduzione delle marmitte catalitiche. Ciò ha fatto sì che nonostante il numero crescente degli autoveicoli in circolazione, e quindi un aumento delle emissioni, la concentrazione si riducesse in modo significativo. Ulteriori miglioramenti si otterranno quando le auto a benzina non catalizzate saranno completamente sostituite con veicoli dotati di marmitta catalitica.

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore limite	N° superamenti ammessi	Data di raggiungimento limite
<b>Monossido di carbonio</b>	Media massima giornaliera calcolata sulle 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	-	1 gennaio 2005

## BENZENE

<p><b>Caratteristiche</b> <math>C_6H_6</math></p> 	<p>Il benzene è un idrocarburo aromatico, che si presenta a temperatura ambiente come un liquido incolore, dal tipico odore aromatico, in grado di evaporare velocemente. Si ottiene prevalentemente come prodotto della distillazione del petrolio. Viene impiegato come materia prima per numerosi composti secondari, a loro volta impiegati per produrre plastiche, resine, detersivi, pesticidi, intermedi per l'industria farmaceutica, vernici, collanti, inchiostri, adesivi e prodotti per la pulizia. E' utilizzato per conferire proprietà antidetonanti nelle benzine "verdi".</p>
<p><b>Fonte</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i></p>	<p>In natura il benzene viene prodotto negli <b>incendi boschivi</b> e durante le <b>eruzioni vulcaniche</b>, ma le concentrazioni in atmosfera prodotte da queste fonti sono quantitativamente irrilevanti. La fonte principale è di natura antropica. La maggior fonte di esposizione per la popolazione deriva dai <b>gas di scarico degli autoveicoli</b>, in particolare dei veicoli <b>alimentati a benzina</b>: stime effettuate a livello di Unione Europea attribuiscono a questa categoria di veicoli più del 70% del totale delle emissioni di benzene. Una fonte importante, in ambienti indoor, è rappresentato dal <b>fumo di tabacco</b>.</p>
<p><b>Tipologia</b> <i>primario</i></p>	<p>E' un inquinante primario.</p>
<p><b>Permanenza spazio</b> <b>temporale</b></p>	<p>Il benzene rilasciato in atmosfera si trova prevalentemente in fase vapore, non è soggetto direttamente a fotolisi, ma reagisce con gli idrossi-radicali prodotti fotochimicamente. Il tempo teorico di dimezzamento della concentrazione è di circa 13 giorni, ma in atmosfera inquinata, in presenza di ossidi di azoto o zolfo, l'emivita si riduce a 4 – 6 ore.</p>
<p><b>Effetti</b> <i>salute</i></p>	<p>Il benzene è tossico, molto irritante per pelle, occhi e mucose ed è inserito dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) tra le sostanze con sufficiente evidenza di <b>cancerogenicità per l'uomo</b>. La principale via di esposizione per l'uomo è l'inalazione, a causa della notevole volatilità del benzene.</p>
<p><b>Misura</b> <i>Gasromatografia PID</i></p>	<p>Le misure sono effettuate mediante un sistema gascromatografico, dotato di rivelatore a fotoionizzazione. L'unità di misura con la quale si misura la concentrazione di benzene è il microgrammo al metro cubo (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>).</p>
<p><b>Situazione</b> <b>generale</b> <i>buona</i></p>  	<p>Le concentrazioni di benzene in atmosfera si sono significativamente ridotte nell'ultimo decennio a seguito delle pesanti limitazioni al suo uso come solvente, alla riduzione del suo contenuto nella benzina nonché all'aumento della percentuale di auto catalizzate sul totale di quelle circolanti.</p>

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore limite	N° superamenti ammessi	Data di raggiungimento limite
Benzene	Anno civile	$5.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1 gennaio 2010