

II RESPONSABILE

Prot. 112302 /H10.02

Cuneo, 20/12/2018

(trasmessa esclusivamente via PEC)

Ill.mo Signor Sindaco del Comune di
CASTELLETTO STURA

INFO@pec.comune.castellettostura.cn.it

Spett.le Assessorato Ambiente
PROVINCIA di CUNEO

protocollo@provincia.cuneo.legalmail.it

Spett.le Dipartimento Prevenzione
Azienda ASL CN1 Cuneo

aslcn1@legalmail.it

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

Rif. DOQUI: B5.16 – ATTIVITA' ANNO 2017 – H10_2017_00989/ARPA.

Oggetto: Trasmissione dei risultati relativi ai monitoraggi della qualità dell'aria nel comune di Castelletto Stura tra il maggio 2017 e l'agosto 2018

Con la presente si inviano le risultanze dei monitoraggi della qualità dell'aria eseguiti nel Comune di Castelletto Stura con il laboratorio mobile dal 5 maggio al 10 luglio 2017 e dal 22 agosto al 7 dicembre 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 40, Allegato pagine 13)

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 - PEC dip.cuneo@pec.arpa.piemonte.it – 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 nel comune di Castelletto Stura tra il maggio 2017 e l'agosto 2018

Realizzazione del monitoraggio	Bardi Luisella Martini Sara Pellutiè Aurelio	Corino Flavio Pascucci Luca Tosco Marco
Redazione	Funzione: Collab. Tecnico Professionale Nome: Bardi Luisella	
	Funzione: Collab. Tecnico Professionale Nome: Martini Sara	
Verifica ed approvazione	Funzione: Responsabile Produzione Nome: Riccardi Ivo	

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 - PEC dip.cuneo@pec.arpa.piemonte.it – www.arpa.piemonte.gov.it

INDICE

INTRODUZIONE	2
ANALISI DEI DATI DELLA QUALITA' DELL'ARIA	6
BIOSSIDO DI AZOTO – NO ₂	6
MATERIALE PARTICOLATO – PM ₁₀	15
BIOSSIDO DI ZOLFO – SO ₂ MONOSSIDO DI CARBONIO – CO e BENZENE	22
OZONO – O ₃	23
SITUAZIONE METEOROLOGICA E DATI LOCALI	25
DETERMINAZIONE DELLA CONCENTRAZIONE DI BIOSSIDO DI AZOTO IN ATMOSFERA MEDIANTE CAMPIONATORI PASSIVI	29
CONCLUSIONI.....	39
<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>5</i>

INTRODUZIONE

La relazione illustra, nella prima parte, i risultati dei monitoraggi della qualità dell'aria effettuati con il laboratorio mobile nei periodi compresi tra il 5 maggio ed il 10 luglio 2017 e tra il 22 agosto ed il 7 dicembre 2017 nel comune di Castelletto Stura. Una seconda parte è dedicata ai risultati ottenuti dalle campagne di misura eseguite con campionatori passivi sul territorio del cuneese che hanno coinvolto anche l'abitato di Castelletto Stura.

Dai precedenti monitoraggi eseguiti con il laboratorio mobile nello stesso sito nel 2009 e nel 2015, era emerso che questo punto di misura nelle ore notturne risente delle ricadute delle emissioni di ossidi di azoto provenienti da sorgenti poste a monte. Ciò succede a causa del regime di brezza monte-valle che caratterizza la zona e della particolarità del sito di essere sottovento, durante le ore notturne, a grossi stabilimenti industriali che emettono grandi quantitativi di questo inquinante. Tali influenze su Castelletto Stura risultano tuttavia limitate e, andando a sommarsi a livelli locali bassi e tipici di una zona poco urbanizzata, determinano concentrazioni medie di ossidi di azoto contenuti rispetto a quelli della vicina stazione di Cuneo e delle altre centraline urbane della provincia.

È stato scelto di eseguire con il laboratorio mobile della qualità dell'aria ulteriori misure a Castelletto Stura in ragione del processo di rifacimento del forno fusorio della vicina industria di produzione del vetro che è stato realizzato nel 2017, al fine monitorare le eventuali ricadute locali delle variazioni delle emissioni in atmosfera che tale processo poteva comportare nelle sue diverse fasi.

Il laboratorio mobile, è stato pertanto nuovamente installato in prossimità delle scuole di via Cuneo, considerate recettori sensibili, utilizzando l'alimentazione elettrica della struttura annessa al campo sportivo. Il campionamento si è realizzato in due campagne, la prima è durata dal 5 maggio al 10 luglio 2017, la seconda dal 22 agosto al 7 dicembre 2017.

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 O₃, ossidi di azoto NO-NO₂-NO_x, monossido di carbonio CO, biossido di zolfo SO₂, benzene e materiale particolato PM₁₀).

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 effettuate con mezzi mobili.

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

Nella 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 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.

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

La maggior parte delle elaborazioni sono state realizzate con il software R, in particolare con il pacchetto Openair¹, strumento open-source per l'analisi e l'elaborazione statistica dei dati di concentrazione di inquinanti in aria.

¹ 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

CASTELLETTO STURA

Ortofoto - indicazione del sito di monitoraggio con il laboratorio mobile



LABORATORIO MOBILE

Localizzazione	Via Cuneo 2, nei pressi del campo sportivo
Coordinate UTM WGS84	X= 391649 m; Y= 4921866 m
Periodo	dal 5 maggio al 10 luglio e dal 22 agosto al 7 dicembre 2017



Strumentazione Laboratorio mobile:

PARAMETRO MISURATO	STRUMENTO	MODELLO	METODO DI MISURA
NO – NO ₂	Analizzatore API	200E	Chemiluminescenza
CO	Analizzatore API	300E	Spettrometria a infrarossi
Benzene, Toluene, Xilene	Analizzatore SYNTECH SPECTRAS	GC955 BTX ANALYSER	Gasromatografia con rilevatore a fotoionizzazione
SO ₂	Analizzatore API	100E	Fluorescenza
O ₃	Analizzatore API	400E	Assorbimento UV
PM ₁₀	Analizzatore UNITECH	LSPM10	Nefelometria
PM ₁₀	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 – NO₂

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/m³, e l'altro alla media su un'ora, di 200 µg/m³, da non superare più di 18 volte per anno civile.

Le sequenze temporali delle concentrazioni medie orarie di NO₂ misurate a Castelletto Stura nelle due campagne di misura sono rappresentate nella figura 1 e 3 insieme alle concentrazioni rilevate presso la vicina centralina fissa di Cuneo-Alpini. Nelle figure 2 e 4 ne sono rappresentate le medie giornaliere. Anche se non di facile lettura a causa della quantità di dati, si può vedere come i livelli delle concentrazioni misurate a Castelletto siano per lo più inferiori di quelli rilevati a Cuneo. Si osserva inoltre la crescita dei valori nel passaggio dalla stagione estiva a quella autunnale, dovuta principalmente alla riduzione della capacità dispersiva dell'atmosfera che si verifica al diminuire dell'insolazione (figure 3 e 4).

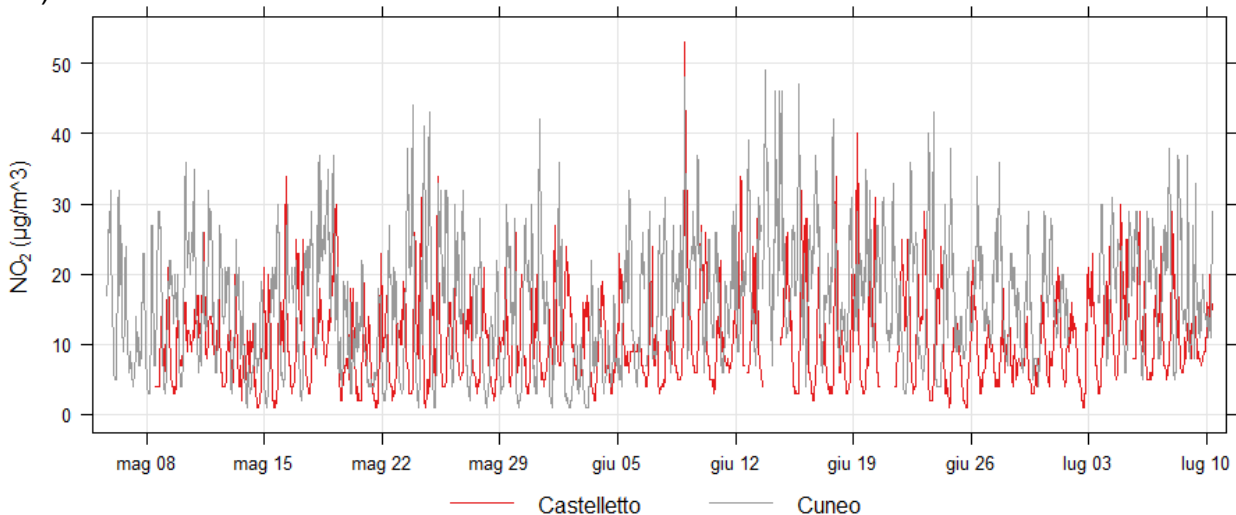


Figura 1) NO₂: concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nella prima campagna nel sito di Castelletto Stura e presso la centralina di Cuneo.

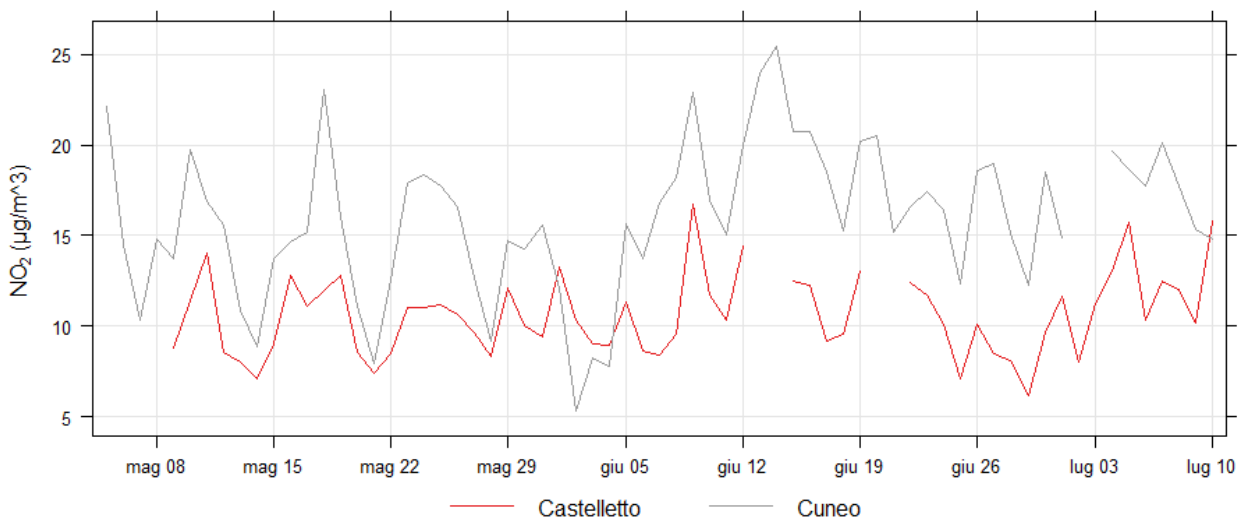


Figura 2) NO₂: concentrazioni medie giornaliere rilevate dal laboratorio mobile nella prima campagna nel sito di Castelletto Stura e presso la centralina di Cuneo.

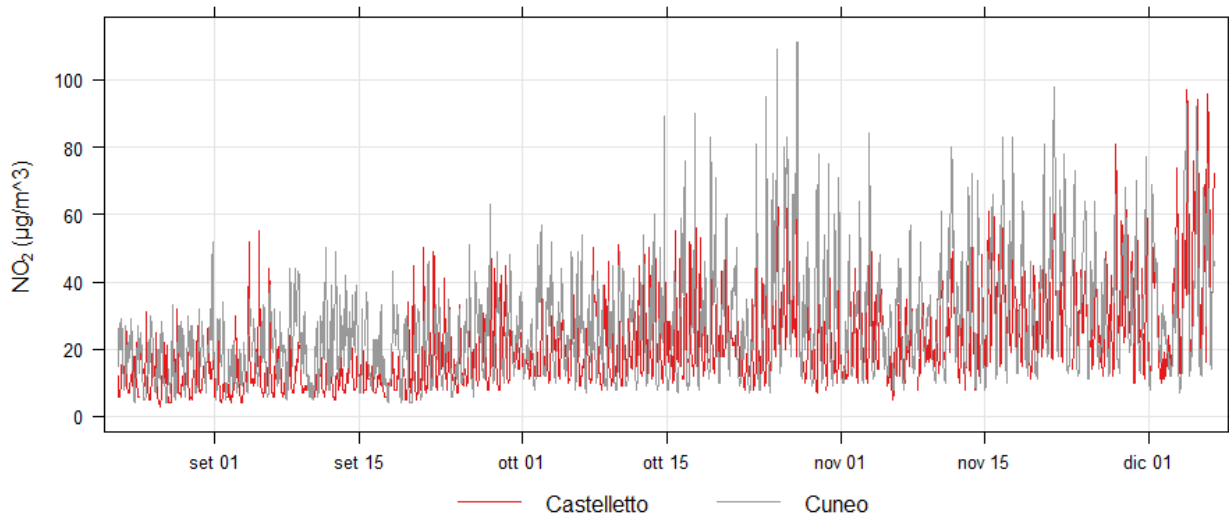


Figura 3) NO_2 : concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nella seconda campagna nel sito di Castelletto Stura e presso la centralina di Cuneo.

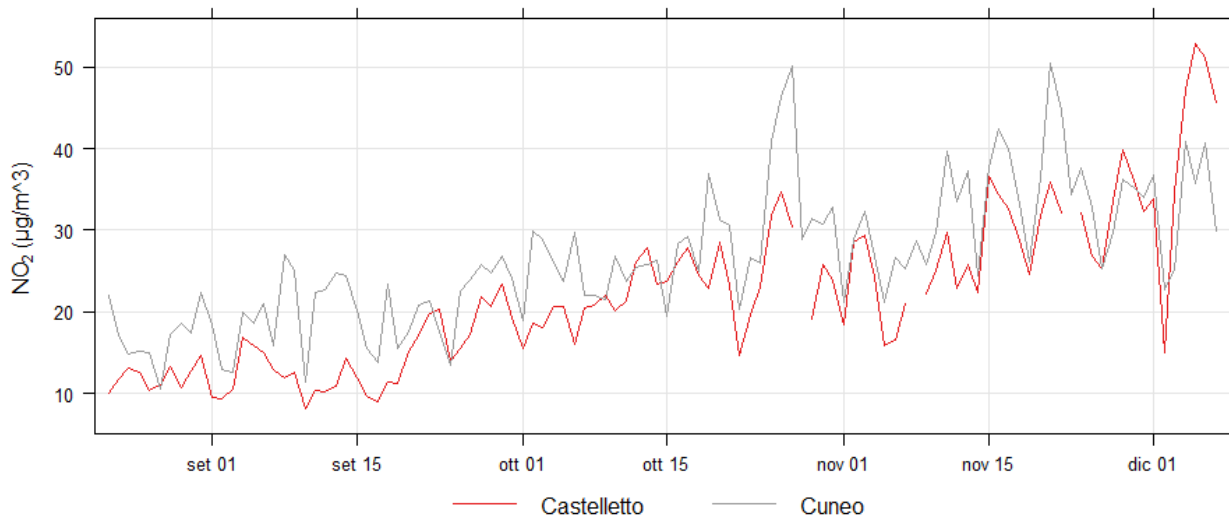


Figura 4) NO_2 : concentrazioni medie giornaliere rilevate dal laboratorio mobile nella seconda campagna nel sito di Castelletto Stura e presso la centralina di Cuneo.

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 5 box plot del periodo della prima campagna di misura, figura 6 della seconda campagna).

Il box plot sintetizza la posizione di tutti i dati orari ottenuti: la scatola, che è il rettangolo centrale, contiene il 50% dei dati (compresi tra il 25° e il 75° percentile²), la linea

² Percentile di ordine k (P_k) 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_k siano una percentuale uguale a $k\%$. La mediana corrisponde al 50° percentile.

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.

Nelle tabelle presenti sotto i grafici sono riportati i valori delle concentrazioni medie, mediane e massime orarie di NO₂ 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.

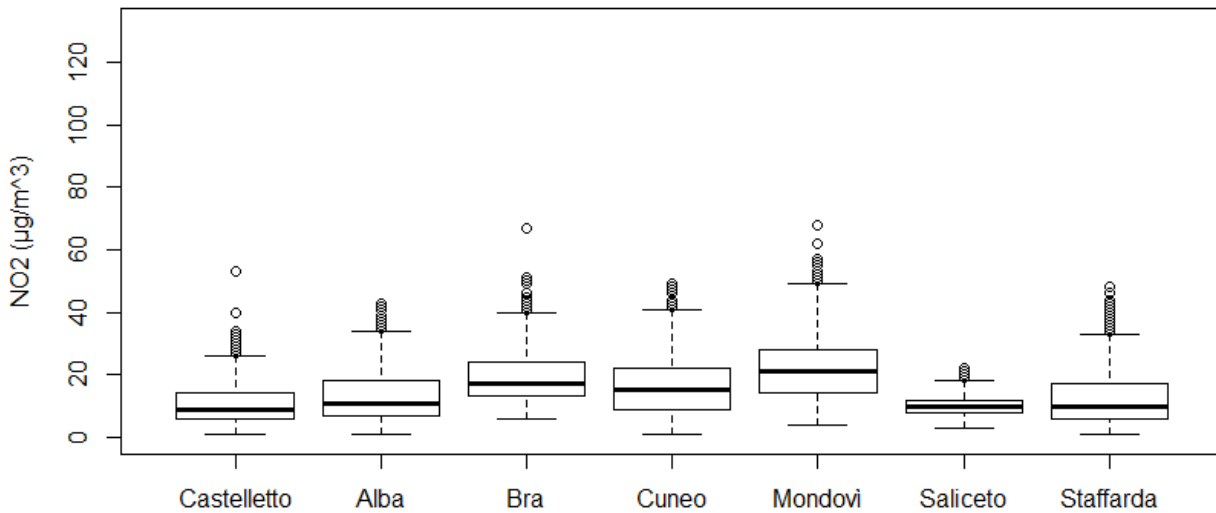


Figura 5) NO₂: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate con il laboratorio mobile a Castelletto Stura nella prima campagna e presso le centraline della provincia di Cuneo (periodo 5 maggio ÷ 10 luglio '17)

NO ₂ (µg/m ³) 5 maggio ÷ 10 luglio '17	Castelletto Stura	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovi (TU)	Saliceto (FR)	Staffarda (FR)
Media	11	13	19	16	22	10	13
Mediana	9	11	17	15	21	10	10
Massimo	53	43	67	49	68	22	48

Tabella 1) NO₂: confronto tra le concentrazioni medie, mediane e massime orarie rilevate a Castelletto Stura nella prima campagna e presso le centraline della provincia di Cuneo (tra parentesi è indicata la tipologia delle stazioni: TU= traffico urbano, FU= fondo urbano, FR= fondo rurale).

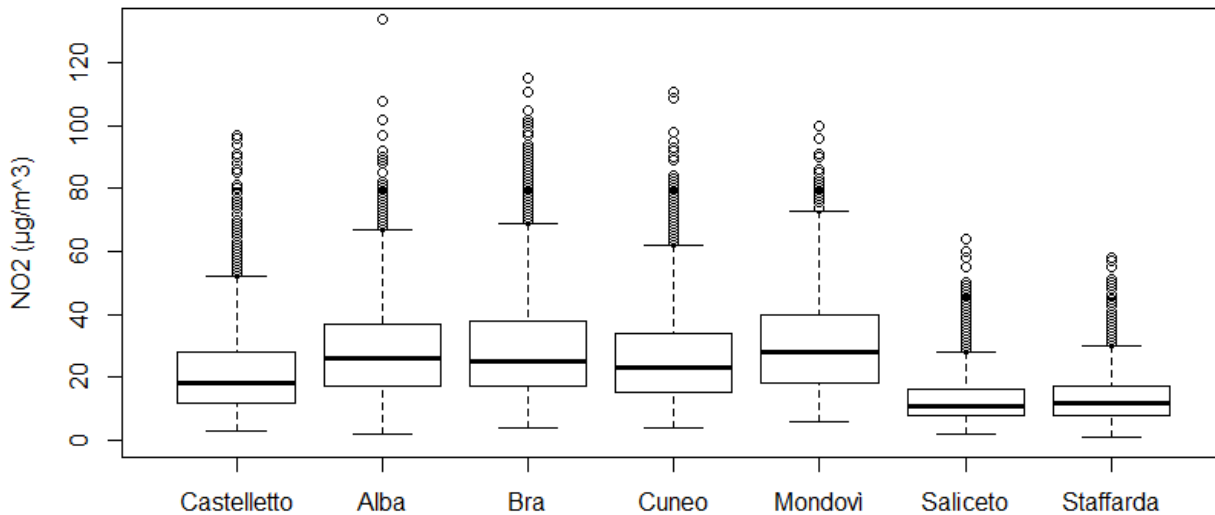


Figura 6) NO₂: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate con il laboratorio mobile a Castelletto Stura nella seconda campagna e presso le centraline della provincia di Cuneo (periodo 22 agosto ÷ 7 dicembre '17)

NO ₂ (µg/m ³) 22 agosto ÷ 7 dicembre '17	Castelletto Stura	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)	Staffarda (FR)
Media	22	28	29	27	30	14	13
Mediana	18	26	25	23	28	11	12
Massimo	97	134	115	111	100	64	58

Tabella 2) NO₂: confronto tra le concentrazioni medie, mediane e massime orarie rilevate a Castelletto Stura nella seconda campagna e presso le centraline della provincia di Cuneo (tra parentesi è indicata la tipologia delle stazioni: TU= traffico urbano, FU= fondo urbano, FR= fondo rurale).

I box plot e gli indicatori relativi ai dati del laboratorio mobile evidenziano concentrazioni orarie inferiori a quelle delle stazioni urbane della rete e confrontabili con quelle dei due siti di fondo rurale di Saliceto e Staffarda per la prima campagna e concentrazioni intermedie tra i siti urbani e quelli rurali nella seconda.

Relativamente ai periodi di monitoraggio, il limite normativo orario è stato rispettato, infatti le concentrazioni massime orarie sono ampiamente inferiori al limite di 200 µg/m³ (valore limite da non superare più di 18 volte per anno civile).

Oltre al limite sulle medie orarie, ai fini della protezione della salute umana, la normativa per la qualità dell'aria stabilisce un limite relativo alla media annuale (40 µg/m³). Poiché le campagne di monitoraggio si riferiscono ad un intervallo di tempo limitato rispetto all'intero anno, fare un confronto diretto della concentrazione media con il limite annuale non è corretto. È però possibile stimare l'entità della media annuale facendo riferimento ai dati registrati dalle centraline della rete fissa. Per ciascuna delle sei stazioni della rete provinciale, le concentrazioni medie complessive relative ai periodi delle campagne di misura a Castelletto Stura sono state rapportate alle concentrazioni medie dell'ultimo anno civile completo (2017) ed è stata calcolata la regressione lineare tra le sei coppie di dati ottenute. Nel grafico di figura 7 sono rappresentati i dati utilizzati insieme alla loro retta di regressione. Il test eseguito sul coefficiente R di Pearson indica la significatività della correlazione statistica. A partire dalla regressione lineare trovata è stata quindi stimata la seguente concentrazione media annuale, riferita all'ultimo anno completo di dati (2017), per il sito di misura di Castelletto Stura ed il rispettivo errore standard:

$$\text{NO}_2 (2017) = 19.7 \pm 2.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Tale valore indica un ampio rispetto del limite normativo annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

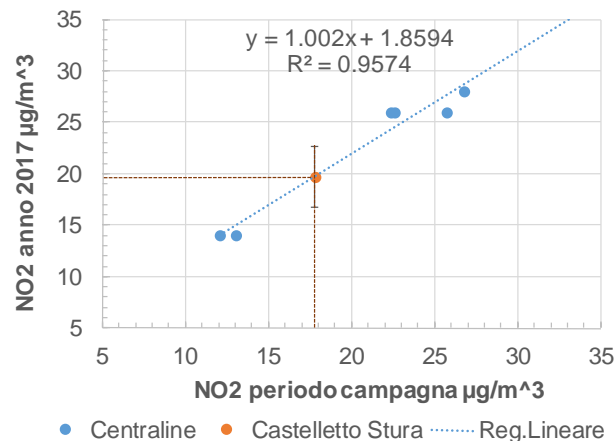


Figura 7) NO_2 : stima della concentrazione media annuale nel sito di misura di Castelletto Stura mediante regressione lineare tra le concentrazioni misurate dalle stazioni fisse durante il periodo delle campagne e le medie dell'anno 2017.

Analisi dell'influenza dell'industria locale

La zona di Castelletto Stura si trova sottovento a due rilevanti stabilimenti industriali che emettono in atmosfera grandi quantitativi di ossidi di azoto. Come si può infatti osservare dalla rosa dei venti di pagina 28, durante le ore notturne la brezza monte-valle che caratterizza la zona del cuneese proviene prevalentemente da Sud-Ovest, direzione lungo la quale si trovano sia il cementificio di Robilante che lo stabilimento di produzione del vetro del comune di Cuneo.

Dai precedenti monitoraggi eseguiti nello stesso sito nel 2009 e nel 2015, era emerso che questo punto di misura nelle ore notturne era caratterizzato da episodi con concentrazioni di NO_2 superiori a quelle della vicina centralina fissa di Cuneo, proprio in corrispondenza di vento proveniente da SudOvest. Tali influenze su Castelletto Stura risultavano tuttavia limitate e, andando a sommarsi a livelli locali bassi e tipici di una zona poco urbanizzata, determinavano complessivamente concentrazioni medie di ossidi di azoto contenute rispetto a quelle della vicina stazione di Cuneo e delle altre centraline urbane della provincia.

I quantitativi di ossidi di azoto emessi in atmosfera dagli stabilimenti citati 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 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.

Nella figura 8 è rappresentata l'evoluzione nel tempo delle tonnellate di ossidi di azoto emesse per ogni anno, 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 (SMCE).

Come meglio dettagliato nella relazione “*Evoluzione della qualità dell’aria nei comuni di Borgo San Dalmazzo, di Cuneo e zone limitrofe*”³, le diminuzioni delle emissioni in atmosfera ottenute hanno portato ad un’evidente riduzione delle ricadute sul territorio locale ed un miglioramento significativo della qualità dell’aria è stato riscontrato dalle centraline fisse di misura.

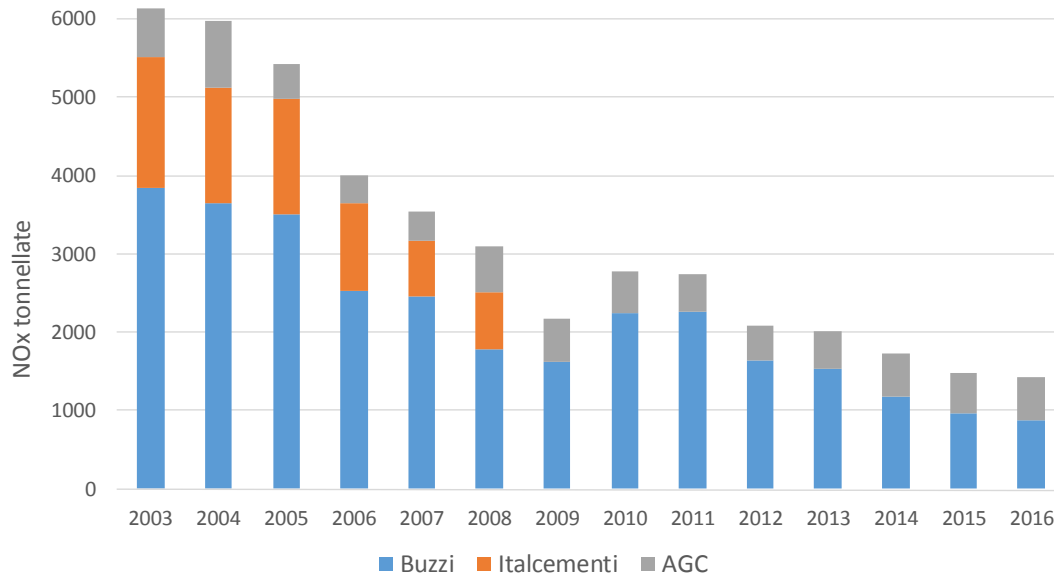


Figura 8) Emissioni annuali di ossidi di azoto dai forni del cementificio di Robilante, di Borgo San Dalmazzo e dal forno fusorio della vetreria di Cuneo.

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/Nm³, in vigore fino a giugno 2014, ai 500 mg/Nm³), ha dovuto adottare un’ulteriore diminuzione a 450 mg/Nm³.

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).

Durante il processo di rifacimento del forno fusorio le principali operazioni eseguite dalla locale azienda di produzione del vetro sono state: lo spegnimento dell’impianto di depurazione fumi, avvenuto il 22 maggio 2017; le operazioni di fermata della linea di produzione del vetro, iniziate il 6 giugno e concluse il 12 giugno, che risulta essere il primo giorno di fermo impianto; la demolizione e ricostruzione delle strutture interessate, seguite dalle operazioni di avvio del nuovo forno, avvenute a partire dal 29 agosto 2017 e di messa in esercizio dell’impianto; la messa a regime, che si è conclusa il 29 novembre 2018 con il passaggio al nuovo limite alle emissioni in accordo con le normative europee (da 1000 mg/Nm³ a 700 mg/Nm³). Nel periodo della messa a regime, l’impianto di depurazione dei fumi ha subito una manutenzione, tra il 23 ed il 30 agosto 2018, ed il rinnovamento, tra il 12 ed il 26 ottobre 2018; entrambe le operazioni hanno comportato la fermata dell’impianto stesso.

³ [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

Come si può appurare dai grafici e dai dati presentati nel paragrafo precedente, durante i monitoraggi a Castelletto Stura, che hanno interessato le principali fasi di manutenzione del forno, non sono state evidenziate ricadute anomale per gli ossidi di azoto.

Ulteriori elaborazioni sono state condotte sui dati, valutando le differenti configurazioni emissive, ma non sono emerse criticità nelle concentrazioni misurate con il laboratorio mobile.

Nel seguito sono riportate alcune delle elaborazioni condotte su due “sotto-periodi” di misura. Nella figura 9 è rappresentato il grafico del giorno medio del periodo compreso tra il 22 maggio ed il 5 giugno 2017, ottenuto mediando i dati rilevati alla stessa ora dei diversi giorni (la fascia colorata dei grafici rappresenta l'intervallo di confidenza al 95% della media). In tale periodo il forno della vetreria era ancora in produzione, mentre l'impianto di depurazione fumi era spento per manutenzione. Presso il cementificio era attivo il forno più grande.

Le concentrazioni del giorno medio di Cuneo di tale periodo 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. I dati di Castelletto Stura invece, come già riscontrato nei monitoraggi precedenti, presentano un andamento molto differente, con concentrazioni minime nelle ore diurne e più elevate nelle ore notturne quando diventano superiori anche a quelle di Cuneo.

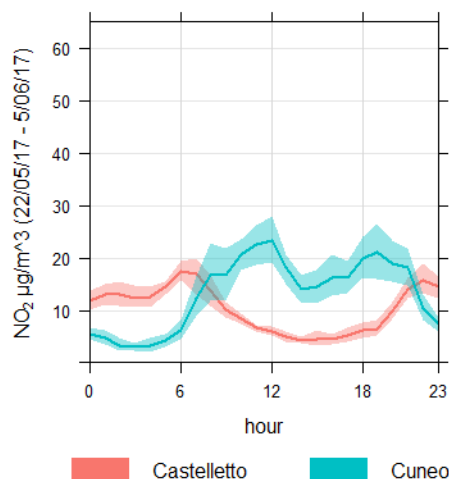


Figura 9) NO₂: giorno medio (periodo 22 maggio ÷ 5 giugno '17).

Ciononostante, dal confronto delle distribuzioni delle concentrazioni orarie misurate nei diversi siti in questo periodo e rappresentate nella figura 10, si osserva come, anche in questa fase, che poteva comportare ricadute maggiori per l'assenza di abbattimento, i dati orari di NO₂ misurati a Castelletto Stura non hanno evidenziato valori anomali nel confronto con i dati registrati dalla stazione di Cuneo e dalle altre stazioni della rete.

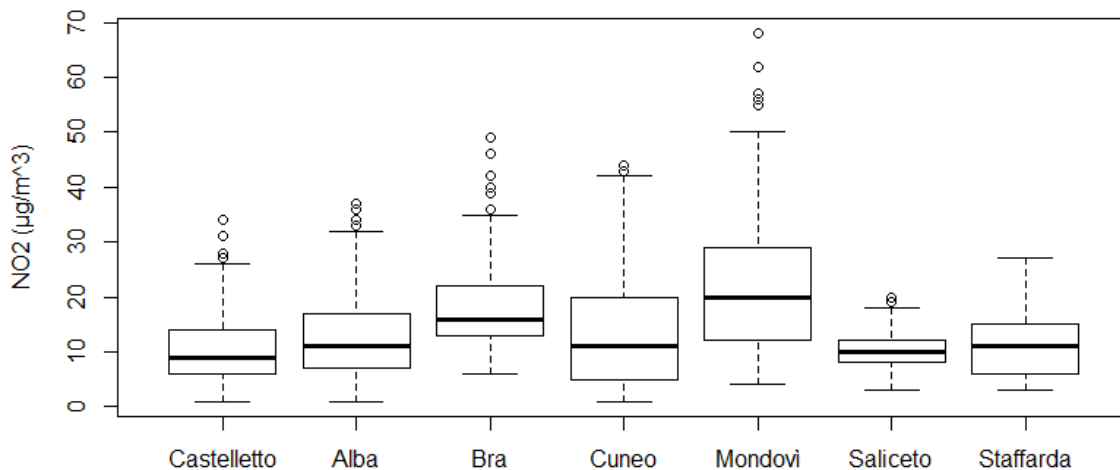


Figura 10) NO₂: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate con il laboratorio mobile a Castelletto Stura e presso le centraline della provincia di Cuneo nel periodo 22 maggio ÷ 5 giugno '17.

Anche per il periodo compreso dal 7 novembre al 7 dicembre 2017 sono confrontati giorni medi di Castelletto Stura e Cuneo e i box plot delle concentrazioni orarie per i diversi siti di misura. In tale periodo veniva conclusa la messa in esercizio dell'impianto di produzione del vetro, mentre il cementificio era attivo con il forno più piccolo.

Dal confronto dei due giorni medi di Cuneo e Castelletto Stura di figura 11, si può osservare come la situazione in questo periodo autunnale sia cambiata rispetto al periodo primaverile (figura 9): intanto i livelli di concentrazione sono più che raddoppiati, inoltre le concentrazioni di Castelletto, nonostante mantengano un minimo nelle prime ore del pomeriggio, presentano due picchi con concentrazioni molto simili a quelle di Cuneo intorno alle 8 ed alle 19, dovuti principalmente alle emissioni del traffico veicolare e del riscaldamento domestico locale. Nelle ore notturne le concentrazioni si mantengono più elevate nel sito di Castelletto Stura.

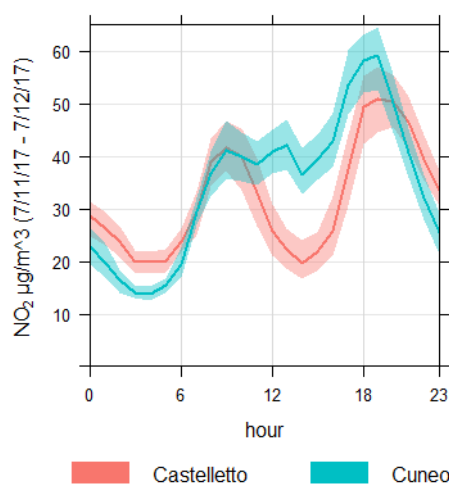


Figura 11) NO₂: giorno medio (periodo 7 novembre ÷ 7 dicembre '17).

Nonostante l'aumento delle concentrazioni registrato, le distribuzioni dei dati orari rappresentate in figura 12 evidenziano come, anche per questo periodo, la situazione di Castelletto Stura non evidenzia criticità rispetto agli altri siti di misura.

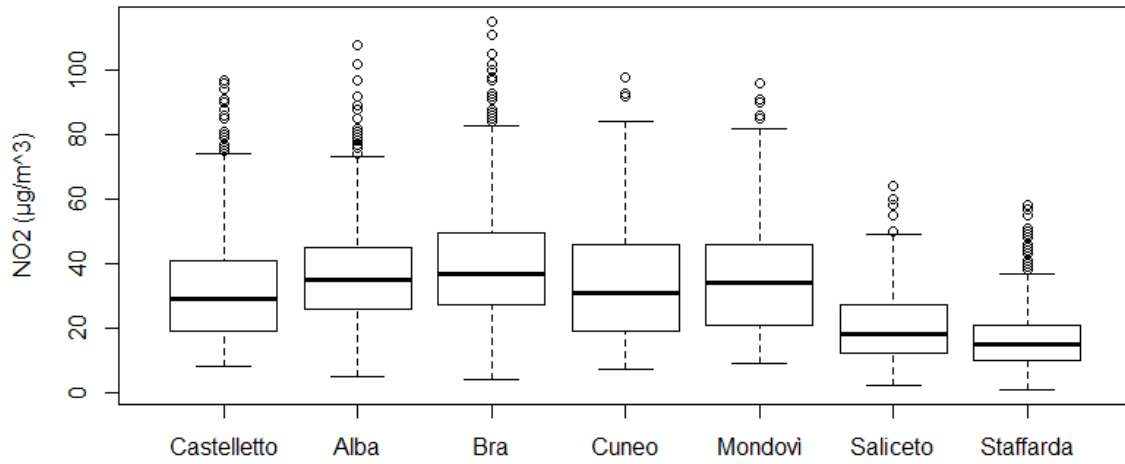


Figura 12) NO₂: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate con il laboratorio mobile a Castelletto Stura e presso le centraline della provincia di Cuneo nel periodo 7 novembre ÷ 7 dicembre '17.

MATERIALE PARTICOLATO – PM₁₀

La normativa vigente per la qualità dell'aria prevede la determinazione della concentrazione media giornaliera di PM₁₀ 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 13 le concentrazioni giornaliere di PM₁₀ misurate nel sito del comune di Castelletto Stura 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/m³ 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.

Da questo grafico si può osservare come le variazioni nel tempo delle concentrazioni giornaliere registrate nel sito di Castelletto Stura siano coerenti con gli andamenti dei dati del PM₁₀ 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.

Il monitoraggio a Castelletto Stura ha coinvolto sia un periodo tardo primaverile ed estivo in cui, coerentemente con quanto detto sopra, le concentrazioni registrate hanno avuto valori contenuti al di sotto del limite giornaliero, sia il periodo autunnale. L'autunno 2017 è stato molto critico per l'inquinamento da polveri sottili in tutta la regione, a causa del prolungato periodo siccitoso che si è verificato. In particolare ottobre è stato il mese con il più elevato numero di superamenti del limite giornaliero.

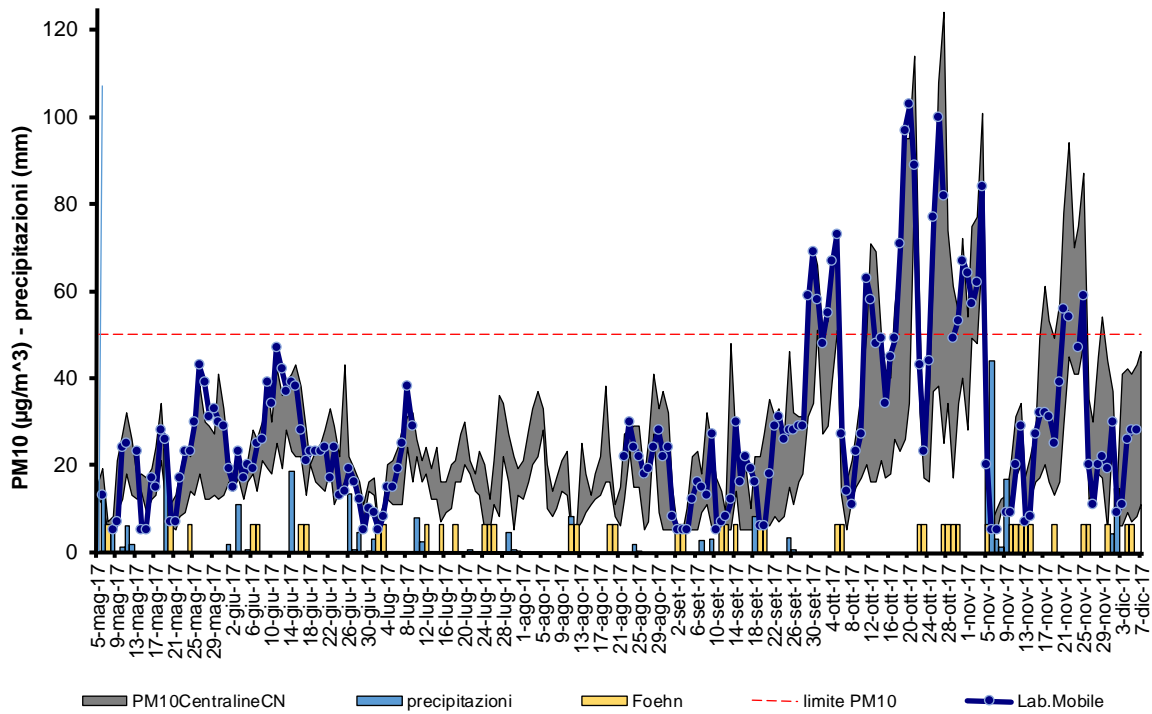


Figura 13) PM_{10} : concentrazioni medie giornaliere rilevate a Castelletto Stura nelle due campagne di misura; intervallo di concentrazioni definito dai dati delle centraline della provincia di Cuneo nell'intero periodo dal 5 maggio al 7 dicembre 2017; precipitazioni giornaliere registrate dalla stazione meteo di Cuneo ed episodi di Foehn.

Le distribuzioni delle concentrazioni giornaliere di PM_{10} ottenute nelle due campagne di Castelletto Stura, sono rappresentate, nelle due figure della pagina seguente, con grafici a box e confrontate con quelle ottenute, negli stessi periodi, da ciascuna centralina della rete fissa della provincia di Cuneo in cui il particolato viene misurato. Nelle tabelle presenti sotto le figure, per ogni punto di misura sono riportati: numero di superamenti del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, concentrazioni medie e massime giornaliere di PM_{10} e numero di dati disponibili.

L'analisi statistica dei dati della prima campagna, che hanno valori molto contenuti, indica una differenza non significativa tra i diversi siti (ad eccezione di Saliceto).

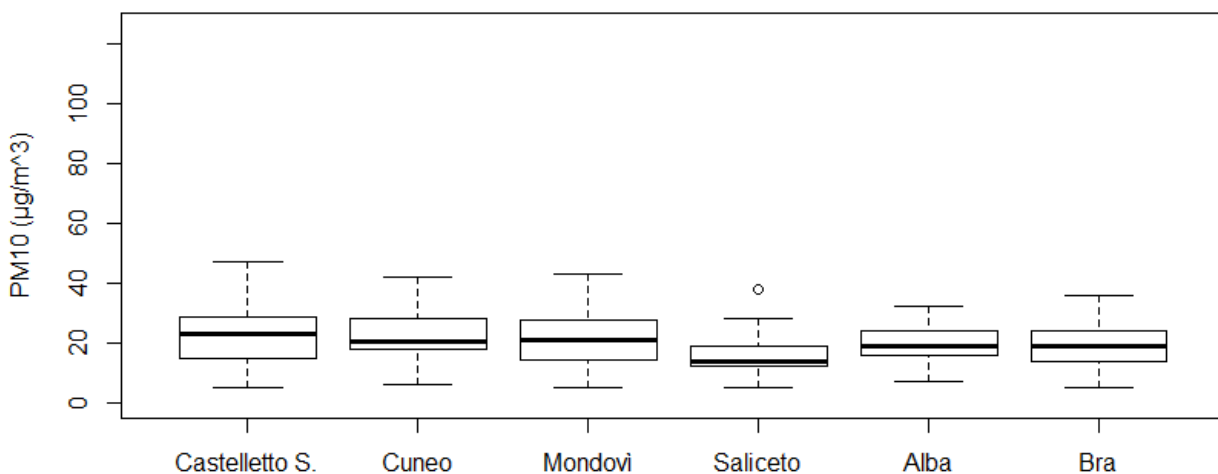


Figura 14) PM_{10} : confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni giornaliere rilevate a Castelletto Stura nella prima campagna del laboratorio mobile e presso le centraline della provincia di Cuneo (periodo 6 maggio ÷ 9 luglio '17)

PM ₁₀ (µg/m ³) 6 maggio ÷ 9 luglio '17	Castelletto Stura	Cuneo (FU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)	Alba (FU)	Bra (TU)
Superamenti limite 50 µg/m ³	-	-	-	-	-	-
Media (µg/m ³)	22	22	22	16	19	19
Massimo (µg/m ³)	47	42	43	38	32	36
N. dati	63	62	64	65	65	56

Tabella 3) PM₁₀: confronto tra le concentrazioni medie, mediane e massime giornaliere rilevate a Castelletto Stura nella prima campagna 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).

Per poter valutare i dati della seconda campagna occorre considerare che, nella provincia di Cuneo, l'inquinamento da polveri sottili è caratterizzato da livelli che nei periodi critici peggiorano procedendo dalla zona pedemontana alla zona di pianura, con situazioni "aggravate" nei punti maggiormente esposti ad emissioni locali intense, per lo più dovute al traffico veicolare. La zona di pianura della provincia costituisce infatti l'estremo ovest della pianura Padana e pertanto risente dell'inquinamento che, a causa della conformazione orografica e delle emissioni presenti, ristagna e caratterizza tutto il bacino padano. La zona sud della provincia di Cuneo, rispetto a quella a nord, è tuttavia caratterizzata da una maggior ventilazione, che permette una migliore diluizione degli inquinanti⁴. Per questo motivo, tra le stazioni fisse della provincia, quella di Cuneo, grazie alla sua collocazione geografica, è generalmente caratterizzata da concentrazioni di polveri sottili più contenute di quelle rilevate dalle centraline di Alba e Bra che risentono maggiormente dell'inquinamento di fondo del bacino padano e per le quali il superamento, in tutti gli anni di misura, del limite stabilito per le concentrazioni giornaliere conferma una situazione di criticità per il PM₁₀. La stazione di Mondovì, sebbene sia caratterizzata dalle concentrazioni di fondo contenute tipiche della zona pedemontana, risente fortemente delle emissioni locali del traffico veicolare a causa della posizione a ridosso di una strada percorsa da un intenso traffico anche di tipo pesante. La stazione di Saliceto, nonostante si trovi in una zona rurale a margine del bacino padano, e pertanto non sia caratterizzata da livelli di fondo elevati, nel periodo invernale risente delle emissioni locali di materiale particolato provenienti dal diffuso utilizzo della biomassa legnosa come combustibile.

Per i dati della seconda campagna eseguita con il laboratorio mobile, che ha interessato anche il periodo autunnale, sia la media delle concentrazioni misurate a Castelletto Stura che il numero di superamenti del limite giornaliero, si trovano a livelli intermedi tra quelli della zona "Cuneo-Mondovì" e quelli della zona "Alba-Bra".

⁴ Per approfondimenti: [Relazione della qualità dell'aria 2017 – Territorio della provincia di Cuneo, Arpa Piemonte](#)

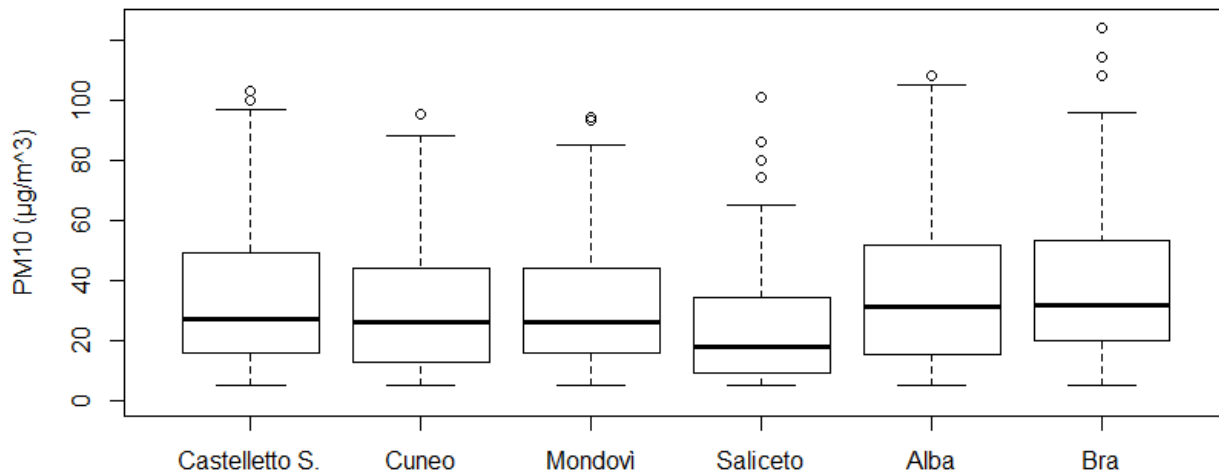


Figura 15) PM_{10} : confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni giornaliere rilevate a Castelletto Stura nella seconda campagna del laboratorio mobile e presso le centraline della provincia di Cuneo (periodo 23 agosto ÷ 6 dicembre '17)

PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 23 agosto ÷ 6 dicembre '17	Castelletto Stura	Cuneo (FU)	Mondovi (TU)	Saliceto (FR)	Alba (FU)	Bra (TU)
Superamenti limite 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24	17	19	8	28	31
Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	34	30	32	24	36	40
Massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	103	95	94	101	108	124
N. dati	103	104	106	105	104	106

Tabella 4) PM_{10} : confronto tra le concentrazioni medie, mediane e massime giornaliere rilevate a Castelletto Stura nella seconda campagna 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).

Analogamente a quanto eseguito per il biossido di azoto, per il sito di Castelletto Stura è stata stimata la media annuale di PM_{10} facendo riferimento ai dati registrati dalle stazioni della rete fissa. Per ciascuna delle cinque stazioni di misura del PM_{10} le concentrazioni medie relative al periodo della campagna sono state rapportate alle concentrazioni medie dell'ultimo anno civile completo di dati (2017) ed è stata calcolata la regressione lineare tra le cinque coppie.

Nel grafico di figura 16 sono rappresentati i dati utilizzati insieme alla loro retta di regressione. Il test eseguito sul coefficiente R di Pearson ottenuto indica una correlazione statisticamente significativa. A partire dalla regressione lineare trovata è stata quindi stimata la seguente concentrazione media annuale, riferita al 2017, per il sito di misura di Castelletto Stura ed il rispettivo errore standard:

$$\text{Media } PM_{10} (2017) = 29.6 \pm 6.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Tale valore medio, analogamente a quanto si è verificato per tutte le stazioni della provincia di Cuneo (tabella 4), rispetta la soglia normativa annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

	Cuneo (FU)	Alba (FU)	Bra (TU)	Mondovi (TU)	Saliceto (FR)
Media anno 2017 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	26	30	33	29	24

Tabella 4) PM_{10} : concentrazioni medie dell'anno 2017 per le stazioni della provincia di Cuneo.

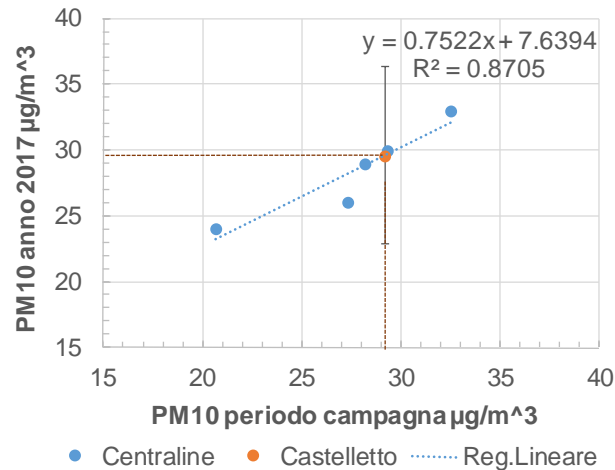


Figura 16) PM_{10} : stima della concentrazione media annuale nel sito di misura di Castelletto Stura mediante regressione lineare tra le concentrazioni misurate dalle stazioni fisse durante il periodo della campagna e le medie dell'anno 2017.

Facendo riferimento al numero complessivo di superamenti registrati dalle stazioni della rete nell'ultimo anno civile, che è stato un anno particolarmente critico⁴ per l'inquinamento da polveri sottili, è stato inoltre stimato il numero di superamenti del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il sito di Castelletto Stura riferito all'intero 2017. Il valore stimato a partire dalla regressione lineare (correlazione statisticamente significativa – figura 17) è pari a:

$$\text{Numero superamenti (2017)} = 49.7 \pm 9.5$$

Tale valore è inferiore a quanto registrato nel 2017 presso le stazioni di Alba e Bra (tabella 5), che essendo più a nord risentono maggiormente dell'inquinamento che ristagna nella pianura, ma è comunque superiore al numero massimo consentito dalla normativa (35 per anno civile).

	Cuneo (FU)	Alba (FU)	Bra (TU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)
Numero superamenti anno 2017	29	57	65	44	26

Tabella 4) PM_{10} : superamenti del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dell'anno 2017 nelle stazioni della provincia di Cuneo.

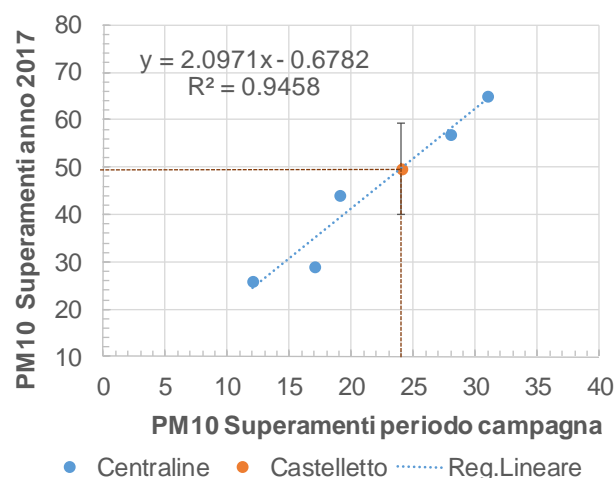


Figura 17) PM_{10} : stima del numero annuale di superamenti del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il sito di misura di Castelletto Stura mediante regressione lineare tra i superamenti registrati dalle stazioni fisse durante il periodo della campagna e quelli complessivi dell'anno 2017.

I dati di PM₁₀ acquisiti con cadenza oraria dal nefelometro del laboratorio mobile hanno permesso di elaborare il giorno medio che, nella figura seguente, è relativo al periodo più critico del monitoraggio, compreso tra il 1 ottobre ed il 7 dicembre 2017. La notevole ampiezza dell'intervallo di confidenza al 95%, rappresentato dalla fascia colorata, è indice della forte influenza che questo inquinante subisce da parte delle condizioni meteorologiche, che ne determinano le principali variazioni nel tempo delle concentrazioni. È tuttavia molto evidente nel giorno medio di Castelletto l'influenza delle attività antropiche locali sulle concentrazioni di PM₁₀, che determinano due picchi di concentrazione, di cui uno particolarmente elevato intorno alle ore 20.

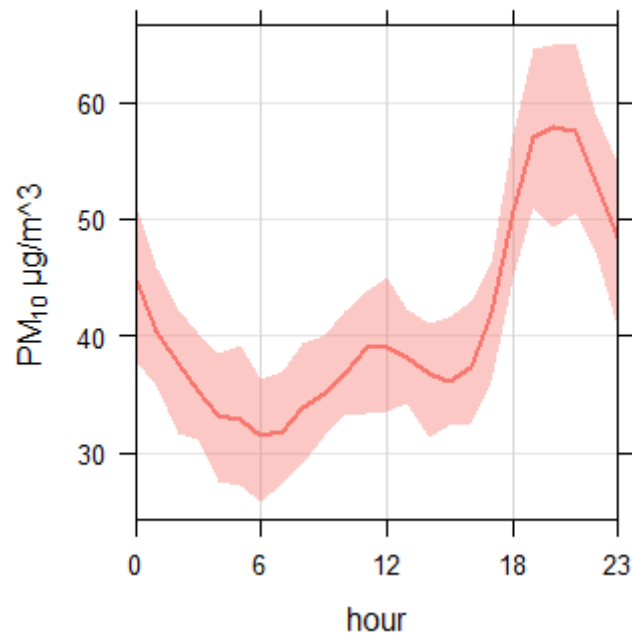


Figura 18) PM₁₀: giorno medio della campagna di monitoraggio svolta a Castelletto Stura per il periodo 1 ottobre ÷ 7 dicembre 2017.

Le concentrazioni orarie di PM₁₀ misurate a Castelletto Stura in tale periodo sono state analizzate anche in relazione ai corrispondenti dati di velocità e direzione del vento. Nel grafico di figura 19 le concentrazioni medie orarie di PM₁₀ 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 PM₁₀ corrispondente a quei valori di direzione e velocità del vento.

Da questo grafico si deduce che mediamente le concentrazioni più elevate si sono verificate in corrispondenza di calma di vento, o con velocità limitate e prevalentemente proveniente dal quadrante NordOvest, ovvero dal centro abitato. Tale situazione indica l'influenza di sorgenti con poca elevazione, tipicamente riscaldamento domestico o traffico veicolare.

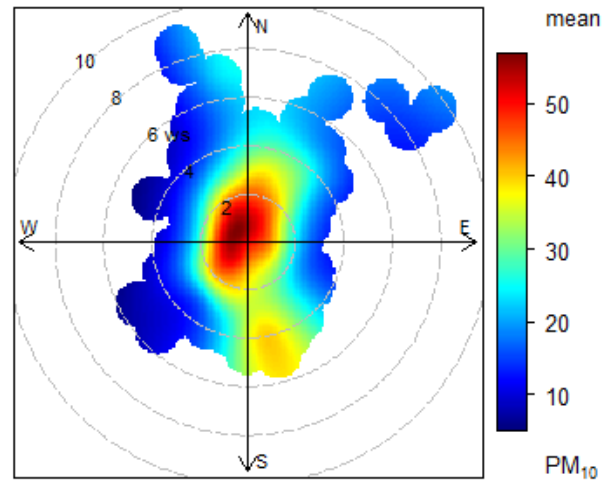


Figura 19) PM₁₀: concentrazioni medie del periodo 1 ottobre ÷ 7 dicembre 2017 in funzione della direzione di provenienza del vento e della sua velocità.

BIOSSIDO DI ZOLFO – SO₂ 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 SO₂ 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/m³ da non superare più di 24 volte per anno civile e l'altro, per la media giornaliera, di 125 µg/m³ da non superare più di 3 volte per anno civile.

I valori orari misurati con il laboratorio mobile nel sito di Castelletto Stura (valore medio di 7 µg/m³), analogamente a quanto rilevato nei medesimi periodi presso le altre centraline della qualità dell'aria della provincia dove l'SO₂ viene monitorato, sono di due ordini di grandezza inferiori ai limiti normativi, e 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/m³ 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/m³.

Nelle campagne di Castelletto Stura i valori rilevati sono analoghi a quanto rilevato negli stessi periodi dalle centraline della rete, con una massima concentrazione media su 8 ore pari a 1.4 mg/m³. 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/m³ su base annuale. Tale limite è ampiamente rispettato in tutto il territorio regionale, comprese le stazioni di traffico. 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 Castelletto Stura non sussistano rischi di superamento del limite per tale inquinante. La concentrazione media ottenuta considerando entrambe le campagne, pari a 0.9 µg/m³, è infatti del tutto analoga a quelle ottenute nello stesso periodo presso le altre stazioni.

OZONO – O₃

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

Il comportamento giornaliero si può appurare nei grafici della figura seguente, dove sono rappresentati i giorni medi delle concentrazioni misurate con il laboratorio mobile a Castelletto Stura e dalla centralina fissa di Cuneo. Dal confronto tra i due grafici si può constatare il comportamento stagionale. I livelli di ozono di Castelletto Stura 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 Castelletto Stura rispetto al sito urbano, che determinano un maggiore consumo di ozono.

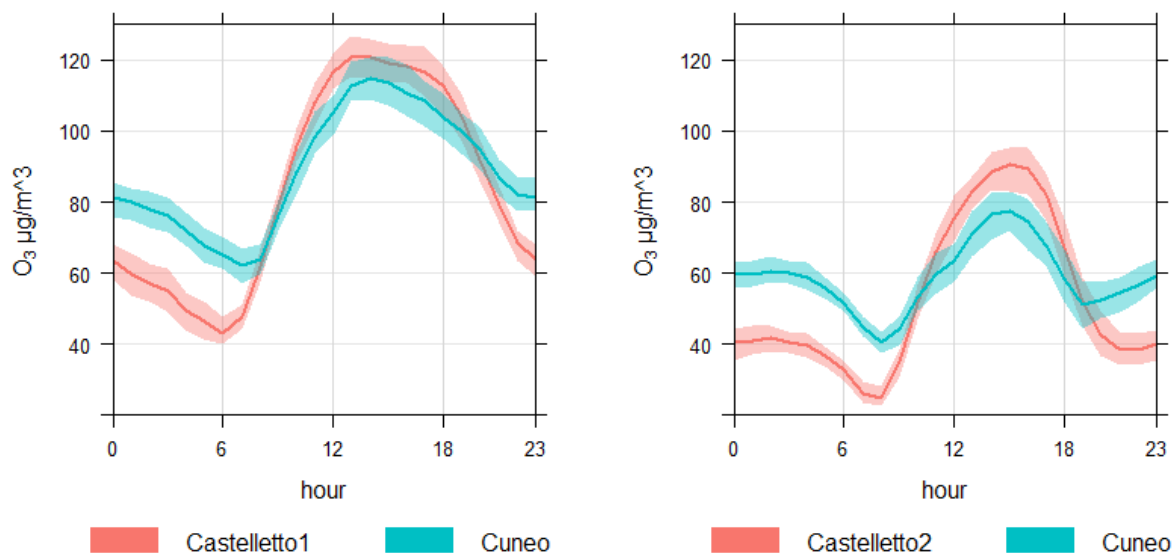


Figura 20) O₃: giorni medi delle campagne di Castelletto Stura confrontati con quelli della centralina fissa di Cuneo (sinistra: 5 maggio ÷ 10 luglio; destra: 22 agosto ÷ 7 dicembre '17).

Il Decreto Legislativo n. 155/2010 prevede, per le concentrazioni medie orarie di ozono, soglie di informazione e di allarme pari a 180 µg/m³ e 240 µg/m³ 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/m³ 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 le misure nel sito di Castelletto Stura, si è verificato un solo superamento della soglia di informazione, avvenuto all'interno di un periodo particolarmente caldo, nel giorno in cui è stato registrato il record di altezza dello zero termico per il mese di giugno (11 giugno). In tale giornata il valore della concentrazione massima misurata a Castelletto Stura è stato appena al di sopra della soglia di allarme e molto simile ai valori registrati negli altri siti della provincia di Cuneo.

Nel grafico di figura 21 per ciascun giorno di misura sono riportati i valori massimi giornalieri delle concentrazioni rilevate nel sito di Castelletto Stura, confrontate con l'intervallo dei valori misurati dalle centraline fisse della provincia di Cuneo e con la soglia di informazione (in rosso).

Il buon accordo tra gli andamenti consente di affermare che i valori delle centraline della rete sono rappresentativi anche del sito oggetto dell'indagine ambientale. Ciò si può attribuire alla peculiarità dell'inquinamento da ozono, considerato un fenomeno di mesoscala o addirittura transfrontaliero; le principali variazioni delle sue concentrazioni interessano pertanto non la scala locale ma distanze di centinaia e migliaia di chilometri.

Nello stesso grafico si possono confrontare gli andamenti delle concentrazioni di ozono con quello della temperatura massima giornaliera misurata dal laboratorio mobile: sebbene la temperatura non sia l'unica variabile da cui dipende l'ozono emerge abbastanza chiaramente una corrispondenza tra gli andamenti della temperatura e della concentrazione di questo inquinante.

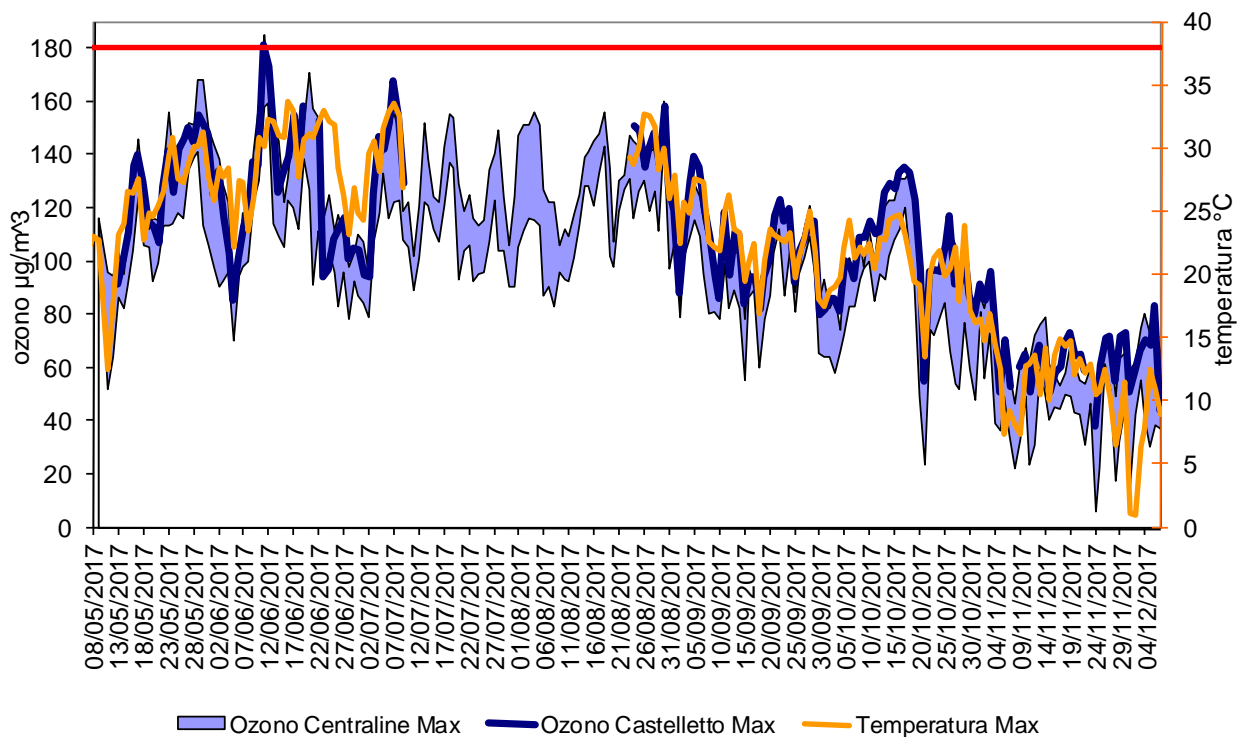


Figura 21) O₃: massime giornaliere delle concentrazioni registrate con il laboratorio mobile a Castelletto Stura e presso le centraline fisse della provincia di Cuneo. Temperatura massima giornaliera misurata dal laboratorio mobile.

La concentrazione massima giornaliera su 8 ore ha superato il valore obiettivo di 120 µg/m³ in tutti i punti di rilevamento in corrispondenza delle ondate di calore che si sono verificate (descritte nel capitolo seguente). Nel sito di Castelletto Stura complessivamente sono stati registrati ben 41 superamenti di tale valore obiettivo.

SITUAZIONE METEOROLOGICA E DATI LOCALI

In Piemonte la temperatura del mese di maggio 2017 è risultata superiore di 1.7°C rispetto alla media climatologica degli anni 1971-2000. Tuttavia un'anomalia termica negativa, avvenuta nei primi giorni del mese, ha causato locali gelate tardive in pianura. A partire dalla metà del mese si sono poi succedute tre ondate di calore.

La precipitazione è risultata inferiore alla norma di circa 45 mm (-34%).

Nel mese di giugno 2017 la temperatura in Piemonte è stata superiore di 3.7°C rispetto alla media climatologica; giugno 2017 risulta il 2° mese più caldo nella distribuzione storica degli ultimi 60 anni, dopo l'eccezionale 2003. A partire dal 10 giugno è iniziato un lungo periodo di stabilità che si è protratto fino al 25 giugno, caratterizzato da espansioni dell'anticiclone africano verso l'Europa occidentale, con media delle temperature massime in pianura costantemente al di sopra dei 30°C. L'11 giugno il radiosondaggio termodinamico effettuato a Cuneo Levaldigi ha rilevato uno zero termico di quasi 5100 m di quota, che costituisce il record per il mese di giugno.

La precipitazione è risultata leggermente inferiore alla norma di circa 5 mm. È da sottolineare la disomogenea distribuzione territoriale delle precipitazioni, con anomalie positive sul settore settentrionale e negative sul basso Piemonte.

Il mese di luglio 2017 è stato caldo e secco rispetto alla media climatologica degli anni 1971-2000, 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. Nel mese si è avuto un deficit precipitativo pari a 16.6 mm (-27). Sul basso Piemonte le precipitazioni più forti si sono verificate nel giorno 24 luglio.

In Piemonte il mese di agosto 2017 è risultato il secondo più caldo degli ultimi 60 anni dopo l'eccezionale agosto 2003, con un'anomalia positiva di 2.4°C. L'ondata di calore più rilevante è stata quella dei giorni 2-6 agosto 2017; la temperatura media in pianura il 4 e il 5 agosto è risultata inferiore solo all'11 agosto 2003 tra i dati del nuovo millennio. Questo mese ha avuto una precipitazione media di circa 57 mm, con un deficit precipitativo di 26 mm (-31%).

Il mese di settembre 2017 in Piemonte è stato fresco e secco. Ha registrato un'anomalia termica negativa di 0.5°C rispetto alla media del periodo 1971-2000. Ha così interrotto una sequenza di 7 mesi consecutivi con temperature superiori alla norma. Inoltre ha avuto un deficit precipitativo pari a 59.9 mm (-60%).

In Piemonte il mese di ottobre 2017 è risultato il più secco degli ultimi 60 anni, con una precipitazione media mensile di soli 3 mm, prevalentemente limitata ai rilievi, e un deficit precipitativo del 98% rispetto alla norma del periodo 1971-2000. È anche risultato il secondo mese di ottobre più caldo dal 1958 in poi, con un'anomalia termica positiva di circa 2.9°C.

Il clima secco e le temperature miti hanno purtroppo contribuito a creare le condizioni favorevoli per la propagazione degli incendi sui rilievi alpini nell'ultima decade del mese, quando si sono verificati diversi episodi di foehn con vento forte. I fumi degli incendi si sono estesi anche alle zone pianeggianti, causando un notevole incremento dei livelli di inquinamento.

In Piemonte il mese di novembre 2017 è risultato moderatamente caldo e secco. Ha avuto una temperatura media superiore di circa 0.7°C rispetto alla climatologia del periodo 1971-2000. Le precipitazioni medie mensili sono state pari a circa 70 mm, con un deficit pluviometrico attorno ai 9 mm, quindi inferiori dell'11% rispetto alla media.

Il mese di dicembre 2017 si è aperto con il primo episodio di neve in pianura della stagione invernale 2017-2018. A bassa quota si sono registrate nevicate con valori tra 10 e 40 cm nella pianura cuneese, con il massimo di 40 cm a Cuneo città. Il 3 dicembre la depressione si è allontanata verso sud, mentre l'espansione dell'alta pressione ha favorito il miglioramento del tempo sul Piemonte.⁵

Dai dati acquisiti dal laboratorio mobile a Castelletto Stura si ricava che, su base oraria, la temperatura minima dei due periodi di monitoraggio è stata di -5.7 °C registrata il 4 dicembre, la media di 16.2 °C e la massima di 33.7 °C, raggiunta il 16 giugno.

Nel grafico della figura 22 sono rappresentate le temperature medie, minime e massime giornaliere misurate dal laboratorio mobile.

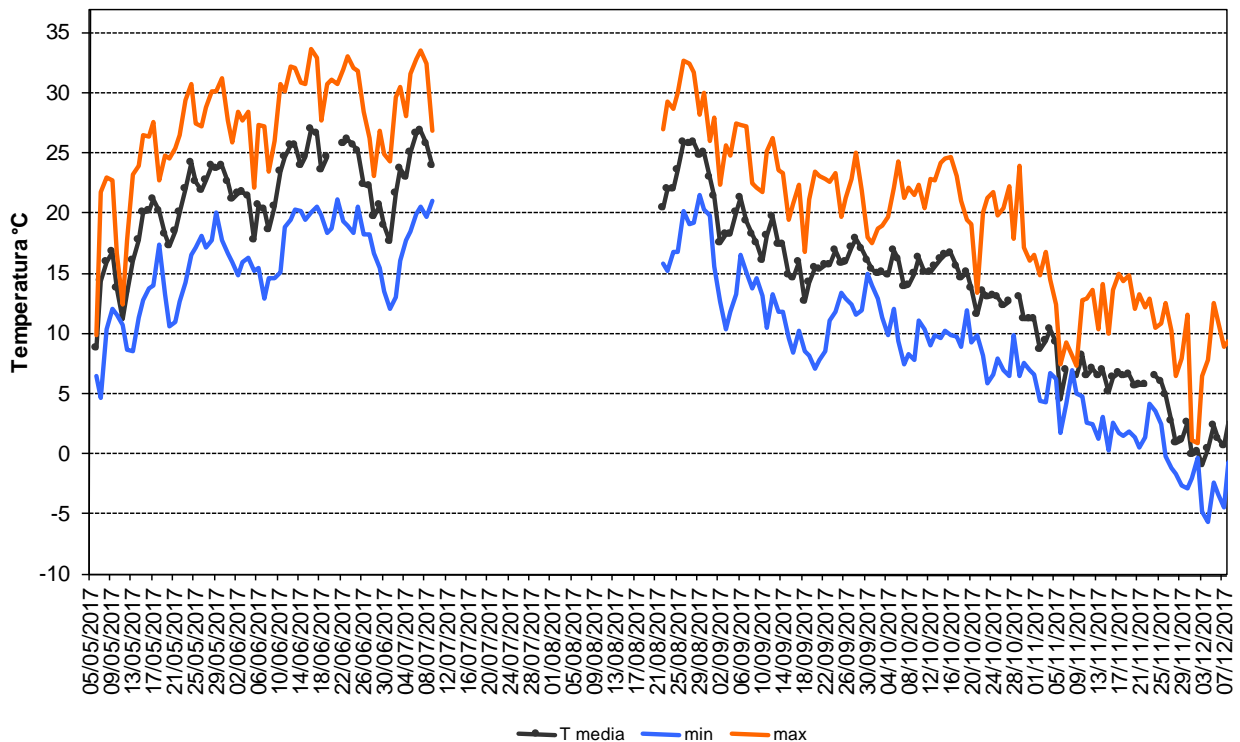


Figura 22) Temperatura dell'aria: medie, minime e massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile a Castelletto Stura.

Nella figura 23 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 – Camera di Commercio tra il 5 maggio ed il 7 dicembre 2017.

⁵ Il clima in Piemonte. Maggio - Dicembre 2017. Arpa Piemonte, Sistemi Previsionali

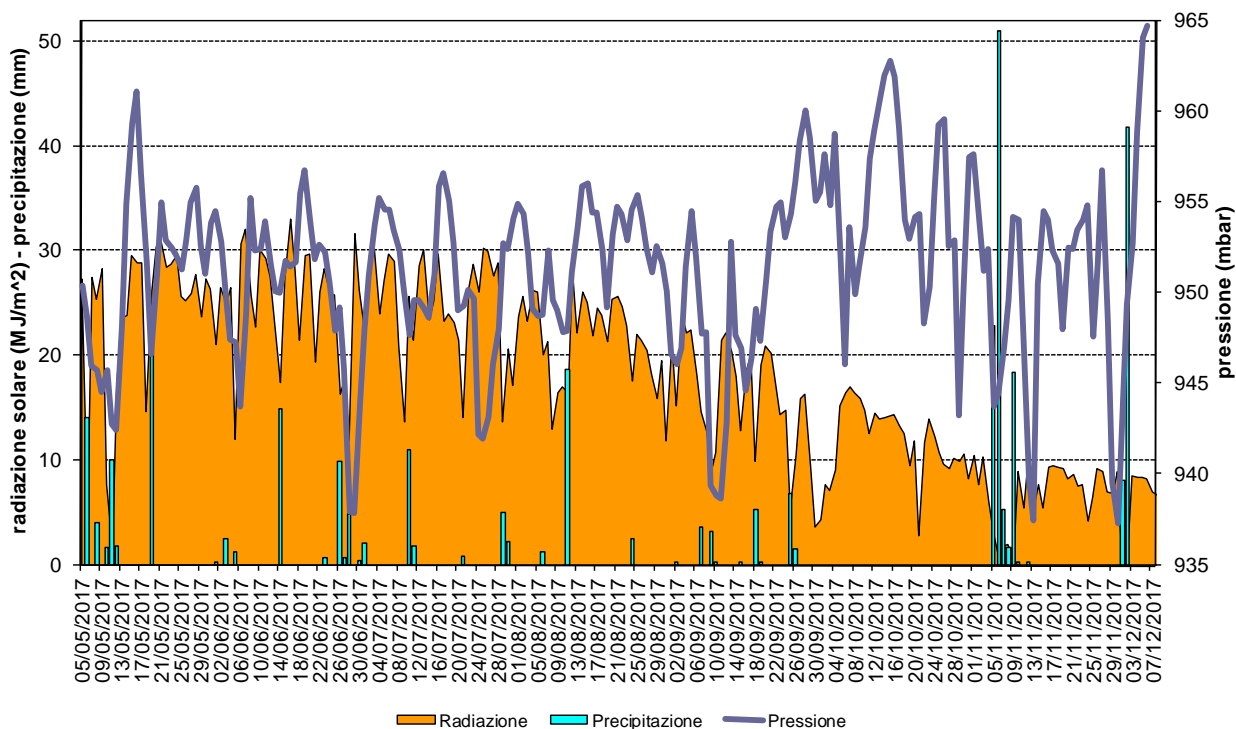


Figura 23) Precipitazione cumulata giornaliera misurata dalla stazione di Cuneo – Cascina vecchia. Totale giornaliero della radiazione solare globale e pressione atmosferica misurata dalla stazione Cuneo – Camera di commercio.

Il grafico di figura 24 rappresenta le frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento registrate dal laboratorio mobile nell'intero periodo di monitoraggio a Castelletto Stura.

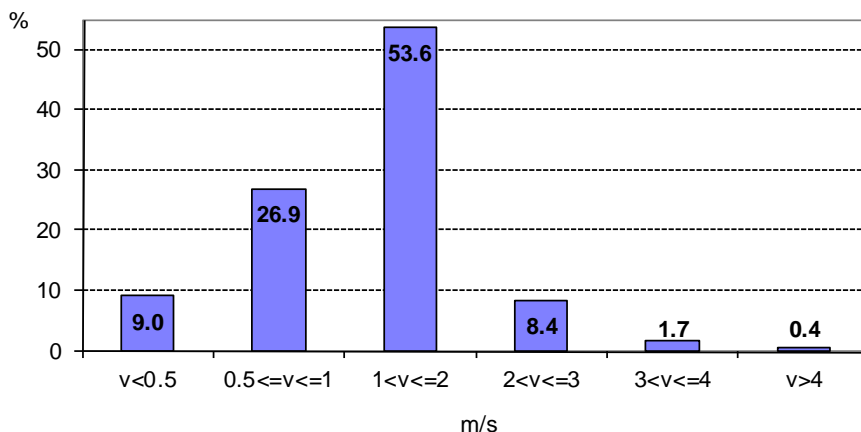


Figura 24) Frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento a Castelletto Stura (periodi: 5 maggio ÷ 10 luglio, 22 agosto ÷ 7 dicembre '17).

Dalla rosa dei venti ottenuta complessivamente dalle due campagne di misura e rappresentata nella figura seguente, emerge come il settore prevalente di provenienza dei venti a Castelletto Stura sia da SudOvest nelle ore notturne e da NordNordEst nelle ore diurne.

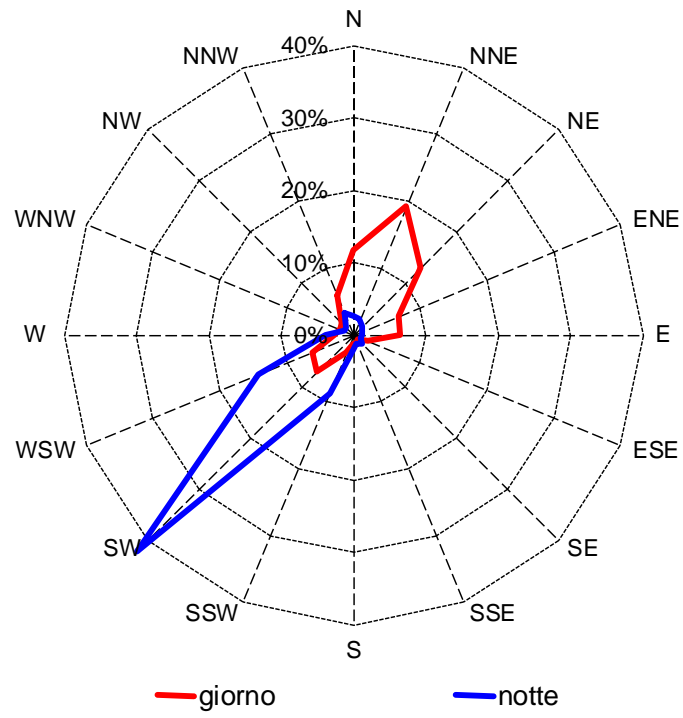


Figura 25) Rosa dei venti (periodi: 5 maggio ÷ 10 luglio, 22 agosto ÷ 7 dicembre '17).

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 Cuneese⁶. A partire dal 2012 le campagne avevano interessato anche il territorio di Castelletto Stura. Nel 2017, durante le operazioni di rifacimento del forno fusorio della vetreria di Cuneo, ed in contemporanea al monitoraggio con il laboratorio mobile a Castelletto Stura, 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 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/Nm³ già in vigore⁷, 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 1 sono riportate le fotografie dei siti in cui sono stati effettuati i monitoraggi, mentre nella mappa di figura 2 è indicata la posizione dei punti di campionamento, oltre alla posizione delle tre industrie pesanti locali dedicate alla produzione del cemento, del vetro e della gomma.

⁶ [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

⁷ Limite alle emissioni di NOx pari a: 700 mg/Nm³ fino al 29 giugno 2014, 700 mg/Nm³ dal 30 giugno 2014 fino al 9 aprile 2017, 450 mg/Nm³ 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



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 Riforno: via Boetti

1) Fotografie dei siti di installazione dei campionatori passivi

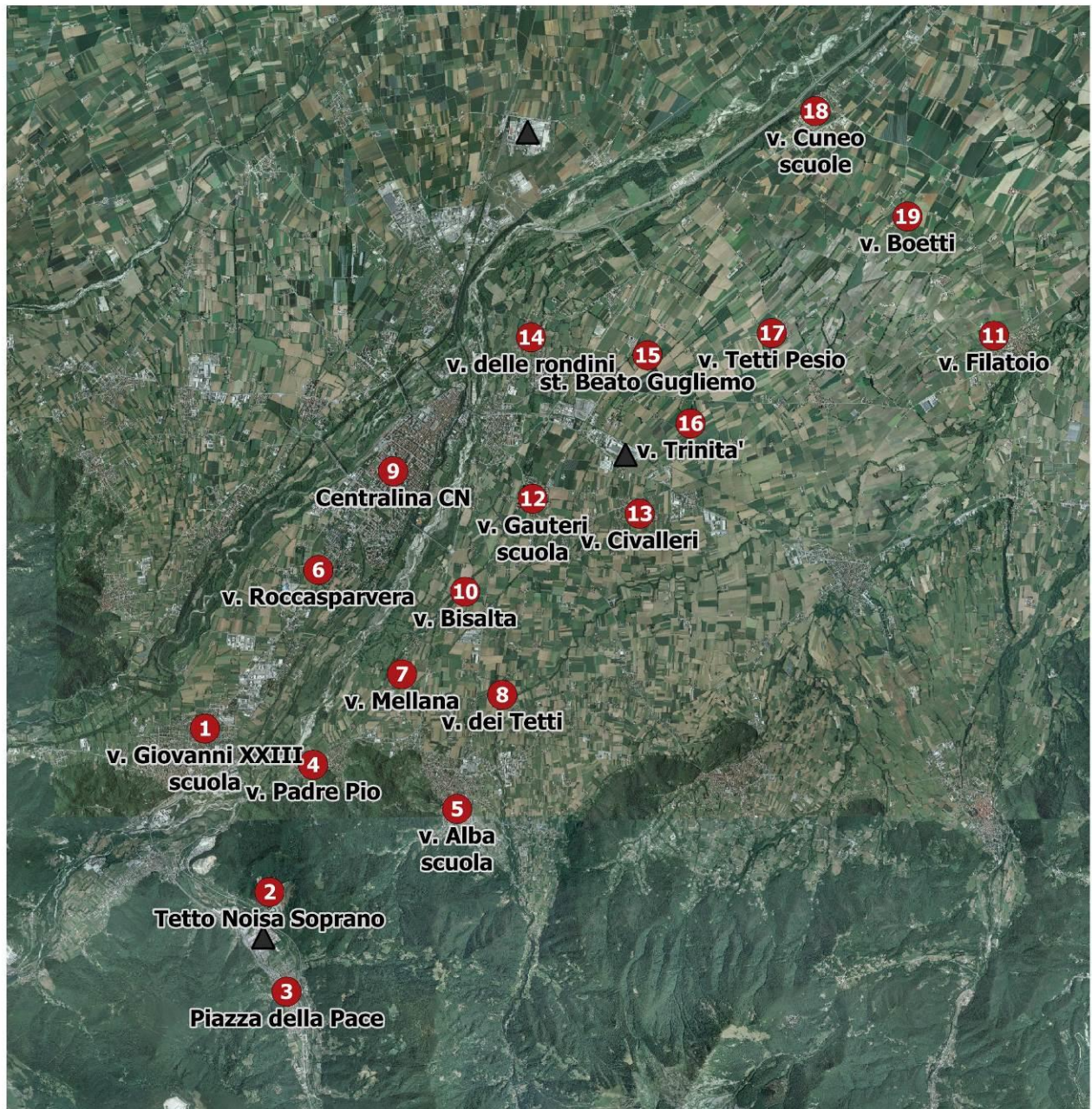


Figura 2) Ortofoto con i 19 punti di monitoraggio (i triangoli grigi rappresentano la posizione delle industrie pesanti locali).

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 ₂ 2017 (µg/m ³)	NO ₂ 2018 (µg/m ³)
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 1) Punti di misura (indirizzo e coordinate UTM – WGS84) e concentrazioni medie di NO₂ 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 NO₂ 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 NO₂, 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.

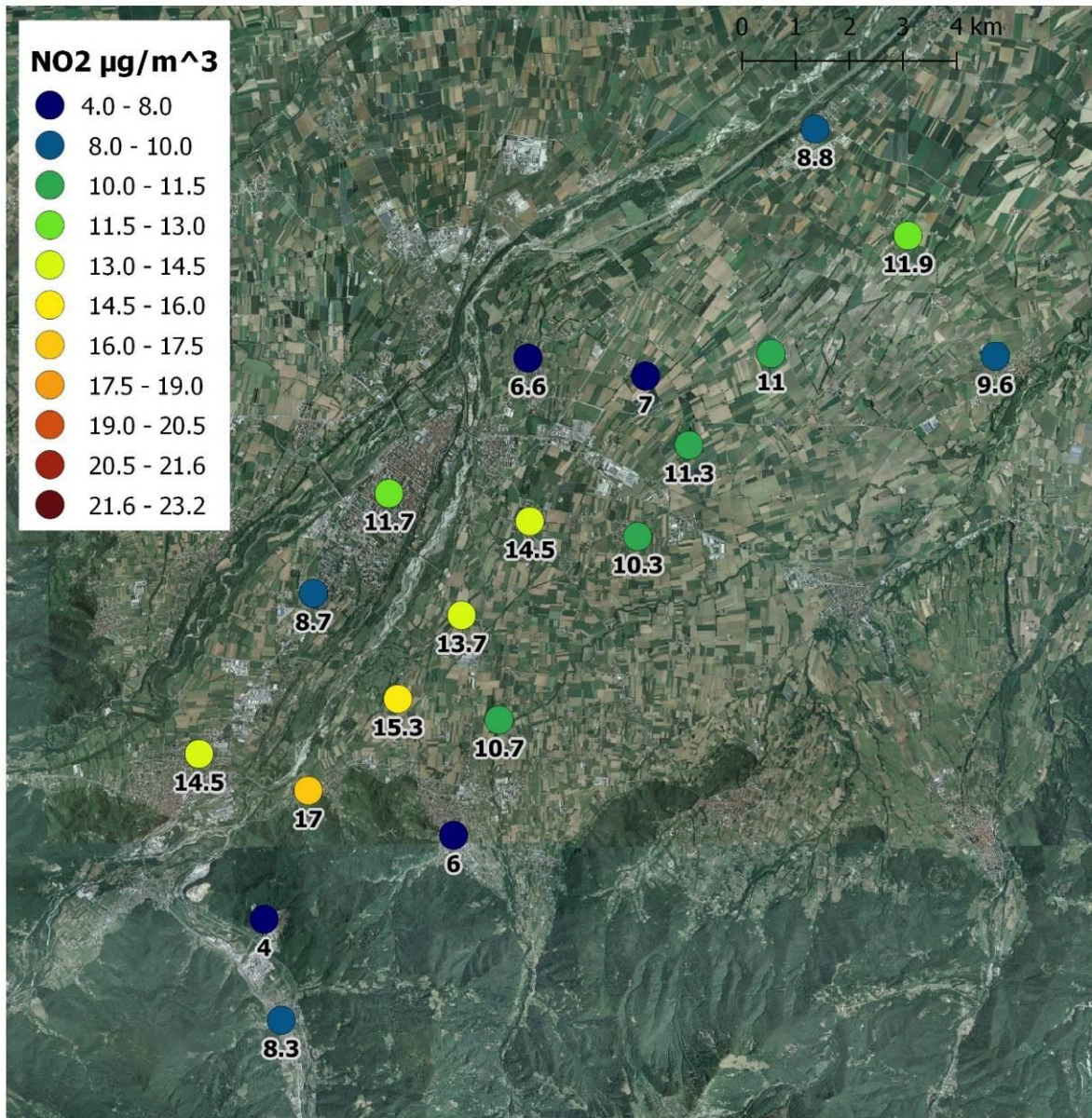


Figura 3) NO₂: Mappa delle concentrazioni ottenute del periodo 22 ÷ 31 agosto 2018.

Durante la campagna dell'agosto 2018 (figura 3) 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.

Le concentrazioni di NO₂ più elevate, che sono in questo caso 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, favorisce il trasporto dei fumi verso la pianura durante le ore di stabilità atmosferica notturna.

Nonostante le emissioni non trascurabili della vetreria nel periodo di misura dovute all'assenza di abbattimento, non è possibile evidenziare ricadute puntuali sul territorio attribuibili a tale punto emissivo. È probabile che l'altezza molto elevata del punto di emissione, favorendo la diluizione degli inquinanti in volumi molto ampi, ne distribuisca la ricaduta su una zona estesa di territorio, determinando contributi alle concentrazioni non evidenziabili.

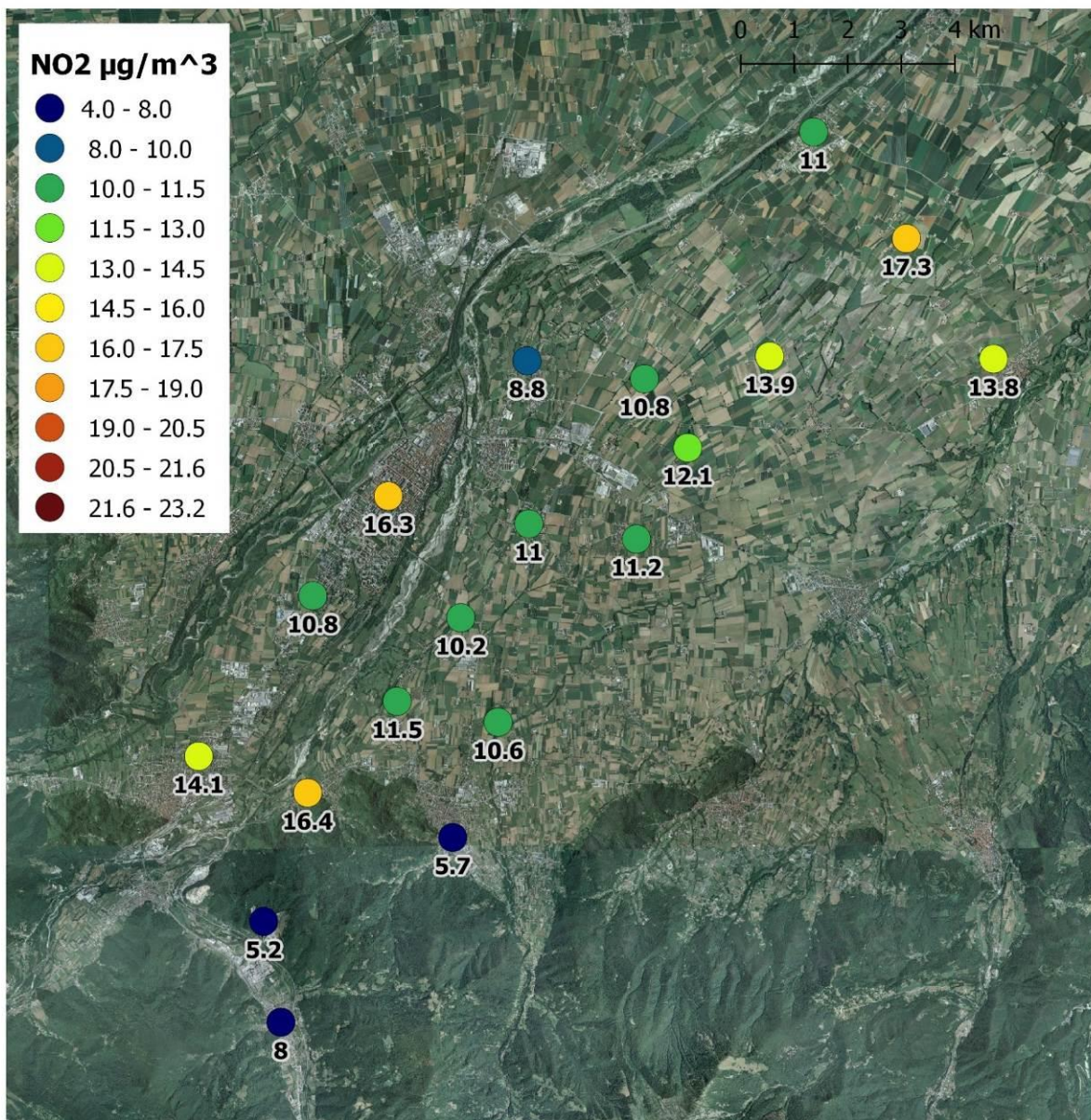


Figura 4) NO₂: Mappa delle concentrazioni ottenute del periodo 27 giugno ÷ 6 luglio 2017.

Nel periodo di svolgimento della campagna del 2017 (figura 4), 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 NO₂ 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 poco più ad est. Sono invece cresciute, rispetto agli altri punti, le concentrazioni misurate nei siti rurali della frazione Riforano, Margarita e Tetti Pesio.

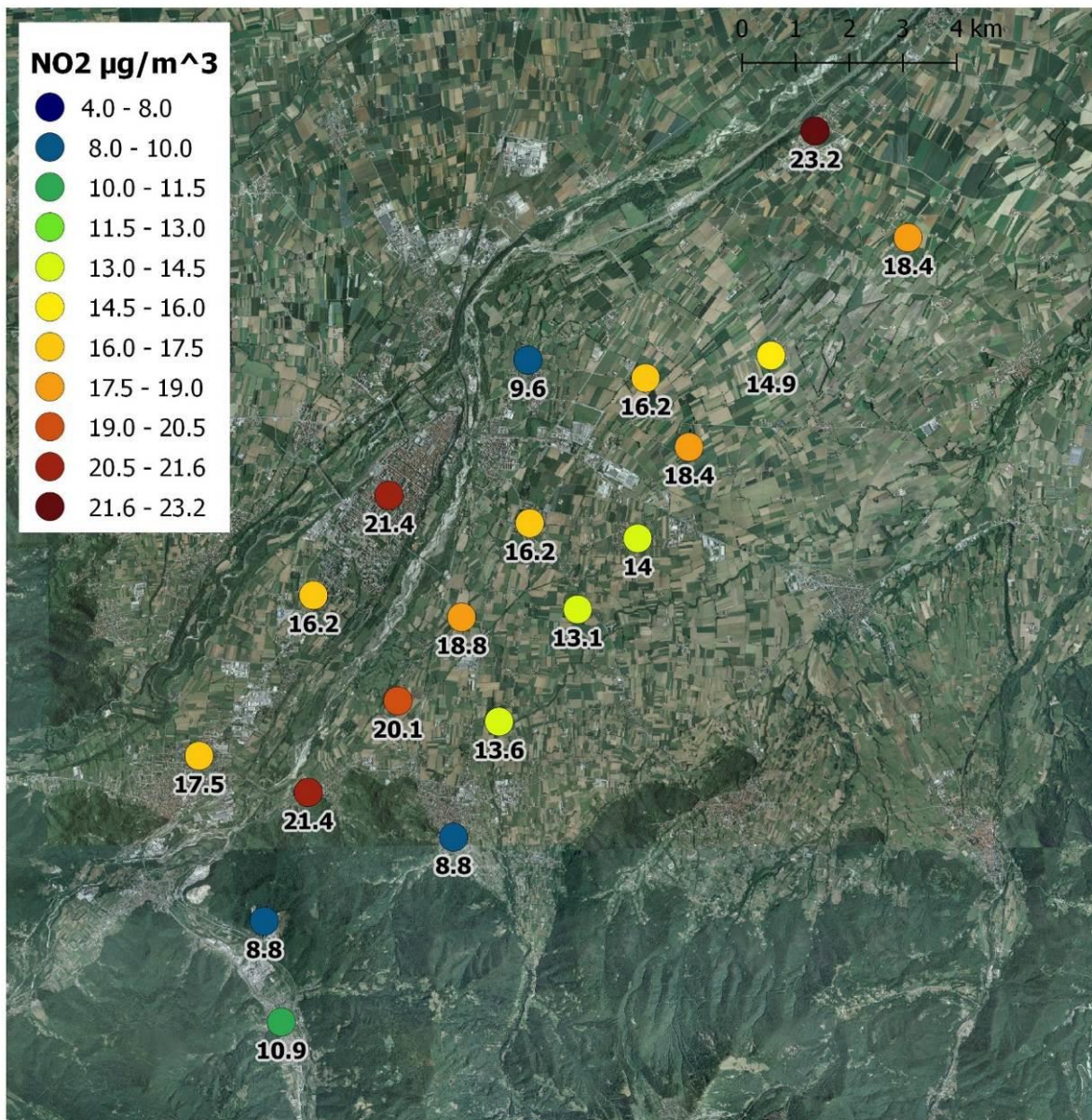


Figura 5) NO₂: Mappa delle concentrazioni ottenute del periodo 18 ÷ 30 giugno 2014.

La campagna di monitoraggio del giugno 2014 (figura 5) 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.

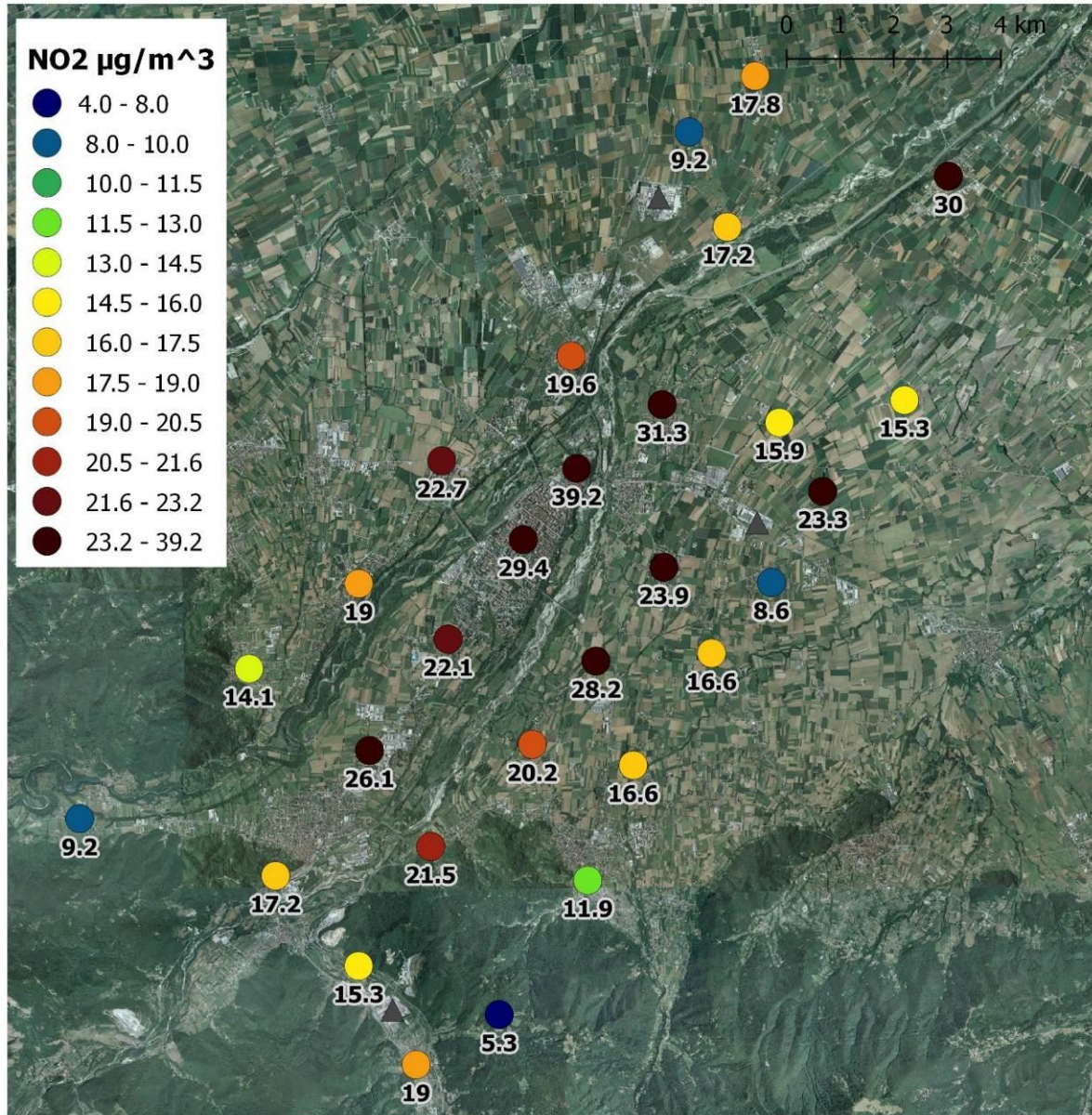


Figura 6) NO₂: Mappa delle concentrazioni ottenute del periodo 8 ÷ 19 marzo 2012.

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 6). 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 6), sicuramente a causa delle maggiori emissioni presenti, ma anche delle limitate capacità dispersive dell'atmosfera del periodo. 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 campionatore 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.

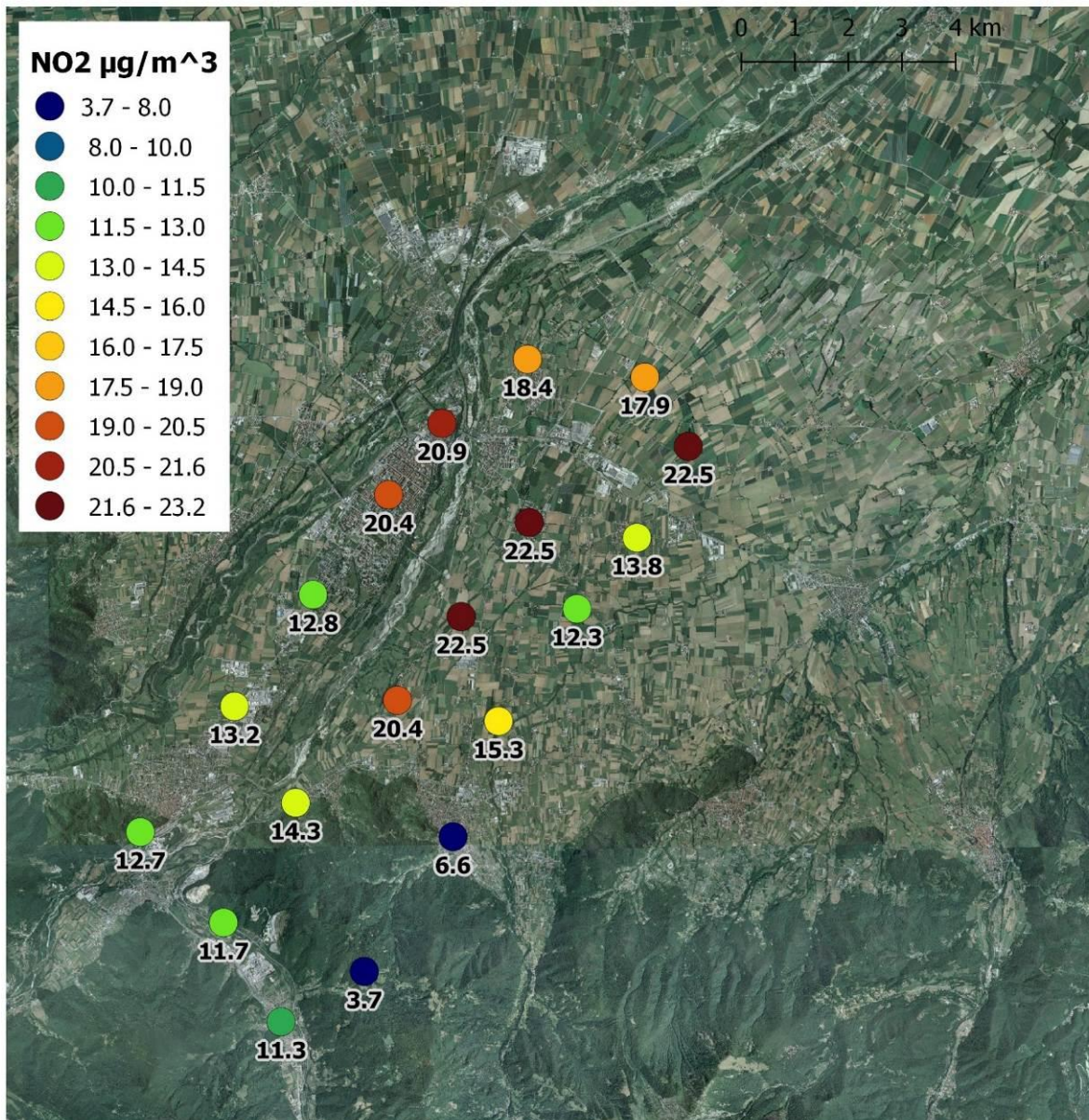


Figura 7) NO₂: Mappa delle concentrazioni ottenute del periodo 29 settembre ÷ 10 ottobre 2011.

Il primo monitoraggio con campionatori passivi di NO₂ 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 7), 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 NO₂ 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, e meno evidente, seppur presente, per la vetreria di Cuneo. Ripercorrendo le mappe delle concentrazioni di NO₂ 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 adottato nel tempo (si veda quanto illustrato nelle pagine 10 e 11).

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. 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.

Le campagne eseguite successivamente nel territorio del cuneese e della bassa valle Vermenagna con i campionatori passivi di NO₂, tra le altre cose, avevano evidenziato concentrazioni elevate di questo inquinante anche presso il sito di Castelletto Stura che, oltre a trovarsi sottovento al cementificio come il sito di Spinetta, di notte risultava essere sottovento anche all'impianto di produzione del vetro di Cuneo.

Per questo motivo era stata svolta una nuova campagna di misura con il laboratorio mobile nel comune di Castelletto Stura nel 2015 che, come il precedente svolto nel 2009, aveva evidenziato, anche per questo sito, l'influenza nelle ore notturne di ricadute di emissioni di ossidi di azoto provenienti da sorgenti poste a monte. Le influenze su Castelletto Stura erano risultano tuttavia limitate e, andando a sommarsi a livelli locali bassi e tipici di una zona poco urbanizzata, determinano concentrazioni medie di ossidi di azoto contenuti rispetto a quelli della vicina stazione di Cuneo e delle altre centraline urbane della provincia.

È stato poi scelto di eseguire a Castelletto Stura le misure presentate in questo documento in ragione del processo di rifacimento del forno fusorio della vicina industria di produzione del vetro che è stato realizzato nel 2017, al fine monitorare le eventuali ricadute locali delle variazioni delle emissioni in atmosfera che tale processo poteva comportare nelle sue diverse fasi.

Una particolare attenzione è stata pertanto dedicata alla misura delle concentrazioni di biossido di azoto, ma in tutto il periodo di misura, ed anche nelle fasi che potevano comportare emissioni maggiori o poco controllate, i dati orari di NO₂ misurati a Castelletto Stura non hanno evidenziato valori anomali nel confronto con i dati registrati dalla stazione di Cuneo e dalle altre stazioni della rete.

Confortanti sono anche i risultati ottenuti con la campagna di monitoraggio eseguita con campionatori passivi nell'agosto 2018 che ha evidenziato su tutto il territorio indagato livelli di NO₂ inferiori rispetto a quanto ottenuto nelle campagne del 2014 e 2012, e, per il sito di Castelletto Stura livelli simili a quelli misurati nella campagna del 2017, eseguita in una situazione di "minimo" emissivo.

Il processo virtuoso intrapreso nella riduzione delle emissioni dalle grandi aziende locali, anche in ottemperanza alle normative europee, di cui sono evidenti i risultati sulla qualità dell'aria locale, dovrà essere continuato nel tempo ed esteso a tutte le 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 in provincia di Cuneo superamenti dei limiti normativi, e valori critici di polveri sottili sono stati registrati anche nel sito di Castelletto Stura. I superamenti del limite giornaliero del PM₁₀ sono stati infatti registrati in 24 giorni sui 103 complessivi di misura e, il numero di superamenti stimato sull'intero anno 2017 è superiore al numero massimo consentito dalla normativa (circa 50 contro i 35 ammessi).

I dati orari di PM₁₀ hanno evidenziato nel periodo autunnale un'influenza di sorgenti presenti nel centro urbano di Castelletto Stura, che potrebbero pertanto essere legate sia alle emissioni del traffico che, in particolare, del riscaldamento domestico.

Un numero elevato è stato misurato a Castelletto Stura anche per i superamenti del valore obiettivo dell'ozono, mentre, in analogia a quanto riscontrato su tutto il territorio regionale, non sono state evidenziate criticità per il monossido di carbonio, il biossido di zolfo ed il benzene. Inquinanti le cui concentrazioni si sono notevolmente ridotte negli anni grazie ai miglioramenti tecnologici nei sistemi di combustione e alle modifiche qualitative dei combustibili.

ALLEGATO I - Sintesi dei risultati della campagna

Castelletto Stura, via Cuneo 2	
6/05/2017 ÷ 9/07/2017	
	SO₂ (µg/m³)
Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	8
Media dei valori orari	7
Massima media oraria	11
Percentuale ore valide	92%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	0
	CO (mg/m³)
Minima media giornaliera	0.1
Massima media giornaliera	0.4
Media dei valori orari	0.3
Massima media oraria	0.8
Percentuale ore valide	95%
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>	0
	Benzene (µg/m³)
Minima media giornaliera	0.2
Massima media giornaliera	0.8
Media dei valori orari	0.5
Massima media oraria	3.8
Percentuale ore valide	95%
	NO₂ (µg/m³)
Minima media giornaliera	6
Massima media giornaliera	16
Media dei valori orari	11
Massima media oraria	53
Percentuale ore valide	93%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	0

	O₃ (µg/m³)
Minima media giornaliera	54
Massima media giornaliera	132
Media dei valori orari	84
Massima media oraria	181
Percentuale ore valide	89%
Minimo medie 8 ore	13
Media delle medie 8 ore	83
Massimo medie 8 ore	175
Percentuale medie 8 ore valide	88%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	183
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	30
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	1
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	1
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0
	PM₁₀ (µg/m³)
Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	47
Media delle medie giornaliere:	22
Numero giorni validi	63
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	0

Castelletto Stura, via Cuneo 2
23/08/2017 ÷ 6/12/2017

	SO₂ (µg/m³)
Minima media giornaliera	4
Massima media giornaliera	8
Media dei valori orari	6
Massima media oraria	21
Percentuale ore valide	89%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	0

	CO (mg/m³)
Minima media giornaliera	0.2
Massima media giornaliera	1.0
Media dei valori orari	0.5
Massima media oraria	1.7
Percentuale ore valide	79%
Minimo medie 8 ore	0.1
Media delle medie 8 ore	0.5
Massimo medie 8 ore	1.4
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	0
	Benzene (µg/m³)
Minima media giornaliera	0.4
Massima media giornaliera	2.6
Media dei valori orari	1.2
Massima media oraria	7.9
Percentuale ore valide	95%
	NO₂ (µg/m³)
Minima media giornaliera	8
Massima media giornaliera	53
Media dei valori orari	22
Massima media oraria	97
Percentuale ore valide	97%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	0
	O₃ (µg/m³)
Minima media giornaliera	16
Massima media giornaliera	100
Media dei valori orari	53
Massima media oraria	158
Percentuale ore valide	97%
Minimo medie 8 ore	3
Media delle medie 8 ore	53
Massimo medie 8 ore	148
Percentuale medie 8 ore valide	97%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	56
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	11
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore)</u>	0

consecutive)	
Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)	0
	PM₁₀ (µg/m³)
Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	103
Media delle medie giornaliere:	34
Numero giorni validi	103
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	24

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 - PM₁₀ e PM_{2,5}
- biossido di azoto (NO₂)
- biossido di zolfo (SO₂)
- 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.

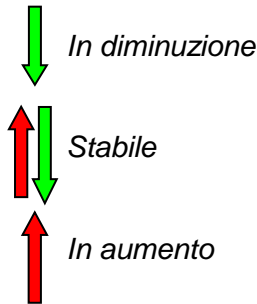
Misura: indica il principio di misura utilizzato per la determinazione dell'inquinante

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 – PM₁₀

Caratteristiche <i>particelle solide</i> <i>aerosol</i>	Il particolato atmosferico è formato da particelle, solide o aerosol, sospese in aria. Con il termine PM₁₀ si intende il particolato formato da particelle con diametro aerodinamico medio inferiore a 10 µm (micrometri), mentre il termine PM_{2.5} comprende la frazione di particolato costituito da particelle aventi diametro inferiore a 2.5 µm.			
Fonte <i>naturale</i> <i>antropica</i>	Nell'aria viene generato da processi naturali quali azione del vento sulla polvere e sul terreno, incendi boschivi, eruzioni vulcaniche, aerosol marino , ecc, e dall'attività dell'uomo a cui se ne attribuisce l'apporto principale. Le emissioni industriali, il traffico veicolare (gas di scarico, usura di pneumatici e freni, risollevarimento delle polveri depositate sulle strade) e gli impianti di riscaldamento rappresentano le fonti più significative.			
Tipologia <i>primario</i> <i>secondario</i>	Il particolato atmosferico è in parte di tipo "primario", impresso direttamente in atmosfera, ed in parte di tipo "secondario", prodotto cioè da trasformazioni chimico fisiche che coinvolgono diverse sostanze quali SO₂, NO_x, COVs, NH₃ .			
Permanenza spazio temporale	Il particolato risulta ubiquitario su vasta scala a causa del lungo tempo di permanenza nell'aria (da giorni a settimane) che ne consente il trasporto su grandi distanze . 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.			
Effetti <i>salute</i> <i>ambiente</i> <i>materiali</i>	<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"> - il PM₁₀, 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. - Il PM_{2.5}, 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. <p>Gli studi epidemiologici mostrano relazioni tra le concentrazioni di materiale particolato in aria e l'insorgenza di malattie dell'apparato respiratorio, quali asma, bronchiti ed enfisemi. 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 può inibire il processo di fotosintesi e lo sviluppo delle piante; 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 fenomeni di imbrattamento e fenomeni di corrosione in relazione alla composizione chimica del particolato.</p>			
Misura <i>gravimetrica</i>	Il PM ₁₀ e il PM _{2.5} 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.			
 Situazione critica ↓	La situazione nell'ultimo decennio, per il particolato PM ₁₀ , è in miglioramento anche se continua a rappresentare una delle criticità più significative ed i limiti sono tuttora disattesi . Le condizioni meteo climatiche influenzano fortemente l'andamento.			
Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore limite	N° superamenti ammessi	Data di raggiungimento limite
PM10	24 ore	50 µg/m ³	35 per anno civile	1 gennaio 2005
	anno civile	40 µg/m ³		1 gennaio 2005
PM2.5	anno civile	25 µg/m ³		1 gennaio 2015

BIOSSIDO DI AZOTO – NO₂

Caratteristiche NO ₂	<p>Gli ossidi di azoto (NO, NO₂, N₂O ed altri) vengono generati in tutti i processi di combustione che utilizzano l'aria come comburente; infatti ad elevate temperature l'azoto e l'ossigeno presenti nell'aria atmosferica reagiscono, con le seguenti reazioni principali: $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$ $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$. L'elevata tossicità del biossido lo rende principale oggetto di attenzione: l'NO₂ 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, perché, oltre ad essere tossici, svolgono un ruolo fondamentale nella formazione dello "smog fotochimico". Sono infatti importanti precursori dell'ozono in estate e del PM₁₀ in inverno.</p>			
Fonte naturale antropica	<p>In natura gli ossidi di azoto sono prodotti dall'attività batterica sui composti dell'azoto, dall'attività vulcanica e dai fulmini: ciò produce un apporto minimo ai livelli di fondo. Le principali fonti sono invece di origine antropica legate ai processi di combustione in condizioni di elevata temperatura e pressione: ne consegue che, in contesto urbano, le emissioni dei motori a scoppio e quindi il traffico veicolare ne rappresenti la fonte più significativa.</p>			
Tipologia primario secondario	<p>Il biossido di azoto rappresenta, in genere, al massimo il 5% degli ossidi di azoto emessi direttamente dalle combustioni in aria. La maggior parte dell'NO₂ presente in atmosfera deriva invece dall'ossidazione del monossido di azoto, ed è quindi di natura secondaria.</p>			
Permanenza spazio temporale	<p>Il tempo medio di permanenza in atmosfera degli ossidi di azoto è breve: circa tre giorni per NO₂ e quattro giorni per l'NO.</p>			
Effetti salute ambiente materiali	<p>Gli effetti sulla salute prodotti dall'NO₂ sono dovuti alla sua azione irritante sugli occhi e sulle le mucose dell'apparato respiratorio. Gli effetti acuti sull'apparato respiratorio comprendono riacutizzazioni di malattie infiammatorie croniche delle vie respiratorie, quali bronchite cronica e asma, e riduzione della funzionalità polmonare. Gli ossidi di azoto contribuiscono, per circa il 30%, al fenomeno delle "piogge acide", con conseguenti danni alla vegetazione e alterazioni degli equilibri degli ecosistemi coinvolti, e producono fenomeni corrosivi sui metalli e scolorimento e perdita di resistenza dei tessuti e delle fibre tessili. L'azione sulle superfici degli edifici e dei monumenti comporta un invecchiamento più rapido delle strutture.</p>			
Misure chemiluminescenza	<p>Gli ossidi di azoto sono determinati con il metodo a chemiluminescenza, 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/m³).</p>			
Situazione stabile  	<p>L'introduzione delle marmitte catalitiche non ha ridotto in maniera incisiva la concentrazione di NO₂ 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 NO₂, 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>			
Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	<i>Periodo di mediazione temporale</i>	Valore limite	<i>N° superamenti ammessi</i>	<i>Data di raggiungimento limite</i>
Biossido di Azoto	1 ora	200 µg/m ³	18 per anno civile	1 gennaio 2010
	anno civile	40 µg/m ³	-	1 gennaio 2010

OZONO

Caratteristiche 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.
Fonte <i>naturale</i> <i>antropica</i>	È un gas presente nell'atmosfera la cui origine e concentrazione dipende dalla porzione di atmosfera a cui le osservazioni si riferiscono. Negli strati alti dell'atmosfera, la stratosfera, esso è presente naturalmente e svolge un'importante azione protettiva per la salute umana e per l'ambiente, assorbendo un'elevata percentuale delle radiazioni UV provenienti direttamente dal sole. A questo livello l'ozono si produce a partire dalla reazione dell'ossigeno con l'ossigeno nascente (O), prodotto dalla scissione della molecola di ossigeno ad opera delle radiazioni ultraviolette. Negli strati di atmosfera più prossimi alla superficie terrestre, la troposfera, l'ozono si può originare dalla presenza di precursori sia naturali (composti organici volatili biogenici prodotti dalle piante), che antropici (ossidi di azoto e sostanze organiche volatili -VOC- emessi da attività umane), in condizioni meteorologiche caratterizzate da forte irraggiamento, oppure da scariche elettriche in atmosfera.
Tipologia <i>secondario</i>	A livello troposferico l'ozono è un inquinante cosiddetto secondario, cioè non viene emesso direttamente da una sorgente, ma è prodotto dalle complesse trasformazioni chimico fisiche che avvengono in atmosfera tra gli ossidi di azoto e i composti organici volatili . L'insieme dei prodotti di queste reazioni costituiscono il cosiddetto inquinamento fotochimico.
Permanenza spazio temporale	L'inquinamento secondario trae generalmente origine da contesti fortemente antropizzati, dove può essere elevata l'emissione di precursori, durante episodi estivi caratterizzati da condizioni meteorologiche stagnanti, quando persistono forte insolazione ed elevate temperature. Gli inquinanti secondari prodotti in queste condizioni possono dar luogo a grandi concentrazioni e fenomeni di accumulo anche a notevole distanze dalle zone di immissione. Per tale motivo l'inquinamento da ozono rappresenta un fenomeno su scala regionale e/o transfrontaliero.
Effetti <i>salute</i> <i>ambiente</i> <i>materiali</i>	I principali effetti sulla salute si riscontrano a carico delle vie respiratorie dove, all'aumentare della concentrazione, possono essere indotti effetti infiammatori di gravità crescente, sino ad una riduzione della funzionalità polmonare . Sugli ecosistemi vegetali gli effetti ossidanti della molecola interferiscono con la funzione clorofilliana e con la crescita delle piante . I materiali, come la gomma e le fibre tessili, subiscono alterazione chimiche che ne compromettono le caratteristiche e la resistenza .
Misura <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 ($\mu g/m^3$).
 Situazione <i>critica</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
Soglia informazione Protezione della salute umana	Media oraria	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Soglia di allarme Protezione della salute umana	Media oraria	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	non più di 3 ore consecutive
Valore obiettivo Protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	25 volte per anno civile come media su 3 anni
Valore obiettivo Protezione della vegetazione	Da maggio a luglio	AOT40** (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ come media sui 5 anni	
Obiettivo a lungo termine Protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Obiettivo a lungo termine Protezione della vegetazione		AOT40** (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	

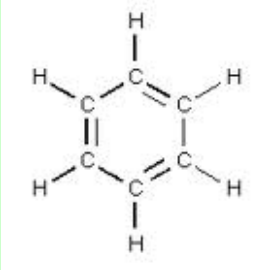

(**) Per AOT40 (espresso in $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (=40 parti per miliardo) e $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni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

BIOSSIDO DI ZOLFO – SO₂

Caratteristiche SO ₂	Il biossido di zolfo, o anidride solforosa, è un gas incolore, di odore pungente, prodotto dell'ossidazione dello zolfo.
Fonte <i>naturale</i> <i>antropica</i>	Le principali emissioni di biossido di zolfo derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili fossili (gasolio, olio combustibile, carbone), in cui lo zolfo è presente come impurità, e dai processi metallurgici. Una percentuale molto bassa di SO ₂ proviene dal traffico veicolare, in particolare dai veicoli con motore diesel. La concentrazione di SO ₂ presenta una variazione stagionale molto evidente, con i valori massimi nella stagione invernale, laddove sono in funzione impianti di riscaldamento domestici , alimentati con combustibili solidi o liquidi.
Tipologia <i>primario</i>	L'ossido di zolfo è un inquinante primario.
Permanenza spazio temporale	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.
Effetti <i>salute</i> <i>ambiente</i> <i>materiali</i>	<p>Il biossido di zolfo è un forte irritante delle vie respiratorie. Un'esposizione prolungata a concentrazioni basse può causare patologie all'apparato respiratorio (asma, tracheiti, bronchiti) 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.</p> <p>Gli ossidi di zolfo sono stati i principali responsabili dell'acidificazione delle precipitazioni meteorologiche (piogge acide). Sulle piante l'aumento delle concentrazioni di SO₂ provoca danni via via crescenti agli apparati fogliari sino alla necrosi tessutale.</p> <p>L'azione sui materiali interessa maggiormente i metalli, nei quali viene accelerato il fenomeno di corrosione, ed i materiali da costruzione (in particolare di natura calcarea) sui quali l'azione acida, comportando una trasformazione dei carbonati in solfati solubili, diminuisce la resistenza meccanica dei materiali, da cui i conseguenti danneggiamenti dei monumenti e delle facciate degli edifici.</p>
Misura <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 ₂ presenti che, stabilizzandosi, emettono delle radiazioni nello spettro del visibile misurate con apposito rivelatore. L'intensità luminosa misurata è funzione della concentrazione di SO ₂ 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 ³).
 Situazione <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
Ossido di Zolfo	1 ora	350 µg/m ³	24 per anno civile	1 gennaio 2005
	1 giorno	125 µg/m ³	3 per anno civile	1 gennaio 2005

BENZENE

<p>Caratteristiche C_6H_6</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. È utilizzato per conferire proprietà antidetonanti nelle benzine "verdi".</p>
<p>Fonte <i>naturale</i> <i>antropica</i></p>	<p>In natura il benzene viene prodotto negli incendi boschivi e durante le eruzioni vulcaniche, 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 gas di scarico degli autoveicoli, in particolare dei veicoli alimentati a benzina: 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 fumo di tabacco.</p>
<p>Tipologia <i>primario</i></p>	<p>È un inquinante primario.</p>
<p>Permanenza <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>Effetti <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 accertato potere cancerogeno per l'uomo. La principale via di esposizione per l'uomo è l'inalazione, a causa della notevole volatilità del benzene.</p>
<p>Misura <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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).</p>
<p> Situazione <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>

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

MONOSSIDO DI CARBONIO – CO

Caratteristiche CO	<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>
Fonte <i>naturale</i> <i>antropica</i>	<p>Le principali fonti naturali sono agli incendi boschivi, le eruzioni dei vulcani, le emissioni da oceani e paludi.</p> <p>La fonte antropica più significativa è rappresentata dal traffico veicolare, in particolare dalle emissioni prodotte dagli autoveicoli a benzina in condizioni tipiche di traffico urbano rallentato (motore al minimo e fasi di decelerazione): per questi motivi viene identificato come tracciante di inquinamento veicolare. Altre fonti sono gli impianti di riscaldamento domestico, le centrali termoelettriche, gli inceneritori di rifiuti, per i quali il contributo emissivo risulta minore in quanto la combustione avviene in condizioni più controllate.</p>
Tipologia <i>primario</i>	<p>Il monossido di carbonio viene emesso come tale in atmosfera.</p>
Permanenza spazio temporale	<p>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.</p>
Effetti salute	<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, ad elevate concentrazioni, esiti letali. A basse concentrazioni provoca emicranie, vertigini, e sonnolenza. 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>
Misure <i>Assorbimento IR</i>	<p>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/m³).</p>
 Situazione <i>buona</i> 	<p>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.</p>

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