

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**

PROVINCIA DI ALESSANDRIA
RELAZIONE SULLA QUALITA’ DELL’ARIA ANNO 2020



SERVIZIO C1.02
PRATICA N° G07-2021-00556

Redazione	Funzione: Tecnico Nucleo Qualità Aria Dott.ssa Laura Erbetta	Firmato elettronicamente
Verifica e Approvazione	Funzione: Responsabile S.S. Produzione Nome: Anna Maria Livraga	Firmato digitalmente

Il sistema di gestione qualità è certificato ISO 9001:2015 da CSQ

Arpa Piemonte
 Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017
Dipartimento Piemonte Sud Est
 Struttura Semplice -Attività di Produzione Sud Est
 Spalto Marengo, 33 – 15121 Alessandria – tel. 0131276200 – fax 0131276231
 Email: dip.sudest@arpa.piemonte.it PEC: dip.sudest@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 e Stefano Buratto della Struttura Sistema Informativo Ambientale e Geografico

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.....	6
1.2 Inquadramento del contesto territoriale ai sensi della zonizzazione regionale.....	7
1.3 Stazioni di monitoraggio.....	9
2. Condizioni meteo climatiche	12
2.1 Clima e inquinamento.....	12
2.2 Dati generali sulla regione Piemonte – anno 2020.....	13
2.3 Dati registrati dalla stazione meteo di Alessandria Lobbi.....	17
3. Il quadro normativo	23
4. Descrizione degli inquinanti monitorati	24
5. Qualità dell'aria in provincia di Alessandria	27
5.1 Sintesi dei risultati	27
5.2 Polveri PM ₁₀ e PM _{2.5}	32
5.3 Biossido di Azoto NO ₂	50
5.4 Benzene e toluene	57
5.5 Ozono O ₃	59
5.6 Metalli pesanti	64
5.7 IPA.....	66
5.8 Analisi delle serie storiche	68
6. Conclusioni	74
7. Approfondimenti	76
7.1 Piano regionale di risanamento della qualità dell'aria.....	76
7.2 Influenza del fattore atmosferico sulle concentrazioni di inquinanti	80
7.3 Inquinamento atmosferico e cambiamenti climatici.....	85
7.4 La qualità dell'aria durante la pandemia da Sars-cov2.....	87

1. INTRODUZIONE

L'inquinamento atmosferico è uno dei maggiori fattori di rischio per la salute umana e per gli ecosistemi. Nei Paesi occidentali da oltre sessant'anni sono condotti studi e ricerche finalizzati sia a comprendere i meccanismi degli effetti dannosi degli inquinanti atmosferici, sia ad individuare strategie e tecniche di riduzione degli impatti. L'inquinamento atmosferico dipende in modo complesso da una serie di fattori: l'intensità e la densità delle emissioni su micro-scala, scala locale e regionale; lo stato fisico e la reattività delle sostanze disperse in atmosfera; le condizioni meteorologiche e l'orografia del territorio che influenzano il movimento delle masse d'aria, i meccanismi di diluizione o di accumulo degli inquinanti, la velocità di formazione e trasformazione delle sostanze, il trasporto a lunga distanza e la deposizione. Alcuni fenomeni si sviluppano su scale spaziali continentali, come nel caso del trasporto transfrontaliero delle sostanze acidificanti, altri hanno una rilevanza globale come le emissioni di sostanze che contribuiscono ai cambiamenti climatici ed alla riduzione dell'ozono stratosferico.

Le reti di monitoraggio sono il principale strumento per la valutazione della qualità dell'aria ed hanno come obiettivo quello di verificare se sul territorio di uno Stato siano rispettati i valori limite e raggiunti gli obiettivi stabiliti al fine di prevenire, ridurre o eliminare gli effetti avversi dell'inquinamento atmosferico per la salute umana e per gli ecosistemi. Una rete di monitoraggio è l'insieme di punti di misura dislocati in un determinato territorio secondo criteri e metodi stabiliti in Europa dalla Direttiva 2008/50/CE e dalla Direttiva 2004/107/CE, entrambe recepite nell'ordinamento nazionale dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i. Il territorio alessandrino conta attualmente 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 dalle direttive comunitarie. 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) anch'essi soggetti a limite.

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).

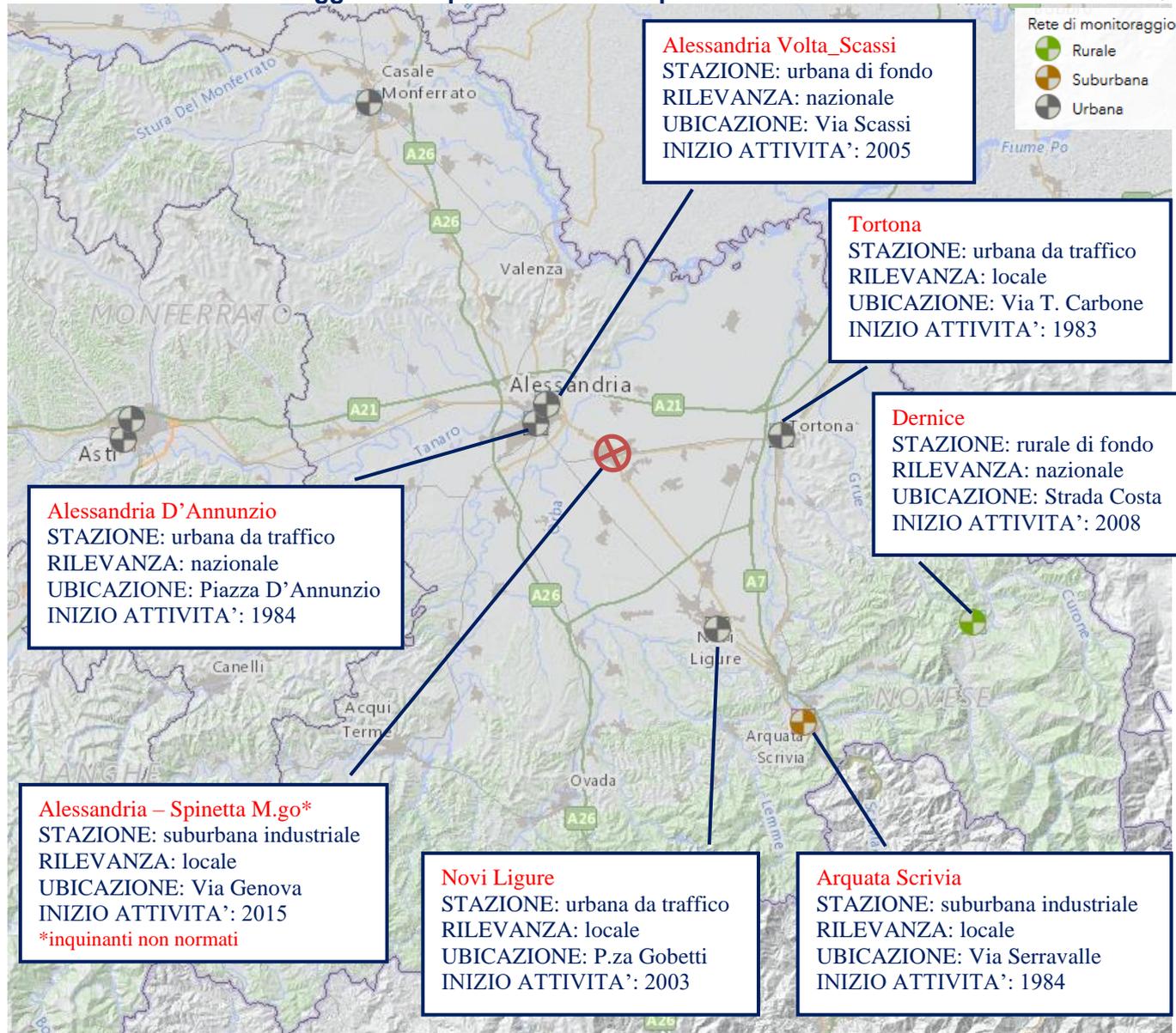
Più nel dettaglio, in relazione alla tipologia emissiva prevalente, le stazioni si classificano come:

- ❖ **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.

La presente relazione riporta le analisi ed elaborazioni dei dati di inquinanti monitorati dalle stazioni fisse della rete di monitoraggio regionale presenti in Provincia di Alessandria registrati con media oraria, giornaliera e annuale lungo l'intero anno solare 2020 nonché gli andamenti delle serie storiche di dati registrati nell'arco dell'intero periodo di funzionamento delle stazioni.

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 geo-portale 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 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 Geo-portale di ARPA Piemonte http://webgis.arpa.piemonte.it/previsionipm10_webapp/
- II. È possibile consultare i **dati di inquinamento in tempo reale** rilevati da tutte le stazioni di monitoraggio della rete regionale sul sito ad accesso libero:

<https://servizi.regione.piemonte.it/catalogo/qualita-dellaria-piemonte>

Il servizio si rivolge a tutti i cittadini. Il servizio consente l'accesso alle informazioni relative al Sistema Regionale di Rilevamento della qualità dell'Aria (SRRQA). In particolare, fornisce nozioni descrittive riguardanti i principali inquinanti, le serie storiche, la normativa di riferimento. È inoltre possibile visualizzare le stime modellistiche, fornite da ARPA Piemonte, relative a NO₂, O₃ e PM10, con una finestra temporale di un anno. Dal portale è inoltre possibile scaricare i valori relativi alle misure, orarie o giornaliere, acquisite dalle stazioni della rete regionale di monitoraggio.

- III. I dati acquisiti dalle stazioni di monitoraggio fisse sono altresì accessibili attraverso la banca dati "AriaWeb" gestita da Arpa per Regione Piemonte.

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

<https://servizi.regione.piemonte.it/catalogo/srrqa-sistema-regionale-rilevamento-della-qualita-dellaria-accesso-riservato-dati-metadati-strumenti> (accesso riservato)

Partendo dalla selezione di un periodo di osservazione è possibile scegliere su quali stazioni/parametri effettuare la ricerca. Sono disponibili diversi tipi di elaborazione dei dati rilevati, in grado di soddisfare le più svariate esigenze dell'operatore. L'utente ha anche la possibilità di esportare le misure acquisite secondo un set molto ampio di possibilità ed accedere alle informazioni anagrafiche della rete. All'interno di "AriaWEB" è possibile inoltre consultare l'Indice Qualità dell'Aria e accedere ai bollettini informativi di ARPA Piemonte sulla qualità dell'aria. Per richiedere l'autorizzazione per accesso riservato inviare una mail a sala_ambiente@csi.it

- IV. Le **stime modellistiche annuali regionali (VAQ) dal 2007 al 2019** per PM10, PM2.5, ozono e NO₂ su griglia di 4x4Km si trovano sul geo-portale di Arpa alla pagina

http://webgis.arpa.piemonte.it/aria_modellistica_webapp/index.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>

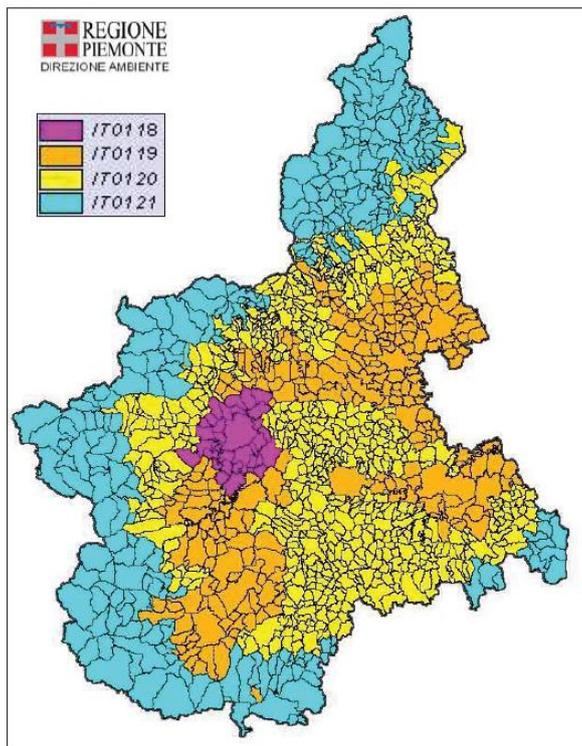
<https://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/territorio/asti/aria-e-qualita-dellaria/relazioni-qualita-dellaria>

1.2 INQUADRAMENTO DEL CONTESTO TERRITORIALE AI SENSI DELLA NUOVA 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.



Zonizzazione regionale

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 PM_{2,5}, ossidi di azoto, ozono. Come si legge dalla cartina sopra, l'area di pianura compresa tra Casale M.to, Alessandria 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 dei criteri contenuti nel piano di risanamento regionale¹. La tabella riporta i principali contributi emissivi stimati per il Comune di Alessandria espressi in tonnellate/anno e suddivisi per fonti di emissione.

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 regionale 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. L'Accordo quadro prevede interventi organici sia di natura emergenziale (*protocollo antismog*) che strutturale. Da ciò scaturisce l'adozione a livello regionale del *Protocollo Operativo Antismog*, rinnovato ogni anno, che prevede misure di carattere emergenziale da ottobre a marzo per contenere i livelli di inquinamento in casi di ripetuti superamenti dei limiti giornalieri fissati sulle polveri PM10. Per conto della Regione Piemonte ed a supporto del Protocollo, Arpa elabora i dati le stime previsionali di inquinamento su ogni comune². Tale procedura è stata ulteriormente aggiornata con la **D.G.R. n. 9-2916 del 26 febbraio 2021**, con cui la Regione Piemonte ha introdotto disposizioni straordinarie per la qualità dell'aria, ad integrazione e potenziamento delle misure di limitazione delle emissioni, strutturali e temporanee già in vigore. Tra le varie misure è stato previsto l'aggiornamento dei criteri con cui si attiva il cosiddetto “semaforo antismog”³: si tratta dell'applicazione di un meccanismo di attivazione di limitazioni temporanee che comporta l'adozione preventiva dei provvedimenti di limitazione su traffico, riscaldamento domestico, agricoltura, in modo da contenere il numero dei superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m³ per la media giornaliera di PM10. **Il nuovo protocollo entra in vigore dal 15 settembre fino al 15 aprile, con estensione temporale di 1 mese in più rispetto al precedente.** I nuovi criteri⁴ prevedono inoltre l'estensione delle aree di applicazione delle misure temporanee con riferimento al Piano della Qualità dell'Aria. **Per il settore trasporti le limitazioni si applicano a tutti i comuni localizzati nella zona Agglomerato di Torino ed ai comuni con popolazione superiore a 10.000 abitanti nelle zone di pianura e collina, per un totale di 76 comuni coinvolti. Per gli altri settori (riscaldamento, agricoltura) le aree di applicazione si estendono a tutti i comuni localizzati nella zona Agglomerato di Torino, pianura e collina per un totale di 947 comuni: 33 comuni nell'Agglomerato, 268 nella pianura e 646 nella collina.** (vedi paragrafo 7.1)

¹ <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/ambiente/aria/piano-regionale-qualita-dellaria-prqa>

² <https://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/temi-ambientali/aria/aria/semaforo-qualita-dellaria-pm10>

³ https://webgis.arpa.piemonte.it/protocollo_aria_webapp/

⁴ <http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/temi-ambientali/aria/aria/allegato1-protocollo-operativo-1-marzo-2021>

1.3 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 alla pag.5 della relazione. Di seguito si riportano le schede sintetiche contenenti 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%
PM2.5	Charlie Sentinel	gravimetrico BV	1 giorno	%
PM10	Tecora Skypost	gravimetrico BV	1 giorno	13.0%
PM10_PM2.5	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%
PM10	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
 CARATTERISTICHE 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
 CARATTERISTICHE 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
 CARATTERISTICHE 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
 CARATTERISITCHE 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
 CARATTERISITCHE 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 e 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 meteo-climatici 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 ri-sospensione 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 un'analisi climatologica su scala locale per soppesare adeguatamente gli effetti meteo-climatici 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
- ❖ **Anno 2019:** caldo e piovoso, con temperature minime molto sopra le medie storiche e surplus pluviometrico in autunno
- ❖ **Anno 2020:** caldo con precipitazioni nella norma ma con periodi piovosi alternati a siccitosi. Temperature medie, massime e minime sopra le medie storiche e surplus pluviometrico in agosto e ottobre

Tendenzialmente temperature più calde in inverno tendono a generare una maggiore 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 o il vento di una certa intensità costituiscono l'unico efficace meccanismo di rimozione delle polveri atmosferiche e degli inquinati gassosi.

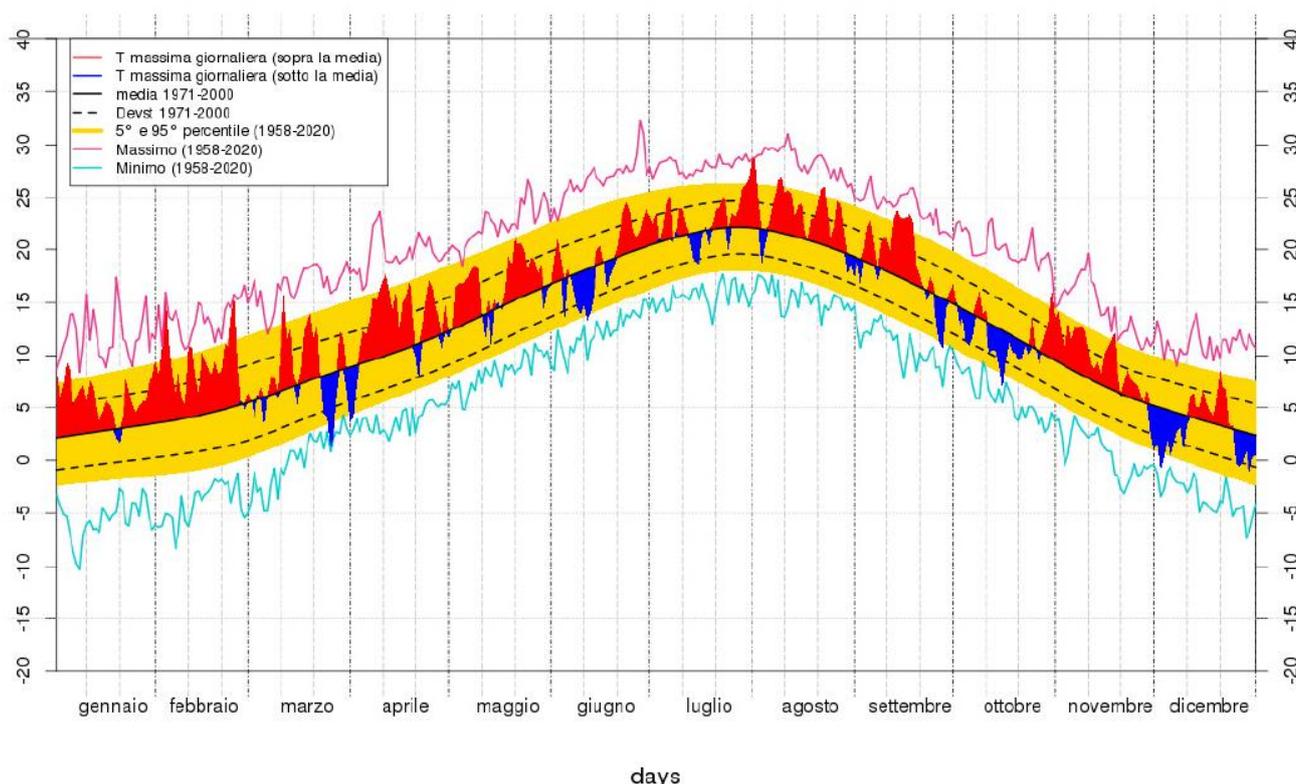
2.2 DATI METEO-CLIMATICI SULLA REGIONE PIEMONTE – ANNO 2020

I dati presentati sono prodotti dal Settore Sistemi Previsionali di Arpa Piemonte. Tutti i dati meteorologici e le elaborazioni più sotto riportate sono scaricabili dal sito di Arpa Piemonte.⁵

L'anno solare 2020 è stato il **sesto più caldo osservato in Piemonte** nell'intera serie storica 1958-2020, con una temperatura media di circa 10.6°C ed **un'anomalia termica positiva stimata di 1.1°C** rispetto al trentennio di riferimento 1971-2000.

L'analisi dell'andamento giornaliero annuale, figura sotto, mostra come l'anomalia termica positiva abbia caratterizzato buona parte dell'annata; in particolare tra gennaio e metà marzo i giorni con temperatura inferiore alla norma sono stati pochi mentre solo il mese di ottobre ha avuto una lieve anomalia termica negativa. Il contributo all'anomalia termica positiva si registra maggiormente per le temperature massime (+1.2°C) rispetto alle minime (+1.0°C).

Temperatura massima giornaliera: media Piemonte ANNO 2020



Dati ed elaborazione: Arpa Piemonte - 14 January 2021 - ore 09:27

Fonte: Arpa Piemonte Sistemi Previsionali – "Il clima in Piemonte nel 2020"

Febbraio con +3.9°C ha avuto il maggiore scostamento positivo ed è risultato il più caldo nella rispettiva serie storica; da segnalare anche gennaio, aprile e novembre che hanno avuto un'anomalia compresa tra

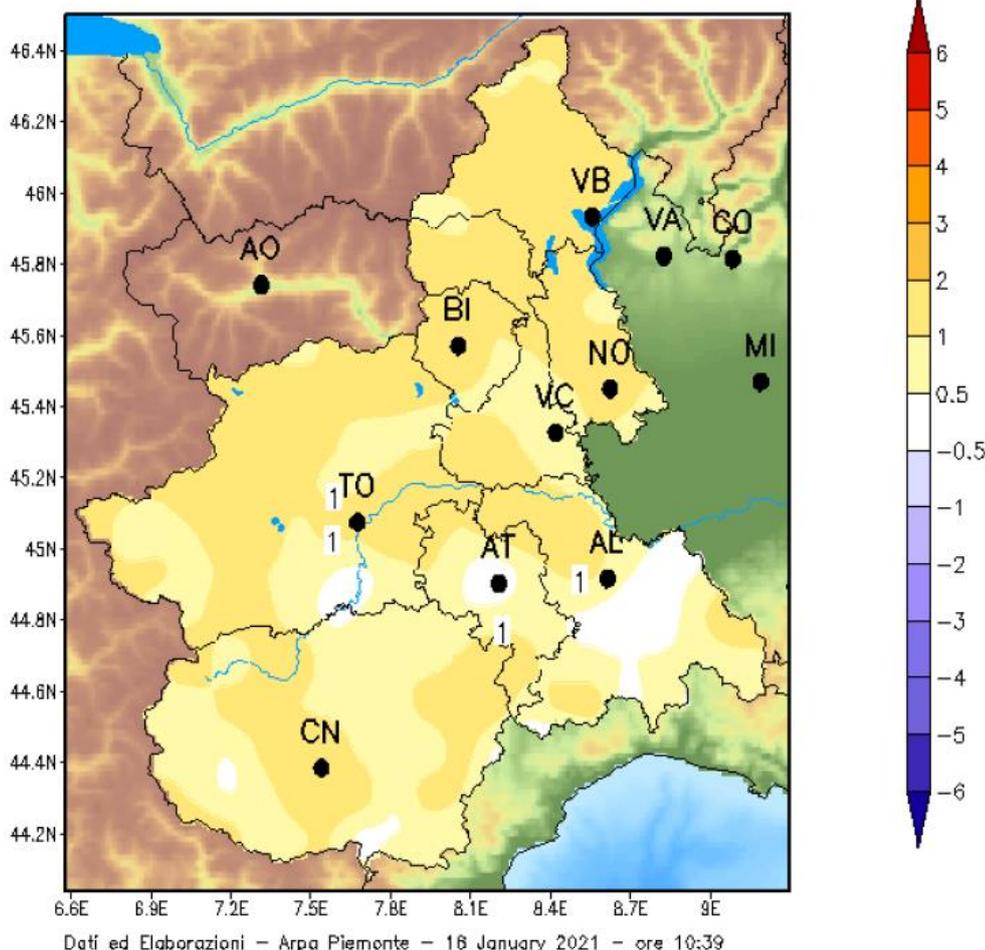
5 http://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/tematismi/clima/rapporti-di-analisi/annuale_pdf/anno_2020.pdf

+2.5°C e +2.8°C. Il mese più caldo è stato agosto con 19.9°C medi, mentre dicembre è risultato il mese più freddo dell'anno, con 1.3°C in media.

Le anomalie di temperatura sul 2020 mostrano ovunque in Piemonte un dato positivo rispetto al periodo di riferimento ma, osservando il sud-est della regione, si nota come il casalese, il Vercellese il Basso Monferrato astigiano-alessandrino siano le zone che registrano gli aumenti di temperatura maggiori, tra +1°C e +2°C.

Anomalie annuali di T media (°C) anno 2020

Periodo di riferimento 1971-2000



Per quanto riguarda il periodo estivo risultano anche in aumento le notti tropicali (con temperature minime >20°C) ed i giorni estivi (con temperature massime >30°C) su tutto il territorio.

La seguente tabella mostra per Alessandria città il numero di notti tropicali (T minima >20°C), giorni estivi (T massima >30°C) e giorni di gelo (T minima <=0°C) nel 2020 rispetto alla media 1991-2015.

località	PROV	notti tropicali 2020	notti tropicali 1991-2015	giorni estivi 2020	giorni estivi 1991-2015	giorni gelo 2020	giorni gelo 1991-2015
Alessandria	AL	5	2	71	63	73	61

Fonte: Arpa Piemonte Sistemi Previsionali - "Il clima in Piemonte nel 2020"

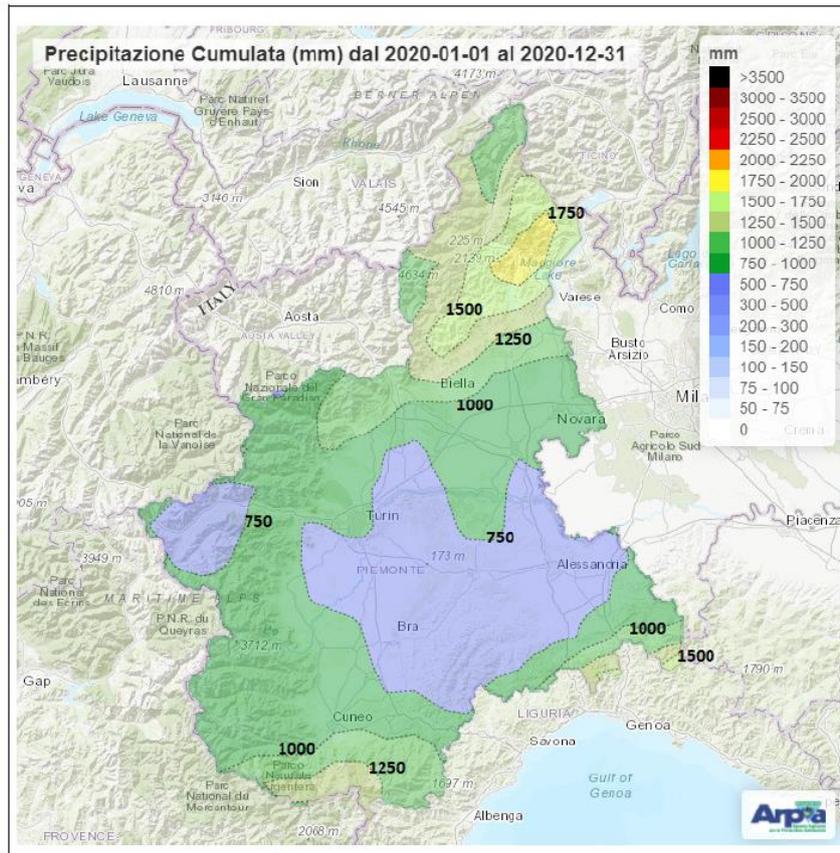
Nel 2020 ad Alessandria la velocità media annua del **vento** è stata di 2.1 m/s ad Alessandria, mentre il primo agosto si è registrata la **massima raffica sulla regione (29.5 m/s)** durante un temporale intenso associato a forti raffiche di vento; tale valore rappresenta per Alessandria il massimo registrato per l'intera serie storica dal 1988 riferita al periodo estivo.

Le **precipitazioni cumulate** medie dell'anno 2020 in Piemonte sono state pari a **936.1 mm** e sono risultate **di poco inferiori alla norma 1971-2000**, con un deficit di 50 mm, che corrisponde al 5% circa; il 2020 è il 24° anno meno piovoso nella distribuzione storica degli anni 1958-2020. Si segnalano eventi di piogge intense **nei giorni 2-3 ottobre 2020**, in cui il 2 ottobre è risultato il giorno più piovoso dell'intera serie storica dal 1958 ad oggi con 110.5 mm medi sul territorio piemontese; si registra un fenomeno intenso sull'Appennino alessandrino verificatosi il 29 agosto dovuto alla formazione di un temporale autorigenerante. Si conferma in generale la tendenza ad avere i primi mesi dell'anno secchi con piogge concentrate in alcuni mesi di primavera e autunno come riportano i dati nella tabella sotto.

Precipitazione	Anomalia pluviometrica (%)	Posizione nella distribuzione storica	Valore medio (mm)	Percentuale record pluviometrici in 24 ore stabiliti
Gennaio 2020	-79	12° meno piovoso	12.3	0
Febbraio 2020	-77	10° meno piovoso	13.1	0
Marzo 2020	-29	31° meno piovoso	57.1	1
Aprile 2020	-36	24° meno piovoso	75.1	4
Maggio 2020	+9	20° più piovoso	143.2	5
Giugno 2020	+36	8° più piovoso	130.9	4
Luglio 2020	-11	28° meno piovoso	54.2	1
Agosto 2020	+12	19° più piovoso	92.6	10
Settembre 2020	-48	21° meno piovoso	52.1	0
Ottobre 2020	+52	14° più piovoso	202.3	43
Novembre 2020	-92	2° meno piovoso	6.0	0
Dicembre 2020	+79	13° più piovoso	97.2	2
Anno 2020	-5	24° meno piovoso	936.1	24

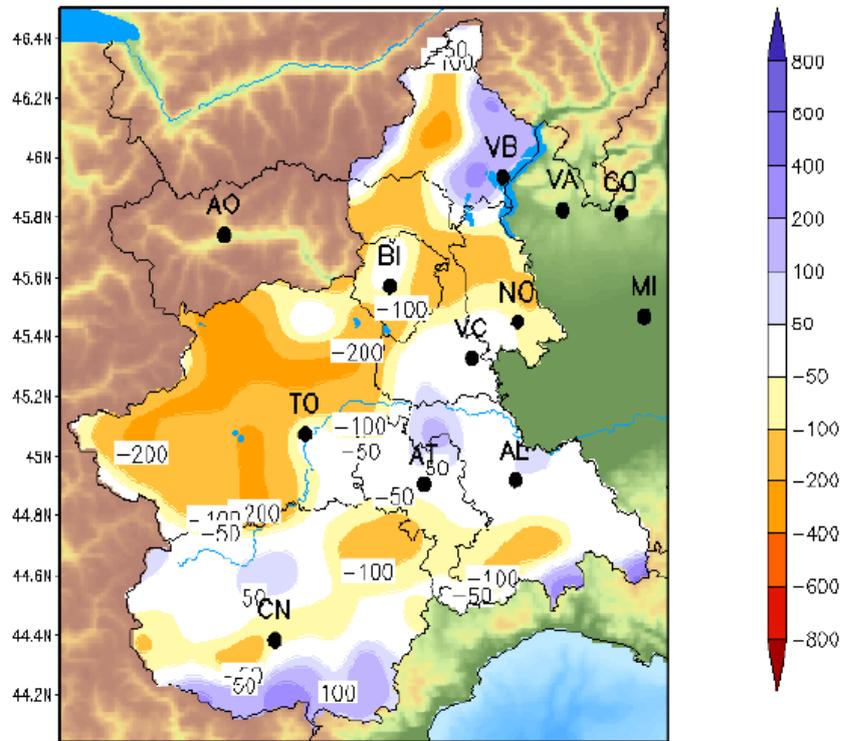
Tabella 8 - Precipitazioni cumulate medie mensili in Piemonte. Per ciascun mese è riportata l'anomalia percentuale dalla norma 1971-2000, la posizione relativa rispetto al mese corrispondente più secco o più piovoso dell'intera serie storica, la percentuale di stazioni meteorologiche che hanno fatto registrare il loro record di precipitazione cumulata giornaliera. In arancione (secco) o blu (piovoso) i mesi nelle prime 10 posizioni storiche, in grassetto quelli tra i primi tre. Sono prese in considerazione solo le stazioni attive da almeno 5 anni.

La provincia di Alessandria ha fatto registrare nel complesso un surplus pluviometrico annuo del +10% circa rispetto alla serie storica. Questo surplus ha interessato tutta la provincia con varie intensità, in particolare il sud appenninico ha registrato un significativo surplus pluviometrico da +400mm a +600mm nell'anno.



Anomalie annuali di Precipitazione (mm) anno 2020

Periodo di riferimento 1971-2000

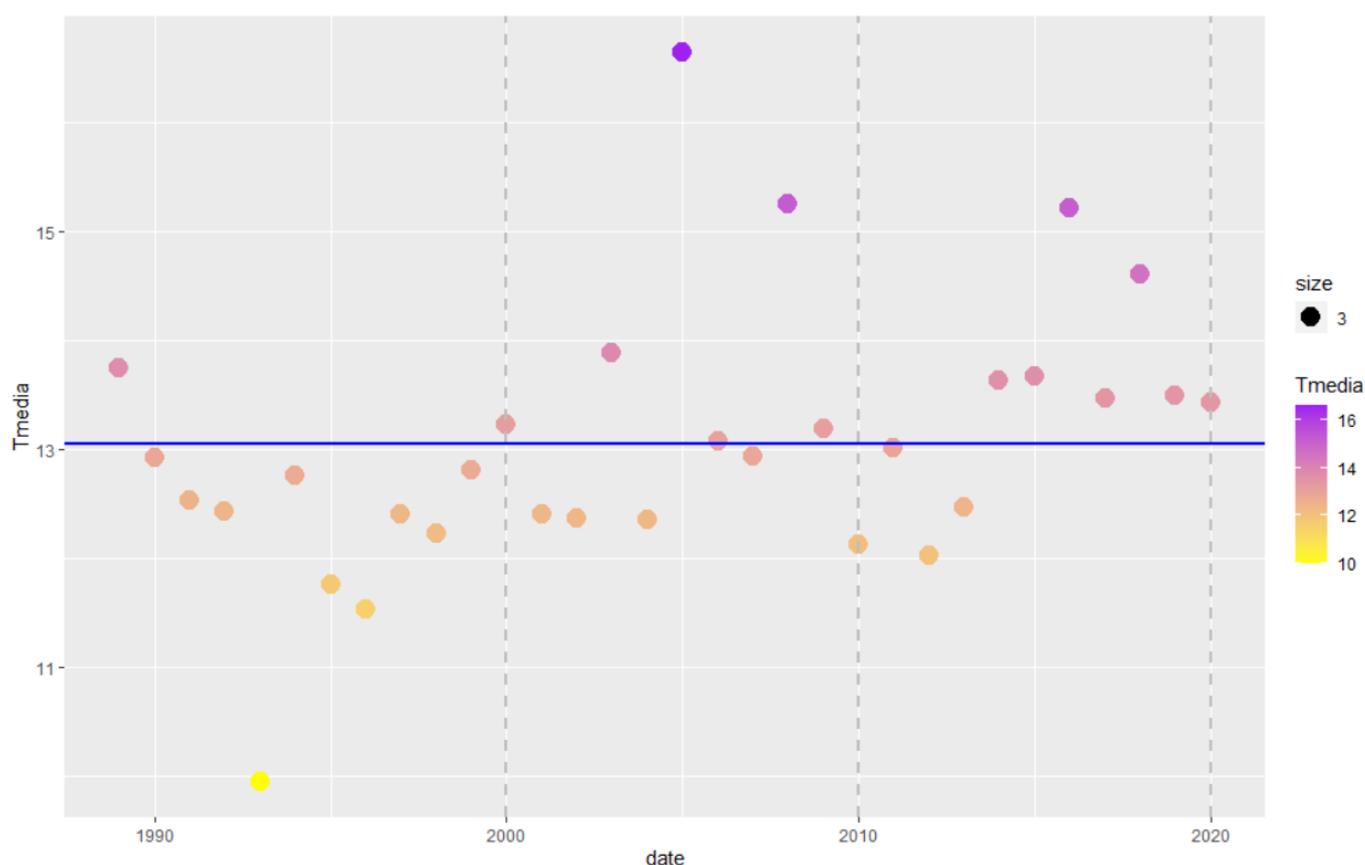


Dati ed Elaborazioni - Arpa Piemonte - 18 January 2021 - ore 19:39

2.3 DATI REGISTRATI NEL 2020 DALLA STAZIONE METEO DI ALESSANDRIA LOBBI

STAZIONE METEO ALESSANDRIA LOBBI PRESSO DEPURATORE COMUNALE
 COORD UTM WGS84
 UTMX: 476727
 UTM Y: 4976201
 PARAMETRI: PIOGGIA, TEMPERATURA, VEL VENTO, DIR VENTO, RADIAZIONE SOLARE

Nel 2020 la temperatura media annuale ad Alessandria è stata di 13.4°C, in linea con quelle degli ultimi anni. Il grafico mostra le medie annue di temperatura registrate dal 1989 al 2020, la linea blu indica la media dell'intero periodo. Si evidenzia dal grafico come nel primo decennio (1991-2000) le temperature siano rimaste per lo più al di sotto della linea media, mentre nel secondo decennio (2001-2010) di ha un progressivo spostamento verso l'alto con 6 dati sotto la media e 4 sopra, infine nell'ultimo decennio (2011-2020) i dati sopra la linea blu sono 7 su dieci. Si evidenzia inoltre come i valori siano sempre più elevati, con temperature medie annue che hanno raggiunto i 16°C.

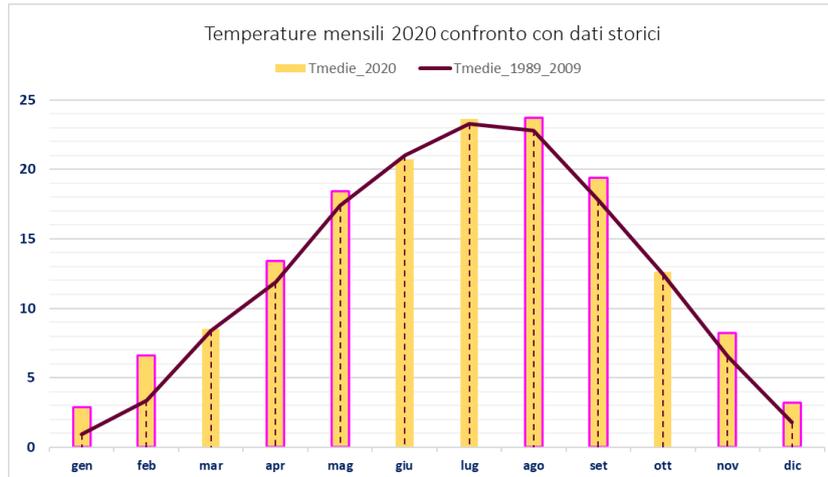


Andamento delle temperature medie annue ad Alessandria dal 1989 al 2020 (la linea blu corrisponde alla media della serie storica)

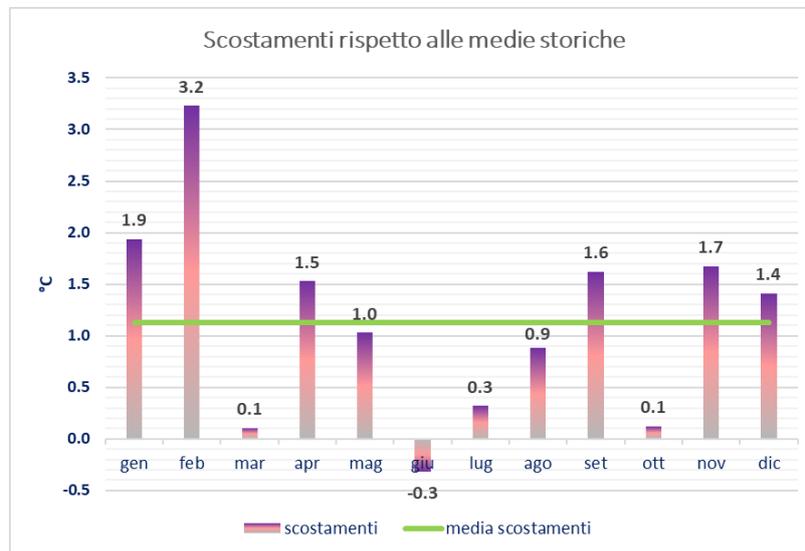
Le medie mensili 2020 mostrano valori superiori alla media per tutti i mesi tranne giugno che è stato freddo e piovoso, mentre in inverno si sono registrate le temperature più elevate. Gli incrementi mensili di temperatura rispetto alle medie del periodo 1989-2009 in alcuni mesi sono considerevolmente superiori alla media, in particolare **febbraio (+3.2°C)**, **gennaio (+1.9°C)**, **novembre (+1.7°C)**. Gli incrementi di Alessandria sono in linea con gli incrementi registrati a livello regionale.

Gli andamenti nel tempo delle medie mensili mostrano un trend in crescita confermato anche dai test statistici.

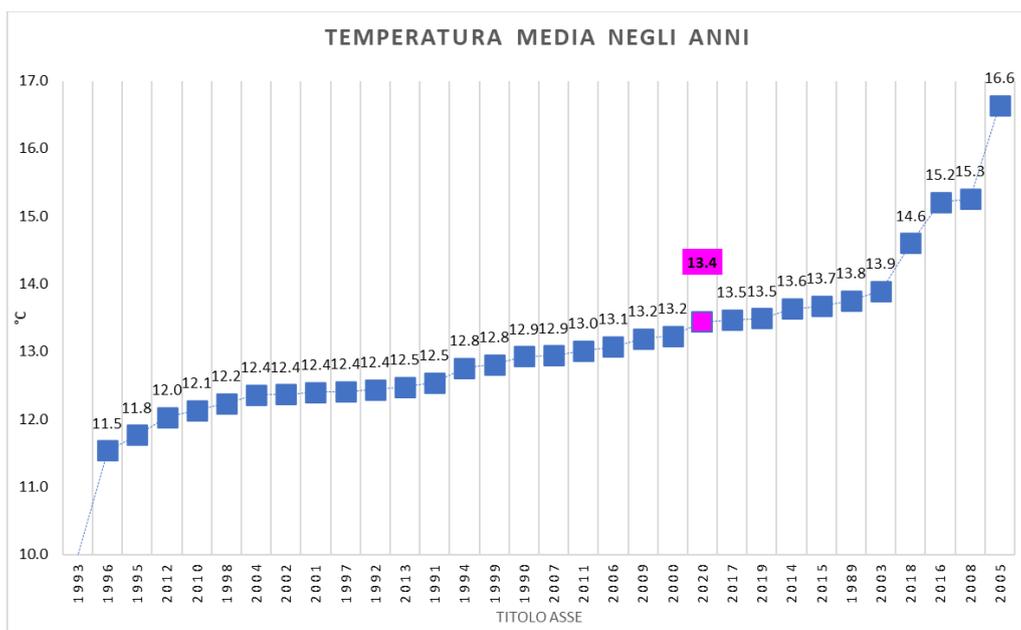
DIPARTIMENTO TERRITORIALE PIEMONTE SUD EST



Andamento delle temperature medie mensili nel 2020 e confronto con la media storica



Scostamenti delle temperature medie mensili nel 2020 rispetto alla media storica



Temperature medie annue dal 1989 al 2020 in ordine crescente (in rosa il dato 2020)

I test statistici indicano un trend significativo in aumento, che si stima rispettivamente di **+0.4°C**, **+0.6°C** e **+0.50°C** per decade (intervallo di confidenza 95%) per le temperature minime, medie e massime. L'aumento di temperatura stagionale evidenzia un aumento maggiore in estate e autunno rispetto all'inverno ed alla primavera.

Mann-Kendall Test su T medie annue

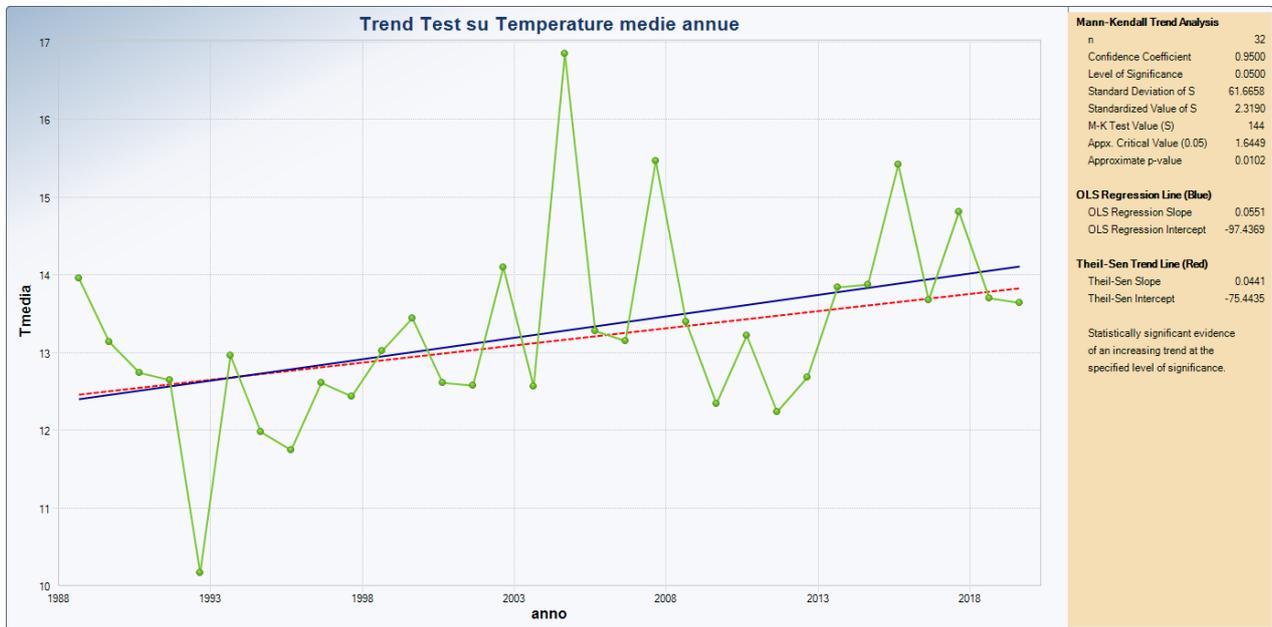
M-K Test Value (S)	144
Critical Value (0.05)	1.645
Standard Deviation of S	61.67
Standardized Value of S	2.319
Approximate p-value	0.0102

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

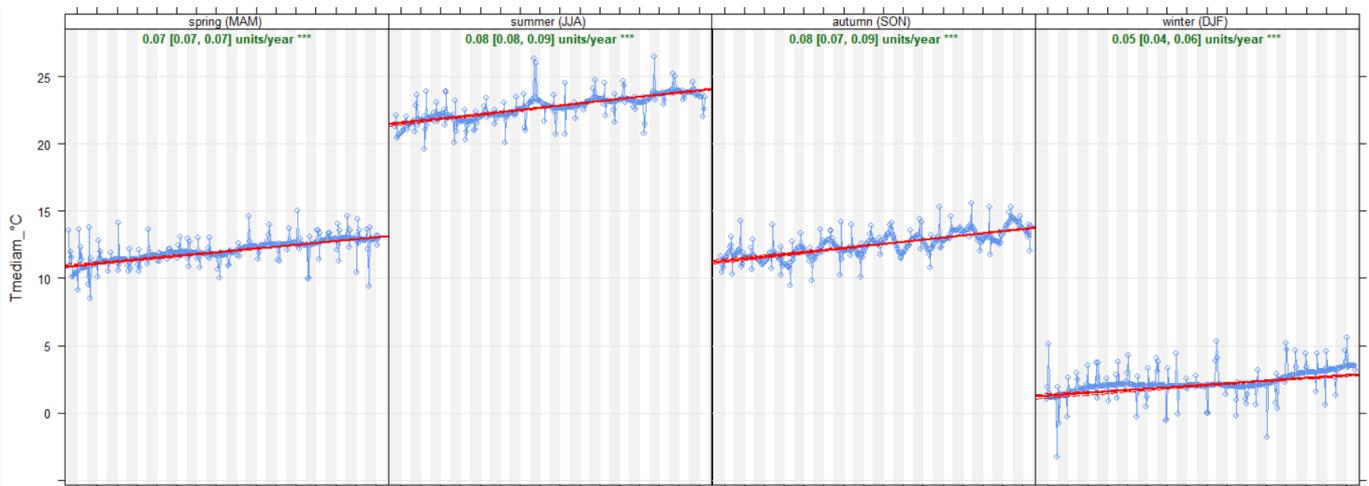
Mann-Kendall Test per Tmax mensili

M-K Test Value (S)	153
Critical Value (0.05)	1.645
Standard Deviation of S	61.61
Standardized Value of S	2.467
Approximate p-value	0.00681

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

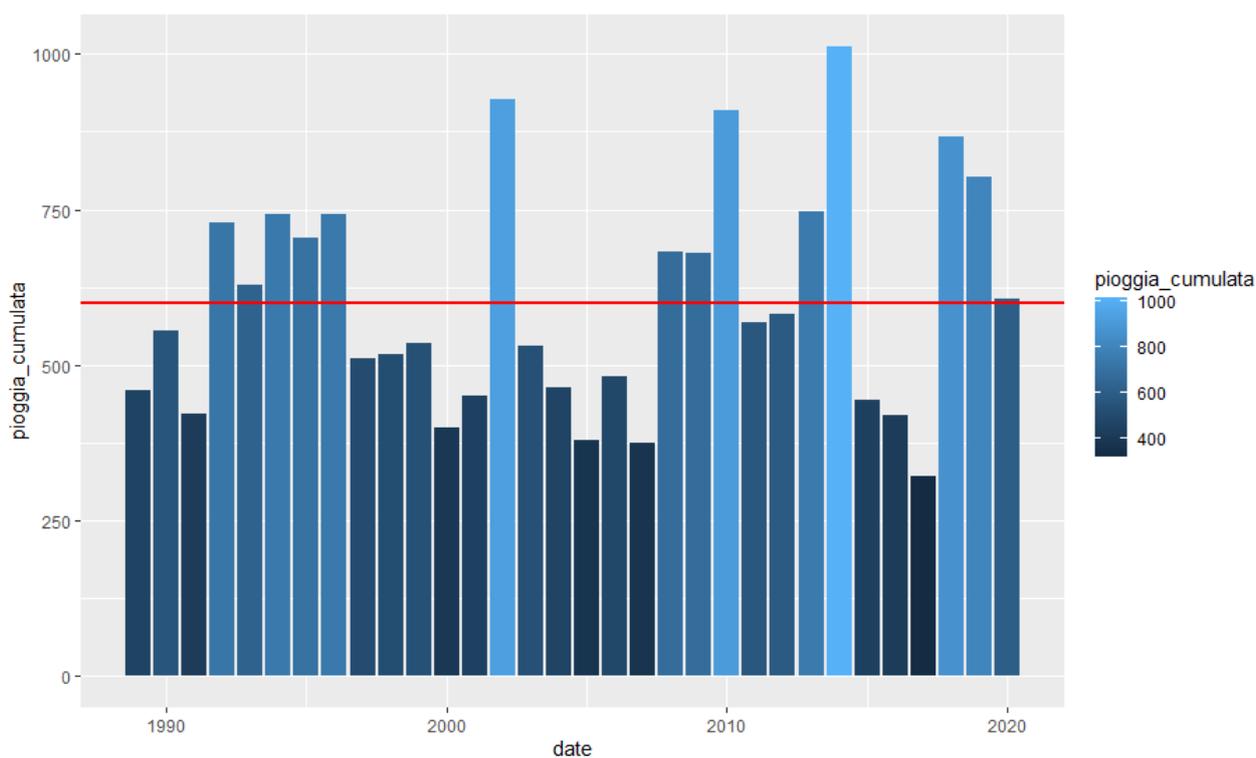


Trend test di Mann-Kendall e Theil_Sen per le temperature medie annue ad Alessandria



Trend test di Theil_Sen per le temperature medie annue ad Alessandria suddiviso per stagione

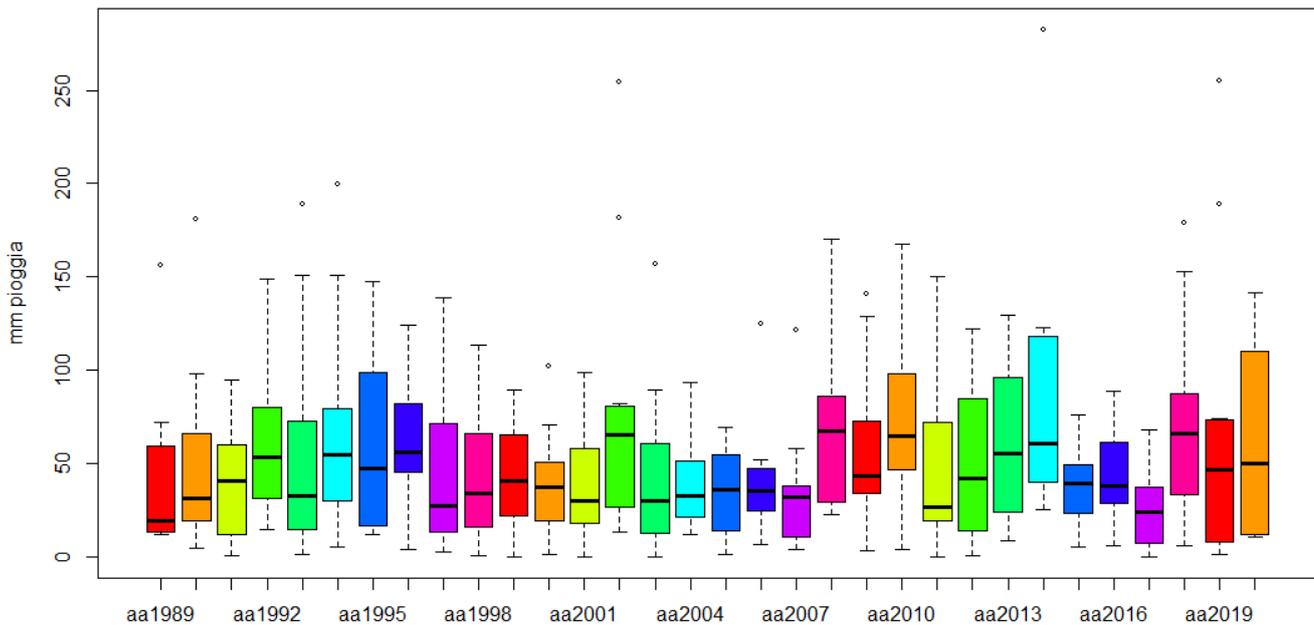
Le precipitazioni nel 2020 sono state nella media anche se inferiori al 2019. La pioggia cumulata nell'anno è stata di 606mm. La piovosità si è concentrata nei mesi di ottobre, dicembre e agosto, mesi in cui ha piovuto complessivamente più della metà della pioggia cumulata dell'anno e superiore al quantitativo di pioggia caduta nel 2017. Si segnala la assenza di pioggia per ben 2 mesi consecutivi, marzo e aprile che hanno fatto seguito ad un gennaio e febbraio di precipitazioni assai scarse. La serie storica mostra come nell'ultimo decennio la piovosità sia stata mediamente superiore al quella del decennio precedente, risultato particolarmente siccitoso.



Pioggia cumulata annua dal 1989 al 2020 – la linea rossa indica la media del periodo

I grafici sotto mostrano come ci sia una tendenza all'aumento delle piogge consistenti e concentrate ed agli eventi di estrema intensità: infatti aumentano di valore gli outlier dei box plot delle piogge cumulate mensili ed aumenta la forbice tra i massimi ed i minimi di pioggia cumulata annua, ovvero gli andamenti delle piogge presentano oscillazioni maggiori con alternanza di periodi molto secchi a periodi molto piovosi sia nei mesi dell'anno che tra un anno e l'altro.

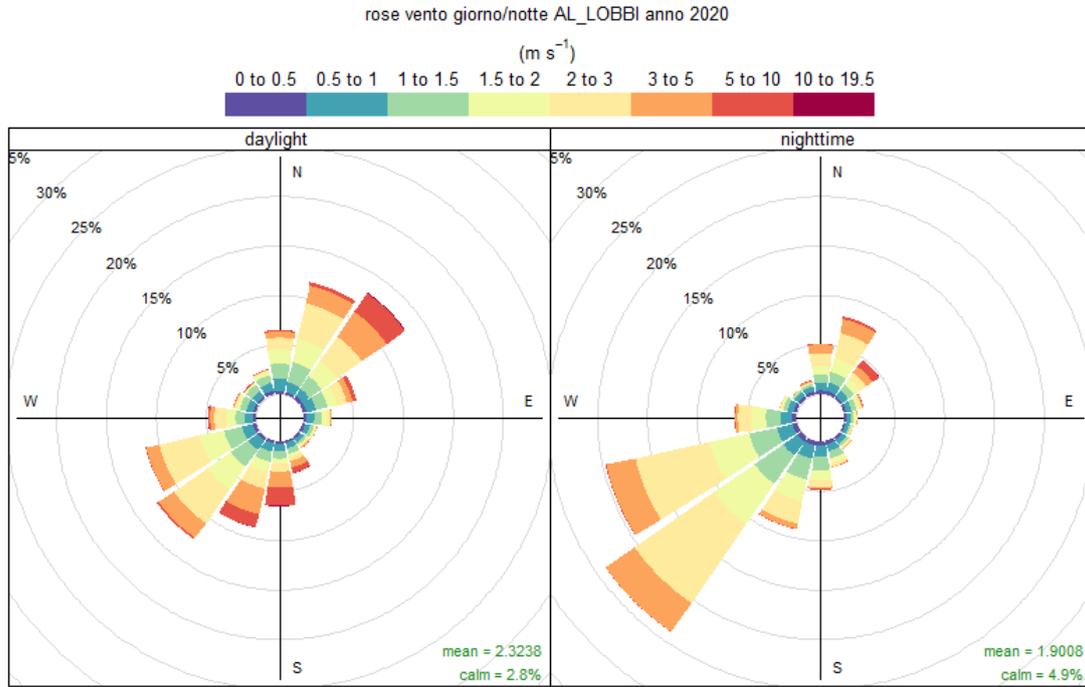
pioggia mensile per anno



ANNO E PIOGGIA CUMULATA

2014, 1012.8	2018, 867.8	1994, 742.8	2008, 681.4	2012, 581.6	2011, 568.6	1990, 555.6	1999, 535.8
2002, 927.2	2019, 802	1996, 742	2009, 680.6	2003, 530	2006, 480.8	2004, 463.6	1989, 458.8
2010, 909.8	2013, 747.2	1992, 727.8	1993, 629.4	1998, 516.8	2001, 450.8	1991, 420.6	2016, 420
		1995, 705	2020, 606.2	1997, 509.8	2015, 444.4	2000, 399.8	2007, 375.4
						2005, 378.6	2017, 321.8

L'area 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 2020.



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	Average Exposure Indicator (AEI) ^(a) in 2015 (2013-2015 average)
		Exposure concentration obligation: 20 µg/m ³	
		National Exposure reduction target: 0-20 % reduction in exposure	
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: ^(a) 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 2020

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*	C6H6	Attività industriali, traffico autoveicolare
Biossido di zolfo*	SO2	Attività industriali, centrali di potenza
Biossido di azoto*/**	NO2	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**	O3	Non ci sono significative sorgenti di emissione antropiche in atmosfera
Particolato atmosferico */**	PM10	È prodotto da combustioni, per azioni di tipo meccaniche (erosione, attrito, ecc.), da processi chimico-fisici che avvengono in atmosfera a partire da precursori anche in fase gassosa.

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

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

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

Ossidi di azoto (NO e NO2)

Gli ossidi di azoto (nel complesso indicati anche come NOx) 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 NOx 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, detersivi, 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.

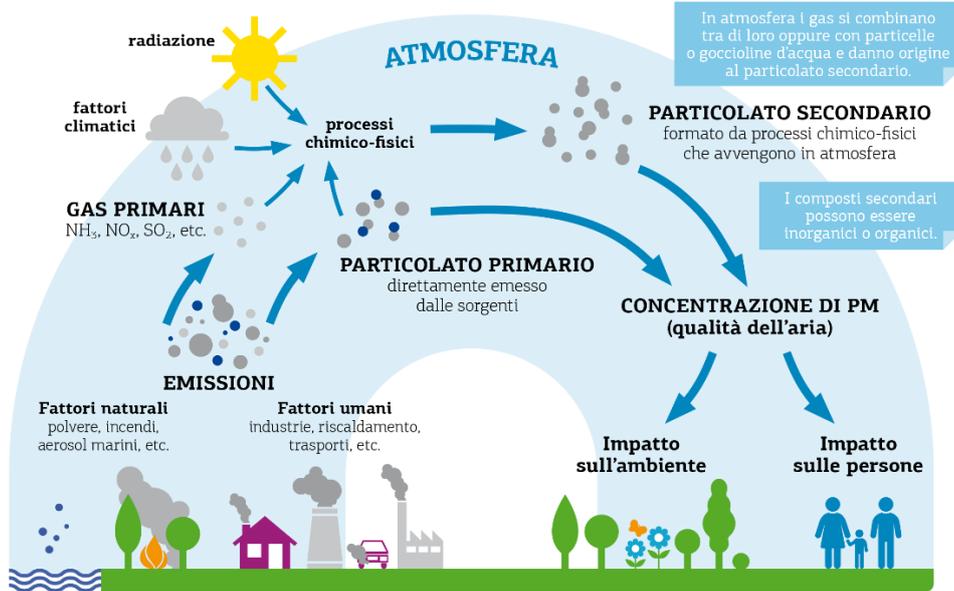
Particolato atmosferico aerodisperso

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 risollevarsi di polvere del suolo, incendi, pollini, spray marino, eruzioni vulcaniche; le sorgenti antropiche si possono ricondurre principalmente a processi di combustione (traffico autoveicolare, uso di combustibili, emissioni industriali); non vanno tuttavia trascurati i fenomeni di risospensione causati dalla circolazione dei veicoli, le attività di cantiere e alcune attività agricole. Nelle aree urbane il materiale particolato di origine antropica può avere origine da lavorazioni industriali (cantieri edili, fonderie, cementifici), dal traffico (usura dell'asfalto, dei pneumatici, dei freni e delle frizioni, emissioni di scarico degli autoveicoli), dal riscaldamento, dalle attività agricole e dalla produzione di energia elettrica.

Le polveri fini e ultrafini si formano in atmosfera (particolato secondario) anche da numerosi precursori tra cui ossidi di azoto, idrocarburi, inquinanti emessi dal settore agricolo e zootecnico, uso di solventi, etc. I principali gas precursori (ammoniaca, ossidi di zolfo e di azoto) reagiscono in atmosfera per formare sali di ammonio: questi composti formano nuove particelle nell'aria o condensano su quelle preesistenti e formano 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.

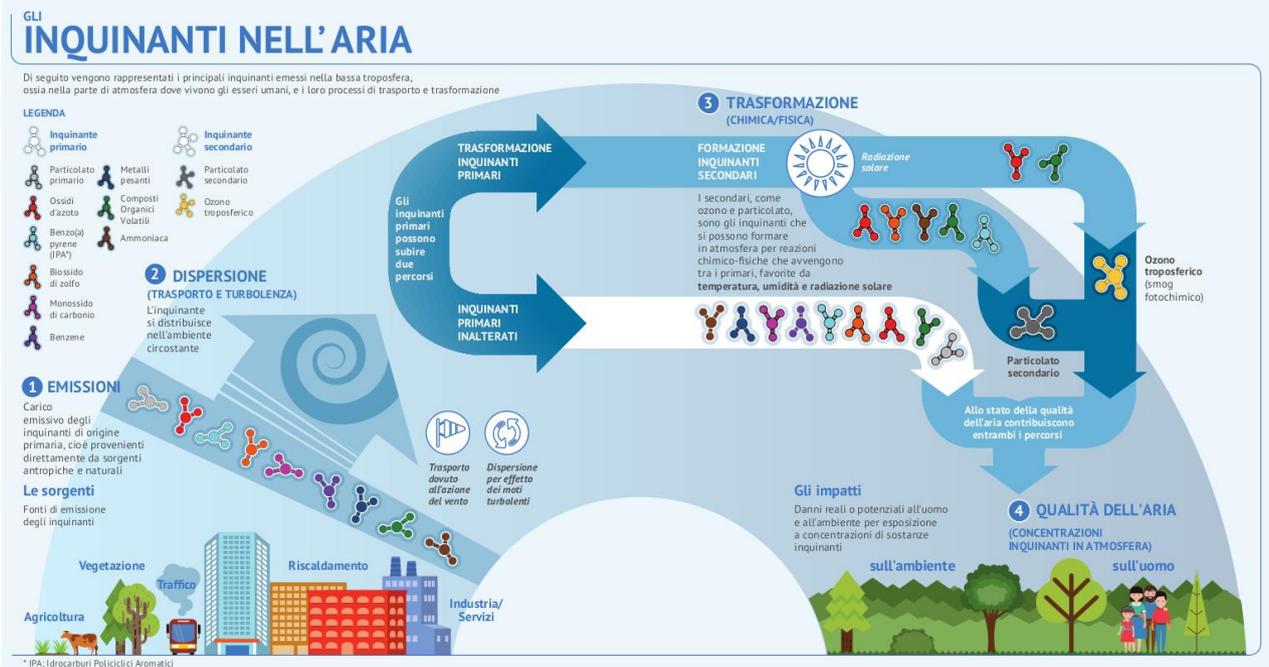
Il **particolato atmosferico** è un sistema disperso di particelle solide e liquide che si trovano in sospensione in atmosfera (aerosol). Può essere primario o secondario



Fonte: https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/educazione_alla_sostenibilita/azioni-educative/leggere-i-dati-e-farne-buon-uso/aria/i-fattori-che-influiscono-sulla-qualita-dellaria

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.



Fonte: https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/educazione_alla_sostenibilita/azioni-educative/leggere-i-dati-e-farne-buon-uso/allegati-leggere-i-dati-e-farne-buon-uso/aria_inquinanti-dellaria.png

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	2018	2019	2020
NO₂ (µg/m³)			
Media dei massimi giornalieri	44	44	34
Media dei valori orari (limite =40 µg/m ³)	24	25	20
Percentuale ore valide	97%	94%	96%
N° di superamenti livello orario protezione della salute (200)	0	0	0
PM₁₀ (µg/m³)			
Massima media giornaliera	104	107	101
Media delle medie giornaliere (limite =40 µg/m ³)	32	29	30
Percentuale giorni validi	97%	99%	96%
N° di superamenti livello giornaliero protezione della salute (max 35 superamenti)	40	50	54
Data del 35° superamento livello giornaliero protezione della salute (50)	15-dic	23-mar	23-feb
PM_{2.5} (µg/m³)			
Massima media giornaliera	88	78	91
Media delle medie giornaliere (limite =25 µg/m ³)	22	20	21
Percentuale giorni validi	100%	99%	98%
Ozono (µg/m³)			
Media delle medie 8 ore	50	50	48
Massimo medie 8 ore	175	216	159
Percentuale ore valide	93%	94%	96%
N° superamenti livello protezione della salute su medie 8h (120)	469	347	265
N° di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)	77	57	54
N° di superamenti livello informazione (180)	5	6	0
N° di superamenti livello allarme (240 per 3 ore consecutive)	0	0	0
Benzo(a)pirene nel PM₁₀ (ng/m³)			
Massima Media mensile	1.4	0.4	2.1
Media annua (limite =1 ng/m ³)	0.3	0.2	0.4
Percentuale giorni validi	100%	99%	98%
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%	98%
Cadmio nel PM₁₀ (ng/m³)			
Massima Media mensile	0.2	0.2	0.4
Media annua (limite =5 ng/m ³)	0.1	0.1	0.1
Percentuale giorni validi	100%	99%	98%
Nichel nel PM₁₀ (ng/m³)			
Massima Media mensile	2.8	5.9	14
Media annua (limite =20 ng/m ³)	2.0	3.1	3.1
Percentuale giorni validi	100%	99%	98%
Piombo nel PM₁₀ (ng/m³)			
Massima Media mensile	11	12	14
Media annua (limite =500 ng/m ³)	5.0	5.0	4.0
Percentuale giorni validi	100%	99%	98%

Stazione di monitoraggio: Alessandria D'ANNUNZIO	2018	2019	2020
Benzene (µg/m³)			
Media dei massimi giornalieri	1.7	1.7	1.6
Media dei valori orari (limite =5 µg/m ³)	1.0	0.9	1.0
Percentuale ore valide	95%	92%	87%*
NO₂ (µg/m³)			
Media dei massimi giornalieri	58	60	58
Media dei valori orari	31	32	32
Percentuale ore valide	95%	88%	86%
N° di superamenti livello orario protezione della salute (200)	0	0	0
PM₁₀ (µg/m³)			
Massima media giornaliera	103	124	104
Media delle medie giornaliere (limite =40 µg/m ³)	37	35	33
Percentuale giorni validi	99%	98%	96%
N° di superamenti livello giornaliero protezione della salute (max 35 superamenti)	59	66	65
Data del 35° superamento livello giornaliero protezione della salute (50)	17-ott	15-feb	19-mar
Benzo(a)pirene nel PM₁₀ (ng/m³)			
Massima Media mensile	1.5	1.9	1.8
Media annua (limite =1 ng/m ³)	0.4	0.4	0.4
Percentuale giorni validi	99%	98%	97%
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	99%	98%	97%
Cadmio nel PM₁₀ (ng/m³)			
Massima Media mensile	0.2	0.2	0.3
Media annua (limite =5 ng/m ³)	0.1	0.1	0.1
Percentuale giorni validi	99%	98%	97%
Nichel nel PM₁₀ (ng/m³)			
Massima Media mensile	4.8	9.6	7.0
Media annua (limite =20 ng/m ³)	3.0	4.2	3.3
Percentuale giorni validi	99%	98%	97%
Piombo nel PM₁₀ (ng/m³)			
Massima Media mensile	11	11	10
Media annua (limite =500 ng/m ³)	5.0	5.0	4.0
Percentuale giorni validi	95%	98%	97%

* DATI INFERIORI AL 90% - RISULTATI PARZIALI

Stazione di monitoraggio: TORTONA	2018	2019	2020
NO₂ (µg/m³)			
Media dei massimi giornalieri	51	55	45
Media dei valori orari (limite =40 µg/m ³)	28	29	24
Percentuale ore valide	96%	95%	96%
N° di superamenti livello orario protezione della salute (200)	0	0	0
PM₁₀ (µg/m³)			
Massima media giornaliera	112		
Media delle medie giornaliere (limite =40 µg/m ³)	28		
Percentuale giorni validi	88%*		
N° di superamenti livello giornaliero protezione della salute (max 35 superamenti)	30	Dati < 90%	Dati < 90%
Data del 35° superamento livello giornaliero protezione della salute (50)	--		

* DATI PM₁₀ INFERIORI AL 90% - RISULTATI PARZIALI

Stazione di monitoraggio: CASALE M.TO	2018	2019	2020
Benzene (µg/m³)			
Media dei massimi giornalieri	1.5	1.6	1.6
Media dei valori orari (limite =5 µg/m ³)	0.8	0.8	0.8
Percentuale ore valide	96%	88%*	86%*
NO₂ (µg/m³)			
Media dei massimi giornalieri	48	47	36
Media dei valori orari (limite =40 µg/m ³)	25	24	21
Percentuale ore valide	91%	96%	87%*
N° di superamenti livello orario protezione della salute (200)	0	0	0
PM₁₀ (µg/m³)			
Massima media giornaliera	99		
Media delle medie giornaliere (limite =40 µg/m ³)	28		
Percentuale giorni validi	86%*		
N° di superamenti livello giornaliero protezione della salute (max 35 superamenti)	26	Dati < 90%	Dati < 90%
Data del 35° superamento livello giornaliero protezione della salute (50)	--		

* DATI INFERIORI AL 90% - RISULTATI PARZIALI

Stazione di monitoraggio: NOVI LIGURE	2018	2019	2020
NO₂ (µg/m³)			
Media dei massimi giornalieri	57	52	41
Media dei valori orari (limite =40 µg/m ³)	30	30	23
Percentuale ore valide	99%	95%	99%
N° di superamenti livello orario protezione della salute (200)	0	0	0
PM₁₀ (µg/m³)			
Massima media giornaliera	105	90	99
Media delle medie giornaliere (limite =40 µg/m ³)	31	27	27
Percentuale giorni validi	100%	99%	99%
N° di superamenti livello giornaliero protezione della salute (max 35 superamenti)	42	33	42
Data del 35° superamento livello giornaliero protezione della salute (50)	06-dic	--	16-nov

Stazione di monitoraggio: ARQUATA SCRIVIA	2018	2019	2020
SO₂ (µg/m³)			
Max media oraria	56	114	150
Media dei valori orari	8	9	8
Percentuale ore valide	97%	85%	95%
N° di superamenti livello orario protezione della salute (350)	0	0	0
PM₁₀ (µg/m³)			
Massima media giornaliera	102	93	100
Media delle medie giornaliere (limite =40 µg/m ³)	29	25	26
Percentuale giorni validi	100%	98%	95%
N° di superamenti livello giornaliero protezione della salute (max 35 superamenti)	35	22	31
Data del 35° superamento livello giornaliero protezione della salute (50)	27-dic	--	--
Benzo(a)pirene nel PM₁₀ (ng/m³)			
Massima Media mensile	1.4	1.6	1.4
Media annua (limite =1 ng/m ³)	0.3	0.4	0.3
Percentuale giorni validi	100%	98%	96%

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%	98%	96%
Cadmio nel PM10 (ng/m3)			
Massima Media mensile	0.2	0.2	0.2
Media annua (limite =5 ng/m3)	0.1	0.1	0.1
Percentuale giorni validi	100%	98%	96%
Nichel nel PM10 (ng/m3)			
Massima Media mensile	2.8	2.9	8.0
Media annua (limite =20 ng/m3)	2.0	1.8	2.3
Percentuale giorni validi	100%	98%	96%
Piombo nel PM10 (ng/m3)			
Massima Media mensile	11	7	10
Media annua (limite =500 ng/m3)	5.0	3.0	3.0
Percentuale giorni validi	100%	98%	96%

Stazione di monitoraggio: DERNICE	2018	2019	2020
NO₂ (µg/m³)			
Media dei massimi giornalieri	17	16	15
Media dei valori orari (limite =40 µg/m3)	11	9	9
Percentuale ore valide	92%	97%	94%
N° di superamenti livello orario protezione della salute (200)	0	0	0
PM₁₀ (µg/m³)			
Massima media giornaliera	51	71	53
Media delle medie giornaliere (limite =40 µg/m3)	15	12	12
Percentuale giorni validi	100%	98%	100%
N° di superamenti livello giornaliero protezione della salute (max 35 superamenti)	1	3	1
Data del 35° superamento livello giornaliero protezione della salute (50)	--	--	--
PM_{2.5} (µg/m³)			
Massima media giornaliera	41	60	43
Media delle medie giornaliere (limite =25 µg/m3)	11	9	9
Percentuale giorni validi	96%	99%	92%
Ozono (µg/m3)			
Media delle medie 8 ore	159	198	83
Massimo medie 8 ore	77	82	159
Percentuale ore valide	93%	96%	94%
N° superamenti livello protezione della salute su medie 8h (120)	513	596	739
N° di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)	54	61	79
N° di superamenti livello informazione (180)	0	10	0
N° di superamenti livello allarme (240 per 3 ore consecutive)	0	0	0
Benzo(a)pirene nel PM10 (ng/m3)			
Massima Media mensile	1.5	0.7	0.1
Media annua (limite =1 ng/m3)	0.4	0.1	0.0
Percentuale giorni validi	99%	98%	100%
Arsenico nel PM10 (ng/m3)			
Massima Media mensile	0.8	0.8	0.8
Media annua (limite =6 ng/m3)	0.7	0.7	0.6
Percentuale giorni validi	99%	98%	100%

Cadmio nel PM10 (ng/m3)			
Massima Media mensile	0.2	0.1	0.1
Media annua (limite =5 ng/m3)	0.1	0.1	0.1
Percentuale giorni validi	99%	98%	100%
Nichel nel PM10 (ng/m3)			
Massima Media mensile	4.8	4.8	1.9
Media annua (limite =20 ng/m3)	3.0	1.2	0.9
Percentuale giorni validi	99%	98%	100%
Piombo nel PM10 (ng/m3)			
Massima Media mensile	11	3	3
Media annua (limite =500 ng/m3)	5.0	2.0	1.0
Percentuale giorni validi	99%	98%	100%

VALORI DI RANGE							
Parametro	Tipo di media	Unità di misura	Molto buona	Buona	Moderatamente Buona	Moderatamente Insalubre	Insalubre
Biossido di Zolfo (SO2)	oraria	microgrammi / metro cubo	<140	140-210	210-350	350-500	>500
Biossido di Zolfo (SO2)	giornaliera	microgrammi / metro cubo	<50	50-75	75-125	125-150	>150
Monossido di Carbonio (CO)	8 ore	milligrammi / metro cubo	<5	5-7	7-10	10-16	>16
Biossido di Azoto (NO2)	oraria	microgrammi / metro cubo	<100	100-140	140-200	200-300	>300
Biossido di Azoto (NO2)	annuale oraria	microgrammi / metro cubo	<26	26-32	32-40	40-60	>60
Benzene	annuale oraria	microgrammi / metro cubo	<2.0	2.0-3.5	3.5-5.0	5.0-10.0	>10.0
PM10 - Basso Volume	giornaliera	microgrammi / metro cubo	<20	20-30	30-50	50-75	>75
PM10 - Basso Volume	annuale giornaliera	microgrammi / metro cubo	<10	10-20	20-40	40-48	>48
Ozono (O3)	oraria	microgrammi / metro cubo	<90	90-180	180-210	210-240	>240
Ozono (O3)	8 ore	microgrammi / metro cubo	<60	60-120	120-180	180-240	>240
PM10 - Beta	giornaliera	microgrammi / metro cubo	<20	20-30	30-50	50-75	>75
PM10 - Beta	annuale giornaliera	microgrammi / metro cubo	<10	10-20	20-40	40-48	>48

5.2 POLVERI PM10 E PM2.5

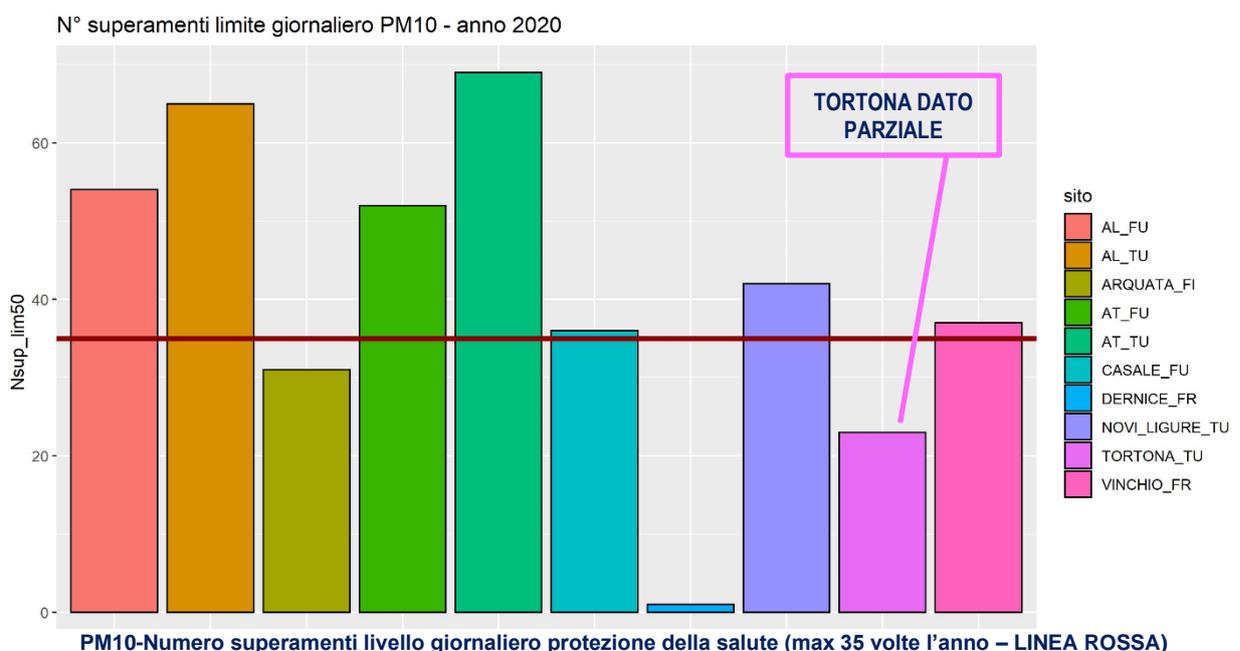
L'anno che si è appena concluso si è caratterizzato per concentrazioni di polveri in linea con quanto registrato negli ultimi anni in tutte le stazioni. **Si evidenziano valori medi annuali al di sotto del valore limite di 40microgrammi/m³ per tutte le stazioni della rete ed un numero di superamenti del valore limite giornaliero ancora superiore al limite di legge per i maggiori centri urbani:** Alessandria, Novi Ligure, Tortona⁶, Casale Monferrato⁷. Anche i superamenti del limite giornaliero fanno però registrare una tendenza alla diminuzione negli ultimi anni. L'anno 2020 è stato un anno anomalo per via dei ripetuti blocchi delle attività a causa della pandemia da SARS-CoV-2 che hanno influito, soprattutto nella prima parte dell'anno, sulla riduzione degli inquinanti (si veda l'approfondimento "qualità dell'aria durante il periodo di pandemia" al par.7.4).

Il limite giornaliero di 50microgrammi/m³ sulle polveri PM10

Il limite giornaliero per le PM10 di 50microgrammi/m³ da non superarsi per più di 35 volte l'anno è stato superato solo nelle stazioni urbane di Alessandria, Novi Ligure ed Asti. A Dornice e Arquata il limite risulta rispettato: questo risultato è importante visto che il limite giornaliero è quello più difficile da rispettare. Si conferma dunque una tendenza al miglioramento negli anni comune a tutto il contesto piemontese. Nel miglioramento hanno giocato in parte anche le piogge intense occorse negli ultimi tre anni, in ogni caso, anche escludendo l'effetto delle piogge, i valori sono in diminuzione (si veda l'analisi delle serie storiche al par.7.1).

I dati di Casale Monferrato e Tortona sono parziali in quanto ripetuti fermi strumentali non hanno permesso di avere un numero sufficiente di dati per una valutazione completa sull'anno.

Il grafico sotto illustra il numero di superamenti del limite giornaliero di 50microgrammi/m³ registrati nel 2020. **Il numero massimo di superamenti ammessi è di 35 in un anno.** I dati evidenziano decise differenze a livello urbano tra aree trafficate e non: le zone urbane interessate da traffico intenso (stazioni TU) hanno un numero di superamenti del limite giornaliero circa il 30% in più rispetto alle zone residenziali meno trafficate (stazioni FU), mentre quelle rurali (Dornice-FR) sono inferiori anche del 80% rispetto alle aree urbane.

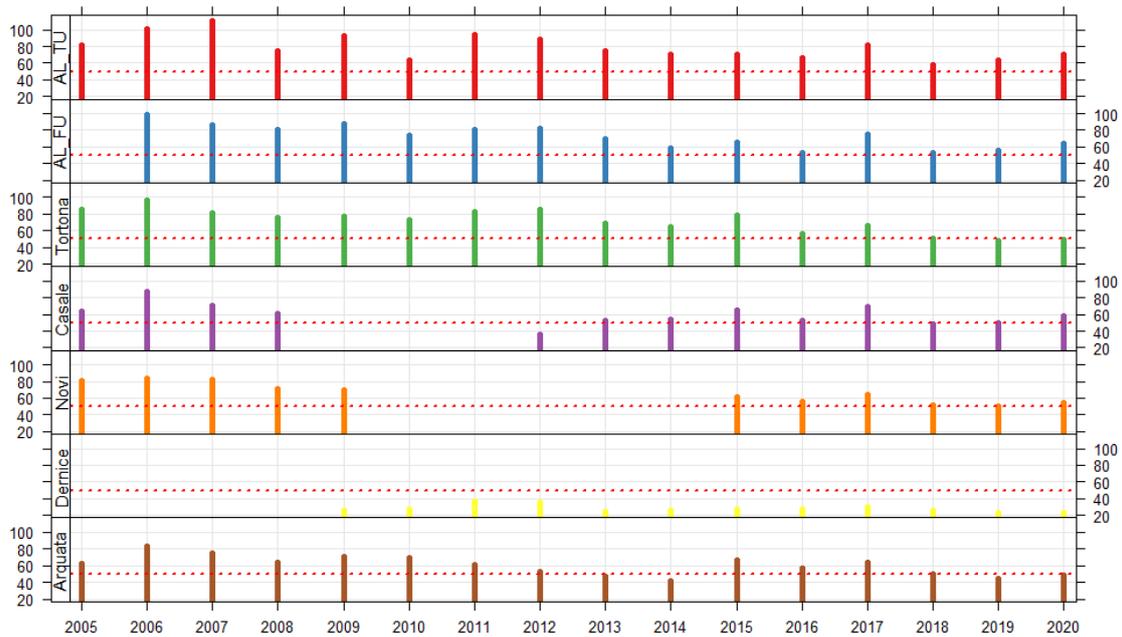


⁶ Sulla base di stime modellistiche in assenza di dati di misura sufficienti

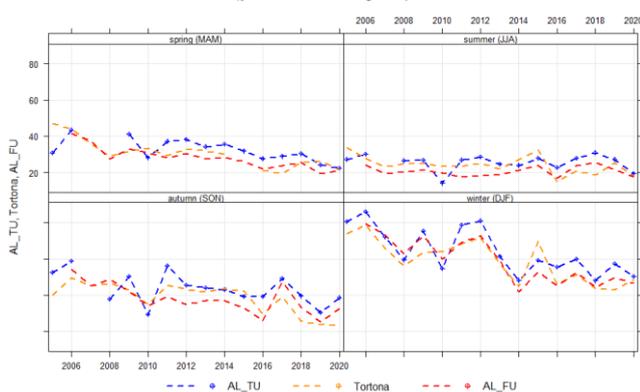
⁷ Sulla base di stime modellistiche in assenza di dati di misura sufficienti

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. **Negli ultimi anni si registra un segnale positivo con un numero inferiore di superamenti e superamenti di minore entità rispetto al passato in tutte le stazioni.** (Per l'analisi dei trend delle serie storiche si rimanda al paragrafo 7.1.) Dai grafici in particolare **risulta evidente il decremento del numero di superamenti del limite giornaliero dal 2011 in poi rispetto agli anni precedenti.** Considerando gli andamenti stagionali per anno si nota come le diminuzioni delle polveri sottili si registrino in misura nettamente maggiore in inverno, seguito da autunno e primavera in tutta la provincia, segno che le politiche di risanamento stanno avendo il loro effetto.

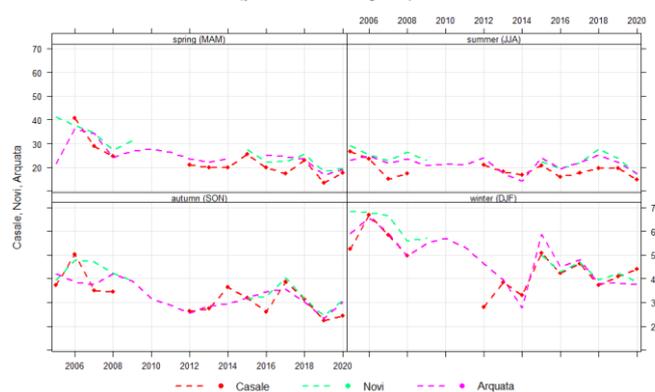
90.4°percentile dei valori giornalieri di PM₁₀



PM₁₀ andamenti medie stagionali per anno



PM₁₀ andamenti medie stagionali per anno



I CALENDAR PLOT delle medie giornaliere di polveri PM10

I “calendar plot” 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 2020 (caselle in arancio) e del valore di 75microgrammi/m³ (caselle in rosso) corrispondente a 1.5 volte il limite di legge. Come si può notare, i mesi dove si concentrano i superamenti sono tipicamente quelli invernali: **i primi superamenti si registrano a ottobre e gli ultimi a marzo. 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.** 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’altro degli inquinanti che in inverno, invece, ristagnano al suolo. L’assenza del contributo del riscaldamento è il secondo fattore di diminuzione degli inquinanti in primavera/estate.

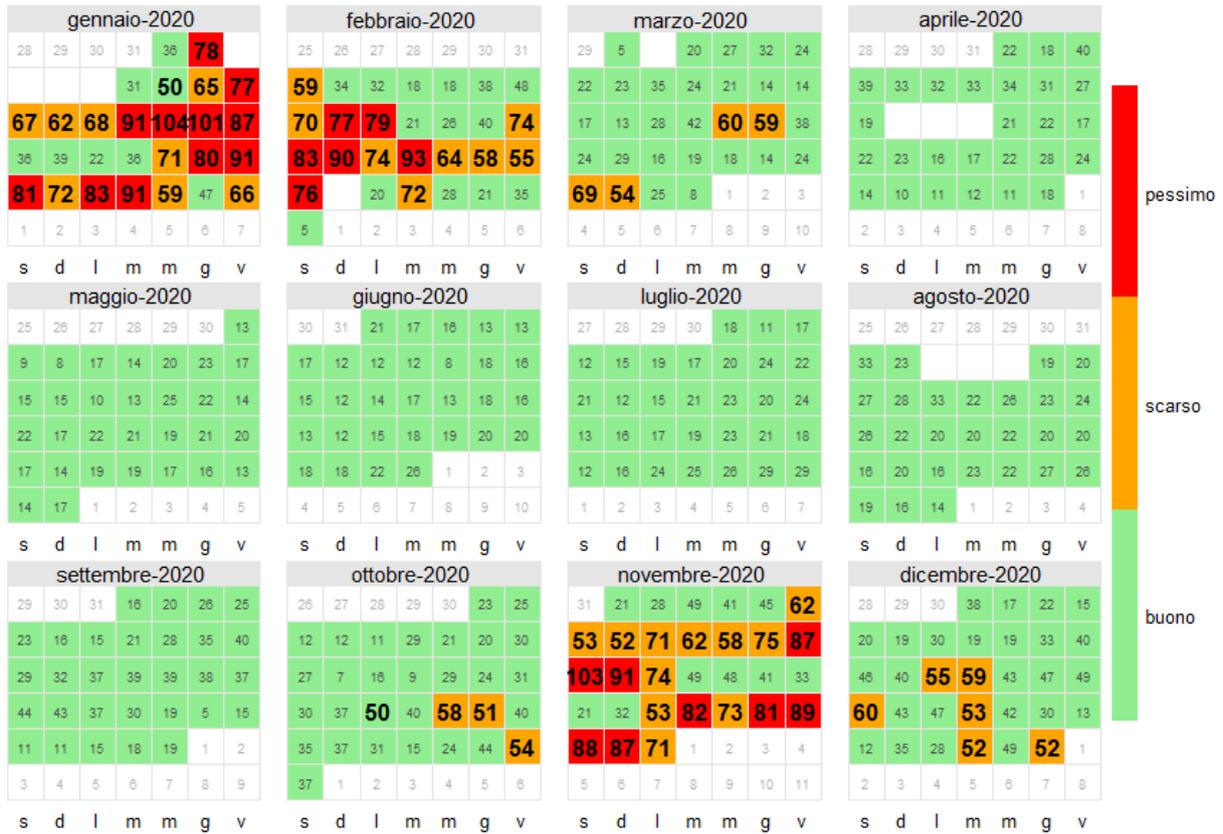
L’omogeneità sorprendente dei dati di concentrazione di polveri su stazioni anche distanti tra loro conferma il carattere ubiquitario e secondario delle polveri fini e ultra-fini che in gran parte si formano in atmosfera da altri inquinanti, anche gassosi, e tendono spontaneamente a diffondersi a notevoli 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.

Confrontando i dati, si nota che in Alessandria la stazione di fondo urbano fa registrare un numero simile di superamenti giornalieri rispetto alla stazione da traffico ma i superamenti sono di minore entità, a riprova che il traffico determina picchi di inquinamento sia come emissioni dirette dovute alla combustione (gas di scarico soprattutto diesel) e ad usura delle parti meccaniche e del fondo stradale (pneumatici, asfalto, freni, etc..), sia come contributo indiretto dovuto alle emissioni di ossidi di azoto precursori delle polveri. Il risollevarimento delle polveri depositate a terra per effetto del passaggio dei veicoli, inoltre, costituisce un ulteriore contributo alle concentrazioni di polveri sottili che sono dunque più elevate in prossimità di grandi arterie di traffico rispetto al restante contesto urbano. Riguardo i restanti comuni centri zona, Tortona è assimilabile ad Alessandria, Novi Ligure, Arquata Scrivia e Casale Monferrato fanno registrare un numero di superamenti inferiore ad Alessandria. Dernice, infine, si conferma un sito di fondo a livello regionale con ottima qualità dell’aria, grazie alla posizione remota in area scarsamente antropizzata ed alla quota di 600m circa che la pone spesso al di sopra della cappa di smog di pianura. Il cosiddetto “**strato di rimescolamento**” infatti, ovvero l’altezza della colonna d’aria a partire dal suolo che raggiunge il punto di prima inversione termica, costituisce una barriera 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. Per questo motivo gli inquinanti catturati al di sotto dello strato rimescolato tendono a distribuirsi orizzontalmente spostandosi anche per molti km dalla sorgente. In pianura lo **strato di rimescolamento** varia da poche centinaia di metri in inverno a 1000-2000m d’estate. Tale altezza varia anche tra giorno e notte determinando accumuli di inquinanti alla sera e al primo mattino soprattutto in inverno; tutto ciò fa sì che l’area raggiunta da inquinamento eccessivo riguardi 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.

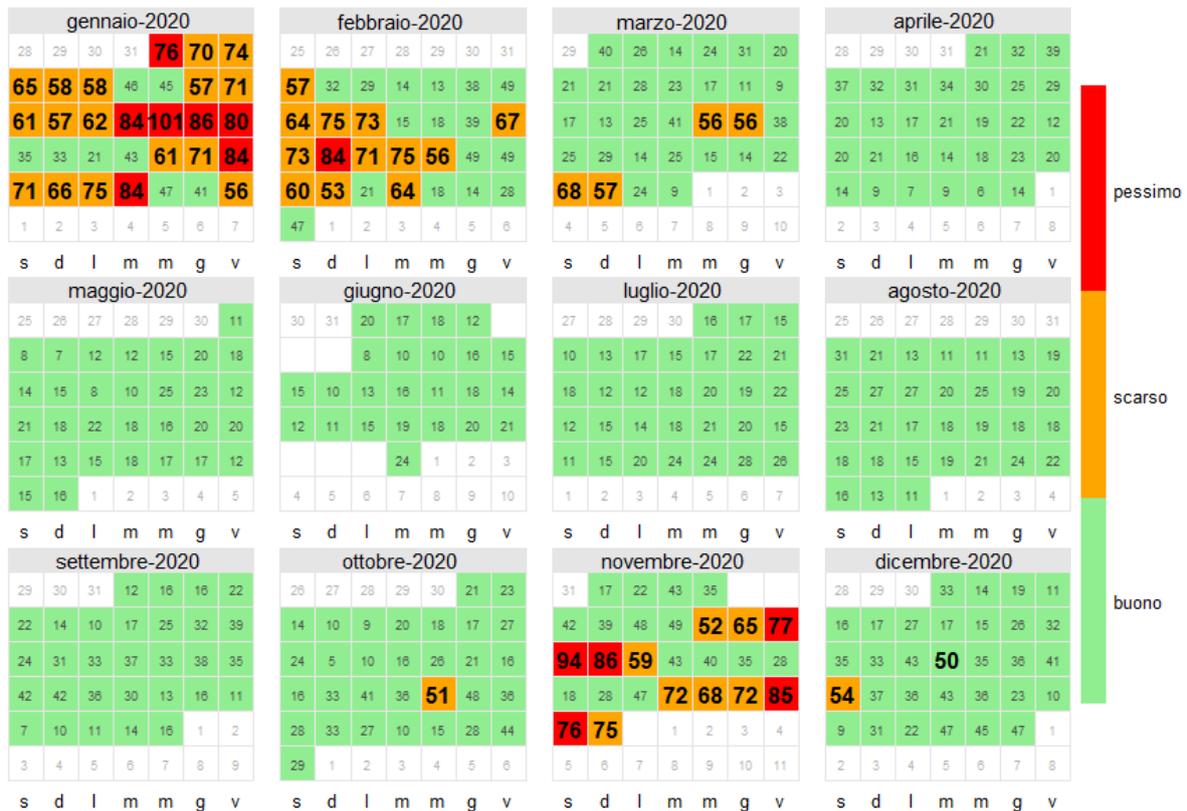
Da tenere in debita considerazione infine non solo il numero dei superamenti del limite giornaliero, ma anche l’entità di tali superamenti, che è rilevante ai fini della tutela della salute pubblica. Molteplici studi, infatti, alcuni dei quali condotti anche da Arpa Piemonte sul territorio regionale⁸, 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.

⁸ <http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/temi-ambientali/ambiente-e-salute/dipartimento-tematico/progetti-1/progetto-medhiss>

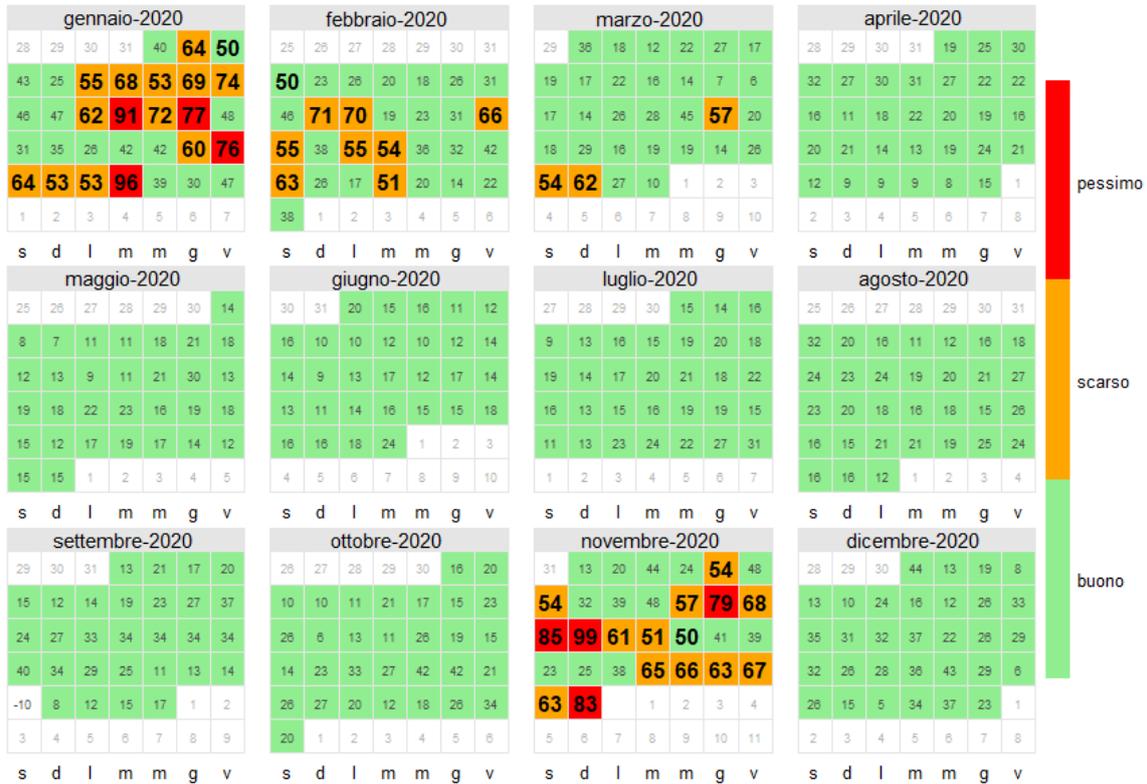
ALESSANDRIA STAZIONE D'ANNUNZIO (traffico urbano) ANNO 2020



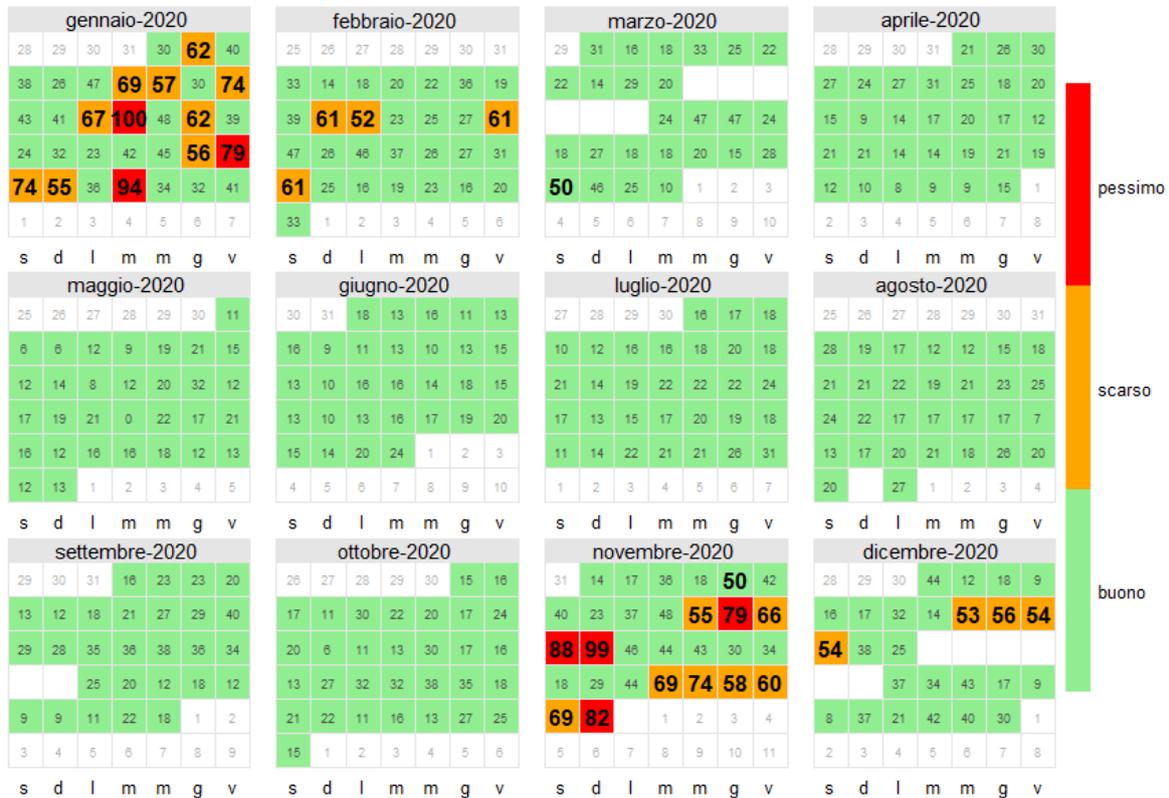
ALESSANDRIA STAZIONE VOLTA (fondo urbano) - ANNO 2020



NOVI LIGURE STAZIONE P.ZA GOBETTI (traffico urbano) – ANNO 2020

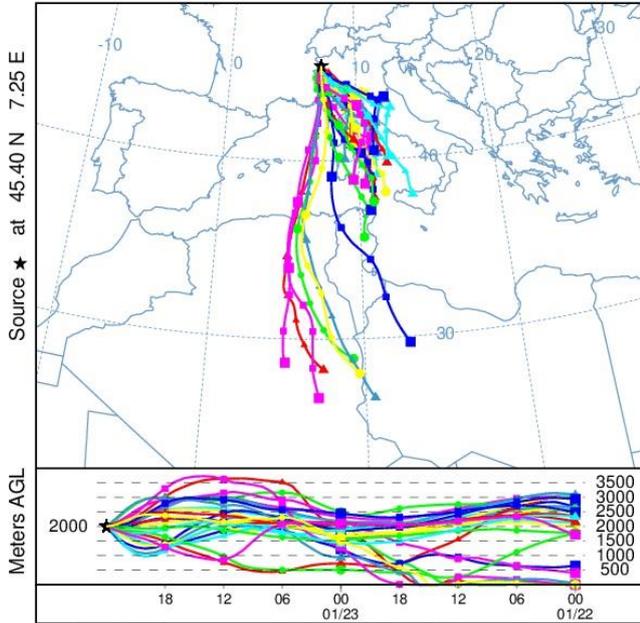


ARQUATA SCRIVIA STAZIONE VIA DON MINZONI (fondo industriale) – ANNO 2020



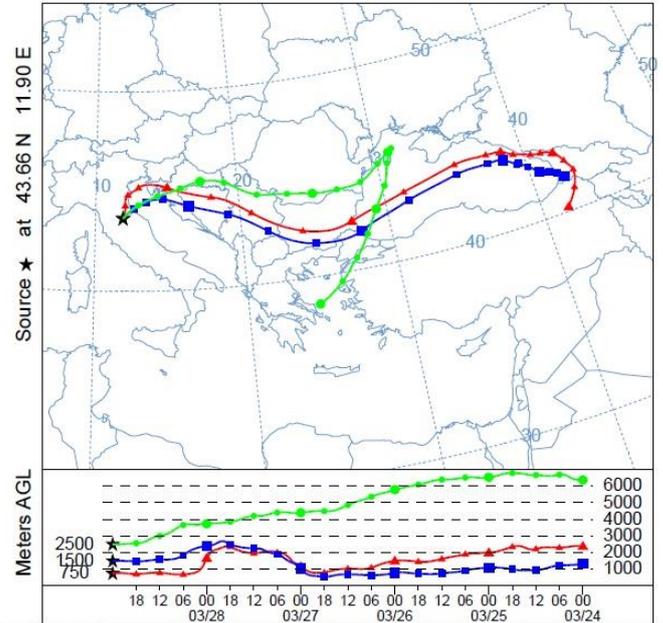
Traiettorie seguite dalle polveri sahariane a gennaio 2020

NOAA HYSPLIT MODEL
 Backward trajectories ending at 0000 UTC 24 Jan 20
 GDAS Meteorological Data



Traiettorie seguite dalle polveri asiatiche a marzo 2020

NOAA HYSPLIT MODEL
 Backward trajectories ending at 0000 UTC 29 Mar 20
 GDAS Meteorological Data



Analisi al microscopio dei filtri campionati durante fenomeni di dust e confronto con altri filtri

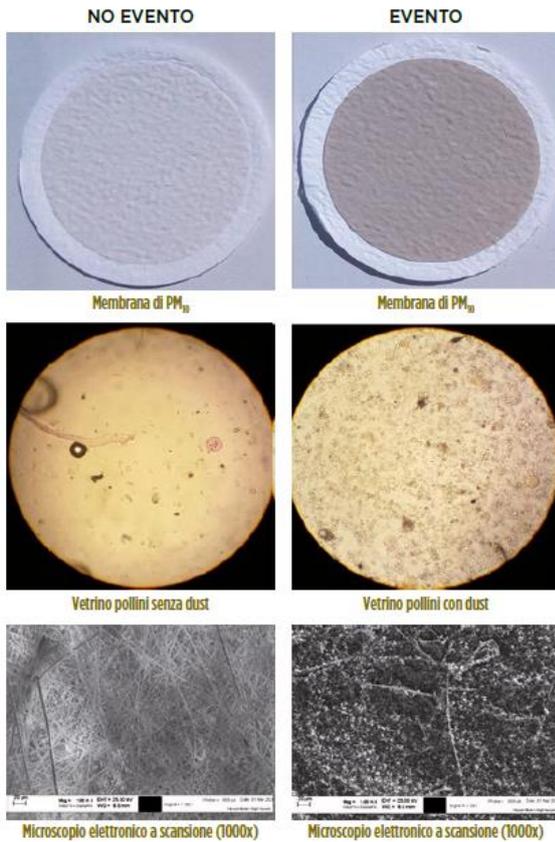
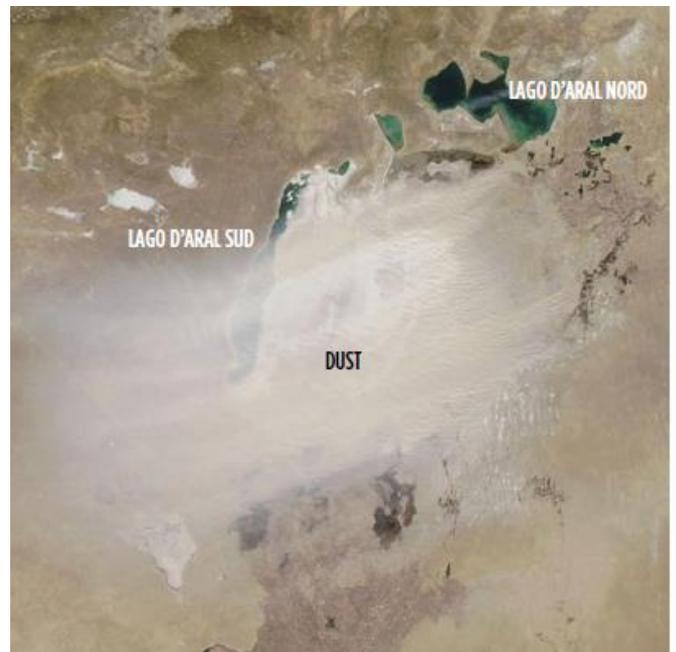
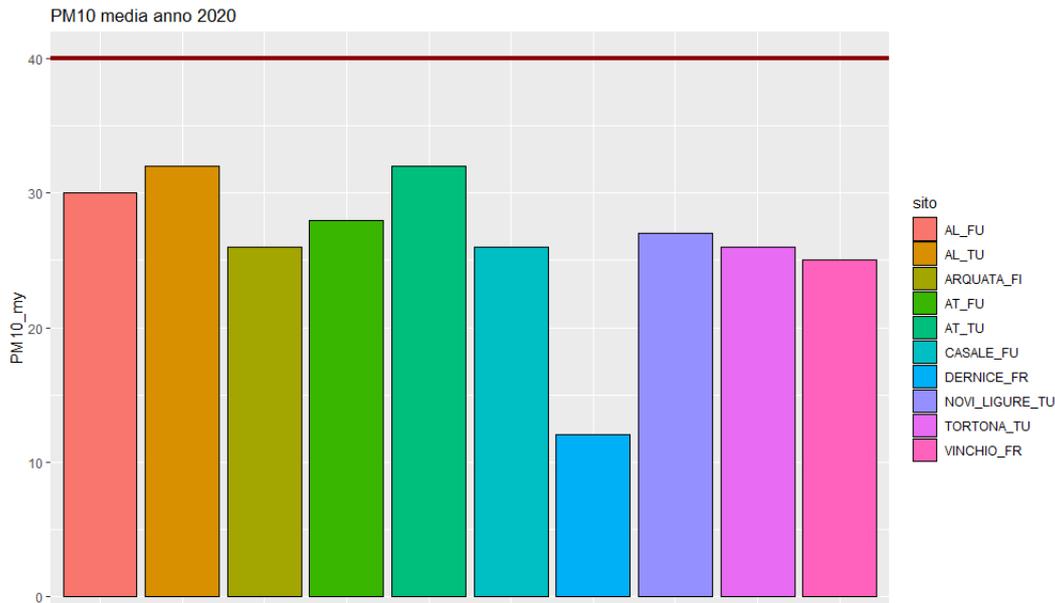


Immagine da satellite del 24 marzo



Il limite annuale di 40microgrammi/m³ sulle polveri Pm10

A livello provinciale nel 2020 **non è stato superato in nessuna stazione il valore limite della media annuale di PM10**. Nel grafico seguente vengono riassunte le concentrazioni medie annue rilevate nelle stazioni fisse presenti nella Provincia Astigiana e Alessandrina, ove è visibile il rispetto del valore limite annuale, pari a 40 µg/m³.

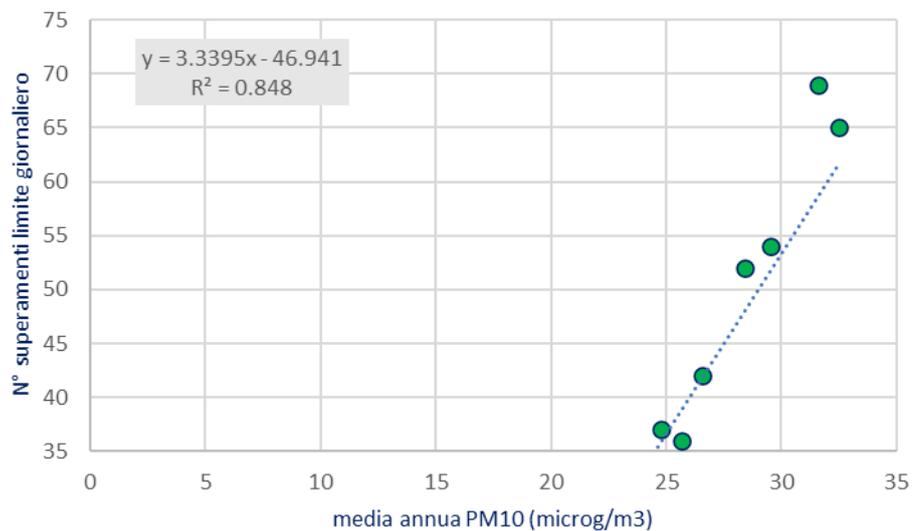


PM10-Concentrazioni medie annue stazioni provinciali Asti e Alessandria

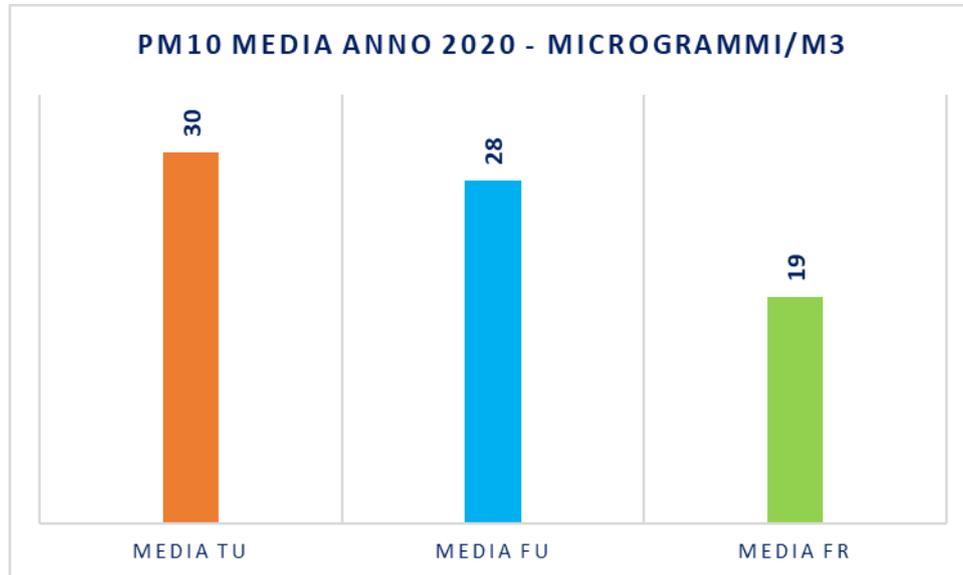
Il limite giornaliero e quello annuale di polveri PM10 sono in relazione fra di loro.

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 25 microgrammi/m³

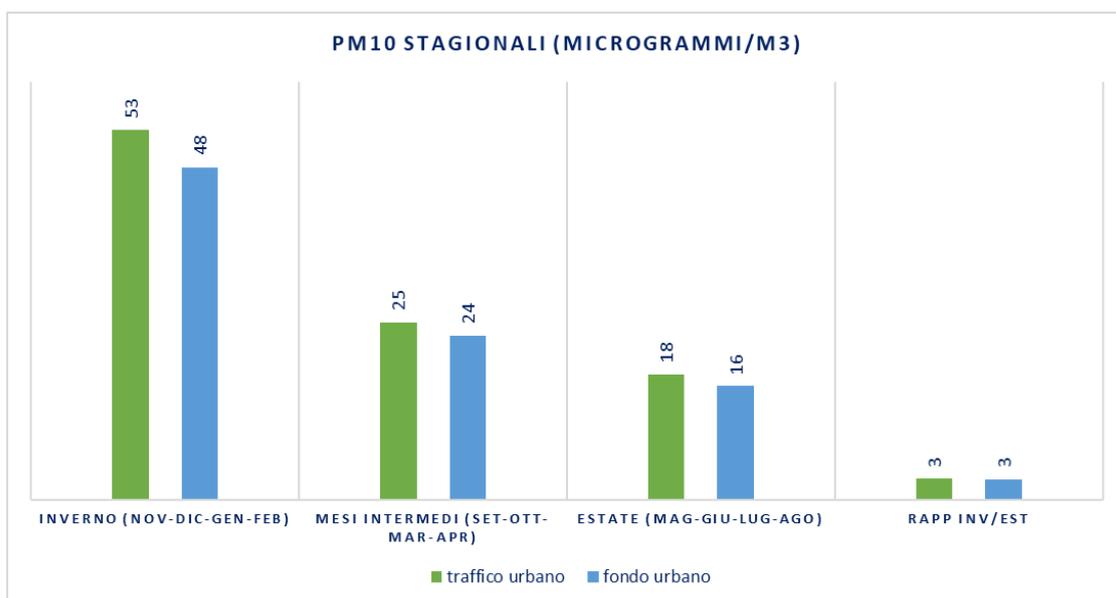
L'Organizzazione Mondiale della Sanità adotta un limite annuo sulle PM10 di 20microgrammi/m³ anziché di 40



Nel grafico sottostante, è ben visibile la differenza di inquinamento in relazione alla urbanizzazione delle aree: le stazioni urbane esposte a traffico intenso mostrano livelli del 10% circa superiori alle stazioni urbane collocate in aree residenziali, mentre le stazioni rurali hanno un inquinamento da polveri che è quasi dal 30% al 50% in meno di quello delle città.



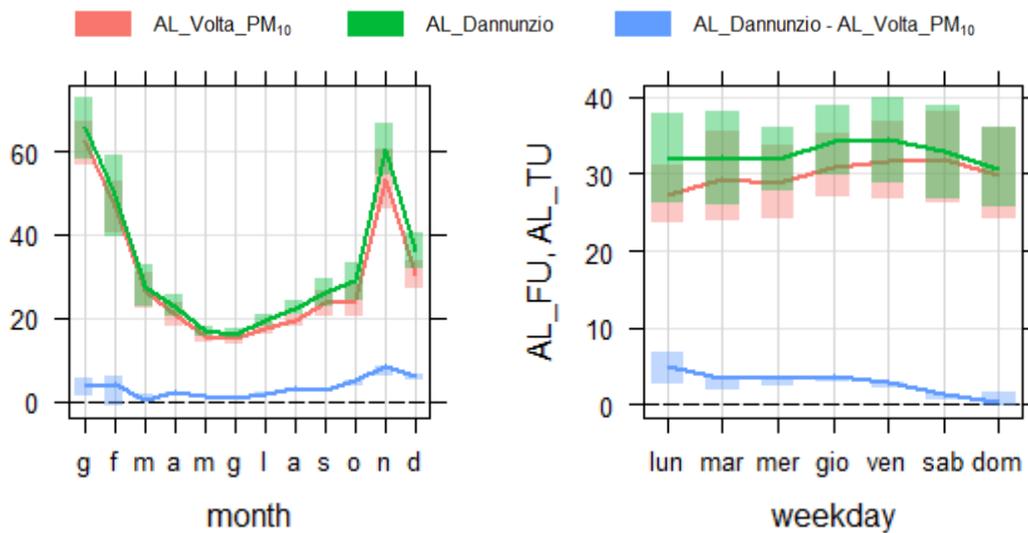
I fenomeni acuti di inquinamento con superamento del limite giornaliero delle polveri si verificano solo in periodo invernale in concomitanza con condizioni meteorologiche che non consentono la dispersione degli inquinanti. Tali condizioni atmosferiche tipiche del bacino padano determinano in inverno, insieme al contributo aggiuntivo del riscaldamento, concentrazioni dalle due alle tre volte più elevate di quelle estive. Vi è comunque una differenza tra i valori di PM10 registrati nelle stazioni da traffico rispetto a quelle di fondo urbano: all'interno della stessa città in inverno, a riscaldamenti accesi, presso le stazioni di traffico si registra un surplus di polveri del 10%.



Valori medi calcolati sulle stazioni urbane di Asti e Alessandria

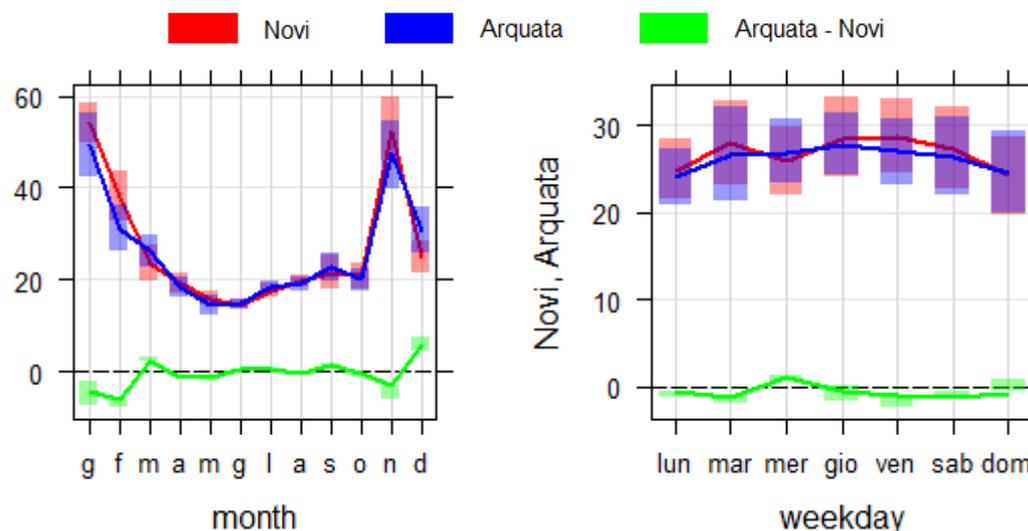
In inverno i valori di concentrazione sono particolarmente elevati in quanto, oltre alle emissioni usuali alle quali si aggiungono quelle del riscaldamento, si determinano delle condizioni meteorologiche

particolarmente sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti. Nel periodo invernale infatti la presenza di una vasta area anticiclonica stabile sul nord Italia favorisce la formazione di condizioni di inversione termica (la temperatura aumenta invece che diminuire con la quota), in particolare nelle ore notturne. In queste condizioni, che spesso persistono per l'intera giornata, lo strato di atmosfera nel quale si possono disperdere gli inquinanti è assai limitato; si ha così la formazione di aree inquinate, specie in prossimità dei centri urbani. Nei mesi estivi invece, grazie all'intensa radiazione solare, gli strati superficiali dell'atmosfera risultano interessati da fenomeni di rimescolamento turbolento: gli inquinanti immessi in prossimità del suolo sono diluiti su un volume molto maggiore rispetto a quello del periodo invernale, e ciò fa sì che le loro concentrazioni in aria siano circa la metà rispetto all'inverno. Gli andamenti mensili e settimanali delle polveri PM10 nei siti di fondo (linea rossa) e da traffico (linea verde) di Alessandria mostrano andamenti identici ma su valori leggermente differenti: le differenze assolute tra sito da traffico e sito di fondo (linea blu) si attestano attorno a 5 microgrammi/m³ in aumento in inverno rispetto all'estate.



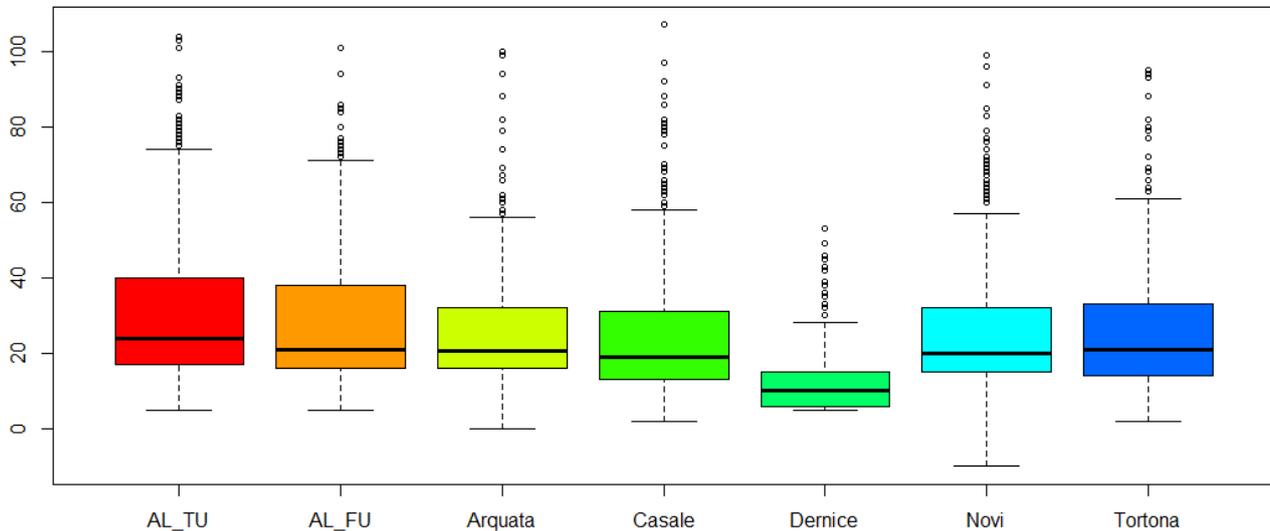
Medie mensili e sui giorni della settimana per la stazione di Alessandria Volta (fondo) e Alessandria D'Annunzio (traffico)

Gli andamenti mensili e settimanali delle polveri PM10 nei due siti di Novi Ligure e Arquata mostrano andamenti e valori del tutto assimilabili.



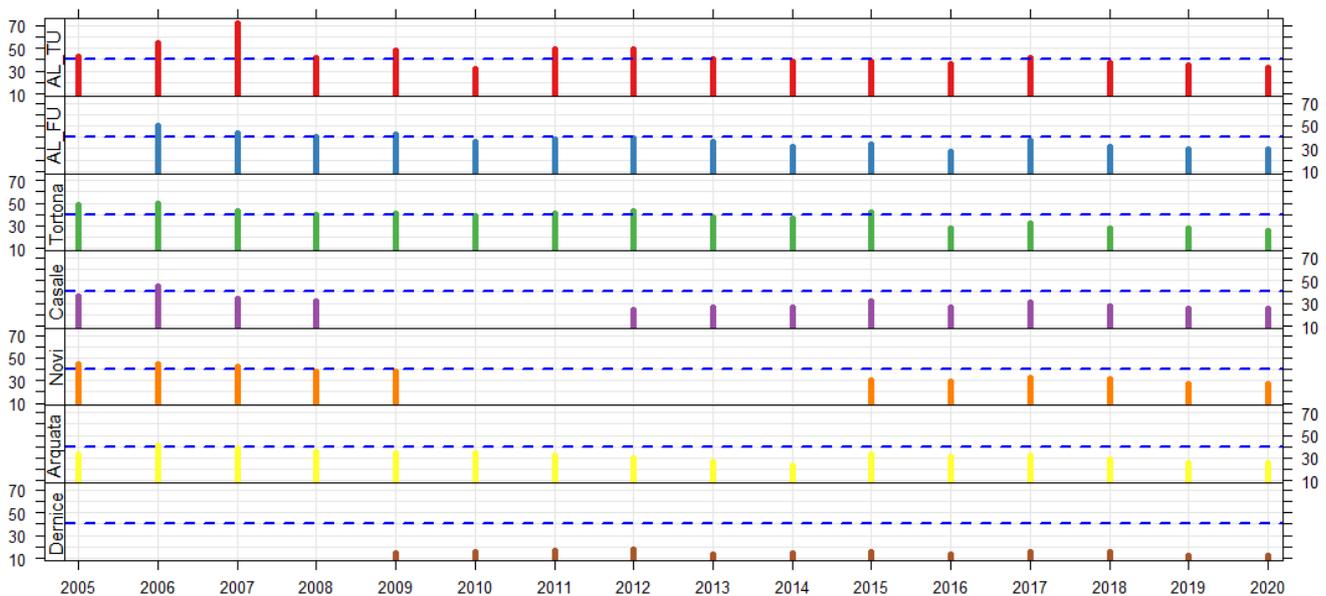
Il box-plot dei dati di PM10 misurati nel 2020 mostra distribuzioni simili nelle stazioni di pianura. Si registrano distribuzioni simili tra Casale M.to e Arquata Scrivia, tra Tortona, Alessandria Volta (FU) e Novi Ligure. I valori massimi giornalieri delle stazioni urbane nel 2020 hanno superato i 100microgrammi/m³.

Pm10 anno 2020



Il grafico delle medie annue di PM10 dal 2005 al 2020 evidenzia invece un lento decremento negli anni per tutte le stazioni della rete. **Negli ultimi 3 anni tutte le stazioni si attestano sotto il limite di legge di 40microgrammi/m³ come media annua; è la quinta volta che si verifica il pieno rispetto negli ultimi 10 anni.**

Medie annue dei valori di PM₁₀ (microgrammi/m³)



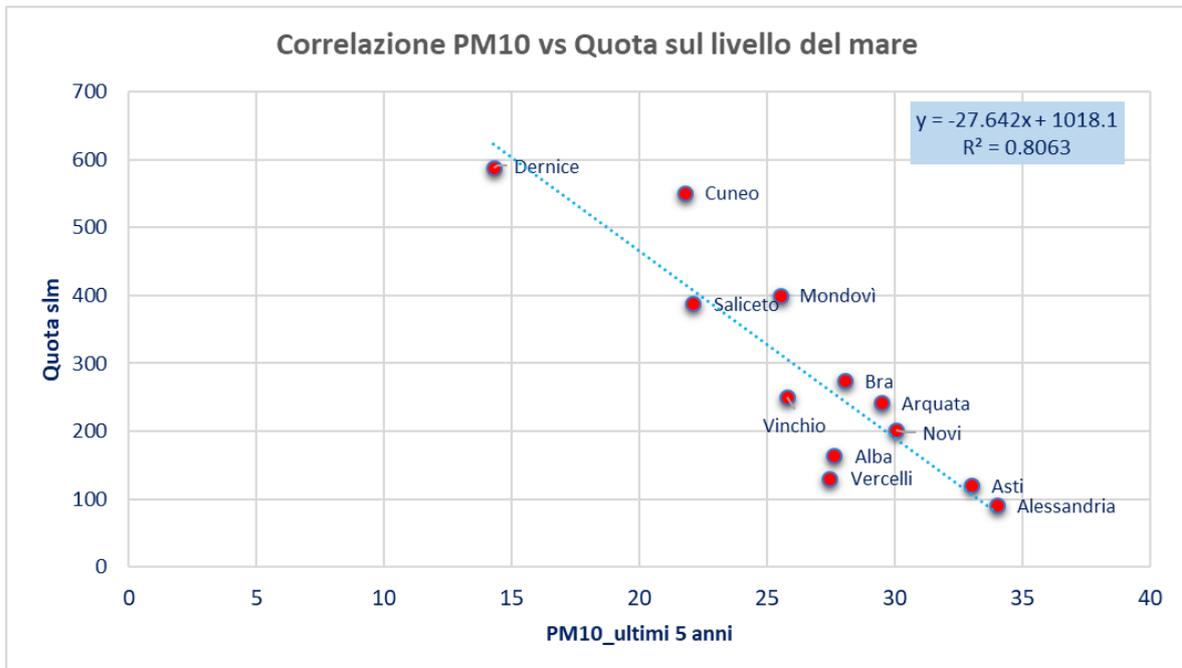
ANALISI CLUSTER SUI DATI PM10 DEL PIEMONTE MERIDIONALE

I valori di PM10 evidenziano a livello regionale ed anche extra regionale una notevole similarità tra gli andamenti di stazioni anche molto distanti tra loro: ciò è indice dell'influenza predominante del fattore atmosferico che determina il trasporto del particolato a lunga distanza diffondendolo orizzontalmente nei bassi strati atmosferici. La modulazione degli andamenti è comune a tutte le stazioni e discende dalle forzanti atmosferiche simili in stazioni che appartengono allo stesso contesto geografico e climatico. L'andamento stagionale tipico dell'inquinante è ben noto: concentrazioni elevate nei periodi autunno-inverno sono intervallate da concentrazioni basse nei periodi primavera-estate. Calcolando il classico indice di correlazione per ranghi di Spearman, complessivamente le stazioni del sud Piemonte risultano ben correlate e gli indici di correlazione risultano tutti significativi (p-value <0.001), ma soprattutto è da osservare che molte hanno valore superiore a 0.9. Ciò significa che molte stazioni sono tra loro ottimamente correlate su un territorio relativamente ampio (R Spearman ≥ 0.93 in rosso in tabella).

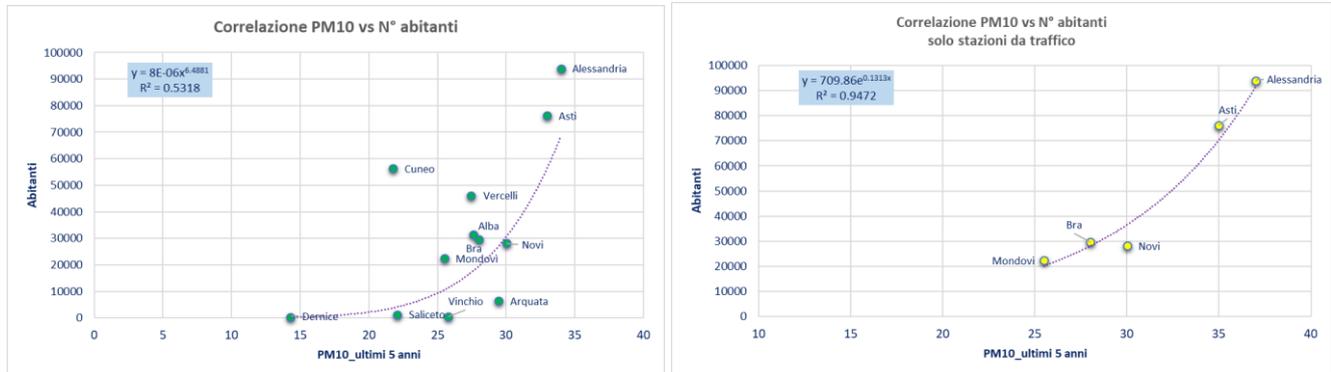
Matrice di correlazione lineare di Spearman

	Vinchio	At_FU	At_TU	Dernice	Arquata	Novi	Al_FU	Al_TU	Alba	Bra	Cuneo	Mondovi'	Saliceto	Vercelli_F
Vinchio		0,89	0,92	0,44	0,89	0,89	0,87	0,90	0,86	0,87	0,72	0,86	0,85	0,86
At_FU	0,89		0,97	0,27	0,91	0,95	0,96	0,96	0,92	0,94	0,74	0,92	0,91	0,90
At_TU	0,92	0,97		0,34	0,92	0,92	0,94	0,96	0,89	0,93	0,69	0,89	0,87	0,88
Dernice	0,44	0,27	0,34		0,42	0,45	0,36	0,36	0,34	0,27	0,33	0,28	0,32	0,28
Arquata	0,89	0,91	0,92	0,42		0,95	0,89	0,93	0,88	0,88	0,77	0,91	0,86	0,86
Novi	0,89	0,95	0,92	0,45	0,95		0,93	0,96	0,91	0,90	0,70	0,86	0,89	0,90
Al_FU	0,87	0,96	0,94	0,36	0,89	0,93		0,96	0,91	0,90	0,67	0,87	0,90	0,89
Al_TU	0,90	0,96	0,96	0,36	0,93	0,96	0,96		0,91	0,91	0,67	0,87	0,90	0,92
Alba	0,86	0,92	0,89	0,34	0,88	0,91	0,91	0,91		0,94	0,75	0,93	0,95	0,93
Bra	0,87	0,94	0,93	0,27	0,88	0,90	0,90	0,91	0,94		0,77	0,94	0,88	0,92
Cuneo	0,72	0,74	0,69	0,33	0,77	0,70	0,67	0,67	0,75	0,77		0,82	0,62	0,70
Mondovi'	0,86	0,92	0,89	0,28	0,91	0,86	0,87	0,87	0,93	0,94	0,82		0,89	0,87
Saliceto	0,85	0,91	0,87	0,32	0,86	0,89	0,90	0,90	0,95	0,88	0,62	0,89		0,89

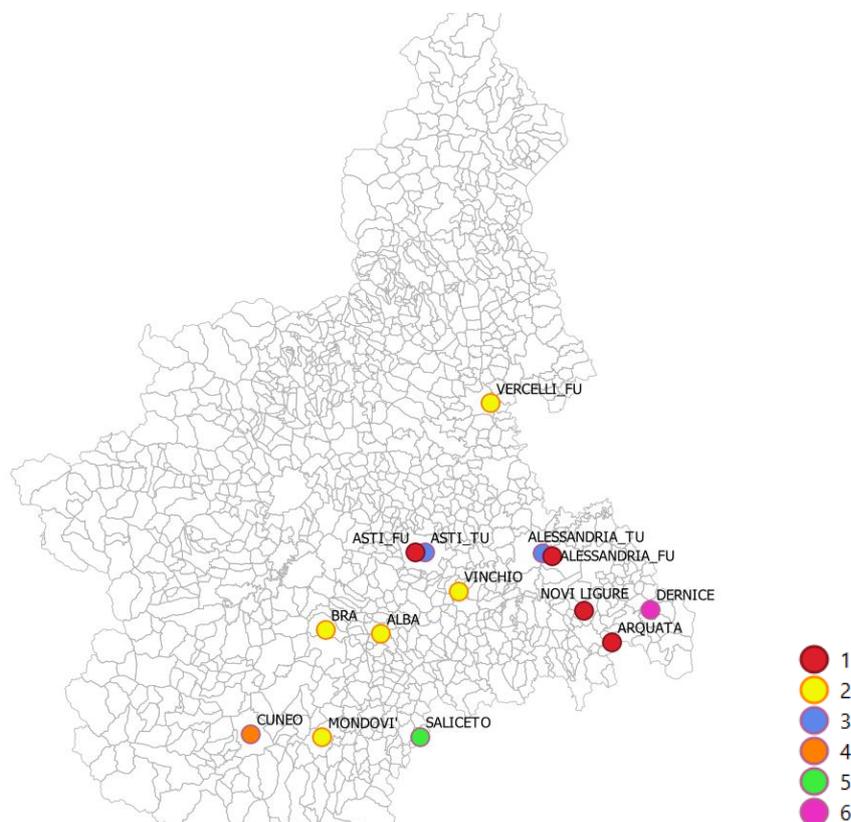
Considerando invece la relazione di PM10 con la quota della stazione si trova un'ottima correlazione negativa che segnala l'influenza orografica: maggiore è la quota minore è l'inquinamento trasportato dalle aree di pianura.



Esiste inoltre un'ottima correlazione tra PM10 e numero di abitanti per le stazioni da traffico, per queste sembra pesare la dimensione della città, con concentrazioni in aumento all'aumentare del numero di abitanti. Fa eccezione Cuneo che, rispetto alle dimensioni, presenta valori di PM10 bassi. Questo potrebbe essere legato alla specifica condizione orografica del sito ed alle brezze di valle che permettono un maggior dispersione degli inquinanti rispetto ai Comuni di pianura.



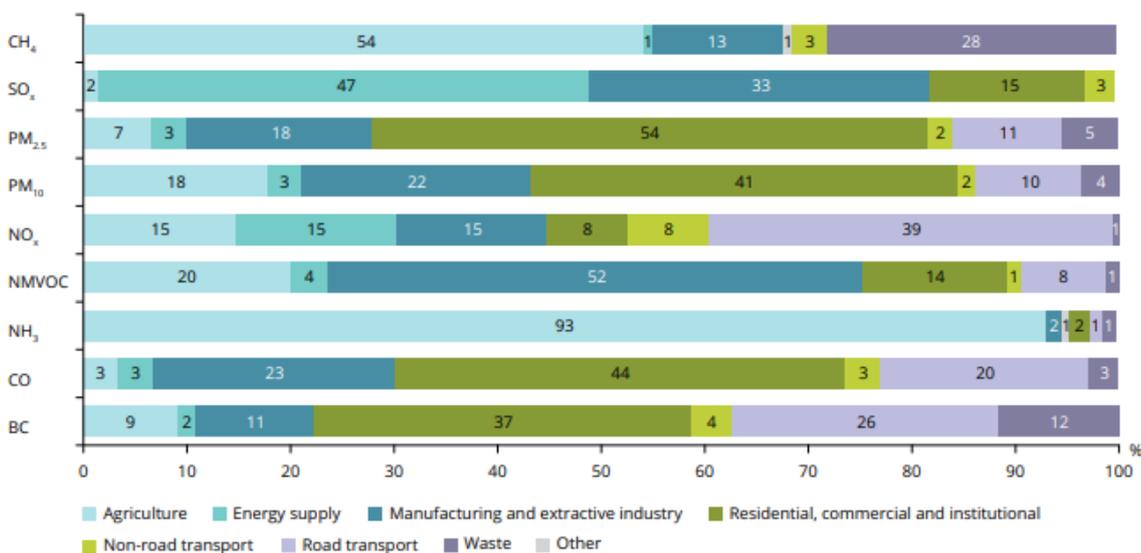
Esplorando le similarità mediante analisi cluster sulle medie mensili di PM10 con diverse tecniche statistiche (ward, paired group) si evidenzia una vicinanza tra stazioni lungo le aste fluviali dello Scrivia e dell'Orba (Alessandria, Arquata, Novi) e del Tanaro (Asti, Alessandria) con una comune circolazione dei venti, rispettivamente nord-sud per il primo gruppo, e est-ovest per il secondo, venti che vanno entrambi a confluire rimescolandosi sulla pianura alessandrina. Il gruppo delle stazioni da traffico si spiega con l'influenza diretta della sorgente su città di dimensioni medio-grandi. Le stazioni del cuneese, considerata la geografia prevalentemente montuosa dei luoghi, si collocano in area geograficamente separata dalle altre stazioni e risentono di condizioni di avvezione e climatiche più sito specifiche che contribuiscono a renderle maggiormente segregate. Quindi Cuneo e Saliceto fanno storia a sé, così come Dornice, isolata stazione in quota sull'appennino alessandrino che si conferma essere una stazione rappresentativa del fondo al livello regionale. Singolare la corrispondenza trovata tra Alba Bra e Vinchio, geograficamente e climaticamente vicine, con Mondovi, più spostato verso la collina, e soprattutto con Vercelli che appartiene ad un'area pianeggiante orientale totalmente differente che dista 90km circa da Alba.



Le polveri a livello europeo – EEA REPORT 2020¹⁰

In Europa le emissioni legate al trasporto stradale (NO_x e altri) sono diminuite significativamente nonostante l'aumento dell'uso dell'auto privata e del trasporto merci, così come sono diminuite le emissioni legate alla produzione di energia elettrica. I comparti residenziale, commerciale e agricolo sono quelli che hanno registrato le diminuzioni minori. **Il riscaldamento contribuisce per più del 40% alle emissioni primarie di polveri sottili, seguito dal 20% emesso dall'industria e dal 11% emesso dai trasporti.** Questi ultimi producono anche un contributo indiretto al particolato emettendo ossidi di azoto che contribuiscono alla formazione di polveri sottili in atmosfera e black carbon che costituisce una componente rilevante del particolato non come peso ma come tossicità. Riguardo alle emissioni del traffico i contributi sono di due tipi: emissioni dovute alla combustione (**exhaust emissions**) che sono quelle prevalenti, ed emissioni dovute alla usura delle parti meccaniche (freni, pneumatici) e dell'asfalto (**non exhaust emissions**) che contribuiscono per circa il 30% delle PM_{2,5} emesse dal traffico (Amato et al., 2018).

Figure 3.4 Contribution to EU-28 emissions from the main source sectors in 2018 of CH₄, SO_x, NO_x, primary PM₁₀, primary PM_{2,5}, NH₃, NMVOCs, CO and BC



L'Organizzazione Mondiale della Sanità fissa limiti più stringenti per le polveri sottili PM10 e PM2,5. la metà della normativa europea come medie sull'anno

Table 4.1 Air quality standards for protecting human health from PM

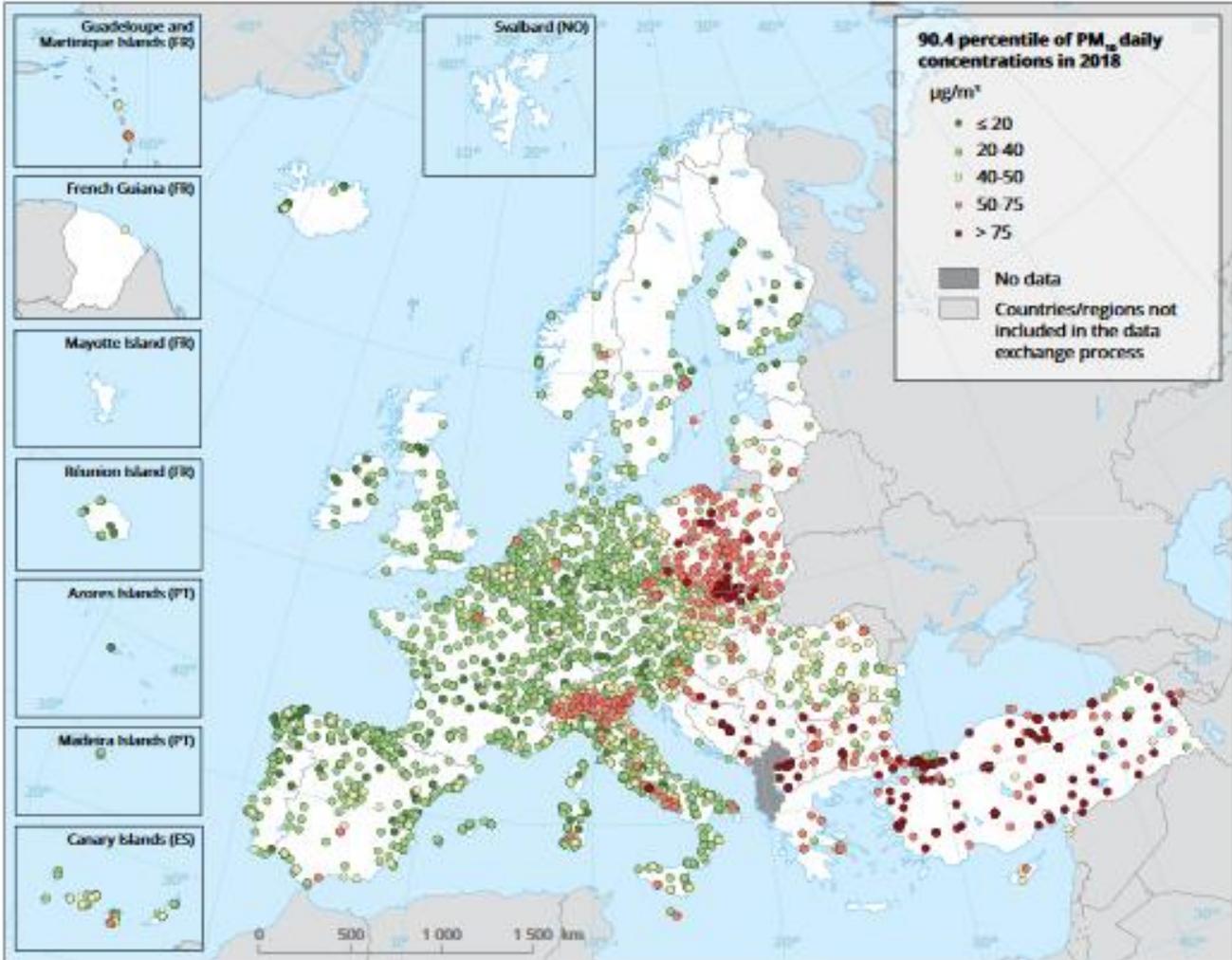
Pollutant	Averaging period	Standard type and concentration	Comments
PM ₁₀	1 day	EU limit value: 50 µg/m ³ WHO AQG: 50 µg/m ³	Not to be exceeded on more than 35 days per year 99th percentile (3 days per year)
	Calendar year	Limit value: 40 µg/m ³ WHO AQG: 20 µg/m ³	
PM _{2,5}	1 day	WHO AQG: 25 µg/m ³	99th percentile (3 days per year)
	Calendar year	EU limit value: 25 µg/m ³	
		EU exposure concentration obligation: 20 µg/m ³ EU national exposure reduction target: 0-20 % reduction in exposure WHO AQG: 10 µg/m ³	Average exposure indicator (AEI) (*) in 2015 (2013-2015 average) AEI (*) in 2020, the percentage reduction depends on the initial AEI

Note: (*) AEI: based on measurements in urban background locations established for this purpose by the Member States, assessed as a 3-year running annual mean.

¹⁰ <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2020-report>

Venti Stati membri hanno segnalato concentrazioni di PM₁₀ superiori al valore limite giornaliero dell'UE nel 2018, tra cui diverse regioni italiane, soprattutto del bacino padano. Il 97% di queste stazioni erano urbane (89%) o suburbane (8%) a riprova che la problematica è strettamente interconnessa con la densità di attività umane.

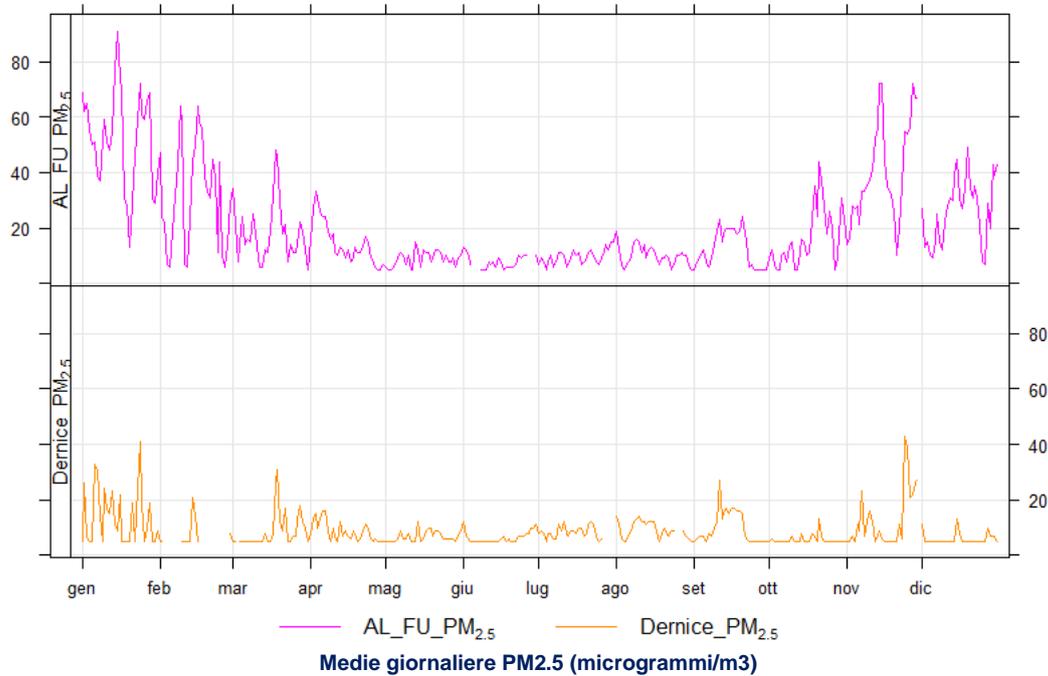
Map 4.1 Concentrations of PM₁₀ 2018 — daily limit value



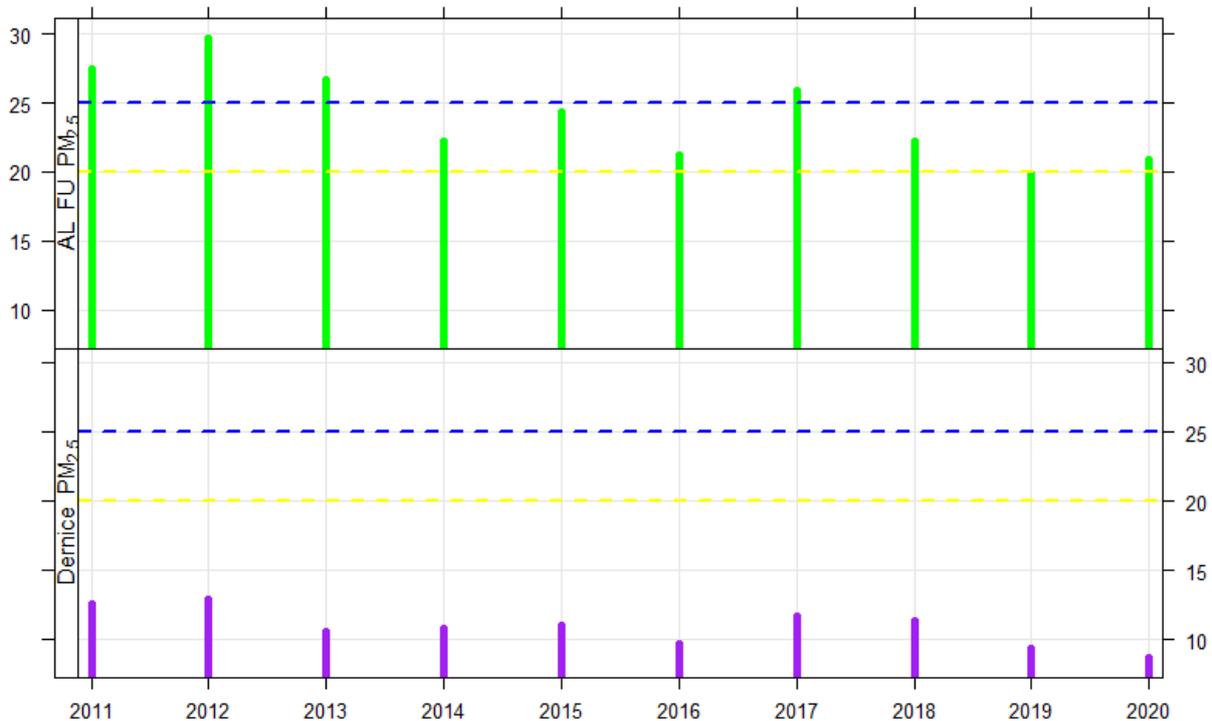
Reference data: ©ESRI | ©EuroGeographics

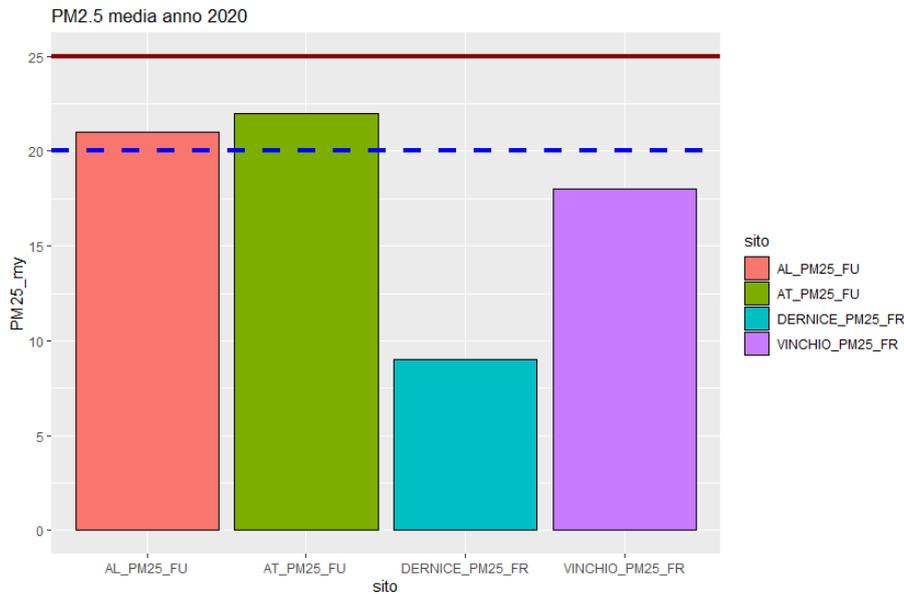
Polveri PM2.5

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 nel 2020. I dati mostrano andamenti molto simili tra le due frazioni con valori invernali particolarmente elevati e drasticamente ridotti in estate.



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



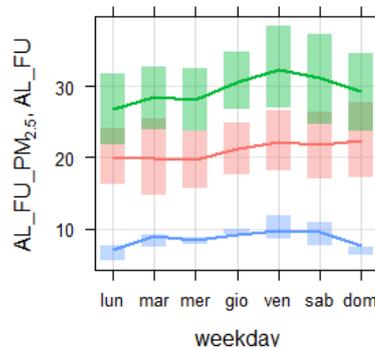
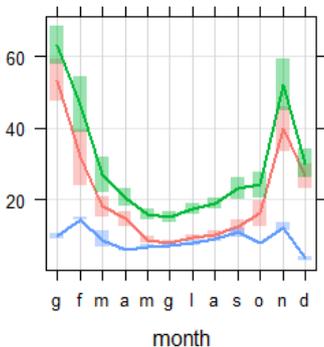


Medie anno 2020 di PM2.5 per le stazioni di Asti e Alessandria - la linea rossa indica il valore limite, quella blu il valore obiettivo UE

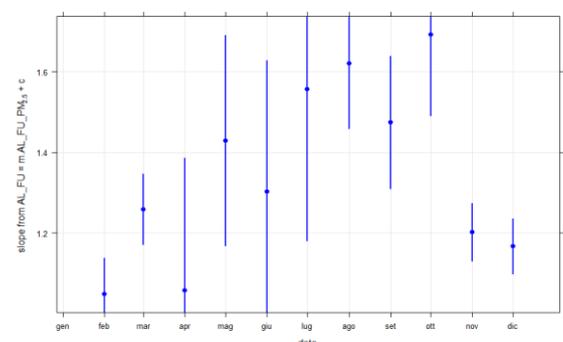
Il limite annuo fissato a livello europeo sulle PM2.5 è di 25microgrammi/m³. Dal 2020 entra in vigore anche il valore obiettivo pari a 20microgrammi/m³. **Il dato annuo, disponibile dal 2011, mostra per Alessandria valori superiori al limite in 4 anni su 10, la media del 2020 è stata di 21microgrammi/m³.** Darnice mostra invece valori sempre inferiori a 15microgrammi/m³. L'Organizzazione Mondiale della Sanità propone un limite annuo sulle PM2.5 di 10microgrammi/m³ anziché di 25.

In aree urbanizzate, la maggior parte del particolato PM10 è composto dalla frazione più piccola PM2.5. Il particolato invernale è relativamente più abbondante di particolato ultrafine rispetto a quello estivo: **mediamente la frazione di PM2.5 presente nel PM10 varia dal 60% in estate al 80% in inverno.** Il rapporto PM10/PM2.5, come riportato nei grafici sotto, mostra valori che variano tra 1.1 e 1.6, mediamente attorno a **1.3**. Il valore varia stagionalmente con una netta riduzione del rapporto in inverno rispetto all'estate. Complessivamente si può dire che il 70-80% del particolato PM10 è costituito dalla sua frazione più fine. **Ciò implica che il limite di 25 microgrammi/m³ sulle PM2.5 sia più stringente rispetto al limite di 40 microgrammi/m³ sulle PM10, ovvero il rispetto del limite annuale sulle PM10 non implica il rispetto anche del limite sulle PM2.5**

AL_Volta_PM2.5 AL_Volta_PM10 AL_Volta_PM10 - AL_Volta_PM2.5

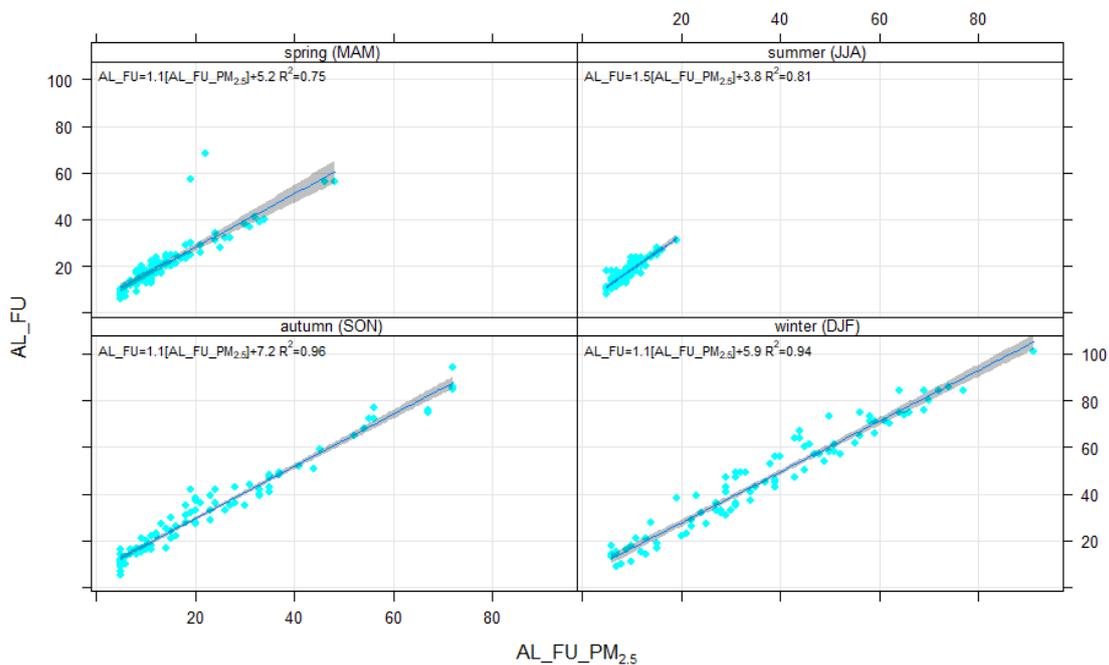


Variazione mensile della pendenza della retta di correlazione (slope) tra PM10 e la sua frazione più fine PM2.5 - anno 2020

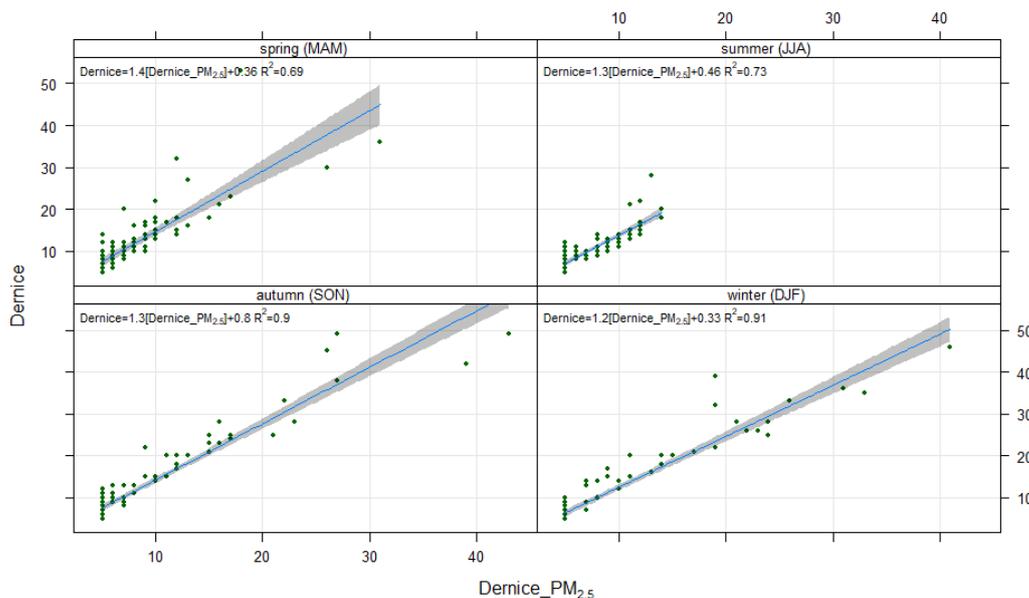


Nei due grafici si mostrano le correlazioni tra la frazione PM10 più grossolana del particolato e quella più fine PM2.5. Come si può notare, sussistono differenze tra siti urbani e siti rurali. In questi ultimi non solo le concentrazioni sono più basse ma la composizione chimica del particolato varia radicalmente e lo si nota anche dal rapporto tra la frazione grossolana e quella fine. Nei siti rurali vi è una abbondanza percentuale maggiore della frazione grossolana che contiene polveri di origine naturale, sia biogenica (es. pollini) che crostale (erosione del suolo). Nei siti urbani il particolato PM10, soprattutto in inverno, è costituito per più del 80% dalla frazione più fine che contiene maggiormente contributi secondari di origine antropica come le particelle carboniose (carbonio organico e carbonio elementare), sali inorganici (nitrato e solfato di ammonio), IPA e metalli pesanti. Le sostanze contenute nella frazione fine e ultrafine del particolato sono anche quelle a maggior tossicità per uomo e ambiente.

Correlazione PM₁₀_PM_{2.5} - stazione Alessandria fondo urbano



correlazione PM₁₀_PM_{2.5} sito rurale di Dernice

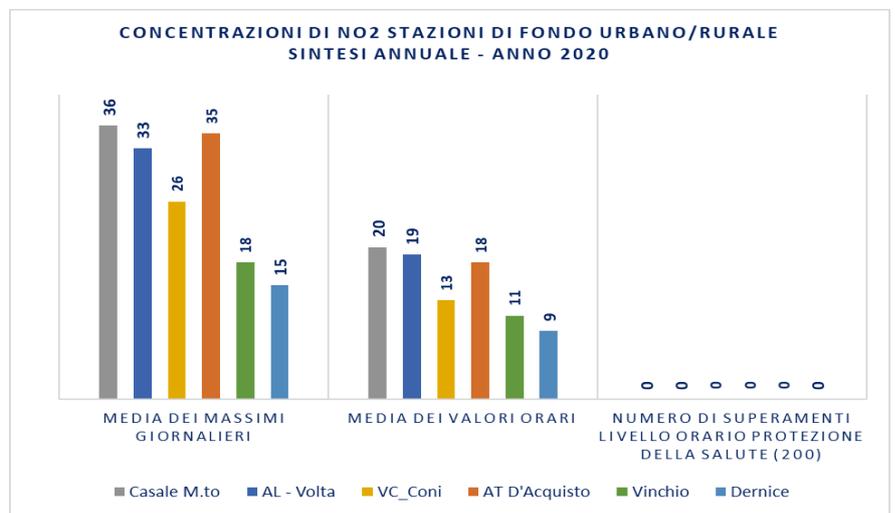
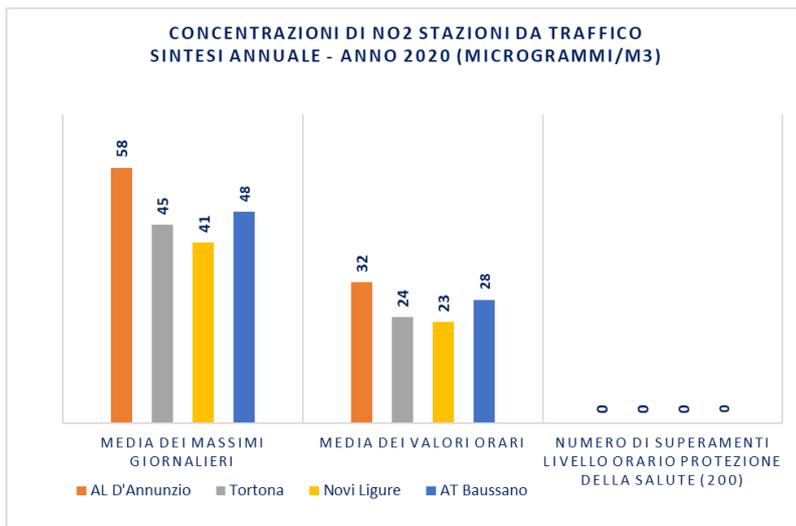


5.3 BIOSSIDO DI AZOTO NO₂

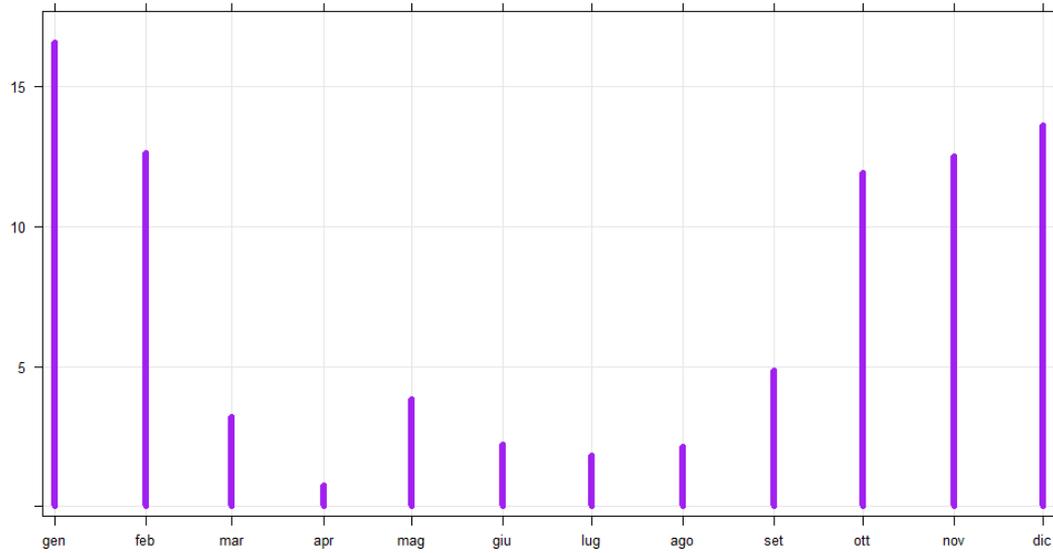
Per via dell'importanza di tale inquinante sia per i suoi effetti diretti sia come precursore di inquinanti secondari quali polveri fini e ozono, il monitoraggio del biossido di azoto è effettuato in molte stazioni della provincia sia urbane che rurali. **I limiti da rispettare per NO₂ sono quello orario 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 2020 mostrano andamenti simili per la maggior parte delle stazioni sia da traffico che di fondo, con valori elevati in inverno e bassi d'estate, analogamente alle polveri sottili. Nel caso di NO e NO₂ però la sorgente primaria risulta essere il traffico veicolare in tutte le stagioni.

Il limite annuo di 40microgrammi/m³ è ampiamente rispettato in tutte le stazioni così come quello orario pari a 200microgrammi/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 (>30microgrammi/m³) si registrano nelle stazioni da traffico di Alessandria e Asti. Leggermente inferiori le stazioni da traffico di Tortona e Novi Ligure. Presso le stazioni di fondo urbano di Alessandria Asti, Casale le medie si attestano attorno a 20 microgrammi/m³, ovvero la metà del limite annuale, mentre presso le stazioni collinari rurali di Vinchio e Dernice le concentrazioni permangono basse tutto l'anno. **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 ed è quantificabile mediamente in circa il 30-40% in più di inquinamento presso le aree trafficate rispetto alle zone di fondo urbano con notevoli differenze stagionali.**

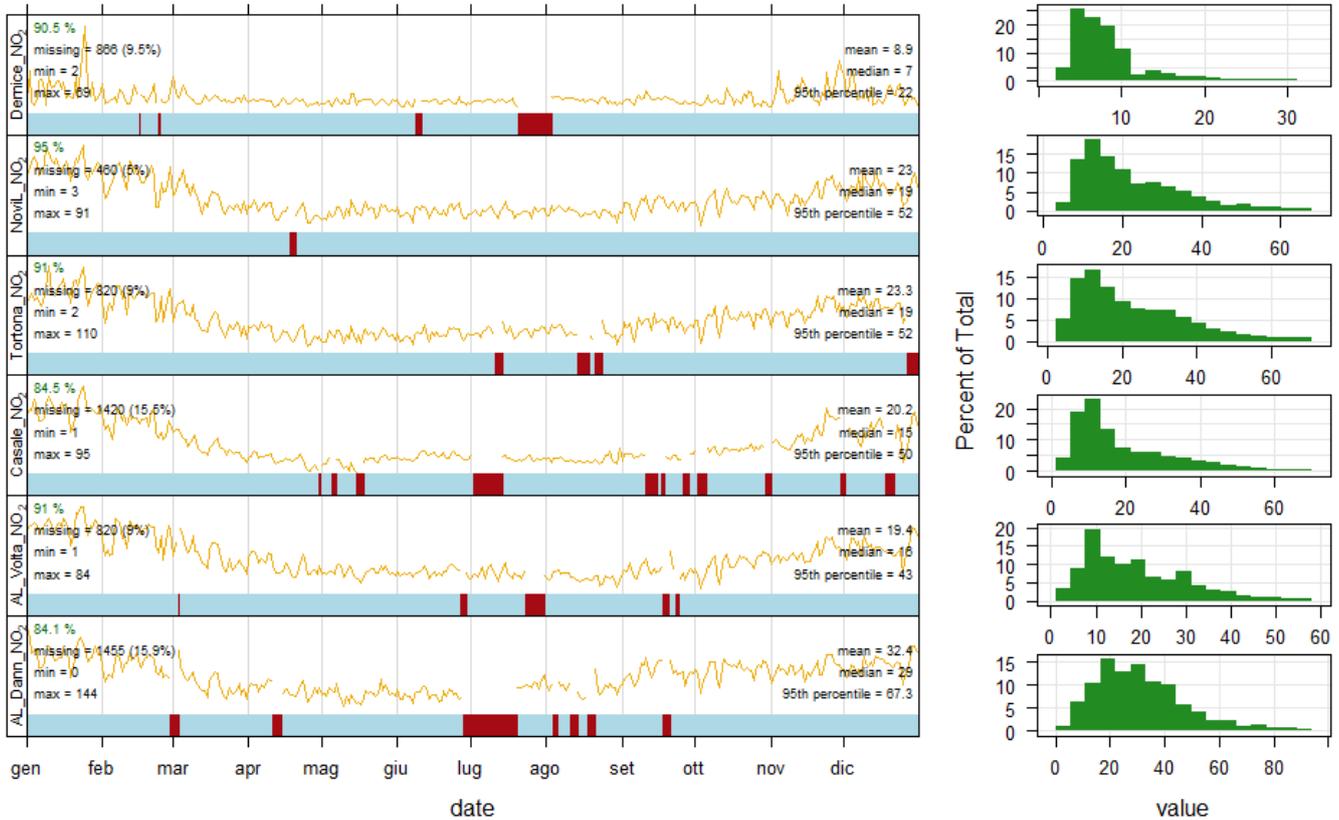


Alessandria - differenza NO Traffico/fondo urbano 2020



Nel 2020, per effetto dei blocchi delle attività umane a seguito della pandemia da SARS-cov2 si è registrata una netta riduzione degli ossidi di azoto nel primo trimestre, come conseguenza della drastica limitazione degli spostamenti (si veda approfondimento al par. 7.4).

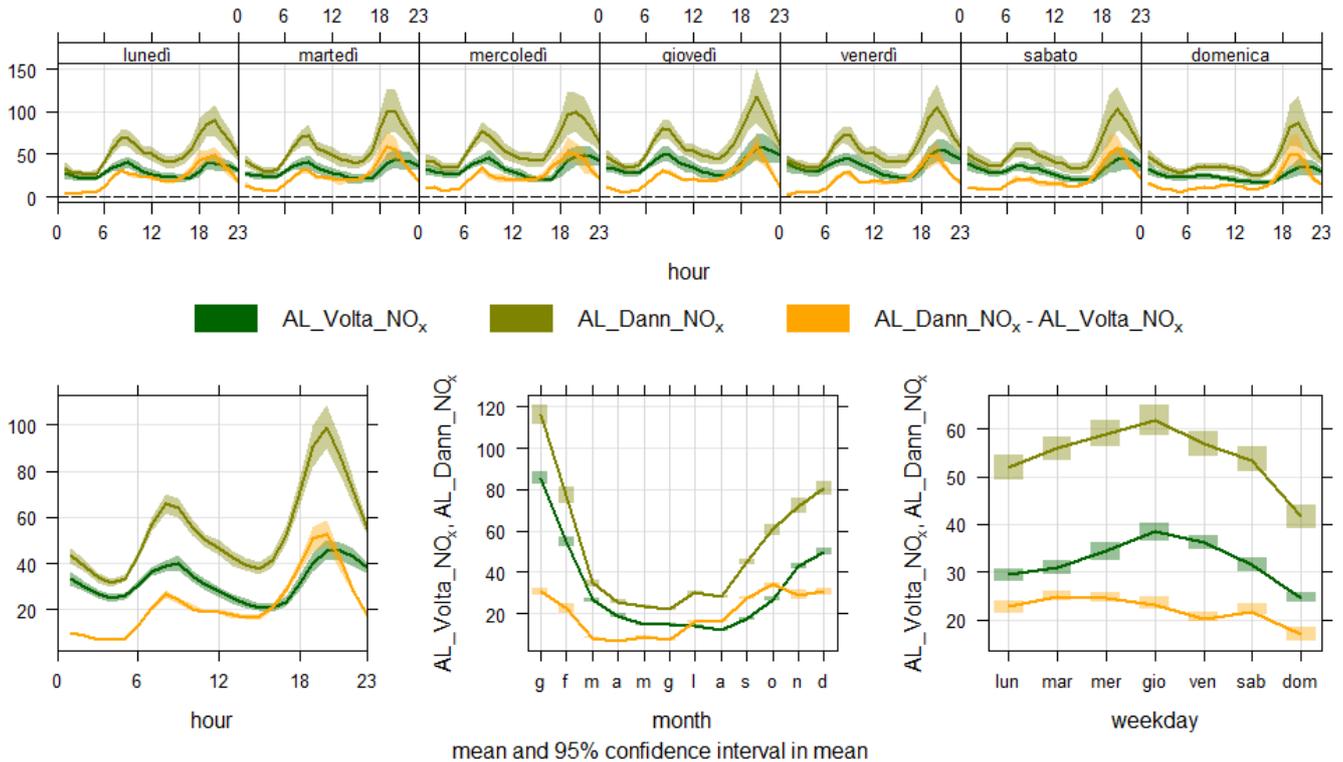
NO₂ dati orari - anno 2020 (microgrammi/m3)



Medie orarie di biossido di azoto NO₂ registrato nel 2020 nelle stazioni della provincia di Alessandria

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 Alessandria_D'Annunzio rispetto a quella di fondo di Alessandria_Volta, con uno scostamento medio che si attesta sui 30 microgrammi/m³ in più d'inverno e <10microgrammi/m³ d'estate legati alle emissioni dirette del traffico rispetto alla stazione di fondo.

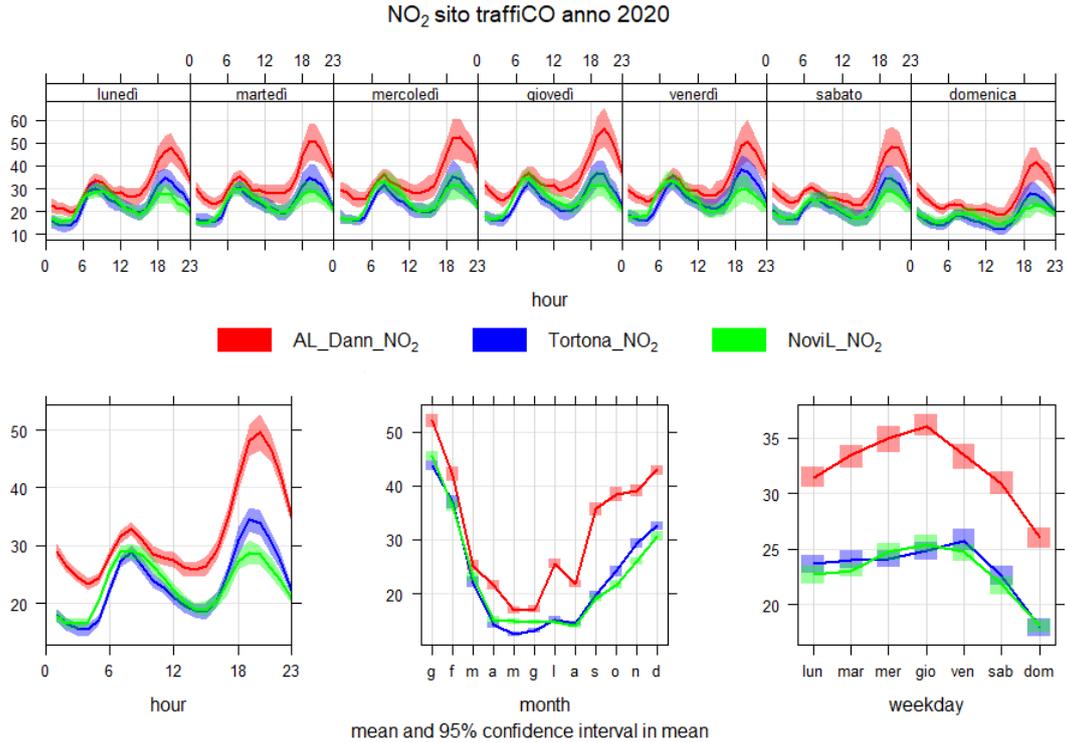
NO_x Confronto sito traffico-fondo anno 2020



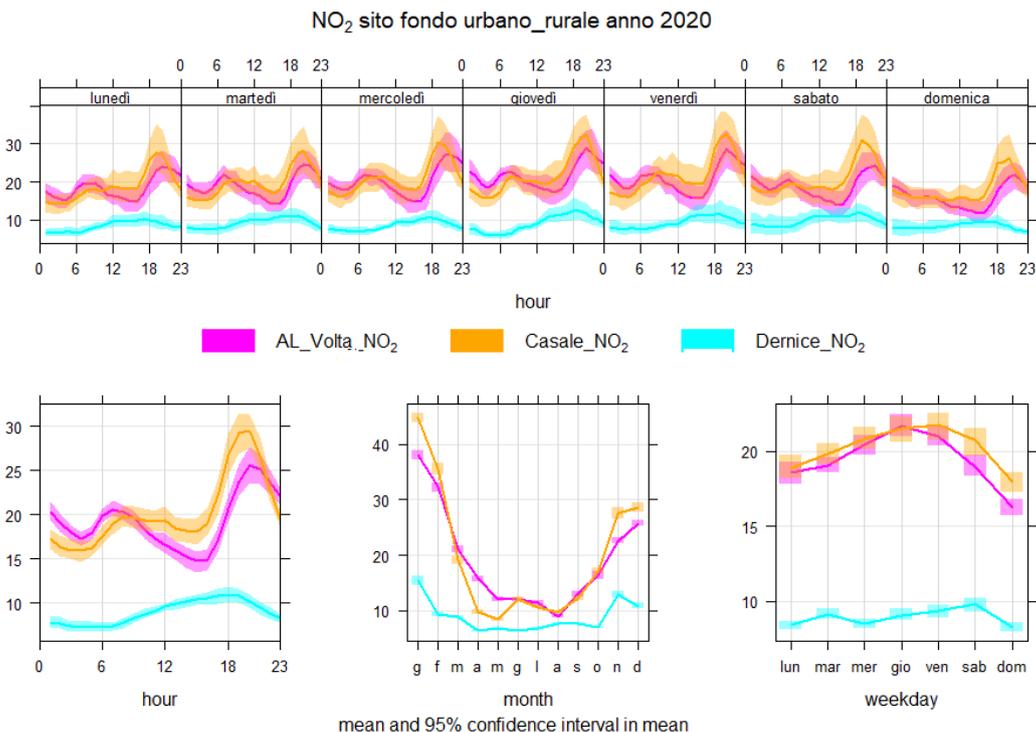
E' evidente la variabilità stagionale di tale parametro che è massimo nella stagione invernale dove la concomitanza di maggiori fonti emittive (riscaldamento + traffico) e di condizioni meteorologiche avverse alla diluizione degli inquinanti nei bassi strati atmosferici (estrema stabilità atmosferica 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).

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, Casale M.to, Dernice). Per quanto riguarda le stazioni da traffico il confronto evidenzia valori minimi più elevati ad Alessandria e Tortona con una drastica riduzione su tutte le stazioni il sabato e la domenica e nei mesi estivi in cui NO₂ si dissocia dando luogo alla formazione di ozono estivo.

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.

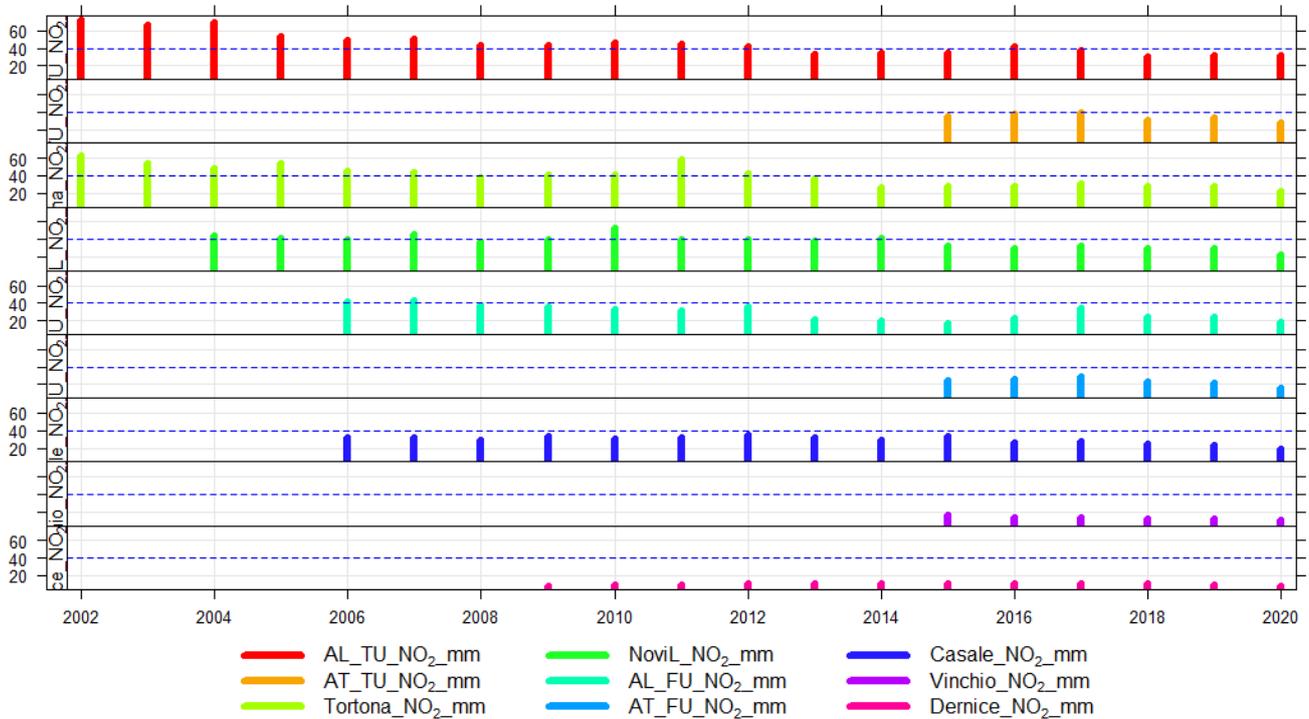


Le stazioni di fondo presentano andamenti giornalieri e stagionali del tutto simili a quelle da traffico ma si attestano su valori circa 10 microgrammi/m³ inferiori sia come picchi che come valori medi mensili. Per quanto riguarda le stazioni di fondo il confronto evidenzia valori in ambiente urbano simili a Casale M.to rispetto a Alessandria Volta, con picchi serali più pronunciati e una drastica riduzione su tutte le stazioni il sabato e la domenica. A Casale si nota l'incremento al martedì e venerdì in corrispondenza delle attività mercatali. Derrice, stazione di fondo rurale regionale, conferma valori estremamente bassi di NO₂ lungo tutto l'arco dell'anno.



Considerando le serie storiche, si nota la progressiva diminuzione di questo inquinante nel tempo. **Sia il limite orario che quello annuale per NO₂ risultano rispettati negli ultimi quattro anni in tutte le stazioni.**

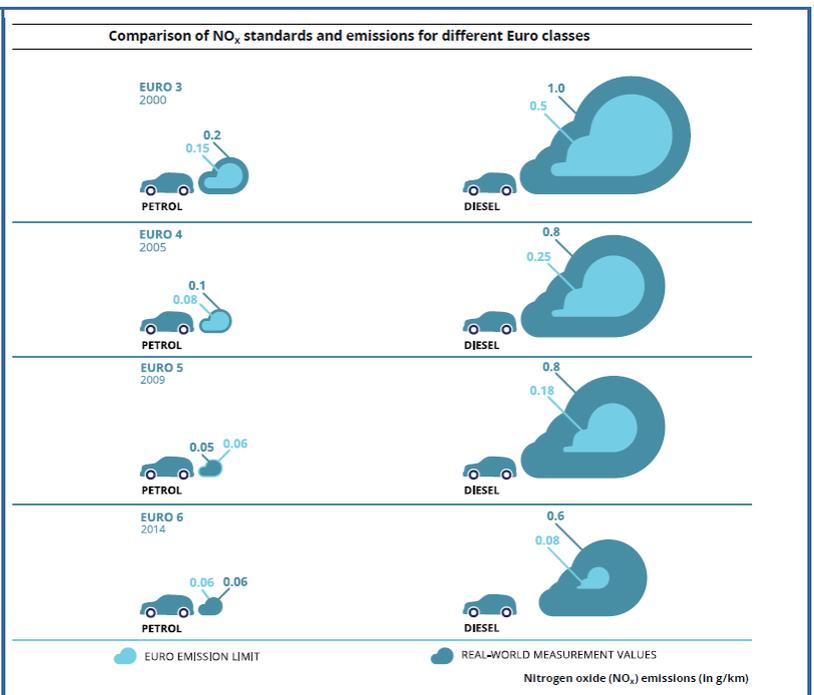
NO₂ mensili 2002 - 2020



I trasporti sono il settore che emette la maggior quantità di NO_x del totale delle emissioni dell'UE. 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.

Alla diminuzione delle emissioni di NO_x (-30%) non corrisponde una eguale diminuzione di NO₂ (-18%) per effetto delle emissioni dirette di NO₂ da veicoli diesel che su strada possono essere di molto superiori rispetto alle prove di laboratorio.

Fonte EEA Report 2017 - 2019



ANALISI CLUSTER SUI DATI di NO2 DEL PIEMONTE MERIDIONALE

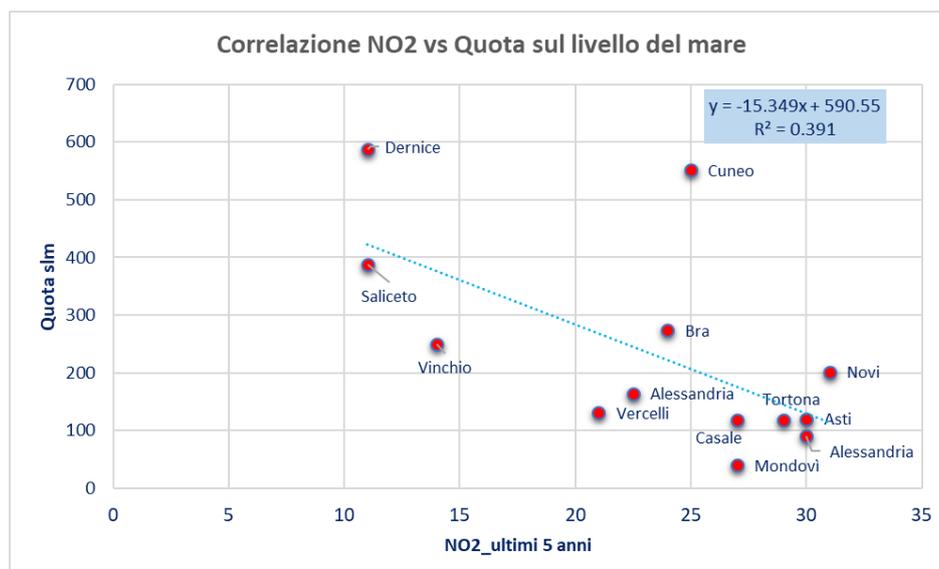
Il biossido di azoto è un inquinante maggiormente correlato con le sorgenti di provenienza rispetto al PM10 e presenta comportamenti differenti ma analogamente al PM10 si evidenzia una notevole similarità tra stazioni anche distanti tra loro. Anche per NO₂ è noto l'andamento stagionale tipico dominato dalle forzanti atmosferiche che, nel caso di questo inquinante, sono di tipo fisico (variazione dell'altezza dello strato rimescolato) e di tipo fotochimico (foto-dissociazione estiva di NO₂ a formare ozono in presenza di forte radiazione UV).

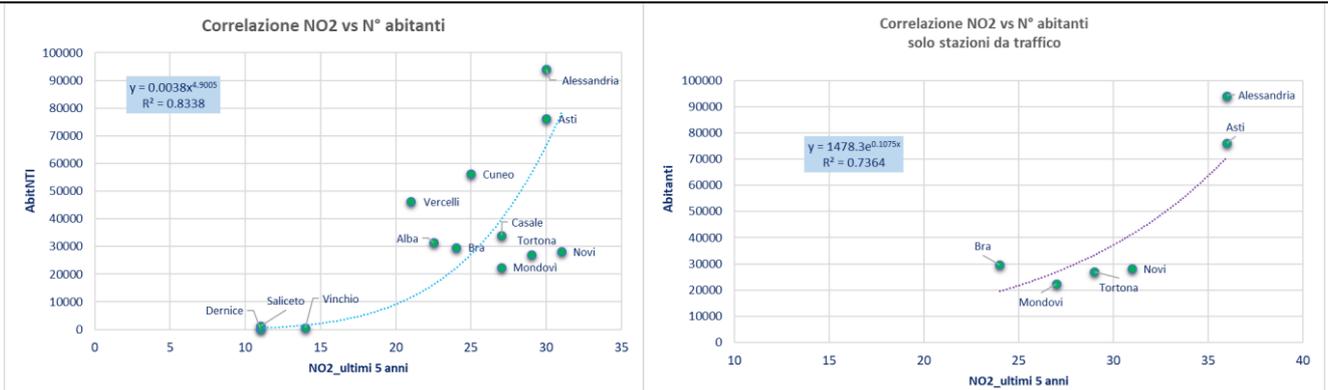
Complessivamente molte stazioni risultano ben correlate tra loro. In particolare, Cuneo è fortemente correlata con tutte le stazioni ad eccezione delle stazioni urbane da traffico. Le due stazioni di Vercelli risultano ben correlate tra loro indipendentemente dalla diversa tipologia. Novi correla molto bene con Tortona, Casale con Vercelli, Vinchio con Cuneo. In tabella sono evidenziate in rosso le correlazioni con R Spearman ≥ 0.93.

Matrice di correlazione lineare di Spearman

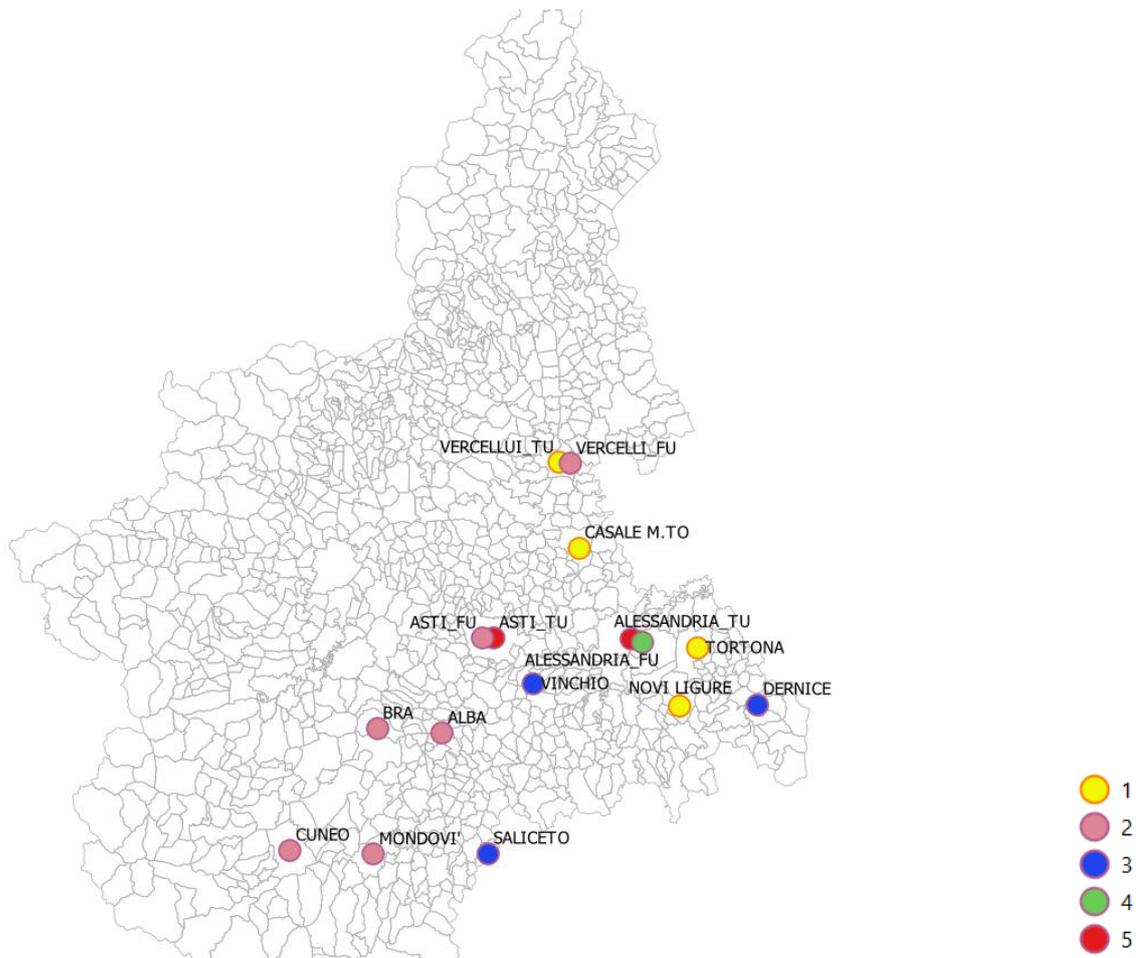
	Vinchio	At_FU	At_TU	Demice	Casale	Tortona	Novi	Al_FU	Al_TU	Alba	Bra	Cuneo	Mondovi'	Vercelli_FU	Vercelli_TU	Saliceto
Vinchio		0.87	0.59	0.89	0.95	0.87	0.87	0.66	0.82	0.88	0.88	0.93	0.90	0.92	0.91	0.85
At_FU	0.87		0.75	0.86	0.89	0.94	0.89	0.87	0.90	0.95	0.89	0.93	0.92	0.90	0.90	0.87
At_TU	0.59	0.75		0.54	0.63	0.70	0.62	0.66	0.76	0.76	0.58	0.70	0.74	0.62	0.76	0.71
Demice	0.89	0.86	0.54		0.88	0.89	0.86	0.75	0.80	0.88	0.85	0.91	0.86	0.86	0.85	0.86
Casale	0.95	0.89	0.63	0.88		0.91	0.90	0.70	0.80	0.90	0.89	0.94	0.92	0.95	0.93	0.86
Tortona	0.87	0.94	0.70	0.89	0.91		0.93	0.85	0.86	0.93	0.92	0.93	0.94	0.93	0.91	0.85
Novi	0.87	0.89	0.62	0.86	0.90	0.93		0.75	0.78	0.87	0.89	0.89	0.90	0.89	0.86	0.82
Al_FU	0.66	0.87	0.66	0.75	0.70	0.85	0.75		0.77	0.80	0.78	0.77	0.79	0.72	0.70	0.76
Al_TU	0.82	0.90	0.76	0.80	0.80	0.86	0.78	0.77		0.92	0.79	0.89	0.88	0.82	0.88	0.84
Alba	0.88	0.95	0.76	0.88	0.90	0.93	0.87	0.80	0.92		0.86	0.94	0.95	0.91	0.93	0.89
Bra	0.88	0.89	0.58	0.85	0.89	0.92	0.89	0.78	0.79	0.86		0.90	0.89	0.88	0.86	0.86
Cuneo	0.93	0.93	0.70	0.91	0.94	0.93	0.89	0.77	0.89	0.94	0.90		0.95	0.94	0.94	0.90
Mondovi'	0.90	0.92	0.74	0.86	0.92	0.94	0.90	0.79	0.88	0.95	0.89	0.95		0.92	0.91	0.89
Vercelli_FU	0.92	0.90	0.62	0.86	0.95	0.93	0.89	0.72	0.82	0.91	0.88	0.94	0.92		0.93	0.80
Vercelli_TU	0.91	0.90	0.76	0.85	0.93	0.91	0.86	0.70	0.88	0.93	0.86	0.94	0.91	0.93		0.86
Saliceto	0.85	0.87	0.71	0.86	0.86	0.85	0.82	0.76	0.84	0.89	0.86	0.90	0.89	0.80	0.86	

Considerando le correlazioni con la quota e le dimensioni del comune in termini di numero di abitanti, si trova, a differenza del PM10, una scarsa correlazione con la quota mentre la correlazione è molto buona con il numero di abitanti a conferma del carattere primario delle emissioni di NO_x, maggiormente legate alle sorgenti locali rispetto alle polveri. Sembra dunque avere maggior peso la condivisione delle sorgenti rispetto alla forzante atmosferica. La dimensione della città, e dunque il traffico, riveste un peso significativo sui livelli di NO₂, con concentrazioni in aumento all'aumentare del numero di abitanti.





Esplorando le similarità mediante analisi cluster sulle medie mensili di NO₂ con diverse tecniche statistiche (ward, paired group) si evidenzia una maggior frammentazione rispetto al PM₁₀. Le stazioni di traffico urbano di Asti e Alessandria confermano la similarità già riscontrata per il PM₁₀, ovvero che l'influenza della sorgente risulta prevalente su città di dimensioni medio-grandi; le stazioni di fondo rurale non sono più isolate come per il PM₁₀ ma appartengono ad un unico gruppo; la stazione di Alessandria FU risulta senza spiegazioni apparenti isolata dal resto delle altre stazioni mentre si evidenzia un unico gruppo formato dalle stazioni presenti in città medio piccole lungo la direzione sud-ovest nord-est della Regione.



Raggruppamenti di stazioni per similarità sulla base di analisi cluster

5.4 BENZENE E TOLUENE

Gli idrocarburi aromatici vengono misurati presso le stazioni da traffico in quanto principalmente emessi dai motori a benzina. 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. Il benzene è una sostanza classificata:

- dalla Comunità Europea come cancerogeno di categoria 1, R45;
- dalla I.A.R.C. (International Agency for Research on Cancer) nel gruppo 1 (sostanze per le quali esiste un'accertata evidenza in relazione all'induzione di tumori nell'uomo);
- dalla A.C.G.I.H. (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) in classe A1 (cancerogeno accertato per l'uomo).

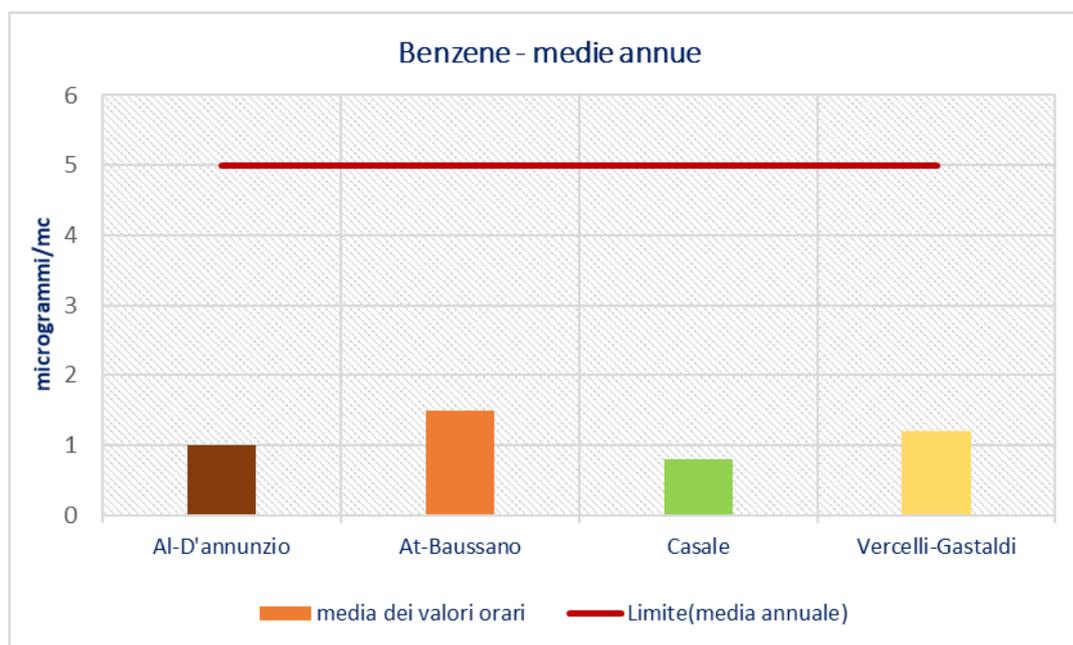
Studi di mutagenesi evidenziano inoltre che il benzene agisce sul bagaglio genetico delle cellule. Con esposizione a concentrazioni elevate, superiori a milioni di ppb, si osservano danni acuti al midollo osseo. Un'esposizione cronica può provocare la leucemia. L'Organizzazione Mondiale della Sanità indica come valore di esposizione cronica un valore soglia RL di 1.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di benzene per l'intera vita.

Table 7.3 Air quality standards for protecting human health from C_6H_6

Pollutant	Averaging period	Standard type and concentration
C_6H_6	Calendar year	EU limit value: 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ RL: 1.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

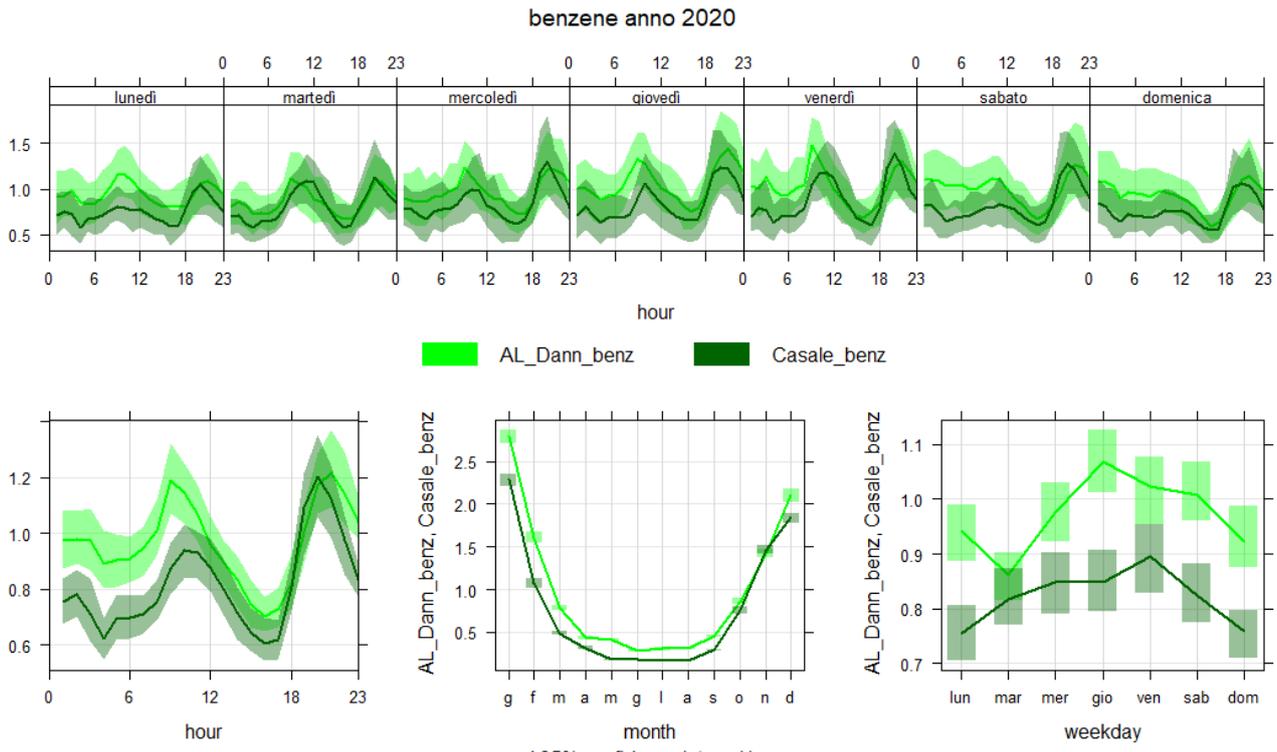
Fonte EEA Air Quality Report 2009

Le concentrazioni di benzene registrate nel 2020 si confermano ampiamente al di sotto del limite annuale di 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in tutte le stazioni provinciali e mostrano concentrazioni analoghe alle altre stazioni piemontesi. I valori misurati negli ultimi anni sono sostanzialmente stabili e notevolmente diminuiti grazie dell'introduzione dal luglio 1998, del limite del 1% del tenore di benzene nelle benzine ed al progressivo aumento del numero di auto con catalizzatore ossidante sul totale degli autoveicoli circolanti. L'andamento negli anni evidenzia come i livelli di benzene permangono ampiamente al di sotto dei limiti di legge (5 microgrammi/ m^3 come media sull'anno) e anche dei valori di tutela indicati dal OMS.

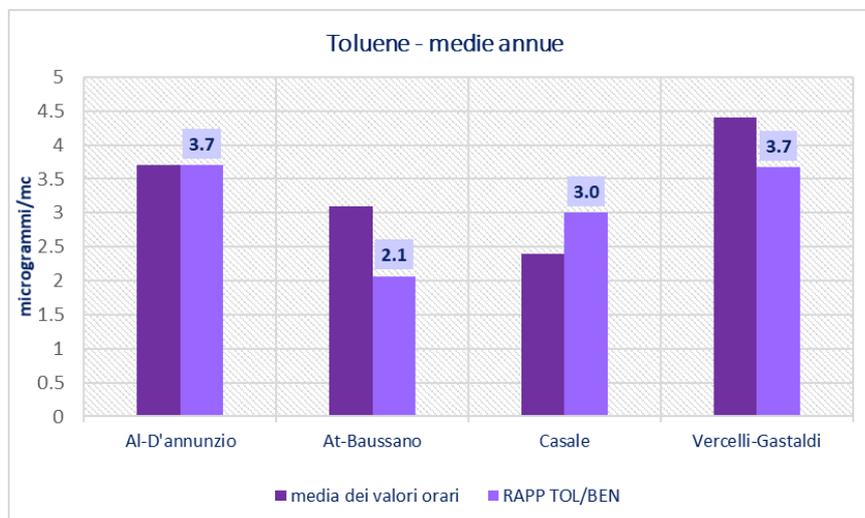


medie annue di benzene nelle stazioni di Asti, Alessandria, Casale M.to, Vercelli - anno 2020

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. **Si evidenzia anche qui una notevole differenza stagionale nella presenza di benzene che, come tutti gli inquinati eccetto l'ozono, sono significativamente più elevati nella stagione fredda con concentrazioni fino a 5 volte superiori rispetto all'estate. Per effetto della riduzione del traffico durante il lockdown anche le concentrazioni di btx sono notevolmente diminuite.**

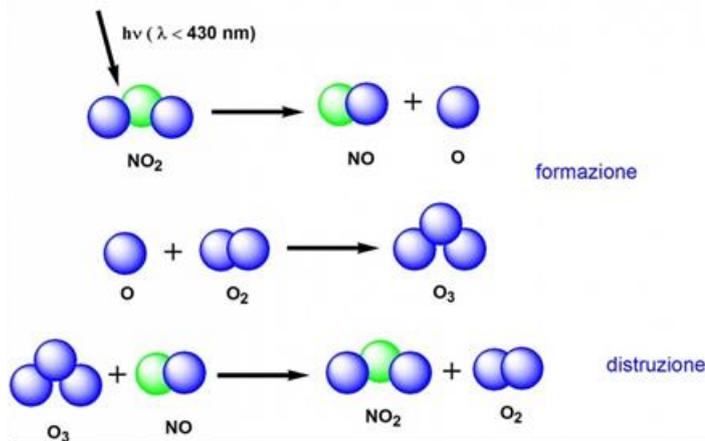


E' utile il confronto tra benzene e toluene che non è soggetto a limite in quanto meno tossico del benzene ma il cui rapporto con il benzene è indicativo del tipo di sorgenti di provenienza. **In aree urbane il rapporto medio dei due inquinanti è di un fattore da 3 a 5.**



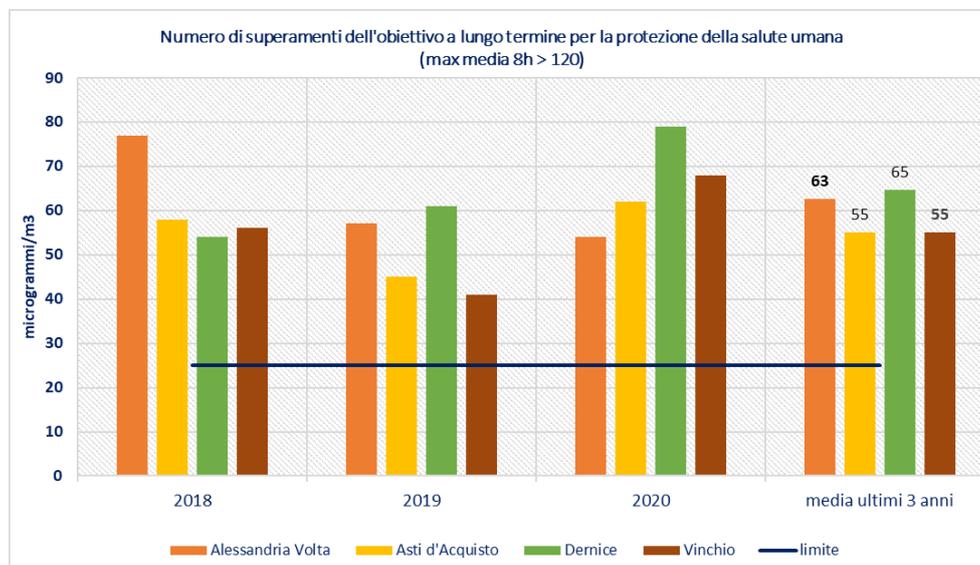
5.5 OZONO O₃

L'ozono, insieme al PM₁₀ e al biossido di azoto, è uno degli inquinanti di maggiore rilevanza in Europa, con un gradiente che aumenta da nord a sud del continente e le cui concentrazioni più elevate si registrano nelle stazioni di monitoraggio dell'area mediterranea. **In contrasto con gli altri parametri, le concentrazioni di ozono sono generalmente maggiori d'estate e nelle località rurali, minori d'inverno e nelle stazioni urbane e soprattutto in quelle di traffico.** Ciò dipende principalmente dalle modalità di formazione dell'ozono, influenzate da alcune variabili meteorologiche quali l'elevata radiazione solare e le alte temperature e dalla presenza dei suoi precursori sia di origine antropica (es. benzene e toluene, ossidi di azoto) che naturale (terpeni, alcani, alcheni, etc.). In particolare, la foto-dissociazione di NO₂ in presenza di radiazione ultravioletta con formazione di ozono contribuisce alla formazione di questo inquinante nei siti urbani maggiormente influenzati dal traffico veicolare.



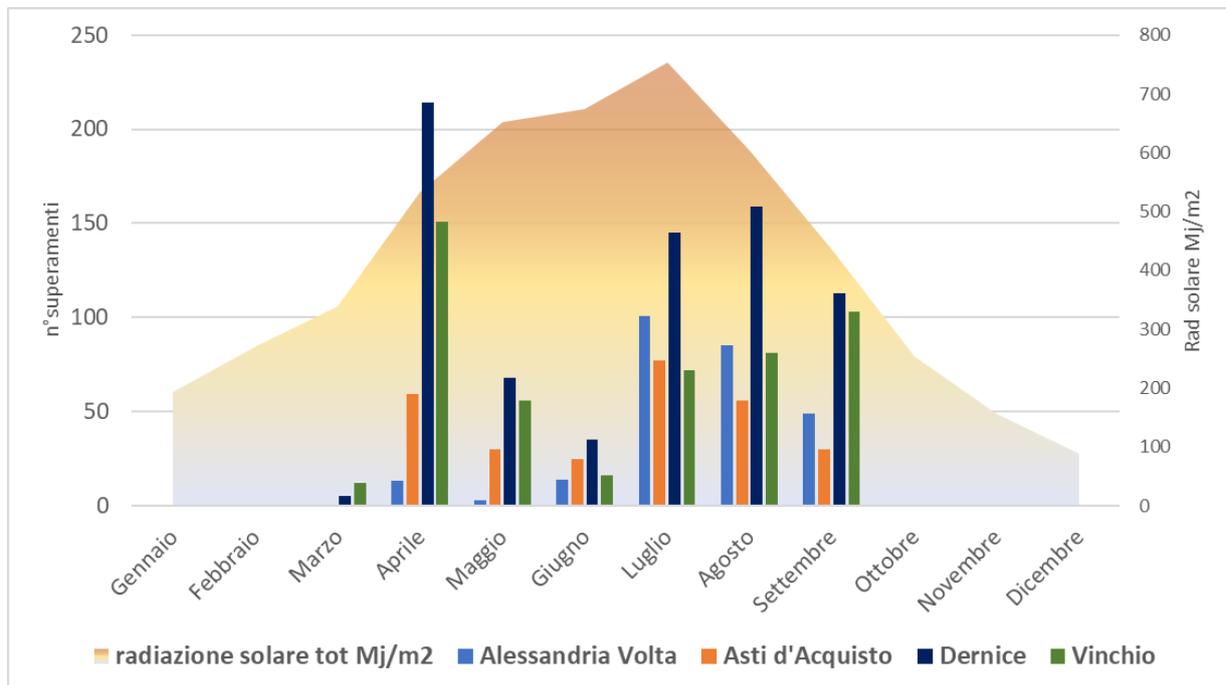
ciclo foto-stazionario dell'ozono

L'ozono è soggetto a vari limiti sia per la popolazione che per la salute della vegetazione, essendo un composto estremamente aggressivo, ossidante ed irritante sia per le piante che per l'apparato respiratorio dell'uomo. I limiti di riferimento principali sono il **limite di protezione della salute** riferito a medie su 8 ore che non devono superare i 120 µg/m³ sugli ultimi 3 anni, la **soglia di informazione** riferita a media su 1 ora che non deve superare i 180 µg/m³ e la **soglia di allarme** riferita a media su 1 ora che non deve superare i 240 µg/m³ e l'**obiettivo a lungo termine** pari a 120 µg/m³ come media su 1 ora. L'inquinante viene misurato presso le stazioni di Alessandria e Asti, rappresentative del fondo urbano, ed in quelle di Vinchio (AT) e Dernice (AL), poste più in quota e rappresentative del fondo rurale. Nei grafici seguenti è illustrato l'andamento dei superamenti occorsi nel 2020.



Il valore obiettivo di 120 µg/m³ come massima media su 8h nell'arco della giornata che non deve essere superato per più di 25 volte per anno civile come media su 3 anni: nell'ultimo triennio, come nei precedenti, si osserva il non raggiungimento dell'obiettivo imposto dalla normativa per tutte le stazioni dell'area astigiana e alessandrina dove questo parametro viene misurato. Il numero dei giorni di superamento nel triennio va dai 55 delle stazioni di Vinchio e Asti ai 63-65 delle stazioni di Alessandria e Dernice. Non si riscontrano variazioni significative nel tempo, viene 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.**

Nella figura seguente è riportata, invece, la distribuzione mensile dei superamenti del valore obiettivo per la protezione della salute umana per l'anno 2020 pari a **120 µg/m³ come media sull'ora. Il numero di giorni di superamenti del limite è elevato per tutte le stazioni e segue l'andamento della radiazione solare mensile registrata nella stazione meteorologica regionale di Alessandria Lobbi.**

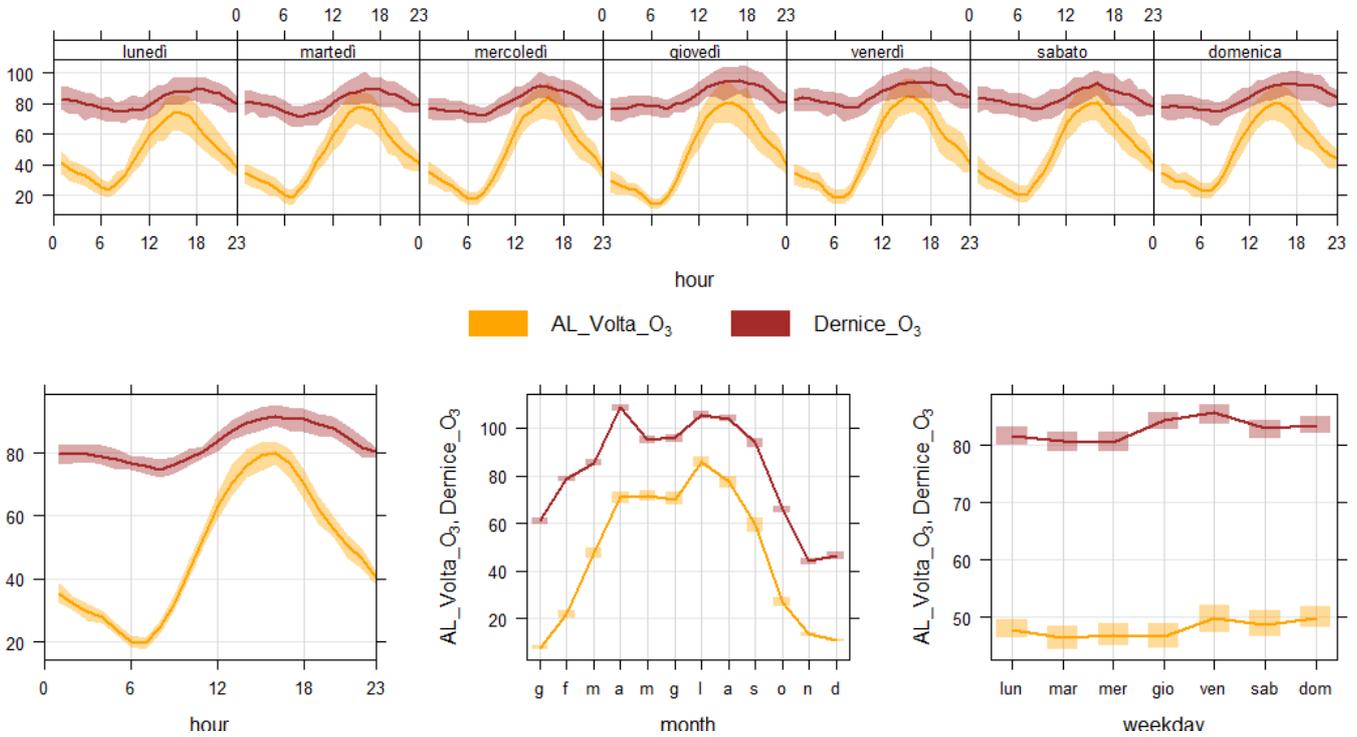


I superamenti dei limiti per l'ozono cominciano a marzo, in particolare nelle stazioni rurali, per poi aumentare nei mesi estivi e poi decrescere sino a settembre. Dal grafico è quindi evidente ancora una volta l'influenza del clima sulla formazione di ozono troposferico. In generale alte temperature ed intensa radiazione solare innescano la formazione di ozono troposferico determinando un elevato numero di superamenti dei valori limite. Nel 2020 i mesi di maggio e giugno, freddi e piovosi, hanno ridotto i superamenti rispetto alla media estiva

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**

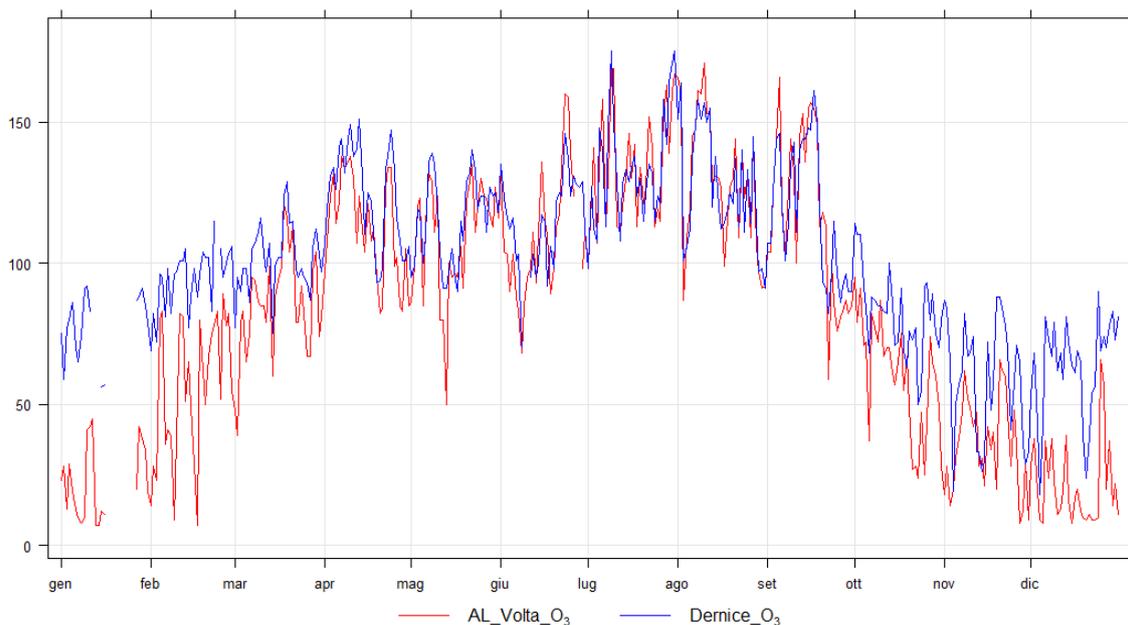
concentrazioni si trovano dunque nelle località più periferiche della città o in zone remote meno inquinate.

OZONO anno 2020

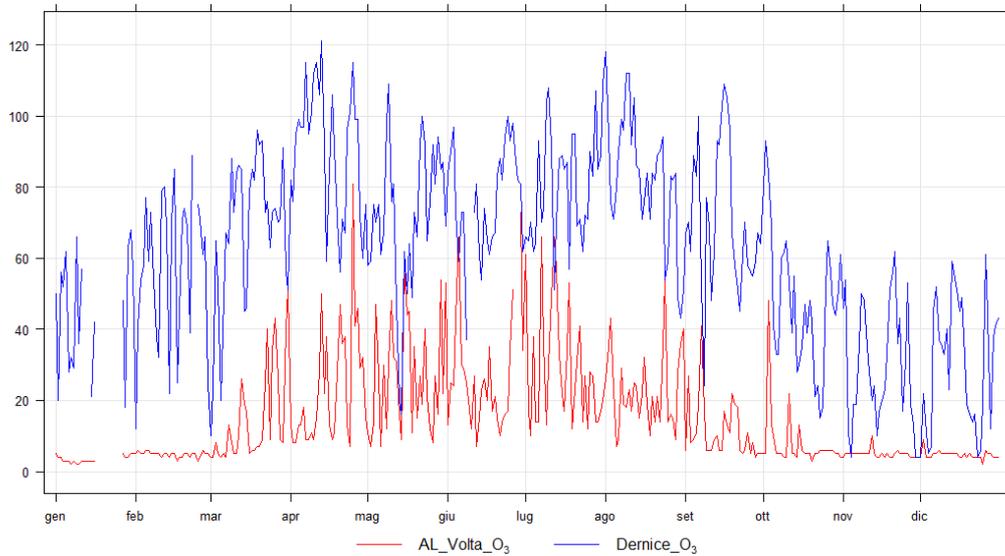


Anche i valori massimi e minimi giornalieri di ozono registrati ad Alessandria (pianura) e Derrice (in quota) mostrano le differenze soprattutto tra i valori minimi che in quota non scendono nemmeno di notte e presentano livelli discretamente elevati anche in inverno in presenza di giornate soleggiate.

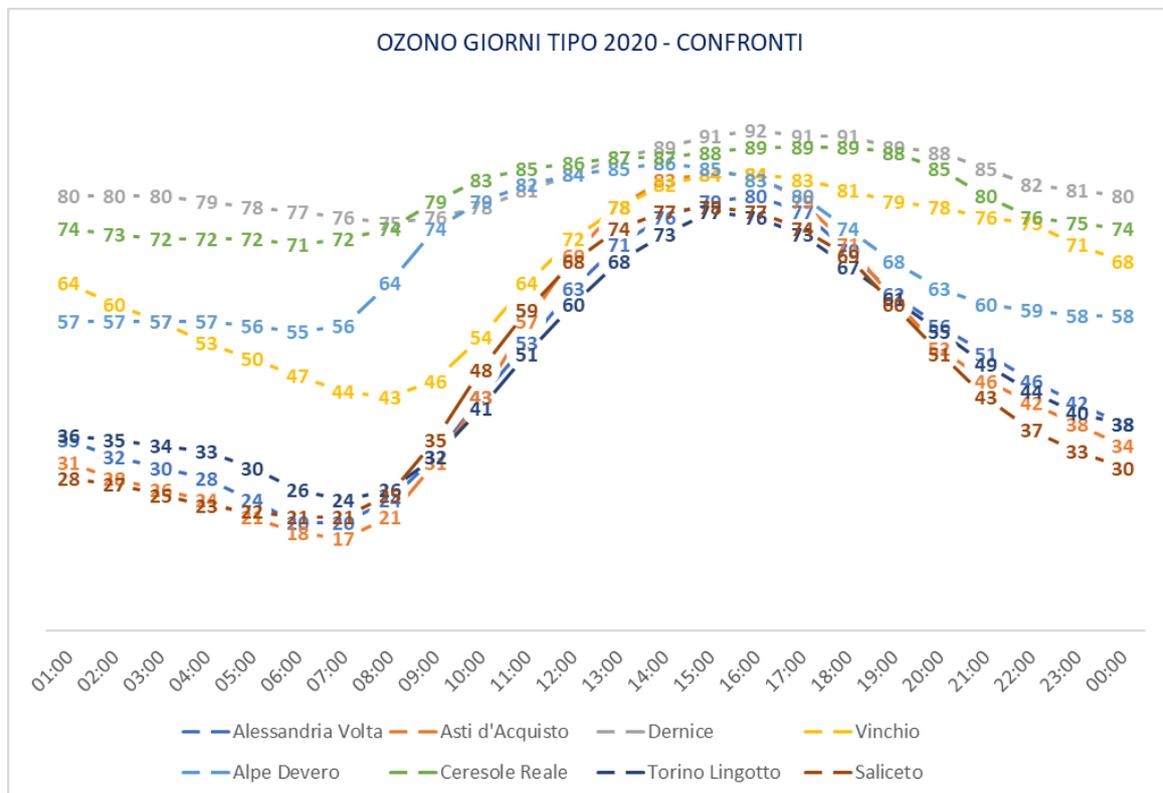
ozono MAX giornaliero anno 2020



ozono MIN giornaliero anno 2020



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 mutino al variare della quota. Le stazioni di pianura (Asti, Alessandria, Torino) 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, infine, Alpe Devero (VB) e Ceresole (TO) in zona montana (1600m s.l.m.) presentano andamenti quasi piatti con l'ozono che non decresce mai nemmeno di notte per i motivi più sopra richiamati.

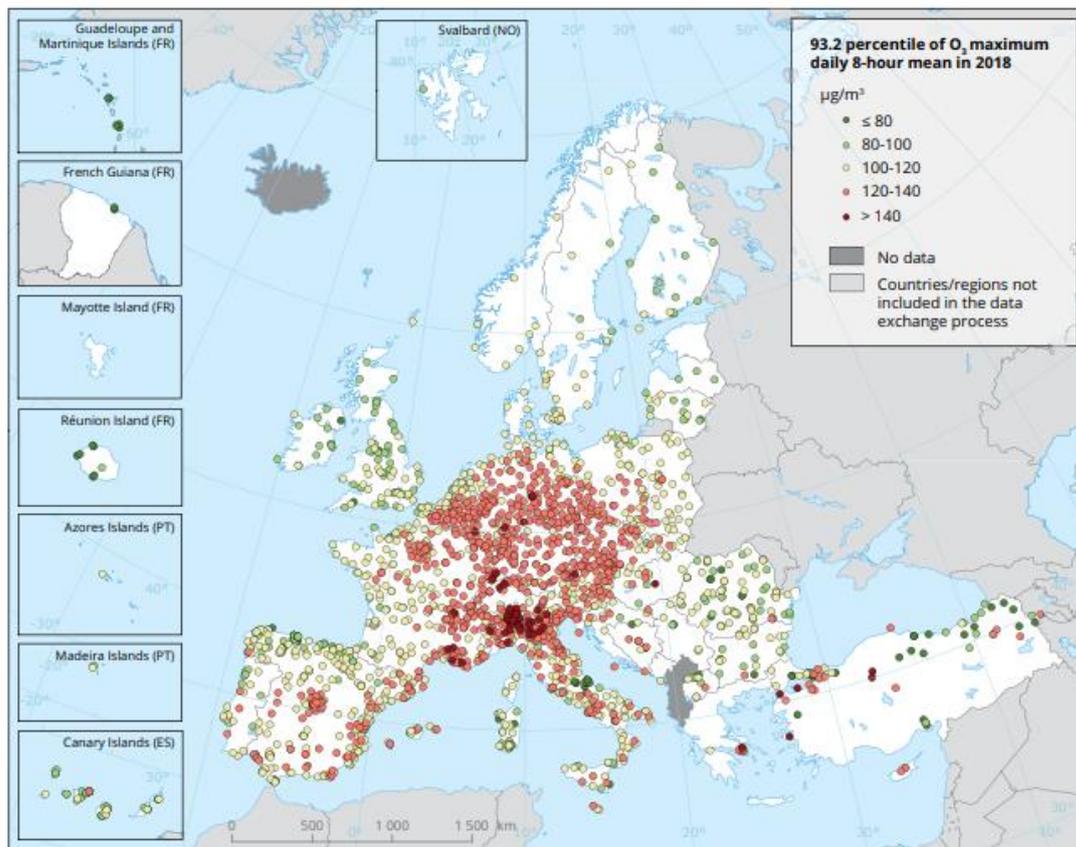


L'OZONO a livello europeo – EEA REPORT 2020¹¹

L'inquinamento da ozono estivo è estremamente diffuso nel continente europeo e costituisce un problema sia per la vegetazione che per la salute. Inoltre, l'ozono è annoverato tra i gas a effetto serra. 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. **In Europa, in circa il 40% dei siti dove viene misurato si registrano concentrazioni superiori all'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana, per lo più presso le stazioni di fondo e rurali. Il bacino padano risulta tra le peggiori in Europa per livelli di ozono estivo per via sia delle alte temperature che della produzione di molti precursori da parte delle attività antropiche.** I cambiamenti climatici in atto inoltre tendono a produrre un anticipo dei picchi di ozono in primavera e prima estate per effetto dell'aumento delle temperature, ciò in parte frena la diminuzione delle concentrazioni di ozono per effetto delle politiche di abbattimento dei suoi precursori.

Table 5.1 Air quality standards for protecting human health from O₃

Pollutant	Averaging period	Standard type and concentration	Comments
O ₃	Maximum daily 8-hour mean	EU target value: 120 µg/m ³	Not to be exceeded on more than 25 days/year, averaged over 3 years (*)
		EU long-term objective: 120 µg/m ³	
	1 hour	WHO AQG: 100 µg/m ³	
		EU information threshold: 180 µg/m ³	EU alert threshold: 240 µg/m ³



Reference data: ©ESRI | ©EuroGeographics

Fonte EEA Report 2020

¹¹ <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2020-report>

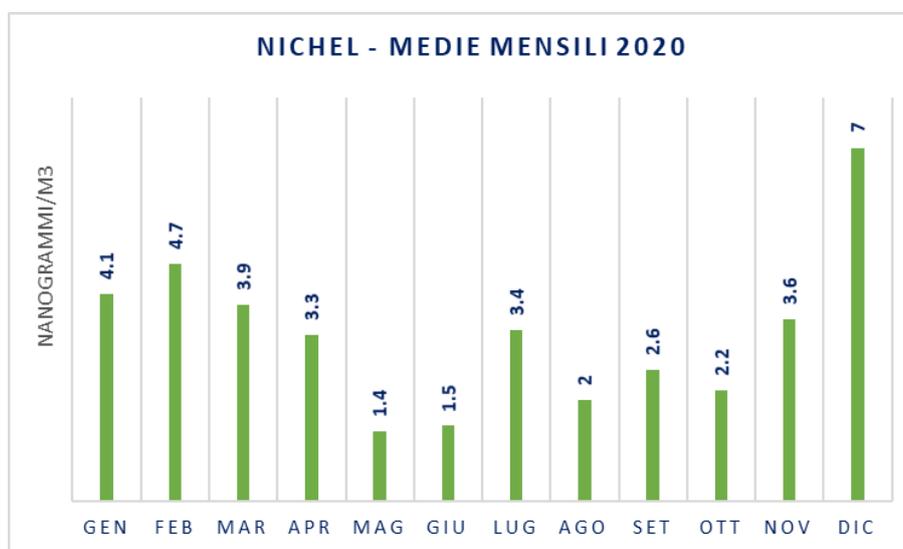
5.6 METALLI PESANTI

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**. Questi metalli si trovano all'interno del particolato fine PM10 campionato giornalmente attraverso la deposizione su filtri di quarzo. Di seguito si riportano i risultati delle analisi sui metalli effettuate sui filtri di deposizione del PM10 campionati nella stazione di Alessandria D'Annunzio a partire dal 2010.

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
2019	5	0.70	0.10	4.20
2020	4	0.70	0.10	3.30
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. Si nota una progressiva e significativa riduzione dei parametri negli anni che hanno raggiunto livelli di fondo ormai ovunque.**

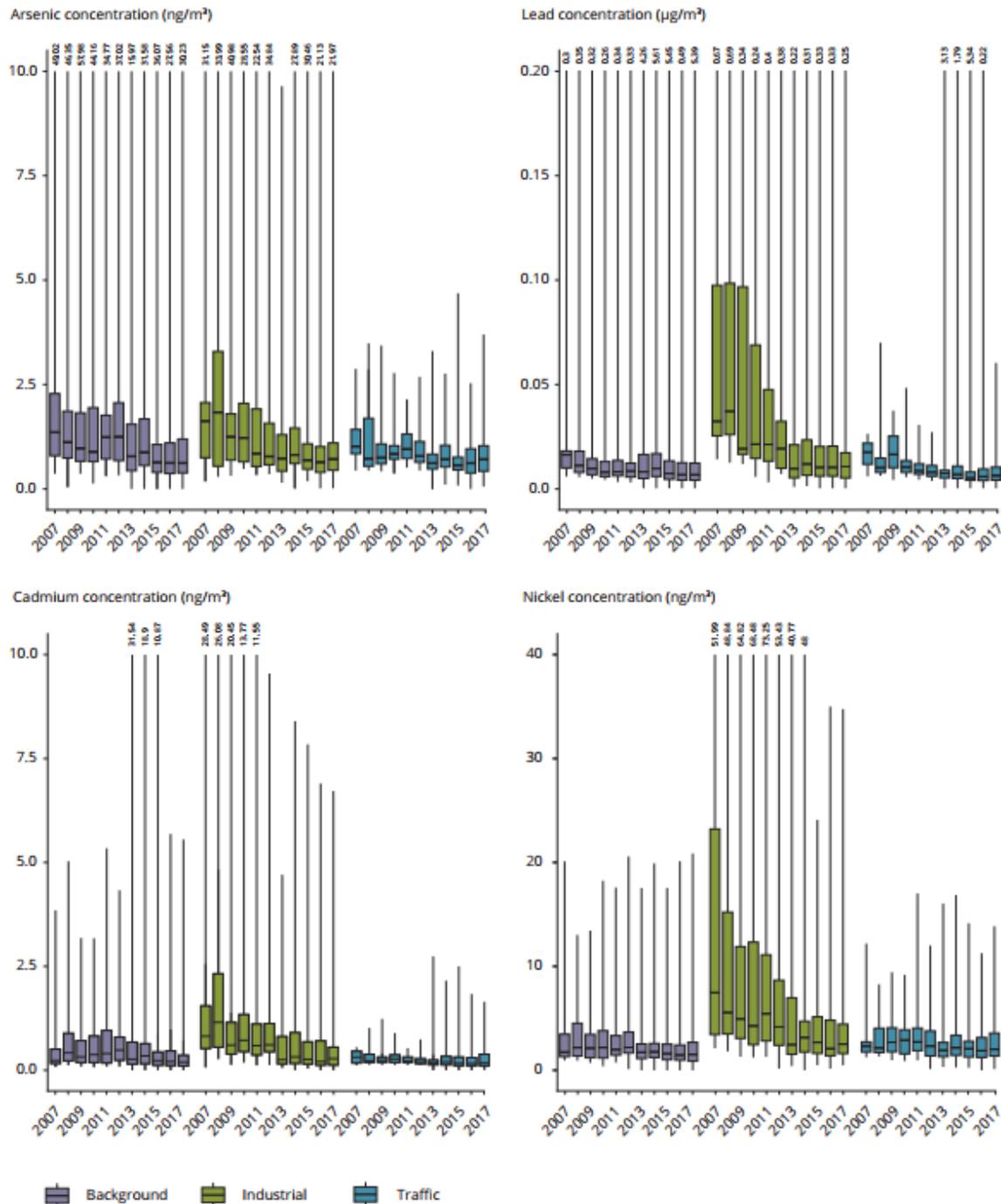
Si riscontra una maggior abbondanza di metalli nel particolato nel periodo invernale rispetto a quello estivo: le concentrazioni di Nichel ad esempio passano da 1.5 nanogrammi/m³ a giugno a 7 nanogrammi/m³ a dicembre presso la stazione da traffico di Alessandria D'Annunzio.



I METALLI in Europa – EEA report

I metalli tossici normati dalla EU (**arsenico, cadmio, nichel e piombo**), si trovano all'interno del particolato fine atmosferico. possono essere trasportati a larga distanza dal punto di emissione e permangono nell'ambiente per decenni. Sebbene le concentrazioni atmosferiche siano basse e quindi anche l'assorbimento per inalazione, questi inquinanti possono depositarsi su suoli, sedimenti, acque, vegetali ed entrare nella catena alimentare. La loro persistenza li rende bio-accumulabili nel corpo umano. Tipicamente gli organi bersaglio sono fegato, cervello, sistema cardio vascolare. **I maggiori contributi provengono dalle attività industriali del settore metallurgico, anche se anche il traffico veicolare dà il suo contributo attraverso l'usura delle parti meccaniche dei veicoli.**

Figure 8.3 Concentrations of toxic metals between 2007 and 2017 for EEA-33 stations



Fonte EEA Report 2019

5.7 IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

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. Gli IPA si trovano all'interno delle polveri sottili e ne costituiscono una frazione molto piccola, tuttavia rivestono un grande rilievo tossicologico, specialmente quelli con 5 o più anelli, e sono per la quasi totalità adsorbiti sulla frazione di particolato ultrafine 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. 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. **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, gli abbruciamenti in agricoltura ed il traffico stradale.** Le emissioni di BaP nell'UE sono aumentate negli anni per via del consumo di legna per il riscaldamento domestico, aumentato sia grazie agli incentivi governativi messi in atto per aumentare l'utilizzo di energie rinnovabili sia per il risparmio economico a fronte dell'aumento dei costi di altre fonti di energia. **La diffusione della combustione di biomasse per il riscaldamento domestico, infatti, 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).**

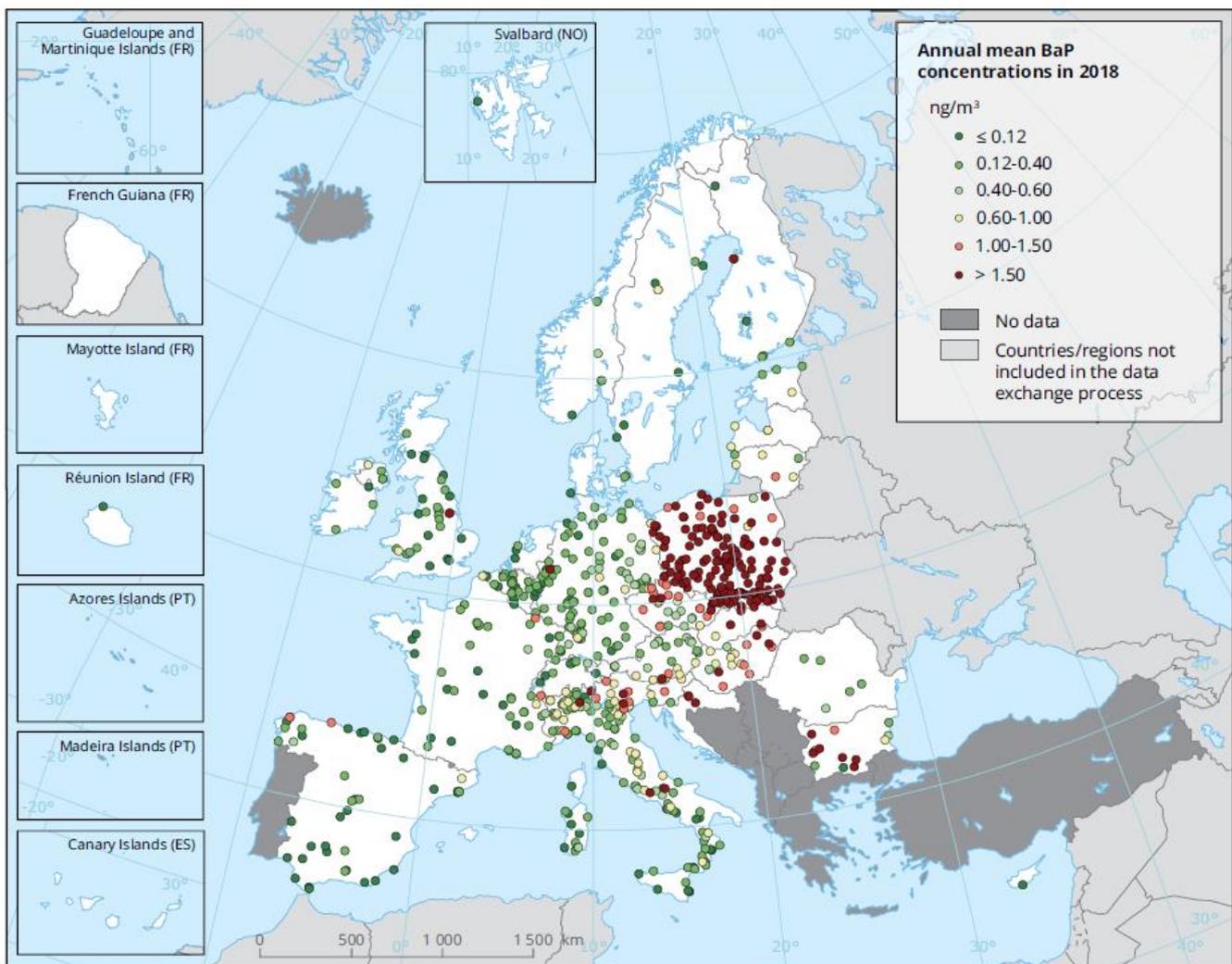
Dalle analisi si evidenzia che il PM10 risulta significativamente più ricco di IPA durante i mesi freddi dell'anno. Il periodo invernale risulta quindi quello più critico per l'esposizione a particolato non solo in termini di concentrazioni assolute ma anche di composizione in microinquinanti organici. Di seguito si riportano i risultati delle analisi di benzo(a)pirene effettuate sui filtri di deposizione del PM10 campionati nelle stazioni di Alessandria a partire dal 2010. I valori si riferiscono alla media sull'anno solare.

Benzo(a)pirene	Stazione AL_D'Annunzio Media annuale (nanogrammi/m ³)	Stazione AL_Volta Media annuale (nanogrammi/m ³)
2010	0.50	0.49
2011	0.69	0.55
2012	0.79	0.78
2013	0.66	0.56
2014	0.50	0.50
2015	0.50	0.50
2016	0.50	0.60
2017	0.60	0.50
2018	0.40	0.30
2019	0.40	0.40
2020	0.40	0.40
Limite annuale	1.00	1.00

Complessivamente le medie annue di benzo(a)pirene rientrano sotto il limite di 1 nanogrammo/m³ fissato dalla UE. L'Organizzazione Mondiale della Sanità indica invece come valore di esposizione cronica un valore soglia di 0.12 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".**

Map 7.1 Concentrations of BaP, 2018



Fonte – EEA Air Quality Report 2020

5.1 ANALISI DELLE SERIE STORICHE

Per gli inquinanti che presentano maggiori criticità (NO₂ e polveri PM10) è stato eseguito uno studio di trend applicando il test di Theil-Sen attraverso l'utilizzo delle funzionalità implementate nel pacchetto OPENAIR del software RProject®. 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%.

5.1.1 BIOSSIDO DI AZOTO

Di seguito si riporta la tabella con i calcoli dei trend per NO₂ ed i time-plot delle serie storiche di NO₂ 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/m³ all'anno.

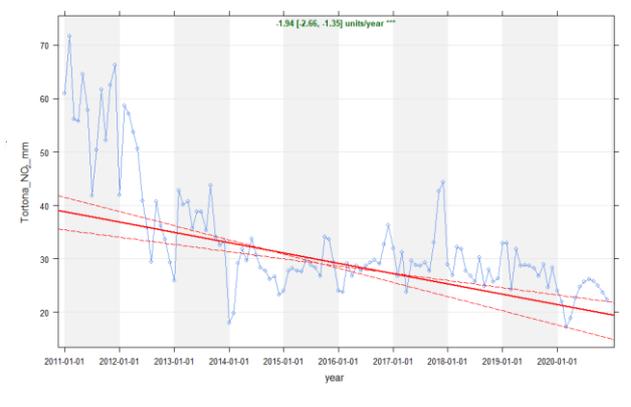
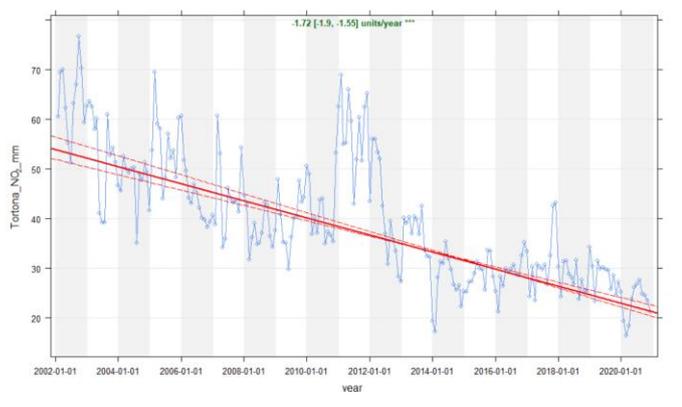
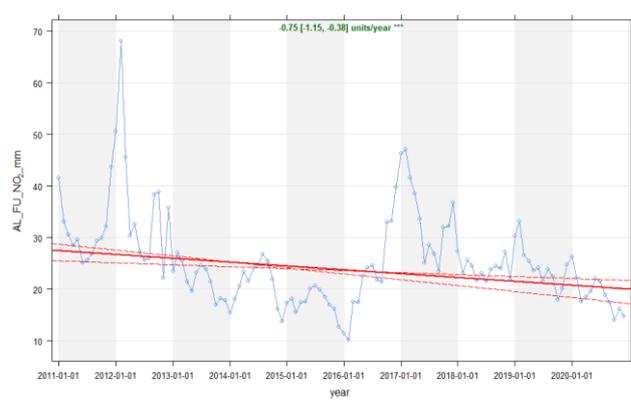
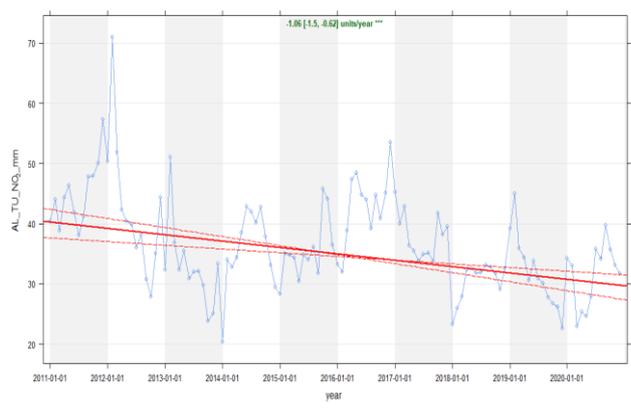
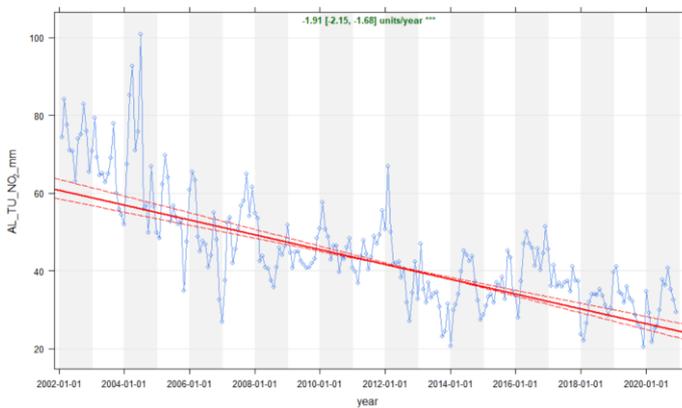
Per tutte le stazioni è stato individuato un **trend decrescente statisticamente significativo** (p-value<0.001) sia sulla serie storica sia su quella dell'ultimo decennio (2011-2020). Sul lungo periodo le diminuzioni variano da circa **2 microgrammi/m³ all'anno di NO₂ per Tortona e Alessandria a 1.0 microgrammi/m³ all'anno per Novi Ligure e Casale Monferrato**. I dati dell'ultimo decennio fanno però emergere alcune variazioni di tendenza, seppure il trend in diminuzione sia confermato per tutte le stazioni. Alessandria registra infatti un rallentamento della diminuzione su entrambe le stazioni. Nell'ultimo decennio, si registra invece un ulteriore miglioramento per Casale M.to e Novi Ligure mentre per Tortona il trend rimane pressochè invariato su circa **-1.8 microgrammi/m³ all'anno di NO₂**. Casale M.to, in particolare, raddoppia la riduzione passando **da -0.7 a -1.4 microgrammi/m³ all'anno di NO₂** presumibilmente grazie alla modifica della viabilità locale con inserzione di rotatorie dal 2016.

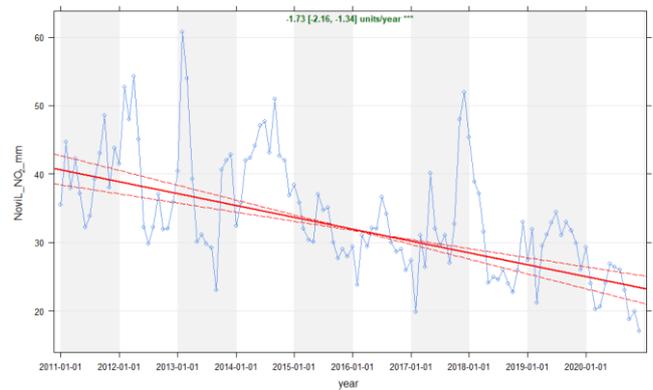
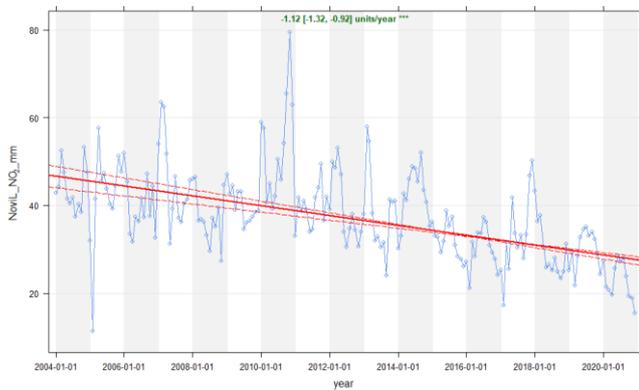
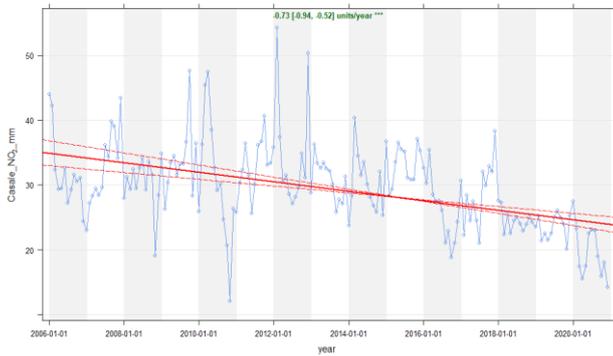
Complessivamente le politiche di risanamento della qualità dell'aria ed i miglioramenti tecnologici imposti a livello europeo sugli autoveicoli unitamente a misure locali di migliore gestione della viabilità hanno permesso di scendere mediamente di circa 20microgrammi/m³ di NO_x negli ultimi 15 anni, raggiungendo il completo rispetto dei limiti di legge per tale inquinante che, oltre ad essere dannoso di per sé, costituisce un importante fattore di incremento delle polveri sottili per via delle reazioni chimiche che si innescano in atmosfera.

Stazione	Tipo stazione	Periodo	TREND	Coeff. angolare o pendenza (slope)
Alessandria Volta	Fondo Urbano	2006 - 2020	Decrescente (p-value<0.001)	-1.60 µg/m ³ y Intervallo di confidenza [-1.84÷ -1.40]
		2011 - 2020		-0.75 µg/m ³ y Intervallo di confidenza [-1.15÷ -0.38]
Alessandria D'Annunzio	Traffico Urbano	2002 - 2020	Decrescente (p-value<0.001)	-1.9 µg/m ³ y Intervallo di confidenza [-2.15÷ -1.68]
		2011 - 2020		-1.1 µg/m ³ y Intervallo di confidenza [-1.50÷ -0.62]
Tortona	Traffico Urbano	2002 - 2020	Decrescente (p-value<0.001)	-1.72 µg/m ³ y Intervallo di confidenza [-1.90÷ -1.55]

		2011 - 2020		-1.94 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ y}$ Intervallo di confidenza [-2.66÷ -1.65]
Novi Ligure	Traffico Urbano	2004 - 2020	Decrescente (p-value<0.001)	-1.12 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ y}$ Intervallo di confidenza [-1.32÷ -0.92]
		2011 - 2020		-1.73 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ y}$ Intervallo di confidenza [-2.16÷ -1.34]
Casale M.to	Fondo Urbano	2006 - 2020	Decrescente (p-value<0.001)	-0.73 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ y}$ Intervallo di confidenza [-0.94÷ -0.52]
		2011 - 2020		-1.37 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ y}$ Intervallo di confidenza [-1.65÷ -1.10]

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





5.1.2 POLVERI PM₁₀ E PM_{2.5}

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 più di dieci anni di dati e dunque statisticamente idonee ad effettuare lo studio di trend. I dati considerati sono le medie mensili dall'anno di inizio della rilevazione da quali risulta 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 europeo.

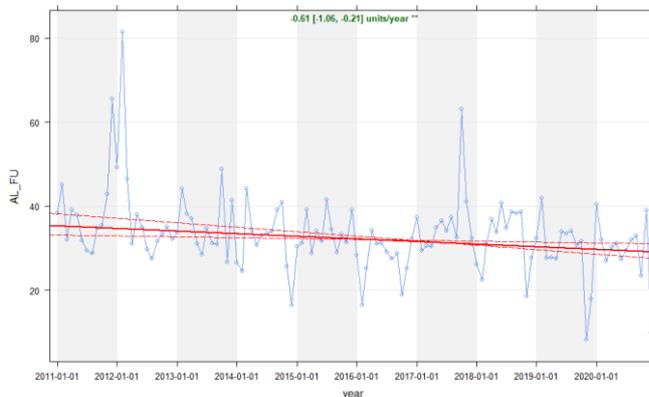
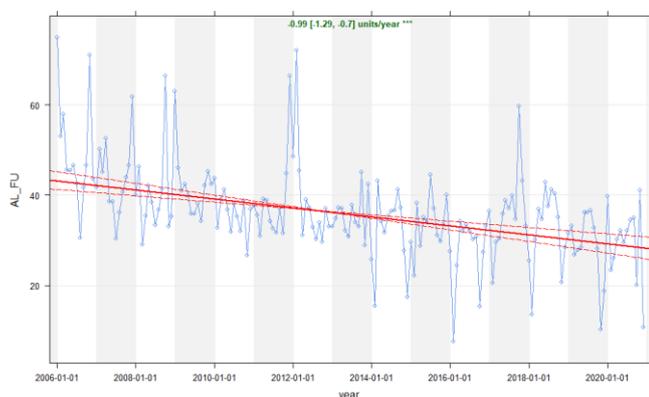
Nella tabella seguente vengono riportati i risultati dell'analisi di trend per le stazioni considerate per l'intera serie storica a disposizione e per l'ultimo decennio. Il parametro fondamentale derivante dal test è lo **slope** (in tabella identificato con il termine coefficiente angolare-slope) che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

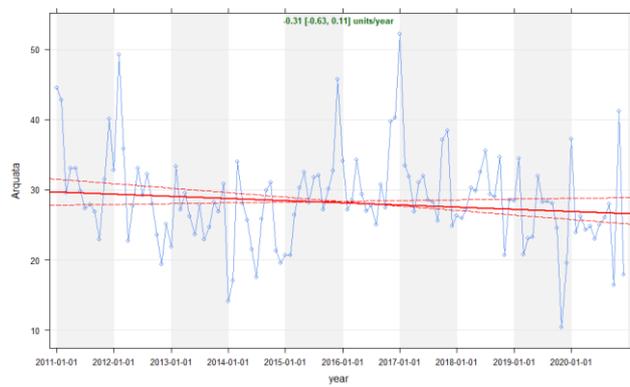
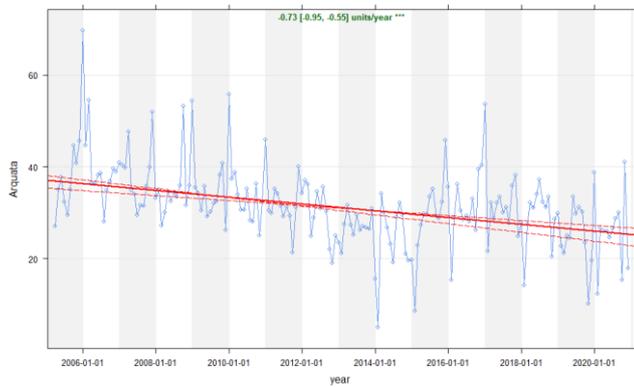
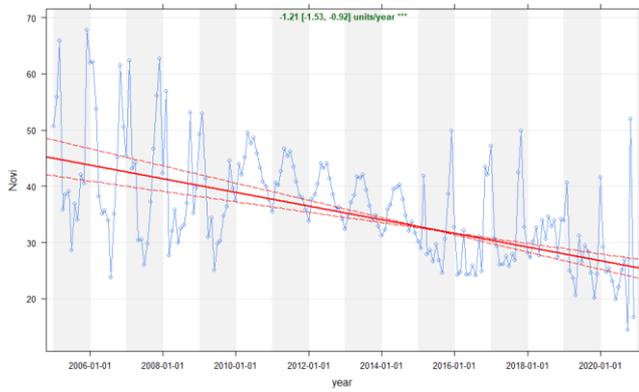
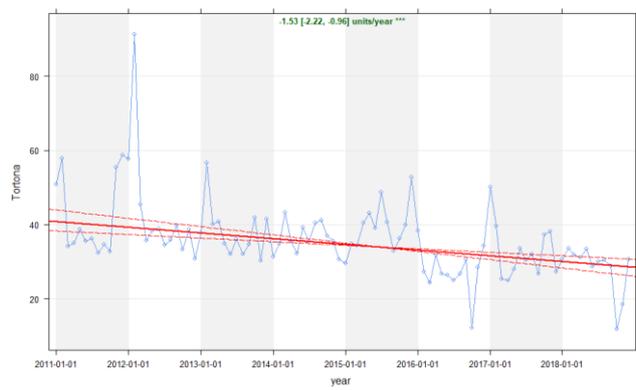
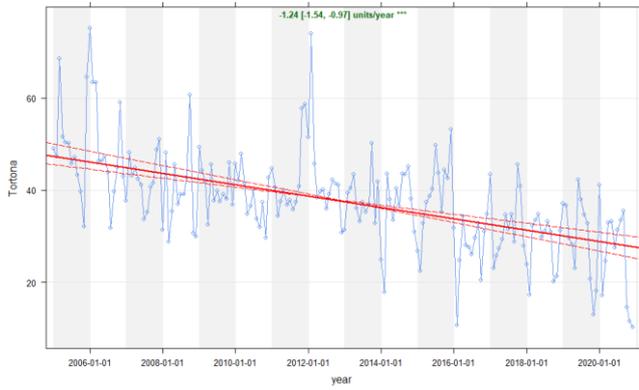
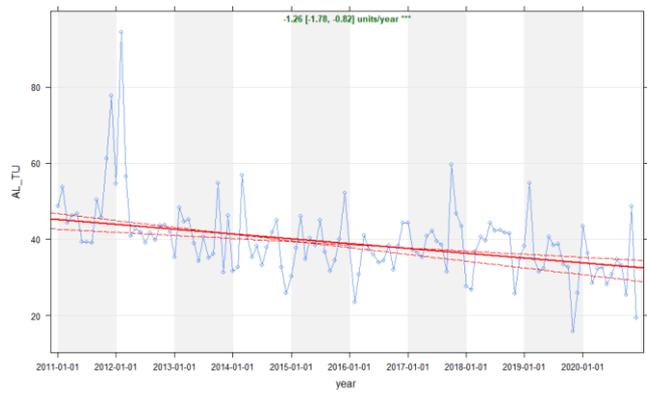
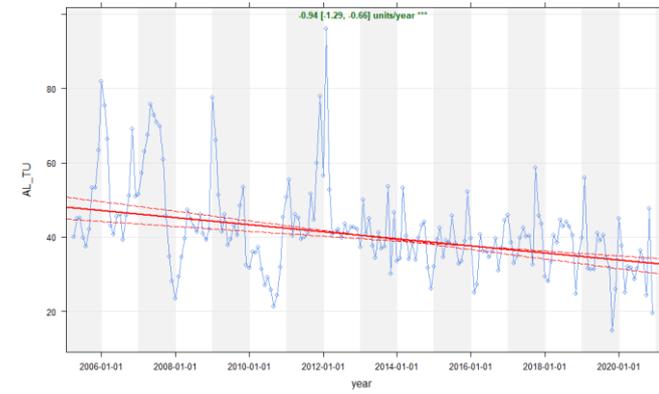
Per tutte le stazioni è stato individuato un **trend decrescente statisticamente significativo** (p-value<0.001) **sul lungo periodo**. Considerando l'intera serie storica, le diminuzioni si attestano in maniera omogenea a circa **1.0 microgrammi/m³ all'anno** per tutti i Comuni. I dati dell'ultimo decennio fanno però emergere alcune variazioni di tendenza analogamente a quanto riscontrato per NO₂, seppure il trend in diminuzione sia confermato per tutte le stazioni. **Alessandria registra infatti un rallentamento della diminuzione sulla stazione di fondo come anche Casale M.to, Arquata e Novi Ligure, per le quali il trend di diminuzione è molto meno evidente e tende ad azzerarsi**. Per la stazione urbana da traffico di Alessandria P.zza D'annunzio la rotatoria inserita sull'incrocio verso il quartiere Cristo ha presumibilmente prodotto un miglioramento sulle emissioni di PM₁₀ da traffico. Nell'ultimo decennio, si registra invece un ulteriore miglioramento per Tortona con un trend di diminuzione di circa -1.5 microgrammi/m³ all'anno di PM₁₀, trend che andrà confermato nel 2021 con l'aggiornamento dei dati.

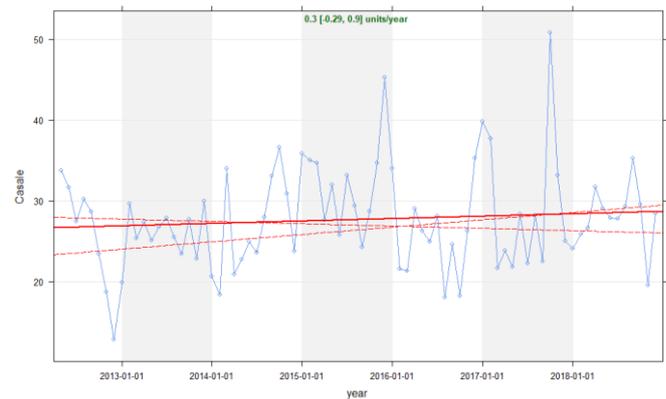
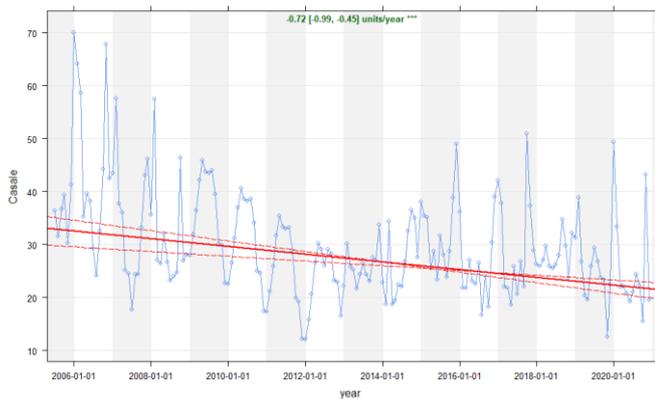
Complessivamente le politiche di risanamento della qualità dell'aria ed i miglioramenti tecnologici imposti a livello europeo unitamente a misure locali hanno permesso di scendere mediamente di circa 15microgrammi/m³ di PM10 negli ultimi 15 anni, raggiungendo il rispetto del limite di legge come media sull'anno. Manca ancora il raggiungimento dell'obiettivo di legge come numero massimo di superamenti del limite giornaliero che necessita ulteriori sforzi anche in considerazione del rallentamento dei trend di decrescita.

Stazione	Tipo stazione	Periodo	TREND	Coeff. angolare o pendenza (slope)
Alessandria Volta PM10	Fondo Urbano	2006 - 2020	Decrescente (p-value<0.001)	-0.99 µg/m ³ y Intervallo di confidenza [-1.29÷ -0.70]
		2011 - 2020	Decrescente (p-value<0.01)	-0.61 µg/m ³ y Intervallo di confidenza [-1.06÷ -0.21]
Alessandria Volta PM2.5	Fondo Urbano	2011 - 2020	Decrescente (p-value<0.001)	-0.72 µg/m ³ y Intervallo di confidenza [-1.04÷ -0.42]
Alessandria D'Annunzio	Traffico Urbano	2006 - 2020	Decrescente (p-value<0.001)	-0.94 µg/m ³ y Intervallo di confidenza [-1.29÷ -0.66]
		2011 - 2020	Decrescente (p-value<0.001)	-1.26 µg/m ³ y Intervallo di confidenza [-1.78÷ -0.82]
Tortona	Traffico Urbano	2006 - 2018*	Decrescente (p-value<0.001)	-1.24 µg/m ³ y Intervallo di confidenza [-1.54÷ -0.97]
		2011 - 2018*	Decrescente (p-value<0.001)	-1.53µg/m ³ y Intervallo di confidenza [-2.22÷ -0.96]
Novi Ligure	Traffico Urbano	2006 - 2020	Decrescente (p-value<0.001)	-1.21 µg/m ³ y Intervallo di confidenza [-1.53÷ -0.92]
		2011 - 2020	Debolmente decrescente (p-value<0.1)	-0.65 µg/m ³ y Intervallo di confidenza [-1.52÷ 0.24]
Casale M.to	Fondo Urbano	2006 - 2018*	Decrescente (p-value<0.001)	-0.72 µg/m ³ y Intervallo di confidenza [-1.09÷ -0.36]
		2011 - 2018*	Debolmente decrescente (p-value<0.1)	-0.30 µg/m ³ y Intervallo di confidenza [-0.29÷ 0.90]
Arquata Scrivia	Fondo industriale	2006 - 2020	Decrescente (p-value<0.001)	-0.73 µg/m ³ y Intervallo di confidenza [-0.95÷ -0.55]
		2011 - 2020	Debolmente decrescente (p-value<0.1)	-0.31 µg/m ³ y Intervallo di confidenza [-0.63÷ 0.11]

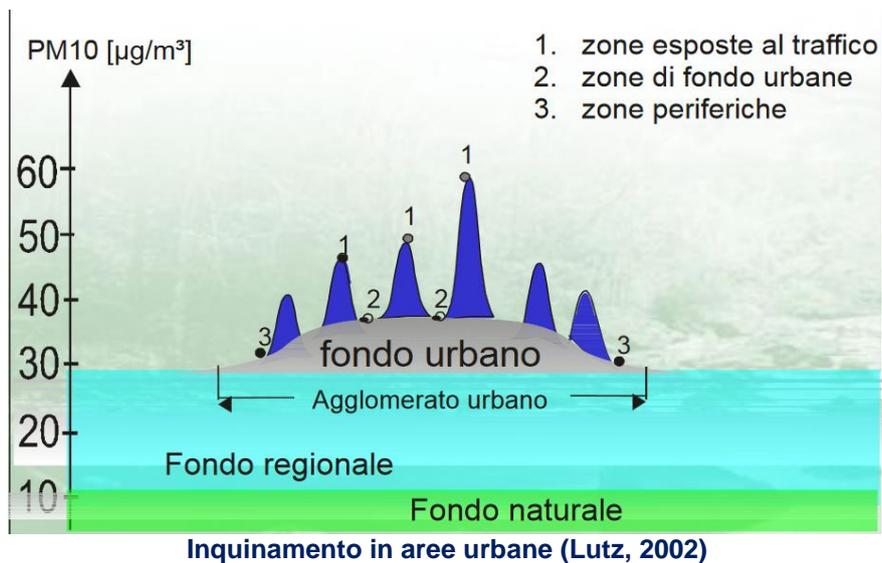
PM10-Risultati dell'analisi del trend con il test di Theil-Sen corretto per la stagionalità
 *per Casale e Tortona esclusi i dati 2019 e 2020 perché <90%







Si osserva infine che, a differenza del biossido di azoto, per il quale la sorgente primaria è il traffico, il particolato ha una molteplicità di sorgenti ed è principalmente di natura secondaria, ovvero si forma in atmosfera da altri inquinanti per reazioni chimico fisiche. 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.



E' opportuno notare che 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 occorrerebbero altri dieci anni per completare il risanamento e scendere sotto il limite giornaliero per le polveri PM10.

6. CONCLUSIONI

Dall'analisi dei dati meteorologici e di qualità dell'aria nella provincia di Alessandria si registra un anno 2020 simile ai due precedenti con 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 10 anni. Sui dati 2020 ha influito anche la pandemia da COVID-19 ed blocchi alle attività umane ad essa legati che hanno determinato una riduzione degli inquinanti atmosferici in alcuni periodi dell'anno.

Dal punto di vista meteorologico il territorio alessandrino in linea con il resto del Piemonte ha fatto registrare un **2020 caldo e moderatamente piovoso**. La temperatura media annua è stata di 13.4°C, corrispondente alla 11° più elevata della serie storica. **Le medie mensili di temperatura nel 2020 mostrano valori superiori alla media per tutti i mesi tranne giugno che è stato freddo e piovoso**. Gli incrementi mensili di temperatura rispetto alle medie del periodo 1989-2009 in alcuni mesi sono considerevolmente superiori alla media, in particolare febbraio (+3.2°C), gennaio (+1.9°C), novembre (+1.7°C). La provincia di Alessandria fa registrare un trend di crescita delle temperature medie di +0.6°C per decade in linea con gli andamenti regionali: negli ultimi 20 anni la temperatura è già aumentata di 1.2°C con differenze stagionali che indicano un aumento maggiore in estate e autunno rispetto all'inverno ed alla primavera. **Le precipitazioni nel 2020 sono state nella media con una pioggia cumulata nell'anno di 606mm**. La piovosità si è concentrata nei mesi di ottobre, dicembre e agosto, mesi in cui ha piovuto complessivamente più della metà della pioggia cumulata dell'anno. Si segnala la assenza di pioggia per ben 2 mesi consecutivi, marzo e aprile che hanno fatto seguito ad un gennaio e febbraio di precipitazioni assai scarse. La serie storica mostra come nell'ultimo decennio la piovosità sia stata mediamente superiore al quella del decennio precedente, risultato particolarmente siccitoso.

CONDIZIONI METEOCLIMATICHE – ANNO 2020 PROVINCIA DI ALESSANDRIA

PIOGGIA

606mm totali, in linea con la media storica. A ottobre, dicembre e agosto, ha piovuto complessivamente più della metà della pioggia cumulata dell'anno

TEMPERATURE

undicesimo anno più caldo dall'inizio delle rilevazioni. **Anomalie di temperatura a** febbraio (+3.2°C), gennaio (+1.9°C) e novembre (+1.7°C). **Giugno unico mese inferiore alla media.** Si registrano 71 giorni estivi con Tmassima >30°C e 5 notti tropicali con Tminima >20°C in netto aumento rispetto al passato

Anno caldo e
 mediamente piovoso



Dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico da **polveri sottili**, emesse principalmente dalla combustione della legna, l'anno che si è appena concluso ha registrato concentrazioni di polveri basse rispetto ai dati dell'ultimo decennio in tutte le stazioni. Negli ultimi 3 anni tutte le stazioni si attestano sotto il limite di legge di 40microgrammi/m³ come media annua per le PM10; è la quinta volta che si verifica il pieno rispetto negli ultimi 10 anni. Il limite giornaliero di 50microgrammi/m³ per le polveri PM10 fa registrare ancora dei superamenti presso le stazioni di Alessandria e Novi Ligure anche se i superamenti del limite giornaliero fanno registrare una tendenza alla diminuzione negli ultimi anni. L'anno 2020 è stato un anno anomalo per via dei ripetuti blocchi delle attività a causa della pandemia da SARS-CoV-2 che hanno influito, soprattutto nella prima parte dell'anno, sulla riduzione degli inquinanti. Mancano per il 2020 i dati di PM10 di Casale Monferrato e Tortona in quanto ripetuti fermi strumentali non hanno permesso di avere un numero sufficiente di dati per le valutazioni sull'anno. Le polveri PM2.5 ad Alessandria quest'anno, come negli ultimi 3 anni, risultano inferiori al valore limite annuo fissato a livello europeo di 25 microgrammi/m³ come media sull'anno. Il dato annuo, disponibile dal 2011, mostra per Alessandria valori

superiori al limite in 4 anni su 10, la media del 2020 è stata di 21microgrammi/m³. La situazione permane tuttavia ancora critica per il rispetto del valore obiettivo di 20 microgrammi/m³.

Per quanto riguarda gli **ossidi di azoto**, emessi principalmente dal traffico, nel 2020 Il limite annuo di 40microgrammi/m³ è ampiamente rispettato in tutte le stazioni così come quello orario pari a 200microgrammi/m³. Nel 2020, per effetto dei blocchi delle attività umane a seguito della pandemia da SARS-cov2 si è registrata una netta riduzione degli ossidi di azoto nel primo trimestre, come conseguenza della drastica limitazione degli spostamenti. Considerando le serie storiche, si nota la progressiva diminuzione di questo inquinante nel tempo. Sia il limite orario che quello annuale per NO₂ risultano rispettati negli ultimi quattro anni in tutte le stazioni

Altro inquinante critico rimane **l'ozono estivo**, per il quale permangono superamenti dei limiti di legge ovunque nella provincia. In tutte le stazioni, anche quelle rurali come Dernice, si registrano numerosi superamenti del limite per la protezione della salute umana di 120microgrammi/m³ e, in misura minore, anche della soglia di informazione che non deve superare i 180microgrammi/m³. Viene quindi confermata una spiccata criticità legata a questo inquinante. L'Italia risulta tra le peggiori in Europa per livelli di ozono estivo. I cambiamenti climatici in atto inoltre tendono a produrre un anticipo dei picchi di ozono in primavera ed estate per effetto dell'aumento delle temperature: ciò in parte frena la diminuzione delle concentrazioni di ozono per effetto delle politiche di abbattimento dei suoi precursori (ossidi di azoto e composti organici volatili). **In sintesi, i superamenti ancora presenti in provincia negli ultimi tre anni sono legati essenzialmente alle polveri sottili e all'ozono estivo, mentre idrocarburi policiclici aromatici e metalli presenti nel particolato risultano ampiamente sotto i limiti.** Dal 2005 ad oggi si evidenzia un lento a costante decremento di polveri e ossidi di azoto per tutte le stazioni della rete.

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

Parametro	Biossido di azoto NO2	Polveri PM10	Polveri PM2.5	Ozono
Stazione				
Alessandria D'annunzio	✓	X	n.d.	n.d.
Alessandria Volta	✓	X	X	X
Tortona	✓	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	Traffico (soprattutto veicoli diesel) Combustioni 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 sostanze organiche volatili
LEGENDA	X = critico	✓ = non critico		n.d.= non determinato

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

Parametro	Benzo(a)pirene	Arsenico	Cadmio	Nichel	Piombo
Stazione					
Alessandria D'annunzio (TU)	✓	✓	✓	✓	✓
Alessandria Volta (FU)	✓	✓	✓	✓	✓
Arquata Scrivia (SI)	✓	✓	✓	✓	✓
Dernice (FR)	✓	✓	✓	✓	✓
Principali sorgenti emissive per inquinante	Combustione di legna Emissioni veicoli diesel Attività industriali	Traffico Attività industriali (siderurgia, metallurgia) Origine naturale			
LEGENDA	X = critico	✓ = non critico			

Complessivamente le politiche di risanamento della qualità dell'aria ed i miglioramenti tecnologici imposti a livello europeo unitamente a misure locali hanno permesso di scendere mediamente di circa 15microgrammi/m³ per PM10 e 20microgrammi/m³ per NO₂ negli ultimi 15 anni, raggiungendo il rispetto del limite di legge come media sull'anno per entrambi gli inquinanti. Manca ancora il raggiungimento dell'obiettivo di legge come numero massimo di superamenti del limite giornaliero delle PM10 che necessita ulteriori sforzi anche in considerazione del rallentamento dei trend di decrescita nell'ultimo decennio. 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.

7. APPROFONDIMENTI

7.1 PIANO DI RISANAMENTO REGIONALE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

SOURCE APPORTIONMENT MODELLISTICO A SUPPORTO DELLE MISURE DI RISANAMENTO

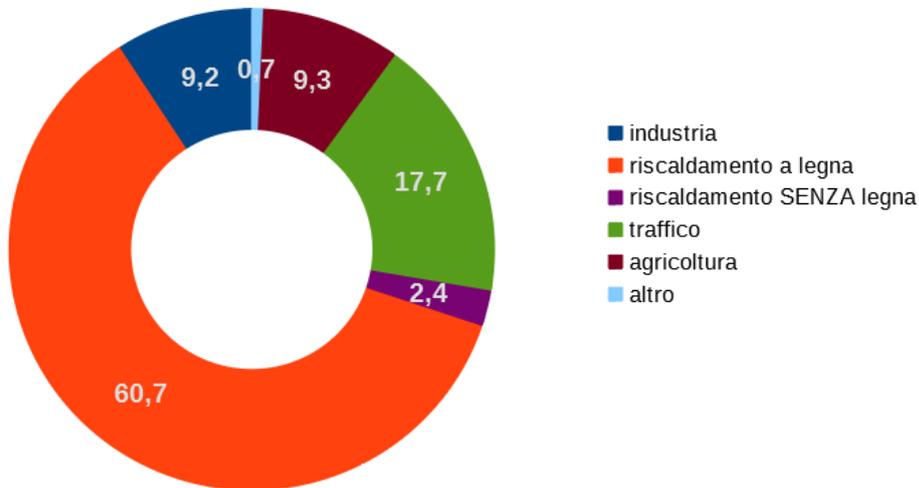
La qualità dell'aria, in quanto problema complesso, ha una pluralità di cause e non è possibile, né corretto, individuarne una sola. Quasi tutte le attività umane emettono inquinanti in atmosfera. Nel bacino del Po dove vive circa il 40% della popolazione italiana il problema della qualità dell'aria è un problema decisamente rilevante. Emissioni elevate di inquinanti e condizioni orografiche e meteo-climatiche sfavorevoli favoriscono l'aumento delle concentrazioni degli inquinanti.

Le informazioni sul contributo delle sorgenti alle emissioni e quelle sul contributo delle stesse sorgenti alle concentrazioni degli inquinanti costituiscono elementi di conoscenza che spesso tuttavia non risultano di facile comprensione. La pianificazione delle misure finalizzate al miglioramento della qualità dell'aria non può prescindere dalla valutazione congiunta dei due differenti contributi: da un lato l'individuazione dei provvedimenti focalizzati sui comparti emissivi maggiormente rappresentativi per il territorio in esame, dall'altra la definizione di misure a scala più ampia volte al contenimento delle sorgenti con impatto più rilevante sulla qualità dell'aria.

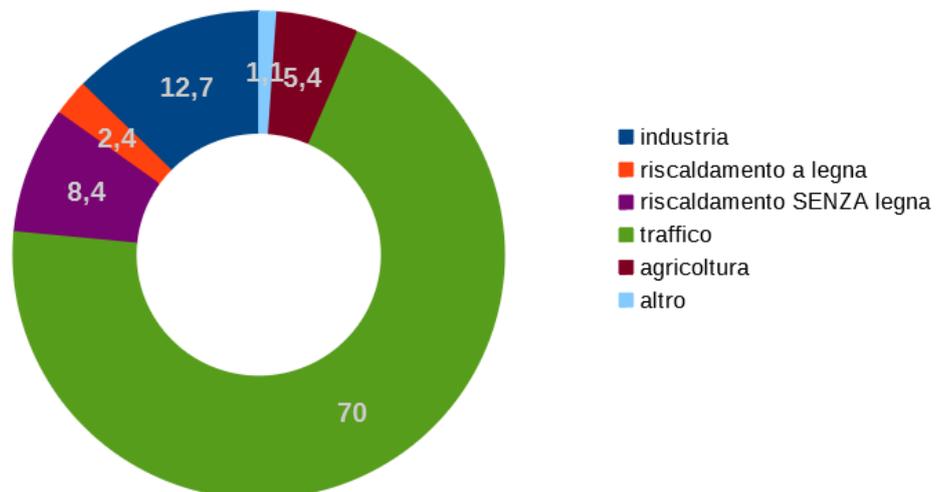
Arpa Piemonte ha sviluppato, a supporto delle azioni della Regione Piemonte sul risanamento atmosferico, il *Source Apportionment modellistico* finalizzato alla individuazione delle principali sorgenti responsabili dell'inquinamento per i principali comuni piemontesi, attraverso sistemi modellistici di chimica e trasporto degli inquinanti e partendo dall'inventario regionale delle emissioni (IREA). 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 alla concentrazione di NOx e PM10 da parte dei diversi gruppi di sorgenti considerate** (combustioni a legna, industria, agricoltura, trasporto stradale, sorgenti diverse) **per la stazione di Alessandria D'Annunzio (TU)**. L'analisi prende in considerazione sia la componente primaria del particolato PM10 sia la componente secondaria, formata in atmosfera a seguito di reazioni chimiche a partire da precursori organici e inorganici, anche emessi da sorgenti lontane e trasportati nell'area in esame dalla circolazione atmosferica.

Dalla comparazione delle due figure emerge che le **sorgenti che impattano in maggior misura sulle concentrazioni di particolato PM10 risultano essere il riscaldamento a biomassa mentre per gli ossidi di azoto è il traffico.**

PM10 - composizione percentuale



NO2 composizione percentuale



Analizzando i contributi percentuali dei due grafici emerge che il **riscaldamento a legna** contribuisce per il 60% circa alle emissioni di PM10 mentre contribuisce solo per il 2,4% alle emissioni di NOx. Viceversa, il **traffico urbano** contribuisce per il 17,7% alle emissioni di polveri sottili e fino al 70% come emissioni di NOx. Agricoltura e industria contribuiscono anch'esse con quantitativi minori ma affatto trascurabili. Da qui si evince che le misure di riduzione delle emissioni volte al miglioramento della qualità dell'aria, per risultare efficaci, devono essere ponderate valutando tutte le informazioni legate al peso delle varie sorgenti ed essere necessariamente concertate tra i soggetti coinvolti nelle diverse scale territoriali e nei vari ambiti settoriali. Non ci si può quindi limitare ad intervenire su un singolo aspetto (come il traffico, la combustione a biomassa o l'agricoltura) ma è necessario sviluppare un approccio integrato che tenga in considerazione tutti gli aspetti.

Consulta il **PIANO REGIONALE di RISANAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA**

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

MISURE EMERGENZIALI: IL PROTOCOLLO ANTISMOG

Per contrastare l'inquinamento atmosferico e migliorare la qualità dell'aria, Piemonte, Lombardia, Veneto ed Emilia-Romagna hanno sottoscritto il 9 giugno 2019 un **Accordo di Programma** con il Ministero dell'Ambiente, per la realizzazione congiunta di una serie di misure aggiuntive di risanamento (azioni emergenziali). Questo prevede l'adozione in tutto il bacino padano del **protocollo antismog¹²**, operativo nella stagione invernale dal 1° ottobre al 31 marzo di ogni anno che prevede misure restrittive crescenti su traffico e riscaldamento domestico in caso di ripetuti superamenti di limite giornaliero per le polveri PM10. La Giunta della Regione Piemonte, con la **D.G.R. n. 9-2916 del 26 febbraio 2021**, ha introdotto nuove disposizioni per la qualità dell'aria ad integrazione e potenziamento delle misure di limitazione delle emissioni, strutturali e temporanee già in vigore con la D.G.R. n. 14-1996 del 25 settembre 2020, aggiornando i criteri con cui si attiva il cosiddetto "*semaforo antismog*": si tratta dell'applicazione di un meccanismo di attivazione delle limitazioni temporanee che comporta l'adozione preventiva dei provvedimenti di limitazione, in modo da prevenire l'eventuale occorrenza dei superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m³ per la media giornaliera di PM10.

La valutazione dell'eventuale attivazione di uno dei livelli del semaforo viene effettuata da Arpa Piemonte nei giorni stabiliti di controllo, ovvero il lunedì, il mercoledì ed il venerdì, mediante un algoritmo che analizza i dati di concentrazione media giornaliera di PM10 previsti, per il giorno di controllo ed i due giorni successivi, dal proprio sistema modellistico integrato di valutazione e previsione della qualità dell'aria ed opportunamente validati dagli esperti dell'Agenzia.

L'attivazione dei livelli di intervento avviene, durante il periodo **dal 15 settembre al 15 aprile** di ogni anno, in base ai valori di concentrazione media giornaliera:

Livello «arancio» → se si ha previsione di tre giorni consecutivi del superamento del valore limite giornaliero di 50 µg/m³

Livello «rosso» → se si ha previsione di tre giorni consecutivi del superamento di 1.5 volte il valore limite giornaliero pari a 75 µg/m³

I nuovi criteri prevedono inoltre l'estensione delle aree di applicazione delle misure temporanee con riferimento di Piano della Qualità dell'Aria.

Settore trasporti → le limitazioni si applicano a tutti i comuni localizzati nella zona Agglomerato di Torino ed ai comuni con popolazione superiore a 10.000 abitanti nelle zone pianure e collina, per un totale di 76 comuni coinvolti.

Settore riscaldamento e agricoltura → le limitazioni si applicano a tutti i comuni localizzati nella zona Agglomerato di Torino, pianura e collina per un totale di 947 comuni: 33 comuni nell'Agglomerato, 268 nella pianura e 646 nella collina.

il "semaforo" per l'attuazione delle misure antismog è disponibile sul sito:

https://webgis.arpa.piemonte.it/protocollo_aria_webapp/

MISURE STRUTTURALI: AZIONI DI RISANAMENTO

Oltre alle misure di carattere emergenziale le regioni del bacino padano sono chiamate ad adottare ed attuare una serie di misure strutturali di intervento al fine di rientrare entro i parametri di qualità dell'aria fissati dall'Europa. A ciò si aggiungono le misure di contrasto al cambiamento climatico che devono necessariamente integrarsi con quelle per la qualità dell'aria. Si riporta un breve richiamo alle **strategie di intervento per il risanamento della qualità dell'aria regionale** contenute del Piano Regionale di Qualità dell'aria emesso da Regione Piemonte a giugno 2017 a cui si rimanda per i dettagli.¹³

¹² <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/ambiente/aria/protocollo-operativo-per-lattuazione-delle-misure-urgenti-antismog>

¹³ <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/ambiente/aria/piano-regionale-qualita-dellaria-prga>



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 ammoniacca 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

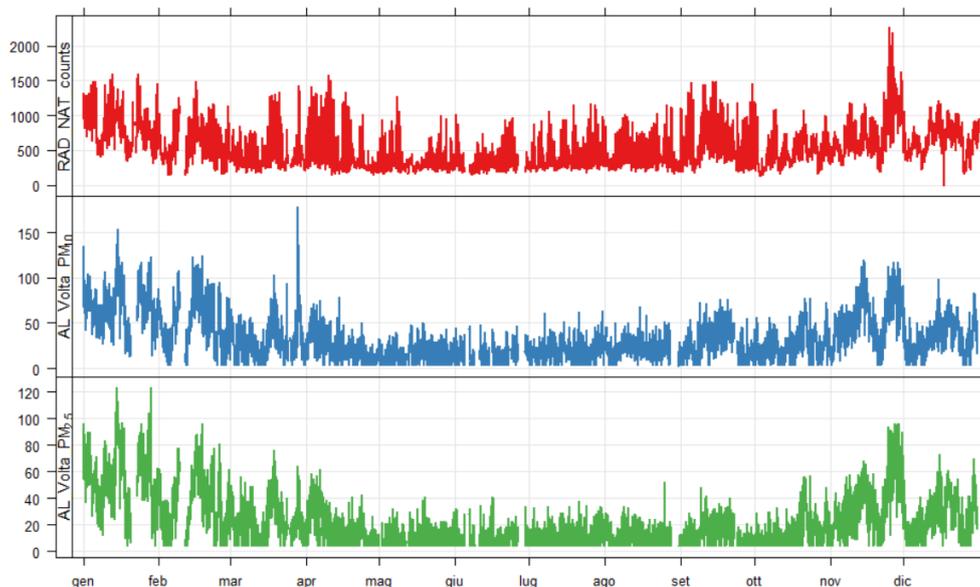
7.2 INFLUENZA DEL FATTORE ATMOSFERICO SULLE CONCENTRAZIONI DI INQUINANTI

Come è noto il bacino padano risente fortemente del ristagno di aria al suo interno e conseguente accumulo di inquinanti per via della sua conformazione orografica che determina una scarsa ventilazione e per le sue caratteristiche meteo-climatiche che producono, soprattutto in inverno, condizioni di forte stabilità atmosferica e conseguente scarsa diluizione degli inquinanti. La forzante atmosferica risulta essere la variabile che maggiormente influenza gli andamenti stagionali degli inquinanti che proprio per effetto di questa si concentrano al suolo molto più in inverno rispetto alle altre stagioni. Lo strato di atmosfera vicino al suolo dove si disperdono gli inquinanti (strato di rimescolamento atmosferico) non ha infatti una altezza fissa ma varia da poche decine di metri in inverno a qualche chilometro in estate permettendo così una maggior diluizione delle sostanze inquinanti nella stagione calda. Esso varia inoltre anche dal giorno alla notte dove, in assenza della radiazione solare, l'atmosfera ed il suolo si raffreddano dando luogo al fenomeno della inversione termica, ovvero vicino al suolo l'aria è più fredda rispetto agli strati sovrastanti, per cui si forma uno strato di rimescolamento notturno più basso di quello diurno.

E' utile quindi effettuare una valutazione su quanto questo effetto atmosferico pesi sulla concentrazione di inquinanti stagionale. Tale stima può essere fatta indirettamente attraverso la misura della radioattività naturale che "misura" indirettamente la capacità di diluizione dell'atmosfera. La radioattività naturale è presente in aria a concentrazioni basse e non pericolose ed è esalata con un rateo pressochè costante dal suolo tramite il gas radon. La sua concentrazione varia unicamente in funzione dell'altezza della porzione di atmosfera dove si accumulano gli inquinanti (strato di rimescolamento atmosferico).¹⁴ Più il livello di radioattività è alto, maggiore è la concentrazione al suolo degli inquinanti per effetto delle condizioni atmosferiche.

Le misure di radioattività naturale sono rilevate dal campionatore automatico di polveri SWAM Dual Channel Monitoring Hourly Mode prodotto dalla FAI instruments s.r.l. presente nella stazione di fondo urbano di Alessandria-Volta. Lo strumento campiona su base oraria il materiale particolato, sul quale fissa la progenie del Radon e, tramite un contatore Geiger-Muller, ne determina la radioattività, fornendo per ogni giorno 24 medie orarie di PM10, PM2.5 e radioattività naturale (misurata in conteggi/minuto). Il grafico delle medie orarie di PM10-PM2,5 e radioattività naturale evidenzia la similarità di andamento guidata dalle condizioni atmosferiche.

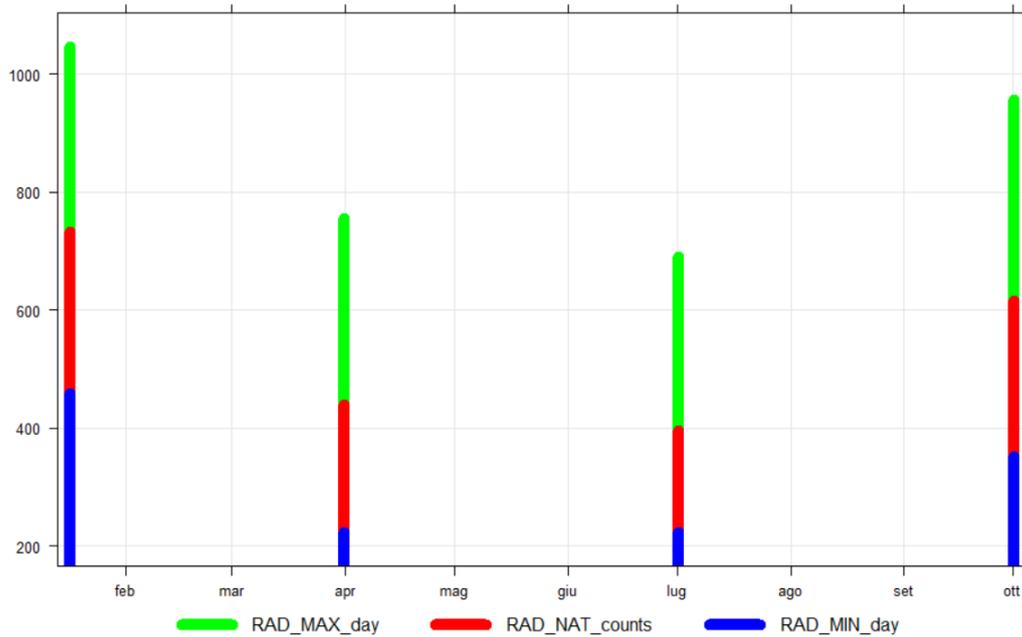
PM₁₀_PM_{2,5}_ORARI e radioattività naturale



14 "OUTDOOR RADON CONCENTRATION MEASUREMENTS: SOME CORRELATION WITH MAJOR URBAN POLLUTANTS" V. Garbero; G. Dellacasa; D. Bianchi; M. Magnoni; L. Erbetta - Radiation Protection Dosimetry, Volume 137, Issue 3-4, December 2009, Pages 332-335 <https://academic.oup.com/rpd/article/137/3-4/332/1620847>

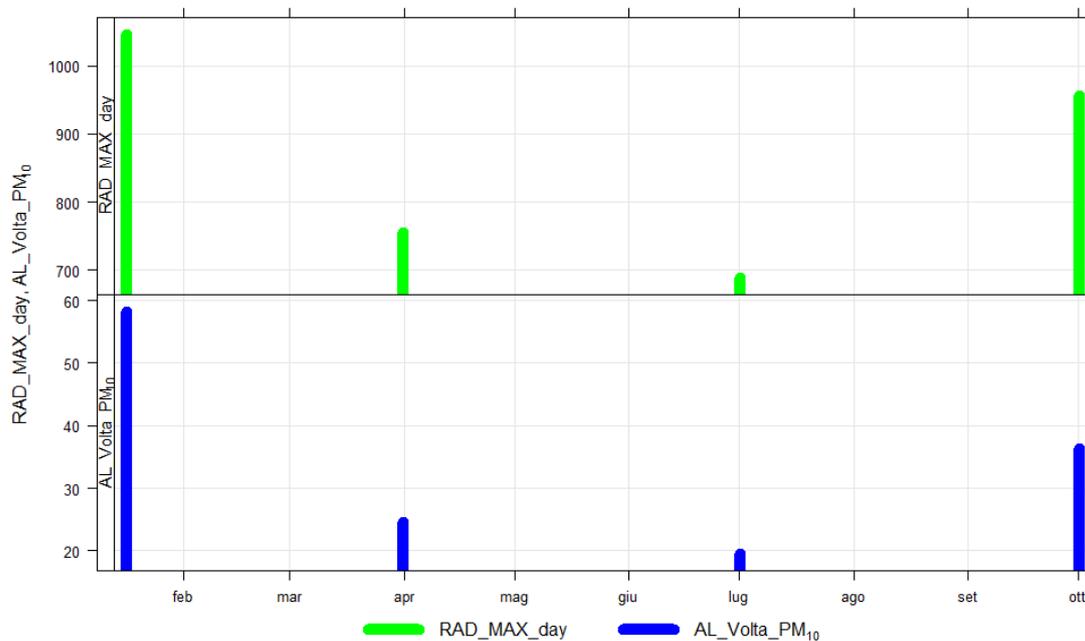
Come si è detto i valori di radioattività minimi (linea blu), medi (linea rossa) e massimi (linea verde) nelle quattro stagioni variano solo per effetto della variazione dello strato di rimescolamento atmosferico: quando lo strato rimescolato è molto basso la radioattività sale e viceversa.

radioattività naturale 2020 MEDIA_MIN_MAX STAGIONALE (counts/min)

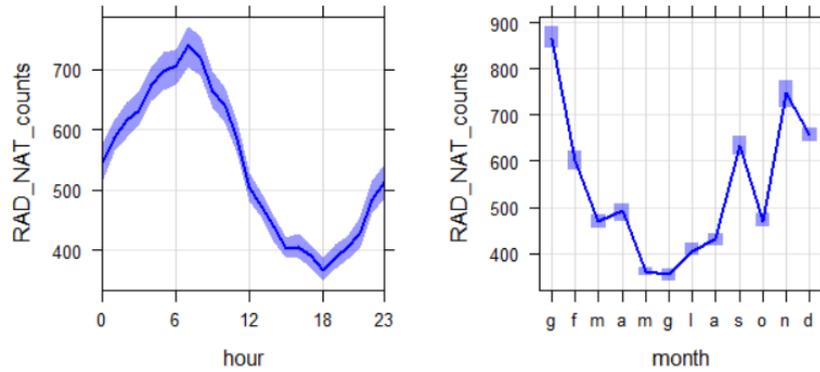


Similmente si comportano gli inquinanti come le polveri sottili che si concentrano al suolo, a parità di sorgenti, per effetto dell'abbassamento dello strato di rimescolamento atmosferico, cosa che avviene soprattutto in inverno come evidenzia il grafico sotto: le polveri passano da circa 10-20microgrammi/m³ in estate a circa 59 microgrammi/m³ come media invernale e la radioattività passa da circa 500 counts/min in estate a 800-900 counts/min in inverno.

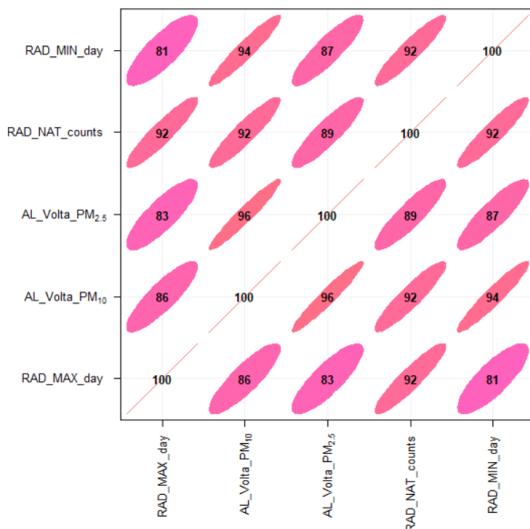
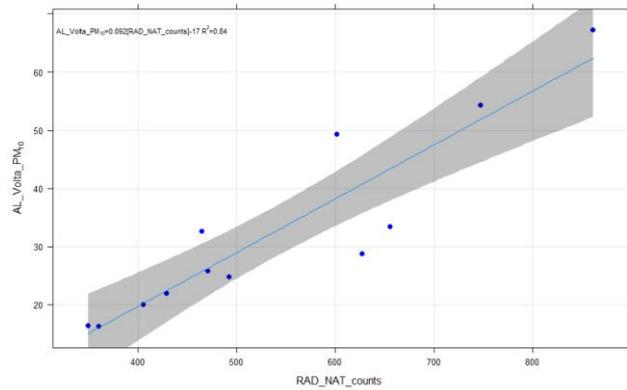
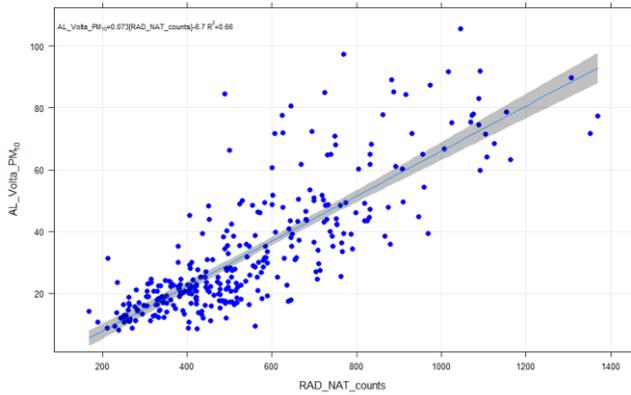
radioattività naturale e PM₁₀ MEDIA STAGIONALE 2020



La variazione stagionale e giorno/notte della radioattività naturale come stima indiretta dell'andamento dello strato di rimescolamento è riportata nel grafico seguente riferito all'anno solare 2020. Come si nota la variabilità è notevole in entrambi i casi. La differenza giorno/notte spiega l'accumulo degli inquinanti nelle ore notturne fino al primo mattino, soprattutto in inverno, in ore in cui l'assenza di attività umane dovrebbe far presumere un abbassamento dei livelli. La differenza estate/inverno influisce sulla drastica riduzione degli inquinanti nella stagione calda.

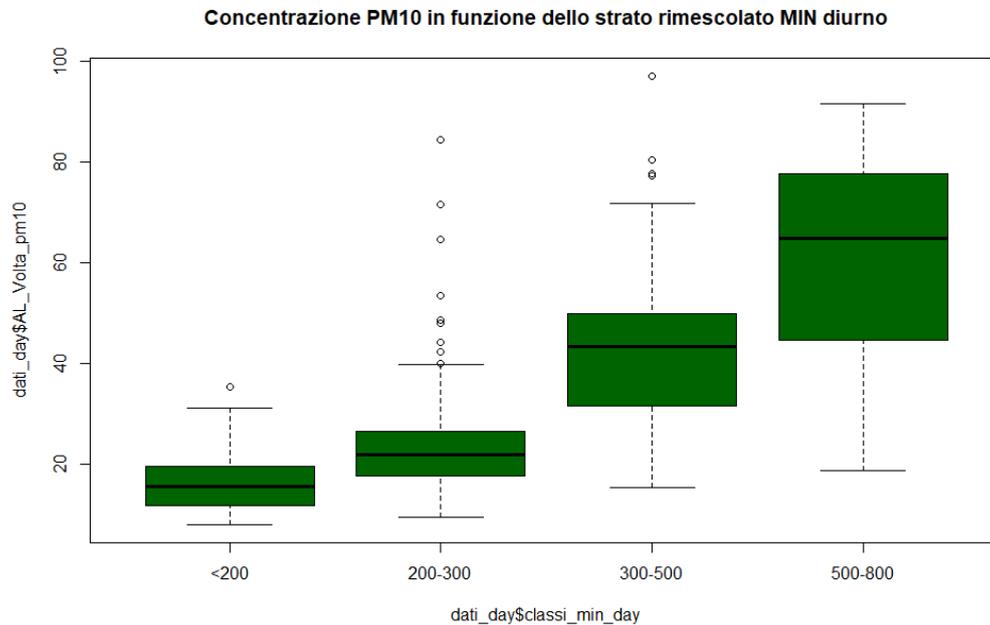


Tra valori giornalieri di Pm10 e radioattività naturale sussiste una buona correlazione ($R^2=0.66$). Ancora migliore la correlazione con i dati mensili ($R^2=0.84$). In generale tutte le correlazioni delle polveri con gli indicatori di radioattività e dunque di variazione dello strato rimescolato sono significative.

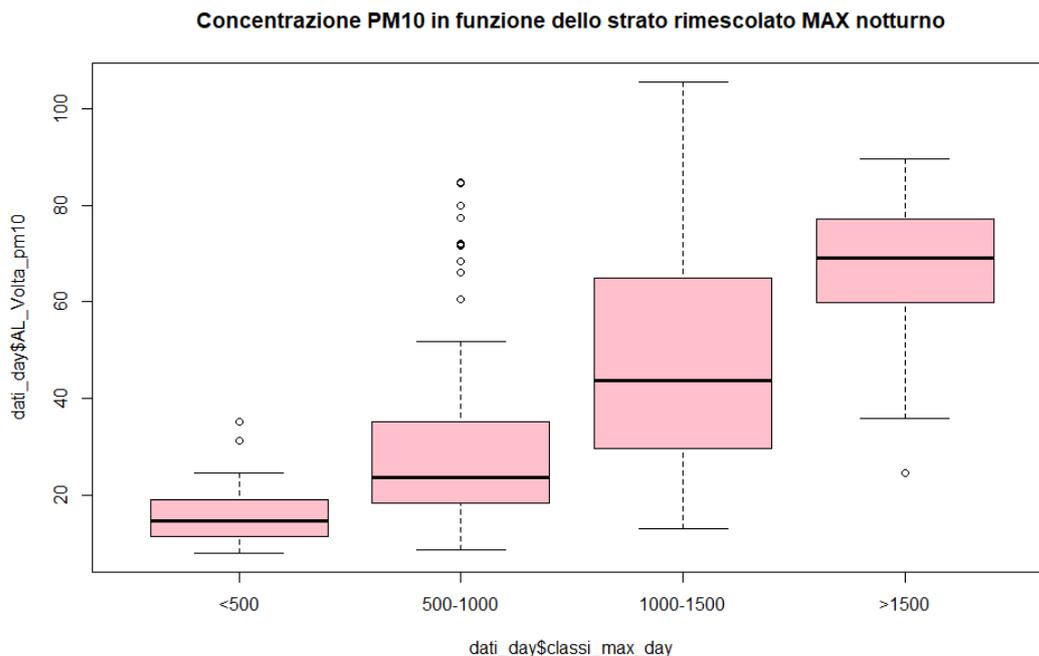


Matrice di correlazione riportante il coeff R di Spearman tra le variabili

I box plot suddivisi in funzione della radioattività crescente evidenziano come insieme a questa crescano anche le polveri. Il primo box plot suddivide le polveri sulla base del minimo diurno di radioattività che corrisponde alla massima altezza dello strato di rimescolamento diurno. La radioattività varia approssimativamente di un fattore 4 (da 200 a 800 counts/min), mentre le polveri aumentano come valore mediano da 20 a 60.



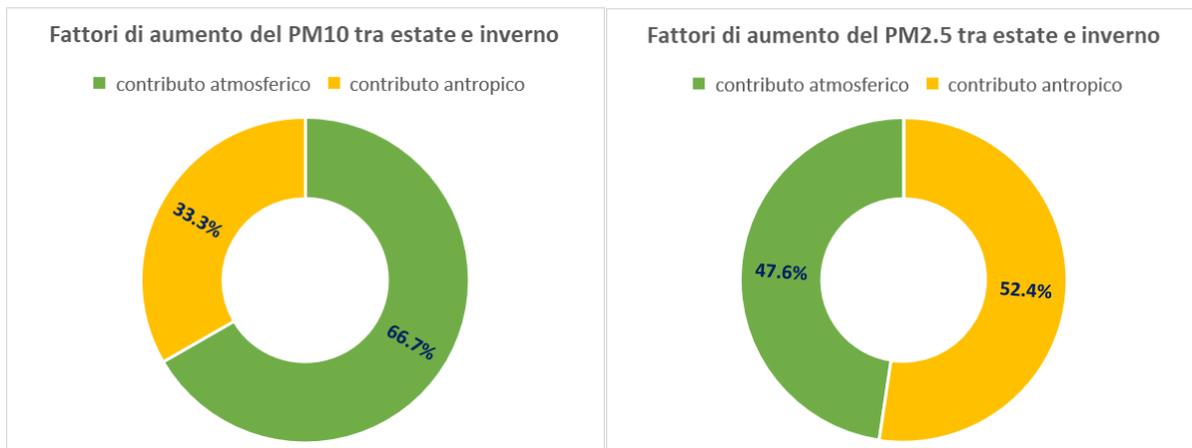
Analogamente considerando il box plot delle PM10 in funzione delle classi del massimo notturno della radioattività, che corrisponde alla minima altezza dello strato di rimescolamento notturno, questa varia approssimativamente di un fattore 3 (da 500 a 1500 counts/min), mentre le polveri aumentano come valore mediano da 15 a 35 circa.



Considerando quindi le due variabili meglio correlate con le polveri, ovvero la media mensile delle medie giornaliere di radioattività (RAD_NAT) e la media mensile dei minimi giornalieri di radioattività (RAD_MIN_day), possiamo individuare un "fattore di arricchimento" degli inquinanti tra estate e inverno, desumendo la parte legata all'effetto atmosferico dal rapporto inverno/estate dei dati di radioattività naturale che meglio si correla con le polveri. Abbiamo i seguenti rapporti riportati in tabella: esiste un fattore di arricchimento legato all'effetto atmosferico presumibilmente attorno a 2 mentre i fattori di arricchimento delle polveri sono comprensibilmente maggiori perché su di essi incide anche il fattore legato alle attività umane (traffico, riscaldamento) che in estate si riducono.

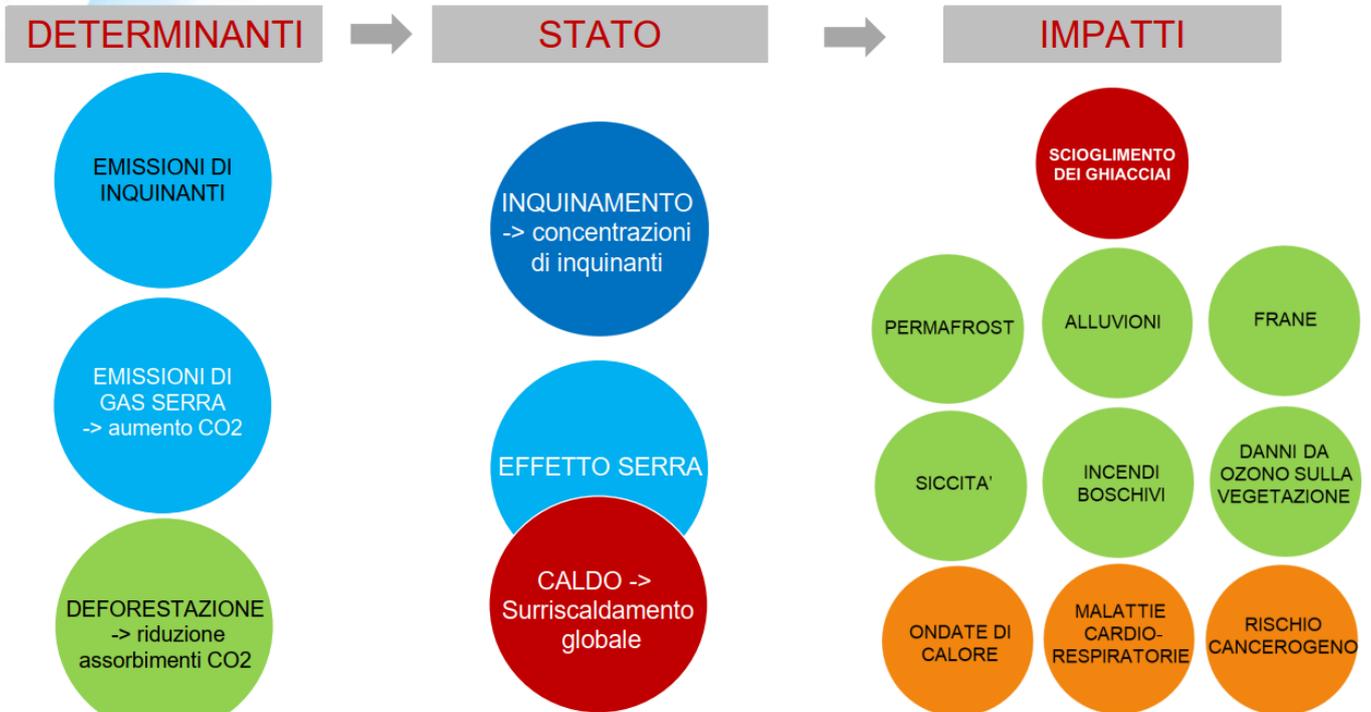
RAPPORTO INVERNO/ESTATE come concentrazioni stagionali – anno 2020	
Radioattività naturale media	1.85
Radioattività naturale media dei minimi giornalieri	2.0
PM10 media	3.0
PM2,5 media	4.2

Quindi volendo distinguere i fattori di arricchimento inverno/estate delle polveri PM10, pari a 3.0, e della polveri PM2.5 pari a 4.2, possiamo ipotizzare che una parte, di circa 2.0 sia legato all'effetto atmosferico e la restante parte, rispettivamente di 1.0 e 2.2 sia legata alle attività umane (trasporti e riscaldamento) che in inverno contribuiscono all'aumento delle concentrazioni di polveri sottili. Il fatto che il contributo sulle PM.2.5 sia diversamente ripartito rispetto alle PM10, con un minor influenza della parte atmosferica si spiega con la natura prettamente secondaria delle polveri ultrafini che si formano e trasformano in atmosfera. Su di esse influiscono dunque maggiormente i fenomeni chimici e di trasporto.



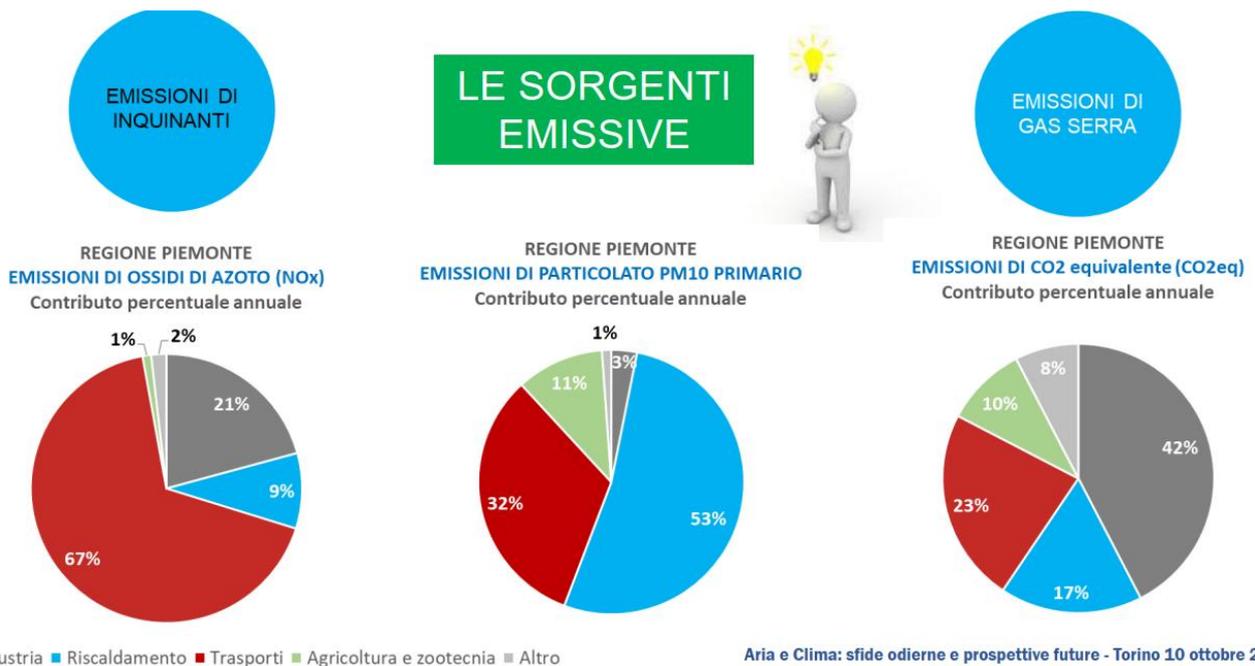
7.3 INQUINAMENTO E CAMBIAMENTI CLIMATICI

Inquinamento atmosferico e cambiamenti climatici sono due facce della stessa medaglia dal momento che hanno origine comune nelle emissioni antropiche di inquinanti in atmosfera. Per questo motivo le politiche di contrasto/mitigazione nei confronti dei due fenomeni devono necessariamente essere di tipo "WIN-WIN" ovvero si devono elaborare strategie comuni e sinergiche di azione.



Aria e Clima: sfide odierne e prospettive future - Torino 10 ottobre 2019

Occorre agire anzitutto riducendo le emissioni delle fonti comuni che sono: i settori produttivi compresa la produzione e smaltimento dei rifiuti urbani, il riscaldamento domestico, il traffico e l'agricoltura.



Aria e Clima: sfide odierne e prospettive future - Torino 10 ottobre 2019

Considerando gli inquinanti da tenere maggiormente sotto controllo per contrasto a inquinamento e surriscaldamento autorevoli studi nazionali e internazionali citano:¹⁵

- ✓ **OZONO** che oltre ad essere un inquinante atmosferico dannoso per l'uomo e la vegetazione, producendo danni ingenti all'agricoltura con perdite di raccolto stimate di più di 10 miliardi di dollari ogni anno. è anche annoverato tra i gas a effetto serra
- ✓ **BLACK CARBON**, presente nel particolato fine come frutto delle combustioni, è tra gli inquinanti atmosferici più dannosi per la salute umana ed ha un effetto di riscaldamento sul clima
- ✓ **METANO**, che non ha un effetto diretto sull'uomo ma è un precursore dell'ozono oltre che un potente gas a effetto serra

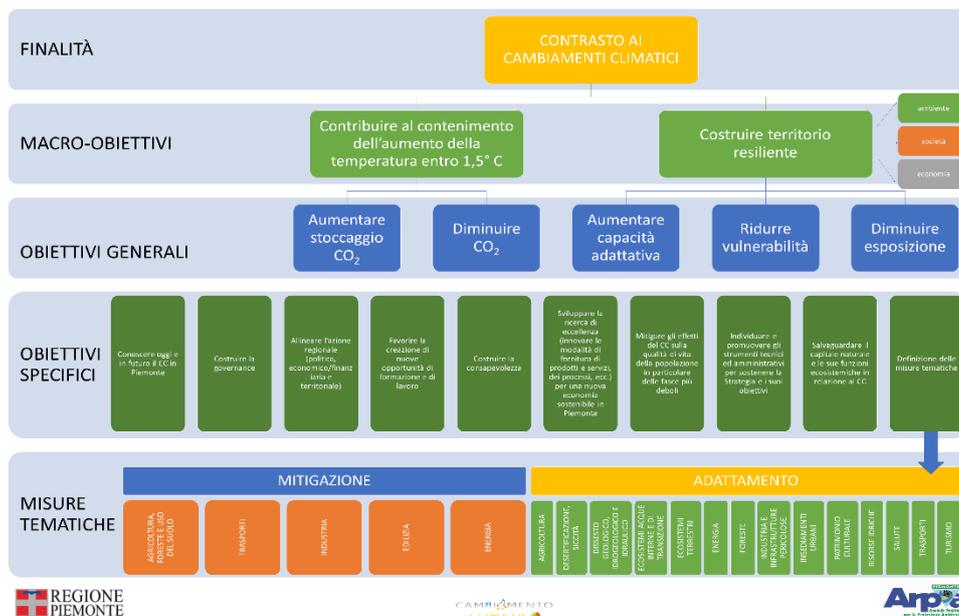
Le caratteristiche di questi inquinanti sono quelle di essere gas serra a vite medio-breve che quindi possono essere rimossi dalla atmosfera piuttosto rapidamente riducendo le sorgenti con il duplice beneficio di migliorare la salute umana e frenare il surriscaldamento.

Composto	Tempo di permanenza in atmosfera	Effetti sulla salute e gli ecosistemi	Effetti sul clima
Biossido di carbonio (CO ₂)	Secoli	Acidificazione dell'oceano, fotosintesi	Riscaldamento
Metano (CH ₄)	8 anni	Precursore di O ₃	Riscaldamento
Ozono (O ₃)	1 mese	Danni alla salute e alla vegetazione	Riscaldamento
Biossido di zolfo (SO ₂)	1 settimana	Danni alla salute, acidificazione degli ecosistemi	Precursore di PM raffreddamento
Ossidi di azoto (NO _x)	1 settimana	Danni alla salute, precursore di O ₃ effetti sugli ecosistemi	Precursore di PM raffreddamento
Ammoniaca (NH ₃)	1 settimana	Acidificazione degli ecosistemi, eutrofizzazione delle acque	Precursore di PM raffreddamento
Black carbon (BC)	1 settimana	Danni alla salute	Riscaldamento
Composti organici volatili (VOC)	Variabile	Danni alla salute, precursori di O ₃	Precursori di O ₃

Tabella riprodotta da "Qualità dell'aria e cambiamenti climatici: due facce della stessa medaglia", Facchini-Fuzzi, ISAC_CNR, Ingegneria dell'Ambiente, 4/2017

Le risposte devono quindi necessariamente agire su entrambi gli aspetti, riducendo ed essere efficaci e tempestive.

Obiettivi generali e trasversali della Strategia Regionale sui Cambiamenti Climatici



15 <https://www.iass-potsdam.de/en/output/dossiers/air-pollution-and-climate-change>

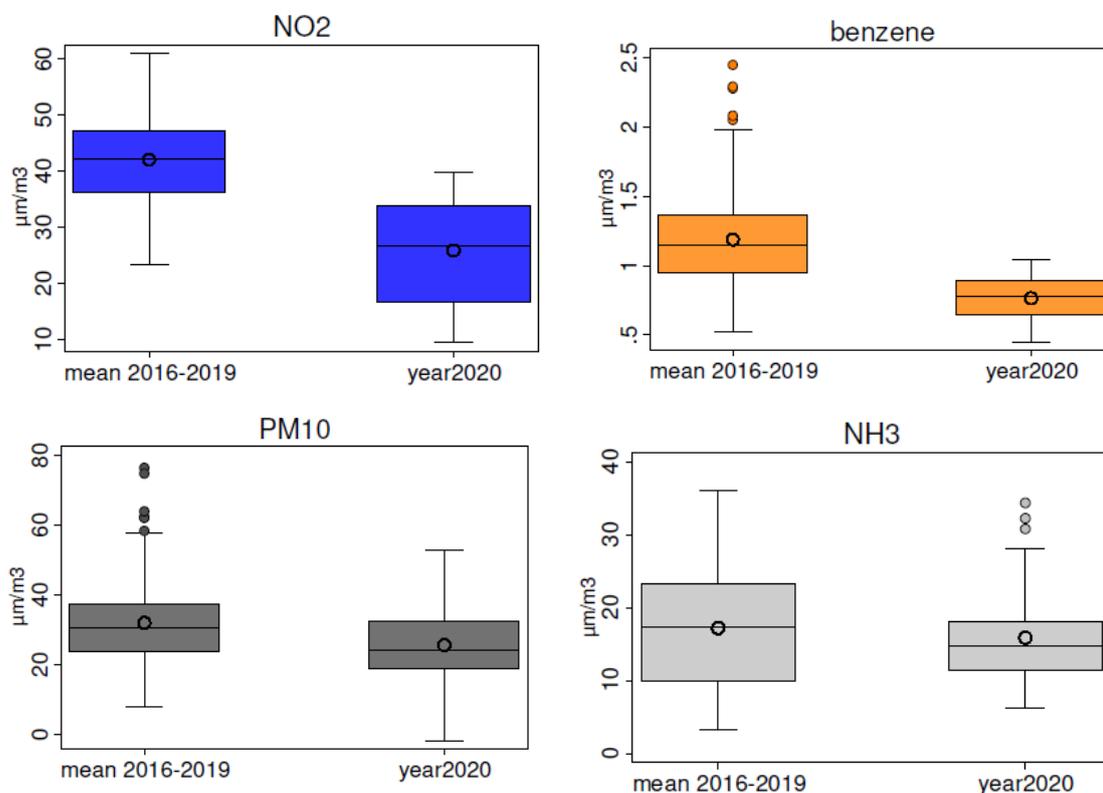
"Qualità dell'aria e cambiamenti climatici: due facce della stessa medaglia", Facchini-Fuzzi, ISAC_CNR, Ingegneria dell'Ambiente, 4/2017

7.4 QUALITA' DELL'ARIA DURANTE LA PANDEMIA DI SARS-COV2

Nei primi mesi del 2020, la crisi sanitaria causata dalla pandemia COVID-19 e le conseguenti misure di contenimento adottate hanno generato una drastica e repentina riduzione di alcune tra le principali sorgenti di inquinamento atmosferico. Si sono quindi verificate le condizioni per testare sul campo alcune azioni di contrasto all'inquinamento atmosferico nel Bacino Padano, una delle aree più complesse d'Europa, che è stata anche tra le aree più drammaticamente colpite dall'emergenza sanitaria. All'interno del **progetto europeo PREPAIR**¹⁶, che vede coinvolte nello studio dell'inquinamento atmosferico le principali città del bacino padano insieme alle Agenzie Ambientali e ad altri soggetti istituzionali, è stato realizzato un approfondimento ad hoc per valutare l'effetto delle misure di contenimento della pandemia da Sars-COV2 sulla qualità dell'aria.

Il confronto tra la l'inquinamento del bacino padano nel mese di marzo 2020, con quella degli anni precedenti (2016-2019) ha evidenziato quanto segue (fonte: progetto PREPAIR – report1 COVID19-giu20):

- ❖ Riduzione significativa di ossidi di azoto (NO₂ e NO) e benzene, emessi principalmente dal traffico;
- ❖ Sostanziale invarianza delle concentrazioni medie di PM₁₀ con una riduzione dei valori con concentrazioni più alte
- ❖ Sostanziale invarianza delle concentrazioni medie di ammoniaca NH₃



Variazione 2020 vs 2016-2019	Stazione da traffico				Stazioni di fondo urbano			
	NO ₂	NO	benzene	PM ₁₀	NO ₂	NO	PM ₁₀	PM _{2.5}
gennaio	< 5 %	+13%	< 5 %	+10%	< 5 %	+22%	+13%	+11%
febbraio	-10%	-22%	-22%	< 5 %	-8%	-23%	< 5 %	< 5 %
marzo	-38%	-58%	-33%	-19%	-37%	-50%	-14%	-14%

*senza i giorni di trasporto di polveri dal Caucaso 28, 29, 30 marzo)

¹⁶ <https://www.lifeprepare.eu/>

La speciazione chimica sul particolato atmosferico del periodo del primo lockdown 2020 confrontata con analoghi periodi degli anni pre-covid mostra come vi sia stata nella maggior parte dei casi una evidente riduzione di alcuni composti prettamente legati al traffico autoveicolare come il carbonio elementare (EC) e il rame (Cu) mentre il levoglucosano, legato alla combustione delle biomasse, è aumentato indicando una maggiore attività di riscaldamento a biomassa nel periodo in questione rispetto "al normale".

Il grafico sotto mostra la variazione di composizione del particolato atmosferico a Torino da gennaio a maggio 2020. A parte la diminuzione complessiva in concentrazione tipica del passaggio dall'inverno alla primavera si osserva un minor apporto del traffico veicolare visibile dalla diminuzione del carbonio elementare (EC) che dimezza il suo contributo percentuale (dal 4% del 2019 al 2% del 2020) nel periodo di lockdown. (fonte: progetto PREPAIR – report3 COVID19-gen21):

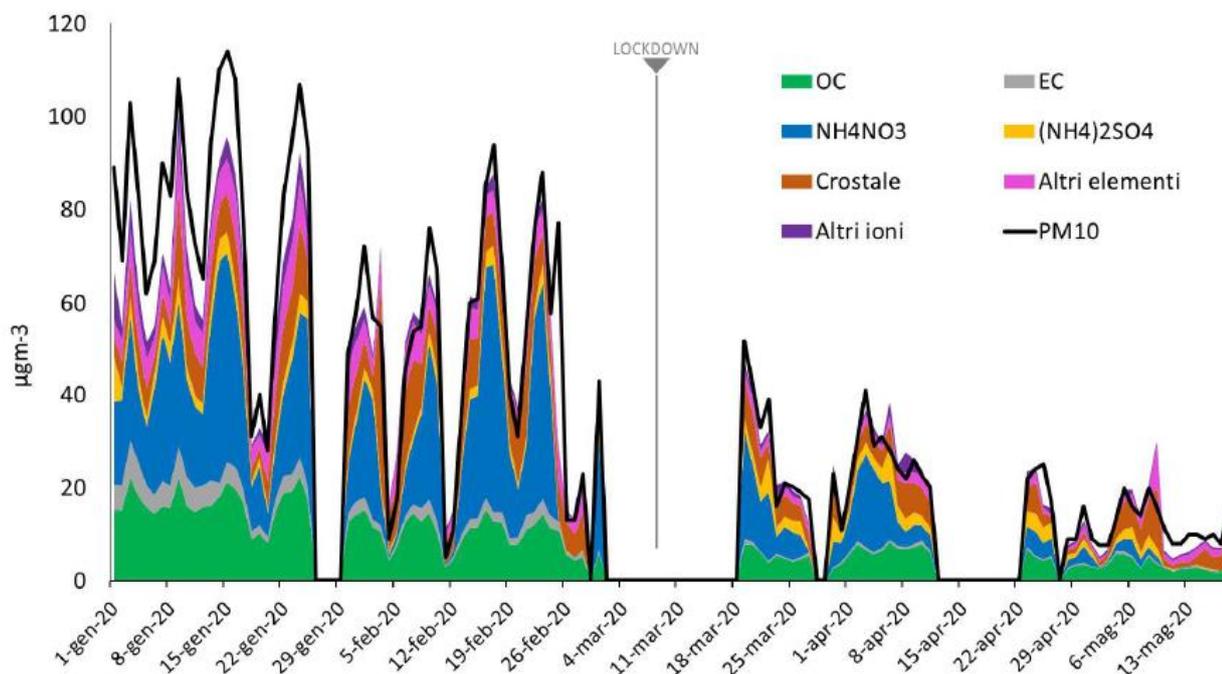
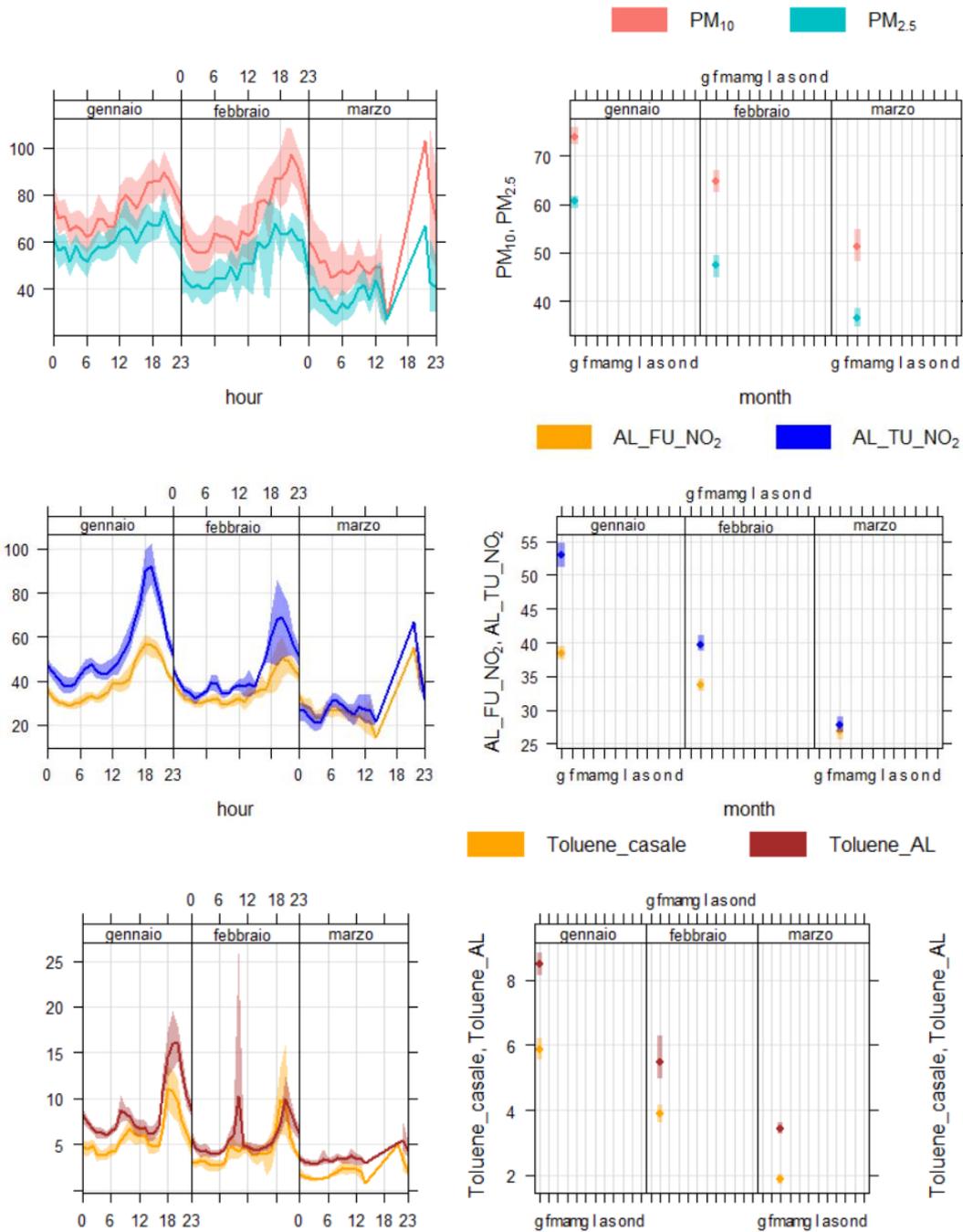


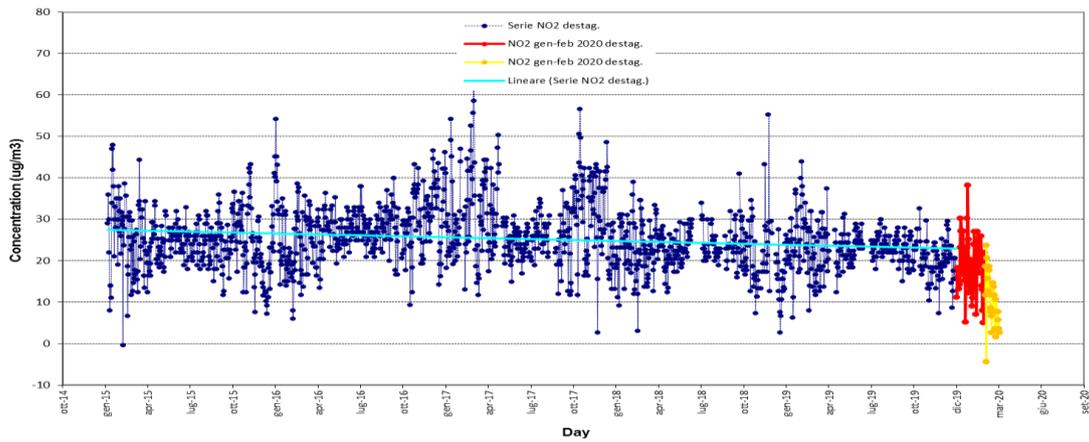
Figura 3.1.3 - Andamento temporale giornaliero delle componenti del particolato nei primi 5 mesi del 2019 nel sito di fondo urbano di Torino

Anche ad Asti e Alessandria nei mesi di marzo-aprile 2020 si sono riscontrati andamenti analoghi degli inquinanti con una diminuzione degli inquinati più direttamente correlati con il traffico (benzene, toluene, NOx) e scarsa variazione delle polveri PM10. Si deve infatti tener presente la diversa natura degli inquinanti considerati: le polveri fini sono multi-sorgente e si formano per lo più in atmosfera per reazioni chimico-fisiche e per questo i loro comportamenti sono più difficilmente interpretabili, gli ossidi di azoto in ambiente urbano sono in larga parte emessi dal traffico ma risentono di un contributo non trascurabile delle combustioni; benzene e toluene, infine, sono quasi totalmente riconducibili alle emissioni del traffico. Come si nota dai grafici sotto riportati per le stazioni di Asti e Alessandria, polveri e biossido di azoto mostrano a marzo ancora picchi elevati nelle ore serali, legati sia all'inversione termica sia al riscaldamento domestico, anche se mediamente i livelli sono in diminuzione.

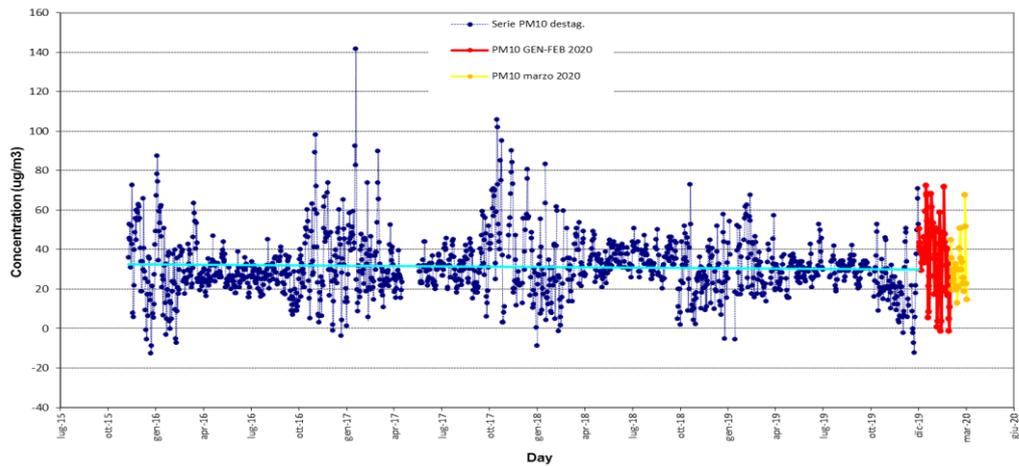
Le diminuzioni a marzo 2020 rispetto alle condizioni di "normale attività", depurate degli effetti atmosferici, risultano dell'ordine del 20% per le polveri, di circa il 35% per gli NO₂ e attorno al 40% per toluene e benzene.



Sui dati di Asti e Alessandria è stata anche effettuata una valutazione statistica congiunta delle componenti “trend”, “stagionale” e “residua” che, insieme al calcolo di opportune soglie statistiche, ha consentito di valutare eventuali modificazioni dei dati di qualità dell’aria a partire dagli inizi del 2020 rispetto agli anni passati. Anche qui si nota l’evidente diminuzione di NO2 ma non di polveri PM10 a marzo 2020



NO₂ concentrazioni destagionalizzate



PM10 concentrazioni destagionalizzate

NO2	MAR
ASTI_FU	-47,9 %
ALESSANDRIA_FU	-37,7 %
ASTI_TU	-36,8 %

PM10	MAR
ASTI_FU	-17,8 %
ALESSANDRIA_FU	-12,7 %
ASTI_TU	-7,5 %

I rapporti¹⁷ del progetto PrepAIR sugli effetti del lockdown sulla qualità dell'aria hanno evidenziato la drastica riduzione delle emissioni di inquinanti avvenuta nell'area del bacino padano a seguito delle misure restrittive prese nell'ambito della pandemia di Covid19, con una la riduzione emissiva sia di NO_x (che è arrivato a un massimo decremento settimanale del 40%) che di PM10 primario (massimo decremento 20%). Si è dunque riscontrato un decremento considerevole delle concentrazioni in aria dei gas derivate dalle riduzioni emissive mentre le diminuzioni in concentrazione hanno essenzialmente riguardato gli ossidi di azoto e non il PM10 che ha invece evidenziato variazioni sia negative che positive in termini di concentrazione con un andamento fortemente influenzato dalle condizioni meteorologiche. A scapito di una scarsa variazione delle concentrazioni di PM10, si è riscontrata una variazione della sua composizione chimica.

¹⁷ <https://www.lifepreair.eu/index.php/2021/02/24/covid-19-e-qualita-dellaria-disponibile-il-terzo-rapporto-prepair-sulla-composizione-chimica-del-particolato/>