

COMUNE DI ALESSANDRIA

PROVINCIA DI ALESSANDRIA



Area oggetto
di intervento

IL PROGETTISTA:

PROPONENTE:



esa studio s.r.l.
Galleria Guerci
15121 - ALESSANDRIA



Ethos Engineering s.r.l.
Via San Giacomo della Vittoria n.64
15121 - ALESSANDRIA

TECHBAU S.P.A.
Piazza Giovine Italia, nr 3
20123 - MILANO

TITOLO DELL'OPERA:

AREA PER LOGISTICA SAN MICHELE

INSEDIAMENTO ARTIGIANALE DEPOSITO E LOGISTICA

PROGETTO PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO

OGGETTO ELABORATO:

L.RELAZIONE DI IMPATTO SULLA QUALITA' DELL'ARIA

COMMESSA	FASE	ARG.	PROGR.	REV	NOME FILE	SCALA	DATA
LOG_AL_SM	PEC	RE	L	00	LOG_AL_SM_PEC_RE_L_00		01/2025



CITTÀ DI ALESSANDRIA

RELAZIONE QUALITA' DELL'ARIA

PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO

"SAN MICHELE"

EDIFICIO ARTIGIANALE DI DEPOSITO E DI LOGISTICA

Qualità dell'aria

I dati di qualità dell'aria analizzata nel presente paragrafo sono stati acquisiti dalla "Relazione sulla qualità dell'aria anno 2018". Il presente paragrafo riporta le analisi ed elaborazioni dei dati di inquinanti monitorati dalle stazioni fisse installate in Provincia di Alessandria e registrati con media oraria, giornaliera e annuale lungo l'intero anno solare 2017 nonché gli andamenti delle serie storiche di dati registrati nell'arco dell'intero periodo di funzionamento delle stazioni. Il territorio alessandrino conta attualmente la presenza di 8 stazioni fisse afferenti al Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria (SRRQA) gestita da Arpa Piemonte che rilevano l'inquinamento atmosferico sulla base dei criteri e delle modalità fissati dalla direttiva comunitaria 2008/50/CE recepita dal D.lgs.155/2010. Tali criteri prevedono la misura degli inquinanti valutati come maggiormente diffusi sul territorio ed al contempo potenzialmente pericolosi per la salute dell'uomo e dell'ambiente nel suo complesso per i quali sono previsti limiti di concentrazione che vanno obbligatoriamente rispettati su tutto il territorio europeo. Questi inquinanti sono:

- ossidi di azoto,
- biossido di zolfo,
- monossido di carbonio,
- polveri PM10 e PM2.5,
 - ozono,
 - benzene.

Inoltre, all'interno del particolato, è prevista la determinazione degli I.P.A. (idrocarburi policiclici aromatici) ed in particolare del suo composto più tossico, il benzo(a)pirene, ed anche di alcuni metalli pesanti (Arsenico, Cadmio, Nichel, Piombo). La direttiva comunitaria fissa altresì il numero, la tipologia ed i criteri di dislocazione delle stazioni sul territorio distinguendole, sulla base delle sorgenti limitrofe presenti, in stazioni da traffico, di fondo e industriali e, sulla base delle caratteristiche insediative del territorio circostante, in stazioni urbane, suburbane e rurali. Le stazioni ed i parametri in esse misurati possono inoltre avere carattere nazionale o locale a seconda che il dato entri o meno a fare parte del data-base nazionale ed europeo.

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

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

- stazioni di traffico, collocate in modo da misurare prevalentemente gli inquinanti provenienti da emissioni veicolari da strade limitrofe con intensità di traffico medio alta;
- stazioni di fondo, ubicate in modo tale da essere rappresentative di livelli di inquinamento riferibili al contributo integrato di diverse sorgenti;
- stazioni industriali, deputate a rilevare il contributo delle limitrofe attività industriali; Facendo invece riferimento alle caratteristiche della zona in cui è ubicata, le stazioni si classificano come:
 - stazioni urbane: in siti fissi inseriti in aree edificate in continuo o in modo predominante;
 - stazioni suburbane: siti fissi inseriti in aree in cui sono presenti sia zone edificate, sia zone non urbanizzate;
 - stazioni rurali: siti fissi inseriti in tutte le aree diverse da urbane e suburbane

Sulla scorta della zonizzazione regionale, adottata con la Deliberazione della Giunta Regionale del 29 dicembre 2014, n. 41-855, si individuano per Alessandria e le aree di pianura della provincia alcuni potenziali superamenti dei limi di legge relativamente agli inquinanti più critici: polveri PM10 e PM2.5, ossidi di azoto, ozono. Come si legge dalla cartina, 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 dell'inventario regionale delle fonti emissive di cui si riportano di seguito alcuni dati. La tabella riporta i principali contributi emissivi stimati per il Comune di Alessandria espressi in tonnellate/anno e suddivisi per fonti di emissione.

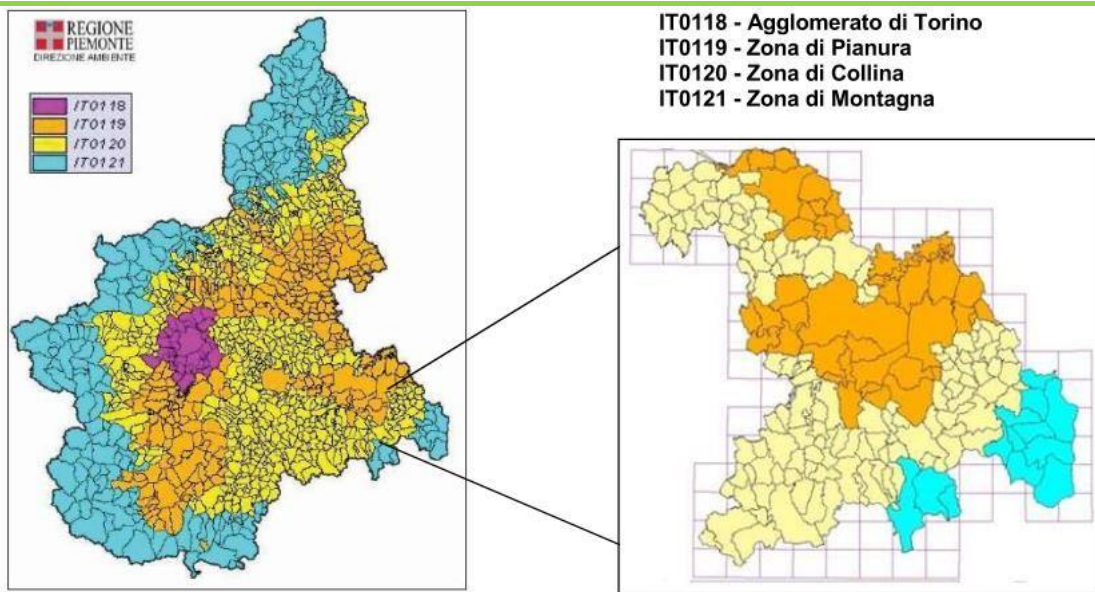


Figura: zoonizzazione presenza inquinanti

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

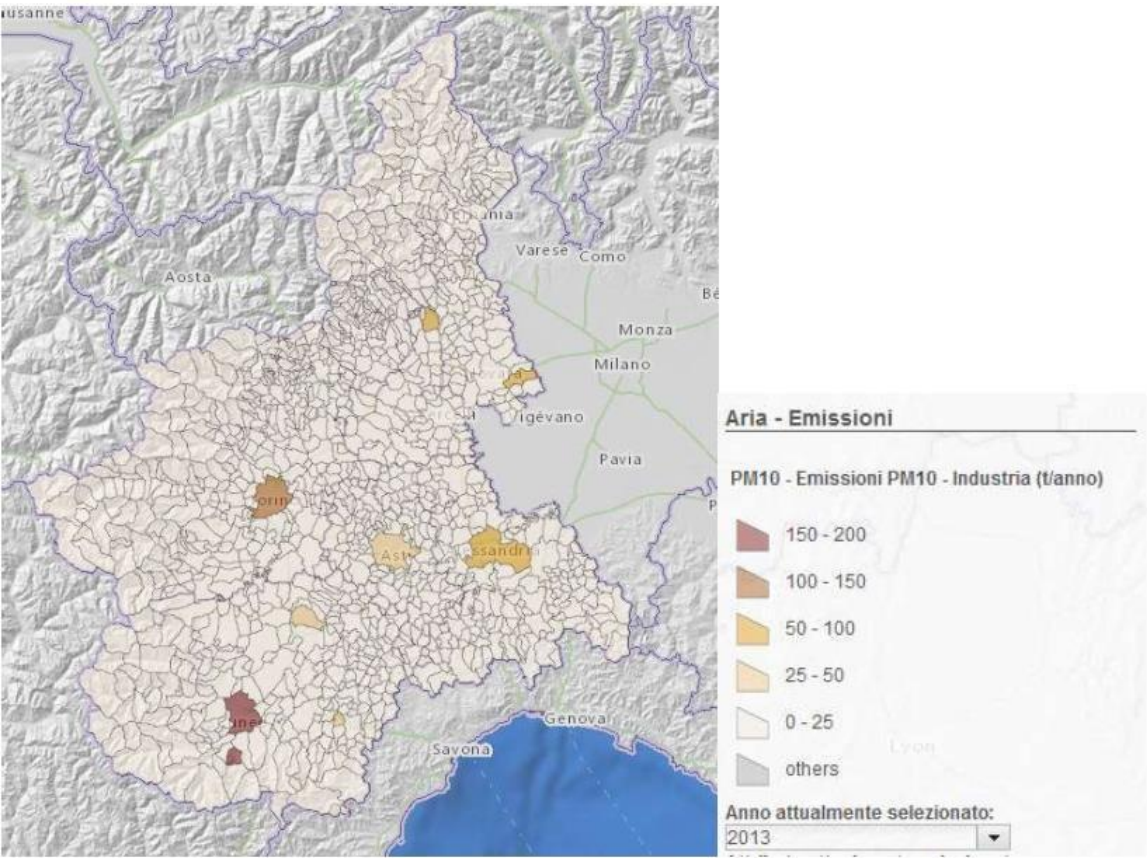


Figura: aria – emissioni

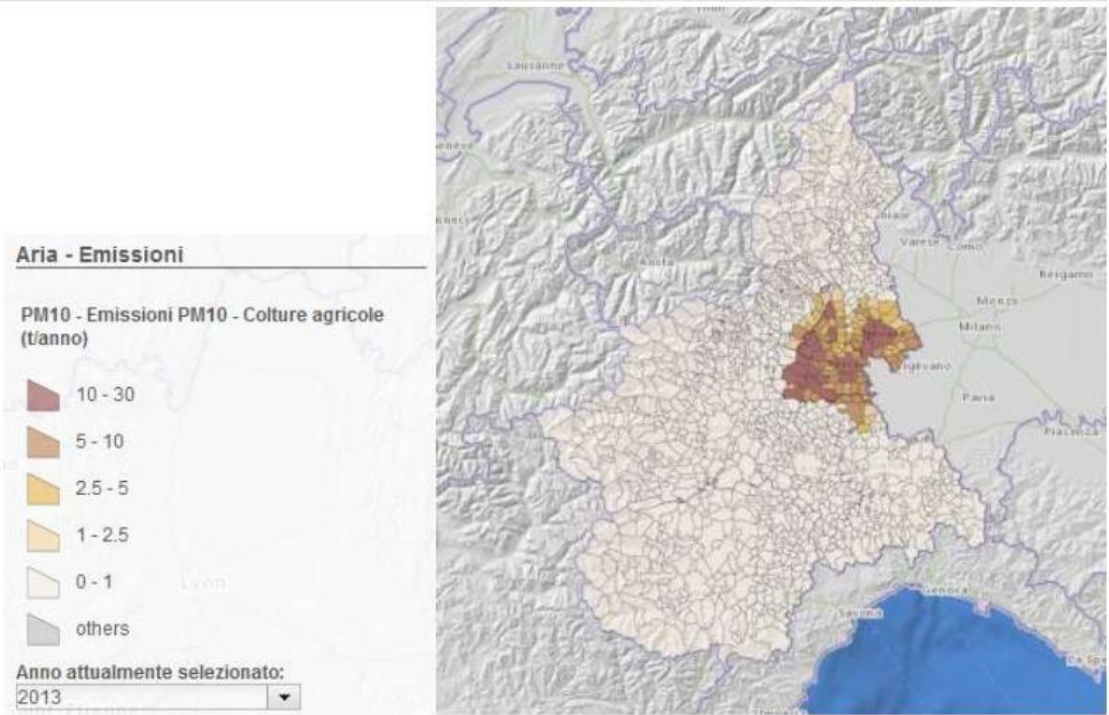
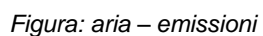
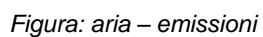


Figura: aria – emissioni



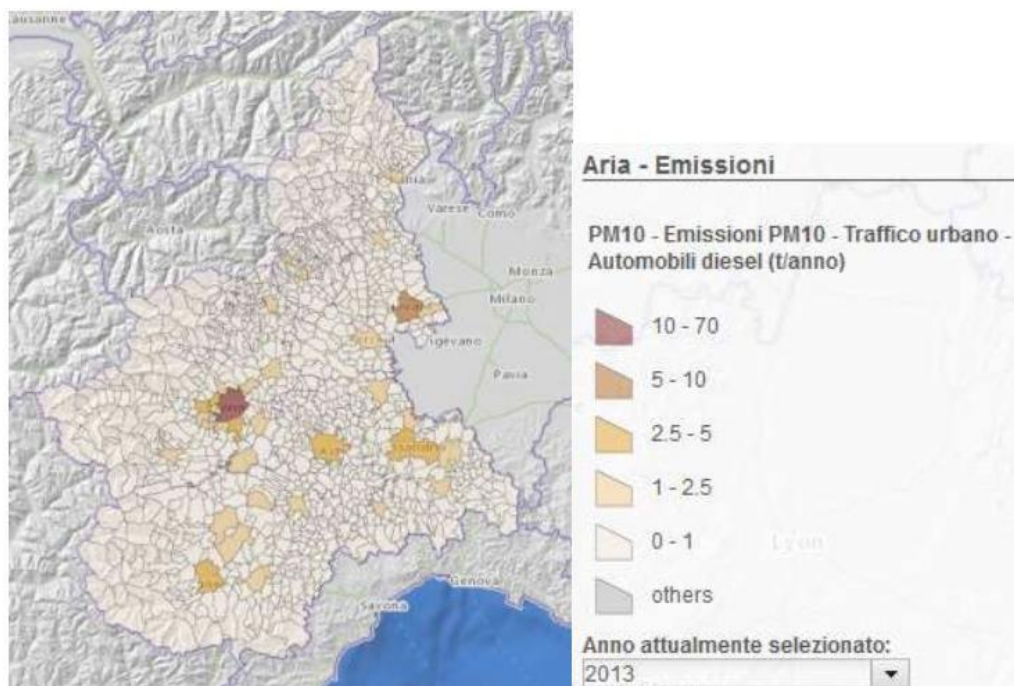


Figura: aria – emissioni (Fonte: GEOPORTALE ARPA – DATI IREA 2013)

http://webgis.arpa.piemonte.it/aria_emissioni_webapp/index.html

<http://www.regione.piemonte.it/aeraw/>

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

Source apportionment modellistico per PM10

Source apportionment modellistico per PM10 - annuale			
Alessandria D'Annunzio		Casale M.to	
SETTORE	%	COMPARTO	
Industria	9.2	9.2	INDUSTRIA
Riscaldamento a legna	60.7	63.1	RISCALDAMENTO
Riscaldamento NON a legna	2.4		
Automobili diesel	3.5	17.7	TRAFFICO
Automobili NON diesel	0.6		
Veicoli leggeri	2.5		
Veicoli pesanti	4.3		
Motocicli e ciclomotori	1		
Risospensione e usura	5.8	9.3	AGRICOLTURA
Ferrovie e off-road	2		
Culture agricole	2.9		
Zootecnia	4.4		
Resto	0.7	0.7	RESTO

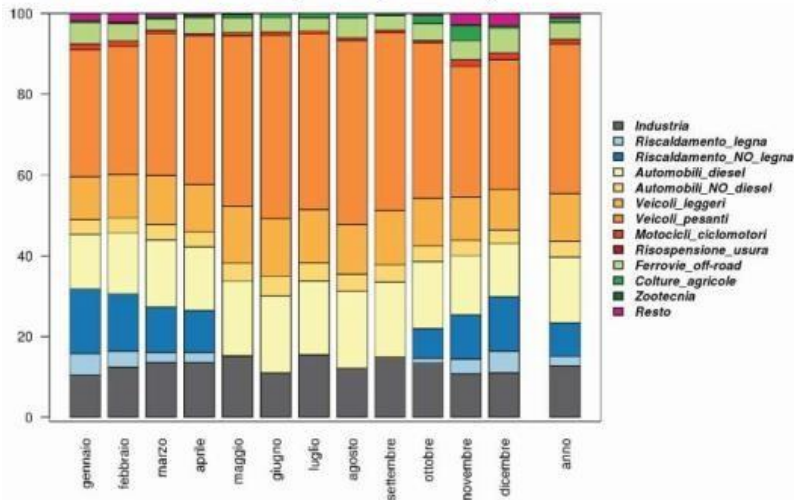
SETTORE	%	COMPARTO	
Industria	7.4	7.4	INDUSTRIA
Riscaldamento a legna	58.6	60.3	RISCALDAMENTO
Riscaldamento NON a legna	1.7		
Automobili diesel	3.3	15.9	TRAFFICO
Automobili NON diesel	0.7		
Veicoli leggeri	2.3		
Veicoli pesanti	3.7		
Motocicli e ciclomotori	1.2		
Risospensione e usura	4.6	15.7	AGRICOLTURA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

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

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

Source apportionment modellistico per NO2

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



Source apportionment modellistico per NO2 - annuale

Alessandria D'Annunzio

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

Casale M.to

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

Dernice

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

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

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

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

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

atmosferica, dilavamento degli inquinanti per opera delle precipitazioni. Come è noto questi parametri sono soggetti a notevoli variazioni di anno in anno, pertanto una analisi di trend storici dell'inquinamento dell'aria deve necessariamente partire da una analisi climatologica su scala locale per soppesare adeguatamente gli effetti meteoroclimatici sul dato. Ciascuna annata presenta sue proprie singolarità meteorologiche cui accenniamo brevemente per quanto riguarda precipitazioni e temperature degli ultimi anni:

- Anno 2008: molto piovoso; temperature nella media con gennaio caldo e luglio freddo
- Anno 2009: piovosità nella media, abbastanza caldo, temperature massime e minime elevate in estate e soprattutto autunno
- Anno 2010: molto piovoso; temperature nella media
- Anno 2011: precipitazioni nella media; abbastanza caldo, temperature minime elevate in inverno e massime elevate da agosto a ottobre
- Anno 2012: precipitazioni nella media; abbastanza freddo, record di -20°C a febbraio, da aprile a maggio temperature sotto la media
- Anno 2013: molto piovoso; abbastanza freddo con temperature sotto la media in primavera ed estate
- Anno 2014: molto piovoso; mediamente molto caldo, con temperature sotto la media in estate e sopra la media nelle altre stagioni.
- Anno 2015: piovosità nella norma con prolungato periodo siccitoso a fine anno; mediamente molto caldo in tutte le stagioni, con temperature da record nei mesi di luglio, novembre e dicembre.
- Anno 2016: piovosità inferiore alla norma con evento alluvionale a fine novembre; mediamente molto caldo in tutte le stagioni, con temperature da record nei mesi di luglio, novembre e dicembre e prolungati periodi siccitosi.
- Anno 2017: piovosità inferiore alla norma; mediamente molto caldo e secco in tutte le stagioni, con temperature da record a marzo, giugno e agosto, con record di siccità in autunno.
- Anno 2018: caldo e piovoso, con temperature minime molto sopra le medie storiche e surplus pluviometrico in autunno

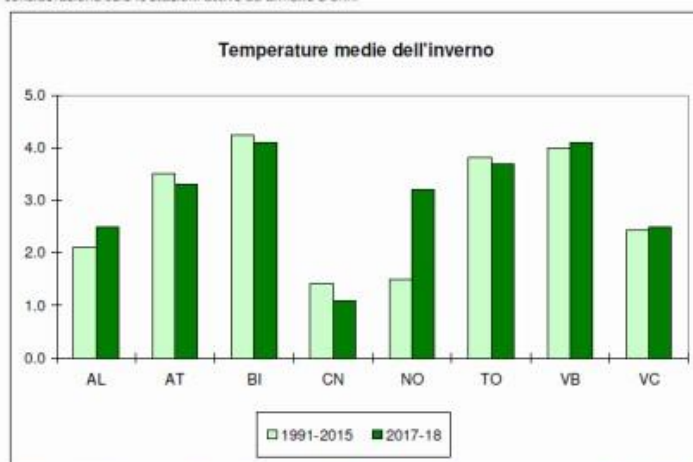
Tendenzialmente temperature più calde in inverno tendono ad un maggior avvezione in atmosfera con conseguente diluizione degli inquinanti mentre temperature elevate in estate, abbinate a forte radiazione solare, determinano un forte inquinamento da ozono. Al contrario estati fredde permettono una riduzione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

atmosferiche.

Dal punto di vista delle temperature l'anno solare 2018 (gennaio-dicembre) è stato un altro anno decisamente caldo e piovoso. L'inverno 2017/2018 ha registrato un'anomalia sia positive che negative: dicembre 2017 e febbraio 2018 sono stati mesi più freddi della norma, mentre gennaio 2018 ha fatto registrare dei record di temperature positive di +2.7°C rispetto alla media climatologica. L'inverno 2017/2018 è stato anche un inverno piovoso con +60% di precipitazioni rispetto alla media storica 1971-2000.

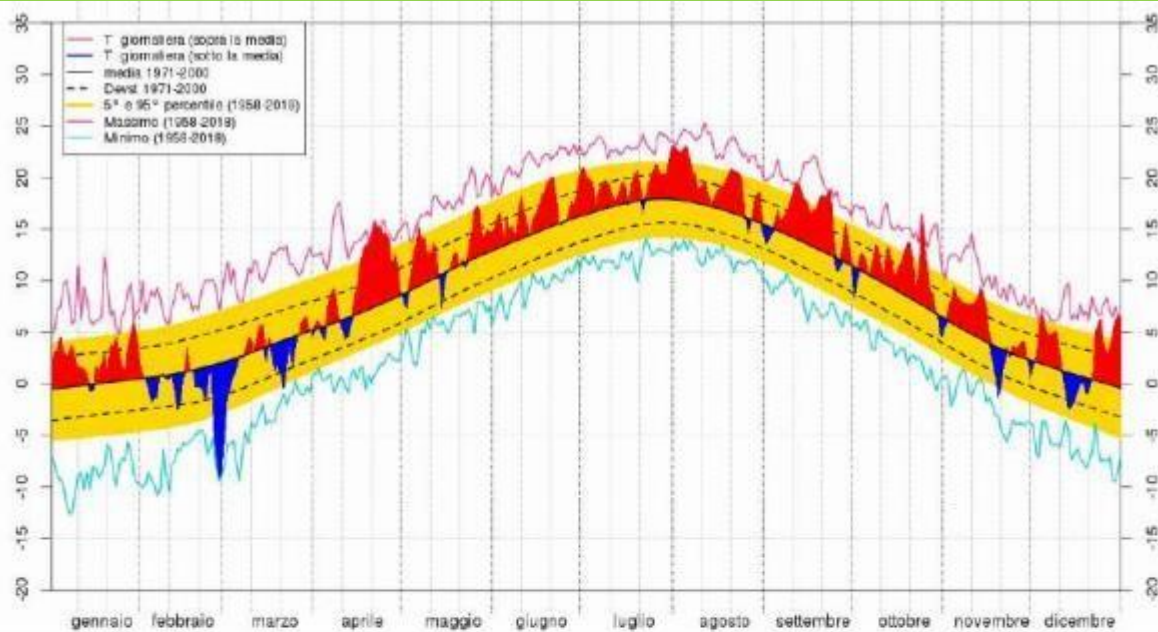
	Anomalia(°C)	Posizione	Media in pianura (°C)	% record	Luogo	Data	°C
Dicembre	+0.0	26° più caldo	6.2	3			
Gennaio	+3.1	2° più caldo	8.8	1			
Febbraio	-2.0	9° più freddo	5.9	0			
Stagione	+0.5	22° più calda	7.0	0			

Tabella 4 - Temperature massime mensili in Piemonte nell'inverno 2017/2018. Per ciascun mese è riportata l'anomalia delle temperature medie massime mensili in °C rispetto alla norma 1971-2000, la posizione relativa rispetto al corrispondente mese più caldo o più freddo dell'intera serie storica, il valore medio sulle località di pianura, la percentuale di stazioni meteorologiche che hanno fatto registrare il loro record di temperatura massima, ed infine dove e quando si è osservato il valore giornaliero più alto. In rosso (caldo) o blu (freddo) i mesi nelle prime 10 posizioni storiche, in grassetto quelli tra le prime tre. Sono prese in considerazione solo le stazioni attive da almeno 5 anni



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

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



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

Tabella 1 - Temperature medie mensili in Piemonte nell'anno 2018. Per ciascun mese è riportata la temperatura media sul Piemonte, l'anomalia delle temperature medie mensili in °C rispetto alla media 1971-2000, la posizione relativa rispetto al corrispondente mese più caldo o più freddo dell'intera serie storica ed il valore medio sulle località pianeggianti. In arancione (caldo) o blu (freddo) i mesi nelle prime 10 posizioni storiche, in grassetto quelli tra i primi tre.

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

Nel 2018 la temperatura media annuale ad Alessandria è stata di 13.7°C, in linea con quelle degli ultimi cinque anni. L'anno 2018 rispetto alla media storica registrata dal 1990 al 2009 evidenzia temperature mediamente più elevate di 0.76°C e risulta il quinto anno più caldo dall'inizio delle rilevazioni dopo il 2006, 2008, 2003 e 2015. Considerando le medie sui mesi, ad eccezione di febbraio e marzo, si riscontrano aumenti di temperatura rispetto alla media storica che variano da 0.7°C di aprile a ben 3.0°C nel mese di novembre. Nel 2018 si registrano aumenti superiori ai 2°C a aprile, settembre, ottobre e novembre. Gli incrementi di Alessandria sono in linea con gli incrementi registrati a livello regionale.

Le precipitazioni nel 2018 sono state abbondanti e sopra la media.

Il valore medio annuo 2018 della velocità del vento ad Alessandria, secondo quanto evidenziato dalla stazione meteo-idro-anemometrica regionale, è di 2.0m/s.

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

TABELLA – Inquinanti principali sorgenti emissive

Inquinanti	Formula chimica	Principali sorgenti emissive
Benzene*	C ₆ H ₆	Attività industriali, traffico autoveicolare
Biossido di zolfo*	SO ₂	Attività industriali, centrali di potenza
Biossido di azoto*/**	NO ₂	Impianti di riscaldamento, traffico autoveicolare (in particolare quello diesel), centrali di potenza, attività industriali
Monossido di carbonio*	CO	Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta dei combustibili fossili)
Ozono**	O ₃	Non ci sono significative sorgenti di emissione antropiche in atmosfera
Particolato atmosferico */**	PM ₁₀	È prodotto da combustioni, per azioni di tipo meccaniche (erosione, attrito, ecc.), da processi chimico-fisici che avvengono in atmosfera a partire da precursori anche in fase gassosa.

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

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

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

- Ossidi di azoto (NO e NO₂)

Gli ossidi di azoto (nel complesso indicati anche come NO_x) sono emessi direttamente in atmosfera dai processi di combustione ad alta temperatura (impianti di riscaldamento, motori dei veicoli, combustioni industriali, centrali termiche, ecc.), per ossidazione dell'azoto atmosferico e, solo in piccola parte, per l'ossidazione dei composti dell'azoto contenuti nei combustibili utilizzati. All'emissione, gran parte degli NO_x è in forma di monossido di azoto (NO), con un rapporto NO/NO₂ notevolmente a favore del primo. L'NO, una volta diffusosi in atmosfera può ossidarsi e portare alla formazione di NO₂. L'NO è quindi un inquinante primario mentre l'NO₂ ha caratteristiche prevalentemente di inquinante secondario. Il monossido di azoto

(NO) non è soggetto a limiti alle immissioni in quanto, alle concentrazioni tipiche misurate in aria ambiente, non provoca effetti dannosi sulla salute e sull'ambiente. Se ne misurano comunque i livelli poiché esso, attraverso la sua ossidazione in NO₂ e la sua partecipazione ad altri processi fotochimici, contribuisce, tra altro, alla produzione di ozono troposferico.

- Benzene

Composto appartenente alla classe degli idrocarburi aromatici, si presenta come un liquido incolore, volatile, infiammabile, insolubile in acqua con odore gradevole e sapore bruciante. È largamente usato come solvente di molte sostanze organiche, è presente nelle benzine, è utilizzato come materia prima per la produzione di materie plastiche, detergenti, fibre tessili, coloranti ecc. In Europa si stima che circa l'80% delle emissioni di benzene siano attribuibili al traffico veicolare dei motori a benzina. Il benzene è una sostanza classificata come cancerogeno accertato dalla Comunità Europea, dallo I.A.R.C. (International 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 PM2.5 sono costituite da particelle il cui diametro sia inferiore rispettivamente a 10 e 2.5 micron. Esse possono essere di origine primaria, cioè emesse direttamente in atmosfera da processi naturali o antropici, o secondaria, cioè formate in atmosfera a seguito di reazioni chimiche e fisiche. Le principali sorgenti naturali sono l'erosione e il successivo risollevarsi di polvere del suolo, incendi, pollini, spray marino, eruzioni vulcaniche; le sorgenti 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 l'IARC (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro) ha ufficialmente classificato il particolato atmosferico come cancerogeno per l'uomo (Gruppo 1) alla stregua di alcuni inquinanti atmosferici specifici dell'aria come il benzene e il benzo(a)pirene già inseriti nel gruppo dei cancerogeni. L'OMS inoltre indica valori di tutela della salute per polveri PM10 e PM2.5 più bassi rispetto alla legislazione europea: 20 e 10 microgrammi/m³ rispettivamente come media sull'anno.

- Ozono

L'ozono a livello del suolo (troposferico) è un inquinante del tutto peculiare poiché

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

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

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

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

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

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

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

L'anno scorso si è caratterizzato per concentrazioni di polveri più basse dell'anno precedente in tutte le stazioni. Il numero di superamenti del limite giornaliero per le PM10 di 50microgrammi/m da non superarsi per più di 35 volte l'anno è stato superato solo in 2 stazioni urbane: Alessandria e Novi Ligure. Questo andamento positivo nel 2018 è comune a tutto il contesto piemontese ed è stato in parte favorito dalle piogge intense occorse nell'anno. Il grafico sotto illustra il numero di superamenti del limite giornaliero di 50microgrammi/m registrati nel 2018. Il numero massimo di superamenti ammessi è di 35 in un anno. Le stazioni sia da traffico fanno registrare i superamenti maggiori mentre per quelle di fondo urbano il limite è rispettato ovunque tranne che Alessandria. I dati evidenziano decise differenze a livello urbano tra aree trafficate e non: le zone urbane interessate da traffico intenso hanno un inquinamento da polveri superiore del 15% circa rispetto alle zone residenziali meno trafficate, mentre quelle rurali sono inferiori del 30% circa rispetto alle aree urbane meno inquinate.

I fenomeni acuti di inquinamento con superamento del limite giornaliero delle polveri riguardano spesso tutto il bacino padano e si verificano solo in periodo invernale in concomitanza con condizioni meteorologiche che non consentono la dispersione degli inquinanti.

Da tenere in debita considerazione non solo il numero dei superamenti del limite giornaliero, ma anche l'entità di tali superamenti, che non è irrilevante ai fini della tutela della salute pubblica. Molteplici studi, infatti, 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.

Sempre considerando gli andamenti mensili e settimanali delle polveri PM10 nelle varie stazioni della rete, si appura che le due stazioni di Alessandria presentano i livelli maggiori.

Il limite come media annuale di 40microgrammi/m³ sul PM10 è più facile da rispettare e meno stringente rispetto a quello delle medie giornaliere. Negli anni recenti il limite annuale è rispettato in quasi tutte le stazioni della rete e nel 2018 non abbiamo avuto superamenti in nessuna delle stazioni provinciali, sia in quelle collocate in contesti urbani esposti a traffico elevato che presentano concentrazioni sempre superiori alle stazioni di fondo urbano e di fondo rurale.

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

Anche gli andamenti del 90.4°percentile che deve risultare inferiore a 50 affinché il limite giornaliero sia rispettato, mostrano una diminuzione negli anni che non è però sufficiente a rientrare al di sotto della soglia di legge per tutte le stazioni. Nel 2018 si registra un segnale positivo con un numero inferiore di superamenti rispetto agli ultimi anni in tutte le stazioni.

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

L'Organizzazione Mondiale della Sanità propone un limite annuo sulle 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, mostra un livello medio negli anni attorno a 1.3: Ciò significa 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.

Per via dell'importanza del Biossido di NO2 come inquinante sia per i suoi effetti diretti sia come precursore di inquinanti secondari quali polveri fini e ozono, il monitoraggio del biossido di azoto è effettuato in molte stazioni della provincia sia urbane che rurali. I limiti da rispettare per NO2 sono quello orario di 200microgrammi/m³ da non superare per più di 18 volte all'anno e la media annua di 40microgrammi/m³. Le medie orarie registrate nel 2018 mostrano andamenti simili per la maggior parte delle stazioni sia da traffico che di fondo, con valori molto elevati in inverno e bassi d'estate, analogamente alle polveri sottili. Nel caso del NO2 però la sorgente primaria risulta essere il traffico veicolare in tutte le stagioni.

Come prevedibile, essendo gli ossidi di azoto emessi principalmente dal traffico veicolare, le concentrazioni più elevate si registrano nelle stazioni da traffico: le medie annue più elevate (31- 32microgrammi/m³) si registrano nelle stazioni da traffico di Alessandria e Asti.

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.

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

atmosferici (estrema stabilità atmosferica con inversione termica, schiacciamento dello strato di rimescolamento e conseguente formazione di nebbie e smog) ne favoriscono l'accumulo. livelli maggiori si segnalano nei mesi di gennaio e febbraio. D'estate, al contrario, la presenza di forte irraggiamento solare ne determina sia la dispersione sia la distruzione a favore di altri composti inquinanti di carattere secondario (ozono).

Una considerazione particolare merita l'analisi dei dati mensili di NO₂ registrati nelle due stazioni dal 2014 al 2018. La stazione da traffico di Alessandria D'Annunzio ha mostrato dal 2017 una consistente riduzione dell'inquinamento da NO₂ rispetto al passato grazie all'introduzione della rotatoria sulla piazza adiacente la stazione. Questo conferma che la fluidificazione del traffico porta benefici consistenti in relazione alla riduzione delle emissioni degli inquinanti primari.

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

Gli idrocarburi aromatici si misurano presso la stazione da traffico di D'Annunzio. I parametri misurati sono: benzene, toluene, xileni, etilbenzene. Di questi l'unico soggetto a limite è il benzene in quanto composto altamente tossico e cancerogeno riconosciuto di gruppo I dallo IARC. Le concentrazioni di benzene registrate presso la stazione nel 2018 si confermano al di sotto del limite annuale di 5microgrammi/m. Tutte mostrano livelli ampiamente inferiori al limite di legge di 5microgrammi/m come media sull'anno.

L'ozono è soggetto a vari limiti sia per la popolazione che per la salute della vegetazione, essendo un composto estremamente aggressivo, ossidante ed irritante sia per le piante che per l'apparato respiratorio dell'uomo. I limiti di riferimento principali sono il limite di protezione della salute riferito a medie su 8ore che non devono superare i 120 microgrammi/m e la soglia di informazione riferita a media su 1ora che non deve superare i 180 microgrammi/m. L'ozono viene misurato presso la stazione di fondo urbano di Alessandria e Darnice presenta condizioni critiche per l'ozono con parecchi superamenti del livello di protezione della salute come media su 8 ore e con livelli massimi raggiunti sulle 8 ore attorno a 200microgrammi/m. Si riscontra anche qualche superamento del limite orario di 180 microgrammi/m. Mediando i dati registrati nell'ultimo triennio si osserva il non raggiungimento dell'obiettivo imposto dalla normativa (Il valore obiettivo di 120 µg/m non deve essere superato per più di 25 volte per anno civile come media su 3 anni). È quindi confermata una spiccata criticità legata a questo inquinante, nonostante la

riduzione a livello nazionale delle emissioni di NO_x e dei composti organici non metanici (VOCNM), precursori dell'ozono.

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

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

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.

I valori rilevati sull'anno sono tutti inferiori ai parametri di legge. Si nota una progressiva e significativa riduzione dei parametri negli anni.

Gli idrocarburi policiclici aromatici, noti come IPA, sono un importante gruppo di composti organici caratterizzati dalla presenza di due o più anelli aromatici condensati. Gli IPA presenti in aria ambiente si originano da tutti i processi che comportano la combustione incompleta e/o la pirolisi di materiali organici. Le principali fonti di emissione in ambito urbano sono costituite dagli autoveicoli alimentati a benzina o gasolio e dalle combustioni domestiche e industriali che utilizzano combustibili solidi o liquidi. Negli autoveicoli alimentati a benzina l'utilizzo di marmitte catalitiche riduce l'emissione di IPA dell'80- 90%. A livello di ambienti confinati il fumo di sigaretta e le combustioni domestiche possono costituire un'ulteriore fonte di inquinamento da IPA. La diffusione della combustione di biomasse per il riscaldamento domestico, se da un lato può comportare benefici in termini di bilancio complessivo di gas serra, dall'altro va tenuta attentamente sotto controllo in quanto la quantità di IPA emessi da un impianto domestico alimentato a legna è 5 -10 volte maggiore di quella emessa da un impianto alimentato con combustibile liquido (kerosene, gasolio da riscaldamento, etc). In termini di massa gli IPA costituiscono una frazione molto piccola del particolato atmosferico rilevabile in

aria ambiente ($< 0,1\%$) ma rivestono un grande rilievo tossicologico, specialmente quelli con 5 o più anelli, e sono per la quasi totalità adsorbiti sulla frazione di particolato con diametro aerodinamico inferiore a $2,5\ \mu\text{m}$. 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.

I valori rilevati sull'anno di benzo(a)pirene sono sempre inferiori al limite di legge con oscillazioni legate alla variabilità del dato di anno in anno che mostrano un lieve decremento nel tempo. Dagli studi si evidenzia inoltre che a livello temporale il PM10 risulta significativamente più ricco di IPA totali durante i mesi freddi dell'anno. Il periodo invernale risulta quindi quello più critico per l'esposizione a particolato non solo in termini di concentrazioni assolute ma anche di composizione in microinquinanti organici. A livello spaziale durante i mesi caldi non vi sono differenze significative tra le diverse stazioni mentre durante il semestre freddo si osserva che le stazioni esterne alle aree urbanizzate sono quelle in cui la percentuale di IPA totali è più elevata.

Dall'analisi dei dati meteorologici e di qualità dell'aria nella provincia di Alessandria si registrano anche nel 2018 fenomeni di aumento di temperature e variazione dei regimi di pioggia legati ai cambiamenti climatici in atto mentre per l'inquinamento atmosferico si registra una generale tendenza positiva alla riduzione degli inquinanti invernali negli anni (polveri fini, ossidi di azoto, IPA, metalli pesanti, benzene) anche se i trend di miglioramento tendono a rallentare negli ultimi 5 anni. L'anno 2018 ha comunque registrato concentrazioni di polveri più basse dell'anno precedente in tutte le stazioni. Nel 2018 non abbiamo avuto superamenti in nessuna delle stazioni provinciali del limite come media annuale di $40\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ su polveri PM10 e biossidi di azoto. Il limite giornaliero di $50\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ per le polveri PM10 invece non è ancora rispettato ovunque: Alessandria e Novi Ligure sono ancora sopra i limiti mentre a Casale M.to, Tortona, Dernice, Arquata il limite risulta rispettato. Le polveri PM2.5 ad Alessandria permangono vicine al valore limite. Permangono ovunque nella provincia valori troppo elevati di ozono estivo.
