

## DIPARTIMENTO PIEMONTE SUD OVEST



**EVOLUZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NEI  
COMUNI DI BORGIO SAN DALMAZZO, DI  
CUNEO E ZONE LIMITROFE**



## II RESPONSABILE

Prot. 35032 /H10.00

Cuneo, 21 aprile 2017

Ill. mi Signori Sindaci dei Comuni di  
BORGO SAN DALMAZZO  
[protocollo.borgosandalmazzo@legalmail.it](mailto:protocollo.borgosandalmazzo@legalmail.it)  
CUNEO  
[protocollo.comune.cuneo@legalmail.it](mailto:protocollo.comune.cuneo@legalmail.it)

---

Spett.le Assessorato Ambiente  
PROVINCIA di CUNEO  
[protocollo@provincia.cuneo.legalmail.it](mailto:protocollo@provincia.cuneo.legalmail.it)

---

e p.c. Signori Sindaci dei Comuni di  
BOVES  
[comune.boves.cn@cert.legalmail.it](mailto:comune.boves.cn@cert.legalmail.it)  
ROBILANTE  
[comune.robilante@cert.legalmail.it](mailto:comune.robilante@cert.legalmail.it)  
ROCCAVIONE  
[comune.roccavione.cn@legalmail.it](mailto:comune.roccavione.cn@legalmail.it)

---

Spett.le Assessorato Ambiente  
REGIONE PIEMONTE  
[territorio-ambiente@cert.regione.piemonte.it](mailto:territorio-ambiente@cert.regione.piemonte.it)

---

Spett.le Dipartimento Prevenzione  
Azienda ASL CN1 Cuneo  
[protocollo@aslcn1.legalmailPA.it](mailto:protocollo@aslcn1.legalmailPA.it)

Documento inviato esclusivamente via PEC

### **Oggetto: Evoluzione della qualità dell'aria nei comuni di Borgo San Dalmazzo, Cuneo e zone limitrofe**

A conclusione dell'inverno 2016-2017 si possono trarre interessanti considerazioni sia su quanto nell'epoca odierna il fenomeno dell'inquinamento atmosferico può condizionare, e condiziona, la normalità della vita quotidiana di noi tutti sia su come questo fenomeno è percepito dalla collettività, forse troppo influenzata da una modalità di comunicazione delle notizie che, ormai in tutti i campi, tende al sensazionalismo.

Brevemente ricordo che le specifiche condizioni meteorologiche che hanno insistito sulla pianura Padana nel tardo autunno 2016 e nell'inverno 2016/2017, caratterizzate dal permanere costante di alta pressione e quasi assenza di precipitazione hanno comportato un incremento considerevole delle giornate nelle quali è stato superato il limite di 50 microgrammi per metro cubo di aria del materiale particolato sottile (PM<sub>10</sub>), limite che per legge non deve essere superato più di 35 volte all'anno. Per fenomeni legati essenzialmente alla geomorfologia e alla quota altimetrica, nella fascia pedemontana cuneese anche nel 2016 questo limite non è stato superato, pur con evidente incremento rispetto al 2015; non così però per la bassa pianura cuneese e le province limitrofe ove in molte località in questo primo trimestre 2017 si è già superato il bonus normativo. Questo aumento delle giornate in cui è stato superato il limite ha comportato da parte degli

amministratori della Città Metropolitana di Torino la necessità di adottare provvedimenti che sicuramente hanno influito pesantemente sulla quotidiana attività di molti piemontesi.

È evidente che occorre che chi ci amministra prenda provvedimenti atti a migliorare la qualità dell'aria; altrettanto evidentemente il processo dovrebbe però essere caratterizzato da un atteggiamento generale meno "urlato" e soprattutto meno caratterizzato da presentazioni della tematica parziali e inutilmente allarmistiche, nel senso che alla popolazione sono state fornite informazioni avulse dalla realtà storica che abbiamo vissuto nell'ultimo secolo, portando angoscia e timore non sempre giustificati.

È indubbio infatti che, da quando sono disponibili misure, lo stato della qualità dell'aria è migliorato, per alcuni parametri di tantissimo; altrettanto indubbiamente l'aspettativa di vita nel periodo è aumentata, anche questa in modo estremamente rilevante. A parere di chi scrive non è corretto semplificare tutto all'estremo per cui si è scritto che un rilevante numero di persone ogni anno in Piemonte sono uccise dall'inquinamento atmosferico; questo è certamente vero per i fumatori, ma per il loro sicuramente dannoso "vizio". Essendo che il respirare non può essere definito "vizio" certi accostamenti sono inutilmente allarmistici; la correlazione tra morti addebitabili con certezza all'inquinamento atmosferico è vera per chi per quella causa ha sviluppato una patologia neoplastica correlabile (es. esposizione a radon e tumori correlati, patologie tumorali ai polmoni per non fumatori né attivi né passivi...). L'epidemiologia ambientale per l'inquinamento atmosferico parla di perdita di aspettativa di vita, in altri termini l'inquinamento atmosferico deve ancora scendere per consentirci un ulteriore miglioramento dell'aspettativa di vita, che peraltro si pone ai livelli più elevati del pianeta terra.

Lo studio che viene prodotto da questo Dipartimento Arpa si propone appunto di contestualizzare l'evoluzione dell'inquinamento atmosferico nel nostro territorio sulla base dei dati di monitoraggio disponibili, partendo dalla decisione di dare un significato più generale alla dismissione della stazione di monitoraggio di Borgo San Dalmazzo, attiva dall'anno 2002 e fino al 31 dicembre 2014. Oltre alle emissioni del traffico veicolare tale stazione aveva sempre evidenziato l'influenza delle emissioni in atmosfera dell'industria cementiera locale comprendente, oltre allo stabilimento di Borgo San Dalmazzo (forni attivi fino a inizio 2009), lo stabilimento di Robilante, le cui ricadute erano state ben individuate con i monitoraggi del 2011 - 2012<sup>1</sup>.

Infatti la collocazione a suo tempo era stata progettata proprio per caratterizzare, in parallelo con la stazione di monitoraggio di Cuneo, la qualità dell'aria su un territorio ove si erano insediate aziende (due cementerie, una vetreria, una multinazionale della gomma, alcuni produttori di calce) che da sole contribuivano ad oltre il 10% degli ossidi azoto emessi a livello regionale.

Lo spunto dell'impostazione di questa premessa discende altresì dall'immagine scelta per la copertina, una cartolina postale che illustra nei primi anni 50 il panorama di Borgo San Dalmazzo con la sua bella cementeria in attività; quanto tempo è passato da quando il fumo che usciva dalle ciminiere era motivo di orgoglio per la comunità che ne vedeva il simbolo della laboriosità locale!

Le normative ambientali erano ben lungi da essere immaginate e l'unico riferimento erano gli articoli 216 e 217 del *Regio decreto 27 luglio 1934, n.1265-Testo unico delle leggi sanitarie*. La prima norma sull'inquinamento atmosferico fu poi la 615 del 1966 e solamente nel 1974 il CRIAP (Comitato regionale contro l'inquinamento atmosferico del Piemonte) istituì la Commissione Provinciale di cui all'art.20 della 615/66 che fissava limiti e criteri per le emissioni in atmosfera.

Come si potrà osservare dalla cartolina, nella quale appaiono i primi due forni dello stabilimento (il terzo e il quarto entrarono in funzione nel 1957), non esisteva alcun sistema di abbattimento, e quando furono installati i primi elettrofiltri, a cavallo degli anni'70 dello scorso secolo, ci si preoccupò principalmente di limitare l'imbrattamento dovuto alla polvere di cemento (per la precisione polvere di clinker) sulle abitazioni circostanti.

Fra gli scopi istitutivi della nostra Agenzia c'è quello di fornire informazioni scientifiche alle Amministrazioni competenti per prendere le necessarie decisioni atte a perseguire un

---

<sup>1</sup> *Studio sulla qualità dell'aria nel territorio della bassa Valle Vermentagna e del Cuneese. Marzo 2011 ÷ maggio 2012.* Arpa Dipartimento provinciale di Cuneo, 3 dicembre 2012 Prot. 123225/SC10

miglioramento della qualità ambientale. Conoscere la storia dell'evoluzione dell'inquinamento, unitamente a nuovi studi ed informazioni, consentirà di individuare un giusto equilibrio tra azioni a volte contrastanti negli effetti. È nella natura di un qualsiasi processo evolutivo, anche di conoscenza, partire da dati grossolani considerati in prima battuta indipendenti per arrivare poi a studiare le correlazioni tra i diversi fattori.

Lo studio dell'inquinamento atmosferico dal punto di vista della protezione della salute è stato affrontato dalla comunità scientifica ben prima dell'aspetto legato al cambiamento climatico in atto, che rappresenta un problema ormai dimostrato come prioritario. Attualmente alcune politiche per il contenimento dell'inquinamento atmosferico ai fini della protezione della salute favoriscono un aumento delle concentrazioni in atmosfera di sostanze climalteranti; altre politiche sostengono la combustione delle biomasse, affinché meno CO<sub>2</sub> proveniente da fonti fossili sia immessa in atmosfera, ma aumentano l'immissione nella stessa di sostanze altamente inquinanti per la qualità dell'aria. Occorre perseguire politiche che siano contemporaneamente vincenti su entrambi i fronti della tutela del clima e della salute.

Nel piccolo della nostra realtà di dipartimento territoriale alcuni studi sono stati compiuti negli ultimi anni e saranno richiamati nel lavoro che viene qui presentato; si tratta di lavori di monitoraggio che hanno permesso di dimostrare che l'introduzione delle BAT (migliori tecnologie possibili) nelle Autorizzazioni Ambientali Integrate comporta sensibilissime diminuzioni di sostanze inquinanti, che l'individuazione delle cause di emissioni anomale consente all'esercente di adottare procedure che limitano l'inquinamento (caso dell'anidride solforosa emessa dalla cemeniteria di Borgo San Dalmazzo), che l'uso tradizionale delle biomasse nelle stufe domestiche non è così virtuoso.

Un capitolo di questo lavoro è stato dedicato all'analisi delle concentrazioni di anidride carbonica misurata presso la stazione della qualità dell'aria di Borgo San Dalmazzo tra il 2008 ed il 2014. Lo studio ha evidenziato le caratteristiche locali di un fenomeno in linea con l'andamento globale dibattuto su tutti i mezzi di comunicazione e come la riduzione nelle emissioni di questo inquinante clima-alterante da parte dell'industria cementiera locale non abbia determinato, a differenza di quanto rilevato per gli ossidi di azoto, un evidente riscontro nelle concentrazioni misurate sul territorio.

Con la chiusura della cemeniteria avvenuta nel 2009 molti dei motivi che avevano portato alla realizzazione della stazione fissa di monitoraggio della qualità dell'aria di Borgo San Dalmazzo sono venuti meno. La conclusione della vita operativa della stazione fissa di monitoraggio della qualità dell'aria di Borgo San Dalmazzo è stata definita dalla Regione Piemonte nell'ambito dell'ultimo processo di revisione della rete, con il termine del 2014, e si è reputato utile, dopo un anno dalla dismissione della stessa, eseguire delle campagne di misura con il laboratorio mobile nei due siti storicamente utilizzati.

Si rimarca che la chiusura dell'attività produttiva della cemeniteria di Borgo San Dalmazzo non è da addebitare ai necessari adeguamenti impiantistici AIA che prescriveva la miglior tecnologia possibile; semplicemente la tipologia industriale degli anni '40, dei cosiddetti forni lunghi orizzontali, era stata superata già negli anni '60 dai decarbonatori verticali, con conseguenti notevoli risparmi in costi energetici di esercizio. In ogni caso la tecnologia dei forni lunghi era a fine vita e l'investimento avrebbe dovuto prevedere la realizzazione di una nuova cemeniteria in un quadro generale che assisteva alla chiusura in Italia di molteplici siti produttivi. Alcuni anni prima la proprietà propose di realizzare nel sito una centrale termoelettrica, trascurando completamente nella documentazione progettuale di impatto ambientale ogni influenza sitospecifica delle emissioni prodotte da quel vetusto impianto cementiero; nelle polemiche l'autorizzazione non venne rilasciata dalla Amministrazione competente, la Provincia di Cuneo, e, qualche anno dopo, anche la cemeniteria si chiuse da sé; chissà se col senno di poi la proprietà si rese conto che voler tutto ha portato ad ottenere nulla.



Quindi con la presente si trasmette inoltre alle Amministrazioni in indirizzo la relazione tecnica sulle risultanze delle indagini analitiche effettuate a Borgo San Dalmazzo nel periodo compreso tra il mese di febbraio ed il mese di giugno 2016, inserita nella seconda parte del documento.

Lo studio viene altresì messo a disposizione di tutta l'utenza sul sito internet dell'Agenzia alla pagina: <http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/territorio/cuneo/aria>

In conclusione si può oggettivamente affermare che l'utilizzo di centraline di monitoraggio in continuo di più parametri ha consentito di ottenere un'abbondanza di informazioni che confermano come nel tempo l'inquinamento dell'aria nel quindicennio 2002-2016 sia indubbiamente diminuito. Per l'impegno profuso in questi anni come ultimo non posso non ringraziare tutti i collaboratori che prima mi hanno affiancato e poi sostituito nella realizzazione operativa di tutti gli studi condotti nel campo dell'inquinamento atmosferico sul nostro territorio: l'ottimo lavoro fin qui svolto continuerà.

Distinti saluti

**Dr. Silvio CAGLIERO**  
(firmato digitalmente)

Allegati:  
Relazione tecnica (pagine 48, Allegato pagine 13)

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

**OGGETTO: *Evoluzione della qualità dell'aria nei comuni di Borgo San  
 Dalmazzo, di Cuneo e zone limitrofe***

<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: 21/04/2017</b>	<b>Funzione: Responsabile Produzione Nome: Riccardi Ivo</b>	<b>Firma: Firmato in originale</b>

## INDICE

<b>PARTE I - EVOLUZIONE DELL'INDUSTRIA PESANTE CUNEESE E DELLE SUE RICADUTE SULLA QUALITA' DELL'ARIA .....</b>	<b>3</b>
<i>I PRINCIPALI INQUINANTI DELLA QUALITA' DELL'ARIA NELLA PROVINCIA DI CUNEO DAL 2002 AL 2016.....</i>	<i>8</i>
<i>RICADUTE DI BIOSSIDO DI ZOLFO, UN PROBLEMA LOCALE.....</i>	<i>12</i>
<i>ANALISI DEI DATI DI ANIDRIDE CARBONICA MISURATI A BORGIO SAN DALMAZZO DAL 2008 AL 2014 .....</i>	<i>14</i>
<b>PARTE II - MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NEL COMUNE DI BORGIO SAN DALMAZZO NEL PERIODO 26 FEBBRAIO ÷ 15 GIUGNO 2016.....</b>	<b>19</b>
<b>ANALISI DEI DATI .....</b>	<b>23</b>
BIOSSIDO DI AZOTO – NO <sub>2</sub> .....	23
MATERIALE PARTICOLATO – PM <sub>10</sub> .....	35
BIOSSIDO DI ZOLFO – SO <sub>2</sub> , MONOSSIDO DI CARBONIO – CO e BENZENE .....	40
OZONO – O <sub>3</sub> .....	41
<b>SITUAZIONE METEOROLOGICA .....</b>	<b>43</b>
<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>47</b>
<b>ALLEGATO I - Sintesi dei risultati della campagna.....</b>	<b>1</b>
<b>ALLEGATO II - Gli inquinanti della qualità dell'aria e limiti normativi.....</b>	<b>5</b>



## **PARTE I - EVOLUZIONE DELL'INDUSTRIA PESANTE CUNEESE E DELLE SUE RICADUTE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA**

A partire dal secondo dopoguerra, nel territorio dei Comuni di Cuneo, Borgo San Dalmazzo e della Valle Vermentagna, entrarono in funzione alcune tra le più importanti industrie pesanti della provincia.

Il primo insediamento fu quello della cementeria Italcementi di Borgo San Dalmazzo che avviò nel 1947 i primi due forni rotanti, l'impianto per la produzione della calce e due centrali idroelettriche a cui si aggiunsero, rispettivamente nel 1955 e nel 1956, altri due forni. Negli anni '50 entrò in funzione anche la vetreria di Vernante, che venne poi chiusa nel 1974 quando l'attività venne completamente trasferita nello stabilimento di Cuneo che, entrato in attività nel 1963, è oggi il più grande impianto di produzione di vetro per il settore delle costruzioni in Italia. Nel 1965 iniziò l'attività della cementeria Buzzi di Robilante, con una linea produttiva da 300'000 t/anno di cementi Portland. Nel 1970 lo stabilimento venne ampliato con una seconda linea che portò la capacità a 700'000 t/anno. Nel 1976, con la realizzazione della terza linea di produzione, la cementeria di Robilante raggiunse la dimensione produttiva di 1'700'000 t/anno cemento, che, con il rilascio dell'Autorizzazione Integrata Ambientale, venne poi limitata a quella delle due linee produttive più recenti. Nel 1961 presso la frazione Ronchi di Cuneo venne avviata e portata a termine la costruzione dello stabilimento di produzione degli pneumatici Michelin, ad oggi il maggiore stabilimento di pneumatici in Italia, oltre che uno dei più grandi siti Michelin in Europa.

Tutte queste tipologie industriali erano ricomprese nell'elenco ministeriale delle industrie insalubri di I classe.

Le prime "attenzioni" all'inquinamento atmosferico del territorio della provincia di Cuneo vennero dedicate con la costituzione, da parte del "Comitato Regionale contro l'inquinamento atmosferico per il Piemonte" (C.R.I.A.P. istituito con la Legge 13 luglio 1966, n. 615 "Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico), di una Commissione Provinciale.

Nell'aprile 1975 un'ordinanza del Sindaco di Borgo San Dalmazzo (n.5 del 20/04/1975) avente ad oggetto "Ampliamento industria insalubre – norme per la salvaguardia della salute pubblica", su invito del C.R.I.A.P., impose alla società Italcementi, per poter procedere ai lavori di ristrutturazione e ampliamento proposti dall'azienda, di mettere in opera agli impianti di produzione dei sistemi di abbattimento polveri, di cui dettava norme e modalità. Con la medesima ordinanza impose inoltre di installare tre stazioni di rilevamento in continuo delle polveri ambientali in opportune zone del territorio al fine di determinare il contributo all'inquinamento da parte della cementeria.

L'azienda installò i tre campionatori nei seguenti siti:

- Centralina n.1 – Ex Villa del direttore, Via Gramsci n. 9, Borgo San Dalmazzo (scelto come punto di monitoraggio dell'inquinamento di fondo)
- Centralina n. 2 – Cimitero di Borgo San Dalmazzo fino al 21/3/2005 quando è stata spostata presso la centralina Arpa di Via Giovanni XXIII
- Centralina n. 3 – Regione Toggia, Roccavione (punto di misura che si dimostrò risentire anche delle ricadute del cementificio di Robilante)

I relativi dati, elaborati a partire dalle concentrazioni giornaliere misurate dal 1976 al 2010 e forniti dall'azienda, costituiscono la prima serie storica relativa alla polverosità ambientale disponibile nella nostra provincia. Nelle figure della pagina seguente ne sono

rappresentate per ogni anno di misura la media aritmetica ed il 95° percentile dei valori giornalieri.

In Italia i primi limiti sulle concentrazioni di inquinanti misurate nell'aria ambiente vennero stabiliti dal D.P.R. 322 del 1971, relativamente ai contributi alle immissioni dovuti agli stabilimenti industriali, e venne fissato per le polveri inerti sospese un valore di 300 µg/m<sup>3</sup> per prelievi di 24 ore. Con l'entrata in vigore del D.P.C.M. del 28 marzo 1983 vennero per la prima volta stabiliti valori limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni, validi su tutto il territorio nazionale; per le polveri il limite venne riferito sia alla media aritmetica di tutte le concentrazioni giornaliere di un anno, pari a 150 µg/m<sup>3</sup>, che al 95° percentile delle concentrazioni misurate nell'anno, pari a 300 µg/m<sup>3</sup>.

La serie storica rappresentata nelle figure 1 e 2 evidenzia concentrazioni di polveri totali, che, sebbene inferiori ai limiti sopracitati (tali limiti allora vigenti erano molto più elevati di quelli attuali che sono però riferiti alla sola frazione PM<sub>10</sub>), erano evidentemente ancora condizionate da importanti emissioni locali, nonostante i sistemi di abbattimento già adottati. Benché le concentrazioni siano andate progressivamente diminuendo negli anni, problemi di "imbrattamento" sono sempre stati evidenziati dalla popolazione locale.

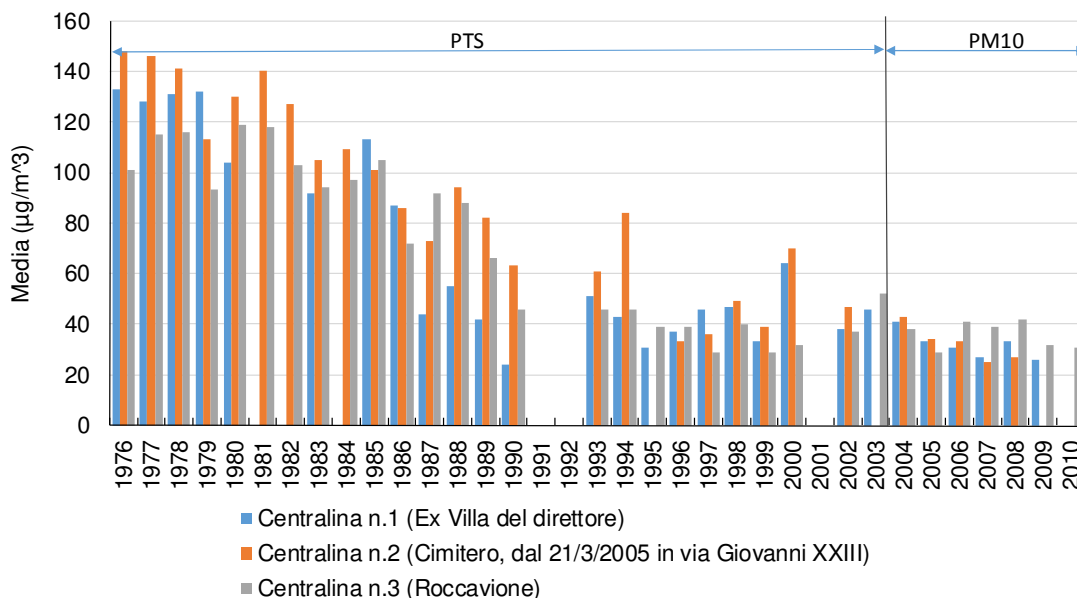


Figura 1) Medie aritmetiche delle concentrazioni giornaliere di polveri totali (PTS - per gli anni dal 1976 al 2003) e della frazione PM<sub>10</sub> (dal 2004 al 2010) misurate da Italcementi

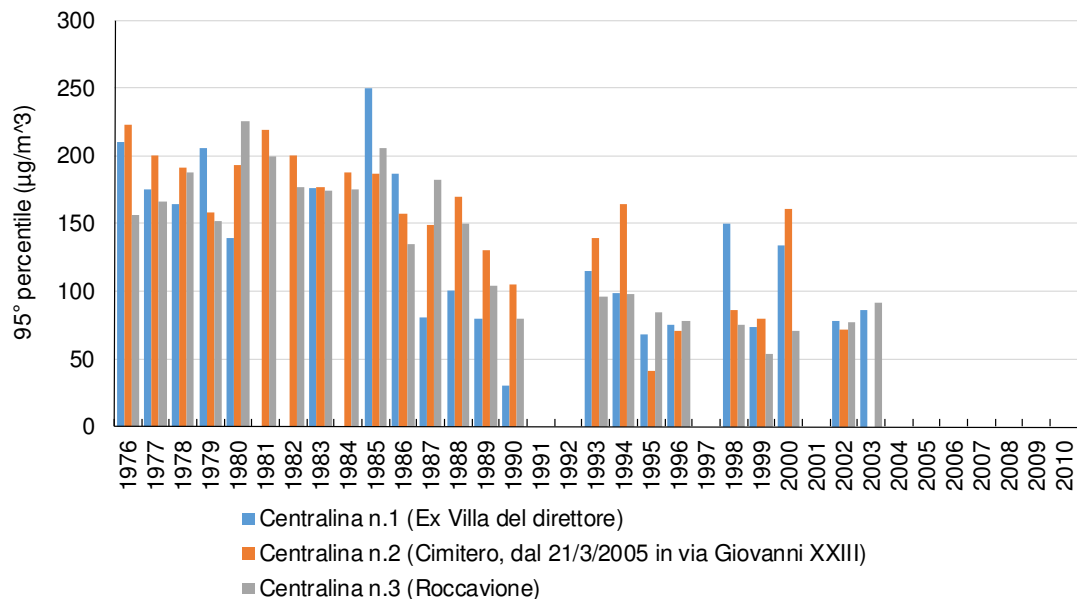


Figura 2) 95° percentile delle concentrazioni giornaliere di polveri totali (PTS - per gli anni dal 1976 al 2003) misurate da Italcementi

L'entità del problema determinato dalle ricadute delle polveri emesse dal cementificio può essere richiamato dall'esposto, inviato all'Assessore alla Sicurezza Sociale e Sanità della Regione Piemonte nel luglio 1981, da parte di cittadini di Borgo San Dalmazzo che segnalavano "livelli insopportabili" di inquinamento da polvere che "si deposita copiosa sui tetti, sui balconi, sui terreni, causando gravi inconvenienti alle cose, piante, alle colture nonché risultando pericolosa alla salute delle persone e degli animali". L'esposto era sottoscritto da più di 550 cittadini.

I risultati delle prime campagne di misura dell'inquinamento atmosferico eseguite dal Laboratorio di Sanità Pubblica presso il capannone del Comune di via Rocchiuse (nei pressi del cimitero) nell'ottobre 1983 evidenziarono sì il rispetto dei limiti stabiliti dalla normativa vigente per polveri sospese (che avevano un limite, come già ricordato, molto più elevato di quello attuale), anidride solforosa e ossidi di azoto, ma venne anche segnalato il raggiungimento del valore limite di 200 µg/m<sup>3</sup> per gli ossidi di azoto, che non doveva essere superato per più di un'ora al giorno.

Nel confronto con gli altri punti di misura della provincia, nei comuni di Cuneo e Borgo San Dalmazzo, gli ossidi di azoto si rivelarono tra gli inquinanti con i livelli più elevati, anche quando, a partire dal 2002, vennero installate le stazioni di misura del Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria. Criticità in particolare vennero riscontrate presso la stazione da traffico della qualità dell'aria installata in via Giovanni XXIII in Borgo San Dalmazzo, dove, fino all'anno 2007 il limite annuo di 40 µg/m<sup>3</sup> stabilito dall'allora vigente normativa, fu costantemente disatteso.

A partire dai primi anni 2000 agli insediamenti produttivi del territorio provinciale aventi caratteristiche emissive di particolare rilevanza, o insediate in zone a criticità ambientale conclamata, vennero imposti i primi sistemi di monitoraggio in continuo delle emissioni (SMCE) con modalità di consultazione remota dei dati da parte di Arpa. Tali sistemi permisero di iniziare ad acquisire i dati in continuo dei quantitativi di inquinanti emessi dalle aziende e le serie storiche di dati così ottenute e attualmente a disposizione, consentono di valutarne l'evoluzione nel tempo. Per gli ossidi di azoto, per i quali ancora l'ultimo aggiornamento dell'Inventario Regionale delle Emissioni (del 2010) attribuisce all'industria del cemento e del vetro della provincia di Cuneo più del 13% delle emissioni totali delle attività industriali di tutta la Regione Piemonte, sono riportate nella figura 3 le tonnellate emesse per ogni anno, dal 2003 al 2016, dal forno fusorio della vetreria AGC di Cuneo, dal Forno 3 Forno 4 della cementeria Buzzi di Robilante e dai tre forni della cementeria Italcementi di Borgo San Dalmazzo.

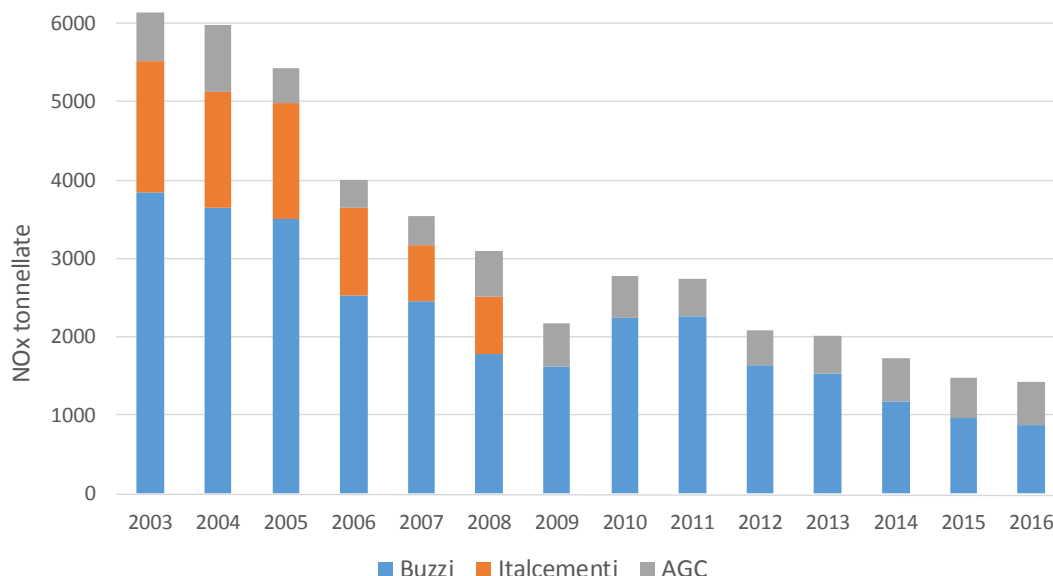


Figura 3) Emissioni annuali di ossidi di azoto dai Forni 2 e 3 di Buzzi, Forni 1 3 e 4 di Italcementi e dal forno fusorio della vetreria AGC.

Nel periodo 2004÷2006 le aziende considerate adottarono modifiche impiantistiche (dotazione di sistemi di abbattimento, sostituzione vecchi bruciatori), processistiche (adozione di sistemi di controllo in continuo di parametri di processo) e gestionali (parziale sostituzione dei combustibili primari) tali da determinare una sensibile contrazione delle emissioni di ossidi di azoto in atmosfera, ben visibile nella figura 3.

Ulteriori interventi e mitigazioni delle emissioni si resero necessari, negli anni successivi, in applicazione della direttiva IPPC (*Integrated Pollution Prevention and Control*, volta ad attuare a livello comunitario la prevenzione e la riduzione integrata dell'inquinamento di alcune categorie di impianti industriali) per la quale le aziende dovettero adeguarsi alle Migliori Tecnologie Disponibili previste per i relativi settori. La prima azienda ad ottenere il rilascio dell'Autorizzazione Integrata Ambientale, prevista dalla direttiva, fu l'Italcementi nell'ottobre 2006, l'anno successivo Buzzi (ottobre 2007) e AGC (dicembre 2007).

Le diminuzioni delle emissioni in atmosfera di ossidi di azoto così ottenute, portarono ad un'evidente riduzione delle ricadute locali ed il 2008 fu il primo anno in cui anche i valori di biossido di azoto registrati presso la stazione della qualità dell'aria di Borgo San Dalmazzo rispettarono il limite per la media annua stabilito dalla normativa per la tutela della salute pubblica<sup>2</sup>.

La contrazione economica e la tipologia impiantistica obsoleta dei forni di produzione del cementificio Italcementi portarono poi l'azienda a decidere la chiusura delle linee di cottura; a partire dal gennaio 2009 nello stabilimento di Borgo San Dalmazzo venne pertanto mantenuta solamente l'attività di produzione della miscela cruda. Si sottolinea che la non competitività di quella tipologia impiantistica (forno lungo) non era dovuta al livello qualitativo del clinker prodotto, ma all'altissimo consumo energetico necessario al completamento del ciclo tecnologico che, in una fase di continuo aumento del costo dei combustibili, rese non più sostenibile il mantenimento in attività della vecchia cemeniera.

La mancanza del contributo emissivo dei forni Italcementi determinò un ulteriore, netto, salto nella riduzione dei quantitativi di inquinanti emessi in atmosfera dalle industrie locali, che si tradusse in un nuovo sensibile miglioramento della qualità dell'aria evidenziato, in particolare per i siti di Borgo San Dalmazzo e Robilante, anche nel corso del monitoraggio dedicato al territorio della bassa Valle Vermentagna e del Cuneese eseguito tra il marzo 2011 ed il maggio 2012<sup>3</sup>. Nonostante i miglioramenti riscontrati nei livelli della qualità dell'aria ed il loro rientro al di sotto dei limiti, i dati misurati dal laboratorio mobile nei diversi siti di tale monitoraggio mostravano ancora la presenza di evidenti ricadute locali attribuibili, grazie anche alle informazioni provenienti dagli SMCE aziendali, alle emissioni del cementificio di Robilante.

Negli anni più recenti un'ulteriore sensibile riduzione delle emissioni si è verificata, oltre che a causa della contrazione della produzione provocata dalla crisi economica, anche a seguito della modifica del limite autorizzativo imposto alle emissioni nell'iter di rinnovo dell'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) del cementificio di Robilante. Con la nuova AIA, ottenuta dall'azienda nel 2014, è stata infatti imposta la riduzione del limite di 700 mg/Nm<sup>3</sup> per le emissioni di ossidi di azoto, autorizzato fino al giugno 2014, all'attuale 500 mg/Nm<sup>3</sup>. Nel corso del monitoraggio eseguito nel 2015 con il laboratorio mobile della qualità dell'aria nella frazione Spinetta di Cuneo, individuata come sito particolarmente influenzato dalle ricadute del cementificio Buzzi, è stata registrata una riduzione dei livelli di concentrazione di ossidi di azoto rispetto a quelli della campagna 2011-2012,

---

<sup>2</sup> I dati, ripresi anche a pagina 30 di questo elaborato, sono pubblicati nelle relazioni annuali sul monitoraggio della qualità dell'aria nel territorio della provincia di Cuneo scaricabili all'indirizzo:

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

<sup>3</sup> *Studio sulla qualità dell'aria nel territorio della bassa Valle Vermentagna e del Cuneese. Marzo 2011 ÷ maggio 2012.* Arpa Dipartimento provinciale di Cuneo, 3 dicembre 2012 Prot. 123225/SC10

---

corrispondente alla riduzione delle emissioni subita dai camini del cementificio di Robilante<sup>4</sup>.

Per l'anno in corso sono previste ulteriori modifiche nel quadro emissivo locale: sempre a seguito del rinnovo AIA del cementificio Buzzi Unicem era stato infatti stabilito un secondo step di riduzione del limite alle emissioni per gli ossidi di azoto da attuarsi a partire dall'aprile 2017 (da 500 mg/Nm<sup>3</sup> autorizzati fino al 10 aprile, a 450 mg/Nm<sup>3</sup>). A partire dal giugno 2017 inoltre, lo stabilimento di produzione del vetro AGC provvederà al rifacimento del forno fusorio ed il nuovo impianto, secondo quanto previsto dall'azienda, dovrebbe consentire di ridurre del 30% l'entità delle emissioni massiche di NO<sub>x</sub> in atmosfera. Un'ulteriore variazione nella situazione emissiva locale sarà poi determinata con l'entrata in esercizio della rete di teleriscaldamento del Comune di Cuneo e la sostituzione delle utenze che si allacceranno alla rete.

---

<sup>4</sup> *Trasmissione dei risultati dei monitoraggi svolti nella frazione Spinetta di Cuneo relativi alla qualità dell'aria ed ai microinquinanti organici.* Arpa Dipartimento provinciale di Cuneo, 21 marzo 2016 Prot. 23566/10.02

## I PRINCIPALI INQUINANTI DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NELLA PROVINCIA DI CUNEO DAL 2002 AL 2016

La normativa per la qualità dell'aria stabilisce, ai fini della protezione della salute umana, dei limiti di concentrazione che, per gli ossidi di azoto, riguardano il biossido. L'attuale Decreto Legislativo 155/2010 riprende i due valori di riferimento già specificati dalla normativa precedente (D.M. 2 aprile 2002 n.60): uno relativo alla media annuale, pari a 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , e l'altro alla media su un'ora, di 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , da non superare più di 18 volte per anno civile.

Nel grafico della figura 4 è rappresentata la variazione nel tempo dell'intervallo dei valori delle concentrazioni medie annue rilevate dalle stazioni della qualità dell'aria attive per il periodo 2002÷2016, **ben 15 anni consecutivi di monitoraggio continuo, ad oggi oltre 5500 giorni, circa 132000 ore....** Esso descrive la situazione delle concentrazioni di  $\text{NO}_2$  riscontrabili sul territorio provinciale e la sua evoluzione nel tempo. I dati della stazione di Borgo San Dalmazzo, sebbene limitati al 2014, sono stati inseriti nel grafico e rappresentano, per tutto il periodo del suo funzionamento, il valore massimo dell'intervallo. Dalla figura si vede bene come, a partire dal 2008, con le riduzioni delle emissioni evidenziate a pagina 5, la situazione di superamento del limite normativo annuo si sia risolta, delineando una condizione di rispetto su tutto il territorio provinciale, e come negli ultimi tre anni si sia pressoché stabilizzata.

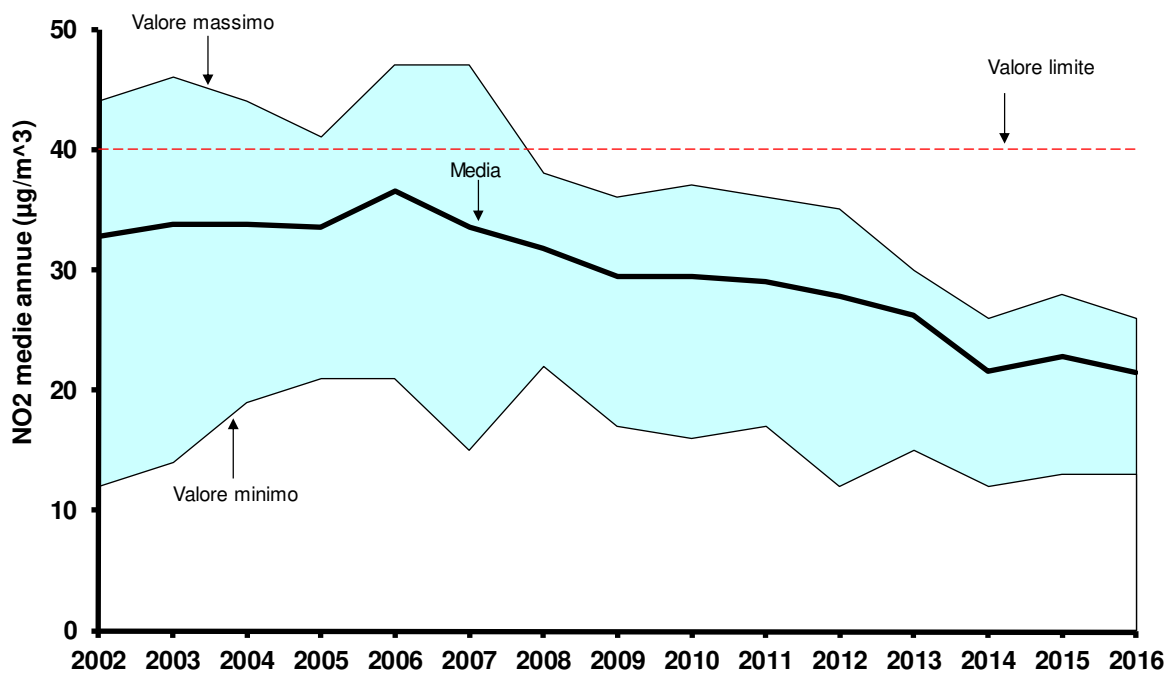


Figura 4)  $\text{NO}_2$ : Valore massimo, medio e minimo delle concentrazioni medie annue rilevate dalle stazioni fisse della provincia (stazioni di Alba, Bra, Borgo San Dalmazzo, Cuneo e Saliceto).

Nonostante questi evidenti miglioramenti ottenuti nella riduzione delle concentrazioni degli ossidi di azoto nell'aria, si ritiene fondamentale continuare a perseguire la diminuzione delle emissioni di tali inquinanti in atmosfera. Si ricorda che l'importanza nella riduzione delle emissioni degli ossidi di azoto non sta solamente nel fatto che sono di per sé inquinanti tossici, ma in quanto sono importanti precursori dell'ozono e delle polveri. Essi infatti, in atmosfera, subiscono delle trasformazioni chimiche che portano alla formazione di inquinanti "secondari": dell'ozono nell'estate e, nell'inverno, 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.

Gli ossidi di azoto si possono considerare “inquinanti locali”, in quanto a causa della loro breve vita media subiscono processi di trasporto a scala spaziale limitata e pertanto le concentrazioni registrate nelle singole stazioni sono fortemente condizionate dalle eventuali sorgenti presenti in prossimità. Nel momento però in cui si trasformano in materiale particolato secondario o in ozono, acquistano un tempo di permanenza in atmosfera molto più lungo (da giorni a settimane) e si distribuiscono su una scala spaziale molto ampia (anche centinaia di chilometri). Gli ossidi di azoto emessi in atmosfera dalle sorgenti della nostra provincia contribuiscono pertanto ad alimentare i livelli di materiale particolato e di ozono presenti in tutto il bacino Padano, dove le condizioni orografiche e meteorologiche ne favoriscono il ristagno.

Per l'inquinamento da polveri sottili permane tutt'ora, in tutto il bacino Padano, e pertanto anche nelle zone di pianura della nostra regione e della nostra provincia, la criticità per il mancato rispetto dei limiti normativi stabiliti per la tutela della salute umana. Un discorso del tutto analogo vale per l'ozono. Per poter pervenire al rispetto dei limiti di questi inquinanti secondari occorre pertanto realizzare, sempre più in modo omogeneo e congiunto in tutto il bacino Padano, misure di contrasto all'inquinamento atmosferico prestando molta attenzione a tutti gli inquinanti precursori (principalmente ossidi di azoto, ossidi di zolfo e ammoniaca).

L'ammoniaca, in un territorio come quello della nostra provincia in cui è praticata un'attività zootecnica intensiva, assume un'importanza tutt'altro che trascurabile nel contributo all'inquinamento secondario. I dati dell'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera (anno di riferimento 2010) attribuiscono alla nostra provincia un'emissione annua di ammoniaca di 20'432 tonnellate, di cui il 98% dovute alle emissioni del solo comparto agricolo, corrispondenti al 50% delle emissioni totali di ammoniaca di tutta la Regione Piemonte. Stimando, a partire da fattori di conversione presenti in letteratura<sup>5</sup>, i quantitativi di PM<sub>10</sub> secondario che si potrebbero originare dagli inquinanti emessi in Piemonte, si ottiene, per l'ammoniaca emessa nella sola provincia di Cuneo, un contributo pari al 12.5% di tutto il PM<sub>10</sub> secondario della regione.

Relativamente alle polveri sottili, ovvero al PM<sub>10</sub>, la normativa vigente per la qualità dell'aria stabilisce un limite sulla concentrazione giornaliera, pari a 50 µg/m<sup>3</sup>, da non superare più di 35 volte per anno civile e un limite sulla media annua pari a 40 µg/m<sup>3</sup>. Nella figura 5, la banda grigia rappresenta l'evoluzione nel tempo dell'intervallo di valori all'interno del quale si trovano le medie annue rilevate dalle stazioni di Alba, Bra, Borgo San Dalmazzo, Cuneo e Saliceto a partire dal 2003, primo anno con percentuale di disponibilità dei dati superiore al 90% per tutte le stazioni.

---

<sup>5</sup> Frank A.A.M. de Leeuw “A set of emission indicators for long-range transboundary air pollution” Environmental Science & Policy 5 (2002) 135-145

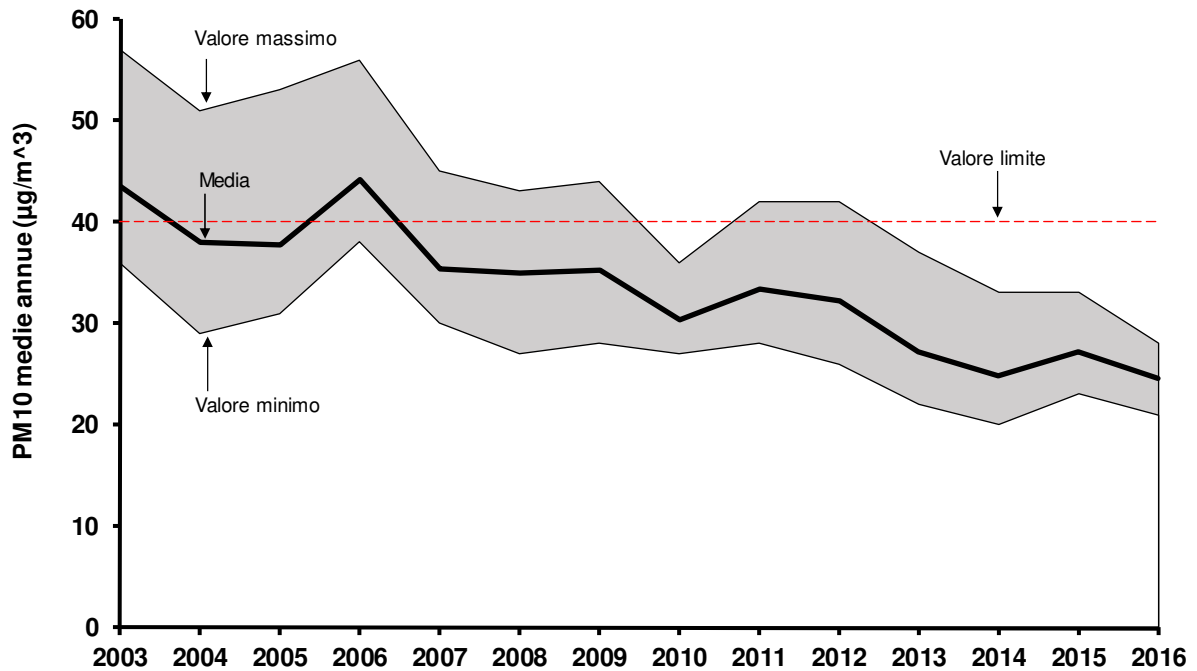


Figura 5) PM<sub>10</sub>: Valore massimo, medio e minimo delle concentrazioni medie annue rilevate dalle stazioni della provincia.

Come si può osservare dalla figura 5, anche i livelli di inquinamento da polveri sottili sono decisamente migliorati nel tempo ed il limite sulla media annua, a partire dal 2013, è costantemente rispettato su tutto il territorio della nostra provincia. La figura 6, che rappresenta l'intervallo dei numeri di superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> registrati dalle stazioni della provincia di Cuneo, dimostra però come, nonostante il miglioramento, il limite stabilito per la protezione della salute sulle concentrazioni giornaliera sia tuttora disatteso su parte del territorio provinciale.

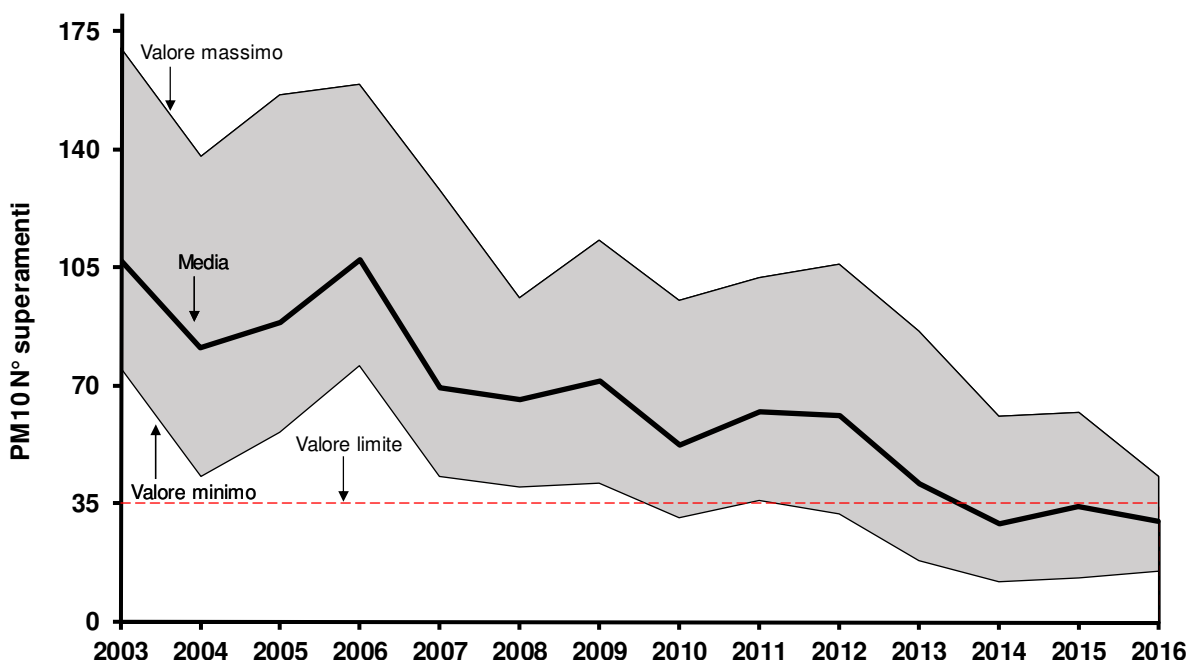


Figura 6) PM<sub>10</sub>: Valore massimo, medio e minimo del numero superamenti annui del limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> rilevati dalle stazioni della provincia.

Mentre le polveri sottili costituiscono una problematica peculiare delle stagioni fredde, un inquinante che tipicamente genera preoccupazioni per i suoi effetti sulla salute umana nel periodo estivo è l'ozono, inquinante secondario che si forma a partire da inquinanti precursori (ossidi di azoto e composti organici volatili) in condizioni di elevata radiazione



solare ed elevata temperatura. Anche per l'ozono rimangono tuttora criticità sul territorio regionale nel rispetto dei limiti stabiliti dalla normativa vigente della qualità dell'aria. La figura 7 rappresenta, per le stazioni della provincia di Cuneo e per ogni anno del periodo dal 2002 al 2016, il numero di giorni di superamento del livello di  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  calcolato come media massima su 8 ore, la cui media su tre anni dovrebbe essere inferiore a 25 giorni per anno civile (valore obiettivo).

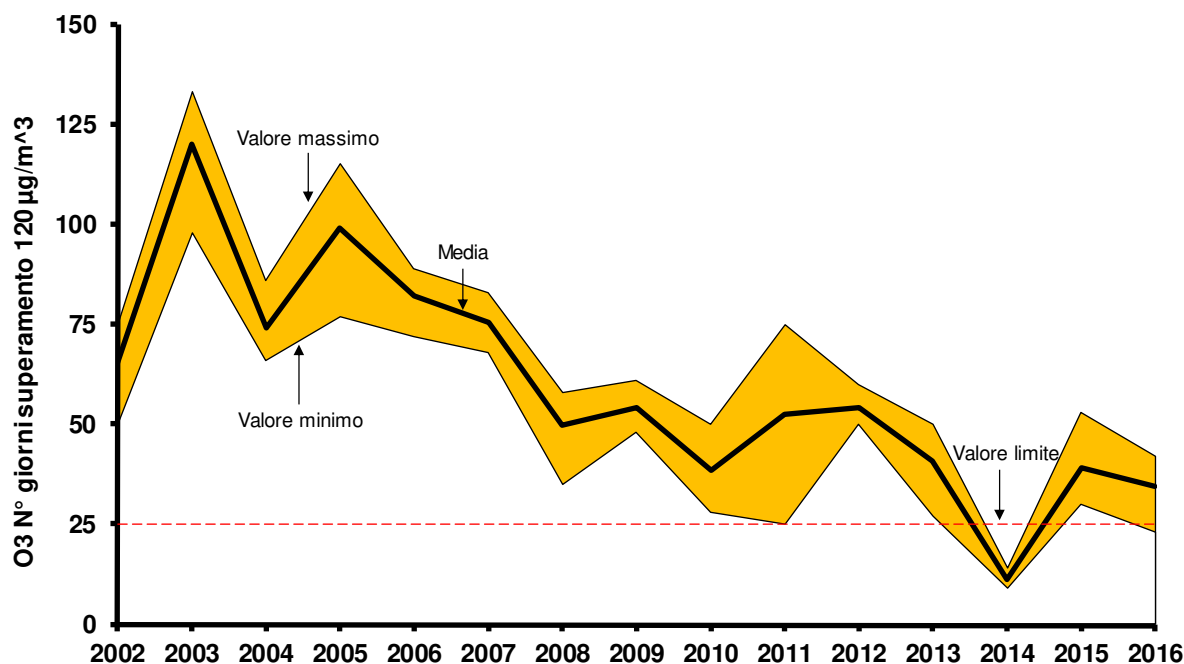


Figura 7) O<sub>3</sub>: Valore massimo, medio e minimo del numero superamenti annui dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come massima media giornaliera su 8 ore) rilevati dalle stazioni della provincia.

Anche per questo inquinante è evidente che si sia verificato un miglioramento negli anni, ma è altresì evidente come permanga, anche nella nostra provincia, il superamento dei livelli fissati dalla normativa al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso.

Si ribadisce pertanto, al fine di pervenire al rispetto dei limiti di questi inquinanti secondari, la necessità di continuare a perseguire la riduzione delle emissioni di tutti gli inquinanti precursori nella nostra provincia, così come in tutto il bacino Padano di cui fa parte. Le condizioni orografiche e meteorologiche del nord Italia infatti, favorendo l'accumulo nell'aria degli inquinanti, creano situazioni di inquinamento diffuse che si potranno risolvere solamente adottando, in modo omogeneo e congiunto, interventi su tutti i settori responsabili delle emissioni di inquinanti.

## RICADUTE DI BISSIDO DI ZOLFO, UN PROBLEMA LOCALE

Nei primi mesi del 2003 presso la stazione della qualità dell'aria di Cuneo furono registrati episodi con concentrazioni orarie di biossido di zolfo i cui valori, sebbene inferiori al limite normativo di  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , risultavano anomali rispetto a quelli riscontrati presso le altre stazioni del territorio piemontese. Si decise pertanto di implementare anche la stazione di Borgo San Dalmazzo con un analizzatore di  $\text{SO}_2$ . Attivato nel maggio 2003 tale strumento registrò, nella rimanente parte dell'anno, 14 superamenti del livello orario di protezione della salute ( $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ed un superamento del livello di allarme ( $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) raggiungendo la concentrazione massima di  $592 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Le concentrazioni orarie registrate dalle due stazioni di Cuneo e Borgo San Dalmazzo nell'anno 2003 sono state analizzate anche in relazione ai corrispondenti dati di velocità e direzione del vento. Nei due grafici in coordinate polari della figura seguente, ogni punto del piano è identificato da un angolo, che individua la direzione di provenienza del vento, da una distanza dal centro, che indica la velocità del vento, e da un colore che rappresenta, secondo la scala indicata nella legenda a fianco, la concentrazione media dell'inquinante, corrispondente a quei valori di direzione e velocità del vento. Tali grafici dimostrano come le concentrazioni più elevate di  $\text{SO}_2$  fossero state registrate, sia dalla stazione di Cuneo che da quella di Borgo San Dalmazzo, in corrispondenza di vento proveniente da Sud Ovest.

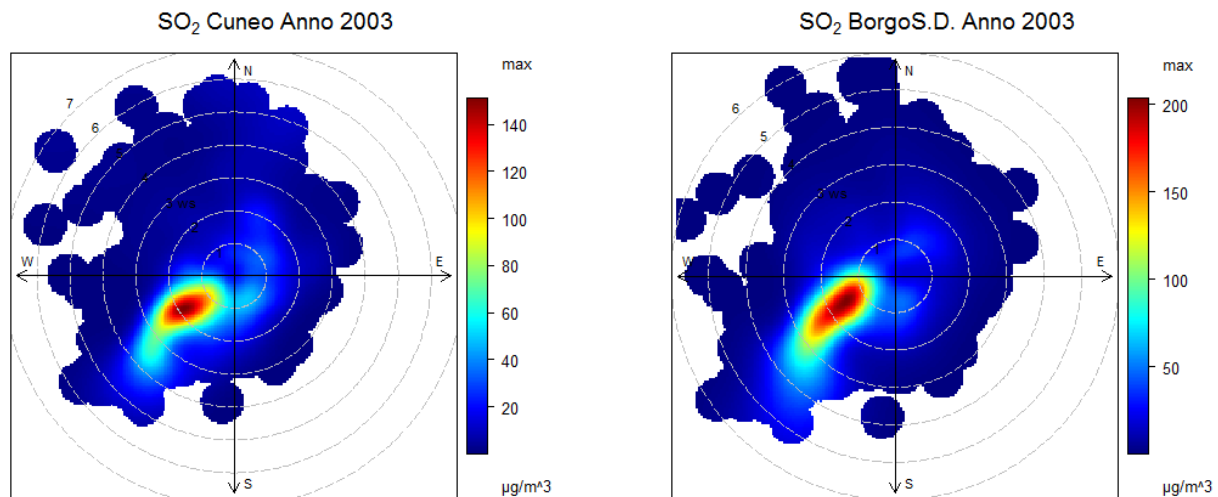


Figura 8)  $\text{SO}_2$ : concentrazioni medie in funzione della direzione di provenienza del vento e della sua velocità per le stazioni di Cuneo e Borgo San Dalmazzo.

La sorgente fu individuata nel cementificio di Borgo San Dalmazzo, posto in effetti a Sud Ovest di entrambe le centraline, dove anomalie di gestione nel processo di cottura del clinker nei forni rotanti, che si verificavano nei giorni festivi, determinava l'emissione sporadica di fumi con concentrazioni molto elevate di anidride solforosa. Il problema, si sottolinea gestionale e non solo tecnico impiantistico, fu risolto appunto con provvedimenti gestionali nel biennio 2004-2005. Dalle serie storiche dei valori delle massime concentrazioni medie orarie e giornaliere registrate dalle stazioni di Borgo San Dalmazzo e Cuneo (unica stazione della provincia in cui è mantenuta tuttora la misura di tale inquinante), rappresentate nelle figure 9 e 10, si può osservare come nel 2004 le concentrazioni rientrarono nei limiti e nel 2005 si ridussero ulteriormente. I livelli di Borgo San Dalmazzo diventarono, a partire dal 2009 con la chiusura dei forni del cementificio locale, del tutto confrontabili con quelli misurati a Cuneo. Negli ultimi anni, analogamente a quanto successo a livello regionale, le concentrazioni di  $\text{SO}_2$  si sono stabilizzate su valori molto bassi.

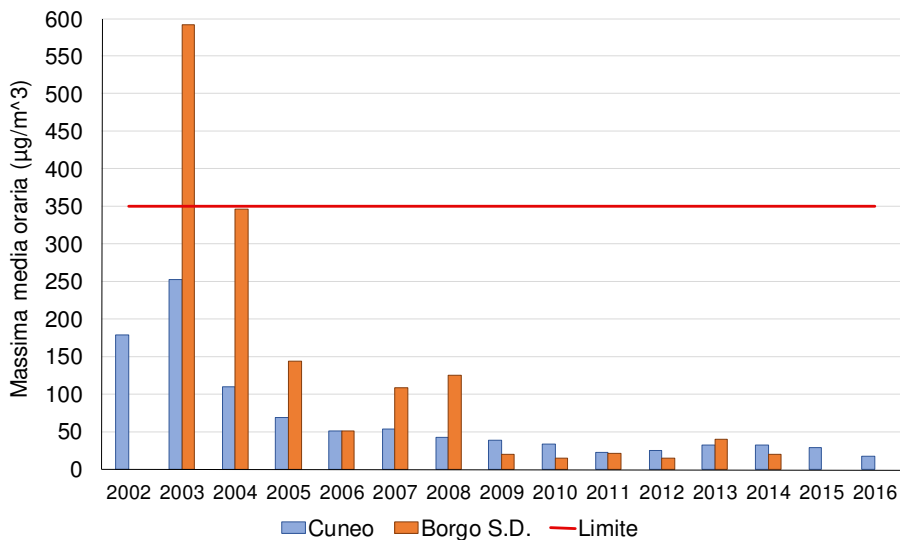


Figura 9) SO<sub>2</sub>: valori delle massime concentrazioni medie orarie di ogni anno di monitoraggio presso le stazioni di Cuneo e Borgo San Dalmazzo.

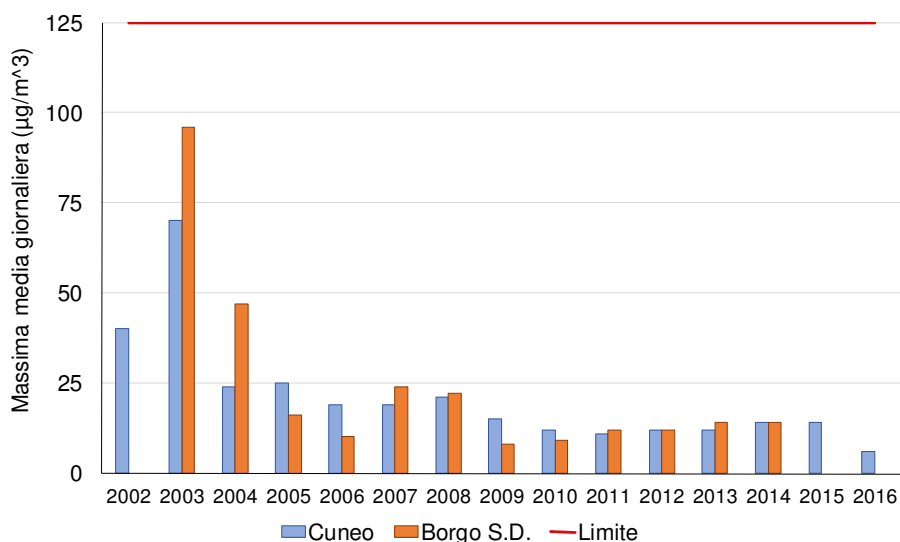


Figura 10) SO<sub>2</sub>: valori delle massime concentrazioni medie giornaliere di ogni anno di monitoraggio presso le stazioni di Cuneo e Borgo San Dalmazzo.

## ANALISI DEI DATI DI ANIDRIDE CARBONICA MISURATI A BORGIO SAN DALMAZZO DAL 2008 AL 2014

L'anidride carbonica a temperatura e pressione ambiente è un gas inodore ed incolore. Viene generato durante la combustione di materiali organici quando la quantità di ossigeno è tale da consentire una combustione completa. È una sostanza fondamentale nei processi vitali degli animali, quale sottoprodotto della respirazione; le piante la utilizzano nel processo di fotosintesi nel quale combinandosi con l'acqua, per azione della luce e della clorofilla, viene trasformata in glucosio e viene liberato ossigeno. Nell'atmosfera terrestre, insieme al vapore acqueo ed al metano, l'anidride carbonica è uno dei principali gas responsabili dell'effetto serra, fenomeno senza il quale la vita come la conosciamo adesso non sarebbe possibile. Questo processo consiste in un riscaldamento naturale del pianeta per effetto dell'azione dei cosiddetti gas serra, composti presenti nell'aria a concentrazioni relativamente basse. Tali gas, permettendo alle radiazioni solari di passare attraverso l'atmosfera ed impedendo il passaggio verso lo spazio di parte delle radiazioni infrarosse provenienti dalla superficie della Terra e dalla bassa atmosfera (il calore riemesso), favoriscono la regolazione ed il mantenimento della temperatura terrestre.

Le attività umane stanno alterando la normale composizione chimica dell'atmosfera; l'utilizzo dei combustibili fossili e la deforestazione sono tra le principali cause dell'aumento dei gas serra, responsabili di un aumento eccessivo e graduale della temperatura terrestre cui si ritiene facciano seguito cambiamenti climatici a livello planetario. A partire dal 1958 la concentrazione di CO<sub>2</sub> è costantemente misurata con strumenti di alta precisione nell'osservatorio di Mauna Loa nelle Hawaii, scelto quale sito remoto che risente minimamente delle influenze dell'attività umane e della vegetazione, e ritenuto pertanto indicatore dell'andamento globale della concentrazione di CO<sub>2</sub> in atmosfera. Dal 1958 ad oggi la concentrazione media annua di CO<sub>2</sub> misurata a Mauna Loa, le cui medie mensili sono rappresentate in figura 11, è passata da circa 315 ppm a circa 405 ppm (parti per milione).

La normativa vigente relativa agli inquinanti della qualità dell'aria, occupandosi degli inquinanti dannosi per la salute, non fissa limiti per i gas clima-alteranti e quindi per l'anidride carbonica; per tale sostanza esistono limiti specifici direttamente sulle emissioni nei diversi settori, da quello industriale a quello dei trasporti ecc...

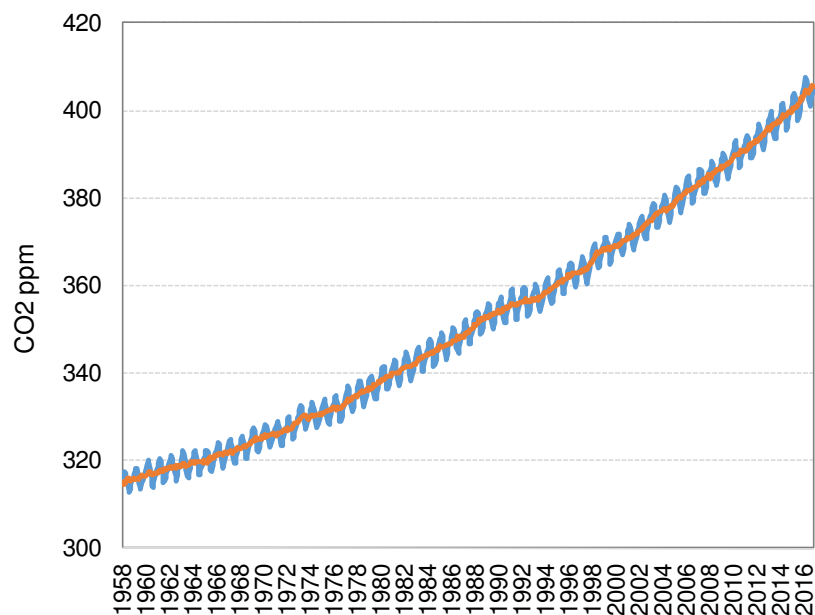


Figura 11) Medie mensili di CO<sub>2</sub>, e loro trend corretto per la stagionalità, misurate all'Osservatorio di Mauna Loa – Hawaii. Fonte NOAA Earth System Research Laboratory.

Dall'ottobre 2008 nella centralina di Borgo San Dalmazzo un analizzatore di CO<sub>2</sub> ha monitorato la concentrazione di tale sostanza in un sito che, oltre ad essere classificato di traffico urbano, era fortemente condizionato dalla presenza dell'industria cementiera, caratterizzata dall'emissione di elevati quantitativi anche di questo inquinante. Si ricorda che la CO<sub>2</sub> emessa dall'industria del cemento e della calce, non proviene solamente dalla combustione, ma anche dal processo di decarbonatazione delle materie prime, che porta in atmosfera come CO<sub>2</sub> circa il 50% del peso della materia prima lavorata, calcare o dolomia. Pertanto, una cementeria come quella di Robilante che nel 2015 ha trattato più di un milione di tonnellate di materia prima calcarea, ha emesso in atmosfera, per il solo processo di decarbonatazione, oltre 500 mila tonnellate di CO<sub>2</sub>.

Nella figura 12 sono rappresentati i quantitativi di CO<sub>2</sub>, provenienti sia dai processi di decarbonatazione che di cottura, emessi negli anni dai due stabilimenti di produzione del cemento di Borgo San Dalmazzo e Robilante. Tali dati sono tratti dal registro dell'Agenzia Europea per l'Ambiente E-PRTR (*European Pollutant Release and Transfer Register*) per gli anni 2001÷2014, e per i due anni successivi dai dati forniti dall'azienda. Come si può osservare dal grafico, il contributo complessivo alle emissioni di CO<sub>2</sub> da parte delle due aziende si è più che dimezzato tra il 2001 ed il 2016, complice sicuramente anche la crisi economica che, come già detto in precedenza, ha determinato la chiusura dei forni dello stabilimento di Borgo San Dalmazzo. Nel 2016 l'emissione media oraria di CO<sub>2</sub> dello stabilimento di Robilante è stato di circa 84 t/ora equivalenti a circa 47'000 m<sup>3</sup>/ora (1 metro cubo di gas anidride carbonica pesa, a condizioni normali, 1.786 Kg).

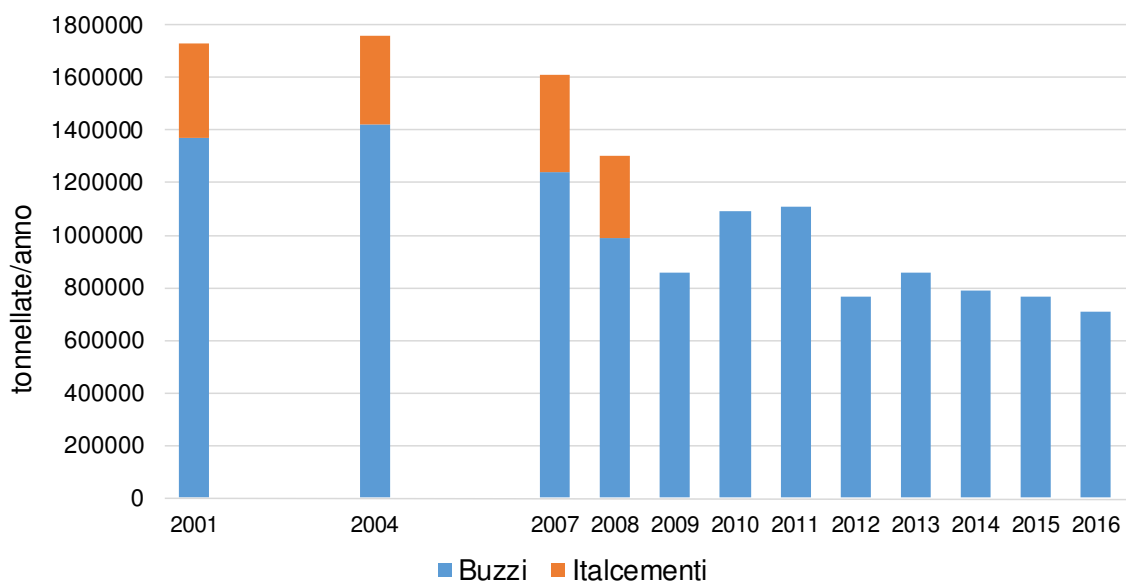


Figura 12) Emissioni annue di CO<sub>2</sub> dagli stabilimenti di produzione del cemento di Robilante e Borgo San Dalmazzo (Fonte dati: dal 2001 al 2014 registro E-PRTR, anni 2013-2014 dati forniti dall'azienda).

Queste quantità, sommate al contributo dovuto alle altre attività antropiche locali (traffico veicolare, riscaldamento, combustioni in genere...), vanno ad incrementare il livello di fondo che, come sopra ricordato, è in continuo aumento. La centralina di monitoraggio di Borgo San Dalmazzo, nella sua misura sito-specifica, ha registrato negli anni i livelli di concentrazione dati dalla sommatoria di tutti i contributi.

Nella figura 13 che rappresenta le concentrazioni medie mensili misurate, con strumenti dotati di precisione molto differente, nel sito di Borgo San Dalmazzo e nell'osservatorio di Mauna Loa, emerge, come era logico attendersi, che i valori registrati nei due siti sono molto differenti. Le misure di biossido di carbonio ottenute nell'osservatorio di Mauna Loa, che rappresentano come già detto la concentrazione media, ovvero il fondo, dell'emisfero nord della Terra, mostrano una fluttuazione annua che raggiunge il suo massimo a maggio

ed il suo minimo nei mesi di settembre-ottobre, al termine della stagione vegetativa dell'emisfero nord, quando la biomassa vegetale del pianeta è al suo sviluppo massimo. Le concentrazioni misurate presso la stazione di Borgo San Dalmazzo mostrano sì variazioni annue ma che hanno pressoché lo stesso andamento delle concentrazioni degli ossidi di azoto registrati nello stesso sito (figura 14), con valori minimi nei mesi estivi. Ciò suggerisce come le sorgenti dominanti siano, per la CO<sub>2</sub> misurata a Borgo San Dalmazzo, le stesse degli ossidi di azoto, ovvero antropiche, e le modulazioni stagionali siano forzate principalmente dalle condizioni meteo-dispersive dell'atmosfera, più che dalle variazioni della copertura fogliare.

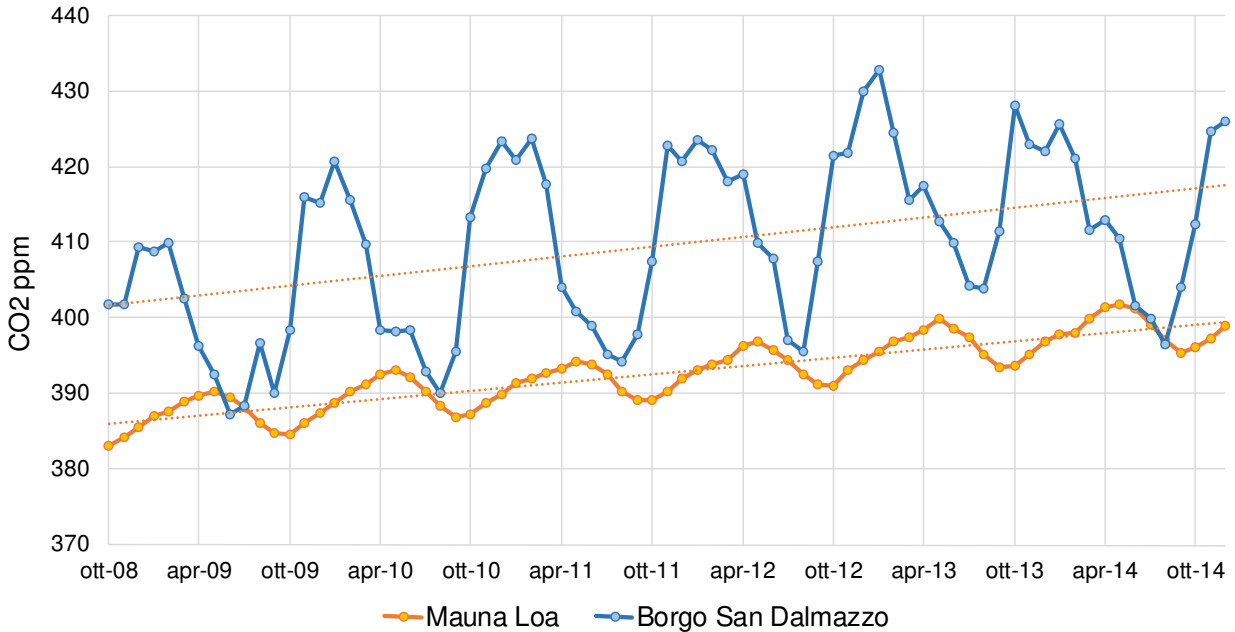


Figura 13) CO<sub>2</sub>: concentrazioni medie mensili rilevate a Mauna Loa e a Borgo San Dalmazzo da settembre '08 a dicembre '14

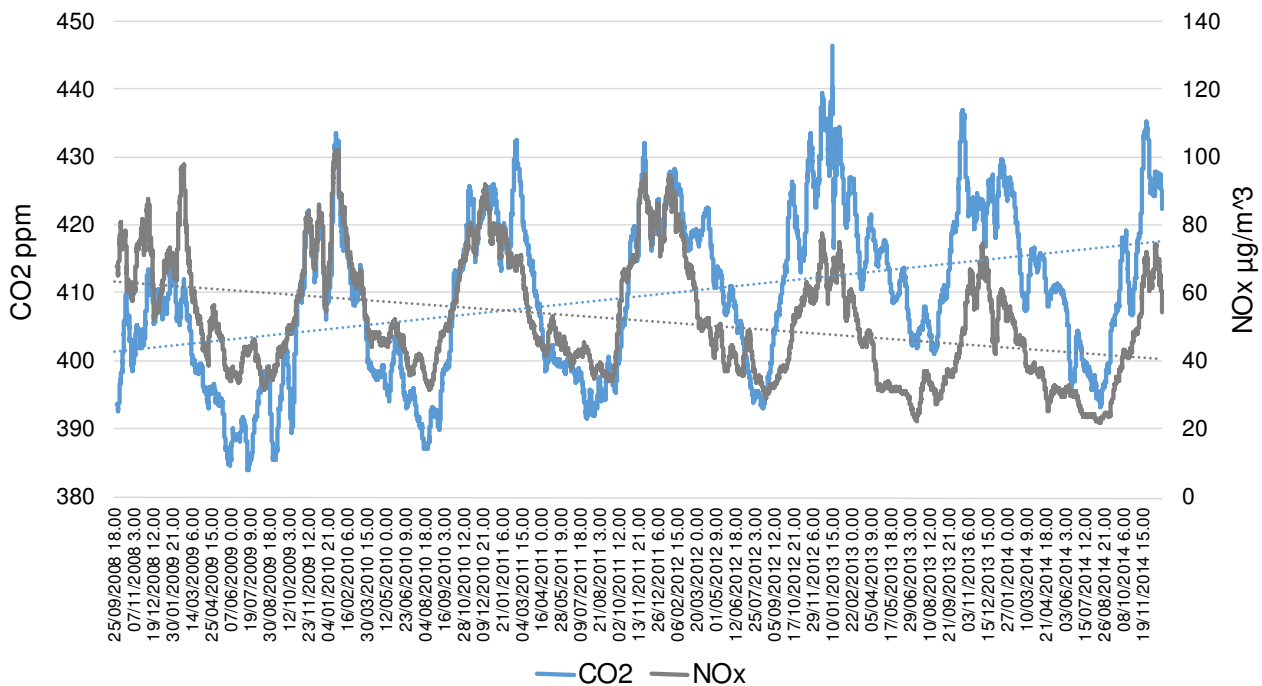


Figura 14) Media mobile su 15 giorni delle concentrazioni orarie di CO<sub>2</sub> e NOx rilevate a Borgo San Dalmazzo da settembre '08 a dicembre '14

Dalla figura 14 emerge inoltre come, nonostante le riduzioni nel tempo delle emissioni in atmosfera di CO<sub>2</sub> da parte dei due cementifici inizialmente presenti nel territorio locale (figura 12), i dati delle concentrazioni di CO<sub>2</sub> rilevate dalla stazione della qualità dell'aria di Borgo San Dalmazzo non evidenzino le riduzioni riscontrate nelle concentrazioni di ossidi di azoto (meglio dettagliate nel capitolo dedicato a pag.31-32), bensì un trend di crescita. Ciò dipende dalle peculiarità di tale inquinante, in particolare dal tempo di residenza in atmosfera (50-200 anni) che ne determina l'accumulo su scala globale.

Per individuare la presenza di eventuali variazioni ricorrenti delle concentrazioni in particolari ore del giorno sono stati calcolati i "giorni medi" mediando i dati rilevati dalla stazione di Borgo San Dalmazzo alla stessa ora di ogni giorno. I dati orari registrati dal 2008 al 2014 sono stati però prima suddivisi in due semestri: il primo comprende i mesi da ottobre a marzo ed il secondo quelli tra aprile e settembre.

Dai grafici della figura 15 si osserva come nei mesi più freddi emergano due picchi di concentrazione di CO<sub>2</sub> tra le ore 8 e le 9 del mattino e tra le 19 e le 20 della sera mentre le concentrazioni che si registrano tra le 13 e le 16 siano simili o di poco inferiori a quelle della notte. Nel semestre più caldo invece le concentrazioni, a partire dal massimo raggiunto tra le 6 e le 7 circa, diminuiscono fino ad un minimo intorno alle 15 e poi risalgono gradatamente fino alle prime ore del mattino (i dati sono sempre riferiti all'ora solare).

Negli stessi grafici i valori della radiazione solare misurata nei medesimi periodi dalla stazione meteorologica di Cuneo dimostrano come, nei giorni medi di entrambi i semestri, la diminuzione di CO<sub>2</sub> abbia avvio con l'inizio dell'insolazione, e nel semestre freddo al termine dell'insolazione la concentrazione di CO<sub>2</sub> raggiunga immediatamente un nuovo massimo, mentre in quello caldo continui a crescere, anche se più lentamente, durante tutta la notte.

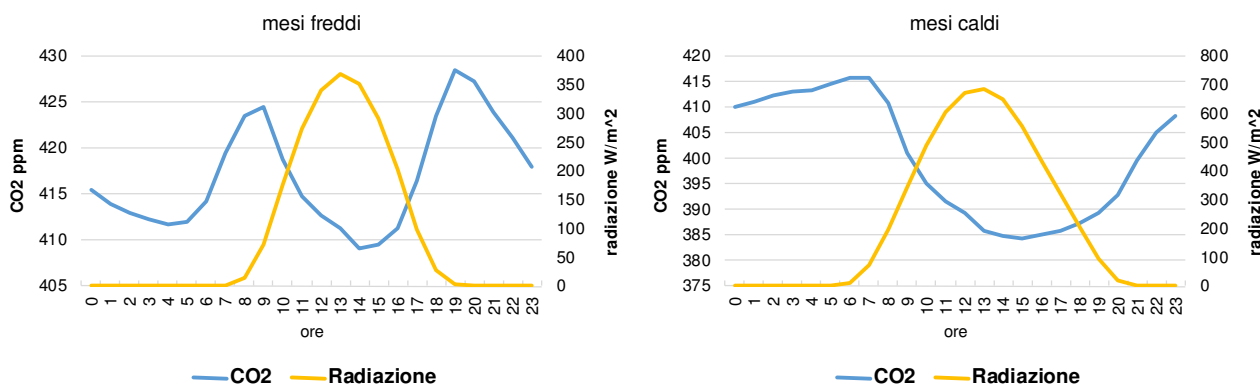


Figura 15) Confronto tra i giorni medi di CO<sub>2</sub> e radiazione solare nei mesi compresi tra ottobre e marzo (grafico a sinistra) e nei mesi tra aprile e settembre (grafico a destra).

Confrontando ora l'andamento giornaliero della CO<sub>2</sub> con quello degli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) misurati nella stessa centralina di Borgo San Dalmazzo (figura 16), si osserva nel semestre freddo un ottimo accordo tra gli andamenti dei due inquinanti nelle ore senza insolazione e nessuna analogia nel semestre caldo.

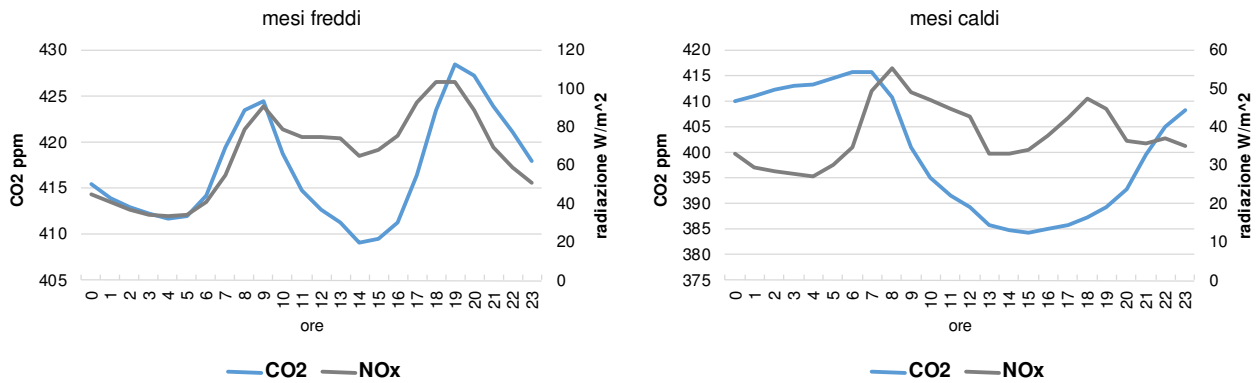


Figura 16) Confronto tra i giorni medi di CO<sub>2</sub> e ossidi di azoto nei mesi compresi tra ottobre e marzo (grafico a sinistra) e nei mesi tra aprile e settembre (grafico a destra).

In riferimento ai sopra riportati andamenti si può ipotizzare che nelle giornate autunnali e invernali, quando l'attività di fotosintesi delle piante è ridotta, la variazione oraria della concentrazione di anidride carbonica misurata presso la centralina di Borgo San Dalmazzo, classificata come stazione di traffico urbana, sia determinata essenzialmente dall'attività antropica e solamente la riduzione delle ore centrali della giornata sia provocata dal consumo di anidride carbonica ad opera delle foglie, attivato dalla radiazione solare. Nelle giornate comprese tra aprile e settembre, quando la copertura fogliare ha il massimo del suo sviluppo e le condizioni meteo-dispersive, più favorevoli alla diluizione degli inquinanti, fanno sì che le concentrazioni in gioco siano più contenute, sembra che sia l'azione della fotosintesi clorofilliana a condizionare l'andamento delle concentrazioni durante le 24 ore: consumo di CO<sub>2</sub> durante le ore di insolazione e sua produzione tra il tramonto e l'alba.

Queste modulazioni orarie della concentrazione di CO<sub>2</sub> misurata presso la centralina di Borgo San Dalmazzo si sommano ad una base, che si può considerare pressoché costante nelle 24 ore del giorno, costituita, oltre che dal fondo tipico dell'emisfero Nord, anche dalle emissioni locali tra cui quelle del comparto cementiero.



## PARTE II - MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NEL COMUNE DI BORGO SAN DALMAZZO NEL PERIODO 26 FEBBRAIO ÷ 15 GIUGNO 2016

In questa parte del documento sono illustrati i risultati dei monitoraggi della qualità dell'aria effettuati nel periodo compreso tra il 26 febbraio ed il 15 giugno 2016 nel comune di Borgo San Dalmazzo.

È stato scelto di eseguire ulteriori campagne di monitoraggio al fine di “aggiornare” i dati sulla qualità dell'aria in siti che erano stati oggetto di precedenti campagne di monitoraggio con il laboratorio mobile (in via Vittorio Veneto) e con la stazione fissa di monitoraggio della qualità dell'aria (in via Giovanni XXIII).

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>).

Nel seguito, dopo le schede descrittive dei siti e dei periodi di monitoraggio, sono presentati i principali risultati ottenuti per i singoli inquinanti monitorati della qualità dell'aria. In particolare i dati forniti dal laboratorio mobile sono stati confrontati con quelli registrati, nei medesimi periodi, dalle stazioni della rete fissa. Solamente da tale confronto è possibile trarre considerazioni sul rispetto di limiti normativi che hanno spesso l'intero anno civile come riferimento temporale. Un approfondimento particolare è stato riservato alla presentazione dei risultati ottenuti dall'analisi dei dati di biossido di azoto per valutare l'influenza dell'industria locale.

Nel capitolo successivo è 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 meteorologica 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 della qualità dell'aria monitorati, insieme ai riferimenti normativi in vigore.

La maggior parte delle elaborazioni sono state realizzate con il software R, in particolare con il pacchetto Openair<sup>6</sup>, strumento open-source per l'analisi e l'elaborazione statistica dei dati di concentrazione di inquinanti in aria.

<sup>6</sup> Carslaw, D.C. and K. Ropkins (2012). “*openair – an R package for air quality data analysis*”. Environmental Modelling & Software. Volume 27-28, pp. 52-61

Carslaw, D.C. (2015). “*The openair manual – open-source tools for analysing air pollution data*”. Manual for version 1.1-4, King's College London

Comune

**BORGO SAN DALMAZZO**

Ortofoto - indicazione dei siti di monitoraggio con il laboratorio mobile



<i>Sito</i>	<i>n. 1</i>
<i>Localizzazione</i>	<i>Via Vittorio Veneto, presso scuole primaria, dell'infanzia e secondaria di I grado</i>
<i>Coordinate UTM WGS84</i>	<i>X= 379474 m; Y= 4909450 m</i>
<i>Periodo</i>	<i>dal 26 febbraio al 4 aprile 2016</i>



<i>Sito</i>	<i>n. 2</i>
<i>Localizzazione</i>	<i>Via Giovanni XXIII, presso scuola primaria e dell'infanzia</i>
<i>Coordinate UTM WGS84</i>	<i>X= 379950 m; Y= 4910526 m</i>
<i>Periodo</i>	<i>dal 4 aprile al 15 giugno 2016</i>



*Strumentazione Laboratorio mobile:*

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

## ANALISI DEI DATI

### BIOSSIDO DI AZOTO – NO<sub>2</sub>

Come già descritto nella prima parte del documento, durante il periodo in cui è stata attiva la stazione fissa di monitoraggio della qualità dell'aria in via Giovanni XXIII a Borgo San Dalmazzo sono state evidenziate criticità, sia nel confronto con i limiti normativi che con i valori registrati dalle altre stazioni della rete, per il biossido di azoto. Per questo motivo a tale inquinante è stato dedicato in questo studio particolare attenzione ed il capitolo è stato approfondito con il confronto con i dati dei precedenti monitoraggi e con alcune valutazioni sulle emissioni dell'industria pesante locale.

Nelle figure sottostanti sono rappresentate le sequenze temporali delle concentrazioni medie orarie di NO<sub>2</sub> misurate con il laboratorio mobile nei due siti di Borgo San Dalmazzo (via V.Veneto e via Giovanni XXIII) confrontate con quelle rilevate presso la vicina centralina fissa di Cuneo-Alpini.

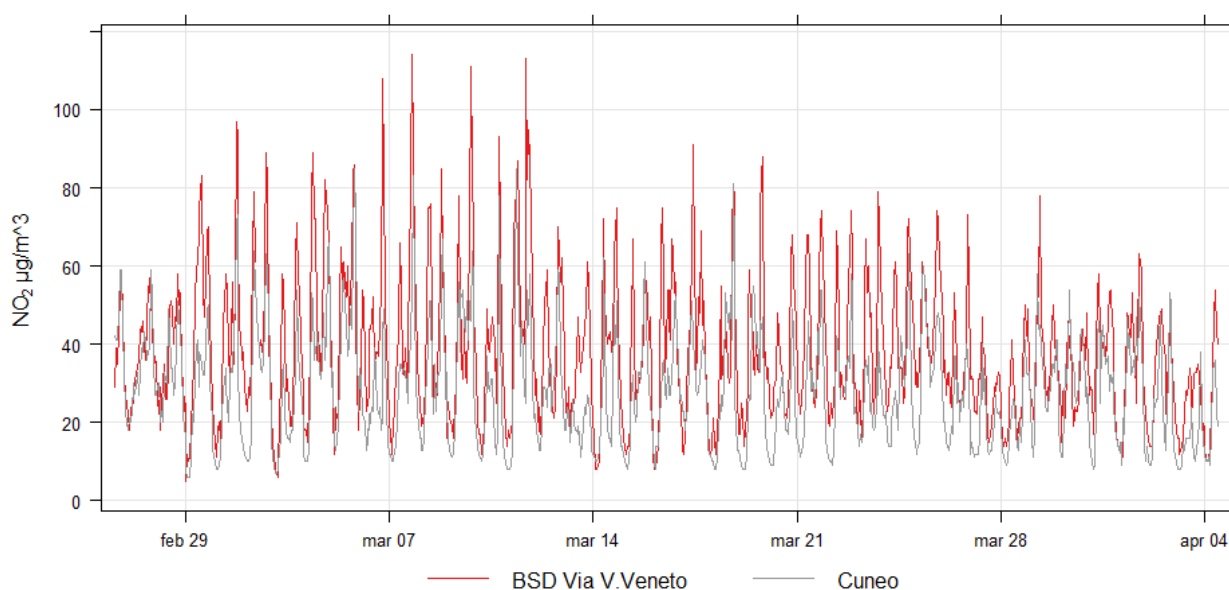


Figura 17) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di via V.Veneto a Borgo San Dalmazzo e presso la centralina di Cuneo.

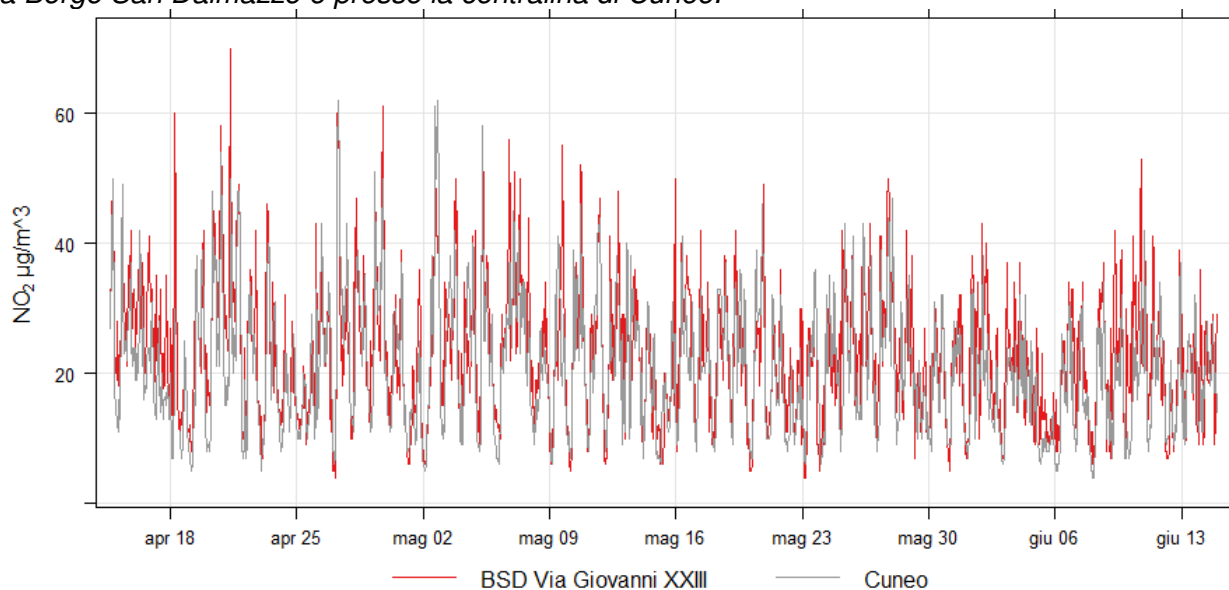


Figura 18) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di via Giovanni XXIII a Borgo San Dalmazzo e presso la centralina di Cuneo.

Dalle figure, che hanno fondi scala differenti, si può innanzitutto osservare la diminuzione delle concentrazioni nel passaggio dalla stagione invernale a quella primaverile, dovuta al miglioramento delle condizioni dispersive dell'atmosfera. Confrontando i dati misurati dal laboratorio mobile con quelli misurati dalla stazione di Cuneo, risultano coerenti gli andamenti nel tempo delle concentrazioni, mentre i relativi valori sono generalmente superiori nei due siti di Borgo San Dalmazzo rispetto a quelli misurati dalla stazione di fondo urbano di Cuneo.

Generalmente i livelli di concentrazione degli inquinanti in atmosfera dipendono fortemente dalle condizioni atmosferiche, pertanto, per poter valutare la qualità dell'aria in un sito, è fondamentale confrontare i dati ivi misurati con quelli rilevati nello stesso periodo dalle stazioni fisse della rete. Il biossido di azoto viene 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 figure 19 e 20 le distribuzioni di tutte le medie orarie di NO<sub>2</sub> rilevate dal laboratorio mobile durante i monitoraggi nei due siti di Borgo San Dalmazzo, sono rappresentate con grafici a box e confrontate con quelle ottenute, negli stessi periodi, da ciascuna centralina della rete fissa della qualità dell'aria della provincia.

Il box plot sintetizza la posizione di tutti i 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>7</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 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.

Al di sotto delle figure 19 e 20 sono riportati in tabelle i valori delle concentrazioni medie, mediane e massime orarie di NO<sub>2</sub> relativi alle due campagne di monitoraggio del laboratorio mobile, insieme ai valori ottenuti, negli stessi periodi, dalle centraline della rete fissa. 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.

I box plot e gli indicatori relativi alla prima campagna, evidenziano come la distribuzione dei dati orari rilevati nel sito di via V.Veneto a Borgo San Dalmazzo abbia valori maggiori di quelli delle stazioni fisse della rete, superiori anche di quelli misurati dalla centralina di traffico urbano di Mondovì Aragno (attiva dal 2014), stazione influenzata dalla sua collocazione a ridosso della strada statale 28 e pertanto dalle emissioni dell'intenso traffico, anche pesante, che vi transita.

I livelli di NO<sub>2</sub> rilevati nella campagna di via Giovanni XXIII (figura 20 e tabella 2) risultano essere intermedi tra quelli misurati presso la stazione di traffico urbano di Mondovì e quelli misurati presso la stazione di fondo urbano di Cuneo.

Relativamente ai periodi di monitoraggio il limite normativo orario è stato rispettato in entrambe le postazioni di Borgo San Dalmazzo, infatti le rispettive concentrazioni massime orarie sono ampiamente inferiori al limite di 200 µg/m<sup>3</sup> (valore limite da non superare più di 18 volte per anno civile).

---

<sup>7</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.

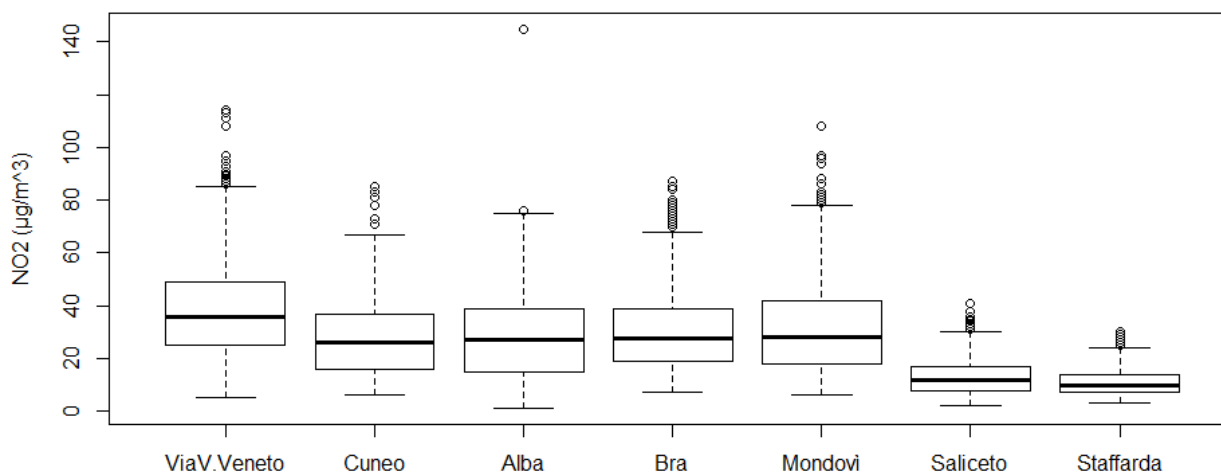


Figura 19) NO<sub>2</sub>: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate con il laboratorio mobile in via V.Veneto a Borgo San Dalmazzo e presso le centraline della provincia di Cuneo (periodo 26 febbraio ÷ 4 aprile '16)

NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 26 febbraio ÷ 4 aprile '16	Borgo S.D. via V.Veneto	Cuneo (FU)	Alba (FU)	Bra (TU)	Mondovi (TU)	Saliceto (FR)	Staffarda (FR)
Media	<b>39</b>	28	28	31	32	13	11
Mediana	36	26	27	28	28	12	10
Massimo	<b>114</b>	85	145	87	108	41	30

Tabella 1) NO<sub>2</sub>: confronto tra le concentrazioni medie e massime orarie rilevate in via V.Veneto a Borgo San Dalmazzo 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).

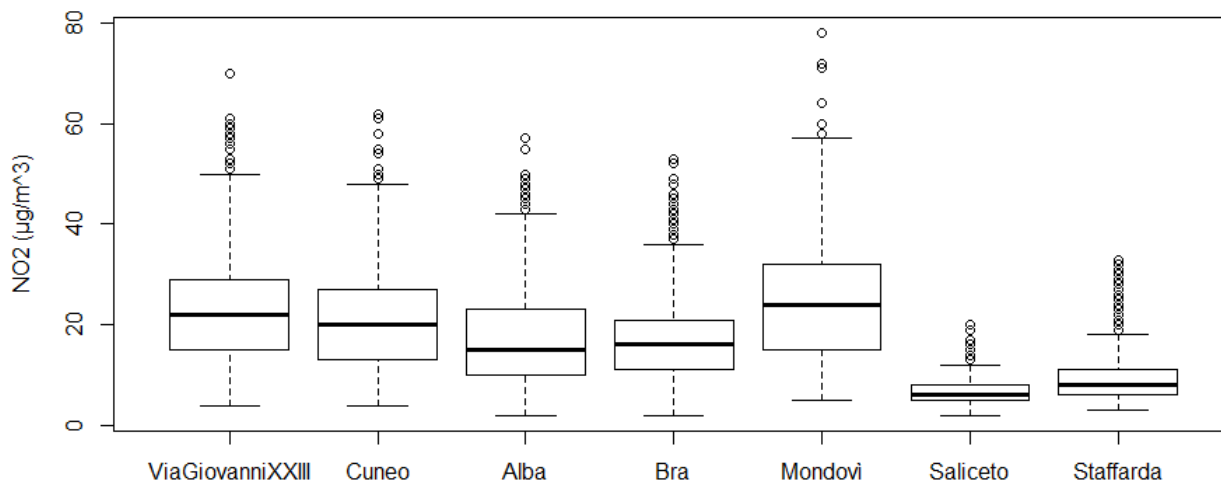


Figura 20) NO<sub>2</sub>: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate con il laboratorio mobile in via Giovanni XXIII a Borgo San Dalmazzo e presso le centraline della provincia di Cuneo (periodo 14 aprile ÷ 15 giugno '16)

NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 14 aprile ÷ 15 giugno '16	Borgo S.D. via Giovanni XXIII	Cuneo (FU)	Alba (FU)	Bra (TU)	Mondovi (TU)	Saliceto (FR)	Staffarda (FR)
Media	<b>23</b>	21	17	17	25	7	9
Mediana	22	20	15	16	24	6	8
Massimo	<b>70</b>	62	57	53	78	20	33

Tabella 2) NO<sub>2</sub>: confronto tra le concentrazioni medie e massime orarie rilevate in via Giovanni XXIII a Borgo San Dalmazzo 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 normativa per la qualità dell'aria stabilisce, ai fini della protezione della salute umana, oltre al limite sulle medie orarie, un limite relativo alla media annuale ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Poiché le campagne di monitoraggio si riferiscono ad un intervallo di tempo limitato rispetto all'intero anno, fare un confronto diretto delle concentrazioni medie con il limite annuale non è corretto. È però possibile stimare l'entità delle medie annuali facendo riferimento ai dati registrati dalle centraline della rete fissa. Per ciascun periodo di misura delle campagne di Borgo San Dalmazzo, e per ciascuna delle 6 stazioni della rete provinciale, le concentrazioni medie relative al periodo della campagna (riportate nelle tabelle 1 e 2) sono state rapportate alle concentrazioni medie dell'ultimo anno civile completo di dati (2016) ed è stata calcolata la regressione lineare tra le sei coppie di dati ottenute. Nei grafici di figura 21 sono rappresentati i dati utilizzati insieme alle loro rette di regressione. I test eseguiti sui coefficienti R di Pearson ottenuti per i due periodi di misura indicano correlazioni statisticamente significative. A partire dalle regressioni lineari trovate sono state quindi stimate le seguenti concentrazioni medie annuali, riferite al 2016, per i due differenti siti di misura di Borgo San Dalmazzo ed i rispettivi errori standard:

- Sito via V.Veneto:  $31.5 \pm 4.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Sito via Giovanni XXIII:  $27.9 \pm 3.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Tali valori indicano il rispetto del limite normativo annuale di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

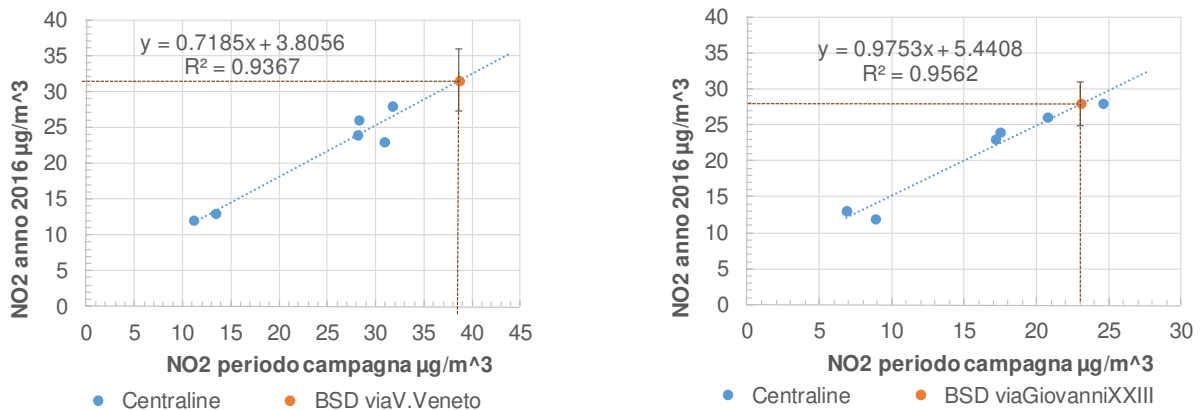


Figura 21)  $\text{NO}_2$ : stima delle concentrazioni medie annuali nei due siti di misura di Borgo San Dalmazzo (via V.Veneto e via Giovanni XXIII) mediante regressione lineare tra le concentrazioni misurate dalle centraline fisse durante i periodi delle due campagne e le medie dell'anno 2016.

Gli andamenti delle settimane medie su base oraria dell' $\text{NO}_2$ , ottenute mediando i dati rilevati alla stessa ora dei diversi giorni della settimana, per i due siti di Borgo San Dalmazzo sono confrontati nelle figure 22 e 23 con quelli della centralina di fondo urbano di Cuneo. La fascia colorata dei grafici rappresenta l'intervallo di confidenza al 95% della media.

Le concentrazioni delle settimane medie presentano il tipico andamento ricorrente condizionato dalle attività antropiche, che determinano un aumento delle concentrazioni durante le ore diurne, con picchi nelle ore di punta del traffico e una riduzione nei giorni di fine settimana. Nel sito di via V.Veneto le concentrazioni medie di  $\text{NO}_2$  risultano essere superiori a quelle del sito della centralina di Cuneo sia nelle diurne che in quelle notturne. Le concentrazioni del sito di via Giovanni XXIII sono invece generalmente più simili a quelle di Cuneo, con valori leggermente più elevati nelle ore notturne.



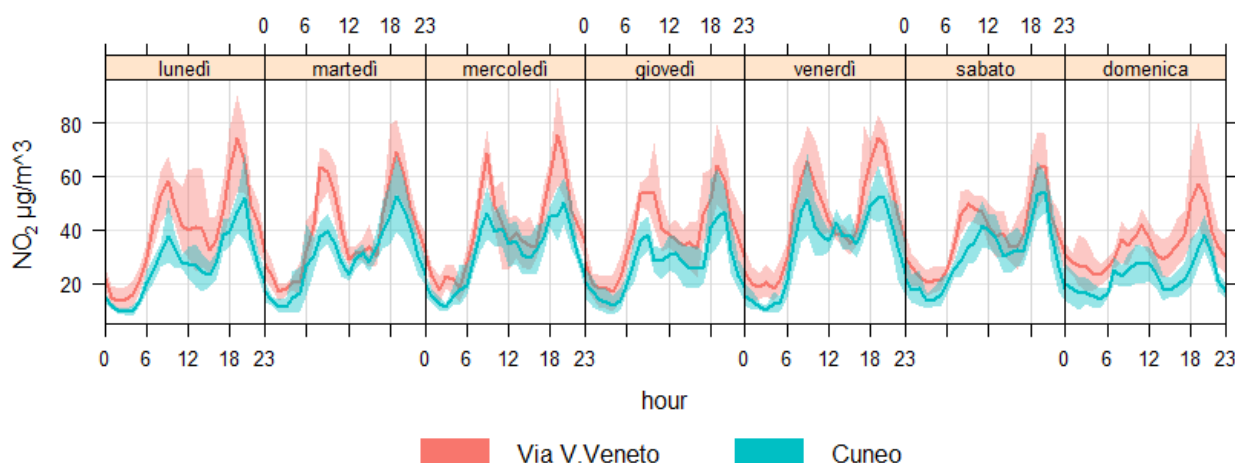


Figura 22) NO<sub>2</sub>: settimana media su base oraria della campagna di monitoraggio di via V.Veneto a Borgo San Dalmazzo confrontata con quella della centralina fissa di Cuneo (periodo 26 febbraio ÷ 4 aprile '16).

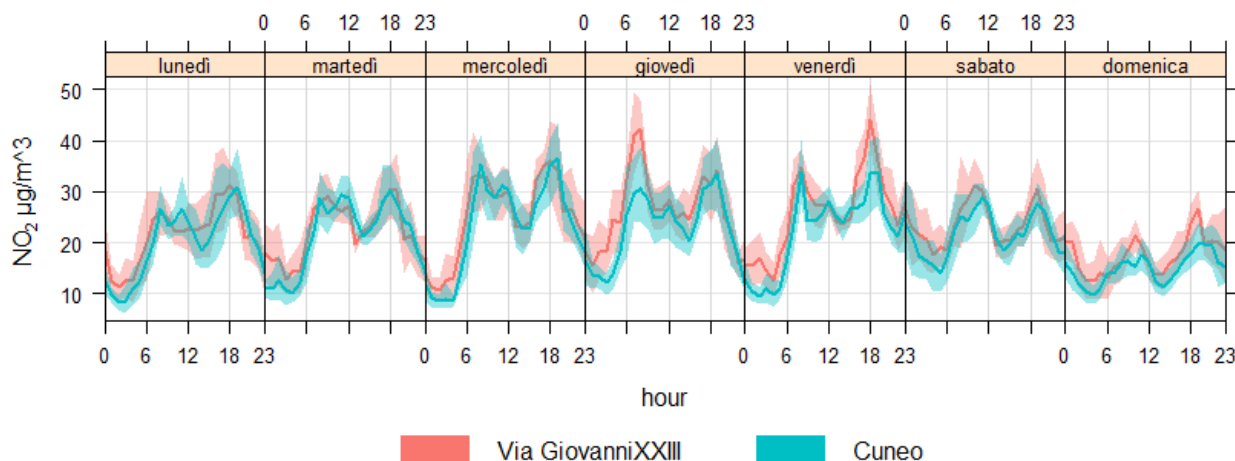


Figura 23) NO<sub>2</sub>: settimana media su base oraria della campagna di monitoraggio di via Giovanni XXIII a Borgo San Dalmazzo confrontata con quella della centralina fissa di Cuneo (periodo 14 aprile ÷ 15 giugno '16).

Nelle due figure seguenti sono rappresentate le settimane medie del monossido di azoto (NO), che generalmente rappresenta la maggior parte degli ossidi di azoto presenti all'emissione nei fumi di combustione e, una volta in atmosfera, si converte in parte in biossido di azoto.

Nel sito di via V.Veneto (figura 24) le concentrazioni medie di NO nelle ore diurne di punta del traffico sono molto elevate rispetto a quelle misurate dalla centralina di Cuneo, e sono indice di una forte influenza del traffico veicolare. Tale sito, rispetto a quello di via Giovanni XXIII (figura 25), risulta pertanto maggiormente condizionato dalle emissioni del traffico e questo è sicuramente dovuto alla maggior prossimità del punto di misura all'asse della Strada Statale 20, oltre che alla presenza del vicino semaforo<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> Il decreto legislativo 155/2010 nell'Allegato III stabilisce che le stazioni di misurazioni di traffico debbano essere localizzate ad almeno 25 m da insediamenti caratterizzati da scarsa rappresentatività come i semafori.

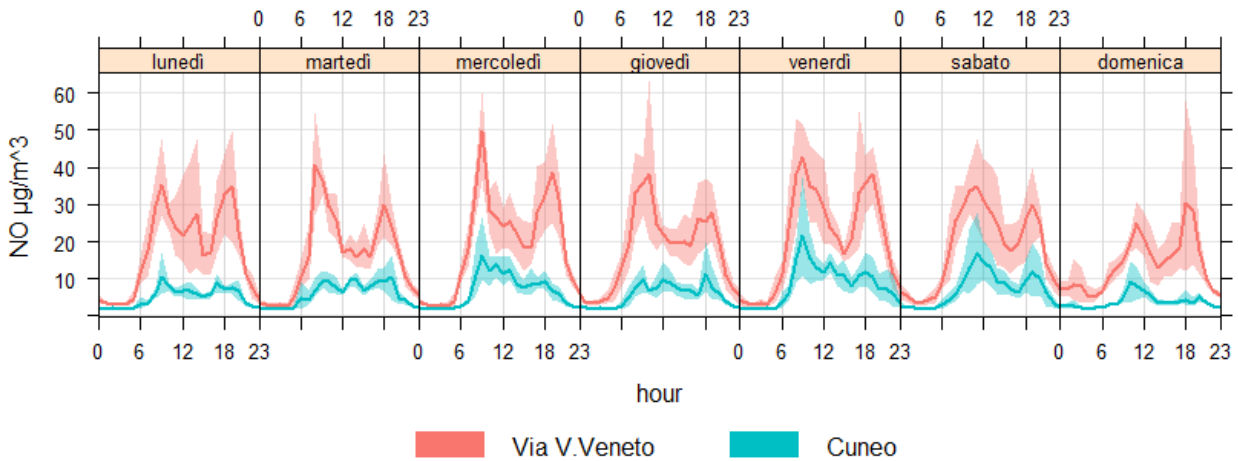


Figura 24) NO: settimana media su base oraria della campagna di monitoraggio di via V.Veneto a Borgo San Dalmazzo confrontata con quella della centralina fissa di Cuneo (periodo 26 febbraio ÷ 4 aprile '16).

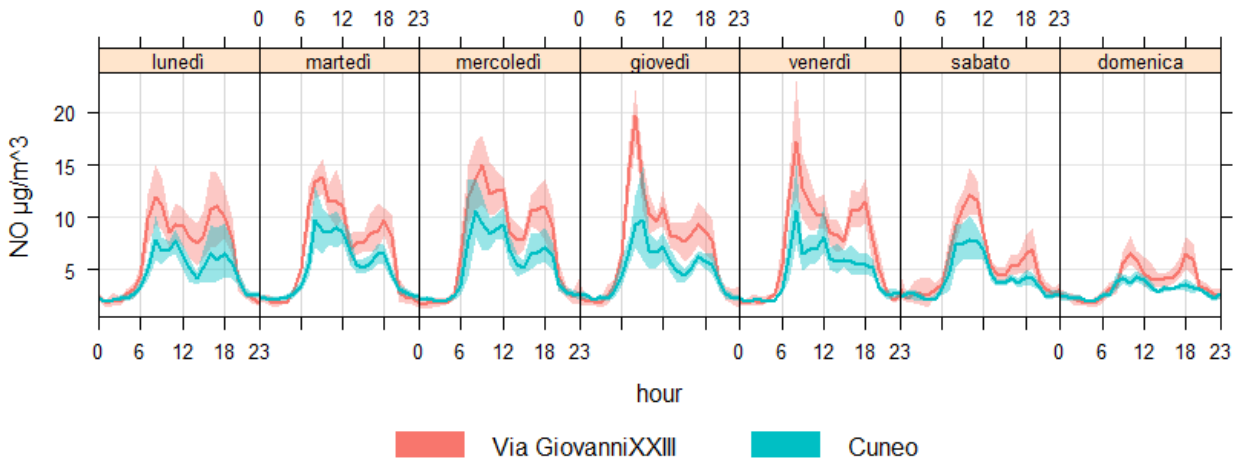


Figura 25) NO: settimana media su base oraria della campagna di monitoraggio di via Giovanni XXIII a Borgo San Dalmazzo confrontata con quella della centralina fissa di Cuneo (periodo 14 aprile ÷ 15 giugno '16).

Anche il buon accordo tra gli andamenti dei giorni medi dell'NO<sub>2</sub> e del benzene, inquinante emesso principalmente dagli autoveicoli a benzina, confrontati per ciascun sito nei due grafici di figura 26, conferma che la causa principale della crescita delle concentrazioni nelle ore diurne sia la stessa per i due inquinanti in entrambe le postazioni di misura.

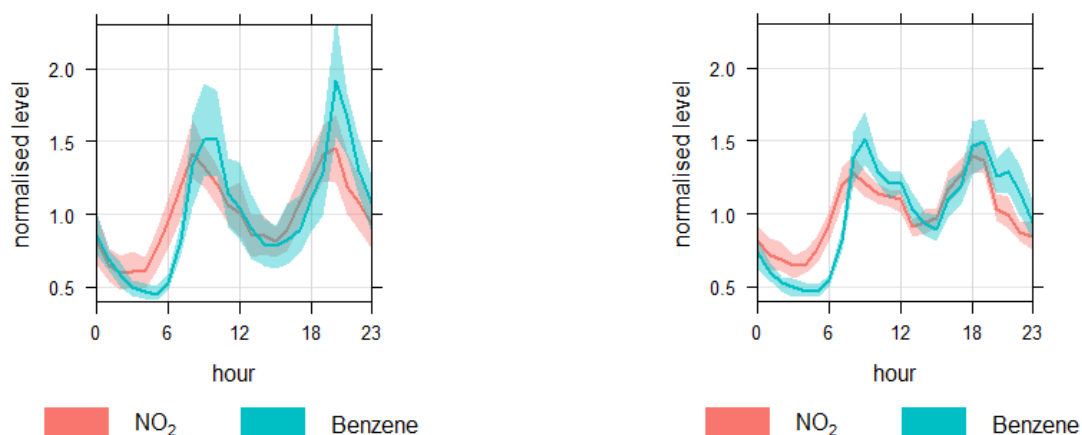


Figura 26) NO<sub>2</sub> e benzene: confronto dei giorni medi del sito di via V.Veneto (a sinistra) e del sito di via Giovanni XXIII (a destra).

## Confronto con i monitoraggi precedenti

### Sito di via Vittorio Veneto

Nel sito di via V.Veneto a Borgo San Dalmazzo i primi monitoraggi con laboratori mobili erano stati fatti già nei primi anni '80. Nella figura seguente sono rappresentate le concentrazioni medie di biossido di azoto ottenute dal laboratorio mobile, per le diverse campagne svolte a partire dal 2002, confrontate con quelle misurate dalle centraline della provincia attive in tutti i periodi considerati. Quel che occorre considerare non è tanto il raffronto diretto tra i valori nei diversi anni, quanto il confronto tra la posizione assunta dalla media del laboratorio mobile rispetto alle medie delle centraline della rete.

I dati del monitoraggio del 2016 confermano la situazione di miglioramento già riscontrata nel 2011, quando la misura contemporanea nei due punti di Borgo San Dalmazzo aveva fornito all'incirca la stessa concentrazione media. Infatti, nonostante i valori maggiori ottenuti nell'ultima campagna rispetto a quella precedente, dovuti sicuramente al periodo più freddo in cui si è svolto l'ultimo monitoraggio, nel sito di via V.Veneto la situazione si mantiene nettamente migliore rispetto a quanto rilevato negli anni 2002 e 2006: le concentrazioni misurate a Borgo San Dalmazzo in via V.Veneto continuano ad essere più elevate di quelle riscontrate dalle centraline fisse delle altre città, ma la differenza è molto più contenuta di quanto riscontrato nel 2002 ed in particolare nel 2006. Come già evidenziato nello studio del 2011-2012<sup>9</sup>, e commentato nella prima parte di questo documento, a tale miglioramento ha sicuramente dato un importante contributo la cessazione dell'attività produttiva dei forni dello stabilimento cementiero di Borgo San Dalmazzo avvenuta a inizio 2009, i cui punti emissivi distano circa 600 m dal sito di monitoraggio.

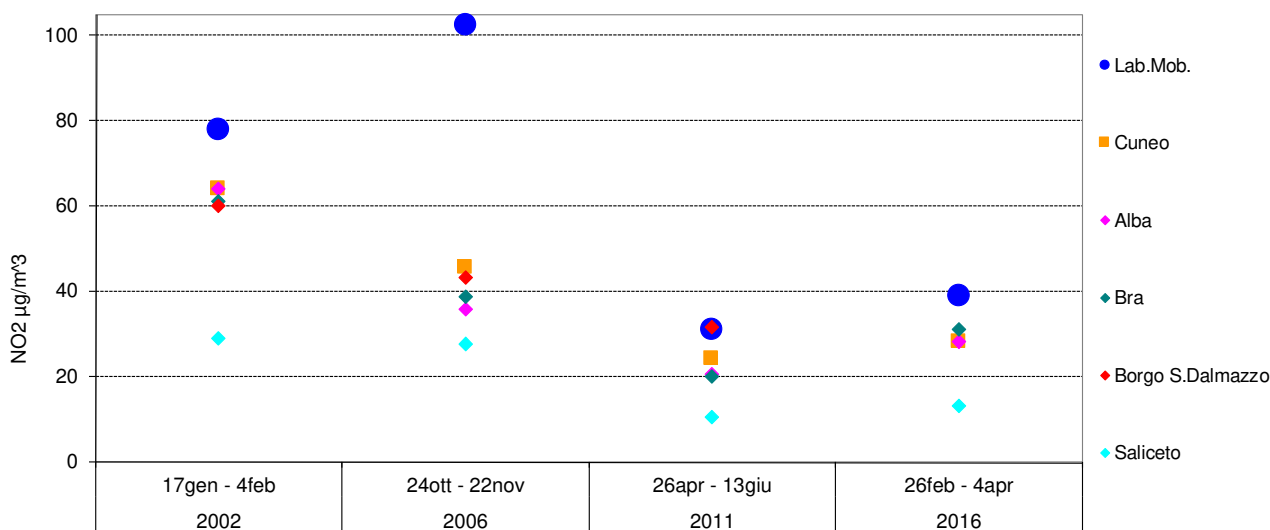


Figura 27) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie registrate con il laboratorio mobile in via V.Veneto a Borgo San Dalmazzo, nelle campagne svolte nei diversi anni in relazione alle concentrazioni medie rilevate presso le centraline fisse della provincia negli stessi periodi.

### Sito di via Giovanni XXIII

A partire dall'anno 2002 e fino al 31 dicembre 2014 nel sito di via Giovanni XXIII è stata attiva una stazione, della tipologia definita come "traffico urbano", appartenente alla Rete Regionale di monitoraggio della qualità dell'aria. Dismessa dalla Regione Piemonte nell'ambito dell'ultimo processo di revisione della rete, essa ha permesso di misurare per tutto il periodo di attivazione gli ossidi di azoto, da circa metà 2005, il biossido di zolfo, la frazione PM<sub>10</sub> delle polveri e dal 2008 l'anidride carbonica.

<sup>9</sup> Studio sulla qualità dell'aria nel territorio della bassa Valle Vermentagna e del Cuneese. Marzo 2011 ÷ maggio 2012. Arpa Dipartimento provinciale di Cuneo, 3 dicembre 2012 Prot. 123225/SC10

Oltre alle emissioni del traffico veicolare tale stazione ha sempre evidenziato l'influenza delle ricadute delle emissioni in atmosfera dell'industria cementiera locale che, oltre allo stabilimento di Borgo San Dalmazzo attivo nella produzione di clinker fino a inizio 2009, comprende lo stabilimento di Robilante, le cui ricadute erano state ben individuate con i monitoraggi del 2011 - 2012<sup>4</sup> e, per Borgo San Dalmazzo, erano risultate maggiormente influenti nel sito di via Giovanni XXXIII rispetto a quello di via V.Veneto.

Nella figura 28, ripresa dalla relazione della qualità dell'aria del 2014<sup>10</sup>, sono rappresentate le concentrazioni medie annuali di NO<sub>2</sub> misurate dalle stazioni fisse della rete dal 2002 al 2014. Tra i dati rilevati dalla rete provinciale, gli elevati livelli di biossido di azoto di Borgo San Dalmazzo sono sempre stati una peculiarità di tale stazione. Nel grafico si può vedere infatti come il limite annuo di 40 µg/m<sup>3</sup> stabilito dalla normativa sia stato costantemente superato, fino al 2007, nel sito di Borgo San Dalmazzo. La situazione, decisamente migliorata già nel 2008, negli ultimi anni è diventata, come atteso, molto simile a quella riscontrata dalla vicina stazione di Cuneo.

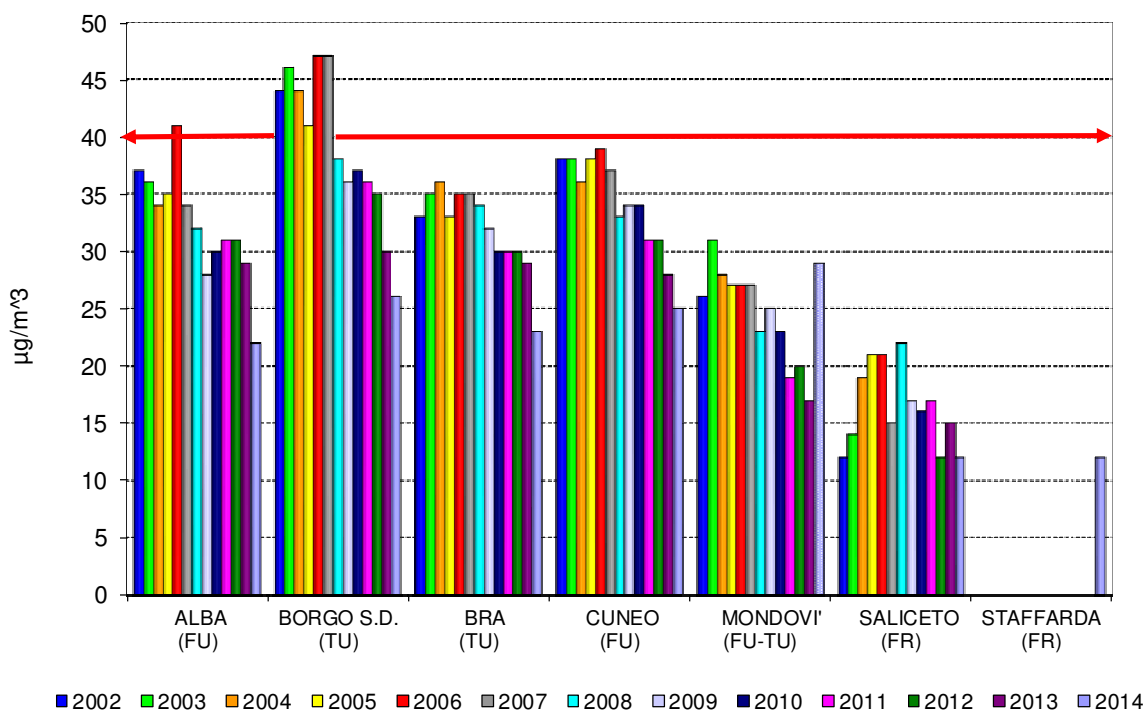


Figura 28) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie annue misurate dalle stazioni della rete provinciale della qualità dell'aria (Sulle ascisse, tra parentesi, è indicata la tipologia della stazione e le caratteristiche della zona: TU=Traffico Urbana, FU=Fondo Urbana, FR= Fondo Rurale). A Mondovì a fine 2013 è stata dismessa la stazione di fondo urbano di Largo Marinai d'Italia ed è stata attivata quella di traffico urbano di via Borgo Aragno.

L'evoluzione nel tempo delle concentrazioni di ossidi di azoto (comprendenti sia NO<sub>2</sub> che NO) misurate presso la stazione di Borgo San Dalmazzo è stata analizzata e confrontata con quelle delle altre stazione della rete di monitoraggio, per il periodo 2003 ÷ 2014.

Per tale analisi dei dati è stato utilizzato il metodo di Theil-Sen<sup>11, 12</sup>, implementato nel pacchetto software OpenAir<sup>13</sup> di cui è stata utilizzata la versione 1.1-0 del 5 gennaio 2015.

<sup>10</sup> Monitoraggio della qualità dell'aria – Anno 2014. Arpa Dipartimento provinciale di Cuneo, 30 giugno 2015 Prot. 53460 (<https://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/territorio/cuneo/aria>)

<sup>11</sup> Theil, H., 1950. "A rank invariant method of linear and polynomial regression analysis, i, ii, iii." Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie Wetenschappen, Series A - Mathematical Sciences 53, 386-392, 521-525, 1397-1412.

<sup>12</sup> Sen, P. K., 1968. "Estimates of regression coefficient based on Kendall's tau." Journal of the American Statistical Association 63(324).

Lo stimatore di Theil-Sen è un metodo di stima non parametrico, ovvero prescinde da ipotesi specifiche sulla distribuzione dei dati presi in esame, ed è uno stimatore “robusto” (ovvero poco sensibile) alla presenza di valori anomali (outliers).

Siccome le concentrazioni degli ossidi di azoto presentano una spiccata stagionalità, con valori elevati nei periodi invernali e contenuti in quelli estivi, ed il metodo di Theil-Sen richiede che i dati non abbiano ciclicità, prima del calcolo del trend e della sua significatività è stata rimossa la componente stagionale dei dati utilizzando la relativa funzione del pacchetto OpenAir.

I risultati dell’analisi evidenziano una tendenza alla diminuzione delle concentrazioni statisticamente significativa per tutte le stazioni ( $p < 0.001$ ). I valori dei trend di ciascuna stazione sono rappresentati, con i relativi intervalli di confidenza al 95%, nella figura 29 (per la stazione di Bra Madonna dei Fiori, attiva solamente dal 2011, la durata limitata della serie storica determina una maggiore ampiezza dell’intervallo di confidenza).

Il trend di riduzione delle concentrazioni di  $\text{NO}_x$  misurate dalla stazione di Borgo San Dalmazzo, pari a **-4.46  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  all’anno, con intervallo di confidenza [-5.2, -3.64]  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{anno}$ , risulta essere il più elevato riscontrato a livello provinciale.

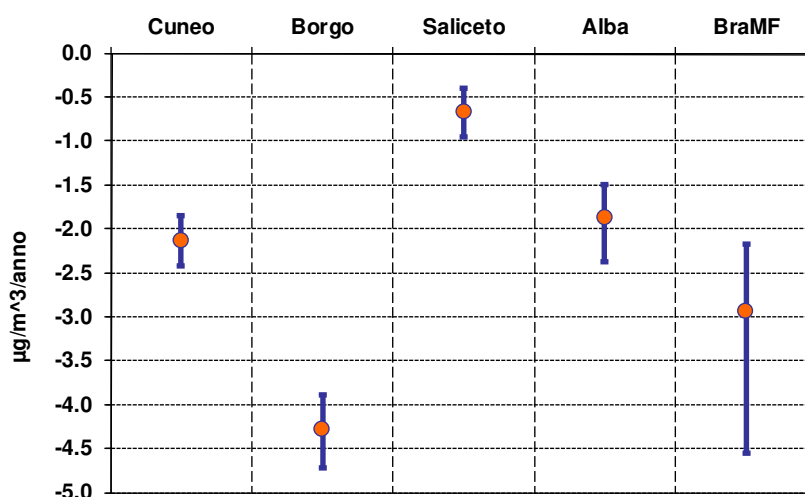


Figura 29)  $\text{NO}_x$ : Trend stimati delle concentrazioni nel periodo 2003 – 2014. Gli intervalli di confidenza del 95% sono indicati con le barre blu.

Nella figura 30 il confronto delle concentrazioni medie su 15 giorni di  $\text{NO}_x$  misurate, dal 2003 al 2014, presso le due stazioni di Borgo San Dalmazzo e Cuneo ben evidenzia come, nei primi anni di misura, le concentrazioni rilevate a Borgo San Dalmazzo fossero notevolmente maggiori di quelle di Cuneo e anomale come andamento nei mesi estivi, quando normalmente le concentrazioni si riducono per le maggiori capacità dispersive dell’atmosfera, e come nel tempo si siano poi ridotte a livelli analoghi a quelli della stazione di Cuneo.

Il grafico è stato esteso con i dati della centralina di Cuneo fino al dicembre 2016 e sono stati rappresentati anche i valori registrati dal laboratorio mobile, nel periodo dal 15 aprile al 15 giugno 2016, nel sito di via Giovanni XXIII dove era posizionata la centralina di Borgo San Dalmazzo. Dal confronto tra questi dati del 2016 risulta confermata la coerenza tra le concentrazioni misurate nei due siti, già individuata negli ultimi anni di monitoraggio in parallelo delle due stazioni fisse.

<sup>13</sup> Carslaw, D.C. (2012). “The openair manual – open-source tools for analysing air pollution data”. King’s College London

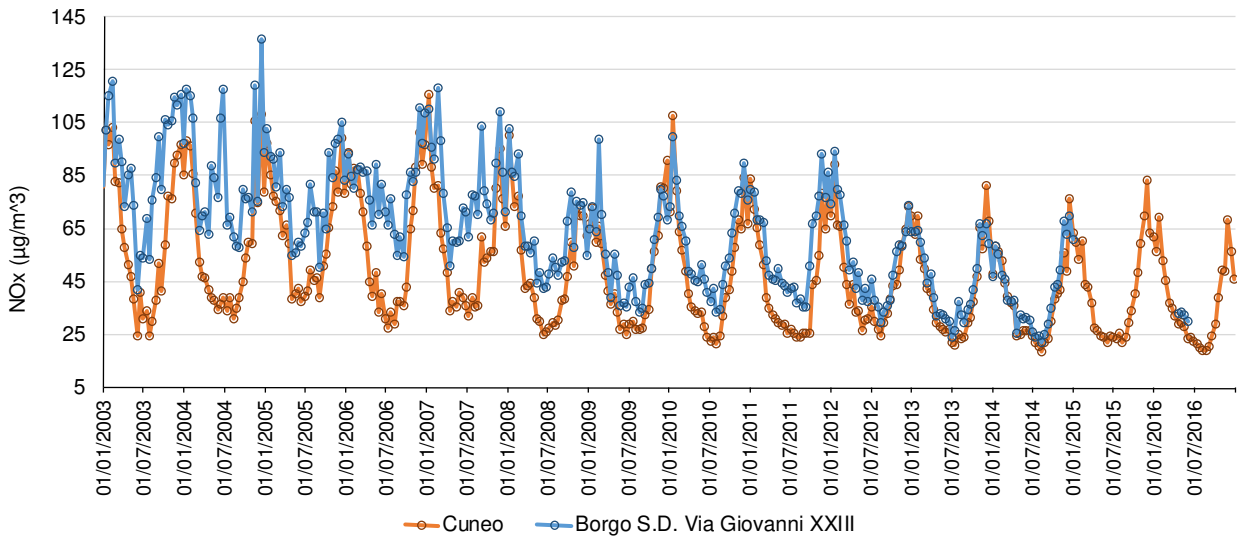


Figura 30) NO<sub>x</sub>: Confronto tra le concentrazioni medie su 15 giorni nei siti delle centraline di Cuneo e Borgo San Dalmazzo.

### Valutazioni sull'influenza dell'industria locale

I dati della campagna di monitoraggio del 2011-2012, erano stati analizzati associando, per ciascuna ora, le informazioni relative al funzionamento dei due forni dello stabilimento cementiero locale, ricavate dal Sistema di Monitoraggio in continuo delle Emissioni in atmosfera (S.M.C.E) di cui l'impianto è dotato in adempienza alle prescrizioni autorizzative. Durante la campagna di misura in via V.Veneto a Borgo San Dalmazzo la situazione emissiva dello stabilimento di Robilante si era presentata con due configurazioni: un periodo in cui aveva lavorato con un solo forno ed un altro periodo in cui erano attivi entrambi i forni. Era stato pertanto possibile suddividere i dati orari misurati dal laboratorio mobile e dalle stazioni della qualità dell'aria a seconda della configurazione emissiva del cementificio e confrontare i giorni medi delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> al variare di tale configurazione. Nei tre grafici di figura 31 sono stati ripresi i confronti dei giorni medi nelle due configurazioni, per ciascuno dei tre siti contemporaneamente monitorati nel periodo 26 aprile ÷ 13 giugno 2011: via V.Veneto (laboratorio mobile), centralina di Borgo San Dalmazzo in via Giovanni XXIII e centralina di Cuneo. Si può osservare come in tutti i siti le concentrazioni delle ore notturne fossero nettamente maggiori quando entrambi i forni erano accesi.

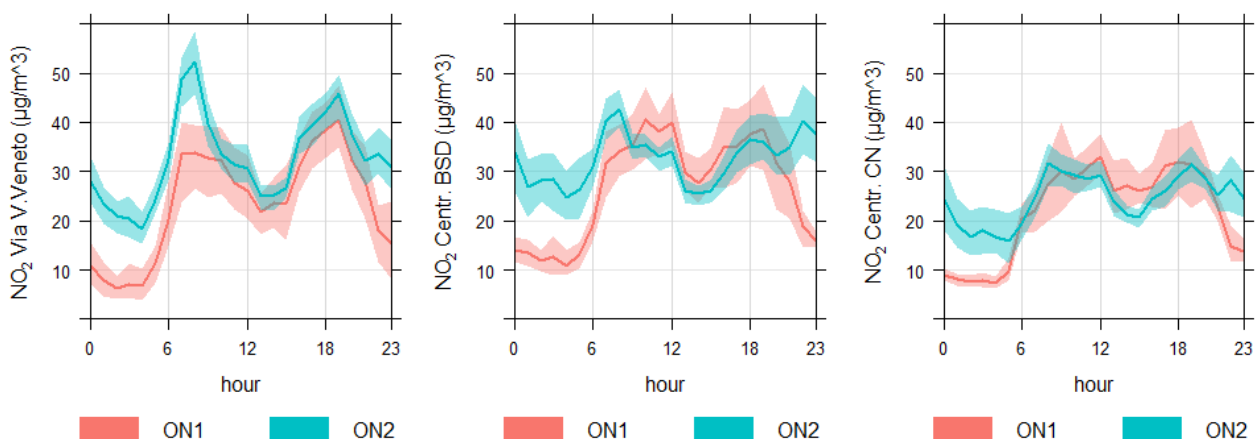


Figura 31) NO<sub>2</sub>: confronto tra i giorni medi nei casi di un forno acceso (in rosso) e di due forni accesi (in azzurro) per i tre siti di via V.Veneto a Borgo S.D., via Giovanni XXIII-centralina di Borgo S.D. e centralina di Cuneo (periodo 26 aprile ÷ 13 giugno 2011)

Nel corso dei monitoraggi eseguiti a Borgo San Dalmazzo nel 2016 i forni dello stabilimento non sono mai stati attivi in contemporanea: inizialmente era attivo il Forno3, che è stato spento il 24 maggio quando è stato attivato il Forno2 dello stabilimento. Nel grafico a box di sinistra di figura 32 sono rappresentate le distribuzioni delle emissioni

massicche orarie di ossidi di azoto nelle due configurazioni emissive verificatesi. Come si può vedere anche dal grafico, le emissioni hanno avuto valori piuttosto simili sia nel caso di funzionamento del solo Forno3 (emissione media pari a 127 kg/h) che nel caso di funzionamento del Forno2 (emissione media pari a 95 kg/h). La mancanza, durante il periodo del monitoraggio, di una marcata discontinuità nei quantitativi emessi dall'azienda ha impedito che si verificassero differenze nelle ricadute degli inquinanti sul territorio evidenziabili come nel caso del 2011 (figura 31). Le ricadute riscontrate nel corso della precedente campagna sia dal laboratorio mobile che dalle stazioni fisse erano dovute infatti ad una situazione emissiva dell'impianto significativamente diversa da quella del 2016: i quantitativi di ossidi di azoto che allora erano stati emessi nelle due diverse configurazioni sono rappresentati nel grafico di destra della figura 32 ed i corrispondenti valori medi sono pari a 373 kg/h nel caso di due forni accesi in contemporanea e 215 kg/h nel caso del solo Forno3 acceso.

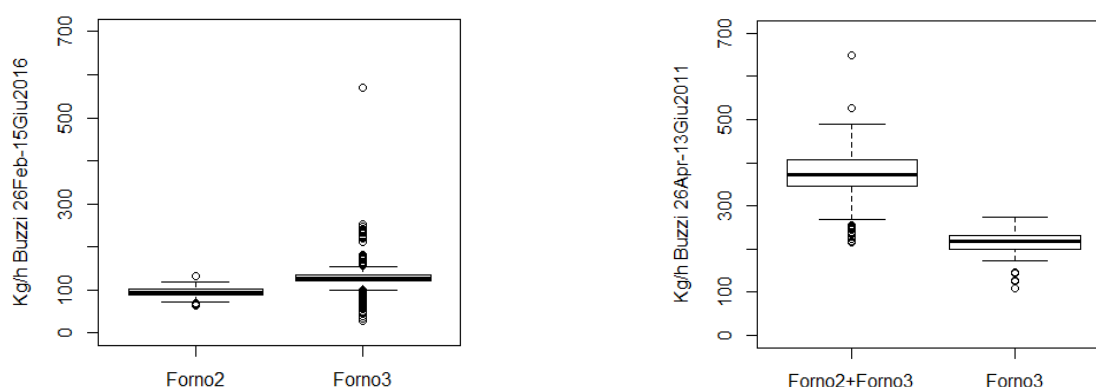


Figura 32) NO<sub>x</sub>: emissioni del cementificio di Robilante durante la campagna di monitoraggio del 2016 (a sinistra, configurazioni con un solo forno acceso: in modo alternato Forno2 e Forno3) e nel periodo del monitoraggio in via V.Veneto del 2011 (a destra, configurazioni con due forni accesi ed un solo forno acceso)

Le situazioni emissive relative ai periodi dei monitoraggi del 2011 e del 2016 risultano pertanto nettamente differenti. Oltre al fatto che, non solo nel periodo della campagna, ma in tutto il 2016, i due forni sono stati fatti funzionare sempre in modo alternato, le loro emissioni si sono notevolmente ridotte (la portata massica media di ossidi di azoto del solo Forno3 evidenzia una riduzione del 41% tra i periodi delle due campagne).

A tale miglioramento sicuramente può aver contribuito una contrazione del mercato, ma è per lo più dovuta alla modifica del limite autorizzativo imposto alle emissioni a seguito dell'iter di rinnovo dell'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA). Con la nuova AIA ottenuta dall'azienda nel 2014, è stata infatti imposta la riduzione del limite di 700 mg/Nm<sup>3</sup> per le emissioni di ossidi di azoto, autorizzato fino al giugno 2014, a 500 mg/Nm<sup>3</sup> in vigore fino al 10 aprile 2017, diventato ora 450 mg/Nm<sup>3</sup>.

Complessivamente i dati ricavati dal S.M.C.E. attestano un quantitativo di ossidi di azoto emessi nell'anno 2016 dallo stabilimento di Robilante inferiore alle 900 t, a fronte ad un quantitativo superiore alle 2200 t emesso nel 2011.

L'evoluzione dei quantitativi di ossidi di azoto emessi annualmente in atmosfera dai due stabilimenti locali di produzione del cemento nel periodo compreso tra il 2003 e il 2016 sono rappresentati nel grafico di figura 33. Tali dati aiutano a comprendere le variazioni riscontrate negli anni dalle concentrazioni misurate dalla centralina di Borgo San Dalmazzo e illustrate nel paragrafo precedente.

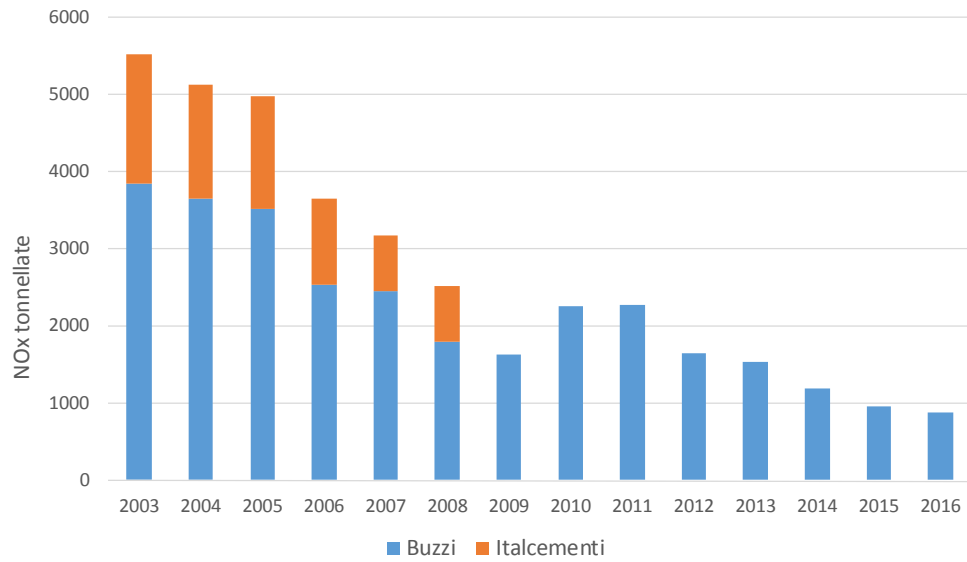


Figura 33) NO<sub>x</sub>: emissioni annuali del Forno2 e Forno3 del cementificio di Robilante e dei tre forni del cementificio di Borgo San Dalmazzo dai dati a disposizione di Arpa.



## **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 34 le concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> misurate con tecnica gravimetrica nei due siti di Borgo San Dalmazzo, 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) e con il limite di 50 µg/m<sup>3</sup> che la normativa prevede non venga superato per più di 35 giorni all'anno. Nel grafico sono riportati anche i millimetri di precipitazione giornaliera cumulata registrati dalla stazione pluviometrica di Cuneo Cascina Vecchia.

Da questo grafico si può osservare come, sia gli andamenti sia i valori delle concentrazioni registrate a Borgo San Dalmazzo ed in particolare nel sito di via Giovanni XXIII, siano in buon accordo con i dati del PM<sub>10</sub> misurati negli stessi periodi 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 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. Le precipitazioni atmosferiche ed il vento sono invece fattori di rimozione delle polveri sottili e pertanto di riduzione delle loro concentrazioni.

Nonostante il monitoraggio in via V.Veneto sia iniziato in un periodo potenzialmente ancora critico per l'inquinamento da PM<sub>10</sub>, le concentrazioni hanno avuto valori piuttosto bassi grazie alle frequenti precipitazioni atmosferiche che si sono verificate. Particolarmente efficaci per il contenimento dei livelli di polveri sottili sono stati i tre episodi nevosi che si sono verificati tra la fine di febbraio e la metà di marzo, i più rilevanti della stagione invernale 2015-2016.

Come descritto nel capitolo dedicato alla situazione meteorologica, anche nei mesi successivi le precipitazioni sono state frequenti e dalla figura 34 si può osservare la loro efficacia nella riduzione delle concentrazioni del PM<sub>10</sub>.

Complessivamente si può osservare come, durante i monitoraggi, su tutto il territorio coperto dalle centraline considerate, e anche nei siti di Borgo San Dalmazzo, le concentrazioni non abbiano mai superato il limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup>.

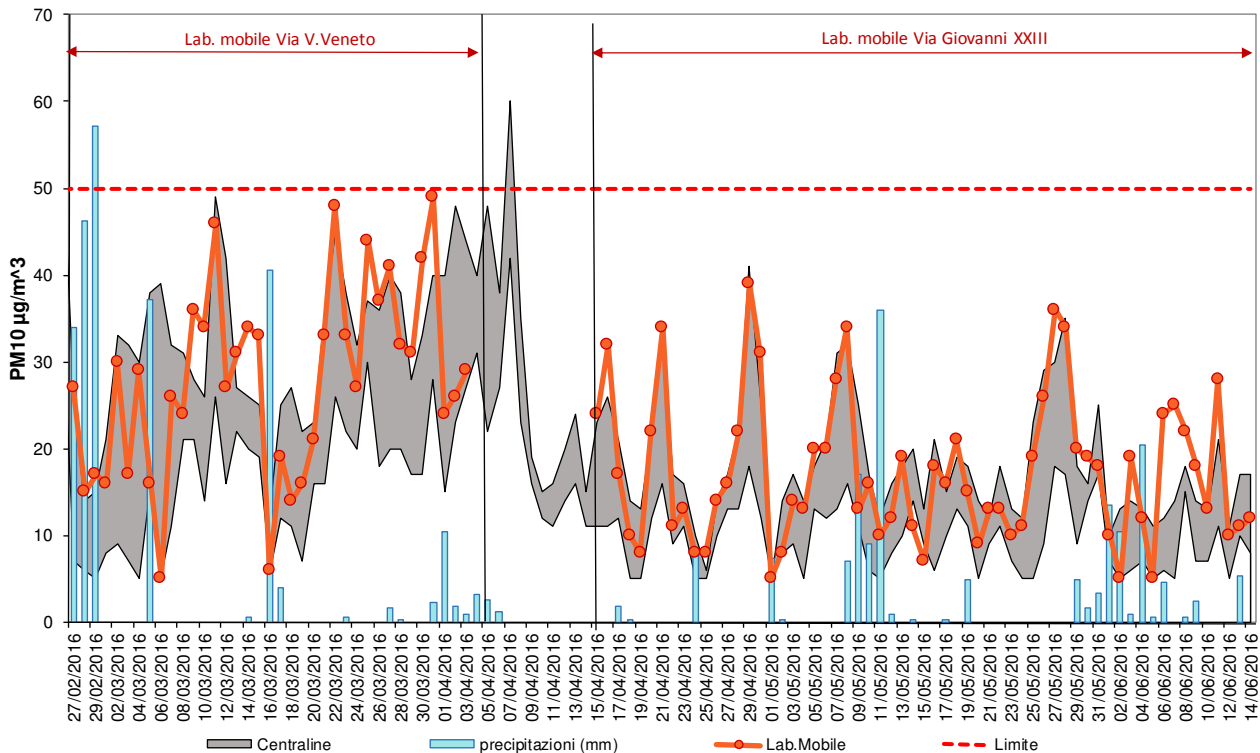


Figura 34)  $PM_{10}$ : concentrazioni medie giornaliere rilevate a Borgo San Dalmazzo in via V.Veneto (27 febbraio ÷ 3 aprile '16) e in via Giovanni XXIII (15 aprile ÷ 14 giugno '16) confrontate con l'intervallo di concentrazioni definito dai dati delle centraline della provincia di Cuneo; precipitazioni giornaliere registrate dalla stazione meteo di Cuneo Cascina Vecchia.

Generalmente, tra le centraline della provincia, quelle di Cuneo e Mondovì, grazie alla loro collocazione geografica, sono caratterizzate 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 2016, del limite stabilito per le concentrazioni giornaliere conferma una situazione di criticità per il  $PM_{10}$ . E' inoltre importante distinguere le stazioni in base alla tipologia, in particolare le stazioni di traffico da quelle di fondo: la stazione di Mondovì ad esempio, sebbene come quella di Cuneo 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 e presenta quindi concentrazioni mediamente maggiori di quelle della stazione di fondo di Cuneo.

Nelle tabelle seguenti sono riportate concentrazioni medie e massime giornaliere misurate nelle due postazioni di Borgo San Dalmazzo insieme a quelle relative a ciascuna stazione fissa della provincia di Cuneo. I dati di via V.Veneto (tabella 3), sebbene non presentino criticità nel confronto con i limiti normativi stabiliti per la tutela della salute pubblica, risultano più simili a quelli delle stazioni da traffico urbano della provincia.

$PM_{10}$ ( $\mu g/m^3$ )	via V.Veneto Borgo S.D.	Cuneo (FU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)	Alba (FU)	Bra (TU)
27 febbraio ÷ 3 aprile '16						
Superamenti limite 50 $\mu g/m^3$	<b>0</b>	0	0	0	0	0
Media	<b>28</b>	20	27	20	26	27
Massimo	49	49	43	44	44	48
N. dati	37	35	37	37	37	37

Tabella 3)  $PM_{10}$ : confronto tra numero di superamenti del limite giornaliero, concentrazioni medie e massime giornaliere rilevati in via V.Veneto a Borgo San Dalmazzo 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).

Durante il periodo della campagna di monitoraggio nel sito di via Giovanni XXIII, grazie alla stagione favorevole alla dispersione degli inquinanti, le diverse stazioni della rete hanno avuto valori bassi e piuttosto simili fra loro (tabella 4), la media delle concentrazioni misurate a Borgo San Dalmazzo risulta leggermente superiore a quelle della vicina stazione di Cuneo. Osservando i dati giornalieri (figura 34) emerge come le concentrazioni misurate a Borgo San Dalmazzo si siano discostate da quelle della rete in particolare in alcune giornate del mese di giugno; ciò potrebbe essere attribuito alle polveri provenienti dal cantiere presente, a partire dalle ultime settimane di maggio, in via Giovanni XXIII per i lavori alle tubature dell'acquedotto e per la riqualificazione della via stessa.

PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 15 aprile ÷ 14 giugno '16	via Giovanni XXIII Borgo S.D.	Cuneo (FU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)	Alba (FU)	Bra (TU)
Superamenti limite 50 µg/m <sup>3</sup>	<b>0</b>	0	0	0	0	0
Media	<b>17</b>	15	16	11	14	14
Massimo	<b>39</b>	41	38	21	27	35
N. dati	61	58	55	61	60	61

Tabella 4) PM<sub>10</sub>: confronto tra numero di superamenti del limite giornaliero, concentrazioni medie e massime giornaliere rilevati in via Giovanni XXIII a Borgo San Dalmazzo 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).

I dati di PM<sub>10</sub> acquisiti con cadenza oraria dal nefelometro del laboratorio mobile hanno permesso di elaborare per ogni sito di misura i giorni medi che, nella figura seguente, sono rappresentati insieme ai giorni medi del biossido di azoto. È importante notare che i fondo scala delle due figure differiscono di un fattore due, come pertanto le concentrazioni in gioco nei due siti, principalmente a causa dei differenti periodi in cui sono stati svolti i campionamenti. Oltre ai diversi livelli di inquinanti raggiunti nei due siti si può osservare come nel sito di via V.Veneto la crescita delle concentrazioni di PM<sub>10</sub>, avvenga, con entità differenti, ma negli stessi tempi degli NO<sub>2</sub>, mentre nel sito di via Giovanni XXIII la crescita del PM<sub>10</sub> sia più lenta rispetto a quella dell'NO<sub>2</sub>. Si può verosimilmente attribuire questo diverso comportamento delle polveri ad una loro differente natura: prevalentemente primaria nel sito di via V.Veneto (e quindi dovuta alle emissioni dirette e al risollevarimento del materiale particolato da parte del traffico stradale), e prevalentemente secondaria nel sito di via Giovanni XXIII (dovuta alla trasformazione in atmosfera di inquinanti precursori quali NO<sub>x</sub>, VOC, NH<sub>3</sub>...).

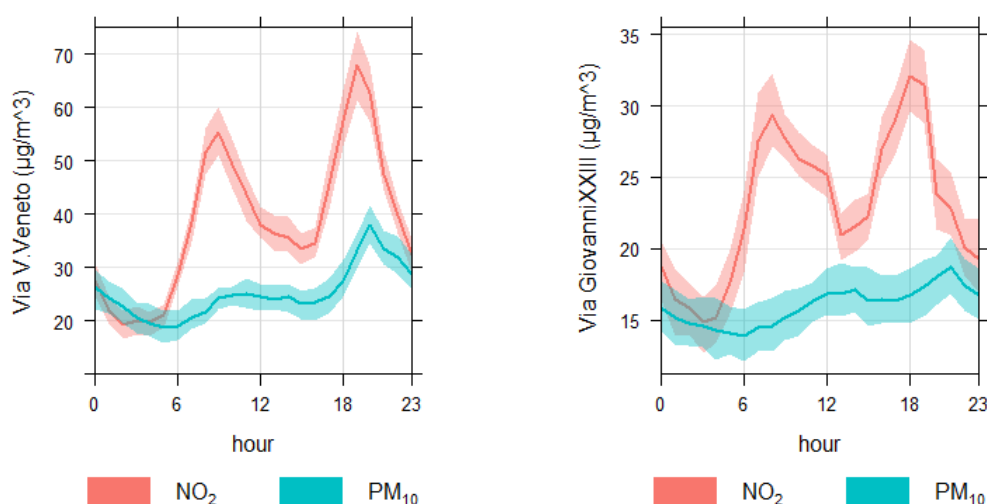


Figura 35) PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub>: giorni medi delle campagne di monitoraggio svolte a Borgo San Dalmazzo nei siti di via V.Veneto e via Giovanni XXIII.

Considerando i risultati ottenuti nei due siti di Borgo San Dalmazzo e le medie annue rilevate nella provincia di Cuneo dalle stazioni fisse della qualità dell'aria (figura 36), che evidenziano da quattro anni il pieno rispetto del limite annuo di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  stabilito dalla normativa per le polveri sottili, si reputa che in entrambi i siti monitorati del comune di Borgo San Dalmazzo non sussistano rischi di superamento di tale limite.

Dalla figura 36 e dalla 37, che rappresenta il numero di superamenti del limite giornaliero misurati dalle stazioni della rete provinciale a partire dall'attivazione fino al 2016, si possono vedere i miglioramenti riscontrati nel tempo a livello provinciale e come già la situazione registrata dalla stazione di Borgo San Dalmazzo fino al 2014, in modo analogo a quanto riscontrato dalla stazione di Cuneo, fosse rientrata al di sotto dei limiti normativi.

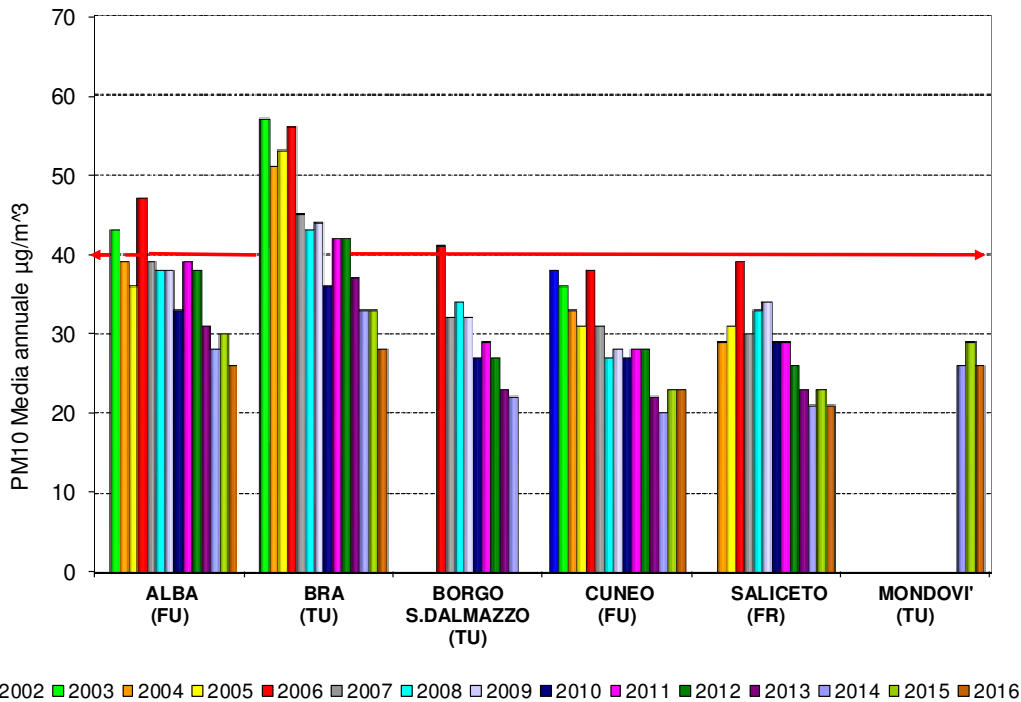


Figura 36)  $PM_{10}$ : concentrazioni medie annue misurate dalle stazioni della rete provinciale della qualità dell'aria (Sulle ascisse, tra parentesi, è indicata la tipologia della stazione e le caratteristiche della zona: TU=Traffico Urbana, FU=Fondo Urbana, FR= Fondo Rurale).

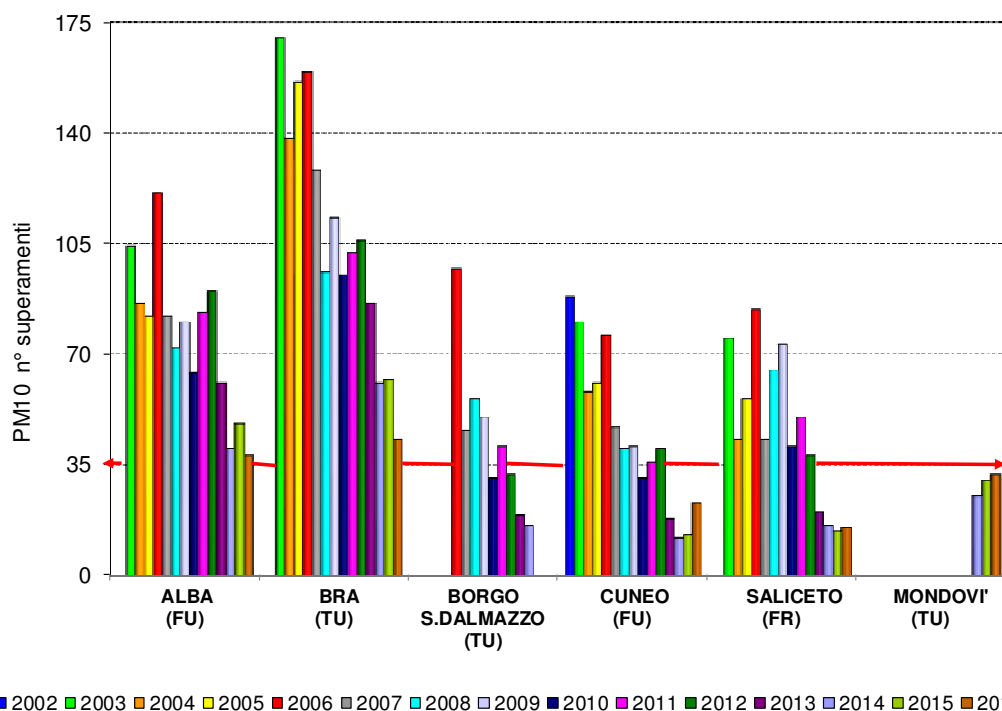


Figura 37)  $PM_{10}$ : numero di superamenti del limite giornaliero di  $50 \mu g/m^3$  registrati dalle stazioni della rete provinciale della qualità dell'aria (Sulle ascisse, tra parentesi, è indicata la tipologia della stazione e le caratteristiche della zona: TU=Traffico Urbana, FU=Fondo Urbana, FR= Fondo Rurale).

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

Il benzene ed il monossido di carbonio sono due inquinanti 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 e alle modifiche qualitative delle benzine. 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 orari misurati con il laboratorio mobile nei due siti di Borgo San Dalmazzo nel corso delle campagne del 2016, analogamente a quanto rilevato nei medesimi periodi presso la stazione di Cuneo, sono stati inferiori a 15 µg/m<sup>3</sup>, pertanto oltre ad essere di un ordine 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 sei anni a valori inferiori a 2 mg/m<sup>3</sup>.

Nelle campagne di Borgo San Dalmazzo i valori rilevati sono analoghi a quanto rilevato nello stesso periodo dalle centraline della rete, con una massima concentrazione media su 8 ore inferiore a 1.0 mg/m<sup>3</sup>. Anche per questo inquinante i livelli sono ormai confrontabili con i limiti di rilevabilità degli strumenti di analisi.

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 nei siti di Borgo San Dalmazzo non sussistano rischi di superamento del limite per tale inquinante. Le concentrazioni medie ottenute, pari a 0.9 µg/m<sup>3</sup>, in via V.Veneto<sup>14</sup>, e 0.5 µg/m<sup>3</sup> in via Giovanni XXIII sono infatti del tutto analoghe a quelle ottenute negli stessi periodi presso le altre stazioni.

<sup>14</sup> Per problemi strumentali la misura del benzene nel sito di via Veneto ha prodotto dati validi solamente a partire dal 24 marzo 2016.

## 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 le concentrazioni di questa molecola aumentano dalla tarda mattinata al pomeriggio con l'innalzarsi della temperatura e della radiazione solare. L'ozono presenta inoltre un andamento stagionale in cui la concentrazione inizia a crescere in primavera per raggiungere valori massimi nei mesi estivi.

I comportamenti giornalieri e stagionali si possono appurare nella figura seguente, dove sono rappresentati i giorni medi delle concentrazioni misurate con il laboratorio mobile nei due siti di Borgo San Dalmazzo, e di quelle registrate negli stessi periodi nella centralina fissa di Cuneo.

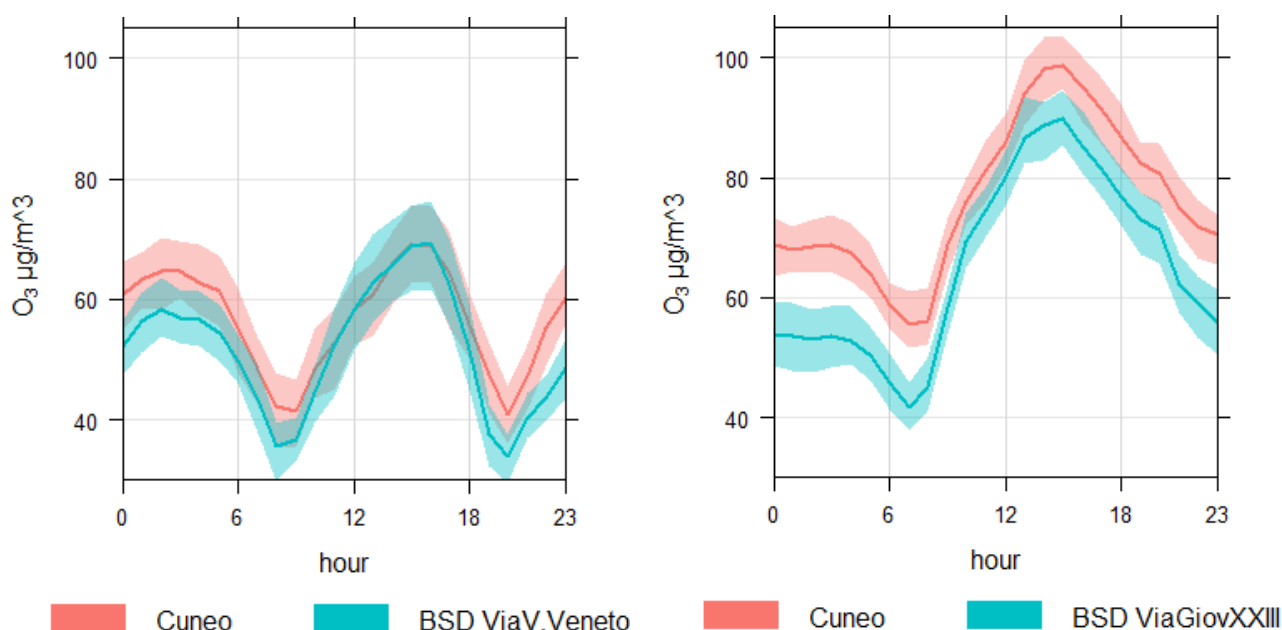


Figura 38) O<sub>3</sub>: giorni medi delle campagne di Borgo San Dalmazzo confrontati con quelli della centralina fissa di Cuneo (a sinistra: via V.Veneto - periodo 26 febbraio ÷ 4 aprile '16. A destra: via Giovanni XXIII - periodo 14 aprile ÷ 15 giugno '16).

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.

Nel grafico di figura 39 sono riportate le concentrazioni massime giornaliere di ozono misurate nei monitoraggi a Borgo San Dalmazzo, confrontate con l'intervallo dei valori massimi giornalieri misurati dalle centraline fisse della provincia di Cuneo e con la soglia di informazione (in rosso).

Il buon accordo tra gli andamenti consente di affermare che i valori delle centraline della rete sono rappresentativi anche del sito 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.

Nel periodo in analisi, tra i siti monitorati della provincia di Cuneo non si sono verificati superamenti della soglia di informazione.

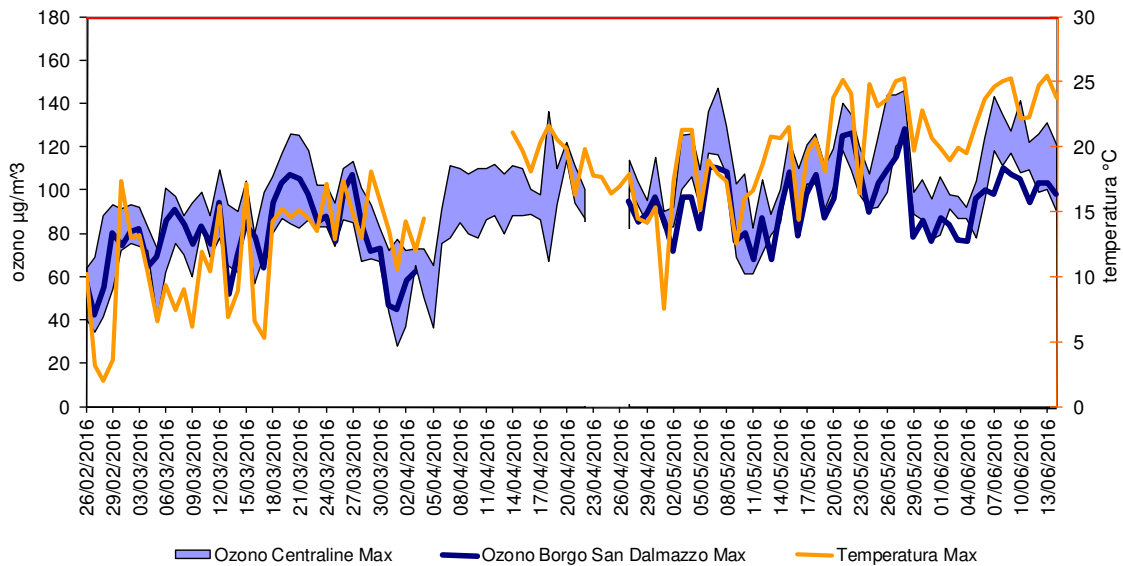


Figura 39) O<sub>3</sub>: concentrazioni massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile a Borgo San Dalmazzo (via V.Veneto - periodo 26 febbraio ÷ 4 aprile '16. Via Giovanni XXIII - periodo 14 aprile ÷ 15 giugno '16) e presso le centraline fisse della provincia di Cuneo. Temperatura media giornaliera misurata dal laboratorio mobile.

La figura 40 rappresenta invece i valori massimi, per ciascun giorno, delle concentrazioni medie su 8 ore, che vanno confrontati con il valore obiettivo per la salute umana. Superamenti della soglia di 120 µg/m<sup>3</sup> (indicata in rosso in figura) sono stati riscontrati, in tutti i punti di rilevamento, in corrispondenza dei periodi con elevata insolazione e temperatura. Complessivamente, nel periodo in analisi, il numero di giorni con superamento è stato di 1 a Borgo San Dalmazzo, verificatosi il 22 maggio durante il campionamento nel sito di via Giovanni XXIII, 6 ad Alba, 3 a Cuneo, 9 a Staffarda e 0 a Saliceto.

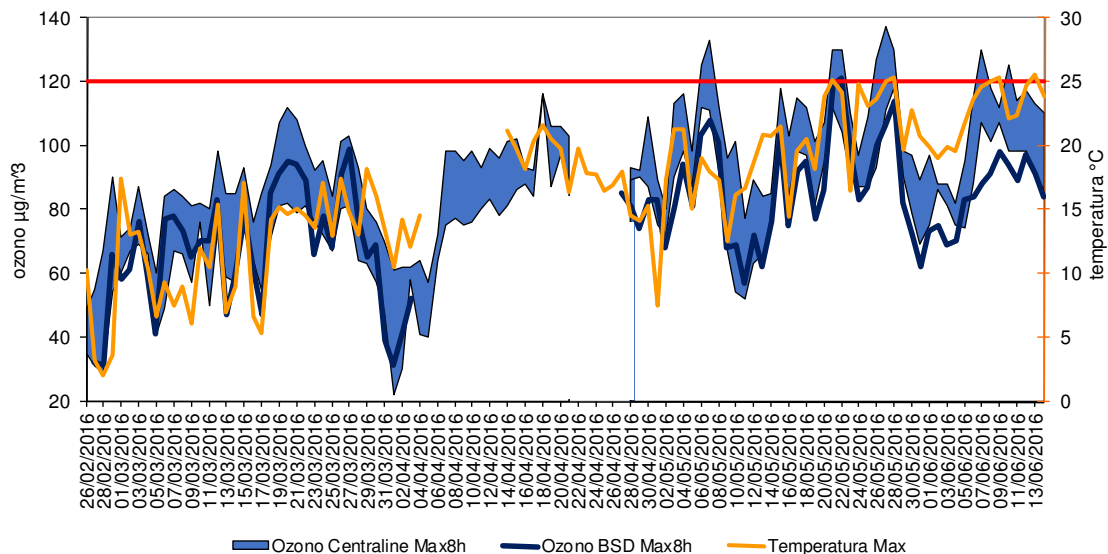


Figura 40) O<sub>3</sub>: massime giornaliere delle concentrazioni medie su 8 ore registrate con il laboratorio mobile a Borgo San Dalmazzo (via V.Veneto - periodo 26 febbraio ÷ 4 aprile '16. Via Giovanni XXIII - periodo 14 aprile ÷ 15 giugno '16) e presso le centraline fisse della provincia di Cuneo. Temperatura massima giornaliera misurata dal laboratorio mobile.



## **SITUAZIONE METEOROLOGICA**

Analizzando l'evoluzione della situazione meteorologica nel periodo del monitoraggio della qualità dell'aria a Borgo San Dalmazzo, si osserva che durante i primi giorni della campagna in via V.Veneto si è verificato l'evento precipitativo di maggiore rilievo di tutto l'inverno 2015/2016, soprattutto dal punto di vista della persistenza dei fenomeni, che sono perdurati per tre giorni, tra il 27 ed il 29 febbraio.

Nella fase iniziale di tale evento, corrispondente al giorno 27, la quota neve si è mantenuta su livelli prossimi al suolo sul basso Piemonte, in provincia di Cuneo ed Alessandria, in particolare nei tratti adiacenti ai rilievi alpini ed appenninici, con un accumulo di una dozzina di centimetri a Cuneo città. Il giorno successivo, 28 febbraio, le precipitazioni si sono intensificate, mentre il limite della neve si è portato a quote collinari. I fenomeni precipitativi sono proseguiti nella giornata successiva, con esaurimento nella tarda serata.

Le prime due decadi del mese di marzo 2016 hanno avuto caratteristiche prevalentemente invernali; in questo mese si sono verificati i due episodi di neve a bassa quota più rilevanti della stagione invernale 2015/2016. Il 5 marzo 2016 è stato il giorno con le temperature medie più basse della stagione primaverile. In tale giorno si sono avute diffuse condizioni di maltempo sul territorio piemontese e la quota delle nevicate si è attestata intorno ai 200-400 m, a Cuneo città l'accumulo di neve è stato pari a 25-30 cm.

Successivamente il Piemonte è stato interessato da correnti fredde e secche settentrionali. Il 7 marzo è risultato il giorno della primavera 2016 con le temperature minime più basse (mediamente  $-2.2^{\circ}\text{C}$  in pianura).

Durante l'evento nevoso avvenuto a metà del mese di marzo 2016, la neve è caduta, sia pure con accumuli generalmente modesti, su quasi tutta la pianura piemontese. Nel Cuneese i quantitativi sono risultati più rilevanti, con 30 cm a Cuneo città. L'ultima decade del mese ha visto il passaggio a condizioni più primaverili, con temperature in aumento e leggermente superiori alla norma, ma senza picchi di rilievo.

La prima decade di aprile 2016 è risultata la più piovosa sul Piemonte, a causa del transito sul Mediterraneo di tre successive configurazioni depressionarie di origine atlantica. Non si è trattato comunque di strutture particolarmente profonde ed incisive. La seconda decade del mese di aprile ha visto l'espansione verso il bacino del Mediterraneo di un promontorio anticiclonico di matrice africana. L'influsso della struttura anticiclonica sul Piemonte è stato più marginale, ma sufficiente a rendere tale decade la più calda del mese di aprile, risultato l'unico della stagione primaverile, con una marcata anomalia positiva di circa  $2^{\circ}\text{C}$ .

L'ultima decade del mese è risultata la più fredda, a causa della discesa verso il Mediterraneo di una saccatura di origine polare.

Nella giornata del 1° maggio sul territorio piemontese si sono verificate diffuse precipitazioni in mattinata, generalmente deboli o moderate. Tale giorno è risultato anche il più freddo del mese. A partire dall'8 maggio e per circa quattro giorni, un flusso di aria umida da sudovest ha interessato il territorio piemontese con annuvolamenti e precipitazioni. I fenomeni di maggiore rilievo si sono verificati il giorno 11 maggio, risultato il più piovoso della primavera 2016.

Tra il 27 ed il 28 maggio si è avuta l'espansione verso il Mediterraneo centrale di un promontorio anticiclonico di origine africana. Il giorno 28 è risultato il più caldo della stagione primaverile 2016, con una media delle temperature massime in pianura pari a  $27.2^{\circ}\text{C}$ . Successivamente una circolazione depressionaria presente a nordovest della penisola iberica, è avanzata verso est ed il giorno 29 maggio si sono verificati forti temporali sul territorio piemontese.

La situazione barica dei primi 4 giorni del mese di giugno 2016 è stata caratterizzata da una vasta area di bassa pressione sull'Europa centrale, che ha direttamente interessato anche il territorio piemontese, con condizioni di instabilità e temperature inferiori alla

norma. Il 2 giugno è risultato il giorno mediamente più freddo dell'Estate 2016 sulle località pianeggianti. Successivamente si è avuto un rialzo dei valori di pressione e temperatura, solo con temporanei fenomeni di instabilità, fino al marcato peggioramento che si è manifestato verso la metà del mese.<sup>15</sup>

Dai dati acquisiti dal laboratorio mobile a Borgo San Dalmazzo si ricava che, su base oraria, la temperatura minima del periodo del monitoraggio in via Vittorio Veneto è stata di -2.0 °C, registrata il 7 marzo, la media di 6.7 °C e la massima di 18.1 °C; durante il monitoraggio nel sito di via Giovanni XXIII la temperatura minima, misurata il 25 aprile, è stata di 3.6 °C, la media di 15.0 °C e la massima di 25.5 °C, raggiunta il 13 giugno.

Nel grafico della figura 41 sono rappresentate le temperature medie, minime e massime giornaliere dell'intero periodo di monitoraggio. Insieme alla radiazione totale giornaliera, registrata dalla stazione meteorologica di Cuneo Camera di Commercio.

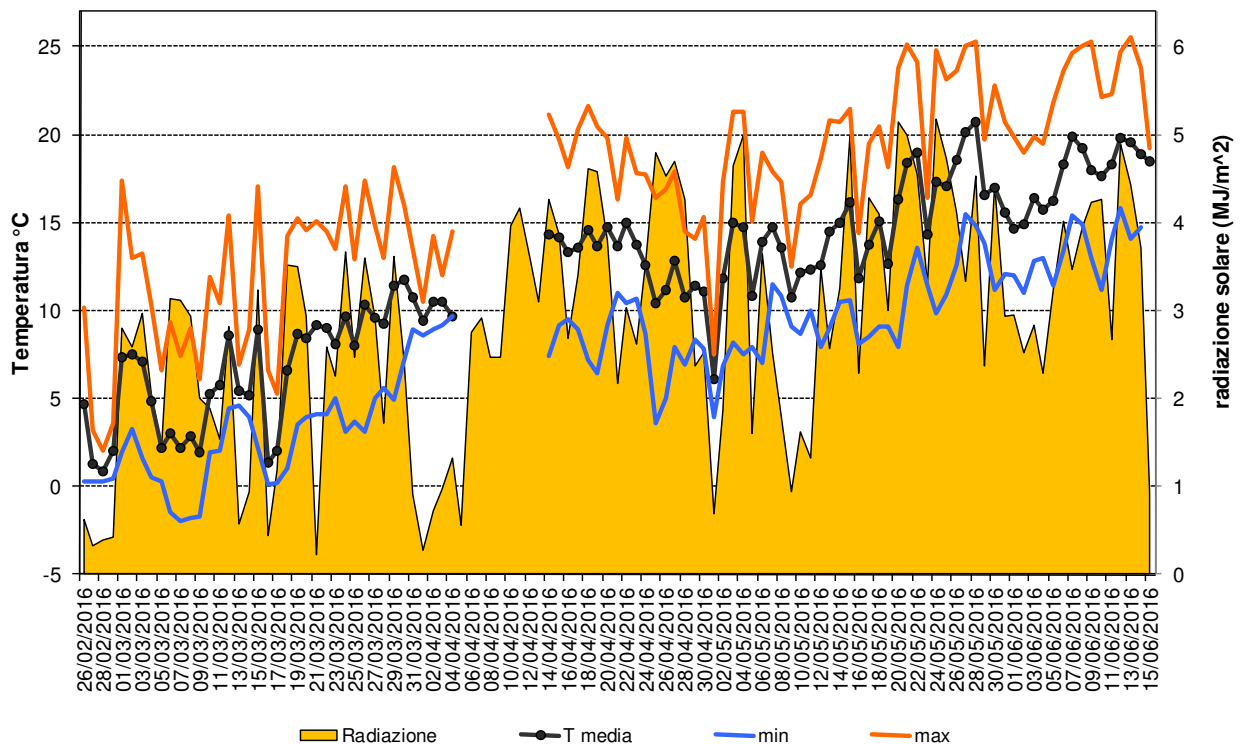


Figura 41) Temperatura dell'aria: medie, minime e massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile a Borgo San Dalmazzo (via V.Veneto - periodo 26 febbraio ÷ 4 aprile '16. via Giovanni XXIII - periodo 14 aprile ÷ 15 giugno '16). Totale giornaliero della radiazione solare globale misurata dalla stazione Cuneo – Camera di commercio.

Nella figura 42 sono riportati, per ciascun giorno, la media della pressione atmosferica, la radiazione solare totale giornaliera, insieme ai dati della precipitazione giornaliera cumulata registrati dalle stazioni meteorologiche di Cuneo - Cascina Vecchia e Cuneo Camera di Commercio.

<sup>15</sup> Il clima in Piemonte. Inverno 2016. Arpa Piemonte, Sistemi Previsionali  
 Il clima in Piemonte. Primavera 2016. Arpa Piemonte, Sistemi Previsionali  
 Il clima in Piemonte. Estate 2016. Arpa Piemonte, Sistemi Previsionali

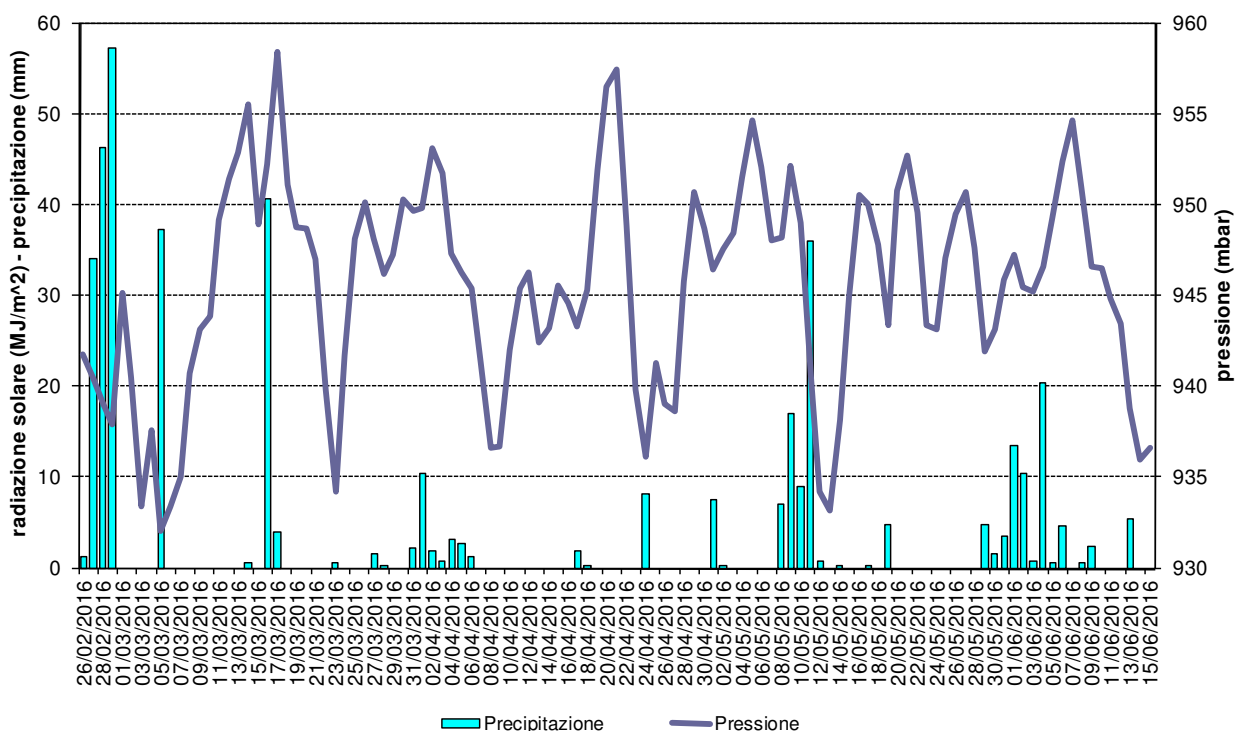


Figura 42) Precipitazione cumulata giornaliera misurata dalla stazione di Cuneo – Cascina vecchia. Pressione atmosferica misurata dalla stazione Cuneo – Camera di commercio.

I grafici delle figure seguenti rappresentano, per le due postazioni di misura, le frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento registrate e le rose di provenienza dei venti, suddivise tra ore diurne e notturne, per i rispettivi periodi di monitoraggio.

Dalla rosa dei venti ottenuta per il periodo di misura in via Vittorio Veneto e rappresentata nella figura seguente, emerge come il settore prevalente di provenienza dei venti sia quello SudOvest nelle ore notturne e NordEst nelle ore diurne, e pertanto come il sito risenta dell'influenza delle brezze della Valle Gesso.

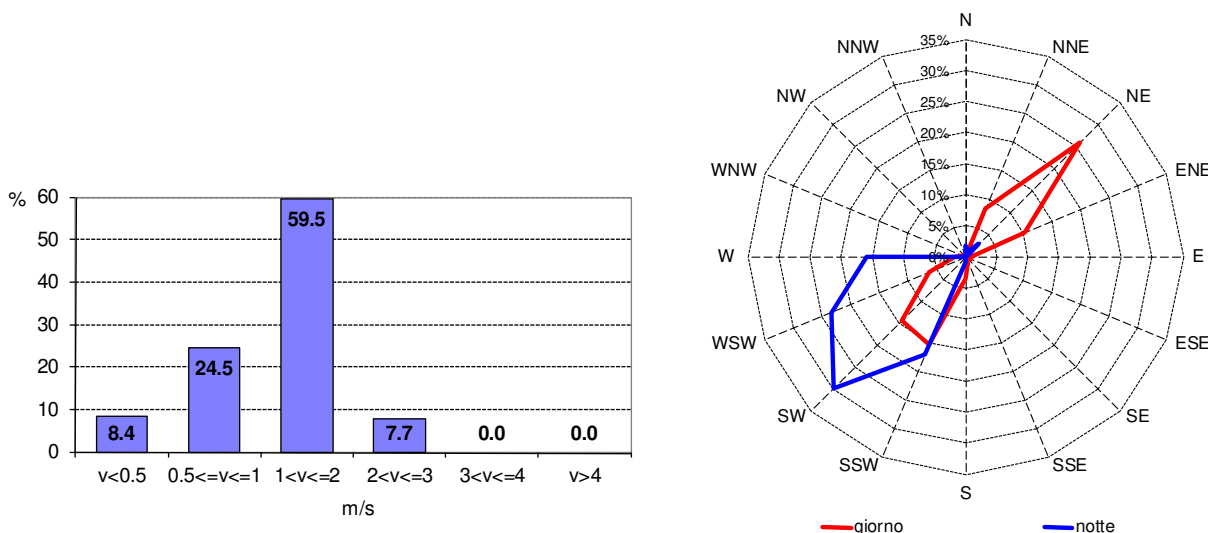


Figura 43) Borgo San Dalmazzo, via Vittorio Veneto: Frequenze di accadimento delle classi di velocità e rosa dei venti (periodo: 26 febbraio ÷ 4 aprile '16).

La rosa dei venti ottenuta per il sito di via Giovanni XXIII, ha invece come settore prevalente di provenienza dei venti quello OvestSudOvest per le ore notturne ed Est nelle ore diurne. Tale situazione rispecchia la situazione del vento nello strato più vicino al suolo, che risulta però fortemente condizionato dalla struttura dell'edificato locale.

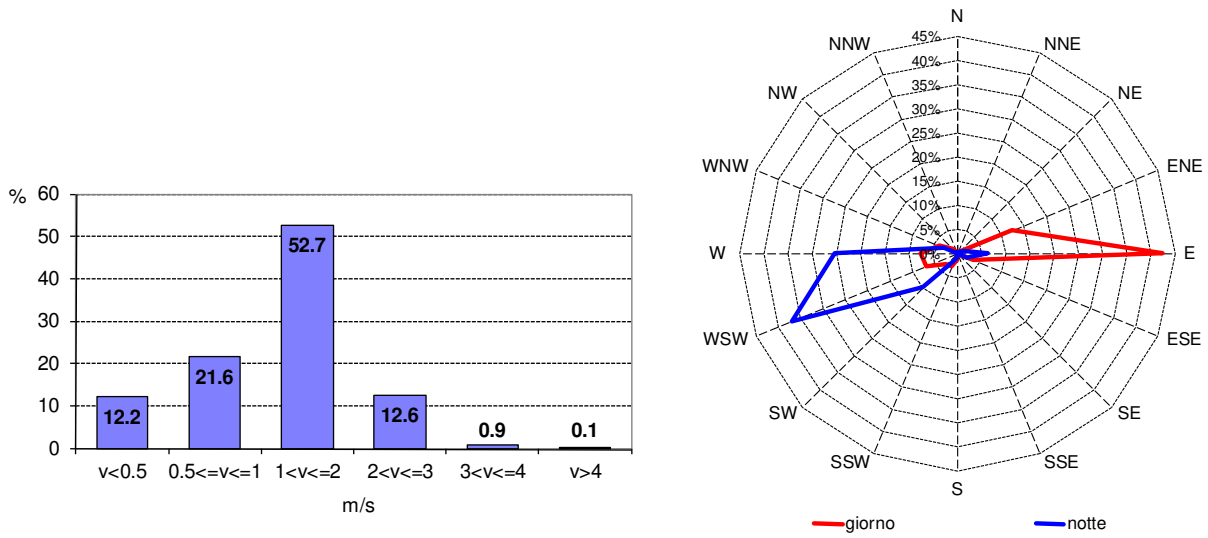


Figura 44) Borgo San Dalmazzo, via Giovanni XXIII: Frequenze di accadimento delle classi di velocità e rosa dei venti (periodo: 4 aprile ÷ 15 giugno '16).

## CONCLUSIONI

Analogamente a tutto il territorio provinciale, nei due siti del comune di Borgo San Dalmazzo monitorati con il laboratorio mobile, non sono state evidenziate criticità per il benzene, il monossido di carbonio ed il biossido di zolfo, inquinanti le cui concentrazioni si sono notevolmente ridotte negli anni.

I valori di ozono, inquinante tipico del periodo estivo, sono risultati simili a quelli misurati dalla rete fissa ed il numero di giorni con superamento dell'obiettivo fissato per la protezione della salute umana sono analoghi a quelli riscontrati presso la centralina di Cuneo.

Per quanto riguarda l'inquinamento da polveri sottili, nonostante il monitoraggio in via V.Veneto sia iniziato in un periodo dell'anno potenzialmente ancora critico per l'inquinamento da PM<sub>10</sub>, le concentrazioni hanno avuto valori piuttosto bassi grazie alle frequenti precipitazioni atmosferiche che si sono verificate. Pertanto durante entrambi i monitoraggi, su tutto il territorio coperto dalle centraline considerate, e anche nei siti di Borgo San Dalmazzo, le concentrazioni non hanno mai superato il limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup>. Considerando i risultati ottenuti nelle due postazioni di Borgo San Dalmazzo e le medie annue rilevate nella provincia di Cuneo dalle stazioni fisse della qualità dell'aria, che evidenziano da quattro anni il pieno rispetto del limite annuo di 40 µg/m<sup>3</sup> stabilito dalla normativa per le polveri sottili, si reputa che in entrambi i siti monitorati del comune di Borgo San Dalmazzo non sussistano rischi di superamento di tale limite sulla media annua.

Come già anticipato nella Parte I di questo documento, durante gli anni di monitoraggio della stazione fissa della qualità dell'aria di via Giovanni XXIII a Borgo San Dalmazzo, il biossido di azoto aveva evidenziato valori critici nel confronto con le altre stazioni di misura della provincia e, fino al 2007, si era verificato il superamento del limite annuale. Per tale motivo a questo inquinante è stata dedicata nello studio particolare attenzione ed il relativo paragrafo è stato approfondito con il confronto con i dati dei precedenti monitoraggi e con alcune valutazioni sulle emissioni dell'industria pesante locale, responsabile dell'emissione in atmosfera di elevati quantitativi di ossidi di azoto.

I dati di NO<sub>2</sub> rilevati con il laboratorio mobile nel monitoraggio in analisi confermano i due siti di via V.Veneto e via Giovanni XXIII come postazioni condizionate dal traffico urbano, con concentrazioni superiori a quelle rilevate dalla stazione di fondo urbano di Cuneo e, nel sito di via V.Veneto, superiori a quelle di tutte le stazioni provinciali.

Sono tuttavia evidenti nelle due postazioni, le riduzioni dei livelli degli ossidi di azoto rispetto ai risultati dei precedenti monitoraggi e le concentrazioni medie annuali, stimate in riferimento al 2016, indicano, per entrambi i siti di Borgo San Dalmazzo il rispetto del limite normativo annuale di 40 µg/m<sup>3</sup>. Negli ultimi dati misurati, inoltre, a differenza dei precedenti, non è stato possibile individuare contributi attribuibili in modo inequivocabile alle emissioni del cementificio attivo.

I dati delle emissioni dei due forni dello stabilimento cementiero di Robilante, ricavate dal Sistema di Monitoraggio in Continuo delle Emissioni in atmosfera (S.M.C.E) di cui l'impianto è dotato in adempimento alle prescrizioni autorizzative, evidenziano, per il periodo dell'ultimo monitoraggio, una situazione emissiva nettamente differente, ovvero "ridotta", rispetto a quella del periodo delle precedenti campagne. Complessivamente, le emissioni annuali delle industrie locali del comparto cementiero hanno subito progressive riduzioni negli anni, dettagliate nella Parte I di questo documento, e nell'anno 2014 un ulteriore miglioramento è stato determinato dalla riduzione del limite alle emissioni degli ossidi di azoto, imposta all'azienda con il rinnovo dell'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA). I miglioramenti riscontrati negli anni dei livelli di ossidi di azoto, rilevati dalla stazione fissa di Borgo San Dalmazzo e dalle campagne con il laboratorio mobile, sono

---

comprensibili se si considerano le riduzioni dei quantitativi emessi in atmosfera dagli impianti illustrate nel documento.

Si ricorda che l'importanza nella riduzione delle emissioni degli ossidi di azoto sta non solamente nel fatto che sono di per sé inquinanti tossici, ma in quanto sono importanti precursori dell'ozono e delle polveri. Essi infatti, in atmosfera, subiscono delle trasformazioni chimiche che portano alla formazione di inquinanti "secondari": l'ozono nell'estate e, in inverno, 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.

Come spiegato nella Parte I, per l'inquinamento da polveri sottili e da ozono, permane tuttora nella nostra regione, come in tutto il bacino Padano, la criticità per il mancato rispetto dei limiti normativi stabiliti per la tutela della salute umana. Per poter pervenire al rispetto di tali limiti occorre realizzare, sempre più in modo omogeneo e congiunto in tutto il bacino Padano, misure di contrasto all'inquinamento atmosferico prestando molta attenzione ai precursori degli inquinanti secondari (NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, COVNM, NH<sub>3</sub>).

## ALLEGATO I - Sintesi dei risultati della campagna

<b>Borgo San Dalmazzo, via Via Vittorio Veneto c/o scuole</b>	
<b>26/02/2016 ÷ 4/04/2016</b>	
	<b>SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	2
Massima media giornaliera	5
Media dei valori orari	4
Massima media oraria	10
Percentuale ore valide	86%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	<b>0</b>
	<b>CO (mg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	0.3
Massima media giornaliera	0.6
Media dei valori orari	0.5
Massima media oraria	1.1
Percentuale ore valide	98%
Minimo medie 8 ore	0.2
Media delle medie 8 ore	0.5
Massimo medie 8 ore	0.8
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	<b>0</b>
	<b>Benzene (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	0.7
Massima media giornaliera	1.4
Media dei valori orari	0.9
Massima media oraria	3.3
Percentuale ore valide	29%
	<b>NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	24
Massima media giornaliera	54
Media dei valori orari	39
Massima media oraria	114
Percentuale ore valide	98%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	<b>0</b>

	<b>O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	21
Massima media giornaliera	78
Media dei valori orari	52
Massima media oraria	107
Percentuale ore valide	98%
Minimo medie 8 ore	13
Media delle medie 8 ore	52
Massimo medie 8 ore	99
Percentuale medie 8 ore valide	99%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h &gt; 120)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	<b>0</b>
	<b>PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	49
Media delle medie giornaliere:	28
Numero giorni validi	37
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	<b>0</b>

**Borgo San Dalmazzo, via Giovanni XXIII c/o scuole**

**14/04/2016 ÷ 15/06/2016**

	<b>SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	4
Massima media giornaliera	7
Media dei valori orari	5
Massima media oraria	12
Percentuale ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	<b>0</b>
	<b>CO (mg/m<sup>3</sup>)</b>



Minima media giornaliera	0.3
Massima media giornaliera	0.6
Media dei valori orari	0.4
Massima media oraria	0.8
Percentuale ore valide	92%
Minimo medie 8 ore	0.2
Media delle medie 8 ore	0.4
Massimo medie 8 ore	0.7
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	<b>0</b>
	<b>Benzene (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>
Minima media giornaliera	0.3
Massima media giornaliera	0.8
Media dei valori orari	0.5
Massima media oraria	1.9
Percentuale ore valide	78%
	<b>NO<sub>2</sub> (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>
Minima media giornaliera	13
Massima media giornaliera	34
Media dei valori orari	23
Massima media oraria	70
Percentuale ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	<b>0</b>
	<b>O<sub>3</sub> (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>
Minima media giornaliera	43
Massima media giornaliera	99
Media dei valori orari	65
Massima media oraria	128
Percentuale ore valide	80%
Minimo medie 8 ore	10
Media delle medie 8 ore	65
Massimo medie 8 ore	121
Percentuale medie 8 ore valide	80%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	<b>1</b>
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h &gt; 120)</u>	<b>1</b>
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	<b>0</b>

	<b>PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	39
Media delle medie giornaliere:	17
Numero giorni validi	61
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	<b>0</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 salute</b> <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> <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.</p>
<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>	Periodo di mediazione temporale	<b>Valore limite</b>	N° superamenti ammessi	Data di raggiungimento limite
<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 e dai 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 spazio temporale</b>	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 salute ambiente materiali</b>	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 coinvolti</b> , 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 chemiluminescenza</b>	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 stabile</b>  	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> <i>O<sub>3</sub></i>	L'Ozono è un gas molto reattivo, fortemente ossidante, di odore pungente caratteristico, la cui molecola è costituita da tre atomi di ossigeno.
<b>Fonte</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i>	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.
<b>Tipologia</b> <i>secondario</i>	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> .
<b>Permanenza spazio temporale</b>	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.
<b>Effetti</b> <i>salute</i> <i>ambiente</i> <i>materiali</i>	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.
<b>Misura</b> <i>assorbimento</i> <i>caratteristico</i>	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 O <sub>3</sub> ed è misurata da un apposito rivelatore. L'unità di misura con la quale sono espresse le concentrazioni di O <sub>3</sub> è il microgrammo al metro cubo (µg/m <sup>3</sup> ).
<b>Situazione generale</b>  <i>stabile</i> 	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 O <sub>3</sub> possa variare considerevolmente e sia difficilmente controllabile.



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>16</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

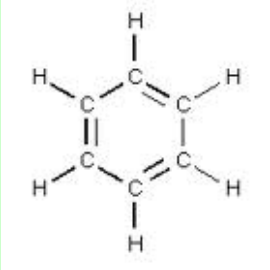
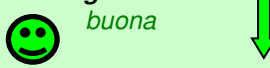
<sup>16</sup> ISPRA - inventario emissioni in atmosfera-CONAIR IPPC- dati 1980-2008

## 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	<i>Periodo di mediazione temporale</i>	<b>Valore limite</b>	<i>N° superamenti ammessi</i>	<i>Data di raggiungimento limite</i>
<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