

**STRUTTURA COMPLESSA**  
**DIPARTIMENTO TERRITORIALE PIEMONTE SUD EST**  
 Struttura Semplice Produzione – Nucleo Operativo Qualità dell’Aria

STAZIONI FISSE DELLA RETE REGIONALE  
 DI MONITORAGGIO DELLA QUALITA’ DELL’ARIA

**RELAZIONE SULLA QUALITA’ DELL’ARIA**  
**ANNO 2017**

**PROVINCIA DI ASTI**

**RISULTATO ATTESO C1.02**  
**PRATICA N° G07\_2018\_00923**

<b>Redazione</b>	<b>Funzione: Tecnico Prevenzione Ambiente e Ambienti di lavoro Cristina Otta</b>	Firmato digitalmente
<b>Verifica e Approvazione</b>	<b>Funzione: Responsabile S.S. dott. Bianchi Donatella</b>	Firmato digitalmente

**Arpa Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017  
**Dipartimento territoriale Piemonte Sud Est** - Struttura Semplice Attività di produzione  
 Spalto Marengo, 33 – 15121 Alessandria – tel. 0131276200 – fax 0131276231  
 Email: dip.alessandria@arpa.piemonte.it    PEC: dip.alessandria@pec.arpa.piemonte.it  
 Email: dip.asti@arpa.piemonte.it    PEC: dip.asti@pec.arpa.piemonte.it

**Redazione dei testi e delle elaborazioni a cura di:**

*Cristina Otta della Struttura Semplice Arpa Piemonte Attività di Produzione sud-est*

**Per la gestione tecnica della rete di monitoraggio hanno collaborato:**

*Ameglio Vincenzo, Erbetta Laura, Littera Cristina, Mensi Giancarlo, Otta Cristina, Scagliotti Elena della Struttura Semplice Arpa Piemonte Attività di Produzione Sud Est*

**Le determinazioni analitiche sono state realizzate da:**

*Laboratorio del Dipartimento Territoriale Arpa Piemonte Nord Ovest - Sede di Grugliasco*

**Le analisi meteorologiche relative alla Regione Piemonte, i dati della rete meteorologica regionale e il coordinamento della Rete Regionale della Qualità dell'Aria e del Sistema regionale di monitoraggio meteorologico sono a cura di:**

*Struttura Complessa Sistemi Previsionali*

**Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Regione Piemonte**

**ARPA PIEMONTE**

**Sede centrale di via Pio VII, 9**

**10135 Torino**

## INDICE

PREMESSA.....	4
1.SITI DI MONITORAGGIO, STRUMENTAZIONE E INQUINANTI .....	5
1.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELLE STAZIONI DI MISURA.....	5
1.2 LE STAZIONI DI MISURA E STRUMENTAZIONE PRESENTE.....	6
1.3 DESCRIZIONE DEGLI INQUINANTI MONITORATI.....	8
2. CONDIZIONI METEOROLOGICHE .....	10
2.1 CONSIDERAZIONI GENERALI.....	10
2.2 DATI METEO-CLIMATICI SULLA REGIONE PIEMONTE-ANNO 2017 .....	11
2.3 DATI REGISTRATI NEL 2017 DALLA STAZIONE METEO DI ASTI PENNA .....	16
2.3.1 Andamento della temperatura dell'aria nel 2017 .....	16
2.3.2 Andamento delle precipitazioni nel 2017 .....	17
2.3.3 Andamento del vento nel 2017 .....	18
3. RISULTATI E ANALISI DEI DATI.....	20
3.1 SINTESI DEI RISULTATI.....	20
3.2 POLVERI PM10.....	22
3.3 POLVERI PM2.5 .....	33
3.4 BIOSSIDO DI AZOTO-NO <sub>2</sub> .....	38
3.5 BENZENE E TOLUENE .....	48
3.6 OZONO.....	50
3.7 METALLI.....	56
3.8 IPA.....	58
4. ANALISI DELLE SERIE STORICHE.....	61
4.1 BIOSSIDO DI AZOTO-NO <sub>2</sub> .....	61
4.2 MATERIALE PARTICOLATO-PM10.....	63
4.3 MATERIALE PARTICOLATO-PM2.5.....	65
5. CONCLUSIONI.....	66
APPENDICE .....	66
1. ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO .....	66
2. QUADRO NORMATIVO, GLI INQUINANTI E I LIMITI.....	68
3. SOURCE APPORTIONMENT MODELLISTICO A SUPPORTO DELLE AZIONI DI RISANAMENTO.....	69
4. LA CLUSTER ANALYSIS .....	74

## PREMESSA

La presente relazione riporta le analisi e le elaborazioni relative agli inquinanti monitorati dalle stazioni fisse della Rete Regionale della Qualità dell'Aria installate in Provincia di Asti e registrati con media oraria, giornaliera e annuale lungo l'intero anno solare 2017 nonché gli andamenti delle serie storiche di dati registrati nell'arco dell'intero periodo di funzionamento delle stazioni.

### Accesso ai dati di inquinamento atmosferico regionali

In ottemperanza alle direttive europee, Arpa Piemonte divulga i dati ambientali in suo possesso attraverso molteplici applicativi web tra cui segnaliamo il geoportale che visualizza su cartografia tutti i dati ambientali e meteorologici (<http://webgis.arpa.piemonte.it/geoportale/>).

Per quanto attiene nello specifico alla qualità dell'aria è possibile scaricare liberamente i dati orari registrati da tutte le stazioni della rete di monitoraggio regionale, i dati di stima modellistica giornaliera e annuale di inquinamento da polveri, ossidi di azoto e ozono su base comunale e su griglia di 4x4Km per tutta la Regione e le stime previsionali emesse giornalmente per le successive 72 ore di inquinamento da polveri (da novembre a marzo) e da ozono (da maggio a settembre) per tutti i comuni della regione. Di seguito i link alle pagine di Arpa Piemonte e del portale regionale Sistema Piemonte dove accedere alle citate informazioni.

I. Le **stime previsionali** a 72 ore di inquinamento da polveri invernali e ozono estivo si trovano sul sito di Arpa Piemonte alla pagina dei bollettini:

<http://www.arpa.piemonte.it/bollettini>

oppure tramite il Geoportale di ARPA Piemonte

[http://webgis.arpa.piemonte.it/previsionipm10\\_webapp/](http://webgis.arpa.piemonte.it/previsionipm10_webapp/)

II. È possibile consultare i **dati di inquinamento in tempo reale** rilevati da tutte le stazioni di monitoraggio della rete regionale sul sito ad accesso libero:

<http://www.sistemapiemonte.it/ambiente/srqa/conoscidati.shtml>

I **dati di misura delle stazioni** si selezionano sulla destra della pagina: è possibile fare una selezione per parametro (dato giornaliero) o per parametro e stazione (dati orari degli **ultimi due anni**) e scaricarli in formato .csv. Da qui si possono anche visualizzare le stime modellistiche giornaliere degli **ultimi due anni** per tutta la regione di inquinamento da polveri (media giornaliera), ossidi di azoto (max valore orario) e ozono (max valore su 8h): cliccando la provincia di interesse compare il menu a tendina con possibilità di selezionare i dati giornalieri relativi a ciascun comune.

III. Se si necessita di **dati di misura delle stazioni di anni passati** occorre registrarsi al **portale regionale ARIA WEB** da cui si possono scaricare tutti i dati completi e storicizzati di tutta la rete regionale, con ulteriore possibilità di elaborazioni e reportistica:

<http://www.regione.piemonte.it/ambiente/aria/rilev/ariaday/ariaweb-new/>

IV. Le **stime modellistiche annuali** regionali (**VAQ**) dal 2007 al 2015 per PM10, PM2.5, ozono e NO<sub>2</sub> su griglia di 4x4Km si trovano sul geoportale di Arpa alla pagina

[http://webgis.arpa.piemonte.it/aria\\_modellistica\\_webapp/index-anni-griglia.html](http://webgis.arpa.piemonte.it/aria_modellistica_webapp/index-anni-griglia.html)

V. Infine è possibile scaricare le **relazioni dei monitoraggi periodici e le relazioni annuali** sulla qualità dell'aria in Alessandria e Asti dal sito di ARPA Piemonte alle pagine:

<http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/territorio/alessandria/aria-1/aria-2>

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

## 1. SITI DI MONITORAGGIO, STRUMENTAZIONE E INQUINANTI

### 1.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELLE STAZIONI DI MISURA

Il territorio astigiano conta attualmente la presenza di 3 stazioni fisse afferenti al *Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria* (SRRQA) gestita da Arpa Piemonte che rilevano l'inquinamento atmosferico sulla base dei criteri e delle modalità fissati dalla direttiva comunitaria 2008/50/CE recepita dal D.lgs.155/2010. Tali criteri prevedono la misura degli inquinanti valutati come maggiormente diffusi sul territorio ed al contempo potenzialmente pericolosi per la salute dell'uomo e dell'ambiente nel suo complesso per i quali sono previsti limiti di concentrazione che vanno obbligatoriamente rispettati su tutto il territorio europeo. Questi inquinanti sono: ossidi di azoto, biossido di zolfo, monossido di carbonio, polveri PM10 e PM2.5, ozono, benzene. Inoltre, all'interno del particolato, è prevista la determinazione degli I.P.A. (idrocarburi policiclici aromatici) ed in particolare del suo composto più tossico, il benzo(a)pirene, ed anche di alcuni metalli pesanti (Arsenico, Cadmio, Nichel, Piombo). La direttiva comunitaria fissa altresì il numero, la tipologia ed i criteri di dislocazione delle stazioni sul territorio distinguendole, sulla base delle sorgenti limitrofe presenti, in **stazioni da traffico, di fondo e industriali** e, sulla base delle caratteristiche insediative del territorio circostante, in **stazioni urbane, suburbane e rurali**. Le stazioni ed i parametri in esse misurati possono inoltre avere **carattere nazionale o locale** a seconda che il dato entri o meno a fare parte del data-base nazionale ed europeo.

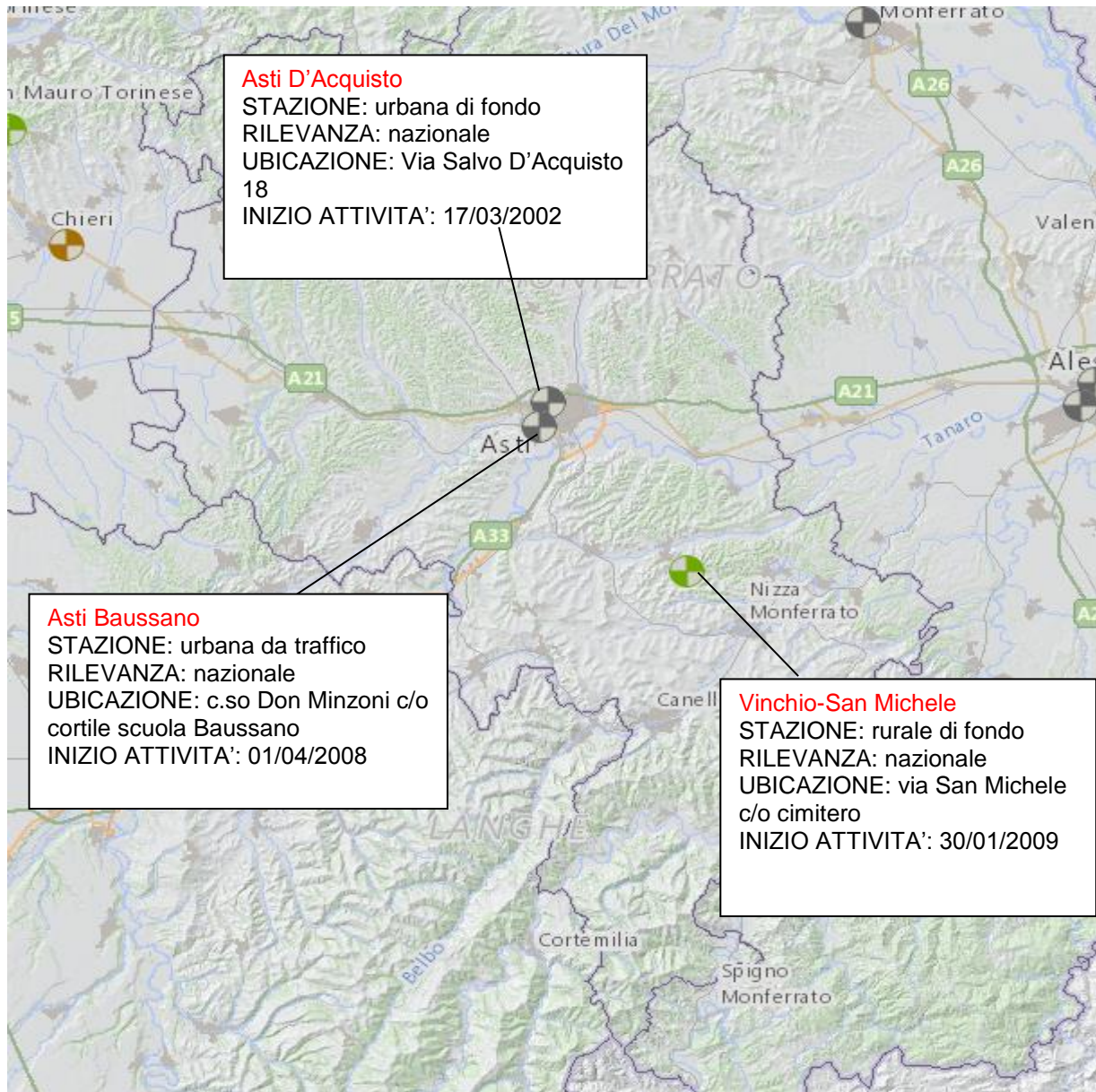
In provincia di Asti la rete di monitoraggio aria è presente con due stazioni nel capoluogo di Provincia e in un punto in area rurale che invece rappresenta il fondo a livello regionale (Vinchio).

Più nel dettaglio, in relazione alla tipologia emissiva prevalente, le stazioni si classificano come:

- ❖ **stazioni di traffico**, collocate in modo da misurare prevalentemente gli inquinanti provenienti da emissioni veicolari da strade limitrofe con intensità di traffico medio alta;
- ❖ **stazioni di fondo**, ubicate in modo tale da essere rappresentative di livelli di inquinamento riferibili al contributo integrato di diverse sorgenti;
- ❖ **stazioni industriali**, deputate a rilevare il contributo delle limitrofe attività industriali;

Facendo invece riferimento alle caratteristiche della zona in cui è ubicata, le stazioni si classificano come:

- ❖ **stazioni urbane**: in siti fissi inseriti in aree edificate in continuo o in modo predominante;
- ❖ **stazioni suburbane**: siti fissi inseriti in aree in cui sono presenti sia zone edificate, sia zone non urbanizzate;
- ❖ **stazioni rurali**: siti fissi inseriti in tutte le aree diverse da urbane e suburbane



## 1.2 LE STAZIONI DI MISURA E STRUMENTAZIONE PRESENTE

### Stazione di rilevamento di AT D'Acquisto

Codice: IT523A  
 Indirizzo: Via Salvo d'Acquisto n. 18, Asti

UTM\_X: 437279  
 UTM\_Y: 4973141  
 Altitudine: 149 m s.m.l.  
 Data inizio attività: 17/03/2002

TIPO STAZIONE: BACKGROUND  
 TIPO DI ZONA: FONDO  
 TIPO DI EMISSIONI: RESIDENZIALI

## Strumentazione

PARAMETRO	MODELLO	METODO DI MISURA	TEMPO DI MEDIA	LIMITE RIVELABILITA' APPROSSIMATO	INCERTEZZA ESTESA RELATIVA <sup>1</sup>
NO/NO <sub>2</sub>	API200E	chemiluminescenza	1 ora	1 µg/m <sup>3</sup>	15.1%
O <sub>3</sub>	API400A	assorbimento UV	1 ora	1 µg/m <sup>3</sup>	5.1%
PM10_beta	ENVIRONNEMENT MP101M	"Misurazione ciclica beta gauge"	1 giorno	1 µg/m <sup>3</sup>	25%max

### Stazione di rilevamento di AT Baussano

Codice IT903  
Indirizzo c.so Don G.Minzoni presso cortile scuola Baussano, Asti

UTM\_X: 436639  
UTM\_Y: 4971513  
Altitudine: 118 m. s.l.m.  
Data inizio attività: 01/04/2008

TIPO STAZIONE: TRAFFICO  
TIPO DI ZONA: FONDO  
TIPO DI EMISSIONI: RESIDENZIALE/COMMERCIALE/INDUSTRIALE

## Strumentazione

PARAMETRO	MODELLO	METODO	TEMPO DI MEDIA	LIMITE RIVELABILITA' APPROSSIMATO	INCERTEZZA ESTESA RELATIVA <sup>1</sup>
NO/NO <sub>2</sub>	API200E	chemiluminescenza	1 ora	1 µg/m <sup>3</sup>	15.1%
SO <sub>2</sub>	API100A	Fluorescenza ultravioletta	1 ora	1 µg/m <sup>3</sup>	10.8 %
BTX	SYNTEC GC855	gascromatografia	1 ora	0.1 µg/m <sup>3</sup> (benzene)	25%max
CO	API300E	assorbimento IR	1 ora	0.1 mg/m <sup>3</sup>	8.2%
PM10	Tecora Skypost	gravimetrico BV	1 giorno	5 µg/m <sup>3</sup>	25%max

Mensilmente sui filtri di PM10 vengono determinati IPA (idrocarburi policiclici aromatici) e, a partire dal mese di settembre 2017, metalli normati e non come da metodiche di riferimento (All. A Decreto 26 gennaio 2017).

### Stazione di rilevamento di Vinchio San Michele

Codice: IT1948A

Località: via San Michele c/o cimitero, Vinchio (AT)

UTM\_X: 445461  
UTM\_Y: 4961855  
Altitudine: 250 m s.m.l.  
Data inizio attività: 30/01/2009

TIPO STAZIONE: BACKGROUND  
TIPO DI ZONA: RURALE  
TIPO DI EMISSIONI: AGRICOLA

<sup>1</sup> \*Riferita ai valori limite imposti dalla normativa (all. XI D.lgs 155/2010) e calcolata secondo le UNI EN specifiche per i vari inquinanti, tenendo conto dei contributi all'incertezza ritenuti più significativi (GdL ARPA Piemonte Incertezza di misura).

## Strumentazione

PARAMETRO	MODELLO	METODO	TEMPO DI MEDIA	LIMITE RIVELABILITA' APPROSSIMATO	INCERTEZZA ESTESA RELATIVA <sup>1</sup>
NO/NO <sub>2</sub>	API200A	chemiluminescenza	1 ora	1 µg/m <sup>3</sup>	15.1%
O <sub>3</sub>	API400A	assorbimento UV	1 ora	1 µg/m <sup>3</sup>	5.1%
PM10	Charlie/Sentinel PM	gravimetria	1 giorno	5 µg/m <sup>3</sup>	25%max
PM2.5	Charlie/Sentinel PM	gravimetria	1 giorno	-	25%max

Mensilmente sui filtri di PM10 e di PM2.5 vengono determinati metalli normati e non e IPA (idrocarburi policiclici aromatici) come da metodiche di riferimento (All. A Decreto 26 gennaio 2017).

### 1.3 DESCRIZIONE DEGLI INQUINANTI MONITORATI

Gli inquinanti che si trovano dispersi in atmosfera possono essere divisi schematicamente in due gruppi: inquinanti primari e inquinanti secondari. I primi sono emessi nell'atmosfera direttamente da sorgenti di emissione antropogeniche o naturali, mentre gli altri si formano in atmosfera in seguito a reazioni chimiche che coinvolgono altre specie siano esse primarie o secondarie. Le concentrazioni di un inquinante primario dipendono significativamente dalla distanza tra il punto di misura e le sorgenti, mentre le concentrazioni di un inquinante secondario, essendo prodotto dai suoi precursori già dispersi nell'aria ambiente, risultano in genere diffuse in modo più omogeneo sul territorio

TABELLA – Inquinanti principali sorgenti emissive

Inquinanti	Formula chimica	Principali sorgenti emissive
Benzene*	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	Attività industriali, traffico autoveicolare
Biossido di zolfo*	SO <sub>2</sub>	Attività industriali, centrali di potenza
Biossido di azoto*/**	NO <sub>2</sub>	Impianti di riscaldamento, traffico autoveicolare (in particolare quello diesel), centrali di potenza, attività industriali
Monossido di carbonio*	CO	Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta dei combustibili fossili)
Ozono**	O <sub>3</sub>	Non ci sono significative sorgenti di emissione antropiche in atmosfera
Particolato atmosferico */**	PM10	È prodotto da combustioni, per azioni di tipo meccaniche (erosione, attrito, ecc.), da processi chimico-fisici che avvengono in atmosfera a partire da precursori anche in fase gassosa.

\* = Inquinante Primario (generato da emissioni dirette in atmosfera dovute a fonti naturali e/o antropogeniche)

\*\* = Inquinante Secondario (prodotto in atmosfera attraverso reazioni chimiche)

Si descrivono di seguito le caratteristiche dei principali inquinanti atmosferici misurati dalle stazioni ARPA di rilevamento della qualità dell'aria.

#### Ossidi di azoto (NO e NO<sub>2</sub>)

Gli ossidi di azoto (nel complesso indicati anche come NO<sub>x</sub>) sono emessi direttamente in atmosfera dai processi di combustione ad alta temperatura (impianti di riscaldamento, motori dei veicoli, combustioni industriali, centrali termiche, ecc.), per ossidazione dell'azoto atmosferico e, solo in piccola parte, per l'ossidazione dei composti dell'azoto contenuti nei combustibili utilizzati. All'emissione, gran parte degli NO<sub>x</sub> è in forma di monossido di azoto (NO), con un rapporto NO/NO<sub>2</sub> notevolmente a favore del primo. L'NO, una volta diffusosi in atmosfera può ossidarsi e portare alla formazione di NO<sub>2</sub>. L'NO è quindi un inquinante primario mentre l'NO<sub>2</sub> ha



caratteristiche prevalentemente di inquinante secondario. Il monossido di azoto (NO) non è soggetto a limiti alle immissioni in quanto, alle concentrazioni tipiche misurate in aria ambiente, non provoca effetti dannosi sulla salute e sull'ambiente. Se ne misurano comunque i livelli poiché esso, attraverso la sua ossidazione in NO<sub>2</sub> e la sua partecipazione ad altri processi fotochimici, contribuisce, tra altro, alla produzione di ozono troposferico.

### **Benzene**

Composto appartenente alla classe degli idrocarburi aromatici, si presenta come un liquido incolore, volatile, infiammabile, insolubile in acqua con odore gradevole e sapore bruciante. È largamente usato come solvente di molte sostanze organiche, è presente nelle benzine, è utilizzato come materia prima per la produzione di materie plastiche, detergenti, fibre tessili, coloranti ecc. In Europa si stima che circa l'80% delle emissioni di benzene siano attribuibili al traffico veicolare dei motori a benzina. Il **benzene** è una sostanza classificata come cancerogeno accertato dalla Comunità Europea, dallo I.A.R.C. (International Agency for Research on Cancer) e dalla A.C.G.I.H. (American Conference of Governmental Industrial Hygienists).

### **Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)**

Il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) è un gas incolore, di odore pungente ed è molto irritante per gli occhi, la gola e le vie respiratorie; per inalazione può causare edema polmonare ed una prolungata esposizione può portare alla morte. La principale fonte di inquinamento è costituita dall'utilizzo di combustibili fossili (carbone e derivati del petrolio) in cui lo zolfo è presente come impurezza. Può dare luogo a formazione di acido solforico in atmosfera causando l'acidificazione delle precipitazioni con effetti fitotossici sui vegetali e corrosivi sui materiali da costruzione. Negli anni le emissioni antropiche sono notevolmente diminuite grazie al crescente utilizzo del metano per il riscaldamento e la produzione di energia elettrica ed alla diminuzione del tenore di zolfo contenuto nel gasolio ed in altri derivati dal petrolio.

### **Monossido di carbonio (CO)**

Ha origine da processi di combustione incompleta di composti contenenti carbonio. È un gas la cui origine, soprattutto nelle aree urbane, è da ricondursi prevalentemente al traffico autoveicolare, soprattutto ai veicoli a benzina. Le emissioni di CO dai veicoli sono maggiori in fase di accelerazione e di traffico congestionato. Si tratta quindi di un inquinante primario e le sue concentrazioni sono strettamente legate ai flussi di traffico locali, e gli andamenti giornalieri rispecchiano tipicamente quelli del traffico, raggiungendo i massimi valori in concomitanza delle ore di punta a inizio e fine giornata, soprattutto nei giorni feriali. È da sottolineare che le concentrazioni di CO sono ormai prossime al limite di rilevabilità degli analizzatori con le caratteristiche indicate dalla normativa, soprattutto grazie al progressivo miglioramento della tecnologia dei motori a combustione.

### **Particolato atmosferico aerodisperso**

È costituito da una miscela di particelle allo stato solido o liquido, esclusa l'acqua, presenti in sospensione nell'aria per tempi sufficientemente lunghi da subire fenomeni di diffusione e trasporto. Possono avere dimensioni che variano anche di 5 ordini di grandezza (da 10 nm a 100 μm), così come forme diverse e per lo più irregolari: le polveri fini PM10 e PM2.5 sono costituite da particelle il cui diametro sia inferiore rispettivamente a 10 e 2.5 micron. Esse possono essere di origine primaria, cioè emesse direttamente in atmosfera da processi naturali o antropici, o secondaria, cioè formate in atmosfera a seguito di reazioni chimiche e fisiche. Le principali sorgenti naturali sono l'erosione e il successivo risollevarsi di polvere del suolo, incendi, pollini, spray marino, eruzioni vulcaniche; le sorgenti antropiche si possono ricondurre principalmente a processi di combustione (traffico autoveicolare, uso di combustibili, emissioni industriali); non vanno tuttavia trascurati i fenomeni di risospensione causati dalla circolazione dei veicoli, le attività di cantiere e alcune attività agricole. Nelle aree urbane il materiale particolato di origine antropica può avere origine da lavorazioni industriali (cantieri edili, fonderie, cementifici), dal traffico (usura dell'asfalto, dei pneumatici, dei freni e delle frizioni, emissioni di scarico degli autoveicoli), dal riscaldamento, dalle attività agricole e dalla produzione di energia elettrica. Le polveri fini e ultrafini si formano in atmosfera (particolato secondario) anche da numerosi precursori tra cui ossidi di azoto, idrocarburi, inquinanti emessi dal settore agricolo e zootecnico, uso di solventi, etc. I principali gas precursori (ammoniaca, ossidi di zolfo e di azoto) reagiscono in atmosfera per formare sali di ammonio: questi composti formano nuove particelle nell'aria o condensano su quelle preesistenti e

formare i cosiddetti **aerosol inorganici secondari (SIA)**. Altre sostanze organiche emesse in forma gassosa (VOC) reagiscono chimicamente formando **aerosol organici secondari (SOA)**. Al fine di valutare l'impatto del particolato sulla salute umana è quindi necessario individuare uno o più sottoinsiemi di particelle che, in base alla loro dimensione, abbiano maggiore capacità di penetrazione nelle prime vie respiratorie (naso, faringe, laringe) piuttosto che nelle parti più profonde dell'apparato respiratorio (trachea, bronchi, alveoli polmonari). Nel 2013 lo **IARC** (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro) ha ufficialmente classificato il particolato atmosferico come cancerogeno per l'uomo (Gruppo 1) alla stregua di alcuni inquinanti atmosferici specifici dell'aria come il benzene e il benzo(a)pirene già inseriti nel gruppo dei cancerogeni. L'**OMS** inoltre indica valori di tutela della salute per polveri **PM10** e **PM2.5** più bassi rispetto alla legislazione europea: **20 e 10 microgrammi/m<sup>3</sup>** rispettivamente come media sull'anno

### **Ozono**

L'ozono a livello del suolo (troposferico) è un inquinante del tutto peculiare poiché non viene emesso da nessuna sorgente ma si forma in atmosfera in presenza di forte radiazione solare per reazione chimica da altri inquinanti primari (ossidi di azoto, composti organici volatili) prodotti sia da fenomeni naturali che da attività umane (traffico veicolare, industrie, processi di combustione). L'ozono è un componente dello "smog fotochimico" che si origina da maggio a settembre in concomitanza di un intenso irraggiamento solare e di un'elevata temperatura. Le più alte concentrazioni di ozono si registrano d'estate nelle ore di massimo irraggiamento solare mentre nelle ore serali la sua concentrazione tende a diminuire.

## **2. CONDIZIONI METEOROLOGICHE**

### **2.1 CONSIDERAZIONI GENERALI**

Gli inquinanti dell'aria, essendo presenti, come particelle solide, liquide o gassose in una miscela di gas che noi chiamiamo atmosfera, sono soggetti alla forte influenza degli agenti atmosferici a scala locale, ovvero ai parametri fisici che regolano gli andamenti della meteorologica e del clima: pressione atmosferica, temperatura, vento, pioggia, radiazione solare, etc. In particolare i bassi strati atmosferici che sono a contatto con la superficie terrestre si comportano come sistemi turbolenti ed instabili in cui la variazione continua dei parametri sopra citati è regolata da complessi scambi energetici tra sole, terra ed atmosfera stessa. Il comportamento dunque degli inquinanti rilasciati in atmosfera da attività umane o fenomeni naturali è regolato non solo dal rateo di rilascio di queste sostanze da parte delle sorgenti e dunque, nei casi di quelle antropiche, dall'intensità delle pressioni, ma dall'effetto che si produce dalle reazioni chimico fisiche che queste sostanze una volta rilasciate innescano in atmosfera, che si comporta a tutti gli effetti come una grande camera di reazione. Dunque l'impatto finale su ecosistemi e popolazione, ovvero la concentrazione al suolo degli inquinanti mediata su un'ora, un giorno o un anno, è il risultato di un certo quantitativo emesso dalle sorgenti per unità di tempo e volume e delle reazioni intercorse con l'atmosfera. I principali fenomeni chimico-fisici che presiedono a tali reazioni sono: trasporto e risospensione ad opera del vento, trasformazione chimica delle specie inquinanti ad opera della radiazione solare, trasformazione chimica delle specie inquinanti ad opera di altri gas atmosferici (es. vapore acqueo), schiacciamento al suolo degli inquinanti per effetto di condizioni di elevata stabilità atmosferica, dilavamento degli inquinanti per opera delle precipitazioni. Come è noto questi parametri sono soggetti a notevoli variazioni di anno in anno, pertanto una analisi di trend storici dell'inquinamento dell'aria deve necessariamente partire da una analisi climatologica su scala locale per soppesare adeguatamente gli effetti meteoroclimatici sul dato.

Ciascuna annata presenta sue proprie singolarità meteorologiche cui accenniamo brevemente per quanto riguarda precipitazioni e temperature degli ultimi anni:

- ❖ Anno 2008: molto piovoso; temperature nella media con gennaio caldo e luglio freddo
- ❖ Anno 2009: piovosità nella media, abbastanza caldo, temperature massime e minime elevate in estate e soprattutto autunno
- ❖ Anno 2010: molto piovoso; temperature nella media
- ❖ Anno 2011: precipitazioni nella media; abbastanza caldo, temperature minime elevate in inverno e massime elevate da agosto a ottobre

- ❖ Anno 2012: precipitazioni nella media; abbastanza freddo, record di -20°C a febbraio, da aprile a maggio temperature sotto la media
- ❖ Anno 2013: molto piovoso; abbastanza freddo con temperature sotto la media in primavera ed estate
- ❖ Anno 2014: molto piovoso; mediamente molto caldo, con temperature sotto la media in estate e sopra la media nelle altre stagioni.
- ❖ Anno 2015: piovosità nella norma con prolungato periodo siccitoso a fine anno; mediamente molto caldo in tutte le stagioni, con temperature da record nei mesi di luglio, novembre e dicembre.
- ❖ Anno 2016: piovosità inferiore alla norma con evento alluvionale a fine novembre; mediamente molto caldo in tutte le stagioni, con temperature da record nei mesi di luglio, novembre e dicembre e prolungati periodi siccitosi.
- ❖ Anno 2017: piovosità inferiore alla norma; mediamente molto caldo e secco in tutte le stagioni, con temperature da record a marzo, giugno e agosto, con record di siccità in autunno.

Tendenzialmente temperature più calde in inverno tendono ad un maggior avvezione in atmosfera con conseguente diluizione degli inquinanti mentre temperature elevate in estate, abbinate a forte radiazione solare, determinano un forte inquinamento da ozono. Al contrario estati fredde permettono una riduzione della formazione di ozono che si innesca solo in presenza di forte radiazione solare. Le precipitazioni di una certa intensità costituiscono l'unico efficace meccanismo di rimozione delle polveri atmosferiche.

## 2.2 DATI METEO-CLIMATICI SULLA REGIONE PIEMONTE-ANNO 2017

I dati presentati sono prodotti dal Settore Sistemi Previsionali di Arpa Piemonte. Tutti i dati meteorologici e le elaborazioni più sotto riportate sono scaricabili dal sito di Arpa Piemonte. (<http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/temi-ambientali/meteorologia-e-clima>)

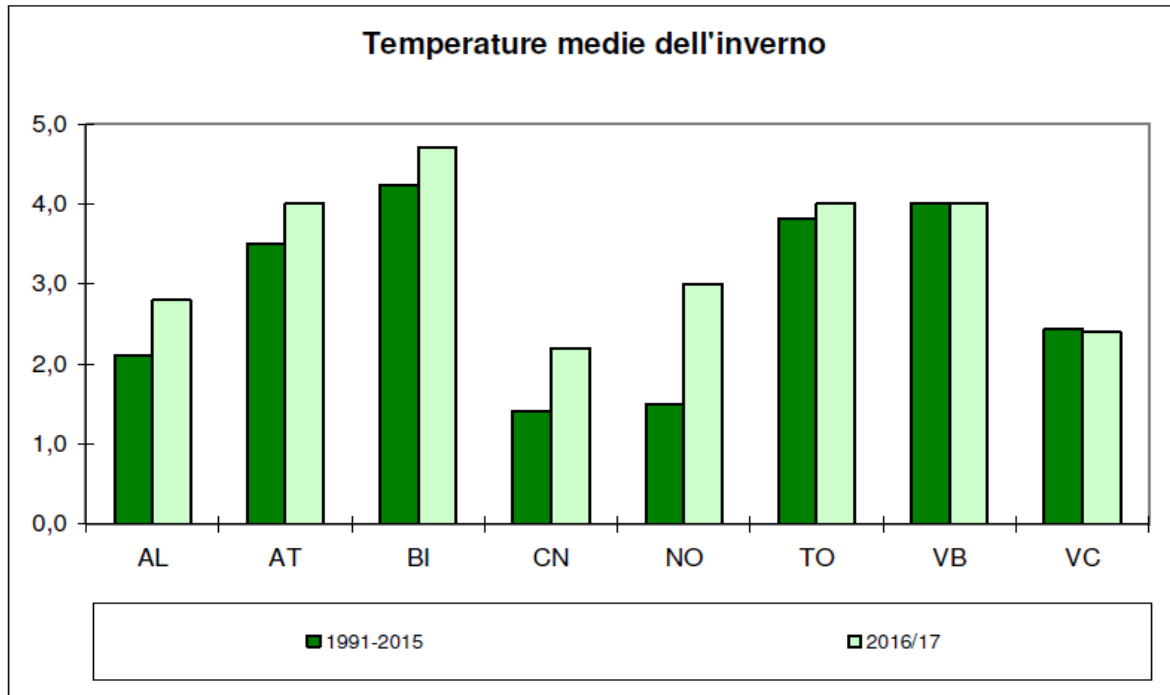
### INVERNO 2016/2017

Dal punto di vista delle temperature l'anno solare 2017 (gennaio-dicembre) è stato un altro anno decisamente caldo e secco. L'inverno 2016/2017 ha registrato un'anomalia positiva di +1.2°C ed è stato

il decimo più caldo osservato in Piemonte nella serie storica 1971-2000. Rispetto alla stessa serie storica le precipitazioni sono diminuite del 40% con nessuna precipitazione nevosa in molte zone di pianura.

	Media (°C)	Anomalia (°C)	Posizione	Media in pianura (°C)
<b>Dicembre 2016</b>	<b>+3.9</b>	<b>+2.6</b>	<b>2° più caldo</b>	<b>+3.6</b>
Gennaio 2017	-0.6	-1.0	21° più freddo	+0.5
Febbraio 2017	+3.6	+2.1	11° più caldo	+5.1
<b>Inverno 2016/2017</b>	<b>+2.3</b>	<b>+1.2</b>	<b>10° più caldo</b>	<b>+3.1</b>

**Tabella 1 - Temperature medie mensili in Piemonte nell'inverno 2016/2017.** Per ciascun mese è riportata la temperatura media mensile in °C, la relativa anomalia rispetto alla media 1971-2000, la posizione relativa rispetto al corrispondente mese più caldo o più freddo dell'intera serie storica ed il valore medio sulle località pianeggianti



	Anomalia (%)	Posizione	Media (mm)	% record	Luogo	Data	mm
Dicembre	-27	24° più secco	39.6	1			
Gennaio	-86	7° più secco	8.2	0			
Febbraio	-1	37° più secco	55.9	1			
Stagione	-39	15° più secca	103.7	1			

**Tabella 4 - Precipitazioni cumulate medie mensili in Piemonte nell'inverno 2016/2017.** Per ciascun mese è riportata l'anomalia percentuale rispetto alla norma 1971-2000, la posizione relativa rispetto al mese corrispondente più secco o più piovoso dell'intera serie storica, il valore medio, la percentuale di stazioni meteorologiche che hanno fatto registrare il loro record di precipitazione cumulata giornaliera ed infine dove e quando si è osservato il valore più intenso. In rosso (secco) o blu (umido) i mesi nelle prime 10 posizioni storiche, in grassetto quelli tra le prime tre. Sono prese in considerazione solo le stazioni attive da almeno 5 anni

Fonte: Arpa Piemonte Sistemi Previsionali – "Il clima in Piemonte – Inverno 2016/2017"

## PRIMAVERA 2017

La primavera 2017 è stata la terza più calda della serie storica con una anomalia positiva di temperatura di +2.6°C rispetto alla serie storica 1971-2000. Le precipitazioni sono state più basse del 23% rispetto alla serie storica. Le cartine sotto mostrano le anomalie termiche ad aprile che nelle prime due decadi sono state di 3-4°C superiori alla norma, mentre l'ultima decade ha fatto registrare una brusca diminuzione delle temperature con ritorno del freddo e gelate tardive tra fine aprile e maggio

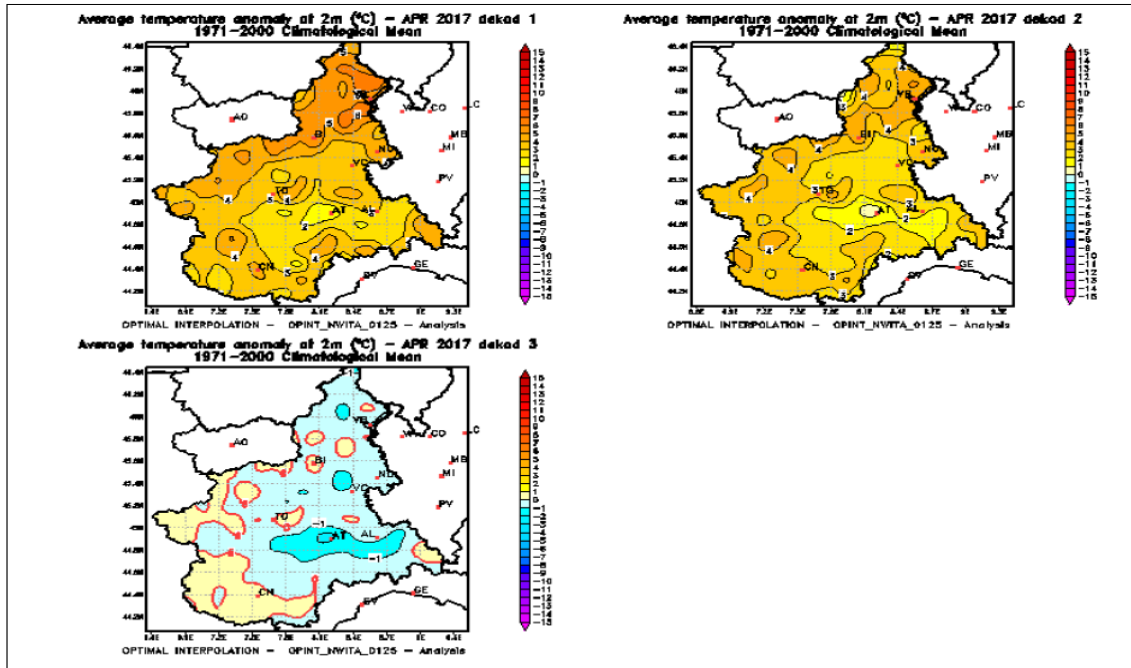
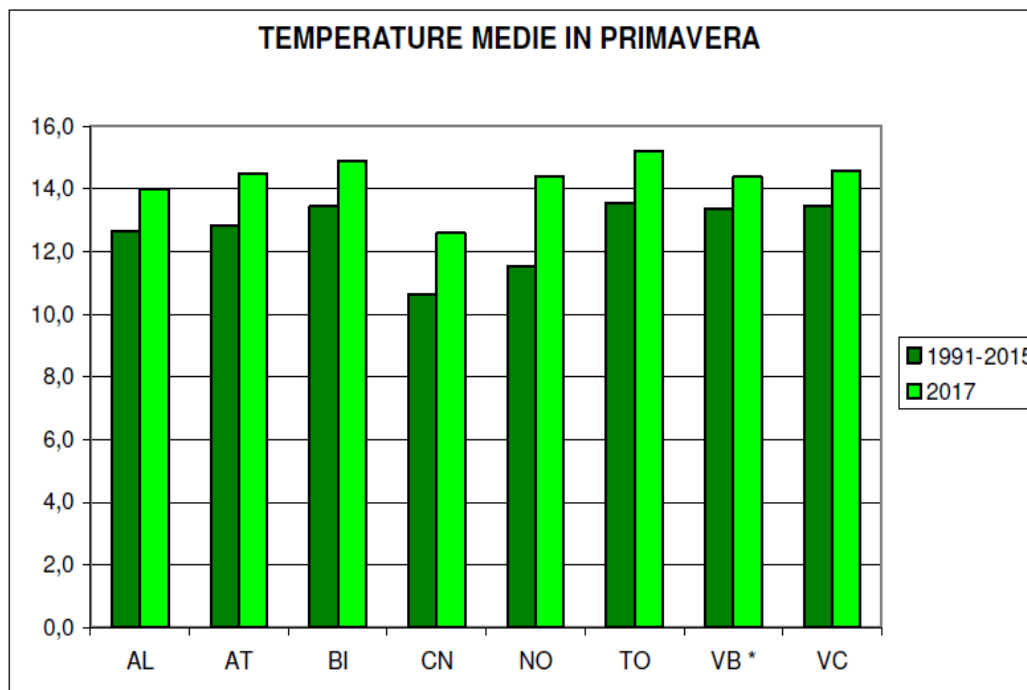


Figura 6 - Anomalia termica nelle tre decadi del mese di aprile 2017 rispetto alla norma del periodo 1971-2000. Elaborazione ARPA Piemonte

	Anomalia (°C)	Posizione	Media in pianura (°C)
Marzo 2017	+3.8	3° più caldo	+10.7
Aprile 2017	+2.0	6° più caldo	+12.8
Maggio 2017	+1.7	14° più caldo	+17.2
Primavera 2017	+2.6	3° più calda	+13.6



Fonte: Arpa Piemonte Sistemi Previsionali - "Il clima in Piemonte - Primavera 2017"

## ESTATE 2017

L'estate 2017 è stata caratterizzata da caldo intenso, con i mesi di giugno (+3.7°C) e agosto (+2.4°C) che sono stati i più caldi dopo quelli dell'estate 2003. Le precipitazioni sono state più basse del 20% rispetto alla serie storica. Agosto è stato particolarmente siccitoso ed ha presentato una forte ondata di calore tra il 02 e il 06 del mese, risultando il 2° mese più caldo di sempre. Anche i giorni tropicali (temperatura max giorno > 30°C) e le notti tropicali (temperatura min notturna > 20°C) risultano superiori alla media

	Anomalia (°C)	Posizione	Media in pianura (°C)
<b>Giugno 2017</b>	<b>+3.7</b>	<b>2° più caldo</b>	<b>+22.6</b>
Luglio 2017	+1.4	13° più caldo	+23.4
<b>Agosto 2017</b>	<b>+2.4</b>	<b>2° più caldo</b>	<b>+23.7</b>
<b>Estate 2017</b>	<b>+2.5</b>	<b>2° più calda</b>	<b>+23.2</b>

**Tabella 3 - Temperature medie mensili in Piemonte nell'estate 2017.** Per ciascun mese è riportata l'anomalia delle temperature medie mensili in °C rispetto alla media 1971-2000, la posizione relativa rispetto al corrispondente mese più caldo o più freddo dell'intera serie storica ed il valore medio sulle località pianeggianti

Temp max	Anomalia(°C)	Posizione	Media in pianura (°C)	% record	Luogo	Data	°C
Giugno	+4.4	2° più caldo	29.1	42	Villanova Solaro (CN)	23-giu-2017	39.2
Luglio	+2.1	7° più caldo	30.1	8			
Agosto	+3.2	2° più caldo	30.5	19	Acqui Terme (AL)	05-ago-2017	41.3
Estate	+3.2	2° più calda	29.9	17	Acqui Terme (AL)	05-ago-2017	41.3

**Tabella 4 - Temperature massime mensili in Piemonte nell'estate 2017.** Per ciascun mese è riportata l'anomalia delle temperature medie massime mensili in °C rispetto alla norma 1971-2000, la posizione relativa rispetto al corrispondente mese più caldo o più freddo dell'intera serie storica, il valore medio sulle località di pianura, la percentuale di stazioni meteorologiche che hanno fatto registrare il loro record di temperatura massima, ed infine dove e quando si è osservato il valore giornaliero più alto. In rosso (caldo) o blu (freddo) i mesi nelle prime 10 posizioni storiche, in grassetto quelli tra le prime tre.

Sono prese in considerazione solo le stazioni attive da almeno 5 anni

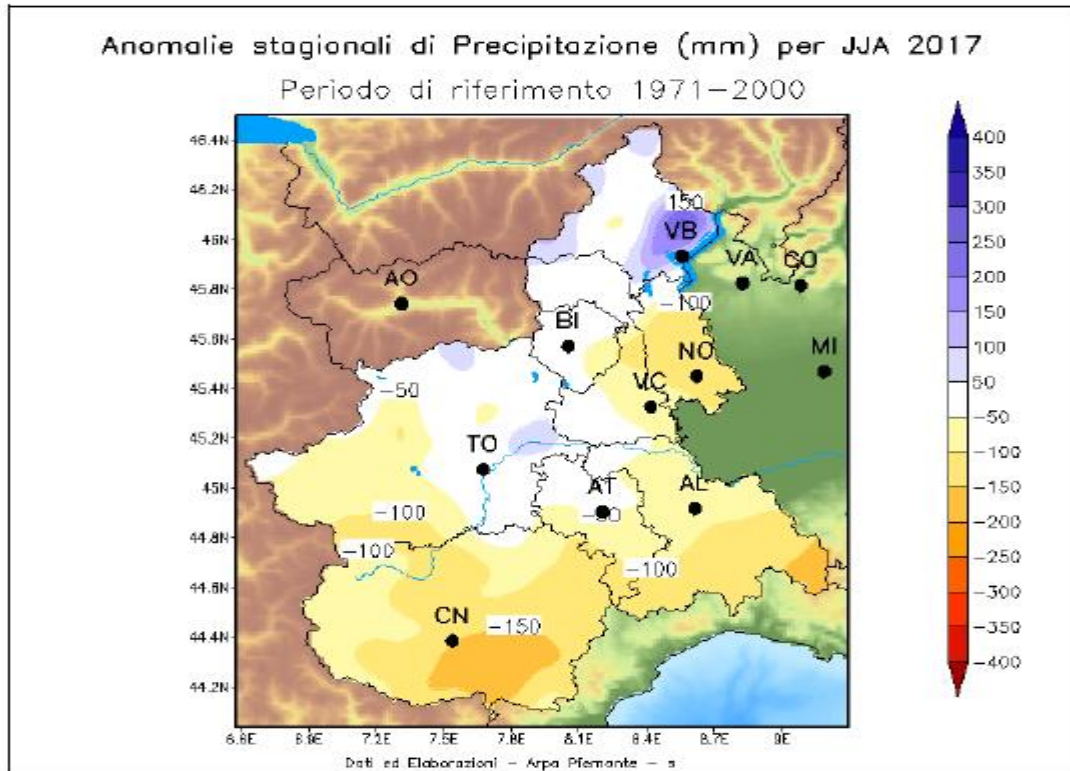


Figura 14 - Anomalia della precipitazione nella stagione estiva 2017 in Piemonte rispetto alla norma del periodo 1971-2000

Fonte: Arpa Piemonte Sistemi Previsionali – “Il clima in Piemonte – Estate 2017”

## AUTUNNO 2017

La stagione autunnale è stata la seconda più secca degli ultimi 60 anni con un deficit pluviometrico del 64% rispetto alla media climatologica 1971-2000. Nel mese di ottobre in particolare sono caduti solo 3mm di pioggia, nello stesso mese si è registrato un proliferare di incendi boschivi nelle zone montane. Il 2017 ha fatto registrare anche gravi deficit di risorse idriche nei principali bacini piemontesi.

L'anomalia di temperatura è stata di 1.1°C rispetto alla serie storica.

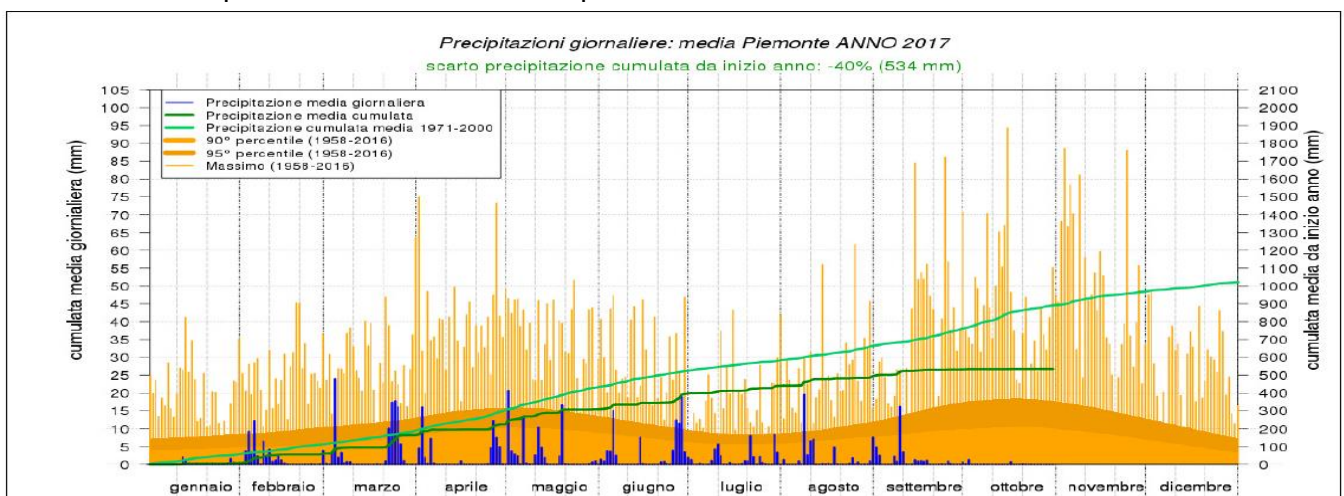


Figura 11 - Andamento delle precipitazioni medie giornaliere in Piemonte nell'anno 2017 fino ad ottobre (verde scuro) confrontato con la climatologia dell'area (verde chiaro)

Bacino idrografico	Precipitazione media gennaio –ottobre [mm]	Deficit [%]
Po a monte della Dora Baltea	500	-37
Dora Baltea	576	-21
Ticino	1158	3
Sesia Agogna Terdoppio	575	-38
Tanaro Scrivia Curone	353	-54
<b>Po a valle confluenza con Ticino</b>	581	-33

	Anomalia (°C)	Posizione	Media in pianura (°C)
Settembre 2017	-0.5	18° più freddo	+16.7
<b>Ottobre 2017</b>	<b>+2.9</b>	<b>2° più caldo</b>	<b>+13.7</b>
Novembre 2017	+0.7	22° più caldo	+6.3
Autunno 2017	+1.1	12° più caldo	+12.2

Tabella 3 - *Temperature medie mensili in Piemonte nell'autunno 2017. Per ciascun mese è riportata l'anomalia delle temperature medie mensili in °C rispetto alla media 1971-2000, la posizione relativa rispetto al corrispondente mese più caldo o più freddo dell'intera serie storica ed il valore medio sulle località pianeggianti.*

Fonte: Arpa Piemonte Sistemi Previsionali – “Il clima in Piemonte – Autunno 2017

## 2.3 DATI REGISTRATI NEL 2017 DALLA STAZIONE METEO DI ASTI PENNA

I dati meteorologici utilizzati nelle elaborazioni successive sono quelli registrati dalla stazione Asti-Istituto G. Penna di ARPA Piemonte.

CODICE STAZIONE	DATA INIZIO ATTIVITA'	INDIRIZZO	COORDINATE UTM	QUOTE sml
S4194	26/03/2005		X: 436154 Y: 4974320	175 m s.l.m.

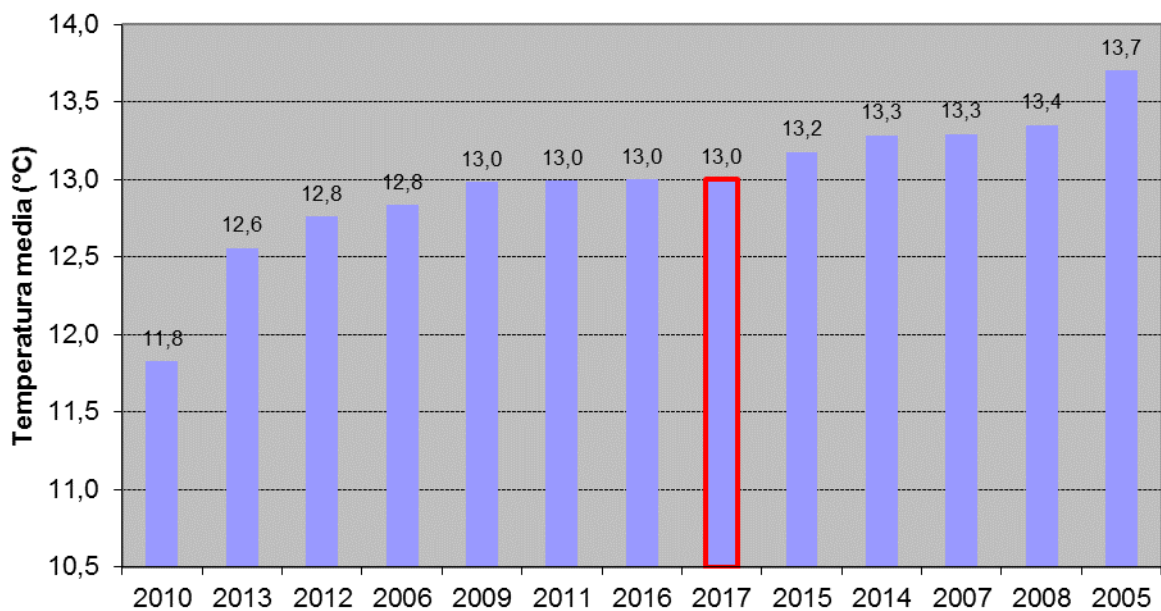
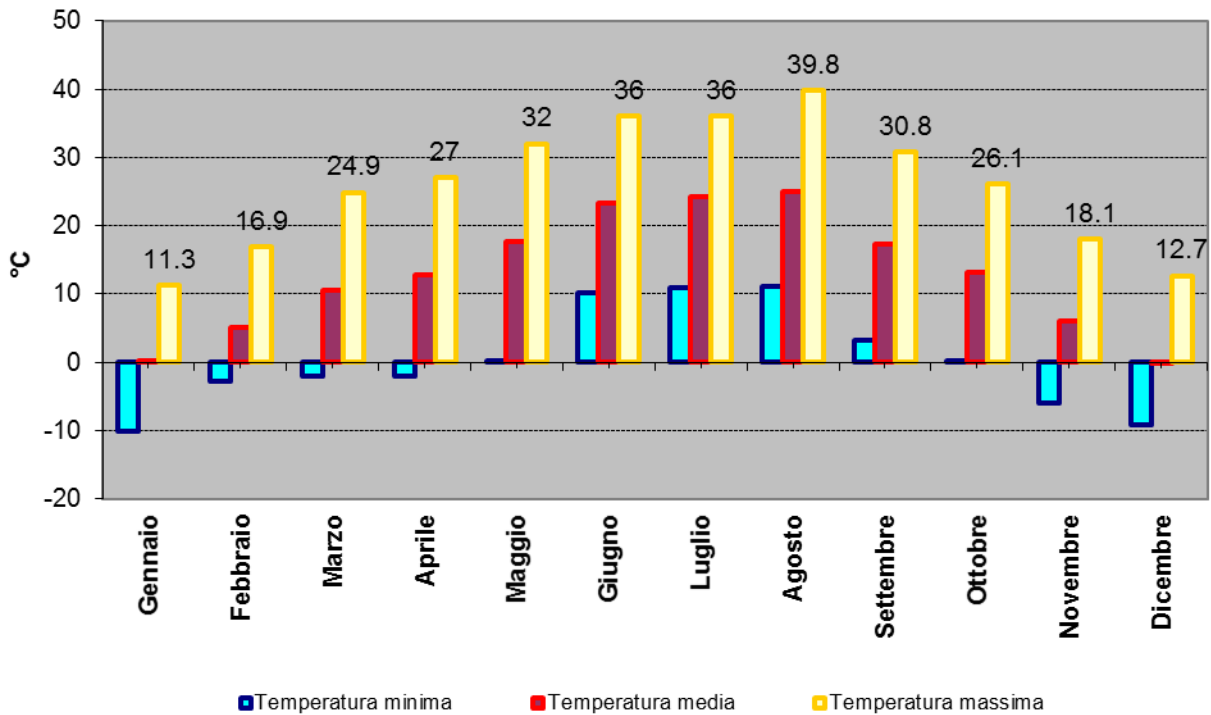
Parametri misurati:

- precipitazioni
- temperatura dell'aria
- velocità e direzione del vento
- radiazione solare globale
- pressione atmosferica

### 2.3.1 Andamento della temperatura dell'aria nel 2017

Nel 2017 la temperatura media annuale ad Asti è stata di 13°C, uguale a quella del 2016. L'anno è stato caratterizzato da mesi con temperature quasi sempre elevate, in particolare nei mesi estivi e autunnali ed il mese di agosto.

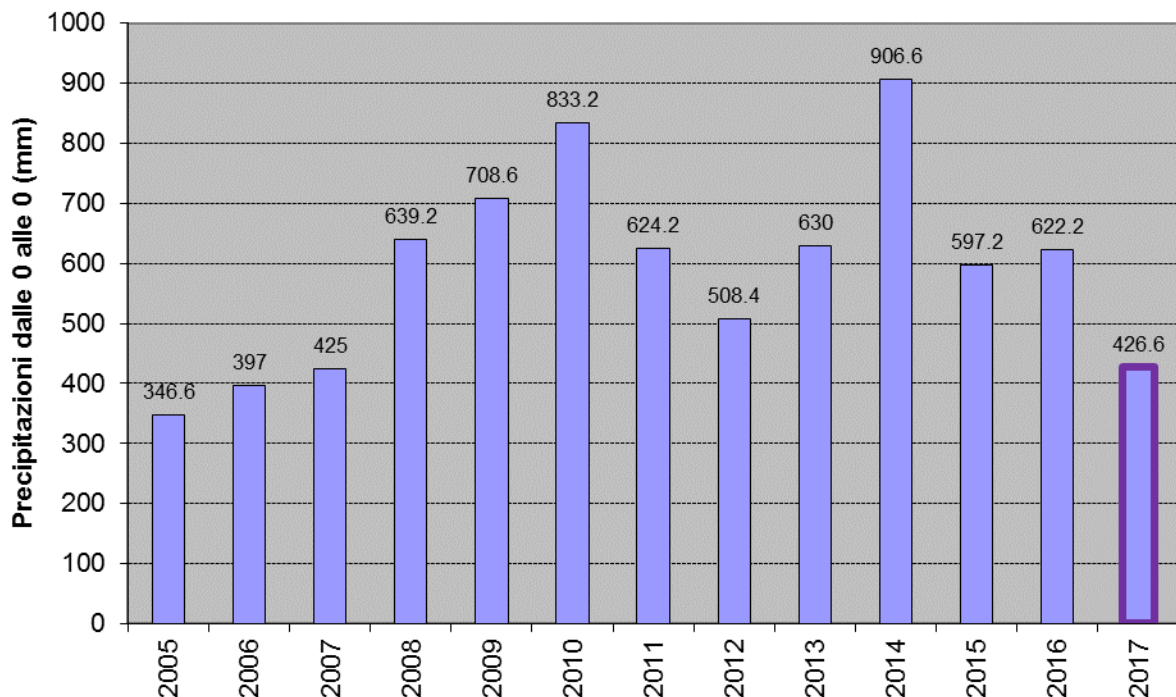
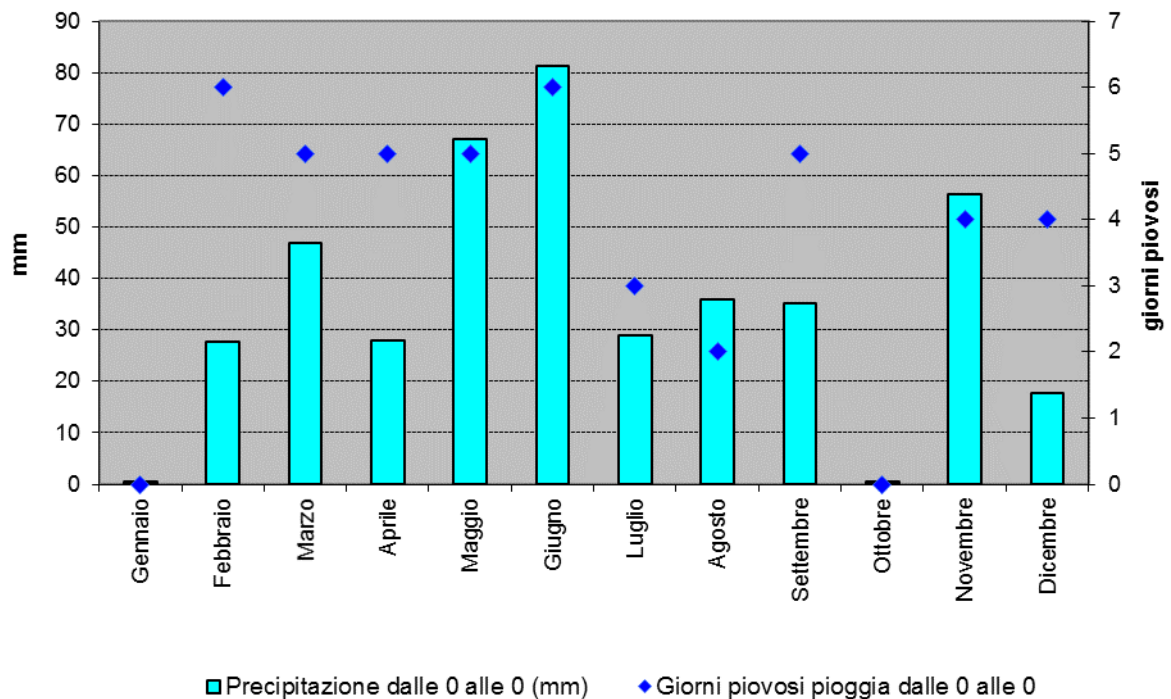




### 2.3.2 Andamento delle precipitazioni nel 2017

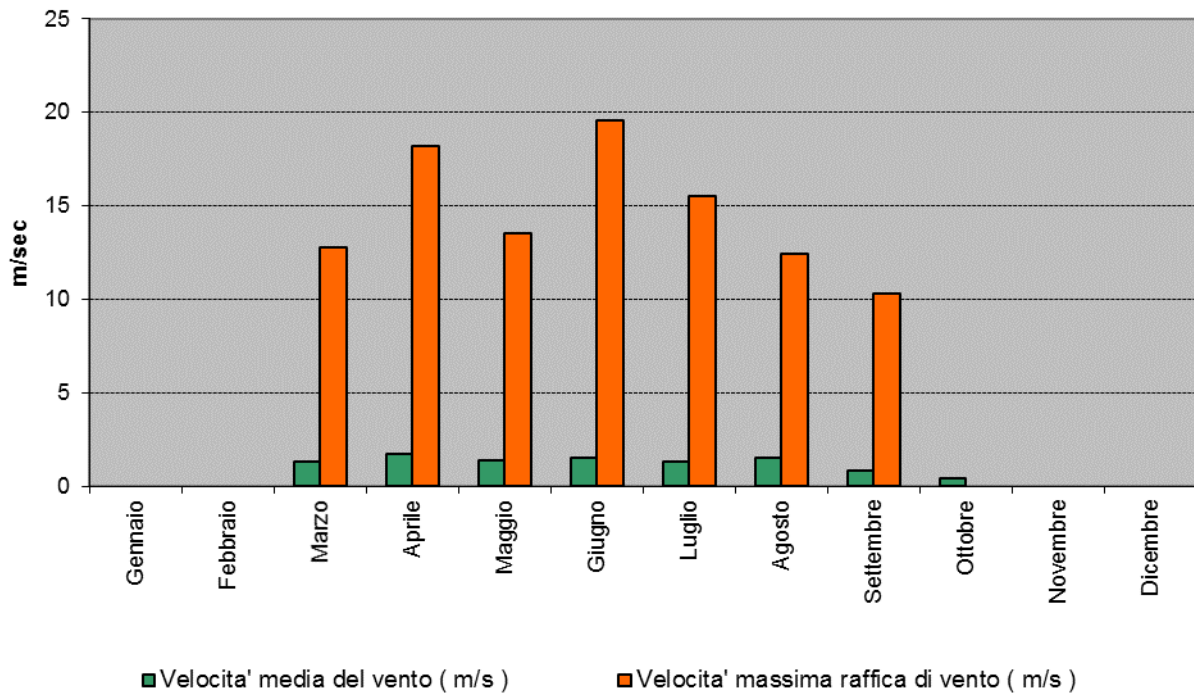
Nel grafico seguente sono rappresentati i mm di precipitazione cumulata mensile e i corrispondenti giorni piovosi. Come evidenziato dal grafico si segnalano i mesi di gennaio e ottobre in cui non si sono verificate precipitazioni.

La piovosità totale registrata ad Asti nel 2017 è stata di 426.6 mm, inferiore a quella del triennio precedente e confrontabile con il 2007.

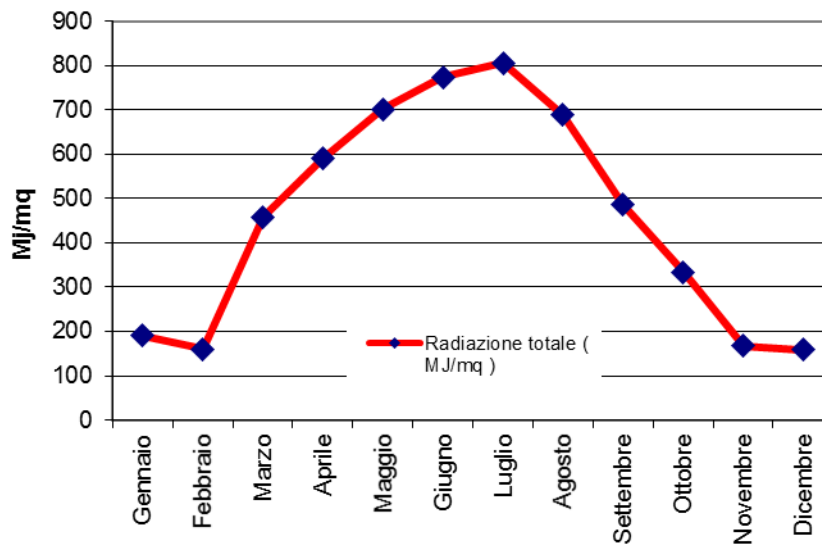


### 2.3.3 Andamento del vento nel 2017

Il valore medio annuo 2017 della velocità del vento ad Asti, secondo quanto misurato dalla stazione meteo-idro-anemometrica di AT\_Penna, è di 1.2 m/s; le raffiche di vento hanno fatto registrare velocità di 19.6 m/sec. Come si può notare dal grafico, il vento della zona è piuttosto debole in tutti i mesi dell'anno, che determina la presenza di nebbie soprattutto nel periodo invernale. Come negli anni precedenti mancano i valori dei mesi di gennaio, febbraio, novembre e dicembre in cui la velocità del vento risulta perlopiù inferiore ai 0.5 m/s.



La radiazione solare è stata particolarmente intensa in primavera e fino a luglio, con conseguenti livelli elevati di ozono, mentre a partire dal mese di agosto si è registrata una netta diminuzione.



### 3. RISULTATI E ANALISI DEI DATI

#### 3.1 SINTESI DEI RISULTATI

##### TABELLA RIASSUNTIVA DEGLI ULTIMI 5 ANNI

Stazione di monitoraggio di Asti D'Acquisto (fondo urbano)	2013	2014	2015	2016	2017
<b>NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>					
Media dei valori orari	25	24	25	28	29
Media dei massimi giornalieri	48	49	52	56	60
Percentuale ore valide	93 %	96 %	99 %	99 %	93%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0	0	0	0	0
<b>Ozono (µg/m<sup>3</sup>)</b>					
Media dei valori orari	43	38	46	42	45
Minimo medie 8 ore	1	1	3	1	1
Media delle medie 8 ore	43	38	46	42	45
Massimo medie 8 ore	190	191	182	181	178
Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)	58	18	58	54	64
Numero di superamenti livello informazione (180)	25	8	15	14	6
Percentuale ore valide	97 %	89 %	90 %	96 %	97%
<b>PM10 (µg/m<sup>3</sup>)</b>					
Media delle medie giornaliere	32 (grav <sup>2</sup> )	26 (beta <sup>3</sup> )	24 (beta)	29(grav)	36(grav)
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	70	33	41	50	80
Percentuale giorni validi	100 %	98 %	99 %	99 %	87 %
<u>Data del 35 simo superamento livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	22 ott	---	22 dic	4 dic	28 feb

Stazione di monitoraggio di Asti Baussano (traffico urbano)	2013	2014	2015	2016	2017
<b>SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>					
Media delle medie giornaliere	6	6	6	8	6
Percentuali ore valide	93 %	98 %	91 %	95 %	73%

<sup>2</sup> All VI Decreto 26 gennaio 2017-Metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM10 o del PM2.5 UNI EN 12341

<sup>3</sup> All VI Decreto 26 gennaio 2017-Metodo equivalente al metodo di riferimento

CO (mg/m <sup>3</sup> )					
Percentuale ore valide	99 %	98 %	95 %	99 %	93%
Minimo delle medie 8 ore	0.1	0.3	0.1	0.2	0.1
Media delle medie 8 ore	0.8	0.7	0.6	0.7	0.6
Massimo delle medie 8 ore	2.5	1.8	1.8	1.9	1.9
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore(10)</u>	0	0	0	0	0
NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )					
Media dei valori orari	41	37	35	38	40
Media dei massimi giornalieri	73	65	64	69	71
Percentuale ore valide	98 %	97 %	95 %	99 %	92%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0	0	0	0	0
Benzene (µg/m <sup>3</sup> )					
Media dei massimi giornalieri	2.5	2.1	2.5	2.3	2.0
Media dei valori orari	1.5	1.3	1.6	1.5	1.3
Percentuale ore valide	94 %	93 %	98 %	98 %	90%
PM10 (µg/m <sup>3</sup> )					
Media delle medie giornaliere	38	35	40	34	40
Percentuale giorni validi	98 %	97 %	100 %	100 %	99%
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	79	66	92	71	98
<u>Data del 35 simo superamento livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	18 apr	30 set	10 mar	03-nov	20-feb

Stazione di monitoraggio di Vinchio San Michele (fondo rurale)	2013	2014	2015	2016	2017
NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )					
Media dei valori orari	15	14	17	14	14
Media dei massimi giornalieri	25	21	26	22	23
Percentuale ore valide	96 %	97 %	100 %	97 %	94%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0	0	0	0	0
Ozono(µg/m <sup>3</sup> )					
Media dei valori orari	66	60	62	67	67
Minimo medie 8 ore	4	3	3	2	1
Media delle medie 8 ore	66	60	62	67	67
Massimo medie 8 ore	187	191	168	190	181
Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max	62	32	50	85	68

media 8h > 120)					
Numero di superamenti livello informazione (180)	21	19	0	32	7
Percentuale ore valide	94 %	96 %	93 %	93%	96%
<b>PM10 (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>					
Media delle medie giornaliere	29	27	30	26	29
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	47	40	50	38	59
Percentuale giorni validi	98 %	98 %	100 %	98%	99%
<u>Data del 35 simo superamento livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	8 nov	24 nov	29 nov	11 dic	21 ott
<b>PM2.5 (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>					
Media delle medie giornaliere	20	19	21	19	21
Percentuali ore valide	98 %	96 %	97 %	96%	99%

Valori di range							
Parametro	Tipo di media	Unità di misura	Molto buona	Buona	Moderatamente Buona	Moderatamente Insalubre	Insalubre
Biossido di Zolfo (SO <sub>2</sub> )	oraria	microgrammi / metro cubo	<140	140-210	210-350	350-500	>500
Biossido di Zolfo (SO <sub>2</sub> )	giornaliera	microgrammi / metro cubo	<50	50-75	75-125	125-150	>150
Monossido di Carbonio (CO)	8 ore	milligrammi / metro cubo	<5	5-7	7-10	10-16	>16
Biossido di Azoto (NO <sub>2</sub> )	oraria	microgrammi / metro cubo	<100	100-140	140-200	200-300	>300
Biossido di Azoto (NO <sub>2</sub> )	annuale oraria	microgrammi / metro cubo	<26	26-32	32-40	40-60	>60
Benzene	annuale oraria	microgrammi / metro cubo	<2.0	2.0-3.5	3.5-5.0	5.0-10.0	>10.0
PM10 - Basso Volume	giornaliera	microgrammi / metro cubo	<20	20-30	30-50	50-75	>75
PM10 - Basso Volume	annuale giornaliera	microgrammi / metro cubo	<10	10-20	20-40	40-48	>48
Ozono (O <sub>3</sub> )	oraria	microgrammi / metro cubo	<90	90-180	180-210	210-240	>240
Ozono (O <sub>3</sub> )	8 ore	microgrammi / metro cubo	<60	60-120	120-180	180-240	>240
PM10 - Beta	giornaliera	microgrammi / metro cubo	<20	20-30	30-50	50-75	>75
PM10 - Beta	annuale giornaliera	microgrammi / metro cubo	<10	10-20	20-40	40-48	>48

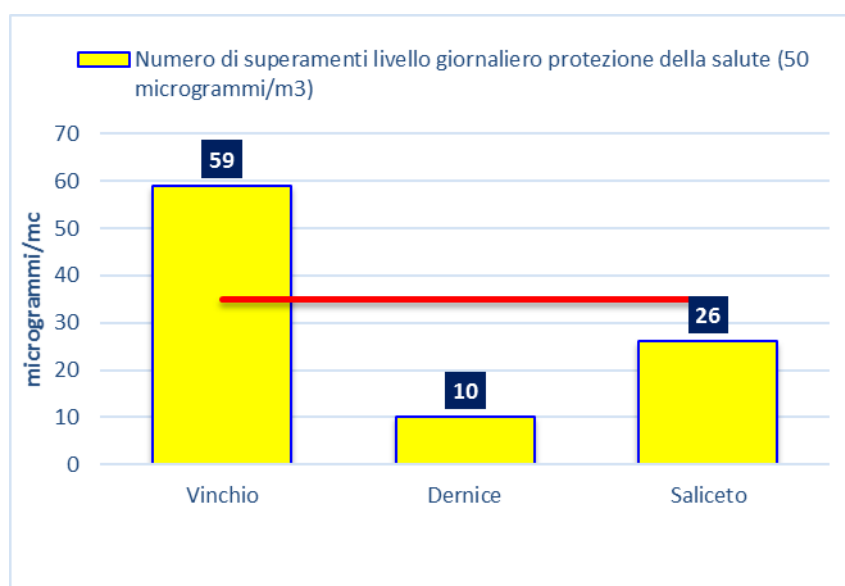
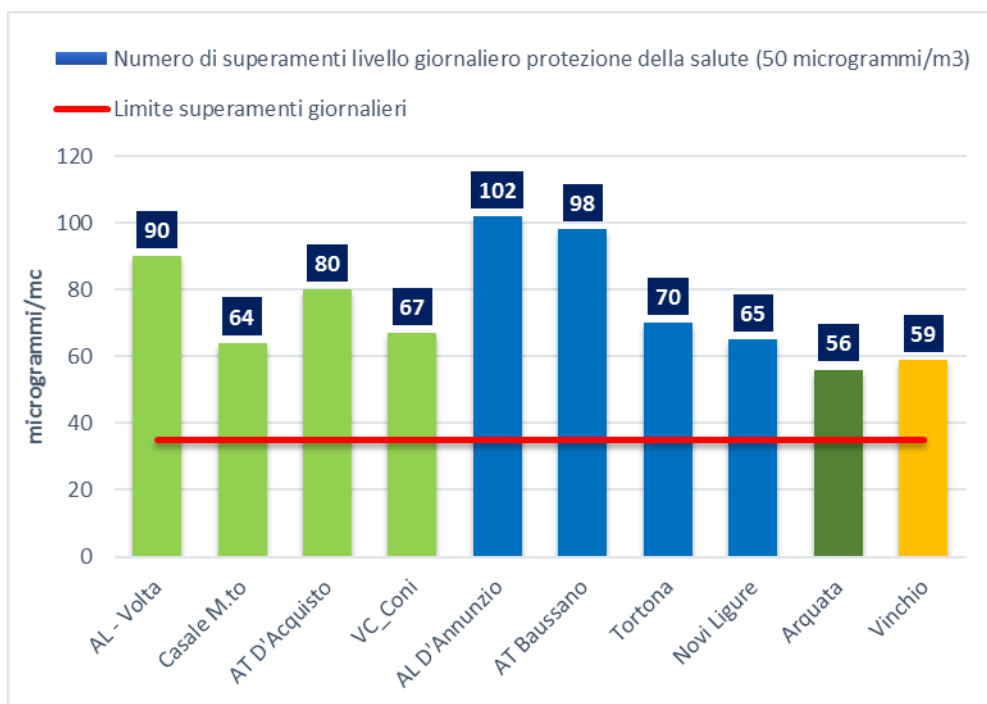
### 3.2 POLVERI PM10

L'anno che si è appena concluso si è caratterizzato per concentrazioni di polveri più elevate dell'anno precedente in tutte le stazioni. Il numero di superamenti del limite giornaliero per le PM10 di 50microgrammi/m<sup>3</sup> da non superarsi per più di 35 volte l'anno è risultato il peggiore degli ultimi cinque anni.

L'obiettivo di legge riferito al limite giornaliero è ancora bel lontano dall'essere raggiunto in quasi tutte le stazioni della rete e in quasi tutto il contesto piemontese e si conferma dunque essere lo scoglio più critico da superare. Il grafico sotto illustra il numero di superamenti del limite giornaliero di 50 microgrammi/m<sup>3</sup> registrati nel 2017. **Il numero massimo di superamenti ammessi è di 35**

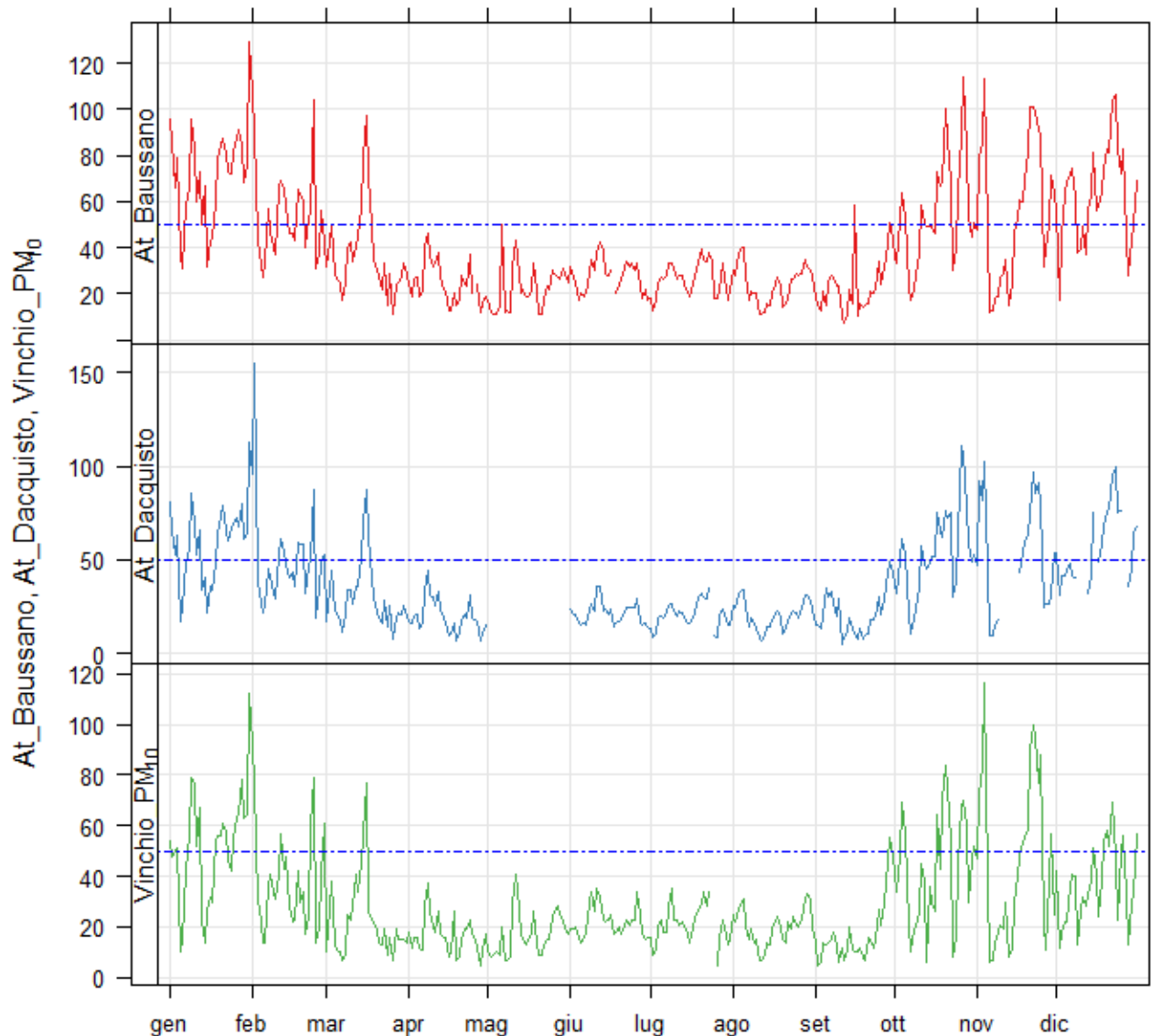
**in un anno.** Come si può notare tutte le stazioni sia da traffico (colonne blu) che di fondo urbano (colonne verdi) fanno registrare un numero di superamenti ben distante dal limite imposto dalla normativa e simile tra di loro. **Anche nella stazione di fondo rurale di Vinchio viene superato il valore limite e come già riscontrato negli ultimi anni, il numero di superamenti rilevati è nettamente più elevato rispetto a quanto riscontrato nelle stazioni di tipologia simile di Dernice e Saliceto.**

Ricordiamo che i fenomeni acuti di inquinamento con superamento del limite giornaliero delle polveri riguardano spesso tutto il bacino padano e si verificano solo in periodo invernale in concomitanza con condizioni meteorologiche che non consentono la dispersione degli inquinanti. Tali condizioni atmosferiche tipiche del bacino padano determinano in inverno, insieme al contributo aggiuntivo del riscaldamento, concentrazioni dalle due alle tre volte più elevate di quelle estive.



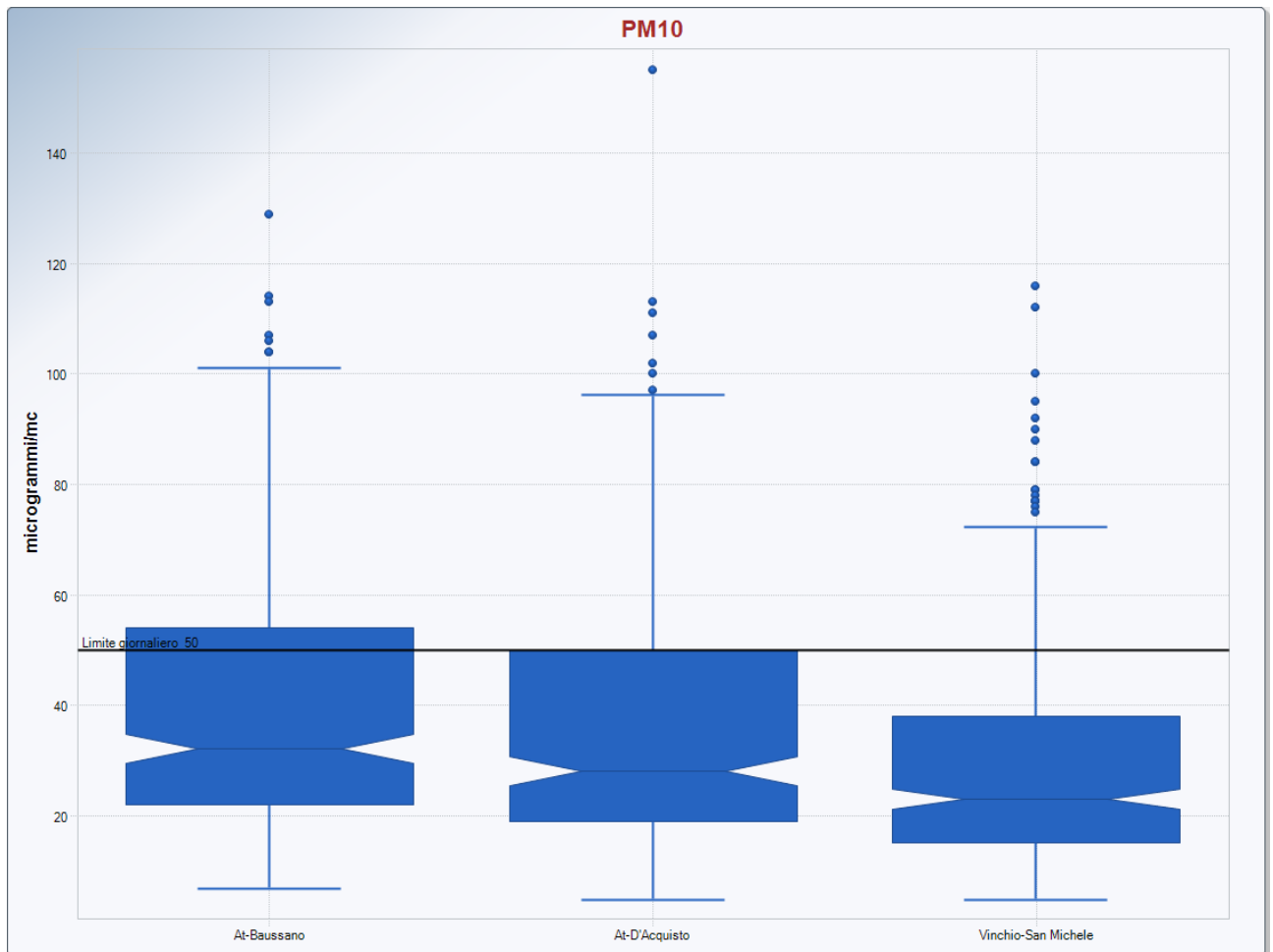
Il time-plot delle concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> misurate presso le stazioni presenti nella Provincia di Asti evidenzia il carattere stagionale dell'inquinante con concentrazioni elevate nei mesi invernali e inferiori al limite giornaliero nel resto dell'anno.

### PM<sub>10</sub> anno 2017



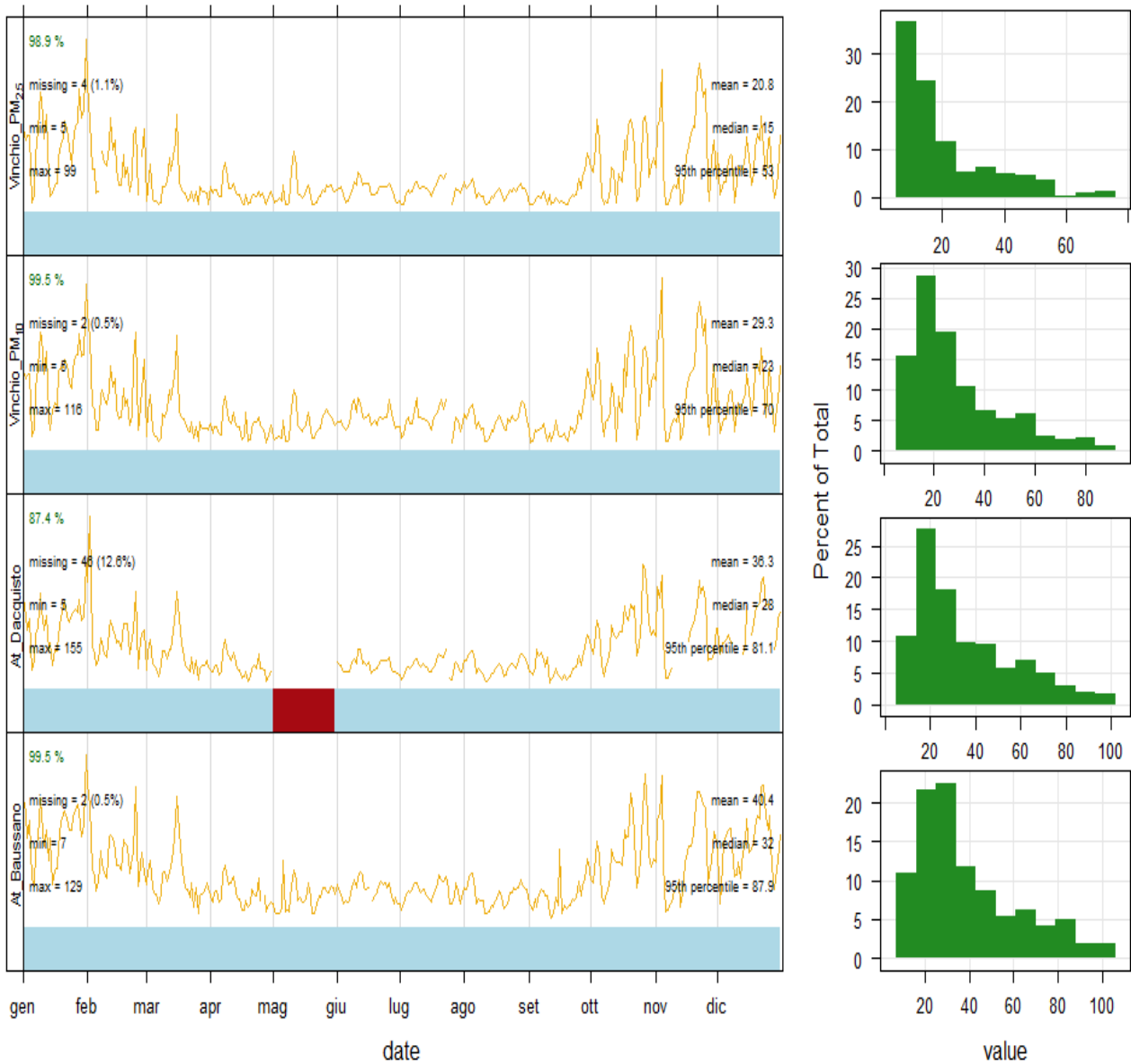
Il box-plot dei dati di PM<sub>10</sub> misurati nel 2017 mostra distribuzioni simili nelle due stazioni cittadine, con numerosi superamenti del limite giornaliero imposto dalla normativa. Persino Vinchio raggiunge sporadicamente valori massimi attorno a 120 microgrammi/m<sup>3</sup> mentre i valori massimi delle stazioni urbane nel 2017 hanno superato i 155 microgrammi/m<sup>3</sup> (concentrazione misurata a D'Acquisto il 02/02/2017)





Un ulteriore strumento utilizzato per evidenziare come sono distribuiti i dati di una serie storica è il grafico seguente, denominato “summaryPlot”: per ogni serie di valori, nella parte sinistra dell’elaborato, viene visualizzato un plot che evidenzia i dati presenti e quelli mancanti (in rosso), corredata dei principali indicatori statistici quali la media, la mediana, il 95° percentile, il valore minimo e quello massimo e il numero di dati mancanti (tra parentesi in percentuale). Ad ogni time-plot è associato un istogramma (grafico a barre in verde a destra) che suddivide in classi di concentrazione i valori giornalieri misurati indicandone anche la relativa “abbondanza” percentuale. Come visibile dal grafico le concentrazioni di PM10 rilevate nelle stazioni urbane si “distribuiscono” verso concentrazioni più elevate rispetto a quelle relative alla stazione di Vinchio.

### PM<sub>10</sub> giornalieri - anno 2017 (microgrammi/m<sup>3</sup>)



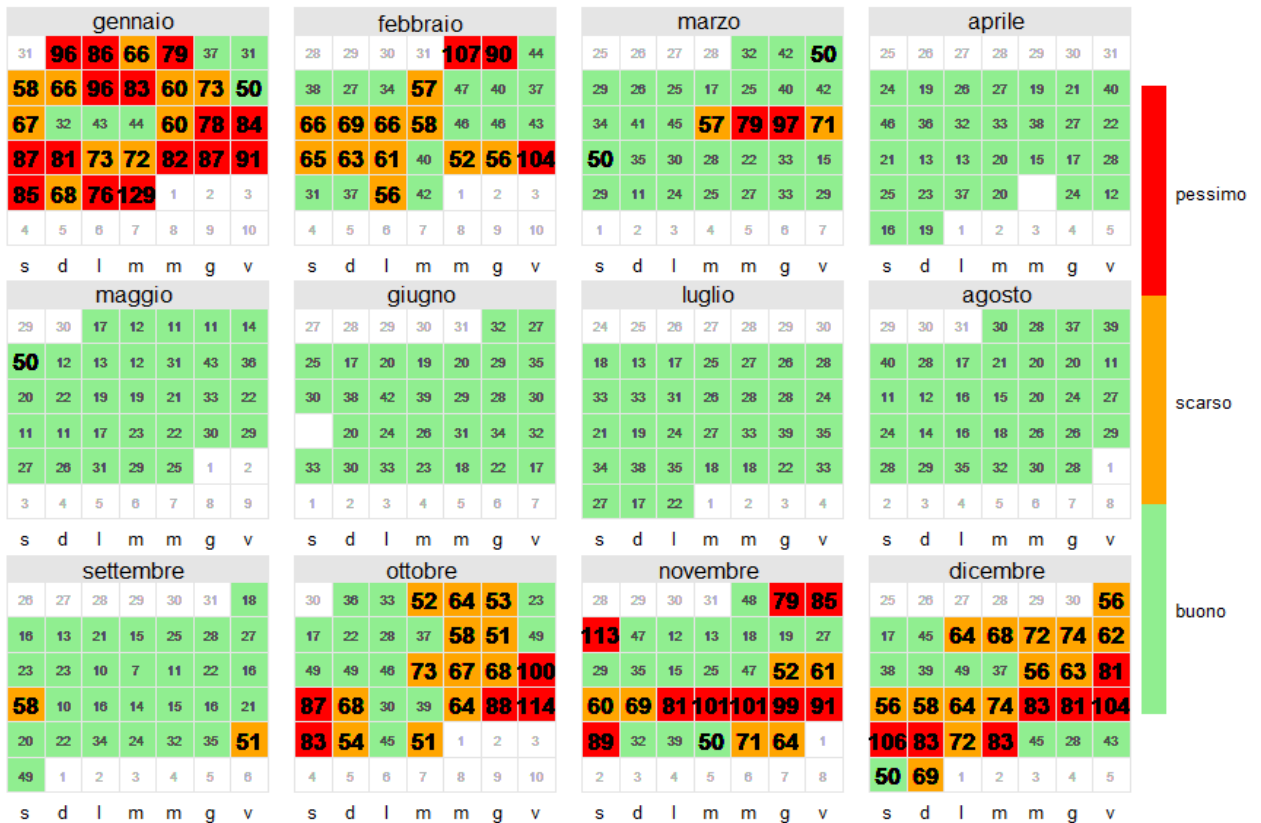
I “calendar plot” seguenti visualizzano, come in un calendario, il valore medio di polveri PM10 registrato dalle stazioni della rete per ciascun giorno dell’anno ed evidenziano le giornate di superamento del limite giornaliero di 50microgrammi/m<sup>3</sup> nell’arco del 2017 (in arancio e rosso). L’omogeneità sorprendente dei dati su stazioni anche distanti tra loro conferma il carattere ubiquitario e secondario delle polveri ultra-fini che in gran parte si formano in atmosfera da altri inquinanti, anche gassosi, e tendono spontaneamente a diffondersi a notevoli distanze dal punto di emissione delle polveri stesse o dei loro precursori. Ciò non fa altro che dimostrare l’importanza della forzante atmosferica a livello di bacino padano che agisce sulla formazione delle polveri fini, sulla loro persistenza nei bassi strati in concomitanza con condizioni invernali di elevata stabilità atmosferica e inversione termica, ed infine sulla loro diffusione omogenea su tutto il territorio a livello del suolo.

Le condizioni atmosferiche determinano un’elevata frequenza di superamenti soprattutto nei mesi di gennaio, febbraio e dicembre, dove quasi ovunque più della metà delle giornate fa registrare valori superiori al limite di 50 µg/m<sup>3</sup>. Ciò fa sì che già nei primi due mesi dell’anno si raggiunga spesso il numero massimo di superamenti consentiti dalla legge pari a 35. Da tenere in debita considerazione non solo il numero dei superamenti del limite giornaliero, che sono spesso più del doppio del consentito, ma anche l’entità di tali superamenti, che non è irrilevante ai fini della tutela della salute pubblica. Molteplici studi, infatti, alcuni dei quali condotti anche da Arpa Piemonte sul territorio regionale<sup>4</sup>, dimostrano un aumento delle patologie a carico dell’apparato respiratorio, delle malattie, dei ricoveri e dei decessi, nelle giornate immediatamente successive a quelli con picchi di inquinamento da polveri ed in maniera proporzionale alle concentrazioni registrate.

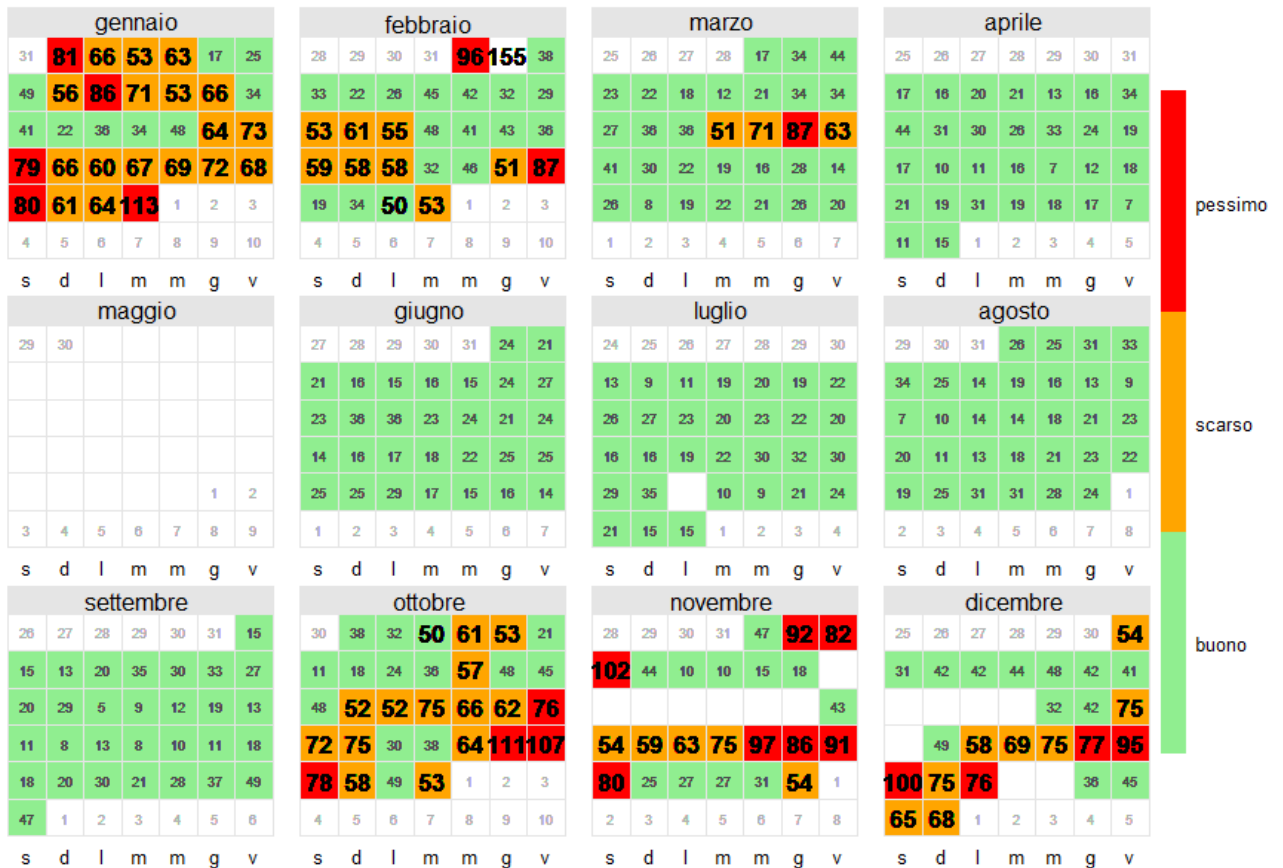
---

<sup>4</sup> <http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/temi-ambientali/ambiente-e-salute/dipartimento-tematico/progetti-1/progetto-medhiss>; <http://www.medhiss.eu/>

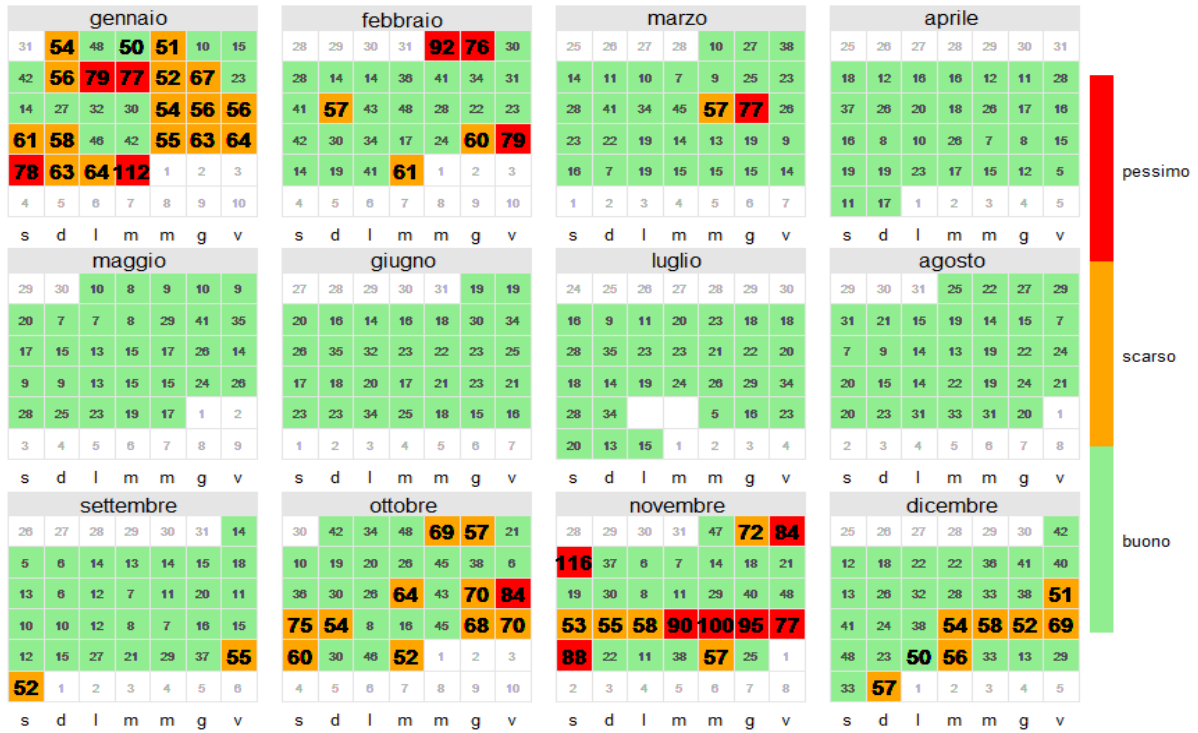
At\_Baussano in 2017



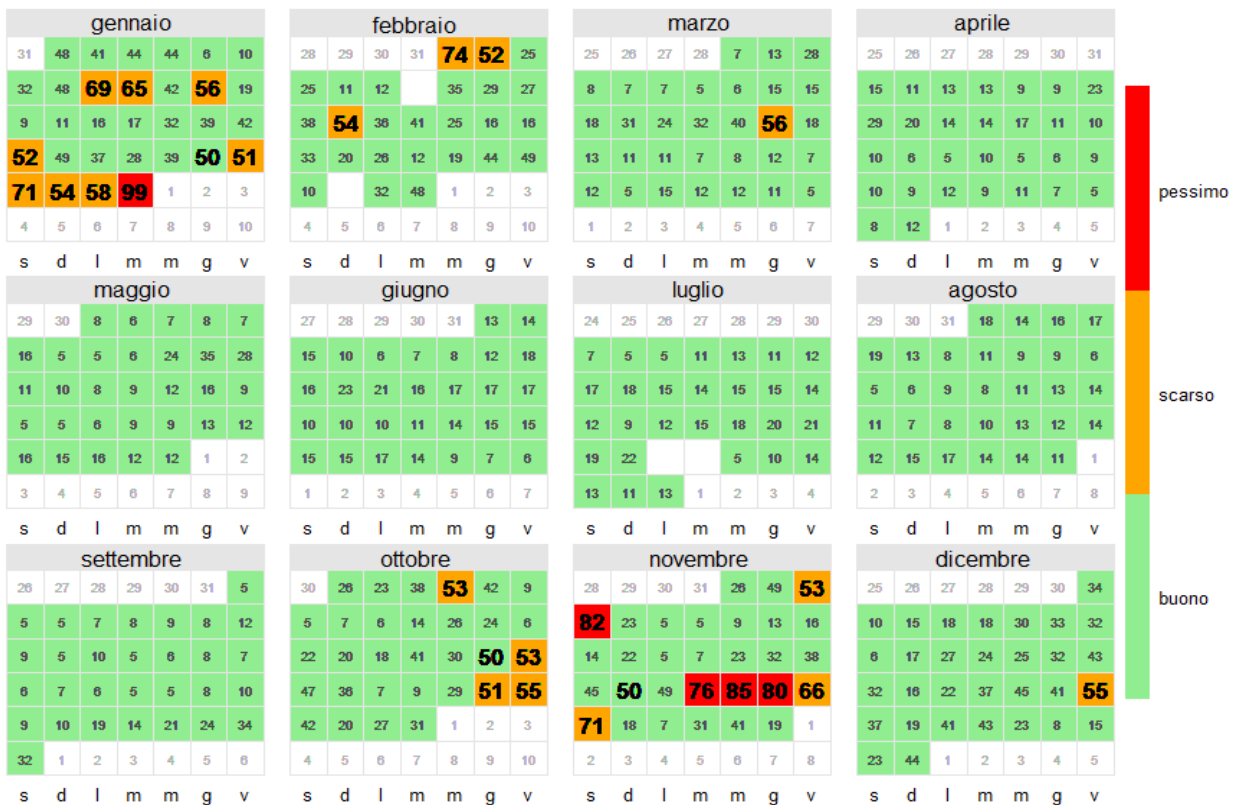
At\_Dacquisto in 2017



Vinchio\_PM10 in 2017



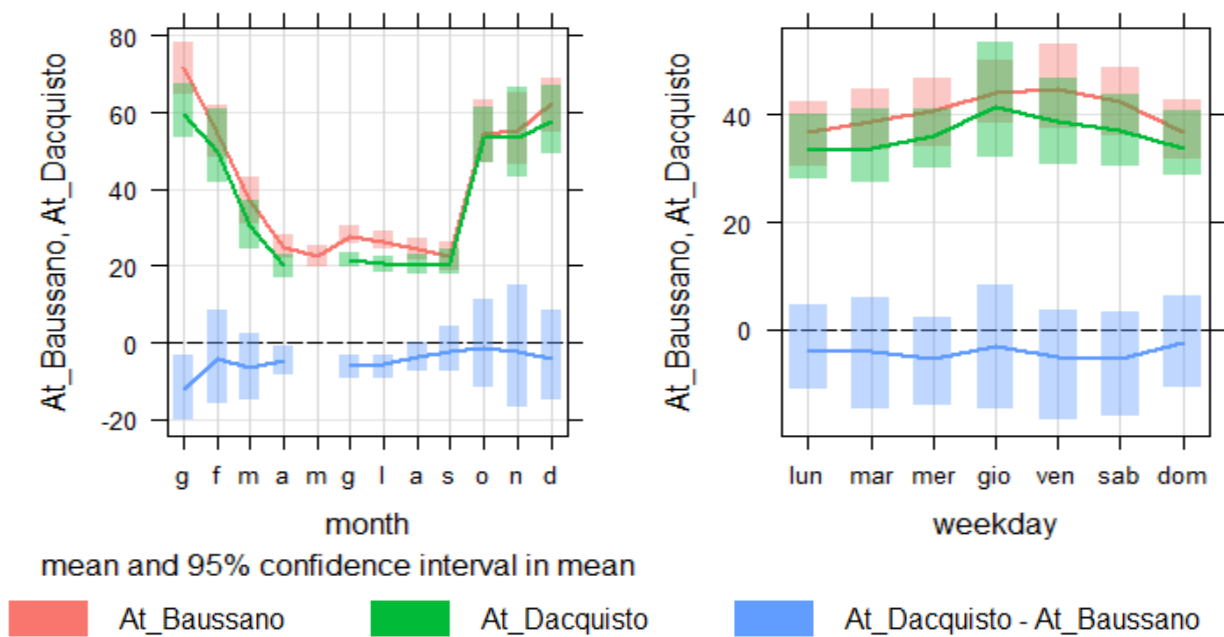
Vinchio\_PM2.5 in 2017



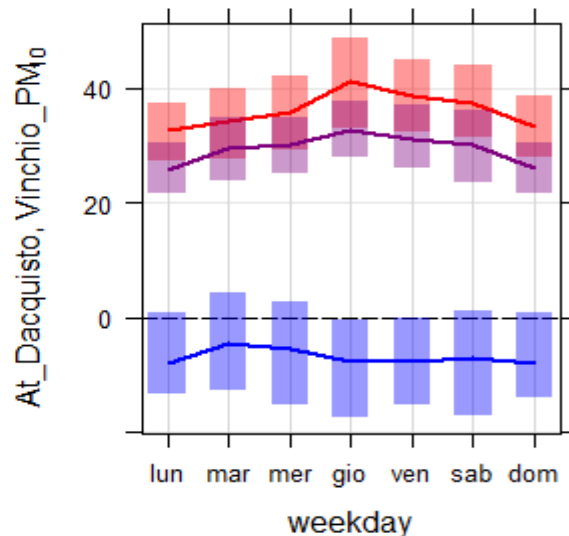
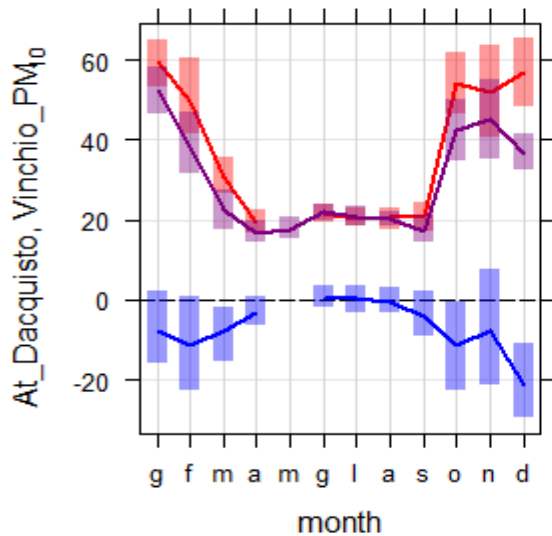
Per valutare la variazione tra le concentrazioni di PM10 rilevate presso le due stazioni urbane, nei grafici della figura seguente sono rappresentati i valori medi mensili (grafico a sinistra) e giornalieri (grafico a destra) di PM10 e la differenza risultante tra D'Acquisto e Baussano (l'ombreggiatura rappresenta l'intervallo di confidenza al 95% della media).

In particolare si vede come le concentrazioni di PM10 di entrambe le stazioni varino all'interno della settimana e diminuiscano la domenica. Analogamente anche la loro differenza subisce variazioni all'interno della settimana diventando minima il mercoledì e la domenica.

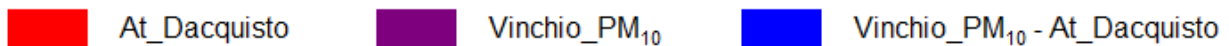
La differenza media tra le concentrazioni della stazione di fondo e quella da traffico risulta pari a circa il 15%, a conferma del fatto che le aree trafficate presentano un surplus di polveri e altri inquinanti che si somma al fondo urbano di inquinamento già comunque elevato. Osservando il grafico a sinistra si nota come in particolare negli ultimi tre mesi dell'anno le concentrazioni misurate a D'Acquisto siano praticamente identiche a quelle rilevate a Baussano.



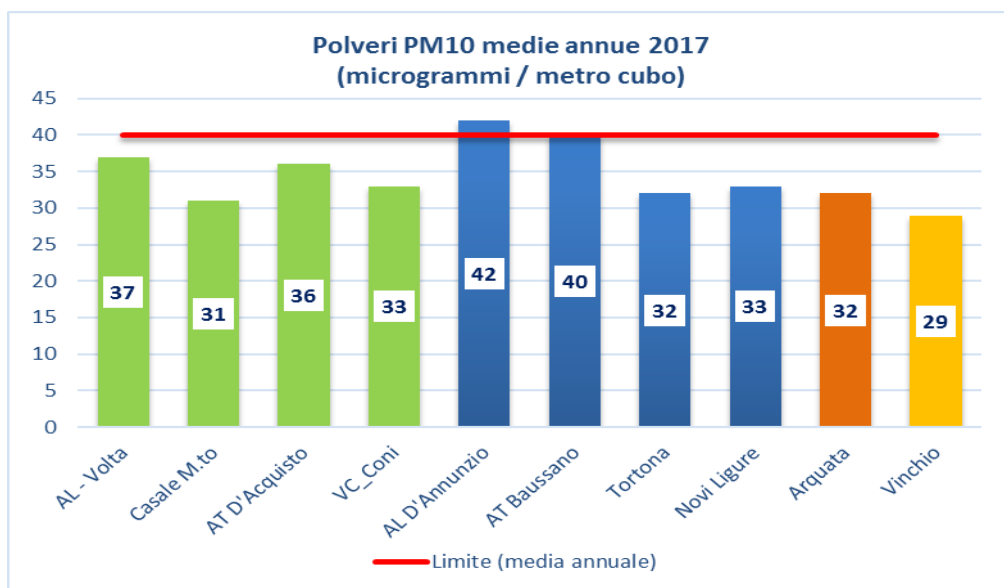
Il confronto tra gli andamenti di Vinchio e Asti D'Acquisto mostra su Vinchio percentuali di polveri inferiori in media del solo 13%, a conferma della presenza di una significativa problematica legata all'inquinata presso il sito rurale di Vinchio. Osservando il grafico a sinistra si evince come queste differenze abbiano un andamento tipico stagionale e siano praticamente pari a zero nei mesi da aprile a settembre.

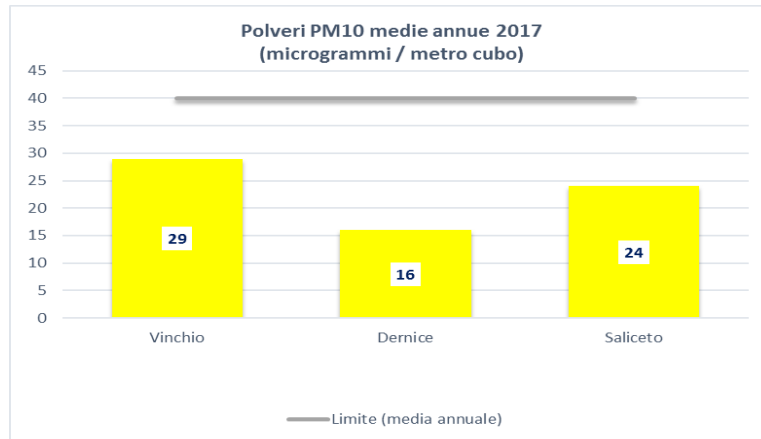


mean and 95% confidence interval in mean



Come si è detto il limite come media annuale di 40microgrammi/m<sup>3</sup> sul PM10 è più facile da rispettare e meno stringente rispetto a quello delle medie giornaliere. Negli anni recenti il limite annuale è rispettato in quasi tutte le stazioni della rete e nel 2017 abbiamo avuto superamenti solo sulle stazioni di grandi contesti urbani esposti a traffico elevato (colonne blu) che presentano concentrazioni sempre superiori alle stazioni di fondo urbano (colonne verdi e arancio) e di fondo rurale (Vinchio). Tuttavia, come già riscontrato negli ultimi anni, la concentrazione media annuale misurata presso la stazione rurale di Vinchio San Michele evidenzia valori leggermente più elevati rispetto alla stazione di tipologia simile di Saliceto e nettamente più elevati rispetto a Dernice.

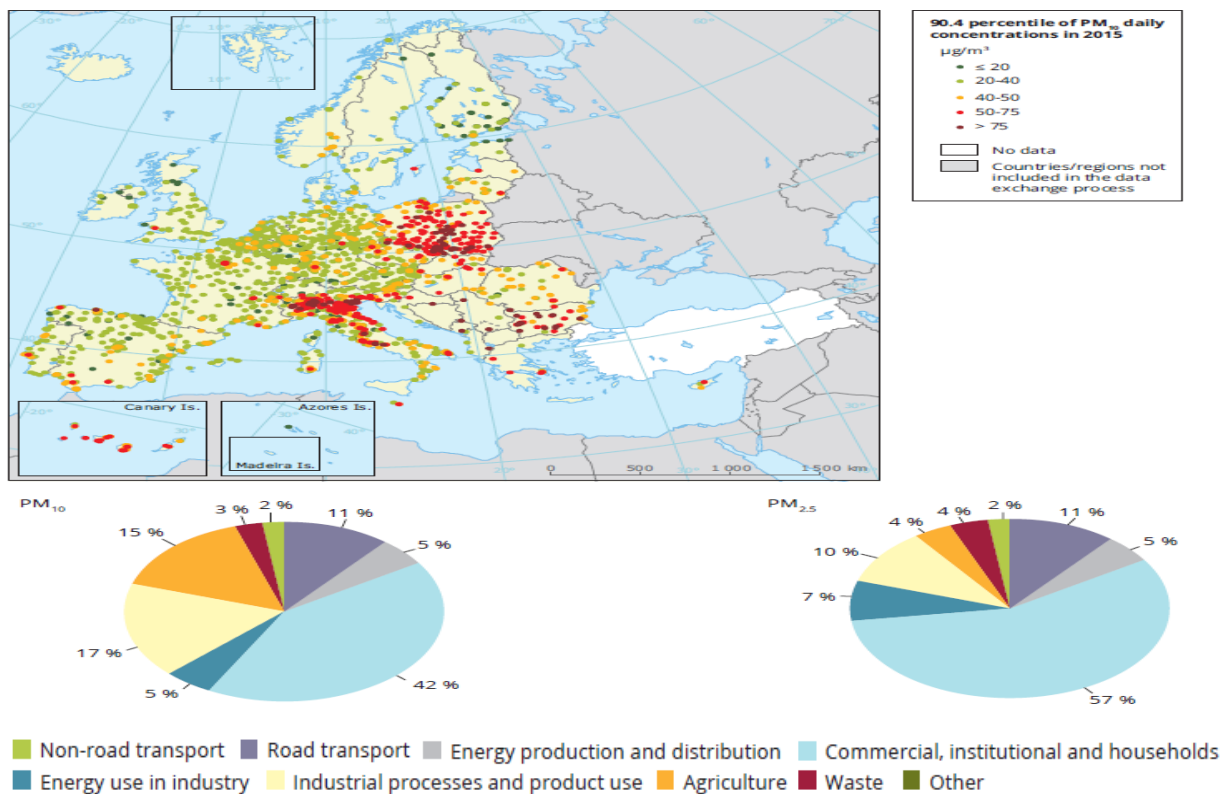




### Le polveri PM10 a livello europeo

Di tutti i principali settori di emissione, soltanto trasporti e industria hanno ridotto le proprie emissioni di PM primario negli ultimi 10 anni. **Il comparto delle combustioni per il riscaldamento negli edifici pubblici, privati e commerciali è di gran lunga il settore più importante, contribuendo al 42 % e il 57% delle emissioni totali primarie di PM10 e PM2.5.** Questo contribuisce a mantenere le concentrazioni di PM elevate nonostante riduzioni delle emissioni in altri settori. I contributi delle diverse fonti di emissione alle concentrazioni nell'aria ambiente non dipendono solo dalla quantità di inquinanti emessi, ma anche dalla vicinanza alla sorgente, dalle condizioni di emissione dalle condizioni dispersive dell'atmosfera e dalla topografia. Con l'eccezione dell'ammoniaca le riduzioni delle emissioni dei precursori del particolato (NOx, SOx e COVNM) nella UE sono state nel tempo molto più significative delle riduzioni riscontrate nelle concentrazioni di polveri. La diminuzione delle emissioni antropogeniche di particolato primario e dei suoi precursori non ha portato ad una diminuzione equivalente delle concentrazioni di polveri in atmosfera. **Fonte. EEA Air Quality in Europe - Report 2017**

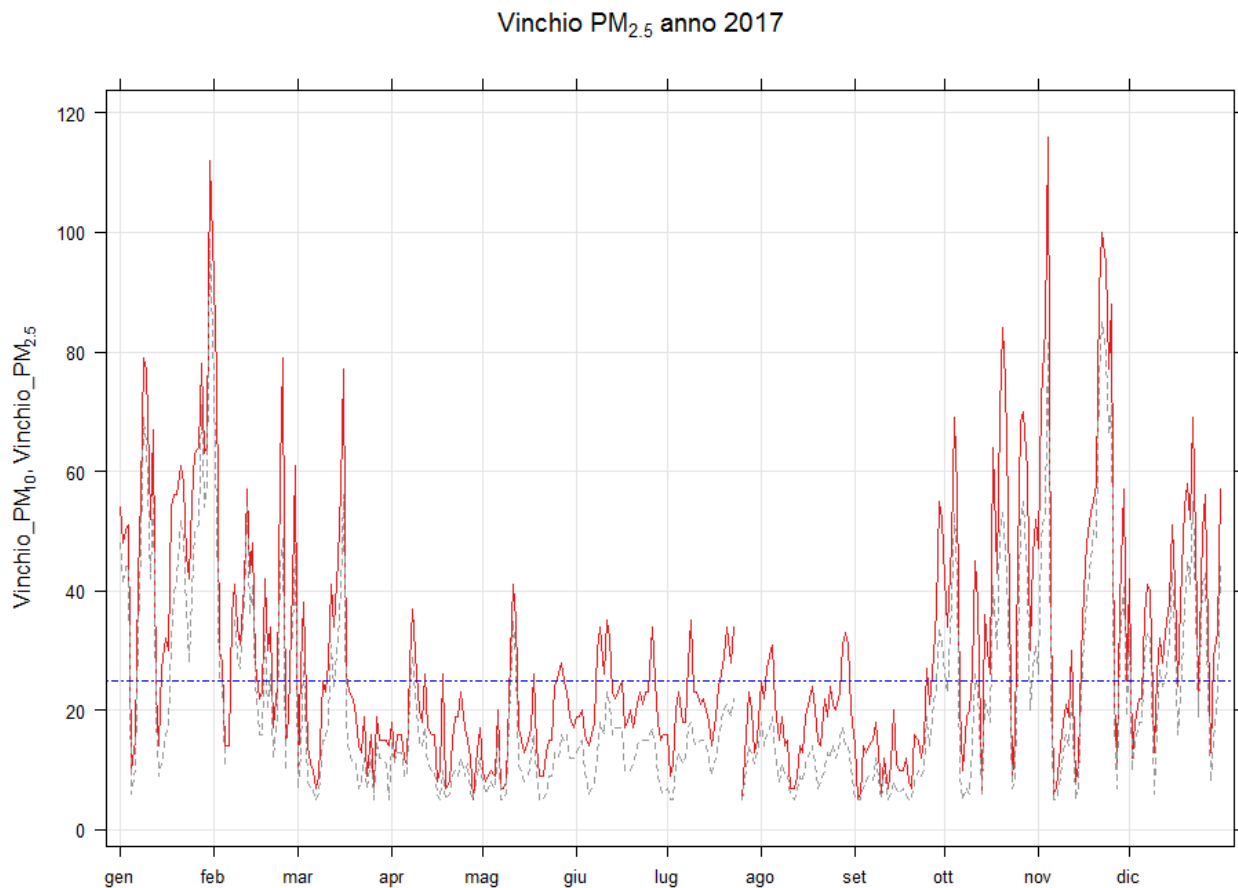
Map 4.1 Concentrations of PM<sub>10</sub>, 2015 — daily limit value



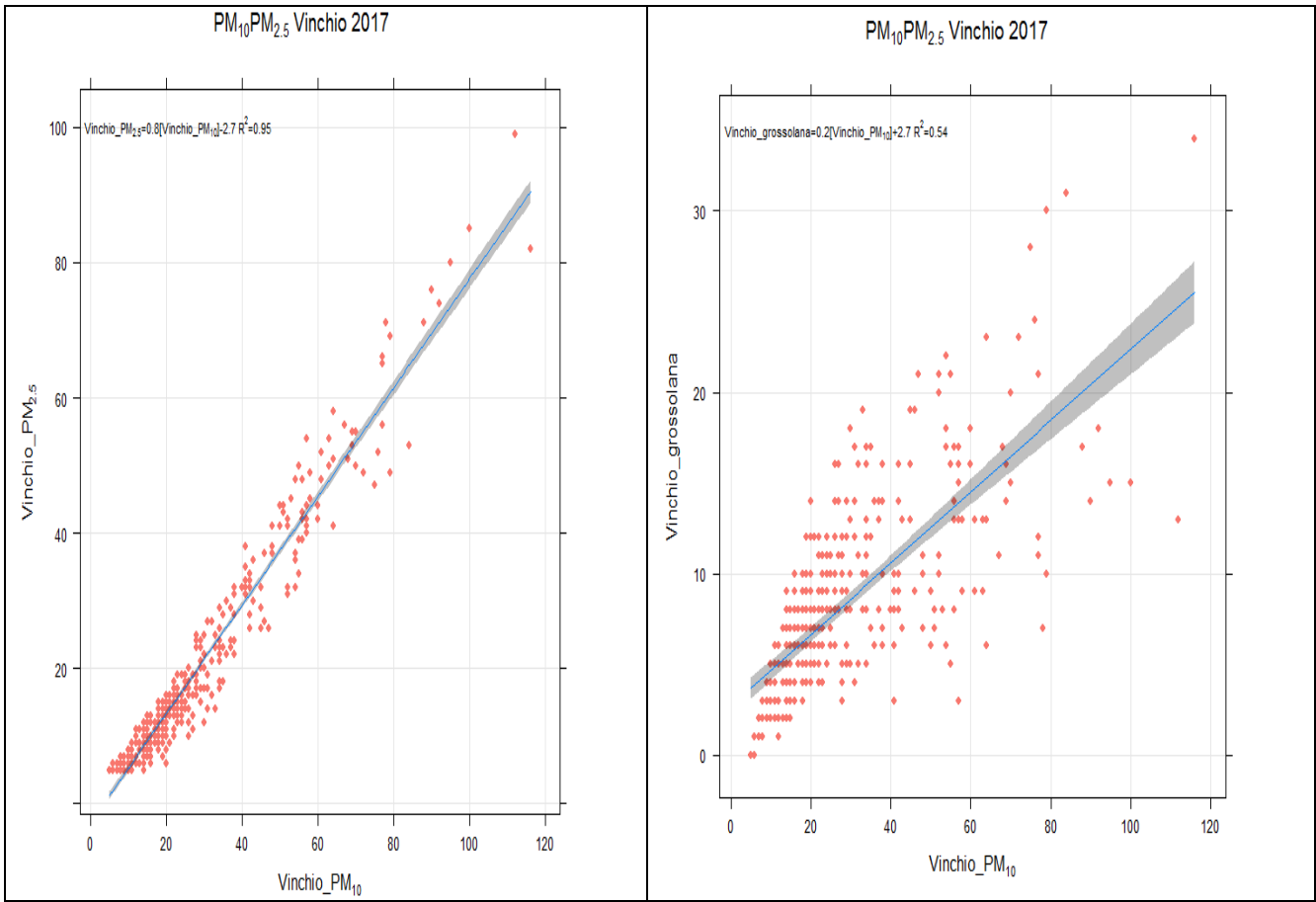


### 3.3 POLVERI PM2.5

Le polveri PM2.5 vengono misurate solo nella stazione di Vinchio San Michele (fondo rurale) Il grafico sotto riporta le medie giornaliere di PM2.5(in grigio) e PM10(in rosso) registrate a Vinchio nel 2017. I dati mostrano andamenti molto simili tra le due frazioni con valori invernali particolarmente elevati e drasticamente ridotti in estate.

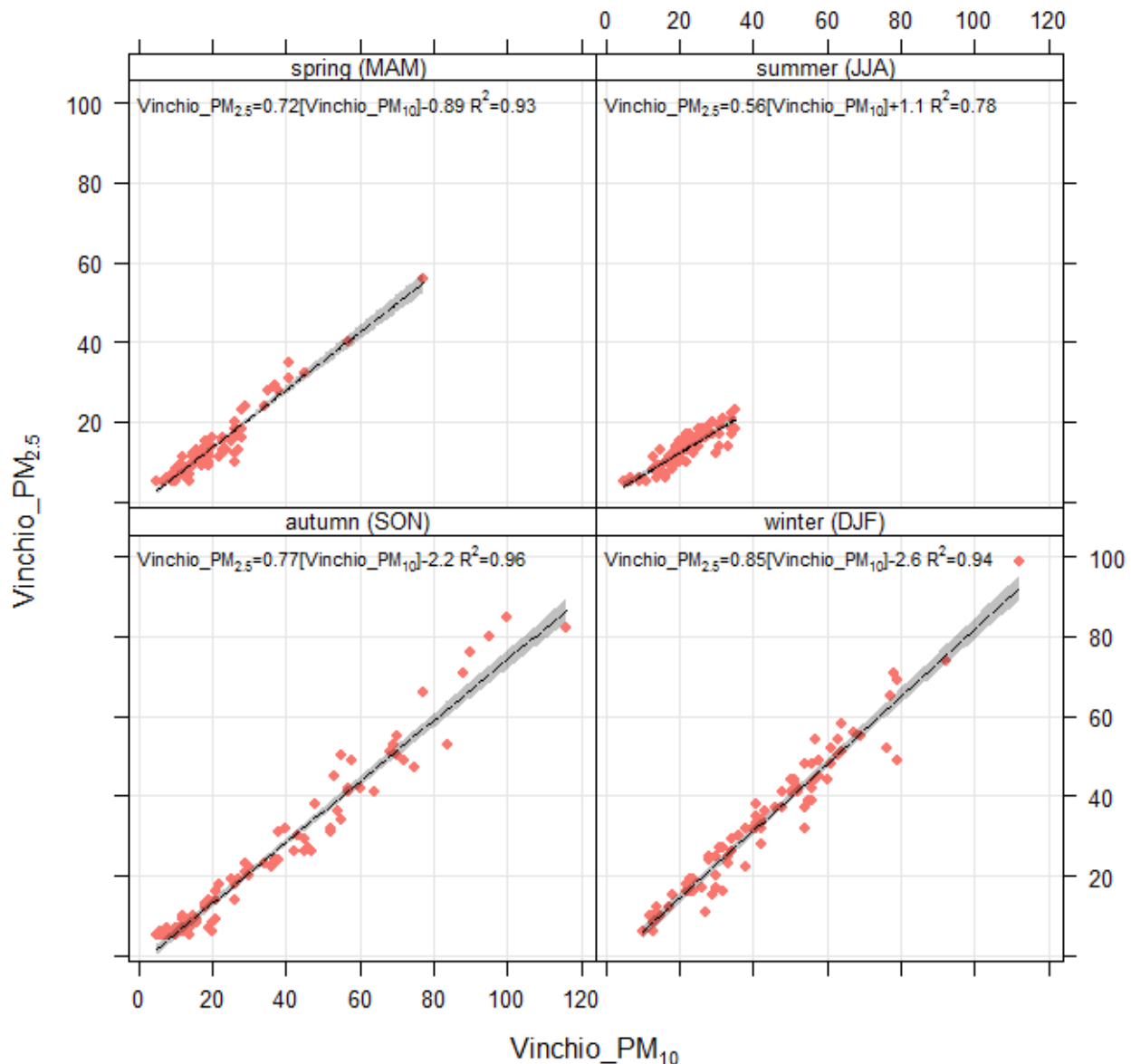


Tra PM10 e PM2.5 c'è forte correlazione come è naturale aspettarsi; tra PM10 e frazione grossolana invece la correlazione risulta molto debole.



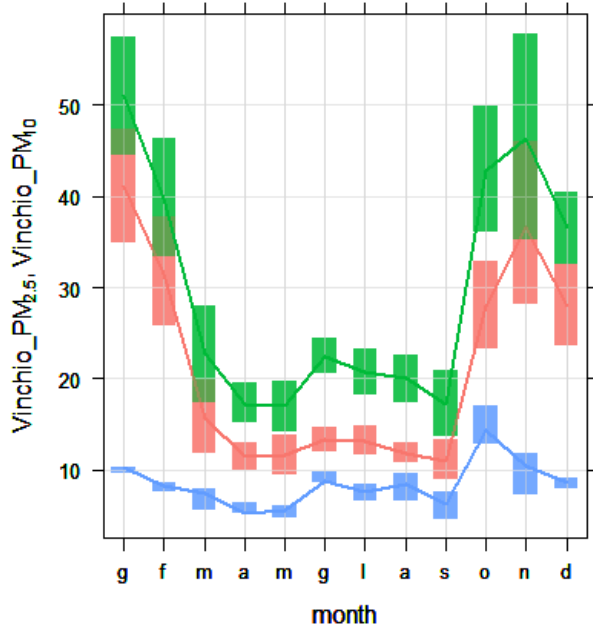
Esaminando la variabilità stagionale della correlazione tra le due serie di dati si evidenzia come queste siano ottime in primavera, autunno e inverno, con un coefficiente di correlazione superiore a 0.9 e meno "buone" in estate, in quanto nella stagione estiva i valori sono prossimi all'LCL.

## PM<sub>10</sub>PM<sub>2.5</sub> Vinchio 2017

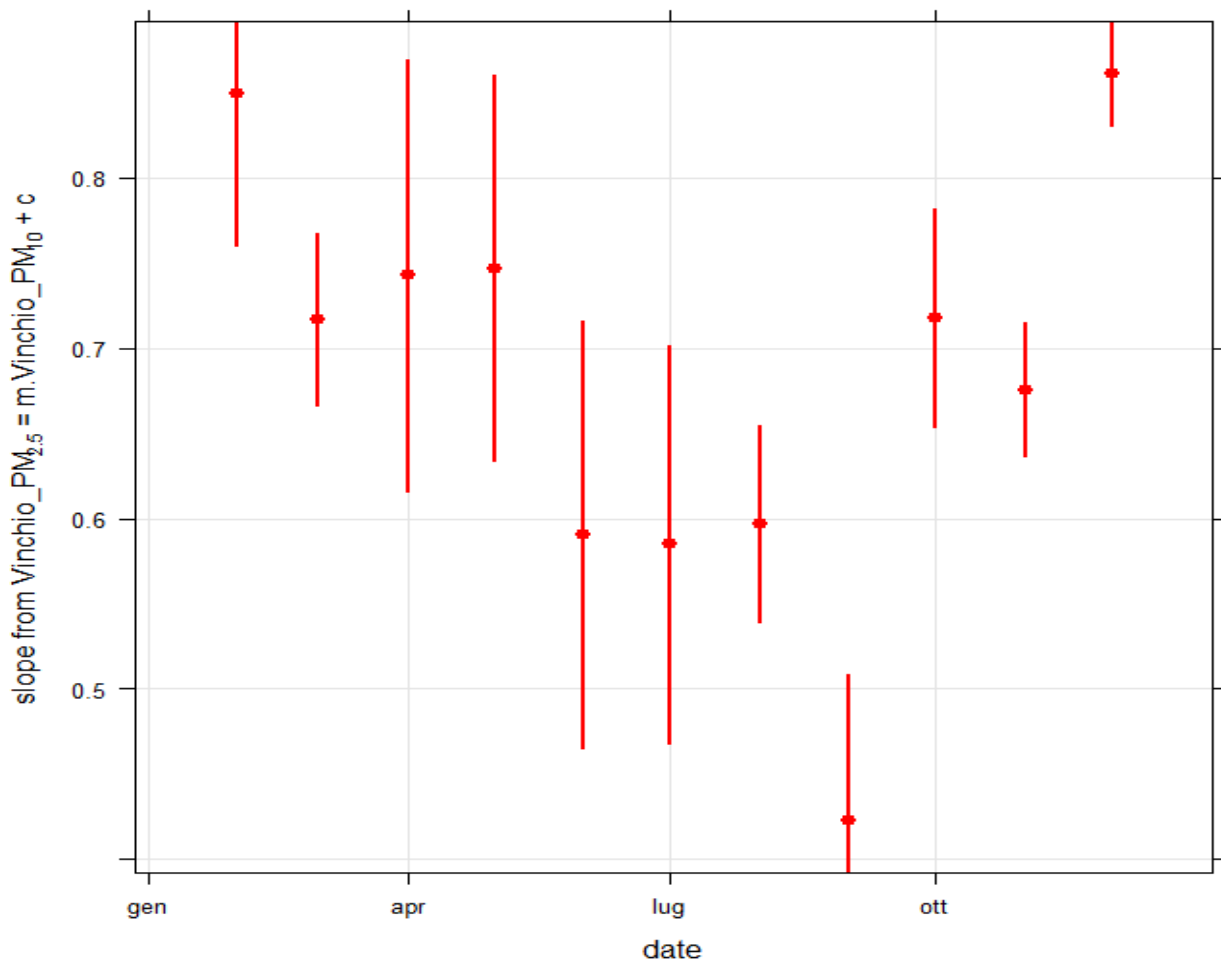
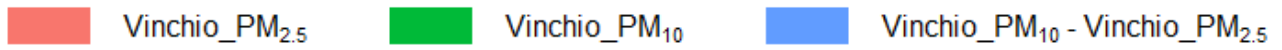
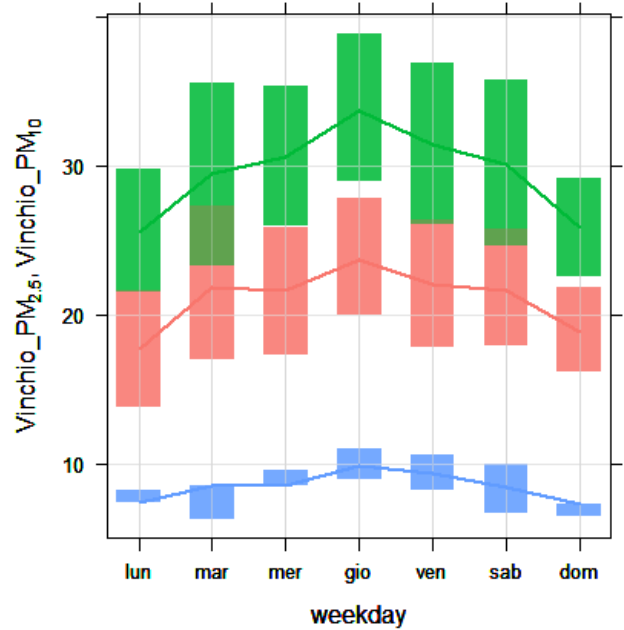


Per valutare la variazione tra le concentrazioni delle due frazioni nei diversi mesi e nei diversi giorni della settimana, nei grafici della figura seguente sono rappresentati i valori medi mensili (grafico a sinistra) e giornalieri (grafico a destra) di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> e la differenza risultante tra PM<sub>2.5</sub> e PM<sub>10</sub>, ove l'ombreggiatura rappresenta l'intervallo di confidenza al 95% della media. In particolare si vede come la concentrazione di entrambe le frazioni diminuisca la domenica con una riduzione più marcata per il PM<sub>10</sub>, probabilmente legata al tempo più lungo di residenza della frazione più fine in atmosfera.

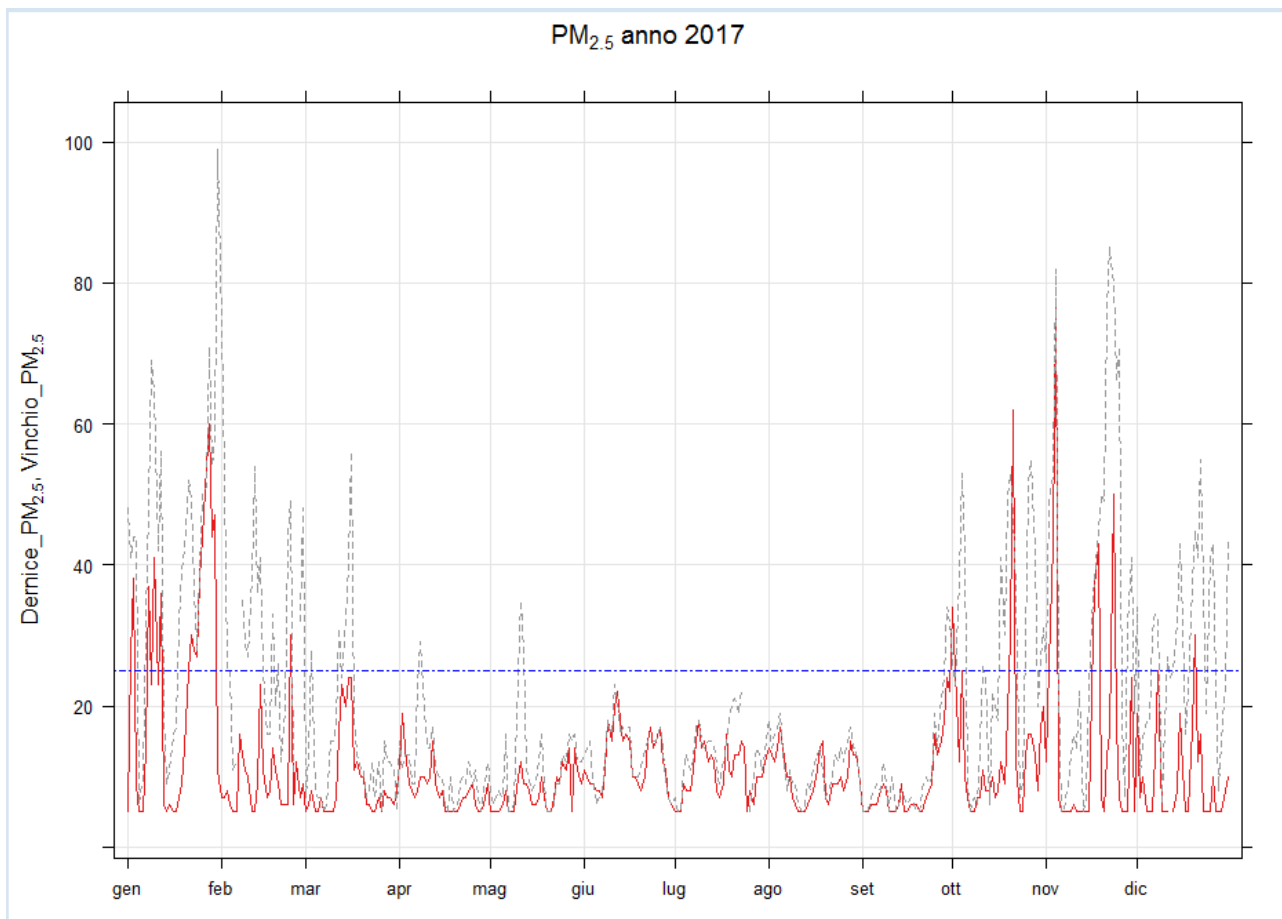
Relativamente alla frazione grossolana, data dalla differenza delle concentrazioni di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>, si nota come tale varia sia a livello mensile sia a livello giornaliero. Questo è dovuto al fatto che la % di frazione fine cambia nel corso dell'anno e delle stagioni. Il rapporto tra PM<sub>2.5</sub> e PM<sub>10</sub> varia in particolare tra inverno e primavera-estate passando da 0.85 a 0.6 ossia in inverno la % di particolato fine nel PM<sub>10</sub> è maggiore che in estate (vedi grafico pagina seguente).



mean and 95% confidence interval in mean

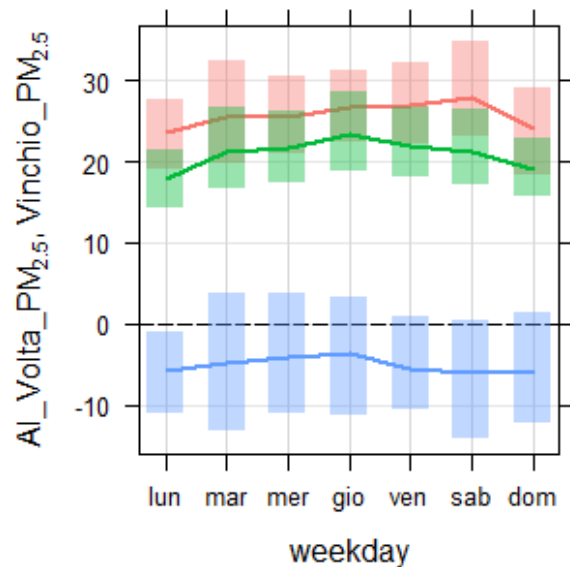
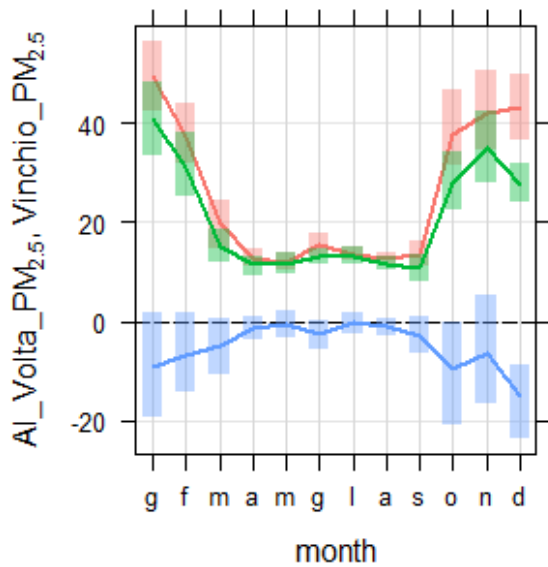


Il limite annuo sulle PM<sub>2.5</sub> è di 25 microgrammi/m<sup>3</sup>. La stazione di Vinchio si mantiene sempre al di sotto di tale limite annuale, tuttavia il confronto con la stazione di fondo rurale presente in Provincia di Alessandria evidenzia per Vinchio valori sensibilmente più elevati. Osservando il time plot sottostante, dove in rosso vengono rappresentate le concentrazioni giornaliere misurate a Dernice e in grigio quelle di PM<sub>2.5</sub> rilevate a Vinchio, appare evidente come, soprattutto nei mesi invernali, i livelli di tale inquinante siano ben più alti a Vinchio che a Dernice.



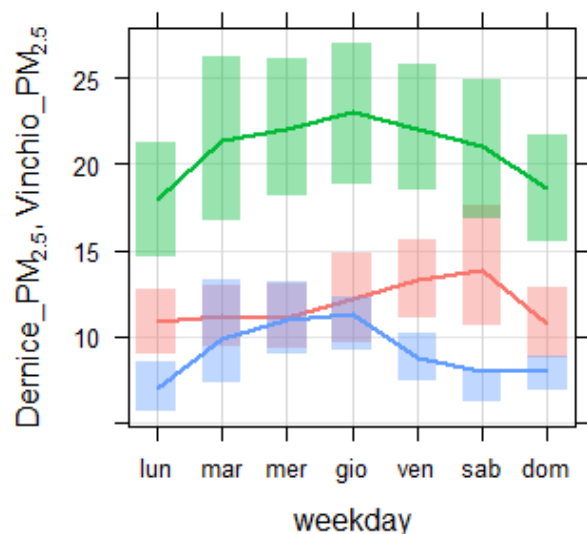
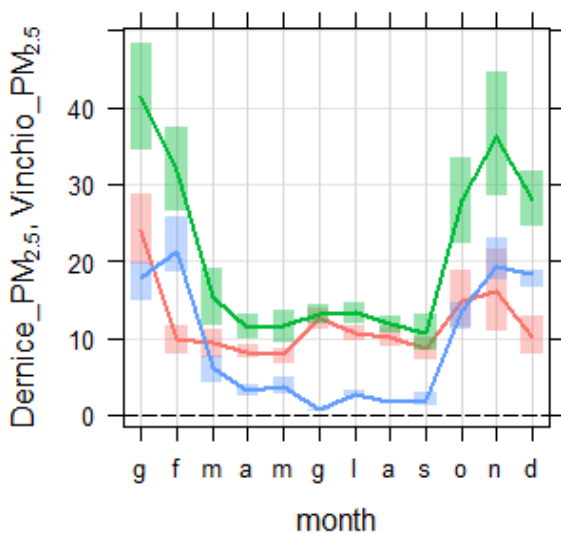
La distribuzione delle concentrazioni di PM<sub>2.5</sub> risulta confrontabile con quanto rilevato in ambiente urbano nella stazione di Alessandria Volta; osservando infatti gli indicatori statistici relativi alle tre stazioni di Vinchio, Alessandria Volta e Dernice, la stazione presente nella Provincia Astigiana mostra livelli di inquinamento da PM<sub>2.5</sub> simili a quelli rilevati a Alessandria Volta.

date	Vinchio_pm25	Dernice_pm25	Al_Volta_pm25
Min. :2017-01-01	Min. : 5.00	Min. : 5.00	Min. : 5.00
1st Qu.:2017-04-02	1st Qu.: 9.00	1st Qu.: 6.00	1st Qu.: 12.00
Median :2017-07-02	Median :15.00	Median : 9.00	Median : 17.00
Mean :2017-07-02	Mean :20.83	Mean :11.70	Mean : 25.94
3rd Qu.:2017-10-01	3rd Qu.:28.00	3rd Qu.:13.25	3rd Qu.: 36.00
Max. :2017-12-31	Max. :99.00	Max. :77.00	Max. :117.00
	NA's :4	NA's :1	NA's :4



mean and 95% confidence interval in mean

■ AI\_Volta\_PM<sub>2.5</sub>   
 ■ Vinchio\_PM<sub>2.5</sub>   
 ■ Vinchio\_PM<sub>2.5</sub> - AI\_Volta\_PM<sub>2.5</sub>



mean and 95% confidence interval in mean

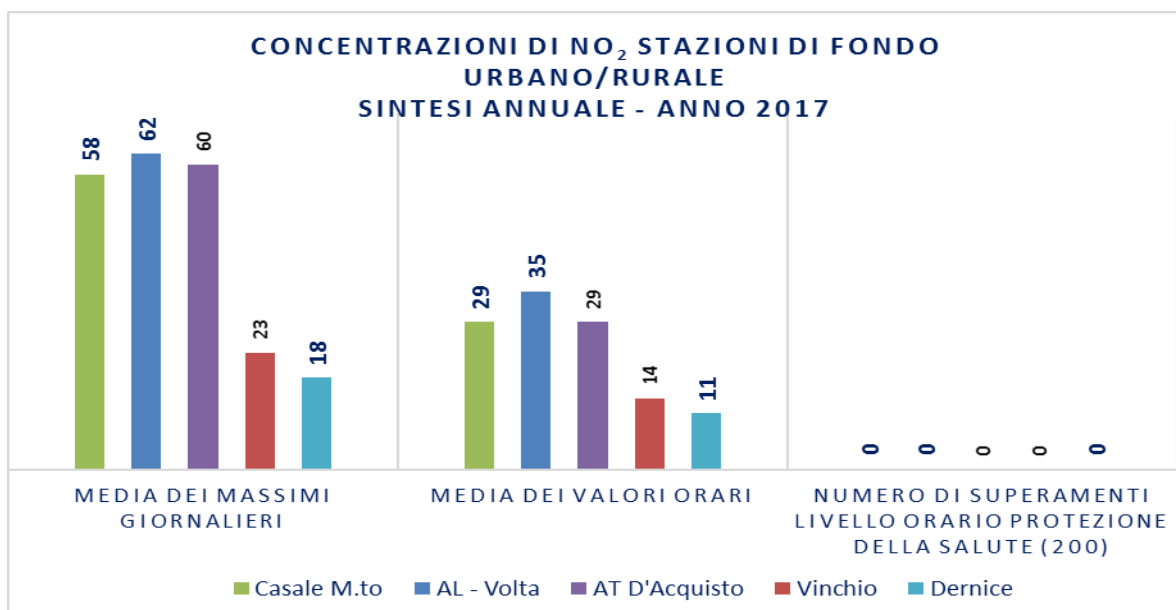
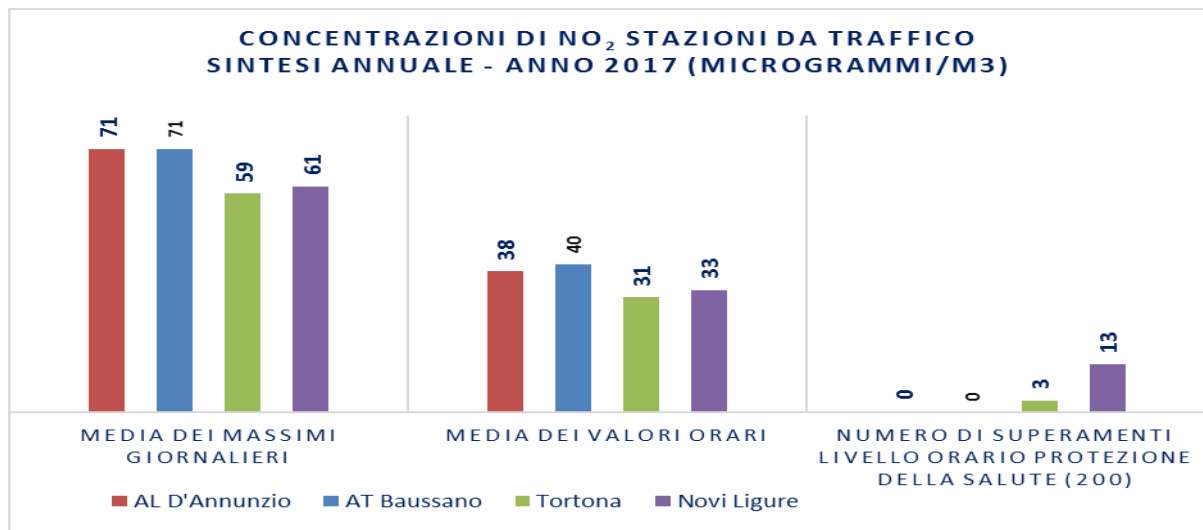
■ Dernice\_PM<sub>2.5</sub>   
 ■ Vinchio\_PM<sub>2.5</sub>   
 ■ Vinchio\_PM<sub>2.5</sub> - Dernice\_PM<sub>2.5</sub>

### 3.4 BIOSSIDO DI AZOTO-NO<sub>2</sub>

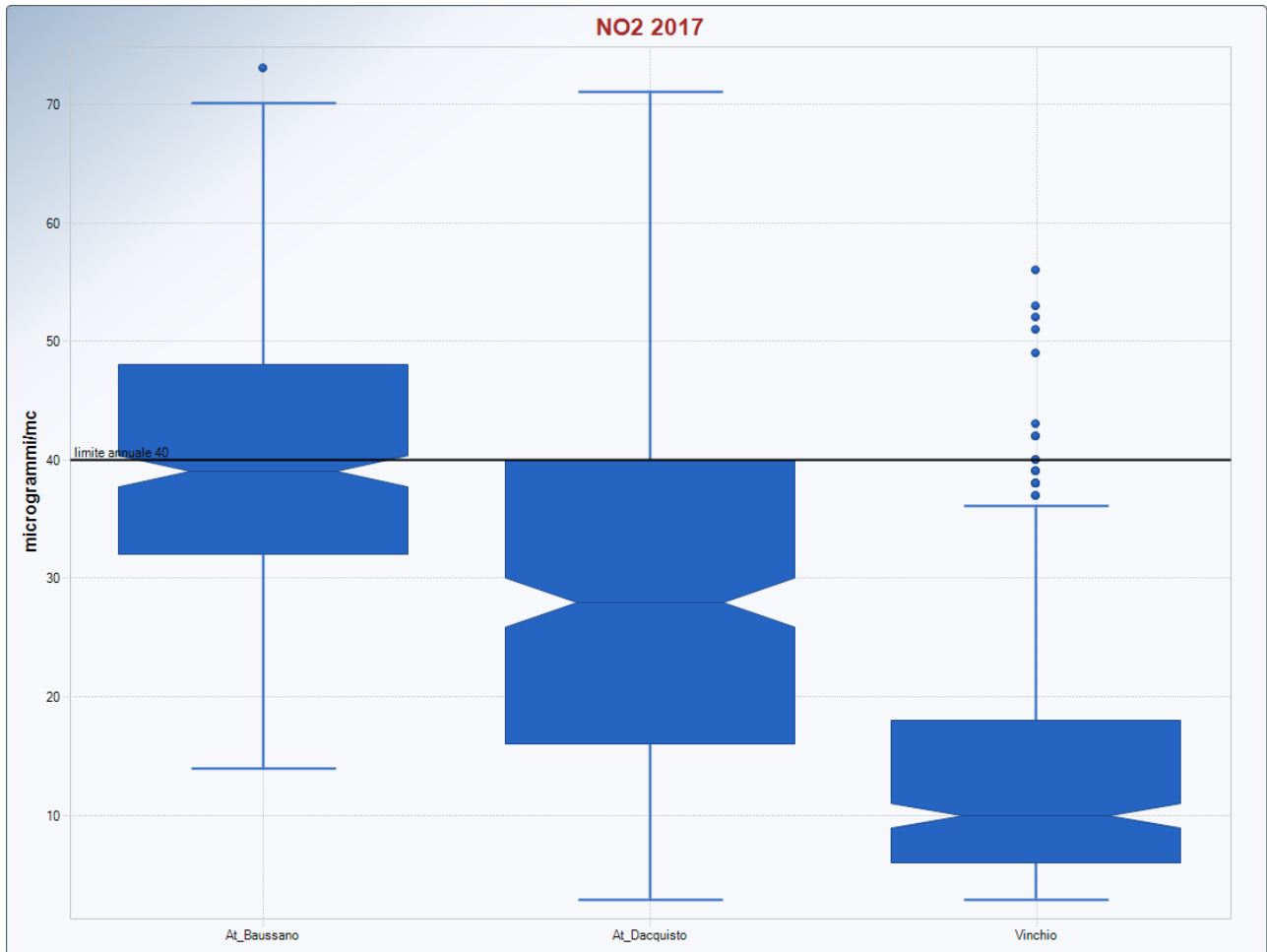
Per via dell'importanza di tale inquinante sia per i suoi effetti diretti sia come precursore di inquinanti secondari quali polveri fini e ozono, il monitoraggio del biossido di azoto è effettuato in molte stazioni della provincia sia urbane che rurali. **I limiti da rispettare per NO<sub>2</sub> sono quello orario di 200microgrammi/m<sup>3</sup> da non superare per più di 18 volte all'anno e la media annua di 40microgrammi/m<sup>3</sup>.**

Le medie orarie registrate nel 2017 mostrano andamenti simili per la maggior parte delle stazioni sia da traffico che di fondo, con valori molto elevati in inverno e bassi d'estate, analogamente alle polveri sottili. Nel caso del NO<sub>2</sub> però la sorgente primaria risulta essere il traffico veicolare in tutte le stagioni. **Per le stazioni da traffico si ha un contributo aggiuntivo di emissioni di ossidi di azoto rispetto alle stazioni di fondo. Questo contributo è tanto maggiore quanto più il traffico è congestionato.**

Relativamente alla stazione di Asti-Baussano la concentrazione media dei valori orari coincide con il limite imposto dalla normativa. Nelle stazioni presenti in Provincia di asti non si sono registrati superamenti del livello orario di protezione della salute.



I box plot mostrano la distribuzione delle concentrazioni medie giornaliere misurate nelle varie stazioni. I valori mediamente più elevati si riscontrano nella stazione da traffico di Asti Baussano, tuttavia anche nella stazione di fondo rurale di Vinchio alcune giornate mostrano concentrazioni medie "anomale" superiori al valore limite annuo imposto dalla normativa.

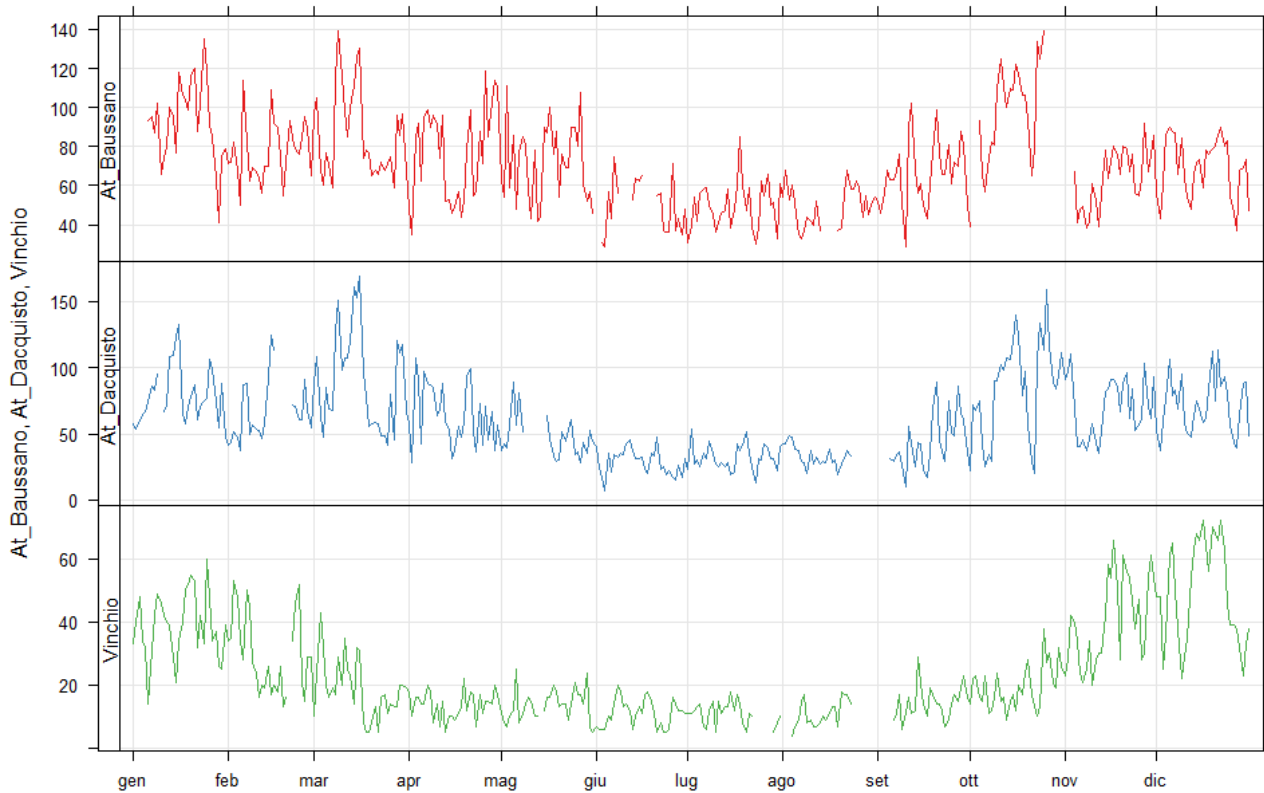


Il grafico seguente riporta i valori massimi giornalieri misurati nelle tre stazioni presenti in provincia di Asti. È evidente la variabilità stagionale di tale parametro che è massimo nella stagione invernale dove la concomitanza di maggiori fonti emmissive (riscaldamento + traffico) e di condizioni meteorologiche avverse alla diluizione degli inquinanti nei bassi strati atmosferici (estrema stabilità atmosferica con inversione termica, schiacciamento dello strato di rimescolamento e conseguente formazione di nebbie e smog) ne favoriscono l'accumulo. D'estate, al contrario, la presenza di forte irraggiamento solare ne determina sia la dispersione sia la distruzione a favore di altri composti inquinanti di carattere secondario (ozono).

Si noti per tutte le stazioni il drastico aumento degli ossidi di azoto da ottobre a dicembre.

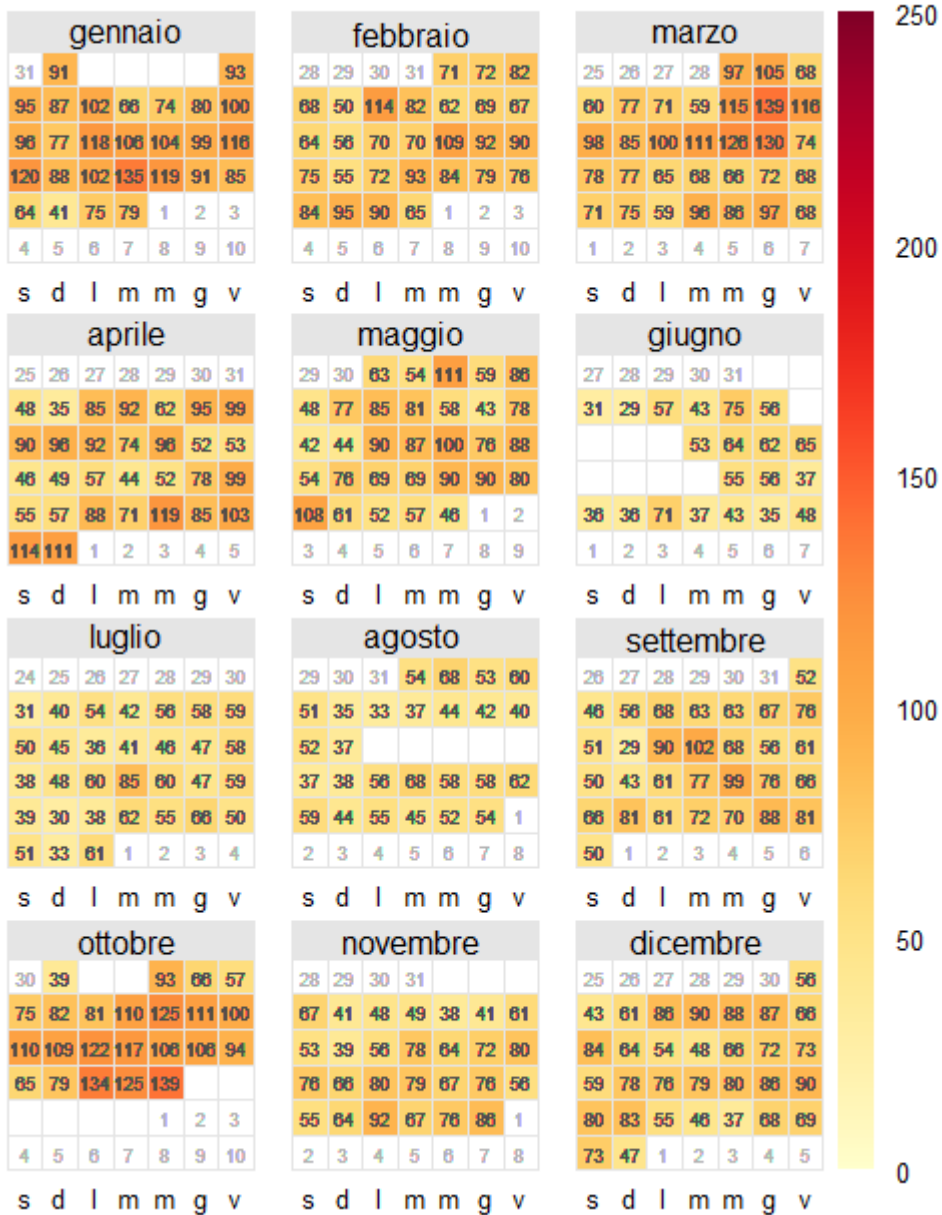


### NO<sub>2</sub>\_max anno 2017

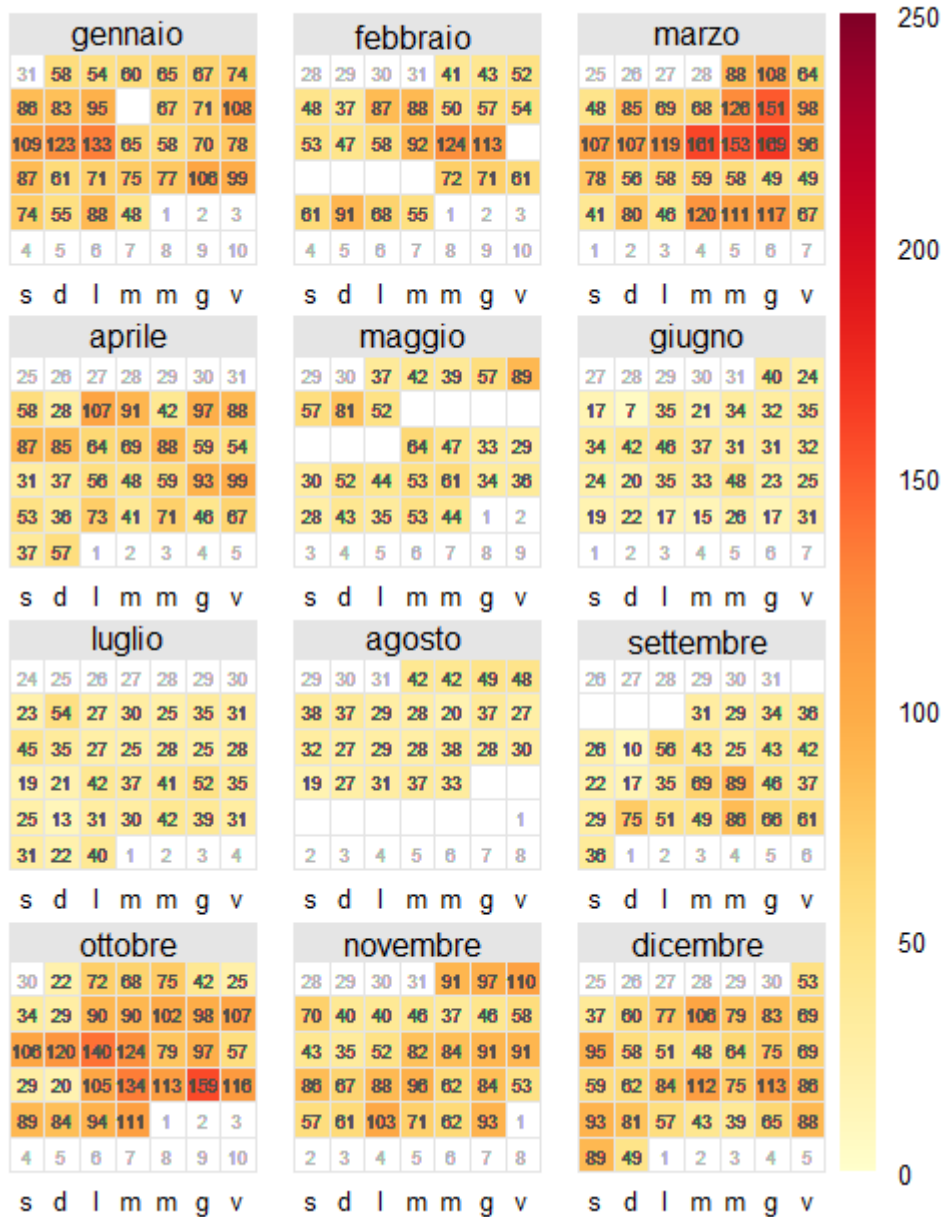


Analogamente al PM10, sono stati elaborati i calendar plot relativi alle concentrazioni massime giornaliere rilevate nelle tre stazioni di misura nel corso dell'anno. Come già evidenziato nei grafici precedenti i picchi di inquinamento si verificano da gennaio a marzo e da ottobre a dicembre. Si noti come nella stazione di fondo urbano di Asti-D'Acquisto le concentrazioni massime relative ad alcune giornate di marzo siano superiori a quelle rilevate nella stazione da traffico di Baussano.

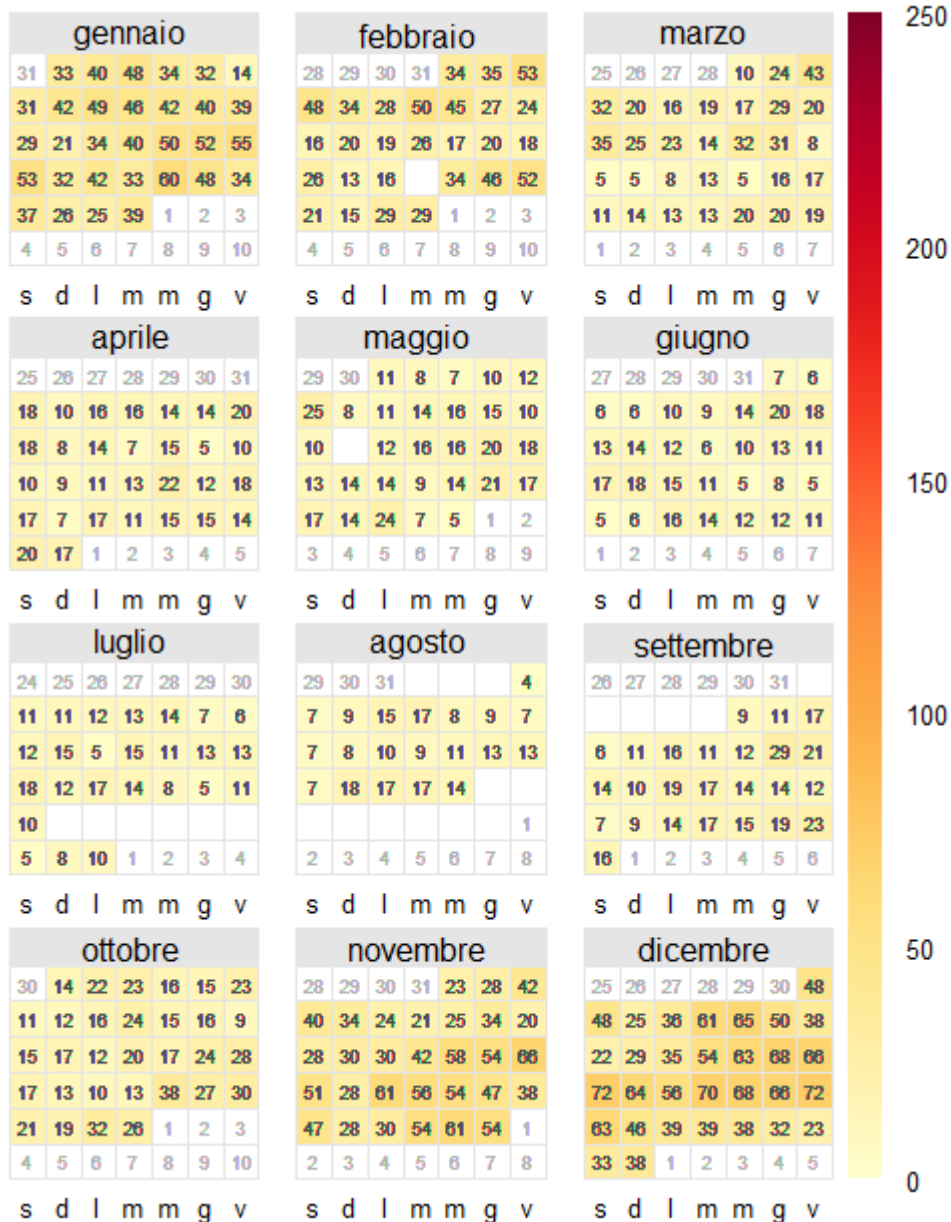
### At\_Baussano in 2017



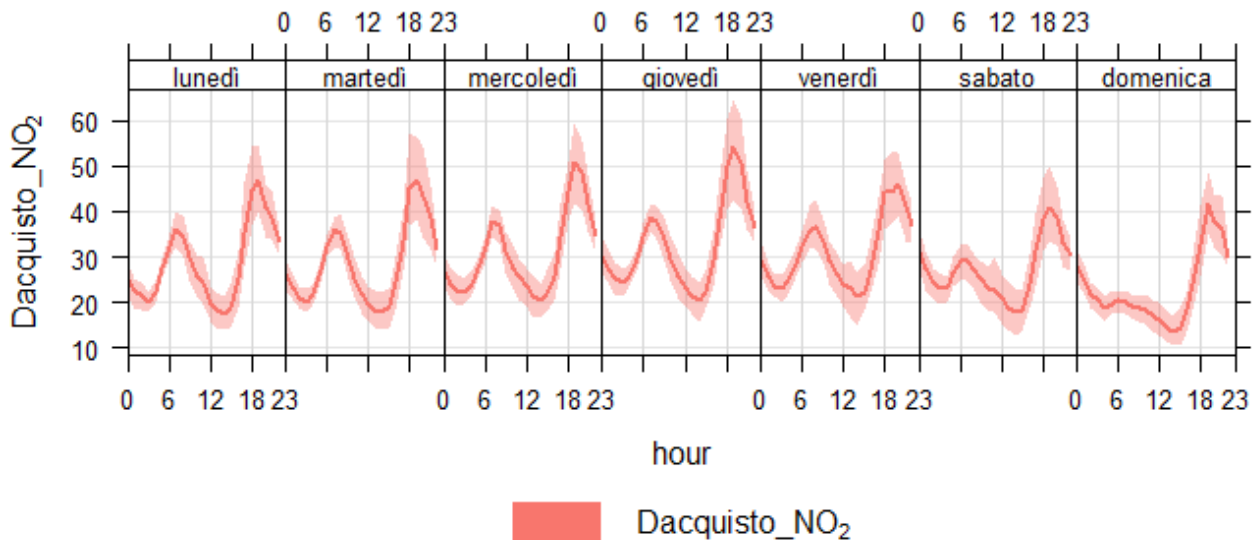
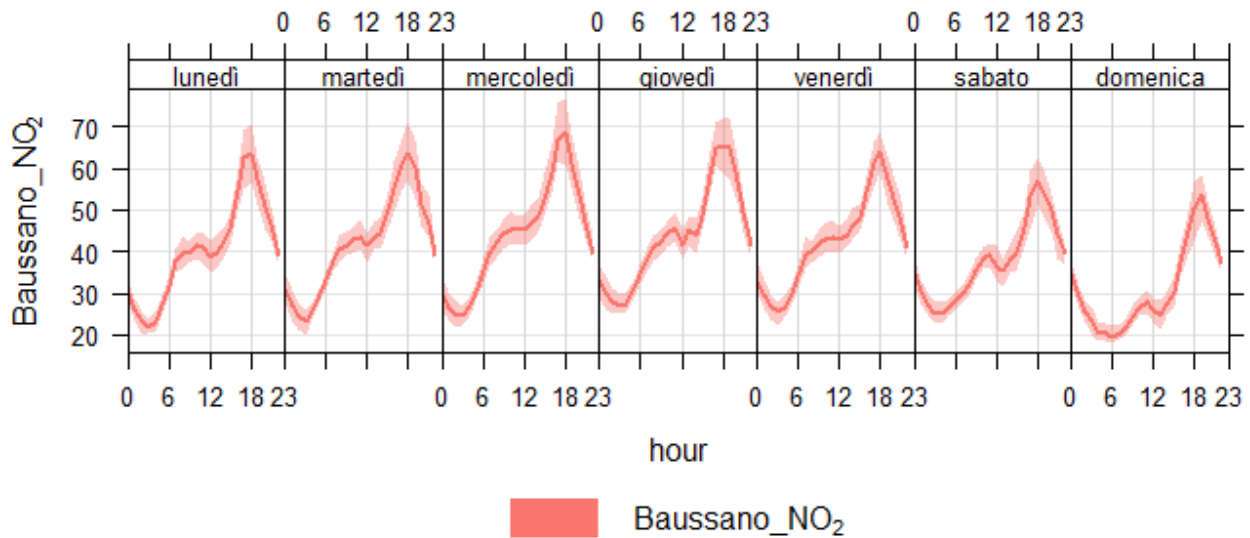
## At\_Dacquisto in 2017



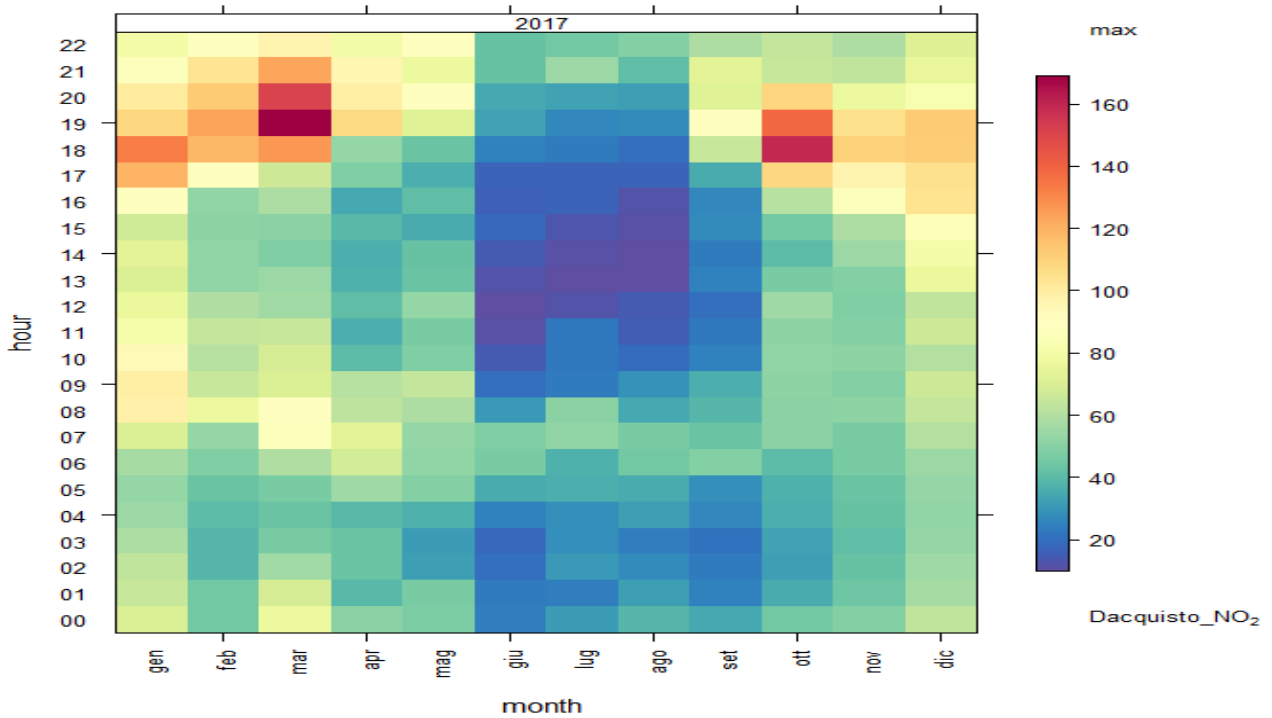
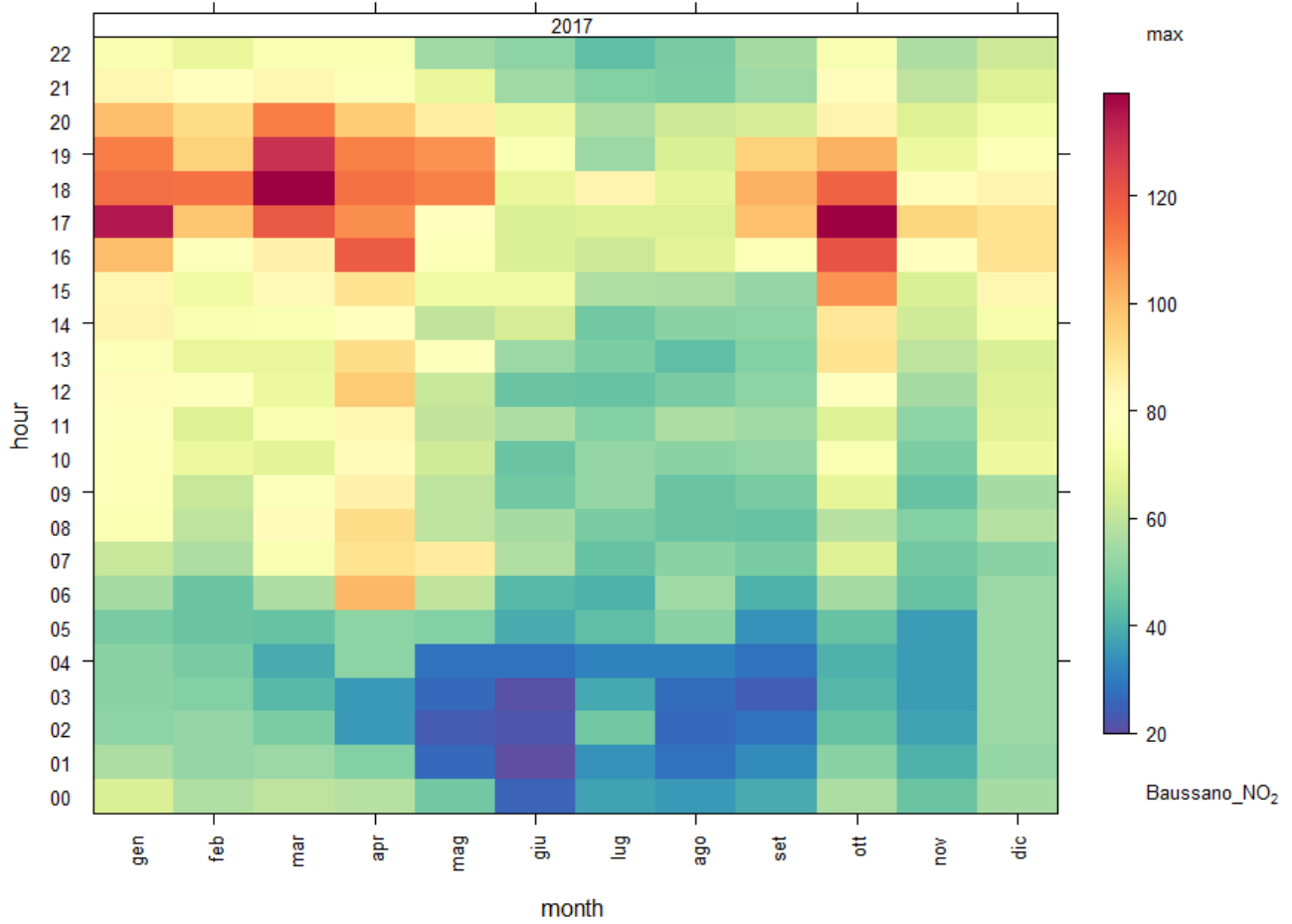
## Vinchio in 2017



Nei grafici delle figure seguenti vengono rappresentati gli andamenti delle settimane medie su base oraria del 2017 relative alle due stazioni urbane calcolate mediando i dati rilevati alla stessa ora di ciascun giorno (le fasce colorate rappresentano gli intervalli di confidenza al 95% della media). La presenza di un picco nelle ore serali e mattutine, in modo più evidente nella stazione di D'Acquisto, evidenzia la l'influenza del traffico sulle concentrazioni dell'inquinante.

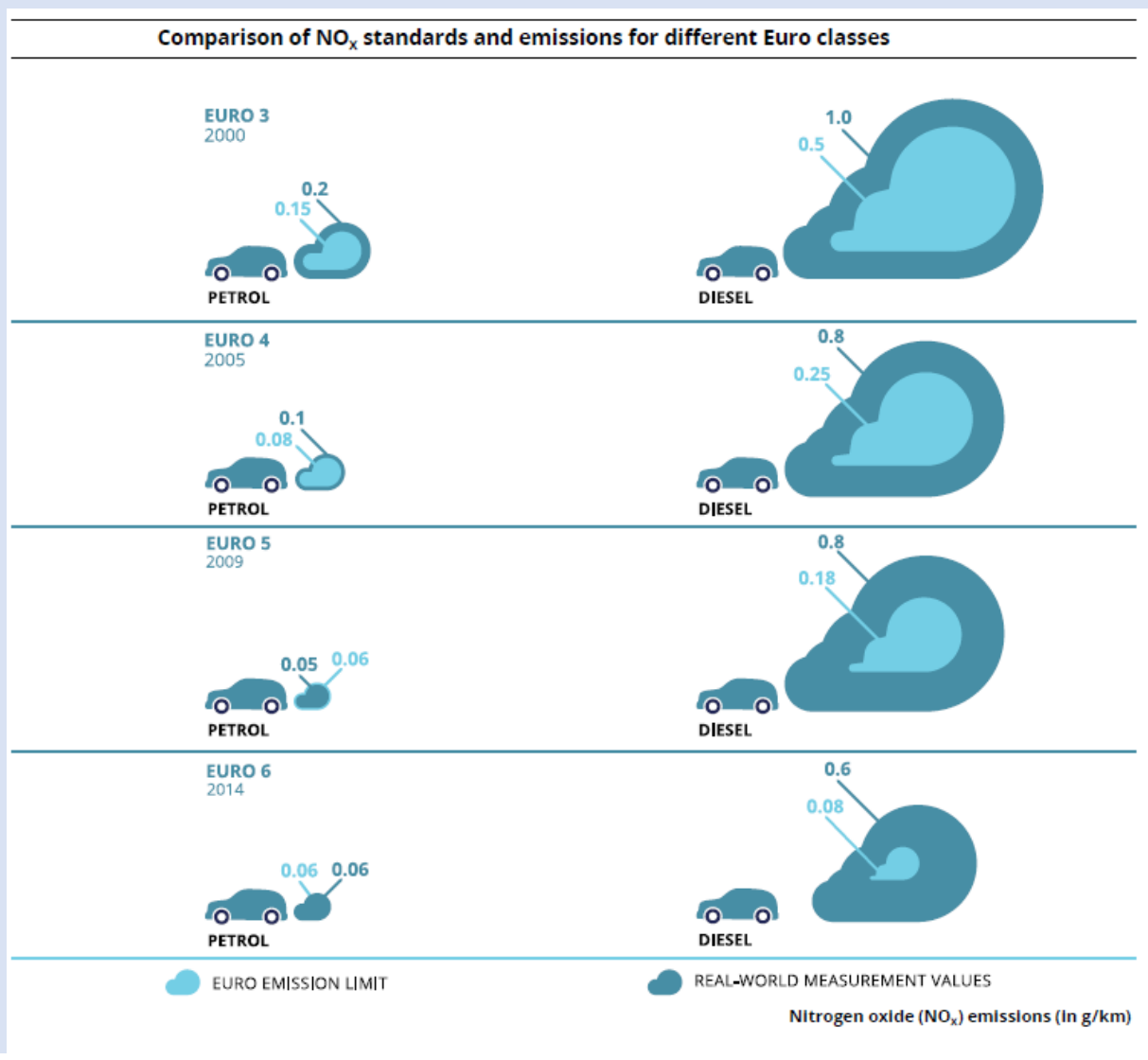


I grafici seguenti, denominati TrendLevel, evidenziano mensilmente in quali ore del giorno si concentrano i picchi di inquinamento relativi all'inquinante nelle stazioni urbane presenti ad Asti. Relativamente alla stazione da traffico le concentrazioni massime sono tutte concentrate nella fascia serale dalle 17 alle 20, in particolare da gennaio a aprile e nel mese di ottobre. Per quanto riguarda la stazione di D'Acquisto invece l'intervallo dove vengono misurate le concentrazioni più elevate risulta spostato di un'ora, dalle 18 alle 21, in corrispondenza dei mesi gennaio-febbraio-marzo e ottobre



I trasporti sono il settore che emette la maggior quantità di NO<sub>x</sub>, pari al 46% del totale delle emissioni dell'UE, seguita dai settori energia e industria, che contribuiscono rispettivamente per il 22% ed il 15%. Le concentrazioni più elevate si riscontrano infatti nelle stazioni da traffico per via delle emissioni degli autoveicoli che sono a livello del suolo, rispetto, ad esempio, alle emissioni industriali che, essendo a quote più elevate, vengono maggiormente diluite prima di raggiungere il suolo. Nel periodo 2003-2012, le emissioni di NO<sub>x</sub> dei trasporti sono diminuite del 34%, mentre le emissioni del settore energia sono diminuite del 29%. Alla diminuzione delle emissioni di NO<sub>x</sub> (-30%) non corrisponde una eguale diminuzione di NO<sub>2</sub> (-18%) per effetto delle emissioni dirette di NO<sub>2</sub> da veicoli diesel che su strada possono essere di molto superiori rispetto alle prove di laboratorio.

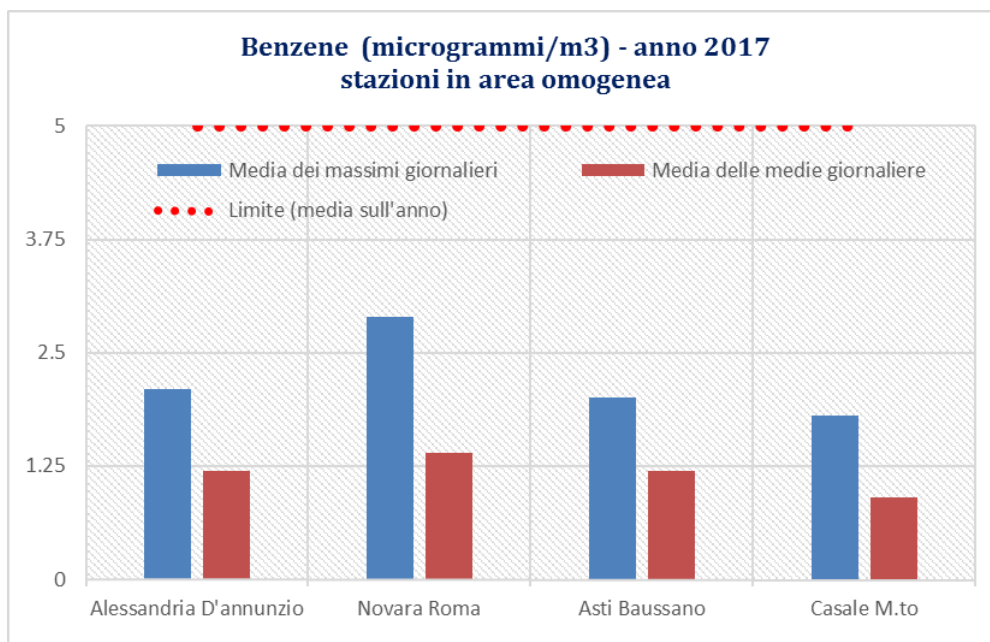
**I maggiori impatti sulla salute dall'esposizione a NO<sub>2</sub> si verificano nelle regioni europee di Benelux, Italia (pianura padana), il Regno Unito (Londra) e Germania (Ruhr).**



Source: EEA, 2016d.

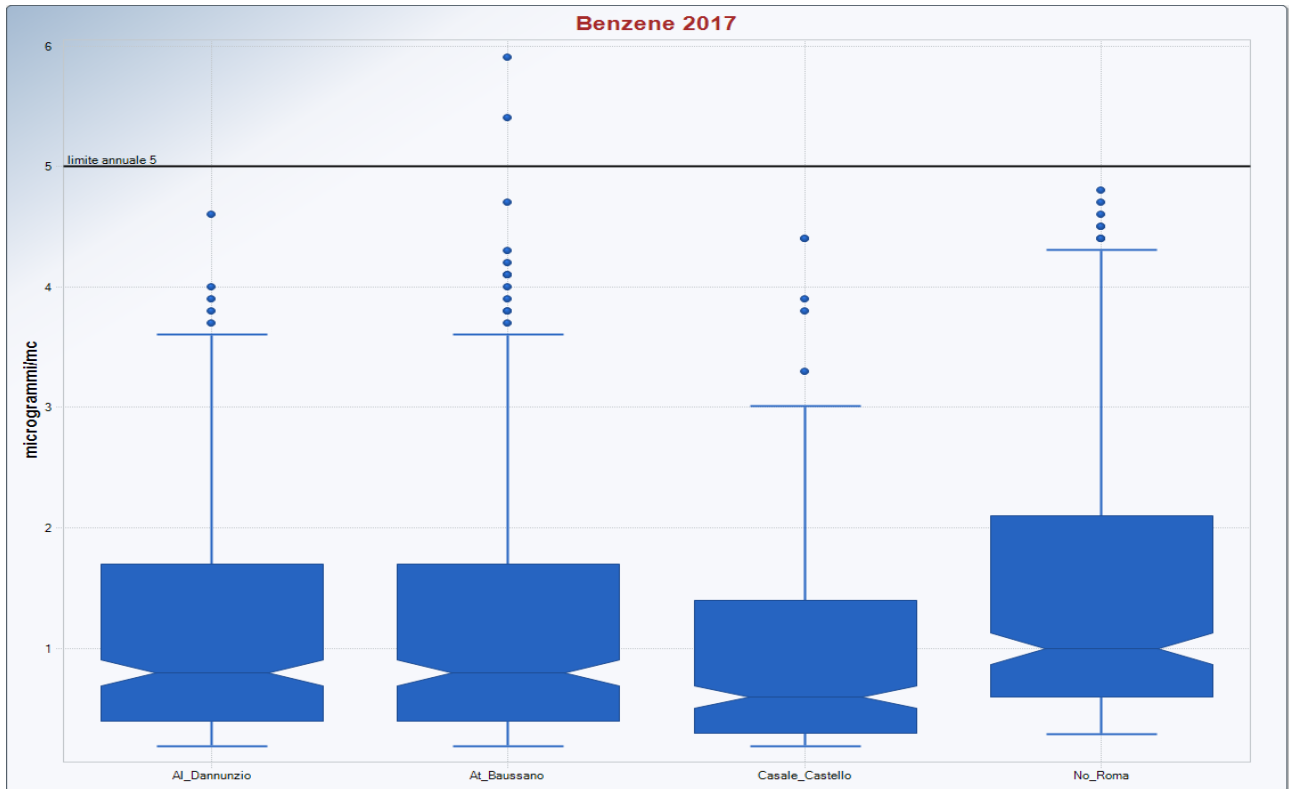
### 3.5 BENZENE E TOLUENE

Gli idrocarburi aromatici si misurano presso la stazione da traffico di Baussano. I parametri misurati sono: benzene, toluene, xileni, etilbenzene. Di questi l'unico soggetto a limite è il benzene in quanto composto altamente tossico e cancerogeno riconosciuto di gruppo I dallo IARC. Le concentrazioni di benzene registrate presso la stazione nel 2017 mostrano livelli ampiamente inferiori al limite di legge di 5 microgrammi/m<sup>3</sup> come media sull'anno e sono del tutto confrontabili con quelle rilevate presso le altre stazioni piemontesi in area omogenea. A partire dal 1996 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.

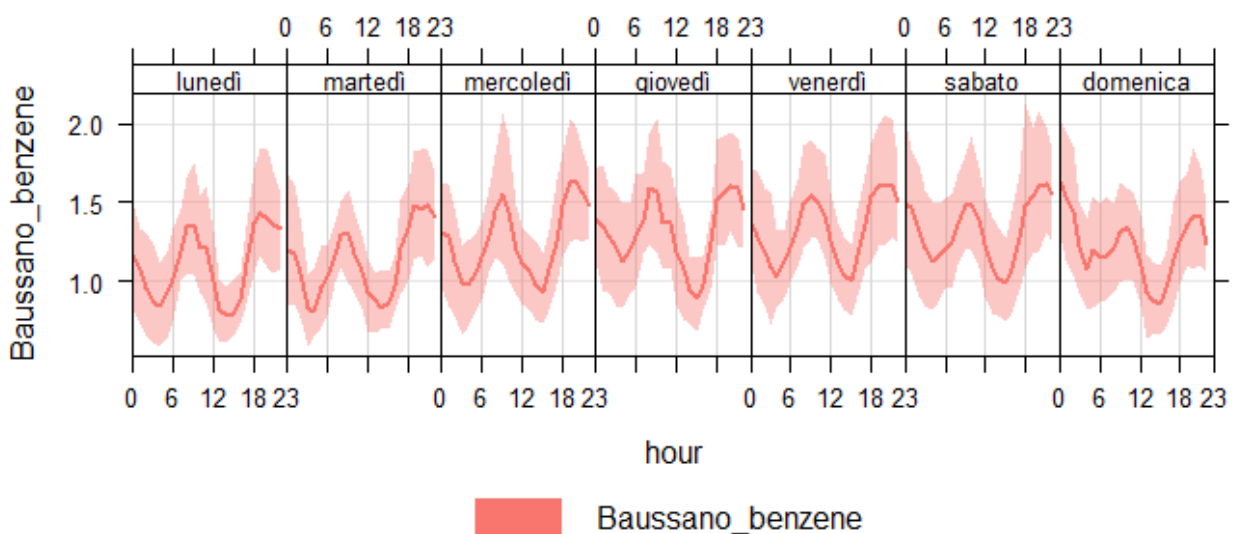


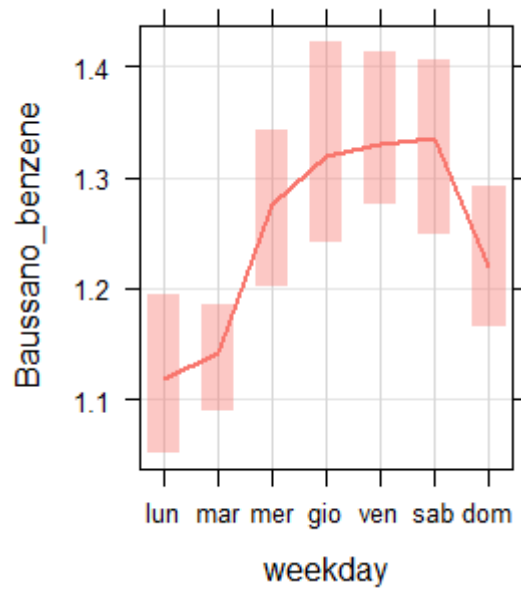
Anche distribuzione statistica dei dati, come evidenziato nel box-plot sottostante, conferma la confrontabilità delle concentrazioni misurate a Baussano con quelle della stazione di Alessandria D'Annunzio. Si segnalano alcuni valori anomali (outlier) e superiori al valore limite annuale, relativi alle giornate invernali del 22 e 23 dicembre 2017 presso la stazione da traffico astigiana.





Il Benzene in ambiente urbano è un tipico marker da traffico. Gli andamenti sulle ore del giorno e sui giorni della settimana mostrano per benzene il contributo del traffico soprattutto nelle ore del mattino (07.00 – 10.00) e della sera (18.00-21.00) con livelli più elevati la sera per effetto concomitante del picco di traffico e dell’inversione termica con schiacciamento degli inquinanti al suolo. Gli andamenti del parametro presso la stazione di Baussano variano a seconda del giorno della settimana: livelli più elevati da mercoledì a sabato a cui si alternano livelli più bassi la domenica e il lunedì’.

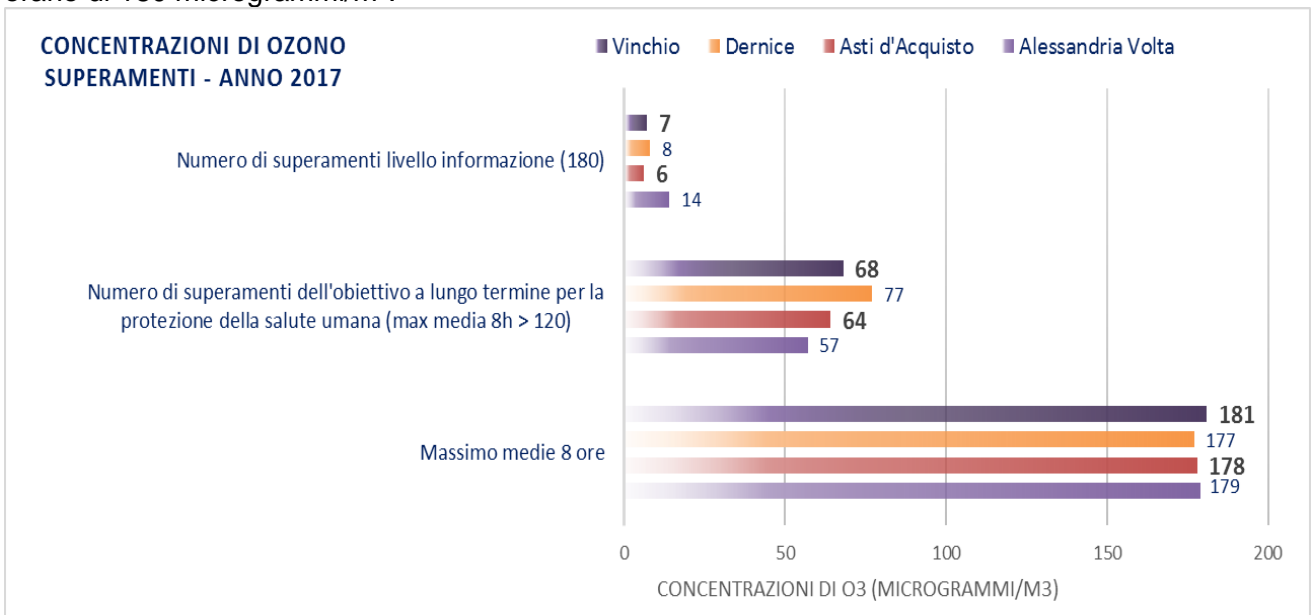




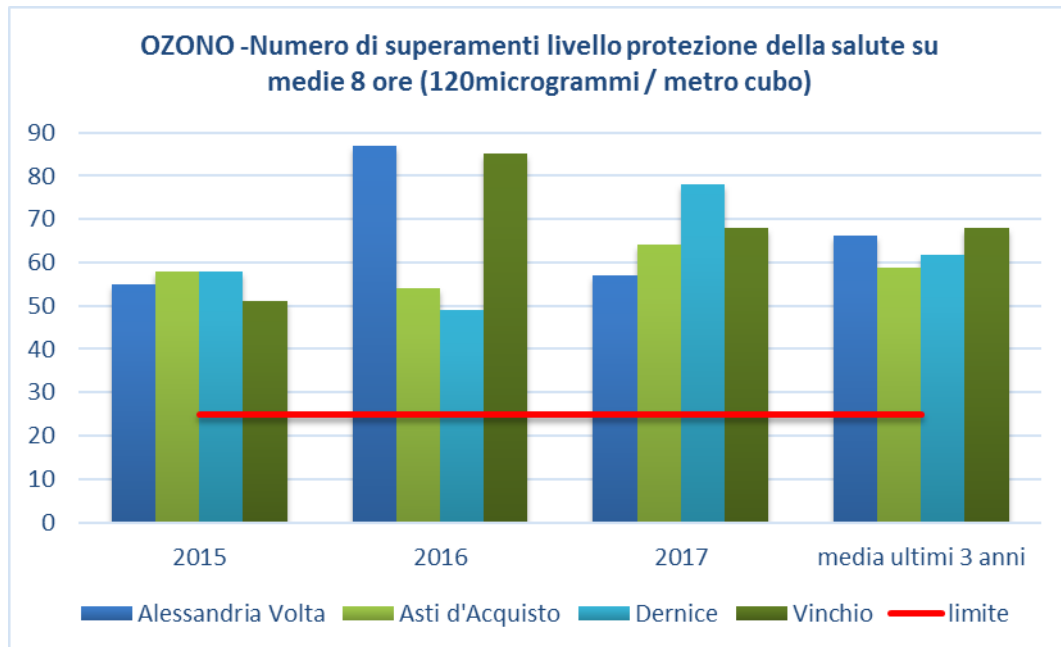
### 3.6 OZONO

L'ozono è soggetto a vari limiti sia per la popolazione che per la salute della vegetazione, essendo un composto estremamente aggressivo, ossidante ed irritante sia per le piante che per l'apparato respiratorio dell'uomo. I limiti di riferimento principali sono il limite di protezione della salute riferito a medie su 8ore che non devono superare i 120 microgrammi/m<sup>3</sup> e la soglia di informazione riferita a media su 1ora che non deve superare i 180 microgrammi/m<sup>3</sup>.

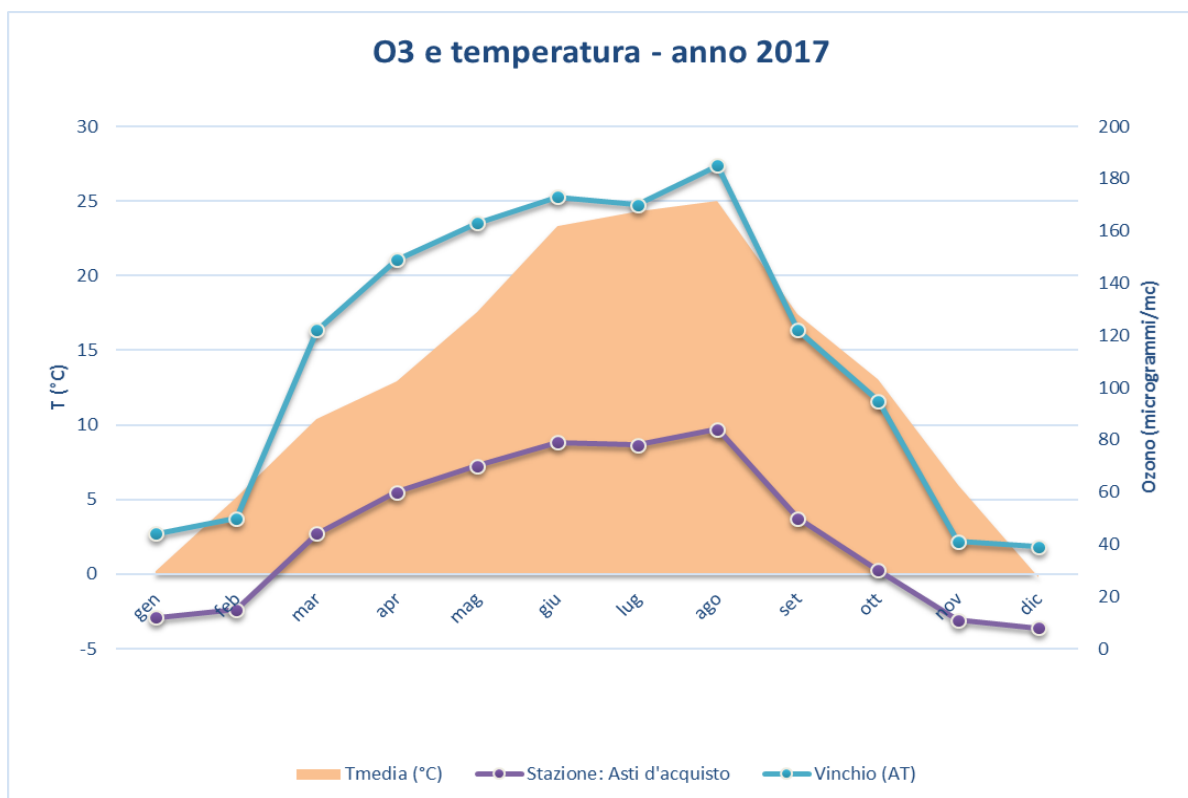
In Provincia di Asti l'ozono viene misurato presso la stazione di fondo urbano di Asti D'Acquisto e di fondo rurale di Vinchio. Nel grafico seguente è illustrato l'andamento dei superamenti nel 2017 nelle due stazioni e nelle stazioni di confronto di Alessandria Volta e Dernice. Come visibile tutte le stazioni considerate presentano condizioni critiche per l'ozono con parecchi superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana e con livelli massimi raggiunti sulle 8 ore attorno a 200 microgrammi/m<sup>3</sup>. Si riscontra anche qualche superamento del limite orario di 180 microgrammi/m<sup>3</sup>.



Mediando i dati registrati nell'ultimo triennio (2015-2016-2017) si osserva il **non raggiungimento dell'obiettivo imposto dalla normativa** (Il valore obiettivo di 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  non deve essere superato per più di 25 volte per anno civile come media su 3 anni). È quindi confermata una spiccata criticità legata a questo inquinante, nonostante la riduzione a livello nazionale delle emissioni di  $\text{NO}_x$  e dei composti organici non metanici (VOCNM), precursori dell'ozono.

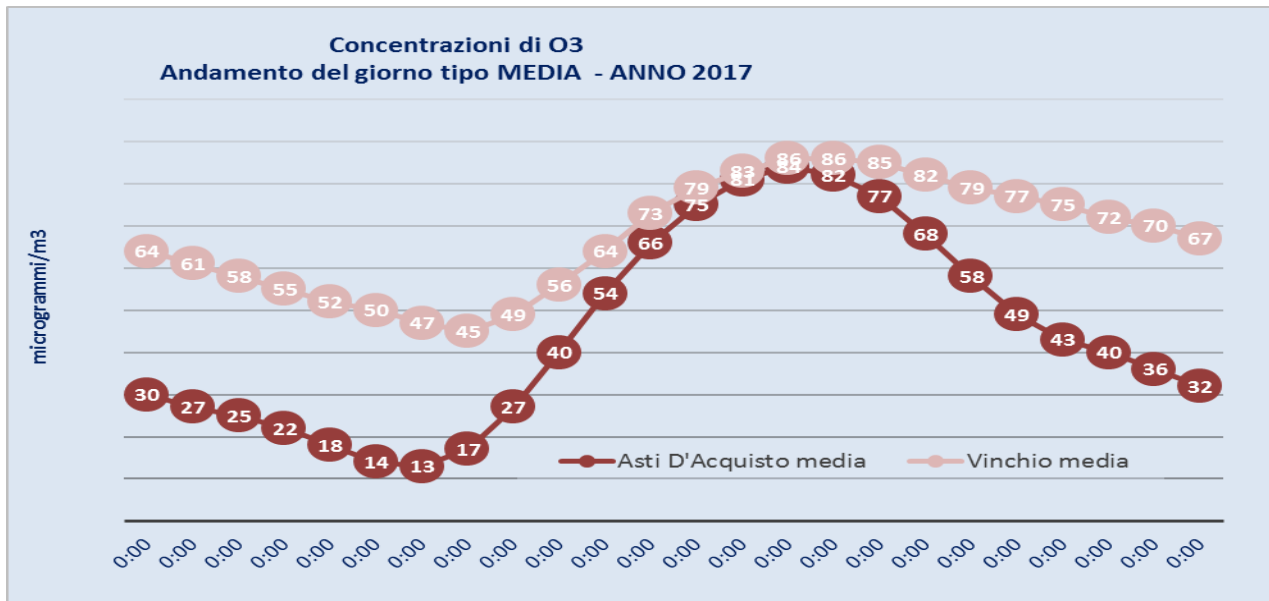


Gli andamenti di ozono variano di anno in anno poiché dipendono fortemente, oltre che dall'inquinamento, anche dall'intensità della radiazione solare e dalle temperature.

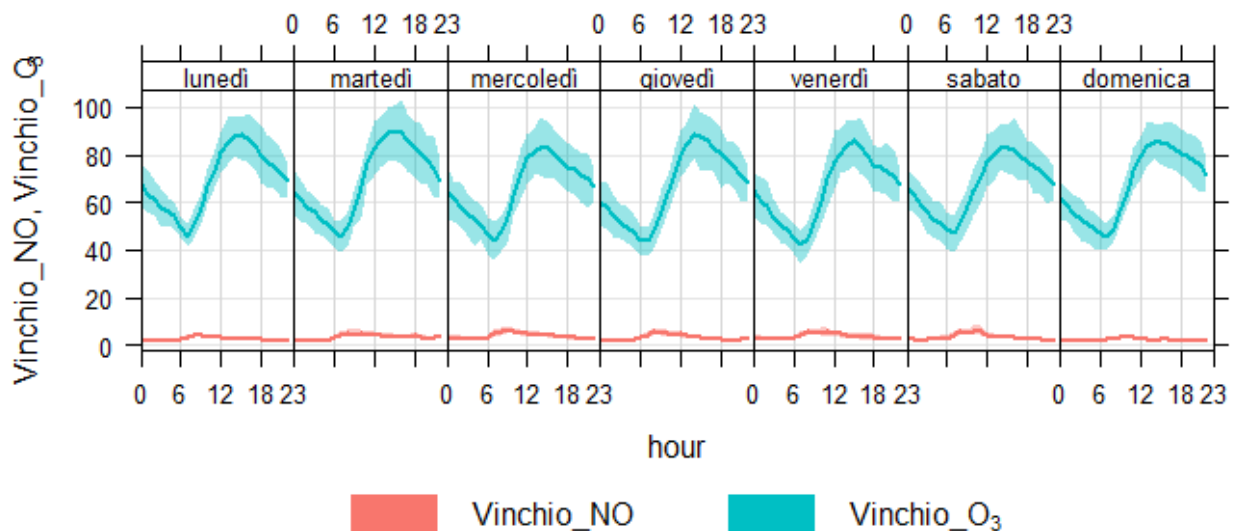
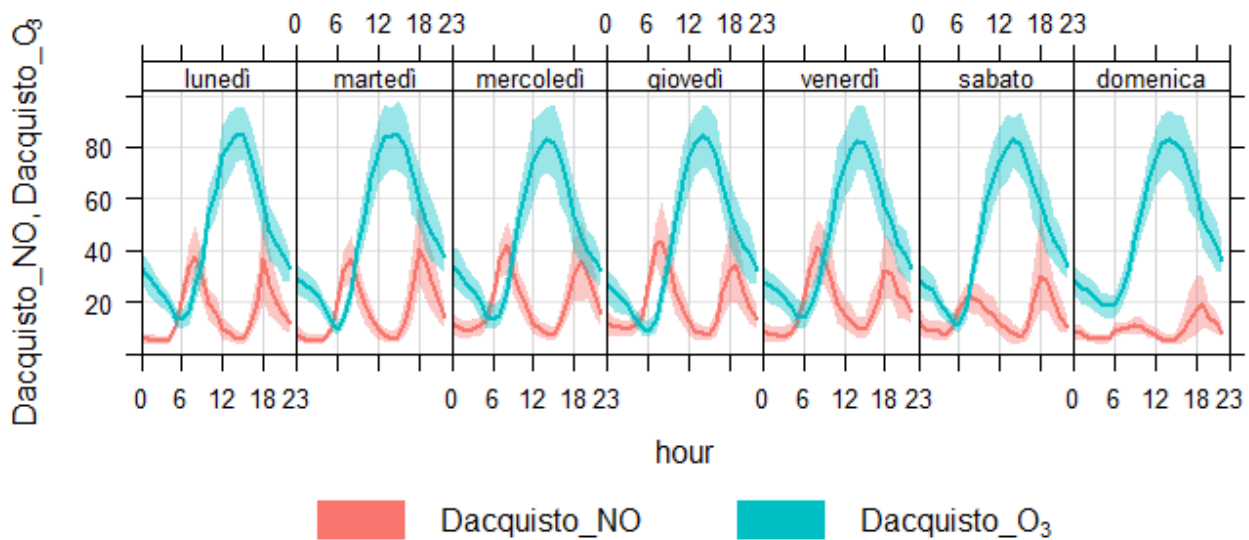


Il giorno medio, ottenuto mediando tutti i valori corrispondenti ad una stessa ora nell'arco di un anno, mostra l'andamento tipico "a campana" dell'ozono con massimi nelle ore centrali della giornata corrispondenti alla massima irradiazione solare e minimi nelle ore notturne ove avviene la dissociazione dell'inquinante.

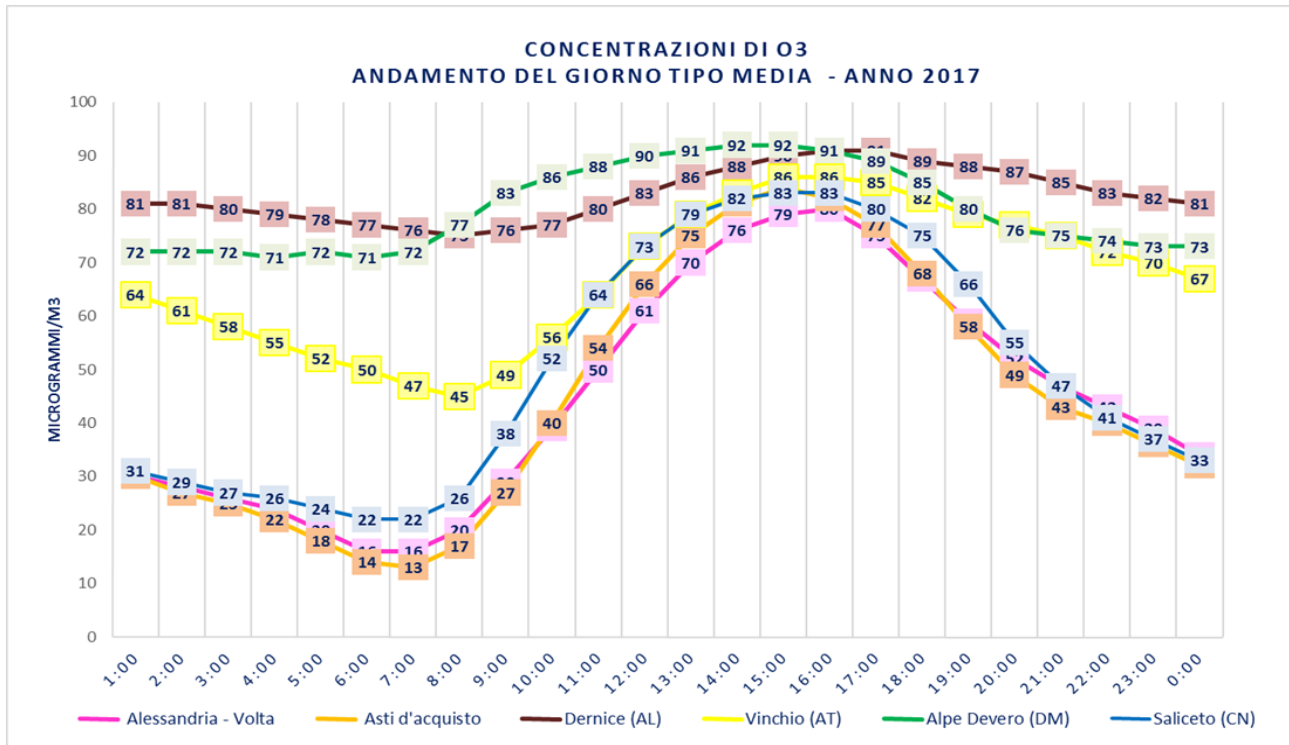
Tuttavia i profili relativi alle due stazioni appaiono diversi: nella stazione di Vinchio si può osservare il tipico andamento delle zone rurali dove anche nelle ore notturne i livelli di Ozono si mantengono elevati a causa della maggiore stabilità della molecola che non viene "consumata" come in contesti urbani da alti livelli di NO. **Le maggiori concentrazioni di Ozono si trovano dunque nelle località più periferiche della città o in zone remote meno inquinate.**



Gli andamenti delle settimane tipo per i due inquinanti presso Asti e Vinchio vengono confrontati nei due grafici seguenti ove è ben visibile lo stretto legame esistente tra le due molecole che risultano "anticorrelate" in contesti urbani, mentre in aree rurali le concentrazioni di Ozono non subiscono il caratteristico processo di abbattimento ad opera dell'ossido di azoto e, come già detto, rimangono elevate anche nelle ore notturne.

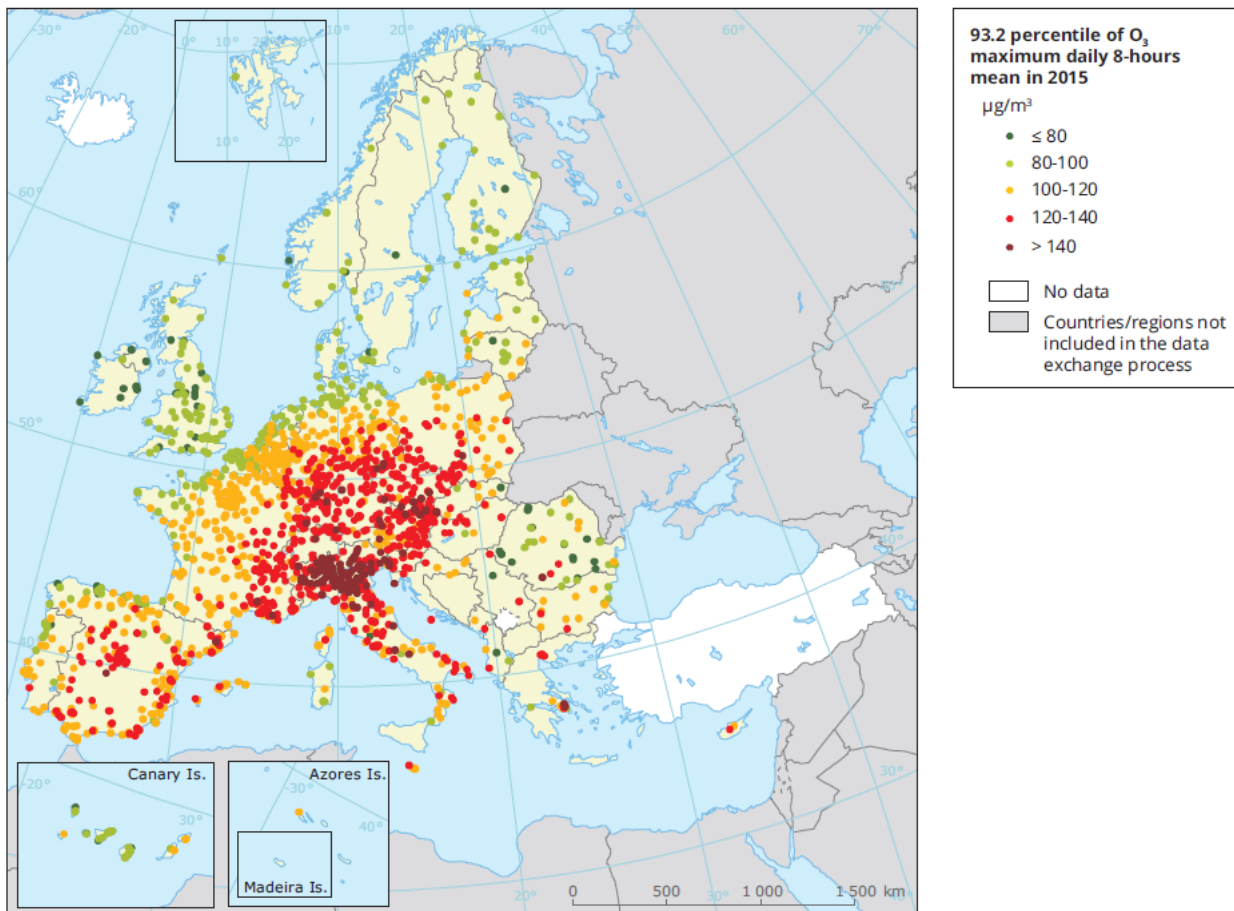


Confrontando alcune stazioni di misura dell'ozono presenti in Piemonte a varie quote altimetriche, si nota come i livelli siano elevati in pianura come in montagna e come il profilo degli andamenti nelle ore del giorno muti al variare della quota. Le stazioni di pianura (Asti, Alessandria) presentano il caratteristico profilo "a campana" con massimi diurni in corrispondenza del massimo irraggiamento solare e minimi notturni; Saliceto (CN) e Vinchio (AT) in zona di prima collina (250-300m s.l.m.) cominciano ad avere un profilo più smussato con minimi e massimi più alti, infine Dernice (AL) in alta collina (580m s.l.m.) e Alpe Devero (VB) in zona montana (1600m s.l.m.) presentano andamenti quasi piatti con l'ozono che non decresce mai nemmeno di notte per i motivi più sopra richiamati.



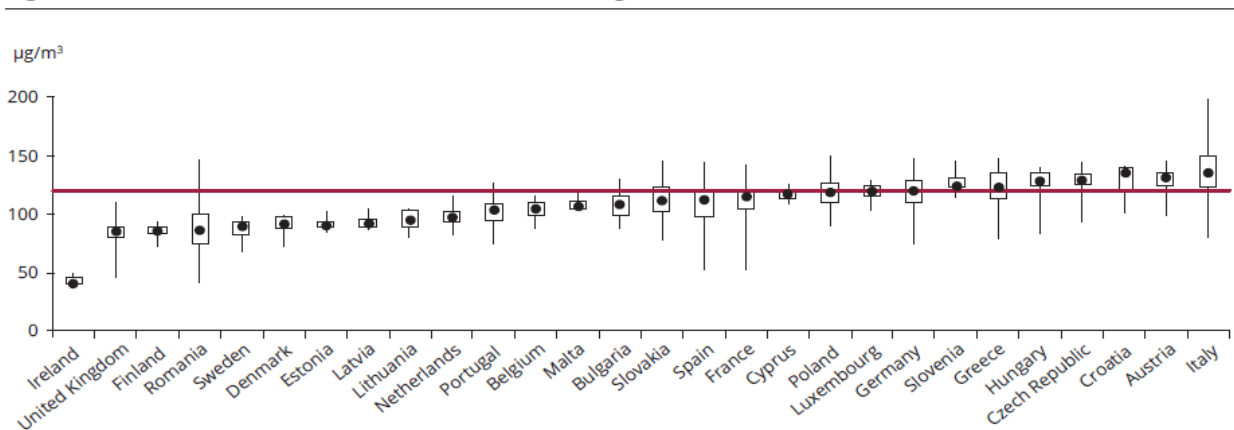
L'inquinamento da ozono estivo è estremamente diffuso. Gli studi europei dell'EEA (European Environment Agency) già da anni segnalano il problema di inquinamento da ozono che dalle zone urbanizzate si sposta in aree remote e ne risulta particolarmente interessato tutto l'arco alpino. Dalle analisi della EEA non emerge alcuna chiara tendenza per le concentrazioni di Ozono negli ultimi 10 anni. Sebbene l'ozono sia critico in molte parti d'Europa, **la pianura padana, a causa del traffico e della elevata urbanizzazione, presenta i livelli peggiori in Europa.** Le attuali eccessive concentrazioni di ozono in Europa incidono negativamente sulla salute umana e sulla crescita della vegetazione e le rese dei raccolti, riducendo l'assorbimento di anidride carbonica delle piante con conseguenti danni economici all'agricoltura.

**Map 5.1 Concentrations of O<sub>3</sub> in 2015**



Fonte: EEA Air Quality Report 2017

**Figure 5.1 O<sub>3</sub> concentrations in relation to the target value in 2015 in the EU-28**



### 3.7 METALLI

I metalli pesanti costituiscono una classe di sostanze inquinanti estremamente diffusa nelle varie matrici ambientali. La loro presenza in aria, acqua e suolo può derivare sia da fenomeni naturali (erosione, eruzioni vulcaniche) che da tutte attività antropiche (traffico, processi industriali, incenerimento rifiuti). Riguardo l'inquinamento atmosferico i metalli normati sono: As (arsenico), Cd (cadmio), Ni (nichel) e Pb (piombo) che sono veicolati dal particolato atmosferico. Questi sono di particolare rilevanza sotto il profilo tossicologico: i composti del nichel e del cadmio sono classificati dalla Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro come cancerogeni per l'uomo.

Di seguito si riportano i risultati delle analisi sui metalli effettuate sui filtri di deposizione del PM10 campionati nelle stazioni di Vinchio dal 2010 al 2017 e un primo report a partire dal mese di settembre 2017, delle concentrazioni di metalli su PM10 relativi alla stazione di Asti-Baussano.

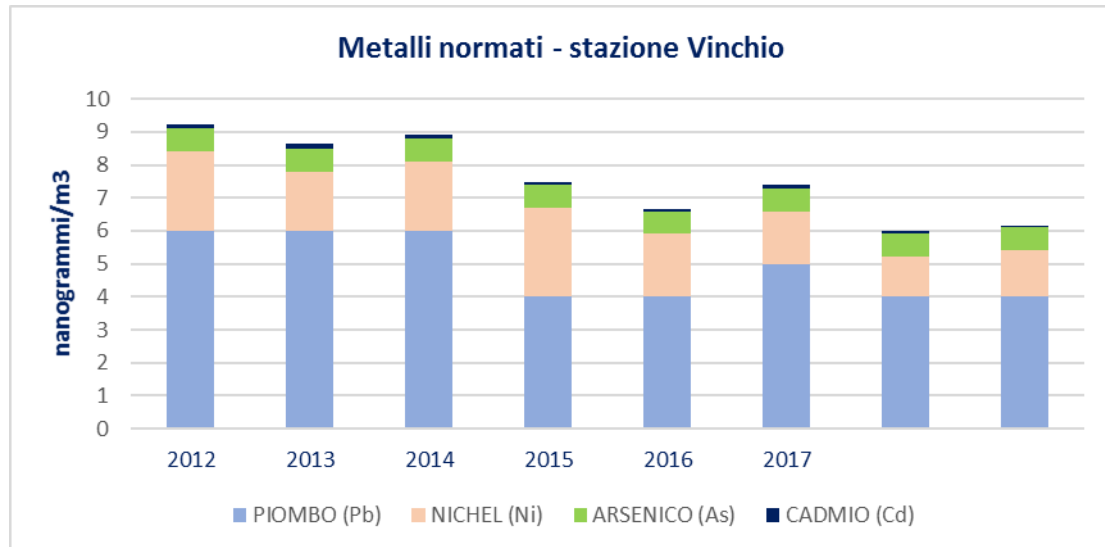
Stazione Vinchio Metalli - Media annuale (nanogrammi/m <sup>3</sup> )	PIOMBO (Pb)	ARSENICO (As)	CADMIO (Cd)	NICHEL (Ni)
2010	6	0.7	0.12	2.4
2011	6	0.7	0.14	1.8
2012	6	0.7	0.13	2.1
2013	4	0.7	0.08	2.7
2014	4	0.7	0.07	1.9
2015	5	0.7	0.10	1.6
2016	4	0.7	0.10	1.2
2017	4	0.7	0.07	1.4
<b>Limite annuale</b>	<b>500</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>20</b>

Stazione Baussano Metalli - Media mensile 2017 (nanogrammi/m <sup>3</sup> )	PIOMBO (Pb)	ARSENICO (As)	CADMIO (Cd)	NICHEL (Ni)
Settembre 2017	4	0.7	0.1	1,5
Ottobre 2017	9	0.7	0.2	2,9
Novembre 2017	10	0.7	0.2	1,8
Dicembre 2017	12	0.7	0.2	2
<b>Limite annuale</b>	<b>500</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>20</b>

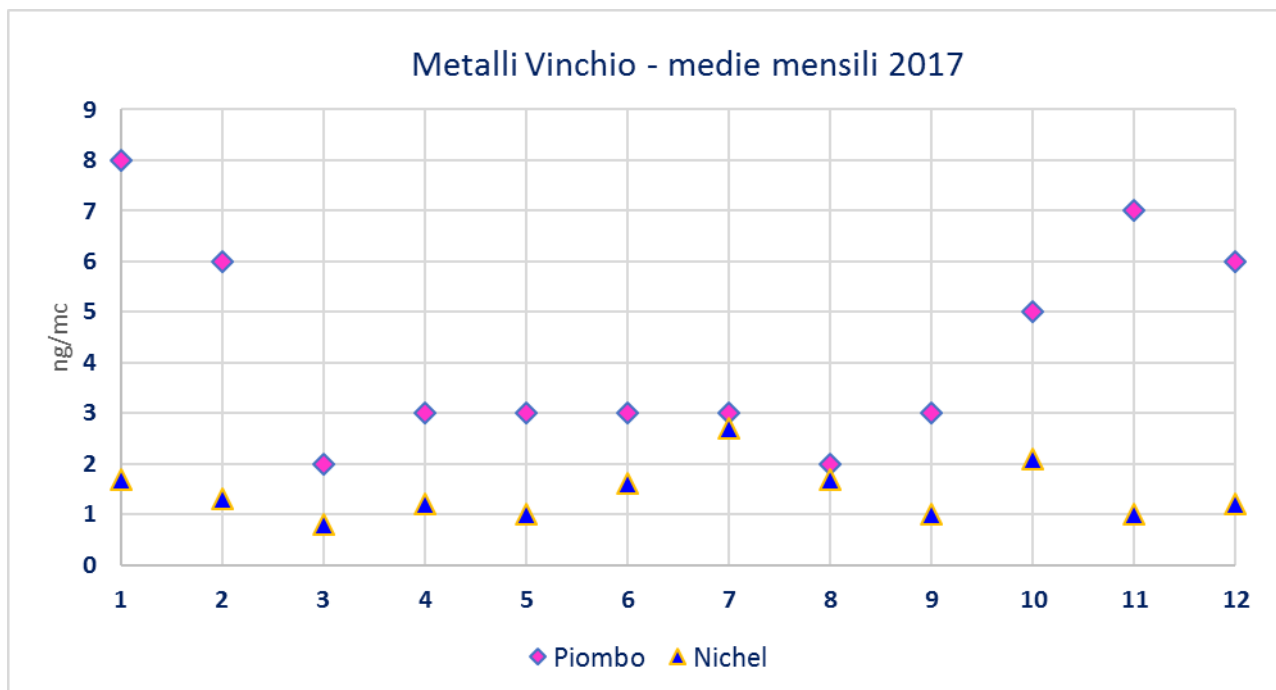
I valori si riferiscono alla media sull'anno solare da confrontarsi con limiti di legge. Relativamente alla stazione di Vinchio i **valori rilevati sull'anno sono tutti inferiori ai parametri di legge e si nota una progressiva e significativa riduzione dei parametri negli anni almeno per alcuni metalli quali Nichel e Piombo.**

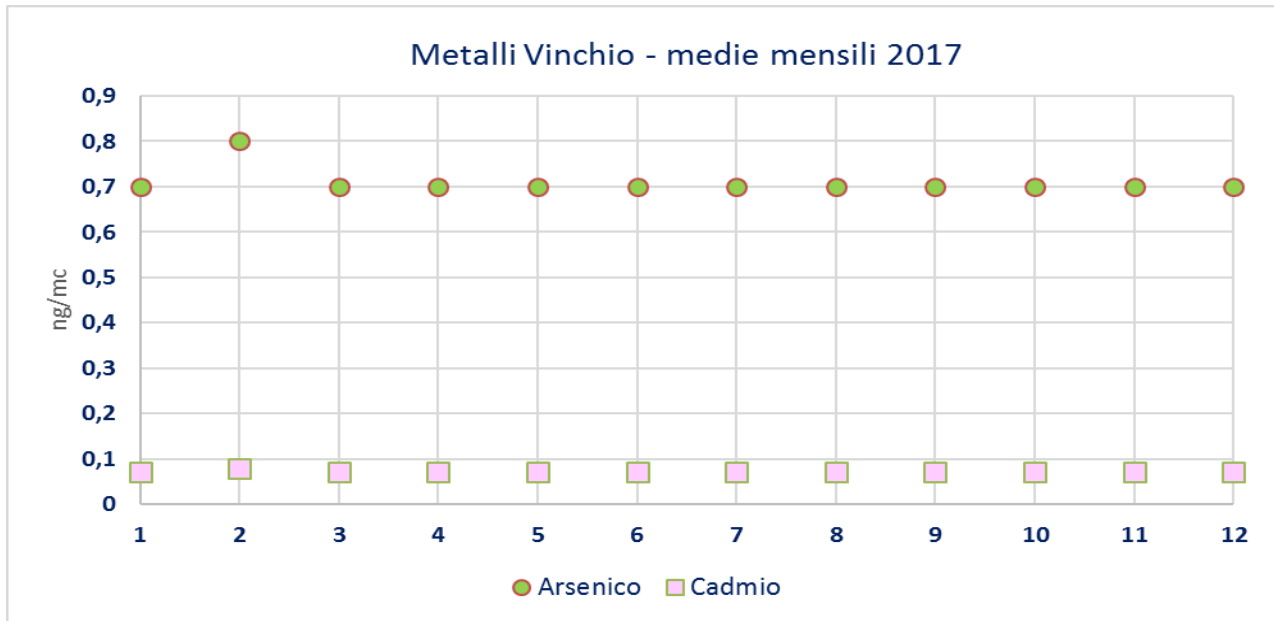
Il grafico sottostante riporta l'andamento dei metalli negli anni che denota una diminuzione dei valori.





Si noti la variabilità stagionale dei metalli nel particolato che varia a seconda dell'inquinante considerato: nel caso del Piombo le concentrazioni risultano maggiori in autunno-inverno rispetto al periodo estivo-primaverile, per il Nichel la variabilità è random, mentre per Arsenico e Cadmio non si evidenzia un comportamento stagionale.





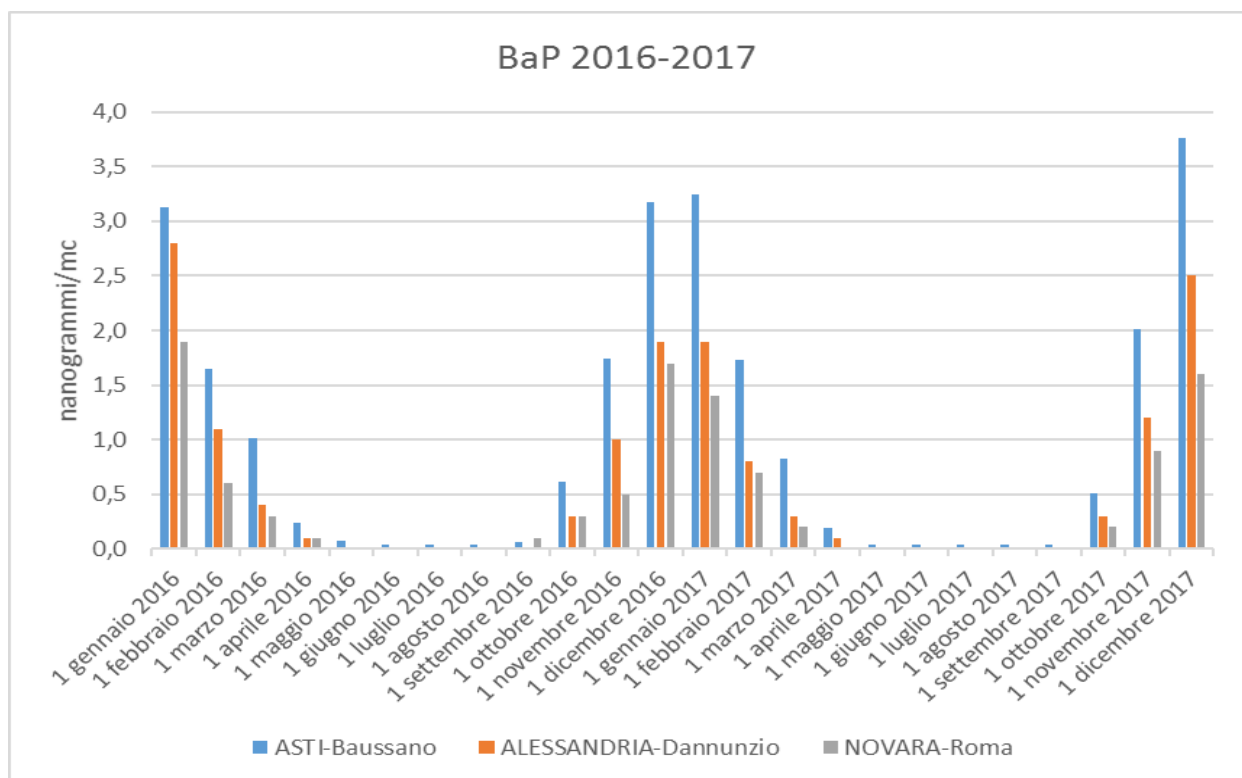
### 3.8 IPA

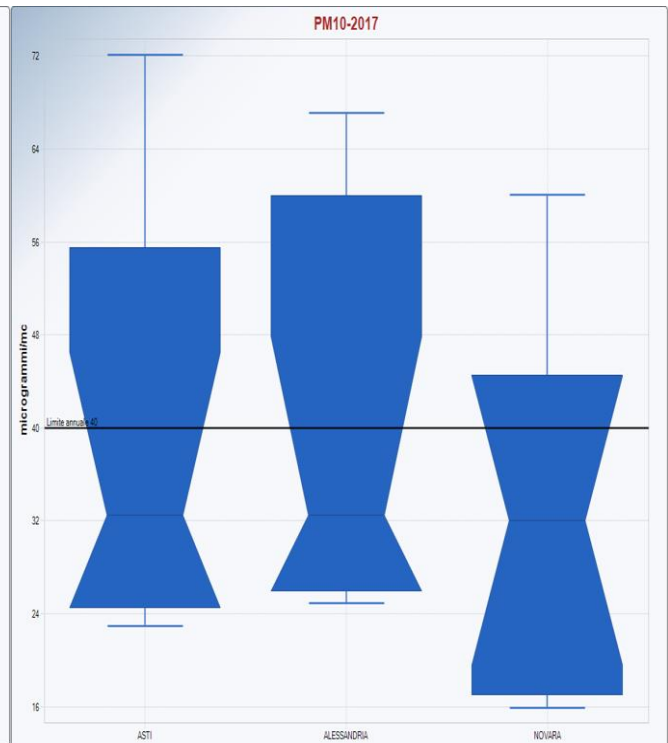
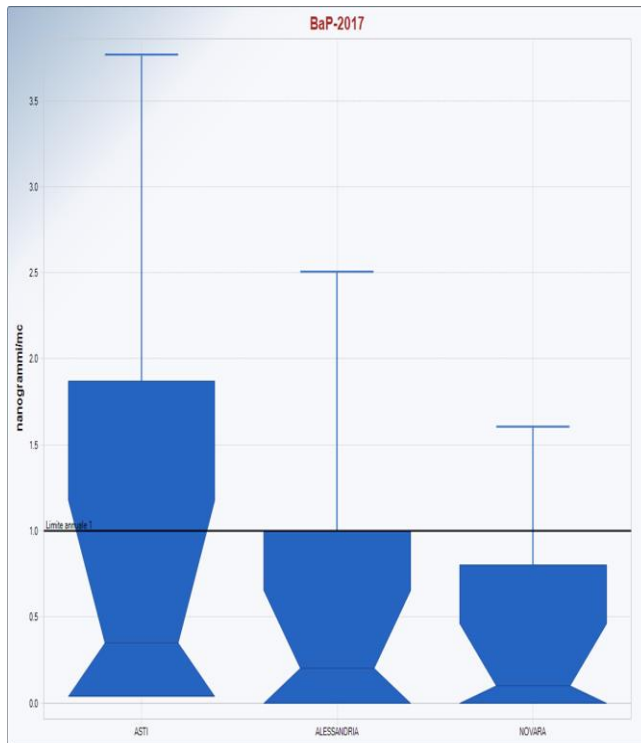
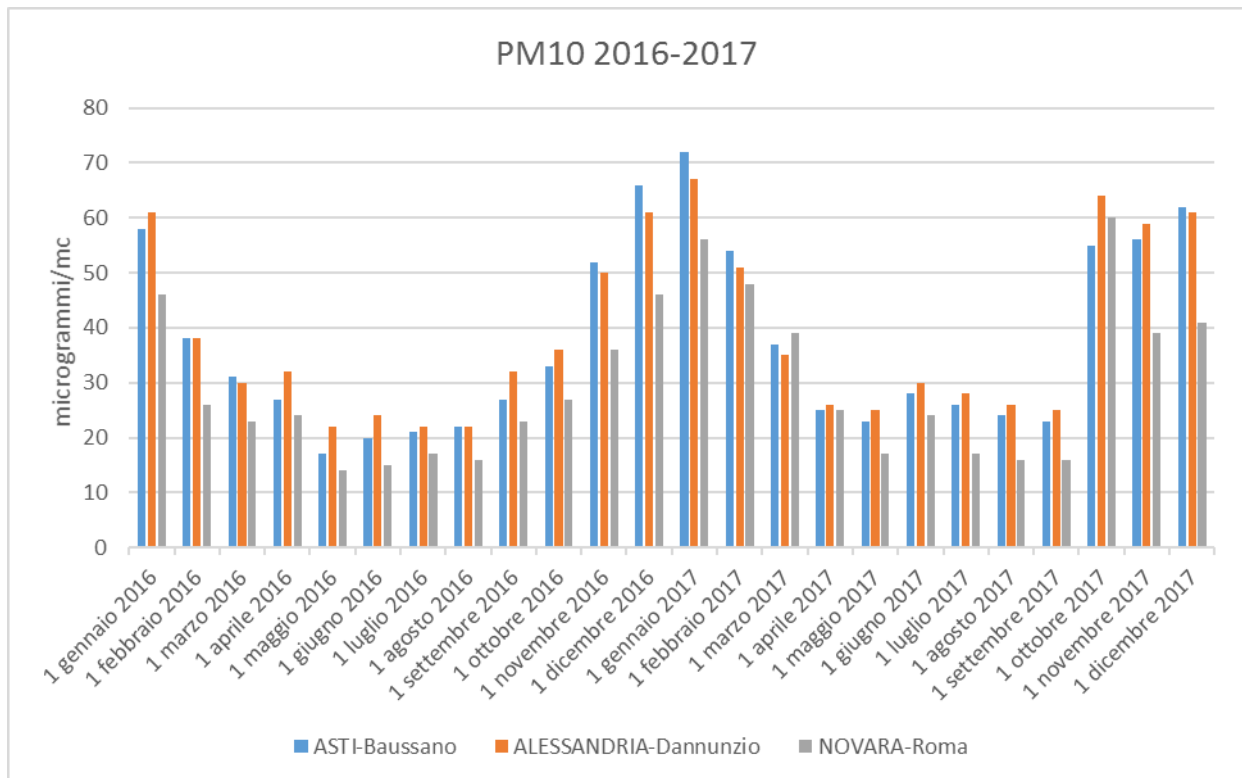
Gli idrocarburi policiclici aromatici, noti come **IPA**, sono un importante gruppo di composti organici caratterizzati dalla presenza di due o più anelli aromatici condensati. Gli IPA presenti in aria ambiente si originano da tutti i processi che comportano la combustione incompleta e/o la pirolisi di materiali organici. Le principali fonti di emissione in ambito urbano sono costituite dagli autoveicoli alimentati a benzina o gasolio e dalle combustioni domestiche e industriali che utilizzano combustibili solidi o liquidi. Negli autoveicoli alimentati a benzina l'utilizzo di marmitte catalitiche riduce l'emissione di IPA dell'80-90%. A livello di ambienti confinati il fumo di sigaretta e le combustioni domestiche possono costituire un'ulteriore fonte di inquinamento da IPA. **La diffusione della combustione di biomasse per il riscaldamento domestico, se da un lato può comportare benefici in termini di bilancio complessivo di gas serra, dall'altro va tenuta attentamente sotto controllo in quanto la quantità di IPA emessi da un impianto domestico alimentato a legna è 5 -10 volte maggiore di quella emessa da un impianto alimentato con combustibile liquido (kerosene, gasolio da riscaldamento, etc). In termini di massa gli IPA costituiscono una frazione molto piccola del particolato atmosferico rilevabile in aria ambiente (< 0,1%) ma rivestono un grande rilievo tossicologico, specialmente quelli con 5 o più anelli, e sono per la quasi totalità adsorbiti sulla frazione di particolato con diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µm. In particolare il benzo(a)pirene (o 3,4-benzopirene), che è costituito da cinque anelli condensati, viene utilizzato quale indicatore di esposizione in aria per l'intera classe degli IPA.** Il D.lgs. 152/2007 individua anche altri sei idrocarburi policiclici aromatici di rilevanza tossicologica che vanno misurati al fine di verificare la costanza dei rapporti tra la loro concentrazione e quella del benzo(a)pirene stesso. Di seguito si riportano i risultati delle analisi di IPA effettuate sui filtri di deposizione del PM10 campionati nelle stazioni di Baussano dal 2012 al 2017 e di Vinchio dal 2010 al 2017. I valori si riferiscono alla media sull'anno solare.

Stazione	Benzo(a)pirene	Benzo(a)antracene	Benzo(b+j+k)fluorantene	Indeno
AT_Baussano				
IPA - Media annuale (nanogrammi/m <sup>3</sup> )				
2012	1.2	1.2	2.7	1.0
2013	0.9	0.9	2.5	0.8
2014	0.9	0.7	2.3	1.0
2015	1.2	0.8	2.7	1.1
2016	1.0	0.7	2.4	0.9
2017	1.0	0.9	2.4	1.0
<b>Limite annuale</b>	<b>1.00</b>			

Stazione Vinchio IPA - Media annuale (nanogrammi/m <sup>3</sup> )	Benzo(a)pirene	Benzo(a)antracene	Benzo(b+j+k)fluorantene	Indeno
2010	0.4	0.3	1.3	0.5
2011	0.4	0.4	1.3	0.5
2012	0.5	0.6	1.4	0.5
2013	0.3	0.4	1.3	0.4
2014	0.3	0.2	1.1	0.5
2015	0.4	0.2	1.2	0.5
2016	0.4	0.2	1.2	0.5
2017	0.4	0.3	0.9	0.4
<b>Limite annuale</b>	<b>1.00</b>			

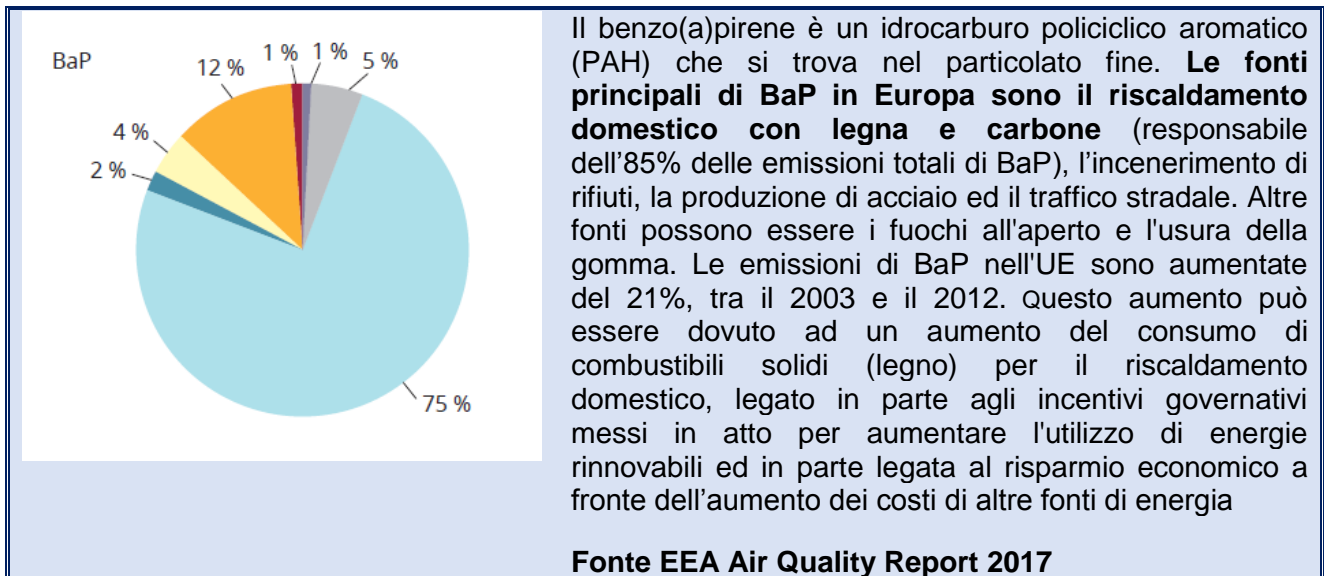
Come ben visibile le concentrazioni di Benzo(a)pirene determinate sui filtri di PM10 campionati nella stazione fissa di Asti-Baussano e riguardanti l'ultimo quinquennio, mostrano una "spiccata" criticità nel sito, con ripetuti superamenti del limite annuale di 1 ng/m<sup>3</sup>. Tale superamento risulta anomalo rispetto ai dati rilevati in analoghi contesti urbani piemontesi. Il confronto con le concentrazioni determinate presso stazioni della stessa tipologia (traffico urbano) presenti in area climaticamente e orograficamente omogenea, quali Alessandria-D'Annunzio e Novara-Roma, mostra per Asti un innalzamento atipico delle concentrazioni di BaP a partire da ottobre sino ad aprile (vedi grafico sottostante), nonostante le concentrazioni di PM10 misurate nelle tre stazioni risultino confrontabili. Nel corso del 2017 è stato pertanto contestualizzato un progetto di speciazione chimica del materiale particolato campionato presso la stazione, finalizzato a valutare l'influenza nell'area di eventuali sorgenti locali di combustione di biomassa. Alle determinazioni analitiche periodiche di IPA e metalli sui filtri di PM10 campionati a dicembre 2017 sono state eseguite specifiche analisi per la determinazione di anidro-zuccheri, carbonio organico ed elementare i cui risultati saranno oggetto di specifica relazione.





I dati ricavati da test su animali di laboratorio indicano che molti IPA hanno effetti sanitari rilevanti che includono l'immunotossicità, la genotossicità, e la cancerogenicità. Va comunque sottolineato che, da un punto di vista generale, la maggiore fonte di esposizione a IPA, secondo

l'Organizzazione Mondiale della Sanità, non è costituita dall'inalazione diretta ma dall'ingestione di alimenti contaminati a seguito della deposizione del particolato atmosferico al suolo. 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'International Agency for Research on Cancer (IARC) classifica il benzo(a)pirene nel gruppo 1 come "cancerogeno per l'uomo", il dibenzo(a,h)antracene nel gruppo 2A come "probabile cancerogeno per l'uomo" mentre tutti gli altri IPA sono inseriti nel gruppo 2B come "possibili cancerogeni per l'uomo".**



#### 4. ANALISI DELLE SERIE STORICHE

Per gli inquinanti che presentano maggiori criticità (NO<sub>2</sub> e polveri PM10-PM2.5) è stato eseguito uno studio di trend applicando il test di Theil-Sen attraverso l'utilizzo delle funzionalità implementate nel pacchetto software OPENAIR. Il test prevede la correzione rispetto alla stagionalità quale effetto confondente.

Questo studio permette la valutazione degli andamenti di lungo periodo sull'intera serie storica dell'inquinante evidenziando la presenza o meno di tendenze significative (TREND) alla diminuzione o all'aumento. Le elaborazioni sono state effettuate sui data-set dei dati giornalieri a disposizione dall'inizio delle misurazioni.

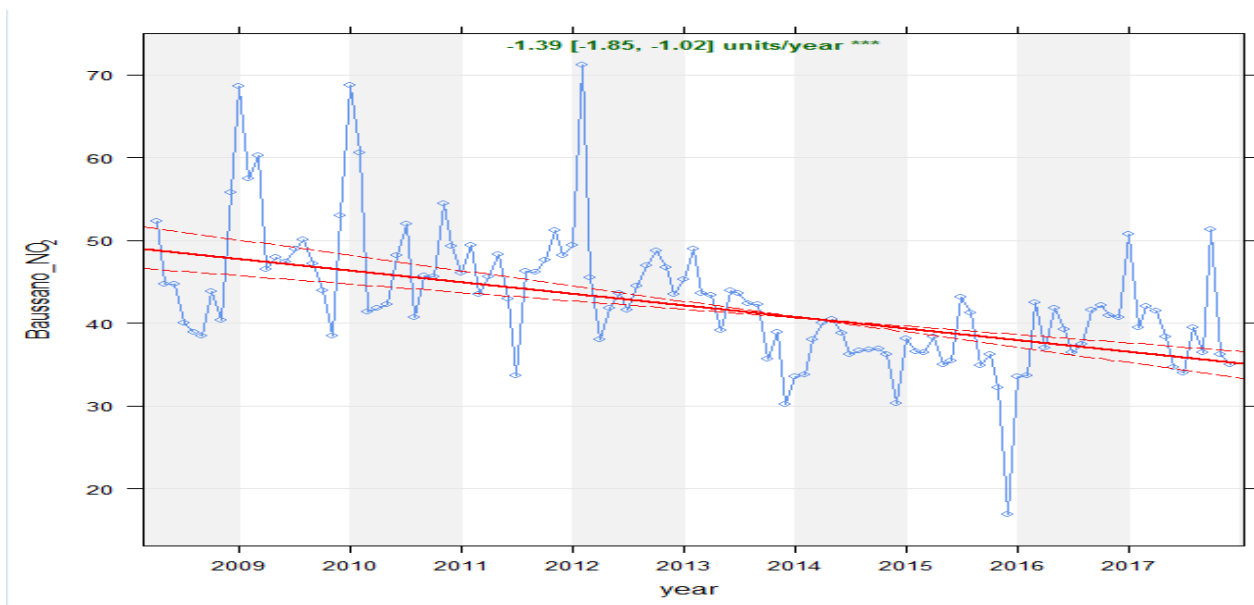
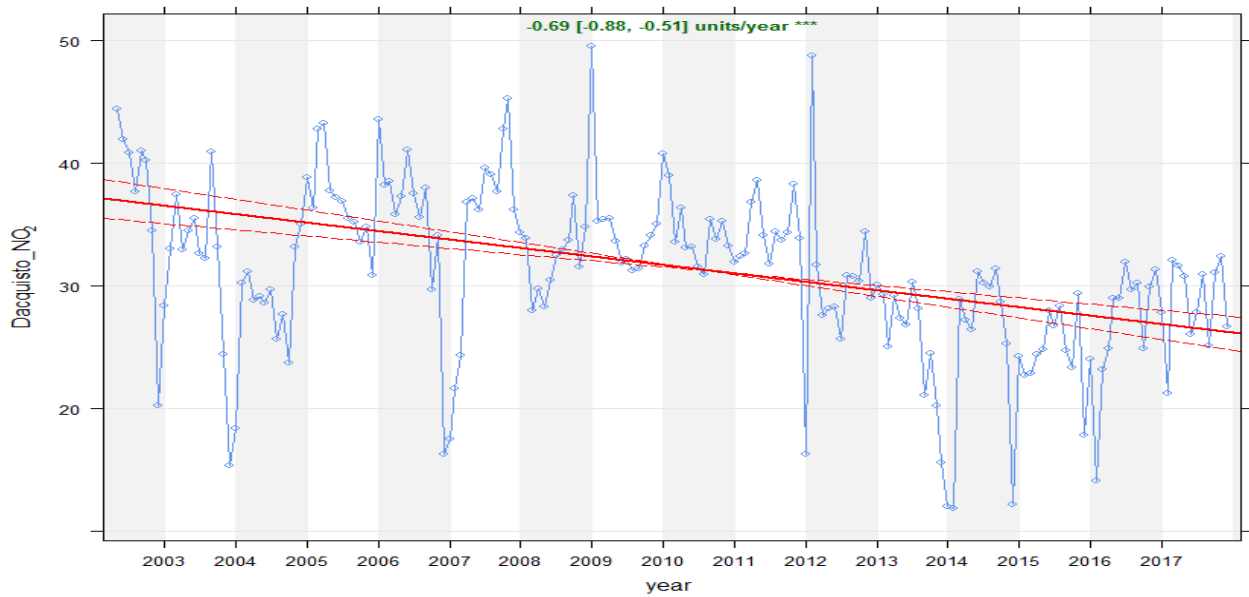
##### 4.1 BIOSSIDO DI AZOTO-NO<sub>2</sub>

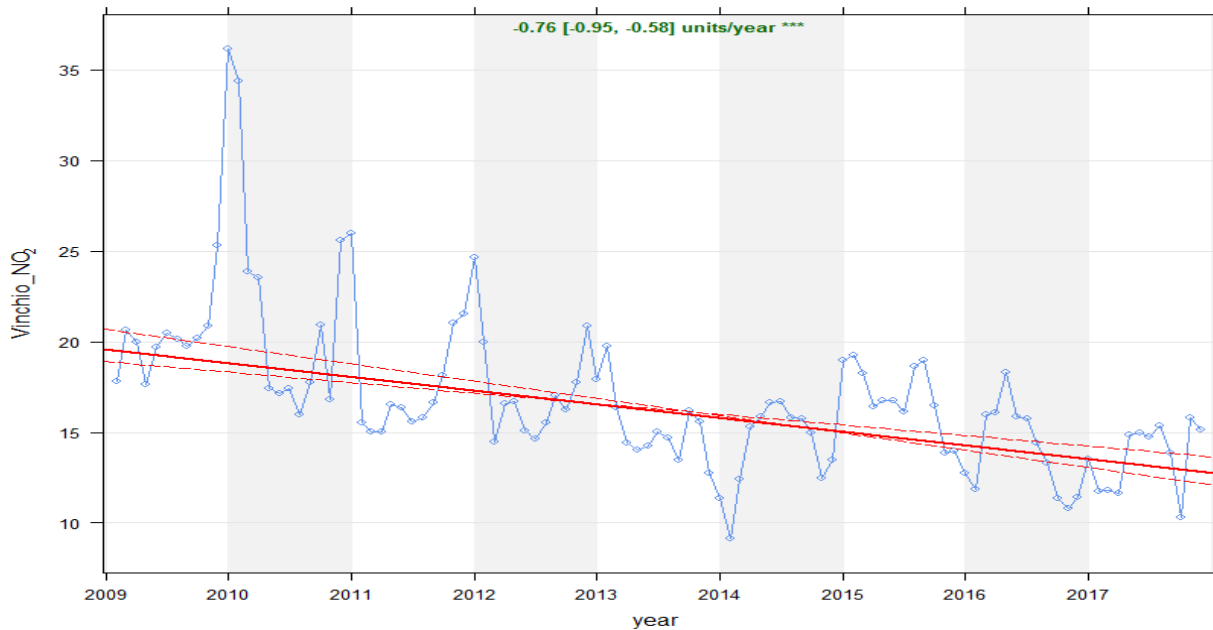
Relativamente alla stazione di Asti-D'acquisto la serie storica analizzata comprende i dati dal 01 maggio 2002 al 31 dicembre 2017. Per la stazione di Asti-Baussano sono stati utilizzati i dati dal 1 aprile 2008 al 31 dicembre 2017. Per Vinchio i dati dal 30 gennaio 2009 al 31 dicembre 2017.

Nella tabella seguente vengono riportati i risultati dell'analisi di trend per le stazioni considerate. Il parametro fondamentale derivante dal test è il sens's slope (in tabella identificato con il termine coefficiente angolare-slope) che permette di esprimere in termini quantitativi la tendenza di fondo, decrescente o crescente, ed è espresso in concentrazione di inquinante su base annua.

È stato individuato un trend decrescente statisticamente significativo (p-value<0.001) per tutte le stazioni, più "ripido" per la stazione da traffico di AT\_Baussano.

Stazione	Tipo stazione	N° osservazioni	TREND	Coeff. angolare o pendenza (slope)
AT-D'Acquisto	FU	5569	<b>Decrescente</b> (p-value<0.001)	-0.69 [-0.88,-0.51] $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ y}$
AT-Baussano	TU	3447	<b>Decrescente</b> (p-value<0.001)	-1.39 [-1.85,-1.02] $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ y}$
Vinchio	FR	3140	<b>Decrescente</b> (p-value<0.001)	-0.76[-0.95,-0.58] $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ y}$





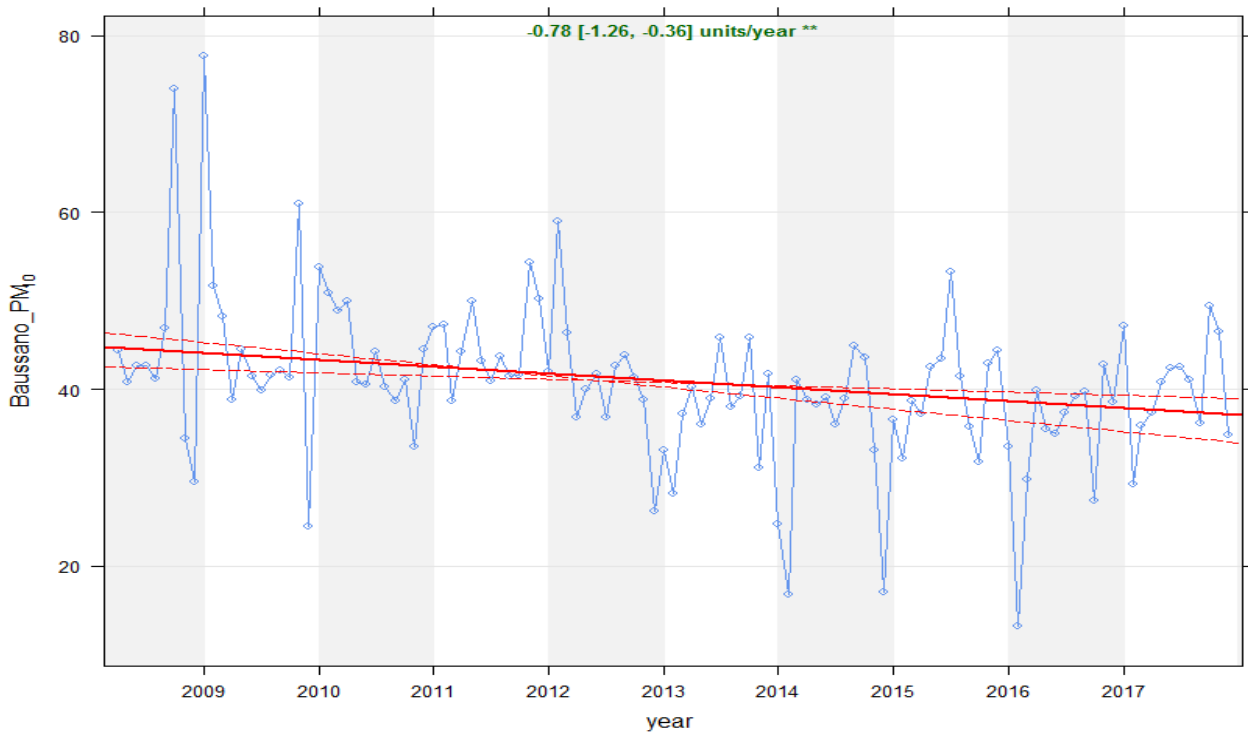
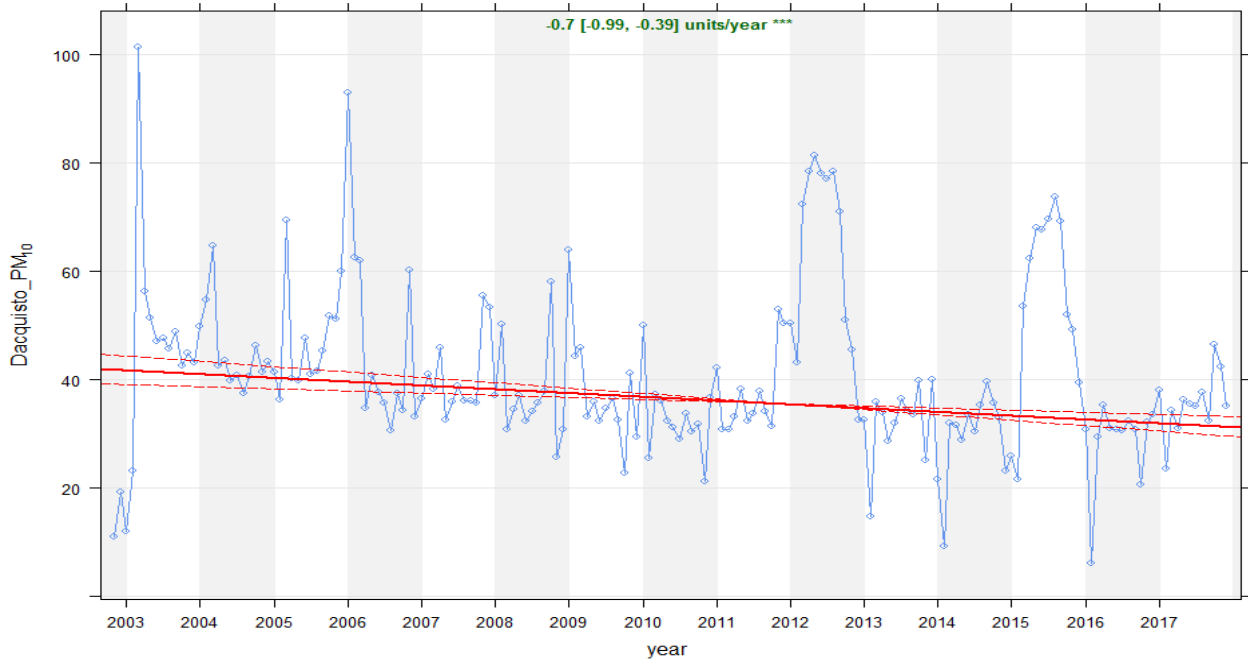
#### 4.2 MATERIALE PARTICOLATO-PM10

Relativamente alla stazione di Asti-D'acquisto la serie storica analizzata comprende i dati dal 30 novembre 2002 al 31 dicembre 2017, mancano i dati relativi agli anni 2012 e 2015, come evidente nei grafici sottostanti. Per la stazione di Asti-Baussano sono stati utilizzati i dati dal 1 aprile 2008 al 31 dicembre 2017. Per Vinchio i dati dal 30 gennaio 2009 al 31 dicembre 2017.

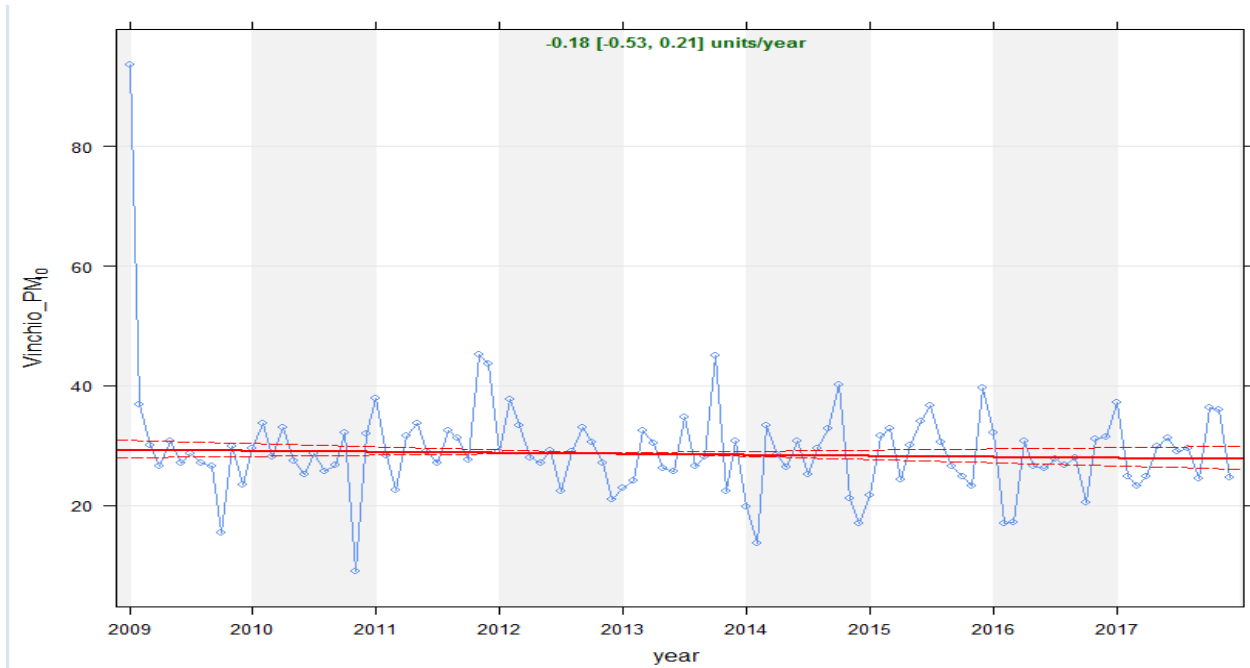
Nella tabella seguente vengono riportati i risultati dell'analisi di trend per le stazioni considerate.

È stato individuato un trend decrescente statisticamente significativo ( $p\text{-value} < 0.001$ ) relativamente alla stazione di fondo urbano di D'Acquisto e a quella di traffico urbano di Baussano ( $p\text{-value} < 0.01$ ); trend non significativo nella stazione di fondo rurale di Vinchio, come già peraltro riscontrato nella stazione di tipologia simile di Dernice.

Stazione	Tipo stazione	N° osservazioni	TREND	Coeff. angolare o pendenza (slope)
AT-D'Acquisto	FU	4395	<b>Decrescente</b> ( $p\text{-value} < 0.001$ )	-0.7 [-0.99,-0.39] $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ y}$
AT-Baussano	TU	3401	<b>Decrescente</b> ( $p\text{-value} < 0.01$ )	-0.78 [-1.26,-0.36] $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ y}$
Vinchio	FR	3124	<b>Non significativo</b>	-





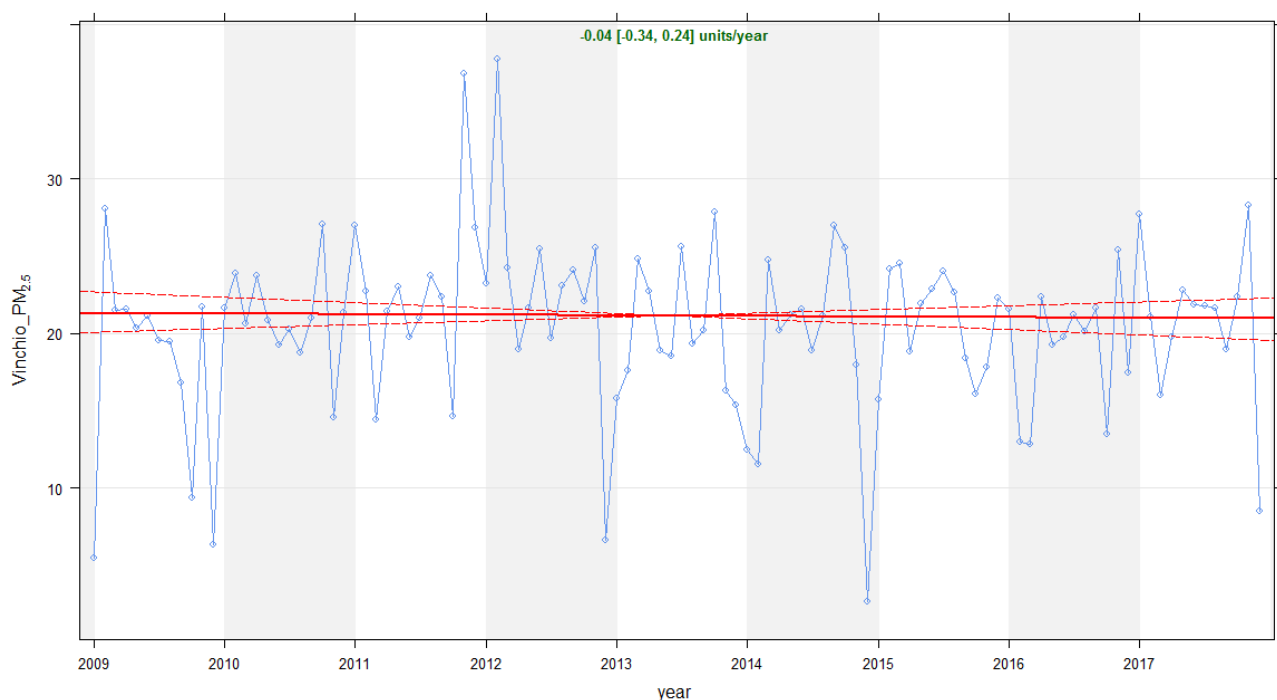


#### 4.3 MATERIALE PARTICOLATO-PM2.5

L'analisi è stata eseguita sulle concentrazioni di PM2.5 giornaliere misurate a Vinchio a partire dal 31/01/2009.

Nella tabella seguente vengono riportati i risultati dell'analisi di trend per la stazione considerata. Non è stato individuato un trend statisticamente significativo come già peraltro riscontrato sulla frazione PM10 del particolato campionato presso il sito.

Stazione	Tipo stazione	N° osservazioni	TREND	Coeff. angolare o pendenza (slope)
Vinchio	FR	3124	Non significativo	-



## 5. CONCLUSIONI

Dall'analisi delle serie storiche dei dati di qualità dell'aria emerge come le variazioni delle condizioni meteorologiche influenzino fortemente la variabilità interannuale dei valori di concentrazione degli inquinanti.

Per quanto riguarda uno degli inquinanti più critici a livello europeo, il materiale particolato PM, la situazione relativa all'anno 2017 risulta la peggiore degli ultimi 5 anni, con un numero di superamenti del limite giornaliero decisamente maggiore rispetto a quanto stabilito dalla normativa. La criticità è stata riscontrata non solo nelle stazioni urbane presenti ad Asti ma anche presso la stazione di fondo rurale di Vinchio San Michele in modo analogo a quanto si è verificato nelle altre stazioni della Rete Regionale, ubicate nella zona centrale del Piemonte, che risentono dell'inquinamento caratteristico del bacino padano.

Anche per la frazione fine PM<sub>2.5</sub> la situazione risulta peggiorata, seppur di poco rispetto all'anno precedente (la media annuale è aumentata di 2 µg/m<sup>3</sup> rispetto all'anno precedente).

Complessivamente però l'analisi di trend eseguita sulle serie storiche a disposizione evidenzia per tutte le stazioni della Provincia di Asti tendenze alla diminuzione statisticamente significative, ad eccezione della stazione di fondo rurale presente a Vinchio. Le tendenze di riduzione, rilevate anche in condizioni meteorologicamente critiche per l'inquinamento atmosferico, sono presumibilmente riconducibili alla diminuzione delle emissioni rilevata negli ultimi anni determinata da migliori tecnologie adottate e calo delle produzioni dovuta alla crisi economica.

I dati di benzene e metalli pesanti rilevati nel 2017 confermano come le concentrazioni di questi inquinanti siano ormai stabilizzate su valori molto bassi e rispettino ampiamente i limiti stabiliti dalla norma, analogamente a quanto si verifica a livello regionale.

Relativamente all'ozono viene confermata anche nel 2017 la situazione critica già riscontrata negli anni precedenti con alcuni superamenti del "livello di informazione" e numerosi superamenti del "valore obiettivo" fissato dalla normativa.

Analizzando le concentrazioni di benzo(a)pirene contenute nel materiale particolato prelevato presso la stazione urbana di Asti-Baussano e riguardanti l'ultimo quinquennio, si evince una "spiccata" criticità nel sito, con ripetuti superamenti del limite annuale di 1 ng/m<sup>3</sup>. Tale superamento risulta anomalo rispetto ai dati rilevati in analoghi contesti urbani piemontesi.

Per quanto riguarda il biossido di azoto, nel 2017 le concentrazioni medie annue rilevate presso le stazioni di fondo presenti in Provincia di Asti, risultano inferiori al limite imposto dalla normativa, mentre si evidenzia una media annua coincidente con il valore limite nella stazione da traffico cittadina.

Complessivamente le analisi di trend eseguite su questo inquinante relativamente alle serie storiche a disposizione, evidenziano, per tutte le stazioni della Provincia, una tendenza alla diminuzione statisticamente significativa come riscontrato per il materiale particolato. Nonostante ciò, si ritiene fondamentale continuare a perseguire la diminuzione delle emissioni in atmosfera anche per questi composti che contribuiscono alla formazione di ozono, in estate, e particolato secondario in inverno.

## APPENDICE

### 1. ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO<sup>5</sup>

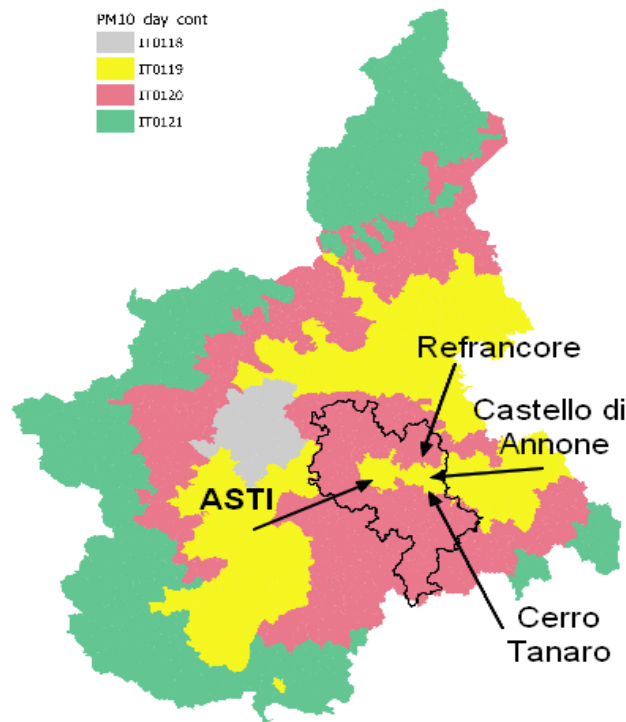
Con la **Deliberazione della Giunta Regionale del 29 dicembre 2014, n. 41-855**, la Regione Piemonte, previa consultazione con le Province ed i Comuni interessati, ha adottato la nuova zonizzazione del territorio regionale piemontese relativa alla qualità dell'aria ambiente in attuazione degli articoli 3, 4 e 5 del D.lgs. 155/2010 e della direttiva comunitaria 2008/50/CE. La nuova zonizzazione si basa sugli obiettivi di protezione della salute umana per gli inquinanti NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, CO, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, Pb, As, Cd, Ni, B(a)P, nonché sugli obiettivi a lungo termine per la protezione della salute umana e della vegetazione relativamente all'ozono. Sulla base dei nuovi criteri il territorio regionale viene ripartito nelle seguenti zone ed agglomerati:

<sup>5</sup> <http://relazione.ambiente.piemonte.it/2018/it/aria/risposte/strategia-qualita>

- ❖ Agglomerato di Torino - codice zona **IT0118**
- ❖ Zona denominata Pianura - codice zona **IT0119**
- ❖ Zona denominata Collina - codice zona **IT0120**
- ❖ Zona denominata di Montagna - codice zona **IT0121**
- ❖ Zona denominata Piemonte - codice zona **IT0122**

Il processo di classificazione ha tenuto conto delle Valutazioni annuali della qualità dell'aria nella Regione Piemonte elaborate ai fini del reporting verso la Commissione Europea, nonché dei dati elaborati nell'ambito dell'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera (IREA Piemonte) – consultabili al sito <http://www.sistemapiemonte.it/ambiente/irea/> - che indicano l'apporto dei diversi settori sulle emissioni dei principali inquinanti e dai quali è possibile determinare il carico emissivo per ciascun inquinante, compresi quelli critici quali: PM10, NOx, NH<sub>3</sub> e COV.

In aggiunta a ciò ed in considerazione del fatto che l'inquinamento dell'aria risulta diffuso omogeneamente a livello di Bacino Padano e, per tale ragione, non risulta sufficiente una pianificazione settoriale di tutela della qualità dell'aria, ma si rendono necessarie azioni più complesse coordinate a tutti i livelli di governo (nazionale, regionale e locale), il 19 dicembre 2013 le Regioni del Bacino Padano e lo Stato hanno sottoscritto l'“**Accordo di Programma per l'adozione coordinata e congiunta di misure per il miglioramento della qualità dell'aria nel Bacino Padano**”, finalizzato all'istituzione di appositi tavoli tecnici per l'integrazione degli obiettivi relativi alla gestione della qualità dell'aria con quelli relativi ai cambiamenti climatici ed alle politiche settoriali, trasporti, edilizia, pianificazione territoriale ed agricoltura, che hanno diretta relazione con l'inquinamento atmosferico.



**Figura 1: Rappresentazione grafica della nuova zonizzazione dettaglio Provincia di Asti**

Sulla scorta della zonizzazione regionale, che classifica Asti in area di PIANURA, e delle ultime stime modellistiche annuali effettuate da ARPA Piemonte, si individuano per Asti alcuni potenziali superamenti dei limi di legge relativamente agli inquinanti più critici: polveri PM10 e PM2.5, ossidi di azoto, ozono.

## 2. QUADRO NORMATIVO, GLI INQUINANTI E I LIMITI

Il Decreto Legislativo 155 del 13/08/2010 recepisce la Direttiva Europea 2008/50/CE, abroga la normativa precedente riguardo i principali inquinanti atmosferici (D.P.C.M. 28/03/83 – D.P.R. 203/88 – D.M. 25/11/94 – D.M. 60/02 - D.lgs. 183/04) istituendo un quadro normativo unitario in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria. Al fine di salvaguardare la salute umana e l'ambiente, stabilisce limiti di concentrazione, a lungo e a breve termine, a cui attenersi. La Tabella sottostante riassume i limiti previsti dalla normativa per i diversi inquinanti considerati.

**Table 4.1 Air quality standards for the protection of health, as given in the EU Ambient Air Quality Directives**

Pollutant	Averaging period	Legal nature and concentration	Comments
PM <sub>10</sub>	1 day	Limit value: 50 µg/m <sup>3</sup>	Not to be exceeded on more than 35 days per year
	Calendar year	Limit value: 40 µg/m <sup>3</sup>	
PM <sub>2.5</sub>	Calendar year	Limit value: 25 µg/m <sup>3</sup>	Average Exposure Indicator (AEI) (*) in 2015 (2013-2015 average)
		Exposure concentration obligation: 20 µg/m <sup>3</sup>	
		National Exposure reduction target: 0-20 % reduction in exposure	
O <sub>3</sub>	Maximum daily 8-hour mean	Target value: 120 µg/m <sup>3</sup>	Not to be exceeded on more than 25 days/year, averaged over 3 years (b)
		Long term objective: 120 µg/m <sup>3</sup>	
	1 hour	Information threshold: 180 µg/m <sup>3</sup> Alert threshold: 240 µg/m <sup>3</sup>	
NO <sub>2</sub>	1 hour	Limit value: 200 µg/m <sup>3</sup>	Not to be exceeded on more than 18 hours per year
		Alert threshold: 400 µg/m <sup>3</sup>	To be measured over 3 consecutive hours over 100 km <sup>2</sup> or an entire zone
	Calendar year	Limit value: 40 µg/m <sup>3</sup>	
BaP	Calendar year	Target value: 1 ng/m <sup>3</sup>	Measured as content in PM <sub>10</sub>
SO <sub>2</sub>	1 hour	Limit value: 350 µg/m <sup>3</sup>	Not to be exceeded on more than 24 hours per year
		Alert threshold: 500 µg/m <sup>3</sup>	To be measured over 3 consecutive hours over 100 km <sup>2</sup> or an entire zone
	1 day	Limit value: 125 µg/m <sup>3</sup>	Not to be exceeded on more than 3 days per year
CO	Maximum daily 8-hour mean	Limit value: 10 mg/m <sup>3</sup>	
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	Calendar year	Limit value: 5 µg/m <sup>3</sup>	
Pb	Calendar year	Limit value: 0,5 µg/m <sup>3</sup>	Measured as content in PM <sub>10</sub>
As	Calendar year	Target value: 6 ng/m <sup>3</sup>	Measured as content in PM <sub>10</sub>
Cd	Calendar year	Target value: 5 ng/m <sup>3</sup>	Measured as content in PM <sub>10</sub>
Ni	Calendar year	Target value: 20 ng/m <sup>3</sup>	Measured as content in PM <sub>10</sub>

**Notes:** (\*) AEI: based upon measurements in urban background locations established for this purpose by the MSs, assessed as a 3-year running annual mean.

(b) In the context of this report, only the maximum daily 8-hour means in 2015 are considered, so no average over 2013-2015 is presented.

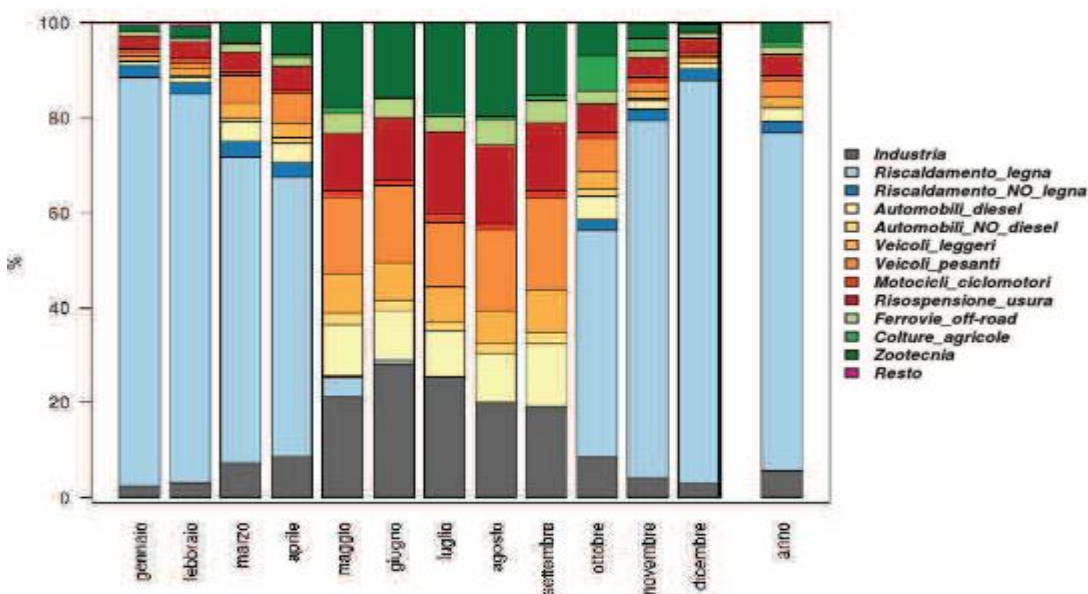
Fonte: EEA Air Quality Report 2017

### 3. SOURCE APPORTIONMENT MODELLISTICO A SUPPORTO DELLE AZIONI DI RISANAMENTO

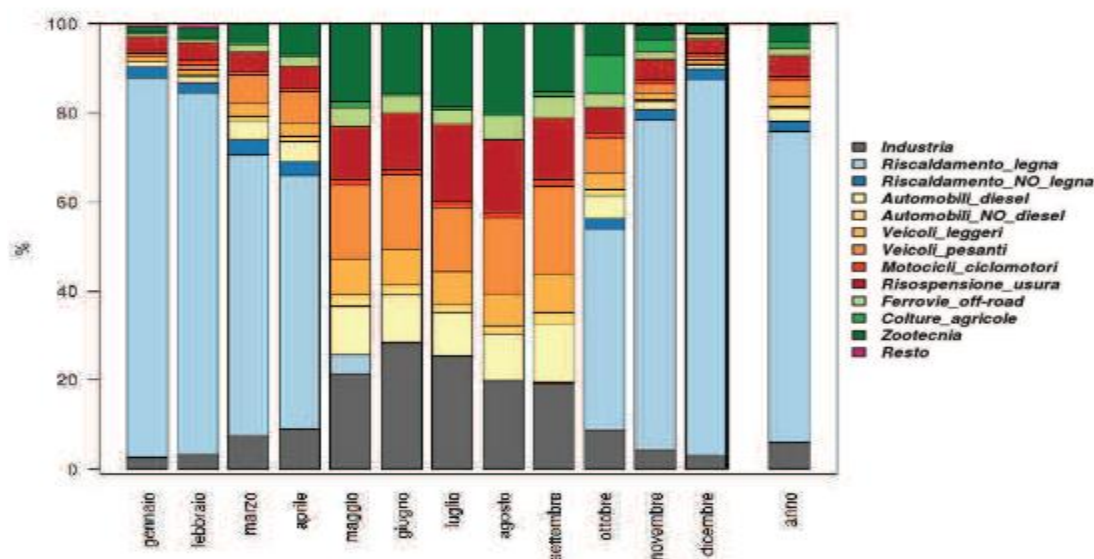
Arpa Piemonte ha sviluppato, a supporto delle azioni della Regione Piemonte sul risanamento atmosferico, il *Source Apportionment modellistico* finalizzato alla individuazione delle principali sorgenti responsabili dell'inquinamento per i principali comuni piemontesi, attraverso sistemi modellistici di chimica e trasporto degli inquinanti e partendo dall'inventario regionale delle emissioni (IREA2010B). I risultati ottenuti sono riportati nel documento "Piano Regionale della Qualità dell'Aria" approvato a giugno 2017 e scaricabile dal sito della Regione Piemonte di cui si riportano alcuni risultati relativi al comune di Asti e Vinchio. Il modello tiene conto sia dei contributi da parte delle diverse sorgenti antropiche/naturali, sia degli apporti esogeni ad opera del trasporto dalle regioni confinanti. Nei grafici seguenti, vengono specificati i vari contributi percentuali di origine sia primaria che secondaria alla concentrazione di NOx e PM10 da parte dei diversi gruppi di sorgenti considerate (combustioni a legna, industria, agricoltura, trasporto stradale, sorgenti diverse).

#### Source apportionment modellistico per PM10

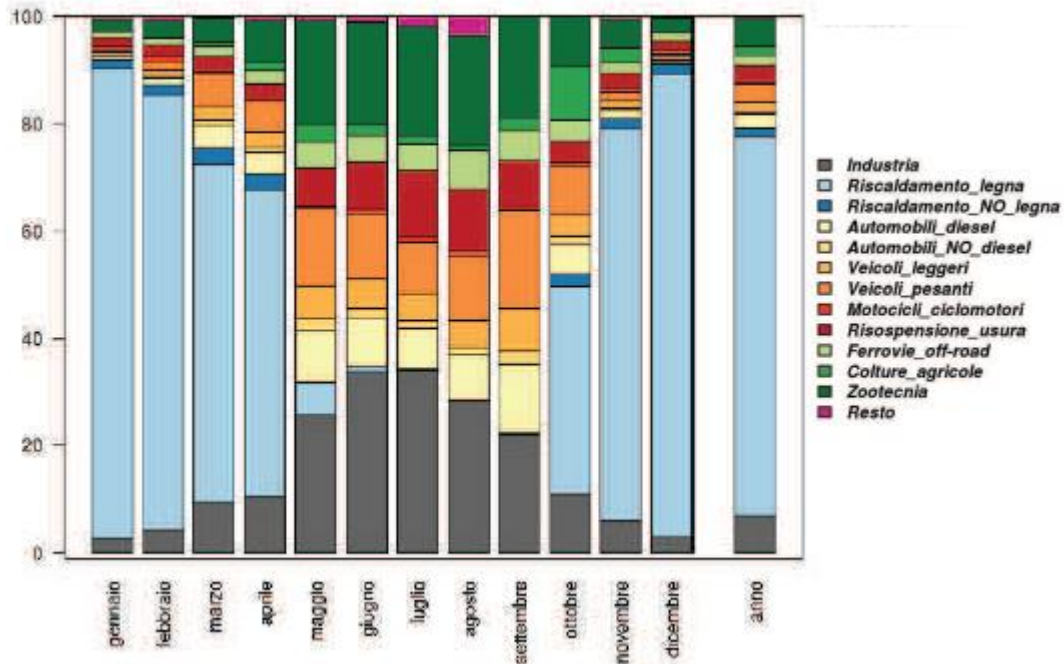
##### Stazione Asti Baussano (zona di pianura - TU)



##### Stazione Asti D'Acquisto (zona di pianura - FU)



**Stazione Vinchio San Michele (zona di collina - FR)**



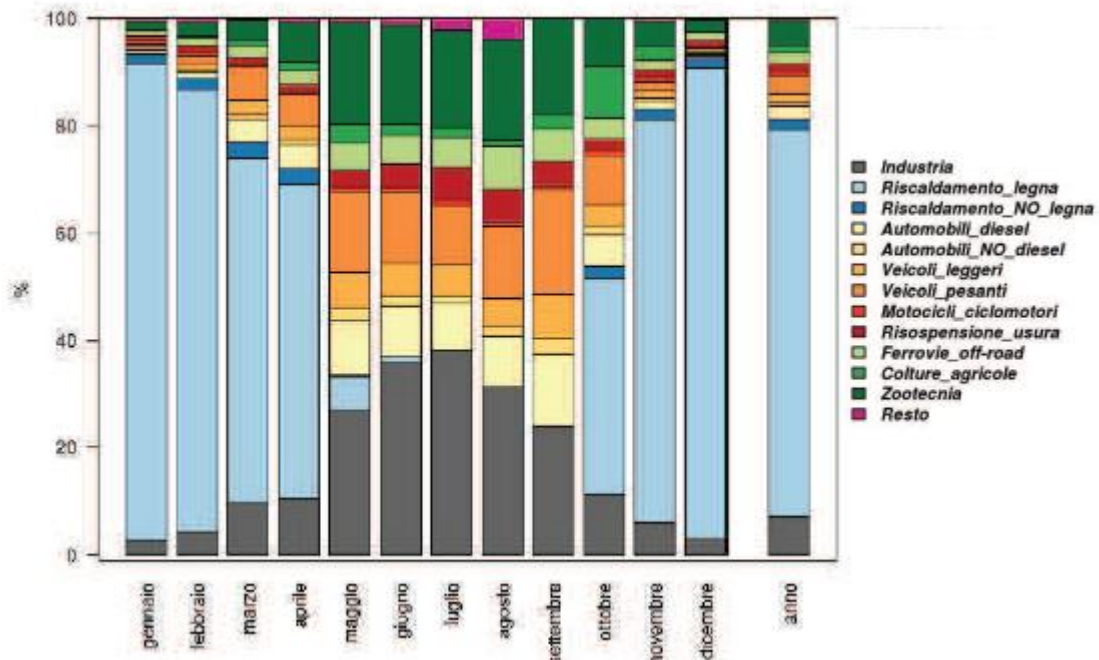
Source apportionment modellistico per PM10 – riepilogo annuale							
Asti Baussano			Asti-D'Acquisto				
SETTORE	%		COMPARTO	SETTORE	%		COMPARTO
Industria	5.6	5.6	INDUSTRIA	Industria	5.9	5.9	INDUSTRIA
Riscaldamento a legna	71.3	73.6	RISCALDAMENTO	Riscaldamento a legna	70	72.2	RISCALDAMENTO
Riscaldamento NON a legna	2.3			Riscaldamento NON a legna	2.2		
Automobili diesel	2.7	14.2	TRAFFICO	Automobili diesel	2.8	14.8	TRAFFICO
Automobili NON diesel	0.5			Automobili NON diesel	0.5		
Veicoli leggeri	2.1			Veicoli leggeri	2.2		
Veicoli pesanti	3.4			Veicoli pesanti	3.6		
Motocicli e ciclomotori	0.9			Motocicli e ciclomotori	0.9		
Risospensione e usura	4.5	6.6	AGRICOLTURA	Risospensione e usura	4.7	7	AGRICOLTURA
Ferrovie e off-road	1.6			Ferrovie e off-road	1.6		
Colture agricole	1.1			Colture agricole	1.2		
Zootecnia	4.0	0	RESTO	Zootecnia	4.1	0.2	RESTO
Resto	0			Resto	0.2		
<b>Vinchio San Michele</b>							

SETTORE	%		COMPARTO
Industria	7	7	INDUSTRIA
Riscaldamento a legna	70.6	72.4	RISCALDAMENTO
Riscaldamento NON a legna	1.8		
Automobili diesel	2.5	11.5	TRAFFICO
Automobili NON diesel	0.6		
Veicoli leggeri	1.7		
Veicoli pesanti	3.2		
Motocicli e ciclomotori	0.6		
Risospensione e usura	2.9		
Ferrovie e off-road	2.0		
Colture agricole	1.5	8.8	AGRICOLTURA
Zootecnia	5.3		
Resto	0.4	0.4	RESTO

Dai dati emerge che nel periodo invernale la responsabilità maggiore dell'inquinamento da PM10 è nettamente il riscaldamento a legna sia in area urbana che in area rurale, mentre il peso del traffico è attorno al 14% annuo in città e pari al 11.5% a Vinchio e diventa preponderante d'estate. Anche industria e agricoltura presentano contributi non trascurabili, per le emissioni di precursori del particolato (NMVOC, NH3).

**Source apportionment modellistico per PM2.5**

**Stazione Vinchio San Michele (zona di collina - FR)**



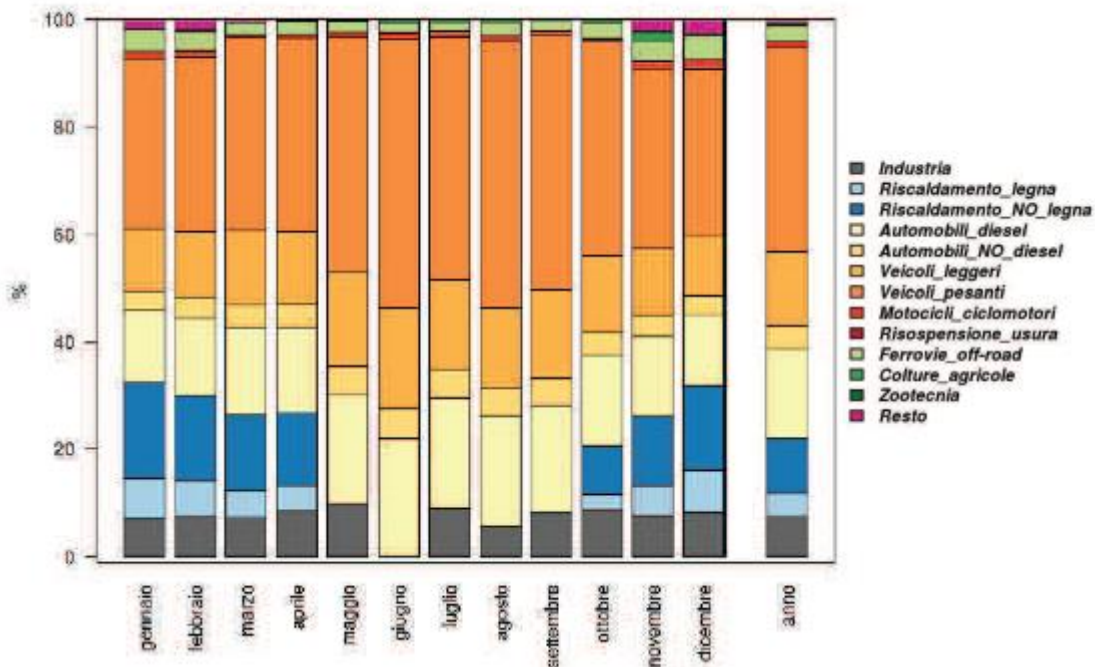
**Source apportionment modellistico per PM2.5 - annuale**

Vinchio San Michele			
SETTORE	%		COMPARTO
Industria	7	7.0	INDUSTRIA
Riscaldamento a legna	72.3	74.2	RISCALDAMENTO
Riscaldamento NON a legna	1.8		
Automobili diesel	2.5	10.3	TRAFFICO
Automobili NON diesel	0.6		
Veicoli leggeri	1.7		
Veicoli pesanti	3.3		
Motocicli e ciclomotori	0.6		
Risospensione e usura	1.4		
Ferrovie e off-road	2		
Colture agricole	1.5	8.1	AGRICOLTURA
Zootecnia	4.6		
Resto	0.4	0.4	RESTO

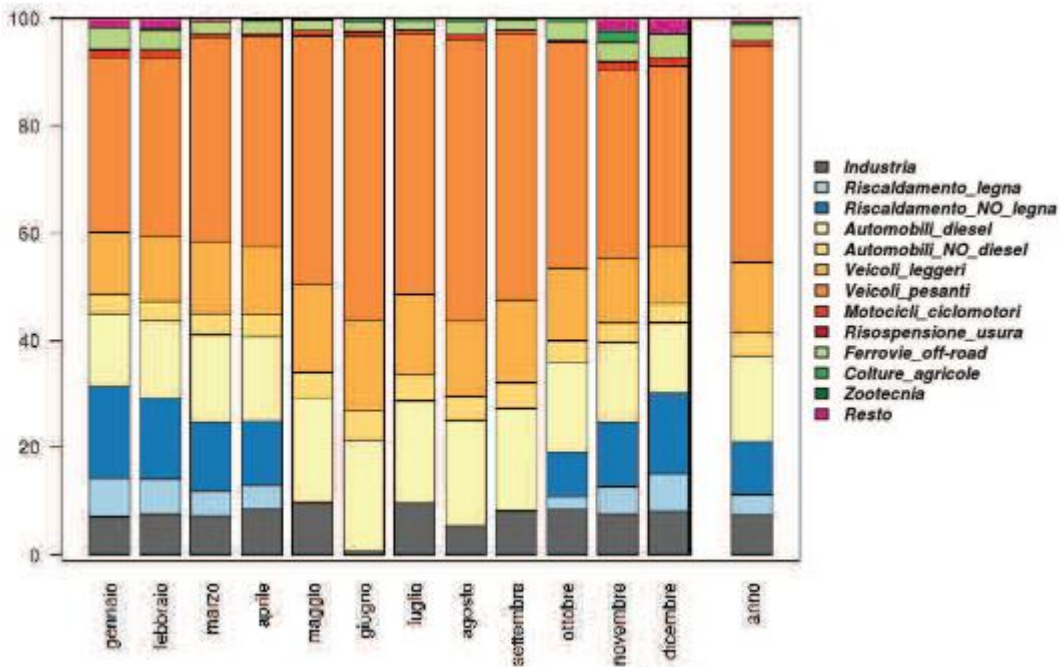
Analogamente a quanto osservato per il PM10, anche per la frazione PM2.5 del particolato la sorgente principale risulta il riscaldamento a legna, mentre il peso del traffico è attorno al 10% annuo. Anche industria e agricoltura presentano contributi non trascurabili.

## Source apportionment modellistico per NO<sub>2</sub>

### Stazione Asti Baussano (zona di pianura - TU)

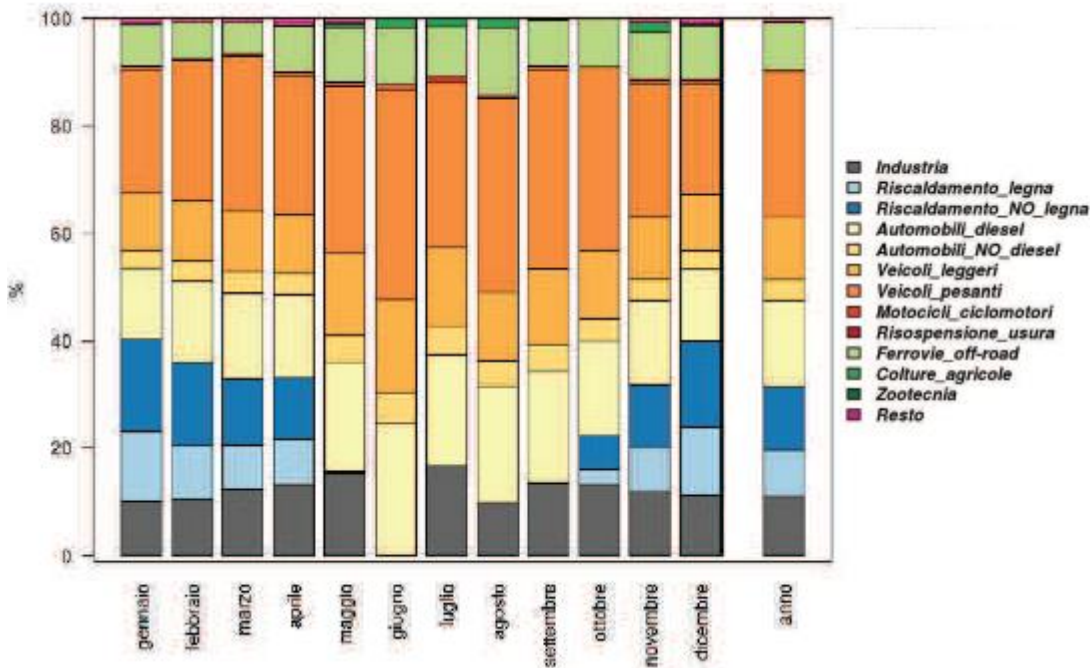


### Stazione Asti D'Acquisto (zona di pianura - FU)





**Stazione Vinchio San Michele (zona di collina - FR)**



Source apportionment modellistico per NO <sub>2</sub> – riepilogo annuale																																																		
<b>Asti Baussano</b>			<b>Asti-D'Acquisto</b>																																															
SETTORE	%		COMPARTO																																															
Industria	7.5	7.5	INDUSTRIA																																															
Riscaldamento a legna	4.3	14.6	RISCALDAMENTO																																															
Riscaldamento NON a legna	10.3																																																	
Automobili diesel	16.6	73.7	TRAFFICO																																															
Automobili NON diesel	4.3																																																	
Veicoli leggeri	13.9																																																	
Veicoli pesanti	37.9																																																	
Motocicli e ciclomotori	1.1																																																	
Risospensione e usura	0																																																	
Ferrovie e off-road	3.1	3.5	AGRICOLTURA																																															
Colture agricole	0.4																																																	
Zootecnica	0																																																	
Resto	0.7	0.7	RESTO																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>SETTORE</th> <th colspan="2">%</th> <th>COMPARTO</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Industria</td> <td>7.4</td> <td>7.4</td> <td>INDUSTRIA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Riscaldamento a legna</td> <td>3.9</td> <td rowspan="2">13.6</td> <td rowspan="2">RISCALDAMENTO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Riscaldamento NON a legna</td> <td>9.7</td> </tr> <tr> <td>Automobili diesel</td> <td>16.2</td> <td rowspan="6">74.7</td> <td rowspan="6">TRAFFICO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Automobili NON diesel</td> <td>4.1</td> </tr> <tr> <td>Veicoli leggeri</td> <td>13.2</td> </tr> <tr> <td>Veicoli pesanti</td> <td>40.1</td> </tr> <tr> <td>Motocicli e ciclomotori</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Risospensione e usura</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Ferrovie e off-road</td> <td>3.1</td> <td rowspan="3">3.6</td> <td rowspan="3">AGRICOLTURA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Colture agricole</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>Zootecnica</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Resto</td> <td>0.7</td> <td>0.7</td> <td>RESTO</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					SETTORE	%		COMPARTO		Industria	7.4	7.4	INDUSTRIA		Riscaldamento a legna	3.9	13.6	RISCALDAMENTO		Riscaldamento NON a legna	9.7	Automobili diesel	16.2	74.7	TRAFFICO		Automobili NON diesel	4.1	Veicoli leggeri	13.2	Veicoli pesanti	40.1	Motocicli e ciclomotori	1	Risospensione e usura	0	Ferrovie e off-road	3.1	3.6	AGRICOLTURA		Colture agricole	0.5	Zootecnica	0	Resto	0.7	0.7	RESTO	
SETTORE	%		COMPARTO																																															
Industria	7.4	7.4	INDUSTRIA																																															
Riscaldamento a legna	3.9	13.6	RISCALDAMENTO																																															
Riscaldamento NON a legna	9.7																																																	
Automobili diesel	16.2	74.7	TRAFFICO																																															
Automobili NON diesel	4.1																																																	
Veicoli leggeri	13.2																																																	
Veicoli pesanti	40.1																																																	
Motocicli e ciclomotori	1																																																	
Risospensione e usura	0																																																	
Ferrovie e off-road	3.1	3.6	AGRICOLTURA																																															
Colture agricole	0.5																																																	
Zootecnica	0																																																	
Resto	0.7	0.7	RESTO																																															
<b>Vinchio San Michele</b>																																																		
SETTORE	%		COMPARTO																																															
Industria	11.1	11.1	INDUSTRIA																																															
Riscaldamento a legna	8.5	20.4	RISCALDAMENTO																																															
Riscaldamento NON a legna	12																																																	
Automobili diesel	15.9	58.9	TRAFFICO																																															
Automobili NON diesel	3.9																																																	
Veicoli leggeri	11.7																																																	
Veicoli pesanti	27																																																	
Motocicli e ciclomotori	0.5																																																	
Risospensione e usura	0																																																	
Ferrovie e off-road	8.6	8.9	AGRICOLTURA																																															
Colture agricole	0.3																																																	
Zootecnica	0																																																	
Resto	0.6	0.6	RESTO																																															

Dai dati emerge che la responsabilità maggiore dell'inquinamento da NO<sub>2</sub> è nettamente il trasporto su strada in tutti i periodi dell'anno, in particolare dei veicoli pesanti e diesel. Anche industria e agricoltura presentano contributi non trascurabili, soprattutto per le emissioni di precursori del particolato (NMVOC, NH<sub>3</sub>).

#### 4. LA CLUSTER ANALYSIS

La cluster analysis è un insieme di tecniche di analisi multivariata dei dati volte alla selezione e raggruppamento di elementi omogenei in un insieme di dati. La tecnica di clustering si basa su misure relative alla similarità tra gli elementi; la bontà delle analisi ottenute dagli algoritmi di clustering dipende molto dal modo in cui viene calcolata la distanza.

Una rappresentazione grafica del processo di raggruppamento degli elementi dell'insieme o unità statistiche è fornita dal dendrogramma, che è utilizzato per la visualizzazione delle distanze quantificate nel processo di "raggruppamento".

Nel nostro caso le unità statistiche sono rappresentate dai siti di misura (Asti, Vinchio, Alessandria, Casale, Tortona, Novi Ligure, Arquata, Dernice) ciascuno dei quali contiene i dati giornalieri di polveri PM10 registrati negli ultimi tre anni.

Si nota la netta similarità tra le stazioni urbane di Asti e Alessandria mentre la stazione collinare di Vinchio rimane staccata come Dernice, ma con valori molto più prossimi a quelli di pianura.

PM10 medie giornaliere - 2015/2017

