

## II RESPONSABILE

Prot. 52973 /H10.02

Cuneo, 13/06/2019

(trasmessa esclusivamente via PEC)

Ill.mo Signor Sindaco del Comune di  
CAVALLERMAGGIORE  
[protocollocavallermaggiore@actaliscertymail.it](mailto:protocollocavallermaggiore@actaliscertymail.it)

---

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

---

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

---

e p.c. Spett.le Regione Piemonte  
Assessorato Ambiente  
Direzione Ambiente, Governo e Tutela del territorio  
[territorio-ambiente@cert.regione.piemonte.it](mailto:territorio-ambiente@cert.regione.piemonte.it)

Rif. DOQUI: B5.16 – ATTIVITA' ANNO 2018 – H10\_2018\_01466/ARPA.

### **Oggetto: Trasmissione dei risultati relativi al monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Cavallermaggiore nel periodo compreso dall'8 novembre 2018 all'8 gennaio 2019**

Con la presente si inviano le risultanze del monitoraggio della qualità dell'aria eseguito nel Comune di Cavallermaggiore dall'8 novembre 2018 all'8 gennaio 2019. 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 32, 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](mailto:dip.cuneo@arpa.piemonte.it) - PEC [dip.cuneo@pec.arpa.piemonte.it](mailto:dip.cuneo@pec.arpa.piemonte.it) – [www.arpa.piemonte.gov.it](http://www.arpa.piemonte.gov.it)

**STRUTTURA COMPLESSA “Dipartimento territoriale Piemonte Sud Ovest”  
 Struttura Semplice H.10.02 “Attività di Produzione Sud Ovest”**

**OGGETTO:** *Monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Cavallermaggiore nel periodo compreso dall'8 novembre 2018 all'8 gennaio 2019*

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

**Arpa Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

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

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

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

# INDICE

<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>2</b>
<b>ANALISI DEI DATI .....</b>	<b>6</b>
<b>MATERIALE PARTICOLATO – PM<sub>10</sub> .....</b>	<b>6</b>
<b>BIOSSIDO DI AZOTO – NO<sub>2</sub>.....</b>	<b>13</b>
<b>BIOSSIDO DI ZOLFO – SO<sub>2</sub>, MONOSSIDO DI CARBONIO – CO e BENZENE.....</b>	<b>17</b>
<b>OZONO – O<sub>3</sub>.....</b>	<b>19</b>
<b>METALLI ED IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI.....</b>	<b>21</b>
<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>30</b>
<b>ALLEGATO I - Sintesi dei risultati della campagna .....</b>	<b>1</b>
<b>ALLEGATO II - Inquinanti della qualità dell'aria e limiti normativi.....</b>	<b>3</b>

## INTRODUZIONE

Il documento illustra le risultanze analitiche del monitoraggio della qualità dell'aria effettuato nel comune di Cavallermaggiore nel periodo compreso tra l'8 novembre 2018 e l'8 gennaio 2019.

Il monitoraggio è stato eseguito con il laboratorio mobile della qualità dell'aria che è stato installato nella postazione messa a disposizione dall'Amministrazione comunale di via San Pietro, in corrispondenza dell'omonima chiesa ed in prossimità della scuola secondaria di primo grado. Tale sito, collocato in una zona residenziale distante dalle principali arterie di traffico, si può considerare di "fondo urbano" e, secondo quanto definito dalla normativa vigente, adatto a valutare l'esposizione media della popolazione.

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

Al fine di valutare i livelli di inquinamento da polveri sottili anche in una postazione condizionata dal traffico locale, un campionatore di PM<sub>10</sub> è stato installato in contemporanea nella centrale via Roma, nei pressi dei giardini della Chiesa di Santa Maria della Pieve.

Nel seguito, dopo la mappa dove è indicata la posizione del sito di monitoraggio, una tabella riporta le indicazioni sul sito e sugli strumenti di misura utilizzati. Nel capitolo centrale sono presentati i principali risultati ottenuti per i singoli inquinanti monitorati della qualità dell'aria. In particolare, i dati misurati a Cavallermaggiore 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. 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 e dalle stazioni della rete meteorografica regionale più prossime.

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

La maggior parte delle elaborazioni sono state realizzate con il software R, in particolare con il pacchetto Openair<sup>1</sup>, strumento open-source per l'analisi e l'elaborazione statistica dei dati di concentrazione di inquinanti in aria.

---

<sup>1</sup> Carslaw, D.C. and K. Ropkins (2012). "openair – an R package for air quality data analysis". Environmental Modelling & Software. Volume 27-28, pp. 52-61

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

Comune

**CAVALLERMAGGIORE**



Ortofoto - siti di monitoraggio



## LABORATORIO MOBILE

Localizzazione	Via San Pietro 9
Caratteristiche sito	Sito di fondo urbano
Coordinate UTM WGS84	X= 395714 m; Y= 4951000 m
Periodo	dall'8 novembre 2018 all'8 gennaio 2019



### Strumentazione Laboratorio mobile:

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

## CAMPIONATORE TRASPORTABILE PM10

Localizzazione	Via Roma 112 - Santa Maria della Pieve
Caratteristiche sito	Sito di traffico urbano
Coordinate UTM WGS84	X= 396085 m; Y= 4951392 m
Periodo	dall'8 novembre 2018 all'8 gennaio 2019



## ANALISI DEI DATI

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

La normativa vigente per la qualità dell'aria prevede la determinazione della concentrazione media giornaliera di PM<sub>10</sub> eseguita con metodo gravimetrico (condizionamento e pesatura dei filtri con bilancia di precisione prima e dopo il campionamento). Sul laboratorio mobile, oltre ad un campionatore gravimetrico, è presente uno strumento che utilizza la metodica nefelometrica, che si basa sulla determinazione dell'intensità della luce diffusa dagli aerosol e consente di ottenere misure con cadenza oraria. Nella campagna di monitoraggio di Cavallermaggiore, per poter eseguire misure contemporanee in due siti differenti, in aggiunta alle determinazioni di PM<sub>10</sub> eseguite con il laboratorio mobile, è stato utilizzato uno strumento portatile gravimetrico. Tale campionatore è stato installato in via Roma, nel giardinetto prospiciente la chiesa di Santa Maria della Pieve.

Generalmente i livelli di concentrazione degli inquinanti in atmosfera dipendono fortemente dalle condizioni atmosferiche, pertanto, per poter valutare la qualità dell'aria in un sito, è fondamentale confrontare i dati ivi misurati con quelli rilevati nello stesso periodo dalle stazioni fisse della rete di monitoraggio. Nella figura 1 le concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> misurate con tecnica gravimetrica nei due siti del comune di Cavallermaggiore, sono confrontate con l'intervallo di concentrazioni definito dai dati rilevati dalle stazioni della rete fissa della provincia di Cuneo in cui il particolato viene misurato (in grigio chiaro) che nella figura è stato sovrapposto all'intervallo di valori rilevati presso le stazioni di Asti Baussano, Asti D'Acquisto, Alessandria D'Annunzio e Alessandria Volta (in grigio scuro).

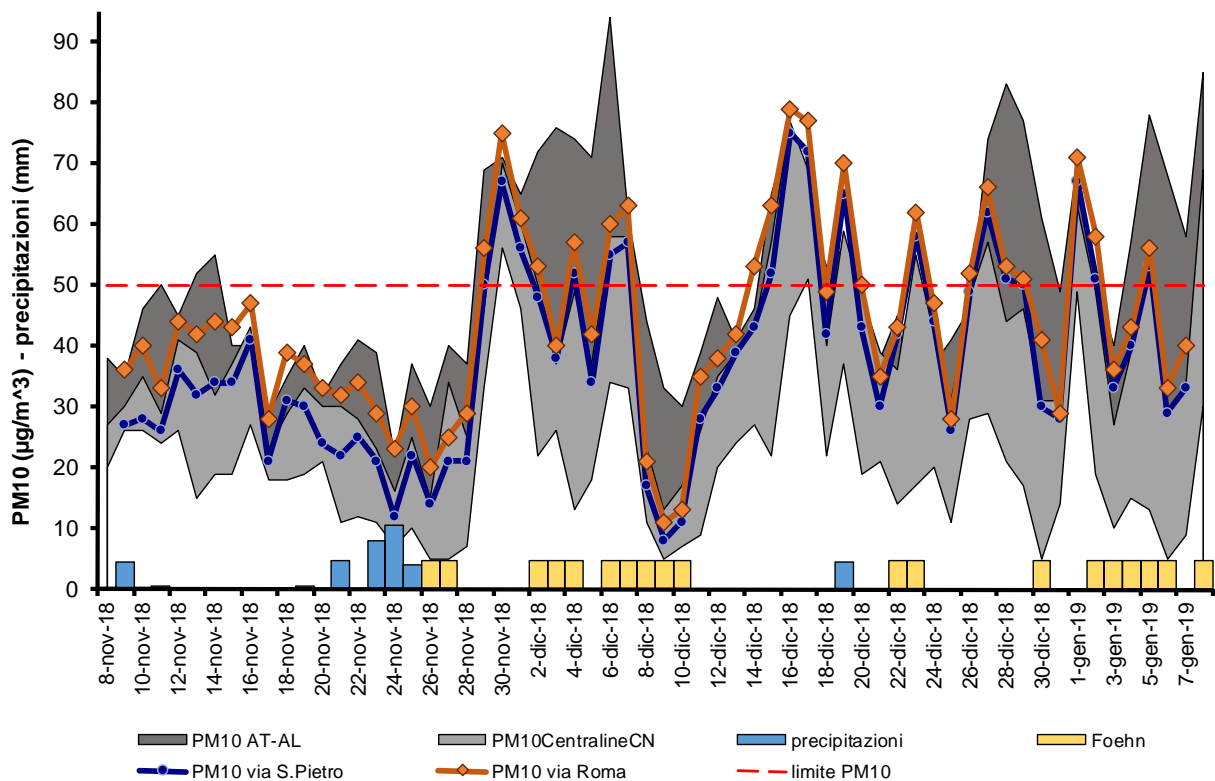


Figura 1) PM<sub>10</sub>: concentrazioni medie giornaliere rilevate nei due siti di Cavallermaggiore; intervallo di concentrazioni definito dai dati delle centraline della provincia di Cuneo (in grigio chiaro) e dalle centraline delle città di Asti e Alessandria (grigio scuro); precipitazioni giornaliere registrate dalla stazione meteo di Bra – Craveri ed episodi di Foehn.

Nel grafico è indicato il limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> che la normativa prevede non venga superato per più di 35 giorni all'anno. Sono riportati inoltre i millimetri di precipitazione



giornaliera cumulata registrati dalla stazione meteorologica di Bra – museo Craveri ed un indicatore di presenza di Foehn nel territorio regionale.

Da questo grafico si può osservare come le variazioni delle concentrazioni giornaliere registrate nei due siti di Cavallermaggiore siano coerenti fra di loro e con gli andamenti dei dati del PM<sub>10</sub> della rete fissa provinciale. Tuttavia i valori, soprattutto quelli del sito di via Roma, sono per lo più superiori ai valori misurati dalle stazioni fisse.

La coerenza tra gli andamenti, che si verifica anche a livello regionale, è legata 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 efficaci fenomeni di rimozione delle polveri sottili.

Il monitoraggio di Cavallermaggiore è stato svolto all'interno del periodo dell'anno generalmente più critico per l'inquinamento da polveri sottili ma, nonostante le scarse precipitazioni del mese di dicembre, l'assenza di lunghi periodi di stabilità anticiclonica ed i frequenti episodi di Foehn che si sono verificati hanno garantito l'assenza di periodi con molti giorni consecutivi di superamento del limite giornaliero ed il contenimento dei livelli massimi di concentrazione a valori non particolarmente elevati (grafico di figura 1).

Le distribuzioni delle concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> ottenute nei 60 giorni di misura nei due siti di via San Pietro e via Roma a Cavallermaggiore, sono rappresentate, nella figura 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 e dalle stazioni di fondo e di traffico delle città di Alessandria ed Asti.

Il box plot sintetizza la posizione di tutti i dati ottenuti nella campagna di misura: la scatola, che è il rettangolo centrale, contiene il 50% dei dati (compresi tra il 25° e il 75° percentile<sup>2</sup>), la linea orizzontale al suo interno è la mediana e la sua posizione all'interno della scatola evidenzia l'eventuale asimmetria (solo in caso di distribuzione simmetrica media e mediana coincidono); i segmenti che escono dalla scatola, i "baffi", delimitano la zona al di fuori della quale i valori sono definiti outliers (anomali) ed esprimono l'asimmetria della distribuzione dei dati degli inquinanti.

Nella tabella presente sotto la figura, per ogni punto di misura sono riportati: numero di superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup>, concentrazioni medie, mediane e massime giornaliere di PM<sub>10</sub> e numero di dati disponibili. 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.

Per poter valutare tali dati occorre considerare che, nella provincia di Cuneo, l'inquinamento da polveri sottili è caratterizzato da livelli che 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

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

zona di pianura della provincia, nella quale si colloca anche la città di Cavallermaggiore, 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 inquinanti<sup>3</sup>. Grazie quindi alla sua collocazione geografica, tra le stazioni fisse della provincia, quella di Cuneo, è caratterizzata da concentrazioni di polveri sottili più contenute di quelle rilevate dalle centraline di Alba e Bra che risentono maggiormente dell'inquinamento di fondo del bacino padano e per le quali il superamento in tutti gli anni di misura fino al 2017 del limite stabilito per le concentrazioni giornaliere indica una situazione di criticità per il PM<sub>10</sub>. 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.

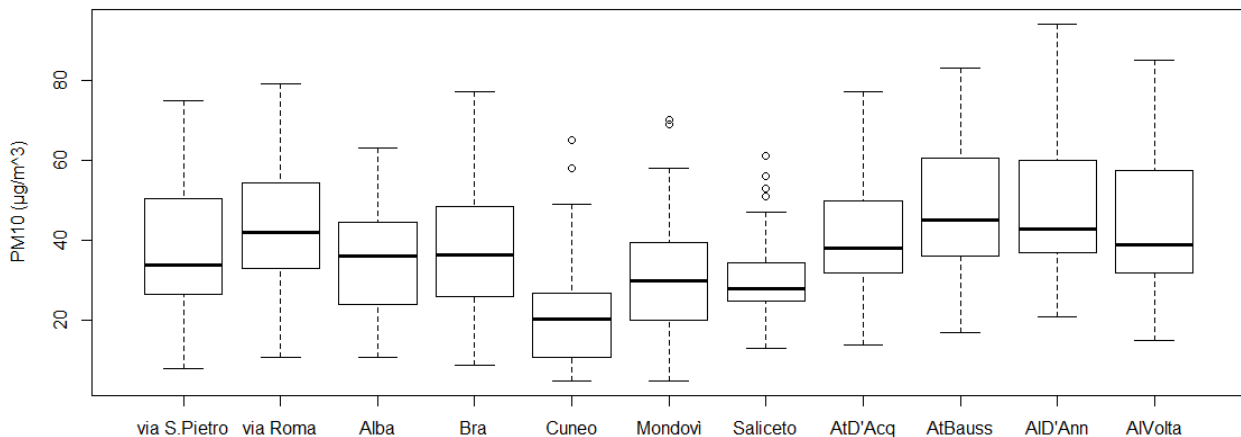


Figura 2) PM<sub>10</sub>: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni giornaliere rilevate a Cavallermaggiore, presso le stazioni della provincia di Cuneo e le stazioni delle città di Asti e Alessandria (periodo 9 novembre '18 ÷ 7 gennaio '19)

PM <sub>10</sub> 9 novembre '18 ÷ 7 gennaio '19	Cavallermagg. via S. Pietro	Cavallermagg. via Roma	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)	Asti D'Acquisto (FU)	Asti Baussano (TU)	Alessandria Volta (FU)	Alessandria D'Annunzio (TU)
Superamenti limite 50 µg/m <sup>3</sup>	15	20	8	12	2	7	6	14	23	18	23
Media (µg/m <sup>3</sup> )	38	44	35	38	22	31	31	41	47	44	49
Mediana(µg/m <sup>3</sup> )	34	42	36	36.5	20.5	30	28	38	45	39	43
Max (µg/m <sup>3</sup> )	75	79	63	77	65	70	61	77	83	85	94
Num. dati	60	60	56	60	60	60	59	58	60	60	60

Tabella 1) PM<sub>10</sub>: confronto tra numero di superamenti del limite giornaliero, concentrazioni medie, mediane e massime giornaliere rilevati a Cavallermaggiore, dalle stazioni della provincia di Cuneo e dalle stazioni delle città di Asti e Alessandria (tra parentesi è indicata la tipologia delle stazioni: TU= traffico urbano, FU= fondo urbano, FR= fondo rurale).

Dal grafico di figura 2 si osserva come la distribuzione dei dati misurati nella campagna a Cavallermaggiore si trovino a livelli elevati nel confronto con quelli misurati nello stesso periodo in provincia di Cuneo.

<sup>3</sup> Per approfondimenti: [Relazione della qualità dell'aria 2017](#) – Territorio della provincia di Cuneo, Arpa Piemonte

I test statistici condotti indicano come i dati misurati nel sito di via San Pietro siano significativamente confrontabili in media con quelli misurati presso le stazioni di Alba e Bra, mentre quelli misurati in via Roma risultano significativamente superiori in media a quelli registrati in tutte le stazioni della provincia di Cuneo, ma confrontabili con quelli delle stazioni delle città di Alessandria ed Asti.

Il numero di superamenti del limite giornaliero (tabella 1) registrati nella postazione di fondo urbano di Cavallermaggiore sono di poco superiori a quelli registrati nello stesso periodo dalle stazioni della provincia di Cuneo, mentre quelli di via Roma sono intermedi tra quelli delle stazioni di fondo e quelle di traffico delle città di Asti ed Alessandria.

La normativa per la qualità dell'aria stabilisce, ai fini della protezione della salute umana, oltre al limite sulle medie giornaliere, un limite relativo alla media annuale ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Poiché le campagne di monitoraggio si riferiscono ad un intervallo di tempo limitato rispetto all'intero anno, fare un confronto diretto della concentrazione media e del numero di superamenti, con i limiti annuali non è corretto. È però possibile stimare l'entità dei valori annuali, per i siti di Cavallermaggiore facendo riferimento ai dati registrati dalle centraline della rete fissa. Siccome le stazioni della provincia di Cuneo che misurano il  $\text{PM}_{10}$  sono cinque, al fine di aumentare la significatività statistica e ridurre l'entità degli errori standard, per i calcoli sono stati utilizzati anche dati campionati dalle stazioni della rete regionale già considerate nelle valutazioni precedenti<sup>4</sup>. In particolare per il sito di via Roma, vista la confrontabilità con le quattro stazioni delle città di Asti ed Alessandria, sono state utilizzate tutte le nove stazioni di misura, mentre per il sito di via San Pietro, oltre alle stazioni della provincia di Cuneo, sono stati utilizzati i dati delle sole stazioni di fondo urbano delle città di Asti e Alessandria.

Per ciascuna stazione di misura del  $\text{PM}_{10}$  le concentrazioni medie relative al periodo della campagna di misura a Cavallermaggiore (riportate nella tabella 1) sono state rapportate alle concentrazioni medie dell'ultimo anno civile completo (2018) ed è stata calcolata la regressione lineare tra le coppie di dati ottenute.

Nel grafico di figura 3 sono rappresentati, per i due siti, i dati utilizzati insieme alla loro retta di regressione. I test eseguiti sui coefficienti R di Pearson ottenuti indicano correlazioni statisticamente significative. A partire dalle regressioni lineari trovate sono state quindi stimate le seguenti concentrazioni medie annuali, riferite al 2018, per i due siti di misura di Cavallermaggiore ed i rispettivi errori standard:

Sito **San Pietro**: media  $\text{PM}_{10}$  (2018) =  $28.6 \pm 4.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Sito **via Roma**: media  $\text{PM}_{10}$  (2018) =  $32.9 \pm 3.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Entrambi i valori medi stimati rispettano la soglia normativa annuale di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ma risultano essere tra i più elevati a livello provinciale (tabella 2).

	Cuneo (FU)	Alba (FU)	Bra (TU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)
Media anno 2018 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	21	28	28	25	22

Tabella 2)  $\text{PM}_{10}$ : concentrazioni medie dell'anno 2018 per le stazioni della provincia di Cuneo.

<sup>4</sup> Sono stati utilizzati i dati della stazione di fondo di Alessandria (Alessandria-Volta) e, in assenza di quelli della stazione di fondo di Asti (Asti D'Acquisto è stata esclusa per disponibilità dei dati <90%), quelli di Asti-Baussano

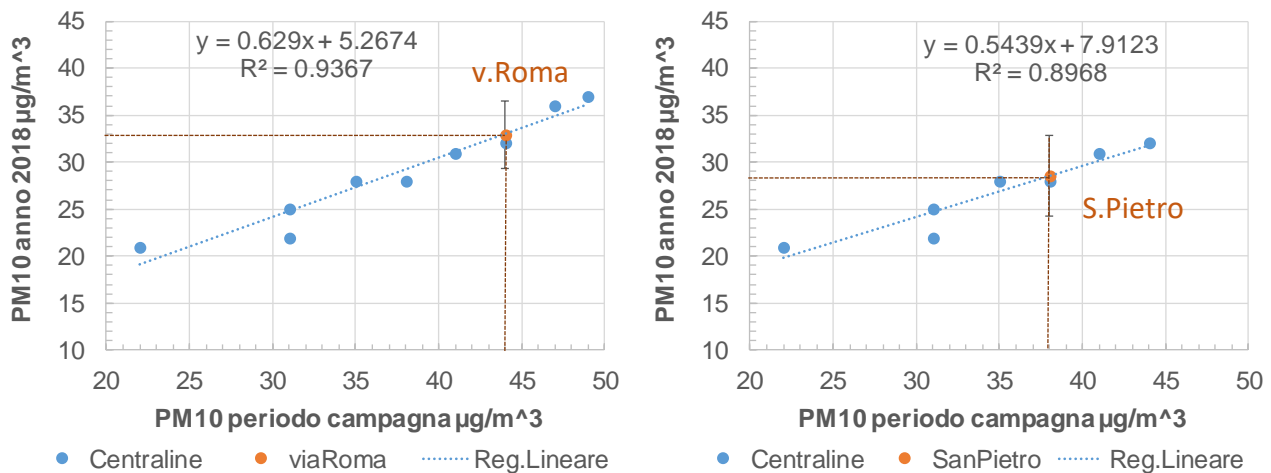


Figura 3)  $PM_{10}$ : stima della concentrazione media annuale nei siti di misura di Cavallermaggiore mediante regressione lineare tra le concentrazioni misurate dalle stazioni fisse durante il periodo della campagna e le medie dell'anno 2018.

Facendo riferimento al numero complessivo di superamenti registrati dalle stazioni della rete nell'ultimo anno civile, sono stati inoltre stimati i superamenti del limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per i due siti di Cavallermaggiore riferiti all'intero 2018. I valori stimati a partire dalle regressioni lineari (correlazioni statisticamente significative – fig. 4) sono pari a:

Sito **San Pietro**: numero superamenti (2018) =  $36 \pm 7$

Sito **via Roma**: numero superamenti (2018) =  $50 \pm 6$

Tali valori, ed in particolare il dato di via Roma, sono superiori al numero massimo consentito dalla normativa (35 per anno civile) e a quanto registrato nel 2018 presso le stazioni della rete provinciale di monitoraggio (tabella 3).

	Cuneo (FU)	Alba (FU)	Bra (TU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)
Numero superamenti anno 2018	11	33	31	21	13

Tabella 3)  $PM_{10}$ : superamenti del limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dell'anno 2018 nelle stazioni della provincia di Cuneo.

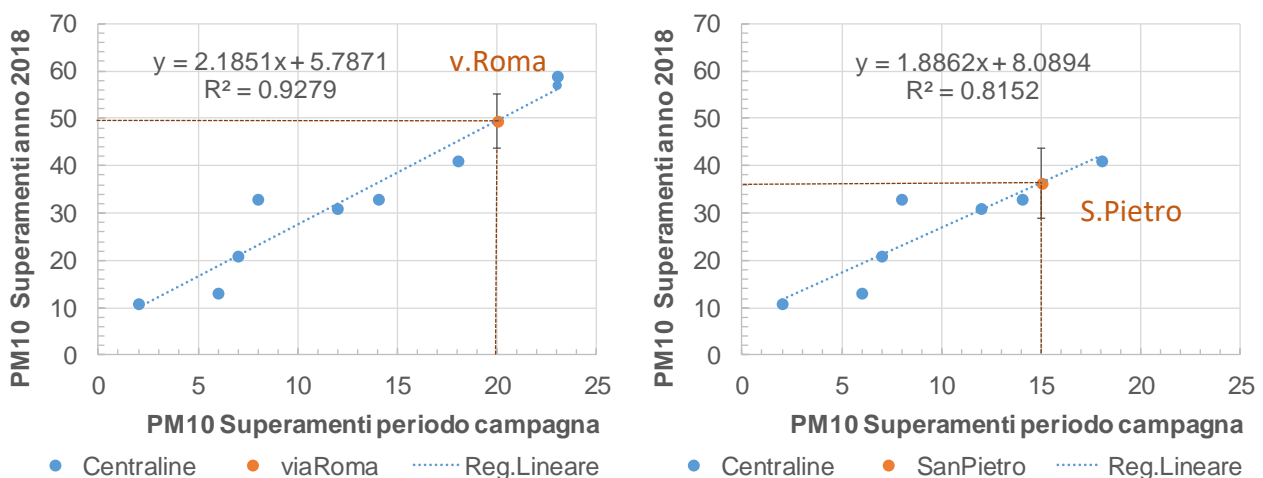


Figura 4)  $PM_{10}$ : stima del numero annuale di superamenti del limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per il sito di misura di Cavallermaggiore mediante regressione lineare tra i superamenti registrati dalle stazioni fisse durante il periodo della campagna e quelli complessivi dell'anno 2018.



I dati di PM<sub>10</sub> acquisiti con cadenza oraria dal nefelometro del laboratorio mobile hanno permesso di elaborare il giorno medio del periodo di monitoraggio, mediando i dati rilevati alla stessa ora di ciascun giorno. Esso è rappresentato nel grafico di sinistra di figura 5 insieme al giorno medio dell'NO<sub>2</sub> misurato nello stesso sito di via San Pietro. Nel grafico di destra sono rappresentate le settimane medie dei due inquinanti.

Nel giorno medio l'influenza delle attività antropiche locali è visibile, in particolare, con un aumento ricorrente delle concentrazioni nelle ore serali. Per il PM<sub>10</sub> sia la crescita che la diminuzione delle concentrazioni sono più lente rispetto all'NO<sub>2</sub>, ciò può essere spiegato con i maggiori tempi di permanenza in atmosfera del particolato e con i tempi necessari alla formazione della sua frazione "secondaria" che ne costituisce la parte preponderante e si origina in atmosfera dalla trasformazione di precursori quali gli stessi ossidi di azoto, l'ammoniaca, i composti organici volatili...

Nelle settimane medie è evidente la riduzione degli inquinanti nel fine settimana.

Per il PM<sub>10</sub> la maggiore ampiezza dell'intervallo di confidenza al 95%, rappresentato dalla fascia colorata, è indice della rilevante influenza che questo inquinante subisce da parte delle condizioni meteorologiche, che ne determinano le principali variazioni nel tempo delle concentrazioni.

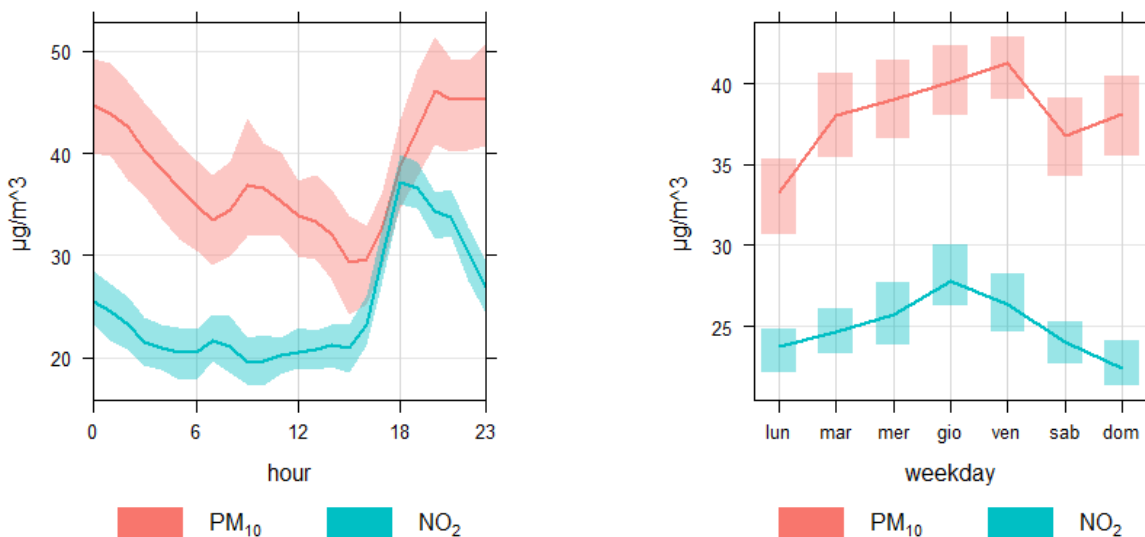


Figura 5) PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub>: confronto dei giorni medi del sito di Cavallermaggiore.

Nella figura 6 giorno medio e settimana media del PM<sub>10</sub> di Cavallermaggiore sono confrontati con il giorno medio e la settimana media del PM<sub>10</sub> determinato presso la stazione di Cuneo con misuratore automatico ad attenuazione beta. Si può osservare come gli andamenti nelle ore del giorno medio siano differenti nei due siti. Nel sito di Cuneo, a partire dalle prime ore del mattino, le concentrazioni crescono in modo continuo fino alla sera per poi diminuire piuttosto rapidamente nelle ore notturne raggiungendo minimi a livelli molto inferiori di quelli di Cavallermaggiore. Tale rapida diminuzione che si verifica in questo sito è sicuramente dovuta alla maggiore ventosità della zona sud della provincia che garantisce una buona rimozione degli inquinanti. I valori più elevati dei minimi giornalieri di Cavallermaggiore evidenziano invece come questo sito sia caratterizzato da una minor presenza di fenomeni di rimozione e pertanto risenta di un "livello di fondo" di PM<sub>10</sub> piuttosto consistente (dovuto alla peculiarità di questo inquinante di avere lunghi tempi di permanenza in atmosfera che lo rendono "ubiquitario" su vasta scala), cui si vanno poi ancora a sommare i contributi delle emissioni delle sorgenti locali.

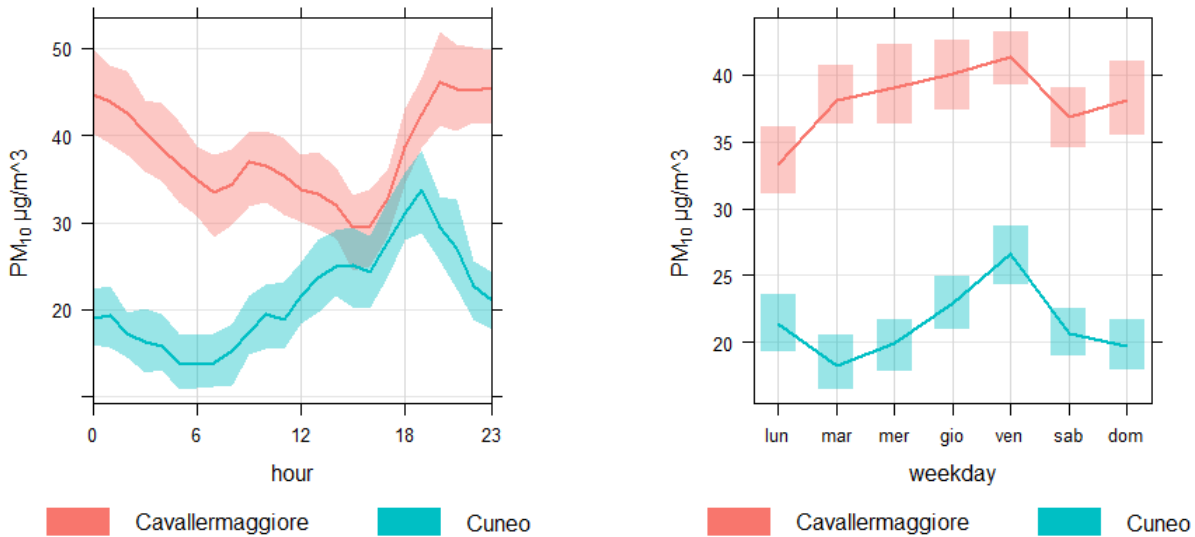


Figura 6) PM<sub>10</sub>: confronto dei giorni medi del sito di Cavallermaggiore e della stazione di Cuneo-Alpini.

Per l'inquinamento da polveri sottili i dati del monitoraggio eseguito dall'8 novembre 2018 all'8 gennaio 2019 indicano per il sito di Cavallermaggiore, una maggiore influenza dell'inquinamento diffuso del bacino padano rispetto alla zona sud della provincia di Cuneo. Le concentrazioni misurate nel sito di fondo urbano di via San Pietro sono risultate statisticamente confrontabili in media con quelle misurate presso le stazioni di Alba e Bra, mentre quelle rilevate nel sito da traffico di via Roma, sono risultate significativamente superiori in media a quelle registrate in tutte le stazioni della provincia di Cuneo, ma confrontabili con quelle delle stazioni delle città di Alessandria ed Asti. Nel confronto con la norma i livelli di inquinamento da polveri sottili risultano critici per il rispetto del limite normativo giornaliero.

## BIOSSIDO DI AZOTO – NO<sub>2</sub>

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

Durante il monitoraggio eseguito con il laboratorio mobile nel sito di via San Pietro a Cavallermaggiore l'analizzatore di ossidi di azoto ha avuto dei problemi tecnici che hanno portato ad invalidare i dati dal 20 novembre al 10 dicembre. La sequenza temporale delle concentrazioni medie orarie disponibili di NO<sub>2</sub> dall'8 novembre 2018 all'8 gennaio 2019 è rappresentata nella figura sottostante insieme alle concentrazioni rilevate presso le due stazioni urbane fisse più vicine: quella di fondo urbano di Alba – Tanaro e quella di traffico urbano di Bra – Madonna dei Fiori.

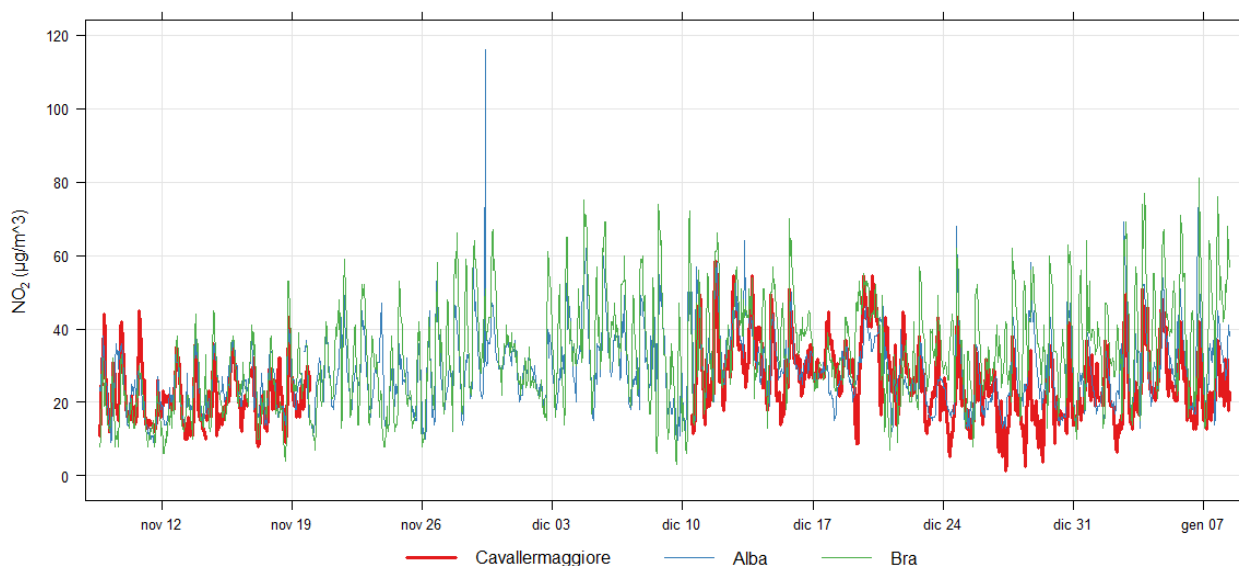


Figura 7) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Cavallermaggiore e presso le stazioni di Alba e Bra.

Nella figura 8 sono confrontate le medie giornaliere delle concentrazioni misurate a Cavallermaggiore, Alba e Bra.

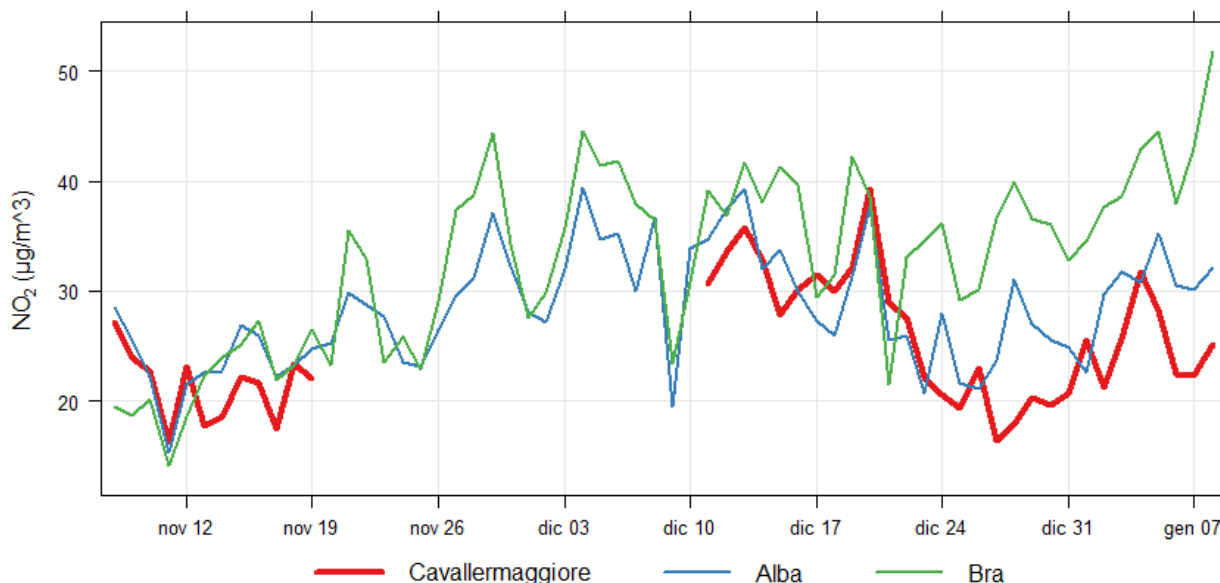


Figura 8) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie giornaliere rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Cavallermaggiore e presso le stazioni di Alba e Bra.

A differenza delle polveri sottili, gli ossidi di azoto sono inquinanti più locali, in quanto, a causa della loro breve vita media, i processi di trasporto che subiscono sono limitati alla scala spaziale locale. Le concentrazioni registrate nelle singole stazioni sono pertanto maggiormente condizionate dalle eventuali sorgenti presenti in prossimità, sebbene anch'esse subiscano l'influenza della meteorologia e risentano della presenza delle condizioni favorevoli all'accumulo degli inquinanti.

Nella figura 9 la distribuzione delle medie orarie di NO<sub>2</sub> rilevate dal laboratorio mobile durante il monitoraggio nel sito di Cavallermaggiore, è rappresentata con grafico a box e confrontata con quelle ottenute, nello stesso periodo, da ciascuna stazione della rete fissa della qualità dell'aria della provincia di Cuneo, dove il limite sulla media annua è costantemente rispettato dal 2008.

Nella tabella 4 sono riportati i valori delle concentrazioni medie, mediane e massime orarie di NO<sub>2</sub> relativi alla campagna di monitoraggio del laboratorio mobile, insieme ai valori ottenuti, nello stesso periodo, dalle stazioni della rete fissa. 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.

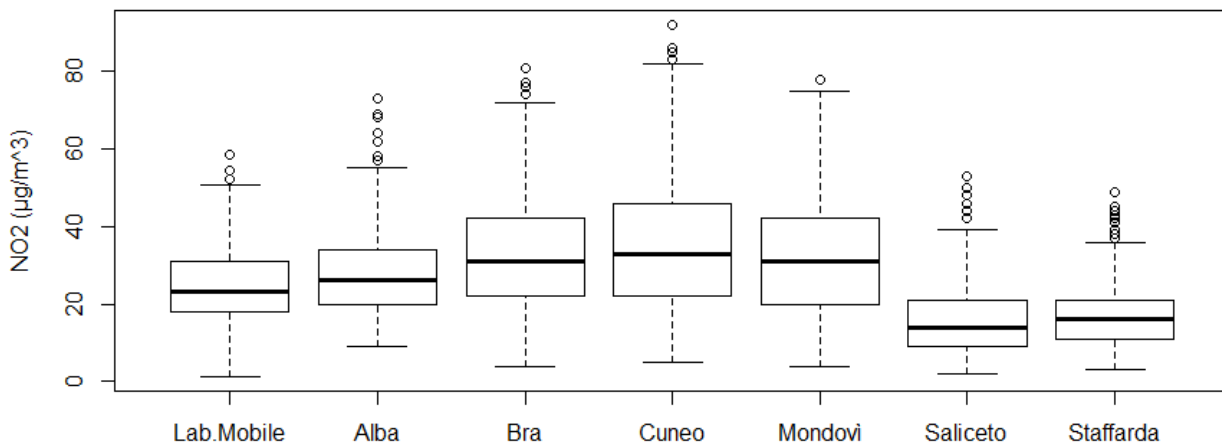


Figura 9) NO<sub>2</sub>: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate con il laboratorio mobile a Cavallermaggiore e presso le stazioni della provincia di Cuneo (periodo 8 ÷ 19 novembre '18 e 10 dicembre '18 ÷ 8 gennaio '19)

NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 8 ÷ 19 nov '18 10 dic '18 ÷ 8 gen '19	Cavallermaggiore	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovi (TU)	Saliceto (FR)	Staffarda (FR)
Media	<b>24.9</b>	27.6	32.6	34.8	32.0	16.1	16.7
Mediana	<b>23</b>	26	31	33	31	14	15
Massimo	<b>59</b>	73	81	92	78	53	49

Tabella 4) NO<sub>2</sub>: confronto tra le concentrazioni medie, mediane e massime orarie rilevate a Cavallermaggiore e presso le stazioni della provincia di Cuneo (tra parentesi è indicata la tipologia delle stazioni: TU= traffico urbano, FU= fondo urbano, FR= fondo rurale).

Relativamente al periodo per cui sono disponibili le misure il limite normativo orario è stato rispettato, infatti la concentrazione massima oraria è ampiamente inferiore al limite di 200 µg/m<sup>3</sup> (valore limite da non superare più di 18 volte per anno civile). I box plot e gli indicatori evidenziano come, per il periodo in analisi, nel sito di via San Pietro siano stati misurati livelli di concentrazioni contenuti rispetto ad altre stazioni della rete poste in zona urbana. Ciò indica l'assenza di criticità locali per tale inquinante.



Al momento dell'emissione dai processi di combustione, gli ossidi di azoto sono costituiti principalmente dal monossido di azoto (NO), che viene poi in parte ossidato in biossido di azoto. Le concentrazioni del monossido di azoto misurate a Cavallermaggiore sono rappresentate con grafico a box plot nella figura seguente e confrontate con quelle misurate presso le stazioni fisse. Come per il biossido di azoto, il confronto evidenzia per il sito di via San Pietro livelli di concentrazioni contenuti rispetto ad altre stazioni della rete che sono direttamente influenzate dalle emissioni del traffico veicolare a causa della maggiore vicinanza all'asse stradale e conferma la classificazione del sito come "fondo urbano".

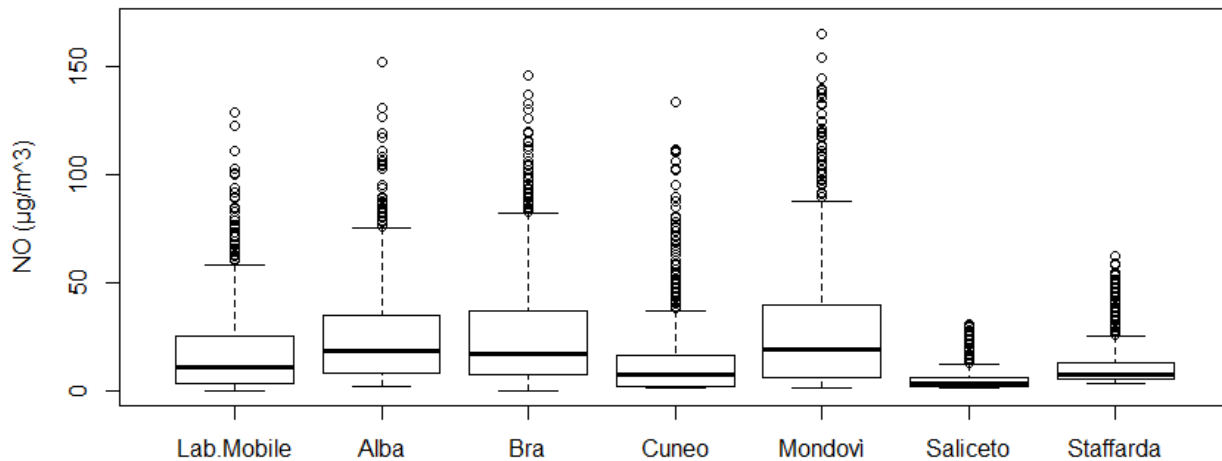


Figura 10) NO: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate con il laboratorio mobile a Cavallermaggiore e presso le stazioni della provincia di Cuneo (periodo 8 novembre '18 ÷ 8 gennaio '19)

Il giorno medio e la settimana media sia del biossido che del monossido di azoto sono stati calcolati per il sito di Cavallermaggiore e, nelle figure 11 e 12, sono confrontati con quelli delle stazioni di Alba, Bra e Cuneo. La fascia colorata dei grafici rappresenta l'intervallo di confidenza al 95% della media.

Sia i giorni che le settimane medie presentano i tipici andamenti ricorrenti condizionati dalle attività antropiche, che determinano un aumento delle concentrazioni durante le ore diurne, con picchi nelle ore di punta del traffico (grafico dei giorni medi) ed una riduzione significativa nei giorni di fine settimana (grafico delle settimane medie). Per il biossido di azoto gli andamenti del sito di San Pietro a Cavallermaggiore risultano piuttosto simili a quelli della stazione di fondo urbano di Alba, con concentrazioni contenute fino al pomeriggio ed una rapida crescita nelle ore serali.

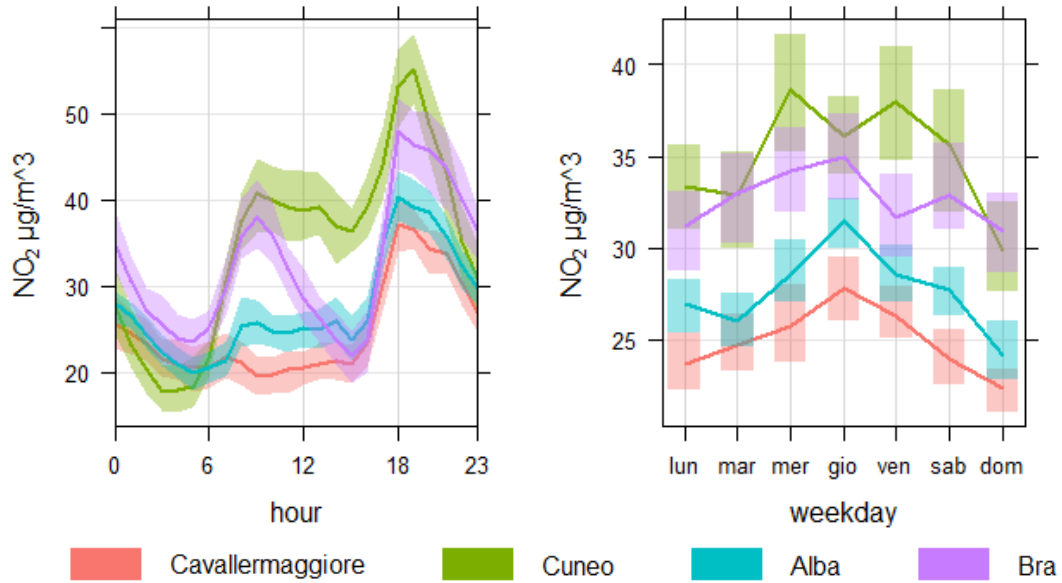


Figura 11) NO<sub>2</sub>: giorno medio e settimana media della campagna di monitoraggio di Cavallermaggiore e delle stazioni fisse di Alba, Bra e Cuneo.

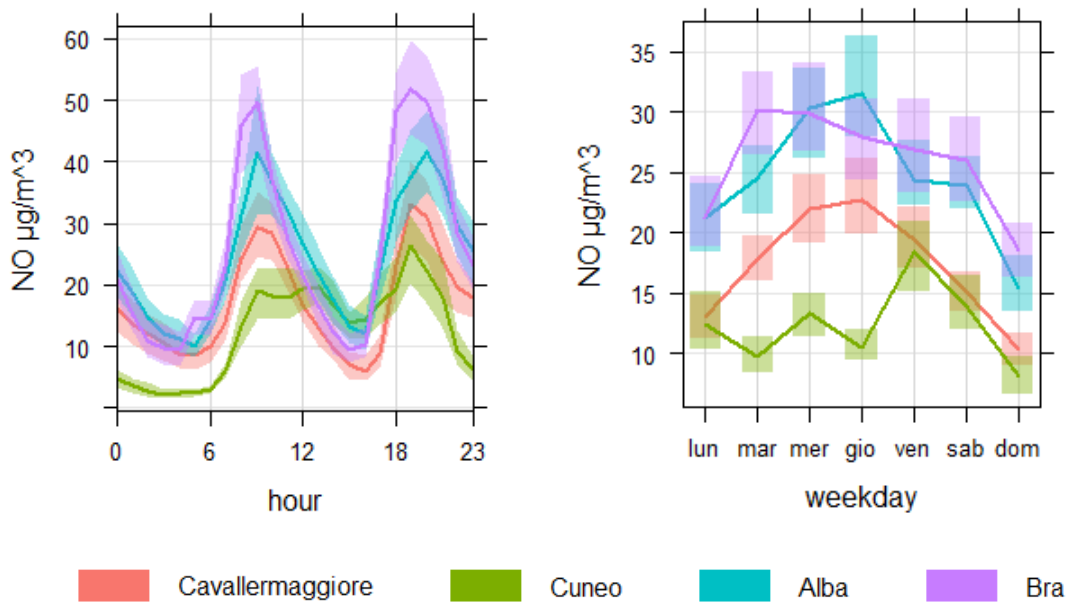


Figura 12) NO: giorno medio e settimana media della campagna di monitoraggio di Cavallermaggiore e delle stazioni fisse di Alba, Bra e Cuneo.

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

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

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

Le concentrazioni orarie misurate con il laboratorio mobile nel sito di via San Pietro a Cavallermaggiore, analogamente a quanto rilevato nei medesimi periodi presso le altre stazioni della qualità dell'aria della provincia dove l'SO<sub>2</sub> viene monitorato, hanno raggiunto il valore massimo di 16 µg/m<sup>3</sup>, pertanto oltre ad essere per lo più di due ordini di grandezza inferiori ai limiti normativi, sono prossime ai limiti di rilevabilità strumentali.

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

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

Nella campagna di Cavallermaggiore i valori rilevati sono confrontabili con quelli rilevati nello stesso periodo dalle stazioni della rete, con una massima concentrazione media su 8 ore pari a 1.2 mg/m<sup>3</sup>. Anche per questo inquinante i livelli sono ormai confrontabili con i limiti di rilevabilità degli strumenti di analisi.

Il Decreto Legislativo 155/2010 riprende per il **benzene** il valore limite per la protezione della salute umana già specificato dalla legislazione precedente di 5 µg/m<sup>3</sup> su base annuale. Tale limite è ampiamente rispettato in tutto il territorio regionale, comprese le stazioni di traffico. Dal confronto con quanto rilevato presso le altre stazioni della provincia dove questo inquinante viene monitorato, si può desumere che anche nel sito di via San Pietro a Cavallermaggiore non sussistano rischi di superamento del limite per tale inquinante. Infatti la concentrazione media ottenuta, pari a 2.0 µg/m<sup>3</sup>, è confrontabile con quelle ottenute nello stesso periodo presso le altre stazioni.

Nella figura 13 il giorno medio del CO è confrontato, con valori normalizzati, con quello del benzene, indicatore delle emissioni del traffico dei veicoli alimentati a benzina. Il perfetto accordo tra i due giorni medi conferma che la sorgente principale sia la stessa per i due inquinanti.

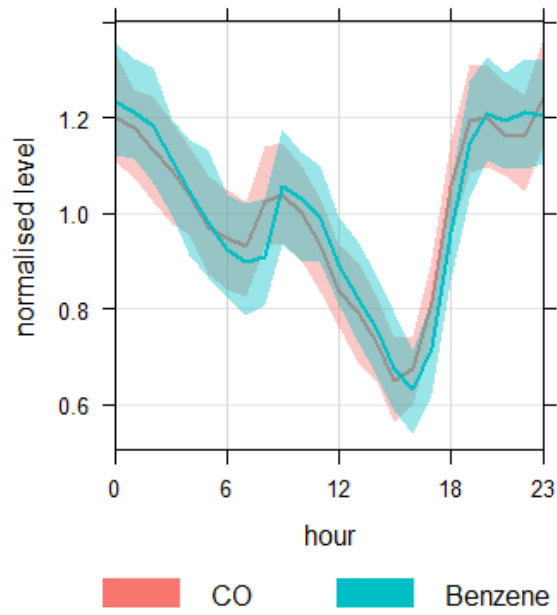


Figura 13) CO e Benzene: confronto dei giorni medi del sito di Cavallermaggiore per il periodo 8 novembre '18 ÷ 8 gennaio '19.



## OZONO – O<sub>3</sub>

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

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

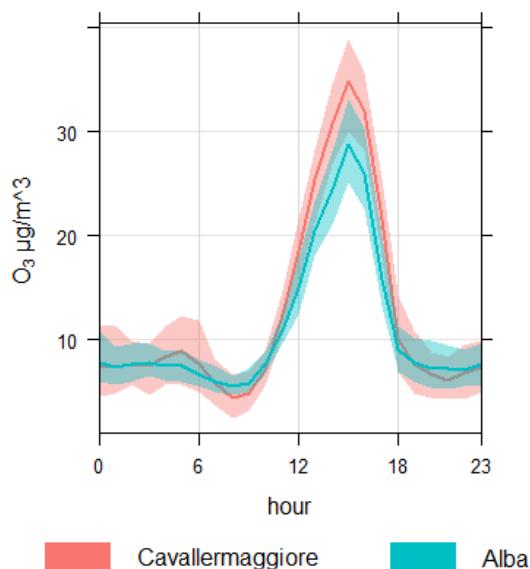


Figura 14) O<sub>3</sub>: giorno medio della campagna di Cavallermaggiore confrontato con quello della centralina fissa di Alba per il periodo 8 novembre '18 ÷ 8 gennaio '19.

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

Compatibilmente con il periodo invernale in cui si è svolto il monitoraggio, a Cavallermaggiore, come negli altri siti della provincia di Cuneo monitorati con le stazioni fisse, non si sono verificati superamenti né delle soglie di allarme e di informazione, né del valore obiettivo.

Il grafico di figura 15 rappresenta, per ciascun giorno di misura, i valori massimi delle concentrazioni orarie, misurate nel monitoraggio a Cavallermaggiore, confrontate con

l'intervallo dei valori massimi giornalieri misurati dalle stazioni fisse della provincia di Cuneo.

Il buon accordo tra gli andamenti consente di affermare che i valori delle stazioni della rete siano 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 dalla stazione meteorologica del laboratorio mobile: sebbene la temperatura non sia l'unica variabile da cui dipende l'ozono emerge abbastanza chiaramente una corrispondenza tra il suo andamento e quello dell'ozono.

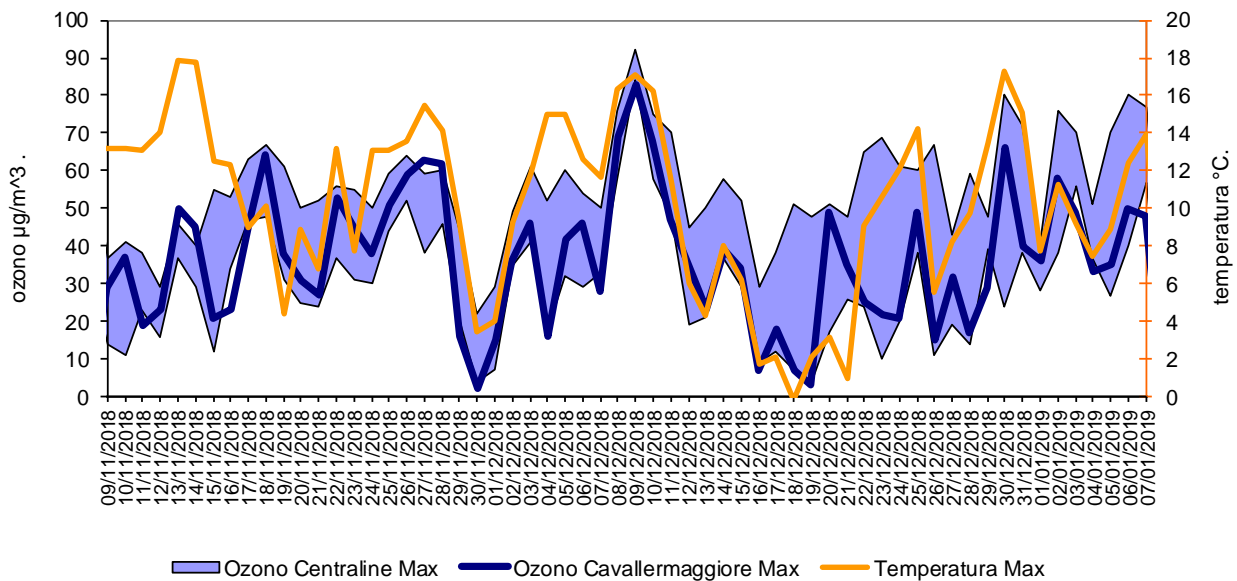


Figura 15) O<sub>3</sub>: concentrazioni massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile a Cavallermaggiore e presso le stazioni fisse della provincia di Cuneo. Temperatura massima giornaliera misurata dal laboratorio mobile.

## **METALLI ED IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI**

Per i campioni di polveri acquisiti nei due siti di Cavallermaggiore nei mesi di novembre e dicembre, dopo la misura gravimetrica della concentrazione di PM<sub>10</sub>, si è proceduto alla determinazione in laboratorio delle concentrazioni di metalli ed Idrocarburi Policiclici Aromatici (nel seguito IPA) presenti.

La norma vigente per la qualità dell'aria stabilisce per Arsenico, Cadmio, Nichel e Benzo(a)pirene dei valori obiettivo ed un valore limite per il Piombo, riferiti al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM<sub>10</sub> del materiale particolato, calcolati come media su un anno civile. Pertanto, soltanto per queste sostanze, e solamente su base mensile, la determinazione è costantemente eseguita per le centraline della rete fissa della qualità dell'aria dove il campionamento del PM<sub>10</sub> viene effettuato. Degli altri metalli, quali Cobalto, Cromo, Rame, Selenio, Vanadio, Zinco, Antimonio, Manganese e Titanio si è iniziata negli ultimi anni, a scopo di studio, la determinazione per un numero limitato di centraline. In modo analogo la determinazione degli IPA è stata estesa, per tutte le centraline fisse, alle molecole che sono state indagate anche per i siti di Cavallermaggiore.

Analogamente a quanto viene fatto per le stazioni fisse della rete, i campioni giornalieri dei due siti di Cavallermaggiore sono stati aggregati mensilmente, pertanto sono state ottenute per ciascuna sostanza le concentrazioni medie mensili di novembre (con i campioni dal giorno 9 al 30) e dicembre.

I risultati ottenuti per i due punti di campionamento sono riportati nella tabella 5 per gli IPA e nella tabella 6 per i metalli. Le concentrazioni presenti in alcuni campioni, indicate nelle tabelle con colore verde ed in corsivo, sono inferiori o prossime<sup>5</sup> al limite di rilevabilità del metodo analitico (LCL). In particolare, per Cobalto, Titanio, Selenio e Vanadio tutti i campioni hanno avuto concentrazioni non quantificabili, per Arsenico, Cadmio, Nichel e Antimonio solo il mese di dicembre ha avuto concentrazioni quantificabili ma prossime comunque al limite di rilevabilità.

Le concentrazioni complessive di tutte le molecole di IPA determinate (IPA totali) per i campioni di Cavallermaggiore, ed il loro contributo percentuale alle concentrazioni di PM<sub>10</sub>, sono confrontate con quelle rilevate presso le stazioni fisse della provincia nei grafici della figura 16. Dal grafico di sinistra si può osservare come in tutti i siti di misura le concentrazioni di IPA siano pressoché raddoppiate da novembre a dicembre; la presenza di una crescita, seppur più contenuta, nei contenuti percentuali (grafico di destra) indica come l'aumento delle concentrazioni di IPA non sia attribuibile solamente ad una crescita delle concentrazioni di PM<sub>10</sub> tra i due mesi, ma sia dovuta ad un peggioramento della sua qualità. Ciò può essere attribuito ad un aumento di emissioni legate alla combustione della biomassa.

Per ciascuno degli IPA determinati e per i cinque metalli presenti in concentrazioni rilevabili in entrambi i mesi (Piombo, Cromo, Manganese, Rame e Zinco) le concentrazioni dei due siti di Cavallermaggiore sono rappresentate nelle figure 17÷22 e confrontate con quelle delle centraline fisse.

Tra i dati di Cavallermaggiore, mentre per i metalli non emergono criticità, né nei confronti con gli indicatori normativi presenti, né con i dati misurati presso le stazioni fisse, la concentrazione del benzo(a)pirene del mese di dicembre assume un valore elevato nel confronto con le altre stazioni, confrontabile con quello misurato a Saliceto. Questa è l'unica stazione della provincia in cui in passato è stato registrato il superamento del valore obiettivo.

<sup>5</sup> Massa campione < LCL/2 + bianco

	Benzo(a) pirene (ng/m <sup>3</sup> )	Indeno(1,2,3- cd)pirene (ng/m <sup>3</sup> )	Crisene (ng/m <sup>3</sup> )	Pirene (ng/m <sup>3</sup> )	Benzo(g,h,i) perilene (ng/m <sup>3</sup> )	Benzo(a) antracene (ng/m <sup>3</sup> )	Benzo(b+j+k) fluorantene (ng/m <sup>3</sup> )	IPA totali (ng/m <sup>3</sup> )	IPA totali (% su PM <sub>10</sub> )
<b>Via San Pietro</b>									
nov-18	0.7	1.1	0.4	0.2	0.7	0.7	1.7	5.5	0.019
dic-18	2.3	2.3	2.0	0.9	2.1	1.7	5.1	16.3	0.038
<b>Via Roma</b>									
nov-18	0.8	1.4	0.5	0.2	0.9	0.8	1.8	6.4	0.017
dic-18	1.8	1.7	1.8	0.9	1.5	1.7	4.0	13.4	0.028
<b>Valore obiettivo (media anno civile)</b>	<b>1.0</b>								

Tabella 5) IPA: concentrazioni rilevate nei filtri campionati a Cavallermaggiore.

	Arsenico (ng/m <sup>3</sup> )	Cadmio (ng/m <sup>3</sup> )	Nichel (ng/m <sup>3</sup> )	Piombo (µg/m <sup>3</sup> )	Antimonio (ng/m <sup>3</sup> )	Cobalto (ng/m <sup>3</sup> )	Cromo (ng/m <sup>3</sup> )	Manganese (ng/m <sup>3</sup> )	Rame (ng/m <sup>3</sup> )	Selenio (ng/m <sup>3</sup> )	Titanio (ng/m <sup>3</sup> )	Vanadio (ng/m <sup>3</sup> )	Zinco (ng/m <sup>3</sup> )
<b>Via San Pietro</b>													
nov-18	0.7	0.1	0.7	0.004	0.7	0.4	2.5	8.2	14.9	0.7	2.6	0.7	17.2
dic-18	1.2	0.2	1.1	0.009	1.5	0.4	3.9	10.6	22.5	0.7	2.5	0.7	31.2
<b>Via Roma</b>													
nov-18	0.7	0.1	0.7	0.004	0.7	0.4	2.8	8.5	16.7	0.7	2.5	0.7	15.4
dic-18	0.7	0.2	1.0	0.007	1.1	0.4	2.7	10.9	23.1	0.7	2.5	0.7	25.2
<b>Valore obiettivo (media anno civile)</b>	<b>6.0</b>	<b>5.0</b>	<b>20.0</b>	<b>0.5</b>									

Tabella 6) Metalli: concentrazioni rilevate nei filtri campionati a Cavallermaggiore (con colore verde ed in corsivo, sono indicate le concentrazioni inferiori o uguali al limite di rilevabilità del metodo analitico (LCL)).

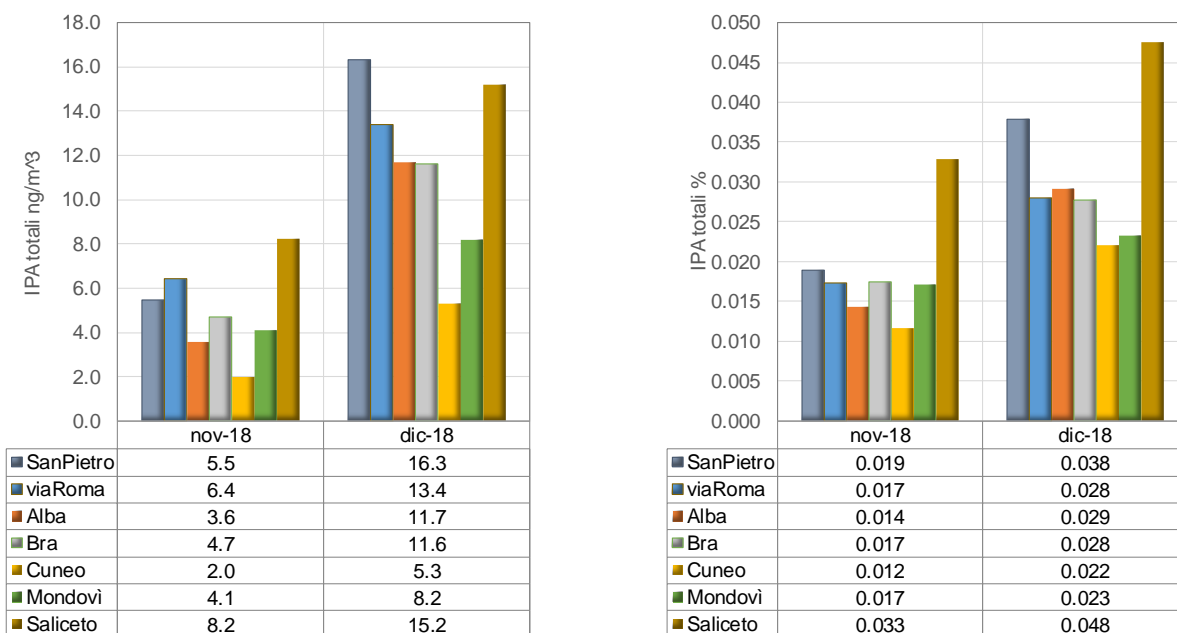


Figura 16) IPA totali (a sinistra) e percentuale di IPA nel PM10 (a destra): Confronto delle medie mensili misurate nei siti di San Pietro e via Roma a Cavallermaggiore e presso le centraline fisse.



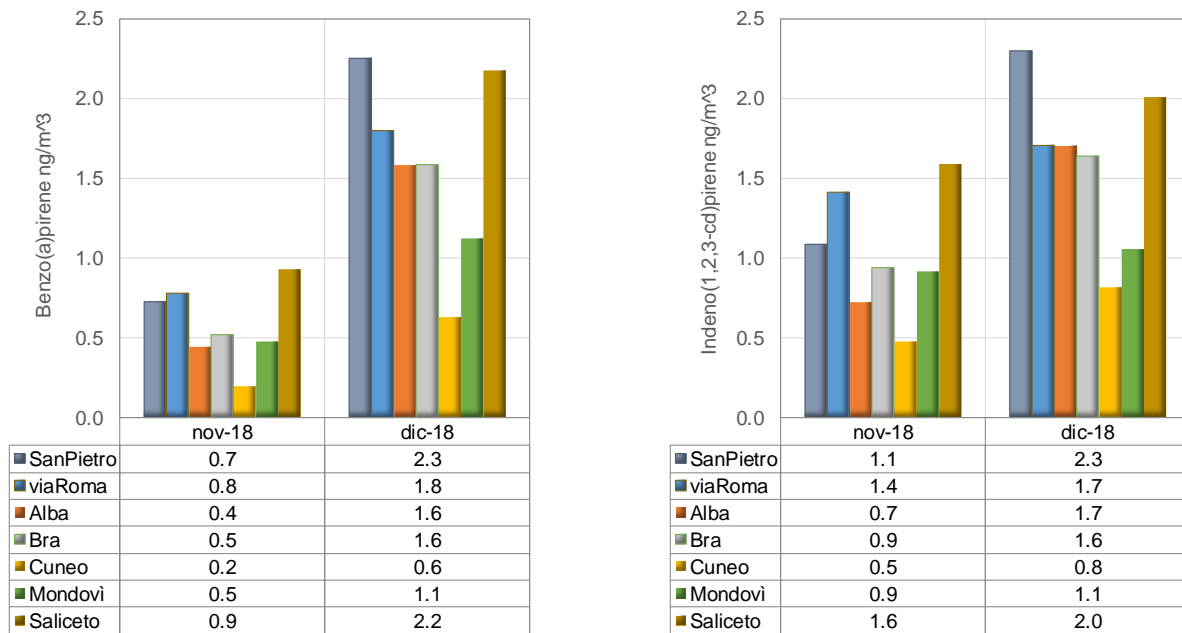


Figura 17) Benzo(a)pirene (a sinistra) e Indeno(1,2,3-cd)pirene (a destra): Confronto delle medie mensili misurate nei siti di San Pietro e via Roma a Cavallermaggiore e presso le centraline fisse.

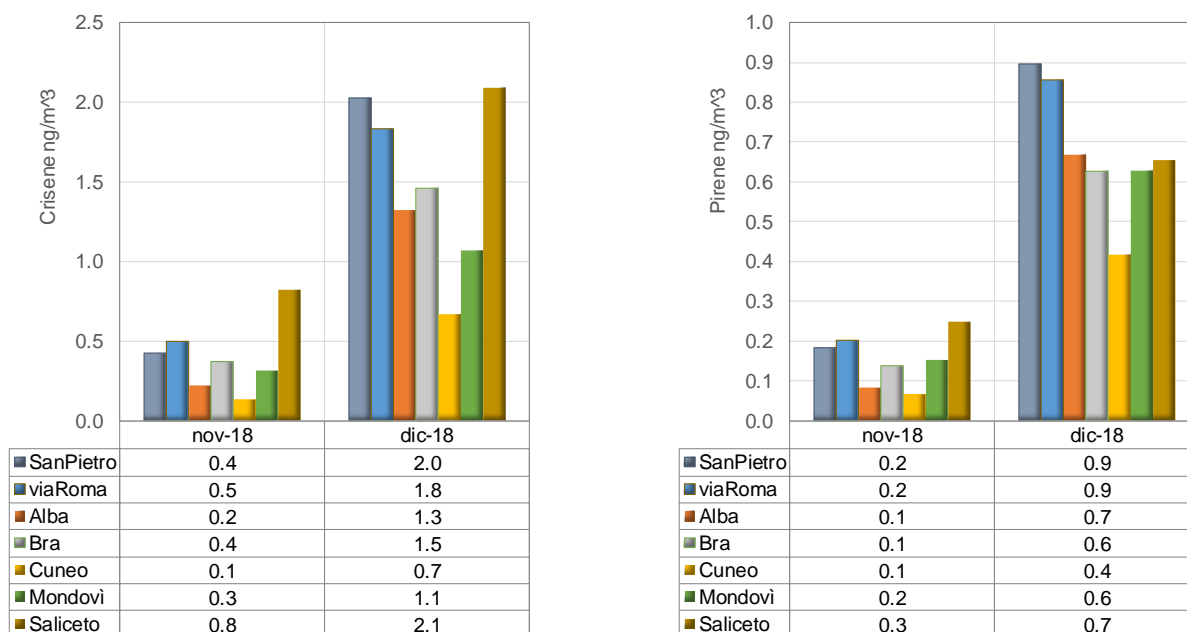


Figura 18) Crisene (a sinistra) e Pirene (a destra): Confronto delle medie mensili misurate nei siti di San Pietro e via Roma a Cavallermaggiore e presso le centraline fisse.

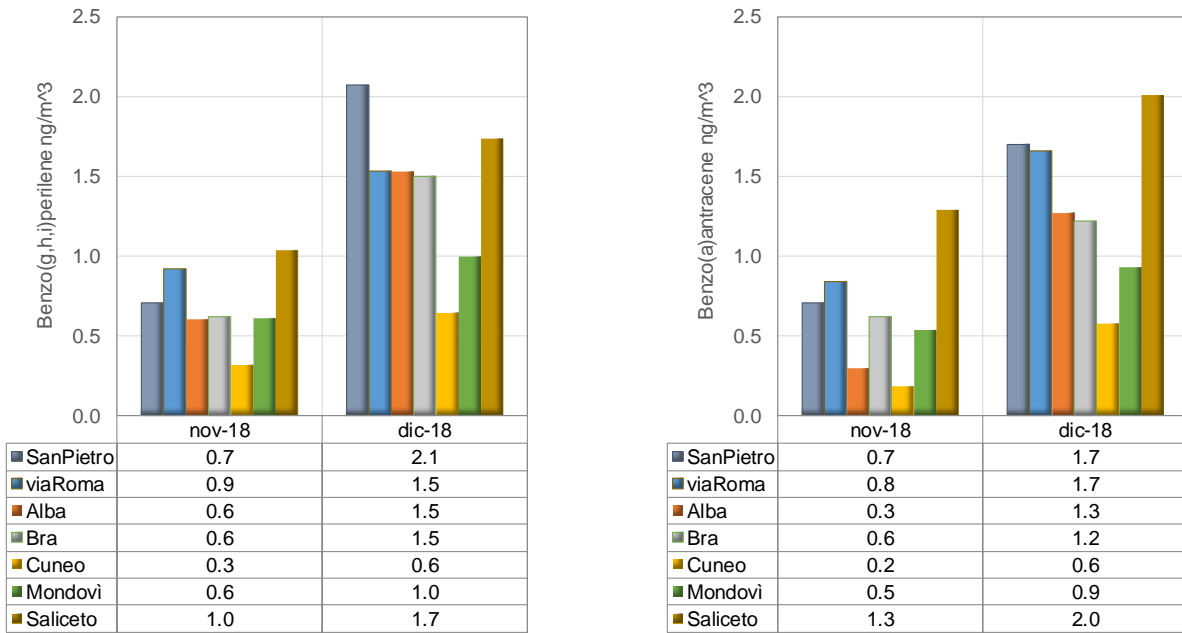


Figura 19) Benzo(g,h,i)perilene (a sinistra) e Benzo(a)antracene (a destra): Confronto delle medie mensili misurate nei siti di San Pietro e via Roma a Cavallermaggiore e presso le centraline fisse.

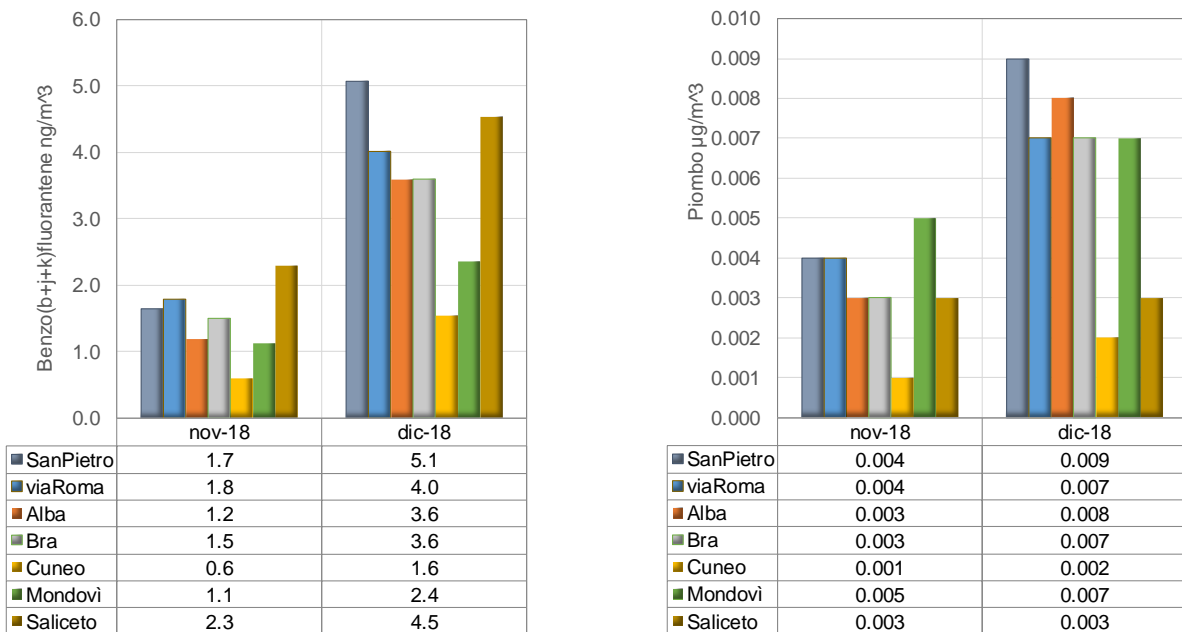


Figura 20) Benzo(b+j+k)fluorantene (a sinistra) e Piombo (a destra): Confronto delle medie mensili misurate nei siti di San Pietro e via Roma a Cavallermaggiore e presso le centraline fisse.

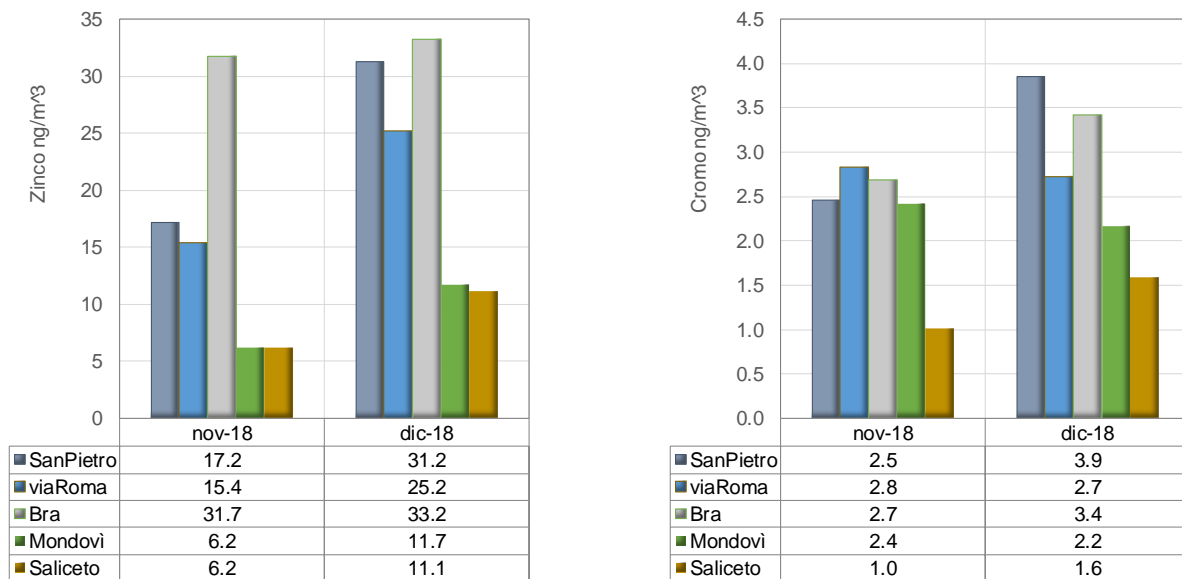


Figura 21) Zinco (a sinistra) e Cromo (a destra): Confronto delle medie mensili misurate nei siti di San Pietro e via Roma a Cavallermaggiore e presso le centraline fisse.

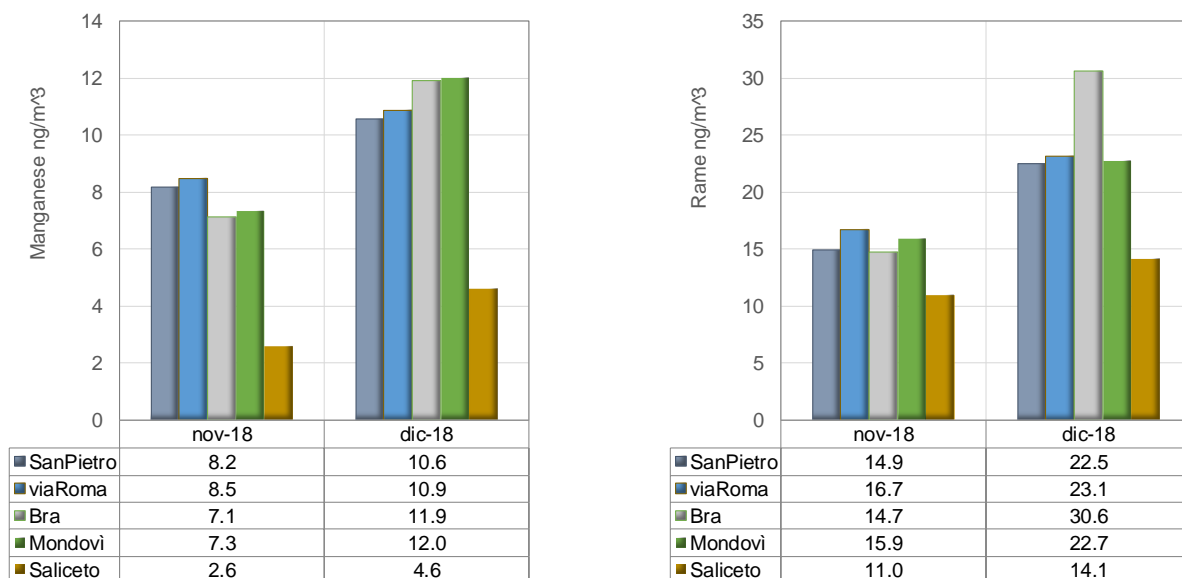


Figura 22) Manganese (a sinistra) e Rame (a destra): Confronto delle medie mensili misurate nei siti di San Pietro e via Roma a Cavallermaggiore e presso le centraline fisse.

Per poter avere una stima della media annuale per il benzo(a)pirene di Cavallermaggiore si è proceduto, in modo analogo a quanto fatto per il PM<sub>10</sub>, utilizzando i dati registrati dalle centraline della rete fissa. Per ciascuna delle cinque stazioni fisse di misura della provincia di Cuneo, la concentrazione media del benzo(a)pirene relativa ai mesi di novembre e dicembre, è stata rapportata alla concentrazione media dell'ultimo anno civile completo di dati (2018) ed è stata calcolata la regressione lineare tra le cinque coppie di dati ottenute. Nel grafico di figura 23 sono rappresentati i dati utilizzati insieme alla retta di regressione. Il test eseguito sul coefficiente R di Pearson attribuisce significatività statistica alla correlazione. A partire dalla regressione lineare calcolata e dai dati medi misurati nei due

siti dell'abitato di Cavallermaggiore sono stati quindi stimate le concentrazioni medie annuali, riferite al 2018 e gli errori standard, risultanti pari a:

Sito **San Pietro**: media Benzo(a)pirene (2018) =  $0.7 \pm 0.05$  ng/m<sup>3</sup>

Sito **via Roma**: media Benzo(a)pirene (2018) =  $0.6 \pm 0.04$  ng/m<sup>3</sup>

La stessa cosa è stata ripetuta per l'anno 2017, in quanto, al contrario di quanto successo nel 2018, in tale anno le condizioni meteorologiche avevano determinato livelli di inquinamento maggiori e, per il benzo(a)pirene, era stato nuovamente superato il limite normativo a Saliceto:

Sito **San Pietro**: media Benzo(a)pirene (2017) =  $1.0 \pm 0.1$  ng/m<sup>3</sup>

Sito **via Roma**: media Benzo(a)pirene (2017) =  $0.9 \pm 0.09$  ng/m<sup>3</sup>

Tali valori stimati indicano una situazione che, negli anni con situazioni meteorologiche favorevoli all'accumulo degli inquinanti, si può avvicinare al valore obiettivo stabilito dalla normativa per il Benzo(a)pirene al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso.

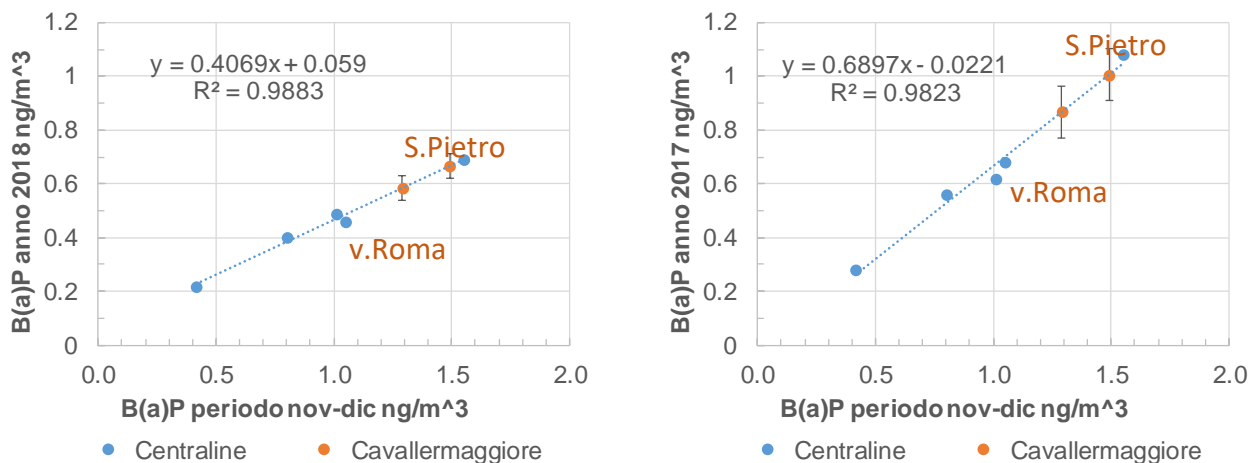


Figura 23) Benzo(a)pirene: stima della concentrazione media annuale nei siti di misura di Cavallermaggiore mediante regressione lineare tra le concentrazioni misurate dalle stazioni fisse durante il periodo della campagna e le medie dell'anno 2018 (a sinistra) e dell'anno 2017 (a destra).

## SITUAZIONE METEOROLOGICA

Siccome le condizioni meteorologiche influenzano fortemente i livelli delle concentrazioni degli inquinanti, nel seguito è analizzata l'evoluzione della situazione meteorologica del periodo di monitoraggio della qualità dell'aria a Cavallermaggiore. La campagna di misura è iniziata a novembre, al termine di un periodo di maltempo e precipitazioni intense. In Piemonte il mese di novembre 2018 è risultato caldo e piovoso. Il giorno mediamente più caldo del mese è risultato il 13, quando un'area anticiclonica di matrice africana ha interessato il territorio piemontese. Il giorno più freddo è stato il 19 novembre quando il Piemonte ha sperimentato un calo termico favorito da un flusso da est-nord-est nei bassi strati dell'atmosfera. Il 19 novembre è risultato anche l'unico giorno del mese in cui la media delle temperature minime in pianura è stata inferiore a 0°C, con un valore pari a -0.7°C, si sono inoltre verificate precipitazioni deboli o localmente moderate, per la prima volta a carattere nevoso anche a quote collinari sui rilievi alpini ed appenninici. L'ultima decade del mese di novembre 2018 ha avuto temperature e precipitazioni lievemente superiori alla norma, ma senza eventi di rilievo. Il numero di episodi di nebbia è stato inferiore alla media del periodo e ciò è stato probabilmente determinato dall'assenza di lunghi periodi di stabilità anticiclonica e dalle temperature superiori alla norma.

In Piemonte il mese di dicembre 2018 è risultato caldo e secco, con diversi episodi di foehn che hanno causato elevati valori di temperatura massima. Il picco mensile del freddo si è avuto verso la metà del mese quando una circolazione da est nei bassi strati atmosferici ha favorito l'afflusso di aria fredda sul Piemonte. Il 14 dicembre è risultato il giorno mediamente più freddo del mese mentre quello successivo ha avuto le temperature minime più basse, con un valore medio di -4.2°C in pianura.

Nei giorni 16 e 17 dicembre è transitata sul territorio piemontese una debole saccatura che ha causato fenomeni precipitativi a carattere nevoso anche sui settori pianeggianti grazie all'aria fredda presente a quote prossime al suolo. Tuttavia, le precipitazioni cadute hanno avuto carattere sparso e debole intensità e sostanzialmente senza accumulo di neve sulle pianure. Nel giorno 19 dicembre i fenomeni precipitativi hanno nuovamente avuto carattere nevoso anche in pianura, con accumuli al suolo di circa 5 cm sul basso Piemonte. Sul territorio piemontese si sono verificati 22 giorni con nebbia ordinaria (visibilità inferiore ad 1 km), valore sostanzialmente in linea con gli episodi attesi mentre si è avuto un solo episodio di nebbia fitta e ciò può essere stato determinato dall'assenza di lunghi periodi di stabilità anticiclonica e dai frequenti episodi di foehn.

Il monitoraggio a Cavallermaggiore si è concluso l'8 gennaio, questi primi giorni dell'anno sono stati caratterizzati dal foehn che ha fatto sì che il 6 gennaio si registrassero le temperature massime più elevate del mese sul Piemonte, con un valore medio delle massime intorno ai 10°C.<sup>6</sup>

Dai dati acquisiti dal laboratorio mobile a Cavallermaggiore si ricava che, su base oraria, la temperatura massima del periodo del monitoraggio è stata di 17.9°C, raggiunta il 13 novembre, la media di 4.8 °C e la minima di -4.2 °C, registrata il 15 dicembre.

Nel grafico della figura 17 sono rappresentate le temperature medie, minime e massime giornaliere dell'intero periodo di monitoraggio.

<sup>6</sup> Il Clima in Piemonte. Novembre 2018 – Dicembre 2018 – Gennaio 2019. Arpa Piemonte, Sistemi Previsionali



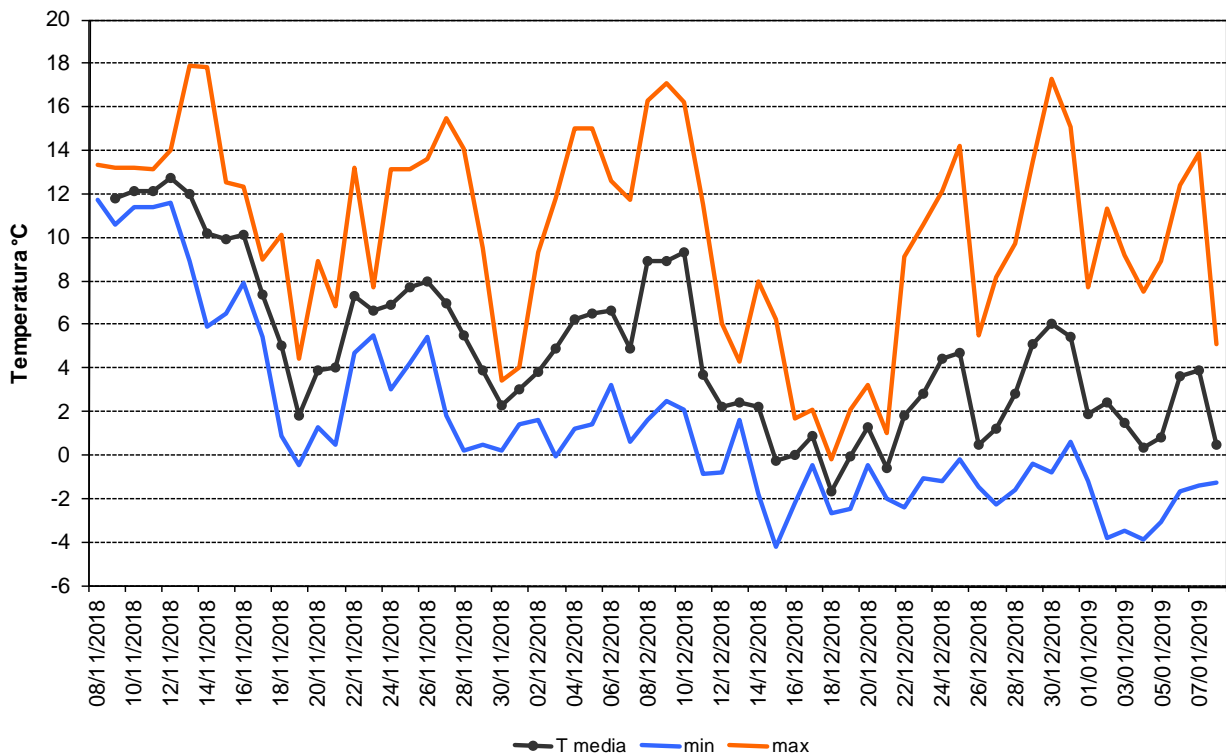


Figura 17) Temperatura dell'aria: medie, minime e massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile a Cavallermaggiore.

Nella figura 18 sono riportate, per ciascun giorno, la media della pressione atmosferica e la radiazione totale giornaliera registrate dal laboratorio mobile, insieme alla precipitazione giornaliera cumulata registrata dalla stazione meteorologica di Bra – Museo Craveri.

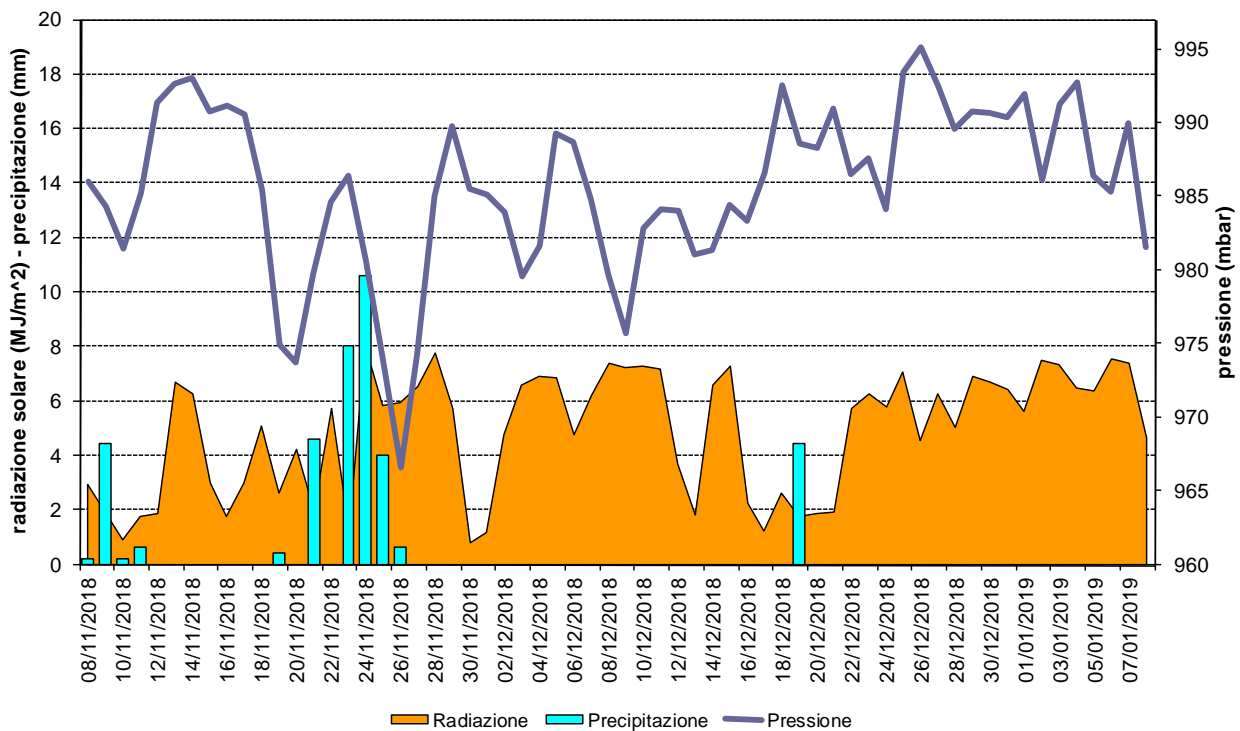


Figura 18) Pressione atmosferica e totale giornaliero della radiazione solare globale misurate dal laboratorio mobile; precipitazione cumulata giornaliera misurata dalla stazione di Bra – Museo Craveri.

Le frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento registrate dal laboratorio mobile nella postazione di via San Pietro a Cavallermaggiore sono rappresentate nella figura 19. Nel periodo in analisi le calme di vento hanno avuto un'occorrenza del 38.3%.

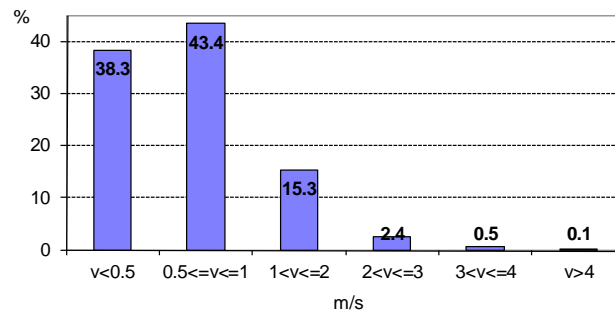


Figura 19) Frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento nel sito di San Pietro a Cavallermaggiore (periodo: 8 novembre '18 ÷ 8 gennaio '19).

Nella figura seguente sono rappresentate le frequenze dei settori di provenienza dei venti calcolate per i dati registrati dal laboratorio mobile. Esse evidenziano venti provenienti prevalentemente dai quadranti SudEst e NordOvest.

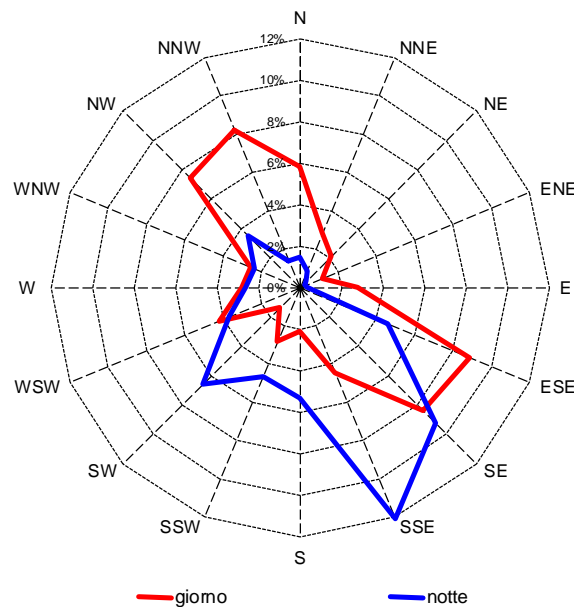


Figura 20) Rosa dei venti nel sito di San Pietro a Cavallermaggiore (periodo: 8 novembre '18 ÷ 8 gennaio '19).

## CONCLUSIONI

Dall'8 novembre 2018 all'8 gennaio 2019 è stata eseguita una campagna di misura della qualità dell'aria nel comune di Cavallermaggiore. Il monitoraggio è stato realizzato con il laboratorio mobile, dotato della strumentazione per la misura dei principali inquinanti per i quali la normativa stabilisce dei limiti (polveri sottili, ossidi di azoto, ozono, biossido di zolfo, monossido di carbonio, benzene...), e con un campionatore di polveri sottili.

Il laboratorio mobile è stato installato davanti alla chiesa di San Pietro, in prossimità della scuola secondaria di primo grado. Tale postazione, in una zona residenziale distante dalle principali arterie di traffico, si può considerare di "fondo urbano" e, secondo quanto definito dal D.lgs. 155/2010, adatta a valutare l'esposizione media della popolazione.

Lo strumento aggiuntivo per il campionamento della frazione PM<sub>10</sub> delle polveri è stato installato nella centrale via Roma, nel giardinetto prospiciente la chiesa di Santa Maria della Pieve, postazione condizionata dal traffico locale.

Sebbene al campionamento condotto a Cavallermaggiore si siano dedicati due mesi, si tratta comunque di un periodo limitato rispetto all'intero anno civile cui fanno riferimento i limiti stabiliti dalla normativa, pertanto, considerando anche la forte influenza delle condizioni meteorologiche sui livelli di inquinamento, per poter valutare correttamente la qualità dell'aria del sito, è necessario che i dati siano analizzati in riferimento a quanto rilevato dalle stazioni fisse presenti sul territorio.

In analogia a quanto riscontrato su tutto il territorio regionale, in via San Pietro a Cavallermaggiore il laboratorio mobile non ha evidenziato criticità per il monossido di carbonio, il benzene ed il biossido di zolfo. Le concentrazioni di questi inquinanti si sono notevolmente ridotte negli anni grazie ai miglioramenti tecnologici nei sistemi di combustione e alle modifiche qualitative dei combustibili.

I livelli dell'ozono, inquinante tipicamente estivo, in accordo con il periodo invernale in cui è stato svolto il monitoraggio, sono stati contenuti e coerenti con i dati della rete. Occorre tuttavia considerare che, da quanto emerge dall'analisi dei dati annuali della rete della qualità dell'aria, la situazione dell'inquinamento da ozono nella provincia di Cuneo si è mantenuta critica anche nelle ultime estati. In tutte le stazioni fisse sono infatti ancora disattesi gli obiettivi a lungo termine stabiliti sia per la protezione della salute umana che per la protezione della vegetazione<sup>7</sup>.

I dati ottenuti per il biossido di azoto, evidenziano come nel sito di via San Pietro siano stati misurati livelli di concentrazioni contenuti rispetto ad altre stazioni della rete poste in zona urbana. Ciò indica l'assenza di criticità locali per tale inquinante e conferma la classificazione del sito come "fondo urbano".

Per l'inquinamento da polveri sottili i dati ottenuti nei 60 giorni di campionamento evidenziano per Cavallermaggiore una maggiore influenza dell'inquinamento diffuso del bacino padano rispetto alla zona sud della provincia di Cuneo.

Le concentrazioni misurate nel sito di fondo urbano di via San Pietro sono risultate statisticamente confrontabili in media con quelle misurate presso le stazioni di Alba e Bra, mentre quelle rilevate nel sito da traffico di via Roma, sono risultate significativamente superiori in media a quelle registrate in tutte le stazioni della provincia di Cuneo, ma confrontabili con quelle delle stazioni delle città di Alessandria ed Asti.

Nel confronto con la norma, i livelli di inquinamento da polveri sottili risultano critici per il rispetto del limite normativo giornaliero, sono stati infatti stimati, con riferimento all'anno

<sup>7</sup> *Relazione della qualità dell'aria 2018 – Territorio della provincia di Cuneo, Arpa Piemonte*  
<http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/territorio/cuneo/aria>

2018, 36 superamenti del limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nel sito di via San Pietro e 50 superamenti nel sito di via Roma, contro i 35 consentiti per anno civile.

La criticità riscontrata a Cavallermaggiore per il  $\text{PM}_{10}$  rientra nella situazione dell'inquinamento da polveri sottili che caratterizza la provincia di Cuneo. I dati delle stazioni fisse, insieme a quelli ottenuti nelle diverse campagne di monitoraggio svolte negli anni con il laboratorio mobile, hanno permesso di individuare una situazione che presenta livelli di concentrazione che 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, nella quale si colloca anche la città di Cavallermaggiore, 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 inquinanti<sup>7</sup>. Grazie quindi alla sua collocazione geografica, tra le stazioni fisse della provincia, quella di Cuneo è caratterizzata da concentrazioni di polveri sottili più contenute di quelle rilevate dalle centraline fisse 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 fino al 2017 del limite stabilito per le concentrazioni giornaliere, indica una situazione di criticità per il  $\text{PM}_{10}$ .

Nelle polveri campionate a Cavallermaggiore sono state determinate le concentrazioni di metalli e Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA). Per i metalli non sono emerse criticità, né nel confronto con gli indicatori normativi esistenti, né con i dati misurati presso le stazioni fisse. Le concentrazioni degli IPA, e del benzo(a)pirene in particolare, per il quale la norma stabilisce un valore obiettivo, nel sito di via San Pietro hanno assunto nel mese di dicembre valori elevati rispetto alle altre stazioni, confrontabili e per alcuni parametri superiori ai valori misurati a Saliceto. Tale stazione è l'unica della provincia in cui, in passato, è stato registrato il superamento del valore obiettivo del benzo(a)pirene, a causa del diffuso uso della legna negli impianti di riscaldamento domestici.

Per poter pervenire al rispetto dei limiti, e ad un rispetto duraturo ovvero non troppo in balia delle avversità atmosferiche che di anno in anno si possono presentare, è necessario continuare a perseguire la riduzione delle emissioni in atmosfera, già messa in atto in particolare dalle sorgenti industriali ricadenti nell'ambito della direttiva IPPC (*Integrated Pollution Prevention and Control*), e a promuovere provvedimenti strutturali in modo sempre più omogeneo e congiunto in tutto il bacino padano. È inoltre importante continuare a sensibilizzare la popolazione sul fatto che singole abitudini e comportamenti possono incidere sull'evidente problema.

Occorre in particolare ora agire sulle emissioni provenienti dalla combustione domestica della biomassa legnosa, per regolamentare le quali la Regione Piemonte ha emanato nel settembre 2018 la D.G.R. n. 29-7538, in accordo con le altre regioni del Bacino Padano e a seguito del Decreto Ministeriale che introduce la classificazione dei generatori di calore in funzione delle emissioni inquinanti e del rendimento<sup>8</sup>. E occorre prestare molta attenzione alle emissioni dei precursori degli inquinanti secondari ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ , COVNM,  $\text{NH}_3$ ), operando su tutte le tipologie di sorgenti, in particolare sulla zootecnia ed il traffico, che mantengono a tutt'oggi ampi margini di miglioramento.

A tale proposito si ricorda che, oltre a quelle che sono normalmente da tutti riconosciute come sorgenti di inquinanti (industrie, traffico, riscaldamento...), nella nostra provincia anche l'attività zootecnica intensiva fornisce un notevole contributo all'inquinamento. Essa determina infatti un'emissione molto cospicua di ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ), e inoltre ha portato, nell'ultimo decennio, alla realizzazione di un numero elevato di centrali a biogas (il più alto

<sup>8</sup> Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare n. 186 del 7 novembre 2017

della regione). Queste, sebbene alimentate con sorgenti “rinnovabili”, producono quantitativi di ossidi di azoto pari a circa 5 volte quelli che, a parità di potenza, produrrebbe un impianto alimentato a metano.

Sebbene sia i livelli attuali di ossidi di azoto che quelli di ammoniaca non costituiscano singolarmente delle criticità in relazione alla loro tossicità, occorre considerare che in atmosfera agiscono da “precursori” delle polveri, ovvero subiscono delle trasformazioni chimiche che portano alla formazione del cosiddetto particolato “secondario”, generalmente compreso nella frazione più fine delle polveri e pertanto più problematico per la salute umana, perché in grado di penetrare più in profondità nell’apparato respiratorio.

## ALLEGATO I - Sintesi dei risultati della campagna

<b>Cavallermaggiore, via San Pietro 9</b>	
<b>9/11/2018 ÷ 7/01/2019</b>	
	<b>SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	2
Massima media giornaliera	15
Media dei valori orari	7
Massima media oraria	16
Percentuale ore valide	88%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	<b>0</b>
	<b>CO (mg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	0.2
Massima media giornaliera	1.0
Media dei valori orari	0.5
Massima media oraria	1.6
Percentuale ore valide	99%
Minimo medie 8 ore	0.1
Media delle medie 8 ore	0.5
Massimo medie 8 ore	1.2
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	<b>0</b>
	<b>Benzene (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	0.7
Massima media giornaliera	3.8
Media dei valori orari	2.0
Massima media oraria	5.1
Percentuale ore valide	92%
	<b>NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	16
Massima media giornaliera	39
Media dei valori orari	25
Massima media oraria	59
Percentuale ore valide	65%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	<b>0</b>



	<b>O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	1
Massima media giornaliera	45
Media dei valori orari	12
Massima media oraria	83
Percentuale ore valide	100%
Minimo medie 8 ore	1
Media delle medie 8 ore	12
Massimo medie 8 ore	66
Percentuale medie 8 ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h &gt; 120)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	<b>0</b>
	<b>PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	8
Massima media giornaliera	75
Media delle medie giornaliere:	38
Numero giorni validi	60
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	<b>15</b>

### **Cavallermaggiore, via Roma 112**

**9/11/2018 ÷ 7/01/2019**

	<b>PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	11
Massima media giornaliera	79
Media delle medie giornaliere:	44
Numero giorni validi	60
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	<b>20</b>

## **ALLEGATO II - Inquinanti della qualità dell'aria e limiti normativi**

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

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

I parametri monitorati sono i seguenti:

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

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

**Caratteristiche:** elementi distintivi dell'inquinante

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

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

**Fonte:**

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

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

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

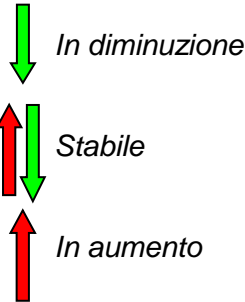
**Misura:** indica il principio di misura utilizzato per la determinazione dell'inquinante

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

 *Criticità moderata*

 *Criticità elevata*

- andamento negli anni dell'inquinante:



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

**Soglia di informazione:** livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive.


**Soglia di allarme:** livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati.

**Valore limite:** livello fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e che non deve essere successivamente superato.

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

**Obiettivo a lungo termine:** livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente.



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

<b>Caratteristiche</b> <i>particelle solide</i> <i>aerosol</i>	<p>Il particolato atmosferico è formato da particelle, solide o aerosol, sospese in aria. Con il termine <b>PM<sub>10</sub></b> si intende il particolato formato da particelle con diametro aerodinamico medio inferiore a 10 µm (micrometri), mentre il termine <b>PM<sub>2.5</sub></b> comprende la frazione di particolato costituito da particelle aventi diametro inferiore a 2.5 µm.</p>			
<b>Fonte</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i>	<p>Nell'aria viene generato da processi naturali quali <b>eruzioni vulcaniche</b>, <b>incendi boschivi</b>, <b>azione del vento sulla polvere e sul terreno</b>, <b>aerosol marino</b>, ecc, e dall'attività dell'uomo a cui se ne attribuisce l'apporto principale. Le <b>emissioni industriali</b>, particelle di polveri, ceneri, e combustioni incomplete, e il <b>traffico veicolare (gas di scarico, usura di pneumatici, risollevarimento delle polveri depositate sulle strade)</b> rappresentano le fonti più significative.</p>			
<b>Tipologia</b> <i>primario</i> <i>secondario</i>	<p>Il particolato atmosferico è in parte di tipo "primario", <b>impresso direttamente</b> in atmosfera, ed in parte di tipo "secondario", prodotto cioè da <b>trasformazioni chimico fisiche che coinvolgono diverse sostanze quali SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, COVs, NH<sub>3</sub></b>.</p>			
<b>Permanenza spazio temporale</b>	<p>Il particolato risulta ubiquitario su vasta scala a causa del <b>lungo tempo di permanenza nell'aria</b> (da giorni a settimane) che ne consente il <b>trasporto su grandi distanze</b>. Questo fa sì che le variazioni nel tempo delle concentrazioni siano principalmente condizionate da fattori meteorologici. In particolare, inverni con lunghi periodi di situazioni anticicloniche persistenti e precipitazioni limitate, sono caratterizzati da concentrazioni di polveri atmosferiche elevate.</p>			
<b>Effetti</b> <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"> <li>- il PM<sub>10</sub>, polvere inalabile, è in grado di penetrare nel tratto respiratorio superiore (laringe e faringe), e le particelle con diametro compreso fra circa 5 e 2.5 µm giungono sino a livello dei bronchi principali.</li> <li>- Il PM<sub>2.5</sub>, polvere respirabile, è in grado di penetrare profondamente nei polmoni giungendo sino ai bronchi secondari; le frazioni con diametro inferiore possono giungere sino a livello alveolare.</li> </ul> <p>Gli studi epidemiologici mostrano relazioni tra le concentrazioni di materiale particolato in aria e l'insorgenza di <b>malattie dell'apparato respiratorio</b>, quali <b>asma, bronchiti ed enfisemi</b>. Il PM può inoltre adsorbire sulla sua superficie e quindi veicolare nell'apparato respiratorio dei microinquinanti, quali metalli e IPA, ai quali possono essere associati effetti tossicologici rilevanti.</p> <p>La deposizione del materiale particolato può causare effetti negativi sulla vegetazione costituendo, sulla superficie fogliare, una pellicola non dilavabile dalle piogge, che <b>può inibire il processo di fotosintesi e lo sviluppo delle piante</b>; inoltre il danneggiamento per abrasione meccanica può rendere le foglie più esposte agli attacchi degli insetti.</p> <p>I materiali subiscono danni diretti legati a <b>fenomeni di imbrattamento</b> e fenomeni di <b>corrosione</b> in relazione alla composizione chimica del particolato.</p>			
<b>Misura</b> <i>gravimetrica</i>	<p>Il PM<sub>10</sub> e il PM<sub>2.5</sub> sono determinati mediante campionamento su filtro e successiva determinazione gravimetrica delle polveri filtrate. La testa del campionatore ha una geometria standardizzata che permette il solo passaggio della frazione di polveri avente dimensioni aerodinamiche inferiori a 10µm o 2.5µm.</p>			
 <b>Situazione</b> <i>critica</i>	<p>La situazione nell'ultimo decennio, per il particolato PM<sub>10</sub>, <b>è in miglioramento</b> anche se <b>continua a rappresentare una delle criticità più significative ed i limiti sono tuttora disattesi</b>. Le condizioni meteo climatiche influenzano fortemente l'andamento.</p>			
<b>Riferimenti normativi</b> D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	<b>Valore limite</b>	N° superamenti ammessi	Data di raggiungimento limite
<b>PM10</b>	24 ore	50 µg/m <sup>3</sup>	35 per anno civile	1 gennaio 2005
	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>		1 gennaio 2005
<b>PM2.5</b>	anno civile	25 µg/m <sup>3</sup>		1 gennaio 2015

## BIOSSIDO DI AZOTO – NO<sub>2</sub>

<b>Caratteristiche</b> NO <sub>2</sub>	<p>Gli ossidi di azoto (NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O ed altri) vengono generati in tutti i processi di combustione che utilizzano l'aria come comburente; infatti ad elevate temperature l'azoto e l'ossigeno presenti nell'aria atmosferica reagiscono, con le seguenti reazioni principali: <math>N_2 + O_2 \rightarrow 2NO</math>    <math>2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2</math>. L'elevata tossicità del biossido lo rende principale oggetto di attenzione: l'NO<sub>2</sub> è infatti un gas tossico, di colore giallo-rosso, dall'odore forte e pungente, con grande potere irritante ed è un energico ossidante, molto reattivo. Gli ossidi di azoto sono da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici maggiormente pericolosi, anche perché in presenza di forte irraggiamento solare, danno inizio ad una serie di reazioni secondarie che portano alla formazione di sostanze inquinanti, quali l'ozono, acido nitrico, ecc, complessivamente indicate con il termine di "smog fotochimico" che sono importanti precursori del PM<sub>10</sub>.</p>			
<b>Fonte</b> naturale antropica	<p>In natura gli ossidi di azoto sono prodotti dall'<b>attività batterica</b> sui composti dell'azoto, dall'<b>attività vulcanica e dai fulmini</b>: ciò produce un <b>apporto minimo</b> ai livelli di fondo. Le principali fonti sono invece di origine antropica legate ai <b>processi di combustione in condizioni di elevata temperatura e pressione</b>: ne consegue che, in contesto urbano, le emissioni dei motori a scoppio e quindi il <b>traffico veicolare</b> ne rappresentano la <b>fonte più significativa</b>.</p>			
<b>Tipologia</b> primario secondario	<p>Il biossido di azoto rappresenta, in genere, al <b>massimo il 5%</b> degli ossidi di azoto emessi <b>direttamente dalle combustioni in aria</b>. <b>La maggior parte</b> dell' NO<sub>2</sub> presente in atmosfera deriva invece <b>dall'ossidazione del monossido di azoto</b>, ed è quindi di natura secondaria.</p>			
<b>Permanenza</b> <b>spazio temporale</b>	<p>Il tempo medio di permanenza in atmosfera degli ossidi di azoto è breve: circa tre giorni per NO<sub>2</sub> e quattro giorni per l'NO.</p>			
<b>Effetti</b> salute ambiente materiali	<p>Gli effetti sulla salute prodotti dall'NO<sub>2</sub> sono dovuti alla sua <b>azione irritante sugli occhi e sulle mucose dell'apparato respiratorio</b>. Gli effetti acuti sull'apparato respiratorio comprendono <b>riacutizzazioni di malattie infiammatorie croniche delle vie respiratorie</b>, quali bronchite cronica e asma, e <b>riduzione della funzionalità polmonare</b>. Gli ossidi di azoto contribuiscono, per circa il 30%, al fenomeno delle "piogge acide", con conseguenti <b>danni alla vegetazione e alterazioni degli equilibri degli ecosistemi coinvolti</b>, e producono <b>fenomeni corrosivi sui metalli</b> e scolorimento e perdita di resistenza dei tessuti e delle fibre tessili. L'azione sulle superfici degli edifici e dei monumenti comporta un <b>invecchiamento più rapido delle strutture</b>.</p>			
<b>Misure</b> chemiluminescenza	<p>Gli ossidi di azoto sono determinati con il <b>metodo a chemiluminescenza</b>, che si basa sulla reazione chimica tra il monossido di azoto e l'ozono in grado di produrre una luminescenza caratteristica, di intensità proporzionale alla concentrazione di NO. Per misurare il biossido è necessario ridurlo a monossido tramite un convertitore al molibdeno. L'unità di misura con la quale si esprime la concentrazione di biossido di azoto è il microgrammo al metro cubo (µg/m<sup>3</sup>).</p>			
 <b>Situazione</b> stabile 	<p>L'introduzione delle marmitte catalitiche non ha ridotto in maniera incisiva la concentrazione di NO<sub>2</sub> che, nell'ultimo decennio, non ha avuto un calo tanto netto quanto il CO. Ciò è dovuto anche al fatto che i motori a benzina non sono l'unica fonte di NO<sub>2</sub>, ma altrettanto importanti sono i veicoli diesel e gli impianti per la produzione d'energia. Nel settore industriale miglioramenti tecnologici hanno permesso di ridurre parzialmente gli apporti emissivi.</p>			
<b>Riferimenti normativi</b> D.Lgs 155/2010	<i>Periodo di mediazione temporale</i>	<b>Valore limite</b>	<i>N° superamenti ammessi</i>	<i>Data di raggiungimento limite</i>
<b>Biossido di Azoto</b>	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup>	18 per anno civile	1 gennaio 2010
	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	-	1 gennaio 2010

## OZONO

<b>Caratteristiche</b> $O_3$	L'Ozono è un gas molto reattivo, fortemente ossidante, di odore pungente caratteristico, la cui molecola è costituita da tre atomi di ossigeno.
<b>Fonte</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i>	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 <b>precursori</b> sia <b>naturali</b> ( <b>composti organici volatili biogenici prodotti dalle piante</b> ), che <b>antropici</b> ( <b>ossidi di azoto e sostanze organiche volatili -VOC- emessi da attività umane</b> ), in condizioni meteorologiche caratterizzate da forte irraggiamento, oppure da scariche elettriche in atmosfera.
<b>Tipologia</b> <i>secondario</i>	A livello troposferico l'ozono è un inquinante cosiddetto secondario, cioè non viene emesso direttamente da una sorgente, ma <b>è prodotto dalle complesse trasformazioni chimico fisiche</b> che avvengono in atmosfera <b>tra gli ossidi di azoto e i composti organici volatili</b> . L'insieme dei prodotti di queste reazioni costituiscono il cosiddetto inquinamento fotochimico o <i>smog fotochimico</i> .
<b>Permanenza spazio temporale</b>	L'inquinamento secondario trae generalmente origine da contesti fortemente antropizzati, dove può essere elevata l'emissione di precursori, durante episodi estivi caratterizzati da condizioni meteorologiche stagnanti, quando persistono forte insolazione ed elevate temperature. Gli inquinanti secondari prodotti in queste condizioni possono dar luogo a grandi concentrazioni e <b>fenomeni di accumulo anche a notevoli distanze</b> dalle zone di immissione. Per tale motivo l'inquinamento da ozono rappresenta un fenomeno su scala regionale e/o transfrontaliero.
<b>Effetti</b> <i>salute</i> <i>ambiente</i> <i>materiali</i>	I principali effetti sulla salute si riscontrano a carico delle vie respiratorie dove, all'aumentare della concentrazione, possono essere indotti <b>effetti infiammatori di gravità crescente, sino ad una riduzione della funzionalità polmonare</b> . Sugli ecosistemi vegetali gli effetti ossidanti della <b>molecola interferiscono con la funzione clorofilliana e con la crescita delle piante</b> . I materiali, come la gomma e le fibre tessili, subiscono <b>alterazione chimiche</b> che ne <b>compromettono le caratteristiche e la resistenza</b> .
<b>Misura</b> <i>assorbimento</i> <i>caratteristico</i>	La misura dell'ozono sfrutta il metodo basato sull'assorbimento caratteristico che questa molecola presenta verso le radiazioni ultraviolette (UV) ad una lunghezza d'onda di 254 nm (nanometri). La variazione dell'intensità luminosa è direttamente correlata alla concentrazione di $O_3$ ed è misurata da un apposito rivelatore. L'unità di misura con la quale sono espresse le concentrazioni di $O_3$ è il microgrammo al metro cubo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).
<b>Situazione</b>  <i>stabile</i> 	I superamenti dei riferimenti normativi continuano ad essere significativi a livello europeo nonostante la riduzione di lungo termine osservata negli ultimi 25 anni. Data l'influenza determinante delle condizioni meteorologiche, l'andamento delle concentrazioni di $O_3$ può variare considerevolmente negli anni ed è difficilmente controllabile.




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

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

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

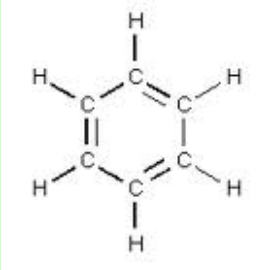
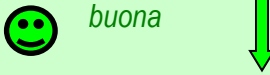
## BIOSSIDO DI ZOLFO – SO<sub>2</sub>

<b>Caratteristiche</b> SO <sub>2</sub>	Il biossido di zolfo, o anidride solforosa, è un gas incolore, di odore pungente, prodotto dell'ossidazione dello zolfo.
<b>Fonte :</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i>	<p>La fonte principale degli ossidi di zolfo (SO<sub>2</sub> e SO<sub>3</sub>) presenti in atmosfera è di origine <i>naturale</i>. Infatti una percentuale variabile dal 62% all'89% delle emissioni prodotte in Italia<sup>9</sup> è attribuita all'<i>attività vulcanica</i>.</p> <p>Le principali emissioni <i>antropiche</i> di SO<sub>2</sub> derivano invece dai <b>processi di combustione che utilizzano combustibili fossili</b> (gasolio, olio combustibile, carbone), in cui lo zolfo è presente come impurità. In città una fonte significativa è rappresentata dal <b>riscaldamento domestico</b>, mentre solo una percentuale molto bassa di SO<sub>2</sub> proviene dal traffico veicolare, in particolare dai veicoli con motore diesel.</p>
<b>Tipologia</b> <i>primario</i>	L'ossido di zolfo è un inquinante primario.
<b>Permanenza spazio temporale</b>	Il tempo medio di permanenza in atmosfera del biossido di zolfo varia da alcuni giorni a settimane e l'estensione dei fenomeni interessa la scala locale e regionale.
<b>Effetti</b> <i>salute</i> <i>ambiente</i> <i>materiali</i>	<p>Il biossido di zolfo è un forte <b>irritante delle vie respiratorie</b>. Un'esposizione prolungata a concentrazioni basse può causare patologie all'apparato respiratorio (<b>asma, tracheiti, bronchiti</b>) mentre esposizioni di breve durata a concentrazioni elevate possono provocare aumento della frequenza respiratoria e del ritmo cardiaco oltre a irritazione agli occhi, gola e naso.</p> <p>Gli ossidi di zolfo sono i <b>principali responsabili dell'acidificazione delle precipitazioni meteorologiche (piogge acide)</b> che comporta la compromissione degli equilibri degli ecosistemi coinvolti. Sulle piante l'aumento delle concentrazioni di SO<sub>2</sub> provoca danni <b>via via crescenti agli apparati fogliari sino alla necrosi tessutale</b>.</p> <p>L'azione sui <b>materiali</b> interessa maggiormente i <b>metalli</b>, nei quali viene accelerato il <b>fenomeno di corrosione</b>, ed i <b>materiali da costruzione</b> (in particolare di natura calcarea) sui quali l'azione acida, comportando una trasformazione dei carbonati in solfati solubili, <b>diminuisce la resistenza meccanica dei materiali</b>, da cui i conseguenti danneggiamenti dei monumenti e delle facciate degli edifici.</p>
<b>Misura</b> <i>fluorescenza</i>	Il biossido di zolfo è misurato con un metodo a fluorescenza. L'aria da analizzare è immessa in una apposita camera nella quale sono inviate radiazioni UV a 230-190 nm. Queste radiazioni eccitano le molecole di SO <sub>2</sub> presenti che, stabilizzandosi, emettono delle radiazioni nello spettro del visibile misurate con apposito rivelatore. L'intensità luminosa misurata è funzione della concentrazione di SO <sub>2</sub> presente nell'aria. L'unità di misura con la quale si esprime la concentrazione di biossido di zolfo è il microgrammo al metro cubo (µg/m <sup>3</sup> ).
<b>Situazione</b> <i>buona</i>  	Il biossido di zolfo ha rappresentato per molti anni uno dei principali inquinanti dell'aria. Oggi il progressivo miglioramento della qualità dei combustibili (minor contenuto di zolfo nei prodotti di raffinazione) ed il sempre più diffuso uso del gas metano hanno diminuito nettamente la sua presenza.

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

<sup>9</sup> ISPRA -inventario emissioni in atmosfera-CONAIR IPPC- dati 1980-2008

## BENZENE

<p><b>Caratteristiche</b>  <math>C_6H_6</math></p> 	<p>Il benzene è un idrocarburo aromatico, che si presenta a temperatura ambiente come un liquido incolore, dal tipico odore aromatico, in grado di evaporare velocemente.</p> <p>Si ottiene prevalentemente come prodotto della distillazione del petrolio. Viene impiegato come materia prima per numerosi composti secondari, a loro volta impiegati per produrre plastiche, resine, detersivi, 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><b>Fonte</b>  <i>naturale</i>  <i>antropica</i></p>	<p>In natura il benzene viene prodotto negli <b>incendi boschivi</b> e durante le <b>eruzioni vulcaniche</b>, ma le concentrazioni in atmosfera prodotte da queste fonti sono quantitativamente irrilevanti.</p> <p>La fonte principale è di natura antropica. La maggior fonte di esposizione per la popolazione deriva dai <b>gas di scarico degli autoveicoli</b>, in particolare dei veicoli <b>alimentati a benzina</b>: stime effettuate a livello di Unione Europea attribuiscono a questa categoria di veicoli più del 70% del totale delle emissioni di benzene. Una fonte importante, in ambienti indoor, è rappresentato dal <b>fumo di tabacco</b>.</p>
<p><b>Tipologia</b>  <i>primario</i></p>	<p>È un inquinante primario.</p>
<p><b>Permanenza</b>  <b>spazio temporale</b></p>	<p>Il benzene rilasciato in atmosfera si trova prevalentemente in fase vapore, non è soggetto direttamente a fotolisi, ma reagisce con gli idrossi-radicali prodotti fotochimicamente. Il tempo teorico di dimezzamento della concentrazione è di circa 13 giorni, ma in atmosfera inquinata, in presenza di ossidi di azoto o zolfo, l'emivita si riduce a 4 – 6 ore.</p>
<p><b>Effetti</b>  <i>salute</i></p>	<p>Il benzene è tossico, molto irritante per pelle, occhi e mucose ed è inserito dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) tra le sostanze con sufficiente evidenza di <b>cancerogenicità per l'uomo</b>. La principale via di esposizione per l'uomo è l'inalazione, a causa della notevole volatilità del benzene.</p>
<p><b>Misura</b>  <i>Gasromatografia PID</i></p>	<p>Le misure sono effettuate mediante un sistema gascromatografico, dotato di rivelatore a fotoionizzazione. L'unità di misura con la quale si misura la concentrazione di benzene è il microgrammo al metro cubo (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>).</p>
<p><b>Situazione</b>  <i>buona</i></p> 	<p>I livelli in atmosfera di questo inquinante sono notevolmente diminuiti a seguito dell'introduzione, dal luglio 1998, del limite dell'1% del tenore di benzene nelle benzine e grazie al miglioramento delle performance emissive degli autoveicoli.</p>



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

## MONOSSIDO DI CARBONIO – CO

<b>Caratteristiche</b>  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>
<b>Fonte</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i>	<p>Le principali fonti naturali sono agli <b>incendi boschivi</b>, <b>le eruzioni dei vulcani</b>, <b>le emissioni da oceani e paludi</b>.</p> <p>La fonte antropica più significativa è rappresentata dal <b>traffico veicolare</b>, in particolare dalle emissioni prodotte dagli autoveicoli a benzina in condizioni tipiche di traffico urbano rallentato (motore al minimo, fasi di decelerazione, ecc...): per questi motivi viene identificato come tracciante di inquinamento veicolare. Altre fonti sono gli <b>impianti di riscaldamento domestico</b>, <b>le centrali termoelettriche</b>, <b>gli inceneritori di rifiuti</b>, per i quali il contributo emissivo risulta minore in quanto la combustione avviene in condizioni più controllate.</p>
<b>Tipologia</b> <i>primario</i>	<p>Il monossido di carbonio viene emesso come tale in atmosfera.</p>
<b>Permanenza spazio temporale</b>	<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>
<b>Effetti salute</b>	<p>Sull'uomo il monossido di carbonio ha effetti particolarmente pericolosi in quanto forma con l'emoglobina del sangue la carbossiemoglobina, un composto fisiologicamente inattivo, che impedisce l'ossigenazione dei tessuti, ed è in grado di produrre, <b>ad elevate concentrazioni, esiti letali</b>. A <b>basse concentrazioni provoca emicranie, vertigini, e sonnolenza</b>. Essendo inodore e incolore, è un inquinante insidioso soprattutto nei luoghi chiusi dove si può accumulare in concentrazioni elevate.</p> <p>Sull'ambiente ha effetti trascurabili.</p>
<b>Misure</b> <i>Assorbimento IR</i>	<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/m<sup>3</sup>).</p>
 <b>Situazione</b> <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>

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

## METALLI PESANTI: Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel

<b>Caratteristiche</b> Metalli pesanti	I metalli pesanti sono costituenti naturali della crosta terrestre e molti di essi, in determinate forme e a concentrazioni opportune, sono essenziali alla vita. Non venendo però degradati dai processi naturali, tendono ad accumularsi negli organismi biologici (bioaccumulo) e possono causare effetti negativi, anche gravi, sulla salute umana e sull'ambiente in generale. La scelta normativa di monitorare Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel discende dalla rilevanza che essi manifestano sotto il profilo tossicologico. In atmosfera sono rintracciabili prevalentemente nel particolato aereo-disperso.
<b>Fonte</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i>	I metalli pesanti rappresentano un gruppo di inquinanti particolarmente diffuso nella biosfera, legato sia a fenomeni naturali ( <i>eruzioni vulcaniche, fenomeni di erosione</i> ) sia all'attività antropica; nell'atmosfera le sorgenti antropiche sono rappresentate principalmente dalle <i>combustioni</i> , dai <i>processi industriali (industrie minerarie, metallurgiche e siderurgiche)</i> e dalle <i>abrasioni dei materiali</i> .
<b>Tipologia</b> <i>primario</i>	I metalli pesanti sono inquinanti primari.
<b>Permanenza spazio temporale</b>	Essendo rintracciabili prevalentemente nel particolato aereo-disperso, l'inquinamento da metalli pesanti presenta distribuzione spazio temporale analoga a quella dei PM <sub>10</sub> .
<b>Effetti</b> <i>salute</i> <i>ambiente</i>	I metalli pesanti entrano nell'organismo umano principalmente con l'assunzione di cibo e acqua, ma l'apporto dovuto ad inalazione, in determinate realtà, può risultare estremamente significativo. All'esposizione ai metalli pesanti sono associati molteplici effetti sulla salute, con diversi gradi di gravità e condizioni: <i>problemi ai reni ed alle ossa, disordini neurocomportamentali e dello sviluppo, elevata pressione sanguigna e</i> , potenzialmente, anche cancro al polmone. Nell'ambiente, il fenomeno dell'accumulo sui terreni può <i>danneggiare la fertilità del suolo e favorire l'ingresso dei metalli nella catena alimentare</i> .
<b>Misura</b> <i>ICP-MS da filtro PM<sub>10</sub></i>	La frazione fine del particolato (PM <sub>10</sub> ) campionato su filtri in fibra di quarzo è sottoposta a mineralizzazione mediante soluzione acida ossidante e sulla soluzione ottenuta si determina la concentrazione dei metalli mediante tecnica ICP-MS (spettrometria di massa abbinata al plasma accoppiato induttivamente).
 <b>Situazione</b> <i>buona</i> 	Tutti questi metalli sono presenti in concentrazioni molto basse. Con l'introduzione delle benzine verdi (senza piombo) l'inquinamento urbano da piombo, significativo negli anni '70, ha visto una drastica riduzione.

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore limite	Data di raggiungimento valore obiettivo
<b>Piombo</b>	Anno civile	0.5 µg/m <sup>3</sup>	1 gennaio 2005
	Periodo di mediazione temporale	<b>Valore obiettivo(*)</b>	Data di raggiungimento valore obiettivo
<b>Arsenico</b>	Anno civile	6.0 ng/m <sup>3</sup>	31 dicembre 2012
<b>Cadmio</b>	Anno civile	5.0 ng/m <sup>3</sup>	31 dicembre 2012
<b>Nichel</b>	Anno civile	20.0 ng/m <sup>3</sup>	31 dicembre 2012

(\*) valore riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM<sub>10</sub> del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile.

## IPA - Benzo(a)pirene

<p><b>Caratteristiche</b> Benzo(a)pirene</p> 	<p>Il benzo(a)pirene - B(a)P - è stato scelto come marker dell'esposizione agli IPA nell'aria ambiente.</p> <p>Il termine IPA è l'acronimo di Idrocarburi Policiclici Aromatici, una classe numerosa di composti organici tutti caratterizzati strutturalmente dalla presenza di due o più anelli aromatici condensati fra loro. Gli IPA costituiti da tre a cinque anelli possono essere presenti sia come gas che come particolato, mentre quelli caratterizzati da cinque o più anelli tendono a presentarsi per lo più in forma solida.</p> <p>Gli IPA sono generalmente composti persistenti, caratterizzati da un basso grado di idrosolubilità e da una elevata capacità di aderire al materiale organico.</p>
<p><b>Fonte</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i></p>	<p>Queste sostanze si trovano in atmosfera come prodotto di processi di pirolisi e di combustioni incomplete, con formazione di particelle carboniose che li adsorbono e li veicolano.</p> <p>La fonte naturale di questi inquinanti è rappresentata dalle <b>eruzioni vulcaniche e dagli incendi boschivi</b>.</p> <p>Le fonti antropiche sono dovute ai <b>processi di combustione</b> incompleta di materiale organico e all'uso di <b>olio combustibile, gas, carbone e legno nella produzione di energia e riscaldamento</b>. Anche l'utilizzo dei vari carburanti produce una notevole quantità di queste sostanze. Le emissioni dovute al <b>traffico stradale</b> sono infatti una componente dominante nella emissione di IPA e di B(a)P nelle aree urbane, mentre nelle aree rurali un importante contributo deriva dalla combustione della legna.</p>
<p><b>Tipologia</b> <i>primario</i></p>	<p>È un inquinante primario.</p>
<p><b>Permanenza spazio temporale</b></p>	<p>In genere gli idrocarburi policiclici aromatici presenti nell'aria possono degradarsi reagendo con la luce del sole e con altri composti chimici nel giro di <b>qualche giorno o settimana</b>; quelli di massa maggiore aderiscono al particolato aerodisperso. Per questa loro relativa stabilità gli IPA si possono riscontrare <b>anche a grandi distanze in località remote e molto lontane dalle zone di produzione</b>.</p>
<p><b>Effetti salute</b></p>	<p>Gli studi condotti sulla pericolosità degli IPA sembrano dimostrare che l'esposizione a concentrazioni significative di queste sostanze comporti vari <b>danni a livello ematico, immunosoppressione e problemi al sistema polmonare</b>.</p> <p>In particolare il benzo(a)pirene, produce tumori a livello di diversi tessuti sugli animali da laboratorio ed è inoltre l'unico idrocarburo policiclico aromatico per il quale sono disponibili studi approfonditi di tossicità per inalazione, dai quali risulta che questo composto induce il tumore polmonare in alcune specie. L'organo legislativo ha pertanto stabilito un <b>valore obiettivo</b> per tale composto.</p>
<p><b>Misura</b> GC da filtro PM<sub>10</sub></p>	<p>La frazione fine del particolato (PM<sub>10</sub>) contenuta in un volume noto di aria è raccolta su membrana in fibra di vetro o di quarzo; tale membrana è sottoposta ad estrazione con solvente e nell'estratto i singoli composti degli IPA sono quantificati mediante tecnica gascromatografica.</p>
<p><b>Situazione stabile</b></p>  	<p>L'andamento rileva una forte dipendenza stagionale e una situazione peggiore nelle stazioni non urbane rispetto a quelle urbane a causa del contributo ascrivibile all'uso del legno come combustibile. L'andamento nel corso degli anni rileva comunque un miglioramento.</p>

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore obiettivo(*)	Data di raggiungimento valore obiettivo
Benzo(a)pirene	Anno civile	1.0 ng/m <sup>3</sup>	31 dicembre 2012

(\*) valore riferito al tenore totale di Benzo(a)pirene presente nella frazione PM<sub>10</sub> del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile