

## II RESPONSABILE

Prot. 114361 /H10.02

Cuneo, 28/12/2018

(trasmessa esclusivamente via PEC)

Ill.mo Signor Sindaco del Comune di  
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)

---

Spett.le Dipartimento Prevenzione  
Azienda ASL CN1 Cuneo

[aslcn1@legalmail.it](mailto:aslcn1@legalmail.it)

---

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

Rif. DOQUI: B5.16 – ATTIVITA' ANNO 2017 – H10\_2017\_01325/ARPA.

### **Oggetto: Trasmissione dei risultati relativi ai monitoraggi della qualità dell'aria svolti nella frazione Spinetta di Cuneo tra il giugno 2017 e l'agosto 2018**

Con la presente si inviano le risultanze dei monitoraggi della qualità dell'aria eseguiti nella Località Spinetta del Comune di Cuneo con il laboratorio mobile dal 10 luglio al 22 agosto 2017 e delle campagne di misura realizzate con campionatori passivi nel 2017 e 2018.

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

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

Distinti saluti

**Il Dirigente Responsabile  
della S.S. "Attività di Produzione Sud Ovest"  
Dott. Ivo Riccardi  
(firmato digitalmente)**

LB/lb

Allegati:  
Relazione tecnica (pagine 35 Allegato pagine 11)

#### **Arpa Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento territoriale Piemonte Sud Ovest – Struttura Semplice Attività di Produzione**

Via Vecchia di Borgo San Dalmazzo, 11 - 12100 Cuneo - Tel. 0171329211

[dip.cuneo@arpa.piemonte.it](mailto:dip.cuneo@arpa.piemonte.it) - PEC [dip.cuneo@pec.arpa.piemonte.it](mailto:dip.cuneo@pec.arpa.piemonte.it) – [www.arpa.piemonte.gov.it](http://www.arpa.piemonte.gov.it)

**STRUTTURA COMPLESSA “Dipartimento territoriale Piemonte Sud Ovest”**

**Struttura Semplice H.10.02 “Attività di Produzione Sud Ovest”**

**OGGETTO: Monitoraggi della qualità dell'aria nella Frazione Spinetta del comune di Cuneo tra il giugno 2017 e l'agosto 2018**

<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</b>	
	<b>Funzione: Collab. Tecnico Professionale Nome: Martini Sara</b>	
<b>Verifica ed approvazione</b>	<b>Funzione: Responsabile Produzione Nome: Riccardi Ivo</b>	

**Arpa Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento territoriale Piemonte Sud Ovest – Struttura Semplice Attività di Produzione**

Via Vecchia di Borgo San Dalmazzo, 11 - 12100 Cuneo - Tel. 0171329211

[dip.cuneo@arpa.piemonte.it](mailto:dip.cuneo@arpa.piemonte.it) - PEC [dip.cuneo@pec.arpa.piemonte.it](mailto:dip.cuneo@pec.arpa.piemonte.it) – [www.arpa.piemonte.gov.it](http://www.arpa.piemonte.gov.it)

## INDICE

<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>2</b>
<b>ANALISI DEI DATI DELLA QUALITA' DELL'ARIA .....</b>	<b>6</b>
BIOSSIDO DI AZOTO – NO <sub>2</sub> .....	6
MATERIALE PARTICOLATO – PM <sub>10</sub> .....	16
BIOSSIDO DI ZOLFO – SO <sub>2</sub> MONOSSIDO DI CARBONIO – CO e BENZENE .....	18
OZONO – O <sub>3</sub> .....	19
<b>SITUAZIONE METEOROLOGICA E DATI LOCALI .....</b>	<b>21</b>
<b>DETERMINAZIONE DELLA CONCENTRAZIONE DI BIOSSIDO DI AZOTO IN ATMOSFERA MEDIANTE CAMPIONATORI PASSIVI .....</b>	<b>24</b>
<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>34</b>
<i>ALLEGATO I - Sintesi dei risultati della campagna .....</i>	<i>1</i>
<i>ALLEGATO II - Inquinanti della qualità dell'aria e limiti normativi.....</i>	<i>3</i>

## INTRODUZIONE

La relazione illustra, nella prima parte, i risultati del monitoraggio della qualità dell'aria effettuato con il laboratorio mobile nel periodo compreso tra il 10 luglio ed il 22 agosto 2017. Una seconda parte è dedicata ai risultati ottenuti dalle campagne di misura eseguite con campionatori passivi nelle estati 2017 e 2018 sul territorio del cuneese, che hanno coinvolto anche il sito di Spinetta.

È stato scelto di eseguire con il laboratorio mobile della qualità dell'aria una nuova campagna di monitoraggio nel sito delle scuole elementari di via Gauteri, per valutare ulteriormente l'influenza dei grossi impianti industriali del comparto cementiero e del vetro presenti in questo sito. In particolare il monitoraggio è stato eseguito nel periodo in cui il forno fusorio della vicina industria di produzione del vetro era spento, a causa della sua ristrutturazione, al fine di misurare i livelli di inquinamento in tale sito in assenza di tale "importante" sorgente locale.

Dai risultati del primo monitoraggio condotto nel sito di Spinetta<sup>1</sup> nel 2011, nonostante la prossimità con l'industria di produzione del vetro, non erano state evidenziate ricadute particolari delle emissioni di questa azienda, mentre era stata riscontrata una netta influenza delle emissioni dell'industria locale di produzione del cemento. Quest'ultima contribuiva a determinare livelli di concentrazione di biossido di azoto prossimi ai valori più elevati misurati dalle centraline fisse della rete provinciale. La peculiarità del sito era risultata infatti l'essere sottovento a tale polo industriale durante le ore notturne, tipicamente caratterizzate da brezza di monte e da stabilità atmosferica che impedisce la diluizione verticale dei fumi emessi in atmosfera e ne favorisce il trasporto da parte del vento a distanza dalla sorgente.

Evidenze di tali ricadute erano anche state rilevate dalle campagne di monitoraggio eseguite, tra il 2011 ed il 2014, con campionatori passivi di biossido di azoto sul territorio della bassa Valle Vermenagna e della pianura bovesana e cuneese<sup>2</sup>.

Il laboratorio mobile del Dipartimento Arpa di Cuneo 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>).

Si ricorda che le indagini che si svolgono con laboratorio mobile e con la strumentazione portatile descrivono in modo puntuale le situazioni di un limitato periodo temporale di acquisizione, producendo dati ovviamente influenzati dalle condizioni meteorologiche presenti nel periodo di osservazione. Per questo motivo la descrizione corretta della qualità dell'aria di una specifica località, non può far riferimento ai soli monitoraggi eseguiti in loco con campagne di durata limitata.

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

<sup>1</sup> [Studio sulla qualità dell'aria nel territorio della bassa Valle Vermenagna e del Cuneese – marzo 2011 ÷ maggio 2012](#). Arpa Dipartimento provinciale di Cuneo, 3 dicembre 2012 Prot. N. 123225

<sup>2</sup> [Determinazione della concentrazione di biossido di azoto in atmosfera mediante campionatori passivi – giugno 2014](#). Arpa Dipartimento provinciale di Cuneo, 30 gennaio 2015 Prot. N. 6893

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

Nella seconda parte, dedicata ai risultati ottenuti dalle campagne di misura eseguite con campionatori passivi di biossido di azoto sul territorio del comune di Cuneo e di altri comuni vicini, oltre ai risultati ottenuti nelle estati 2017 e 2018, sono riportati i risultati di tutte le campagne precedenti.

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 di questi inquinanti, 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>3</sup>, strumento open-source per l'analisi e l'elaborazione statistica dei dati di concentrazione di inquinanti in aria.

---

<sup>3</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

**CUNEO – Fraz. SPINETTA**

Ortofoto - indicazione del sito di monitoraggio con il laboratorio mobile



## LABORATORIO MOBILE

Localizzazione	Via Gauteri 10, cortile scuola primaria
Coordinate UTM WGS84	X= 386168 m; Y= 4914758 m
Periodo	dal 10 luglio al 22 agosto 2017



### Strumentazione Laboratorio mobile:

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

# ANALISI DEI DATI DELLA QUALITA' DELL'ARIA

## BIOSSIDO DI AZOTO – NO<sub>2</sub>

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

Le sequenze temporali delle concentrazioni medie orarie di NO<sub>2</sub> misurate nella frazione di Spinetta dal 10 luglio al 22 di agosto 2017 e presso la vicina centralina fissa di Cuneo-Alpini sono rappresentate nella figura 1. Un problema nell'alimentazione elettrica verificatosi a inizio agosto ha purtroppo determinato un'interruzione nei dati del laboratorio mobile.

Dal confronto degli andamenti orari si osserva come i picchi di concentrazione rilevati a Spinetta siano sfasati nel tempo rispetto a quelli di Cuneo. Le medie giornaliere rappresentate nella figura 2 evidenziano per Spinetta livelli molto inferiori rispetto ai dati della centralina di Cuneo e una netta riduzione che, in entrambi i siti, si verifica settimanalmente durante le domeniche.

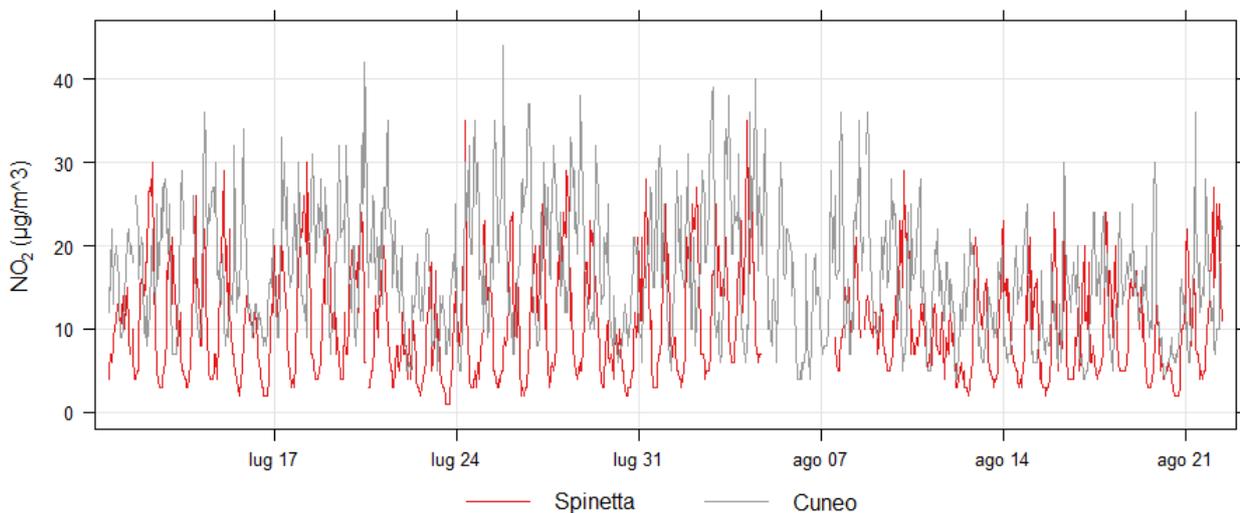


Figura 1) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Spinetta e presso la centralina di Cuneo.

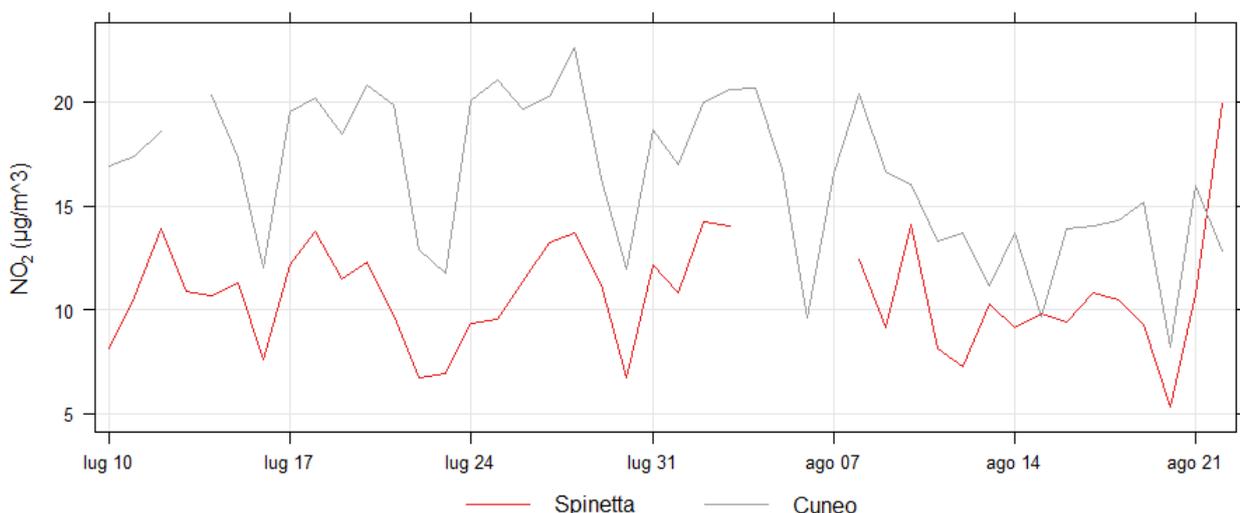


Figura 2) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie giornaliere rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Spinetta e presso la centralina di Cuneo.

Il biossido di azoto viene monitorato in tutte le stazioni della rete fissa della provincia di Cuneo, ognuna di esse è rappresentativa di una realtà specifica e, nell'insieme, forniscono un intervallo di concentrazioni che ben descrive la qualità dell'aria media incidente sul territorio della provincia.

Per confrontare le concentrazioni orarie misurate dal laboratorio mobile con quelle misurate dalle stazioni fisse nei medesimi periodi si è utilizzata la rappresentazione con grafici a box plot (figura 3).

Il box plot sintetizza la posizione dei più di 950 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>4</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.

Nella tabella presente sotto il grafico sono riportati i valori delle concentrazioni medie, mediane e massime orarie di NO<sub>2</sub> relativi ai diversi siti di misura. Nella tabella 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.

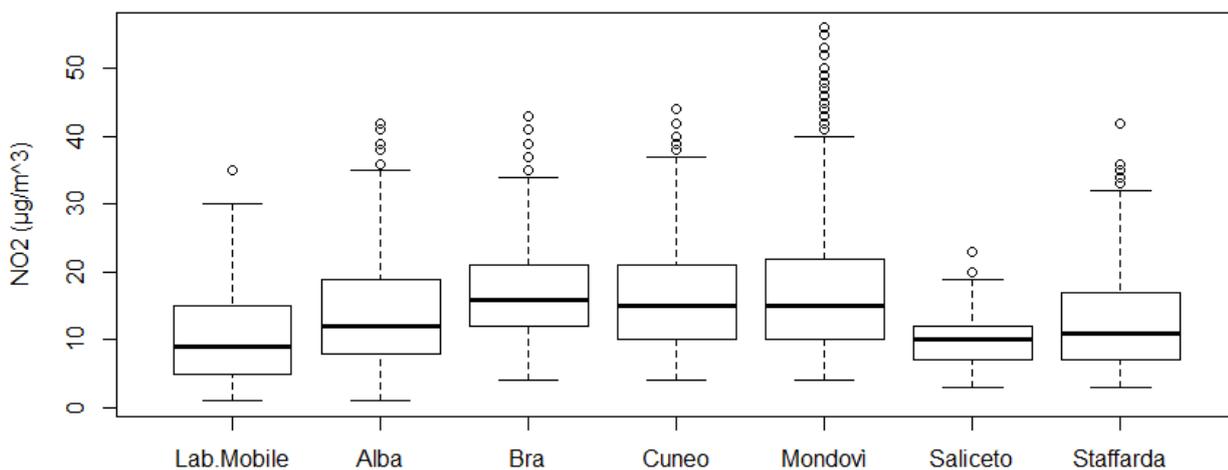


Figura 3) NO<sub>2</sub>: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate con il laboratorio mobile a Spinetta e presso le centraline della provincia (periodo 10 luglio ÷ 22 agosto '17)

NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 10 luglio ÷ 22 agosto '17	Spinetta	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovi (TU)	Saliceto (FR)	Staffarda (FR)
Media	<b>11</b>	14	17	16	17	10	13
Mediana	<b>9</b>	12	16	15	15	10	11
Massimo	<b>35</b>	42	43	44	56	23	42

Tabella 1) NO<sub>2</sub>: confronto tra le concentrazioni medie e massime orarie rilevate a Spinetta 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).

Il box plot relativo ai dati del laboratorio mobile evidenzia concentrazioni orarie contenute rispetto a quelle delle stazioni urbane della rete, e la presenza di un solo dato "anomalo" (maggiore del baffo superiore), ma con valore inferiore rispetto a quelli delle stazioni fisse.

<sup>4</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.

Relativamente al periodo di monitoraggio, si può affermare che il limite normativo orario è stato ampiamente rispettato, infatti la concentrazione massima oraria è di molto inferiore al limite di 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ed è tra le più basse registrate nel periodo nei diversi siti della provincia.

Per quanto riguarda le concentrazioni medie, fare un confronto diretto con il limite annuale di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  non è corretto, poiché la campagna di monitoraggio si riferisce ad un intervallo di tempo limitato rispetto all'intero anno ed è inoltre stata svolta completamente nel periodo estivo che, grazie al maggiore rimescolamento dell'atmosfera, è generalmente caratterizzato da livelli contenuti di ossidi di azoto. Si può tuttavia affermare che, relativamente al periodo in analisi, dal confronto con i dati delle centraline della rete fissa emerge una situazione caratterizzata da un livello medio di  $\text{NO}_2$  superiore solamente a quello di Saliceto.

Lo sfasamento tra i dati orari di Cuneo e Spinetta che si poteva individuare nella figura 1, si evidenzia meglio nei grafici delle settimane medie di figura 4, ottenute mediando i dati rilevati alla stessa ora dei diversi giorni della settimana. La fascia colorata dei grafici rappresenta l'intervallo di confidenza al 95% della media.

Le concentrazioni della settimana media di Cuneo presentano il tipico andamento ricorrente condizionato dalle attività antropiche, che generalmente 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. I dati di Spinetta, come già riscontrato nei precedenti monitoraggi, presentano invece un andamento anomalo, con concentrazioni basse e notevolmente inferiori a quelle di Cuneo nelle ore diurne, ma per lo più superiori nelle ore notturne ed in particolare nelle prime ore del giorno.

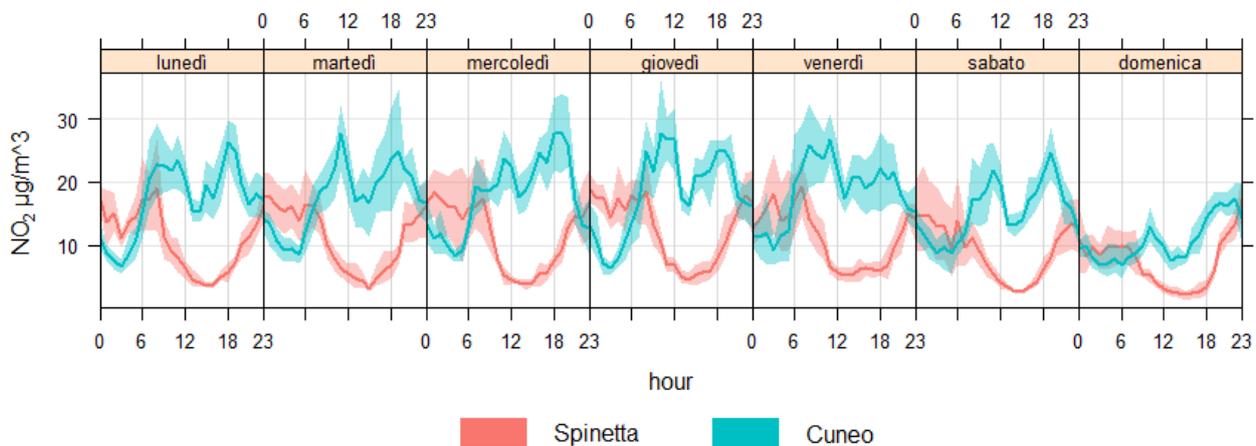


Figura 4)  $\text{NO}_2$ : settimana media su base oraria della campagna di monitoraggio di Spinetta confrontata con quelli della centralina fissa di Cuneo (periodo 10 luglio ÷ 22 agosto '17).

### **Influenza dell'industria locale e sua evoluzione nel tempo**

Le concentrazioni di biossido di azoto misurate a Spinetta nella campagna dell'estate 2017 sono mediamente molto contenute, tuttavia, dato il permanere di valori notturni superiori a quelli delle centraline e a seguito delle esperienze acquisite dalle precedenti campagne di misura nel sito, anche in questo caso si è reputato opportuno approfondire ulteriormente le elaborazioni dei dati.

Le concentrazioni orarie di  $\text{NO}_2$  misurate a Spinetta sono state analizzate in relazione ai corrispondenti dati di velocità e direzione del vento. Nel grafico di figura 5 le concentrazioni medie orarie di  $\text{NO}_2$  sono state rappresentate in coordinate polari dove ogni punto 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 di NO<sub>2</sub> corrispondente a quei valori di direzione e velocità del vento.

Da questo grafico emerge come mediamente le concentrazioni più elevate nel sito delle scuole di Spinetta si siano verificate in corrispondenza di vento proveniente da SudOvest e velocità comprese tra circa 1 e 3 m/s.

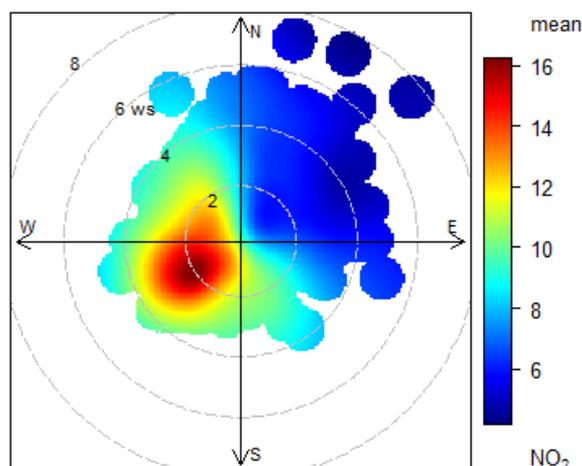


Figura 5) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie in funzione della direzione di provenienza del vento e della sua velocità.

Nel grafico di figura 6, a differenza del precedente, per ogni punto del piano è calcolata, anziché la concentrazione media, la probabilità che la concentrazione, misurata in corrispondenza di quella determinata velocità e direzione del vento, superi una determinata soglia (scelta in questo caso come 90° percentile di tutte le concentrazioni misurate, che per la campagna in corso corrisponde a 21 µg/m<sup>3</sup>).

Il grafico dimostra come le concentrazioni medie orarie superiori al 90° percentile, cioè le più elevate, si siano verificate con maggior probabilità in condizioni di vento da SudOvest, ovvero dalla direzione dell'imbocco della Valle Vermenagna, e velocità compresa tra 1 e 3 m/s circa.

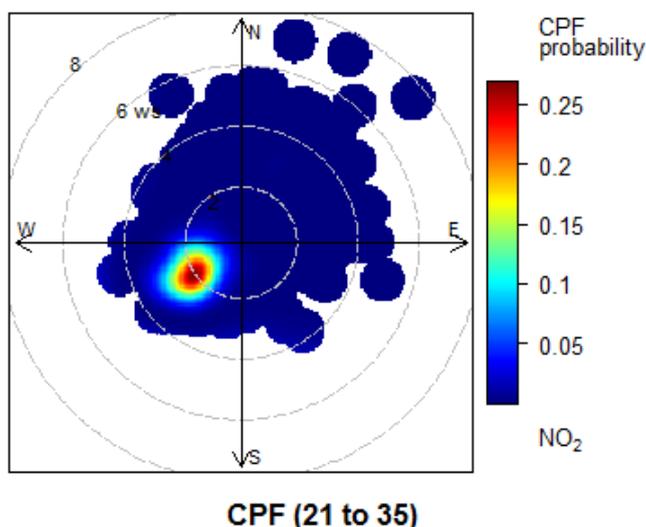


Figura 6) NO<sub>2</sub>: probabilità del verificarsi di concentrazioni superiori a 21 µg/m<sup>3</sup> in funzione della direzione di provenienza del vento e della sua velocità (CPF Conditional Probability Function).

All'opposto, nel grafico di figura 7 il colore rosso indica che le condizioni che con maggior probabilità hanno determinato concentrazioni di NO<sub>2</sub> inferiori a 9 µg/m<sup>3</sup> sono state quelle con vento proveniente dal quadrante NordEst.

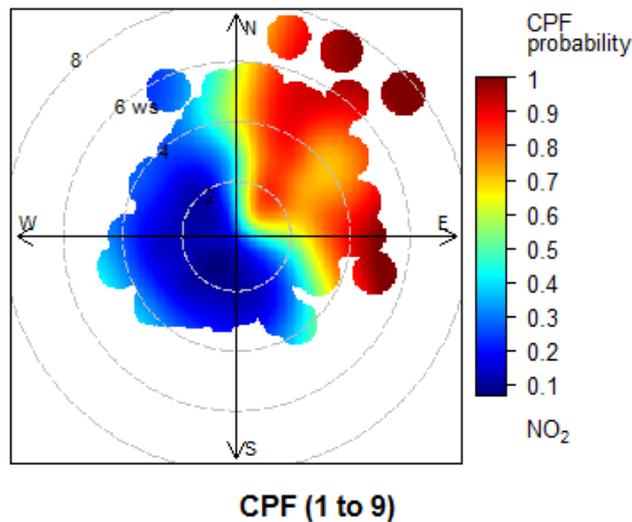


Figura 7) NO<sub>2</sub>: probabilità del verificarsi di concentrazioni comprese tra 1 e 9 µg/m<sup>3</sup> in funzione della direzione di provenienza del vento e della sua velocità (CPF Conditional Probability Function).

Vista la direzione di provenienza del vento corrispondente agli episodi con maggiori concentrazioni di NO<sub>2</sub>, come già era stato fatto per l'analisi dei dati misurati nelle precedenti campagne, ai dati orari registrati dal laboratorio mobile sono state associate le corrispondenti informazioni relative al funzionamento dei forni dello stabilimento cementiero locale e i quantitativi di ossidi di azoto da essi emessi in atmosfera. La situazione emissiva del cementificio, durante l'ultimo monitoraggio con il laboratorio mobile a Spinetta, è stata però caratterizzata dal funzionamento costante di un solo forno e da una limitata variabilità nel tempo dei quantitativi emessi (emissione media di 78 kg/h, massima di 122 kg/h, deviazione standard di 9.4 kg/h). Tale situazione non ha permesso di verificare la presenza di una variazione delle ricadute locali degli inquinanti al variare dei quantitativi emessi a camino, che nei precedenti monitoraggi era stata ben evidenziata<sup>5</sup>. Si riprendono a titolo di esempio, nella figura 8, alcuni grafici dei dati della campagna del 2015 che dimostrano come il variare delle emissioni dell'azienda possa influenzare i valori delle concentrazioni misurate nel sito di Spinetta (i dati della campagna del 2017 ricadono per lo più nella classe individuata in figura come "a").

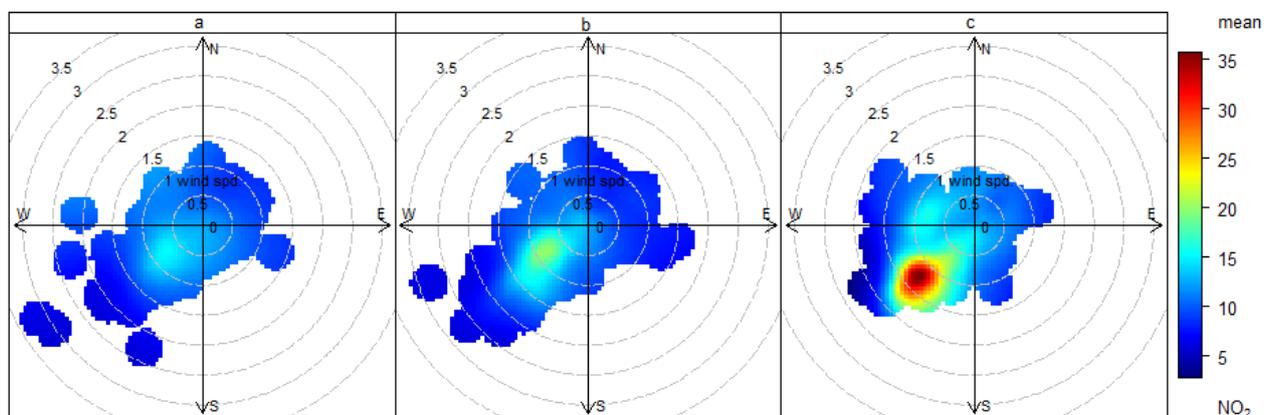


Figura 8) NO<sub>2</sub> - Spinetta 4 giugno ÷ 30 luglio 2015: concentrazioni medie in funzione della direzione di provenienza del vento e della sua velocità per tre intervalli emissivi del cementificio. a) emissioni di NO<sub>x</sub> inferiori a 90 kg/h, b) emissioni comprese tra 90 e 180 kg/h; c) emissioni superiori a 180 kg/h.

<sup>5</sup> [Cuneo – Fraz. Spinetta. Monitoraggio della qualità dell'aria nel periodo 4 giugno - 30 luglio 2015](#). Arpa Dipartimento provinciale di Cuneo

Nella figura 9 è stato invece riportato un grafico della campagna del 2011 che rappresenta il confronto dei giorni medi di NO<sub>2</sub> a Spinetta nel caso in cui entrambi i forni del cementificio erano spenti e nel caso in cui un solo forno era acceso. Anche questo grafico evidenzia chiaramente l'influenza che le emissioni del cementificio possono avere sulle concentrazioni misurate a Spinetta nelle ore notturne.

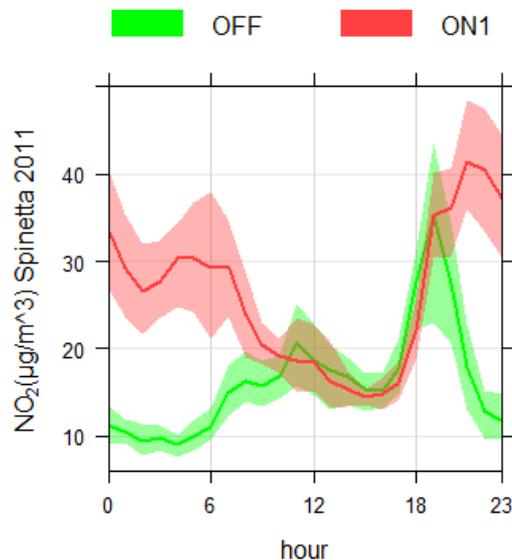


Figura 9) NO<sub>2</sub> - Spinetta 7 settembre ÷ 2 ottobre 2011: confronto tra i giorni medi di Spinetta nei casi di cementificio con forni spenti (in verde) ed un forno acceso (in rosso)

Tornando ai dati del 2017, un confronto con il monitoraggio eseguito nell'estate 2015, considerando solamente le ore aventi la medesima configurazione emissiva del cementificio (un solo forno acceso), è riportato nella figura seguente dove sono rappresentati i grafici dei giorni medi delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> di Spinetta e Cuneo (campagna del 2017 nel grafico di sinistra, campagna del 2015 nel grafico di destra). Entrambe le campagne sono state svolte in periodo estivo e in tutte e due il giorno medio di Spinetta presenta concentrazioni maggiori di quelle di Cuneo fin verso le ore 6. La situazione delle ore diurne della campagna del 2017, seppure con differenze non molto elevate, interessa valori inferiori di concentrazione rispetto alla campagna del 2015, sia per il sito di Cuneo che, in particolare, per quello di Spinetta.

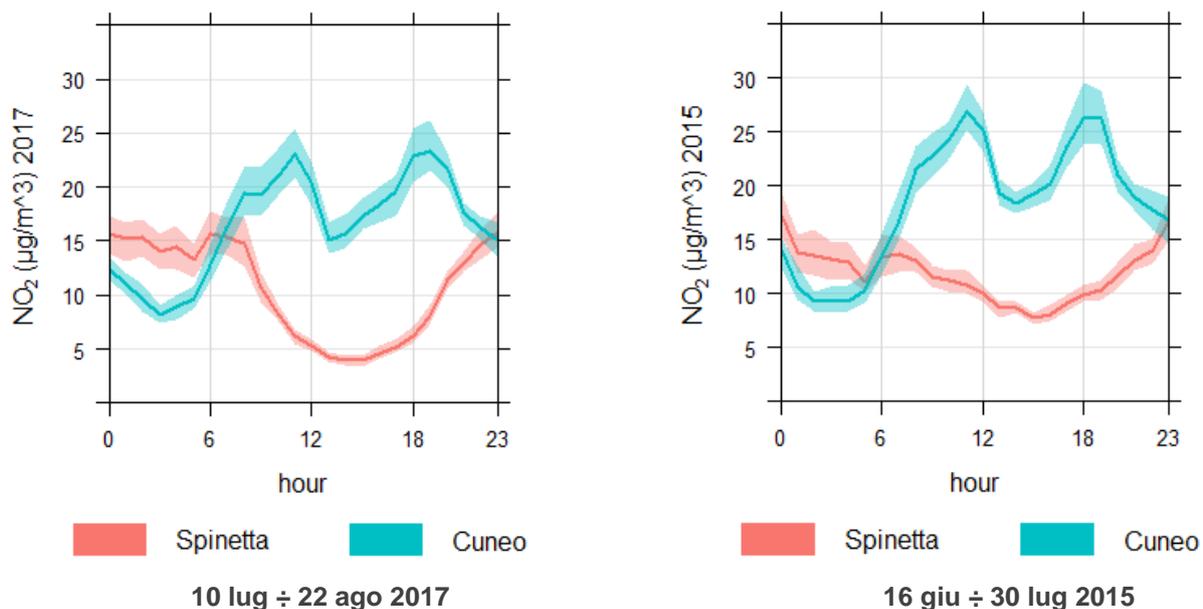


Figura 10) NO<sub>2</sub>: confronto tra i giorni medi di Spinetta e Cuneo nella situazione di un solo forno acceso, durante la campagna del 2017 (grafico di sinistra) e del 2015 (grafico di destra)

I dati della campagna di monitoraggio del 2017, in particolare l'andamento del giorno medio di Spinetta e la direzione di provenienza del vento corrispondente agli episodi con maggiori concentrazioni di NO<sub>2</sub>, confermano che il sito in cui è stato eseguito il monitoraggio con il laboratorio mobile è direttamente condizionato dalle emissioni dell'industria di produzione del cemento. Ciò a causa del regime di brezza monte-valle che caratterizza la zona e della sua particolarità di essere sottovento al sito industriale durante le ore notturne (si veda la rosa dei venti di figura 21). La stabilità dell'atmosfera, tipica di tali ore, impedisce la diluizione verticale dei fumi emessi e ne favorisce il trasporto da parte del vento a distanza dalla sorgente, determinando concentrazioni rilevanti nei siti sottovento.

La diminuzione dei livelli di concentrazione di biossido di azoto nelle ore diurne che si è riscontrata nei dati del 2017, potrebbe invece essere attribuibile alla temporanea assenza del contributo emissivo della vetreria. Nel sito di Spinetta, come pure in quello della centralina fissa di Cuneo, le emissioni del camino dello stabilimento di produzione del vetro dovrebbero infatti determinare ricadute in particolare durante le ore diurne, quando la brezza proviene dal quadrante NordEst. Tuttavia i dati misurati in entrambi i siti non hanno mai evidenziato ricadute ricorrenti in particolari ore, attribuibili direttamente a tale sorgente. Verosimilmente ciò è dovuto all'altezza molto elevata del punto di emissione che, favorendo la diluizione degli inquinanti in volumi molto ampi, ne distribuisce la ricaduta su una zona estesa di territorio, determinando contributi alle concentrazioni che non è possibile distinguere, ma che sicuramente partecipano alla composizione di un "fondo" locale.

I quantitativi di ossidi di azoto emessi in atmosfera dal cementificio di Robilante e dallo stabilimento di produzione del vetro del comune di Cuneo sono sempre stati molto rilevanti sul quadro emissivo regionale (il solo contributo del cementificio di Robilante nell'ultimo aggiornamento dell'Inventario Regionale delle Emissioni – IREA2013 - costituiva ancora il 10.2% delle emissioni provenienti dal settore industriale). Tuttavia le modifiche impiantistiche e gestionali adottate negli anni dalle aziende, anche in ottemperanza 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), hanno portato a riduzioni importanti.

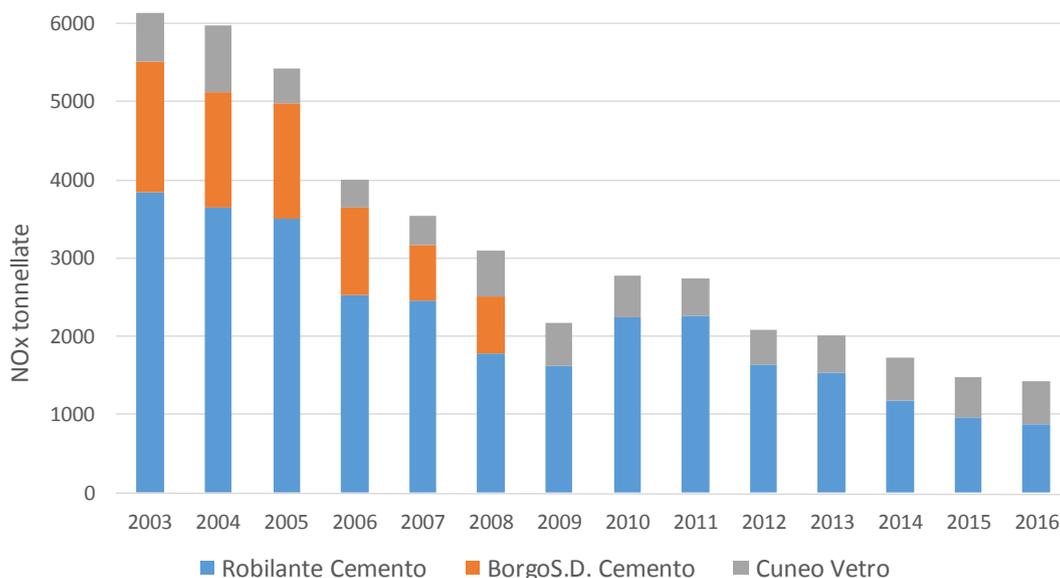


Figura 11) Emissioni annuali di ossidi di azoto dai forni del cementificio di Robilante, di Borgo San Dalmazzo e dal forno fusorio della vetreria di Cuneo.

Nella figura 11 è rappresentata l'evoluzione nel tempo delle tonnellate di ossidi di azoto emesse per ogni anno compreso dal 2003 al 2016, dal forno fusorio della vetreria, dai forni del cementificio di Robilante e anche dai forni del cementificio di Borgo San Dalmazzo (spenti dal 2009). Tali dati sono disponibili da quando le aziende, in adempimento alle prescrizioni autorizzative, hanno dovuto dotarsi di sistemi di monitoraggio in continuo delle emissioni (S.M.C.E.).

Come meglio dettagliato nella relazione *“Evoluzione della qualità dell'aria nei comuni di Borgo San Dalmazzo, di Cuneo e zone limitrofe”*<sup>6</sup>, le diminuzioni delle emissioni in atmosfera ottenute hanno portato un'evidente riduzione delle ricadute sul territorio locale ed un miglioramento significativo della qualità dell'aria è stato infatti riscontrato dalle centraline fisse di misura.

Successivi miglioramenti si sono verificati a partire dall'aprile 2017, quando il cementificio di Robilante, che con il rinnovo dell'AIA ottenuto nel 2014 aveva già subito una riduzione considerevole del limite autorizzativo alle emissioni di ossidi di azoto (dai 700 mg/Nm<sup>3</sup>, in vigore fino a giugno 2014, ai 500 mg/Nm<sup>3</sup>), ha dovuto adottare un'ulteriore diminuzione a 450 mg/Nm<sup>3</sup>.

Inoltre, il rifacimento del forno fusorio della vetreria realizzato nel 2017, con il conseguente efficientamento energetico dell'impianto, ha comportato una riduzione dei quantitativi di ossidi di azoto emessi dall'azienda (pari al 44% nell'ipotesi di portata massima autorizzata).

Il monitoraggio svolto a Spinetta nel 2017 è stato pertanto eseguito in una situazione che si può considerare di “minimo” emissivo: temporanea assenza di emissioni dal forno della vetreria, cementificio di Robilante attivo con il forno più piccolo e con il nuovo limite di 450 mg/Nm<sup>3</sup> già in vigore, assenza di emissioni dal riscaldamento domestico.

Durante la prima campagna di monitoraggio a Spinetta, svolta nel periodo compreso tra il 9 settembre 2011 e l'11 gennaio 2012, i livelli emissivi erano invece superiori agli attuali e nel sito di Spinetta erano stati riscontrati livelli di concentrazioni di NO<sub>2</sub> prossimi ai valori più elevati misurati dalle centraline fisse della rete provinciale<sup>1</sup>.

Siccome la stagione e le condizioni meteorologiche hanno una forte influenza sulle concentrazioni degli inquinanti, non è possibile eseguire un confronto diretto tra i valori assoluti ottenuti nelle differenti campagne, mentre è ragionevole confrontare il loro rapporto con i valori misurati negli stessi periodi dalle stazioni fisse della rete di monitoraggio, in particolare prendendo come riferimento i livelli misurati dalla vicina stazione fissa di Cuneo. Per questo motivo le distribuzioni di tutte le concentrazioni orarie di NO<sub>2</sub> rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Spinetta e dalle stazioni della rete durante la prima campagna del 2011-2012 sono confrontate nella figura 12, e nella tabella 2 ne sono riportati i valori medi e massimi di NO<sub>2</sub> (si confrontino con tabella e grafico di pag. 7). Questo primo monitoraggio era stato svolto per buona parte all'interno del periodo dell'anno peggiore per l'inquinamento atmosferico, pertanto le concentrazioni presentavano, anche presso le centraline fisse, valori molto più alti di quelli misurati durante le due campagne del 2015 e del 2017, svolte entrambe in estate, stagione in cui gli inquinanti vengono diluiti in uno strato di atmosfera di dimensioni maggiori e presentano quindi concentrazioni inferiori.

<sup>6</sup> [Evoluzione della qualità dell'aria nei comuni di Borgo San Dalmazzo, Cuneo e zone limitrofe](#)  
Arpa Dipartimento provinciale di Cuneo, 21 aprile 2017 Prot. N. 35032

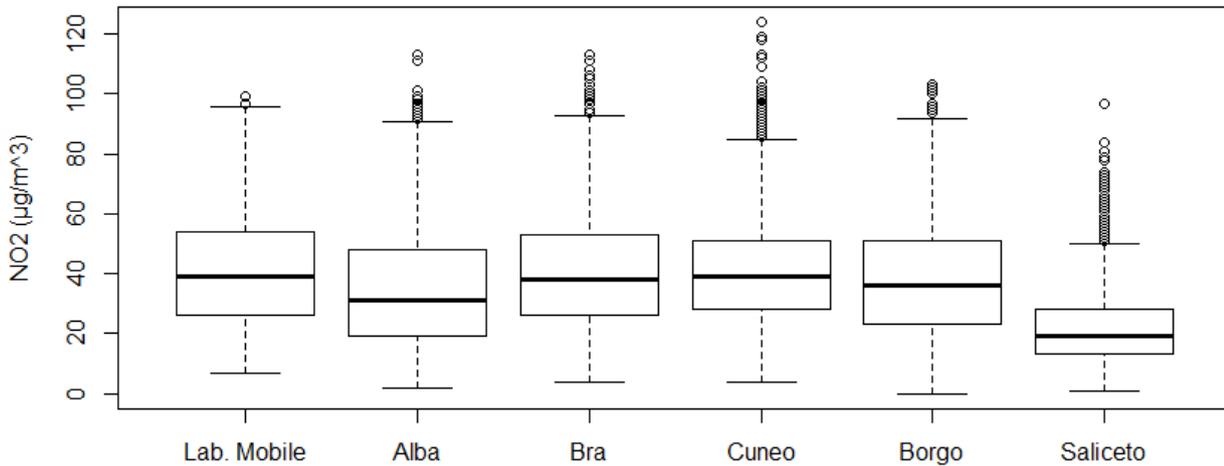


Figura 12) NO<sub>2</sub>: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate dal laboratorio mobile a Spinetta nella prima campagna di monitoraggio e presso le centraline della provincia di Cuneo allora in funzione (periodo **9 settembre '11 ÷ 11 gennaio '12**)

NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 9 sett. '11 ÷ 11 genn. '12	Spinetta	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Borgo S.D. (TU)	Saliceto (FR)
Media	<b>40</b>	41	38	35	41	22
Massimo	<b>99</b>	124	103	113	113	97

Tabella 2) NO<sub>2</sub>: confronto tra le concentrazioni medie e massime orarie rilevate a Spinetta nella prima campagna di monitoraggio e presso le centraline della provincia di Cuneo allora in funzione (tra parentesi è indicata la tipologia delle stazioni: TU= traffico urbano, FU= fondo urbano, FR= fondo rurale).

Nella figura 13 e nella tabella 3 sono riportati i dati relativi alla campagna svolta a Spinetta nell'estate 2015, durante la quale il forno della vetreria era in funzione ed il cementificio aveva lavorato, in un primo periodo, con entrambi i forni accesi in contemporanea e nel secondo con un solo forno ed aveva già adottato la prima e più cospicua riduzione delle emissioni richiesta dalla nuova Autorizzazione. Il box plot relativo ai dati del laboratorio mobile evidenziava, per la maggior parte dei dati, valori contenuti rispetto a quelli delle stazioni fisse della rete, ma anche la presenza di numerosi dati "anomali" (maggiori al baffo superiore), con valori anche superiori a quelli delle stazioni della rete (situazione non riscontrata nel 2017 – cfr. figura 3).

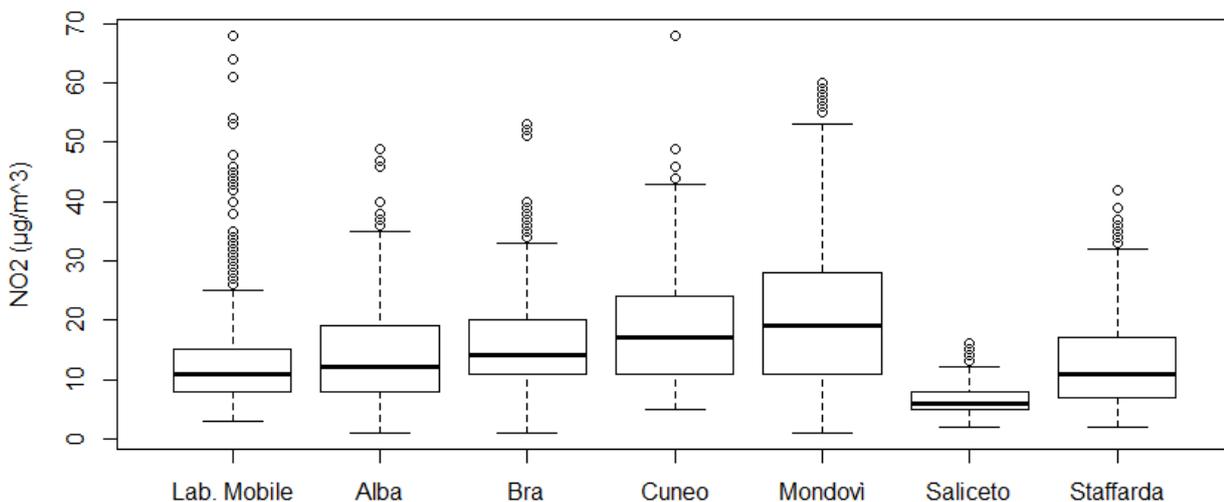


Figura 13) NO<sub>2</sub>: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate con il laboratorio mobile a Spinetta nella seconda campagna di monitoraggio e presso le centraline della provincia di Cuneo (periodo **4 giugno ÷ 30 luglio '15**)

NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 4 giugno ÷ 30 luglio '15	Spinetta	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)	Staffarda (FR)
Media	<b>13</b>	14	16	18	20	7	13
Massimo	<b>68</b>	49	53	68	60	16	42

Tabella 3) NO<sub>2</sub>: confronto tra le concentrazioni medie e massime orarie rilevate a Spinetta nella seconda campagna di monitoraggio 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).

Elaborando i dati con test statistici, nella campagna eseguita nel 2011 le concentrazioni del biossido di azoto misurate nella località di Spinetta erano risultate significativamente superiori in media a quelle rilevate presso la centralina di Cuneo. Nella campagna del 2015 le concentrazioni del sito di Spinetta risultavano invece statisticamente inferiori, in media, a quelle di Cuneo, come anche nell'ultima campagna del 2017.

Rispetto ai dati del 2011, ed in rapporto alle concentrazioni misurate a Cuneo, le concentrazioni rilevate a Spinetta nelle campagne del 2015 e del 2017 presentano riduzioni significative (circa 37% e 40% rispettivamente).

In particolare il miglioramento sostanziale è stato evidenziato già nel 2015, sebbene il forno della vetreria fosse in funzione. Tale miglioramento era risultato coerente con la riduzione riscontrata sui quantitativi di ossidi di azoto emessi dai camini dei forni dell'impianto locale di produzione del cemento, avvenuta in seguito alle modifiche del limite autorizzativo imposto alle emissioni dell'impianto con il rinnovo dell'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA).

L'ulteriore miglioramento riscontrato a Spinetta nel 2017 è stato decisamente più contenuto, nonostante l'assenza del contributo emissivo del forno della vetreria. Ciò può essere attribuito all'altezza molto elevata del relativo punto di emissione che, favorendo la diluizione degli inquinanti in volumi molto ampi, ne distribuisce la ricaduta su una zona estesa di territorio, determinando quindi contributi alle concentrazioni localmente meno elevati, ma "spalmati" su un territorio più vasto.

## 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 14 le concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> del sito di Spinetta sono confrontate con l'intervallo di concentrazioni definito dai dati rilevati dalle stazioni della rete fissa della provincia di Cuneo.

Nel grafico è indicato il limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> che la normativa prevede non venga superato per più di 35 giorni all'anno. Sono riportati inoltre i millimetri di precipitazione giornaliera cumulata registrati dalla stazione pluviometrica di Cuneo Cascina Vecchia ed un indicatore di presenza di Foehn nel territorio regionale.

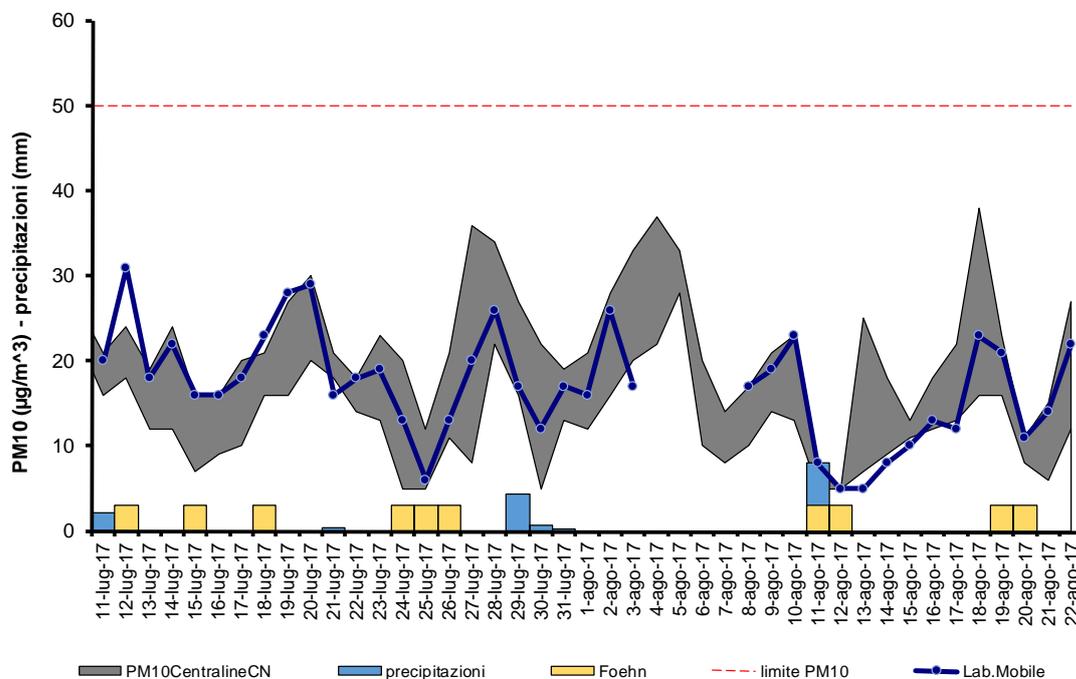


Figura 14) PM<sub>10</sub>: concentrazioni medie giornaliere rilevate a Spinetta; intervallo di concentrazioni definito dai dati delle centraline della provincia di Cuneo; precipitazioni giornaliere registrate dalla stazione meteo di Cuneo ed episodi di Foehn.

In questo grafico si può osservare come le variazioni nel tempo delle concentrazioni giornaliere registrate nel sito di Spinetta siano coerenti con gli andamenti dei dati del PM<sub>10</sub> della rete fissa provinciale, e i valori ricadano per lo più nell'intervallo di valori definito da queste stazioni.

La coerenza tra gli andamenti, che si verifica anche a livello regionale, 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 mesi 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. Precipitazioni atmosferiche e vento forte sono generalmente fenomeni efficaci di rimozione delle polveri sottili.

Sempre nella figura 14 si può osservare come, a causa della stagione favorevole alla diluizione degli inquinanti in cui si è svolto il monitoraggio e dei frequenti episodi di rimozione, su tutto il territorio coperto dalle centraline considerate, e anche nel sito di Spinetta, le concentrazioni siano state sempre molto al di sotto del limite giornaliero di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La distribuzione delle concentrazioni giornaliere di  $\text{PM}_{10}$  ottenute nella campagna di Spinetta, è rappresentata, nella figura seguente, con grafici a box e confrontata con quelle ottenute, nello stesso periodo, da ciascuna centralina della rete fissa della provincia di Cuneo in cui il particolato viene misurato. Nella tabella presente sotto la figura, per ogni punto di misura sono riportate le concentrazioni medie e massime giornaliere di  $\text{PM}_{10}$  e il numero di dati disponibili.

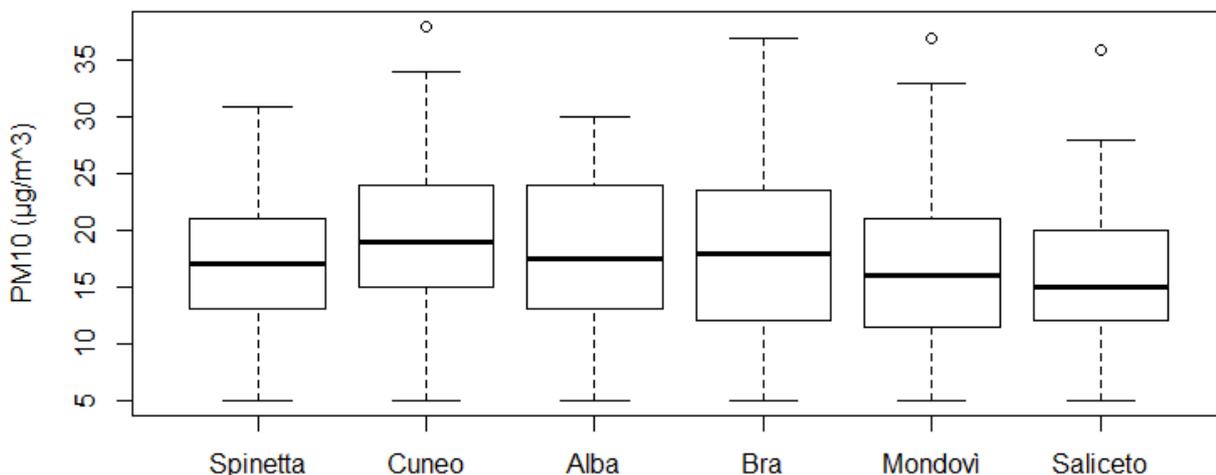


Figura 15)  $\text{PM}_{10}$ : confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni giornaliere rilevate a Spinetta, e presso le centraline della provincia di Cuneo (periodo 11 luglio ÷ 21 agosto '17)

$\text{PM}_{10}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 11 luglio ÷ 21 agosto '17	Spinetta	Cuneo (FU)	Mondovi (TU)	Saliceto (FR)	Alba (FU)	Bra (TU)
Media	<b>17</b>	20	17	15	18	18
Massimo	<b>31</b>	38	37	36	30	37
N. dati	<b>38</b>	32	42	42	41	35

Tabella 4)  $\text{PM}_{10}$ : confronto tra concentrazioni medie e massime giornaliere rilevate a Spinetta 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).

Generalmente, nei periodi critici per l'inquinamento da polveri sottili, tra le centraline della provincia, quelle di Cuneo e Mondovi, 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 2017, del limite stabilito per le concentrazioni giornaliere conferma una situazione di criticità per il  $\text{PM}_{10}$ .

Nel periodo estivo in esame le differenze tra le diverse centraline sono limitate e i dati di Spinetta risultano statisticamente confrontabili in media con quelle di tutte le stazioni della rete ad eccezione di quella di Cuneo, a cui risulta essere inferiore.

## **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 le 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 nel sito di Spinetta (valore massimo orario di 11 µg/m<sup>3</sup>), analogamente a quanto rilevato nei medesimi periodi presso le altre centraline della qualità dell'aria della provincia dove l'SO<sub>2</sub> viene monitorato, sono di due ordini di grandezza inferiori ai limiti normativi, e sono pertanto prossimi ai limiti di rilevabilità strumentali.

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

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

Nella campagna di Spinetta i valori rilevati sono analoghi a quanto rilevato nello stesso periodo dalle centraline della rete, con una massima concentrazione media su 8 ore pari a 0.5 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 nel sito di Spinetta non sussistano rischi di superamento del limite per tale inquinante. La concentrazione media ottenuta, pari a 0.7 µg/m<sup>3</sup>, è infatti del tutto analoga a quelle ottenute nello stesso periodo presso le altre stazioni.

## OZONO – O<sub>3</sub>

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

Il comportamento giornaliero si può appurare nella figura seguente, dove sono rappresentati i giorni medi delle concentrazioni misurate con il laboratorio mobile a Spinetta e di quelle registrate nello stesso periodo nella centralina fissa di Cuneo. I livelli di ozono di Spinetta nettamente inferiori a quelli di Cuneo durante le ore notturne possono essere attribuiti alle maggiori concentrazioni di ossidi di azoto che si verificano in queste ore a Spinetta rispetto al sito urbano, che determinano un maggiore consumo di ozono.

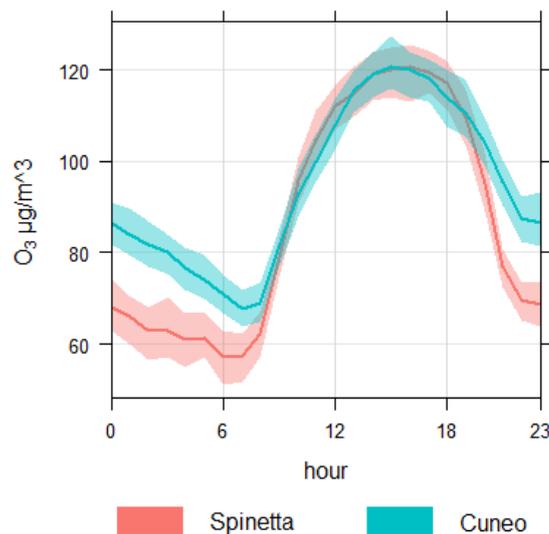


Figura 16) O<sub>3</sub>: giorno medio della campagna di Spinetta confrontato con quello della centralina fissa di Cuneo (periodo: 10 luglio ÷ 22 agosto '17).

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 ad eccezione del sito di Saliceto.

Durante il periodo di analisi nel sito di Spinetta, come anche negli altri siti delle stazioni fisse della provincia, non si sono verificati superamenti né della soglia di allarme né di quella di informazione.

Nel grafico di figura 17 sono riportati i valori massimi giornalieri delle concentrazioni medie su 8 ore misurate nel sito di Spinetta, confrontate con l'intervallo dei valori misurati dalle centraline fisse della provincia di Cuneo e con il valore obiettivo per la salute umana (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.

Superamenti della soglia di  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (indicata in rosso in figura) sono stati riscontrati in tutti i punti di rilevamento in corrispondenza delle frequenti ondate di calore che si sono verificate nell'estate 2017. Complessivamente, nel periodo in analisi, il numero di giorni con superamento è stato di 16 a Spinetta, 15 ad Alba, 18 a Cuneo, 3 a Staffarda e 7 a Saliceto.

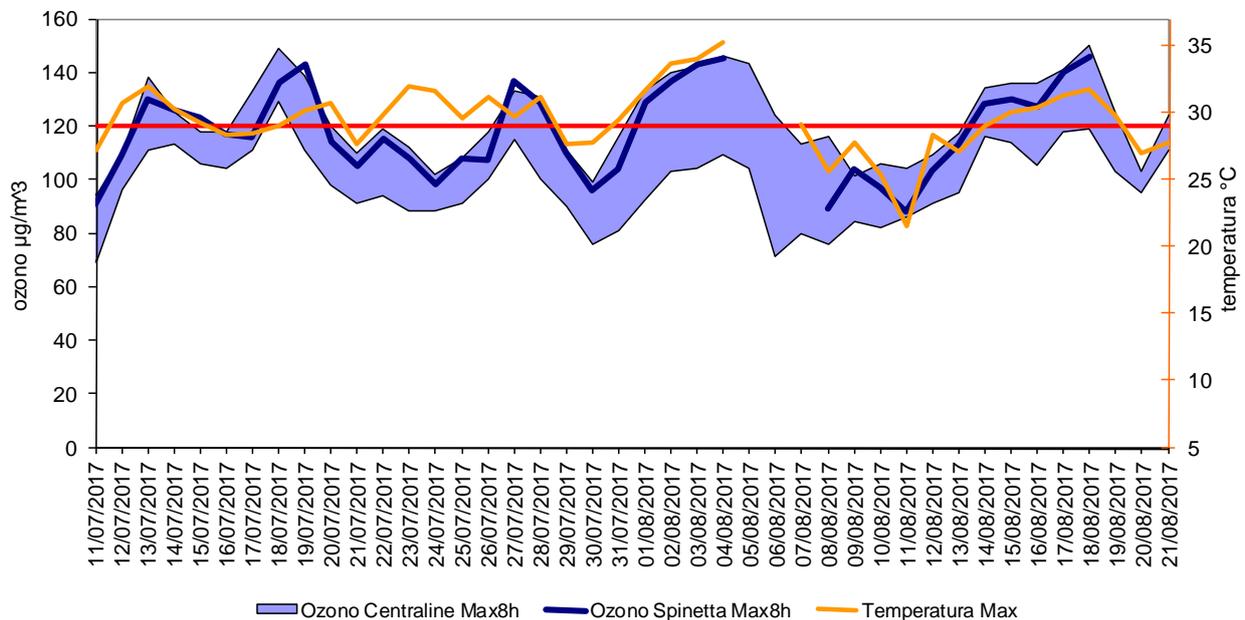


Figura 17) O<sub>3</sub>: massime giornaliere delle concentrazioni medie su 8 ore registrate con il laboratorio mobile a Spinetta e presso le centraline fisse della provincia di Cuneo. Temperatura massima giornaliera misurata dal laboratorio mobile.

## SITUAZIONE METEOROLOGICA E DATI LOCALI

In Piemonte il mese di luglio 2017 è risultato caldo e secco rispetto alla media climatologica degli anni 1971-2000. È stato il 13° mese di luglio più caldo degli ultimi 60 anni, con un'anomalia positiva di 1.4°C. I primati di temperatura massima per il mese di luglio sono stati registrati in 22 termometri della rete ARPA Piemonte nei giorni 7 ed 8 luglio. Luglio ha avuto un deficit precipitativo pari a 16.6 mm (-27%), risultando il 15° mese di luglio più secco nella distribuzione storica dal 1958 ad oggi. Sul basso Piemonte le precipitazioni più forti si sono verificate nel giorno 24 luglio.

Agosto è risultato il mese più caldo dell'estate 2017 ed anche quello con la maggiore anomalia pluviometrica negativa (-31%). È risultato il secondo mese agostano più caldo degli ultimi 60 anni dopo l'eccezionale agosto 2003. Ha avuto un'anomalia positiva di 2.4°C rispetto alla media del periodo 1971-2000. L'ondata di calore più rilevante è stata quella dei giorni 2-6 agosto 2017; la temperatura media in pianura il 4 e 5 agosto è risultata inferiore solo all'11 agosto 2003 tra i dati del nuovo millennio.

Tra l'8 e l'11 agosto 2017 una struttura depressionaria ha favorito la genesi di temporali localmente intensi e con fenomeni grandinigeni; l'11 agosto è anche risultato il giorno mediamente più freddo dell'estate.

Il mese di agosto ha avuto una precipitazione media di circa 57 mm, con un deficit precipitativo di 26 mm (-31%), risultando il 16° mese di agosto più secco nella distribuzione storica dal 1958 ad oggi.<sup>7</sup>

Dai dati acquisiti dal laboratorio mobile a Spinetta si ricava che, su base oraria, la temperatura minima del periodo del monitoraggio è stata di 11.9 °C registrata il 12 agosto, la media di 23.6 °C e la massima di 35.2 °C, raggiunta il 4 agosto.

Nel grafico della figura 18 sono rappresentate le temperature medie, minime e massime giornaliere del periodo di monitoraggio.

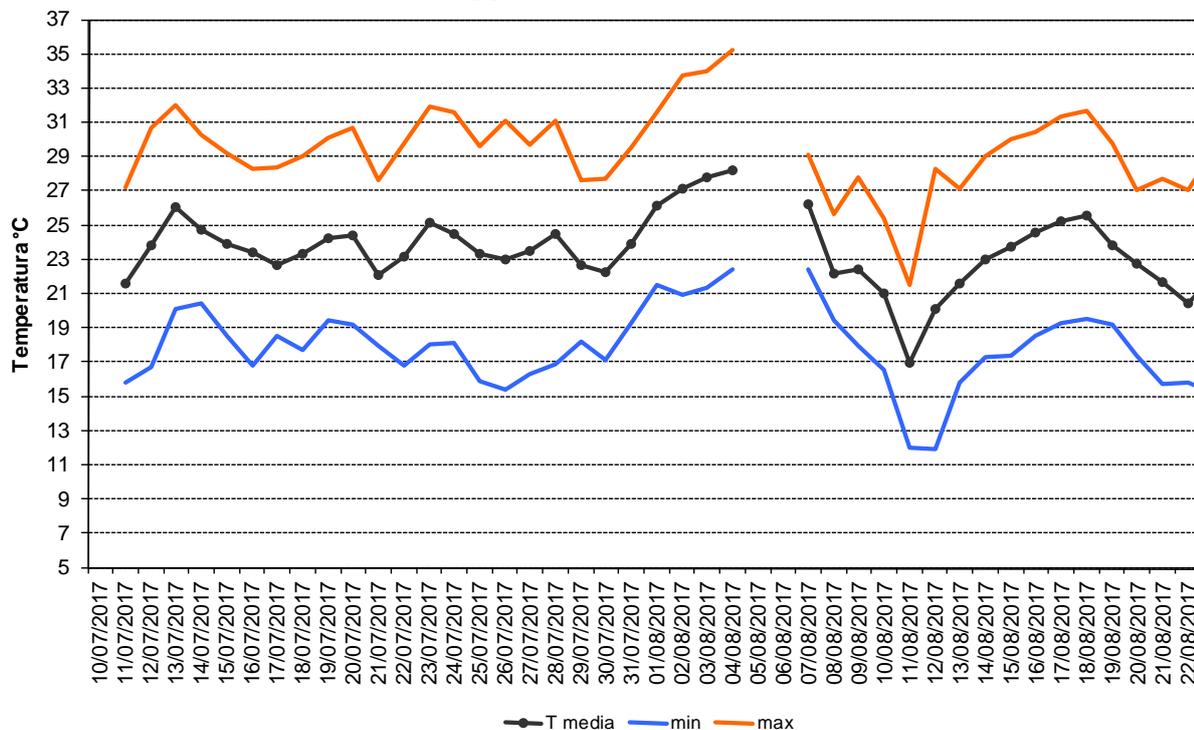


Figura 18) Temperatura dell'aria: medie, minime e massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile a Spinetta.

<sup>7</sup> Il clima in Piemonte. Luglio 2017 – Agosto 2017. Arpa Piemonte, Sistemi Previsionali

Nella figura 19 sono riportati, per ciascun giorno, la media della pressione atmosferica, la radiazione totale giornaliera, insieme ai dati della precipitazione giornaliera cumulata registrati dalle stazioni meteorologiche di Cuneo - Cascina Vecchia e Cuneo.

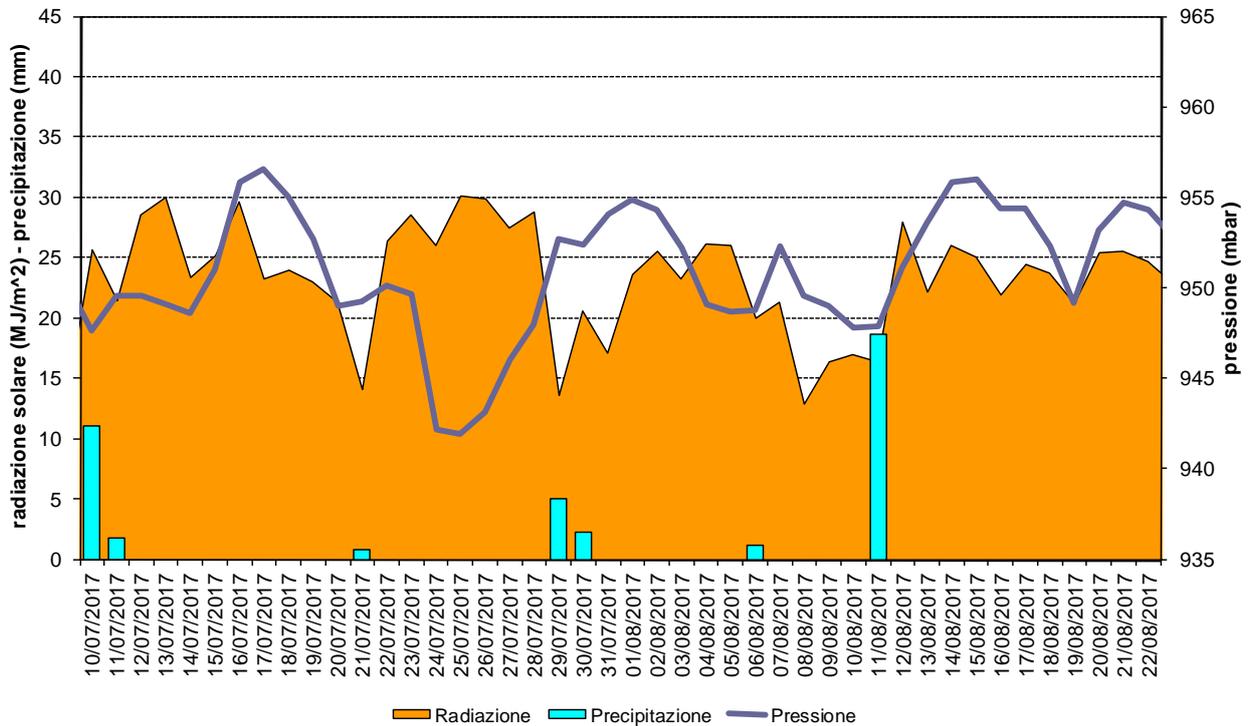


Figura 19) Precipitazione cumulata giornaliera misurata dalla stazione di Cuneo – Cascina vecchia. Totale giornaliero della radiazione solare globale e pressione atmosferica misurata dalla stazione Cuneo – Camera di commercio.

Il grafico di figura 20 rappresenta le frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento registrate durante il periodo del monitoraggio.

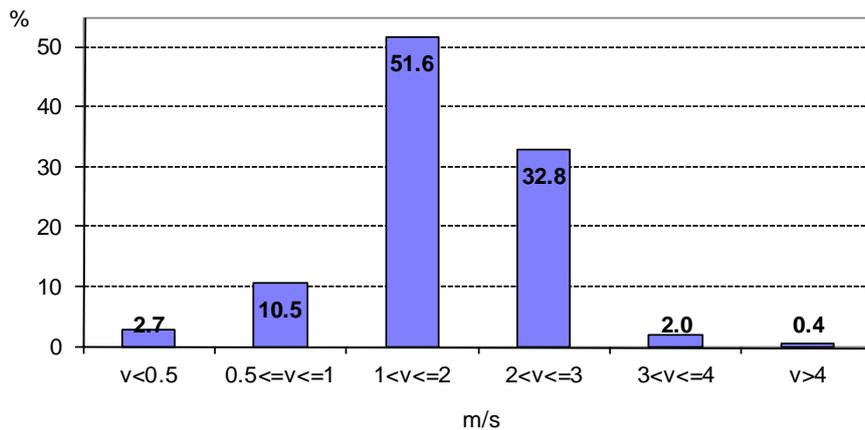


Figura 20) Frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento (periodo: 10 luglio ÷ 22 agosto '17).

Dalla rosa dei venti ottenuta per il periodo di misura e rappresentata nella figura seguente, emerge come i settori prevalenti di provenienza dei venti siano quelli SudOvest e OvestSudOvest nelle ore notturne e NordNordEst - NordEst nelle ore diurne.

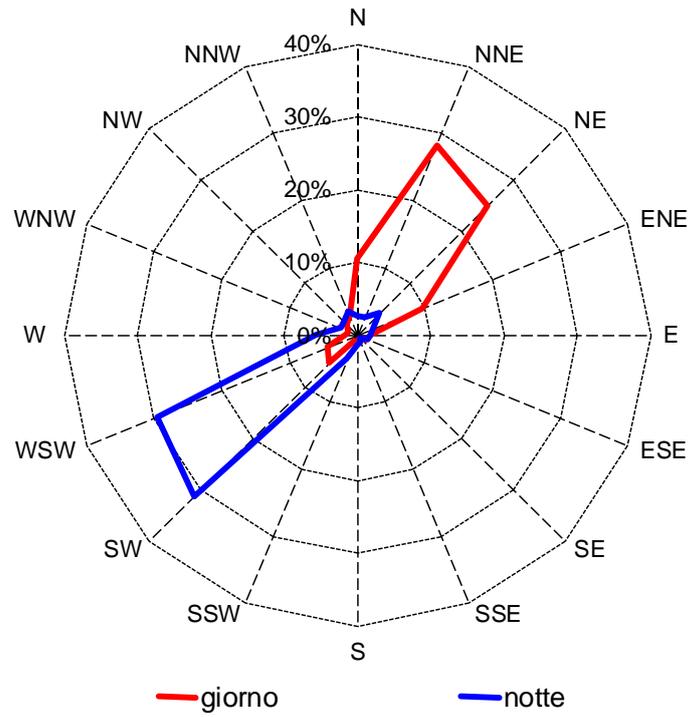


Figura 21) Rosa dei venti (periodo: 10 luglio ÷ 22 agosto '17).

# DETERMINAZIONE DELLA CONCENTRAZIONE DI BIOSSIDO DI AZOTO IN ATMOSFERA MEDIANTE CAMPIONATORI PASSIVI

Negli anni 2011, 2012 e 2014 erano state svolte delle campagne di misura con campionatori passivi volte a determinare la distribuzione spaziale delle concentrazioni di biossido di azoto sul territorio della bassa valle Vermenagna e del Cuneese<sup>8</sup>. Le campagne avevano interessato anche il sito di Spinetta. Nel 2017, durante le operazioni di rifacimento del forno fusorio della vetreria di Cuneo è stata eseguita una nuova campagna con campionatori passivi ed un'ulteriore monitoraggio si è svolto a fine agosto 2018, all'interno della fase di messa a regime del forno della vetreria.

La campagna del 2017 si è svolta dal 27 giugno al 6 luglio, in una situazione che, come per la campagna realizzata con il laboratorio mobile a Spinetta nelle settimane successive, si può considerare di "minimo" emissivo: assenza di emissioni dal forno della vetreria, cementificio di Robilante attivo con il forno più piccolo e con il nuovo limite di 450 mg/Nm<sup>3</sup> già in vigore<sup>9</sup>, assenza di emissioni dal riscaldamento domestico.

Al fine di proseguire nella valutazione delle ricadute delle emissioni in atmosfera prodotte dalle industrie pesanti locali, anche la campagna del 2018 è stata eseguita in un periodo in cui gli impianti di riscaldamento civili non erano funzionanti. In particolare i campionatori sono stati esposti dal 22 al 31 agosto 2018. In tale periodo il cementificio era attivo con il forno più grande, mentre la vetreria, che era ancora in fase di messa a regime, ha dovuto fermare temporaneamente l'impianto trattamento fumi a causa di un guasto. Considerando che il cementificio negli ultimi anni lavora raramente con i due forni attivi in contemporanea, il funzionamento del forno più grande del cementificio, insieme all'assenza di abbattimento delle emissioni del forno della vetreria, si configura come situazione emissiva prossima al "massimo" emissivo attualmente verificabile.

Anche per queste campagne, dovendo eseguire la misura simultanea in molti punti diversi, è stato necessario ricorrere a campionatori passivi di tipo diffusivo. Questi sono dispositivi adsorbenti (specifiche fiale riempite con materiali idonei) che, esposti all'aria per un certo periodo di tempo, sono in grado di trattenere determinate sostanze. Le successive analisi in laboratorio forniscono le concentrazioni medie del periodo.

I campionatori sono stati installati in 19 punti distribuiti su un territorio di circa 150 chilometri quadrati. Rispetto alle campagne precedenti si è scelto di spostare alcuni punti per ricercare postazioni più significative delle ricadute locali.

Ove possibile si è preferito posizionare i campionatori in prossimità delle scuole in quanto recettori sensibili. Essi sono stati collocati a circa 2.5 metri da terra in supporti appositi per la protezione dalle intemperie; nella figura 22 sono riportate le fotografie dei siti in cui sono stati effettuati i monitoraggi, mentre nella mappa di figura 23 è indicata la posizione dei punti di campionamento, oltre alla posizione delle due industrie pesanti locali dedicate alla produzione del cemento e del vetro.

<sup>8</sup> [Studio sulla qualità dell'aria nel territorio della bassa Valle Vermenagna e del Cuneese marzo 2011 + maggio 2012](#). Arpa Dipartimento provinciale di Cuneo  
[Determinazione della concentrazione di biossido di azoto in atmosfera mediante campionatori passivi- Giugno 2014](#). Arpa Dipartimento provinciale di Cuneo

<sup>9</sup> Limite alle emissioni di NOx pari a: 700 mg/Nm<sup>3</sup> fino al 29 giugno 2014, 700 mg/Nm<sup>3</sup> dal 30 giugno 2014 fino al 9 aprile 2017, 450 mg/Nm<sup>3</sup> dal 10 aprile 2017.



**1** Borgo S. Dalmazzo: via Giovanni XXIII



**2** Roccaione: Tetto Noisa Soprano



**3** Robilante: piazza della Pace



**4** Boves-Fontanelle: via Padre Pio



**5** Boves: via Alba.



**6** Cuneo: via Roccasparvera



**7** Boves-Mellana



**8** Boves-S. Anna: via dei tetti



**9** Cuneo: piazza Il Reggimento Alpini



**10** Cuneo: via Bisalta-Pilone



**11** Margarita: via Filatoio



**12** Cuneo-Spinetta: via Gauteri



**13** Cn-Roata Canale: via Civalleri



**14** Cn-Madonna delle Grazie: via delle rondini



**15** Cuneo: strada Beato Guglielmo



**16** Cuneo: via Trinità



**17** Cuneo- Tetti Pesio



**18** Castelletto Stura: via Cuneo



**19** Riforano: via Boetti

*22) Fotografie dei siti di installazione dei campionatori passivi*

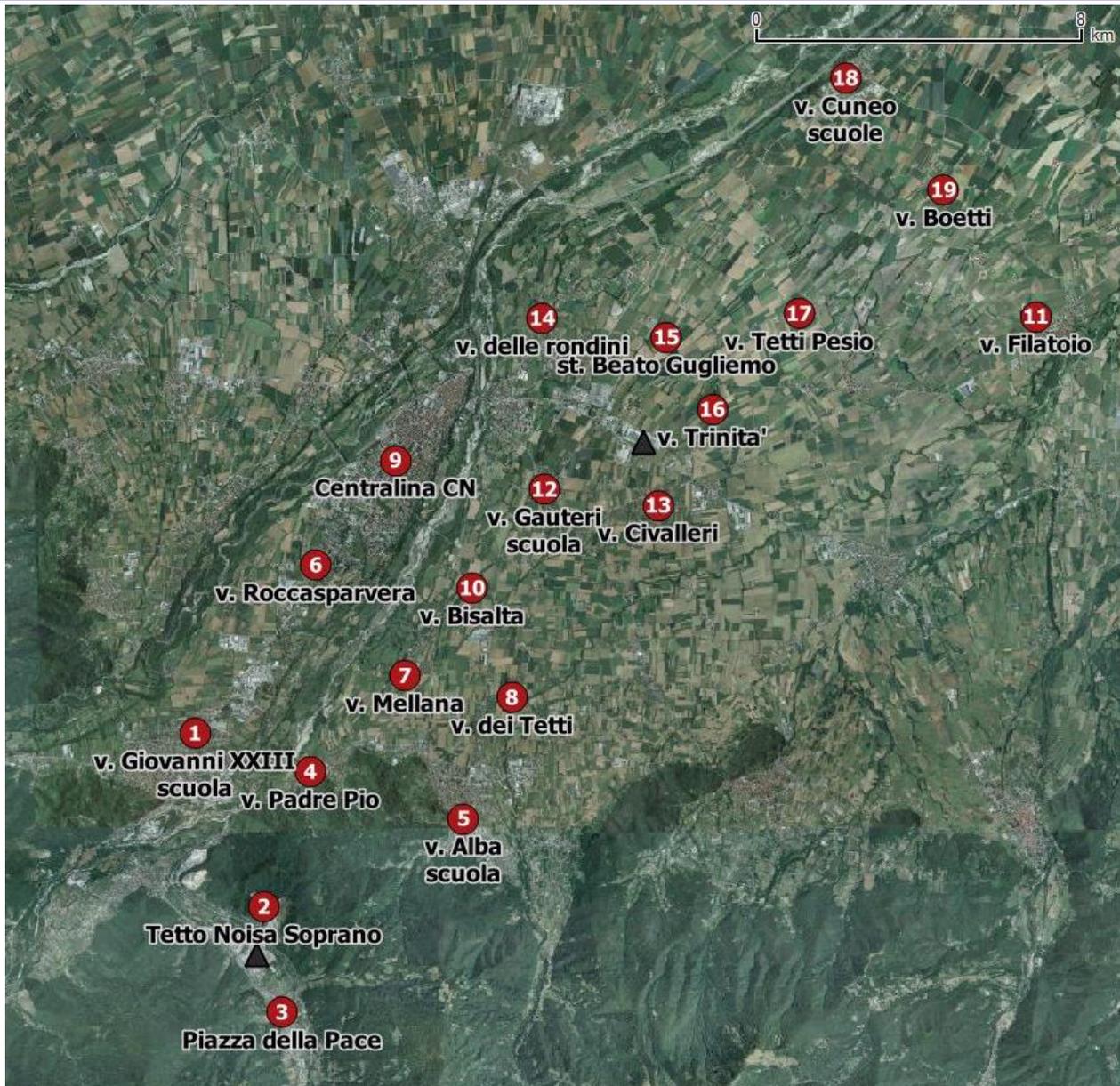


Figura 23) Ortofoto con i 19 punti di monitoraggio (i triangoli grigi rappresentano la posizione delle industrie pesanti locali).

Per ogni punto di campionamento nella tabella sottostante sono riportati l'indirizzo, le coordinate e la concentrazione media di biossido di azoto ottenuta nelle due campagne del 2017 e 2018.

SITO	DESCRIZIONE	NO <sub>2</sub> 2017 (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> 2018 (µg/m <sup>3</sup> )
1	Borgo San Dalmazzo, via Giovanni XXIII (x= 379935m; y=4910554m)	14.1	14.5
2	Roccavione, Tetto Noisa Soprano (x=381091m; y=4907463m)	5.2	4.0
3	Robilante, Piazza della Pace, c/o scuole (x=381378m; y=4905585m)	8	8.3
4	Boves, Fontanelle, via Padre Pio (x=381955m; y=4909837m)	16.4	17.0
5	Boves, Via Alba, c/o scuole elementari (x= 384645; y=4908960m)	5.7	6.0
6	Cuneo, S. Rocco Cast. , via Roccasparvera n°2 (x=382118m;y=4913493m)	10.8	8.7
7	Boves, Mellana, via Mellana n° 67 (x=383655; y=4911507m)	11.5	15.3
8	Boves, Sant'Anna, Via dei tetti n°9 (x=385532m; y=4911087m)	10.6	10.7
9	Cuneo, Centralina piazza Il Reggimento Alpini (x= 383557; y=4915320m)	16.3	11.7
10	Cuneo, Via Bisalta, pilone (x=384869; y=4913036m)	10.2	13.7
11	Margarita, via Filatoio (x=394879; y=4917672m)	13.8	9.6
12	Cuneo, Spinetta- via Gauteri 10, c/o scuole elem. (x=386168; y=4914758m)	11	14.5
13	Cuneo, Roata Canale, via Civalleri 15 (x=388170m; y=4914442m)	11.2	10.3
14	Cuneo, Madonna delle Grazie, via delle rondini (x=386188m; y=4917784m)	8.8	6.6
15	Cuneo, Strada Beato Guglielmo 15 (x=388368m; y=4917412m)	10.8	7.0
16	Cuneo, via Trinità (x=389154m; y=4916119m)	12.1	11.3
17	Cuneo, Tetti Pesio (x=390709m; y=4917789m)	13.9	11.0
18	Castelletto Stura, via Cuneo, c/o scuole (x=391597m; y=4921936m)	11	8.8
19	Morozzo, Riforano - via Boetti (x=393292m; y=4919932m)	17.3	11.9

Tabella 5) Punti di misura (indirizzo e coordinate UTM – WGS84) e concentrazioni medie di NO<sub>2</sub> delle campagne del 27 ÷ 6 luglio 2017 e del 22 ÷ 31 agosto 2018.

L'aspetto di maggiore interesse in tale tipologia di monitoraggi, non è tanto il valore assoluto della concentrazione misurata in ciascun punto (che dipende sempre molto anche dalle condizioni meteo del periodo), quanto la distribuzione spaziale delle concentrazioni.

Per questo motivo le concentrazioni ottenute nei diversi punti di campionamento sono rappresentate, per ciascuna campagna di misura, nelle mappe delle figure seguenti. In ogni punto la concentrazione di NO<sub>2</sub> rilevata, oltre ad essere indicata numericamente, è rappresentata con un colore. Ad ogni colore è associato un intervallo di concentrazione, la scelta è stata fatta attribuendo il colore blu alle concentrazioni più basse, il verde e giallo ai valori intermedi ed il rosso scuro ai livelli più elevati.

Per poter valutare l'evoluzione nel tempo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub>, oltre alle mappe delle concentrazioni ottenute nelle ultime due campagne, sono state riportate anche le mappe dei risultati di quelle precedenti. Le concentrazioni delle diverse campagne sono rappresentate tutte con lo stesso fondo scala e sono riportate in ordine cronologico a partire dalla più recente.

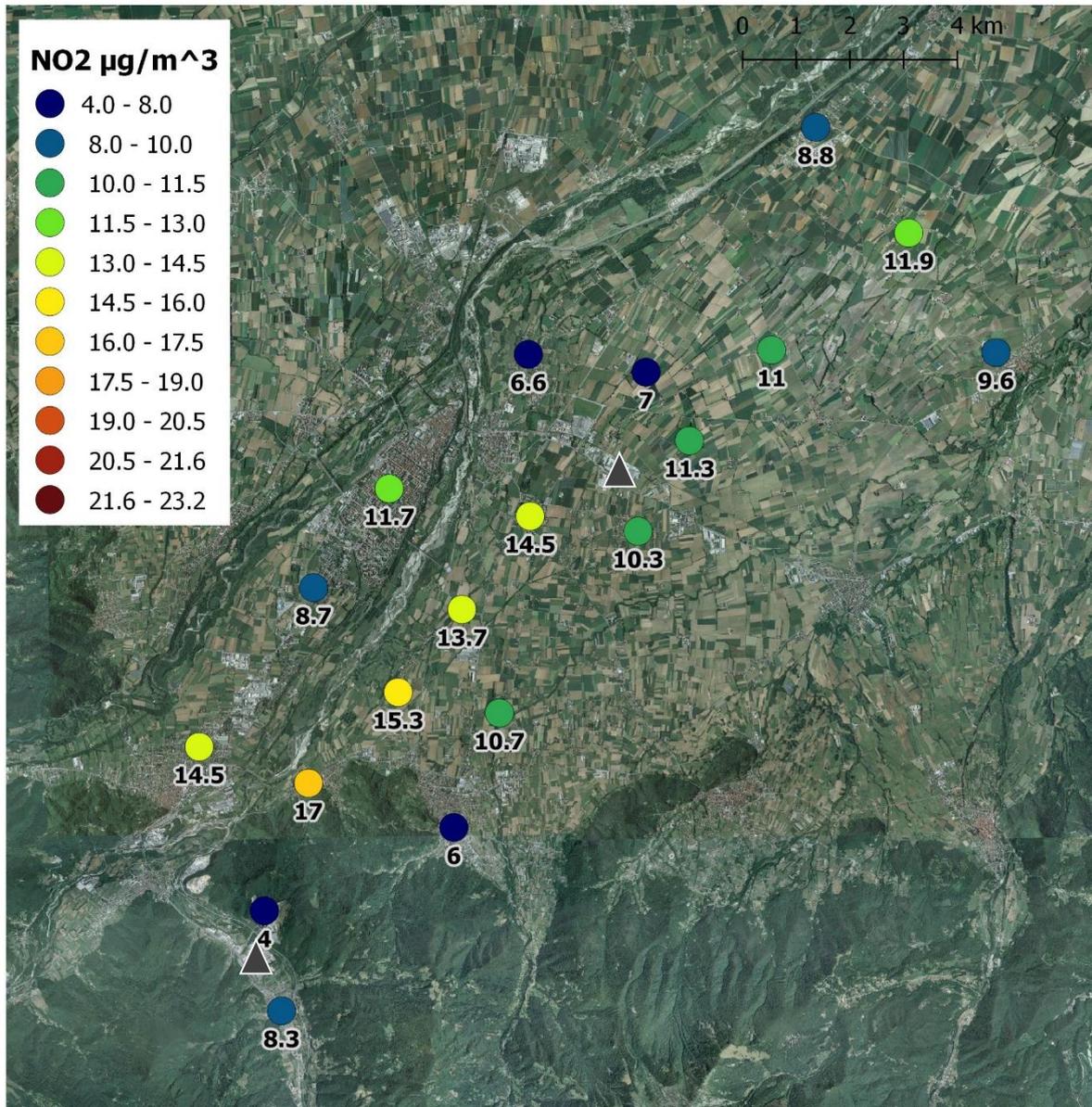


Figura 24) NO<sub>2</sub>: Mappa delle concentrazioni ottenute del periodo 22 ÷ 31 agosto 2018.

Durante la campagna dell'agosto 2018 (figura 24) l'emissione media, ricavata a partire dai Sistemi di Monitoraggio in Continuo delle Emissioni (SMCE) delle aziende, è stata di 3.05 tonnellate/giorno dal cementificio e 2.47 t/giorno dalla vetreria.

Tra i siti dove sono state rilevate le concentrazioni più contenute si evidenziano quelli più vicini allo stabilimento di produzione del cemento, ovvero quello delle scuole di Robilante, del Tetto Noisa Soprano di Roccavione e delle scuole del concentrico di Boves, oltre che i due punti a Nord e NordOvest della vetreria.

Le concentrazioni di NO<sub>2</sub> più elevate, che sono per questa campagna molto inferiori al valore massimo del fondo scala, sono state rilevate nei siti posti nella fascia centrale compresa tra Fontanelle e Spinetta, oltre che in quello di Borgo San Dalmazzo. Mentre nell'ultimo di questi punti si può ipotizzare un contributo predominante delle emissioni del traffico veicolare cittadino, le concentrazioni nei punti situati sulla destra orografica del fiume Gesso sono verosimilmente attribuibili in modo prevalente alle ricadute delle emissioni in atmosfera delle industrie pesanti locali. Si tratta infatti per lo più di siti ubicati in zona rurale e pertanto interessati da un traffico veicolare limitato e sicuramente inferiore al traffico che può aver influito sui siti di Cuneo e di Borgo San Dalmazzo.

In particolare si ipotizza che la differenza tra le concentrazioni dei siti della fascia centrale e di quelli laterali possa essere attribuita all'influenza delle ricadute notturne dell'industria del cemento. Tali punti sono infatti allineati sull'asse SudOvest – NordEst dall'imbocco della valle Vermenagna, e lungo tale direzione soffia la brezza di monte che, come già dimostrato in passato con le campagne del laboratorio mobile, favorisce il trasporto dei fumi verso la pianura durante le ore di stabilità atmosferica notturna.

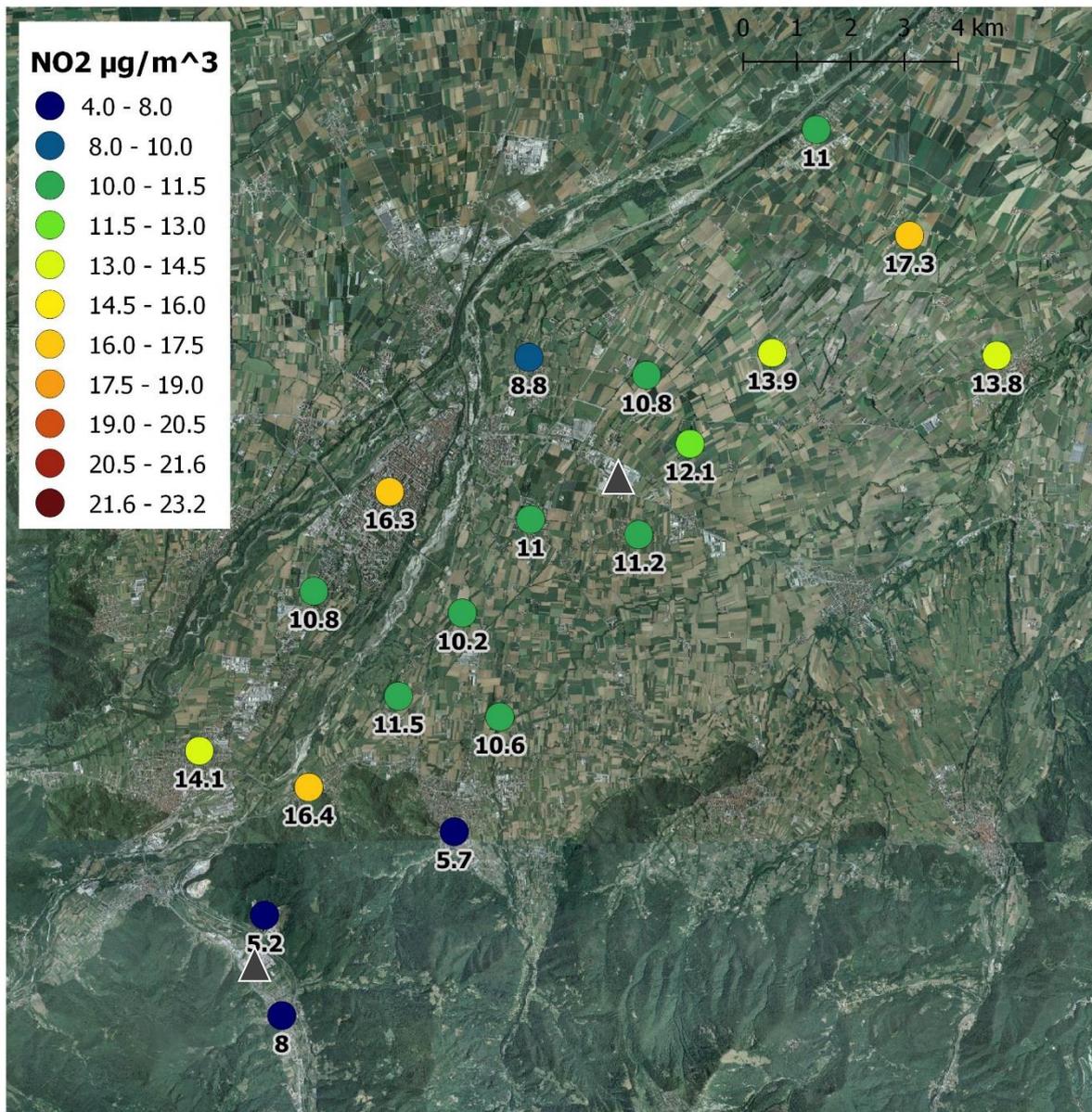


Figura 25) NO<sub>2</sub>: Mappa delle concentrazioni ottenute del periodo 27 giugno ÷ 6 luglio 2017.

Nel periodo di svolgimento della campagna del 2017 (figura 25), che come già anticipato si può considerare di “minimo” emissivo, nel cementificio funzionava solamente il forno più piccolo, con un’emissione media di 1.82 t/giorno, mentre il forno della vetreria era spento. La distribuzione sul territorio delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> misurate in tale periodo è molto differente da quella della campagna del 2018 e da quelle precedenti. In particolare, per la prima volta, nei punti compresi tra Mellana e Spinetta sono stati registrati valori limitati e più coerenti con quelli misurati nei punti poco più ad est. Sono invece cresciute, rispetto agli altri punti, le concentrazioni misurate nei siti rurali della frazione Riformano, Margarita e Tetti Pesio.

Le concentrazioni medie misurate nei due siti di Spinetta e Cuneo-centralina con i campionatori passivi nella campagna del 2017, corrispondono ai valori medi ottenuti nelle settimane seguenti con il laboratorio mobile e la centralina fissa nella medesima configurazione emissiva (cfr. pagina 7). Come commentato nella prima parte di questo documento, i dati orari del laboratorio mobile durante tale monitoraggio evidenziavano nel sito di Spinetta ricadute nelle ore notturne provenienti dal cementificio ed una “possibile” riduzione nelle ore diurne dovuta all’assenza di emissione dalla vetreria. Le informazioni a disposizione non sono tuttavia sufficienti per chiarire come la distribuzione sul territorio delle concentrazioni ottenuta in tale monitoraggio sia riconducibile alla situazione emissiva del periodo.

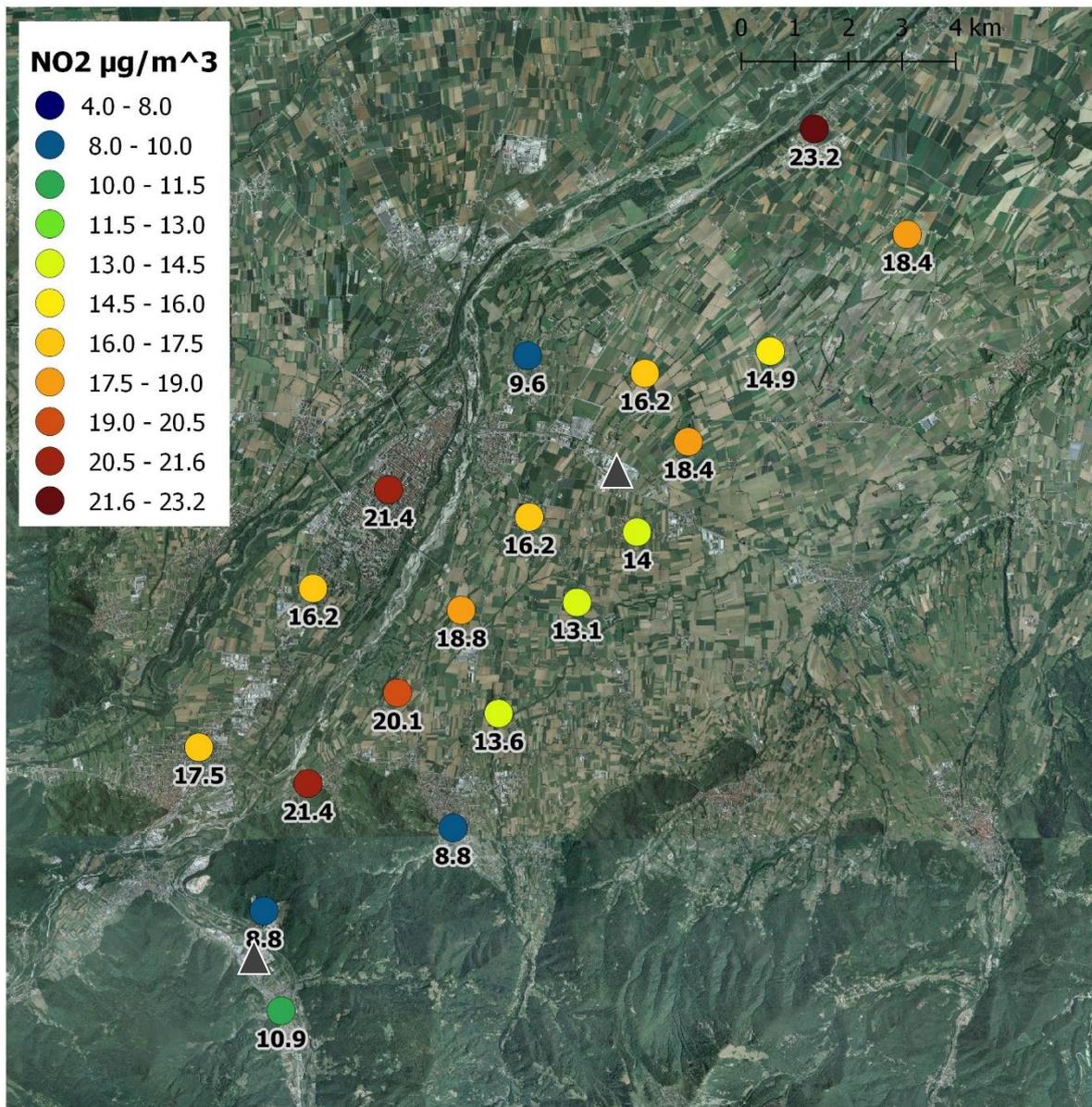


Figura 26) NO<sub>2</sub>: Mappa delle concentrazioni ottenute del periodo 18 ÷ 30 giugno 2014.

La campagna di monitoraggio del giugno 2014 (figura 26) è stata svolta in un periodo in cui entrambi i forni del cementificio erano attivi, con un’emissione complessiva media di 6.12 t/giorno, ed era in funzione il “vecchio” forno fusorio della vetreria, con un’emissione media di 1.55 t/giorno.

I valori maggiori, che in questo caso ricadono nella classe di concentrazioni più elevate del fondo scala, sono stati rilevati nel sito della centralina di Cuneo, nel sito di via Padre Pio a Fontanelle e in quello di Castelletto Stura. Mentre nel sito di Cuneo si può ipotizzare un contributo predominante delle emissioni del traffico veicolare cittadino, le concentrazioni degli altri due punti sono verosimilmente attribuibili, oltre che al traffico, alle ricadute delle emissioni in atmosfera delle industrie pesanti locali. Tali ricadute hanno influenzato sicuramente anche i risultati ottenuti nei siti posti nella fascia centrale compresa tra Fontanelle e Spinetta e in quelli posti più a Nord Est della zona indagata; si tratta infatti per lo più di siti ubicati in zona rurale e pertanto interessati da un traffico veicolare limitato.

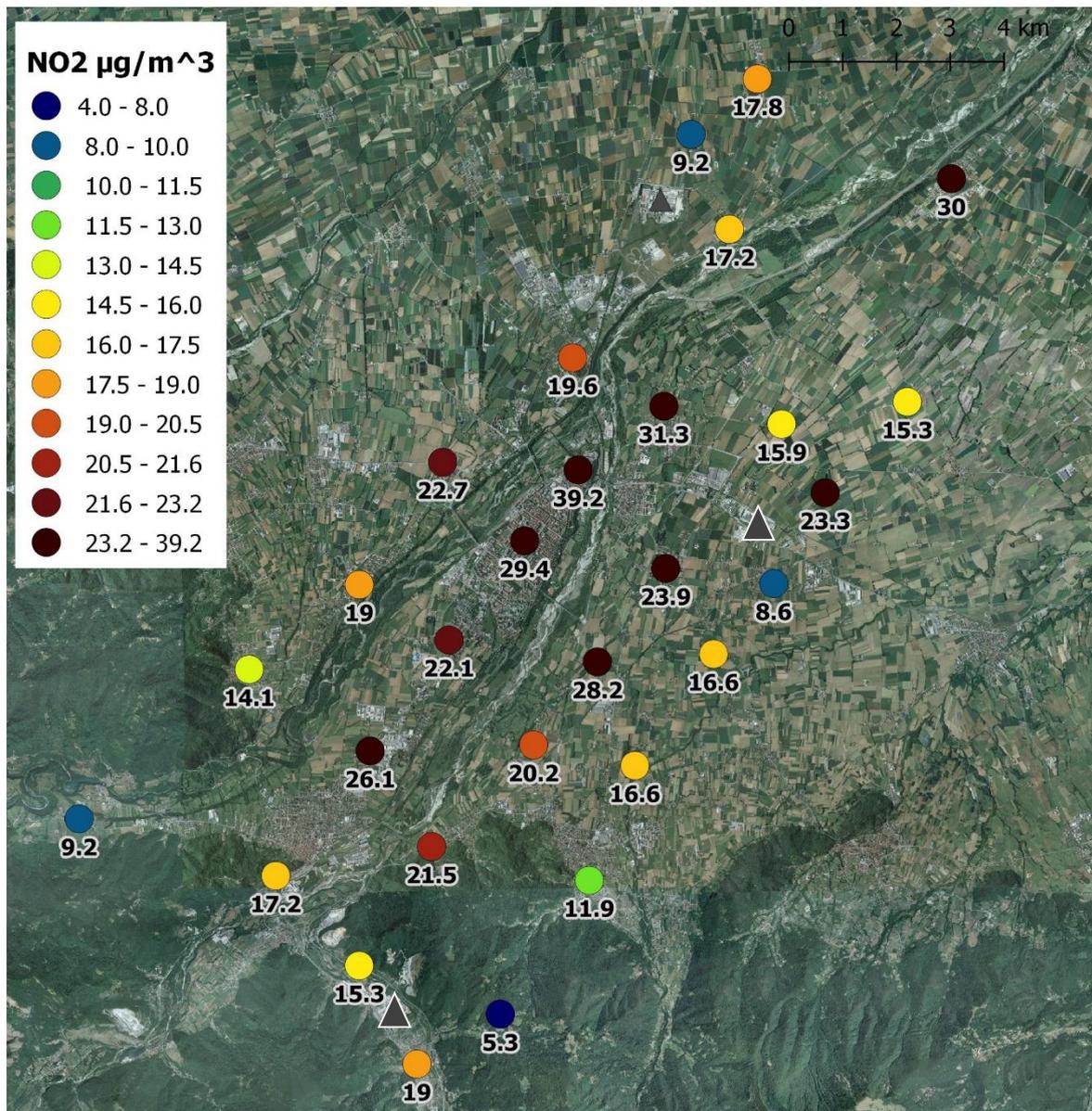


Figura 27) NO<sub>2</sub>: Mappa delle concentrazioni ottenute del periodo 8 ÷ 19 marzo 2012.

Nel 2012 la campagna si era svolta in un periodo in cui gli impianti di riscaldamento domestici erano attivi, esponendo i campionatori dall'8 al 19 marzo (figura 27). In tali giorni era funzionante un solo forno del cementificio, con un'emissione media di 4.28 t/giorno, mentre il forno della vetreria emetteva in media 1.53 t/giorno.

Questo era il secondo monitoraggio con campionatori passivi eseguito nella zona, e si era scelto di estendere il territorio dell'indagine alla sinistra orografica dello Stura,

raggiungendo a nord il sito di Roata Chiusani. Complessivamente erano stati collocati campionatori in 29 punti.

I valori ottenuti erano generalmente più elevati di quelli riscontrati nelle altre campagne (è stata infatti aggiunta una classe di concentrazioni, molto più ampia delle precedenti, nel fondo scala della figura 27), sicuramente a causa delle maggiori emissioni presenti, ma anche delle limitate capacità dispersive dell'atmosfera del periodo. Come atteso, gli incrementi maggiori si erano evidenziati per lo più nei siti collocati nei centri abitati o con più traffico: sull'altipiano compreso tra Cuneo e Borgo S.D., nel sito del centro storico di Cuneo in particolare, e nel sito di Madonna delle Grazie. Un valore elevato era stato rilevato anche dal campionario posizionato nel centro cittadino di Castelletto Stura. Sulla destra orografica dello Stura, al di fuori dei centri urbani, era comunque visibile l'influenza delle ricadute industriali.

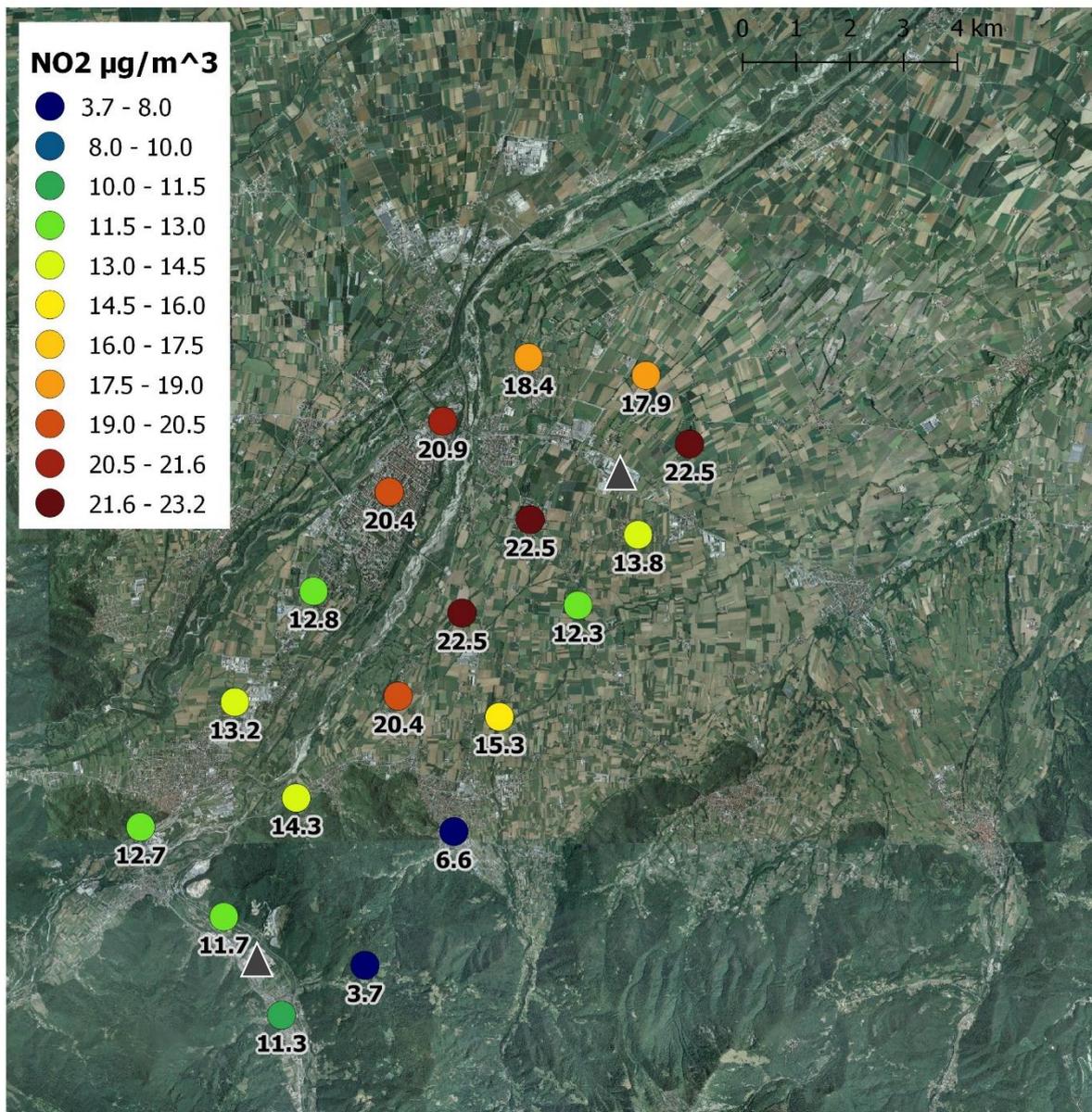


Figura 28) NO<sub>2</sub>: Mappa delle concentrazioni ottenute del periodo 29 settembre ÷ 10 ottobre 2011.

Il primo monitoraggio con campionatori passivi di NO<sub>2</sub> era stato condotto nella zona nel 2011, in un periodo in cui non erano ancora presenti le emissioni degli impianti di riscaldamento civili, il cementificio aveva lavorato in alcune ore con un solo forno e nelle

altre con entrambi, determinando un'emissione media di 5.11 t/giorno, mentre il forno della vetreria funzionava a regime con un'emissione media di circa 1.54 t/giorno.

Dai risultati di questo primo monitoraggio (figura 28), era emerso come, tra i 19 punti monitorati, che allora a nord erano limitati al comune di Cuneo, quelli con le concentrazioni maggiori fossero quelli situati sulla destra orografica del fiume Gesso, in particolare quelli allineati in direzione SudOvest – NordEst dall'imbocco della valle Vermenagna.

Le analisi dei risultati delle campagne eseguite con i campionatori passivi sul territorio della bassa Valle Vermenagna e del cuneese hanno evidenziato come la distribuzione sul territorio delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> abbia comunque sempre risentito delle ricadute provenienti dai due grossi impianti emettitori di ossidi di azoto della zona. Con un'influenza più evidente per il cementificio di Robilante e localizzata, non nella Valle Vermenagna, bensì nella pianura cuneese, ed un'influenza meno palese per la vetreria di Cuneo.

Ripercorrendo le mappe delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> ottenute nelle diverse campagne realizzate dal 2011 al 2018 si può individuare un netto miglioramento nel tempo della situazione. Tale evoluzione è sicuramente riconducibile alle riduzioni nelle emissioni che gli impianti hanno messo in atto nel tempo (si veda quanto illustrato nelle pagine 12 e 13).

## CONCLUSIONI

A seguito del monitoraggio della qualità dell'aria condotto dal marzo 2011 al maggio 2012 nel territorio della bassa Valle Vermenagna e del Cuneese, il sito della frazione Spinetta di Cuneo era risultato, tra quelli indagati nei comuni di Borgo San Dalmazzo, Boves, Cuneo, Robilante e Roccavione, come il più influenzato dalle ricadute delle emissioni dell'industria locale di produzione del cemento. Essa contribuiva a determinare, nella postazione di via Gauteri, livelli di concentrazione di biossido di azoto prossimi ai valori più elevati misurati dalle centraline fisse della rete provinciale. La peculiarità del sito era risultata l'essere sottovento a tale polo industriale durante le ore notturne, tipicamente caratterizzate da brezza di monte e da stabilità atmosferica che impedisce la diluizione verticale dei fumi emessi in atmosfera e ne favorisce il trasporto da parte del vento a distanza dalla sorgente.

L'influenza delle ricadute del cementificio nella località di Spinetta e nel corridoio di territorio allineato in direzione SudOvest-NordEst dall'imbocco della valle Vermenagna, era stata osservata e monitorata anche con le campagne condotte, tra il 2011 ed il 2014, con campionatori passivi di biossido di azoto.

Il monitoraggio svolto con il laboratorio mobile a Spinetta nel 2017 è stato eseguito in una situazione che si può considerare di "minimo" emissivo: temporanea assenza di emissioni dal forno della vetreria; cementificio di Robilante attivo con il forno più piccolo e con il nuovo limite più restrittivo alle emissioni già in vigore; assenza di emissioni dal riscaldamento domestico.

I risultati ottenuti presso le scuole di Spinetta con questo ulteriore monitoraggio con il laboratorio mobile, mostrano livelli di ossidi di azoto molto inferiori a quelli misurati presso la vicina centralina della qualità dell'aria di Cuneo, sebbene il sito si confermi ancora come "direttamente" condizionato dalle emissioni dell'industria di produzione del cemento. Meno evidente, anche in termini quantitativi, continua ad essere l'influenza delle emissioni dello stabilimento di produzione del vetro, ed in questo caso della loro assenza. Verosimilmente ciò può essere attribuito all'altezza molto elevata del relativo punto di emissione che, favorendo la diluizione degli inquinanti in volumi molto ampi, ne distribuisce la ricaduta su una zona estesa di territorio, determinando quindi contributi alle concentrazioni localmente meno elevati, ma "spalmati" su un territorio più vasto.

L'importante miglioramento nei livelli di biossido di azoto evidenziato a Spinetta già nel 2015, coerente con la riduzione dei quantitativi di ossidi di azoto emessi dai camini dei forni dell'impianto locale di produzione del cemento, insieme agli ulteriori miglioramenti evidenziati successivamente, altresì con le campagne con i campionatori passivi, dimostrano l'importanza del processo virtuoso intrapreso nella riduzione delle emissioni dalle grandi aziende locali, anche in ottemperanza alle normative europee.

Le riduzioni adottate dall'industria pesante (cfr. figura 11), insieme alle diminuzioni delle emissioni progressivamente messe in campo sulle diverse tipologie di sorgenti, in particolare con l'evoluzione del parco veicolare, hanno portato evidenti miglioramenti sulla qualità dell'aria in tutta la provincia di Cuneo. Ciò è visibile nella figura seguente che rappresenta l'evoluzione nel tempo delle concentrazioni medie annue di NO<sub>2</sub> riscontrate nel territorio provinciale dal 2002 al 2017. In particolare si evidenzia un miglioramento netto a partire dal 2008, quando la situazione di superamento del limite normativo si è risolta su tutto il territorio della provincia.

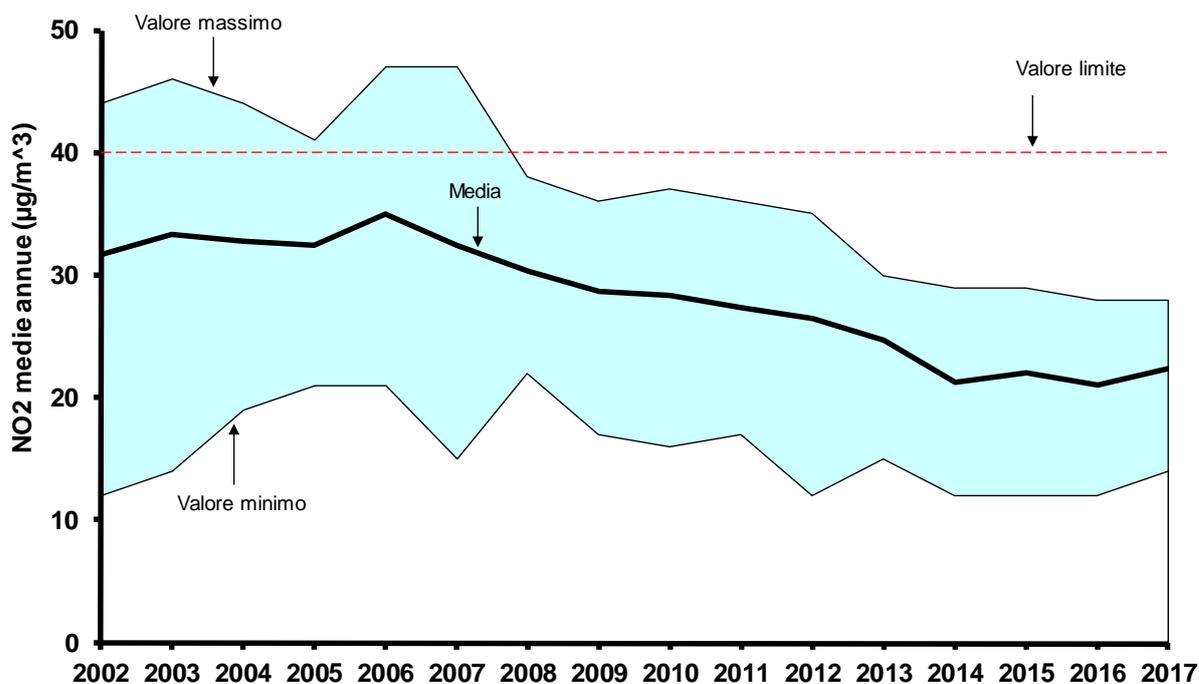


Figura 29) NO<sub>2</sub>: Valore massimo, medio e minimo delle concentrazioni medie annue rilevate dalle stazioni della provincia.

Nonostante i livelli di ossidi di azoto attuali siano inferiori ai limiti normativi, il processo di riduzione delle emissioni dovrà essere continuato nel tempo ed esteso alle altre tipologie di sorgenti. Si ricorda infatti che gli ossidi di azoto agiscono in atmosfera anche da precursori per l'ozono e per le polveri, ovvero subiscono delle trasformazioni chimiche che portano, in estate, alla formazione dell'ozono e, in inverno, alla formazione del cosiddetto particolato "secondario", generalmente compreso nella frazione più fine delle polveri e pertanto più problematico per la salute umana perché in grado di penetrare più in profondità nell'apparato respiratorio.

Per questi due inquinanti permangono anche in provincia di Cuneo superamenti dei limiti normativi annuali.



## ALLEGATO I - Sintesi dei risultati della campagna

<b>Cuneo frazione Spinetta, via Gauteri 10</b>	
<b>11/07/2017 ÷ 21/08/2017</b>	
	<b>SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	6
Massima media giornaliera	9
Media dei valori orari	8
Massima media oraria	11
Percentuale ore valide	91%
<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	0.2
Massima media giornaliera	0.4
Media dei valori orari	0.3
Massima media oraria	0.5
Percentuale ore valide	92%
Minimo medie 8 ore	0.1
Media delle medie 8 ore	0.3
Massimo medie 8 ore	0.5
<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	0.5
Massima media giornaliera	0.9
Media dei valori orari	0.7
Massima media oraria	4.6
Percentuale ore valide	93%
	<b>NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	6
Massima media giornaliera	14
Media dei valori orari	11
Massima media oraria	35
Percentuale ore valide	93%
<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	58
Massima media giornaliera	112
Media dei valori orari	87
Massima media oraria	157
Percentuale ore valide	85%
Minimo medie 8 ore	19
Media delle medie 8 ore	87
Massimo medie 8 ore	146
Percentuale medie 8 ore valide	84%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	<b>90</b>
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h &gt; 120)</u>	<b>16</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	31
Media delle medie giornaliere:	17
Numero giorni validi	38
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	<b>0</b>

## ALLEGATO II - 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 monitorati sono i seguenti:

- materiale particolato - PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>
- biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)
- biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)
- benzene
- monossido di carbonio (CO)
- metalli pesanti: piombo, arsenico, cadmio, nichel
- IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici): benzo(a)pirene

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 inquinanti 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.

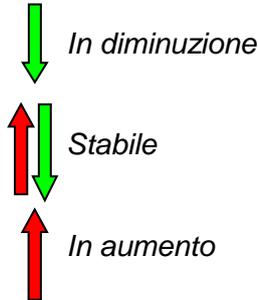
**Misura:** indica il principio di misura utilizzato per la determinazione dell'inquinante

**Situazione:** - condizione attuale  *Criticità assente*

 *Criticità moderata*

 *Criticità elevata*

- 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 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>

<p><b>Caratteristiche</b> <i>particelle solide</i> <i>aerosol</i></p>	<p>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.</p>			
<p><b>Fonte</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i></p>	<p>Nell'aria viene generato da processi naturali quali <b>eruzioni vulcaniche</b>, <b>incendi boschivi</b>, <b>azione del vento sulla polvere e sul terreno</b>, <b>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</b> (<b>gas di scarico</b>, <b>usura di pneumatici</b>, <b>risollevamento delle polveri depositate sulle strade</b>) rappresentano le fonti più significative.</p>			
<p><b>Tipologia</b> <i>primario</i> <i>secondario</i></p>	<p>Il particolato atmosferico è in parte di tipo "primario", <b>impresso 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>.</p>			
<p><b>Permanenza spazio temporale</b></p>	<p>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.</p>			
<p><b>Effetti</b> <i>salute</i> <i>ambiente</i> <i>materiali</i></p>	<p>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:</p> <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> <p>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</b>, <b>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> <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>			
<p><b>Misura</b> <i>gravimetrica</i></p>	<p>Il PM<sub>10</sub> e il PM<sub>2.5</sub> sono determinati mediante campionamento su filtro 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.</p>			
<p> <b>Situazione critica</b> ↓</p>	<p>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 ed i limiti sono tuttora disattesi</b>. Le condizioni meteo climatiche influenzano fortemente l'andamento.</p>			
<p><b>Riferimenti normativi</b> D.Lgs 155/2010</p>	<p>Periodo di mediazione temporale</p>	<p><b>Valore limite</b></p>	<p>N° superamenti ammessi</p>	<p>Data di raggiungimento limite</p>
<p><b>PM10</b></p>	<p>24 ore</p>	<p>50 µg/m<sup>3</sup></p>	<p>35 per anno civile</p>	<p>1 gennaio 2005</p>
<p></p>	<p>anno civile</p>	<p>40 µg/m<sup>3</sup></p>	<p></p>	<p>1 gennaio 2005</p>
<p><b>PM2.5</b></p>	<p>anno civile</p>	<p>25 µg/m<sup>3</sup></p>	<p></p>	<p>1 gennaio 2015</p>

## BIOSSIDO DI AZOTO – NO<sub>2</sub>

<b>Caratteristiche</b> NO <sub>2</sub>	<p>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 : <math>N_2 + O_2 \rightarrow 2NO</math>     <math>2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2</math>. 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>.</p>			
<b>Fonte</b> naturale antropica	<p>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 rappresentano la <b>fonte più significativa</b>.</p>			
<b>Tipologia</b> primario secondario	<p>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.</p>			
<b>Permanenza spazio temporale</b>	<p>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.</p>			
<b>Effetti salute ambiente materiali</b>	<p>Gli effetti sulla salute prodotti dall'NO<sub>2</sub> sono dovuti alla sua <b>azione irritante sugli occhi e sulle 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>.</p>			
<b>Misure chemiluminescenza</b>	<p>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>).</p>			
<b>Situazione stabile</b>  	<p>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.</p>			
<b>Riferimenti normativi</b> 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>Biossido di Azoto</b>	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup>	18 per anno civile	1 gennaio 2010
	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	-	1 gennaio 2010

## OZONO

<b>Caratteristiche</b> $O_3$	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 <b>precursori</b> sia <b>naturali</b> ( <b>composti organici volatili biogenici prodotti dalle piante</b> ), che <b>antropici</b> ( <b>ossidi di azoto e sostanze organiche volatili -VOC- emessi da attività umane</b> ), 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 <b>è prodotto dalle complesse trasformazioni chimico fisiche</b> che avvengono in atmosfera <b>tra gli ossidi di azoto e i composti organici volatili</b> . 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 <b>fenomeni di accumulo anche a notevole distanze</b> 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 <b>effetti infiammatori di gravità crescente, sino ad una riduzione della funzionalità polmonare</b> . Sugli ecosistemi vegetali gli effetti ossidanti della <b>molecola interferiscono con la funzione clorofilliana e con la crescita delle piante</b> . I materiali, come la gomma e le fibre tessili, subiscono <b>alterazione chimiche</b> che ne <b>compromettono le caratteristiche e la resistenza</b> .
<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 $O_3$ ed è misurata da un apposito rivelatore. L'unità di misura con la quale sono espresse le concentrazioni di $O_3$ è il microgrammo al metro cubo ( $\mu g/m^3$ ).
<b>Situazione</b>  <i>stabile</i> 	I superamenti dei riferimenti normativi continuano ad essere significativi a livello europeo nonostante la riduzione di lungo termine osservata negli ultimi 25 anni. Data l'influenza determinante delle condizioni meteorologiche, l'andamento delle concentrazioni di $O_3$ può variare considerevolmente negli anni ed è 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)

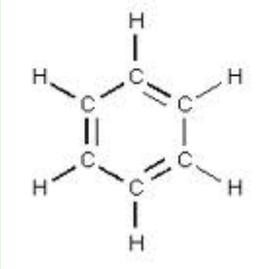
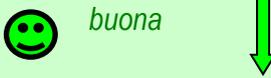
## BIOSSIDO DI ZOLFO – SO<sub>2</sub>

<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>10</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 danni <b>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>10</sup> ISPRA -inventario emissioni in atmosfera-CONAIR IPPC- dati 1980-2008

## 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.</p> <p>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, detergenti, 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.</p> <p>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</b>  <i>spazio temporale</i></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>  <i>buona</i></p> 	<p>I livelli in atmosfera di questo inquinante sono notevolmente diminuiti a seguito dell'introduzione, dal luglio 1998, del limite dell'1% del tenore di benzene nelle benzine e grazie al miglioramento delle performance emissive degli autoveicoli.</p>

<b>Riferimenti normativi</b> 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>Benzene</b>	Anno civile	$5.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1 gennaio 2010

## MONOSSIDO DI CARBONIO – CO

<b>Caratteristiche</b>	<p>Il monossido di carbonio è un gas incolore, inodore e insapore, infiammabile, e molto tossico.</p> <p>Viene generato durante la combustione di materiali organici, come intermedio di reazione, quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente.</p> <p>Il monossido di carbonio è l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera.</p>
<b>CO</b>	
<b>Fonte</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i>	<p>Le principali fonti naturali sono agli <b>incendi boschivi</b>, <b>le eruzioni dei vulcani</b>, <b>le emissioni da oceani e paludi</b>.</p> <p>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.</p>
<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>	<p>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.</p> <p>Sull'ambiente ha effetti trascurabili.</p>
<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</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 determinato, nonostante il numero crescente degli autoveicoli in circolazione, una riduzione significativa della sua concentrazione.

<b>Riferimenti normativi</b> 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