

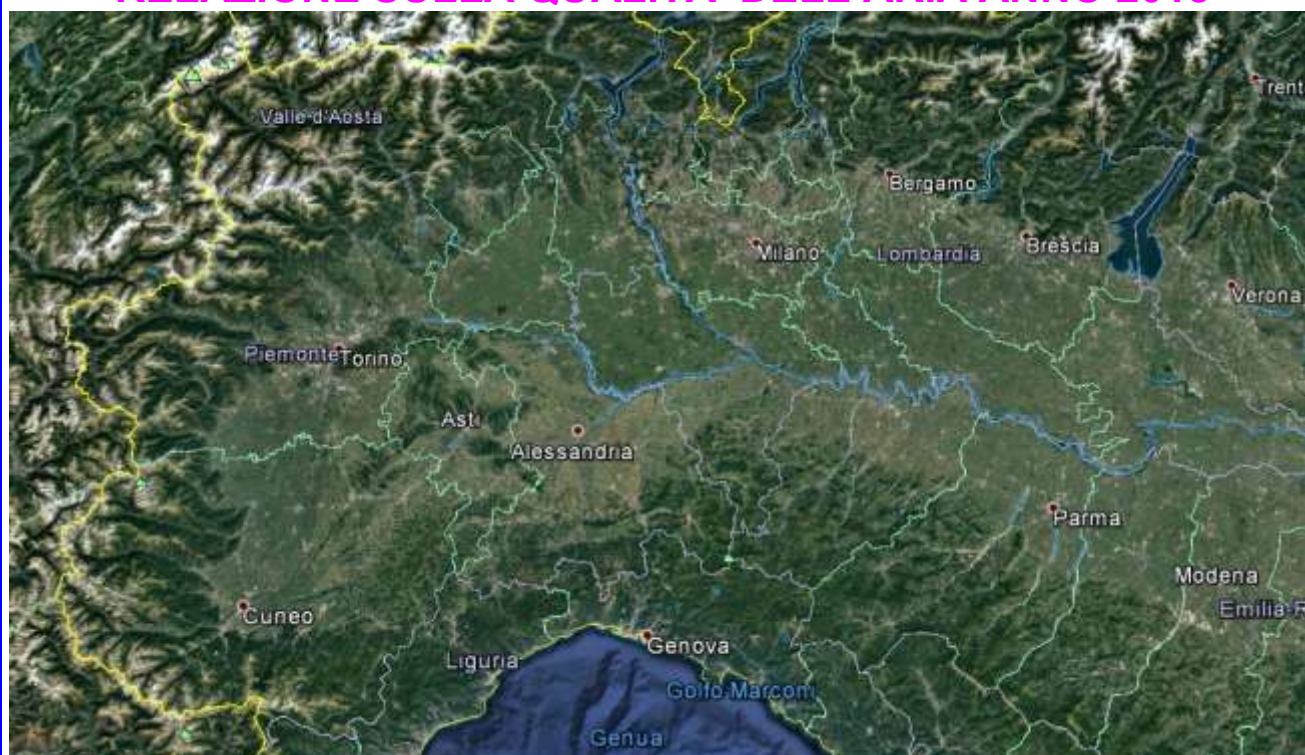
STRUTTURA COMPLESSA

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 2018



PROVINCIA DI ALESSANDRIA

SERVIZIO C1.02

PRATICA N° G07-2019-00558

Redazione	Funzione: Tecnico Nucleo Qualità Aria	Firmato digitalmente
	Dott.ssa Laura Erbetta	
Verifica e Approvazione	Funzione: Responsabile S.S. Produzione	Firmato digitalmente
	Nome: Donatella Bianchi	

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

ARPA Piemonte Dipartimento Territoriale Sud Est – Responsabile Alberto Maffiotti

Redazione dei testi e delle elaborazioni a cura di:

L. Erbetta del Dipartimento territoriale ARPA Piemonte Sud Est

Per la gestione tecnica delle stazioni di monitoraggio, acquisizione, validazione ed elaborazione dei dati hanno collaborato:

G. Mensi, V. Ameglio, E. Scagliotti, C. Littera, C. Otta del Dipartimento territoriale ARPA Piemonte Sud Est

Le determinazioni analitiche dei metalli e degli IPA sono state realizzate da:

Laboratorio del Dipartimento Provinciale ARPA Torino – 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 della:

Struttura Complessa Sistemi Previsionali

INDICE

	pag.
1. Introduzione.....	4
1.1 Accesso ai dati di inquinamento atmosferico regionali.....	5
1.2 Inquadramento del contesto territoriale ai sensi della zonizzazione regionale.....	7
1.3 Inventario regionale delle emissioni IREA.....	8
1.4 Source apportionment modellistico a supporto delle azioni di risanamento.....	8
1.5 Stazioni di monitoraggio.....	11
2. Condizioni meteo climatiche.....	18
2.1 Clima e inquinamento.....	18
2.2 Dati generali sulla regione Piemonte – anno 2017.....	19
2.3 Dati registrati dalla stazione meteo di Alessandria Lobbì.....	24
3. Il quadro normativo	28
4. Descrizione degli inquinanti monitorati.....	29
5. Qualità dell'aria in provincia di Alessandria	31
5.1 Sintesi dei risultati	31
5.2 Analisi Cluster delle stazioni di Asti e Alessandria.....	35
5.3 Polveri PM ₁₀ e PM _{2.5}	37
5.4 Biossido di Azoto NO ₂	56
5.5 Benzene e toluene	68
5.6 Ozono O ₃	71
5.7 Metalli e IPA.....	76
5.8 FOCUS: Biossido di zolfo ad Arquata Scrivia.....	81
6. Analisi delle serie storiche	83
6.1 Biossido di azoto.....	83
6.2 Polveri PM ₁₀	86
7. Conclusioni.....	92

ALLEGATI INFORMATIVI

- ❖ INQUINAMENTO ATMOSFERICO E CAMBIAMENTI CLIMATICI

1. INTRODUZIONE

La presente relazione riporta le analisi ed elaborazioni dei dati di inquinanti monitorati dalle stazioni fisse installate in Provincia di Alessandria 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.

Il territorio alessandrino conta attualmente la presenza di 8 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 Alessandria la rete di monitoraggio aria si trova nei comuni "centri zona" (Alessandria, Tortona, Casale Monferrato, Novi Ligure), in alcuni siti caratterizzati da importanti insediamenti industriali (Arquata, Spinetta Marengo) e in un punto in area appenninica che invece rappresenta il fondo a livello regionale (Dernice).

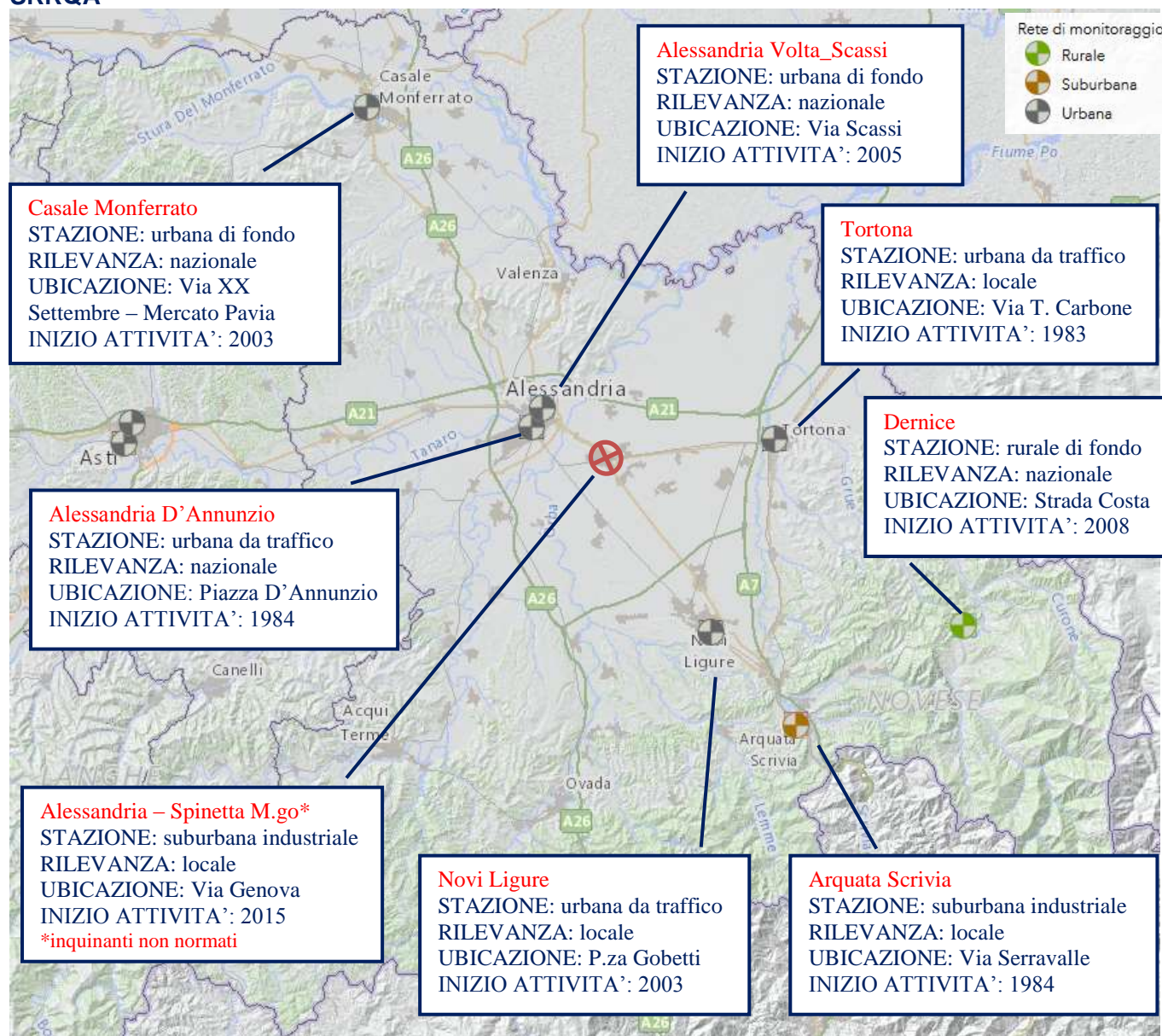
Più nel dettaglio, in relazione alla tipologia emissiva prevalente, le stazioni si classificano come:

- ❖ **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

Stazioni fisse di monitoraggio della qualità dell'aria in provincia di Alessandria afferenti al SRRQA



(fonte Geoportale Arpa Piemonte http://webgis.arpa.piemonte.it/Geoviewer2D/?config=other-configs/SRRQA_config.json)

La stazione industriale di Spinetta Marengo è una stazione privata inserita nella Rete Regionale in quanto data in gestione ad Arpa da Solvay Specialty Polimers nell'ambito dei monitoraggi ambientali previsti dalla autorizzazione A.I.A. La stazione misura inquinanti peculiari emessi dal polo chimico e non previsti dalla normativa (acido fluoridrico, acido cloridrico) per i quali si rimanda alle specifiche relazioni tecniche annuali redatte dal dipartimento Arpa Sud-Est e pubblicate on line sul sito di Arpa Piemonte.

1.1 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/

- II. E' 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 NO2 su griglia di 4x4Km si trovano sul geoportale di Arpa alla pagina

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>

la presente relazione è scaricabile dal sito di ARPA Piemonte al link:

<http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/territorio/alessandria/aria-1/relazioni-qualita-aria-stazioni-fisse>

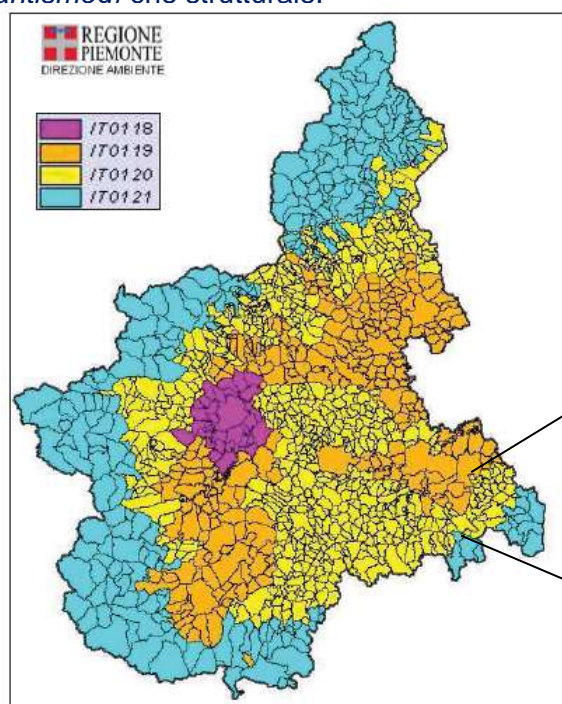
1.2 INQUADRAMENTO DEL CONTESTO TERRITORIALE AI SENSI DELLA ZONIZZAZIONE REGIONALE

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 NO₂, SO₂, C₆H₆, CO, PM₁₀, PM_{2,5}, 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:

- ❖ 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, NO_x, NH₃ e COV.

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), in data **9 giugno 2017** è stato sottoscritto il nuovo **"Accordo di Programma per l'adozione coordinata e congiunta di misure di risanamento 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 e che prevede interventi organici di natura sia emergenziale (*protocollo antismog*) che strutturale.



IT0118 - Agglomerato di Torino
IT0119 - Zona di Pianura
IT0120 - Zona di Collina
IT0121 - Zona di Montagna

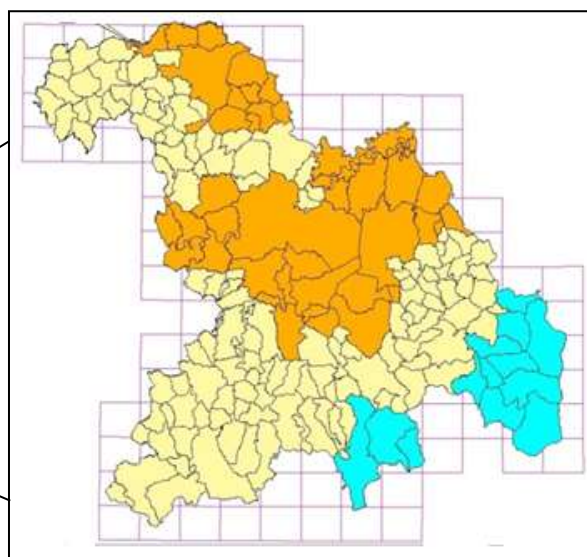
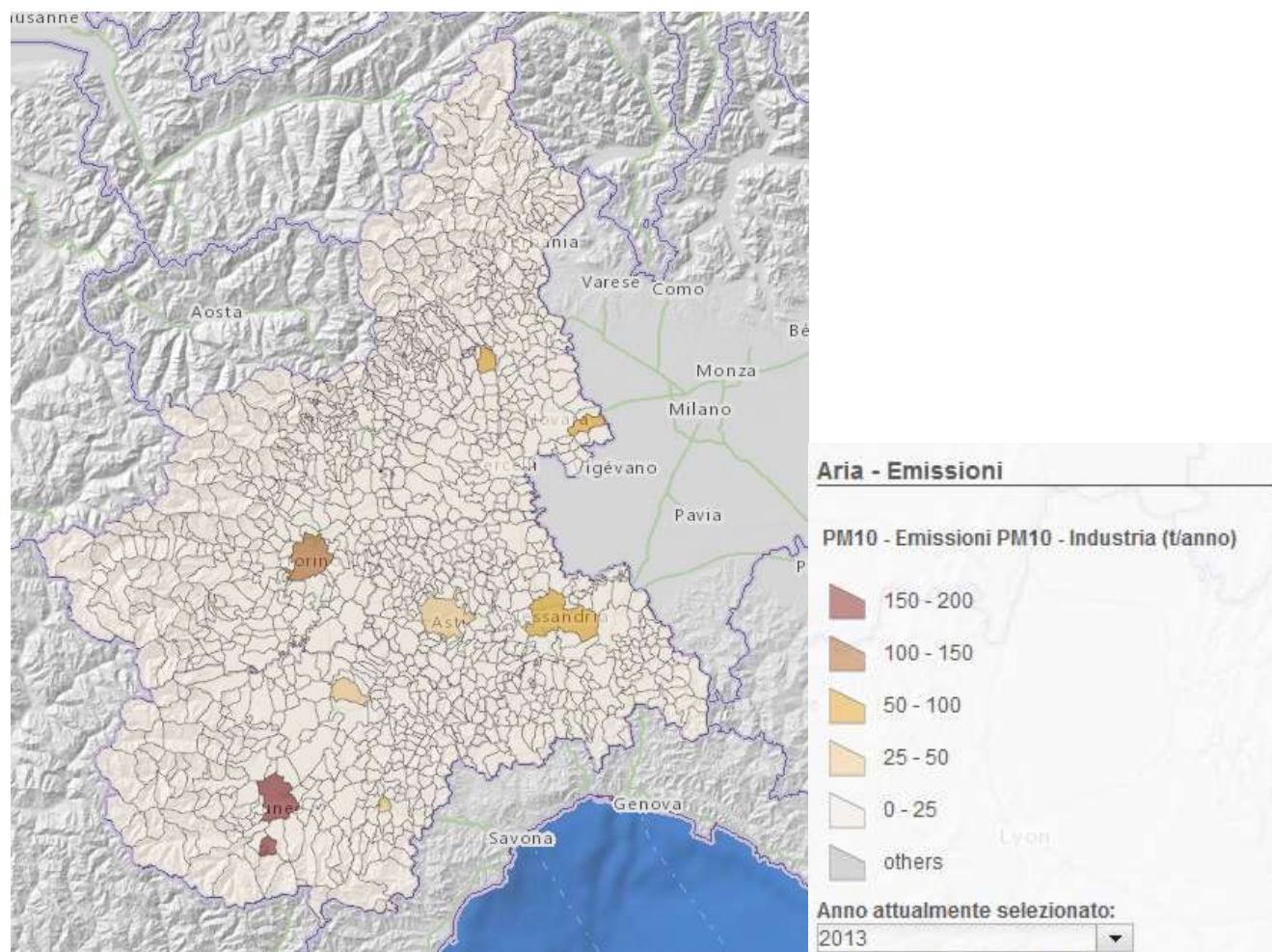


Figura 26 – Rappresentazione grafica della nuova zonizzazione

Sulla scorta della zonizzazione regionale, si individuano per Alessandria e le aree di pianura della provincia alcuni potenziali superamenti dei limi di legge relativamente agli inquinanti più critici: polveri PM10 e PM2.5, ossidi di azoto, ozono. Come si legge dalla cartina sopra, l'area di pianura compresa tra Casale M.to, Alessandrina e Tortona risulta del tutto omogenea all'area lombarda confinante e presenta le medesime criticità dal punto di vista della qualità dell'aria. Tale zona si conferma tra le aree piemontesi soggette a risanamento al fine di rientrare entro i limiti imposti dalla direttiva europea recepita dal Decreto 155/2010 per quanto riguarda polveri sottili, ossidi di azoto e ozono. Le criticità sono stimate sulla base dell'inventario regionale delle fonti emissive di cui si riportano di seguito alcuni dati. La tabella riporta i principali contributi emissivi stimati per il Comune di Alessandria espressi in tonnellate/anno e suddivisi per fonti di emissione.

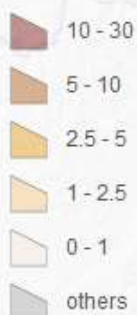
1.3 INVENTARIO REGIONALE DELLE EMISSIONI IREA

Dai dati forniti dall'inventario regionale delle emissioni IREA 2013, in provincia di Alessandria il riscaldamento a legna risulta avere il maggior quantitativo diretto di emissioni di polveri PM10, seguito dal settore industriale e dalle emissioni dei veicoli diesel. I veicoli a benzina risultano avere emissioni di polveri decisamente più contenute. Si segnala un contributo significativo del settore agricolo per l'area casalese. Occorre tenere inoltre in considerazione il contributo delle emissioni di ossidi di azoto che costituiscono un inquinante di per sé ed un precursore delle polveri PM10. Le emissioni più consistenti di NOx provengono dal comparto industriale, seguito dal traffico diesel e benzina, e, in misura minore, dal riscaldamento.



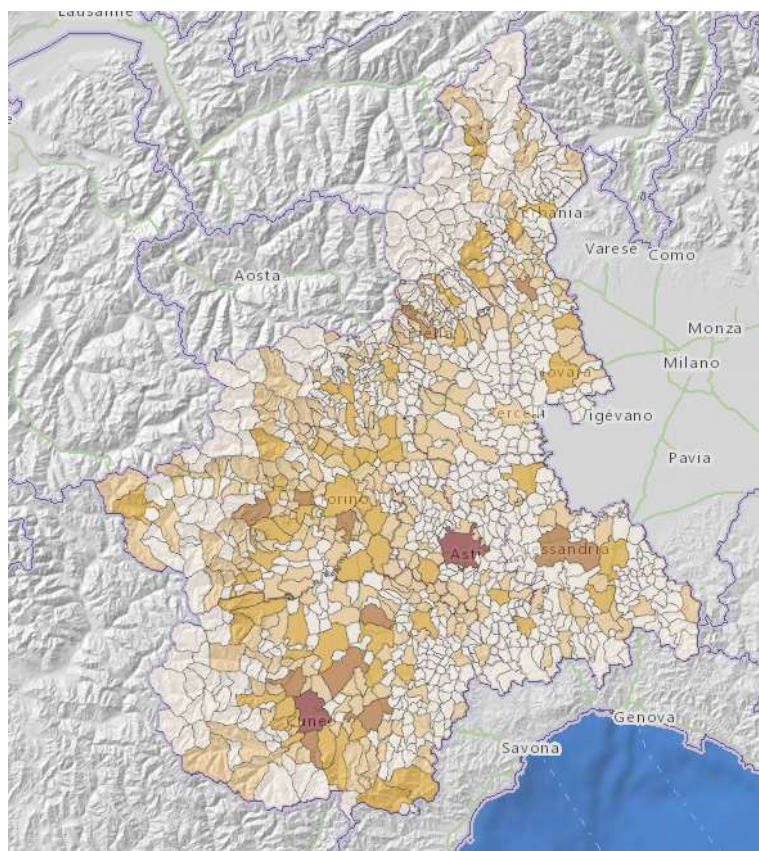
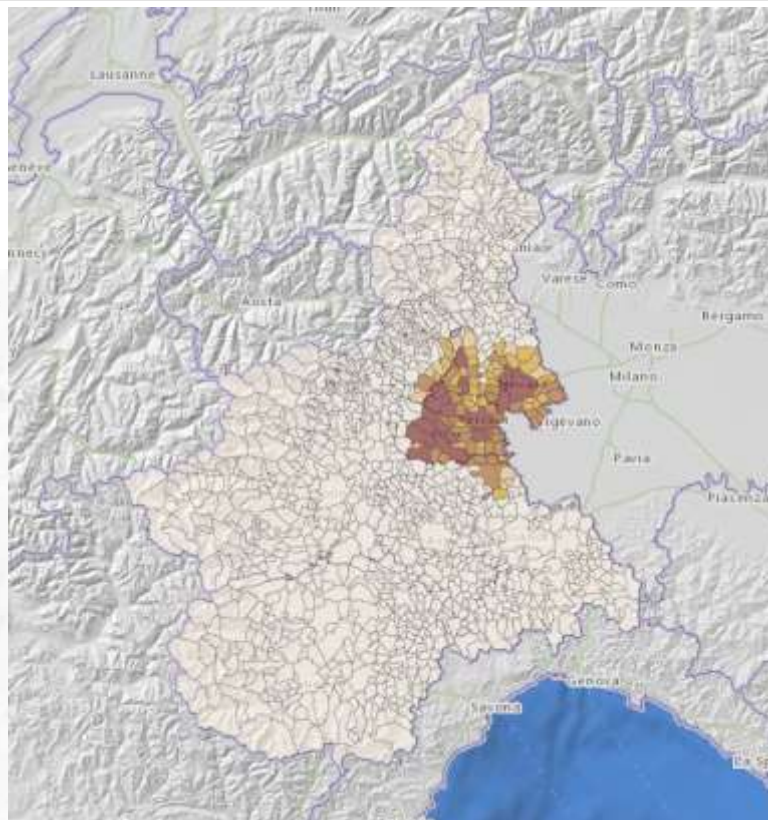
Aria - Emissioni

PM10 - Emissioni PM10 - Colture agricole
(t/anno)



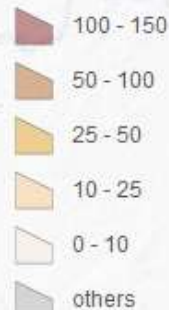
Anno attualmente selezionato:

2013



Aria - Emissioni

PM10 - Emissioni PM10 - Riscaldamento a
legna (t/anno)

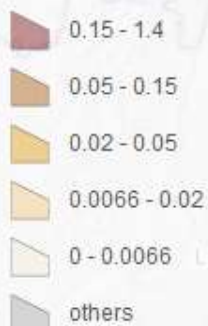


Anno attualmente selezionato:

2013

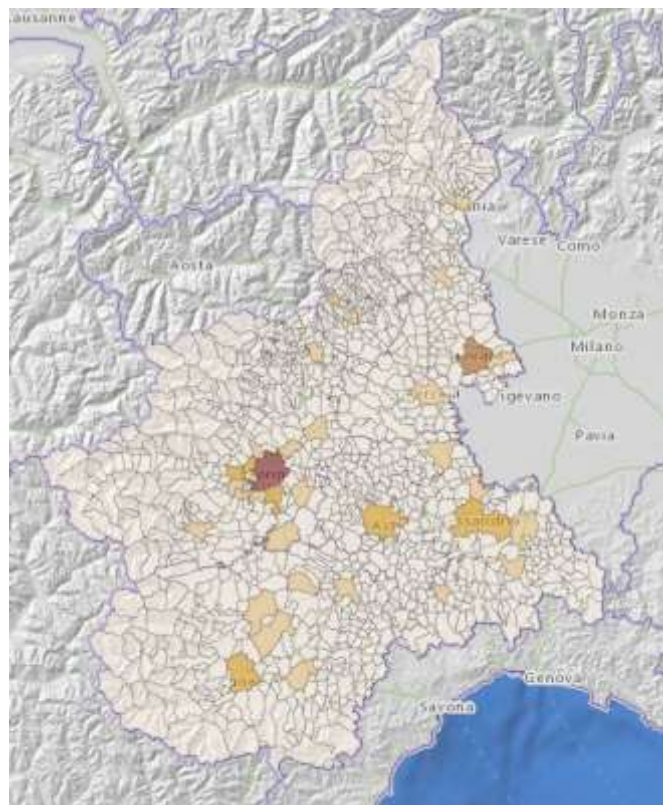
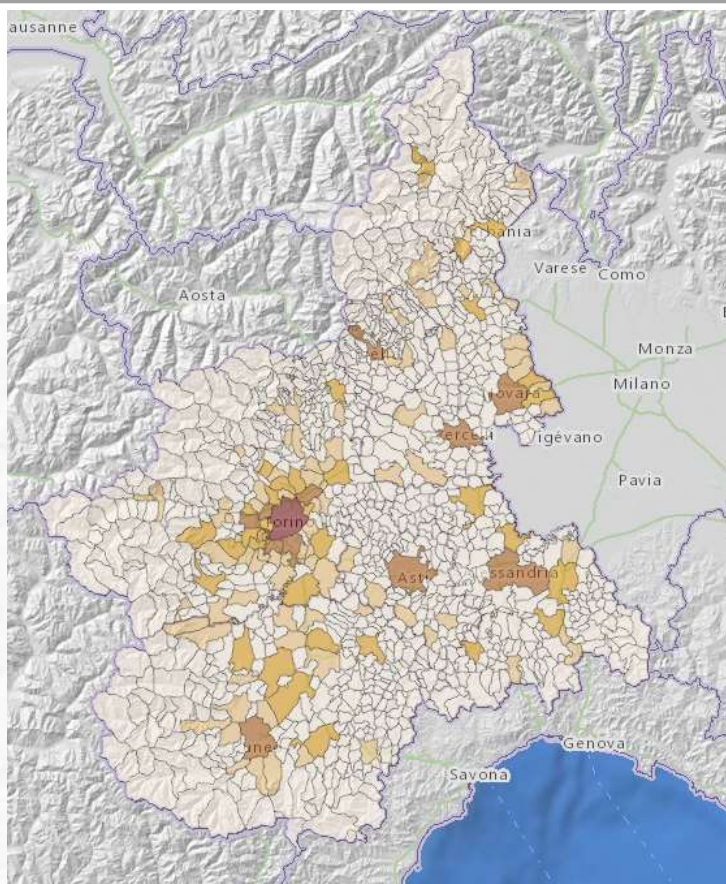
Aria - Emissioni

PM10 - Emissioni PM10 - Traffico urbano -
Automobili a benzina (t/anno)



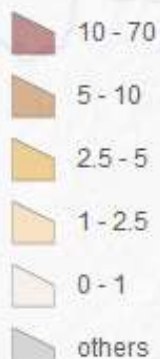
Anno attualmente selezionato:

2013



Aria - Emissioni

PM10 - Emissioni PM10 - Traffico urbano -
Automobili diesel (t/anno)



Anno attualmente selezionato:

2013

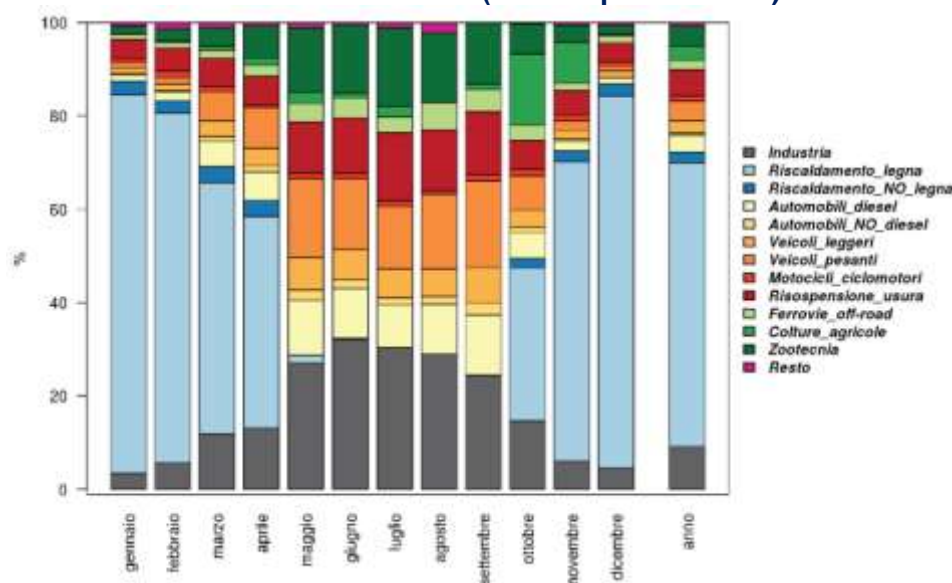
(Fonte: GEOPORTALE ARPA - DATI IREA 2013 http://webgis.arpa.piemonte.it/aria_emissioni_webapp/index.html
)<http://www.regione.piemonte.it/aeraw/>

1.4 SOURCE APPORTIONMENT MODELLISTICO A SUPPORTO DELLE AZIONI DI RISANAMENTO

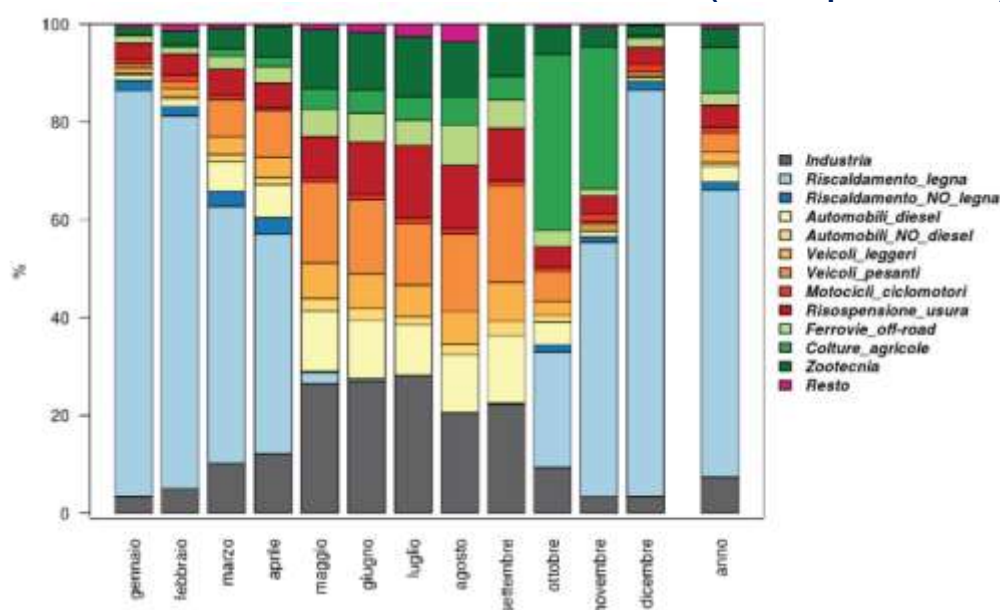
Arpa Piemonte ha sviluppato, a supporto delle azioni della Regione Piemonte sul risanamento atmosferico, il *Source Apportionment modellistico* finalizzato alla individuazione delle principali sorgenti responsabili dell'inquinamento per i principali comuni piemontesi, attraverso sistemi modellistici 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 ai comuni dell'area Alessandrina. 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

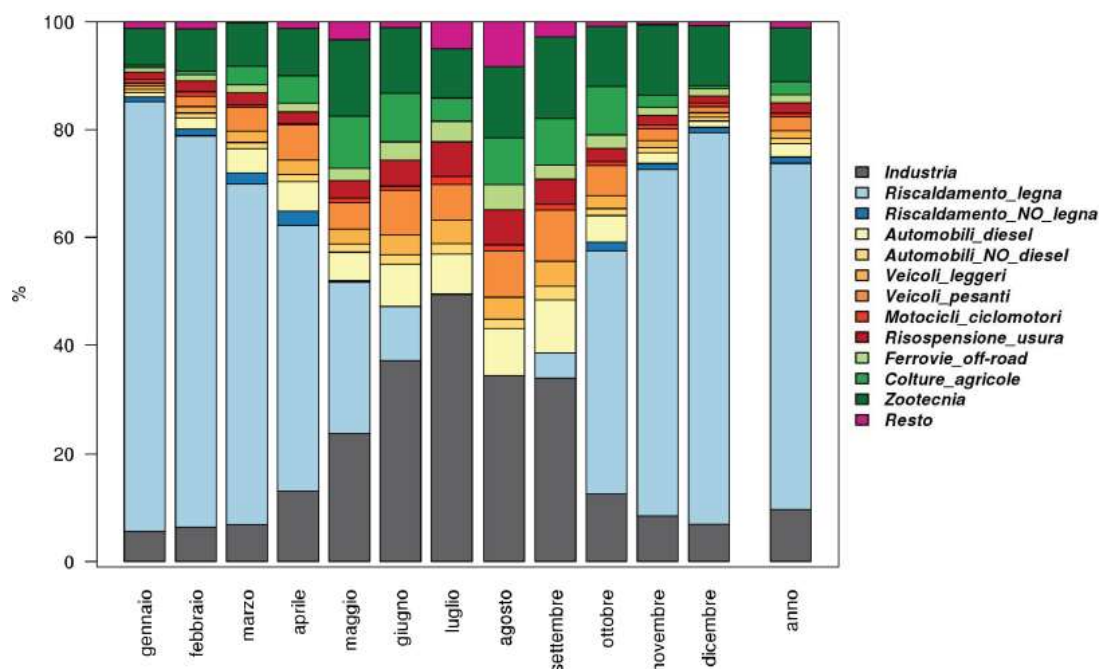
Stazione Alessandria D'Annunzio (zona di pianura - TU)



Stazione Casale M.to (zona di pianura - FU)



Stazione Dernice (zona di collina - FR)

Source apportionment modellistico per **PM10 - annuale**

Alessandria D'Annunzio

SETTORE	%		COMPARTO
Industria	9.2	9.2	INDUSTRIA
Riscaldamento a legna	60.7	63.1	RISCALDAMENTO
Riscaldamento NON a legna	2.4		
Automobili diesel	3.5		
Automobili NON diesel	0.6	17.7	TRAFFICO
Veicoli leggeri	2.5		
Veicoli pesanti	4.3		
Motocicli e ciclomotori	1		
Risospensione e usura	5.8		
Ferrovie e off-road	2	9.3	AGRICOLTURA
Colture agricole	2.9		
Zootechnia	4.4		
Resto	0.7	0.7	RESTO

Casale M.to

SETTORE	%		COMPARTO
Industria	7.4	7.4	INDUSTRIA
Riscaldamento a legna	58.6	60.3	RISCALDAMENTO
Riscaldamento NON a legna	1.7		
Automobili diesel	3.3		
Automobili NON diesel	0.7	15.9	TRAFFICO
Veicoli leggeri	2.3		
Veicoli pesanti	3.7		
Motocicli e ciclomotori	1.2		
Risospensione e usura	4.6		
Ferrovie e off-road	2.5	15.7	AGRICOLTURA
Colture agricole	9.2		
Zootechnia	4		
Resto	0.7	0.7	RESTO

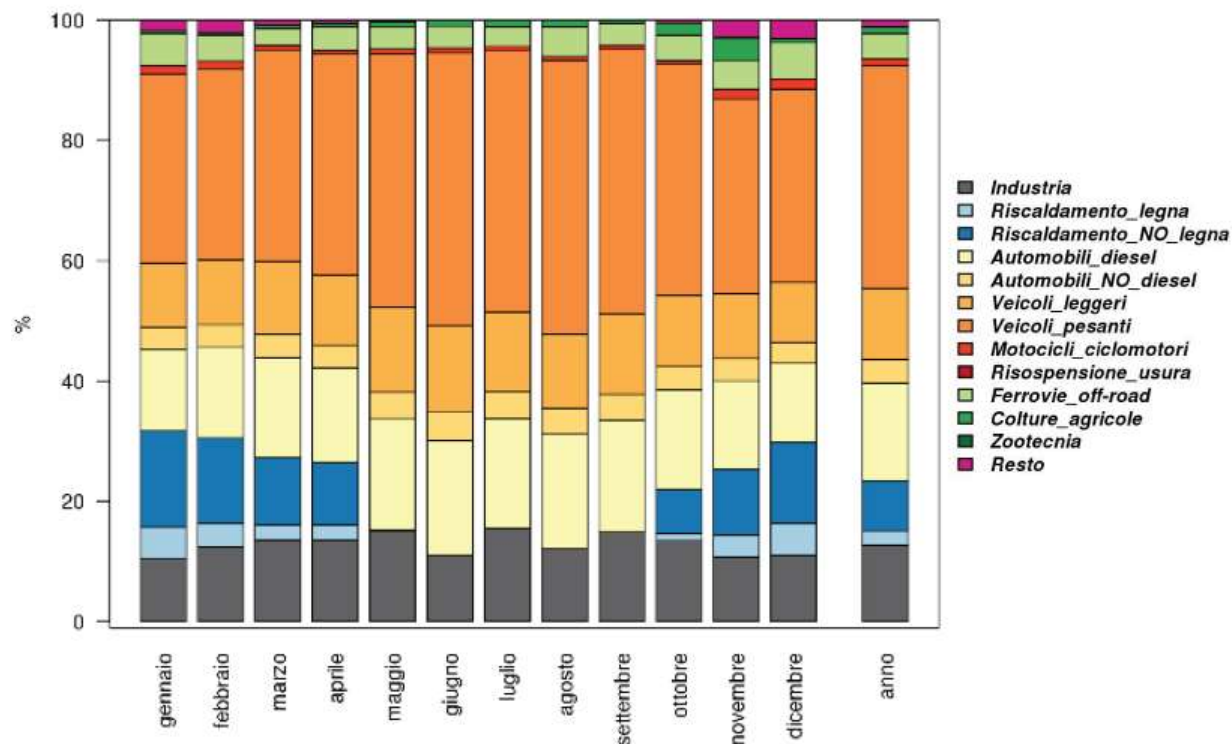
Dernice

SETTORE	%		COMPARTO
Industria	9.6	9.6	INDUSTRIA
Riscaldamento a legna	64.1	65.3	RISCALDAMENTO
Riscaldamento NON a legna	1.2		
Automobili diesel	2.5		
Automobili NON diesel	0.9	10.1	TRAFFICO
Veicoli leggeri	1.4		
Veicoli pesanti	2.6		
Motocicli e ciclomotori	0.7		
Risospensione e usura	1.9		
Ferrovie e off-road	1.5	14	AGRICOLTURA
Colture agricole	2.4		
Zootechnia	10.1		
Resto	1.1	1.1	RESTO

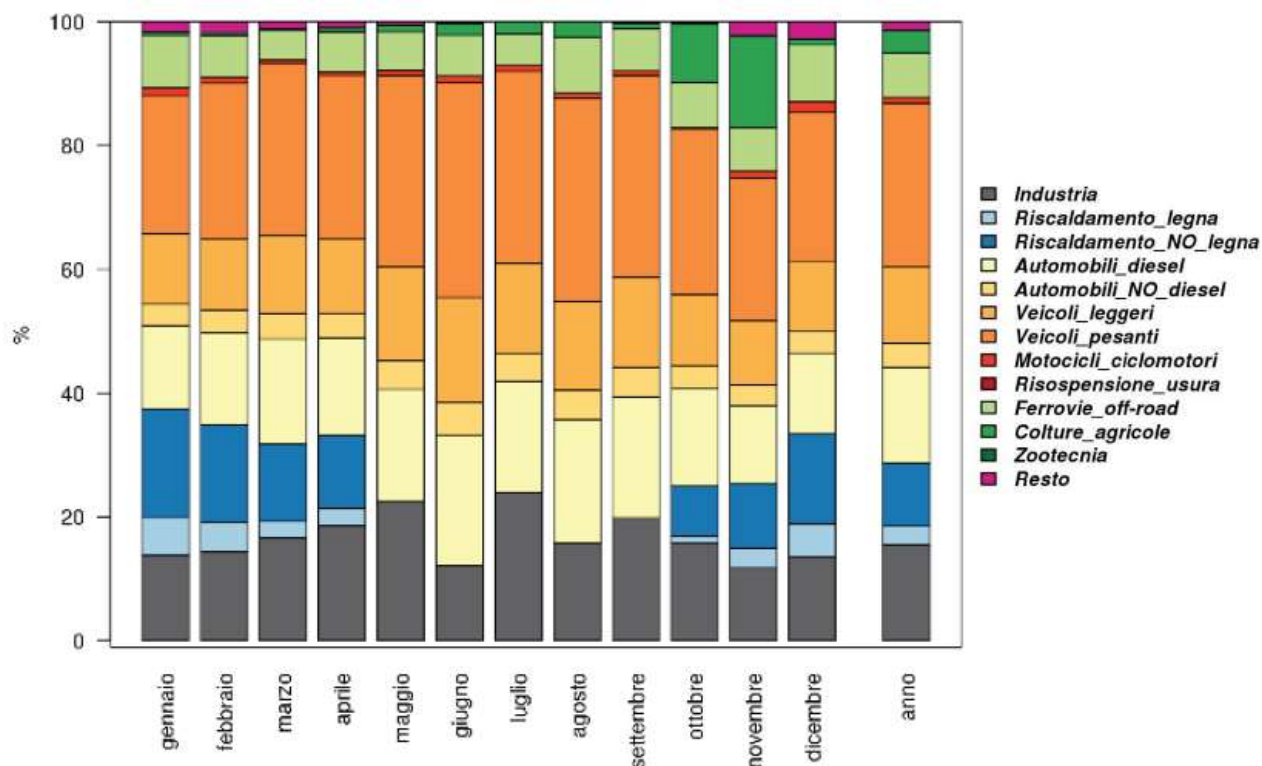
Dai dati emerge che nel periodo invernale la responsabilità maggiore dell'inquinamento da PM10 è nettamente il riscaldamento a legna, mentre il peso del traffico è attorno al 20% annuo e diventa preponderante d'estate. Anche industria e agricoltura presentano contributi non trascurabili, per le emissioni di precursori del particolato (NMVOC, NH3) in particolare su Casale Monferrato.

Source apportionment modellistico per **NO2**

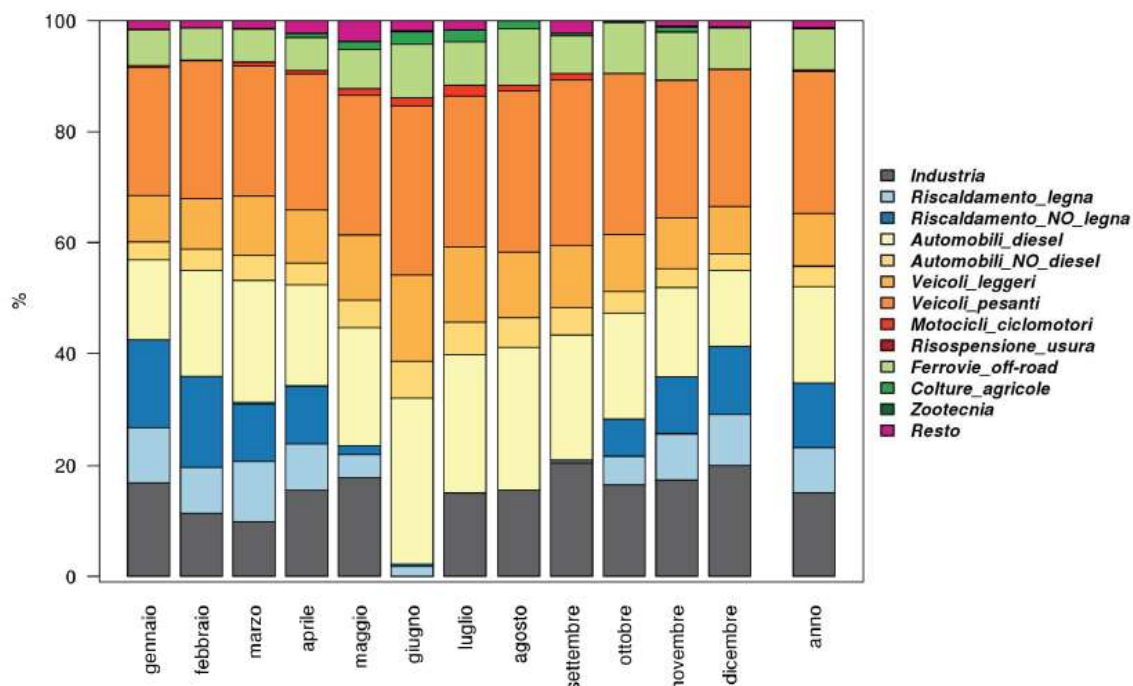
Stazione Alessandria D'Annunzio (zona di pianura - TU)



Stazione Casale M.to (zona di pianura - FU)



Stazione Dernice (zona di collina - FR)

Source apportionment modellistico per **NO2 - annuale**

Alessandria D'Annunzio

SETTORE	%		COMPARTO
Industria	12.7	12.7	INDUSTRIA
Riscaldamento a legna	2.4	10.8	RISCALDAMENTO
Riscaldamento NON a legna	8.4		
Automobili diesel	16.2	70	TRAFFICO
Automobili NON diesel	3.9		
Veicoli leggeri	11.9		
Veicoli pesanti	37.1		
Motocicli e ciclomotori	1		
Risospensione e usura	0	5.4	AGRICOLTURA
Ferrovie e off-road	4.3		
Culture agricole	1.1		
Zootecnia	0		
Resto	1.1	1.1	RESTO

Casale M.to

SETTORE	%		COMPARTO
Industria	15.5	15.5	INDUSTRIA
Riscaldamento a legna	3	13.2	RISCALDAMENTO
Riscaldamento NON a legna	10.2		
Automobili diesel	15.5	59.1	TRAFFICO
Automobili NON diesel	3.9		
Veicoli leggeri	12.2		
Veicoli pesanti	26.5		
Motocicli e ciclomotori	0.9		
Risospensione e usura	0	10.9	AGRICOLTURA
Ferrovie e off-road	7.1		
Culture agricole	3.8		
Zootecnia	0		
Resto	1.3	1.3	RESTO

Dernice

SETTORE	%		COMPARTO
Industria	15.1	15.1	INDUSTRIA
Riscaldamento a legna	8.1	19.6	RISCALDAMENTO
Riscaldamento NON a legna	11.5		
Automobili diesel	17.3	56.5	TRAFFICO
Automobili NON diesel	3.7		
Veicoli leggeri	9.6		
Veicoli pesanti	25.6		
Motocicli e ciclomotori	0.3		
Risospensione e usura	0	7.6	AGRICOLTURA
Ferrovie e off-road	7.3		
Culture agricole	0.1		
Zootecnia	0.1		
Resto	1.2	1.2	RESTO

Dai dati emerge che la responsabilità maggiore dell'inquinamento da NO₂ è nettamente il trasporto su strada in tutti i periodi dell'anno, in particolare dei veicoli diesel. Nel periodo estivo, invece, la sorgente più rilevante risulta essere il traffico stradale sia come emissioni di polveri che di ossidi di azoto. Anche industria e agricoltura presentano contributi non trascurabili, soprattutto per le emissioni di precursori del particolato (NMVOC, NH₃).

Fonte (http://www.regione.piemonte.it/ambiente/aria/piano_regionale.htm)

1.5 STAZIONI DI MONITORAGGIO

A partire dal 1983 sono state installate in provincia di Alessandria stazioni fisse per il monitoraggio della qualità dell'aria che attualmente si trovano nei punti indicati in cartografia. Di seguito si riportano le schede sintetiche con le caratteristiche tecniche della strumentazione installata presso le stazioni e dei parametri misurati.

Stazione di rilevamento di ALESSANDRIA Volta

Codice 6003-805 Stazione di rilevanza nazionale

Indirizzo: Alessandria – Via Scassi

UTM_X: 470167

UTM_Y: 4974174

Altitudine: 91m s.l.m

Data inizio attività: 07-12-2005

spostamento da Ist. Volta a Via Scassi (17/12/2010)

ID ZONA: urbana

ID STAZIONE: background

CARATTERISTICHE ZONA: residenziale



Strumentazione

PARAMETRO	STRUMENTO	METODO	TEMPO DI MEDIA	INCERTEZZA ESTESA
NO/NO ₂	API200	chemiluminescenza	1 ora	15.1%
O ₃	API400	assorbimento UV	1 ora	5.1%
PM _{2.5}	Charlie Sentinel	gravimetrico BV	1 giorno	%
PM ₁₀	Tecora Skypost	gravimetrico BV	1 giorno	13.0%
PM ₁₀ _PM _{2.5}	SWAM 5Dual	sorgente beta	1 ora	25%max

Stazione di rilevamento di ALESSANDRIA D'Annunzio

Codice 6003-801 Stazione di rilevanza nazionale

Indirizzo Alessandria - Piazza D'Annunzio

UTM_X: 469452

UTM_Y: 4972848

Altitudine: 95m s.l.m.

Data inizio attività: 01-06-1984

ID ZONA: urbana

ID STAZIONE: traffico

CARATTERISTICHE ZONA: residenziale, commerciale



Strumentazione

PARAMETRO	STRUMENTO	METODO	TEMPO DI MEDIA	INCERTEZZA ESTESA*
NO/NO ₂	API200	chemiluminescenza	1 ora	15.1%
BTX	SYNTEC GC855	gascromatografia	1 ora	25%max
CO	M 9841	assorbimento IR	1 ora	8.2%
PM ₁₀	Charlie Sentinel	gravimetrico BV	1 giorno	13.0%

Stazione di rilevamento di Casale M.to

Codice 6039-801 Stazione di rilevanza nazionale

Indirizzo Casale Monferrato

Via XX Settembre c/o Mercato Pavia (Castello)

UTM_X: 456488

UTM_Y: 4998419

Altitudine: 118m

ID ZONA: urbana

ID STAZIONE: background

CARATTERISITCHE ZONA: residenziale, commerciale

Data inizio attività: 13-03-2003



Strumentazione

PARAMETRO	STRUMENTO	METODO	TEMPO DI MEDIA	INCERTEZZA ESTESA*
NO/NO ₂	API200A	chemiluminescenza	1 ora	15.1%
BTX	AIR TOXIC GC866	gascromatografia	1 ora	25%max
PM10	MP101	Sorgente beta	1 giorno	25%max

Stazione di rilevamento di Novi Ligure

Codice 6114-801 Stazione di rilevanza locale

Indirizzo Novi Ligure - Piazza Gobetti

UTM_X: 483932

UTM_Y: 4956284

Altitudine: 201 m s.l.m.

ID ZONA: urbana

ID STAZIONE: traffico

CARATTERISITCHE ZONA: residenziale, commerciale

Data inizio attività: 16-01-2003



Strumentazione

PARAMETRO	STRUMENTO	METODO	TEMPO DI MEDIA	INCERTEZZA ESTESA*
NO/NO ₂	API100	chemiluminescenza	1 ora	15.1%
PM10	Tecora Skypost	gravimetrico BV	1 giorno	13.0%

Stazione di rilevamento di Arquata Scrivia

Codice 6009-800 Stazione di rilevanza locale

Indirizzo Arquata Scrivia - Via Serravalle

UTM_X: 490710

UTM_Y: 4948863

Altitudine: 242

Data inizio attività: 01-06-1984

ID ZONA: suburbana

ID STAZIONE: industriale

CARATTERISITCHE ZONA: residenziale, commerciale



Strumentazione

PARAMETRO	STRUMENTO	METODO	TEMPO DI MEDIA	INCERTEZZA ESTESA*
SO ₂	API100	Fluorescenza	1 ora	10.8%
PM10	MP101	Sorgente beta	1 giorno	25%max

Stazione di rilevamento QA di Tortona

Codice 6174-800 Stazione di rilevanza locale

Indirizzo Tortona
Via Tito Carbone

UTM_X: 488918
UTM_Y: 4971607
Altitudine: 118m

ID ZONA: urbana
ID STAZIONE: traffico
CARATTERISTICHE ZONA: residenziale, commerciale

Data inizio attività: 01-10-1983



Strumentazione

PARAMETRO	STRUMENTO	METODO	TEMPO DI MEDIA	INCERTEZZA ESTESA*
NO/NO ₂	API200A	chemiluminescenza	1 ora	15.1%
PM10	MP101	Sorgente beta	1 giorno	25%max

Stazione di rilevamento di Dernice Costa

Codice: 6066-800 Stazione di rilevanza nazionale

Indirizzo: strada comunale Costa

UTMX: 504146 UTM_Y: 4956656
Altitudine: 580m slm

Data inizio attività: 19/12/2008

ID ZONA: rurale
ID STAZIONE: background
CARATTERISTICHE ZONA: residenziale, agricola



Strumentazione

PARAMETRO	STRUMENTO	METODO	TEMPO DI MEDIA	INCERTEZZA ESTESA
NO/NO ₂	API200A	chemiluminescenza	1 ora	15.1%
O ₃	API400E	assorbimento UV	1 ora	5.1%
PM2.5	Charlie Sentinel	gravimetrico BV	1 giorno	15.0%
PM10	Charlie Sentinel	gravimetrico BV	1 giorno	13.0%

L'incertezza estesa è 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.

2. CONDIZIONI METEOCLIMATICHE

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.
- ❖ Anno 2018: caldo e piovoso, con temperature minime molto sopra le medie storiche e surplus pluviometrico 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 2018

I dati presentati sono prodotti dal Settore Sistemi Previsionali di Arpa Piemonte. Tutti i dati meteoroclimatici e le elaborazioni più sotto riportate sono scaricabili dal sito di Arpa Piemonte.¹

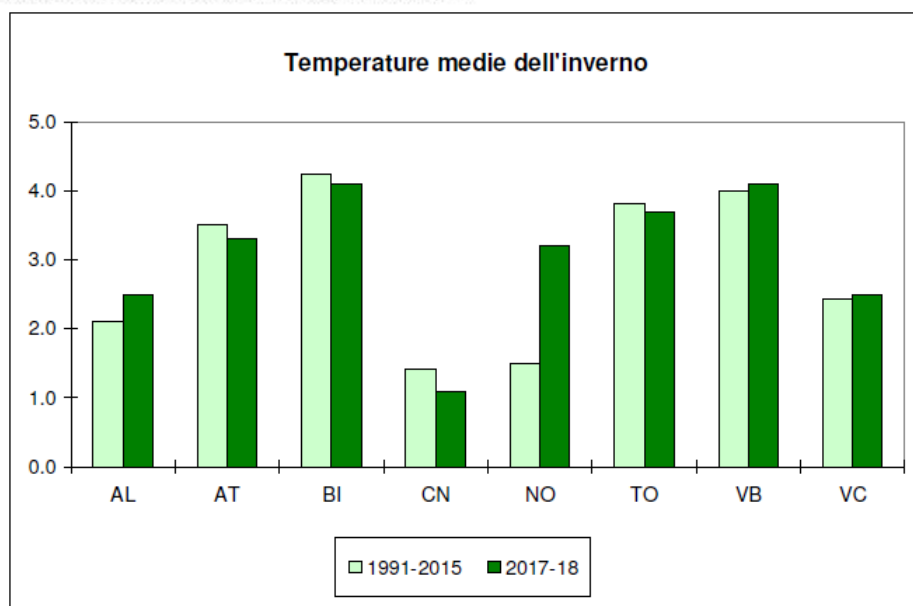
INVERNO 2017/2018

Dal punto di vista delle temperature l'anno solare 2018 (gennaio-dicembre) è stato un altro anno decisamente caldo e piovoso. L'inverno 2017/2018 ha registrato un'anomalia sia positive che negative: dicembre 2017 e febbraio 2018 sono stati mesi più freddi della norma, mentre gennaio 2018 ha fatto registrare dei record di temperature positive di +2.7°C rispetto alla media climatologica.

L'inverno 2017/2018 è stato anche un inverno piovoso con +60% di precipitazioni rispetto alla media storica 1971-2000.

	Anomalia(°C)	Posizione	Media in pianura (°C)	% record	Luogo	Data	°C
Dicembre	+0.0	26° più caldo	6.2	3			
Gennaio	+3.1	2° più caldo	8.8	1			
Febbraio	-2.0	9° più freddo	5.9	0			
Stagione	+0.5	22° più calda	7.0	0			

Tabella 4 - Temperature massime mensili in Piemonte nell'inverno 2017/2018. 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



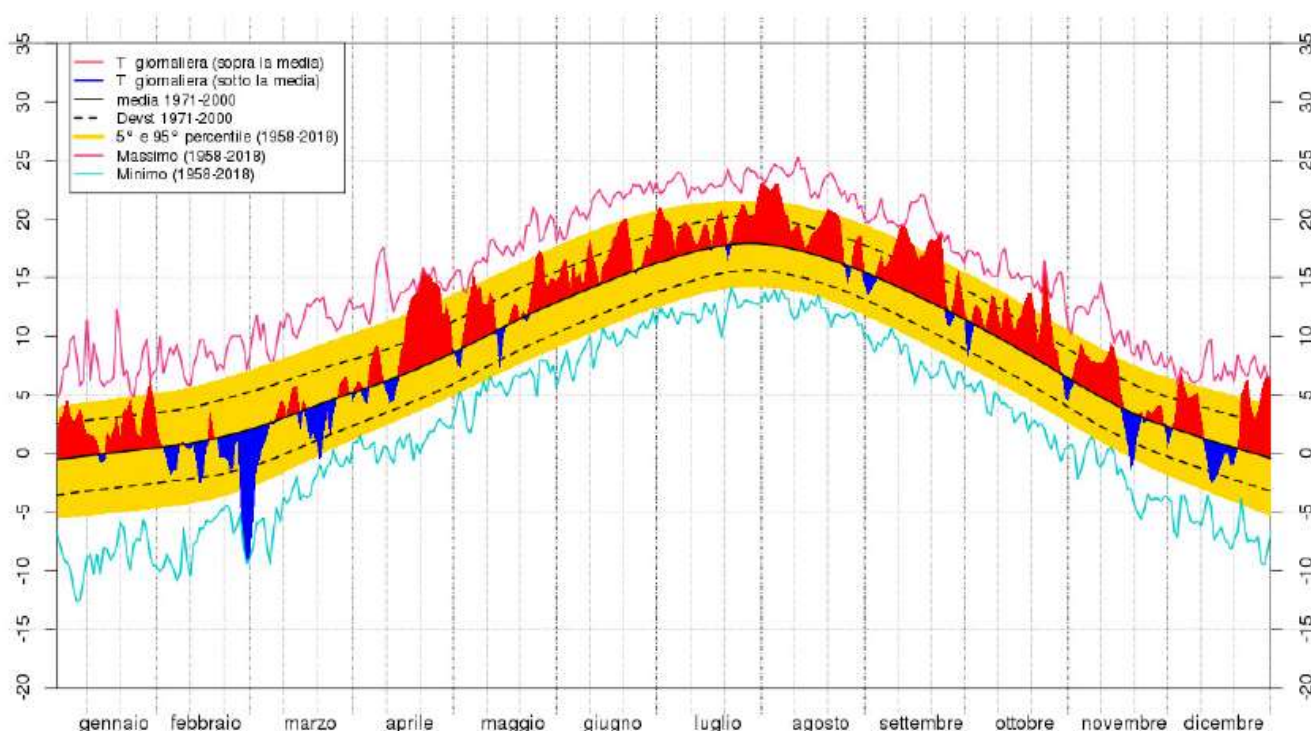
Fonte: Arpa Piemonte Sistemi Previsionali – “Il clima in Piemonte – Inverno 2017/2018”

¹ <http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/temi-ambientali/meteorologia-e-clima/clima/documentazione-e-dati-1/documentazione-e-dati>

ANNO SOLARE 2018

L'anno solare 2018 è stato il secondo più caldo in Piemonte dell'intera serie storica 1958-2018 con una anomalia termica positiva di circa 1.6°C rispetto al trentennio di riferimento 1971-2000. Fatta eccezione per il mese di febbraio, dove ci sono stati invece episodi di freddo intenso, tutta l'annata è stata caratterizzata da temperature sopra la media.

Temperatura giornaliera: media Piemonte ANNO 2018



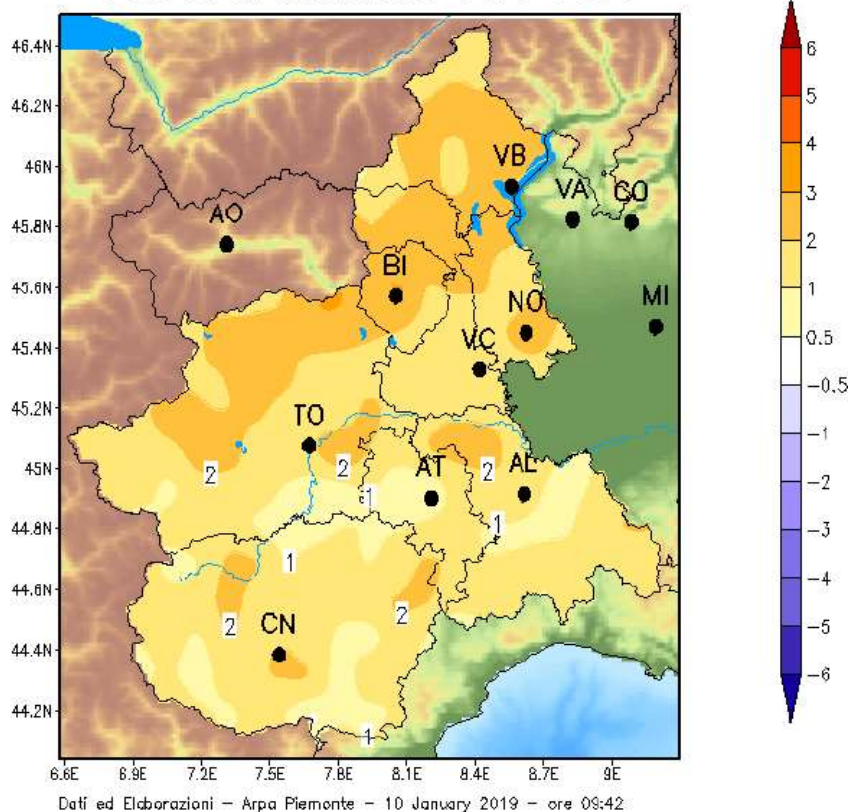
Temp media	Media (°C)	Anomalia (°C)	Posizione	Media in pianura (°C)
Gennaio	+3.2	+2.7	2° più caldo	+4.3
Febbraio	-0.4	-2.0	13° più freddo	+1.9
Marzo	+3.5	-1.3	18° più freddo	+6.0
Aprile	+10.8	+3.4	3° più caldo	+14.0
Maggio	+13.6	+1.6	15° più caldo	+16.7
Giugno	+17.9	+2.2	7° più caldo	+21.4
Luglio	+20.6	+1.9	6° più caldo	+23.7
Agosto	+20.4	+2.1	6° più caldo	+23.4
Settembre	+17.1	+2.8	3° più caldo	+19.6
Ottobre	+11.8	+2.3	6° più caldo	+14.0
Novembre	+5.9	+1.7	9° più caldo	+8.3
Dicembre	+3.2	+2.0	7° più caldo	+3.5
Anno	+10.7	+1.6	2° più caldo	+13.1

Tabella 1 - Temperature medie mensili in Piemonte nell'anno 2018. Per ciascun mese è riportata la temperatura media sul Piemonte, 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. In arancione (caldo) o blu (freddo) i mesi nelle prime 10 posizioni storiche, in grassetto quelli tra i primi tre.

Fonte: Arpa Piemonte Sistemi Previsionali – "Il clima in Piemonte nel 2018"

I mesi più caldi rispetto alla media sono stati i mesi di gennaio, aprile e settembre caratterizzati da temperature rispettivamente di $+2.7^{\circ}\text{C}$, $+3.4^{\circ}\text{C}$ e $+2.8^{\circ}\text{C}$. In generale tutti i mesi tranne febbraio sono stati circa 2°C sopra la media storica. Le anomalie hanno riguardato sia le temperature massime che quelle minime. Per quanto riguarda la provincia di Alessandria il surriscaldamento ha riguardato l'intero territorio con anomalie positive variabili da 0.5 a 3°C sulle temperature medie. In particolare il casalese è stato il territorio che ha fatto registrare le anomalie più elevate da 2 a 3°C in più rispetto alle medie storiche, con innalzamenti maggiori sulle temperature minime.

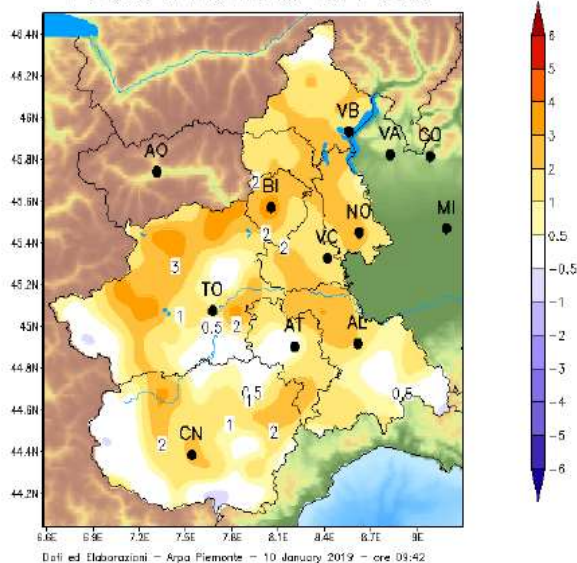
Periodo di riferimento 1971–2000



ANOMALIE ANNUALE T MEDIA ($^{\circ}\text{C}$) – ANNO 2018

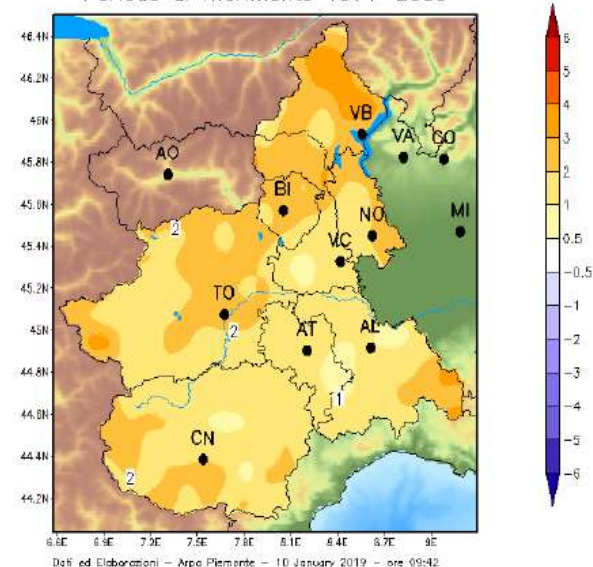
Anomalie annuali di T minima ($^{\circ}\text{C}$) anno 2018

Periodo di riferimento 1971–2000



Anomalie annuali di T massima ($^{\circ}\text{C}$) anno 2018

Periodo di riferimento 1971–2000



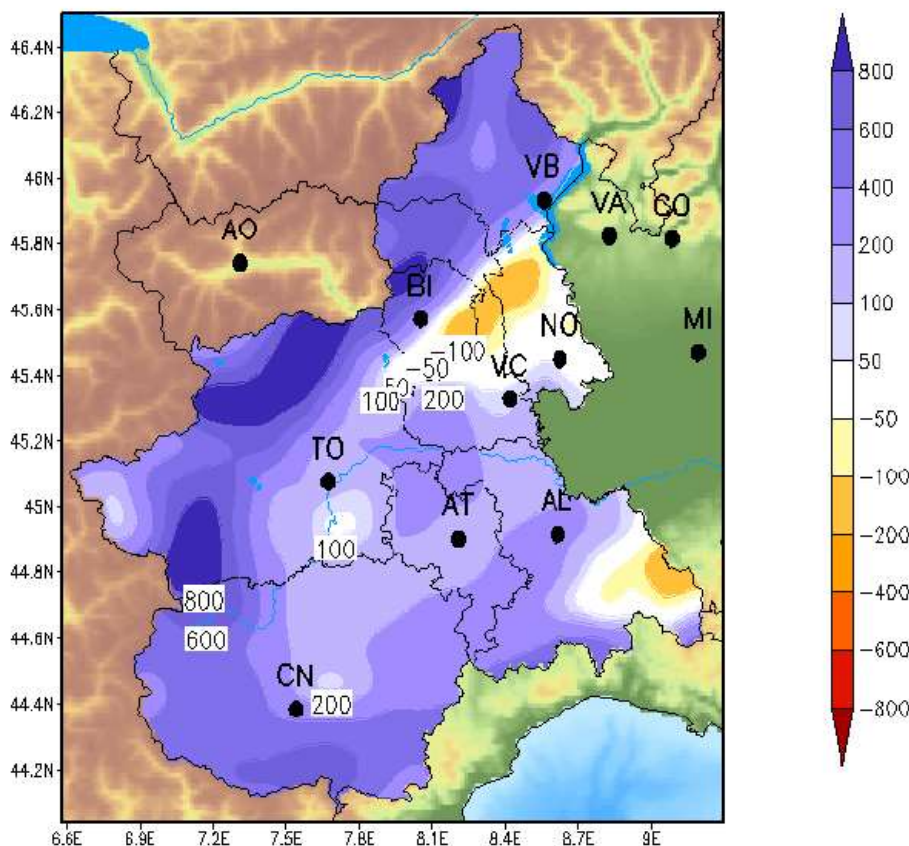
Per quanto riguarda il periodo estivo risultano anche in aumento le notti tropicali (con temperature minime $>20^{\circ}\text{C}$) ed i giorni estivi (con temperature massime $>30^{\circ}\text{C}$) su tutto il territorio.

località	PROV	notti tropicali 2018	notti tropicali 1991-2015	giorni estivi 2018	giorni estivi 1991-2015
Alessandria	AL	5	2	63	61
Montaldo Scarampi	AT	25	17	53	29
Biella	BI	32	28	36	35
Boves	CN	0	1	29	14
Cameri	NO	12	4	80	32
Torino	TO	12	17	84	46
Pallanza	VB	35	17	34	38
Vercelli	VC	14	8	54	48

Dal punto di vista delle precipitazioni il 2018 è stato un anno decisamente piovoso, il 5° più piovoso dell'intera serie storica 1958-2018. In modo particolare i mesi di gennaio, maggio e ottobre sono risultati i più piovosi, in netta controtendenza rispetto all'anno precedente. La provincia di Alessandria ha fatto registrare un surplus pluviometrico mediamente di 100-200mm annui (+30% circa) fatta eccezione per l'estremo sudorientale che ha fatto registrare un deficit di piovosità.

Anomalie annuali di Precipitazione (mm) anno 2018

Periodo di riferimento 1971-2000



Fonte: Arpa Piemonte Sistemi Previsionali - "Il clima in Piemonte nel 2018"

2.3 DATI REGISTRATI NEL 2018 DALLA STAZIONE METEO DI ALESSANDRIA LOBBI

STAZIONE METEO ALESSANDRIA LOBBI PRESSO DEPURATORE COMUNALE

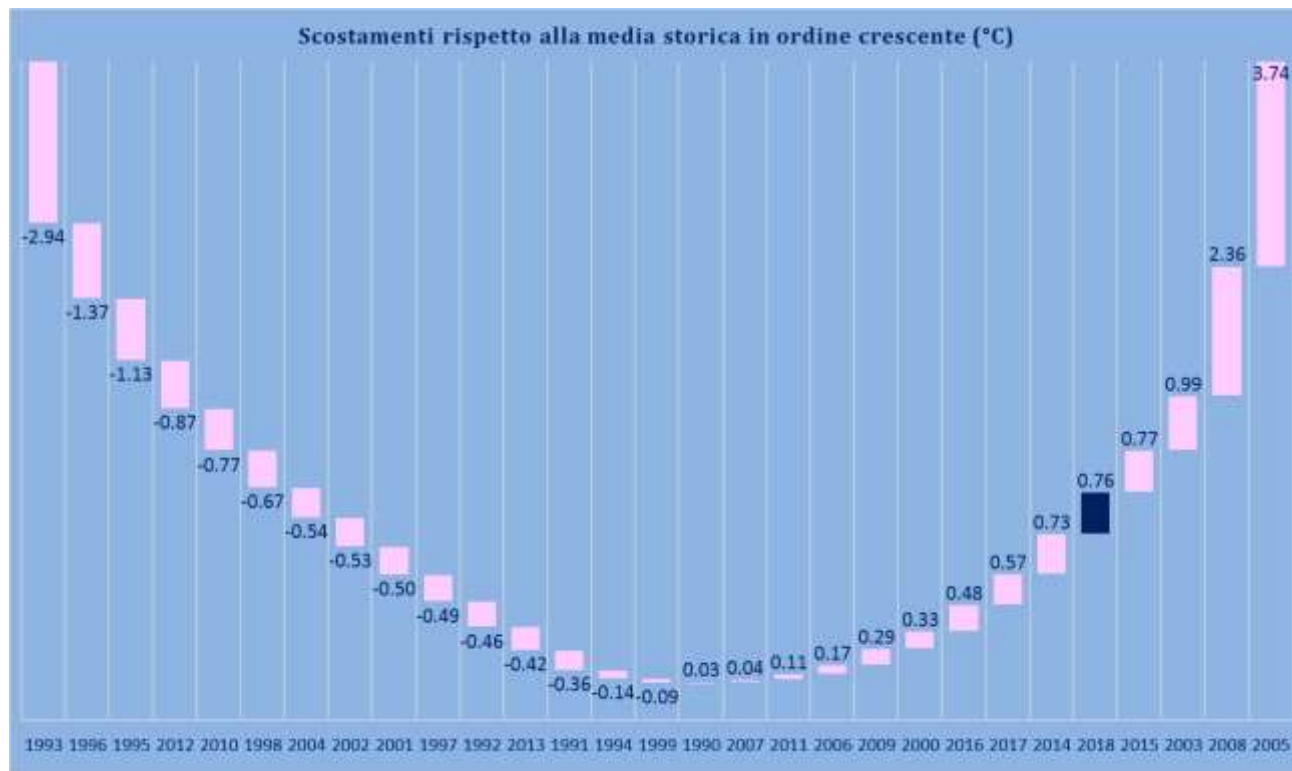
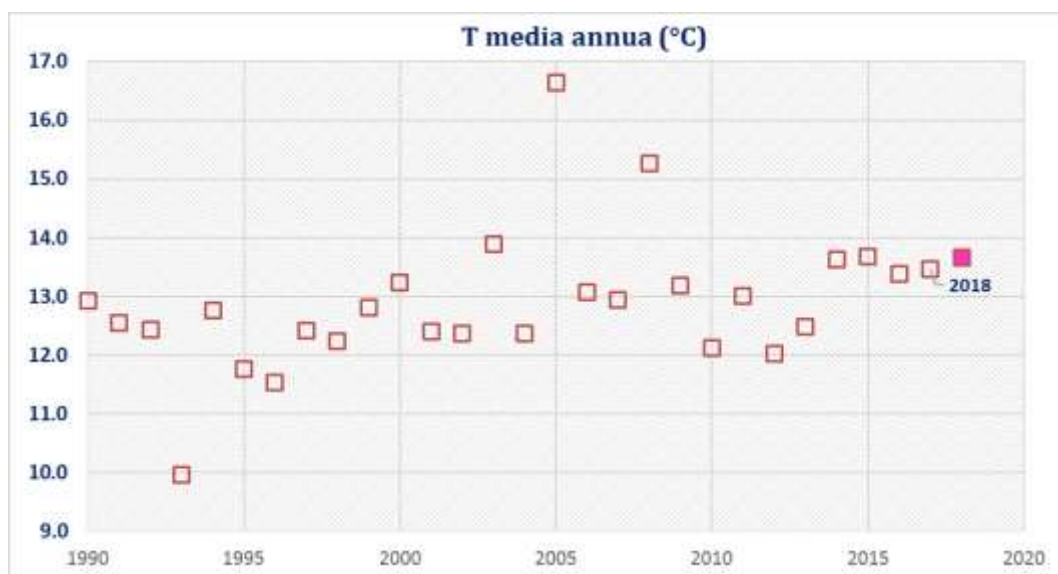
COORD UTM WGS84

UTMX: 476727

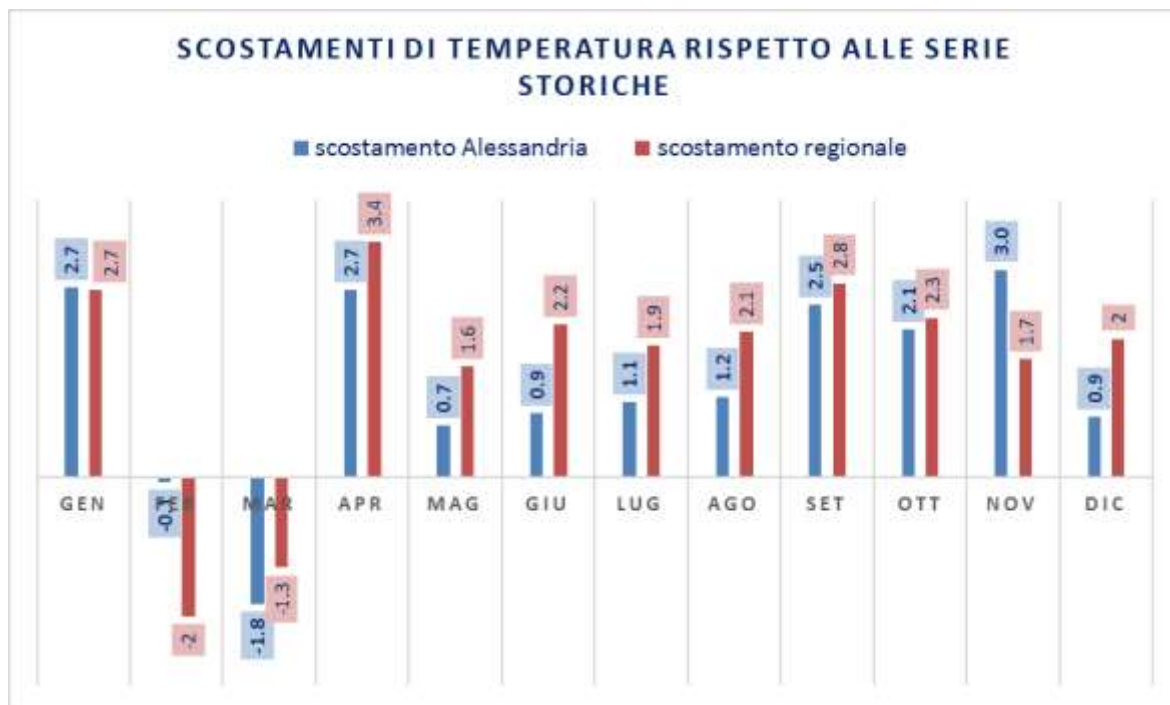
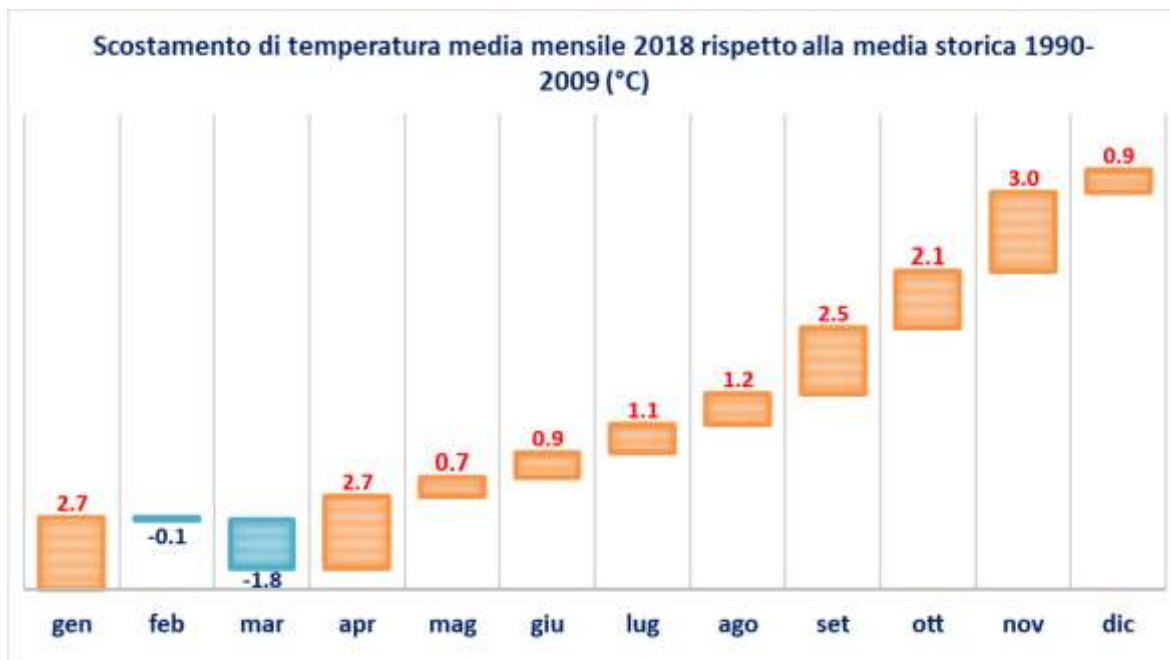
UTMY: 4976201

PARAMETRI: PIOGGIA, TEMPERATURA, VEL VENTO, DIR VENTO, RADIAZIONE SOLARE

Nel 2018 la temperatura media annuale ad Alessandria è stata di 13.7°C, in linea con quelle degli ultimi cinque anni. **L'anno 2018 rispetto alla media storica registrata dal 1990 al 2009 evidenzia temperature mediamente più elevate di 0.76°C e risulta il quinto anno più caldo dall'inizio delle rilevazioni dopo il 2006,2008,2003 e 2015.**



Considerando le medie sui mesi, ad eccezione di febbraio e marzo, si riscontrano aumenti di temperatura rispetto alla media storica che variano da 0.7°C di aprile a ben 3.0°C nel mese di novembre. Nel 2018 si registrano aumenti superiori ai 2°C a aprile, settembre, ottobre e novembre. Gli incrementi di Alessandria sono in linea con gli incrementi registrati a livello regionale.



I valori minimi, medi, massimi e minimi delle temperature dal 1990 al 2018 nella stazione di Alessandria Lobbi evidenziano aumenti generalizzati, particolarmente marcati nei valori minimi. **I test statistici indicano un trend significativo in aumento, che si stima rispettivamente di 0.76°C, 0.56°C e 0.70°C per decade (intervallo di confidenza 95%) per le temperature minime, medie e massime.**

Mann-Kendall Test su T minime delle medie mensili

M-K Test Value (S)	95
Critical Value (0.05)	1.645
Standard Deviation of S	53.21
Standardized Value of S	1.766
Approximate p-value	0.0387
slope	0.0758

Statistically significant evidence of an increasing trend at the specified level of significance.

Mann-Kendall Test su T massime delle medie mensili

M-K Test Value (S)	120
Critical Value (0.05)	1.645
Standard Deviation of S	53.25
Standardized Value of S	2.235
Approximate p-value	0.0127
slope	0.07

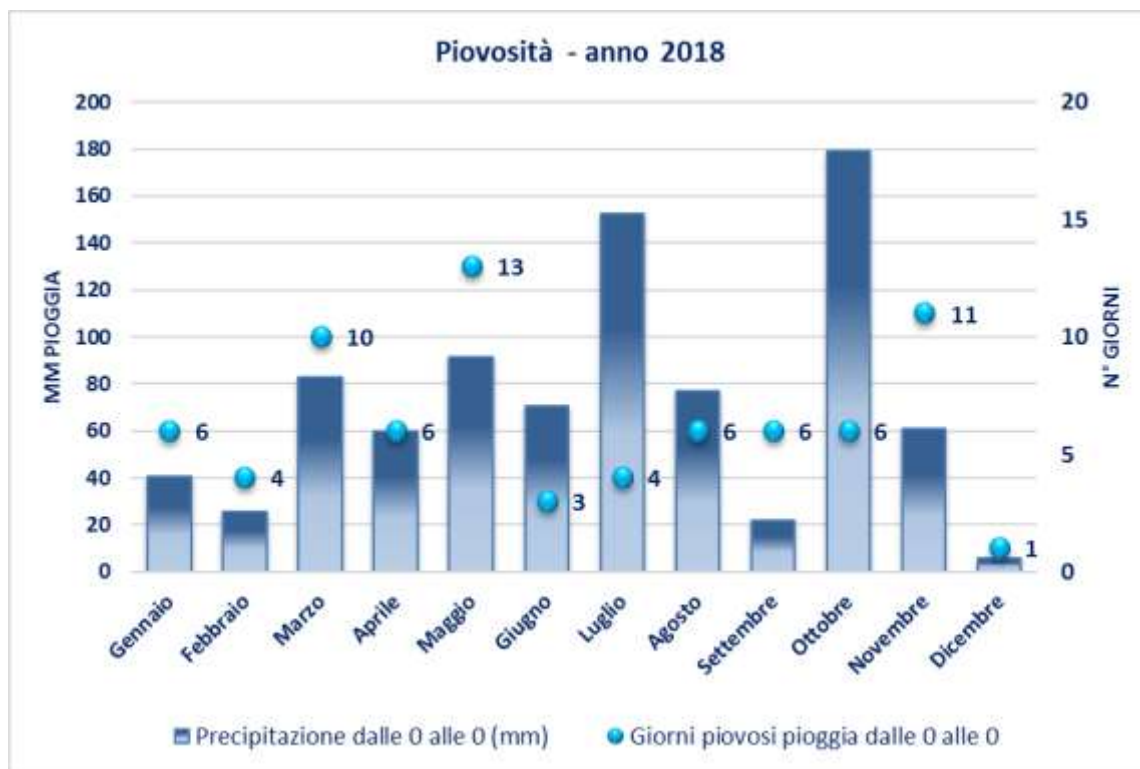
Statistically significant evidence of an increasing trend at the specified level of significance.

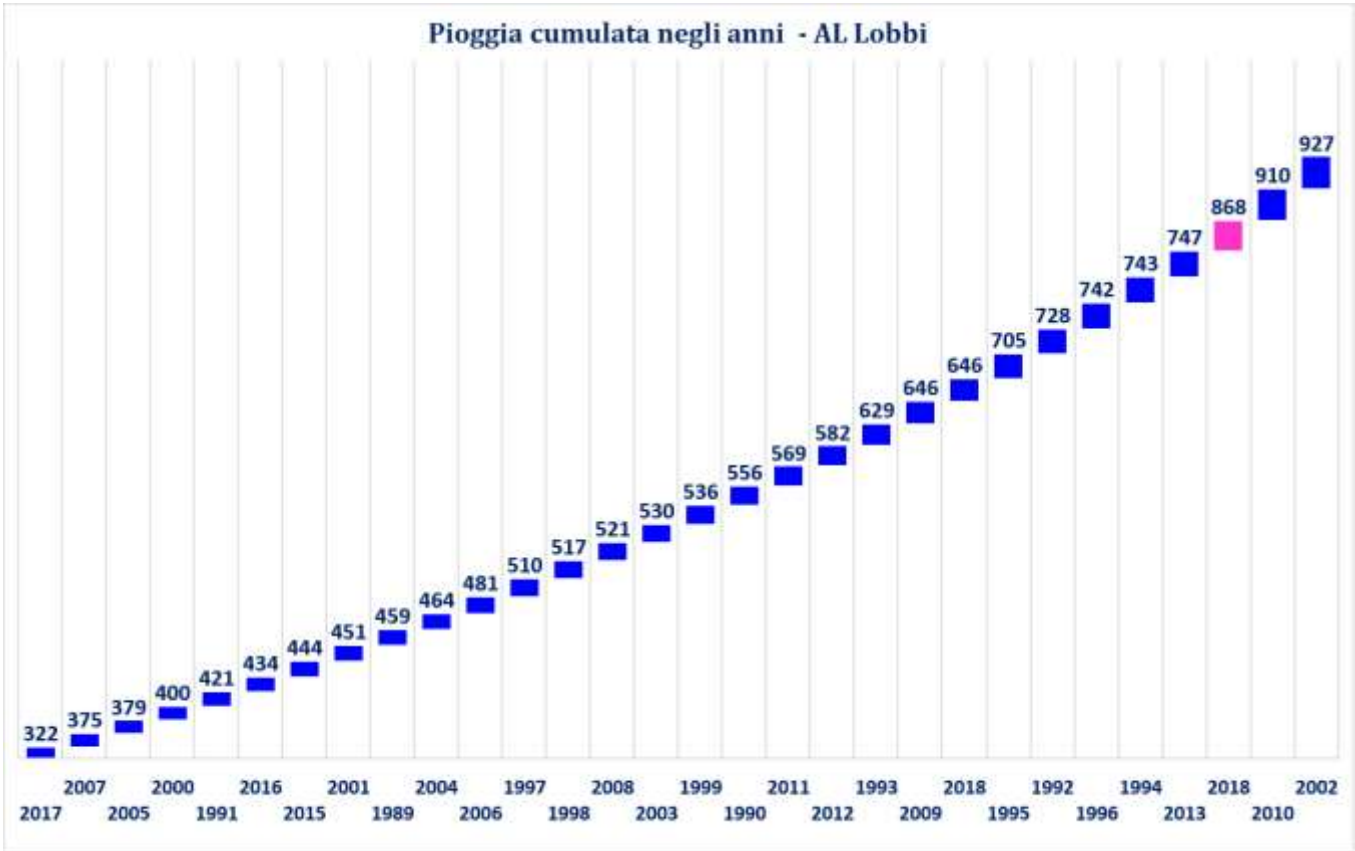
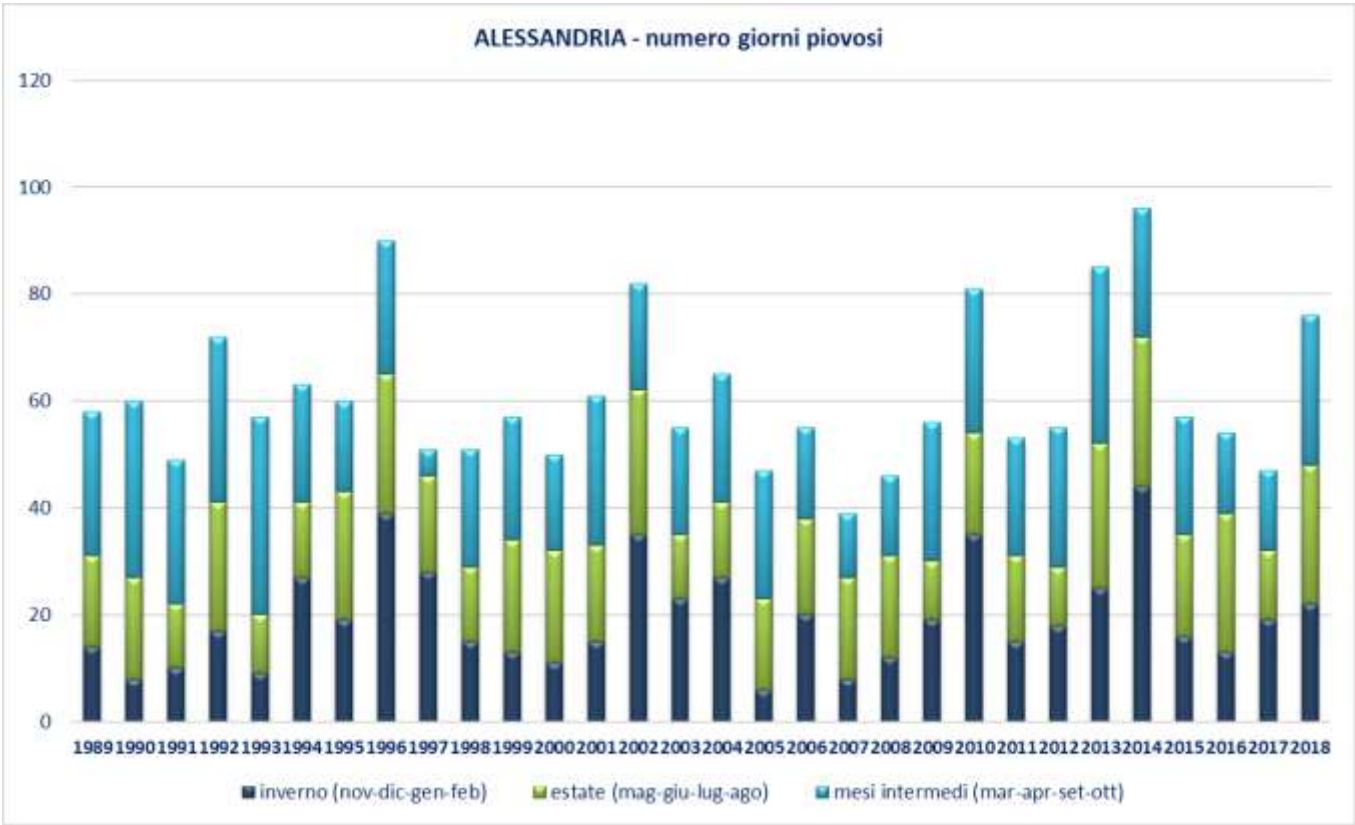
Mann-Kendall Test su T medie delle medie mensili

M-K Test Value (S)	132
Critical Value (0.05)	1.645
Standard Deviation of S	53.31
Standardized Value of S	2.457
Approximate p-value	0.007
slope	0.0556

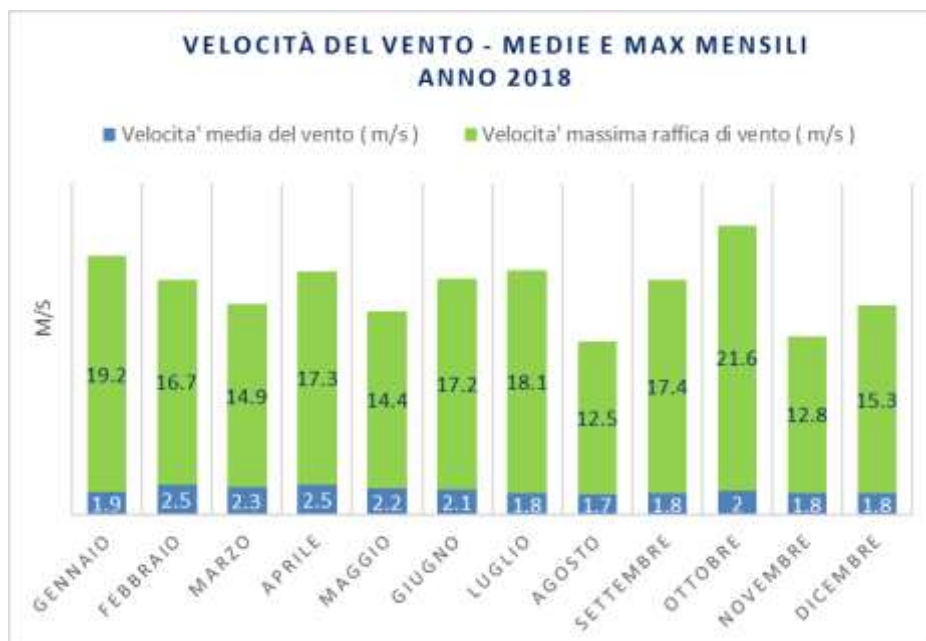
Statistically significant evidence of an increasing trend at the specified level of significance.

Le precipitazioni nel 2018 sono state abbondanti e sopra la media. La pioggia cumulata nell'anno è stata di 868mm, il 2018 risulta dunque il terzo più piovoso dopo 2002 e 2010 e nettamente in controtendenza rispetto all'annata 2017 particolarmente siccitosa. In particolare si segnalano alcuni mesi, come ottobre e luglio, caratterizzati da piogge intense concentrate in poche giornate. In 10 giornate di piogge intense (4 giorni piovosi occorsi a luglio e nei 6 occorsi a ottobre) è caduta il 40% della pioggia dell'anno corrispondente ad un quantitativo pari a tutta la pioggia caduta nel 2017.

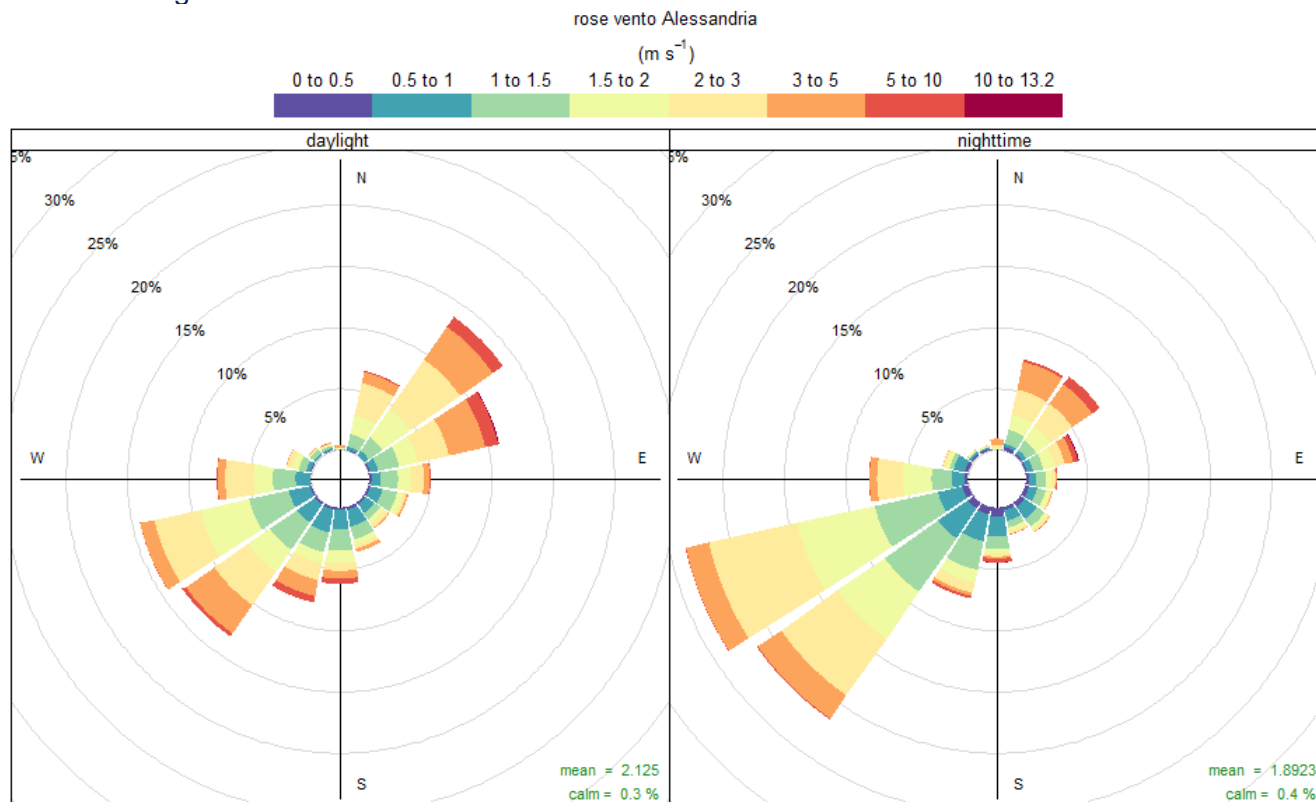




Il valore medio annuo 2018 della velocità del vento ad Alessandria, secondo quanto evidenziato dalla stazione meteo-idro-anemometrica regionale, è di 2.0m/s mentre l'andamento delle medie e delle massime raffiche sui 12 mesi è di seguito riportato.



Il vento della zona è piuttosto debole in tutti i mesi dell'anno, con qualche rinforzo nei mesi invernali e primaverili con episodi di foehn. L'area geografica di Alessandria, presenta una rosa dei venti bimodale con asse prevalente Nordest-Sudovest e prevalenza di venti da Sud-Ovest. Di seguito la rosa dei venti giorno/notte registrata ad Alessandria Lobbi nel 2018.



Frequency of counts by wind direction (%)

3. IL QUADRO NORMATIVO

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 ₁₀	1 day	Limit value: 50 µg/m ³	Not to be exceeded on more than 35 days per year
	Calendar year	Limit value: 40 µg/m ³	
PM _{2.5}	Calendar year	Limit value: 25 µg/m ³	
		Exposure concentration obligation: 20 µg/m ³	Average Exposure Indicator (AEI) ^(*) in 2015 (2013-2015 average)
		National Exposure reduction target: 0-20 % reduction in exposure	AEI ^(*) in 2020, the percentage reduction depends on the initial AEI
O ₃	Maximum daily 8-hour mean	Target value: 120 µg/m ³	Not to be exceeded on more than 25 days/year, averaged over 3 years ^(b)
		Long term objective: 120 µg/m ³	
	1 hour	Information threshold: 180 µg/m ³	
		Alert threshold: 240 µg/m ³	
NO ₂	1 hour	Limit value: 200 µg/m ³	Not to be exceeded on more than 18 hours per year
		Alert threshold: 400 µg/m ³	To be measured over 3 consecutive hours over 100 km ² or an entire zone
	Calendar year	Limit value: 40 µg/m ³	
BaP	Calendar year	Target value: 1 ng/m ³	Measured as content in PM ₁₀
SO ₂	1 hour	Limit value: 350 µg/m ³	Not to be exceeded on more than 24 hours per year
		Alert threshold: 500 µg/m ³	To be measured over 3 consecutive hours over 100 km ² or an entire zone
	1 day	Limit value: 125 µg/m ³	Not to be exceeded on more than 3 days per year
CO	Maximum daily 8-hour mean	Limit value: 10 mg/m ³	
C ₆ H ₆	Calendar year	Limit value: 5 µg/m ³	
Pb	Calendar year	Limit value: 0.5 µg/m ³	Measured as content in PM ₁₀
As	Calendar year	Target value: 6 ng/m ³	Measured as content in PM ₁₀
Cd	Calendar year	Target value: 5 ng/m ³	Measured as content in PM ₁₀
Ni	Calendar year	Target value: 20 ng/m ³	Measured as content in PM ₁₀

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

4. 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 ₆ H ₆	Attività industriali, traffico autoveicolare
Biossido di zolfo*	SO ₂	Attività industriali, centrali di potenza
Biossido di azoto*/**	NO ₂	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 ₃	Non ci sono significative sorgenti di emissione antropiche in atmosfera
Particolato atmosferico */**	PM ₁₀	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 NO₂)

Gli ossidi di azoto (nel complesso indicati anche come NO_x) 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_x è in forma di monossido di azoto (NO), con un rapporto NO/NO₂ notevolmente a favore del primo. L'NO, una volta diffusosi in atmosfera può ossidarsi e portare alla formazione di NO₂. L'NO è quindi un inquinante primario mentre l'NO₂ 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 NO₂ 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 (SO₂)

Il biossido di zolfo (SO₂) 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 PM_{2.5} 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 risollevarimento 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 **PM_{2.5}** più bassi rispetto alla legislazione europea: **20 e 10 microgrammi/m³** 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.

5. QUALITA' DELL'ARIA IN PROVINCIA DI ALESSANDRIA

5.1 SINTESI DEI RISULTATI

TABELLA RIASSUNTIVA DEI RISULTATI - ULTIMI 3 ANNI

Stazione di monitoraggio: Alessandria VOLTA	2016	2017	2018
NO₂ (µg/m³)			
Media dei massimi giornalieri	37	62	44
Media dei valori orari (limite =40 µg/m ³)	23	35	24
Percentuale ore valide	96%	92%	97%
N° di superamenti livello orario protezione della salute (200)	0	0	0
PM₁₀ (µg/m³)			
Massima media giornaliera	118	151	104
Media delle medie giornaliere (limite =40 µg/m ³)	27	37	32
Percentuale giorni validi	100%	99%	97%
N° di superamenti livello giornaliero protezione della salute (max 35 superamenti)	37	90	40
Data del 35° superamento livello giornaliero protezione della salute (50)	29-dic	29-set	15-dic
PM_{2.5} (µg/m³)			
Massima media giornaliera	101	117	88
Media delle medie giornaliere (limite =25 µg/m ³)	21	26	22
Percentuale giorni validi	99%	99%	100%
Ozono (µg/m³)			
Media delle medie 8 ore	53	45	50
Massimo medie 8 ore	199	179	175
Percentuale ore valide	98%	92%	93%
N° superamenti livello protezione della salute su medie 8h (120)	637	337	469
N° di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)	87	57	77
N° di superamenti livello informazione (180)	64	14	5
N° di superamenti livello allarme (240 per 3 ore consecutive)	0	0	0
Benzo(a)pirene nel PM₁₀ (ng/m³)			
Massima Media mensile	2.3	1.7	1.4
Media annua (limite =1 ng/m ³)	0.5	0.5	0.3
Percentuale giorni validi	100%	99%	100%
Arsenico nel PM₁₀ (ng/m³)			
Massima Media mensile	0.8	0.8	0.8
Media annua (limite =6 ng/m ³)	0.7	0.7	0.7
Percentuale giorni validi	100%	99%	100%
Cadmio nel PM₁₀ (ng/m³)			
Massima Media mensile	0.77	0.35	0.21
Media annua (limite =5 ng/m ³)	0.14	0.14	0.1
Percentuale giorni validi	100%	99%	100%
Nichel nel PM₁₀ (ng/m³)			
Massima Media mensile	6.7	5.8	2.8
Media annua (limite =20 ng/m ³)	2.5	2.8	2.0
Percentuale giorni validi	100%	99%	100%
Piombo nel PM₁₀ (ng/m³)			
Massima Media mensile	14	12	11
Media annua (limite =500 ng/m ³)	6	6	5.0
Percentuale giorni validi	100%	90%	100%

Stazione di monitoraggio: ALESSANDRIA D'ANNUNZIO	2016	2017	2018
Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
Media dei massimi giornalieri	1.7	2.1	1.7
Media dei valori orari (limite =5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.0	1.2	1.0
Percentuale ore valide	79%	94%	95%
CO (mg/m^3)			
Media dei massimi giornalieri	1.0	0.9	Strumento disattivato
Media dei valori orari	0.7	0.6	
Percentuale ore valide	97%	91%	
Minimo delle medie 8 ore	0.1	0.2	
Media delle medie 8 ore	0.7	0.6	
Massimo delle medie 8 ore	2.2	1.8	
N° di superamenti livello protezione della salute (10)	0	0	
NO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
Media dei massimi giornalieri	79	71	58
Media dei valori orari	43	38	31
Percentuale ore valide	99%	99%	95%
N° di superamenti livello orario protezione della salute (200)	3	0	0
PM₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
Massima media giornaliera	140	152	103
Media delle medie giornaliere (limite =40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	36	42	37
Percentuale giorni validi	97%	98%	99%
N° di superamenti livello giornaliero protezione della salute (max 35 superamenti)	69	102	59
Benzo(a)pirene nel PM₁₀ (ng/m³)			
Massima Media mensile	2.8	2.5	1.5
Media annua (limite =1 ng/m ³)	0.6	0.6	0.4
Percentuale giorni validi	97%	98%	99%
Arsenico nel PM₁₀ (ng/m³)			
Massima Media mensile	0.8	0.8	0.8
Media annua (limite =6 ng/m ³)	0.7	0.7	0.7
Percentuale giorni validi	97%	98%	99%
Cadmio nel PM₁₀ (ng/m³)			
Massima Media mensile	0.35	0.24	0.21
Media annua (limite =5 ng/m ³)	0.12	0.13	0.09
Percentuale giorni validi	97%	98%	99%
Nichel nel PM₁₀ (ng/m³)			
Massima Media mensile	4.9	10.0	4.8
Media annua (limite =20 ng/m ³)	3.0	4.3	3.0
Percentuale giorni validi	97%	98%	99%
Piombo nel PM₁₀ (ng/m³)			
Massima Media mensile	15	17	11
Media annua (limite =500 ng/m ³)	6.0	7.0	5.0
Percentuale giorni validi	97%	98%	95%
Stazione di monitoraggio: CASALE M.TO	2016	2017	2018
Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
Media dei massimi giornalieri	1.8	1.8	1.5
Media dei valori orari (limite =5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.0	0.9	0.8
Percentuale ore valide	87%	95%	96%

	NO ₂ (µg/m ³)		
Media dei massimi giornalieri	52	57	48
Media dei valori orari (limite =40 µg/m ³)	26	29	25
Percentuale ore valide	99%	88%	91%
N° di superamenti livello orario protezione della salute (200)	0	0	0
	PM ₁₀ (µg/m ³)*		
Massima media giornaliera	106	112	99
Media delle medie giornaliere (limite =40 µg/m ³)	27	31	28
Percentuale giorni validi	97%	89%	86%
N° di superamenti livello giornaliero protezione della salute (max 35 superamenti)	37	64	26
Data del 35° superamento livello giornaliero protezione della salute (50)	29-dic	15-ott	--

* DATI PM10 INFERIORI AL 90% - RISULTATI PARZIALI

Stazione di monitoraggio: TORTONA	2016	2017	2018
		NO ₂ (µg/m ³)	
Media dei massimi giornalieri	53	60	51
Media dei valori orari (limite =40 µg/m3)	29	32	28
Percentuale ore valide	100%	99%	96%
N° di superamenti livello orario protezione della salute (200)	0	6	0
		PM ₁₀ (µg/m ³)*	
Massima media giornaliera	106	144	112
Media delle medie giornaliere (limite =40 µg/m3)	28	33	28
Percentuale giorni validi	97%	97%	88%
N° di superamenti livello giornaliero protezione della salute (max 35 superamenti)	46	70	30
Data del 35° superamento livello giornaliero protezione della salute (50)	06-dic	15-mar	--

* DATI PM10 INFERIORI AL 90% - RISULTATI PARZIALI

Stazione di monitoraggio: NOVI LIGURE		2016	2017	2018
		NO ₂ (µg/m ³)		
Media dei massimi giornalieri		48	61	57
Media dei valori orari (limite =40 µg/m3)		30	33	30
Percentuale ore valide	27	100%	96%	99%
N° di superamenti livello orario protezione della salute (200)		0	0	0
		PM ₁₀ (µg/m ³)		
Massima media giornaliera		120	160	105
Media delle medie giornaliere (limite =40 µg/m3)		29	33	31
Percentuale giorni validi		98%	97%	100%
N° di superamenti livello giornaliero protezione della salute (max 35 superamenti)		44	65	42
Data del 35° superamento livello giornaliero protezione della salute (50)		08-dic	04-ott	06-dic

Stazione di monitoraggio: ARQUATA SCRIVIA	2016	2017	2018
		SO ₂ (µg/m ³)	
Max media oraria	17	33	56
Media dei valori orari	11	10	8
Percentuale ore valide	96%	100%	97%
N° di superamenti livello orario protezione della salute (350)	0	0	0

	PM ₁₀ (µg/m ³)		
Massima media giornaliera	125	139	102
Media delle medie giornaliere (limite =40 µg/m ³)	31	32	29
Percentuale giorni validi	96%	100%	100%
N° di superamenti livello giornaliero protezione della salute (max 35 superamenti)	51	56	35
Data del 35° superamento livello giornaliero protezione della salute (50)	20-nov	21-ott	27-dic
	Benzo(a)pirene nel PM ₁₀ (ng/m ³)		
Massima Media mensile	2.1	2.2	1.4
Media annua (limite =1 ng/m ³)	0.6	0.6	0.3
Percentuale giorni validi	98%	100%	100%
	Arsenico nel PM ₁₀ (ng/m ³)		
Massima Media mensile	0.8	0.8	0.8
Media annua (limite =6 ng/m ³)	0.7	0.7	0.7
Percentuale giorni validi	98%	100%	100%
	Cadmio nel PM ₁₀ (ng/m ³)		
Massima Media mensile	0.2	0.2	0.21
Media annua (limite =5 ng/m ³)	0.1	0.1	0.1
Percentuale giorni validi	98%	100%	100%
	Nichel nel PM ₁₀ (ng/m ³)		
Massima Media mensile	3.3	4.1	2.8
Media annua (limite =20 ng/m ³)	1.9	2.4	2.0
Percentuale giorni validi	98%	100%	100%
	Piombo nel PM ₁₀ (ng/m ³)		
Massima Media mensile	14	14	11
Media annua (limite =500 ng/m ³)	5.0	7.0	5.0
Percentuale giorni validi	98%	100%	100%
Stazione di monitoraggio: DERNICE			
	2016	2017	2018
	NO ₂ (µg/m ³)		
Media dei massimi giornalieri	19	18	17
Media dei valori orari (limite =40 µg/m ³)	12	11	11
Percentuale ore valide	97%	95%	92%
N° di superamenti livello orario protezione della salute (200)	0	0	0
	PM ₁₀ (µg/m ³)		
Massima media giornaliera	69	95	51
Media delle medie giornaliere (limite =40 µg/m ³)	14	16	15
Percentuale giorni validi	100%	100%	100%
N° di superamenti livello giornaliero protezione della salute (max 35 superamenti)	3	10	1
Data del 35° superamento livello giornaliero protezione della salute (50)	--	--	--
	PM _{2.5} (µg/m ³)		
Massima media giornaliera	58	77	41
Media delle medie giornaliere (limite =25 µg/m ³)	10	12	11
Percentuale giorni validi	100%	100%	96%
	Ozono (µg/m ³)		
Media delle medie 8 ore	182	177	159
Massimo medie 8 ore	70	83	77
Percentuale ore valide	95%	97%	93%

N° superamenti livello protezione della salute su medie 8h (120)	386	836	513
N° di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)	49	77	54
N° di superamenti livello informazione (180)	4	8	0
N° di superamenti livello allarme (240 per 3 ore consecutive)	0	0	0
Benzo(a)pirene nel PM10 (ng/m3)			
Massima Media mensile	0.2	0.4	1.5
Media annua (limite =1 ng/m3)	0.0	0.1	0.4
Percentuale giorni validi	100%	99%	99%
Arsenico nel PM10 (ng/m3)			
Massima Media mensile	0.8	0.8	0.8
Media annua (limite =6 ng/m3)	0.7	0.7	0.7
Percentuale giorni validi	100%	99%	99%
Cadmio nel PM10 (ng/m3)			
Massima Media mensile	0.08	0.08	0.21
Media annua (limite =5 ng/m3)	0.07	0.07	0.09
Percentuale giorni validi	100%	99%	99%
Nichel nel PM10 (ng/m3)			
Massima Media mensile	1.0	4.7	4.8
Media annua (limite =20 ng/m3)	0.7	1.2	3.0
Percentuale giorni validi	100%	99%	99%
Piombo nel PM10 (ng/m3)			
Massima Media mensile	4.0	6.0	11
Media annua (limite =500 ng/m3)	2.0	2.0	5.0
Percentuale giorni validi	100%	99%	99%

VALORI DI RANGE							
PARAMETRO	Tipo di media	Unità di misura	Molto buona	Buona	Moderatamente Buona	Moderatamente Insalubre	Insalubre
BENZENE	annuale oraria	microgrammi / m3	<2.0	2.0-3.5	3.5-5.0	5.0-10.0	>10.0
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	8 ore	milligrammi / m3	<5	5-7	7-10	10-16	>16
BIOSSIDO DI AZOTO (NO2)	annuale oraria	microgrammi / m3	<26	26-32	32-40	40-60	>60
PM10	annuale giornaliera	microgrammi / m3	<10	10-20	20-40	40-48	>48
OZONO (O3)	oraria	microgrammi / m3	<90	90-180	180-210	210-240	>240
OZONO (O3)	8 ore	microgrammi / m3	<60	60-120	120-180	180-240	>240
PM2.5	annuale giornaliera	microgrammi / m3					

Nelle tabelle sopra riportate si evidenziano in rosso i superamenti dei limiti di legge per i parametri normati, misurati negli ultimi tre anni dalle stazioni della rete provinciale.

In sintesi le **criticità legate ai superamenti ancora presenti negli ultimi tre anni** per polveri sottili, inquinati gassosi e IPA (idrocarburi policiclici aromatici) e metalli pesanti contenuti nel particolato PM10 si possono riassumere nelle tabelle seguenti.

TABELLA RIASSUNTIVA DELLE CRITICITÀ PER PARTICOLATO FINE E INQUINANTI GASSOSI ULTIMI 3 ANNI

Parametro Stazione	Biossido di azoto NO2	Polveri PM10	Polveri PM2.5	Ozono
Alessandria D'annunzio	X	X	n.d.	n.d.
Alessandria Volta	✓	X	X	X
Tortona	X	X	n.d.	n.d.
Casale M.to	✓	X	n.d.	n.d.
Novi Ligure	✓	X	n.d.	n.d.
Arquata Scrivia	✓	X	n.d.	n.d.
Dernice	✓	✓	✓	X
Principali sorgenti emissive per inquinante	- Emissioni veicoli diesel e benzina - Combustioni da attività industriali - Riscaldamento		- Riscaldamento a legna - Traffico - Agricoltura intensiva e attività zootecniche - Sorgenti industriali di COV - Trattamento rifiuti	Non ha sorgenti dirette ma precursori di origine antropica e naturale quali ossidi di azoto e COV
LEGENDA	X = critico		✓ = non critico	

TABELLA RIASSUNTIVA DELLE CRITICITÀ PER IPA E METALLI PESANTI NEL PM10 ULTIMI 3 ANNI

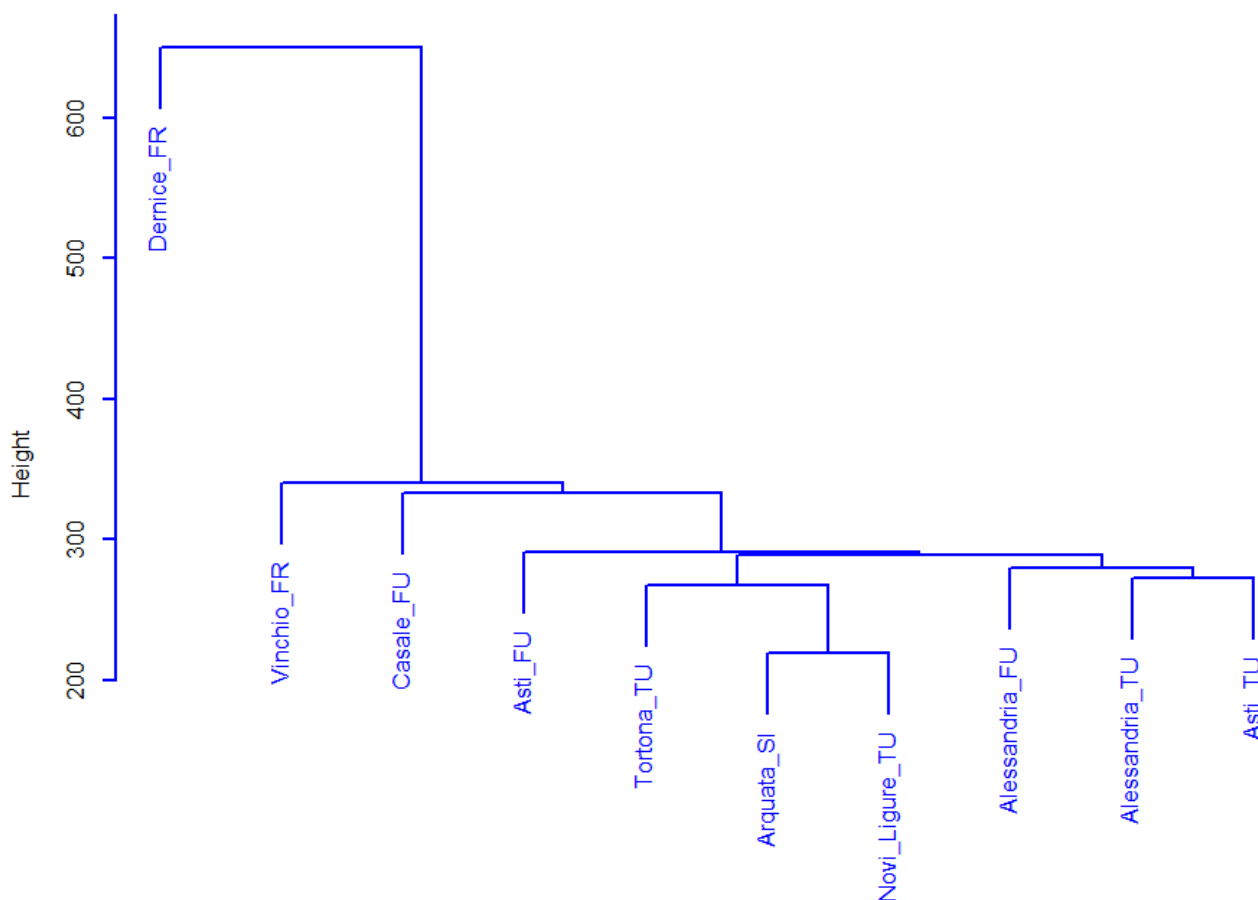
Parametro Stazione	Benzo(a)pirene	Arsenico	Cadmio	Nichel	Piombo
Alessandria D'annunzio	✓	✓	✓	✓	✓
Alessandria Volta	✓	✓	✓	✓	✓
Arquata Scrivia	✓	✓	✓	✓	✓
Dernice	✓	✓	✓	✓	✓
Principali sorgenti emissive per inquinante	- Combustione di legna - Emissioni veicoli diesel - Attività industriali		- Traffico - Attività industriali (siderurgia, metallurgia) - Origine naturale		

Si riportano di seguito le analisi di dettaglio relativamente agli inquinanti maggiormente critici (polveri, benzene, ossidi di azoto, ozono, IPA e metalli) e ad alcune specificità territoriali.

5.2 ANALISI CLUSTER DELLE STAZIONI DI ASTI E ALESSANDRIA

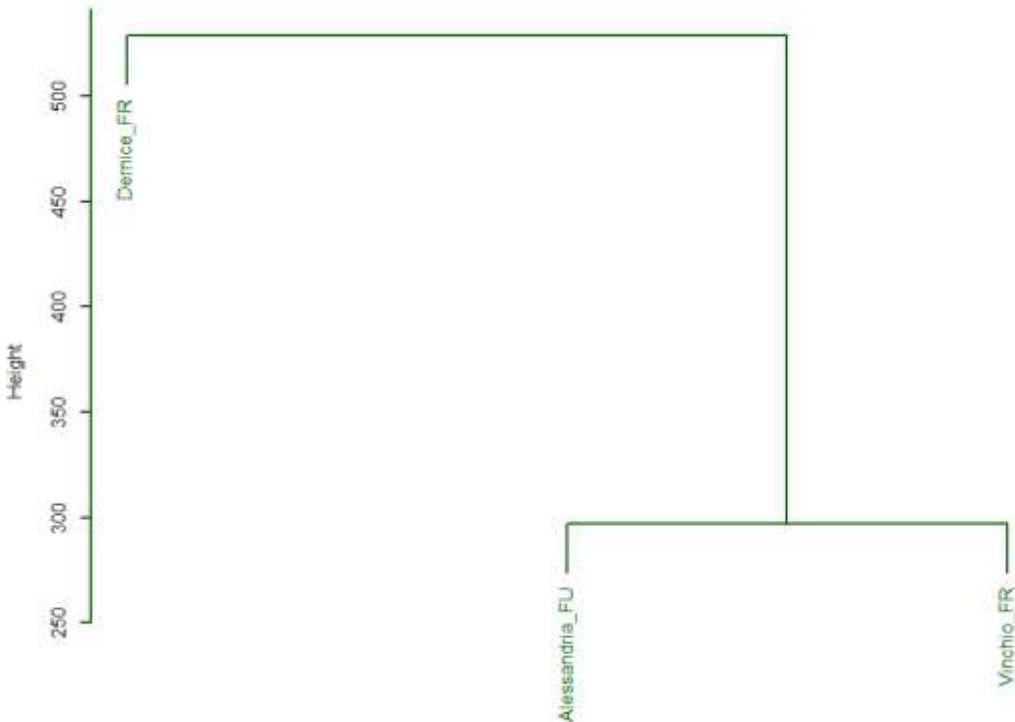
L'analisi a cluster o analisi di aggregazione è una tecnica diffusa di analisi multivariata volta alla selezione e raggruppamento di elementi omogenei in un insieme di dati. Nel nostro caso le unità statistiche sono rappresentate dai siti di misura (Alessandria, Casale, Tortona, Novi Ligure, Arquata, Dernice) ciascuno dei quali contiene i dati di polveri PM10 e di NO₂. La tecnica prevede il calcolo di una matrice di distanza che nel nostro caso è stata calcolata utilizzando la distanza euclidea tra i dati delle stazioni. Il raggruppamento è stato invece effettuato utilizzando il *metodo aggregativo della distanza minima* o "single linkage". Il risultato è visualizzato nei *dendogrammi* sotto riportati che rappresentano visivamente l'aggregazione delle stazioni più "simili" sullo stesso ramo dell'albero mentre le lunghezze dei rami misurano le "distanze" tra i vari gruppi di dati. **I dati di polveri PM10 e PM2.5 di riferiscono alle medie giornaliere registrate negli ultimi tre anni.** Per le PM10 si nota la netta similarità tra le due stazioni alessandrine e tra Arquata e Novi Ligure, direttamente collegate a Tortona a conferma dell'omogeneità dell'area est della provincia. Casale rimane non associabile anche se vicino alle altre stazioni di pianura, ma con valori più bassi. Alessandria e Asti sono molto simili come traffico urbano, mentre il fondo urbano di Asti è più vicino alla stazione di fondo di Casale M.to. Infine le stazioni rurali collinari di Dernice (600m s.l.m) e Vinchio (200m s.l.m.), come prevedibile, sono lontane da tutte le altre, ma con Dernice che risulta essere un vero fondo rurale mentre Vinchio, più bassa in quota e con valori di PM10 decisamente più elevati, si avvicina ai valori di fondo delle stazioni di pianura. Riguardo alle serie mensili di NO₂ degli ultimi 4 anni, si conferma la similarità legata al traffico come principale sorgente emissiva che vede vicine le stazioni da traffico urbano di Novi e Tortona e di Asti e Alessandria. Asti fondo urbano mostra valori più elevati di Alessandria che ha andamenti a sè stante come quelli di Casale Monferrato. Le due stazioni di fondo rurale di Vinchio e Dernice mostrano valori di NO₂ assimilabili

PM10 medie giornaliere - ultimi 3 anni

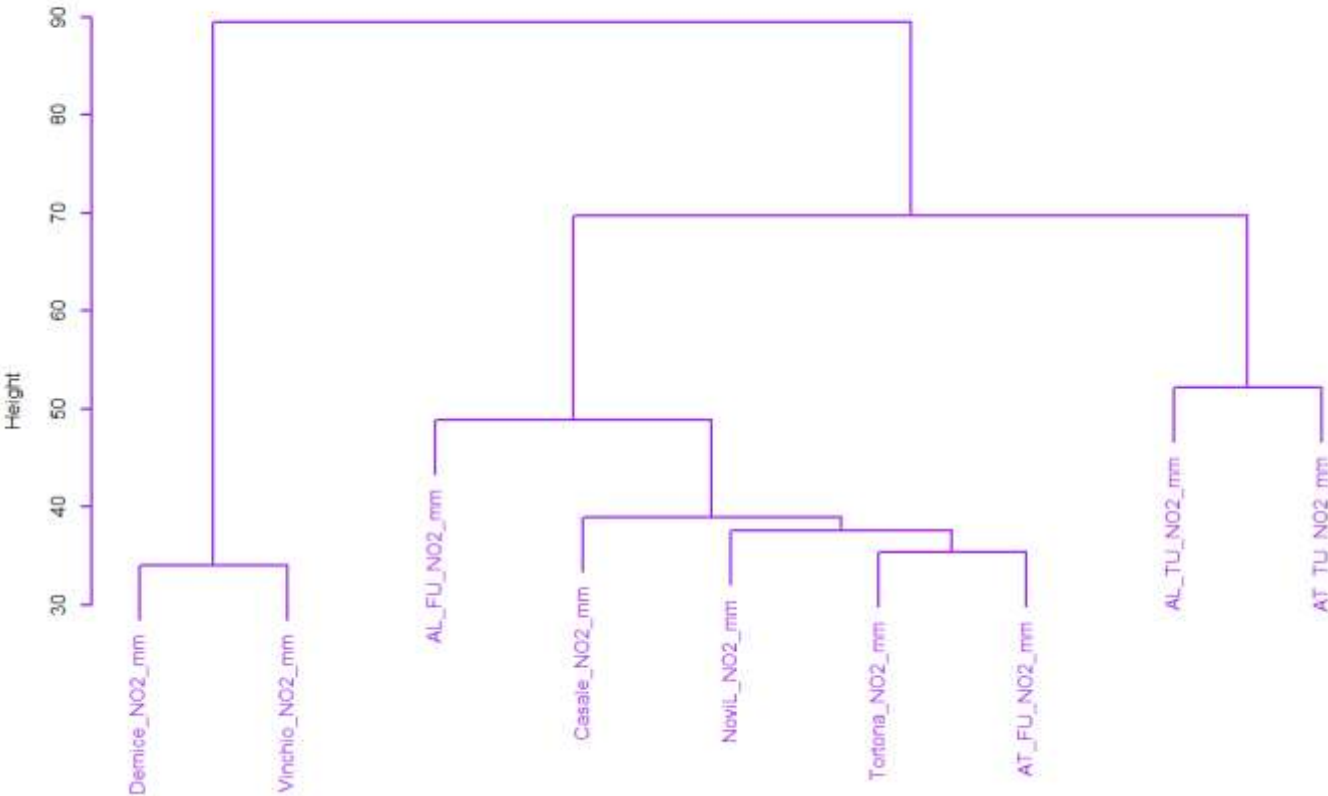


LEGENDA STAZIONI: TU=traffico urbano, FU=fondo urbano, SI=suburbana industriale, FR=fondo rurale

PM2.5 medie giornaliere - ultimi 3 anni



NO2 serie mensili - ultimi 4 anni

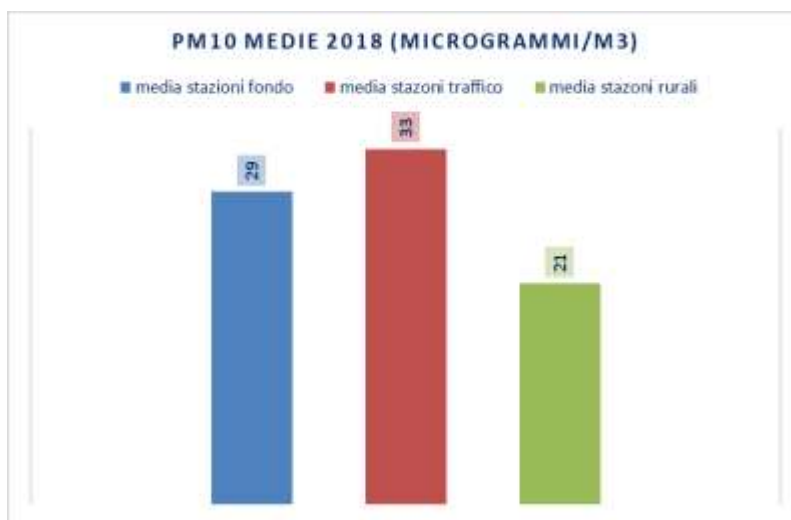
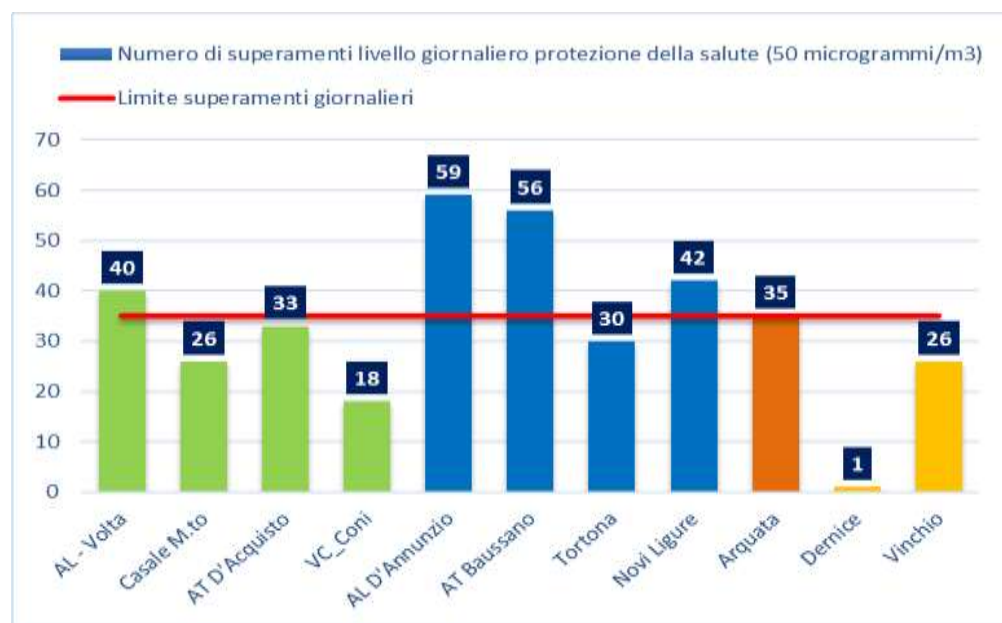


LEGENDA STAZIONI: TU=traffico urbano, FU=fondo urbano, FR=fondo rurale

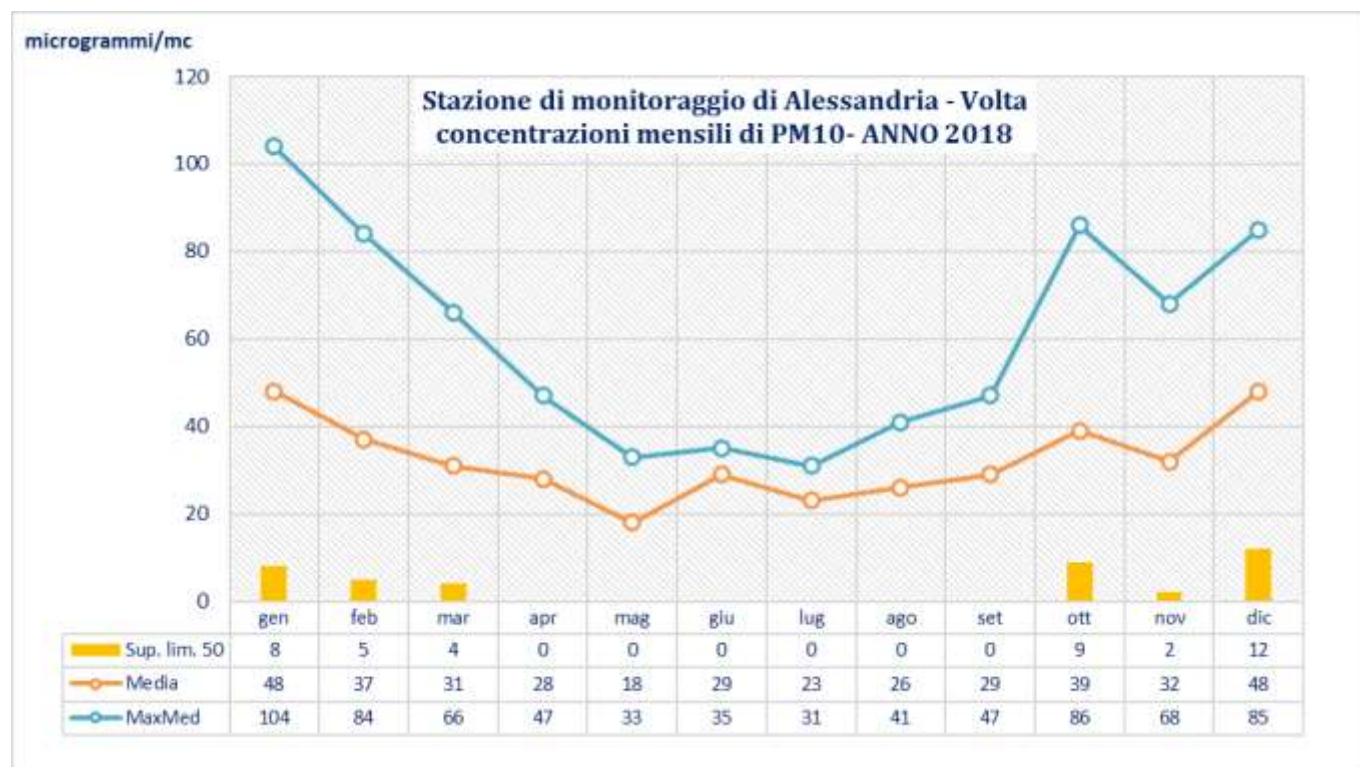
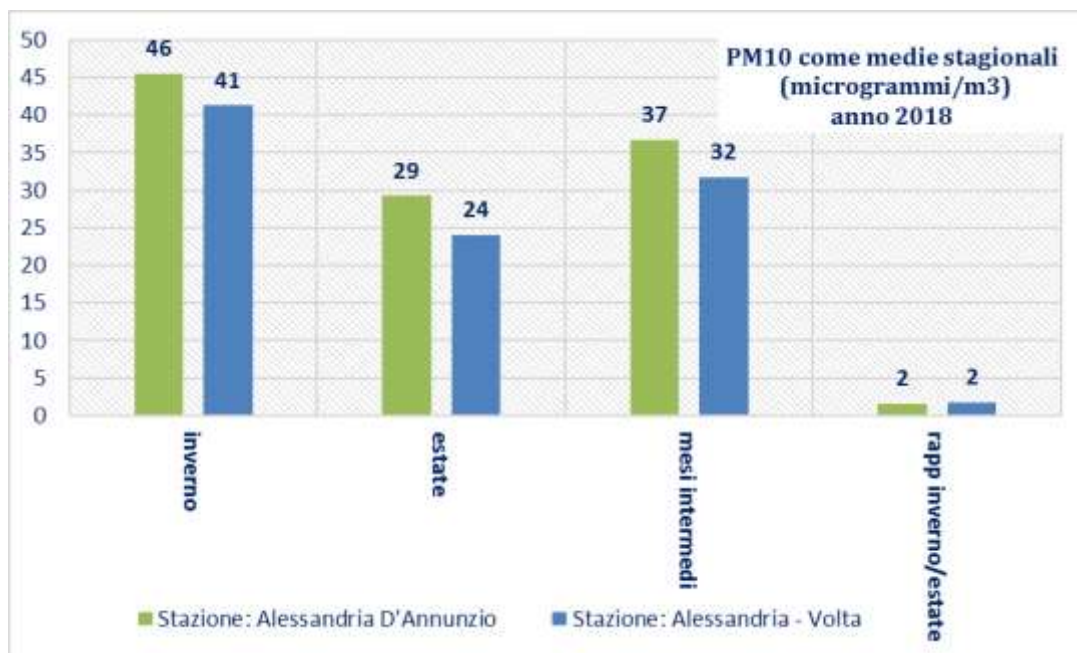
5.3 POLVERI PM10 E PM2.5

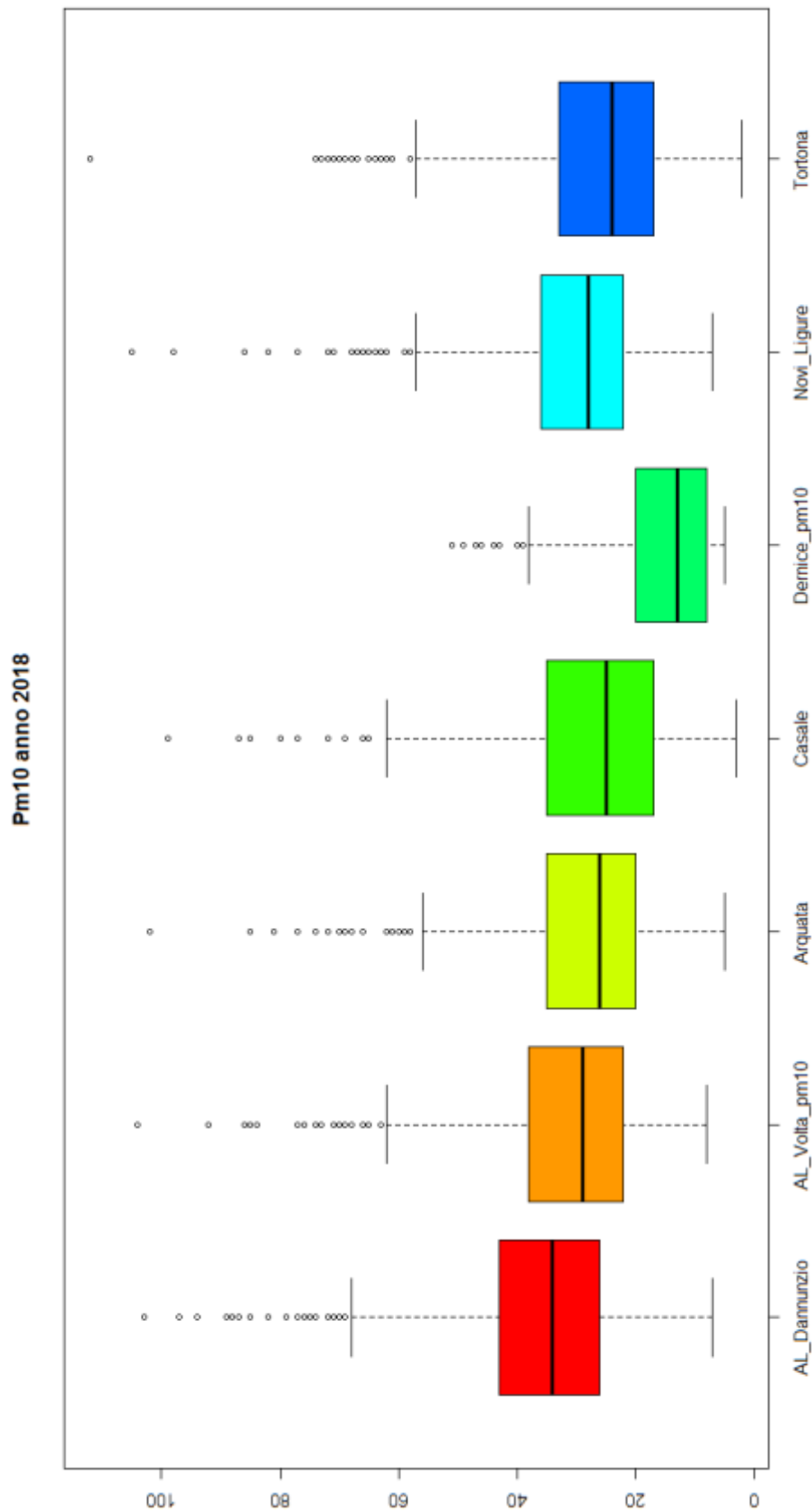
Il limite giornaliero di 50microgrammi/m³ sulle polveri Pm10

L'anno che si è appena concluso si è caratterizzato per concentrazioni di polveri più basse dell'anno precedente in tutte le stazioni. Il numero di superamenti del limite giornaliero per le PM10 di 50microgrammi/m³ da non superarsi per più di 35 volte l'anno è stato superato solo in 2 stazioni urbane: Alessandria e Novi Ligure. A Casale M.to, Tortona, Dernice, Arquata il limite risulta rispettato: questo risultato è importante visto che il limite giornaliero è quello più difficile da rispettare. Questo andamento positivo nel 2018 è comune a tutto il contesto piemontese ed è stato in parte favorito dalle piogge intense occorse nell'anno. Il grafico sotto illustra il numero di superamenti del limite giornaliero di 50microgrammi/m³ registrati nel 2018. **Il numero massimo di superamenti ammessi è di 35 in un anno.** Come si può notare le stazioni sia da traffico (colonne blu) fanno registrare i superamenti maggiori mentre per quelle di fondo urbano (colonne verdi) il limite è rispettato ovunque tranne che Alessandria. I dati evidenziano decise differenze a livello urbano tra aree trafficate e non: le zone urbane interessate da traffico intenso hanno un inquinamento da polveri superiore del 15% circa rispetto alle zone residenziali meno trafficate, mentre quelle rurali sono inferiori del 30% circa rispetto alle aree urbane meno inquinate

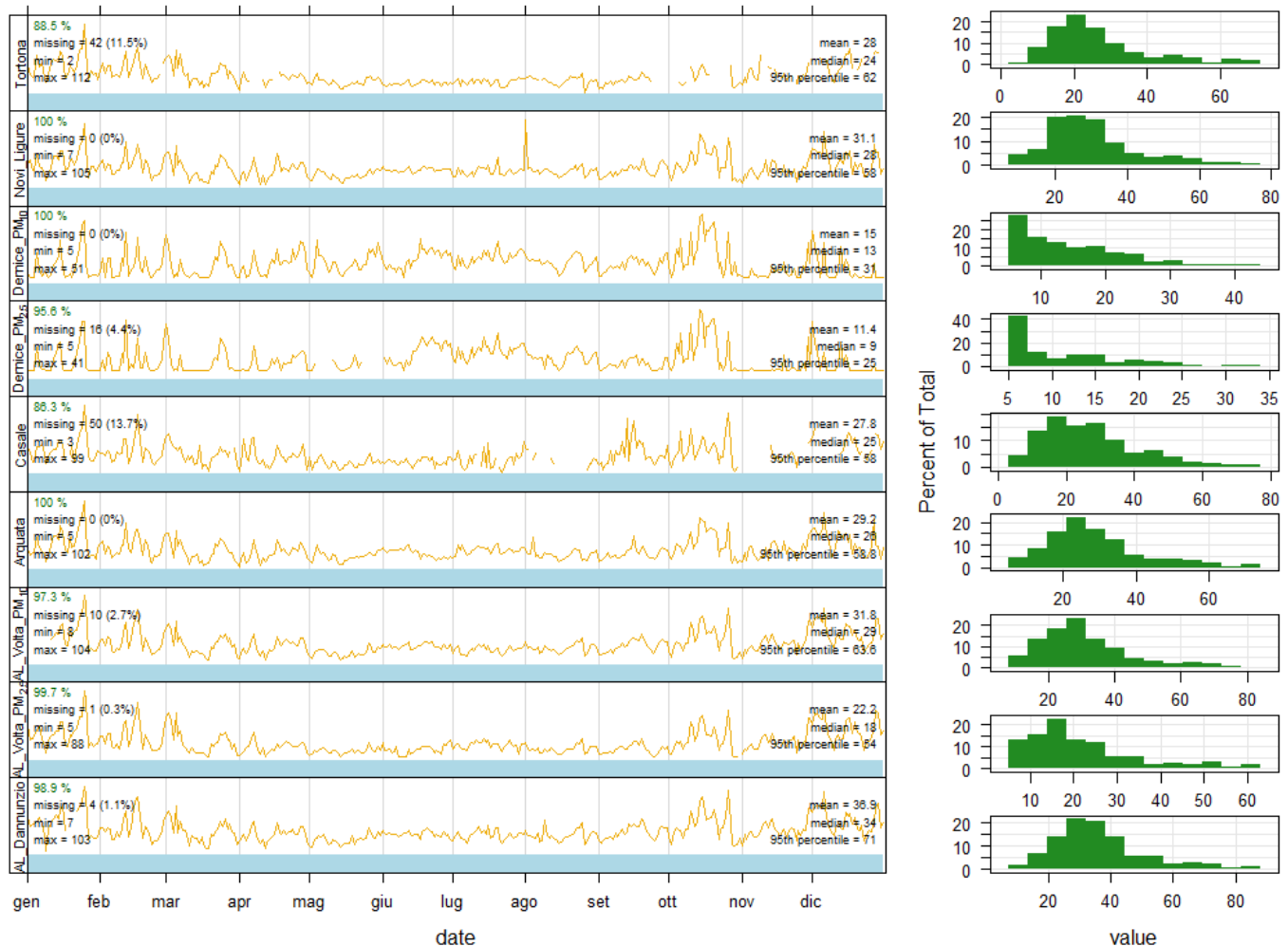


I fenomeni acuti di inquinamento con superamento del limite giornaliero delle polveri riguardano spesso tutto il bacino padano e si verificano solo in periodo invernale in concomitanza con condizioni meteorologiche che non consentono la dispersione degli inquinanti. Tali condizioni atmosferiche tipiche del bacino padano determinano in inverno, insieme al contributo aggiuntivo del riscaldamento, concentrazioni dalle due alle tre volte più elevate di quelle estive. Come si vede dagli andamenti delle concentrazioni mensili, in inverno si raggiungono picchi di inquinamento giornalieri oltre i 100microgrammi/m³.



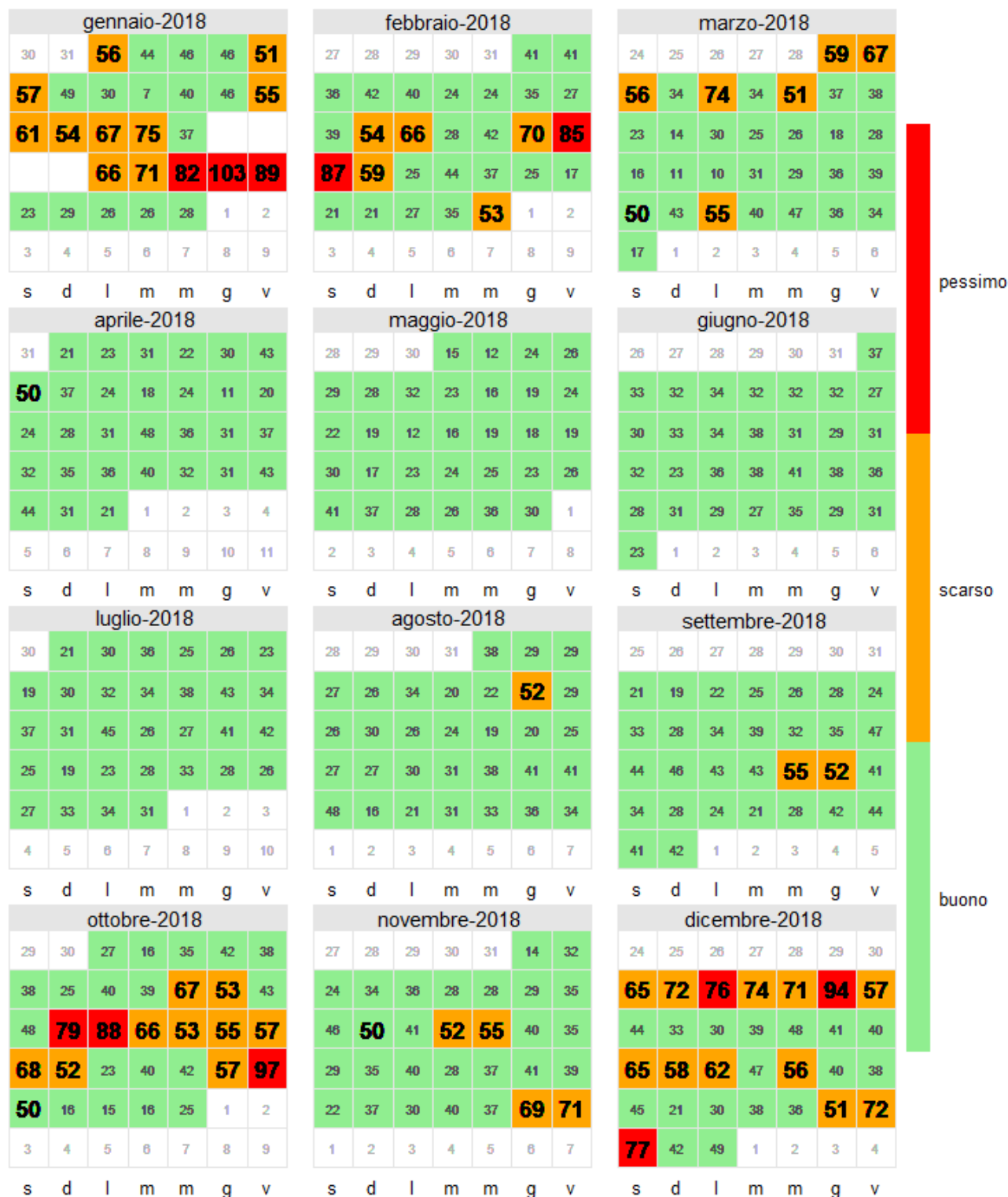


Il box-plot dei dati di PM₁₀ misurati nel 2018 mostra distribuzioni simili nelle stazioni di pianura, tra le quali Casale m.to risulta avere i valori meno elevati. I valori massimi delle stazioni urbane nel 2018 hanno sfiorato i 150microgrammi/m³.

PM₁₀ giornalieri - anno 2018 (microgrammi/m³)

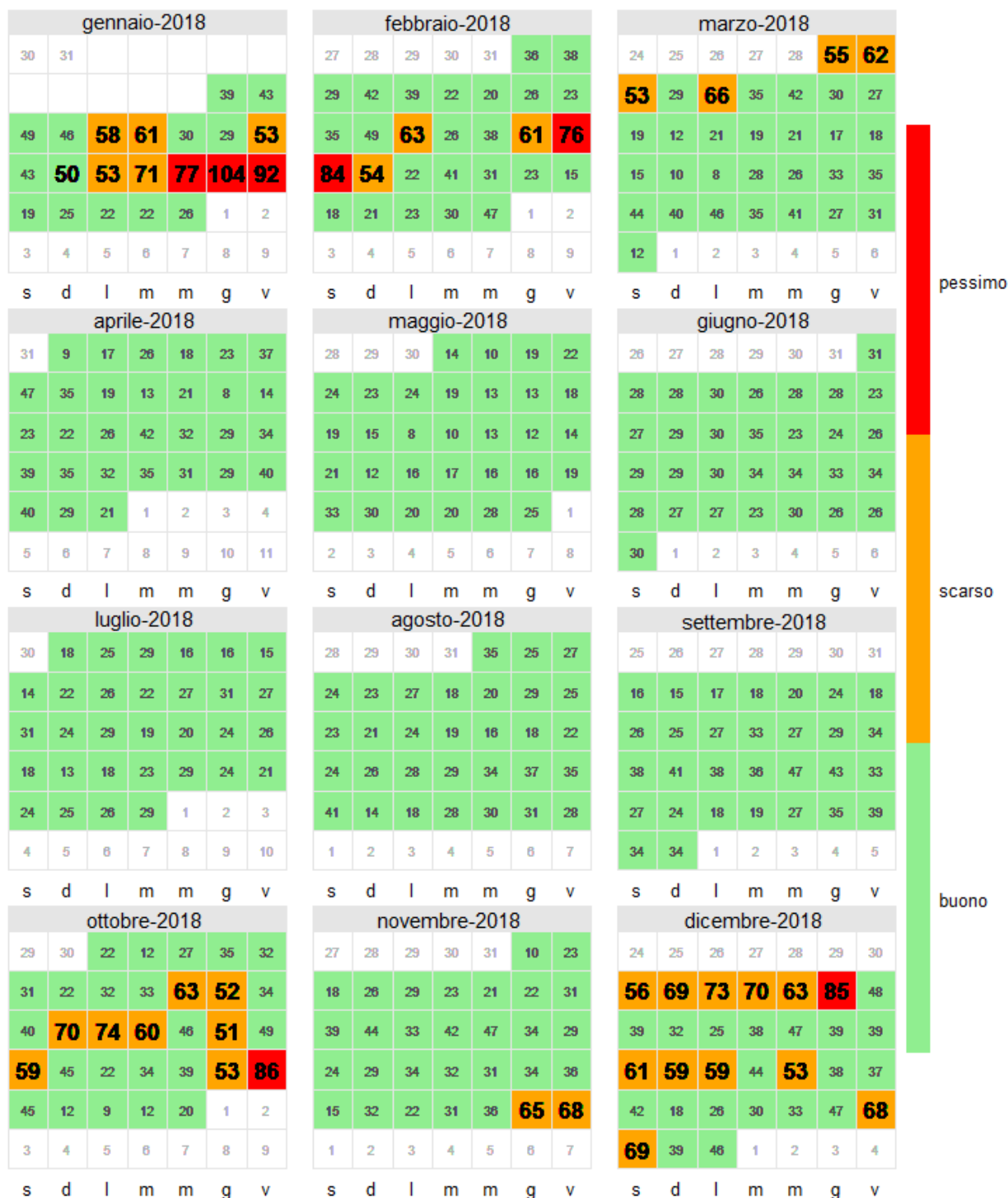
I "calendar plot" seguenti visualizzano, come in un calendario, il valore medio di polveri PM10 registrato dalle stazioni della rete per ciascun giorno dell'anno ed evidenziano le giornate di superamento del limite giornaliero di 50microgrammi/m³ nell'arco del 2017 (in arancio e rosso).

ALESSANDRIA STAZIONE D'ANNUNZIO (traffico urbano) 2018



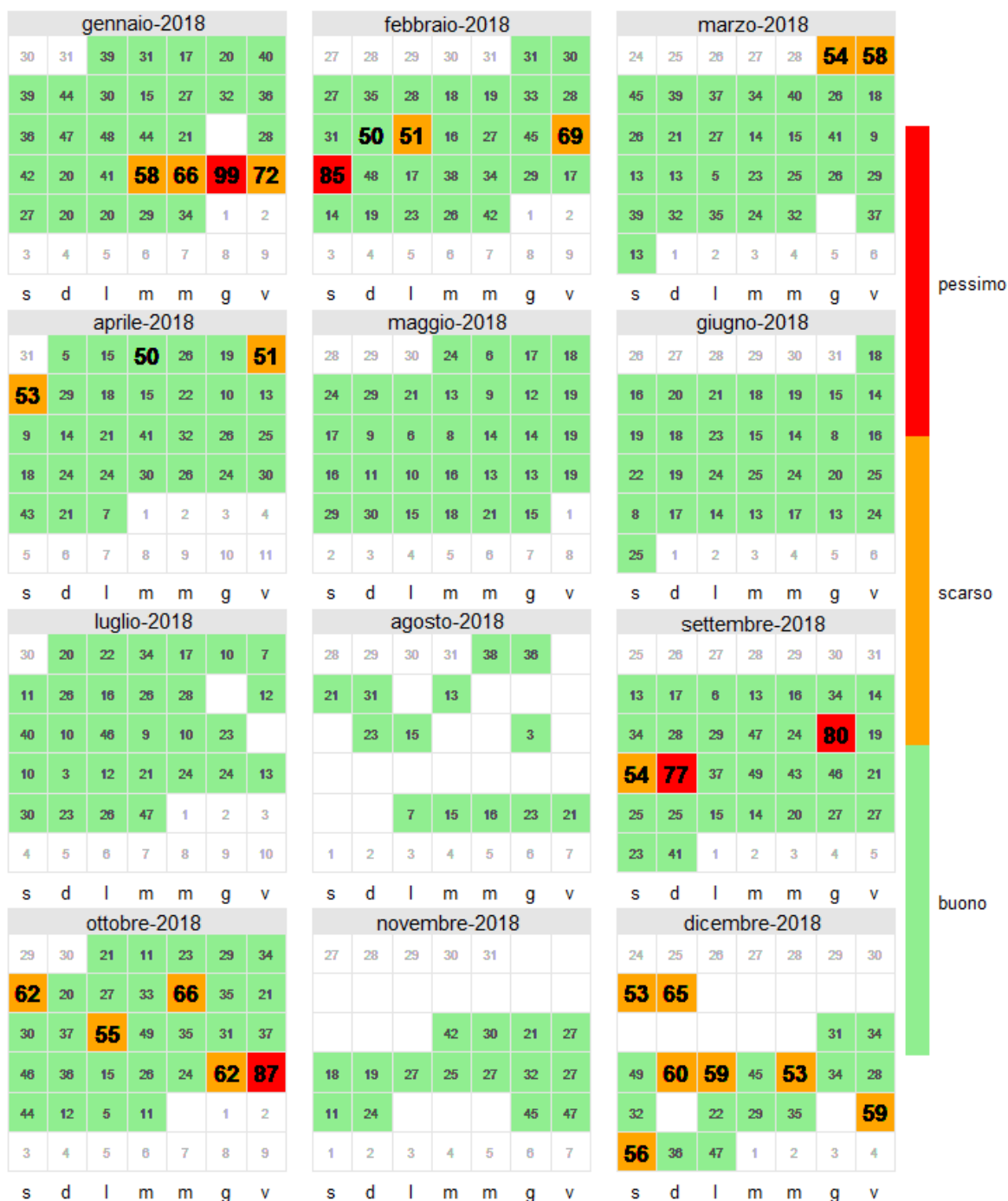
Come si nota i mesi dove si concentrano i superamenti sono tipicamente quelli invernali: i primi superamenti si registrano a fine settembre e gli ultimi a marzo. Il periodo primavera/estate è invece caratterizzato da una buona qualità dell'aria, ciò è in primo luogo dovuto alle condizioni climatiche del periodo che, grazie al riscaldamento del terreno e dei primi strati atmosferici, produce un maggior rimescolamento delle masse d'aria ed una diluizione verso l'alto degli inquinanti che in inverno invece non è possibile. L'assenza del contributo del riscaldamento è il secondo fattore di diminuzione degli inquinanti in estate.

ALESSANDRIA STAZIONE VOLTA (fondo urbano) 2018



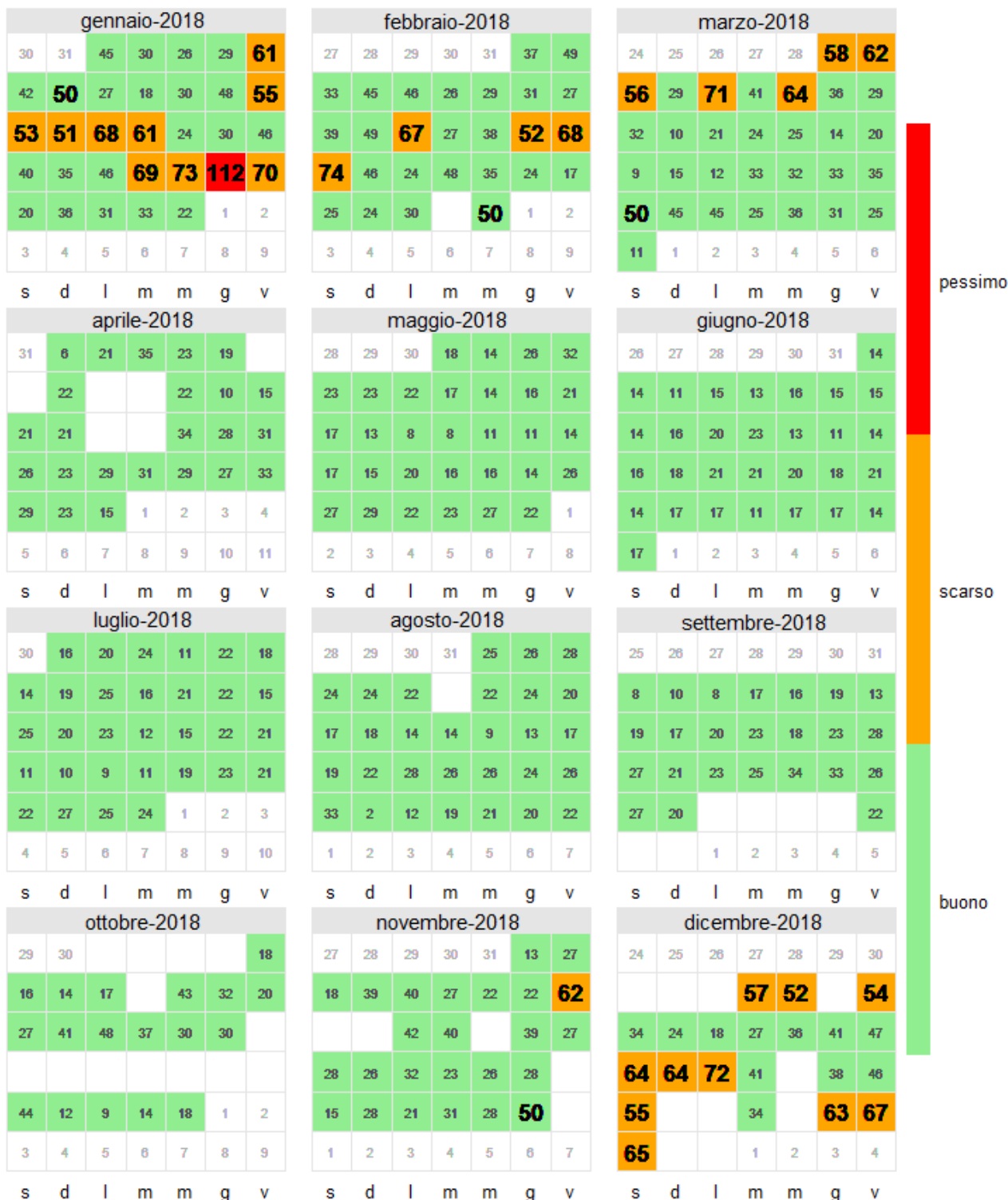
L'omogeneità sorprendente dei dati su stazioni anche distanti tra loro conferma il carattere ubiquitario e secondario delle polveri ultra-fini che in gran parte si formano in atmosfera da altri inquinanti, anche gassosi, e tendono spontaneamente a diffondersi a notevoli distanze dal punto di emissione 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. Si noti gli episodi di **polveri sahariane giunte nel mese di aprile** nella nostra regione e registrate da diverse stazioni come aumento drastico del livello di polveri PM10.

CASALE M.TO STAZIONE P.ZA CASTELLO (fondo urbano) 2018



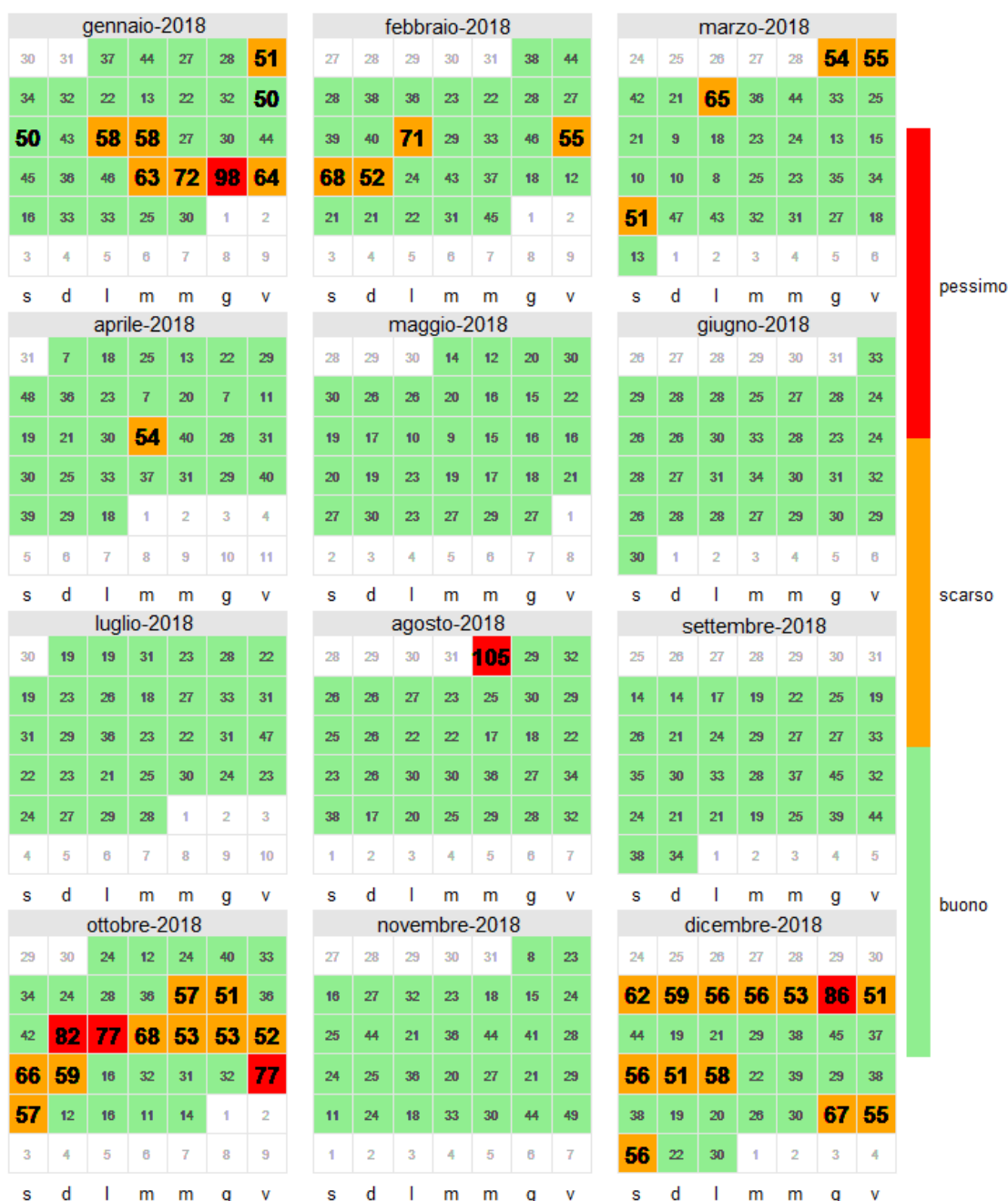
Le condizioni atmosferiche unitamente la periodo freddo determinano un'elevata frequenza di superamenti soprattutto nei mesi di gennaio e febbraio, dove quasi ovunque più della metà delle giornate fa registrare valori superiori al limite di 50microgrammi/m³. Nel 2018 il numero di superamenti invernali del limite giornaliero di 50 microgrammi/m³ è stato decisamente contenuto rispetto agli anni passati.

TORTONA STAZIONE VIA CARBONE (traffico urbano) 2018



Da tenere in debita considerazione non solo il numero dei superamenti del limite giornaliero, 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 regionale², 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.

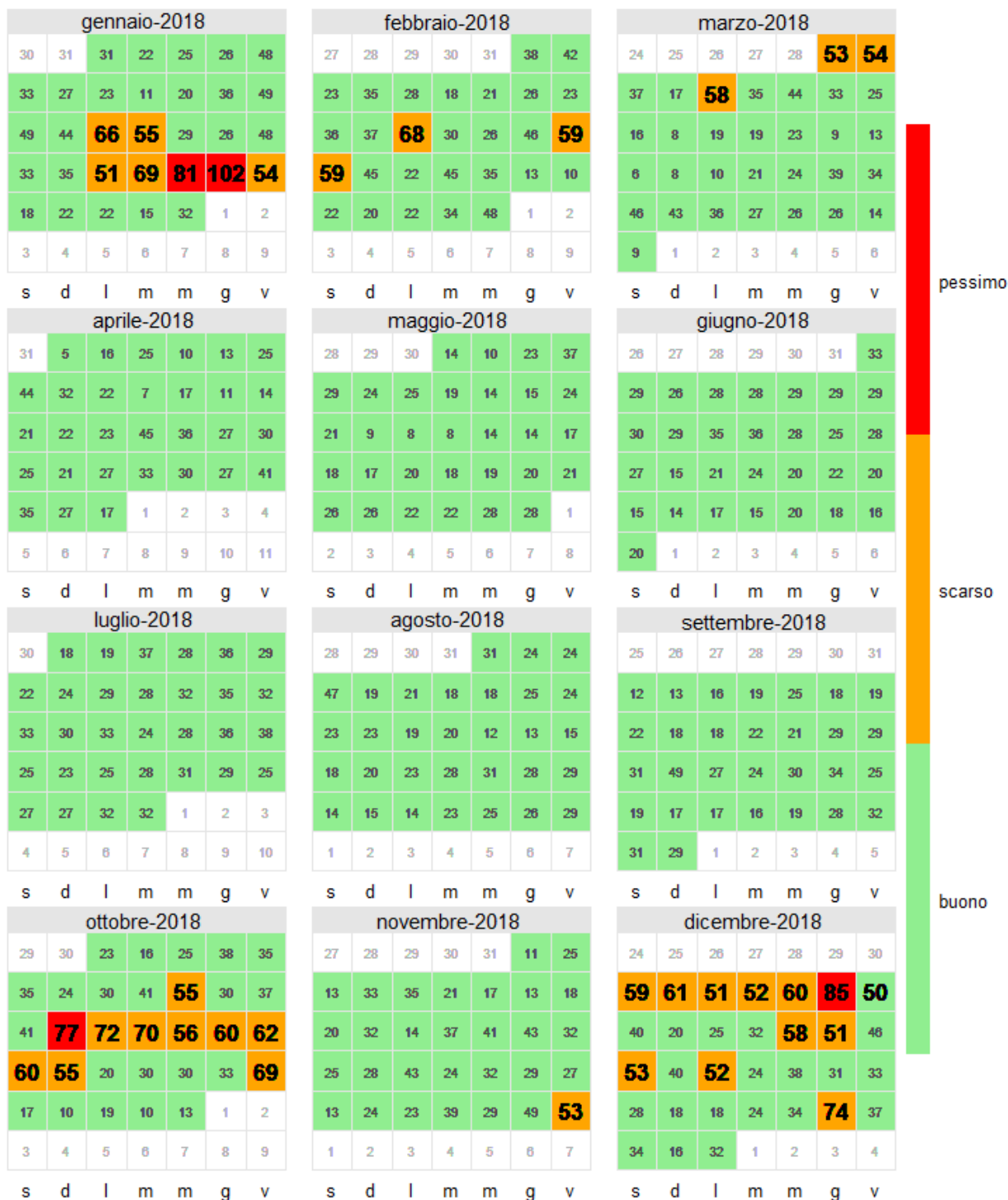
NOVI LIGURE STAZIONE P.ZA GOBETTI (traffico urbano) 2018



² <http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/temi-ambientali/ambiente-e-salute/dipartimento-tematico/progetti-1/progetto-medhiss>
<http://www.medhiss.eu/>

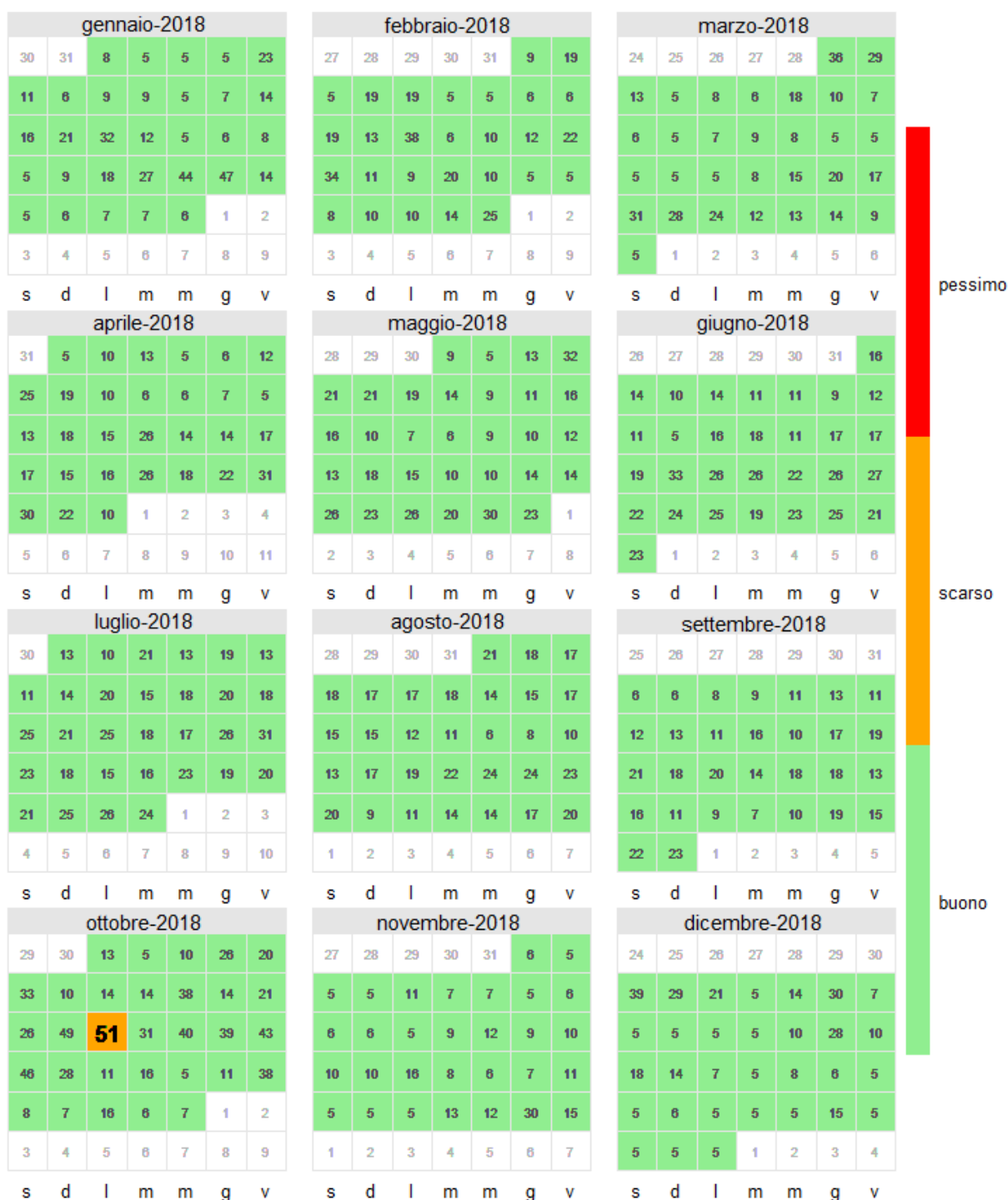
Si tenga presente che il cosiddetto “**strato di rimescolamento**”, ovvero l'altezza della colonna d'aria a partire dal suolo che raggiunge il punto di prima inversione termica, cioè l'altezza al di sopra della quale gli inquinanti non si possono diluire per via delle condizioni atmosferiche che creano due strati d'aria fra loro non comunicanti, in pianura varia da poche centinaia di metri in inverno a 1000-2000m d'estate. Tale altezza varia sia tra giorno e notte che stagionalmente determinando accumuli di inquinanti alla sera e al primo mattino soprattutto in inverno.

ARQUATA SCRIVIA STAZIONE VIA DON MINZONI (industriale) 2018

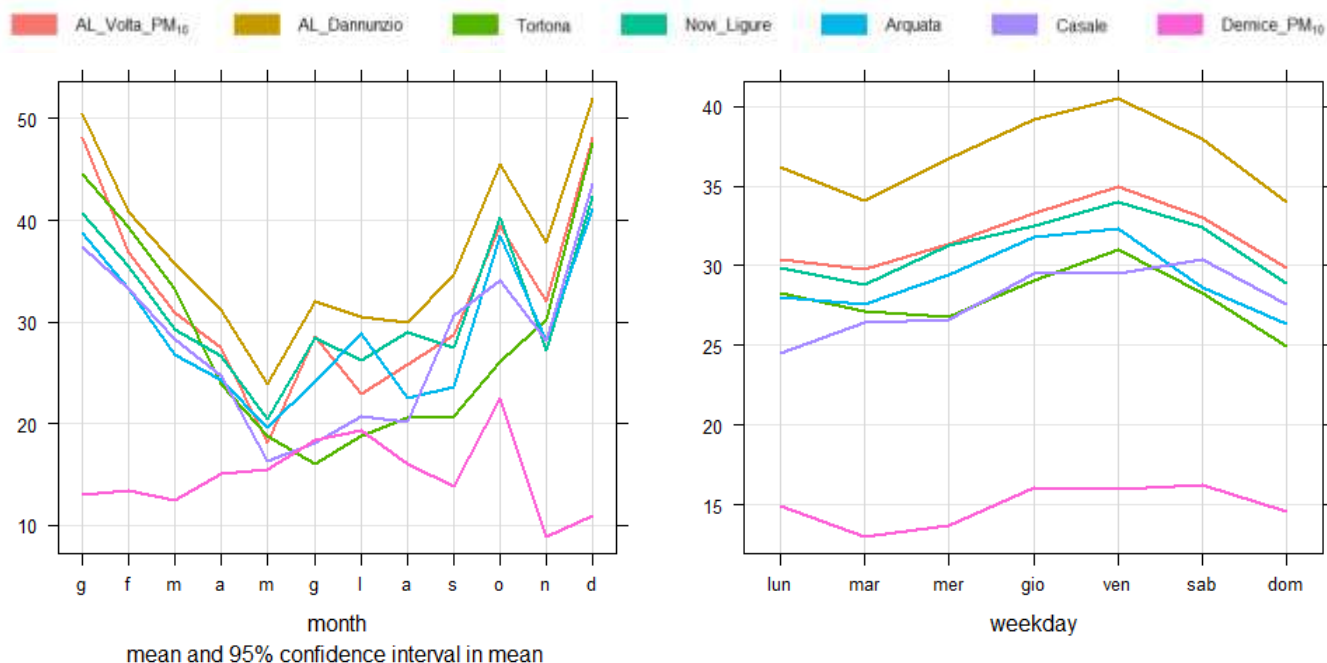


Il fatto che solo Dernice, in virtù della posizione remota in area scarsamente antropizzata e della quota di 600m circa che la pone spesso al di sopra e al di fuori dello "strato di rimescolamento", ovvero della cappa di smog di pianura, dimostra che l'area raggiunta da inquinamento eccessivo riguarda tutto il territorio di pianura e bassa collina, da qui la necessità di interventi di contrasto all'inquinamento di tipo strutturale e sull'intero bacino padano. **L'anno 2018 è stato particolarmente buono con 1 solo superamento del limite giornaliero registrato a Dernice**

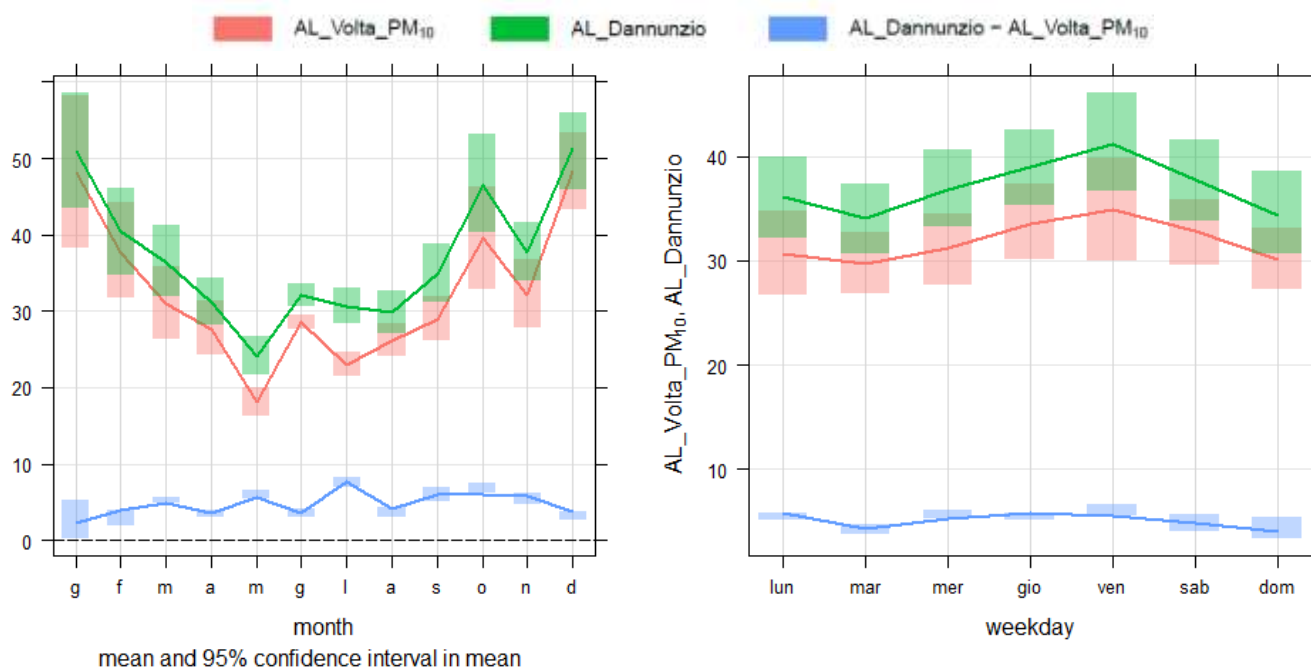
DERNICE STAZIONE COSTA (fondo rurale) 2018



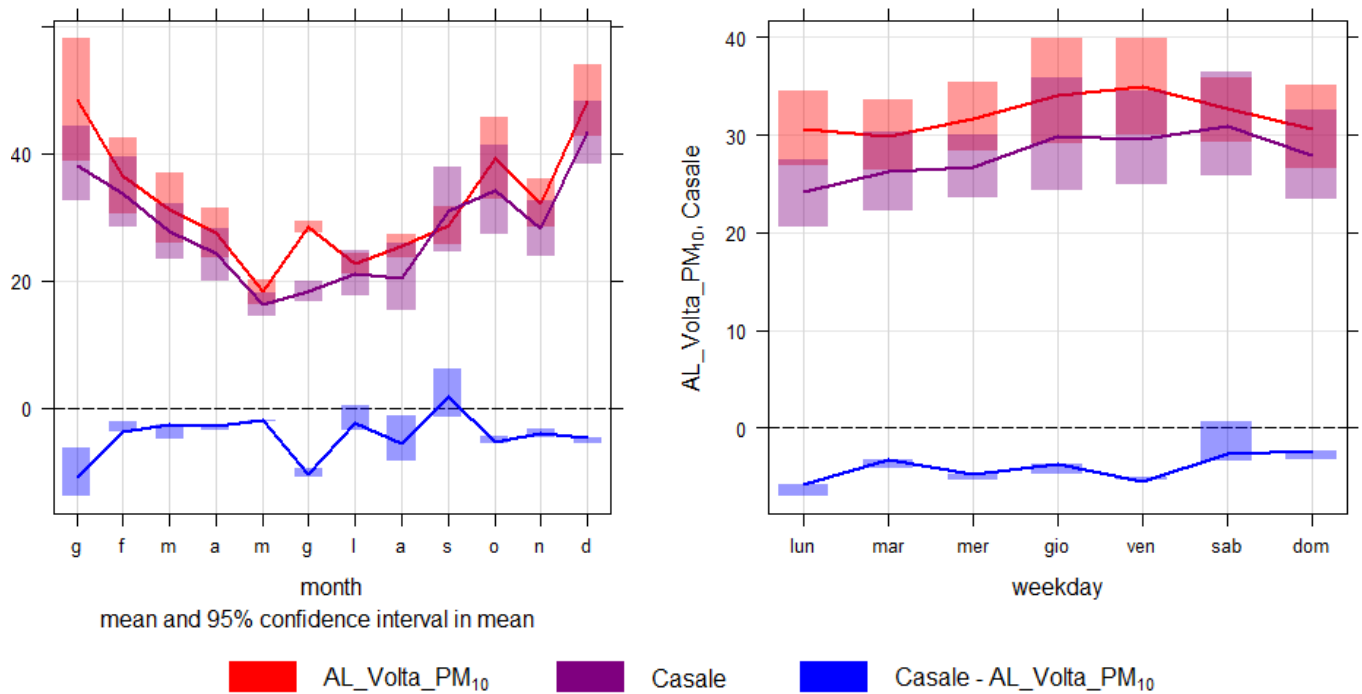
Sempre considerando gli andamenti mensili e settimanali delle polveri PM₁₀ nelle varie stazioni della rete, si osserva che le due stazioni di Alessandria presentano i livelli maggiori seguite da Tortona, Arquata e Novi Ligure. Casale presenta livelli leggermente inferiori ed infine Dernice denota concentrazioni di polveri da fondo rurale remoto. Si noti in tutte le stazioni la drastica diminuzione nel weekend oltre che nei mesi estivi. Per Casale M.to si nota in controtendenza rispetto alle altre stazioni un innalzamento il martedì e i sabato in concomitanza con il traffico commerciale e mercatale in prossimità della stazione.



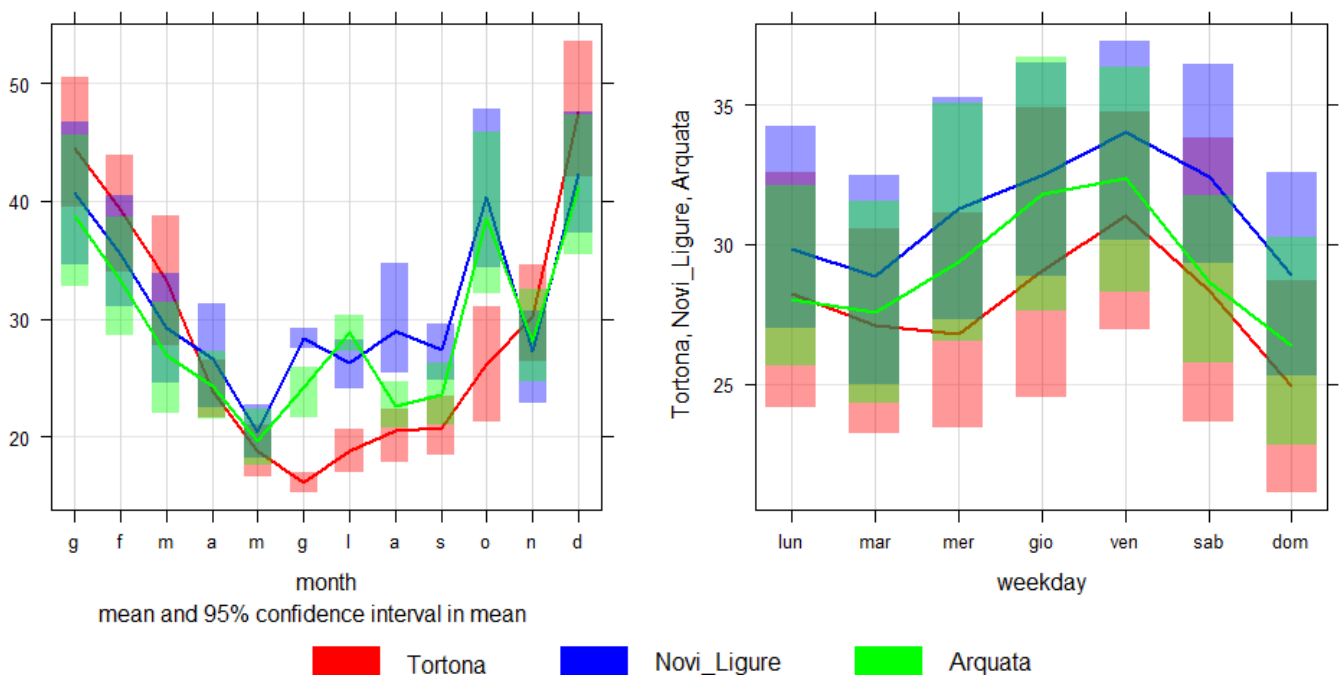
Per Alessandria si nota in particolare la differenza tra la stazione di fondo di Volta e quella da traffico urbano di d'Annunzio con una differenza di circa il 15% tra le due a conferma che le aree trafficate presentano un surplus di polveri e altri inquinanti all'interno di un contesto urbano con inquinamento già elevato ovunque.



Il confronto tra gli andamenti di Casale M.to e Alessandria Volta, entrambe fondo urbano, mostrano su Casale percentuali di polveri inferiori, nel 2018 del 15% circa. Casale si conferma una stazione con andamenti differenti rispetto alla restante area di pianura.

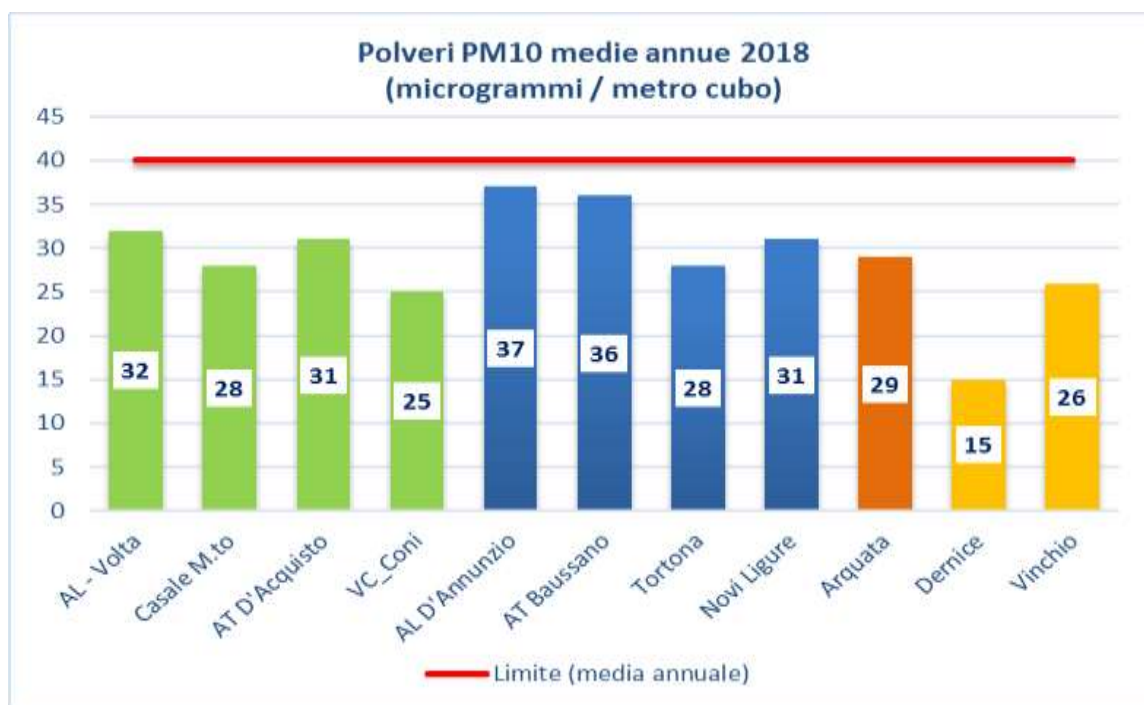


Il confronto Tortona - Novi Ligure - Arquata Scrivia, evidenzia livelli molto simili a conferma della omogeneità geomorfologica, climatica e di fonti emissive dell'area orientale alessandrina che presenta una notevole uniformità anche a livello di inquinamento atmosferico.



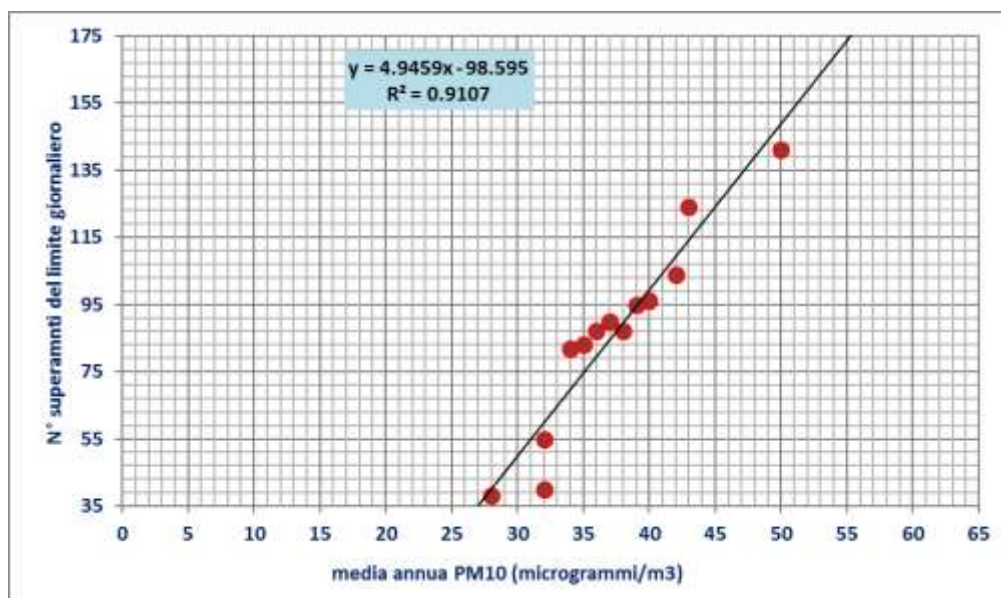
Il limite annuale di 40microgrammi/m³ sulle polveri Pm10

Il limite come media annuale di 40microgrammi/m³ 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 2018 non abbiamo avuto superamenti in nessuna delle stazioni provinciali**, sia in quelle collocate in 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 (colonne gialle).



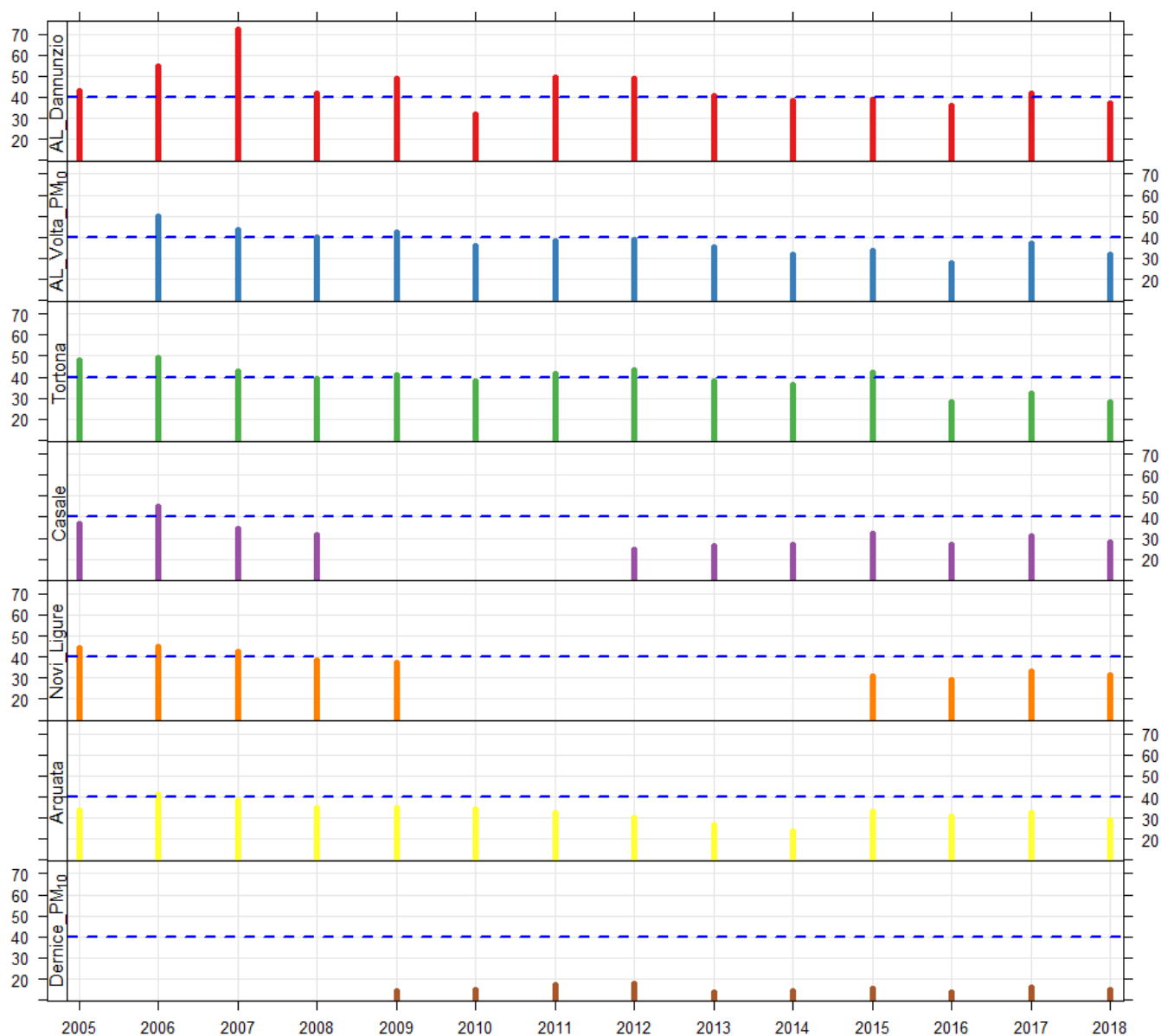
Il limite giornaliero e quello annuale di polveri PM10 sono in relazione fra di loro.

Affinchè sia rispettato il limite giornaliero, più stringente, occorre che la media annuale scenda ben sotto del limite fissato a 40microgrammi/m³ e raggiunga livelli attorno a 26-28 microgrammi/m³



L'Organizzazione Mondiale della Sanità propone un limite annuo sulle PM10 di 20microgrammi/m³ anziché di 40.

I grafici delle medie annue di PM₁₀ dal 2005 al 2018 evidenziano un lento decremento negli anni per tutte le stazioni della rete. **Nel 2018 tutte le stazioni si attestano sotto il limite di legge di 40 microgrammi/m³ come media annua; è la terza volta che si verifica il pieno rispetto negli ultimi 5 anni dopo il 2014 e 2016.**

Medie annue dei valori di PM₁₀ (microgrammi/m³)

Anche gli andamenti del 90.4°percentile che **deve risultare inferiore a 50 affinché il limite giornaliero sia rispettato** mostrano una diminuzione negli anni che non è però sufficiente a rientrare al di sotto della soglia di legge per tutte le stazioni. **Nel 2018 si registra un segnale positivo con un numero inferiore di superamenti rispetto agli ultimi anni in tutte le stazioni.** Per l'analisi dei trend delle serie storiche si rimanda al paragrafo 6. Dai grafici in particolare **risulta evidente il decremento del numero di superamenti del limite giornaliero dal 2011 in poi rispetto agli anni precedenti.**

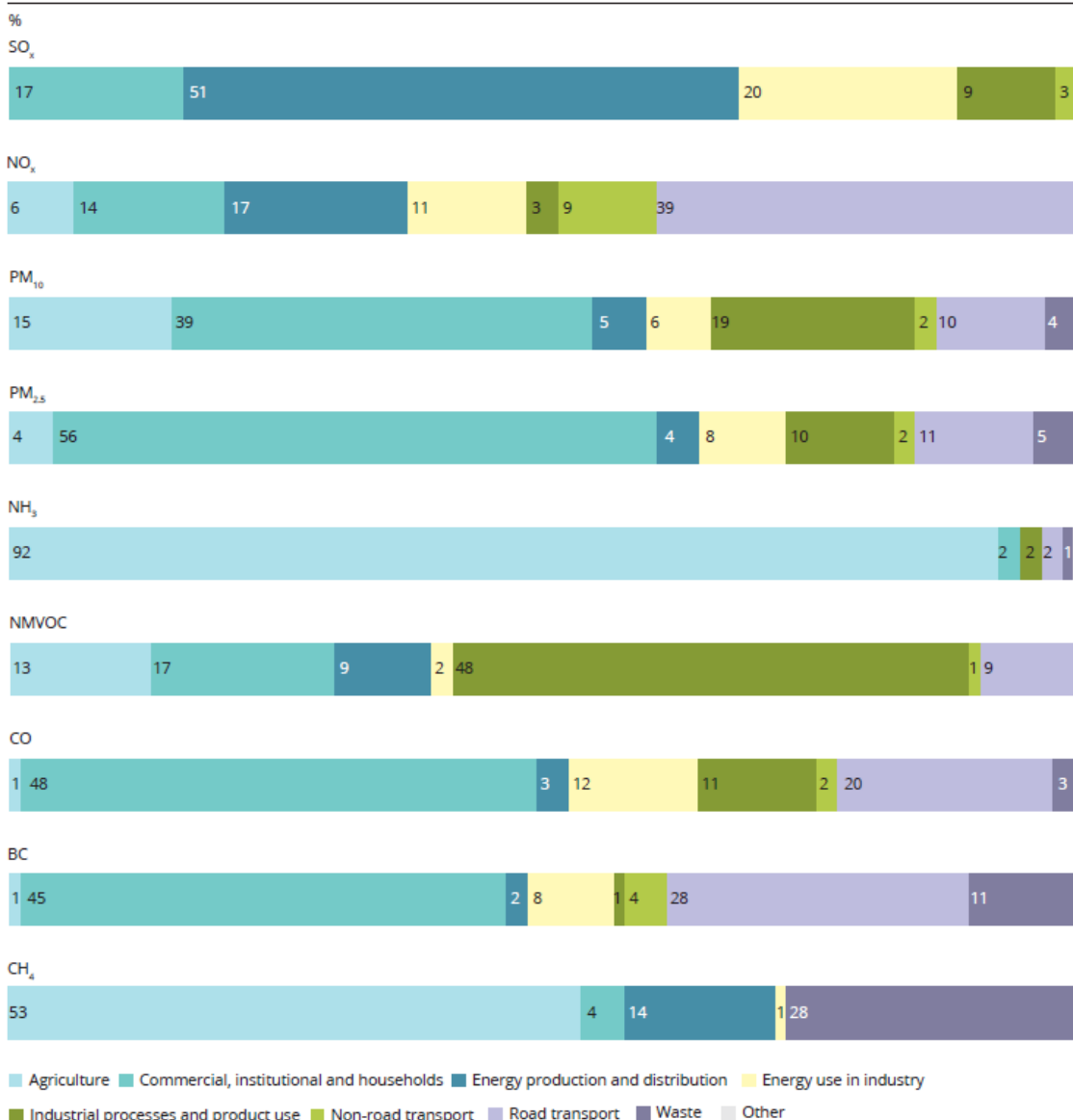
90.4°percentile dei valori giornalieri di PM₁₀

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 39 % e il 56% delle emissioni totali primarie di PM10 e PM2.5, seguito dalle emissioni dei processi industriali e da traffico, che contribuisce anche come emissioni secondarie di precursori del particolato.** Il comparto delle combustioni per il riscaldamento negli edifici pubblici, privati e commerciali contribuisce anche notevolmente alle emissioni di black carbon, la parte carboniosa del particolato particolarmente tossica. Nonostante riduzioni delle emissioni in altri settori, non si è avuto un miglioramento nelle emissioni dirette di polveri nel comparto civile e agricolo. 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, prodotta dalle attività agricole e zootecniche, le riduzioni delle emissioni dei precursori del particolato (NOx, SOx e COVNM) nella UE sono state nel tempo significative. La diminuzione delle emissioni antropogeniche di particolato primario e dei suoi precursori non ha portato però ad una diminuzione equivalente delle concentrazioni di polveri in atmosfera.

Fonte. EEA Air Quality in Europe - Report 2018

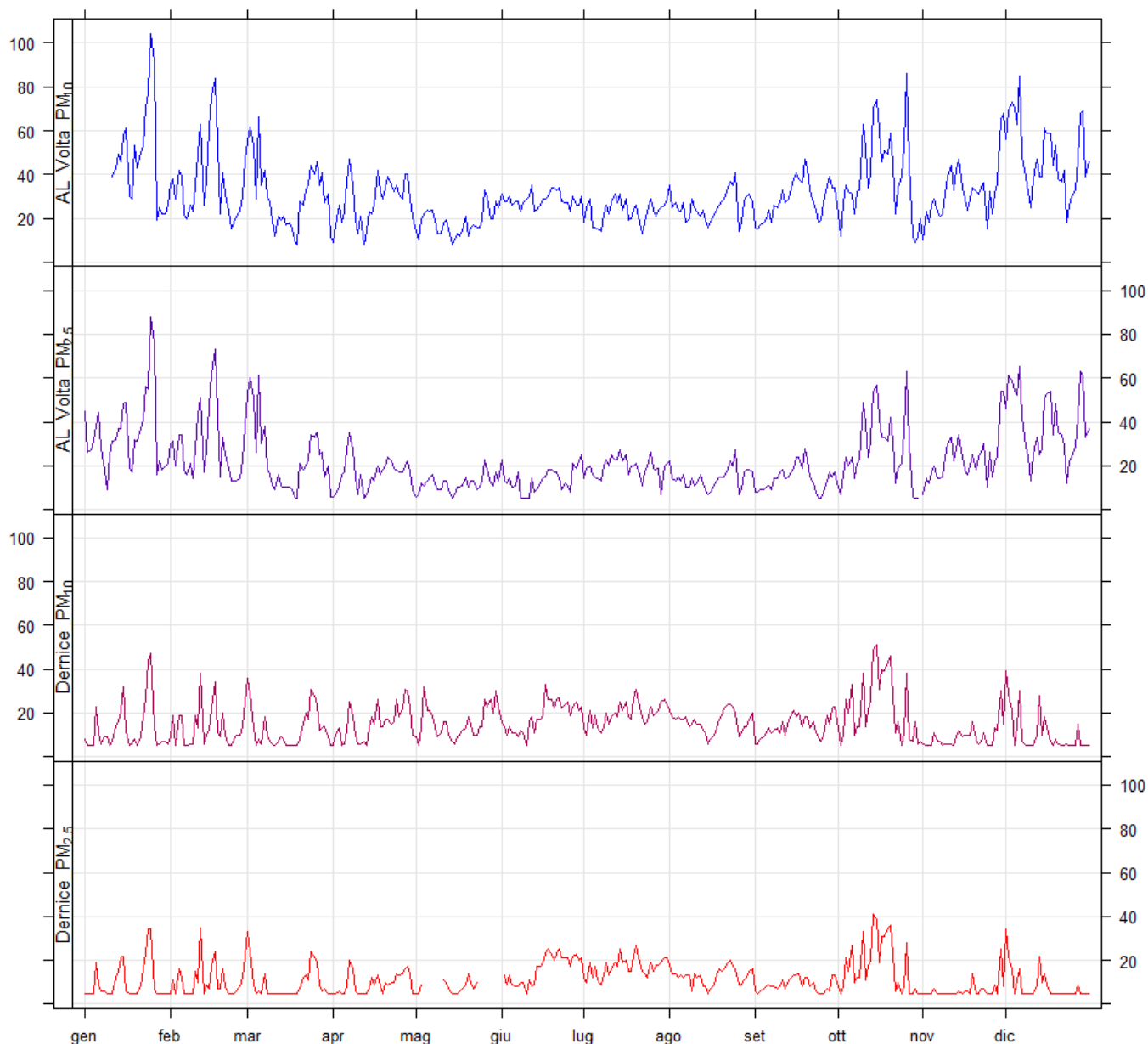
Figure 2.4 Contribution to EU-28 emissions from main source sectors in 2016 of SO_x, NO_x, primary PM₁₀, primary PM_{2.5}, NH₃, NMVOCs, CO, BC and CH₄



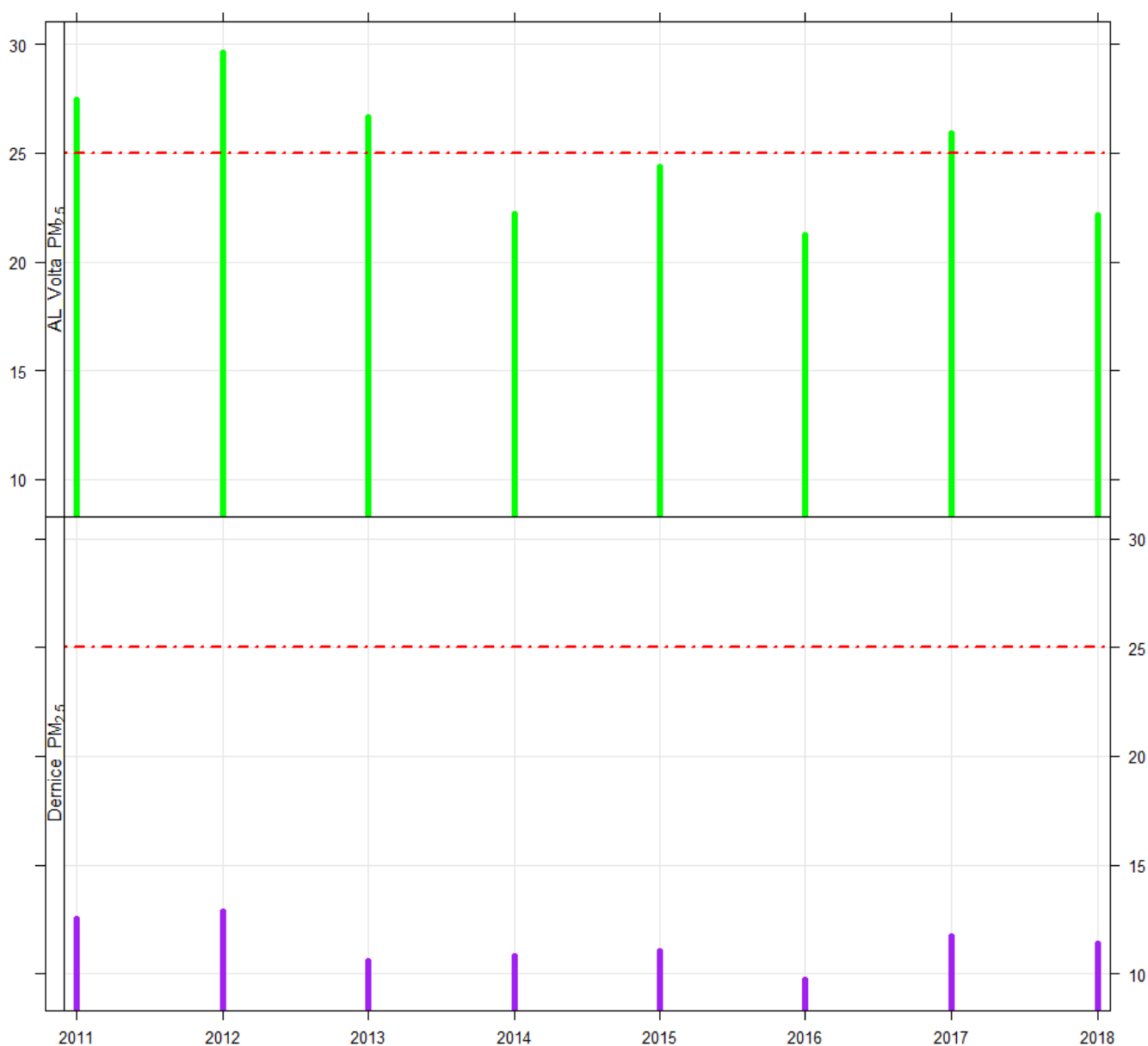
Sources: EEA, 2018c, 2018e.

Polveri Pm2.5

Le polveri PM2.5 vengono misurate solo nelle stazioni di Alessandria Volta (fondo urbano) e Dernice (fondo rurale). Il grafico sotto riporta le medie giornaliere di PM2.5 e PM10 registrate a Alessandria e Dernice 2018. I dati mostrano andamenti molto simili tra le due frazioni con valori invernali particolarmente elevati e drasticamente ridotti in estate.

PM₁₀_2.5 anno 2018**Medie giornaliere PM10/PM2.5 – anno 2018**

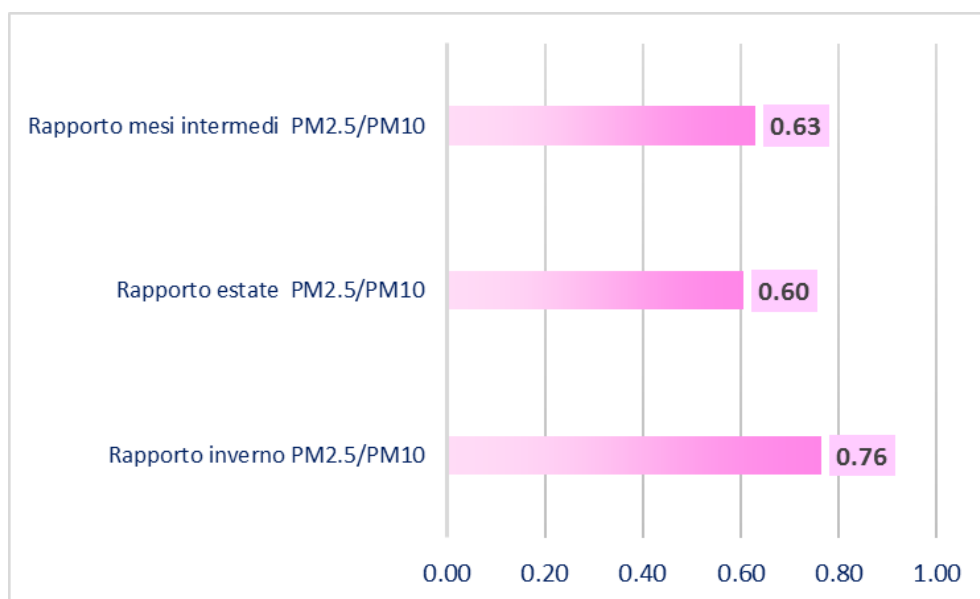
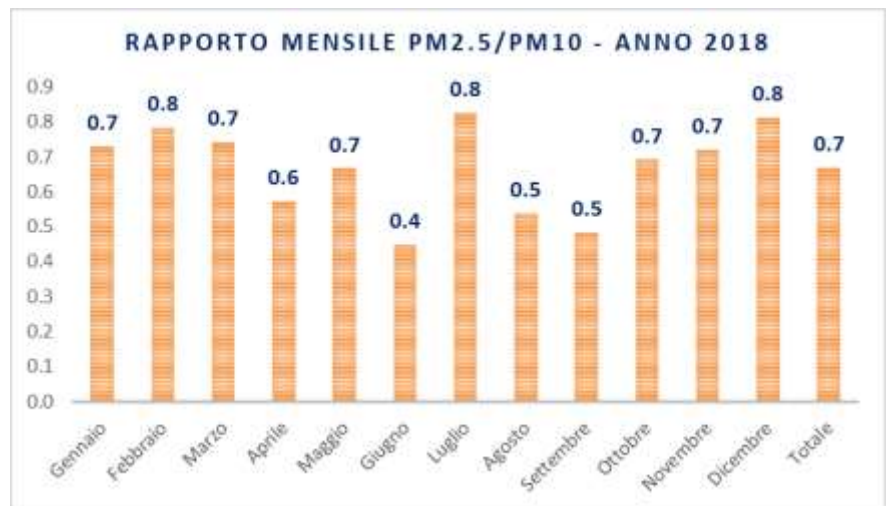
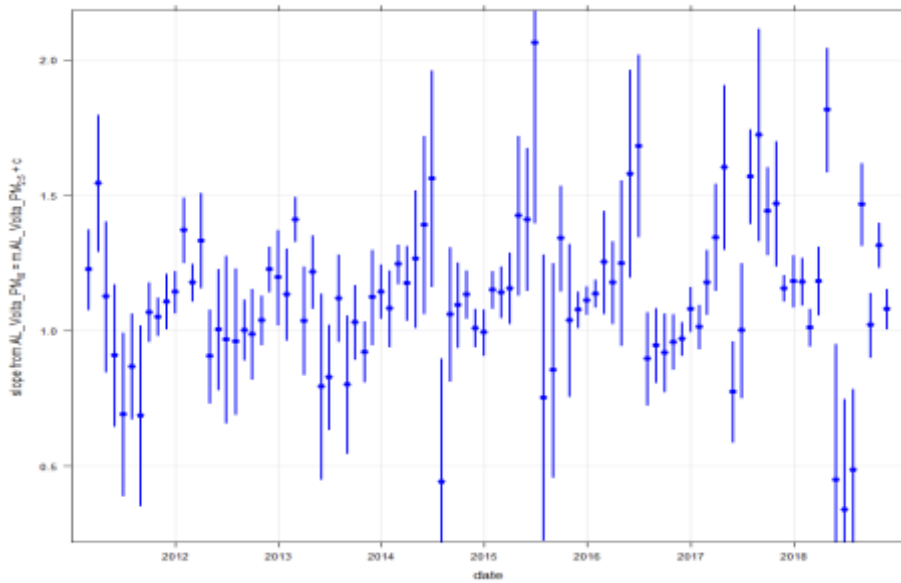
Il limite annuo fissato a livello europeo sulle PM2.5 è di 25microgrammi/m³. **Il dato annuo, disponibile dal 2011, mostra per Alessandria valori superiori al limite in 4 anni su 8, la media del 2018 è stata di 22microgrammi/m³. Dernice mostra invece valori sempre inferiori a 15microgrammi/m³.**

Medie annue dei valori di $PM_{2.5}$ (microgrammi/m³)

L'Organizzazione Mondiale della Sanità propone un limite annuo sulle $PM_{2.5}$ di 10 microgrammi/m³ anziché di 25.

In aree urbanizzate, la maggior parte del particolato PM_{10} è composto dalla frazione più piccola $PM_{2.5}$. Il particolato invernale è relativamente più abbondante di particolato ultrafine rispetto a quello estivo: **mediamente la frazione di $PM_{2.5}$ presente nel PM_{10} varia dal 60% in estate al 80% in inverno.**

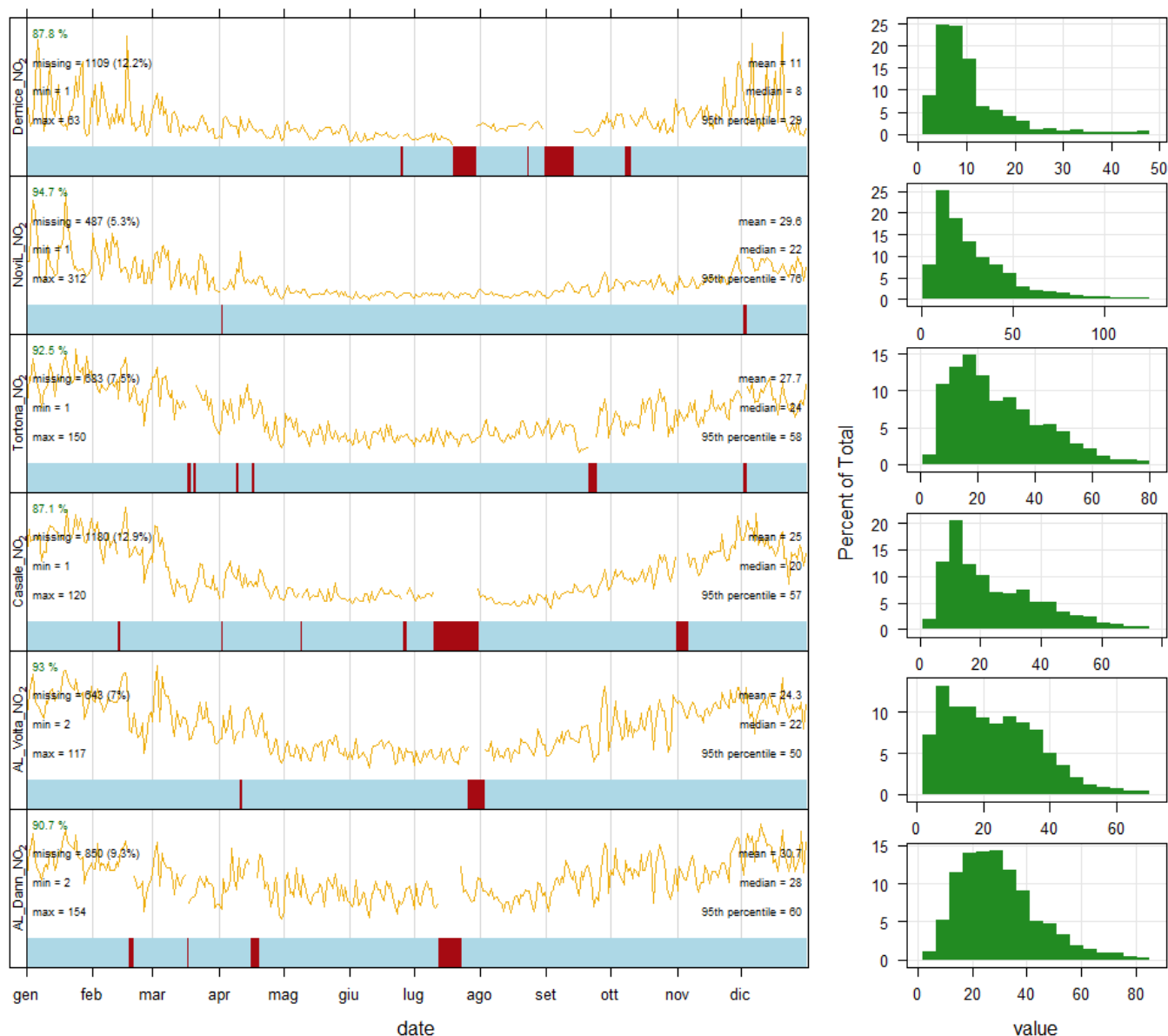
Il rapporto $PM_{10}/PM_{2.5}$, come riportato nei grafici sotto, mostra un livello medio negli anni attorno a 1.3: Ciò significa che il 70-80% del particolato PM_{10} è costituito dalla sua frazione più fine. **Ciò implica che il limite di 25 microgrammi/m³ sulle $PM_{2.5}$ sia più stringente rispetto al limite di 40 microgrammi/m³ sulle PM_{10} , ovvero il rispetto del limite annuale sulle PM_{10} non implica il rispetto anche del limite sulle $PM_{2.5}$**



5.4 BIOSSIDO DI AZOTO NO₂

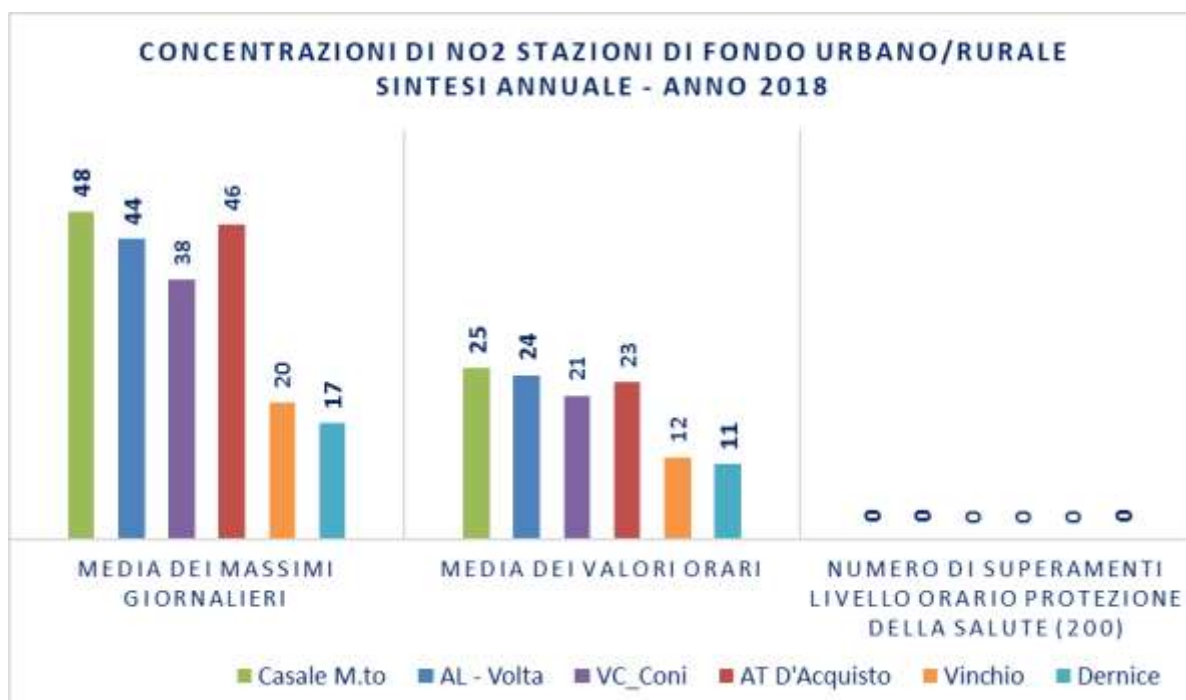
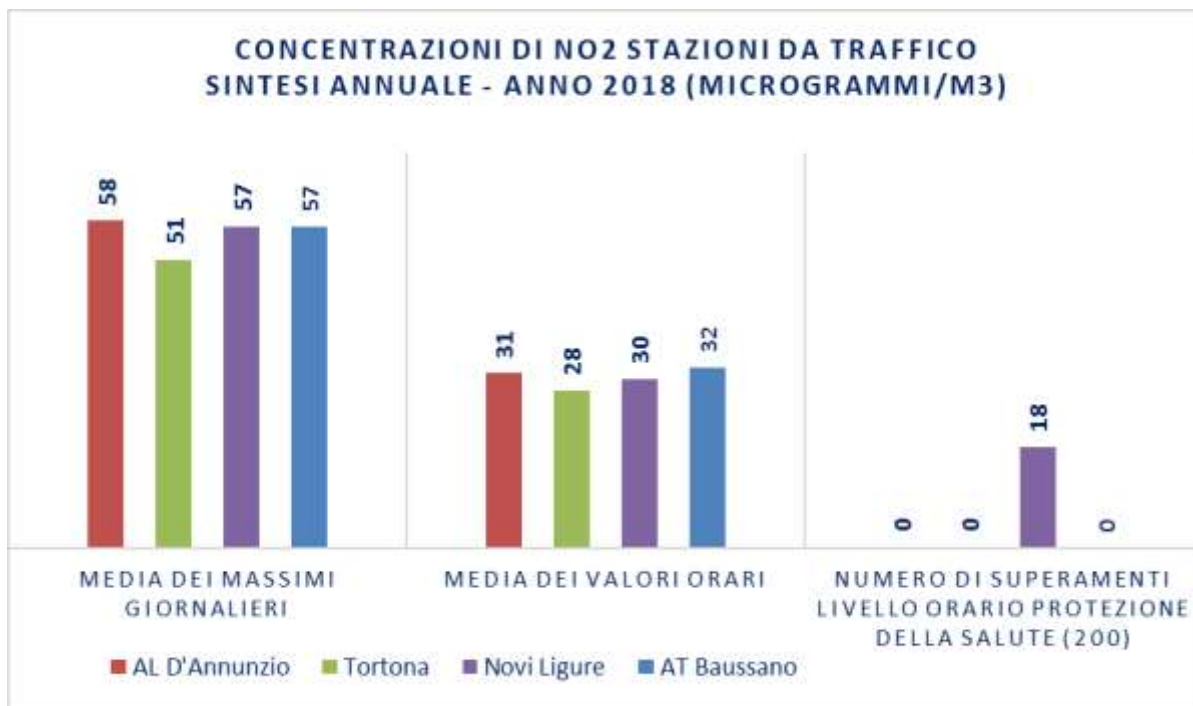
Per via dell'importanza di tale inquinante sia per i suoi effetti diretti sia come precursore di inquinanti secondari quali polveri fini e ozono, il monitoraggio del biossido di azoto è effettuato in molte stazioni della provincia sia urbane che rurali. **I limiti da rispettare per NO₂ sono quello orario di 200microgrammi/m³ da non superare per più di 18 volte all'anno e la media annua di 40microgrammi/m³.** Le medie orarie registrate nel 2018 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 NO₂ però la sorgente primaria risulta essere il traffico veicolare in tutte le stagioni.

NO₂ dati orari - anno 2018 (microgrammi/m³)

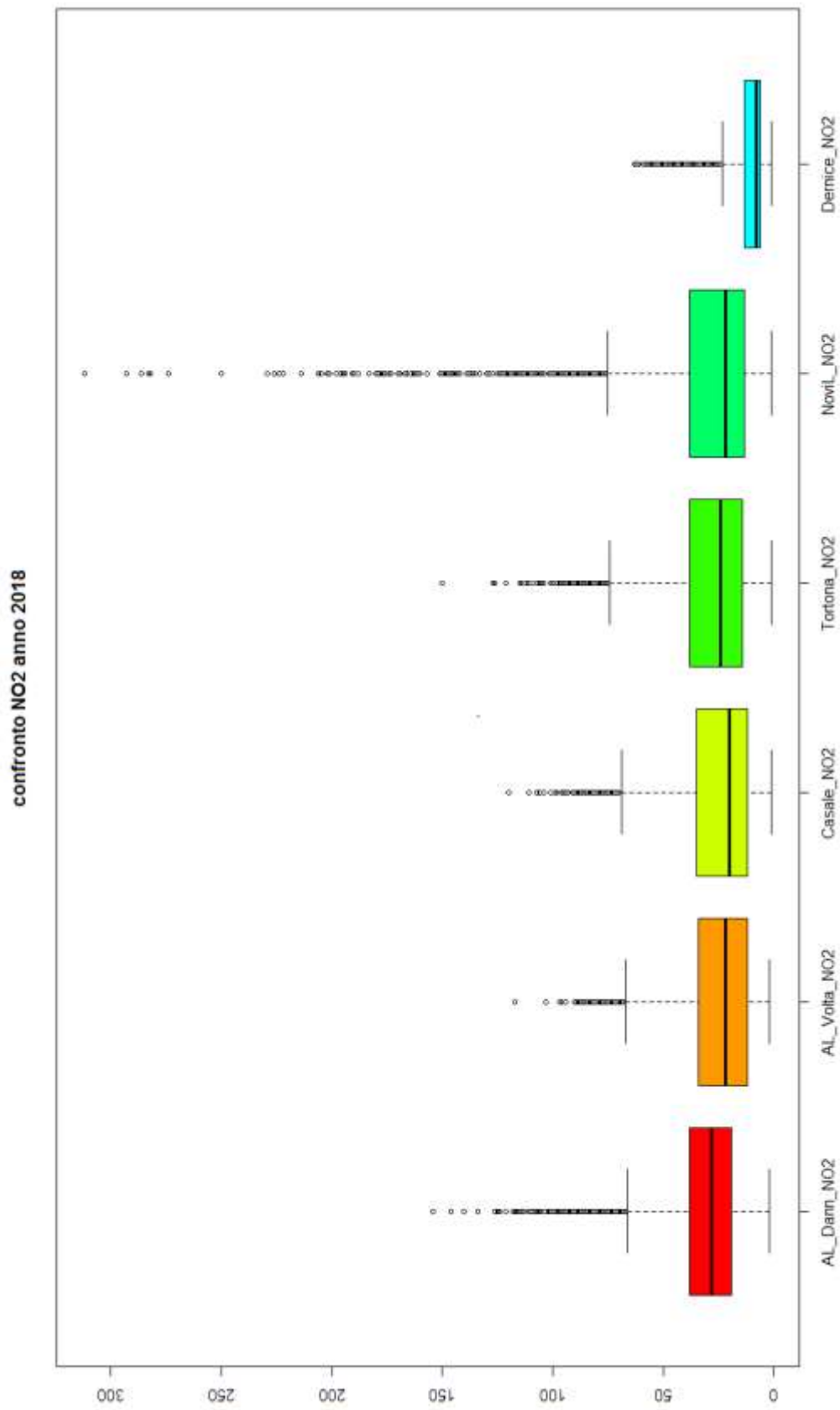


Come prevedibile, essendo gli ossidi di azoto emessi principalmente dal traffico veicolare, le concentrazioni più elevate si registrano nelle stazioni da traffico: le medie annue più elevate (31-32microgrammi/m³) si registrano nelle stazioni da traffico di Alessandria e Asti. Leggermente inferiori Tortona e **Novi Ligure, in quest'ultima si segnalano picchi orari elevati con 18 superamenti del**

limite orario di 200microgrammi/m³ da non superare per più di 18 volte all'anno. Il limite annuo di 40microgrammi/m³ è ampiamente rispettato in tutte le stazioni.

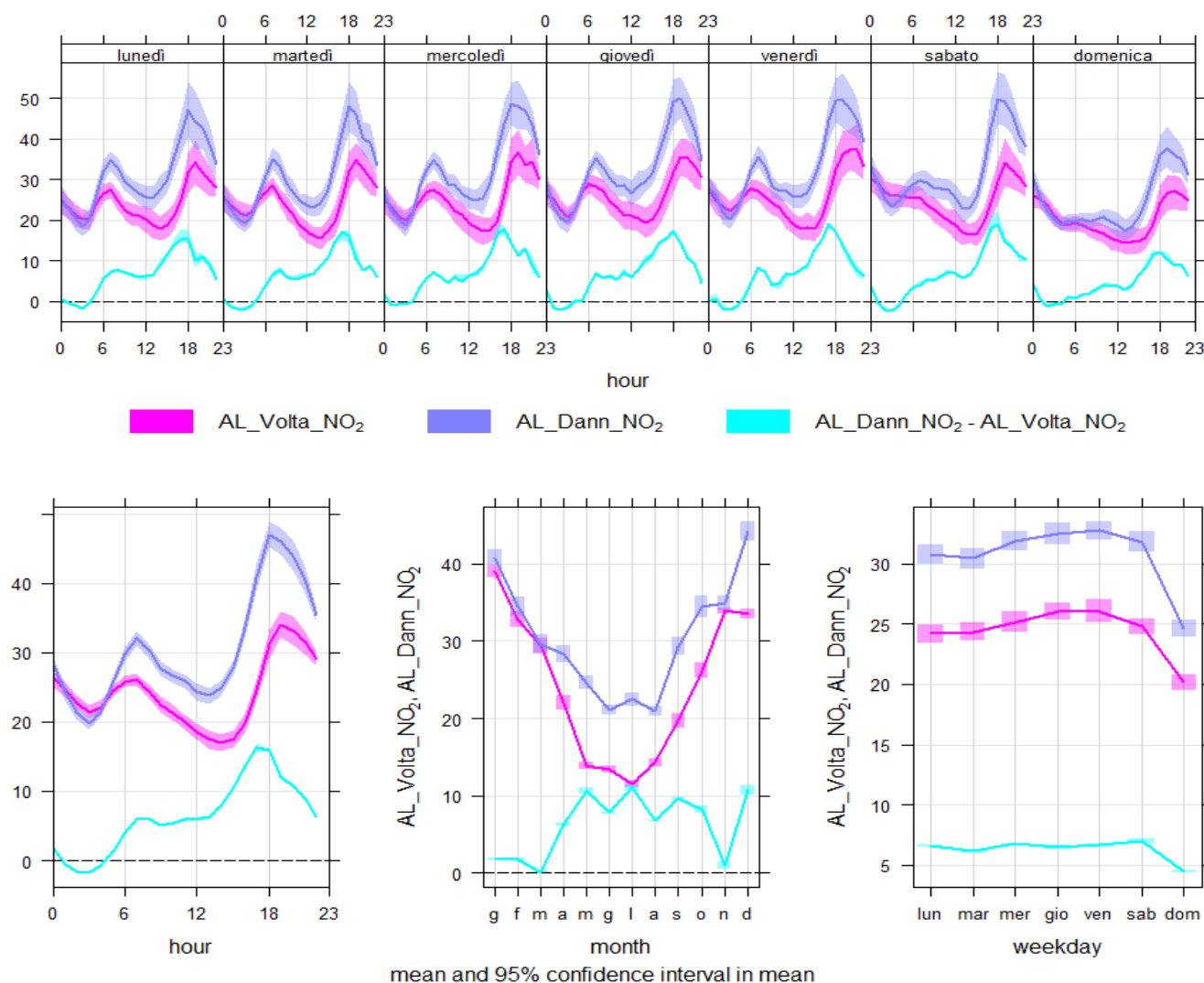


Per le stazioni da traffico si ha un contributo aggiuntivo di emissioni di ossidi di azoto rispetto alle stazioni di fondo. Questo contributo è tanto maggiore quanto più il traffico è congestionato. Ad esempio ad Alessandria presso la stazione da traffico di D'Annunzio l'aggiunta della rotonda circolatoria sulla piazza ha determinato un decremento degli NO_x, per cui i valori dal 2016 si sono avvicinati a quelli della stazione di fondo urbano di Volta. I box plot mostrano la distribuzione dei dati nelle varie stazioni. I valori mediamente più elevati si riscontrano ad Alessandria mentre Tortona e Novi Ligure mostrano fenomeni di accumulo elevati con picchi oltre 300microgrammi/m³ a Novi Ligure.



Gli andamenti di NO₂ nelle ore del giorno e sui giorni della settimana messi a confronto tra stazione di fondo urbano e stazione da traffico, mostrano sensibili riduzioni per entrambe la domenica e nei mesi estivi. I picchi mattutini e serali legati al traffico sono sensibilmente più elevati presso la stazione da traffico rispetto a quella di fondo (rispettivamente +6 e +15microgrammi/m³) mentre lo scostamento medio si attesta sui 6 microgrammi/m³ in più legati alle emissioni dirette del traffico rispetto alla stazione di fondo, ovvero un 20% in più rispetto ai valori medi registrati nelle due stazioni.

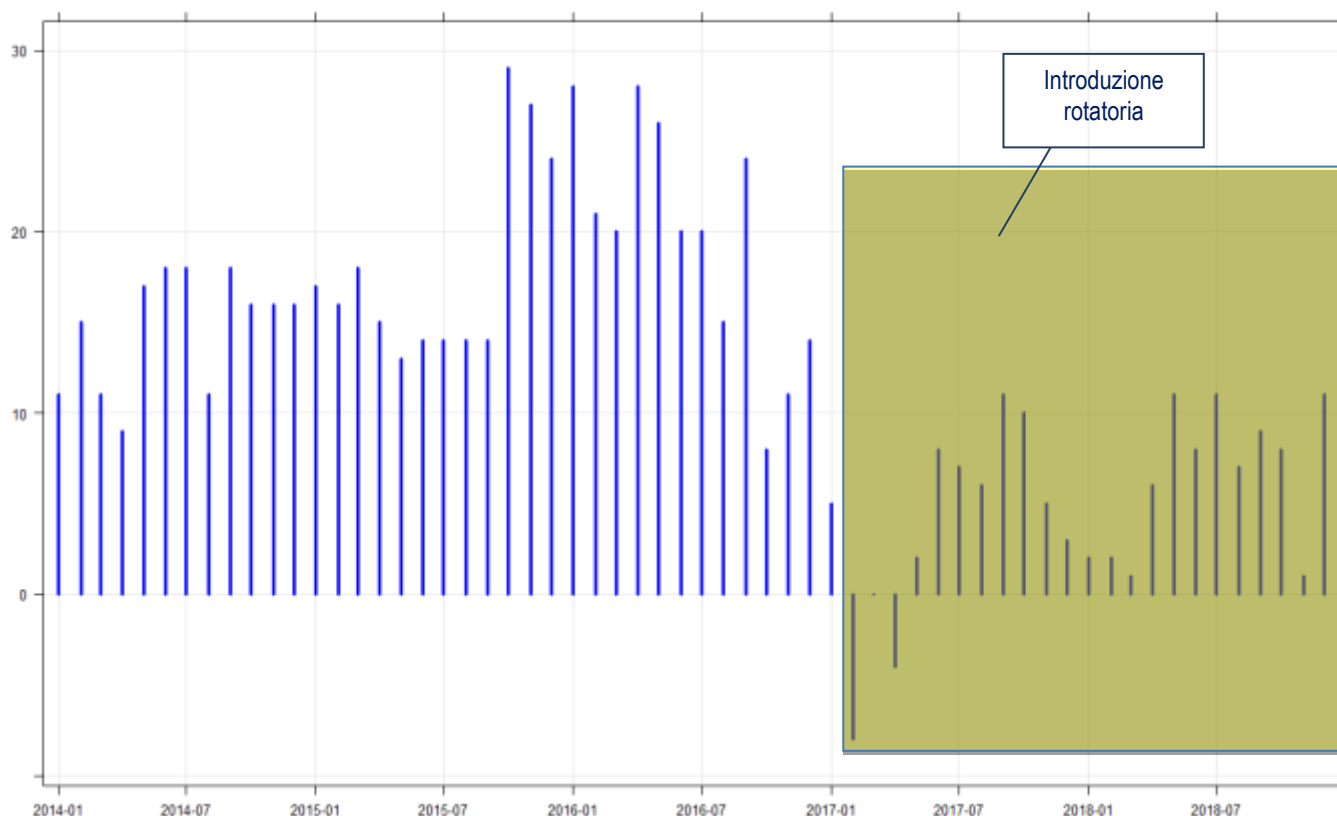
Confronto sito traffico-fondo anno 2018



E' evidente la variabilità stagionale di tale parametro che è massimo nella stagione invernale dove la concomitanza di maggiori fonti emissive (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. livelli maggiori si segnalano nei mesi di gennaio e febbraio. 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).

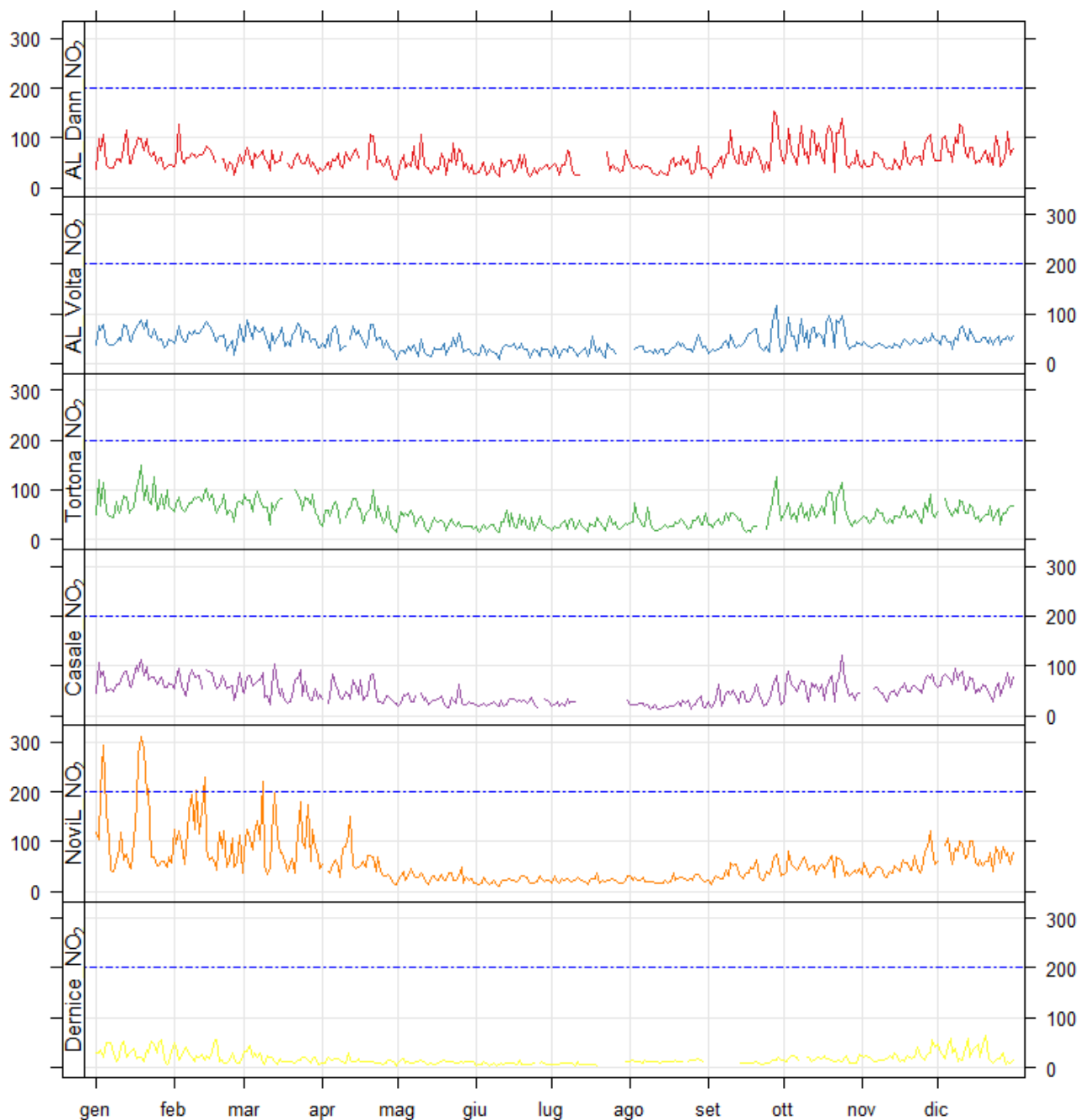
Una considerazione particolare merita l'analisi dei dati mensili di NO₂ registrati nelle due stazioni dal 2014 al 2018. La stazione da traffico di Alessandria D'Annunzio ha mostrato dal 2017 una consistente riduzione dell'inquinamento da NO₂ rispetto al passato grazie all'introduzione della rotatoria sulla piazza adiacente la stazione. Come evidenziato dal grafico sotto, ***i livelli di NO₂ a D'Annunzio sono passati mediamente da +15microgrammi/m³ a +5microgrammi/m³ rispetto alla stazione di fondo urbano, con concentrazioni di NO₂ che si assestavano a + 40% prima della rotatoria che si sono ridotte percentualmente +20% circa rispetto alla stazione di fondo di Volta dopo l'inserzione della rotatoria.***

Questo conferma che la fluidificazione del traffico porta benefici consistenti in relazione alla riduzione delle emissioni degli inquinanti primari.

Alessandria - differenza NO₂ Traffico/NO₂ fondo urbano

Nelle stazioni da traffico si verificano spesso episodi acuti di inquinamento che sono legati anche alla congestione di snodi viabilistici particolarmente trafficati. Analizzando nel dettaglio i picchi di inquinamento da NO₂ presso Alessandria D'Annunzio, Novi Ligure e Tortona si notano condizioni di inquinamento sito-specifiche e differenti tra loro.

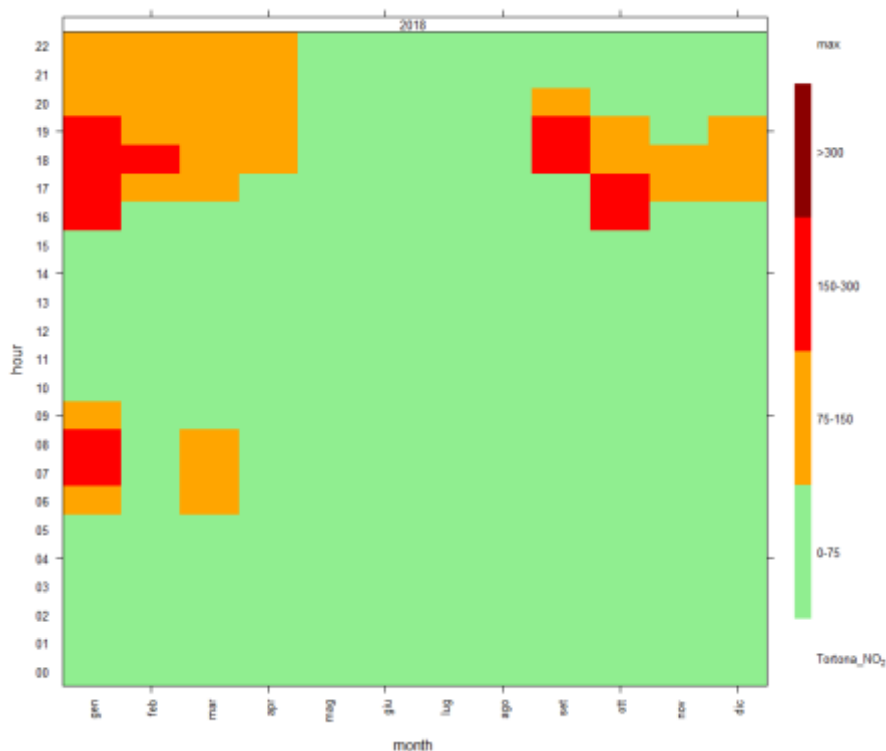
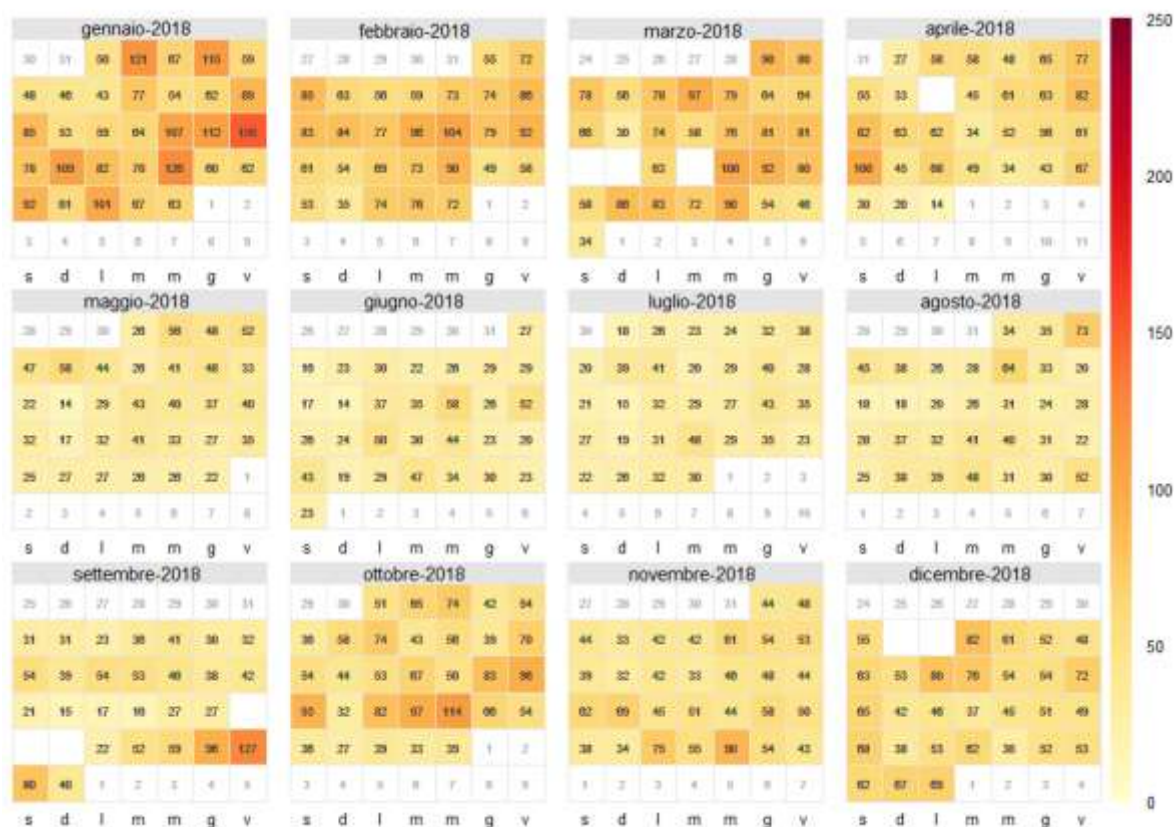
Il grafico seguente riporta i valori MASSMI orari di NO₂ raggiunti nelle stazioni della rete nel 2017. Valori massimi particolarmente elevati sono associati a traffico fermo e congestionato. I picchi sono particolarmente evidenti a Novi Ligure dove nell'inverno 2018 si sono registrati alcuni superamenti del limite orario di 200microgrammi/m³.

NO₂_max anno 2018

I grafici riportano i valori massimi per le ore del giorno e per i giorni dell'anno 2018 nelle tre stazioni da traffico che presentano criticità: Alessandria D'Annunzio, Tortona e Novi Ligure.

NO2 da traffico a Tortona: criticità invernale. Incidenza delle ore di punta (08.00 e 18.00) e del traffico delle festività di dicembre. Inquinamento in significativa riduzione sabato e domenica.

TORTONA STAZIONE VIA CARBONE (traffico urbano) NO2 anno 2018



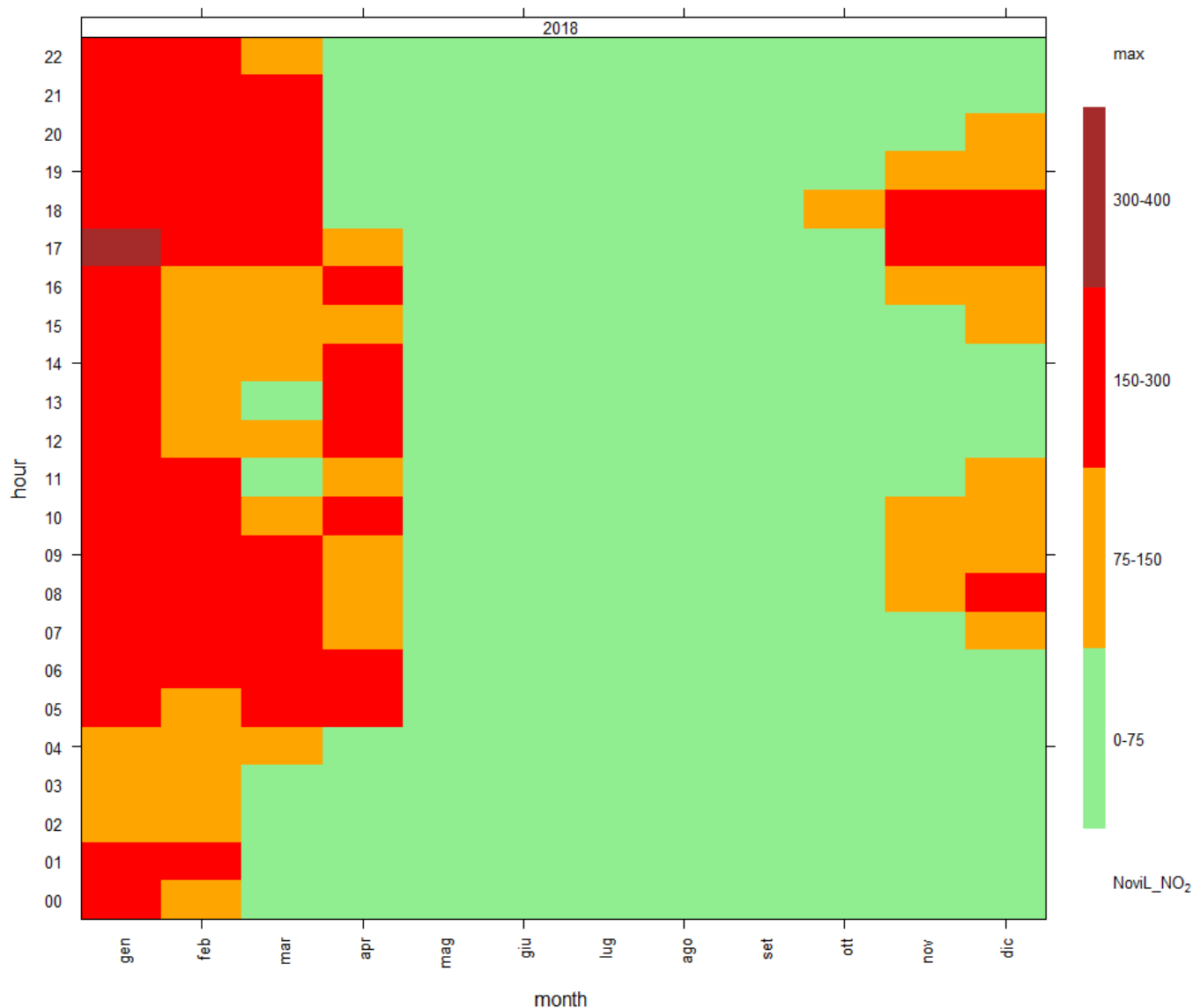
Per Tortona i due grafici ci dicono che i picchi di NO2 si verificano solo in inverno e sono riferiti alle fasce orarie tipiche di punta del traffico cittadino (influenzato dalla presenza di una scuola), ovvero si concentrano dalle 07.00 alle 09.00 ed in aumento dalle 16.00 alle 19.00.

I picchi più elevati si registrano alle 08.00 e alle 18.00 nei mesi da novembre a febbraio.

Si segnala il mese di gennaio con valori particolarmente elevati.

NO₂ da traffico a Novi Ligure: criticità non solo invernale. Incidenza delle ore di punta del mattino su tutto l'anno e valori elevati sulle 24ore da novembre ad aprile. Indice di traffico congestionato. Inquinamento in significativa riduzione sabato e domenica.

NOVI LIGURE STAZIONE P.ZA GOBETTI (traffico urbano) NO₂ anno 2018

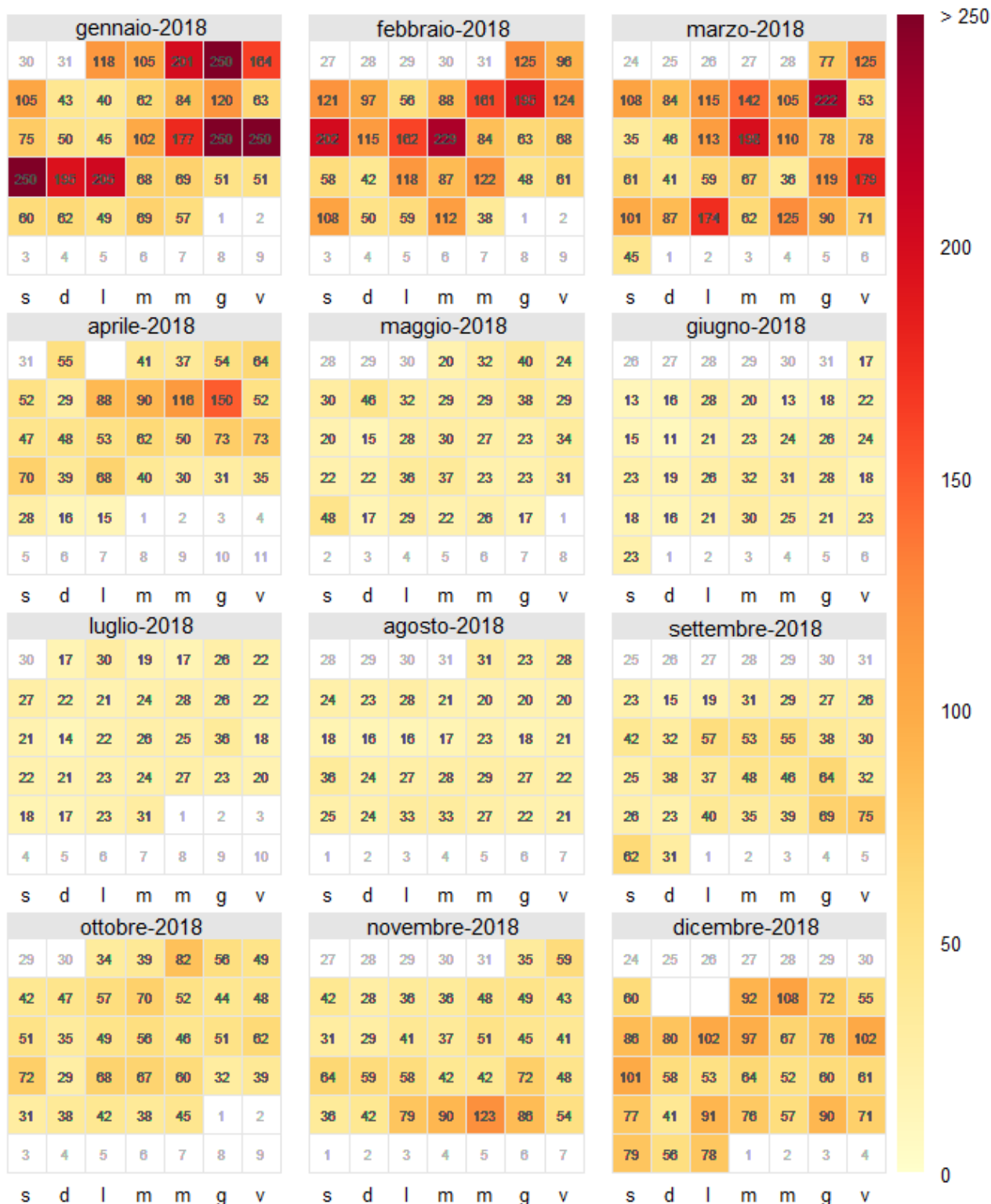


Per Novi Ligure i valori massimi orari di NO₂ ci dicono che i picchi si verificano frequentemente da novembre ad aprile e si riducono significativamente soltanto nella stagione estiva. Picchi particolarmente elevati, fino a 400microgrammi/m³, il doppio del limite, si verificano a gennaio e febbraio lungo tutta la giornata, ed in particolare tra le 05.00 e le 09.00 e dalle 17.00 alle 21.00.

I picchi più elevati si sono registrati alle 17.00 e alle 18.00 nei mesi da novembre a febbraio.

Si segnala il mese di gennaio con valori particolarmente elevati. Novi Ligure evidenzia una criticità locale per l'area di installazione della stazione che richiederebbe interventi sulla mobilità per fluidificare o ridurre il traffico locale.

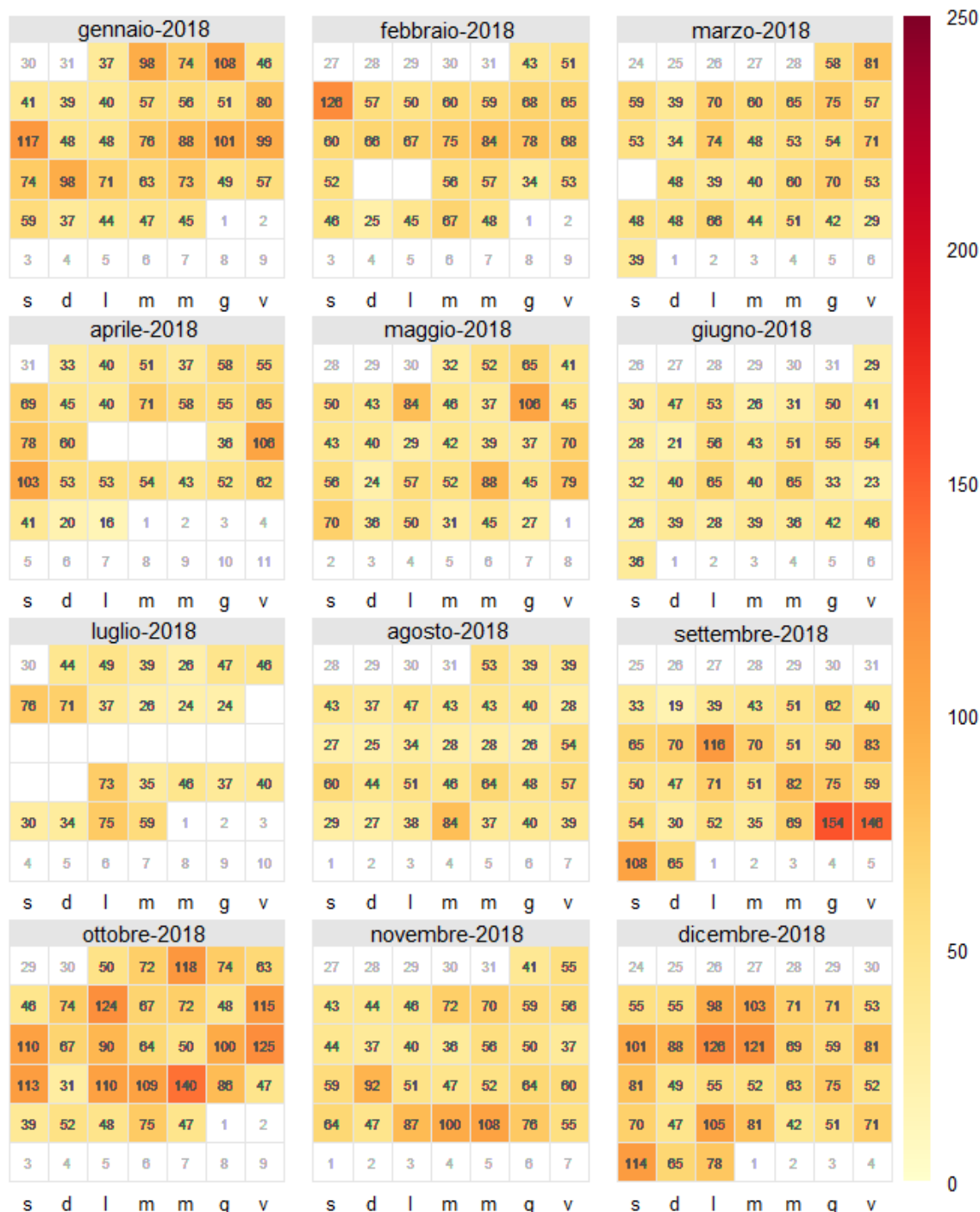
NOVI LIGURE STAZIONE P.ZA GOBETTI (traffico urbano) NO2 anno 2018



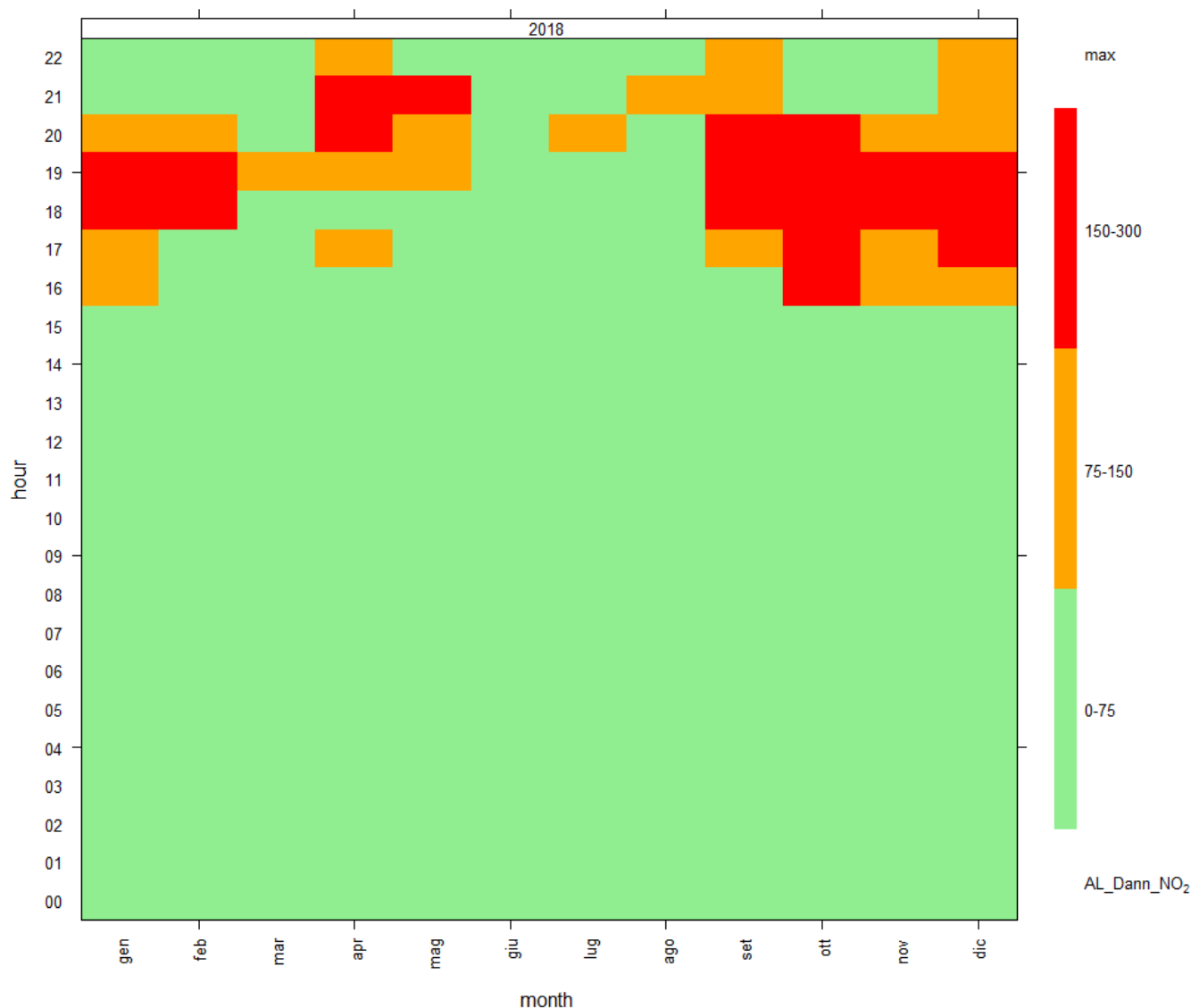
I picchi di NO2 nel 2018 si mostrano particolarmente ricorrenti da gennaio a marzo anche nei fine settimana.

NO2 da traffico a Alessandria D'Annunzio: criticità invernale. Incidenza delle ore serali in cui si sommano i contributi di traffico e riscaldamento. Inquinamento in significativa riduzione sabato e domenica.

ALESSANDRIA STAZIONE D'ANNUNZIO (traffico urbano) NO2 2018



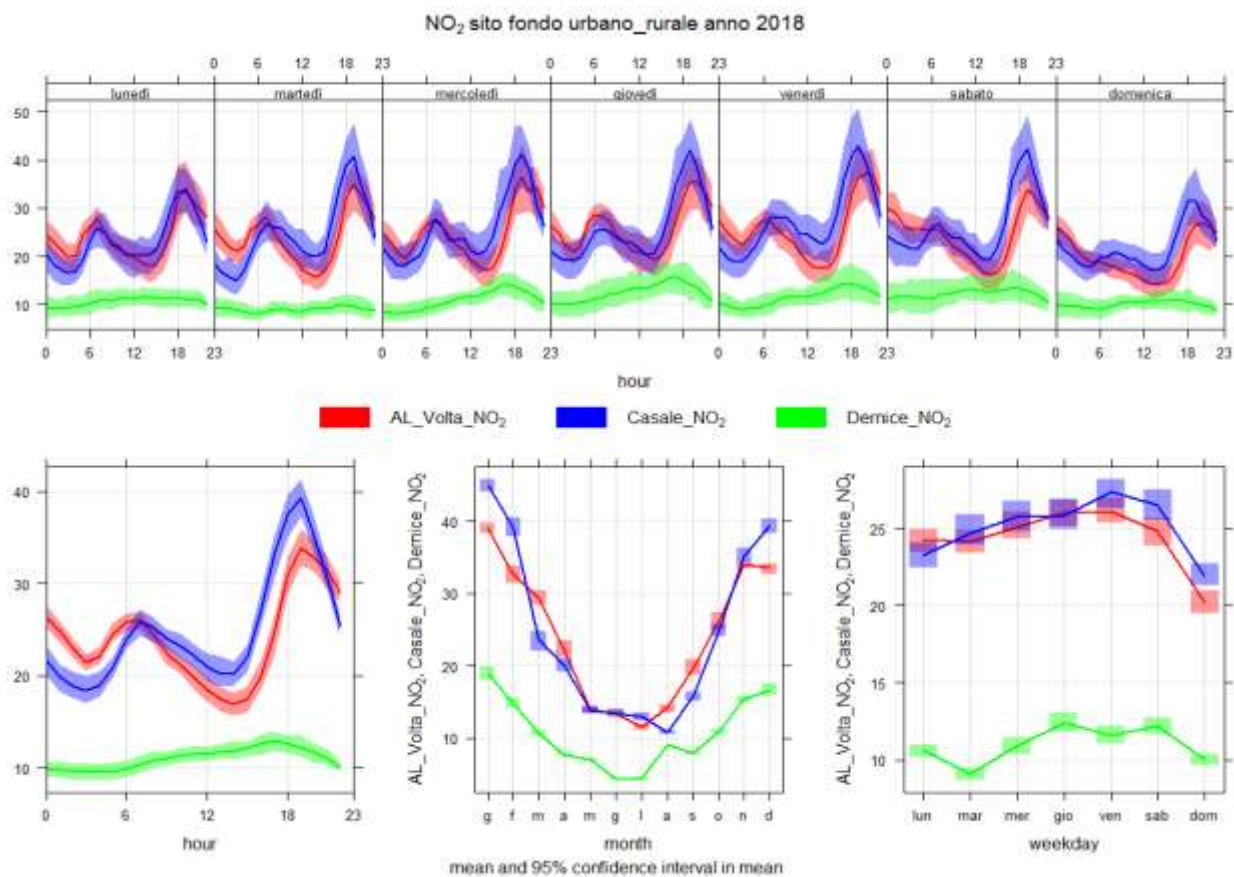
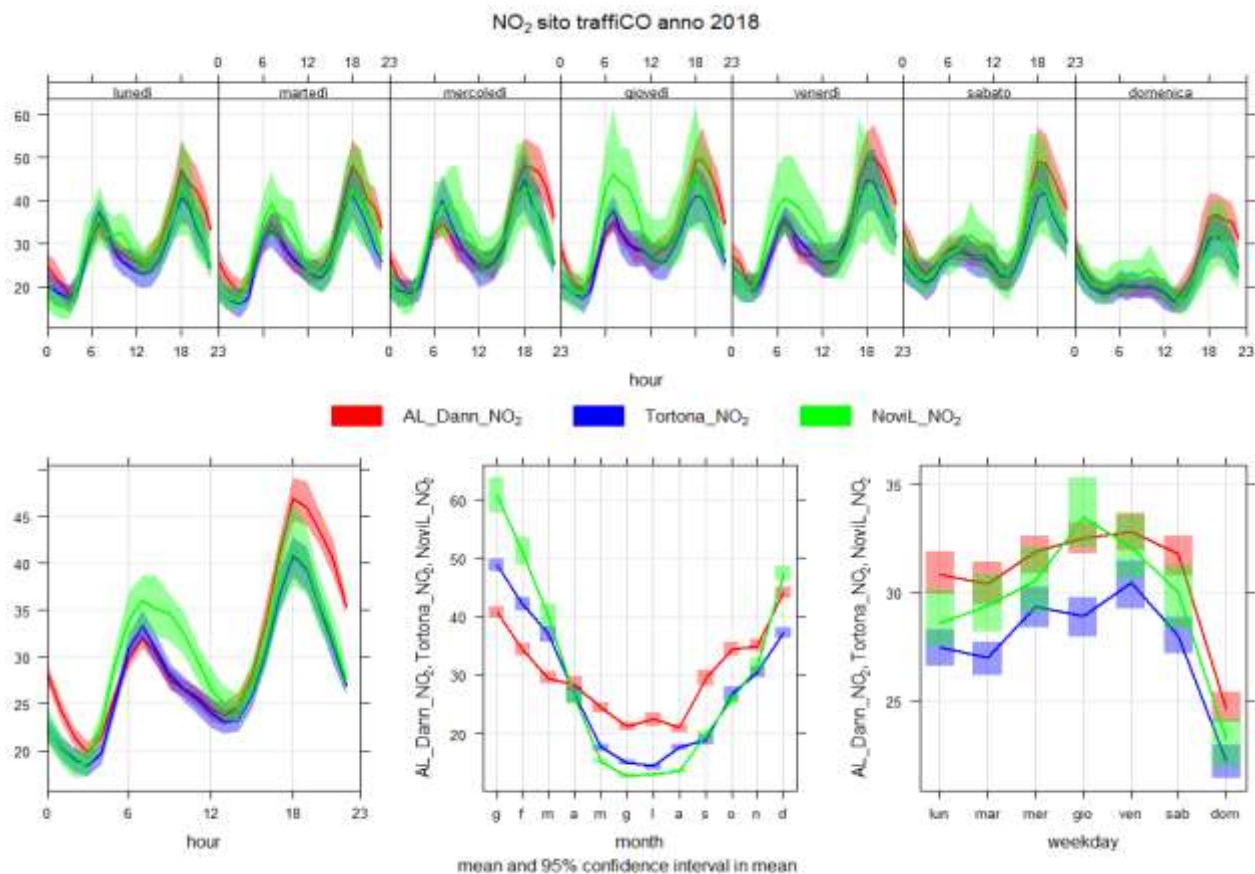
I picchi di NO2 presso la stazione di D'Annunzio nel 2018 interessano tutto il periodo concomitante con il riscaldamento (da ottobre a aprile e da ottobre a marzo). I picchi interessano principalmente il periodo serale dalle 17.00 in poi in tutto il periodo invernale.



Gli andamenti tipo di NO₂ su tutte le stazioni, che riportano le medie per ciascuna ora del giorno e dei giorni della settimana di tutti i dati dell'anno, mostrano livelli più elevati nelle stazioni direttamente esposte al traffico (AL_D'Annunzio, Novi L., Tortona) e livelli più bassi nelle stazioni di fondo urbano/rurale (AL_Volta, CasaleM.to, Dernice). La curva del giorno tipo mostra andamenti tipici del contesto urbano con picchi di NO₂ in concomitanza con le ore di punta del traffico, al mattino e alla sera. Alla sera si aggiunge l'effetto di aumento degli inquinanti dovuto alla inversione termica al suolo.

Per quanto riguarda le stazioni da traffico il confronto evidenzia valori minimi più elevati a D'Annunzio e valori massimi particolarmente elevati a Novi Ligure con una drastica riduzione su tutte le stazioni la domenica. Tortona risulta tra le stazioni da traffico quella meno inquinata da NO_x.

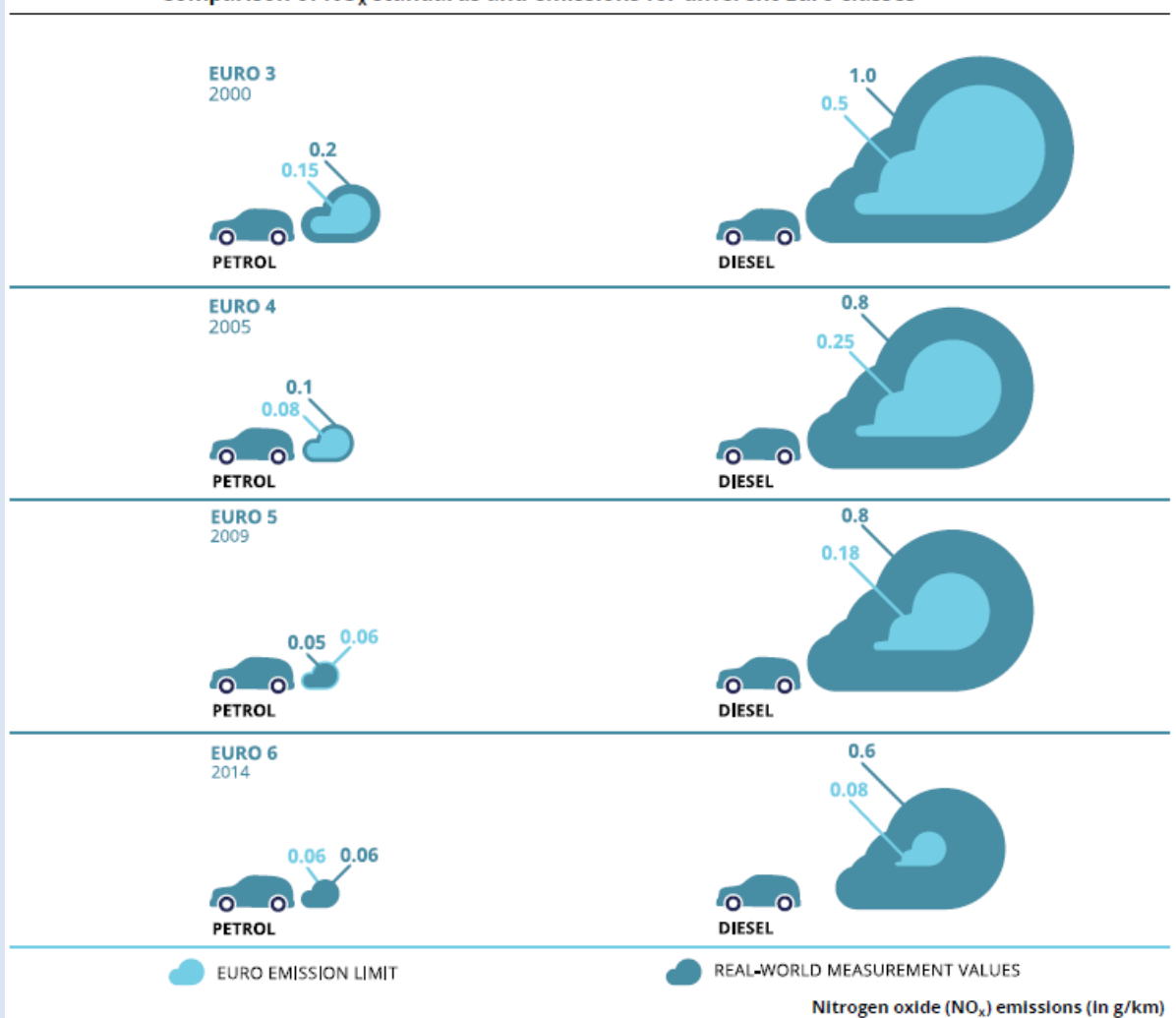
Per quanto riguarda le stazioni di fondo il confronto evidenzia valori in ambiente urbano leggermente più elevati a Casale M.to rispetto a Alessandria Volta, con picchi serali più pronunciati e una drastica riduzione su tutte le stazioni la domenica. Dernice, stazione di fondo rurale regionale, conferma valori estremamente bassi di NO_x lungo tutto l'arco dell'anno.



I trasporti sono il settore che emette la maggior quantità di NO_x , 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_x dei trasporti sono diminuite del 34%, mentre le emissioni del settore energia sono diminuite del 29%. Alla diminuzione delle emissioni di NO_x (-30%) non corrisponde una eguale diminuzione di NO_2 (-18%) per effetto delle emissioni dirette di NO_2 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_2 si verificano nelle regioni europee di Benelux, Italia (pianura padana), il Regno Unito (Londra) e Germania (Ruhr).

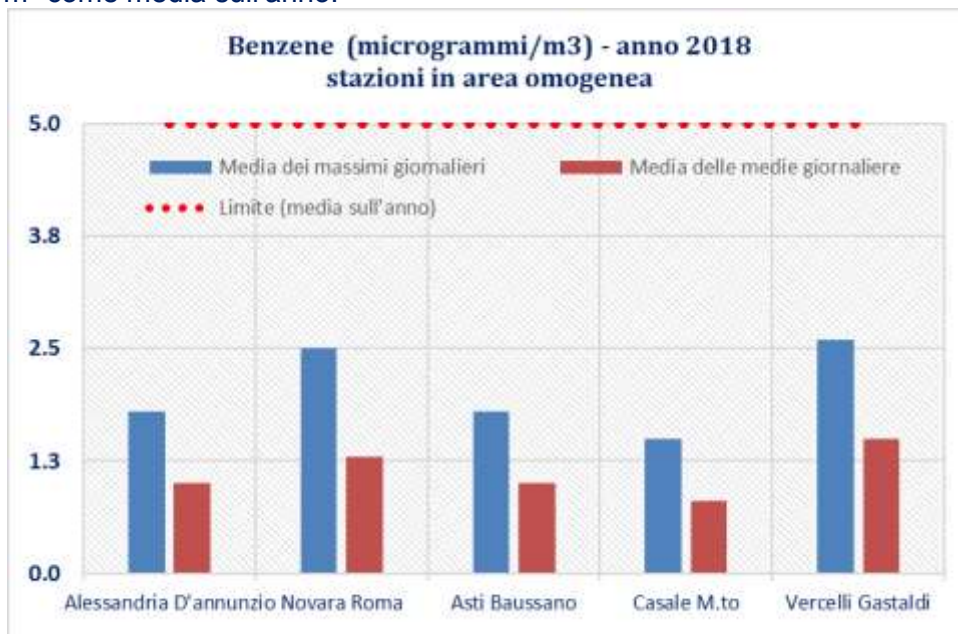
Comparison of NO_x standards and emissions for different Euro classes



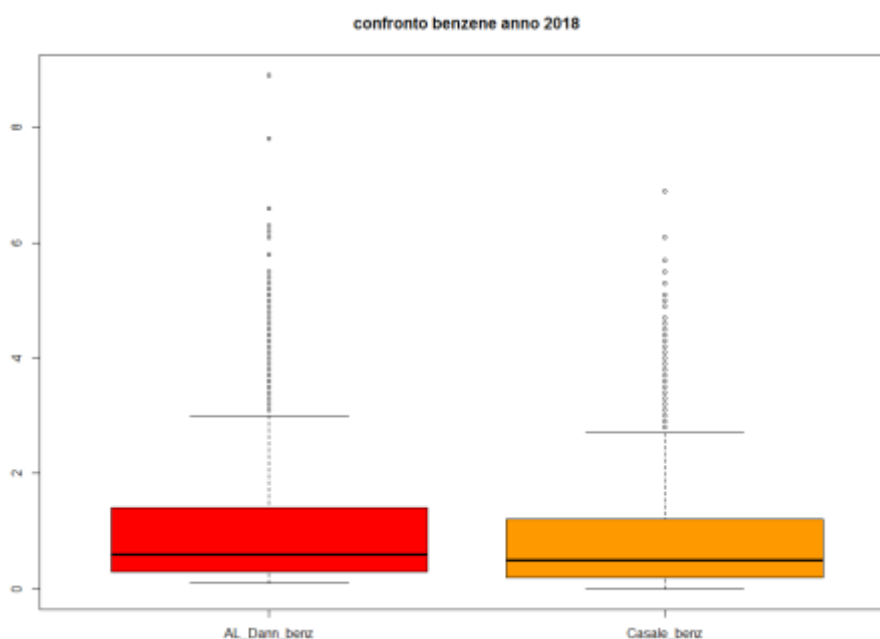
Source: EEA, 2016d.

5.5 BENZENE E TOLUENE

Gli idrocarburi aromatici si misurano presso la stazione da traffico di D'Annunzio e presso la stazione di fondo urbano di Casale M.to. 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 le due stazioni nel 2018 si confermano al di sotto del limite annuale di 5microgrammi/m³ e mostrano concentrazioni analoghe alle altre stazioni piemontesi in area omogenea. Tutte mostrano livelli ampiamente inferiori al limite di legge di 5microgrammi/m³ come media sull'anno.

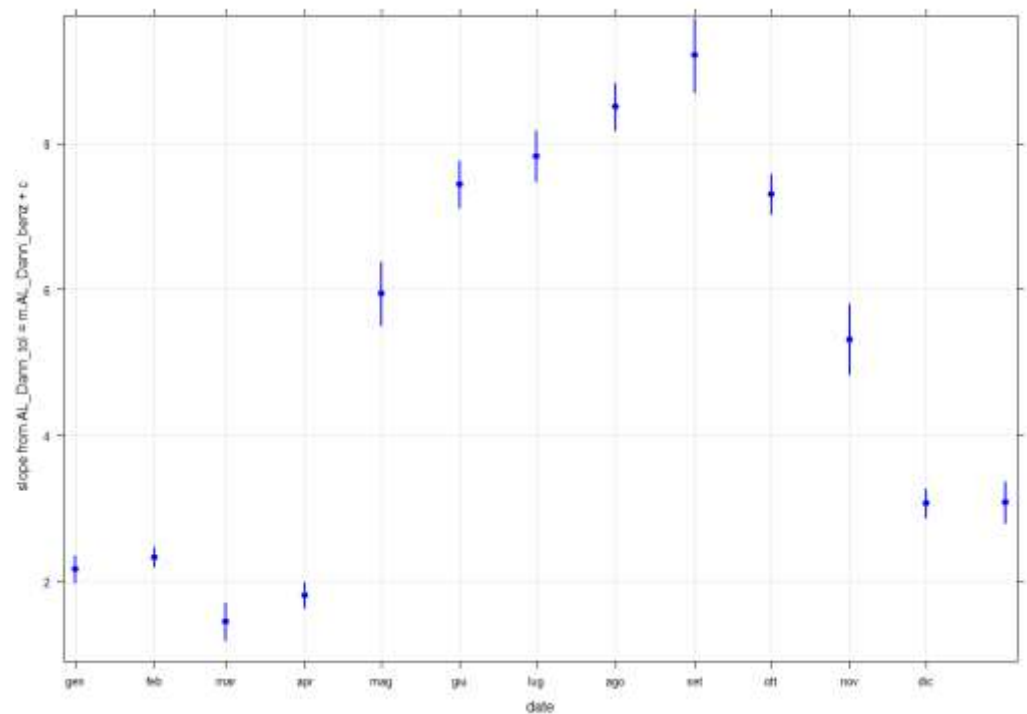


Gli andamenti sono simili, con concentrazioni leggermente più basse nei valori medi a Casale M.to rispetto ad Alessandria. A partire dal 1996 i livelli in atmosfera di questo inquinante sono notevolmente diminuiti a seguito dell'introduzione, dal luglio 1998, del limite dell'1% del tenore di benzene nelle benzine e grazie al miglioramento delle performance emissive degli autoveicoli. L'andamento negli anni evidenzia livelli che rimangono sempre ampiamente al di sotto dei limiti di legge (5 microgrammi/m³ come media sull'anno).

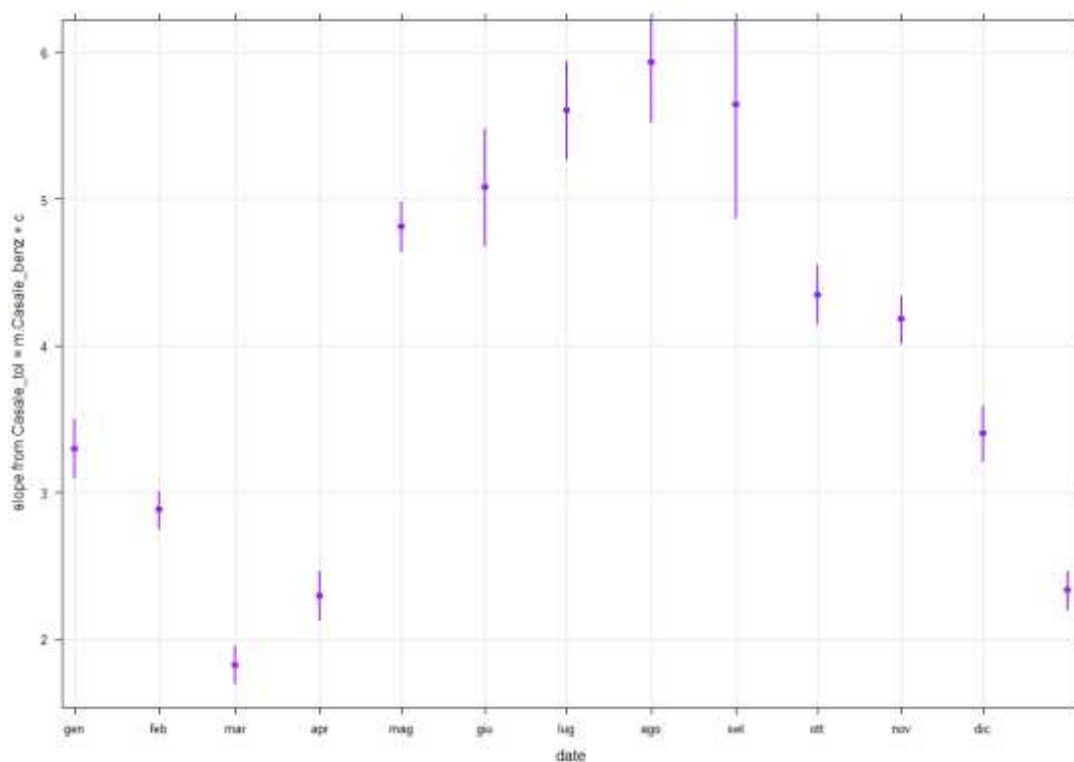


E' utile il confronto tra benzene e toluene che non è soggetto a limite in quanto meno tossico del benzene ma il cui rapporto con il benzene è indicativo del tipo di sorgenti di provenienza. In aree urbane il rapporto medio dei due inquinanti è di un fattore da 3 a 5, più elevato in inverno e più basso in estate.

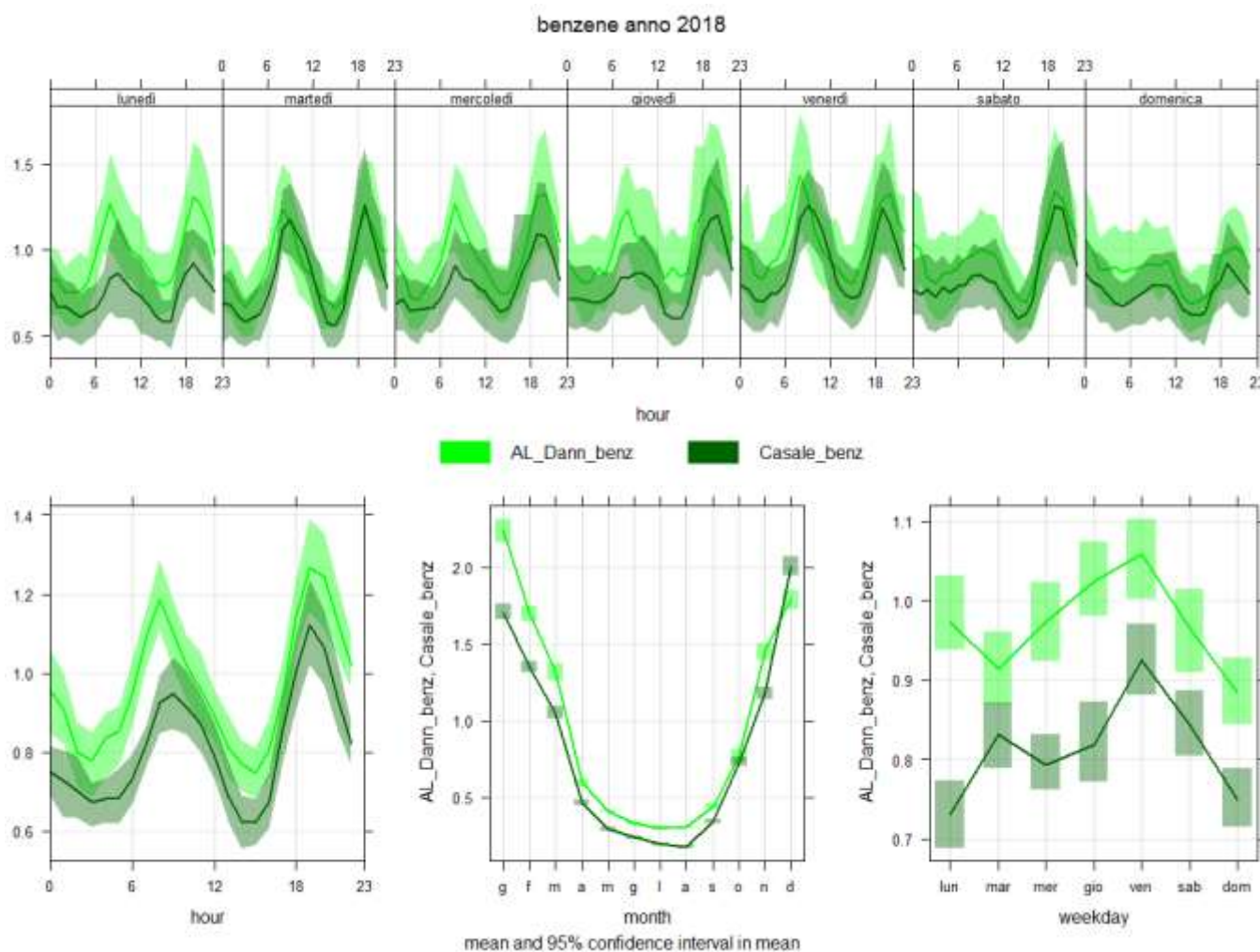
ALESSANDRIA RAPPORTO MENSILE TOLUENE/BENZENE
Rapporto toluene/benzene



CASALE RAPPORTO MENSILE TOLUENE/BENZENE
Rapporto toluene/benzene



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 si mostrano differenti sui giorni della settimana con Casale M.to che presenta livelli più elevati il martedì per effetto del traffico indotto dalle attività mercatali, mentre Alessandria ha livelli più elevati il mercoledì, giovedì e venerdì. Per entrambi la domenica è il giorno con livelli più bassi ed una riduzione delle concentrazioni del 20-30%.

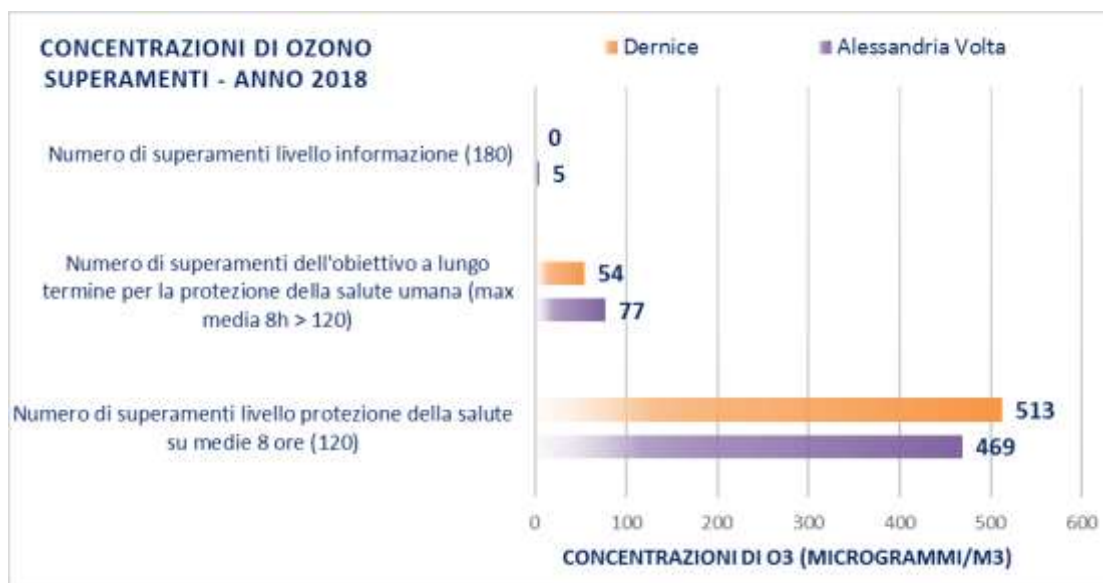


Si evidenzia anche qui una notevole differenza stagionale nella presenza di benzene che, come tutti gli inquinanti eccetto l'ozono, sono significativamente più elevati nella stagione fredda con concentrazioni fino a 5 volte superiori rispetto all'estate.

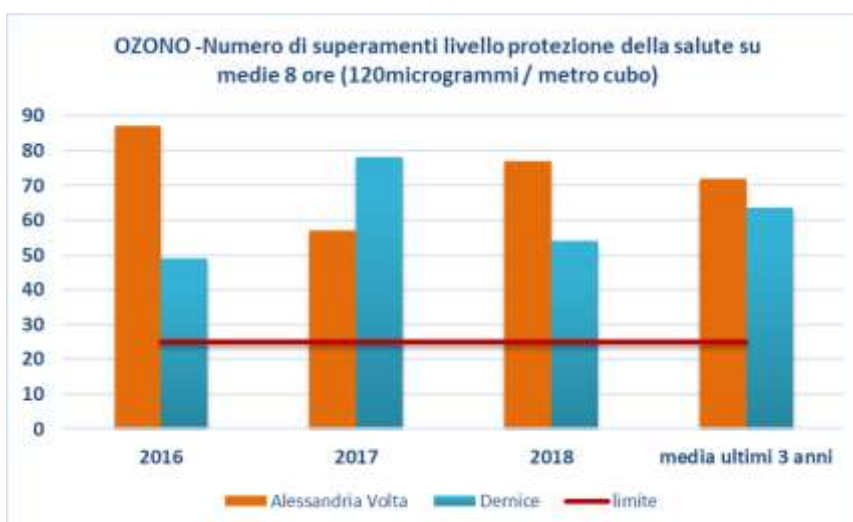
5.6 OZONO O₃

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 8 ore che non devono superare i 120 microgrammi/m³ e la soglia di informazione riferita a media su 1 ora che non deve superare i 180 microgrammi/m³.

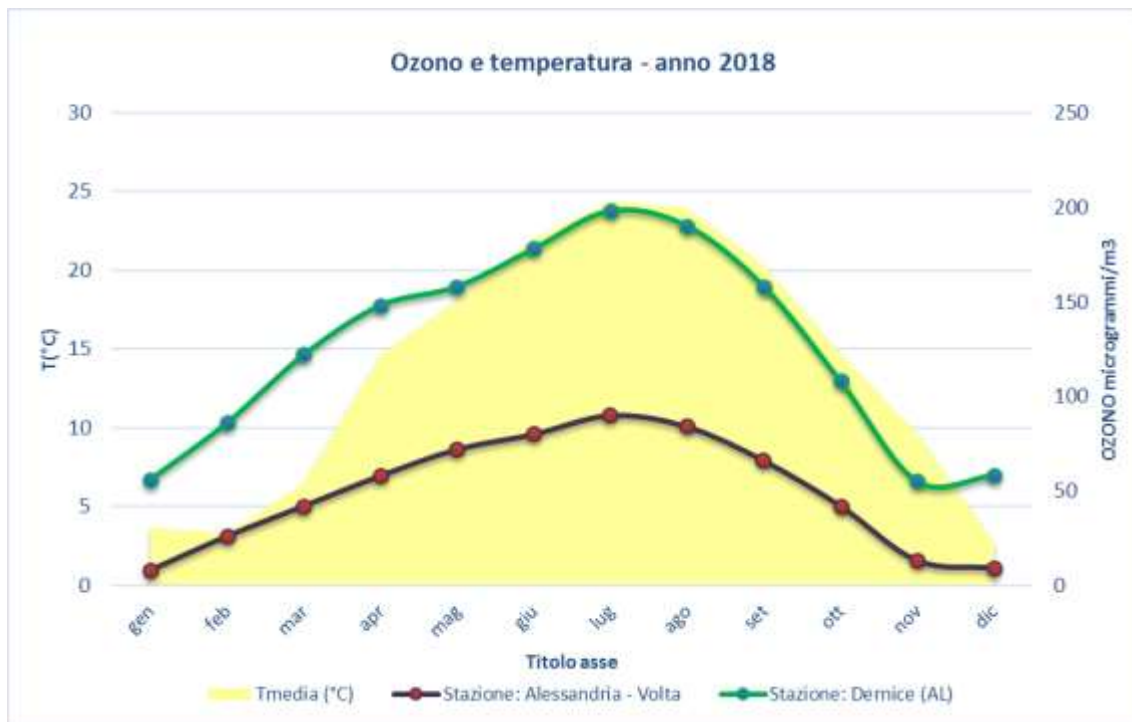
L'ozono viene misurato presso la stazione di fondo urbano di Alessandria Volta e di fondo rurale di Dernice. Nel grafico seguente è illustrato l'andamento dei superamenti nel 2018 nelle due stazioni. Alessandria e Dernice presentano entrambe condizioni critiche per l'ozono con parecchi superamenti del livello di protezione della salute come media su 8 ore e con livelli massimi raggiunti sulle 8 ore attorno a 200 microgrammi/m³. Si riscontra anche qualche superamento del limite orario di 180 microgrammi/m³.



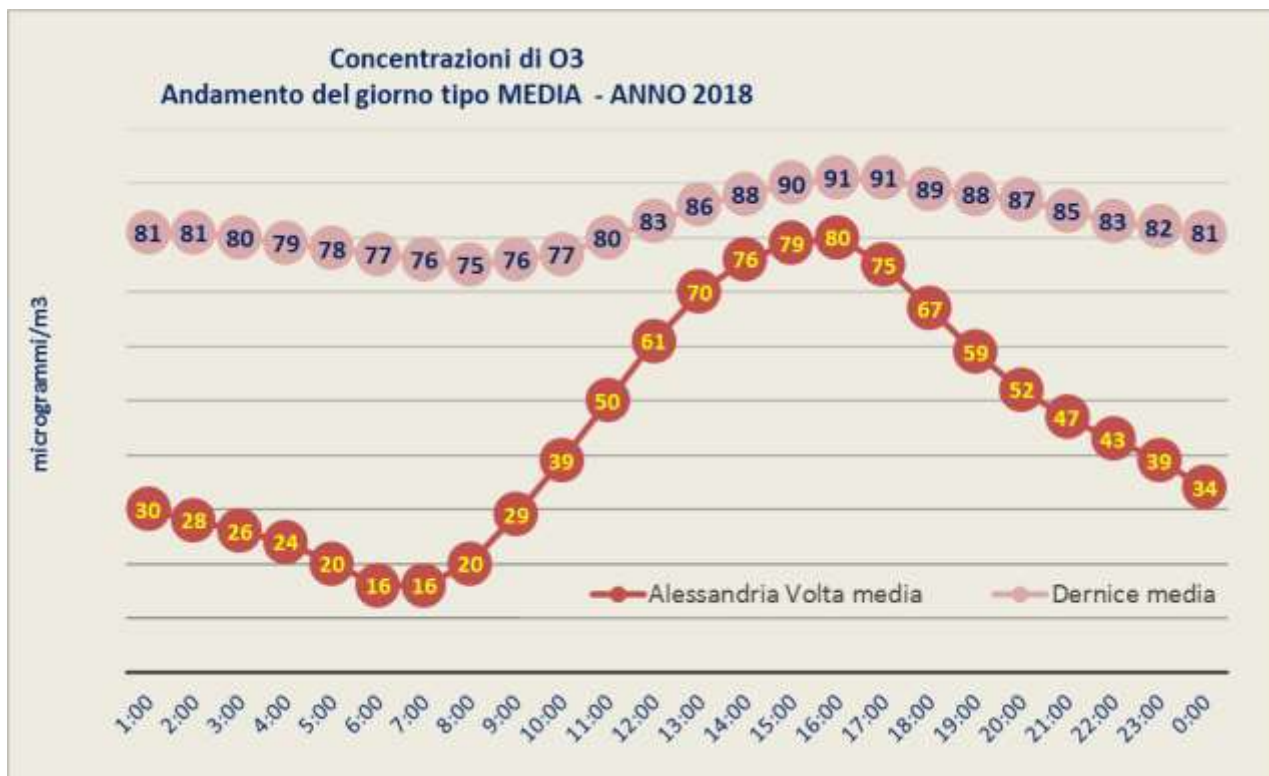
Mediando i dati registrati nell'ultimo triennio si osserva il **non raggiungimento dell'obiettivo imposto dalla normativa** (Il valore obiettivo di 120 µg/m³ non deve essere superato per più di 25 volte per anno civile come media su 3 anni). È quindi **confermata una spiccata criticità legata a questo inquinante, nonostante la riduzione a livello nazionale delle emissioni di NO_x e dei composti organici non metanici (VOCNM), precursori dell'ozono.**



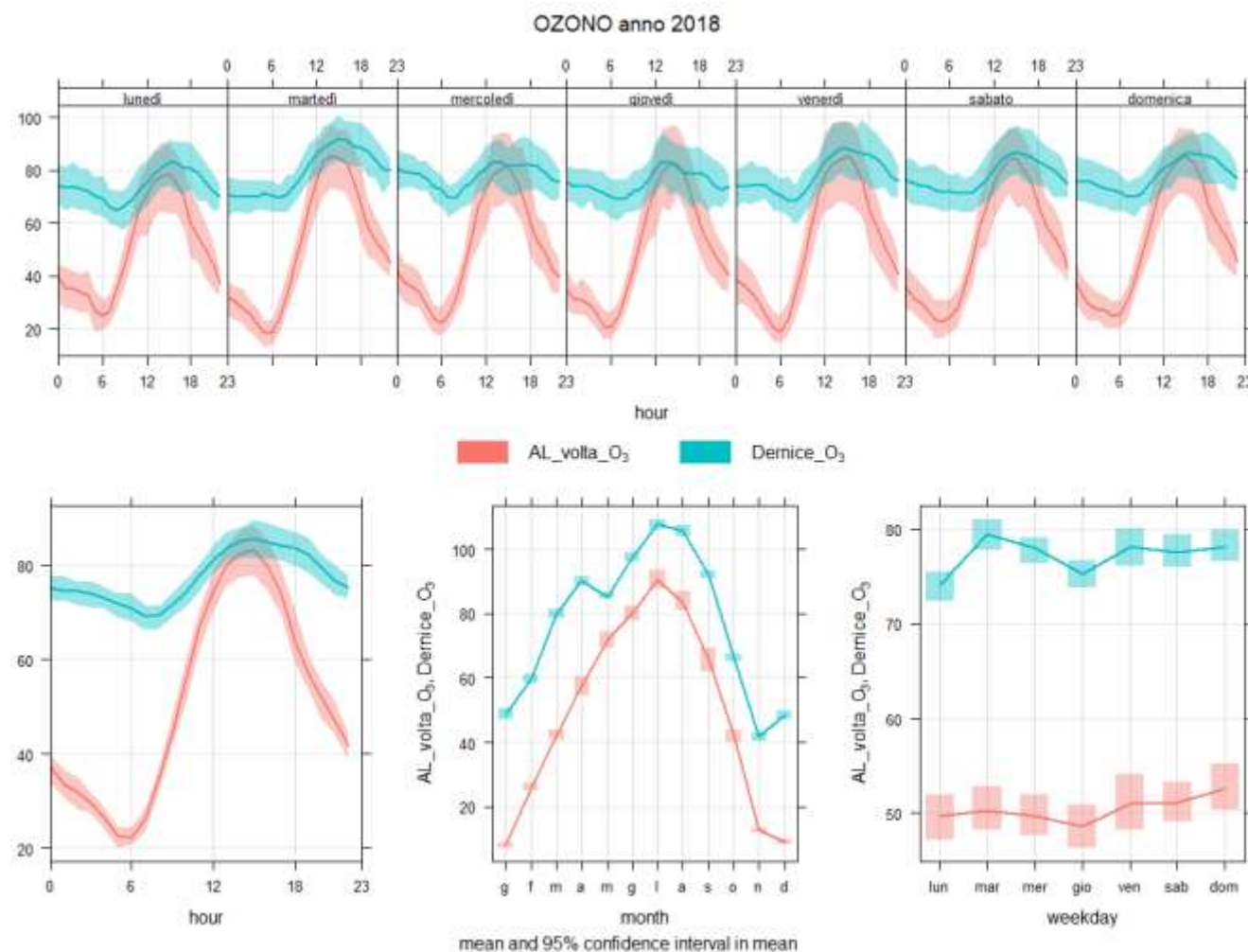
Gli andamenti di ozono variano di anno in anno poichè dipendono fortemente, oltre che dall'inquinamento, anche dall'intensità della radiazione solare e dalle temperature.



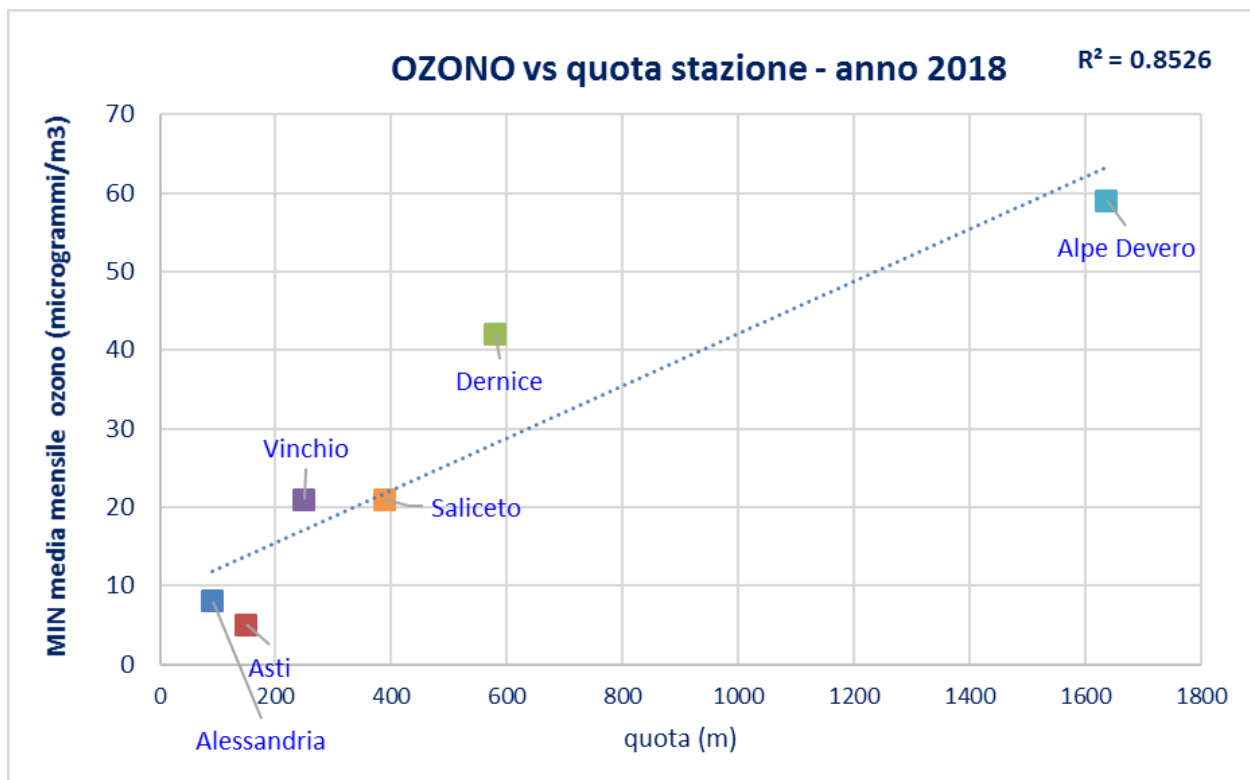
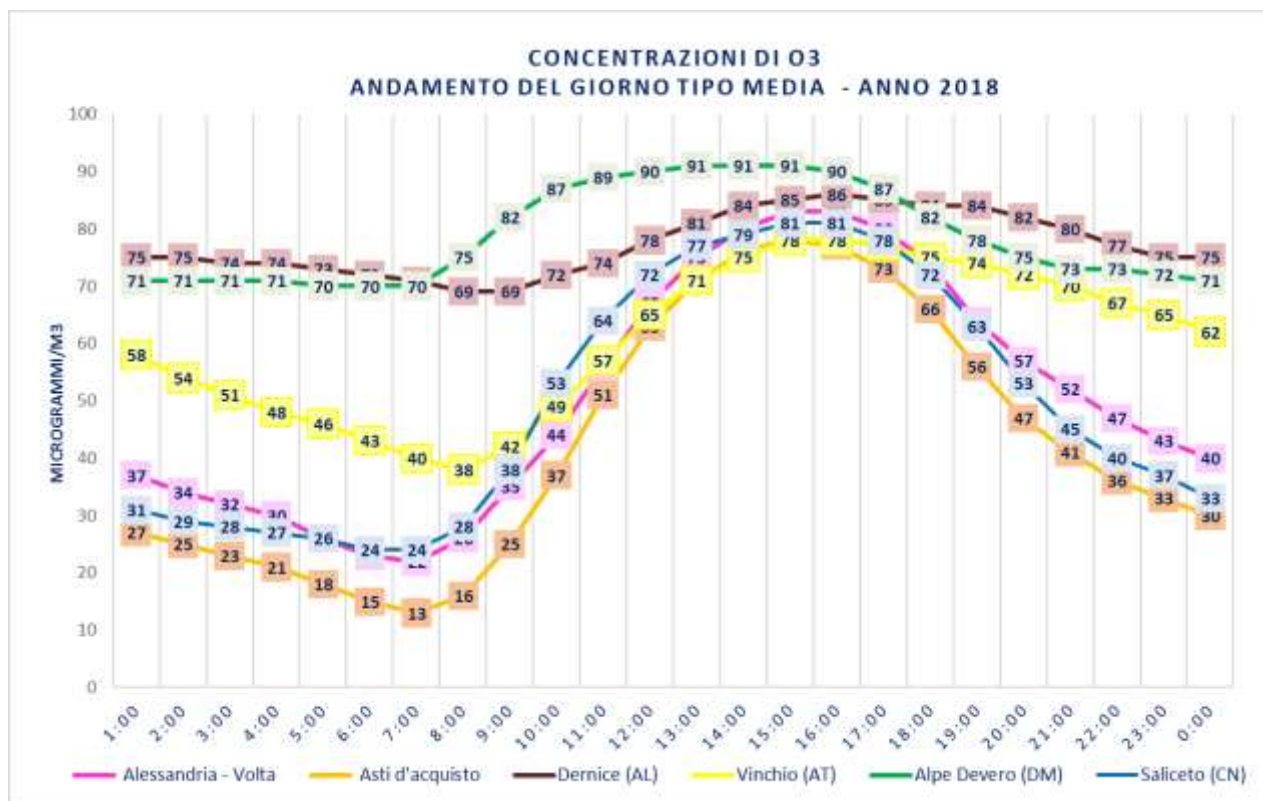
Il giorno medio, ottenuto mediando tutti i valori corrispondenti ad una stessa ora nell'arco di un anno, mostra per Alessandria l'andamento tipico "a campana" dell'ozono con massimi nelle ore centrali della giornata corrispondenti alla massima irradiazione solare; di notte, al contrario, avviene la sua dissociazione con conseguente diminuzione dei livelli.

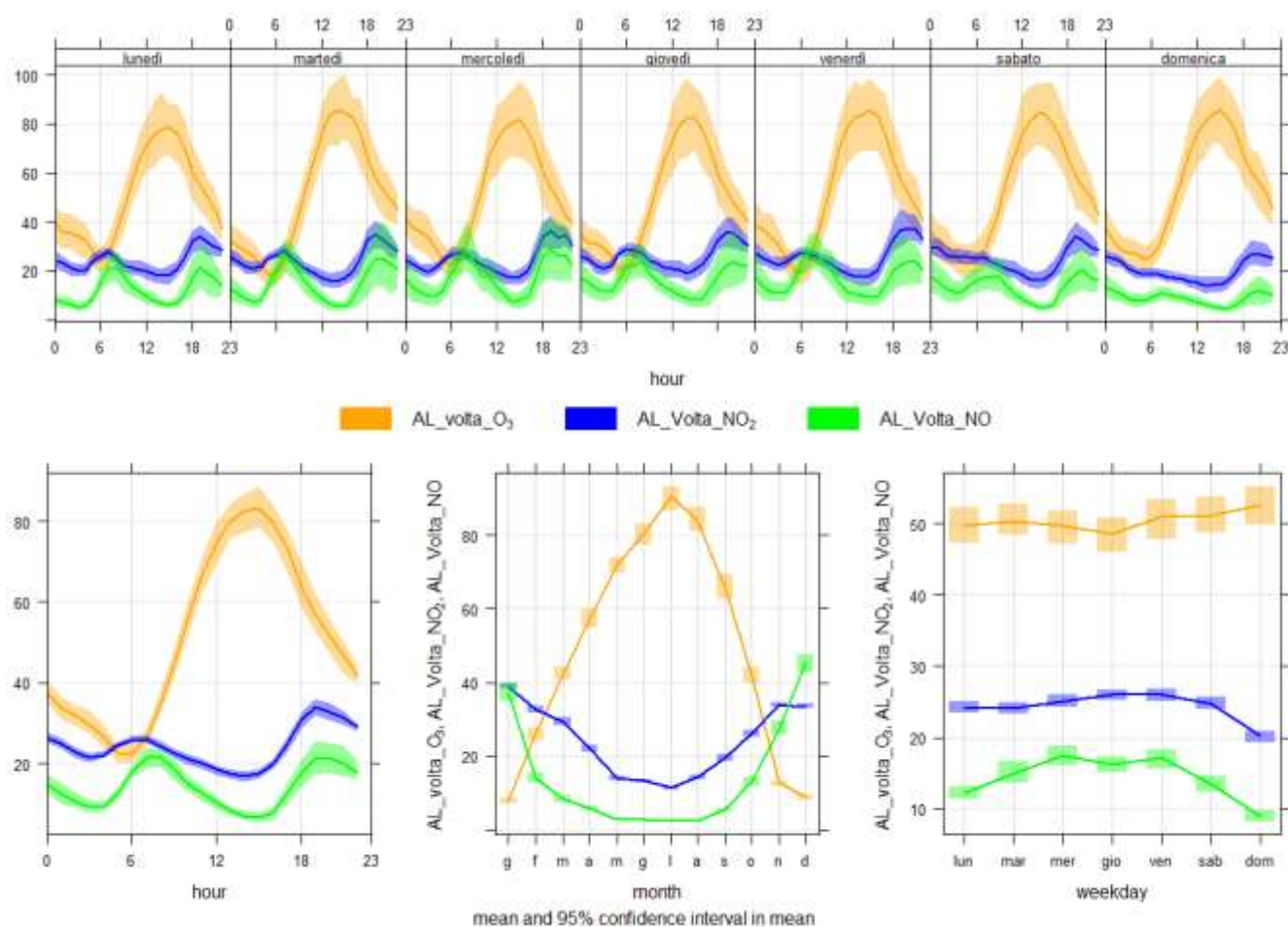


Per Dernice si hanno andamenti differenti tipici delle zone rurali remote e poco inquinate dove tuttavia l'ozono di presenta molto elevato Il giorno medio, ottenuto mediando tutti i valori corrispondenti ad una stessa ora nell'arco di un anno, non mostra l'andamento "a campana" tipico dei contesti urbanizzati ma, al contrario, risulta più piatto con minimi elevati. Dernice presenta quindi un livello di inquinamento da ozono superiore alle zone urbane di pianura ed analogo a quanto succede nelle aree rurali e in quota. Ciò si spiega con il fatto che **nelle aree urbane l'ozono si forma e si trasforma con grande rapidità e si diffonde o viene trasportato dalle aree urbane alle aree suburbane e rurali dove il minore inquinamento lo rende più stabile. Le maggiori concentrazioni si trovano dunque nelle località più periferiche della città o in zone remote meno inquinate.**

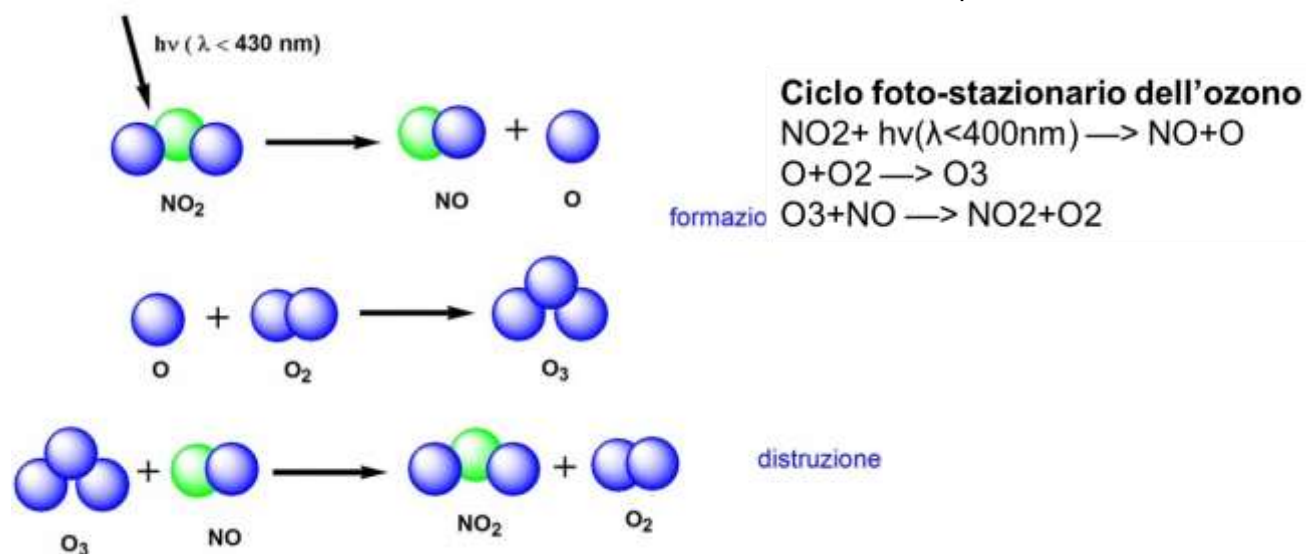


Confrontando alcune stazioni di misura dell'ozono presenti in Piemonte a varie quote altimetriche, si nota come i livelli crescano al crescere della quota, con livelli particolarmente levati in montagna e come il profilo degli andamenti nelle ore del giorno muti al variare della quota. Le stazioni di 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.



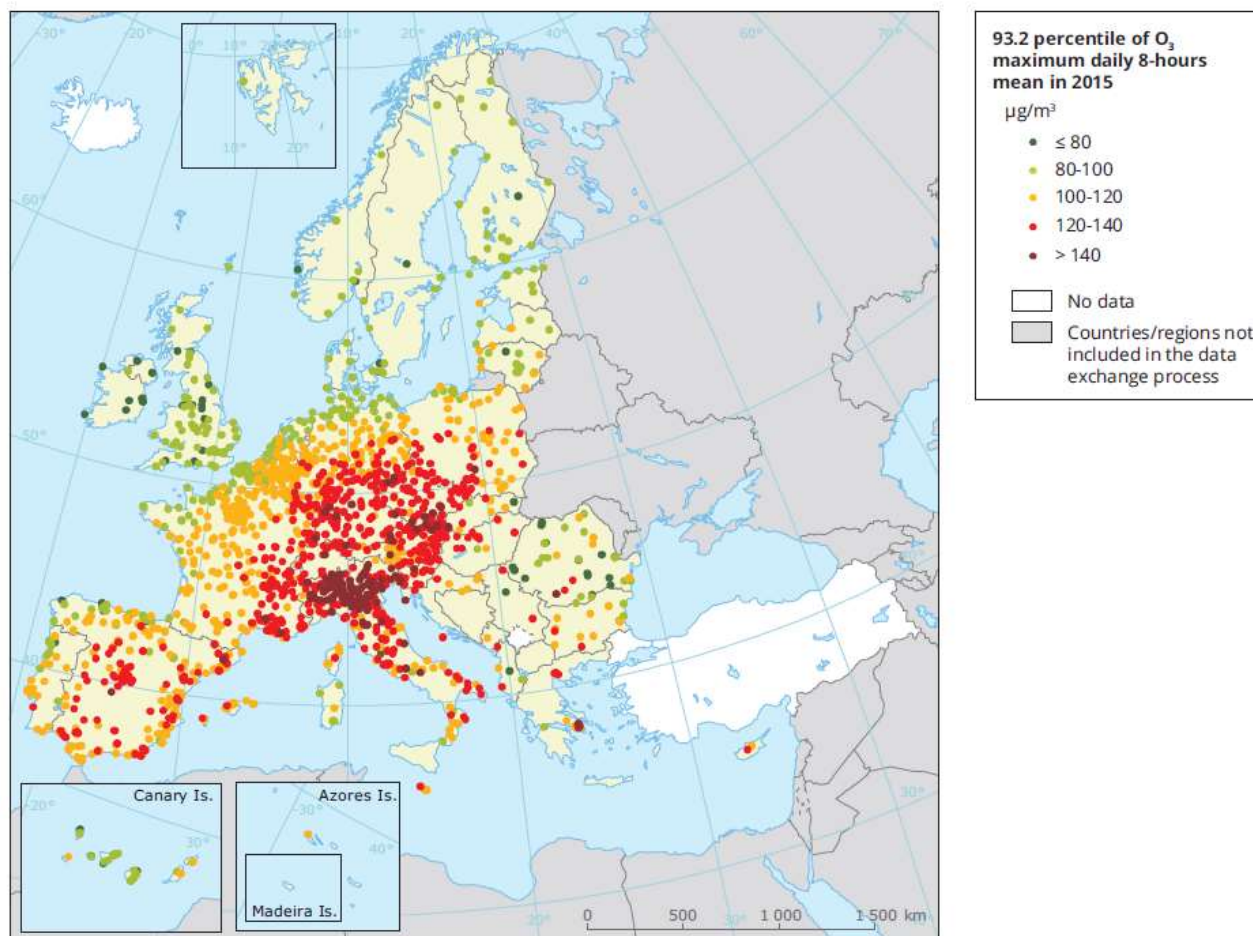
OZONOvsNO_x sito urbano anno 2018

Le misure di ozono vanno sempre correlate a quelle degli ossidi di azoto NO in quanto questi inquinanti sono coinvolti in una serie di reazioni fotochimiche comuni (ciclo foto-stazionario dell'ozono) dove nelle ore centrali della giornata, soprattutto d'estate, la radiazione solare innesca la dissociazione di NO₂ a favore della formazione di ozono come si vede chiaramente dai grafici sopra.



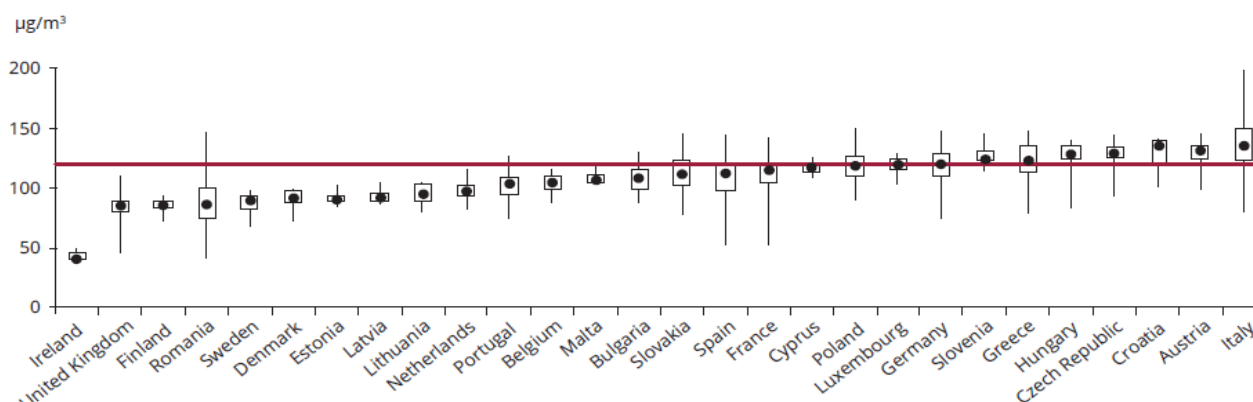
L'inquinamento da ozono estivo è estremamente diffuso. Gli studi europei dell'EEA (European Environment Agency) già da anni segnalano il problema di inquinamento da ozono che dalle zone urbanizzate si sposta in aree remote e ne risulta particolarmente interessato tutto l'arco alpino. Dalle analisi della 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 O₃ in 2015



Fonte: EEA Air Quality Report 2017

Figure 5.1 O₃ concentrations in relation to the target value in 2015 in the EU-28



5.7 IPA E 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 (nicel) 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 Volta dal 2006 al 2018 e di D'Annunzio dal 2010 al 2018.

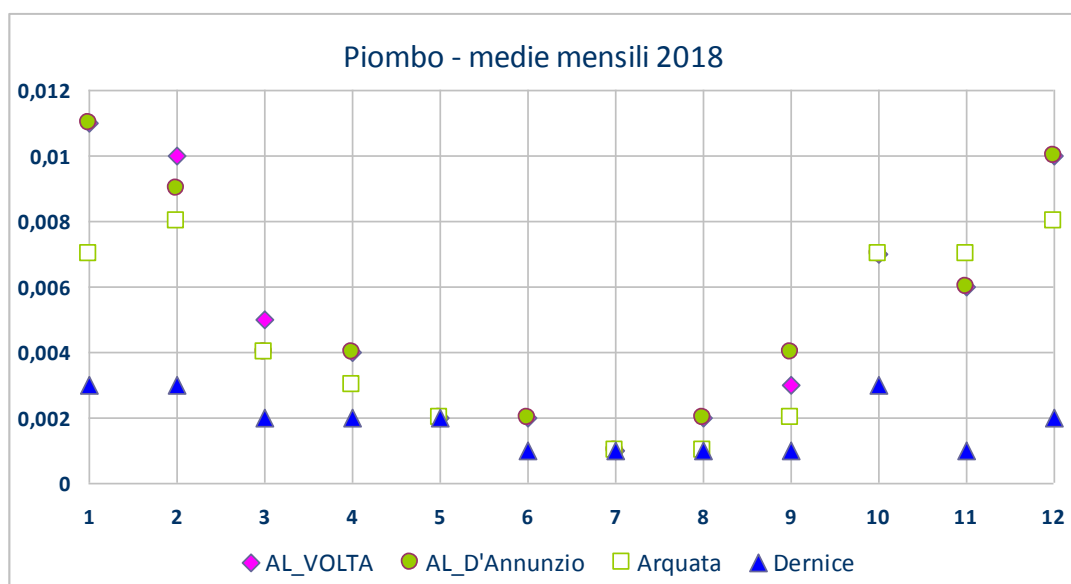
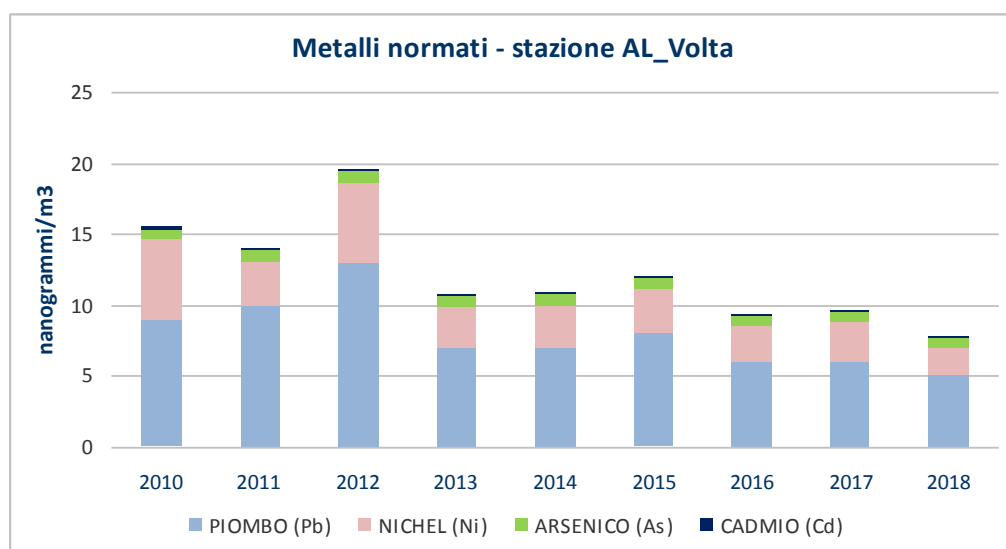
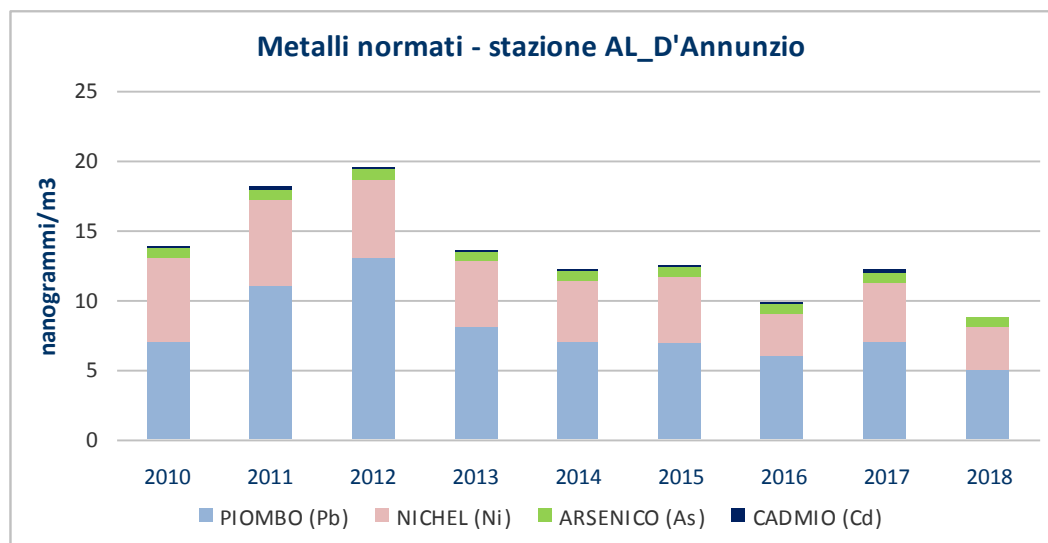
Stazione AL_D'Annunzio Metalli - Media annuale (nanogrammi/m ³)	PIOMBO (Pb)	ARSENICO (As)	CADMIO (Cd)	NICHEL (Ni)
2010	7	0.72	0.15	5.95
2011	11	0.72	0.22	6.20
2012	13	0.72	0.21	5.65
2013	8	0.72	0.15	4.80
2014	7	0.70	0.14	4.40
2015	7	0.70	0.15	4.60
2016	6	0.70	0.12	3.00
2017	7	0.70	0.16	4.30
2018	5	0.70	0.09	3.00
Limite annuale	500	6	5	20

Stazione AL_Volta Metalli - Media annuale (nanogrammi/m ³)	PIOMBO (Pb)	ARSENICO (As)	CADMIO (Cd)	NICHEL (Ni)
2010	9	0.72	0.17	5.62
2011	10	0.71	0.18	3.12
2012	13	0.72	0.21	5.65
2013	7	0.72	0.17	2.86
2014	7	0.70	0.12	3.00
2015	8	0.70	0.20	3.20
2016	6	0.70	0.14	2.60
2017	6	0.70	0.14	2.80
2018	5	0.70	0.10	2.00
Limite annuale	500	6	5	20

I valori si riferiscono alla media sull'anno solare da confrontarsi con i limiti di legge. ***I valori rilevati sull'anno sono tutti inferiori ai parametri di legge. Presso le due stazioni si nota una progressiva e significativa riduzione dei parametri negli anni.*** I dati degli ultimi anni coincidono nelle due stazioni, ad indicare livelli di fondo ormai raggiunti ovunque.

I grafici sotto riportano l'andamento dei metalli negli anni che denota una diminuzione dei valori, ormai molto simili in tutte le stazioni e vicini al fondo ambientale ovunque presente anche per la stazione da traffico di Alessandria D'Annunzio.

Si noti la maggior abbondanza di metalli nel particolato nel periodo invernale rispetto a quello estivo: le concentrazioni di Piombo ad esempio passano da 18nanogrammi/m³ a gennaio a 5nanogrammi/m³ in estate nella stazione da traffico di Alessandria D'Annunzio.



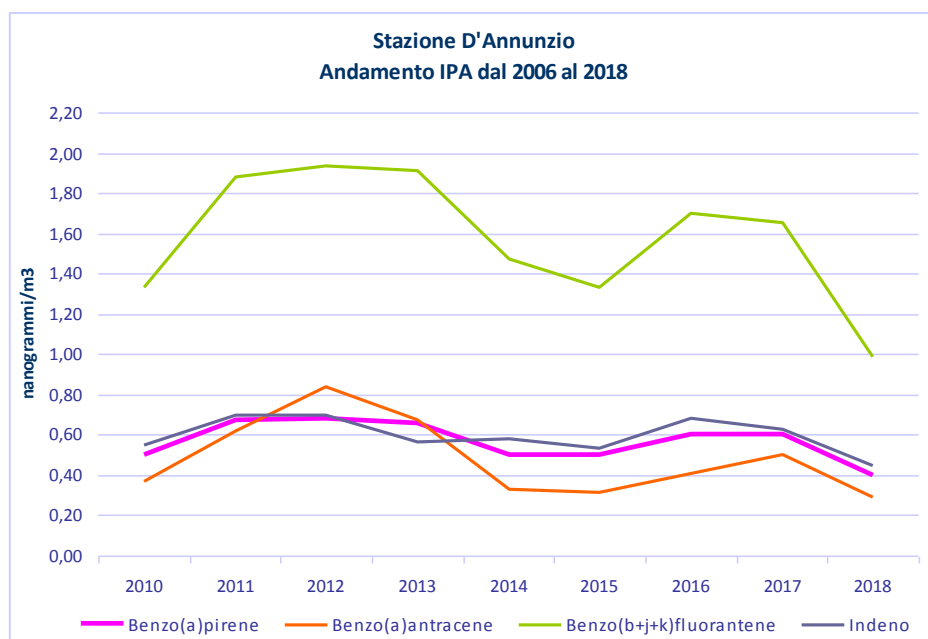
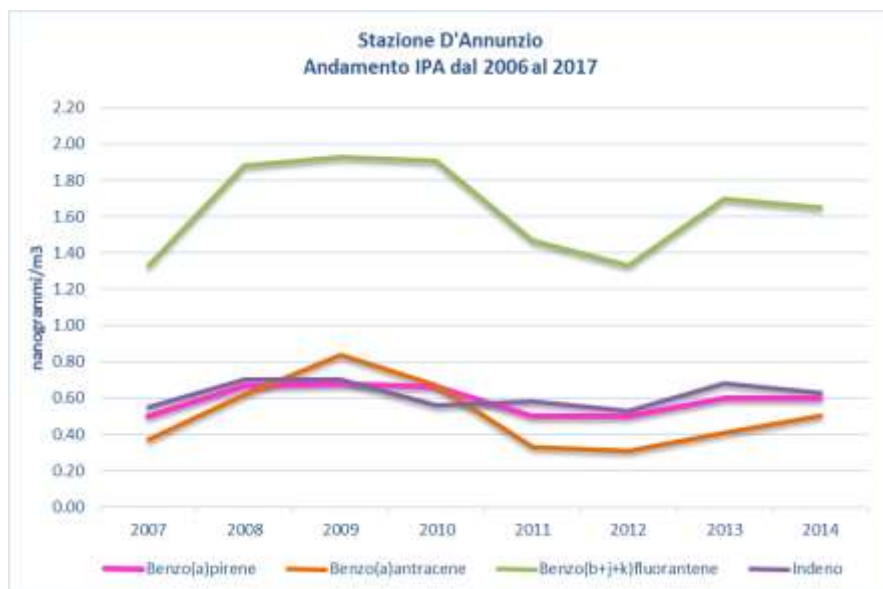
Gli idrocarburi policiclici aromatici, noti come **IPA**, sono un importante gruppo di composti organici caratterizzati dalla presenza di due o più anelli aromatici condensati. Gli IPA presenti in aria ambiente si originano da tutti i processi che comportano la combustione incompleta e/o la pirolisi 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 Volta dal 2007 al 2018 e di D'Annunzio dal 2010 al 2018. I valori si riferiscono alla media sull'anno solare.

Stazione AL_D'Annunzio IPA - Media annuale (nanogrammi/m ³)	Benzo(a)pirene	Benzo(a)antracene	Benzo(b+j+k)fluorantene	Indeno
2010	0.50	0.37	1.35	0.55
2011	0.69	0.64	1.80	0.72
2012	0.79	0.85	1.97	0.71
2013	0.66	0.67	1.91	0.56
2014	0.50	0.33	1.47	0.58
2015	0.50	0.31	1.33	0.53
2016	0.50	0.41	1.70	0.68
2017	0.60	0.50	1.65	0.63
2018	0.40	0.29	0.99	0.45
Limite annuale	1.00			

Stazione AL_Volta IPA - Media annuale (nanogrammi/m ³)	Benzo(a)pirene	Benzo(a)antracene	Benzo(b+j+k)fluorantene	Indeno
2007	0.52	0.63	2.10	0.79
2008	0.66	0.53	1.80	0.74
2009	0.51	0.50	1.59	0.62
2010	0.49	0.41	1.49	0.57
2011	0.55	0.56	1.59	0.60
2012	0.78	0.84	1.97	0.71
2013	0.56	0.57	1.71	0.52
2014	0.50	0.33	1.41	0.61
2015	0.50	0.37	1.66	0.59
2016	0.60	0.32	1.36	0.52

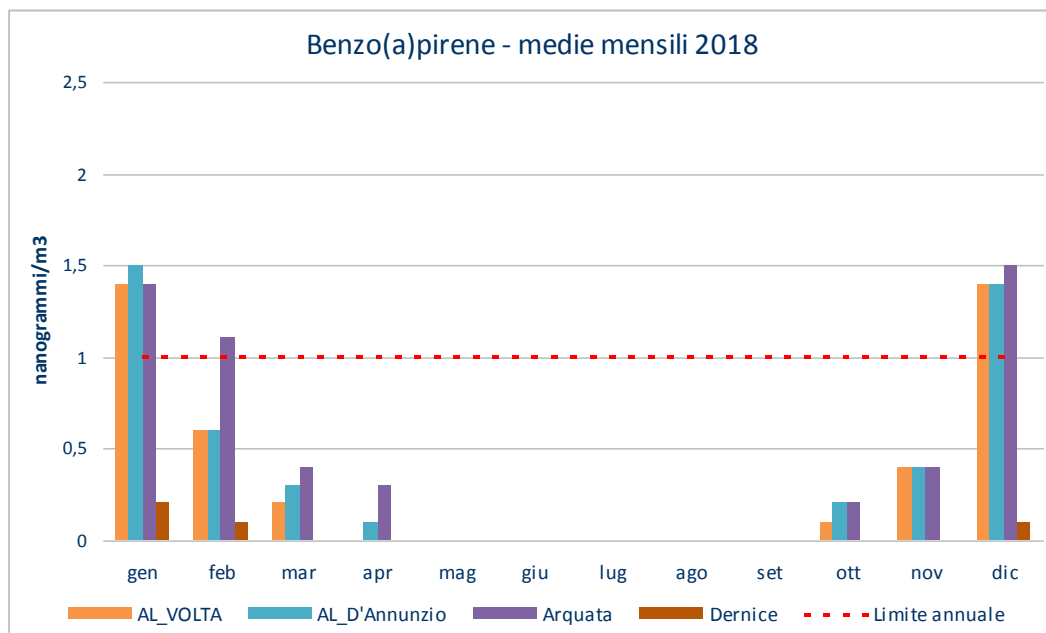
2017	0.50	0.45	1.30	0.56
2018	0.30	0.26	0.91	0.46
Limite annuale	1.00			



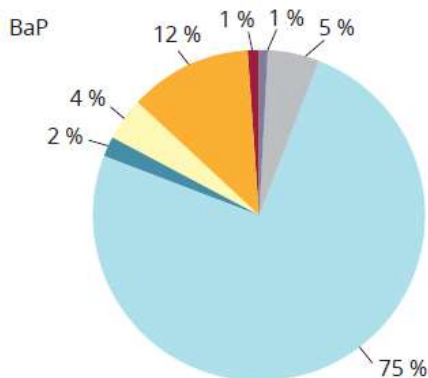
I valori rilevati sull'anno di benzo(a)pirene sono sempre inferiori al limite di legge con oscillazioni legate alla variabilità del dato di anno in anno che mostrano un lieve decremento nel tempo.

Dagli studi si evidenzia inoltre che a livello temporale il PM10 risulta significativamente più ricco di IPA totali durante i mesi freddi dell'anno. Il periodo invernale risulta quindi quello più critico per l'esposizione a particolato non solo in termini di concentrazioni assolute ma anche di composizione in microinquinanti organici. A livello spaziale durante i mesi caldi non vi sono differenze significative tra le diverse stazioni mentre durante il semestre freddo si osserva che le stazioni esterne alle aree urbanizzate sono quelle in cui la percentuale di IPA totali è più elevata.

Le stazioni di Alessandria e Arquata evidenziano valori di benzo(a)pirene in inverno attorno a 2-3 nanogrammi/m³, dieci volte superiori a quanto si rileva in estate mentre per Dernice il rapporto inverno/estate è di circa un fattore 3-4. **Complessivamente le medie annue rientrano sotto il limite di 1 nanogrammi/m³**



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)3 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".**



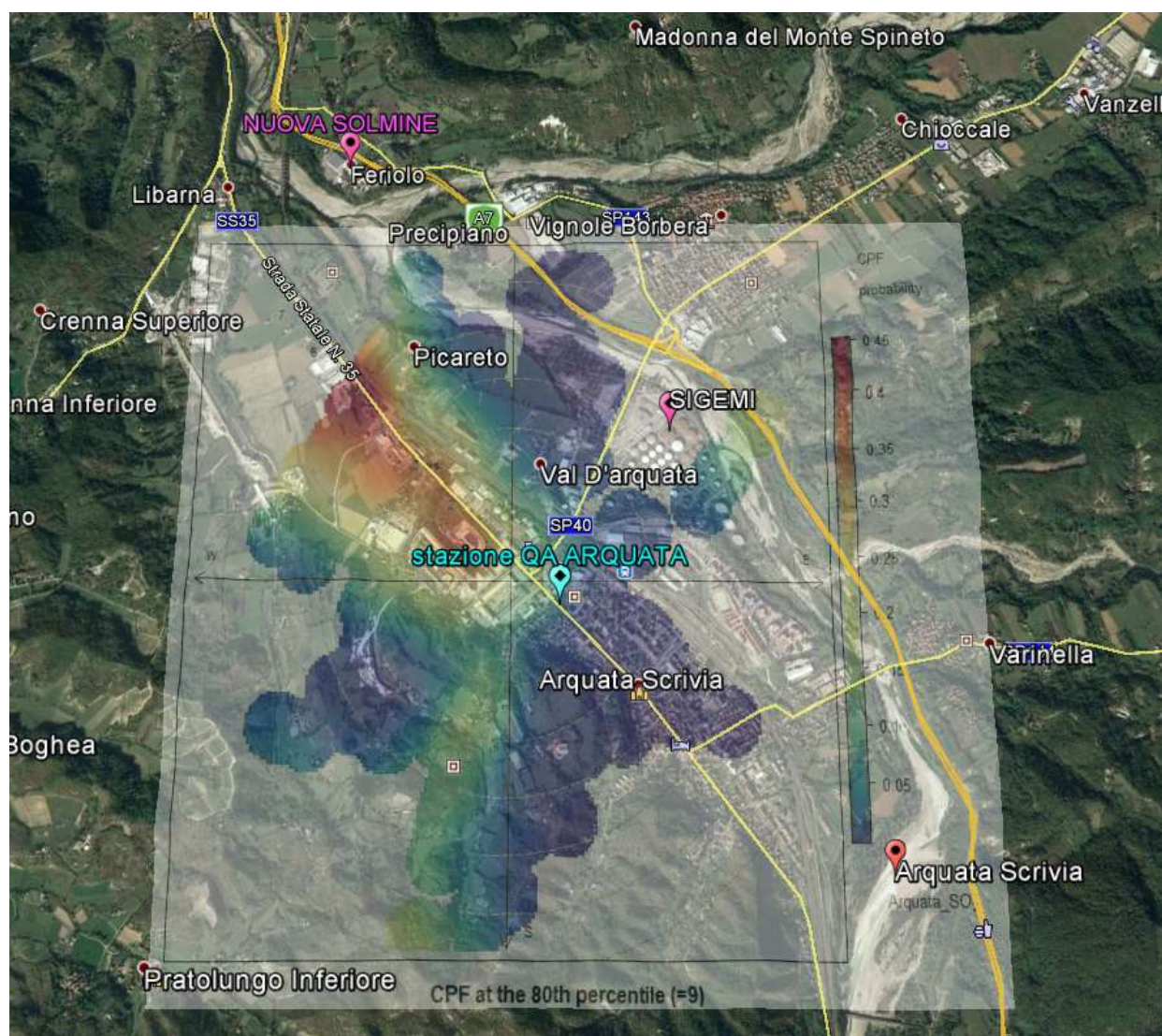
Il benzo(a)pirene è un idrocarburo policiclico aromatico (PAH) che si trova nel particolato fine. **Le fonti principali di BaP in Europa sono il riscaldamento domestico con legna e carbone** (responsabile dell'85% delle emissioni totali di BaP), l'incenerimento di rifiuti, la produzione di acciaio ed il traffico stradale. Altre fonti possono essere i fuochi all'aperto e l'usura della gomma. Le emissioni di BaP nell'UE sono aumentate del 21%, tra il 2003 e il 2012. Questo aumento può essere dovuto ad un aumento del consumo di combustibili solidi (legno) per il riscaldamento domestico, legato in parte agli incentivi governativi messi in atto per aumentare l'utilizzo di energie rinnovabili ed in parte legata al risparmio economico a fronte dell'aumento dei costi di altre fonti di energia

Fonte EEA Air Quality Report 2017

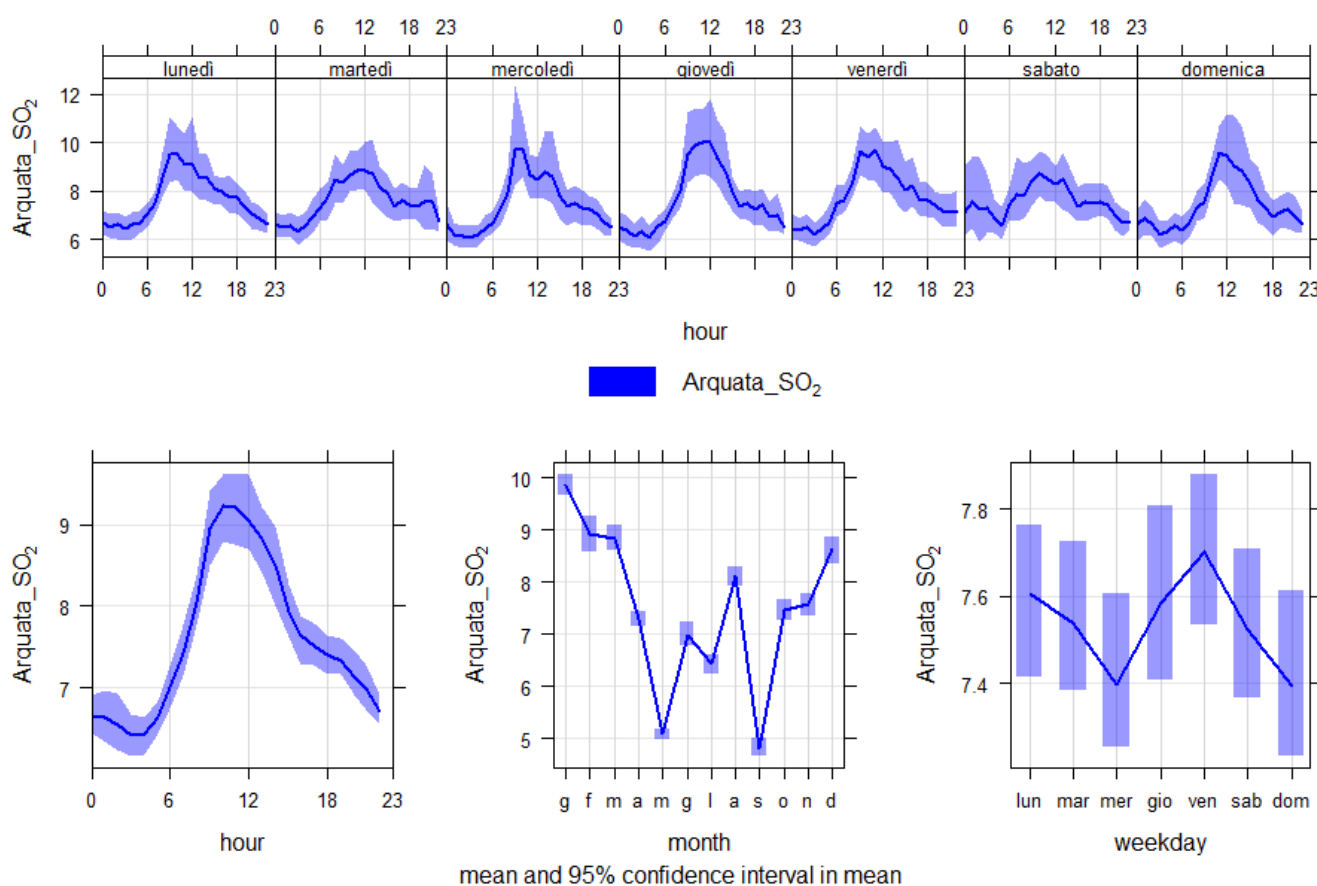
Legend: Non-road transport (green), Road transport (dark blue), Energy production and distribution (grey), Commercial, institutional and households (light blue), Energy use in industry (dark blue), Industrial processes and product use (yellow), Agriculture (orange), Waste (red), Other (dark green)

5.8 FOCUS: SO₂ AD ARQUATA SCRIVIA

La stazione di Arquata Scrivia è una stazione di tipo industriale. La sua ubicazione è stata individuata per il monitoraggio della qualità dell'aria in presenza di importanti insediamenti industriali e stoccaggi di materiale petrolifero. Negli anni la realtà produttiva locale si è molto modificata e, grazie alla riconversione di alcuni impianti ed al miglioramento introdotto dalle normative in materia di autorizzazioni ambientali, l'impatto atmosferico del comparto industriale si è senz'altro ridotto. La stazione di Arquata Scrivia mantiene attualmente il monitoraggio delle polveri PM₁₀ e del biossido di zolfo. Il biossido di zolfo, parametro ancora previsto dalla normativa, è ormai residuale e sempre al di sotto dei limiti fissati a seguito della drastica riduzione delle emissioni antropiche (riscaldamento e traffico) grazie alla diffusione del metano ed alla diminuzione del tenore di zolfo nei combustibili. Oggi si ritrova unicamente legato a specifici processi industriali che prevedono l'utilizzo e la lavorazione di combustibili fossili (carbone e derivati del petrolio) in cui lo zolfo è presente come impurezza. Presso la stazione di Arquata i livelli di SO₂, sebbene ampiamente inferiori ai limiti normativi sia come concentrazioni orarie (max media oraria di 33 microgrammi/m³ nel 2017 e 56 microgrammi/m³ nel 2018 a fronte di un limite di 350) sia come media sull'anno (media annua di 10 microgrammi/m³ nel 2017 e 8 microgrammi/m³ nel 2018 a fronte di un valore di 20 per la protezione della vegetazione), presentano costantemente negli anni picchi riconducibili ad attività industriali. Al fine di appurare la possibile sorgente è stata effettuata un'elaborazione statistica bi-variata dei valori di SO₂ registrati dalla stazione nel 2018 sulla base delle direzioni e velocità del vento registrata dalla stazione meteo di Arquata Scrivia e raffigurata mediante un "polar plot".



Le concentrazioni orarie di SO₂ sono state analizzate correlate ai corrispondenti dati di velocità e direzione del vento tramite l'utilizzo del software R e in particolare del pacchetto open-source OpenAir. Il prodotto risultante è un grafico in coordinate polari in cui ogni punto del piano è identificato da un angolo, che individua la direzione di provenienza del vento, da una distanza dal centro, che indica la velocità del vento, e da un colore che rappresenta, secondo la scala indicata nella legenda, una probabilità (CPF) che si verifichino valori di picco (superiori al 80°perc) della concentrazione dell'inquinante in corrispondenza di determinati valori di direzione e velocità del vento. L'analisi applicata ai dati di SO₂ di Arquata evidenzia la provenienza dei picchi di inquinamento unicamente in corrispondenza di venti da nord-nord-ovest, ovvero quando la stazione risulta sottovento rispetto all'azienda Nuova Solmine che presenta significative emissioni di SO₂ dai propri camini. L'aspetto interessante è che l'elaborazione individua direzioni di vento specifiche che non sono quelle prevalenti della zona come evidenziato dalla rosa dei venti giorno/notte di Arquata che denota una prevalenza di venti da sud.

SO₂ Arquata anno 2018

6. ANALISI DELLE SERIE STORICHE

Per gli inquinanti che presentano maggiori criticità (NO_2 e polveri PM_{10}) 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 direttamente sui data-set delle medie mensili disponibili dall'inizio delle misurazioni; sono stati esclusi gli anni con disponibilità di dati validati inferiore al 75%.

6.1 BIOSSIDO DI AZOTO

Di seguito si riporta la tabella con i calcoli dei trend per NO_2 ed i time-plot delle serie storiche di NO_2 delle stazioni in provincia di Alessandria dove è presente una criticità per tale inquinante. Per tutte le stazioni si dispone di serie di almeno di dieci anni di dati e dunque statisticamente idonee ad effettuare lo studio di trend. I dati sono medie mensili dall'anno di inizio della rilevazione dalle quali risulta evidente un trend di decrescita significativo per tutte le stazioni.

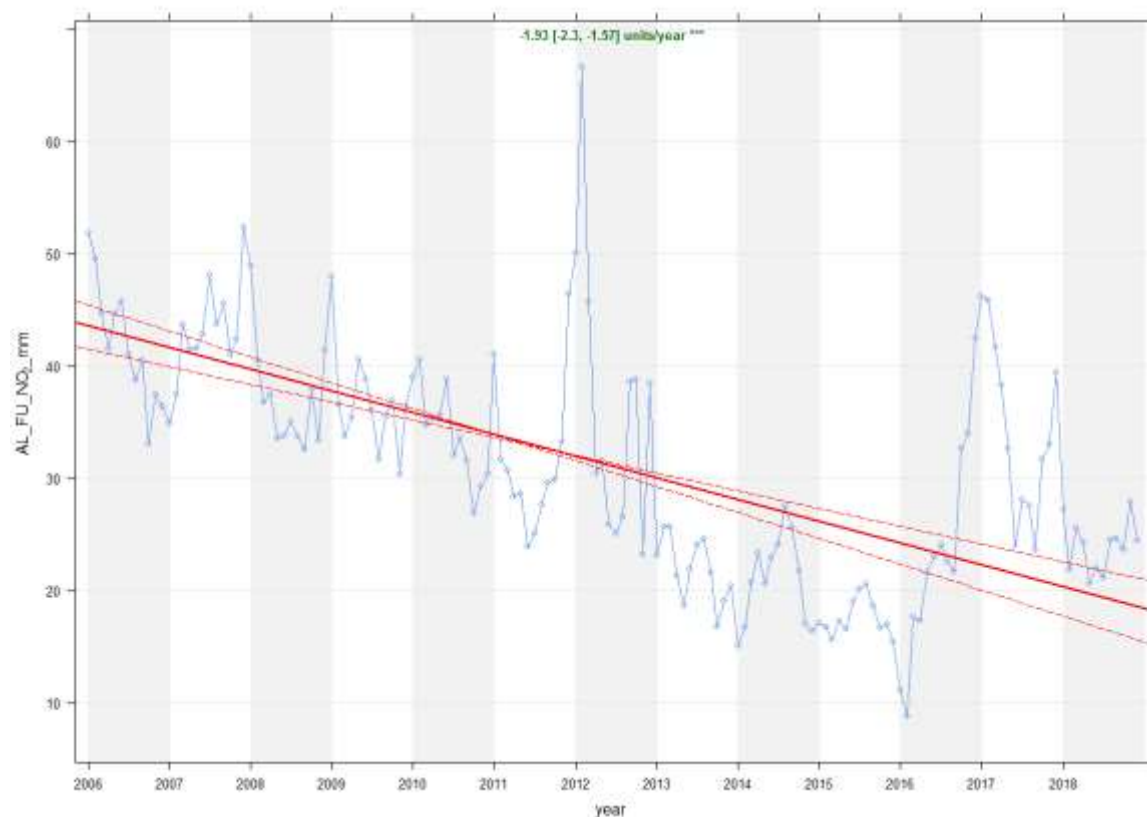
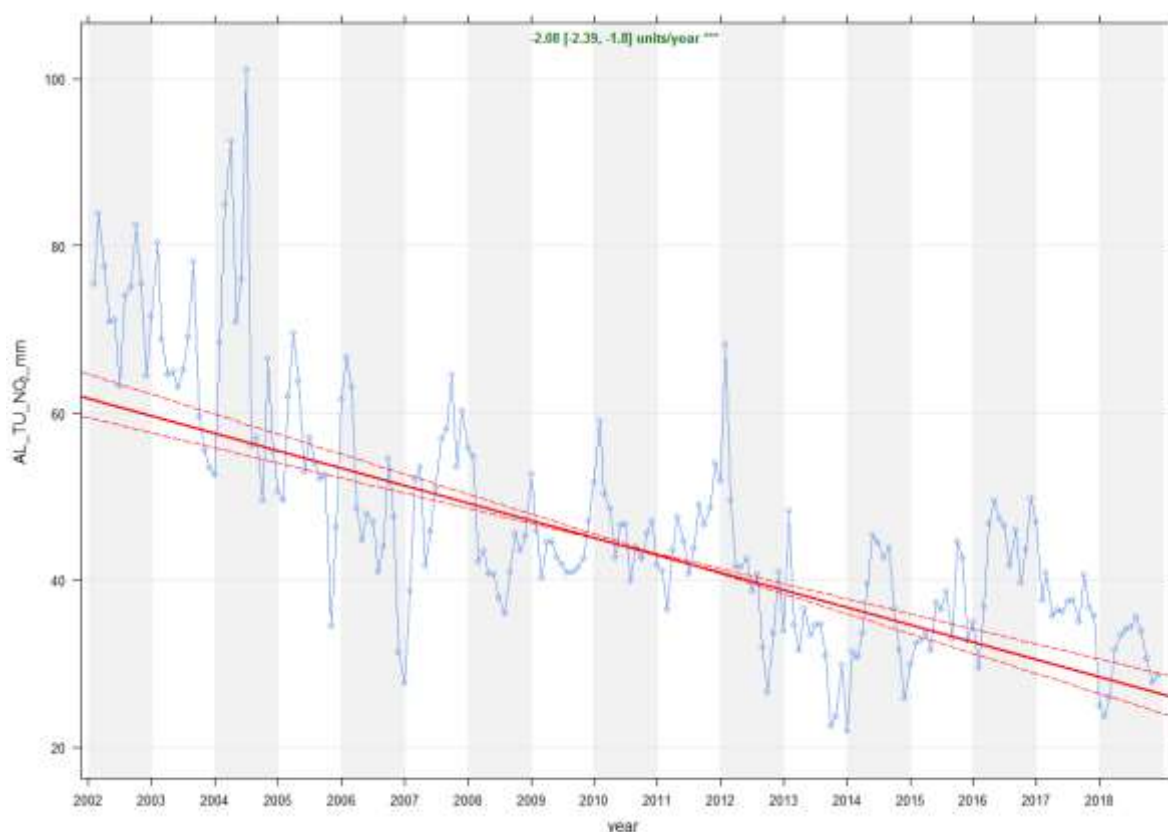
Nella tabella seguente vengono riportati i risultati dell'analisi di trend per le stazioni considerate. Il parametro fondamentale derivante dal test è lo **slope** (in tabella identificato con il termine coefficiente angolare-slope) che permette di esprimere in termini quantitativi l'aumento o la diminuzione espressi in microgrammi/ m^3 all'anno.

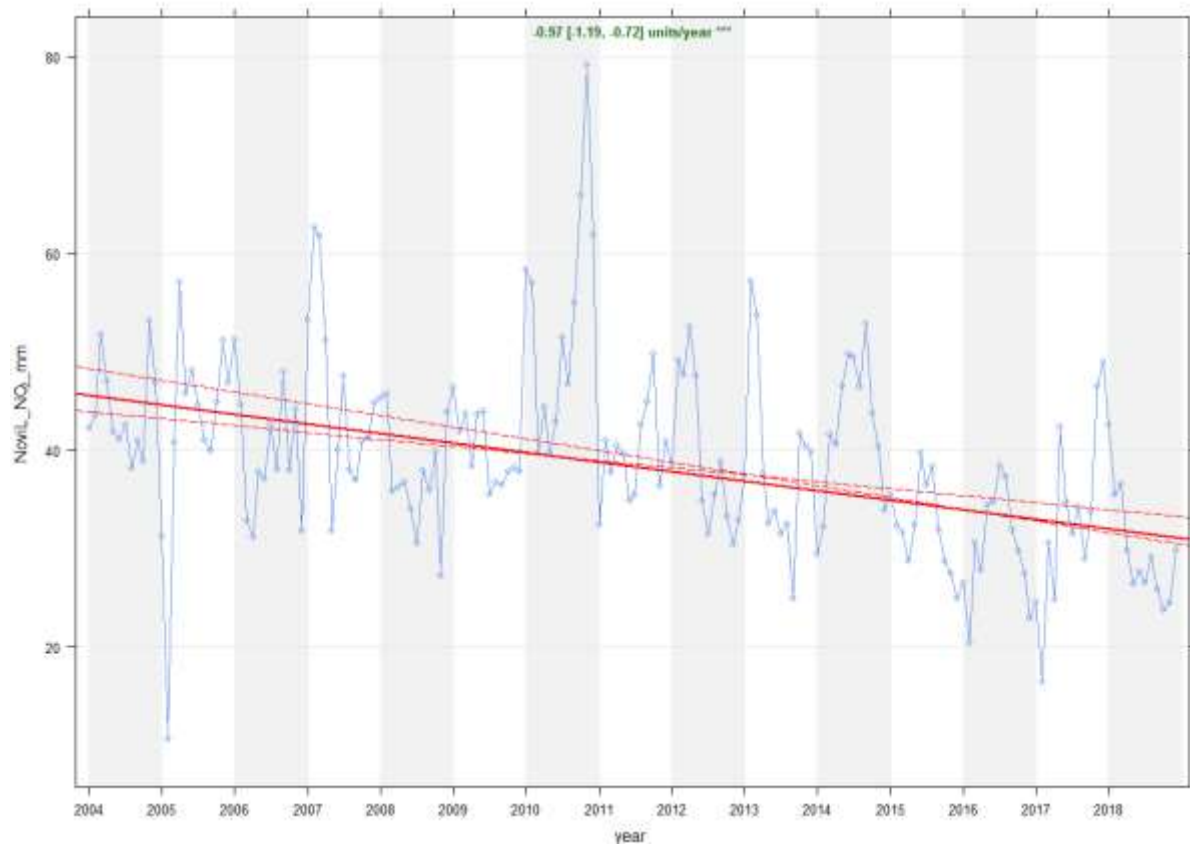
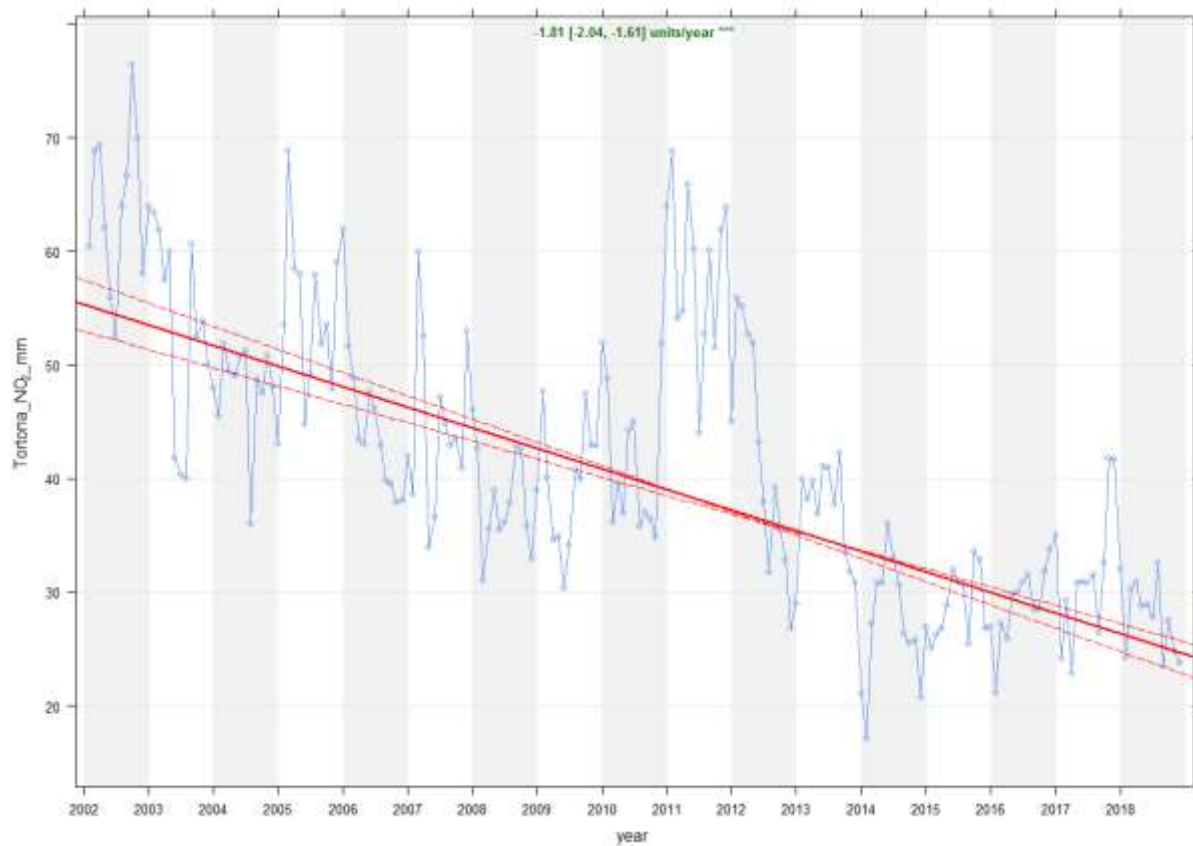
Per tutte le stazioni è stato individuato un **trend decrescente statisticamente significativo** (p-value<0.001) con coefficienti simili che vanno da una **diminuzione attorno a 2-3 microgrammi/ m^3 all'anno di NO_2 per Tortona e Alessandria a 1.0 microgrammi/ m^3 all'anno per Novi Ligure e 0.45 microgrammi/ m^3 all'anno per Casale M.to. Quest'ultima stazione presenta trend meno significativi ma ha già valori di fondo più bassi delle altre.**

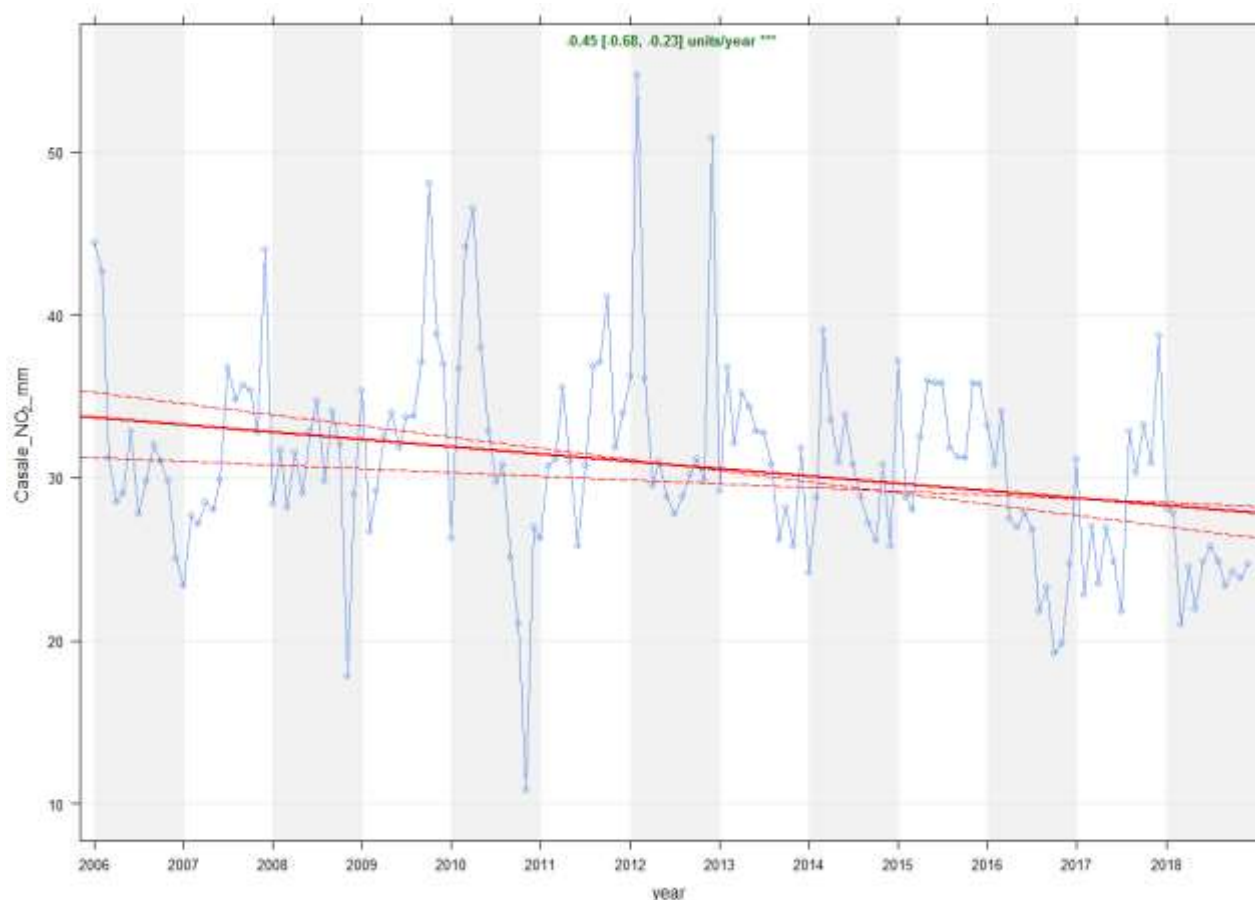
Stazione	Tipo stazione	Periodo	TREND	Coeff. angolare o pendenza (slope)
AL-Volta	Fondo Urbano	2006-2018	Decrescente (p-value<0.001)	-1.93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y Intervallo di confidenza [-2.3÷ -1.57]
AL-D'Annunzio	Traffico Urbano	2002-2018	Decrescente (p-value<0.001)	-2.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y Intervallo di confidenza [-2.39÷ -1.8]
Tortona	Traffico Urbano	2002-2018	Decrescente (p-value<0.001)	-1.81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y Intervallo di confidenza [-2.04÷ -1.51]
Novi Ligure	Traffico Urbano	2004-2018	Decrescente (p-value<0.001)	-0.97 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y Intervallo di confidenza [-1.19÷ -0.72]
Casale M.to	Fondo Urbano	2006-2018	Decrescente (p-value<0.001)	-0.45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y Intervallo di confidenza [-0.68÷ -0.23]

NO2-Risultati dell'analisi del trend con il test di Theil-Sen corretto per la stagionalità

Dai grafici si nota anche come l'evidente diminuzione tenda a stabilizzarsi dal 2014 ad indicare che le misure intraprese sin qui hanno dato i loro risultati ma non sono più in grado di incidere ulteriormente sulla diminuzione dell'inquinante. Si ricorda che il biossido di azoto risulta ampiamente sotto i limiti per le stazioni di fondo ma ancora troppo elevato per le stazioni da traffico. E' dunque su tale settore che occorre intervenire per il risanamento atmosferico.







6.2 POLVERI PM₁₀

Di seguito si riporta la tabella con i calcoli dei trend per PM₁₀ ed i time-plot delle serie storiche delle stazioni di Alessandria dove è presente una criticità per tale inquinante. Per tutte le stazioni si dispone di serie di almeno di dieci anni di dati e dunque statisticamente idonee ad effettuare lo studio di trend.

I dati sono medie mensili dall'anno di inizio della rilevazione da quali risulta evidente un **evidente trend di decrescita ma meno rapido rispetto a NO₂**. Ciò è essenzialmente legato alla natura secondaria del particolato ed a fenomeni di chimica e trasporto in atmosfera per cui una riduzione delle emissioni di PM₁₀ e dei suoi precursori alla sorgente non comporta una riduzione di eguale entità del particolato in atmosfera come riscontrato anche a livello europeo³.

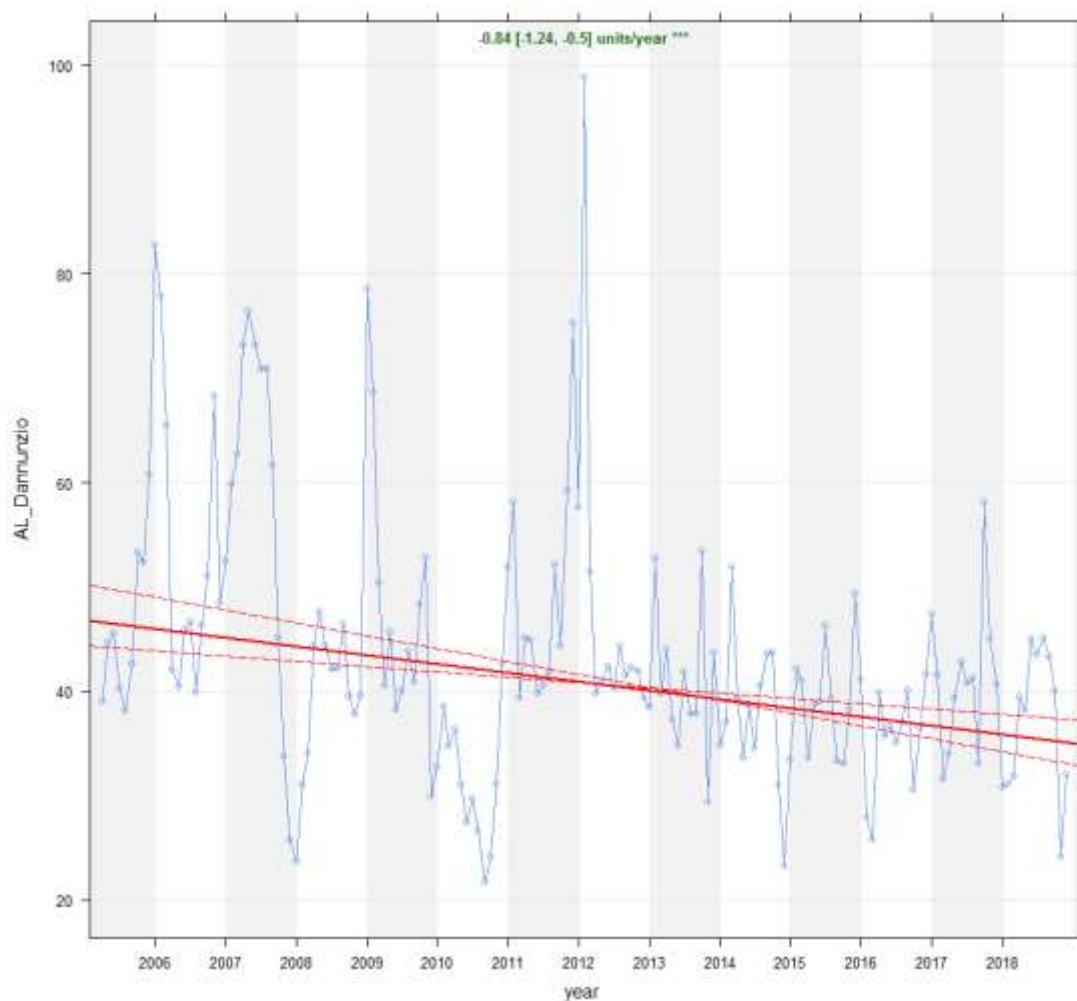
Nella tabella seguente vengono riportati i risultati dell'analisi di trend per le stazioni considerate. Il parametro fondamentale derivante dal test è lo **slope** (in tabella identificato con il termine coefficiente angolare-slope) che permette di esprimere in termini quantitativi l'aumento o la diminuzione espressi in microgrammi/m³ all'anno.

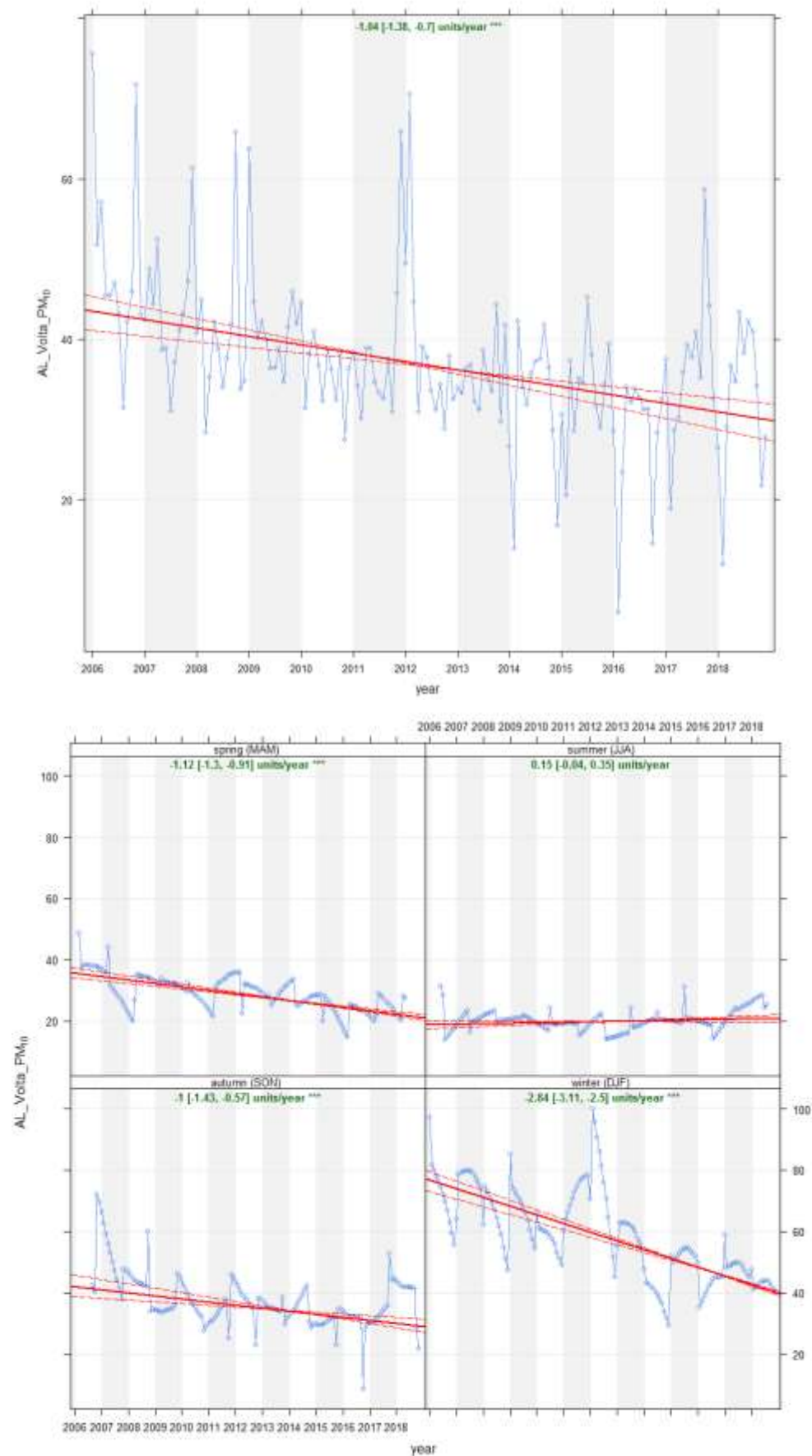
Per tutte le stazioni è stato individuato un **trend decrescente statisticamente significativo** (p-value<0.001) **che indica una riduzione delle polveri PM₁₀ attorno a 1.0 microgrammi/m³ all'anno**.

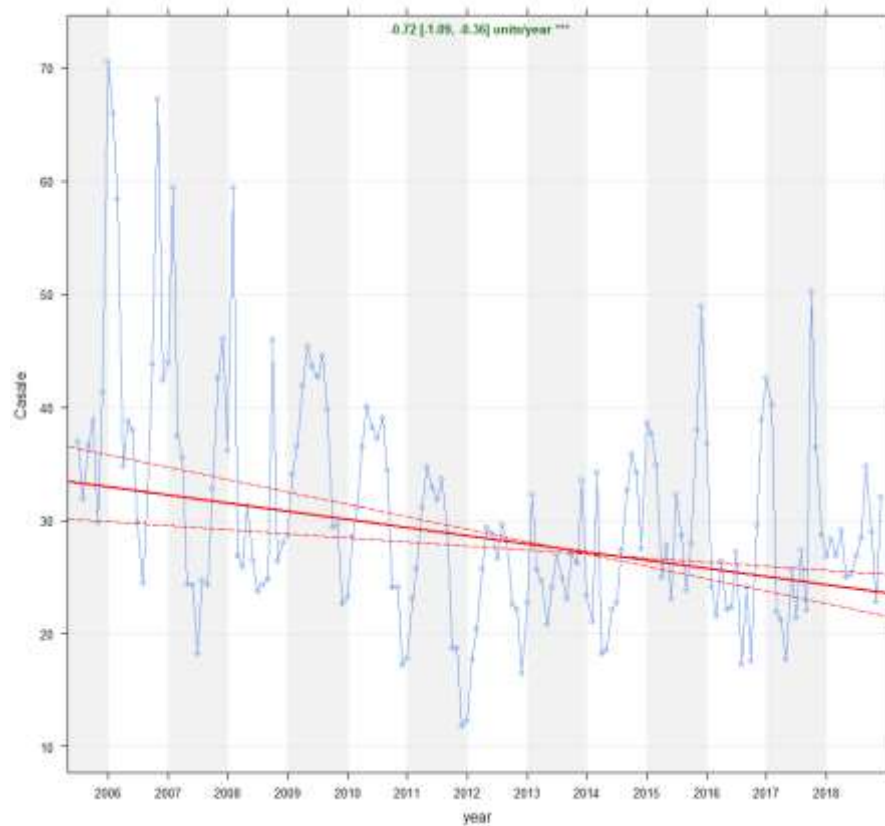
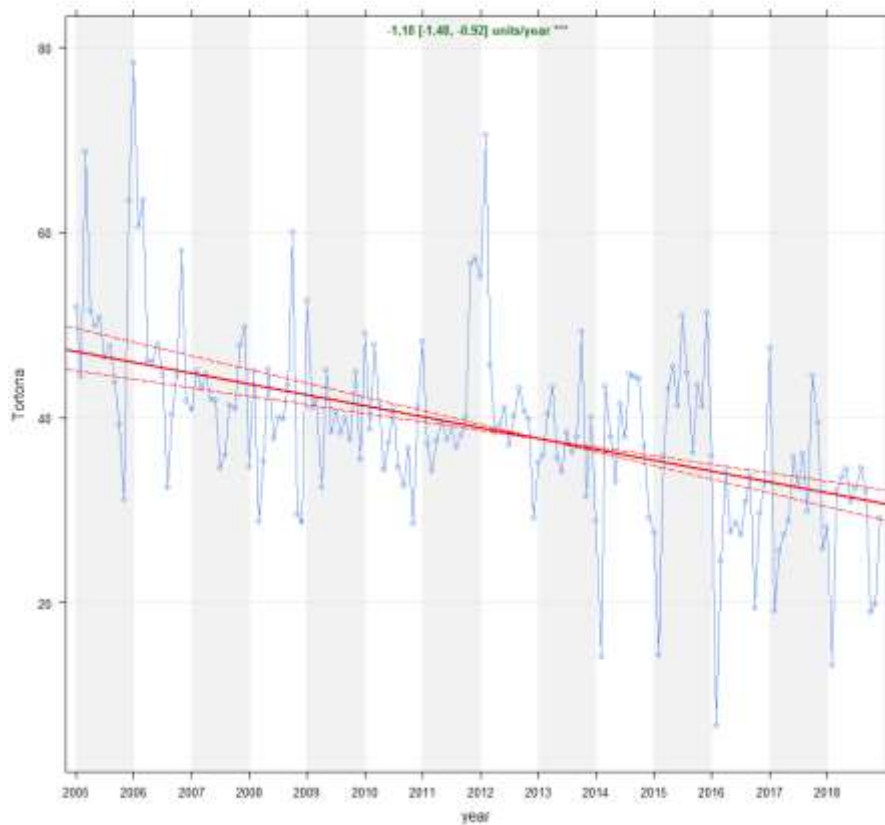
La ripartizione dei decrementi su base stagionale effettuata per la stazione di AL_Volta evidenzia che i decrementi maggiormente significativi si sono verificati in periodo invernale con ben -2.8 microgrammi/m³ di decremento all'anno negli ultimi 12 anni mentre la riduzione è pressoché nulla in estate dove le polveri sono già basse. Tale comportamento è simile in tutte le stazioni.

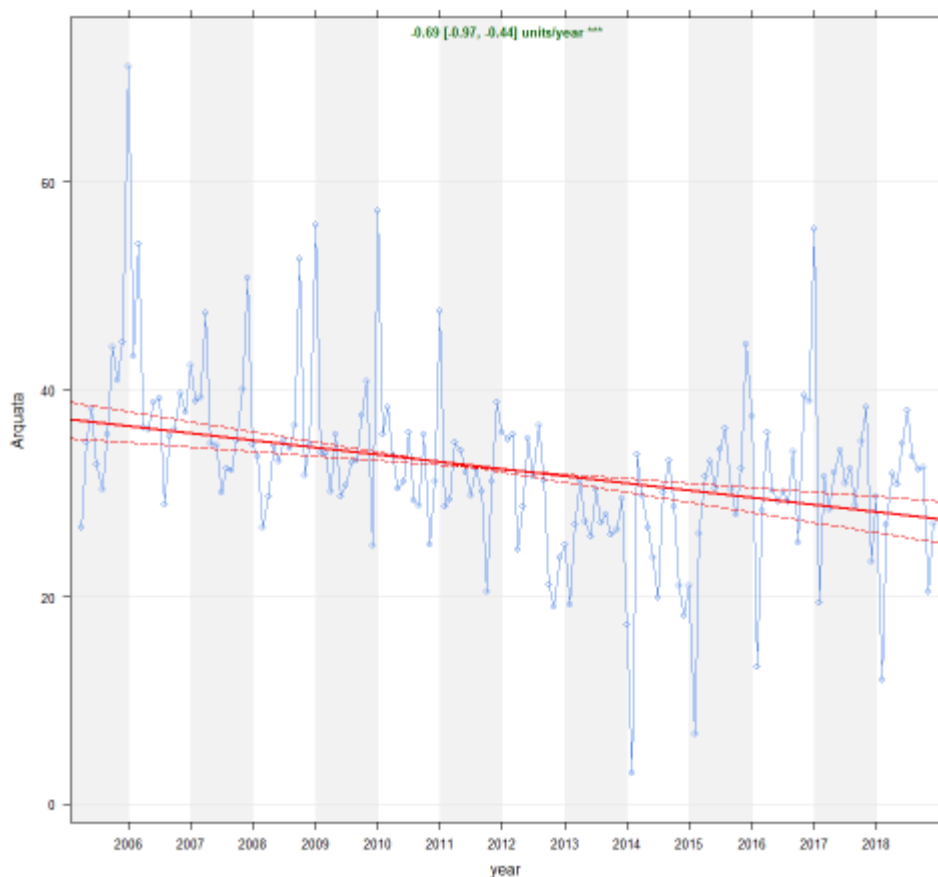
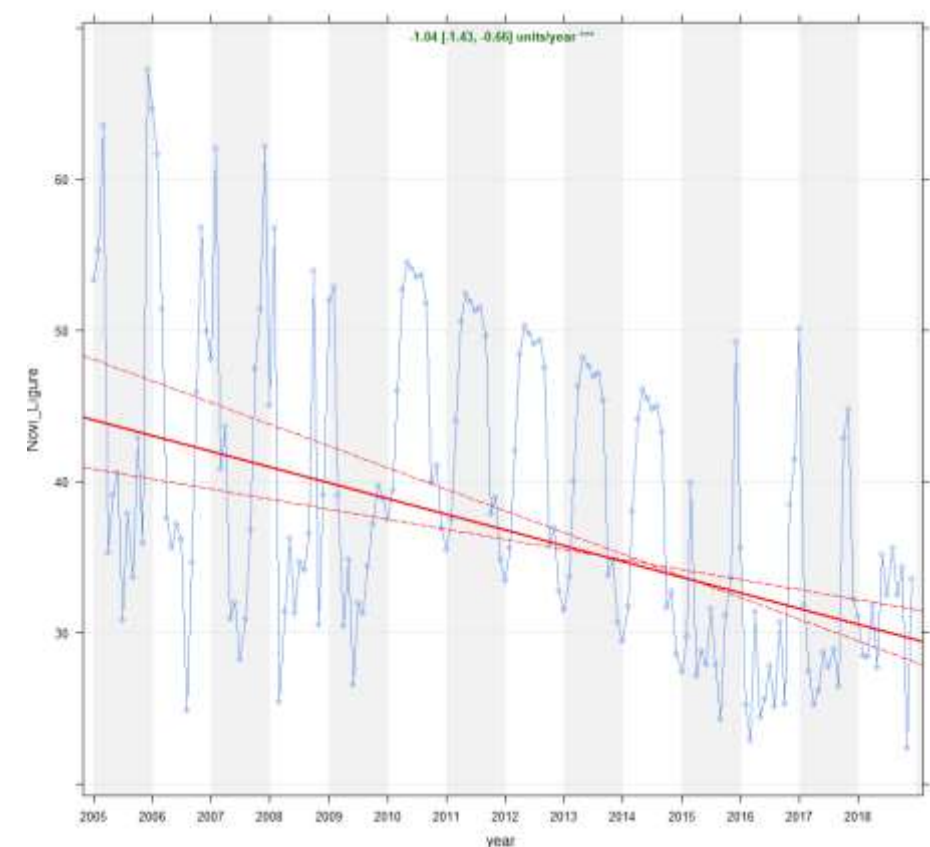
Stazione	Tipo stazione	Periodo	TREND	Coeff. angolare o pendenza (slope)
AL-Volta	Fondo Urbano	2006-2018	Decrescente (p-value<0.001)	-1.04 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ y}$ Intervallo di confidenza [-1.38÷ -0.70]
AL-D'Annunzio	Traffico Urbano	2006-2018	Decrescente (p-value<0.001)	-0.84 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ y}$ Intervallo di confidenza [-1.24÷ -0.50]
Tortona	Traffico Urbano	2006-2018	Decrescente (p-value<0.001)	-1.18 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ y}$ Intervallo di confidenza [-1.48÷ -0.92]
Novi Ligure	Traffico Urbano	2006-2018	Decrescente (p-value<0.001)	-1.04 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ y}$ Intervallo di confidenza [-1.43÷ -0.66]
Casale M.to	Fondo Urbano	2006-2018	Decrescente (p-value<0.001)	-0.72 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ y}$ Intervallo di confidenza [-1.09÷ -0.36]
Arquata Scrivia	Fondo industriale	2006-2018	Decrescente (p-value<0.001)	-0.69 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ y}$ Intervallo di confidenza [-0.97÷ -0.44]

PM10-Risultati dell'analisi del trend con il test di Theil-Sen corretto per la stagionalità



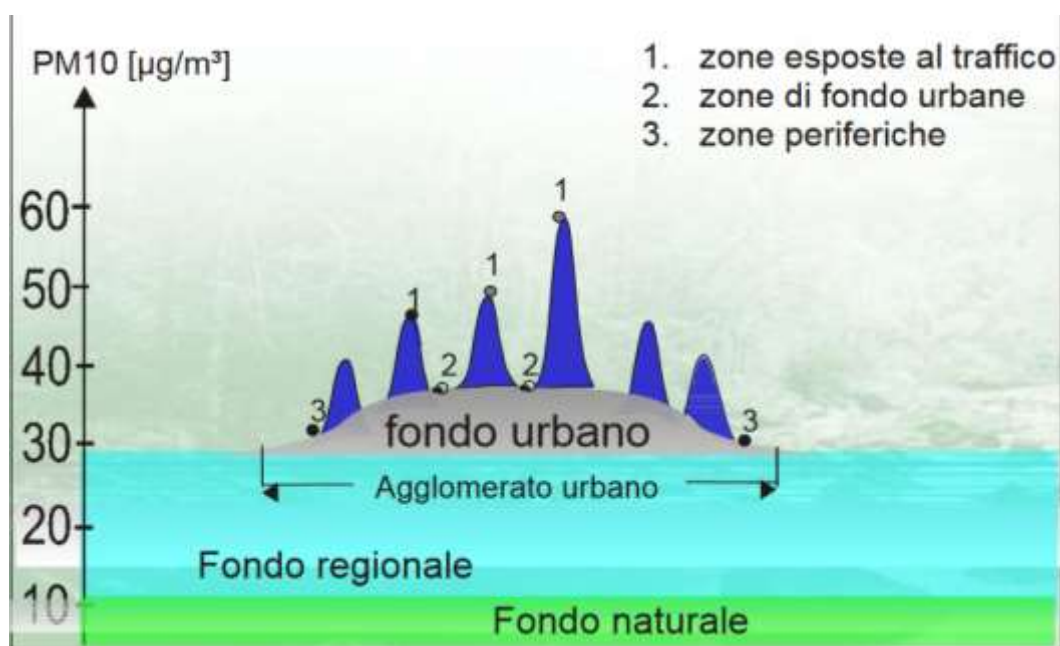






Anche in questo caso, come per NO₂, la diminuzione negli ultimi 5 anni sembra tendere a stabilizzarsi ad indicare che le misure intraprese sin qui hanno dato i loro risultati ma rischiano di non essere più in grado di incidere ulteriormente sulla diminuzione dell'inquinante.

Si osserva inoltre che, a differenza del biossido di azoto, per il quale la sorgente primaria è il traffico, il particolato, come evidenziato nel source apportionment (par 1.4), ha una molteplicità di sorgenti ed è principalmente di natura secondaria, ovvero si forma in atmosfera da altri inquinanti per reazioni chimico fisiche (SOA e SIA). Su tale inquinante è dunque più difficile andare ad incidere e le politiche di risanamento devono necessariamente intervenire su ampia scala e su più settori, in primis riscaldamento e traffico veicolare.



Inquinamento in aree urbane (Lutz, 2002)

E' opportuno notare che, come già richiamato al pag.48, per assicurare il rispetto del limite giornaliero come richiesto dalla normativa, limite che risulta essere il più stringente, la media annuale dovrebbe scendere ben al di sotto del valore limite di 40microgrammi/m³: per Alessandria le serie storiche ci indicano che il valore medio annuo che garantisce anche il rispetto del limite giornaliero è circa 25 microgrammi/m³. Ciò significa che, mantenendo inalterati i trend di riduzione di circa -1.0 µg/m³ y occorrerebbero dieci anni per completare il risanamento e scendere sotto il limite giornaliero per le polveri PM10.

7. CONCLUSIONI

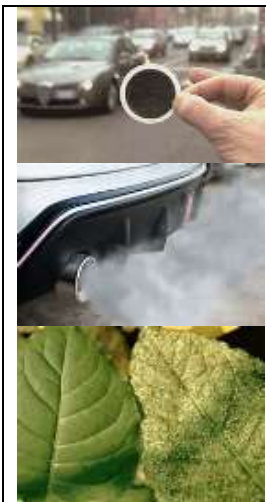




Dall'analisi dei dati meteorologici e di qualità dell'aria nella provincia di Alessandria si registrano anche nel 2018 fenomeni di aumento di temperature e variazione dei regimi di pioggia legati ai cambiamenti climatici in atto mentre per l'inquinamento atmosferico si registra una generale tendenza positiva alla riduzione degli inquinanti invernali negli anni (polveri fini, ossidi di azoto, IPA, metalli pesanti, benzene) anche se i trend di miglioramento tendono a rallentare negli ultimi 5 anni.

L'anno che si è appena concluso ha comunque registrato concentrazioni di polveri più basse dell'anno precedente in tutte le stazioni. Nel 2018 **non abbiamo avuto superamenti in nessuna delle stazioni provinciali del limite come media annuale di 40microgrammi/m³ su polveri PM10 e biossidi di azoto**. Il limite giornaliero di 50microgrammi/m³ per le polveri PM10 invece non è rispettato ovunque: Alessandria e Novi Ligure sono ancora sopra i limiti mentre a Casale M.to, Tortona, Dernice, Arquata il limite risulta rispettato. **Le polveri PM2.5 ad Alessandria permangono vicine al valore limite. Permangono ovunque nella provincia valori troppo elevati di ozono estivo.**

Di seguito una sintesi schematica delle caratteristiche meteoclimatiche della provincia di Alessandria e dell'inquinamento locale registrato dalle stazioni della rete.

CONDIZIONI METEOCLIMATICHE – ANNO 2018	
REGIONE PIEMONTE 	Anno caldo e piovoso PIOGGIA +60% di precipitazioni rispetto alla media storica TEMPERATURE +2°C di temperatura sopra la media storica in tutti i mesi tranne febbraio
PROVINCIA DI ALESSANDRIA 	PIOGGIA Terzo anno più piovoso dall'inizio delle rilevazioni dopo 2002 e 2010 In 10 giornate di piogge intense (4 giorni a luglio e 6 a ottobre) è caduta il 40% della pioggia dell'anno TEMPERATURE quinto anno più caldo dall'inizio delle rilevazioni dopo il 2006,2008,2003 e 2015. Anomalie di temperatura da +0.5 a +3°C di temperatura sopra la media storica . Il casalese è stato il territorio con le anomalie più elevate

QUALITA' DEL'ARIA - ANNO 2018	
ALESSANDRIA 	Negli ultimi dieci anni diminuzione significativa delle polveri di circa 1microgrammi/m ³ per anno e degli ossidi di azoto di circa 2 microgrammi/m ³ per anno Ancora eccessivi superamenti del limite giornaliero per le PM10 e per l'ozono estivo che procura danno all'uomo e agli ecosistemi danneggiando l'apparato fogliare delle piante. Limiti rispettati nel 2018 per tutti gli altri inquinanti Nelle zone molto trafficate si ha +15% di polveri e +20% di ossidi di azoto rispetto alle zone residenziali L'inserimento della rotatoria in P.za D'Annunzio ha fatto registrare una diminuzione media di 10microgrammi/m ³ di ossidi di azoto
NOVI LIGURE	Negli ultimi dieci anni diminuzione significativa delle polveri e degli ossidi di azoto di circa 1microgrammi/m ³ per anno.

	<p>Si segnalano 18 superamenti del limite orario per NO₂ di 200microgrammi/m³ da non superare per più di 18 volte all'anno.</p> <p>Ancora eccessivi superamenti del limite giornaliero per le PM₁₀ e per l'ozono estivo che procura danno all'uomo e agli ecosistemi danneggiando l'apparato fogliare delle piante. Limiti rispettati nel 2018 per tutti gli altri inquinanti.</p> <p>Presso la stazione di p.za Gobetti si registrano valori massimi orari di NO₂ fino a 400microgrammi/m³, il doppio del limite, in particolare tra le 05.00 e le 09.00 e dalle 17.00 alle 21.00. Si evidenzia una criticità locale per l'area di della stazione che richiederebbe interventi sulla mobilità per fluidificare o ridurre il traffico locale.</p>
<p>TORTONA</p> 	<p>Negli ultimi dieci anni diminuzione significativa delle polveri di circa 1microgrammi/m³ per anno e degli ossidi di azoto di circa 2 microgrammi/m³ per anno</p> <p>Limiti rispettati nel 2018 per tutti gli inquinanti tranne l'ozono estivo che procura danno all'uomo e agli ecosistemi danneggiando l'apparato fogliare delle piante</p> <p>Presso la stazione di Via Tito Carbone si registrano valori elevati di ossidi di azoto in inverno nelle fasce orarie tipiche di punta del traffico cittadino dalle 07.00 alle 09.00 ed in aumento dalle 16.00 alle 19.00.</p>
<p>CASALE MONFERRATO</p> 	<p>Negli ultimi dieci anni diminuzione significativa delle polveri di circa 0.7microgrammi/m³ per anno e degli ossidi di azoto di circa 0.5 microgrammi/m³ per anno</p> <p>Limiti rispettati nel 2018 per tutti gli inquinanti tranne l'ozono estivo che procura danno all'uomo e agli ecosistemi danneggiando l'apparato fogliare delle piante</p> <p>La stazione di p.za Castello fa registrare livelli di polveri PM₁₀ più bassi rispetto alle altre stazioni urbane con un innalzamento nelle giornate di martedì e sabato in concomitanza con il traffico commerciale e mercatale</p>
<p>ARQUATA SCRIVIA</p> 	<p>Negli ultimi dieci anni diminuzione significativa delle polveri di circa 0.7microgrammi/m³ per anno</p> <p>Limiti rispettati nel 2018 per tutti gli inquinanti tranne l'ozono estivo che procura danno all'uomo e agli ecosistemi danneggiando l'apparato fogliare delle piante</p> <p>La stazione di Via Minzoni risente delle attività industriali in loco e fa registrare talvolta valori elevati di biossido di zolfo rispetto al fondo urbano anche se inferiori ai limiti di legge</p>
<p>DERNICE</p> 	<p>Dernice fa registrare un'ottima qualità dell'aria, tra le migliori a livello regionale, con livelli bassi e di fondo per tutti gli inquinanti tranne l'ozono estivo che procura danno all'uomo e agli ecosistemi danneggiando l'apparato fogliare delle piante</p> <p>Si registrano condizioni tipiche dei contesti di montagna e alta collina con numerosi superamenti dei limiti di legge per l'ozono</p>

Ogni anno solare fa registrare un inquinamento che varia in funzione delle condizioni climatiche dell'anno. Le **criticità legate ai superamenti ancora presenti negli ultimi tre anni** per polveri sottili, inquinati gassosi e IPA (idrocarburi policiclici aromatici) e metalli pesanti contenuti nel particolato PM10 si possono riassumere nelle tabelle seguenti.

TABELLA RIASSUNTIVA DELLE CRITICITÀ PER PARTICOLATO FINE E INQUINANTI GASSOSI – ULTIMI 3 ANNI

Parametro Stazione	Biossido di azoto NO2	Polveri PM10	Polveri PM2.5	Ozono
Alessandria D'annunzio	X	X	n.d.	n.d.
Alessandria Volta	✓	X	X	X
Tortona	X	X	n.d.	n.d.
Casale M.to	✓	X	n.d.	n.d.
Novi Ligure	✓	X	n.d.	n.d.
Arquata Scrivia	✓	X	n.d.	n.d.
Dernice	✓	✓	✓	X
Principali sorgenti emissive per inquinante	- Emissioni veicoli diesel e benzina - Combustioni da attività industriali - Riscaldamento	- Riscaldamento a legna - Traffico - Agricoltura intensiva e attività zootecniche - Sorgenti industriali di COV - Trattamento rifiuti		Non ha sorgenti dirette ma precursori di origine antropica e naturale quali ossidi di azoto e COV
LEGENDA	X = critico	✓ = non critico		

TABELLA RIASSUNTIVA DELLE CRITICITÀ PER IPA E METALLI PESANTI NEL PM10 – ULTIMI 3 ANNI

Parametro Stazione	Benzo(a)pirene	Arsenico	Cadmio	Nichel	Piombo
Alessandria D'annunzio	✓	✓	✓	✓	✓
Alessandria Volta	✓	✓	✓	✓	✓
Arquata Scrivia	✓	✓	✓	✓	✓
Dernice	✓	✓	✓	✓	✓
Principali sorgenti emissive per inquinante	- Combustione di legna - Emissioni veicoli diesel - Attività industriali		- Traffico - Attività industriali (siderurgia, metallurgia) - Origine naturale		

Si ricorda infine che nel 2013 lo IARC (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro) ha ufficialmente classificato l'inquinamento dell'aria esterna come **cancerogeno per l'uomo**. La valutazione IARC ha mostrato un aumento del rischio di cancro ai polmoni con l'aumento dei livelli di esposizione al particolato e all'inquinamento atmosferico in generale. L'Organizzazione Mondiale della Sanità inoltre indica valori di tutela della salute per polveri PM₁₀ e PM_{2.5} più bassi rispetto alla legislazione europea: **20 e 10 microgrammi/m³** rispettivamente come media sull'anno.

COSA FARE PER RIDURRE L'INQUINAMENTO ATMOSFERICO?

Si riporta un breve richiamo alle indicazioni circa le **strategie di intervento per il risanamento della qualità dell'aria regionale** contenuti del Piano Regionale di Qualità dell'aria emesso da Regione Piemonte a giugno 2017 a cui si rimanda per i dettagli.⁴

⁴ http://www.regione.piemonte.it/ambiente/aria/piano_regionale.htm



1 – TRASPORTI

- Incentivazione trasporto pubblico a basso inquinamento e su rotaia
- Incentivazione mobilità elettrica/condivisa
- Sviluppo Aree pedonali/ciclabili
- Drastica limitazione alla circolazione dei veicoli diesel
- Sviluppo PUMS integrati e logistica urbana
- Sviluppo turismo eco-sostenibile
- Disincentivi economici all'uso di veicoli inquinanti
- Low emission zone
- Smart mobility

2- EDILIZIA RESIDENZIALE

- Riqualificazione energetica degli edifici esistenti
- Incentivazione alla autoproduzione di energia elettrica/termica da fonti rinnovabili
- Sviluppo teleriscaldamento
- Drastica limitazione della combustione della legna per riscaldamento soprattutto nelle grandi città
- Incentivazione/ obbligo all'uso di stufe a legna/pellet ad alto rendimento e basso-emissive

3-AGRICOLTURA/ZOOTECCIA

- Divieto ABBRUCIAMENTI di STOPPIE e SFALCI durante il periodo critico per le polveri
- Riduzione emissioni ammoniacale da allevamenti
- Incentivazione agricoltura a basso impatto (limitazione concimi azotati di sintesi)
- Incentivazione al rinnovo dei mezzi agricoli
- Aumento forestazione urbana e periurbana

4-INDUSTRIA/PRODUZIONE ENERGIA

- Incentivazione alla riqualificazione energetica degli edifici industriali
- Incentivazione all'efficientamento energetico dei processi produttivi
- Incentivazione alla autoproduzione di energia elettrica/termica da fonti rinnovabili
- Sviluppo teleriscaldamento/cogenerazione
- Riduzione uso solventi organici
- Utilizzo dei Bilanci ambientali positivi e delle BAT

<https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/ambiente/aria/piano-regionale-per-risanamento-tutela-della-qualita-dellaria-prqa>

INQUINAMENTO ATMOSFERICO E CAMBIAMENTI CLIMATICI

Nel 2014, la temperatura media terrestre è stata 0,69°C al di sopra della media mondiale del XX° secolo. Gli scienziati concordano sul fatto che il riscaldamento sia dovuto ai gas serra atmosferici emessi principalmente per effetto della combustione di combustibili fossili di origine antropica. Questo riscaldamento a sua volta provoca cambiamenti climatici. Dall'inizio della rivoluzione industriale, la quantità di gas serra presenti in atmosfera è costantemente in aumento. I gas serra come l'anidride carbonica (CO₂) e metano vengono rilasciati naturalmente o come risultato di attività umane legate essenzialmente all'utilizzo di combustibili fossili. La deforestazione in tutto il mondo amplifica questo fenomeno riducendo gli alberi che rimuovono CO₂ dall'atmosfera. L'agricoltura e lo smaltimento in discarica dei rifiuti, inoltre, giocano un ruolo importante nel rilascio di metano. La combustione di combustibili fossili comporta anche il rilascio in atmosfera di inquinanti atmosferici, come gli ossidi di azoto, biossido di zolfo e particolato. Alcuni di questi inquinanti giocano anch'essi un ruolo nel riscaldamento globale a causa della loro persistenza in atmosfera e dell'effetto non localizzato delle concentrazioni. Ciò significa che accordi globali ed azioni locali per ridurre le emissioni sono elementi fondamentali nel prevenire la continua accelerazione del cambiamento climatico e ridurre al contempo l'inquinamento atmosferico.

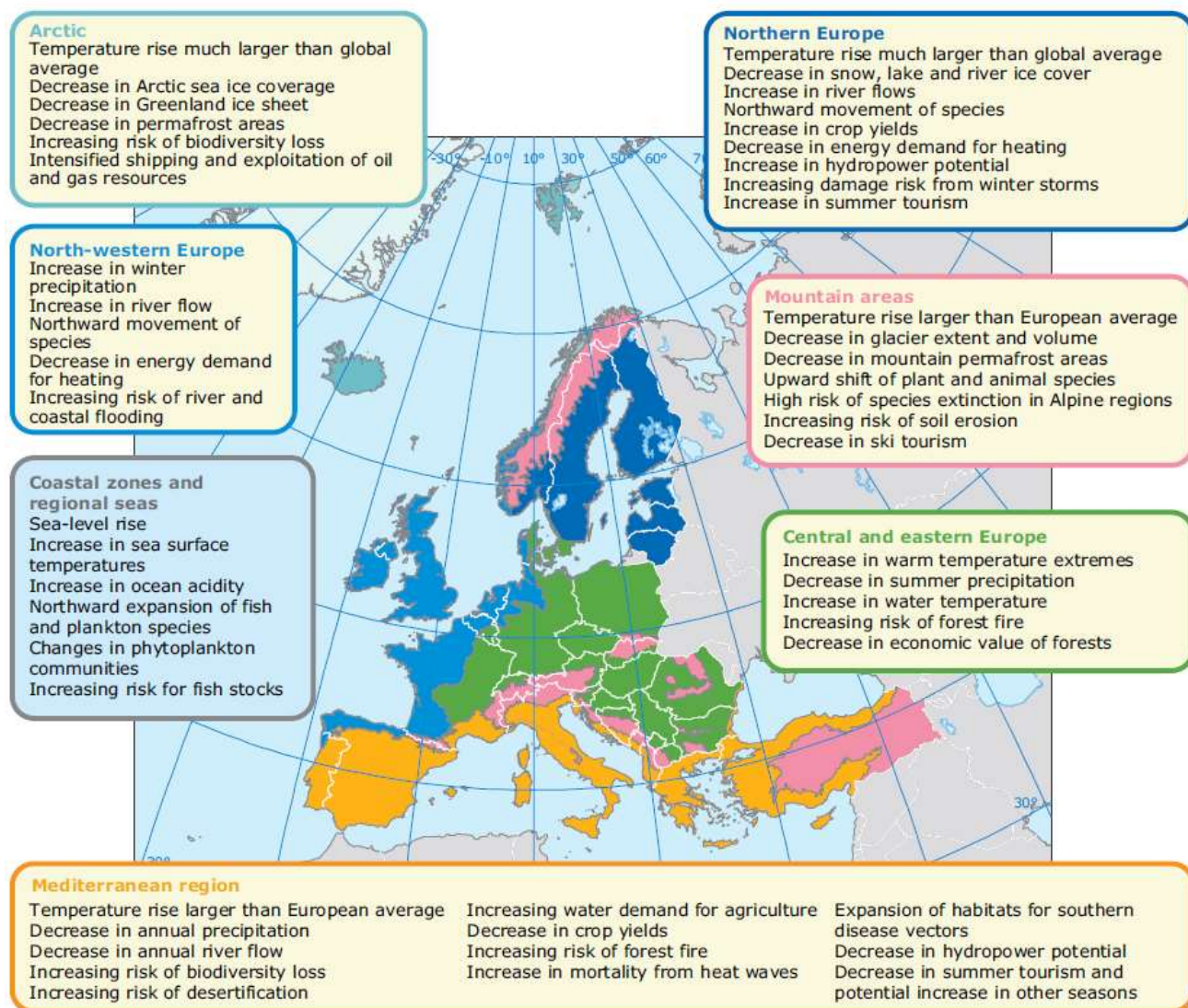
In assenza di un'inversione nel trend delle emissioni di gas-serra, l'aumento delle temperature globali si tradurrà con elevata probabilità, nei prossimi decenni, in una modifica delle condizioni meteorologiche in Europa: maggiore frequenza e intensità di eventi estremi, dalle alluvioni improvvise a periodi siccitosi, aumento della temperatura con il verificarsi di ondate di calore sempre più violente ed innalzamento del livello del mare. In tutti i continenti le città sono estremamente vulnerabili a questi fenomeni, d'altra parte, le città sono anche causa dei cambiamenti climatici, dal momento che le attività a livello urbano sono la principale fonte di emissioni di gas-serra. Nel 2006, infatti, le aree urbane erano responsabili di una quota compresa tra il 67% e il 76% dei consumi energetici e del 71-76% delle emissioni di CO₂ legate all'energia. Affinchè gli sforzi globali per affrontare il cambiamento climatico abbiano successo, sarà necessario integrare i bisogni delle città e le loro capacità di gestione ambientale. Molte città stanno già prendendo l'iniziativa per affrontare i cambiamenti climatici sia rispetto alla **mitigazione**, che agisce sulle cause dei cambiamenti climatici, sia rispetto all'**adattamento**, che agisce invece sulle conseguenze, con l'obiettivo di ridurre la vulnerabilità dei sistemi ambientali e socio-economici rispetto agli effetti negativi dei cambiamenti del clima.

Le città rivestono un ruolo cruciale al fine di gestire ciò che è inevitabile ed evitare ciò che non può essere gestito. Città ben pianificate possono essere estremamente efficienti nell'uso delle risorse e raggiungere obiettivi di minori emissioni di gas-serra pro-capite. Come centri di eccellenza e di innovazione, possono infatti investire per riconvertire verso modelli più ecologici settori strategici quali i trasporti, gli edifici e la gestione dei rifiuti, creando posti di lavoro e sostenendo la crescita economica a lungo termine. Inoltre, quali principali responsabili delle decisioni che riguardano i flussi di beni e servizi, le città possono essere leader nella creazione di domanda di prodotti eco-compatibili e nella promozione del consumo sostenibile. Un esempio a cui guardare è il Comune di Bologna che ha definito il proprio Piano di Adattamento ai Cambiamenti Climatici attraverso il progetto **BLUE AP (Bologna Local Urban Environment Adaptation Plan for a Resilient City)**.

Bologna ha individuato alcuni focus su cui elaborare strategie di azione:

- Gestione efficiente delle risorse idriche naturali (ridurre le perdite nelle infrastrutture ed i consumi)
- Greening urbano (aumento diffuso delle superfici verdi in ambiente urbano)
- Agricoltura e orti urbani (promozione di una cultura dei consumatori orientata a prodotti alimentari maggiormente adattabili ai cambiamenti climatici)
- Interventi in occasione di eventi meteorici non ordinari (sviluppare i diversi sistemi di gestione dell'emergenza)
- progetti di permeabilizzazione aree commerciali e industriali
- economia e sviluppo del territorio (opportunità economiche derivanti dall'applicazione di politiche di adattamento ai cambiamenti climatici a livello di sviluppo di prodotti e servizi)

Past and projected impacts of climate change in European regions



Source: European Environment Agency <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/key-past-and-projected-impacts-and-effects-on-sectors-for-the-main-biogeographic-regions-of-europe-3>

FONTI

<http://relazione.ambiente.piemonte.it/2017/it>

http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/documentation_en.htm

<http://mayors-adapt.eu/>

http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/clima/strategia_adattamentoCC.pdf

http://www.comune.bologna.it/sites/default/files/documenti/Allegato_Strategia%20di%20adattamento%20locale.pdf