Piano Regionale di Qualità dell'Aria

Arpa Piemonte
Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale

REGIONE PIEMONTE

1. Gli indirizzi strategici per la pianificazione regionale per la qualità dell'aria, l'attuazione e la governance 7
1.1 Gli indirizzi strategici 7
1.2 L'attuazione: i Piani Stralcio 8
1.3 La Governance: il Nucleo Tecnico e il monitoraggio 9
2. Inquadramento normativo 10
2.1 La genesi: lo smog 10
2.2 Il livello europeo 11
2.3 Il livello nazionale e regionale 13
2.4 Gli accordi di Programma 19
2.4.1 L'Accordo del bacino padano del 2007 19
2.4.2 L'Accordo del bacino padano del 2013 20
2.4.3 Il Protocollo Antismog 2015 21
2.4.4 L' Accordo del bacino Padano del 2017 21
2.5 Le procedure di infrazione e le richieste di deroga 23
2.5.1 Procedura di infrazione n. 2008/2194. 23
2.5.2 Procedura di infrazione n. 2014/2147. 24
2.5.3 Procedura di infrazione n. 2015/2043. 24
3. Il percorso di piano e la pianificazione settoriale 26
3.1 Il Piano Regionale della Mobilità e dei Trasporti 26
3.2 Il Piano Energetico Ambientale Regionale 30
3.3 Il POR FESR per la programmazione 2014 – 2020 31
3.4 Il Piano di Sviluppo Rurale 33
3.5 Il Piano Forestale Regionale 33
4. Il quadro metodologico 35
4.1 Il Sistema Regionale Integrato della Qualità dell'Aria 35
4.1.1 Il Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria (SRRQA) 36
4.1.2 L'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera (IREA) 37
4.1.3 Il sistema modellistico regionale 37
4.2 Il source apportionment 39
4.2.1 Il Source apportionment modellistico: il sistema integrato FARM/BFM 39
4.2.1.1 Il Source apportionment modellistico settoriale 40
4.2.1.2 Il Source apportionment modellistico geografico 40
4.2.2 Il source apportionment analitico 41
4.3 Le analisi di scenario 42
5. Il quadro conoscitivo 43
5.1 Contesto territoriale 43
5.1.1 Le caratteristiche generali del territorio e le infrastrutture 43
5.1.2 Gli aspetti demografici 44
5.1.3 Il quadro economico, l'industria e il turismo 44
5.1.4 Il comparto agricolo 45
5.1.5 Il patrimonio edilizio 46

5.1.6 Il parco veicolare ... 47
5.1.7 La dimensione energetica ... 49
5.2 La zonizzazione del territorio ai fini della qualità dell'aria ... 50
5.3 La consultazione pubblica sulla Qualità dell'Aria ... 51
5.3.1 Introduzione all'analisi delle risposte ... 53
5.3.2 La Sua opinione sull'inquinamento atmosferico ... 53
5.3.3 Inquinamento atmosferico e salute dei cittadini ... 53
5.3.4 Fonti di inquinamento ed emissioni ... 53
5.3.5 Informazioni sulla qualità dell'aria ... 54
5.3.6 L'inquinamento atmosferico: efficientamento energetico ... 57
5.3.7 Qualità dell'Aria: azioni e attori ... 57
5.4 La meteorologia e la sua influenza sulla qualità dell'aria ... 58
5.4.1 Temperature e precipitazioni ... 59
5.4.2 Vento ... 61
5.4.3 Altezza dello strato di rimescolamento ... 61
5.5 I fattori di pressione sulla qualità dell'aria ... 63
5.5.1 Lo scenario emissivo base ... 65
5.5.1.1 Il comparto riscaldamento ... 65
5.5.1.2 Il comparto trasporti ... 67
5.5.1.3 Il comparto industria ... 69
5.5.1.4 Il comparto agricoltura ... 71
5.5.2 Inquinanti primari e secondari ... 73
5.5.3 L'inquinamento transfrontaliero: il source apportionment geografico ... 74
5.6 Lo stato di qualità dell'aria ... 77
5.6.1 Il monitoraggio degli inquinanti ed il loro trend ... 78
5.6.2 Lo scenario base di qualità dell'aria ... 103
5.7 L'individuazione delle aree di superamento e di rispetto dei valori limite all'anno base ... 109
5.8 Le responsabilità dell'inquinamento: *il source apportionment* ... 114
5.8.1 Le responsabilità delle sorgenti su base settoriale ... 114
5.8.1.1 L'individuazione dei settori ... 115
5.8.1.2 Il contributo dei settori alle emissioni degli inquinanti ... 116
5.8.1.3 Il contributo dei settori alle concentrazioni degli inquinanti: i risultati del source apportionment modellistico settoriale ... 119
5.8.1.4. Il contributo dei settori alle concentrazioni degli inquinanti: le conferme del source apportionment analitico ... 144
5.8.2 Le responsabilità delle sorgenti su base geografica ... 146
5.8.2.1 Il ruolo del trasporto dell'inquinamento su Torino ... 146
5.8.2.2 Il ruolo dell'inquinamento transfrontaliero ... 148
5.8.3 Le responsabilità delle sorgenti e la scelta delle misure più efficaci ... 150

6. Gli scenari emissivi tendenziali ... 153
6.1 Lo scenario emissivo 2030 ... 153
6.2 Lo scenario di qualità dell'aria 2030 ... 156
6.3 La permanenza delle aree di superamento al 2030 ... 157

7. Gli ambiti di intervento ... 160
7.1 Piano Regionale di Qualità dell'Aria: obiettivi di sostenibilità e obiettivi ambientali ... 160
7.1.1 Obiettivi di sostenibilità ... 160
7.1.2 Obiettivi ambientali specifici del PRQA ... 162

7.2 Gli interventi sul comparto trasporti ... 164
7.2.1 Misure finalizzate finalizzate a ridurre la necessità di spostamento motorizzato e i chilometri percorsi [AVOID] ... 164
7.2.2 Misure finalizzate a trasferire quote di mobilità verso modalità più sostenibili [SHIFT] ... 165
7.2.3 Misure finalizzate a migliorare l'efficienza di veicoli e infrastrutture [IMPROVE] ... 169
7.3 Gli interventi sul comparto energia ... 171
7.3.1 Efficienza Energetica (edifici e/o impianti) ... 171
7.3.1.1 Settore pubblico e terziario ... 171
7.3.1.2 Settore residenziale ... 173
7.3.2 Riscaldamento e produzione di energia ... 175
7.3.2.1 La produzione di energia da fonti rinnovabili ... 175
7.3.2.2 Utilizzo di fonti di energia rinnovabile nell'edilizia ... 175
7.3.2.3 Sviluppo del teleriscaldamento efficiente ... 176
7.3.2.4 Riscaldamento a biomassa legnosa ... 177
7.4 Gli interventi nell'ambito produttivo industriale ... 178
7.4.1 Applicazione del criterio del bilancio ambientale positivo e delle migliori tecniche disponibili ai processi produttivi ... 180
7.4.2 Autorizzazione alle emissioni in atmosfera: Applicazione delle Migliori Tecniche Disponibili ai processi produttivi. ... 181
7.4.3 Riqualificazione ed efficientamento energetico dei processi produttivi ... 181
7.4.4 Riduzione delle emissioni di Composti Organici Volatili (COV) ... 182
7.4.5 Riduzione alle emissioni diffuse di polveri: cantieri, off-road ... 183
7.5 Gli interventi nell'ambito della agricoltura e zootecnia ... 183
7.5.1 Riduzione delle emissioni nel comparto agricolo ... 184
7.5.2 Combustione/abbruciamento in loco di stoppie e sfalci ... 184
7.6 Le misure sovraregionali ... 184
7.7 Gli interventi nell'ambito della riqualificazione urbana ... 188
7.8 Gli interventi nell'ambito della comunicazione, informazione, formazione ed educazione ambientale ... 189

8. Gli scenari di piano ... 191
8.1 Lo scenario emissivo di Piano al 2030 ... 191
8.2 Lo scenario di Piano della qualità dell'aria al 2030 ... 196
8.3 Il rispetto dei limiti al 2030 con l'applicazione delle misure di Piano ... 199

9. La valutazione degli impatti degli scenari sulla salute umana ... 201
9.1 L'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla salute ... 201
9.1.1 Le risultanze dei progetti nazionali ed europei a supporto della governance locale ... 204
9.1.2 Risultati attesi dalla implementazione della metodologia di "Health Impact Assessment" in relazione agli scenari di Piano ... 209

10. Monitoraggio del PRQA ... 213
10.1 Il progetto PREPAIR - Sistema per la contabilità ambientale delle misure dei piani di qualità dell'aria ... 215
10.2 Definizioni degli indicatori ... 215
10.2.1 Indicatori per l'Analisi del Contesto Ambientale ... 215
10.2.2 Indicatori di Stato ... 216
10.2.3 Indicatori per il monitoraggio delle misure pianificate nel PRQA ... 216
10.3 Relazioni periodiche di monitoraggio ... 218
10.4 Meccanismi di retroazione ... 219
10.5 Gestione e sviluppi del Sistema Regionale Integrato della Qualità dell'Aria ... 219

11. Norme di attuazione ... 220

ALLEGATI

Allegato A – Misure di Piano

Allegato B – Source Apportionment modellistico settoriale

Allegato C – Analisi dei consumi energetici e riduzioni emissive ottenibili

Allegato D – Valutazione degli effetti ambientali del PRQA in riferimento ai Cambiamenti Climatici

Gli indirizzi strategici per la pianificazione regionale per la qualità dell'aria, l'attuazione e la governance

1

1.1 Gli indirizzi strategici

Gli indirizzi del Piano Regionale di Qualità dell'Aria (PRQA) della Regione Piemonte partono dallo studio dell'OCSE "*Environmental Outlook*"[1] (2012) che periodicamente fornisce l'analisi delle tendenze socio-economiche e ambientali, effettuando simulazioni di azioni politiche per affrontare le principali sfide.

Le Prospettive ambientali dell'OCSE all'orizzonte del 2050 tracciano le tendenze demografiche ed economiche dei prossimi trent'anni, utilizzando un modello elaborato congiuntamente dall'OCSE e dall' Agenzia di Valutazione Ambientale dei Paesi Bassi (PBL) e analizzano le conseguenze della non-azione.

Nel corso degli ultimi decenni l'attività umana ha dato il via a una crescita economica senza precedenti con l'obiettivo di raggiungere un più elevato tenore di vita. Tuttavia, l'ampiezza stessa della crescita economica e demografica ha travolto i progressi compiuti per contenere il degrado ambientale. Il sostentamento di 2 miliardi di abitanti in più entro il 2050 sarà una sfida per la nostra capacità di gestire e ripristinare le risorse naturali da cui dipende la nostra vita.

Nello scenario di riferimento dell'OCSE, le pressioni sull'ambiente che derivano dalla crescita demografica e dall'innalzamento dei tenori di vita distanzieranno in larga misura i progressi compiuti in materia di abbattimento dell'inquinamento e di efficienza nell'uso delle risorse; il degrado e l'erosione delle risorse naturali continueranno fino al 2050, il cambiamento climatico potrebbe accentuarsi e diventare irreversibile, la biodiversità continuerà a diminuire (in particolare in Asia, Europa e Sud Africa), la disponibilità di acqua dolce sarà ancora messa a dura prova, con 2.3 miliardi di abitanti in più rispetto ad oggi (complessivamente oltre il 40% della popolazione mondiale) che dovrebbero vivere nelle zone dei bacini fluviali colpiti da gravi problemi di stress idrico, in particolare nel Nord e nel Sud dell'Africa e nel Sud e Centro dell'Asia.

Nello scenario di riferimento dell'OCSE il livello dell'inquinamento atmosferico è tale da diventare la principale causa ambientale di mortalità prematura a livello mondiale. Il peso delle malattie legate all'esposizione di prodotti chimici pericolosi è significativo su scala mondiale, ma più grave nei Paesi non OCSE dove le misure di sicurezza chimica sono ancora insufficienti. Le proiezioni dello scenario di riferimento pongono l'accento sulla necessità di agire subito con urgenza per cambiare l'andamento del nostro futuro sviluppo. I sistemi naturali hanno dei punti di non ritorno (i cosiddetti "*tipping points*") oltre i quali il cambiamento dannoso diventa irreversibile (e.g. esaurimento delle specie, cambiamenti climatici, esaurimento delle falde acquifere, degrado del suolo).

Agire subito è una decisione razionale sotto il profilo ambientale e soprattutto opportuna sotto l'aspetto economico. Le Prospettive suggeriscono, ad esempio, che entro il 2050 i benefici derivati da un'ulteriore riduzione dell'inquinamento atmosferico nei Paesi BRIICS potrebbero sorpassare il valore dei costi con un rapporto di 10 a 1.La sostenibilità dell'azione, è un altro elemento di valore a cui il Piano si riferisce con l'obiettivo di contribuire al raggiungimento dei 17 obiettivi del Millennio dell'Agenda 2030 dell'ONU, approvata nel settembre 2015 e già tradotta in strumenti di applicazione locale. La Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile approvata dal CIPE il 22 dicembre 2017, è lo strumento di riferimento per costruire il valore del Piano in tal senso[2].

1 url: http://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/oecd-environmental-outlook-1999155x.htm
2 Risoluzione Onu A/RES/70/1 del 25 settembre 2015; Risoluzione del Parlamento Europeo "Azione dell'UE a favore della sostenibilità" P8_TA-PROV(2017)0315; Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile approvata con Delibera CIPE del 22 dicembre 2017 ai sensi dell'art. 34, comma 3, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, come modificato dall'art. 3, commi 1 e 2, della legge 28 dicembre 2015, n. 221

In tale contesto l'approccio comune può essere:

» far sì che l'inquinamento sia più costoso rispetto alle alternative più compatibili con l'ambiente;
» attribuire un valore e un prezzo al capitale naturale e ai servizi ecosistemici;
» sopprimere i sussidi dannosi per l'ambiente;
» formulare regolamentazioni e norme efficaci;
» incoraggiare l'innovazione verde.

Il PRQA in Regione Piemonte non ha la pretesa di esaminare sistematicamente tutte le pressioni sull'ambiente come i consumi, la popolazione, la globalizzazione e l'urbanizzazione; nè di valutare tutti gli impatti ambientali, come il cambiamento climatico, l'inquinamento delle acque, la perdita della biodiversità, e i problemi di gestione dei rifiuti. Esso tenterà di valutare le conseguenze delle azioni politiche settoriali dell'agricoltura, dei trasporti, dell' energia e dell'industria che, ad oggi, sono enumerabili tra i maggiori responsabili dell'inquinamento atmosferico.

In riferimento al tema dei cambiamenti climatici che, ad oggi, rappresenta e rappresenterà in futuro una delle sfide più rilevanti su scala globale[3] il PRQA si è riconosciuto utile non tanto per valutare nel suo complesso gli impatti del fenomeno, ma in quanto politica di settore che può contribuire, in sinergia e coerenza con altri Piani, ad un'azione efficace verso il contrasto al cambiamento climatico nel territorio piemontese. Il Piano, pertanto, ha iniziato ad interrogarsi se e quanto gli scenari futuri sul clima potranno incidere sugli effetti "attesi" dall'applicazione delle Misure e se e quanto queste possano concretamente contribuire all'azione di contrasto al cambiamento climatico.

La metodologia utilizzata, per lo sviluppo del Piano nel suo complesso, che peraltro era già ben descritta nelle direttive europee del 1996/62/CE (Framework) e 2008/50/CE (Cleaner air for Europe), prevede la realizzazione di uno scenario di riferimento (baseline) a legislazione comune su cui calare uno scenario futuro - ci si è concentrati sul 2030-, con l'inserimento delle misure che verranno prese per ridurre le emissioni in atmosfera, e verificare, mediante l'uso di modelli tridimensionali di diffusione e trasporto in atmosfera, la possibilità di rientrare nei limiti di legge posti a tutela della salute dei cittadini.

Le misure ipotizzate nel Piano, che rappresentano un quadro necessario teso al raggiungimento di un risultato che dovrebbe essere comune tra cittadini ed istituzioni, saranno implementate con l'entrata in funzione dei relativi Piani Stralcio.

1.2 L'attuazione: i Piani Stralcio

L'articolo 6 della legge regionale 43/2000 stabilisce che il Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria (ora Piano di qualità dell'aria ai sensi dell'art .9 del d.lgs155/2010) può articolarsi in "*piani stralcio o parti di piano*".[4] I Piani Stralcio, pur avendo per la legge regionale questa denominazione, non sono annoverabili tra gli strumenti di pianificazione e programmazione: si tratta infatti di provvedimenti approvati dal Consiglio regionale che stabiliscono, per gli specifici ambiti trattati (agricoltura, energia, industria, riqualificazione urbana, trasporti, comunicazione), le prescrizioni e le indicazioni, prevalentemente di carattere tecnico, nonché gli obblighi, i divieti e gli eventuali finanziamenti, necessari a mettere in pratica gli scenari di riduzione delle emissioni previsti nel PRQA, attraverso l'implementazione delle misure nello stesso individuate.

Al fine di una miglior comprensione della natura di un Piano Stralcio, si consideri che, ad esempio, lo "Stralcio di Piano per il riscaldamento ambientale ed il condizionamento" di cui alla d.c.r. 98 -1247 dell'11.1.2007 e s.m.i. è un

3 I risultati del rapporto di valutazione dell'IPCC AR5-WGIII (IPCC 2014a) evidenziano che l'Europa meridionale e l'area mediterranea nei prossimi decenni dovranno fronteggiare gli impatti più significativi dei cambiamenti climatici e saranno fra le aree più vulnerabili del pianeta.

4 L'articolo 6 della legge regionale 43/2000 recita testualmente "Il Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria è approvato in attuazione della normativa comunitaria e nazionale e può articolarsi in piani stralcio o parti di piano nei quali sono individuati gli obiettivi di riduzione e di controllo delle emissioni in atmosfera che devono essere perseguiti per particolari problematiche, per particolari inquinanti, per specifiche aree territoriali caratterizzate da omogeneità dal punto di vista delle caratteristiche emissive, di densità di popolazione, di intensità del traffico, orografiche, meteoclimatiche e della distribuzione spaziale dei livelli di inquinamento raggiunti ed in relazione al valore paesaggistico-ambientale.
Ogni stralcio di piano individua gli obiettivi che devono essere perseguiti e stabilisce i tempi entro i quali devono essere raggiunti gli obiettivi medesimi; lo stralcio viene predisposto dalla Giunta regionale d'intesa con le province e approvato con deliberazione del Consiglio regionale".

provvedimento che, al fine di rendere obbligatorie azioni e riduzioni emissive sugli impianti e sugli involucri edilizi nuovi ed esistenti, detta indirizzi e prescrizioni tecniche di carattere generale - che riguardano le metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche, i requisiti minimi prestazionali e l'involucro degli edifici, gli impianti termici, i generatori di calore con i relativi requisiti emissivi, i rendimenti minimi e i termini di adeguamento nonchè i carburanti utilizzati – prescrizioni ed indirizzi per singole tipologie di edifici con i relativi termini di adeguamento. Riporta, infine, approfondimenti specifici, contenuti in singoli allegati, riguardanti gli impianti di cogenerazione e trigenerazione, i requisiti minimi per i generatori di calore alimentati a biomassa solida installati nelle zone di Piano (aree dove si registrano persistenti superamenti dei limiti di qualità dell'aria) oppure nelle zone di mantenimento (zone che non hanno significative problematiche di qualità dell'aria) e le pompe di calore.

E' pertanto evidente che un Piano Stralcio:

» è un documento di carattere regolamentare e prescrittivo e non di carattere pianificatorio;
» non è sostitutivo nè aggiuntivo rispetto alle misure individuate nel PRQA ma le implementa e le disciplina;
» per la specificità e la complessità tecnica che lo contraddistingue deve essere elaborato con le strutture regionali competenti nella materia trattata (agricoltura, energia, industria, trasporti, comunicazione) avvalendosi del supporto di un Nucleo Tecnico, che garantisca che la definizione dei contenuti regolamentari e prescrittivi integri tutte le politiche regionali di settore interessate, e coinvolgendo gli enti locali interessati.

1.3 La Governance: il Nucleo Tecnico e il monitoraggio

Per garantire l'uniformità operativa e la non duplicazione di "tavoli tecnici", il Nucleo verrà incardinato nell'ambito del gruppo di lavoro per la Strategia regionale sul Cambiamento climatico, secondo le previsioni della D.G.R. n. 34-6226 del 22.12.2017 e della D.G.R. n. 3-7576 del 28.09.2018. Dal punto di vista operativo, il gruppo di lavoro, che viene coordinato dal Responsabile del Settore Progettazione Strategica e Green Economy della Direzione Ambiente, Governo e Tutela del Territorio quando opera per la strategia per il cambiamento climatico, per la redazione dei Piani Stralcio sarà coordinato dal Responsabile del Settore competente per la specifica materia trattata in raccordo con il Settore competente in materia di qualità dell'aria.

Il Nucleo Tecnico avrà il compito di fornire gli apporti, gli strumenti e le specifiche conoscenze correlati alle competenze istituzionali delle diverse strutture regionali utili alla redazione dei Piani Stralcio e sarà indicativamente composto, oltre che dalla Direzione Ambiente, Governo e Tutela del Territorio anche da rappresentanti del Gabinetto della Presidenza della Giunta regionale e delle Direzioni regionali Sanità; Coesione sociale; Opere pubbliche, Difesa del Suolo, Montagna, Foreste, Protezione civile, Trasporti e Logistica; Agricoltura; Competitività del Sistema regionale; Promozione della Cultura, del Turismo e dello Sport.

Il Nucleo Tecnico potrà altresì consultare gli stakeholder, da esso individuati sulla base delle specifiche tematiche trattate".

Incardinare il Nucleo tecnico nell'ambito del gruppo di lavoro per la Strategia regionale sul Cambiamento climatico avrà il valore aggiunto di garantire i dovuti approfondimenti e valutazioni per declinare i contenuti dei Piani Stralcio anche nell'ottica del contrasto al cambiamento climatico.

Il monitoraggio delle misure implementate avverrà attraverso gli strumenti già previsti dalla normativa vigente - nella forma delle trasmissioni annuali delle informazioni al livello comunitario[5] - integrato con quanto previsto al capitolo 10 del Piano.

5 Informazioni trasmesse ai sensi della decisione 2011/850/EU (ex. Decisione 2004/224/EC), e contenute nei Dataset report H, I, J & K reperibili alla url http://cdr.eionet.europa.eu/

2 Inquadramento normativo

Le politiche in materia di protezione dell'ambiente e di sviluppo sostenibile dell'Unione Europea (UE) sono quelle dove si sono sviluppate il maggior numero di iniziative negli ultimi 40 anni. Queste iniziative hanno portato ad una grande quantità di legislazione (direttive e decisioni), paper e sentenze della Corte di Giustizia Europea (ECJ).

Il Trattato sul funzionamento dell'Unione Europea[6] (TFUE) indica chiaramente all'art. 191 gli obiettivi delle politiche ambientali: la salvaguardia, la tutela e il miglioramento della qualità dell'ambiente, la protezione della salute umana, l'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali e la promozione sul piano internazionale di misure destinate a risolvere i problemi dell'ambiente sono obiettivi fondamentali.

La politica dell'Unione in materia ambientale mira a un elevato livello di tutela, tenendo conto della diversità delle situazioni nelle varie regioni dell'Unione. Essa è fondata sui principi della precauzione e dell'azione preventiva, sul principio della correzione, in via prioritaria alla fonte, dei danni causati all'ambiente, nonché sul principio "chi inquina paga".

2.1 La genesi: lo smog

Lo *smog* è un termine che nacque dalla fusione dei termini inglesi *smoke* ("*fumo*") e *fog* ("*nebbia*"). La sua prima comparsa viene generalmente identificata in un articolo del 1905, presentato a un convegno sulla salute pubblica[7]. Il termine viene utilizzato per indicare l'inquinamento atmosferico che si manifesta con forme simili alla nebbia, alla foschia o alla caligine negli strati bassi dell'atmosfera, normalmente in condizioni di calma di vento e di inversioni termiche alle basse quote. Condizioni climatiche che sono anche tipiche della Pianura Padana.

Il "*Great Smog*" fu un tragico evento ambientale che colpì Londra nel dicembre del 1952, e che causò la morte di 4.000 persone (anche se recenti ricerche suggeriscono 12.000 morti e circa 100.000 furono gli ammalati).

La sera del 4 dicembre del 1952 un anticiclone si fermò sulla città di Londra creando un'inversione termica, ovvero dell'aria stagnante e fredda rimase intrappolata sotto uno strato di aria calda. A causa del freddo i Londinesi aumentarono la potenza degli impianti di riscaldamento, bruciando più carbone e di conseguenza creando più emissioni inquinanti che, per via dell'inversione termica, rimasero intrappolate negli strati bassi dell'atmosfera. Si creò anche un problema di visibilità non si riusciva a vedere oltre qualche decina di metri - ma i Londinesi erano abituati a questa nebbia fitta (veniva chiamata *Pea soup o black fog o killer fog*) e non si resero conto del pericolo. Si fermarono sia i trasporti pubblici – eccetto la metropolitana – sia le ambulanze, costringendo i londinesi a raggiungere i vari ospedali con i mezzi di trasporto propri. Fu una vera catastrofe; lo smog penetrò addirittura all'interno degli edifici e anche cinema e teatri vennero chiusi. Il problema fu acuito dall'uso per il riscaldamento di carbone di bassa qualità, ad alto contenuto di zolfo. A causa della critica situazione economica della Gran Bretagna dopo la Seconda Guerra Mondiale, questo carbone era utilizzato comunemente per il riscaldamento civile, per permettere l'esportazione del carbone di alta qualità ed abbattere il debito nazionale. Il "Great Smog" durò dal 5 al 9 dicembre quando si disperse velocemente in seguito a un cambiamento del tempo.

6 http://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=celex%3A12012E%2FTXT
7 Henry Antoine Des Voeux, "Fog and Smoke", Public Health Congress (1905), riportato poi il 26 luglio 1905 sul Daily Graphic di Londra

2.2 Il livello europeo

Nei primi anni della costruzione europea l'ecologia non aveva carattere prioritario per i poteri pubblici e per il sistema economico.

All'inizio, conformemente alla Conferenza sull'ambiente dell'ONU del 1972 che ha indirizzato le preoccupazioni dei cittadini e degli scienziati circa i "*limiti della crescita*", l'Unione Europea ha avviato le sue politiche ambientali con un programma ambizioso, che conteneva molti elementi delle idee di oggi in materia di sviluppo sostenibile.

Sulla base degli impegni del Consiglio Europeo del 1972 per stabilire una politica ambientale comunitaria anche la Comunità Europea nel mese di novembre del 1973 ha deciso il primo Programma d'Azione in materia d'Ambiente (EAP). Questo programma stabiliva già la tesi secondo cui vi è una reciproca interdipendenza tra lo sviluppo economico, la prosperità e la protezione dell'ambiente e sosteneva che "*la protezione della ambiente appartiene ai compiti essenziali della Comunità*".

Il primo EAP conteneva, in forma embrionale, molte delle idee che stanno dietro al concetto di "sviluppo sostenibile" e sottolineava la necessità di una valutazione completa degli impatti di tutte le politiche Il primo passo fu considerare soprattutto la prevenzione, la riduzione e il contenimento del danno ambientale e la conservazione della biodiversità (non ancora definita come tale) insieme all'uso razionale delle risorse naturali.

Il secondo EAP (1977-1981) era essenzialmente un follow-up del primo in termini di approccio e di obiettivi, con una più ampia gamma di problemi da trattare. Nel corso di questo periodo la protezione della natura ha ricevuto particolare attenzione e sono state decise una serie di direttive quadro (in particolare per acqua e rifiuti)

Il terzo EAP (1982-1986) e il quarto EAP (1987-1992) riflettono un cambiamento di approccio politico essendo molto più strettamente correlati al completamento del mercato interno. In particolare, con il terzo EAP si sottolineavano i potenziali rischi e benefici delle politiche ambientali per il mercato interno ed era diventato un fattore chiave per la programmazione delle attività definire i collegamenti tra il mercato interno e le politiche ambientali . Si evidenziavano poi i benefici per l'economia, ed in particolare l'effetto positivo sulla occupazione, che possono derivare dalle politiche ambientali.

Il 1987 è generalmente visto come un punto di svolta nella politica ambientale della Comunità Europea , in quanto la tutela dell'ambiente ha ricevuto un capitolo nel trattato "Atto unico europeo", firmato a Lussemburgo il 17 febbraio 1986 e all'Aia il 28 febbraio 1986. Da allora le misure comunitarie hanno potuto fondarsi su una base giuridica esplicita, che definiva gli obiettivi e i principi fondamentali dell'azione della Comunità Europea in campo ambientale. Venne inoltre previsto che le esigenze in materia di salvaguardia dell'ambiente divenissero una componente delle altre politiche della Comunità.

Nel quarto EAP l'armonizzazione tra gli obiettivi del mercato interno e la protezione dell'ambiente è rimasto un punto centrale, e doveva aver luogo ad "alto livello". Tuttavia, considerando il precedente approccio sull'inquinamento atmosferico, che si concentrava solamente sul controllo delle emissioni causate dalle grandi fonti fisse, ci si rese conto che così facendo era improbabile raggiungere determinati obiettivi di qualità per la salute o di un ecosistema. Per far fronte a questo, la quarta EAP ha proposto un approccio più integrato e, per la prima volta, la protezione ambientale è stata considerata come un'attività integrata all'interno di tutto il processo produttivo.

Alla fine degli anni '80, però, inizia il dibattito sul rischio globale per l'ambiente con l'avvio di un *focus* sui cambiamenti climatici. Inoltre un nuovo approccio normativo meglio allineato all'onda "neo liberista" in contrapposizione al precedente approccio "*command & control*" stava portando a politiche più attente ai meccanismi di mercato come la deregolamentazione e l'autoregolamentazione.

Questo cambiamento strategico è stato formulato in modo esplicito nel quinto EAP (1992-1999) dove si trovano alcuni elementi interessanti e innovativi come:

» · lo sviluppo sostenibile come obiettivo principale;
» il riferimento all'approccio settoriale;

» l'utilizzo di nuovi strumenti, come ad esempio gli incentivi fiscali o strumenti volontari;
» un nuovo approccio orientato al consenso, tenendo conto del ruolo delle organizzazioni non governative e delle autorità locali/regionali per rappresentare l'interesse generale;
» l'impostazione di medio e lungo termine di obiettivi per la riduzione di alcuni importanti inquinanti.

Nel settembre 1996 il Consiglio dell'Unione Europea ha adottato la direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente (comunemente detta "Direttiva MADRE"), al fine di definire i principi di base di una strategia comune volta a:

» stabilire obiettivi per la qualità dell'aria ambiente nella Comunità Europea al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
» valutare la qualità dell'aria ambiente negli Stati membri in base a metodi e criteri comuni;
» disporre di informazioni adeguate sulla qualità dell'aria ambiente e far sì che siano rese pubbliche, con particolare riferimento al superamento delle soglie di allarme;
» mantenere la qualità dell'aria ambiente, la dove è buona e migliorarla negli altri casi.

Tale direttiva è "rivoluzionaria". Il principale elemento di novità sta nelle parole "*strategia comune*": gli ingredienti e il percorso logico sono pertanto delineati a livello comunitario. I valori limite per i vari inquinanti sono fissati a livello comunitario in base alle conoscenze scientifiche (essenzialmente le linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità) e costituiscono obiettivi di qualità da raggiungere entro un dato termine e da non superare più. Per alcuni inquinanti, per i quali esistono evidenze scientifiche di rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata, sono fissate inoltre soglie di allarme.

Nel 2008 la direttiva 2008/50/EC[8] sulla "Qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" identifica il miglioramento della Qualità dell'Aria come un obiettivo chiave della legislazione ambientale. La direttiva segue la proposta della Commissione per una strategia tematica per la riduzione del numero di decessi legati all'inquinamento atmosferico del 40% entro il 2020, rispetto al livello del 2000. Per fare questo stabilisce misure volte a ridurre l'inquinamento a livelli che riducano al minimo gli effetti nocivi sulla salute umana e sull'ambiente e a migliorare l'informazione al pubblico sul livello di inquinamento e sui rischi connessi.

La direttiva in particolare definisce le soglie per la valutazione di ciascuna sostanza inquinante, i criteri per il metodo di valutazione e stabilisce i limiti, gli obiettivi e gli obblighi che gli Stati membri devono raggiungere entro un determinato periodo.

E' inoltre richiesta la comunicazione dei risultati della valutazione e le informazioni relative ai piani e programmi messi in campo, per consentire alla Commissione di valutare il rispetto delle disposizioni delle direttive. Inoltre, il *reporting* prevede che alla Commissione, agli Stati membri, agli *stakeholder*, alla Agenzia Europea dell'Ambiente e a tutti i cittadini siano fornite informazioni armonizzate sui dati misurati e la valutazione e gestione della qualità dell'aria. Infine spinge sull'ottenimento di informazioni sulla qualità dell'aria ambiente che supportino il monitoraggio delle tendenze a lungo termine e garantiscano le informazioni e la loro messa a disposizione dei cittadini.

La successiva decisione 2011/850/UE[9], meglio conosciuta come IPR "Implementing Provision on Reporting" della direttiva sulla qualità dell'aria, supporta la notifica e lo scambio di informazioni e facilita l'elaborazione dei dati mediante l'uso di avanzati strumenti elettronici e portali web.

La lettura combinata della direttiva e della decisione evidenzia degli importanti dettagli, quali:

» zonizzazione territoriale e gli agglomerati urbani chiariscono qual è la scala di valutazione e gestione della qualità dell'aria;
» i punti di campionamento usati per la valutazione della qualità dell'aria ambiente sono basati sull'esposizione della popolazione e la tutela dell'ambiente;
» metodi di misurazione di riferimento sono stabiliti e così pure i livelli critici;

8 EC (2008). Directive 2008/50/EC of the European parliament and of the council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe, Official Journal of the European Union, L 152, 1–44.
9 EC (2011). Commission implementing decision 2011/850/EU of 12 December 2011 laying down rules for Directives 2004/107/EC and 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council as regards the reciprocal exchange of information and reporting on ambient air quality, Official Journal of the European Union, L 335, 86–106.

» le concentrazioni di ozono (O_3), biossido di zolfo (SO_2), biossido di azoto (NO_2), ossidi totali di azoto (NOx), le particelle (PM_{10} e $PM_{2,5}$), piombo (Pb), benzene (BTX) e monossido di carbonio (CO) sono da monitorare;
» l'utilizzo dei modelli di diffusione trasporto devono essere utilizzati per la valutazione della qualità dell'aria ambiente, dopo una opportuna convalida dei dati.

Gli Stati membri dovrebbero essere tenuti a rendere disponibili le informazioni in una forma "machine readable" standardizzata in linea con l'infrastruttura per l'informazione territoriale nella Comunità Europea (INSPIRE). La Commissione stabilisce un repository per tutti i Paesi membri e per Paesi vicini che vogliano aderire su base volontaria, per raccogliere i dati e renderli accessibili a tutti attraverso il portale della qualità dell'aria ambiente [10].

Per il pubblico è importante disporre di dati aggiornati che siano facili da capire e di facile accesso. Inoltre, per la comunità scientifica indipendente, è molto importante disporre di informazioni up-to-date in un formato standardizzato.

A questo laborioso percorso legislativo la Regione Piemonte ha collaborato effettivamente e fattivamente sin dagli albori, coordinando il tema "ambiente" nell'ambito prima della Conferenza Stato-Regioni (1983) e poi della Conferenza unificata Stato-Regioni, Città e Autonomie locali (1997), supportando il livello nazionale (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare) nell'ambito della fase ascendente della scrittura delle norme comunitarie, prestando il supporto e le competenze dei propri funzionari al fine di migliorare la qualità di quelle che sarebbero state le linee guida nazionali al termine della procedura di codecisione (introdotta nel 1992 ed ampliata nel 1999) che vede la Commissione come proponente delle direttive, ma solo dopo averne discusso a lungo con gli Stati membri, gli scienziati, gli stakeholder e i cittadini[11].

2.3 Il livello nazionale e regionale

Come ci si accorge che l'aria è inquinata? Il monitoraggio degli inquinanti nell'aria ambiente è uno strumento di conoscenza e "sorveglianza" della qualità dell'aria previsto fin dalle prime normative nazionali e non, finalizzate alla prevenzione dell'inquinamento atmosferico e alla tutela della salute umana e dell'ambiente nel suo complesso.

La prima rete pubblica di monitoraggio in Piemonte nasce nel 1971 nella città di Torino, ad opera del Comune, in ossequio alla legge 13 luglio 1966, n. 615 ed è proprio sulla base dei dati di concentrazione in aria di anidride solforosa (SO_2) rilevati, nonché dei dati del censimento degli impianti termici civili e degli stabilimenti industriali, che un'ordinanza del Sindaco avvia, fin dal 1976, la metanizzazione degli impianti termici cittadini.

La conoscenza, quindi, come uno degli strumenti per individuare gli interventi strutturali prioritari per ridurre l'inquinamento atmosferico, a tutela della salute dei cittadini e, allora si diceva, dei beni pubblici e privati.

Nell'anno 1973, con il primo Programma d'azione in materia d'ambiente (EAP) anche la Comunità Europea avvia la sua attività sull'argomento. Tra gli anni 70 e i primi anni 80 viene instaurata la procedura comune di scambio di informazioni tra le reti di sorveglianza e controllo dei dati relativi all'inquinamento atmosferico (Decisione 75/441/CEE su composti dello zolfo e particelle in sospensione e Decisione 82/459/CEE su altri inquinanti) e vengono adottate le direttive relative ai valori limite di qualità dell'aria per gli inquinanti più significativi per quel periodo: la Direttiva 80/779/CEE per l'anidride solforosa (SO_2) e le particelle in sospensione (PTS), la Direttiva 82/884/CEE per il piombo e la Direttiva 85/203/CEE per il biossido di azoto.

Il D.P.R. 24 maggio 1988, n. 203 "*Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della L. 16 aprile 1987, n. 183*" di recepimento di queste direttive e della

10 http://www.eionet.europa.eu/aqportal
11 http://ec.europa.eu/environment/eurobarometers_en.htm

Direttiva 84/360/CEE relativa all'inquinamento atmosferico prodotto da impianti industriali, è la prima norma italiana che prevede, in modo esplicito, l'estensione a tutto il territorio nazionale della tutela della qualità dell'aria ai fini della protezione dell'ambiente, oltre che della salute.

E' in tale decreto che si prevede, tra l'altro, la competenza delle Regioni per la formulazione di piani di rilevamento, per l'indirizzo ed il coordinamento dei sistemi di controllo e di rilevazione degli inquinanti atmosferici e per l'organizzazione dell'Inventario Regionale delle Emissioni. Si ribadisce, inoltre, ampliandola rispetto al disposto del D.P.C.M. 28 marzo 1983, la competenza delle Regioni a predisporre piani di prevenzione, conservazione e risanamento del proprio territorio, nel rispetto dei valori limite di qualità dell'aria, nell'ambito di una più completa competenza regionale per la tutela dell'ambiente dall'inquinamento atmosferico, fatte salve le competenze dello Stato.

Benchè i criteri statali per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria e quelli per l'elaborazione dei piani regionali per il risanamento e la qualità dell'aria siano stati oggetto di due decreti ministeriali del 20 maggio 1991, uno relativo ai "*Criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria*" e l'altro inerente i "*Criteri per l'elaborazione dei piani regionali per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria*", già nel 1988 la Regione Piemonte aveva approvato un progetto di ristrutturazione generale di tutte le reti pubbliche esistenti sul territorio, per creare il Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria, cioè un sistema coordinato ed integrato, utile per la predisposizione, la verifica e l'aggiornamento dei futuri piani regionali di risanamento e tutela.

Non si può trascurare un cenno al filone italiano della definizione dei livelli di attenzione e di allarme, che parte dall'articolo 9 del D.M. 20 maggio 1991 relativo ai criteri per la raccolta dei dati. Tale decreto prevedeva, a fronte della fissazione statale di livelli di attenzione e di allarme per SO_2, particelle sospese, NO_2, CO e ozono, l'individuazione, da parte delle Regioni, delle zone in cui potevano verificarsi episodi acuti di inquinamento atmosferico e l'elaborazione, da parte delle Province o -nel caso delle aree metropolitane - del Sindaco, di piani di intervento operativo per tali zone. Con il successivo D.M. 15 aprile 1994 aggiornato ed integrato con il D.M. 25 novembre 1994, si definivano quindi i livelli di attenzione e di allarme e si stabilivano i criteri di individuazione degli stati di emergenza in funzione dei dati rilevati dai vari tipi di stazioni di monitoraggio installate nelle aree urbane, nonché gli obblighi di informazione alla popolazione sui livelli di inquinamento raggiunti e sui provvedimenti adottati dall'Autorità Competente. Nell'aggiornamento erano inoltre previste misurazioni e obiettivi di qualità per gli inquinanti quali benzene, PM_{10} e IPA.

Con il D.M. 16 maggio 1996 l'Italia ha poi recepito la direttiva 92/72/CEE sull'inquinamento dell'aria provocato da ozono, attivando un sistema di sorveglianza di tale inquinamento; anche tale decreto era destinato ad essere profondamente modificato dal recepimento della nuova direttiva sull'argomento, la 2002/3/CE, che prevede l'abrogazione della precedente a decorrere dal 9 settembre 2003.

La direttiva 96/62/CE - la cosiddetta direttiva "madre" - viene trasposta nell'ordinamento nazionale italiano con il D.Lgs. 4 agosto 1999, n. 351 "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualita' dell'aria ambiente".

Per salvaguardare la confrontabilità delle situazioni a livello comunitario, nel D.Lgs. n. 351/1999 è riservata allo Stato, tra l'altro, la fissazione dei valori (limiti, allarme, obiettivo), nonché dei loro accessori (eventuali margini di tolleranza, soglie di valutazione superiore ed inferiore) e delle caratteristiche delle tecniche di misurazione (ubicazione e numero minimo di punti di campionamento, metodiche di riferimento) e dei circuiti di certificazione e garanzia di qualità. La valutazione della qualità dell'aria, indispensabile fase conoscitiva per individuare gli interventi prioritariamente necessari e per monitorare gli effetti delle azioni intraprese, si effettua ora con tutti i metodi volti ad ottenere informazioni sulla qualità dell'aria: la misurazione, unico strumento previsto nelle precedenti direttive, è accompagnata pertanto da altri strumenti quali la compilazione di inventari delle emissioni e le modellizzazioni.

Citando la relazione che accompagna la proposta della Commissione di direttive "figlie" "*anche una rete relativamente fitta di stazioni di monitoraggio non può rappresentare pienamente la qualità dell'aria in un'ampia zona. La misurazione da sola non è inoltre sufficiente per correlare le concentrazioni alle fonti di emissioni e non consente di prevedere i probabili risultati delle azioni.*" La qualità dell'aria deve essere valutata su tutto il territorio

nazionale (regionale) e dalla valutazione deriva una classificazione del territorio in zone (ivi compresi gli agglomerati) ai fini della gestione della qualità dell'aria.

La Regione Piemonte si è già cimentata in questo esercizio quando ha predisposto la legge regionale n. 43 del 7 aprile 2000 "Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria": la zonizzazione del territorio piemontese è infatti avvenuta sulla base della valutazione preliminare della qualità dell'aria elaborata dall'ARPA, utilizzando tutte le misure effettuate sul territorio regionale nel quinquennio precedente, compresi i dati eterogenei relativi alle campagne di breve periodo. La valutazione contiene la stima, in termini cautelativi, dei massimi valori delle concentrazioni dei diversi inquinanti che verosimilmente possano verificarsi nel corso del successivo quinquennio sul territorio piemontese, in assenza di interventi correttivi.

La legge regionale n. 43/2000 è l'atto normativo regionale di riferimento, tuttora vigente, per la gestione ed il controllo della qualità dell'aria. In essa sono contenuti gli obiettivi e le procedure per l'approvazione del Piano regionale di qualità dell'aria (PRQA) nonché le modalità per la realizzazione e la gestione degli strumenti della pianificazione: il Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria (SRRQA) e l'Inventario delle Emissioni IREA. Il PRQA è lo strumento per la programmazione, il coordinamento ed il controllo in materia di inquinamento atmosferico, finalizzato al miglioramento progressivo delle condizioni ambientali e alla salvaguardia della salute dell'uomo e dell'ambiente. Le misure atte a raggiungere gli obiettivi si esplicitano mediante l'implementazione di Piani Stralcio.

Nella prima fase di attuazione del PRQA sono stati adottati alcuni stralci di Piano.

Lo stralcio di Piano "*Provvedimenti finalizzati alla prevenzione e alla riduzione delle emissioni nelle conurbazioni piemontesi ed al controllo delle emissioni dei veicoli circolanti*" ha definito le prime misure per la riduzione delle emissioni in atmosfera dovute alla mobilità, ed in particolare:

- l'obbligo, a partire dal 1 luglio 2001, del controllo dei gas di scarico ("bollino blu") su tutto il territorio regionale per tutti i veicoli a motore immatricolati da almeno un anno;
- le prime indicazioni alle Province per la predisposizione dei Piani per il miglioramento progressivo dell'aria ambiente relativi alla mobilità ed estensione al territorio dei Comuni assegnati alle Zone 1 e 2 le disposizioni del D.M. 27 marzo 1998 relative al Mobility Management.

Lo stralcio di Piano "*Indirizzi per la gestione di episodi acuti di inquinamento atmosferico*" ha regolamentato la gestione di episodi acuti di inquinamento atmosferico su due livelli territoriali diversi: le Zone di Piano e le Zone di Mantenimento. Questa ripartizione del territorio tra zone a rischio (Zone di Piano) e zone (Zone di Mantenimento), in cui sostanzialmente la qualità dell'aria era buona e quindi sarebbe stato sufficiente mantenerla tale, era frutto di una ottemperanza alle disposizioni che facevano capo all'articolo 3 del decreto ministeriale 20 maggio 1991 relativo ai criteri per l'elaborazione dei piani regionali e all'articolo 9 del decreto ministeriale 20 maggio 1991 inerente i criteri per la raccolta dei dati. Questi criteri sono oggi superati dalla legislazione vigente, che predilige un approccio uniforme su tutto il territorio e misure focalizzate sulla riduzione delle emissioni indipendentemente da dove esse avvengano.

In relazione ai limiti di qualità dell'aria di alcuni inquinanti (limiti che peraltro sono assolutamente simili a quelli tutt'ora in vigore, in quanto valutati per i loro effetti sulla salute pubblica , e non come obiettivi più o meno ambiziosi da raggiungere) è stata elaborata la "valutazione della qualità dell'aria nella Regione Piemonte - Anno 2001" approvata con la D.G.R. n. 109-6941 del 5 agosto 2002. Per effettuare tale valutazione l' ARPA ha utilizzato in maniera integrata sia le informazioni provenienti dal Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria (SRRQA) nel biennio 2000-2001, che quelle derivanti dall'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera (IREA).

In termini generali, la metodologia di stima utilizzata si basa sulla correlazione tra la quantità di inquinante emessa annualmente per unità di superficie in un determinato Comune e le concentrazioni rilevate nel medesimo Comune dalle stazioni del SRRQA. La valutazione ha quindi fornito, per tutti i Comuni del Piemonte, una stima della concentrazione media di un determinato inquinante sul proprio territorio. Le cartografie tematiche della valutazione consentono di confrontare questi valori di concentrazione con cinque classi di criticità ottenute applicando i valori di riferimento previsti dal D.M. n° 60 del 02/04/2002 "*Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999*

concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio": "soglia di valutazione inferiore", "soglia di valutazione superiore", "valore limite", "valore limite aumentato del margine di tolleranza".

Sulla base della valutazione della qualità dell'aria 2001, con la D.G.R. n. 14-7623 dell'11 novembre 2002 si è proceduto ad adeguare la zonizzazione del territorio e a definire i criteri per la predisposizione e la gestione dei Piani di Azione, stabilendo, in particolare, la Zonizzazione 2001 (allegato 1 della D.G.R.), la Carta d'insieme della zonizzazione, l'elenco dei Comuni piemontesi e loro zonizzazione e gli indirizzi per la predisposizione e la gestione dei piani di azione (allegato 2 della D.G.R.).

La valutazione annuale regionale della qualità dell'aria viene regolarmente aggiornata dalla Regione Piemonte, sempre con il supporto tecnico di ARPA, che usa oggi, oltre alle misurazioni effettuate sul territorio, anche le risultanze dell'inventario regionale delle emissioni mediante applicazione di modelli chimico diffusivi in grado di riprodurre cosa accade nell'atmosfera e le reazioni chimiche che avvengono regolarmente. Dette valutazioni supportano la pianificazione e forniscono informazioni essenziali ai fini del *reporting* verso il livello nazionale e comunitario.

La gestione della qualità dell'aria, prevista dalla normativa nazionale sino al 2010, si esplicava attraverso una pianificazione integrata a medio–lungo termine su tutto il territorio sia nelle zone in cui fossero stati superati i limiti (art. 8 del D.Lgs. n. 351/1999) ai fini di raggiungere e non superare più tali limiti, sia in quelle in cui la situazione fosse stata "buona" (art. 9 dello stesso D.Lgs.) ai fini di conservare i livelli al di sotto dei valori limite e di preservare la migliore qualità dell'aria ambiente compatibile con lo sviluppo sostenibile.

Era comunque ancora prevista anche una pianificazione a breve termine nelle zone in cui i livelli di uno o più inquinanti avessero comportato il rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme: i piani d'azione (art. 7 del D.Lgs. n. 351/1999) indicavano, in tal caso, le misure da attuare nel breve periodo (generalmente si trattava di controllo o sospensione delle attività che contribuivano al superamento dei valori limite) al fine di ridurre il rischio e limitarne la durata.

Se per le soglie di allarme, previste solo per SO_2 ed NOx, il problema non si pone ormai da anni, per i valori limite di alcuni inquinanti occorre invece immaginare una strategia d'intervento pressoché continuo, che permetta di contenere il valore e il numero dei livelli massimi riscontrati, nell'ambito del percorso di avvicinamento al traguardo indicato dall'Unione Europea.

La situazione della qualità dell'aria degli anni 2002, 2003 e 2004 non presenta variazioni di rilievo rispetto a quella delineata dalla Valutazione 2001 evidenziando che in vaste zone del territorio piemontese, gli inquinanti PM_{10}, NO_2 ed ozono continuavano a presentare frequenti e consistenti superamenti dei limiti.

Con la D.G.R. n. 19-12878 del 28 giugno 2004 la Regione Piemonte ha avviato il processo di revisione ed aggiornamento del PRQA, al fine di individuare nuovi e più incisivi provvedimenti ed azioni sempre per le Zone di Piano e per le Zone di Mantenimento, in grado di ridurre sensibilmente le emissioni primarie di PM_{10} e di ossidi di azoto, così come quelle dei precursori del PM_{10} e dell'ozono, ancora ai sensi degli articoli 7, 8 e 9 del D.Lgs. n. 351/1999.

In tale ambito, tenendo conto del quadro generale della situazione emissiva e della qualità dell'aria del Piemonte, sono stati individuati come settori prioritari di intervento quelli della mobilità, del riscaldamento ambientale e delle attività produttive, per i quali dovevano essere sviluppati appositi Stralci di Piano. In particolare:

» con la D.G.R. n. 66-3859 del 18 settembre 2006 è stato approvato lo "*Stralcio di Piano per la Mobilità*", che integra i provvedimenti per la mobilità sostenibile già stabiliti nello Stralcio di Piano allegato alla legge regionale 43/2000, definendo, in particolare:

- misure per la riduzione delle emissioni dovute alla mobilità su tutto il territorio regionale;
- misure per la riduzione delle emissioni dovute ai veicoli utilizzati per il trasporto pubblico locale e per i servizi

integrativi allo stesso;
- misure per la riduzione delle emissioni dovute ai veicoli utilizzati per il trasporto privato;
- misure per la riduzione delle emissioni dovute ai veicoli utilizzati per il trasporto e la distribuzione delle merci e per l'esercizio delle attività commerciali, artigianali, industriali, agricole e di servizi;
- misure per la riduzione delle emissioni dovute alla mobilità nei Comuni assegnati alla Zona di Piano.

Con la D.G.R. n. 57- 4131 del 23 ottobre 2006 sono state modulate e modificate le misure, sono stati formulati chiarimenti e precisazioni, e sono state definite ulteriori azioni e ri-modulate le misure stabilite nei paragrafi 2.1.2 e 2.1.3 dello Stralcio di Piano. Sono inoltre stati individuati i Comuni interessati alla prima fase di applicazione: i Comuni appartenenti all'agglomerato di Torino, e tutti quelli con popolazione superiore a 20.000 abitanti. Sono state infine approvate le condizioni minime per la limitazione alla circolazione da adottare con le ordinanze sindacali:

- le categorie di veicoli sottoposti a limitazioni alla circolazione sono quelli alimentati a benzina con omologazione precedente all'Euro 1 e tutti i diesel con omologazioni precedenti all'Euro 2, nonché i ciclomotori e motocicli a due tempi, non conformi alla normativa Euro 1 immatricolati da più di dieci anni;
- la durata minima giornaliera di limitazione deve essere di 5 ore, per i veicoli utilizzati per il trasporto privato e di 3 ore per quelli utilizzati per il trasporto e la distribuzione delle merci e per l'esercizio delle attività commerciali, artigianali, industriali, agricole e di servizio;
- la durata minima settimanale di limitazione deve essere di cinque giorni feriali, dal lunedì al venerdì;
- le limitazioni devono essere operative entro il 15 gennaio 2007 e senza l'interruzione originariamente prevista al 31 marzo 2007.

Successivamente, con la D.G.R. n. 64 - 6526 del 23 luglio 2007 la Giunta regionale ha integrato lo Stralcio di Piano per la Mobilità , con ulteriori provvedimenti per la mobilità sostenibile già stabiliti nelle D.G.R. n. 66-3859 del 18 settembre 2006 e D.G.R. n. 57-4131 del 23 ottobre 2006, nonché nello Stralcio di Piano allegato alla legge regionale n. 43/2000.

Il provvedimento regolamenta:

- i Comuni interessati: territori dei Comuni appartenenti all'Agglomerato di Torino, e tutti quelli con popolazione superiore a 20.000 abitanti;
- l'estensione dell'orario di limitazione della circolazione per i veicoli più inquinanti ad almeno 8 ore giornaliere dal lunedì al venerdì;
- l'esclusione dalle limitazioni della circolazione dei motoveicoli e veicoli per trasporti specifici e degli autoveicoli per uso speciale, così come la conferma delle esclusioni già previste;
- l'introduzione della vetrofania che indica il tipo di omologazione e il carburante di tutti i veicoli di proprietà di persone fisiche residenti in Piemonte e di ditte, società, associazioni, enti e soggetti pubblici con sede legale in Piemonte;
- i criteri per l'individuazione delle zone di limitazione totale o parziale del traffico all'interno dei centri abitati.

Parallelamente sono state inserite ulteriori misure per l'incentivazione del processo di riduzione delle emissioni dovute alla mobilità:

- finanziamenti ai Comuni ricompresi nella prima fase di attuazione dello Stralcio di Piano Mobilità per azioni destinate all'incremento dell'utilizzo del trasporto pubblico locale: D.D. 359 del 30 novembre 2006;
- finanziamenti ai Comuni per l'estensione al 20% della zone a limitazione totale o parziale del traffico: D.G.R. n. 19 - 6944 del 24 settembre 2007. - D.G.R:n. 15-12362 del 19 ottobre 2009 - DGR n.37-519 del 4 ottobre 2010 - D.D. n. 29 del 23 ottobre 2007;
- finanziamento alle Province per le azioni di Mobility Management, di informazione e sensibilizzazione sul Piano Stralcio per la Mobilità: - D.D. n. 238 del 28 settembre 2006 - D.D. n. 253 del 17 settembre 2007;
- bando per il co-finanziamenti ai comuni di sistemi di byke sharing in ambito urbano: D.G.R. n. 35 – 7052 dell' 8 ottobre 2007 -D.G.R. n. 11-8045 del 21 gennaio 2008;
- finanziamenti per la riduzione delle emissioni di polveri nel trasporto pubblico locale: D.G.R. n. 31-3125 del 12 giugno 2006 – D.G.R.. n. 48-4065 del 17 ottobre 2006 - D.G.R. n. 32-11522 del 3 giugno 2009 - D.G.R. n. 69-704 del 27 settembre 2010 - DGR 30-2362 del 22 luglio 2011 - DGR n. 64-3251 del 30 dicembre 2011;

- incentivazione dell'utilizzo del Trasporto Pubblico Locale per studenti universitari e lavoratori: D.G.R. n. 33 - 7403 del 12 novembre 2007. D.D. n. 95 del 14 novembre 2007 (incentivazione studenti universitari). D.D. n. 102 del 15 novembre 2007, (incentivazione titoli di viaggio per i lavoratori);
- bando per il co-finanziamento di titoli di viaggio per i lavoratori: D.D.. n. 419 del 24/09/2009 - D.D. n. 735 del 18 dicembre 2008;
- D.G.R. n. 33-13175 del 1° febbraio 2010 contributo per acquisto sistemi destinati all'abbattimento articolato fine negli autoveicoli aziendali diesel Euro 2.

Con la deliberazione n. 98-1247 dell'11 gennaio 2007, a seguito della proposta contenuta nella D.G.R n. 14 del 6 marzo 2006, il Consiglio Regionale ha approvato lo "*Stralcio di Piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento*". Lo Stralcio di Piano individua gli indirizzi, le prescrizioni e gli strumenti volti a:

- promuovere la diffusione di tecnologie innovative a basse emissioni e ad elevata efficienza energetica sia per quanto riguarda le nuove installazioni che nel caso di sostituzione di impianti di riscaldamento esistenti al fine di migliorare le prestazioni emissive e l'efficienza energetica complessiva del sistema edificio-impianto, dei generatori di calore, dei sistemi distributivi e di regolazione;
- favorire l'utilizzo di combustibili a basso impatto ambientale e l'uso di fonti energetiche rinnovabili;
- favorire l'adozione da parte del cittadino/consumatore di comportamenti atti a ridurre i consumi energetici e le emissioni derivanti dai sistemi di riscaldamento e di condizionamento.

A sostegno delle misure previste nello Stralcio di Piano, con D.D. n. 387 del 22 dicembre 2006, integrata con D.D. n. 30 del 20 febbraio 2007 e con D.D. n. 70 dell'11 febbraio 2008, è stato approvato il bando diretto alla concessione di un contributo in conto interesse per l'incentivazione di interventi in materia di risparmio energetico e di riduzione delle emissioni in atmosfera (L.R. 7 ottobre 2002, n. 23 e successive modificazioni ed integrazioni).

Con la Deliberazione della Giunta Regionale n. 46-11968 del 4 agosto 2009 lo Stralcio relativo al riscaldamento ambientale e il condizionamento è stato aggiornato ulteriormente, integrandolo con le disposizioni attuative in materia di rendimento energetico nell'edilizia previste dalla l.r. 13/2007.

La nuova edizione dello Stralcio di Piano, pienamente in vigore il 1° Aprile 2010, è stata in seguito modificata con la D.G.R. n. 18-2509 del 3 agosto 2011, la D.G.R. n. 85-3795 del 27 aprile 2012, la D.G.R. n. 16-4488 del 6 agosto 2012, la D.G.R. 2 Agosto 2013, n. 78-6280, la D.G.R. n. 41-231 del 4 agosto 2014, la D.G.R. n. 60-871 del 29 dicembre 2014.

A valle delle modifiche del quadro normativo nazionale e comunitario in materia di energia, lo stralcio riscaldamento è stato ulteriormente modificato con la D.G.R. n. 29-3386 del 30 maggio 2016. È certo che, a seguito delle ulteriori esigenze di riduzione delle emissioni dovute al riscaldamento domestico che emergeranno dal presente piano, la Regione dovrà rivedere ancora le misure al fine di potere raggiungere al più presto quei valori di inquinamento tali da garantire la tutela della salute dei cittadini.

Con il decreto legislativo n. 155 del 13 agosto 2010 "*Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa*" è stata poi recepita la Direttiva 2008/50/EC, tutt'ora riferimento europeo sulla qualità dell'aria ambiente, allineando nuovamente la legislazione nazionale agli indirizzi comunitari.

Degni di nota sono alcuni dei principi guida esplicitati all'art. 1 dello stesso Decreto Legislativo:

a) il sistema di valutazione e gestione della qualità dell'aria rispetta ovunque standard qualitativi elevati ed omogenei al fine di assicurare un approccio uniforme su tutto il territorio nazionale e di assicurare che le stesse situazioni di inquinamento siano valutate e gestite in modo analogo;

f) la valutazione della qualità dell'aria ambiente condotta utilizzando determinati siti fissi di campionamento e determinate tecniche di valutazione si considera idonea a rappresentare la qualità dell'aria all'interno dell'intera

zona o dell'intero agglomerato […];

l) i piani e le misure da adottare ed attuare in caso di individuazione di una o più aree di superamento all'interno di una zona o di un agglomerato devono agire, secondo criteri di efficienza ed efficacia, sull'insieme delle principali sorgenti di emissione, ovunque localizzate, che influenzano tali aree, senza l'obbligo di estendersi all'intero territorio della zona o dell'agglomerato, né di limitarsi a tale territorio.

Il D.Lgs. n. 155/2010 delinea un nuovo quadro gestionale della qualità dell'aria, al fine di garantire un approccio coerente ed uniforme in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente nel quadro del riparto di competenze tra Stato, Regioni ed Enti locali. Ciò ha comportato l'esigenza da parte della Regione Piemonte di valutare e, ove necessario, rivedere gli esistenti aspetti e strumenti di gestione della qualità dell'aria.

È' pertanto iniziato un processo di revisione di tutti gli strumenti a servizio della valutazione della qualità dell'aria: il programma di valutazione (rete e modelli) e la zonizzazione del territorio per primi.

Con la D.G.R. 29 dicembre 2014 n. 41-855, la Regione Piemonte, ha approvato la nuova zonizzazione del territorio regionale relativa alla qualità dell'aria ambiente e ha individuato gli strumenti utili alla sua valutazione tra i quali, ad esempio, il programma di valutazione. Il Programma di Valutazione definito dal D.Lgs.. n. 155/2010, indica le stazioni della rete di misura utilizzate in siti fissi e per quelle indicative, le tecniche di modellizzazione e le tecniche di stima obiettiva; e prevede che le stazioni di misura utilizzate risultino conformi a precise disposizioni in riferimento agli obiettivi di qualità dei dati ed ai criteri di ubicazione.

2.4 Gli accordi di Programma

2.4.1 L'Accordo del bacino padano del 2007

Il primo "*Accordo tra le regioni del bacino padano per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento atmosferico*" è stato sottoscritto il 7 febbraio 2007 tra le Regioni Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia, Lombardia, Piemonte, Valle d'Aosta, le Province Autonome di Trento e Bolzano e la Repubblica e Cantone Ticino. Scopo dell'accordo era condividere elementi e azioni di natura tecnico-organizzativa sui quali coordinare un'azione sinergica dei territori coinvolti. Le azioni proposte erano:

- limitazioni progressive della circolazione dei veicoli più inquinanti;
- promozione e agevolazione dell'installazione di filtri antiparticolato;
- definizione e adozione di forme di regolamentazione per l'utilizzo dei combustibili, compreso l'utilizzo delle biomasse per riscaldamento;
- definizione di standard emissivi comuni per le attività produttive e per le sorgenti civili, nell'ambito dell'autonomia concessa agli enti firmatari;
- approfondimento delle tecniche di monitoraggio e modellazione ai fini della previsione, valutazione e preparazione di piani e programmi di miglioramento della qualità dell'aria;
- condivisione e miglioramento dell'Inventario delle Emissioni INEMAR a supporto dell'elaborazione e della verifica dei piani degli enti firmatari

A marzo 2007, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, ha pubblicato un decreto contenente un programma di finanziamenti connessi al miglioramento della qualità dell'aria e della riduzione delle emissioni, che con una serie di accordi tra il Ministero e le singole Regioni o Province è andato a cofinanziare una serie di progetti legati alle azioni previste nell'Accordo. Per quanto riguarda il Piemonte sono stati realizzati quattro progetti che complessivamente sono costati circa 56 mln di Euro e che hanno riguardato:

- lo sviluppo degli strumenti per la conoscenza, la valutazione e la gestione della qualità dell'aria;

- il miglioramento dei mezzi adibiti a trasporto pubblico locale, con l'installazione di filtri antiparticolato su circa 1.000 mezzi del trasporto pubblico locale con omologazione Euro 2;
- l'incentivazione all'utilizzo del trasporto pubblico locale, con forte incentivo per l'acquisto dell'abbonamento al mezzo pubblico annuale;
- la riqualificazione emissiva ed energetica degli edifici esistenti.

2.4.2 L'Accordo del bacino padano del 2013

Con sentenza del 19 dicembre 2012, la Corte di Giustizia dell'Unione Europea ha condannato l'Italia per non aver provveduto, negli anni 2006 e 2007, ad assicurare che le concentrazioni di materiale particolato PM_{10} rispettassero i valori limite fissati dalla direttiva 1999/30/CE in numerose zone e Agglomerati del territorio italiano. La Commissione Europea ha successivamente avviato una nuova procedura precontenziosa in merito alla non corretta applicazione della Direttiva 2008/50/CE, a causa dei superamenti continui e di lungo periodo dei valori limite del materiale particolato PM_{10} sul territorio italiano; i superamenti oggetto del nuovo precontenzioso riguardano in particolare le Regioni Piemonte, Lombardia, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Liguria, Emilia-Romagna, Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Campania, Puglia, Sicilia e la Provincia autonoma di Trento.

Per quanto riguarda il bacino padano, la specificità delle condizioni orografiche e meteoclimatiche favoriscono l'aumento delle concentrazioni di materiale PM_{10} nell'aria e la produzione di situazioni di inquinamento particolarmente diffuse, rendendo molto difficile il conseguimento del rispetto dei valori limite di qualità dell'aria, specialmente in mancanza di uno stretto coordinamento tra i diversi soggetti interessati; proprio per quest'ultimo fattore i piani regionali di qualità dell'aria vigenti nelle zone del bacino padano non sembrano ad oggi sufficienti ad assicurare il rispetto dei valori limite di qualità dell'aria per il materiale particolato PM_{10}.

Al fine di porre rimedio a questa situazione, il Ministero dell'Ambiente, insieme ai Ministeri aventi competenza sui settori che producono emissioni in atmosfera, ha avviato una nuova e più determinata strategia a livello nazionale, per integrare l'azione intrapresa dalle Regioni e Province Autonome, individuando misure di breve, medio e lungo periodo.

Il 19 dicembre 2013 è pertanto stato sottoscritto un Accordo tra Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, Ministero della Salute, Regioni e Province Autonome del bacino padano, per l'adozione coordinata e congiunta di misure di risanamento della qualità dell'aria.

L' Accordo ha portato alla costituzione di 9 gruppi di lavoro tra Ministero e Regioni per la predisposizione di proposte di decreti ministeriali riguardanti:

- la certificazione impianti di combustione;
- gli impianti di combustione alimentati a biomasse;
- la cogenerazione nuovi impianti industriali alimentati a biomasse;
- il sostegno riqualificazione energetica degli edifici;
- l' aggiornamento linee guida piani urbani della mobilità;
- la revisione velocità autostrade e ulteriori misure di riduzione del traffico;
- la regolamentazione circolazione dei veicoli;
- la diffusione veicoli elettrici;
- la predisposizione di linee guida per la riduzione di emissioni da attività agricole e zootecniche.

Quando le risultanze del lavoro dei vari gruppi saranno recepite con i relativi decreti ministeriali, le regioni del bacino padano saranno tenute ad adeguare i loro piani di risanamento della qualità dell'aria, ed i Ministeri valuteranno l'attribuzione di specifiche risorse per le finalità previste dall'accordo.

2.4.3 Il Protocollo Antismog 2015

Viste le procedure di infrazione sulla qualità dell'aria avviate dalla Commissione Europea nei confronti dello Stato italiano, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare il 30 dicembre 2015 ha attivato un protocollo con il quale ha individuato un consistente quantitativo di risorse da mettere a disposizione di Regioni, Province Autonome e Città Metropolitane, provenienti in parte dal Fondo Kyoto e in parte dal MiSE e dal GSE, da utilizzare sulle seguenti misure/azioni a breve e a lungo termine:

- attuazione di sistemi di incentivo all'utilizzo del trasporto pubblico locale e della mobilità sostenibile;
- mobilità sostenibile, programma sperimentale per gli spostamenti casa-scuola e casa-lavoro;
- fondo Kyoto per l'efficienza energetica delle scuole;
- riqualificazione energetica degli edifici della Pubblica Amministrazione Centrale;
- conto termico 2. Aggiornamento del sistema di incentivazione della produzione di energia termica da fonti rinnovabili e interventi di efficienza di piccole dimensioni;
- controllo e riduzione delle emissioni attraverso l'incremento dell'efficienza energetica;
- modalità di trasporto pubblico a basse emissioni;
- promozione di una rete di ricarica efficiente; miglioramento delle strutture del TPL;
- misure di sostegno e sussidio finaziario per l'utenza del trasporto pubblico;
- introduzione del limite di 30 km/h nei centri storici e successivamente nelle aree comunali eccetto le arterie di scorrimento;
- promozione e diffusione delle buone pratiche agricole;
- aumento della fluidità del traffico veicolare;
- condivisione e interoperabilità di dati e informazioni sulla qualità dell'aria;
- produzione da parte di ISPRA di un bollettino periodico;
- piani della qualità dell'aria, definizione di una linea guida unica;
- efficientamento energetico di impianti sportivi ed edifici pubblici;
- metanizzazione degli impianti termici;
- rottamazione/riconversione dei veicoli più inquinanti;
- aumento del verde pubblico all'interno delle aree urbane;
- misure per l'avvio e la realizzazione dei nuovi servizi marittimi;
- rapida e completa attuazione dell'Accordo del bacino padano;
- potenziamento dei sistemi tecnologici di monitoraggio e controllo per la limitazione della circolazione nei centri urbani;

Attualmente sono state finanziate alcune delle misure/azioni a breve termine ed è stato attivato il percorso per il finanziamento di tutte le altre.

2.4.4 L' Accordo del bacino Padano del 2017

Il 9 giugno 2017 a Bologna, è stato sottoscritto tra il Ministero dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare e le regioni Emilia Romagna, Lombardia, Piemonte e Veneto il "Nuovo Accordo di Programma per l'adozione congiunta di misure per il miglioramento della qualità dell'Aria nel Bacino Padano".

L'Accordo contiene una serie di misure in capo alle Regioni ed altre in capo al Ministero. Per quanto riguarda le Regioni, i punti di maggior rilievo sono:

- prevedere, nei piani di qualità dell'aria, una limitazione della circolazione dal 1 ottobre al 31 marzo di ogni anno, da applicare entro il 1 ottobre 2018, dal lunedì al venerdì, dalle ore 8,30 alle ore 18,30, per le autovetture ed i veicoli commerciali di categoria N1, N2 ed N3 ad alimentazione diesel, di categoria inferiore o uguale ad "Euro 3". La limitazione è estesa alla categoria "Euro 4" entro il 1 ottobre 2020, alla categoria "Euro 5" entro il 1 ottobre 2025. La limitazione si applica prioritariamente nelle aree urbane dei comuni con popolazione superiore a 30.000 abitanti presso i quali opera un adeguato servizio di trasporto pubblico locale, ricadenti in zone presso le quali

risulta superato uno o più dei valori limite del PM_{10} o del biossido di azoto NO_2;

- promuovere a livello regionale, mediante la concessione di appositi contributi, la sostituzione di una o più tipologie di veicoli oggetto dei divieti con veicoli a basso impatto ambientale; tali contributi devono essere erogati con priorità per i veicoli che garantiscono minori emissioni di PM, NOx e CO_2;
- promuovere, a livello regionale, una regolamentazione omogenea dell'accesso alle aree a traffico limitato, delle limitazioni temporanee della circolazione e della sosta per tutti i veicoli alimentati a carburanti alternativi;
- prevedere, nei piani di qualità dell'aria, i seguenti divieti, relativi a generatori di calore alimentati a biomassa, in funzione della certificazione prevista dal decreto attuativo dell'articolo 290, comma 4, del decreto legislativo n. 152/2006:
    - divieto, entro sei mesi dalla sottoscrizione del presente accordo, di installare generatori con una classe di prestazione emissiva inferiore alla classe "3 stelle" e di continuare ad utilizzare generatori con una classe di prestazione emissiva inferiore a "2 stelle"
    - divieto, entro il 31 dicembre 2019, di installare generatori con una classe di prestazione emissiva inferiore alla classe "4 stelle" e di continuare ad utilizzare generatori con una classe di prestazione emissiva inferiori a "3 stelle";
- adottare provvedimenti di sospensione, differimento o divieto della combustione all'aperto del materiale vegetale nelle zone presso le quali risulta superato uno o più dei valori limite del PM_{10} e/o il valore obiettivo del benzo(a) pirene;
- prevedere, nei piani di qualità dell'aria, e, ove ammesso dalle relative norme di riferimento, nelle autorizzazioni integrate ambientali, nelle autorizzazioni uniche ambientali e nei programmi di azione di cui alla direttiva 91/676/CEE (direttiva nitrati), l'obbligo di applicare pratiche finalizzate alla riduzione delle emissioni prodotte dalle attività agricole, quali la copertura delle strutture di stoccaggio di liquami, l'applicazione di corrette modalità di spandimento dei liquami e l'interramento delle superfici di suolo oggetto dell'applicazione di fertilizzanti, ove tali pratiche risultino tecnicamente fattibili ed economicamente sostenibili;

Gli impegni assunti dal Ministero dell'Ambiente riguardano:

- contribuire, con risorse fino ad un massimo di 2 milioni di euro per Regione, all'attuazione, da parte delle Regioni del Bacino Padano, dell'impegno di cui all'articolo 2 comma 1 lettera b (sostituzione veicoli oggetto di divieti) e con risorse fino ad un massimo di 2 milioni di euro per Regione, all'attuazione, da parte delle Regioni del Bacino Padano, dell'impegno di cui all'articolo 2 comma 1 lettera m (finanziamenti per misure agricole);
- attivare le opportune interlocuzioni con il Ministero dell'economia e delle finanze al fine di valutare la possibilità di aggiornare le tasse automobilistiche utilizzando il criterio del bonus-malus (diesel vs benzina);
- promuovere presso il Ministero delle infrastrutture e dei trasporti una proposta di modifica del decreto legislativo 285/1992, finalizzata ad includere gli aspetti relativi alla tutela dell'ambiente nelle procedure di determinazione dei limiti di velocità.

L'Accordo stabilisce inoltre, all'Allegato 1, i criteri per l'individuazione e la gestione delle situazione di perdurante accumulo degli inquinanti: si tratta di una sorta di semaforo con due soli livelli, il livello arancione che si attiva dopo 4 giorni di superamento consecutivi della soglia limite di 50 $\mu g/m^3$ della concentrazione di PM_{10} e il livello rosso, che sia attiva dopo 10 giorni di superamento consecutivi della soglia dei 50 $\mu g/m^3$. I giorni per la verifica sono fissi e sono il lunedì e il giovedì e il rientro può avvenire dopo due giorni consecutivi misurati al di sotto dei 50 $\mu g/m^3$, oppure in caso in cui le previsioni meteorologiche e di qualità dell'aria prevedano per il giorno in corso ed il giorno successivo condizioni favorevoli alla dispersione degli inquinanti;

Le limitazioni applicate sono sicuramente impattanti per quanto riguarda il traffico, in particolare:

- il livello arancione prevede la limitazione all'utilizzo delle autovetture private di classe emissiva almeno Euro 4 diesel in ambito urbano dalle 8.30 alle 18.30 e dei veicoli commerciali di classe emissiva almeno Euro 3 diesel dalle 8.30 alle 12.30. Le deroghe sono relative ai veicoli utilizzati per finalità di tipo pubblico o sociale (forze dell'ordine, soccorso sanitario, pronto intervento), per il trasporto di portatori di handicap o di persone sottoposte a terapie indispensabili ed indifferibili, i veicoli speciali definiti dall'art. 54 lett. f), g) e n) del Codice della Strada e sono fatte salve le disposizioni comunali vigenti relative alle Zone a Traffico Limitato (ZTL) e alle modalità di carico-scarico delle merci;

- il livello rosso prevede, in aggiunta alle misure del livello arancione, l'estensione delle limitazioni per le autovetture private di classe emissiva almeno Euro 4 diesel in ambito urbano nella fascia oraria 8.30-18.30 e per i veicoli commerciali almeno Euro 3 diesel nella fascia oraria 8.30 – 18.30 ed Euro 4 diesel nella fascia oraria 8.30 – 12.30. Le deroghe previste sono le medesime individuate al punto b.1;

Tali misure temporanee si applicano prioritariamente nelle aree urbane dei Comuni con popolazione superiore a 30.000 abitanti presso i quali opera un servizio di trasporto pubblico locale, ricadenti in zone presso le quali risulta superato uno o più dei valori limite del PM_{10}.

In Piemonte, considerate le dimensioni medie dei comuni e le situazioni di superamento omogenee che si registrano comunemente nell'intorno di Torino, si è optato per un'estensione dei provvedimenti a tutti i comuni dell'agglomerato di Torino dove si sono registrati superamenti dei limiti di qualità dell'aria per almeno 3 anni, anche non consecutivi, in un arco di tempo di cinque anni, con la presenza di un servizio di Trasporto Pubblico Locale e nei comuni con più di 20.000 abitanti, con i medesimi requisiti.

2.5 Le procedure di infrazione e le richieste di deroga

2.5.1 Procedura di infrazione n. 2008/2194.

La procedura di infrazione n. 2008/2194 "Qualità dell'aria ambiente – concentrazione di particelle PM_{10} nell'aria ambiente Direttive 1996/62/CE, 1999/30/CE e 2008/50/CE", è stata avviata dalla Commissione Europea il 29 gennaio 2009 nei confronti dell'Italia a causa dei superamenti dei limiti giornaliero e annuale del PM_{10}, che si sarebbero dovuti rispettare dal 1° gennaio 2005 ai sensi della direttiva 1999/30/CE, emanata in attuazione della direttiva quadro 1996/62/CE in materia di *valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente*.

La procedura faceva inoltre riferimento anche alla successiva direttiva 2008/50/CE *relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa*, approvata il 21 maggio 2008 ed entrata in vigore il giorno stesso della pubblicazione sulla GUUE L 152/1 dell'11 giugno 2008.

Tale direttiva confermava i valori limite già precedentemente adottati per i vari inquinanti, prevedendo tuttavia all'art. 22 la possibilità di derogare per gli Stati membri che presentano situazioni di superamento del valore limite per il PM_{10} (40 µg/m^3 per la media annua e 50 µg/m^3 per la media giornaliera da non superare più di 35 giorni l'anno) dovute a:

- caratteristiche di dispersione specifiche del sito,

oppure

- condizioni climatiche avverse,

oppure

- apporto di inquinanti transfrontalieri (per il bacino padano questa condizione non si verifica; anzi siamo esportatori di inquinamento verso, ad esempio, la Croazia).

In particolare la suddetta direttiva prevedeva la possibilità di richiedere alla Commissione Europea una deroga fino all'11 giugno 2011 per conformarsi ai valori limite suddetti, a condizione di essere in grado di dimostrare che le normative europee (ad es. la direttiva IPPC) erano state applicate integralmente e che erano state adottate tutte le misure (a livello nazionale, regionale e locale) per la riduzione delle emissioni, atte a rispettare le scadenze.

La domanda di deroga per le Zone o Agglomerati in cui sono superati i suddetti valori limite doveva essere accompagnata da un piano di qualità dell'aria contenente:

- la dimostrazione che prima del 2005 erano state adottate misure per la riduzione delle emissioni (previste in un Piano aria precedente), ma non era stato possibile rispettare i limiti al 1° gennaio 2005 a causa di almeno una delle tre condizioni avverse sopra riportate;
- la dimostrazione che dopo il 2005 erano state adottate nuove misure per la riduzione delle emissioni con le quali si sarebbe dovuto conseguire il rispetto dei valori limite entro la metà del 2011.

Nel gennaio 2009 la Commissione ha esaminato la situazione degli Stati membri diffidati, ha avviato la procedura di infrazione per i 10 Stati membri, tra cui l'Italia, dai quali non erano ancora pervenute le domande di deroga ex art. 22 della direttiva per tutte le situazioni di superamento denunciate negli anni 2005- 2006 e 2007. La procedura in oggetto è stata poi temporaneamente sospesa per valutare le domande di deroga ex art. 22 presentate dall'Italia il 27 gennaio 2009 (per aree di superamento site in quasi tutte le regioni ed, in particolare, quelle del bacino padano).

Sulle domande di deroga italiane la Commissione Europea si è pronunciata con la Decisione C(2009) 7390 del 28 settembre 2009, che conteneva obiezioni alla concessione della deroga temporale riconducibili sostanzialmente, per il Piemonte, all'assenza del documento di pianificazione nazionale integrativo delle pianificazioni regionali per rientrare nei limiti entro il 2011. La richiesta di deroga conseguentemente è stata rigettata.

La procedura di infrazione si è conclusa con la condanna, da parte della Corte di Giustizia Europea, dello Stato membro Italia (Sentenza del 19/12/2012, causa C-68/2011). Tale condanna, a causa di vizi formali rilevati nella presentazione del ricorso da parte della Commissione Europea, si è limitata alle annualità 2006 e 2007, anche se i dati di qualità dell'aria evidenziavano situazioni di palese superamento anche per le annualità 2008, 2009 e 2010 e oltre.

La Commissione Europea, alla luce degli esiti "parziali" della sentenza della Corte di Giustizia, ha deciso di non procedere nella richiesta alla Corte stessa di individuare, ai sensi dell'art. 288 del Trattato, la sanzione da comminare all'Italia, optando per l'apertura di una nuova procedura d'infrazione.

2.5.2 Procedura di infrazione n. 2014/2147.

Il 14 luglio del 2014 la Commissione Europea ha avviato una nuova fase di pre-contenzioso per i superamenti dei valori limite di PM_{10}, registrati sul territorio nazionale a decorrere dell'anno dell' entrata in vigore degli stessi, ovvero dal 1 gennaio 2005, come disposto dalla direttiva 1999/30/CE.

La Commissione Europea, in data 16 giugno 2016, ha inviato, ai sensi dell'art. 258 del "Trattato sul Funzionamento dell'Unione Europea", una lettera di costituzione in mora nei confronti dell'Italia per la violazione dell'art. 13, paragrafo 1 - superamento del limite giornaliero di PM_{10} di 50 µg/m^3, per più di 35 giorni per anno civile, con un valore limite annuale di 40 µg/m^3 - e dell' art. 23 paragrafo 1 - prolungato superamento in una determinata zona dei valori limite o dei valori obiettivo di un qualsiasi inquinante, senza che siano state stabilite misure appropriate affinchè il tempo di superamento sia il più breve possibile- della Direttiva 2008/50/CE. .

Per quanto riguarda il Piemonte, vengono contestati il superamento prolungato dei limiti di PM_{10} dal 2005 al 2015, nell'Agglomerato di Torino, nella zona di pianura e in quella di collina.

Con lettera al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 07 settembre 2016, la Regione Piemonte ha inviato un elenco di tutte le misure, le azioni e le disposizioni significative, realizzate sul proprio territorio dal 2005 al 2015, al fine di dar modo al Ministero di formulare le proprie controdeduzioni nei confronti della procedura di cui sopra.

2.5.3 Procedura di infrazione n. 2015/2043.

Per il biossido di azoto, la Direttiva 2008/50/CE individuava il 1° gennaio 2010 come termine ultimo per il rispetto degli standard fissati. L'Italia, con note del 20 settembre 2011 e del 16 gennaio 2012, ha presentato, ai sensi dell'art. 22 della Direttiva 2008/50/CE, istanza di proroga di tale termine per le 48 zone del territorio nazionale ove si evidenziavano

superamenti dei limiti normativi.

Con la Decisione C(2012) 4524 del 6 luglio 2012 la Commissione, relativamente al territorio regionale, ha accettato la richiesta di proroga per tutte le zone tranne che per il Comune di Novara e la zona metropolitana di Torino.

A valle della Decisione, la Commissione ha concesso agli Stati membri, di formulare una eventuale nuova richiesta di proroga nel caso in cui, per le zone escluse, fossero stati decisi ulteriori interventi per la riduzione delle emissioni rispetto a quanto già comunicato con l'istanza precedente. In data 9 aprile 2013 sono state inviate al Ministero dell'Ambiente, per la trasmissione alla Commissione Europea, le informazioni relative ad includere le zone di Torino e Novara nella nuova istanza di proroga a seguito, dell'invio di questa documentazione integrativa, la zona di Novara è stata esclusa.

Questa situazione ha portato ad una nuova messa in mora dell'Italia, con l'Infrazione n. 2015/2043 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, con riferimento ai valori limite di biossido di azoto (NO_2), per il mancato rispetto delle disposizioni dell'art.13, paragrafo 1, in combinato disposto con l'allegato XI della Direttiva 2008/50/CE, per non aver rispettato continuamente, vale a dire per il periodo 2010 – 2013 (4 anni consecutivi) – il valore limite annuale di NO_2. Per quanto riguarda il Piemonte, la procedura di infrazione riguarda il solo Agglomerato di Torino.

3 Il percorso di piano e la pianificazione settoriale

In questo capitolo si descrivono sommariamente i principali documenti programmatori approvati od in fase di predisposizione che agiscono sui settori - trasporti, energia, agricoltura, industria – che sono stati anche individuati come ambiti di intervento nel Piano regionale di qualità dell'aria e la cui attuazione, per le politiche e per le risorse previste, potrebbe avere ricadute sul Piano stesso.

3.1 Il Piano Regionale della Mobilità e dei Trasporti

Il Piano Regionale della Mobilità e dei Trasporti – PRMT è un piano strategico ed ha il compito di fornire alla pubblica amministrazione gli strumenti adeguati per fronteggiare, in una logica di anticipazione e non di emergenza, le nuove esigenze di cittadini e imprese. Per questo si propone di innovare le modalità di funzionamento del sistema trasporti, riconfigurando l'organizzazione delle singole componenti e dotandosi di una governance capace di coniugare lo sviluppo nella triplice dimensione della sostenibilità ambientale, sociale ed economica. Il PRMT, approvato dal Consiglio regionale con deliberazione n. 256 – 2458 del 16 gennaio 2018, ha una visione per il Piemonte nel 2050, definisce i risultati che intende raggiungere seguendo la "Tabella di marcia verso 2050" e propone un metodo organizzativo per perseguirli.

Per rispondere alle trasformazioni in atto intende agire secondo 7 strategie e individua gli obiettivi che le qualificano:

LE STRATEGIE	GLI OBIETTIVI
A. Aumentare la sicurezza reale e percepita negli spostamenti	Protezione di passeggeri e merci
	Incolumità delle persone
B. Migliorare le opportunità di spostamento e di accesso ai luoghi di lavoro, di studio, dei servizi e per il tempo libero	Disponibilità delle reti
	Fruibilità dei servizi
	Accessibilità alle informazioni
	Integrazione dei sistemi
C. Aumentare l'efficacia e l'affidabilità nei trasporti	Utilità del sistema
	Qualità dell'offerta
D. Aumentare l'efficienza economica del sistema, ridurre e distribuire equamente i costi a carico della collettività	Razionalizzazione della spesa pubblica
	Internalizzazione dei costi esterni
E. Ridurre i rischi per l'ambiente e sostenere scelte energetiche a minor impatto in tutto il ciclo di vita di mezzi e infrastrutture	Uso razionale del suolo
	Riqualificazione energetica
	Limitazione delle emissioni
	Contenimento della produzione di rifiuti
F. Sostenere la competitività e lo sviluppo di imprese, industria e turismo	Competitività delle imprese
	Sviluppo dell'occupazione
G. Aumentare la vivibilità del territorio e dei centri abitati e contribuire al benessere dei cittadini	Salvaguardia dell'ambiente naturale
	Recupero degli spazi costruiti

Il PRMT si attua attraverso i piani di settore che sviluppano i temi del trasporto pubblico, della logistica, delle infrastrutture di trasporto, della sicurezza e, in modo trasversale la mobilità sostenibile e l'innovazione tecnologica. Ad essi spetta definire le politiche di breve e medio termine. All'interno di un assetto gerarchico e integrato delle reti e dei servizi di trasporto, i piani di settore hanno il compito di individuare le macroazioni utili a conseguire i risultati attesi dal Piano. Tra le priorità individuate alcune rivestono particolare interesse per le ricadute che possono avere sul PRQA:

- **protezione e incolumità degli spostamenti di persone e merci:**
  - » salvaguardare le aree del territorio attraversate da trasporti pericolosi per preservare la comunità da possibili rischi e impatti;
- **disponibilità di reti, fruibilità dei servizi, integrazione dei sistemi, accessibilità alle informazioni:**
  - » realizzare un sistema di trasporti in grado di utilizzare in modo "complementare" tutte le opportunità offerte (TPL gomma e ferro, modalità alternative adeguate alle specificità del territorio) per garantire tempi di viaggio accettabili e affidabili, sia per le persone sia per le merci;
  - » rendere maggiormente operativi i collegamenti intermodali e più agevoli i trasbordi da una modalità all'altra;
  - » connettere e coordinare l'insieme di reti, servizi, prezzi (tariffe e nolo) e informazioni per dare risposte adeguate alle esigenze di mobilità, anche oltre i confini regionali;
  - » garantire informazioni chiare, univoche ed esaurienti, universalmente e tempestivamente disponibili utilizzando le tecnologie innovative del settore dei trasporti (veicoli, infrastrutture, servizi, ITS);
- **adeguato grado di utilizzo di infrastrutture e servizi e qualità del sistema offerto:**
  - » prevedere infrastrutture e servizi differenziati e complementari, adeguati alle esigenze della domanda e alle caratteristiche del territorio, favorendo le modalità più sostenibili;
  - » garantire un corretto funzionamento e tempi di viaggio certi e accettabili, in relazione al motivo dello spostamento;
  - » assicurare trasbordi agevoli, assistenza, controlli, pulizia e comfort;
- **razionalizzazione della spesa pubblica e internalizzazione dei costi dovuti ai trasporti:**
  - » affidare servizi integrati multimodali, funzionali all'assetto gerarchico e integrato, in una logica di mobilità come servizio (mobility as service);
  - » adottare politiche di tariffazione per favorire l'equità e indirizzare le scelte verso modalità sostenibili secondo criteri di gradualità e di equità rispetto alle corrispondenti politiche nazionali ed europee;
  - » aumentare l'efficienza e ridurre le esternalità negative (incidentalità, congestione, inquinamento acustico e atmosferico, consumo energetico e di suolo) attraverso misure di regolamentazione e politiche di incentivo alle scelte virtuose;
  - » costituire fondi per specifiche politiche su cui finalizzare quota parte delle entrate;
- **uso razionale del suolo, riqualificazione energetica nella mobilità, limitazione delle emissioni, contenimento della produzione dei rifiuti nei trasporti:**
  - » favorire la mobilità multimodale mediante l'offerta di modi di trasporto sostenibili e che, ove possibile, utilizzano fonti di energia rinnovabile;
  - » utilizzare le ICT (ridurre i motivi di spostamento) e gli ITS (migliorare la gestione dei servizi e delle infrastrutture esistenti) per diminuire i consumi energetici da fonti non rinnovabili legati ai chilometri percorsi e ai tempi di viaggio;
  - » favorire l'utilizzo di mezzi a basso impatto e tecnologie di abbattimento delle emissioni rumorose;
  - » favorire l'efficienza energetica nel rendimento dei motori e l'uso delle energie alternative a quelle fossili;
  - » favorire l'utilizzo dei servizi di trasporto pubblico e in condivisione;
  - » aumentare il coefficiente di occupazione dei veicoli (sia per i passeggeri che per le merci), nel rispetto della qualità e della sicurezza;
  - » orientare verso uno stile di guida più ecologico;
  - » adottare criteri di sostenibilità negli acquisti della P.A. (Green Public Procurement);
  - » orientare le scelte di pianificazione e di progetto sulla base dell'approccio "analisi del ciclo di vita" (valutazione dei consumi di materia ed energia, delle emissioni e delle possibilità di recupero e di riciclo);
- **competitività delle imprese e sviluppo dell'occupazione:**
  - » offrire un'adeguata accessibilità (intesa come sicurezza e affidabilità nelle diverse fasi del trasporto) ai grandi nodi dell'assetto gerarchico;

» favorire lo sviluppo di nuove imprese nei settori connessi, quali ad esempio la logistica a valore aggiunto;
» sostenere la ricerca e lo sviluppo di tecnologie innovative applicate ai trasporti (automotive e ITS);
» sostenere il lavoro e nuove attività connesse alla diffusione delle tecnologie e delle nuove modalità di spostamento;
» qualificare le competenze esistenti nei processi di innovazione legati ai trasporti;
» far conoscere e utilizzare al meglio il sistema locale esistente, anche in termini di accessibilità ai centri storici, nell'ottica di sostenere turismo, commercio e artigianato di servizio;

- **salvaguardia dell'ambiente naturale e recupero dello spazio costruito:**
  » sviluppare modi di accesso sostenibili agli ambienti naturali, storici e culturali;
  » migliorare la qualità urbana, in termini di benessere acustico, qualità dell'aria e fruizione dei centri storici e delle aree verdi;
  » recuperare la dimensione multifunzionale della strada attraverso il riequilibrio delle funzioni (residenziale ma anche del commercio, dell'interazione sociale e dell'incontro), la riprogettazione degli spazi dedicati alla mobilità (motorizzata, pubblica e privata, pedonale e ciclabile) e la pianificazione dell'accessibilità (tempi e spazi della vita quotidiana), anche nei centri storici.

Le macroazioni dei piani di settore devono concorrere al raggiungimento dei risultati indicati nella "Tabella di marcia verso il 2050".

In tema di qualità dell'aria, l'indicatore del PRMT "j. Emissioni di inquinanti atmosferici da trasporti" tiene conto dei più rilevanti inquinanti atmosferici emessi dai trasporti (intese come emissioni esauste, vale a dire emissioni generate da motori endotermici), quali gli ossidi di azoto (NOx), i composti organici volatili non metanici (COVNM), il materiale particolato (PM). I valori target assunti derivano dagli impegni di riduzione delle emissioni di alcuni inquinanti rispetto al 2005 indicati per l'Italia nella COM(2016) 2284.

A fronte della necessità di confrontare nel tempo i valori raggiunti, si è scelto di ricalcolare tali riduzioni rispetto ai valori del 2010: -7% di PM2.5 entro il 2020 e -34% entro il 2030; -29% di NOx entro il 2020 e -57% entro il 2030; -25% di COVNM entro il 2020 e -39% entro il 2030. I target al 2050 sono stati calcolati con riferimento ai target attesi per il 2030 ridotti della quota di emissioni in ambito urbano, che al 2050 dovranno essere pari a "0" (Strategia E, indicatore g): PM2.5 -77%; NOx -77%; -95% di COVNM. Si precisa che in tema di "materiale particolato" la Direttiva fa riferimento al $PM_{2,5}$, più pericoloso per la salute umana ma, considerato che sul territorio piemontese risulta attualmente più critico il PM_{10}, il Piano li assume entrambi, attribuendo lo stesso valore obiettivo, tenuto conto che sono generati in egual misura dai motori endotermici.

INDICATORE	Valore rif. (2010)	TARGET		
		2020	2030	2050
$PM_{2.5}$ (t/anno) (per le emissioni esauste coincide con PM_{10})	2.168	≤ 2.000	≤ 1.400	≤ 500
NOx **(t/anno)**	46.659	≤ 33.100	≤ 20.000	≤ 10.700
COVNM (t/anno)	17.632	≤ 13.200	≤ 10.800	≤ 900

Nella "Tabella di Marcia verso il 2050", il PRMT assume anche altri indicatori che rappresentano interventi rivolti a produrre benefici, diretti o indiretti, in tema di qualità dell'aria come meglio rappresentato nella tabella riassuntiva di seguito riportata.

INDICATORE	Valore rif. (anno)	Valori TARGET		
		2020	2030	2050
b. Rapporto accessibilità TPL e auto	0,60 (2011)	≥ 0,65	≥ 0,80	→ 1
c. Rapporto domanda servita con TPL e domanda potenziale	0,20 (2011)	≥ 0,30	≥ 0,50	→ 1
e. Coefficiente di occupazione auto	1,30 (2011)	≥ 0,35	≥ 1,40	≥ 1,50
g. Consumi da trasporti suddivisi per vettore energetico	33 (Benz. verde) 59 (Gasolio) 7 (GPL) 1 (Metano) (2014)	< 33 (Benz. verde) ≤ 59 (Gasolio) 7 (GPL) 1 (Metano)	Consumo di carburanti tradizionali in ambito urbano ≤ 50	Consumo di carburanti tradizionali in ambito urbano → 0
h. Rapporto consumo energetico e Km percorsi [VL e VP]	*da elaborare (2017)*	*da definirsi, in diminuzione rispetto al val. rif.*	*da definirsi, in diminuzione rispetto al val. rif.*	*da definirsi, in diminuzione rispetto al val. rif.*
i. Emissioni di gas serra da trasporti [CO_2 equivalente]	8.779,7 (1990) 9.790,7 (2008) 9.701,3 (2010)	≤ 9.500	≤ 7.800	≤ 3.500
k. Merci trasportate su strada	38 (2013)	≤ 35	≤ 27	≤ 20
m. Split modale in ambito urbano	63 (auto+moto) 20 (TPL) 3 (bici) 14 (piedi) (2011)	≤ 60 (auto+moto) 21 (TPL) 5 (bici) 14 (piedi)	≤ 51(auto+moto) ≤ 75 (tradizionali) 25 (“0 emissioni”) 27 (TPL) 8 (bici) 14 (piedi)	≤ 31(auto+moto) → 0 (tradizionali) → 100 (“0 emissioni”) 30 (TPL) 15 (bici) 14 (piedi)

Conseguire i risultati delineati nel PRMT risulta complesso e implica il coordinamento fra politiche regionali (ambiente, trasporti, governo del territorio, ma anche ricerca, energia e competitività) e con gli altri livelli istituzionali: per questo il Piano adotta il modello organizzativo della governance nella sua declinazione orizzontale o verticale, secondo il livello di pianificazione coinvolto. A livello orizzontale la governance esplica il coordinamento fra le Direzioni regionali con l’obiettivo di sviluppare in modo coordinato plurimi progetti o iniziative, rafforzare e migliorare l’azione amministrativa, utilizzare congiuntamente personale e conoscenza; la governance verticale, invece, mira ad operare in modo integrato ad ogni livello di governo.

A decorrere dalla data di approvazione del PRMT da parte del Consiglio regionale, la Giunta ha il compito, entro 6 mesi, di individuare i piani di settore da redigere e fornire gli indirizzi per i loro contenuti. Per consentire che le attività si sviluppino con una approccio integrato e multidisciplinare, funzionale al coordinamento delle politiche regionali, il Segretariato Generale ha costituito il Nucleo Tecnico (DD. n. 29 del 13.02.2018) previsto dalle disposizioni del PRMT (Paragrafo 4.3.1 - Le politiche regionali di settore, punto [3]).

Per garantire l’uniformità operativa e la non duplicazione dei tavoli tecnici, il Nucleo risulta incardinato nell’ambito del gruppo di lavoro per la Strategia regionale sul Cambiamento climatico, secondo le previsioni della D.G.R. n. 34-6226 del 22.12.2017. Dal punto di vista operativo, il gruppo di lavoro quando opera per la Strategia per il cambiamento climatico viene coordinato dal Responsabile del Settore Green Economy della Direzione Ambiente, Governo e Tutela del Territorio (DD. n.131 del 28 agosto 2017); quando opera per i piani di settore del PRMT viene coordinato dal Responsabile del Settore Pianificazione e Programmazione Infrastrutture e Trasporti della Direzione Opere pubbliche, Difesa del Suolo, Montagna, Foreste, Protezione civile,Trasporti e Logistica.

Il Nucleo Tecnico ha il compito di fornire gli apporti, gli strumenti e le specifiche conoscenze correlati alle competenze istituzionali delle diverse strutture regionali utili alla redazione dei piani di settore ed è composto, oltre che dalla Direzione Opere pubbliche, Difesa del Suolo, Montagna, Foreste, Protezione civile, Trasporti e Logistica anche da

rappresentanti di: Gabinetto della Presidenza della Giunta regionale; Sanità; Coesione sociale; Ambiente, Governo e Tutela del Territorio; Agricoltura; Competitività del Sistema regionale; Promozione della Cultura, del Turismo e dello Sport.

3.2 Il Piano Energetico Ambientale Regionale

Il Piano Energetico Ambientale Regionale è un documento di programmazione che contiene indirizzi e obiettivi strategici in campo energetico e che specifica le conseguenti linee di intervento e costituisce il quadro di riferimento per chi assume, sul territorio piemontese, iniziative riguardanti l'energia.

Con l'"Atto di indirizzo per l'avvio della pianificazione energetica regionale e istituzione di un tavolo tecnico interdirezionale" del 12 luglio 2012, la Regione ha indicato le linee portanti e i contenuti di massima da sviluppare nel processo di pianificazione energetica regionale.

Come indicato nell' "Atto di indirizzo", con il Piano Energetico Ambientale la Regione intende dotarsi dello strumento strategico fondamentale per seguire e governare lo sviluppo energetico del suo territorio sostenendo e promuovendo la filiera energetica, tutelando l'ambiente per costruire un futuro sostenibile di benessere e qualità della vita.

La Regione Piemonte pone alla base della sua strategia energetica l'obiettivo programmatico assegnatole all'interno del decreto ministeriale "burden sharing" che consiste nell'ottenimento di un valore percentuale del 15.1% nel rapporto tra consumo di fonti energetiche rinnovabili e consumi finali lordi di energia sul territorio regionale al 2020.

La Regione Piemonte pone alla base della sua strategia energetica scenari di riferimento di breve termine (2020), in linea con gli obiettivi della Strategia Europea 2020 e del decreto cosiddetto Burden Sharing del 15 marzo 2012, ma anche a più lungo termine (2030) a seguito dell'approvazione del Clean Energy Package, insieme di iniziative normative volte a rendere maggiormente competitiva l'Unione Europea nel processo di transizione energetica in atto e a ridisegnare il profilo del mercato unico dell'energia con un orizzonte temporale al 2030, basando la rinnovata strategia comunitaria su tre pilastri:

- la riduzione obbligatoria entro il 2030 del 40% delle emissioni di CO_2 rispetto al 1990;
- la realizzazione entro il 2030 del 27% di consumo di energia da fonti rinnovabili;
- l'incremento del 30% entro il 2030 del livello di efficienza energetica.

Inoltre il Piano ha dovuto confrontarsi con la Strategia Energetica Nazionale (SEN) 2017, DM 10.11.2017, finalizzata ad anticipare e gestire il cambiamento del sistema energetico.

Sulla scorta delle indicazioni fornite nell'"Atto di indirizzo" la Regione ha predisposto la proposta di Piano Energetico Ambientale Regionale, adottato dalla Giunta regionale con delibera 14 dicembre 2018, n. 36-8090, che propone di contemperare gli obiettivi energetici ed ambientali con quelli economici, attraverso una strategia energetica caratterizzata da pochi ed efficaci macro-obiettivi, da attuare con misure e azioni mirate all'aumento della competitività e allo sviluppo durevole e sostenibile.

In tale direzione il nuovo Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR) proporrà l'implementazione di politiche:

- a sostegno dell'efficienza energetica sia sul lato dell'offerta, sia su quello della riduzione dei consumi di energia primaria negli usi energetici finali, individuando per ogni settore e comparto d'intervento le priorità d'azione;
- di supporto alla diffusione delle fonti energetiche rinnovabili, privilegiando il ricorso alla valorizzazione delle risorse endogene e locali, quale occasione per lo sviluppo di progetti di filiera locale e di creazione occupazionale, anche in un'ottica di analisi costi-benefici nella competizione tra le fonti;
- tese alla progressiva affermazione di un modello di generazione distribuita sul territorio, capace di valorizzare sia l'attuale importante sviluppo della generazione da fonti rinnovabili non programmabili mediante il ricorso alle reti intelligenti, sia la produzione combinata di energia elettrica e termica da fonti fossili e/o rinnovabili, in un'ottica di

sviluppo del teleriscaldamento e di strategie atte a soddisfare i fabbisogni di aree territoriali omogenee per densità abitativa e caratteristiche della domanda energetica;
- per il rilancio della competitività del territorio e dell'economia regionale mediante l'integrazione tra le finalità della sostenibilità energetico-ambientale del sistema e gli strumenti della ricerca e dell'innovazione tecnologica, anche attraverso rinnovate politiche di formazione e qualificazione del sistema produttivo regionale.

Sulla base dei principi di sostenibilità ambientale e del contesto economico, programmatorio e normativo comunitario,nazionale e regionale, la "Proposta di Piano Energetico Ambientale Regionale" stabilisce una prima serie di obiettivi, articolati in 4 macro-obiettivi:

- Macro – Obiettivi Verticali
  - » favorire lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili, minimizzando l'impiego di fonti fossili;
  - » ridurre i consumi energetici negli usi finali.
- Macro – Obiettivi Trasversali
  - » favorire il potenziamento in chiave sostenibile delle Infrastrutture energetiche (anche in un'ottica di generazione diffusa e di smart grid);
  - » promuovere la Green Economy sul territorio piemontese per favorire l'incremento della competitività del sistema produttivo regionale e nuove opportunità lavorative.

3.3 Il POR FESR per la programmazione 2014 – 2020

La strategia di sviluppo da perseguire con il POR FESR 2014 – 2020 scaturisce dalle principali esigenze di sviluppo regionali e delinea i cambiamenti attesi e le trasformazioni che si intendono conseguire usufruendo dell'effetto leva del sostegnoUE.

Nella costruzione dell'architettura del POR FESR 2014- 2020 la Regione ha adottato il principio della concentrazione, assumendo un numero limitato di Priorità di Intervento, di Obiettivi Specifici e, quindi, di Risultati Attesi e creando sulle Azioni selezionate una opportuna massa critica in grado di realizzare i target da conseguire.

Per rendere rispondente la strategia agli obiettivi comunitari e nazionali, la traiettoria di sviluppo del POR FESR è stata declinata in relazione alle tre dimensioni della crescita intelligente, crescita sostenibile e crescita inclusiva.

Tale impostazione ha condotto all'attivazione di 7 Assi prioritari:

- Asse I - Ricerca, Sviluppo Tecnologico e Innovazione;
- Asse II - Agenda digitale;
- Asse III - Competitività dei sistemi produttivi;
- Asse IV - Energia sostenibile;
- Asse V - Tutela dell'ambiente e valorizzazione risorse culturali e ambientali;
- Asse VI - Sviluppo Urbano Sostenibile;
- Asse VII - Assistenza Tecnica.

Alcuni degli Assi previsti dal POR rivestono particolare interesse per le loro possibili implicazioni e ricadute sul PRQA:

► La ricerca, lo sviluppo tecnologico e l'innovazione

La strategia regionale mira a salvaguardare e, ove possibile, ulteriormente a:

- stimolare la propensione alla ricerca, sviluppo e innovazione del settore privato, incrementando al contempo la spesa pubblica e orientandola verso quei settori che esprimono le maggiori potenzialità di sviluppo;
- valorizzare le politiche di clusterizzazione e la creazione di efficaci sinergie tra imprese, centri di ricerca e

università, aumentando le attività collaborative di ricerca e sviluppo;
- potenziare il sistema della ricerca piemontese, attraverso investimenti in laboratori e attrezzature, che possano rendere il territorio attrattivo per talenti e imprese, incentivando tra l'altro la partecipazione a reti e programmi di ricerca e innovazione a scala internazionale;
- sostenere la creazione di start up innovative e spin off della ricerca;
- promuovere l'innovazione sociale, ovvero nuove idee, servizi e modelli che soddisfano bisogni sociali e che allo stesso tempo creano nuove relazioni e nuove collaborazioni.

► La competitività ed i sistemi produttivi

Alla luce delle criticità e delle sfide del tessuto imprenditoriale regionale, la strategia del POR FESR intende:

- valorizzare e sviluppare la base industriale - in primo luogo manifatturiera – ponendola al centro delle politiche economiche e dei processi di sviluppo, investendo su misure di sostegno che evitino la perdita permanente di capacità produttiva e di posti di lavoro;
- promuovere il rafforzamento strutturale delle PMI e, in funzione complementare, agevolare e migliorare l'accesso al credito;
- favorire la proiezione internazionale a livello di filiera e di reti di imprese;
- sostenere politiche di intervento in grado di ridare stimolo agli investimenti del sistema produttivo regionale.

► La politica energetica

Per il conseguimento dell'obiettivo stabilito dal d.m. "Burden Sharing" per la Regione Piemonte, il POR FESR si attiverà con azioni volte a:

- ridurre i consumi di energia primaria. Si intendono promuovere azioni riguardanti il patrimonio degli edifici pubblici, alle quali si affiancheranno misure che supportino la realizzazioni di edifici ad energia zero, nonché interventi di efficienza energetica nei siti industriali e nei processi produttivi;
- diffondere innovazioni nel sistema produttivo, che portino:
- a un uso più razionale dell'energia e delle risorse scarse in generale;
- a incentivare la produzione di servizi e soluzioni tecniche per accompagnare le imprese in tale direzione;
- ad incrementare la generazione di energia da fonti rinnovabili.

► Risorse ambientali e culturali

Il POR intende affiancare alle azioni di tutela e protezione, interventi di valorizzazione del capitale naturale nonché di recupero del patrimonio storico e culturale, "patrimonio collettivo" capace di favorire la crescita del sistema socio economico-territoriale, rafforzandone l'identità, l'attrattività e la competitività, attraverso:

- la promozione della tutela e della salvaguardia del patrimonio storico, culturale e ambientale;
- il sostegno della valorizzazione del sistema turistico, quale attività produttiva di rinnovata competitività, innovando le proposte di offerta turistica e attivando le sinergie possibili tra patrimonio paesaggistico–ambientale, culturale e produzione agroalimentare di pregio.

La Regione ha tra l'altro delineato i tematismi prioritari per lo sviluppo urbano, dando priorità all'inclusione digitale, tramite:

- la promozione di servizi di e-goverment interoperabili e soluzioni integrate per le smart cities and communities;
- promozione dell'eco-efficienza e riduzione dei consumi di energia;
- la valorizzazione del patrimonio storico-culturale delle città.

Per l'attuazione di tali interventi è stato costruito l'asse multi obiettivo – Asse VI, dedicato allo sviluppo urbano sostenibile.

Parallelamente è stata promossa la valorizzazione delle aree interne, per invertire le attuali condizioni di marginalizzazione e degrado, promuovendo Investimenti Territoriali Integrati, per creare/restituire attrattività ai territori interni.

3.4 Il Piano di Sviluppo Rurale

Il PSR della Regione Piemonte è un programma strategico per lo sviluppo, la competitività e la sostenibilità dell'agricoltura e del mondo rurale. Il PSR è stato elaborato sulla base di regolamenti europei e dell'accordo di partenariato tra Stato italiano e la Commissione UE e coniugato con strategie regionali e proposte provenienti dal partenariato economico-sociale.

Il PSR ha una dotazione di 1,09 miliardi di Euro provenienti per il 43% da finanziamenti europei, 40% nazionali e 17% regionali.

Il programma è strutturato in 15 misure di intervento che rispondono a 6 priorità d'azione:

- diffondere conoscenza e innovazione nel settore agricolo e forestale, attraverso la formazione e la consulenza per le aziende e nuovi processi, prodotti e tecnologie e la promozione dell'introduzione dei risultati di ricerca nelle aziende, favorendo l'applicazione pratica di idee innovative;
- potenziare la competitività e la redditività dell'agricoltura, sostenendo gli investimenti per il miglioramento della competitività, l'efficienza e la sostenibilità ambientale e dedicando finanziamenti mirati ai giovani agricoltori e ai sistemi di certificazione, per garantire qualità e tracciabilità dei prodotti;
- rafforzare le filiere agroalimentari e promuovere la gestione del rischio promuovendo la qualità, l'integrazione e la cooperazione tra produttori per ottimizzare i costi ed essere più forti di fronte alle sfide del mercato. Un'attenzione importante è rivolta alla gestione del contenimento dei rischi climatici e ambientali;
- preservare e valorizzare gli ecosistemi connessi all'agricoltura e alla silvicoltura incoraggiando, attraverso le misure a favore dell'ambiente, il ruolo dell'agricoltore come gestore del territorio a beneficio di tutti. Il sostegno compensa i maggiori costi sostenuti per pratiche ecocompatibili che vanno al di là degli obblighi di legge e del primo pilastro della PAC;
- incoraggiare l'uso efficiente delle risorse e un'economia a basse emissioni sostenendo la gestione e la valorizzazione delle foreste e della montagna;
- promuovere l'inclusione sociale e lo sviluppo economico nelle zone rurali, promuovendo l'animazione territoriale e lo sviluppo locale, attraverso la strategia LEADER, che offre ai territori la possibilità di scegliere e gestire i propri interventi e anche attraverso la connessione internet a banda ultra larga.

3.5 Il Piano Forestale Regionale

Il Piano Forestale Regionale (PFR) è stato approvato con la d.g.r n. 4583 del 21 gennaio 2017, in attuazione dell'art 9 l.r. 10.02.2009 n. 4, nell'ambito della quale rappresenta il livello più elevato di pianificazione forestale. Costituisce il quadro organico di riferimento delle strategie regionali in campo forestale, definendo obiettivi e azioni prioritarie ed è inoltre coordinato con l'attuazione del PSR 2014-2020 e costituisce infine attuazione dell'accordo interregionale sull'incremento del prelievo legnoso firmato ad inizio 2016.

Il documento riporta lo stato conoscitivo del patrimonio forestale regionale e delinea le strategie di sviluppo del settore forestale.

Con la consapevolezza che è la gestione forestale sostenibile la chiave per la valorizzazione del patrimonio boschivo piemontese, il PFR articola le analisi e le strategie in quattro ambiti:

- produzione, economia e mercato,
- aspetti ambientali e funzioni pubbliche,
- aspetti sociali,
- governance.

La metodologia con cui è costruito il PFR prevede che, dai risultati di un'analisi swot - necessaria ad evidenziare punti di forza e di debolezza, minacce e opportunità - sia costruito un quadro logico d'intervento e sia definita la

strategia operativa (attività e interventi, precondizioni, strumenti, indicatori verificabili e loro fonti).

Tra gli obiettivi ed azioni individuate, rivestono particolare interesse per le ricadute che possono avere sul PRQA - con riferimento alla problematica della regolamentazione e gestione dell'utilizzo delle biomasse - l'obiettivo generale della valorizzazione del patrimonio forestale in modo sostenibile che, tra le azioni, individua lo sviluppo della filiera bosco – energia.

Il quadro metodologico

4

Nel presente capitolo è descritto il funzionamento del sistema integrato di Rilevamento della Qualità dell'Aria, composto da un sistema di rilevamento realizzato con una serie di cabine dislocate sul territorio regionale che rilevano varie tipologie di inquinante; i dati rilevati, abbinati a quelli forniti dall'Inventario delle Emissioni, che fornisce la stima delle quantità di inquinanti introdotte in atmosfera da sorgenti naturali e/o attività antropiche, costituiscono le informazioni necessarie al funzionamento del modello di dispersione. Un modulo di post-processing elabora e produce campi aggregati di indicatori e mappe tematiche ed effettua la valutazione delle prestazioni del sistema modellistico.

4.1 Il Sistema Regionale Integrato della Qualità dell'Aria

Il D.Lgs n. 351/1999 assegnava alle Regioni il compito di valutare la qualità dell'aria ambiente nel proprio territorio e prevedeva (come anche i successivi D.M. 60/2002 e D.Lgs. n. 183/2004) che le informazioni provenienti dai punti di campionamento in siti fissi potessero essere integrate con quelle provenienti da altre fonti, quali gli Inventari delle Emissioni e le tecniche di modellizzazione e di stima obiettiva, per rappresentare adeguatamente la distribuzione delle concentrazioni degli inquinanti atmosferici normati. Anche il D.Lgs. n. 155/2010 ribadisce la possibilità di combinare le misurazioni delle concentrazioni degli inquinanti con le tecniche di modellizzazione (art. 5).

Coerentemente con tale quadro normativo, nel corso degli ultimi anni le attività di valutazione della qualità dell'aria sul territorio della Regione Piemonte sono state effettuate nell'ottica di una progressiva integrazione dei tre principali strumenti informativi disponibili, illustrati in Figura 4.1.1:

- il Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria (SRRQA);
- l'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera (IREA);
- il Sistema Modellistico Regionale.

Nella realtà piemontese le informazioni derivanti dalla misura degli inquinanti e delle variabili meteorologiche vengono combinate con quelle presenti negli Inventari delle Emissioni attraverso l'applicazione di modelli di dispersione degli inquinanti in atmosfera.

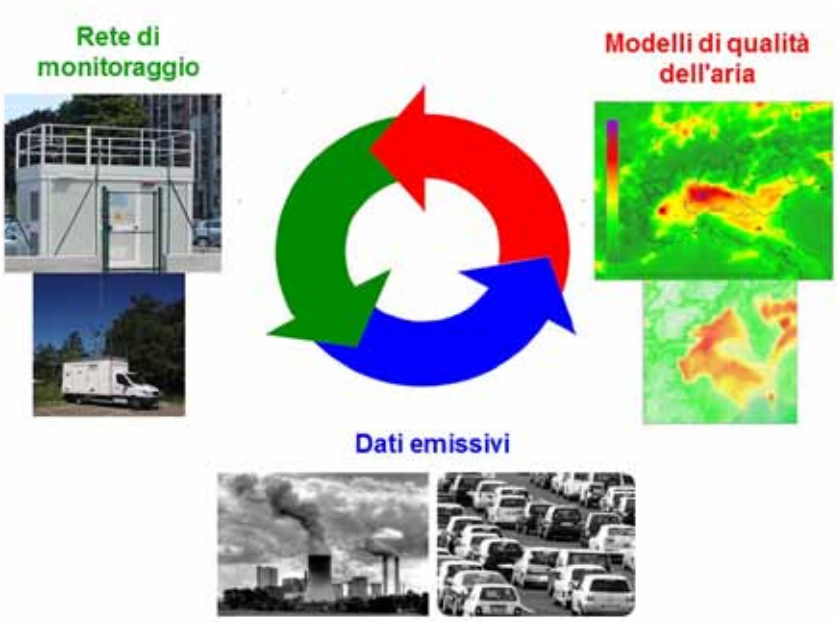


Figura 4.1 - I componenti del sistema integrato di qualità dell'aria

4.1.1 Il Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria (SRRQA)

La rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria (SRRQA) in Piemonte è attualmente composta da 58 stazioni fisse, delle quali 4 di proprietà privata, situate in prossimità di impianti industriali ed in particolare un inceneritore, una centrale termoelettrica a metano ed una azienda chimica finalizzate alla valutazione dell'eventuale impatto locale delle stesse sull'aria ambiente.

Nelle stazioni sono installati sia analizzatori automatici - che forniscono dati in continuo ad intervalli regolari di tutti i parametri monitorati, con cadenza generalmente oraria - sia campionatori.

Solo per il particolato PM_{10} e $PM_{2,5}$ sono utilizzati sia analizzatori automatici sia campionatori per la gravimetria: i primi producono dati orari o giornalieri, mentre i secondi solo giornalieri. I dati di IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici) e metalli, ottenuti in laboratorio tramite speciazione sui filtri di particolato, sono forniti con cadenza mensile utilizzando comunque i filtri di PM_{10} campionati quotidianamente.

I punti di misura sono dislocati sul territorio regionale in funzione della zonizzazione del territorio

- effettuata ai sensi dell'art. 3 del decreto 155/2010
- della densità abitativa e altri parametri, in modo da garantire una valutazione della qualità dell'aria rappresentativa per ciascuna zona (Agglomerato torinese IT0118, Zona di Pianura IT0119, Zona di Collina IT0120, Zona di Montagna IT0121 e Zona regionale - escluso l'Agglomerato - per l'ozono IT0122). (Figura 4.1.2)

Più in dettaglio le stazioni di traffico sono collocate in posizione tale da misurare prevalentemente gli inquinanti provenienti da emissioni veicolari; le stazioni di fondo rilevano livelli di inquinamento non direttamente influenzati da singole sorgenti ma riferibili al loro contributo integrato, mentre quelle industriali rilevano l'eventuale contributo connesso alle limitrofe attività produttive.

I punti di misura, ove sono misurati o campionati i principali inquinanti, possono essere descritti in relazione alla loro collocazione per tipo di zona (urbana/suburbana/rurale) o per tipo di stazione (traffico/fondo/industriale). La rete comprende inoltre 6 laboratori mobili attrezzati, per realizzare campagne brevi di monitoraggio in siti non presidiati dalla rete fissa, e 8 Centri Operativi Provinciali (COP), presso i quali sono effettuate le operazioni di validazione sia dei dati rilevati automaticamente sia dei dati prodotti nei laboratori dell'Agenzia.

La rete regionale sia nel 2015 che nel 2016 è stata oggetto di un'attività di razionalizzazione, sia dal punto di vista strumentale che infrastrutturale, al fine di rendere la stessa sempre più efficiente e conforme a quanto richiesto dalla normativa nazionale vigente.

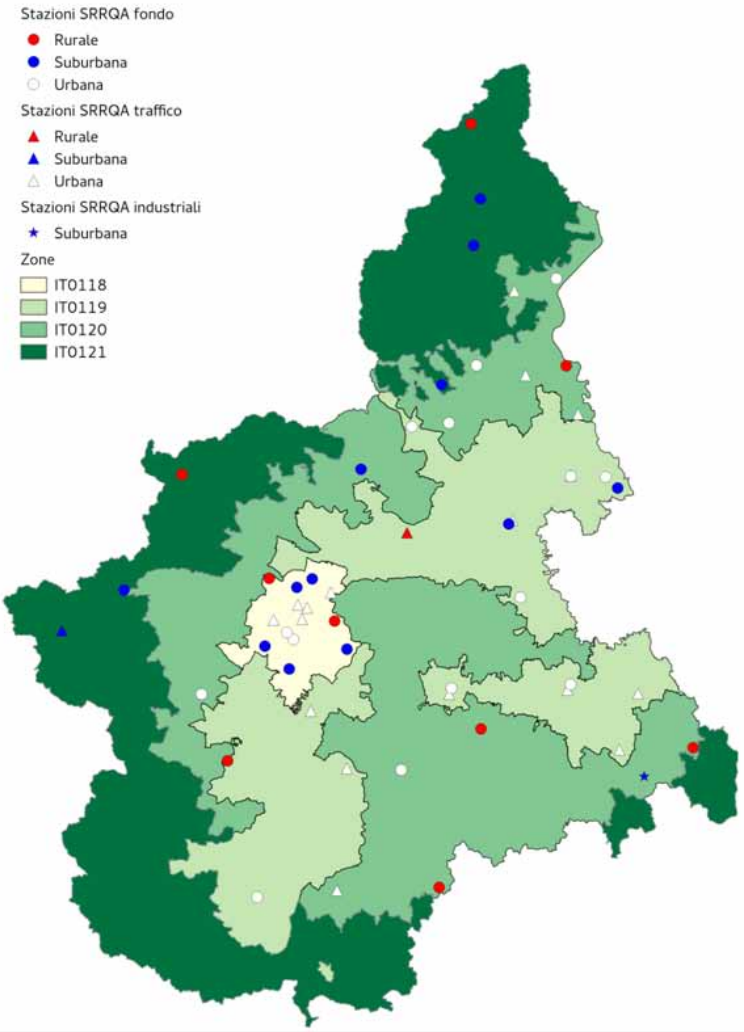


Figura 4.1.2: La rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria al 31/12/2015

4.1.2 L'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera (IREA)

L'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera (IREA) è uno strumento conoscitivo di fondamentale importanza per la gestione della qualità dell'aria, in quanto fornisce, ad un livello di dettaglio comunale, la stima delle quantità di inquinanti introdotte in atmosfera da sorgenti naturali e/o attività antropiche; la sua realizzazione e il suo aggiornamento periodico comportano non solo il reperimento dei dati di base - parametri e fattori di emissione – da molteplici fonti, sia istituzionali che private, ma anche l'applicazione di metodologie di calcolo in continua evoluzione.

Il Settore regionale competente realizza periodicamente - sulla base della metodologia EMEP-CORINAIR e attraverso il software INEMAR – l'Inventario Regionale piemontese, effettuando l'analisi dei requisiti e delle informazioni necessarie per la stima delle emissioni totali annuali di macro e microinquinanti, disaggregate per attività emissiva ai vari livelli di classificazione SNAP (*Selected Nomenclature for Air Pollution*). La prima versione dell'Inventario Regionale risale all'anno 1997; sono disponibili gli aggiornamenti per gli anni 2001, 2005, 2007, 2008 e 2010.

Per ciascuna delle sorgenti emissive – suddivise in **sorgenti puntuali** (singoli impianti industriali), **sorgenti lineari** (strade e autostrade) e **sorgenti areali** (fonti di emissione diffuse sul territorio) - vengono stimate le quantità di inquinanti emesse dalle diverse attività SNAP; gli inquinanti considerati sono metano (CH_4), monossido di carbonio (CO), anidride carbonica (CO_2), protossido di azoto (N_2O), ammoniaca (NH_3), composti organici volatili non metanici (NMVOC), ossidi di azoto (NOx), anidride solforosa (SO_2) e polveri inalabili (PM_{10}).

Inoltre, poiché l'IREA costituisce la base dati a partire dalla quale viene predisposto l'input emissivo ai modelli di dispersione utilizzati da ARPA Piemonte per le proprie attività istituzionali a supporto della pianificazione regionale, gli aggiornamenti sulle pressioni emissive si estendono anche al recupero e analisi delle informazioni di carattere territoriale e temporale necessarie per ottimizzare la modellizzazione delle emissioni.

4.1.3 Il sistema modellistico regionale

La Regione Piemonte ha sviluppato e realizzato presso ARPA Piemonte una catena modellistica operativa di qualità dell'aria, basata sull'applicazione di modelli euleriani di chimica e trasporto (*i modelli C.T.M., Chemical Transport Models*), i più idonei da applicare - come indicato esplicitamente nell'appendice III del D.Lgs. n. 155/10 - in un contesto, quale quello piemontese, caratterizzato da un'elevata complessità morfologica ed emissiva, su scale spaziali che vanno da quella urbana a quella regionale e di bacino, su scale temporali sia orarie sia di lungo periodo; tale sistema modellistico è in grado di riprodurre la complessa serie di reazioni chimiche che avvengono in atmosfera e simulare le concentrazioni dei principali inquinanti atmosferici – primari e secondari[12] - su tutto il territorio regionale (O_3, NO_2, NOx, PM_{10}, $PM_{2,5}$, CO, SO_2, benzene).

La catena modellistica regionale (rappresentata in Figura 4.1.3) è in realtà una rete integrata di codici di calcolo: le molteplici basi di dati in ingresso (gli inventari delle emissioni, i dati geografici necessari alla descrizione della topografia, dell'uso del suolo e del dettaglio urbano, i dati meteorologi e chimici) vengono elaborate dalle componenti specifiche del sistema in modo da produrre tutte le informazioni necessarie al modello di dispersione. I principali elementi che compongono il sistema si possono sinteticamente riassumere in:

- un modulo territoriale, che a partire dalle basi di dati territoriali costruisce i campi dei parametri geofisici e territoriali;
- un modulo di interfaccia meteorologico[13] che, a partire dai dati meteorologici di ingresso (osservazioni al suolo e in quota e/o campi tridimensionali, previsti o analizzati, di modelli meteorologici a mesoscala), costruisce i campi meteorologici tridimensionali e bidimensionali di turbolenza utilizzati dal modello di dispersione;
- un modulo delle emissioni [14] che, a partire dagli Inventari delle Emissioni, ricostruisce i campi bidimensionali orari dei ratei di emissione per tutte le specie chimiche trattate dal modello di qualità dell'aria;

12 Cfr "Inquinanati primari e secondari"
13 Costituito da MINERVE wind field model - ARIA Technologies e SURFPRO3 - Arianet
14 EMMA – ARIA Technologies e Arianet

- il modello chimico di qualità dell'aria[15], in grado di ricostruire i campi tridimensionali di concentrazione delle diverse specie chimiche prodotte dal modulo delle emissioni e dalle reazioni chimiche simulate in atmosfera;un modulo per le condizioni iniziali e al contorno, che a partire dai campi tridimensionali di concentrazione di un modello di qualità dell'aria a mesoscala e/o dai dati chimici osservati, prepara i relativi campi di concentrazione;
- un modulo di post-processing che elabora i campi tridimensionali di concentrazione per produrre campi aggregati di indicatori e mappe tematiche ed effettua la valutazione delle prestazioni del sistema modellistico.

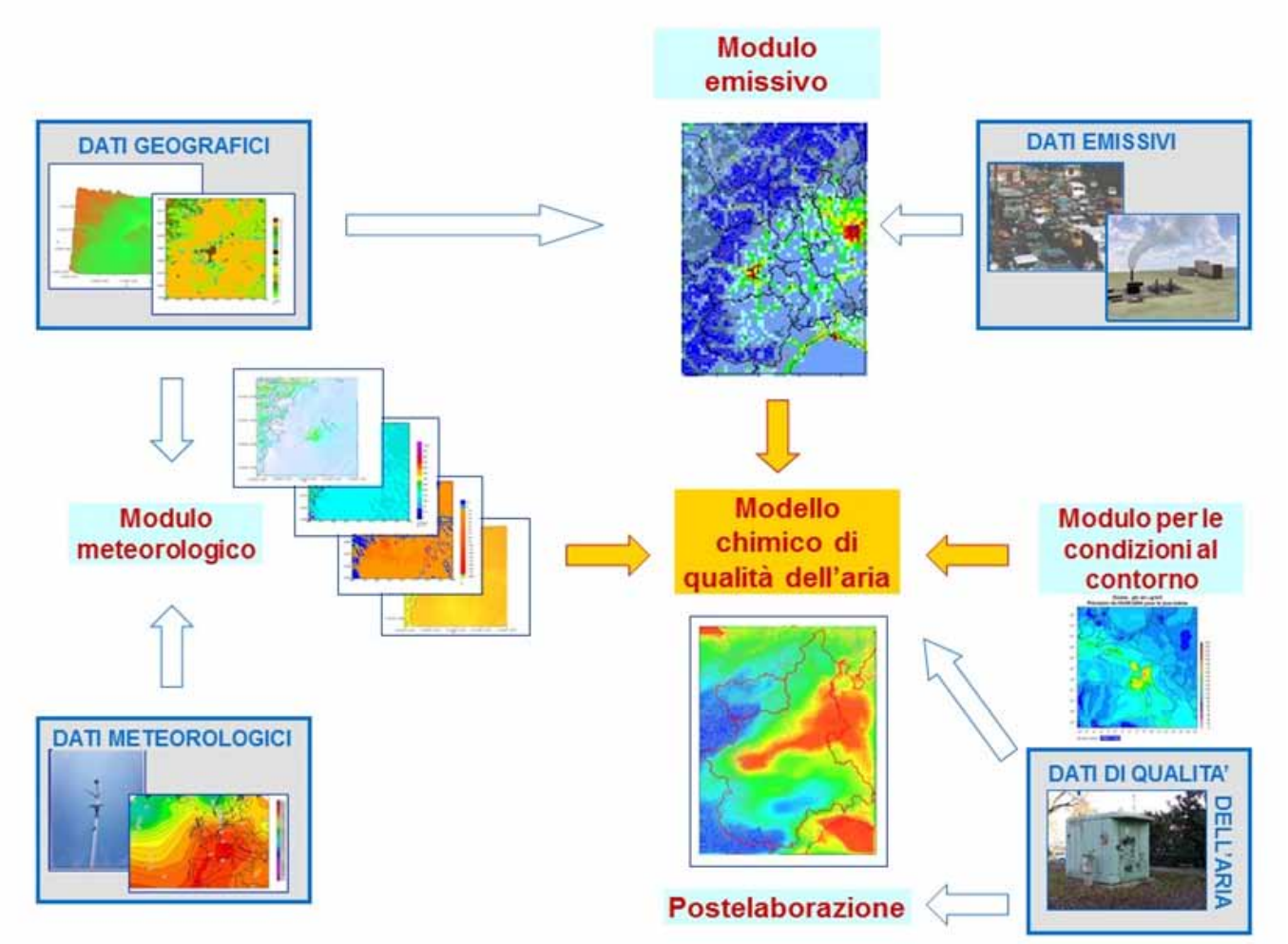


Figura 4.1.3 - Architettura e schema di funzionamento del sistema modellistico

Il sistema è attualmente implementato in tre differenti versioni:

- versione diagnostica di lungo periodo (simulazioni dispersive annuali con cadenza oraria, basate su dati meteorologici misurati);
- versione prognostica (simulazioni dispersive quotidiane dei livelli di concentrazione oraria dei principali inquinanti atmosferici, basate su dati meteorologici previsti);
- versione diagnostica *near-real-time* (simulazioni dispersive quotidiane dei livelli di concentrazione relativi al giorno precedente, basate su dati meteorologici misurati).

Il sistema modellistico in versione diagnostica di lungo periodo, operativo a partire dal 2005, è stato sviluppato per effettuare simulazioni di lungo periodo a supporto delle Valutazioni annuali della qualità dell'aria sul territorio regionale. Le simulazioni sono condotte con cadenza oraria su un dominio di calcolo, illustrato in Figura 4.1.4, che comprende, oltre all'intera regione Piemonte, anche la Valle d'Aosta, si spinge fino alle province di Genova e Savona a sud e include ad est la parte più orientale della Lombardia, fino all'area milanese, con risoluzione orizzontale di 4 km. La scelta del dominio è determinata dall'esigenza di tenere conto non solo degli effetti, in termini di emissioni e trasporto, delle sorgenti poste al di fuori del territorio regionale, ma anche delle peculiarità meteorologiche legate alla presenza dell'arco alpino.

15 FARM (Flexible Air quality Regional Model) – Arianet: uno dei modelli euleriani più evoluti e utilizzati in ambito nazionale e comunitario

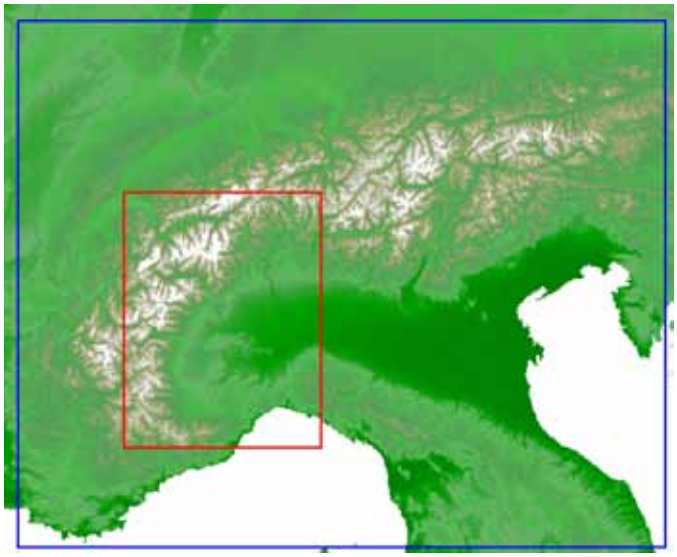


Figura 4.1.4 - Domini di applicazione del sistema modellistico

Le simulazioni di qualità dell'aria sono realizzate integrando, mediante opportune tecniche matematiche di assimilazione dati, le informazioni modellistiche con quelle provenienti dai dati misurati dalle stazioni del SRRQA, in modo da ottenere una stima dello stato di qualità dell'aria sul territorio regionale il più possibile vicina alla realtà.

A valle delle simulazioni di dispersione, il modulo di post-elaborazione produce le mappe tematiche su griglia e su base comunale, calcola i campi degli indicatori di lungo periodo richiesti dalla normativa e necessari per procedere alla valutazione del territorio in relazione allo stato di qualità dell'aria, ed effettua una prima verifica delle prestazioni del sistema, con particolare riferimento agli obiettivi di qualità per la modellizzazione richiesti dalla normativa nazionale e comunitaria.

4.2 Il source apportionment

Il *source apportionment* è una metodologia in grado di identificare e stimare quantitativamente il contributo alle concentrazioni degli inquinanti in aria ambiente (immissioni) da parte delle principali sorgenti esistenti nell'area di studio o in contesti territoriali limitrofi.

In particolare, tra i diversi approcci utilizzabili, il ***source apportionment* modellistico** consiste nell'applicazione di tecniche specialistiche ai modelli di chimica e trasporto degli inquinanti (CTM) che consentono di individuare il contributo alle concentrazioni degli inquinanti - sia primari che secondari - da parte delle diverse sorgenti, individuate sia sulla base dei comparti emissivi che su base geografica.

A tali tecniche modellistiche è possibile affiancare l'approccio analitico a "recettore" (***source apportionment* analitico**), che consente di effettuare delle stime partendo dai dati di composizione chimica del particolato $PM_{10,}$ campionato in siti ritenuti significativi, e applicando a tali dati specifiche tecniche statistiche, tra le quali la più utilizzata è la Positive Matrix Factorization (PMF)[16] .

I due differenti approcci metodologici, testati in fase sperimentale nei Progetti SH'AIR (*source apportionment* modellistico) e Part'AERA (*source apportionment* analitico) del Programma di Cooperazione Transfrontaliera ALCOTRA 2007-2013, sono stati poi applicati nell'ambito del Sistema Integrato di Qualità dell'Aria descritto nel capitolo 4.1.

Nel seguito saranno descritte entrambe le metodologie di stima: quella del *source apportionment* modellistico (sia di tipo settoriale che geografico) e quella del *source apportionment* analitico. Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'Allegato B (RISULTATI DEL SOURCE APPORTIONMENT MODELLISTICO).

4.2.1 Il Source apportionment modellistico: il sistema integrato FARM/BFM

Per poter assegnare alle diverse sorgenti individuate la "responsabilità" non solo in termini di emissioni, ma anche in termini di concentrazioni dei vari inquinanti, nel sistema modellistico in uso presso Arpa Piemonte è stato integrato un modulo specifico per la tecnica del *source apportionmen*t.

16 PMF EPA - https://www.epa.gov/air-research/models-tools-and-databases-air-research

La metodologia adottata è quella del 3D sensitivity runs / Brute Force Method – BFM, già utilizzata dall'ENEA in ambito nazionale nel progetto MINNI a supporto delle attività del MATTM nell'ambito delle Deroghe CE: tale metodo prevede la realizzazione di una simulazione di riferimento (caso base) e di un numero opportuno di simulazioni di sensitività, una per ogni sorgente che si intende analizzare (intendendo con "sorgente" un insieme di categorie emissive organizzato per settore di attività); il contributo di ciascuna sorgente viene quindi calcolato analizzando le differenze tra i risultati delle simulazioni di sensitività e quelli della simulazione di riferimento.

Il nuovo modulo, denominato FARM/BFM, effettua le simulazioni di *source apportionment* integrando direttamente il modello FARM ed il modulo delle emissioni EMMA, permettendo così – definiti in fase iniziale l'insieme delle sorgenti, la configurazione dei dati di base e delle risorse di calcolo da utilizzare – una gestione diretta delle variazioni del quadro emissivo, dell'esecuzione delle simulazioni di sensibilità e della combinazione di tutte le fasi successive.

Elemento fondamentale per il *source apportionment* modellistico sono le informazioni riguardanti le sorgenti emissive; va infatti sottolineato che i risultati di tale approccio metodologico dipendono fortemente dai dati presenti negli Inventari delle emissioni in ingresso al sistema; di conseguenza, ogni criticità (sottostima/sovrastima) presente nei dati emissivi si riflette nella distribuzione delle concentrazioni.

Per una corretta interpretazione dei risultati è inoltre opportuno ricordare che le concentrazioni vengono calcolate dal sistema modellistico regionale su un grigliato con passo di 4 km, per cui i punti di misura descritti più correttamente sono quelli con rappresentatività spaziale confrontabile con il passo del grigliato. Più specificatamente, i valori ottenuti presso punti di misura che ricadono nella stessa cella di calcolo mostreranno concentrazioni - nonchè contributi da parte dei settori emissivi - molto simili e non potranno quindi rappresentare completamente le differenze fra concentrazioni misurate presso stazioni con diversa rappresentatività spaziale (ad es. una stazione di fondo urbano e una stazione di traffico), essendo queste legate a fenomeni che avvengono ad una scala spaziale non riproducibile alla risoluzione del sistema modellistico.

4.2.1.1 Il Source apportionment modellistico settoriale

Per identificare il contributo - da parte delle diverse sorgenti emissive – alle concentrazioni di inquinanti, sia primari che secondari, sul territorio regionale, si utilizza il source apportionment modellistico di tipo settoriale, ovvero la ricerca delle responsabilità dell'inquinamento per settore di attività.

Fondamentale risulta la scelta delle associazioni di sorgenti emissive ovvero la definizione dei "settori": tale ripartizione deve infatti risultare funzionale da un lato all'interpretazione dei risultati modellistici (per identificare il reale contributo alle concentrazioni degli inquinanti da parte delle principali fonti emissive), dall'altro alla focalizzazione dei potenziali ambiti di intervento da parte della pianificazione regionale.

Una volta individuati i settori emissivi da indagare con la tecnica del source apportionment modellistico settoriale, i dati emissivi relativi allo scenario base vengono rielaborati in funzione dell'aggregazione di sorgenti corrispondente a ciascun settore, dopo di che vengono realizzate le simulazioni meteodispersive di sensitività, su base annuale con livello di dettaglio orario, in numero pari alle aggregazioni individuate (settori).

4.2.1.2 Il Source apportionment modellistico geografico

Per indagare il contributo alle concentrazioni di inquinanti, sia primari che secondari, su un determinato territorio (ad es. il territorio regionale oppure la città di Torino) da parte delle sorgenti esterne al territorio stesso (contributo esogeno), si applica la metodologia del source apportionment modellistico di tipo geografico, che prevede la ricerca delle responsabilità dell'inquinamento operando una separazione delle sorgenti emissive su base geografica.

Al fine di indagare il ruolo del trasporto esogeno, l'applicazione della metodologia del source apportionment geografico prevede di separare le differenti sorgenti emissive sulla base della regione/area di appartenenza: una volta individuate le ripartizioni territoriali da indagare con la tecnica del source apportionment modellistico geografico, i dati emissivi relativi allo scenario base vengono rielaborati in funzione dell'aggregazione di sorgenti corrispondente a

ciascuna area; successivamente vengono realizzate le simulazioni meteodispersive di sensitività, su base annuale con livello di dettaglio orario, in numero pari alle aggregazioni individuate (aree).

Il risultato è la quantificazione sia del contributo endogeno, legato alle sorgenti localizzate all'interno del territorio di interesse, sia del contributo esogeno, dovuto alle sorgenti localizzate all'esterno di tale territorio.

4.2.2 Il source apportionment analitico

L'applicazione delle tecniche di *source apportionment* analitico – basate su tecniche matematico-statistiche (analisi multivariata) mirate a separare gli elementi in differenti gruppi sulla base del loro grado di associazione - consente teoricamente di ottenere una stima dei contributi da parte delle classi di sorgenti - sia reali (traffico, riscaldamento a legna, ecc.) che virtuali (componente secondaria) – partendo da misure/analisi e identificando le diverse sorgenti sulla base della statistica dei contributi analitici e della loro variabilità temporale. Tale processo prescinde dall'Inventario delle Emissioni, strumento basato su metodologie di stima la cui accuratezza non risulta confrontabile con valutazioni di tipo chimico-analitico.

La metodologia del *source apportionment* analitico prevede infatti – a valle di un campionamento rappresentativo sia dal punto di vista spaziale che temporale - l'analisi chimica dei campioni (con vari approfondimenti relativi alla speciazione chimica del particolato, in relazione sia alla scelta degli analiti e delle metodiche laboratoristiche, sia all'interpretazione delle incertezze associate ai risultati analitici).

Sui risultati laboratoristici vengono poi effettuate una serie di pre-elaborazioni di tipo statistico – caratterizzazione dei suoli nei siti di monitoraggio, calcolo dei fattori di arricchimento, studio della correlazione tra parametri chimici, esplorazione con la *cluster analysis*, attribuzione dell'incertezza - fino all'utilizzo del modello statistico EPA PMF 5.0 (*Positive Matrix Factorization*). La PMF, appartenente alla categoria dei modelli a recettore, rappresenta un approccio matematico-statistico basato sul cosiddetto *fingerprint*[17] delle sorgenti e sulla loro variabilità spazio-temporale, attraverso l'applicazione di tecniche di analisi multivariata.

Una criticità intrinseca alla metodologia del *source apportionment* analitico è rappresentata dalla discrezionalità con cui, in assenza di traccianti chimici specifici, un profilo analitico viene associato ad una specifica sorgente (o gruppo di sorgenti); inoltre la componente secondaria del particolato viene trattata come una generica sorgente virtuale (secondario nitrati, secondario solfati) **non attribuibile** ad uno specifico comparto emissivo (trasporto, riscaldamento, ecc…).

Il *source apportionment* analitico al momento risulta quindi una tecnica parallela in grado di rafforzare le valutazioni sul contributo delle sorgenti – almeno nel caso della componente primaria - ottenute dalle simulazioni di *source apportionment* modellistico, che partono invece dalle stime degli Inventari delle Emissioni e dalle variabili meteorologiche misurate per ricostruire nel tempo e nello spazio tridimensionale le reazioni chimiche che avvengono in atmosfera.

In sintesi il *source apportionment* analitico allo stato attuale può servire a:

- **valutare i contributi di alcune classi di sorgenti primarie** (per le quali sono disponibili traccianti specifici) ai livelli di PM_{10} misurati **prima della realizzazione dei provvedimenti di risanamento** senza attribuire a specifiche sorgenti la componente secondaria nel suo complesso;
- **valutare i contributi di alcune classi di sorgenti primarie** (per le quali sono disponibili traccianti specifici) ai livelli di PM_{10} misurati **successivamente all'attuazione dei provvedimenti di risanamento**, senza attribuire a specifiche sorgenti la componente secondaria nel suo complesso.

La tecnica non trova applicazione diffusa nel SNPA, richiedendo da una parte un dettaglio elevato nella speciazione dei campioni di particolato, dall'altra l'uso di tecniche statistiche non convenzionali, con conseguente elevata necessità di risorse professionali e strumentali. É importante rilevare che per speciazione dei campioni di particolato si intende l'analisi chimica quantitativa dei componenti del particolato, in particolare dei composti organici, degli ioni e dei

17 Fingerprint = impronta digitale

metalli che risultino traccianti specifici di particolari comparti emissivi. Ad esempio la combustione della legna, o comunque della biomassa, è tracciata da alcuni componenti organici, in particolare dal **levoglucosano** prodotto dalla pirolisi di composti come la cellulosa. Purtroppo per altri comparti emissivi non sono disponibili traccianti così efficaci e studiati come per la combustione della legna: su questo aspetto sarebbe dunque necessario effettuare indagini e studi per indentificare e/o confermare la presenza di possibili traccianti nel particolato primario, in particolare per quanto riguarda i veicoli a motore.

4.3 Le analisi di scenario

L'analisi di scenario è un metodo per stimare con sistemi modellistici gli effetti attesi sulla qualità dell'aria a seguito dell'applicazione di misure di riduzione delle emissioni, in funzione del raggiungimento degli obiettivi previsti dalla normativa. Per la realizzazione delle analisi di scenario devono essere predisposti degli scenari emissivi futuri o tendenziali - a partire da uno scenario base relativo ad un determinato anno, preso come riferimento – che tengano conto delle evoluzioni tecnologiche e comportamentali, nonché dell'applicazione delle misure di riduzione delle emissioni decise ai vari livelli (comunitario, nazionale, regionale).

Il modello GAINS[18] (*Greenhouse Gas – Air Pollution Interactions and Synergies*) è un modello sviluppato a livello europeo dalla IIASA (*International Institute for Applied Systems Analysis*) per poter elaborare scenari emissivi di gas serra (GHGs) e considerare così le interazioni tra inquinamento atmosferico e cambiamenti climatici. La versione nazionale del modello (GAINS-Italia), adottata come strumento ministeriale nell'ambito del tavolo Ministero-Regioni, è il riferimento metodologico che - armonizzando informazioni di scala europea, nazionale e regionale - consente la messa a punto di scenari futuri regionali in un contesto coerente, assumendo una serie di ipotesi (economiche, di evoluzione delle normative e delle strategie di controllo progressivamente applicate), sulla base delle quali possono essere ricavati dei trend emissivi regionali per i principali indicatori ambientali: ammoniaca (NH_3), anidride carbonica (CO_2), metano (CH_4), ossidi di azoto (NOx), protossido di azoto (N_2O), particolato (TSP, PM_{10}, $PM_{2,5}$), biossido di zolfo (SO_2) e composti organici volatili (VOC).

Lo scenario evolutivo GAINS integra al suo interno:

- l'evoluzione attesa dei consumi energetici e delle attività produttive (modello MARKAL[19] Italy, scenari di attività produttive ENEA/ISPRA, ecc…);
- le misure di controllo previste dalla CLE (*Current Legislation*)[20];
- il complesso dei Piani della Qualità dell'Aria predisposti dalle Regioni italiane (nel nostro caso il complesso delle azioni previste dalle disposizioni regionali del Piemonte).

Facendo seguito a quanto previsto dal D.Lgs. n.155/2010, ENEA ed ISPRA hanno aggiornato nel 2014 lo scenario evolutivo nazionale (scenario SEN 2014), tenendo conto degli scenari energetici e dei dati di attività produttiva non energetici più recenti. I contenuti della Strategia Energetica Nazionale (SEN) hanno fornito i parametri necessari per proiettare le emissioni nazionali dell'anno base fino al 2030; tale scenario è stato successivamente regionalizzato secondo l'usuale procedura di scalatura top-down dal nazionale al regionale: l'analisi si cala nel contesto di crisi economica che ancora affligge l'Italia e tiene conto dei trend più recenti su popolazione e struttura della domanda energetica, nonché delle previsioni correnti circa la rapidità della ripresa dell'economia.

18 http://gains.iiasa.ac.at/models/
19 http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/scenari-di-consumi-elettrici-al-2050
20 CLE: scenari che stimano il quadro emissivo ad una certa data (es. 2020,2030) prendendo in considerazione gli effetti – in termini di riduzione delle emissioni – risultanti dall'applicazione della normativa in vigore a quella stessa data

Il quadro conoscitivo

5.1 Contesto territoriale

5.1.1 Le caratteristiche generali del territorio e le infrastrutture

Il Piemonte si trova all'estremo nord occidentale della penisola italiana e si estende su una superficie territoriale pari a 2.539.900 ettari (25.399 Km2).

Il suo territorio, delimitato su tre lati dai rilievi montuosi alpini ed appenninici, comprende il settore occidentale della pianura padana e vasti ambienti collinari. Tali caratteristiche territoriali consentono di suddividere il Piemonte in tre grandi ambiti: la montagna (43,2%), la collina (30,3%) e la pianura (26,5%).

La montagna costituisce il confine con la Francia ad ovest, la Svizzera e la Valle d'Aosta a nord. Il confine lombardo è segnato dal lago Maggiore e dal corso del Ticino. A sud est la regione è collegata, per breve tratto, con l'Emilia-Romagna e a sud la linea di confine con la Liguria è segnata dai rilievi delle Alpi Marittime e dagli Appennini.

Circa la metà della regione è montuosa e le colline e pianure si spartiscono equamente il resto del territorio. Un carattere particolare e unico della barriera alpina piemontese è la mancanza di rilievi prealpini da cui un forte contrasto altimetrico nel passaggio alla sottostante pianura.

La rete stradale piemontese è costituita dalle strade urbane e da 18.818 km di strade provinciali in capo alle Province, da 700 km di strade statali in gestione ad ANAS S.p.A., e da 788 km di autostrade gestite dalle Società Concessionarie.

Dal 2001 al 2007 la Regione Piemonte ha avuto un proprio demanio stradale (ex strade statali di interesse regionale), ma dal 2008 anche le strade regionali sono state trasferite alle Province territorialmente competenti.

Nel corso degli anni sono stati attivati investimenti sulla rete stradale extraurbana considerata strategica dal punto di vista della mobilità e del trasporto regionale per il miglioramento del livello di servizio e della sicurezza.

La rete ferroviaria ha un'estensione di 1.984 Km, di cui 1.888 km sono di competenza di Rete Ferroviaria Italiana S.p.A., mentre il resto è di competenza diretta della Regione e gestito dalle Società concessionarie G.T.T. S.p.A. (Torino-Ceres e Settimo-Pont) e FERROVIENORD S.p.A. (Novara-Turbigo). Tra Torino-Lingotto e Trofarello vi sono 8 km di rete ferroviaria a 4 binari elettrificati, circa 600 km sono a doppio binario elettrificato e i rimanenti, circa il 60% dell'estensione della rete, è costituita da binario unico, di cui circa 600 km elettrificati.

Nell'ultimo decennio sono stati programmati sul territorio piemontese circa 36 interventi destinati allo sviluppo e al potenziamento della rete ferroviaria regionale: il 64% delle opere ferroviarie programmate interessa l'area metropolitana torinese, il 21% del totale attraversa il territorio nord orientale del Piemonte, il 12% è situato nella Provincia di Cuneo, mentre nell'area dell'alessandrino è previsto un solo intervento, seppur di rilievo, poiché si tratta del Terzo Valico dei Giovi lungo la tratta AV/AC Milano–Genova.

Per la viabilità all'interno della città di Torino e l'attivazione di collegamenti diretti tra la stessa ed aree a est e a ovest, riveste particolare importanza la realizzazione del *passante ferroviario*, **linea ferroviaria** che attraversa in sotterranea la città, gestita da **Rete Ferroviaria Italiana** (RFI). Il tratto urbano del passante attraversa il comprensorio ferroviario dalla **stazione di Torino Lingotto** a **quella di Torino Stura** estendendosi per quasi tredici chilometri, in aggiunta al ramo di collegamento con **Porta Nuova**. Il tratto metropolitano del passante ferroviario si estende rispettivamente a nord fino a **Settimo** e a sud fino a **Trofarello**. Il tracciato sostituisce la **ferrovia Torino-Milano** (Linea Storica) tra

Torino Stura e Torino Porta Susa, proseguendo fino a Torino Lingotto su un percorso autonomo.

Il territorio piemontese inoltre dispone di un sistema logistico funzionalmente collegato alle principali reti di comunicazione transeuropee che lo attraversano e confina con le due regioni italiane (Lombardia e Liguria) che rappresentano grandi bacini di raccolta delle merci nazionali e internazionali. La presenza di primarie vie di comunicazione a livello europeo, un sistema viario e ferroviario con gli indici di infrastrutturazione tra i più elevati a livello nazionale, la vicinanza con i porti liguri e le potenzialità di naturale prosecuzione della banchina portuale, ha fatto nascere e sviluppare una radicata presenza in Piemonte di centri merci di eccellenza, oggi raccolti intorno ai tre "poli" che costituiscono il "sistema" della logistica piemontese:

- l'Alessandrino che da sempre costituisce il retroporto dell'arco ligure e presenta una radicata presenza di centri merci (a Tortona, Rivalta Scrivia, Arquata Scrivia), di dimensioni notevoli e spesso dotati di elevata specializzazione merceologica (catena del freddo, etc.);
- Novara, situata all'incrocio dei due Corridoi transeuropei "Mediterraneo" e "Reno-Alpi" e in posizione prossima all'aeroporto Hub di Malpensa, ospita un interporto che può costituire un punto di riferimento per i traffici verso il centro-nord Europa.
- Torino costituisce una tra le aree più popolate ed industrializzate del Paese a ridosso della quale si trova l'interporto di Orbassano che e' connesso alla linea ferroviaria per la Francia.

La programmazione di infrastrutture per la logistica degli ultimi anni si è concentrata soprattutto nell'area del novarese .

5.1.2 Gli aspetti demografici

Al 31 dicembre 2015 risultano residenti in Piemonte 4.404.246 individui, di cui 2,131.892 maschi e 2.272.354 femmine. In particolare sono residenti 563.537 individui con età compresa fra gli 0 e i 14 anni, 2.805.712 tra i 15 ed i 65 anni e 1.034.917 ultra-sessantacinquenni.

Nel primo semestre 2016, su un totale di 1.797.000 occupati, ne risultano impiegati 60.000 nell' agricoltura, 440.000 nell'industria, 110.000 nelle costruzioni, 317.000 nel commercio e 897.000 negli altri servizi.

Il tasso di disoccupazione piemontese permane comunque notevolmente più elevato rispetto alla media delle regioni settentrionali (8,1% nel 2015) e si colloca di poco al di sotto della media nazionale (11,9%).

Un'altra criticità di fondo è il processo di senilizzazione più avanzato rispetto al valore medio nazionale ed europeo per il quale le previsioni per i prossimi decenni prevedono un ulteriore peggioramento.

5.1.3 Il quadro economico, l'industria e il turismo

Il Piemonte costituisce un'area avanzata a rilevante vocazione industriale, sottoposta ad un intenso processo di ristrutturazione in seguito alla globalizzazione, con un grave invecchiamento della popolazione che ne rende più difficoltosa la transizione verso nuove configurazioni di sviluppo sostenibile in grado di mantenere i livelli acquisiti di prosperità.

La configurazione del tessuto imprenditoriale rilevata nel 2011 evidenzia che le imprese industriali con sede in Piemonte sono 35.139 e occupano poco più di 440 mila addetti. Circa l'82% delle imprese piemontesi si colloca nella fascia al di sotto dei 10 addetti e nelle 84 imprese più grandi aventi più di 500 addetti, si concentra più del 30% degli addetti.

La struttura economica è caratterizzata dal terziario ma l'industria manifatturiera ricopre ancora un ruolo importante.

Nel comparto manifatturiero i settori che nel 2015 hanno presentato l'aumento più elevato sul dato della produzione

industriale sono la chimica, il tessile-abbigliamento e il comparto delle macchine ed attrezzature. Anche il comparto dell'elettronica ha avvertito un aumento di produzione invertendo una tendenza particolarmente negativa che lo aveva caratterizzato negli anni precedenti.

Un altro settore di rilievo nel panorama produttivo regionale, quello dei prodotti in metallo, ha avuto nel 2015 un'evoluzione positiva, anche se contenuta, mentre si rileva un calo della produzione industriale nel comparto del legno e dei mobili, nelle altre manifatturiere e nei mezzi di trasporto. Per quest'ultimo settore la produzione regionale ha subito un rilevante ridimensionamento nell'ultimo quindicennio.

Il settore dell'industria alimentare, che comprende sia il comparto alimentare che quello delle bevande, benchè presenti una spiccata vocazione alla piccola manifattura artigianale vede coesistere anche grandi aziende leader nel loro settore, in particolare nei settori dell'industria dolciaria e dei prodotti da forno ed in quella delle bevande. La produzione dell'industria alimentare piemontese incide per il 9% sul valore della produzione nazionale.

Il Piemonte presenta storicamente punti di indubbia forza nel panorama delle regioni italiane dal punto di vista dello sviluppo della società della conoscenza e dell'innovazione. Il potenziale innovativo del sistema regionale osservato attraverso la rilevazione dell'indicatore "Quota di PIL destinata alla spesa per la ricerca, sviluppo e innovazione" evidenzia performance di gran lunga migliori rispetto al contesto nazionale.

Nel corso degli ultimi anni il Piemonte è anche diventata una meta turistica internazionale, offrendo prodotti turistici quali Torino e la sua area metropolitana - per il turismo culturale , la montagna, l'area collinare - caratterizzata dalle eccellenze enogastronomiche del sud del Piemonte - e i laghi.

Il 2015 ha visto 4 milioni e 700.000 arrivi e 13 milioni 680 mila pernottamenti, divenendo a pieno titolo l'anno della consacrazione del Piemonte come meta turistica.

5.1.4 Il comparto agricolo

Il settore agricolo piemontese al 2010 risultava composto da 67.148 aziende che gestivano una SAU (superficie agricola utilizzata) di 1.010.773 ettari.

Tra il 2000 e il 2010 la SAU media aziendale è cresciuta del 50% raggiungendo i 15,1 ettari, valore doppio della media nazionale (7 ha) ma ancora molto inferiore rispetto alle regioni europee comparabili.

La SAU è suddivisa per il 53% a seminativi, 36% a prati permanenti e pascoli e 9% a colture permanenti (in prevalenza vite e fruttiferi).

L'agricoltura piemontese si basa su un mix di produzioni variegato: prevalgono seminativi e zootecnia, alle quali si affiancano il settore vitivinicolo ed ortofrutticolo.

Si possono evidenziare aree omogenee con specializzazione prevalente: l'area vitivinicola di qualità situata nell'area di Langhe e Monferrato, il riso localizzato a cavallo delle province di Novara, Vercelli e Biella, i cluster frutticoli del Saluzzese e Cavourese e quello orticolo della piana alessandrina .

In Piemonte è allevato il 10% del patrimonio zootecnico nazionale. Nell'ultimo trentennio si è registrato un drastico calo della presenza di allevamenti che oggi sono circa 20.000; il calo è stato particolarmente evidente in collina e in montagna con le ovvie ripercussioni sulla manutenzione del territorio. Analogo trend negativo per il numero di capi, che solo dal 2000 ha ripreso ad aumentare pur con differenze sensibili tra le specie (in calo il numero di vacche da latte e di avicunicoli, in aumento i suini). Due terzi dei capi sono oggi allevati in pianura, e circa il 60% delle UBA (unità di bestiame adulto) si trova in Provincia di Cuneo.

Per quanto riguarda la zootecnia il comparto storicamente più importante è quello della carne bovina che rappresenta

poco meno di un terzo dell'intero valore aggiunto del settore agricolo. L'allevamento bovino assiste a un progressivo processo di concentrazione che dura da due decenni.

Nella nostra regione coesistono due sub-filiere profondamente diverse in termini aziendali, produttivi e organizzativi: l'allevamento a ciclo aperto, basato generalmente sul ristallo di vitelli importati ed è generalmente costituito da aziende di medie e grandi dimensioni e l'allevamento a ciclo chiuso, basato sulla rimonta interna, diffuso soprattutto in aziende di ridotte dimensioni e che sono diffuse anche nelle aree collinari e montane e che rappresentano il 70% degli allevamenti del Piemonte, caso unico in Europa.

L'allevamento bovino da latte in Piemonte è ormai quasi completamente concentrato in aziende medio-grandi; permane tuttavia una produzione in aziende più piccole nelle aree montane, spesso connessa alla trasformazione locale della materia prima. Gli allevamenti suini sono aziende molto specializzate e di grande dimensione e la suinicoltura piemontese è prevalentemente orientata alla fornitura di cosce per la produzione di prosciutti DOP in altre regioni italiane e ciò comporta una ridotta formazione di valore aggiunto locale.

Il comparto avicolo da carne in Piemonte produce prevalentemente per grandi aziende agroalimentari extra-regionali mentre la produzione di uova è orientata al mercato locale, basata su aziende specializzate che coordinano piccole filiere locali. Il settore cunicolo presenta un mercato locale e l'allevamento di ovini è concentrato in piccole aziende generalmente legate ai circuiti economici locali.

Il patrimonio forestale in Piemonte è per il 70% di proprietà privata e di piccole dimensioni. La proprietà pubblica è concentrata in montagna, quasi assente in collina e, in pianura, è legata alle fasce demaniali dei corsi d'acqua.

Circa l'87% del volume legnoso complessivamente retraibile con interventi a macchiatico positivo deriva dall'utilizzazione di un quarto della superficie boschiva. Il prelievo è molto inferiore a quello potenziale a causa della mancanza di rete viaria (risultano serviti da viabilità soltanto circa il 45% dei boschi con potenzialità di gestione attiva). La ridotta disponibilità di materia prima locale, sia in termini di quantità che di assortimenti specifici, fa sì che l'industria lavorazione del legno in Piemonte si fornisca prevalentemente attraverso le importazioni.

5.1.5 Il patrimonio edilizio

I risultati del censimento della popolazione e della abitazioni del 2011 in Piemonte risultano 1.130.742 edifici di cui 1.079.246 utilizzati e 51496 non utilizzati.

Per quanto riguarda gli edifici utilizzati il censimento rileva 944.690 edifici residenziali, 25.336 produttivi, 19.020 destinati al commercio, 4298 al direzionale/terziario, 3842 al turistico/ricettivo, 16.245 ai servizi e 65.815 ad altro tipo di utilizzo.

Per quanto riguarda invece le abitazioni, il censimento rileva 1.922.089 abitazioni occupate da almeno una persona residente e 525.699 abitazioni non occupate.

Alle abitazioni si sommano 4123 altri tipi di alloggio (baracca, roulotte, camper) 92 alloggi presso sede diplomatica o consolare e 2400 in struttura residenziale collettiva (hotel, casa di riposo).

Per quanto riguarda nello specifico i 944.690 edifici residenziali, si rileva che 560.44 sono in muratura e 261.568 in calcestruzzo armato e, in relazione allo stato di conservazione, per 321.943 edifici risulta ottimo, per 477.411 buono, per 130.025 mediocre e per 15.311 pessimo.

5.1.6 Il parco veicolare

Il parco veicolare piemontese all'anno 2015 (fonte dati ACI) risulta costituito da 3.233.910 automezzi, di cui i veicoli diesel sono: 1.142.828 automobili con alimentazione a gasolio, 299.284 veicoli leggeri con alimentazione a gasolio e peso < 3.5 t, 65.254 veicoli pesanti con alimentazione a gasolio e peso > 3.5 t.

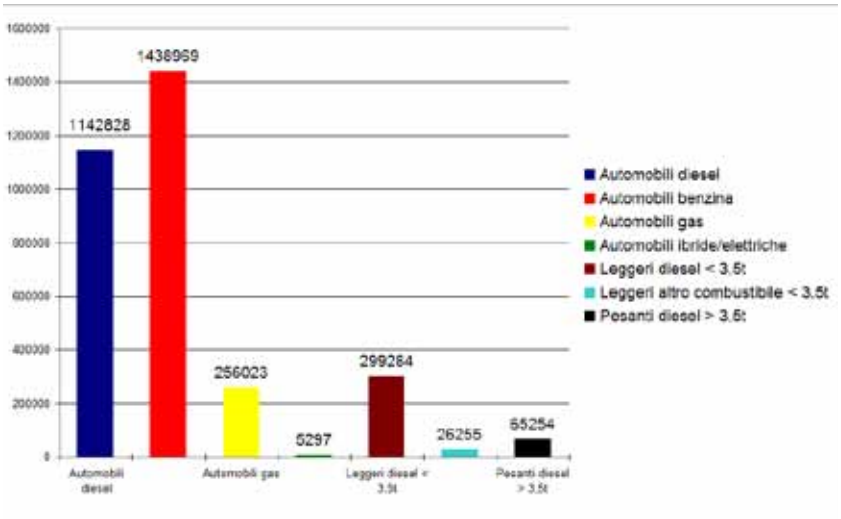


Figura 5.1.6.1 - Parco veicolare piemontese anno 2015 per tipologia di alimentazione

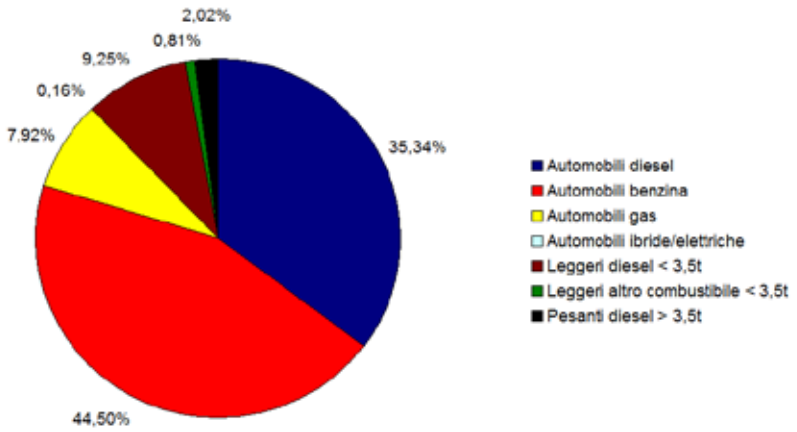


Figura 5.1.6.2 - Parco veicolare piemontese anno 2015 per tipologia di alimentazione

In particolare, per quanto riguarda le automobili alimentate a gasolio si registrano 103.171 veicoli con classificazione conventional, Euro 1 ed Euro 2, 233.538 veicoli Euro 3, 410.193 veicoli Euro 4, 370.056 Euro 5 e 25.870 Euro 6.

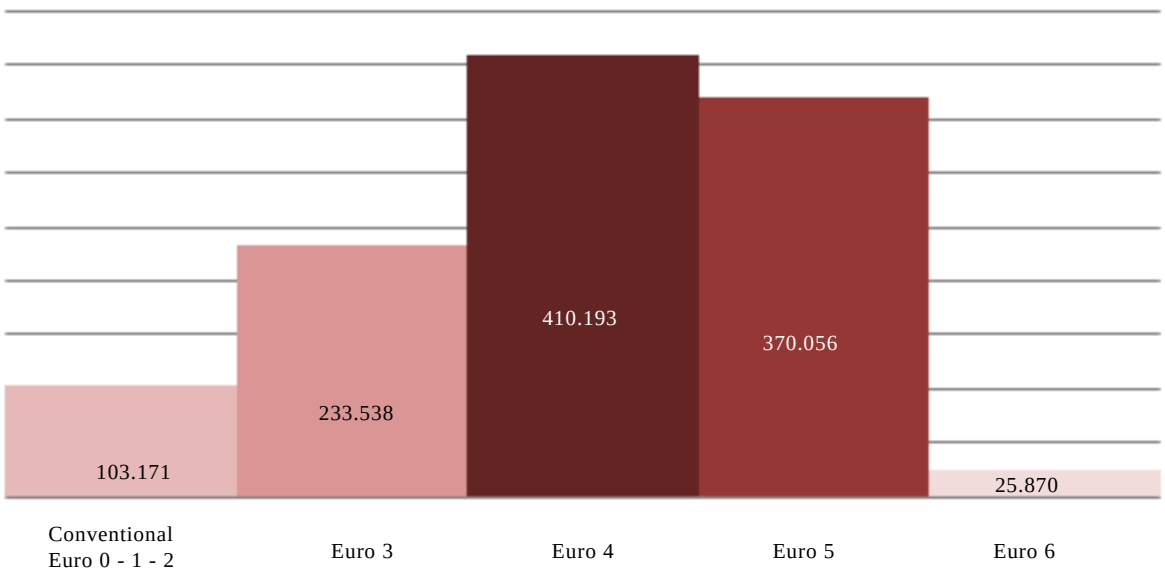


Figura 5.1.6.3 - Distribuzione automobili alimentate a gasolio per classi

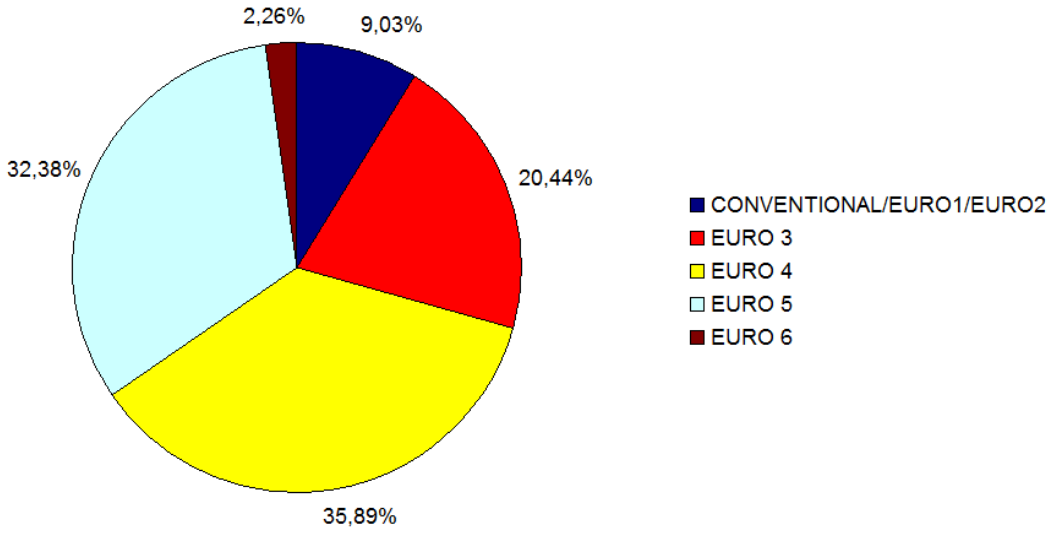


Figura 5.1.6.4 - Distribuzione automobili alimentati a gasolio per classi

Per quanto riguarda gli automezzi alimentati a benzina si registrano invece 246.809 veicoli con classificazione ECE ed Euro 1, 247.021 veicoli Euro 2, 240.644 veicoli Euro 3, 438.620 veicoli Euro 4, 201.621 Euro 5 e 64.614 Euro 6.

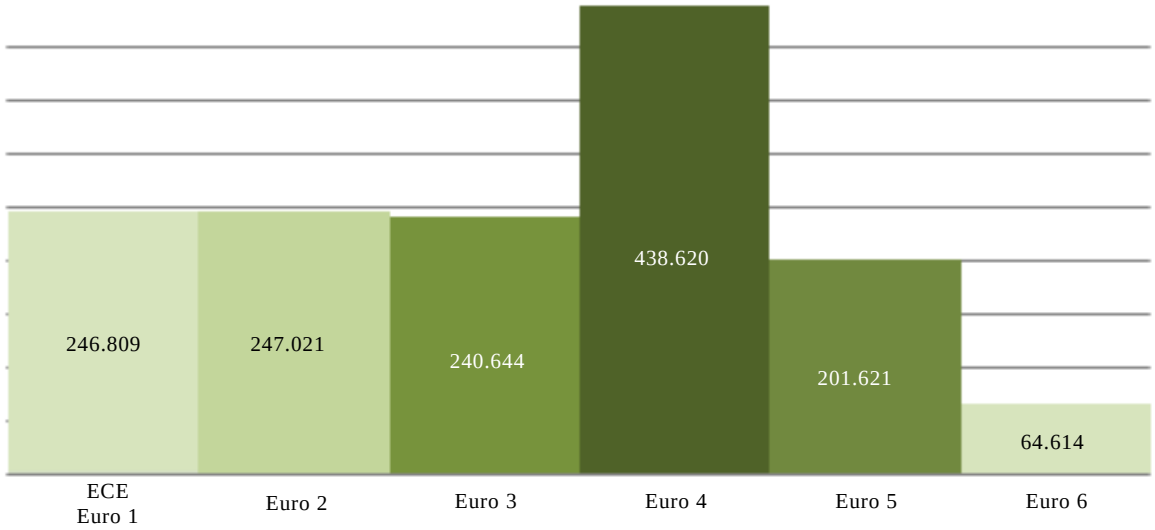


Figura 5.1.6.5 - Distribuzione automezzi alimentati a benzina per classi

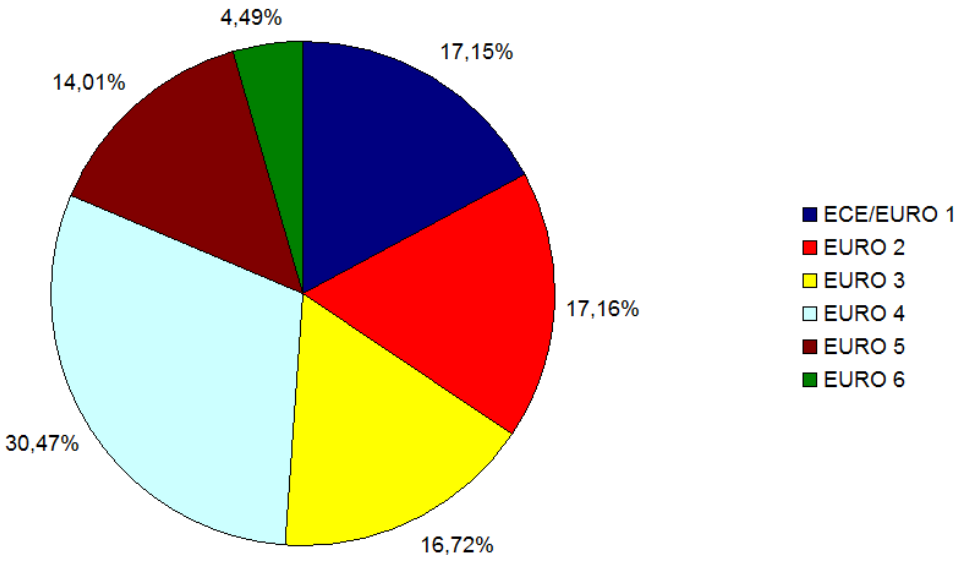


Figura 5.1.6.6 - Distribuzione automezzi alimentati a benzina per classi

5.1.7 La dimensione energetica

Sulla base dell'ultimo bilancio energetico regionale disponibile (ENEA 2008), il dato relativo al consumo finale lordo del sistema Piemonte si attesta su un valore pari a 10.846 ktep, che, rapportato al valore obiettivo ipotizzato al 2020 dal d.m. "Burden Sharing" pari a 11436 ktep, rileva ancora un margine pari a circa 590 ktep (5,1%).

Analizzando la ripartizione dei vettori energetici negli usi finali, emerge come il gas naturale rappresenti di gran lunga il vettore più utilizzato, arrivando a coprire il 42,1% dei consumi finali contro il 35,3% dei consumi finali dei prodotti petroliferi, principalmente utilizzati nei trasporti. Il consumo di energia elettrica rappresenta complessivamente il 20,35% dei consumi negli usi finali, con una ripartizione che registra il primato del settore produttivo (52,3% del consumo totale di elettricità) rispetto ai settori residenziale e terziario, che insieme ne assorbono il 46%.

Per quanto concerne invece i consumi di energia elettrica (Fonte TERNA), l'ultimo bilancio disponibile (2010)

registra valori di richiesta sulla rete piemontese pari a 27.151 GWh e di consumo finale pari a 25.433 GWh. Per quanto attiene alla generazione elettrica il parco impianti regionale ha complessivamente registrato nel decennio 2000 -2010 un importante sviluppo in termini di potenza efficiente netta. Tale periodo è risultato scandito da una prima fase (2004-2007) caratterizzata dal processo di ristrutturazione del parco centrali termoelettriche, con progetti di "repowering" e "revamping" di impianti esistenti e con progetti di nuove centrali a ciclo combinato, nonché da una seconda fase, coincisa con gli ultimi anni, contraddistinta dalla proliferazione degli impianti FER e, in particolare, dalla tumultuosa crescita degli impianti fotovoltaici a terra.

Nell'ambito di tale evoluzione, il parco impianti piemontese è passato da un dato di potenza efficiente netta relativo all'anno 2000 pari a 5.430 MW, a cui ha corrisposto una produzione netta di 17.247 GWh, ad un dato relativo al 2010 pari a 9.191 MW (di cui il 41% alimentato da fonti rinnovabili), a cui ha corrisposto una produzione di 23.550 GWh. Per effetto di tale processo il deficit di produzione, in rapporto alla richiesta, si è considerevolmente ridotto al 17,3%, rispetto al 42,3% che caratterizzava l'anno 2000.

Infine il Piemonte, nella sua veste di regione di frontiera confinante con la Francia e la Svizzera, assolve il duplice ruolo strategico di interconnettere il sistema elettrico nazionale con quelli d'oltralpe (import 2010 pari a 11.935 GWh a cui si aggiungono i transiti che attraversano la Valle d'Aosta) e di servire da piattaforma per il transito dell'energia elettrica importata dall'estero verso le altre regioni italiane (cessione 2010 pari a 7.239 GWh).

5.2 La zonizzazione del territorio ai fini della qualità dell'aria

Come accennato nel capitolo dedicato all'inquadramento normativo, lo stralcio di Piano "*Indirizzi per la gestione di episodi acuti di inquinamento atmosferico*" ha regolamentato la gestione di episodi acuti di inquinamento atmosferico su due livelli territoriali diversi: le **Zone di Piano** e le **Zone di Mantenimento**. Questa ripartizione del territorio tra zone a rischio (Zone di Piano) e zone (Zone di mantenimento), in cui sostanzialmente la qualità dell'aria era buona e quindi sarebbe stato sufficiente mantenerla tale, era frutto di una ottemperanza a criteri che facevano capo all'articolo 3 del decreto ministeriale 20 maggio 1991 (*Criteri per l'elaborazione dei piani regionali per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria*) e all'articolo 9 del secondo decreto ministeriale 20 maggio 1991 (*Criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria*). Questi criteri, sono stati superati oggi dalla legislazione vigente che predilige un approccio uniforme su tutto il territorio e misure focalizzate sulla riduzione delle emissioni indipendentemente da dove esse avvengano.

In relazione ai limiti di qualità dell'aria di alcuni inquinanti (limiti che peraltro sono assolutamente simili a quelli tuttora in vigore, in quanto valutati per i loro effetti sulla salute pubblica, e non come obiettivi più o meno ambiziosi da raggiungere) è stata elaborata la Valutazione della qualità dell'aria nella Regione Piemonte - Anno 2001 approvata con la D.G.R. n. 109-6941 del 5 agosto 2002.

Sulla base della valutazione della qualità dell'aria 2001, si è proceduto ad adeguare la zonizzazione del territorio e a definire i criteri per la predisposizione e la gestione dei Piani di Azione (D.G.R. n.14-7623 dell'11 novembre 2002):

- Zonizzazione 2001 (allegato 1 D.G.R. n. 14-7623 dell'11 novembre 2002)
- Carta d'insieme della zonizzazione
- Elenco dei Comuni piemontesi e loro zonizzazione
- Indirizzi per la predisposizione e la gestione dei piani di azione (allegato 2 D.G.R. n. 14-7623 dell'11 novembre 2002)

Il recepimento nazionale della Direttiva aria che il con il d.lgs. n. 155/2010 ha delineato un nuovo quadro gestionale della qualità dell'aria, ha portato a un processo di revisione di tutti gli strumenti a servizio della valutazione della qualità dell'aria: il programma di valutazione (rete & modelli) e la zonizzazione del territorio per primi.

In particolare, l'articolo 3 del suddetto decreto legislativo stabilisce che le Regioni e le Province, nel rispetto dei criteri indicati nell'Appendice I, redigano appositi progetti recanti la suddivisione territoriale in zone e agglomerati da classificare ai fini della valutazione della qualità dell'aria, stabilendo altresì che le zonizzazioni vigenti alla data di entrata in vigore del decreto stesso siano rivalutate sulla base della suddetta Appendice I.

L'articolo 4 specifica i criteri per la classificazione territoriale, prevedendo inoltre che i progetti di classificazione e zonizzazione del territorio siano revisionati almeno ogni cinque anni.

Il d.lgs. 155/2010 prevede inoltre che ciascun progetto di zonizzazione corredato dalla classificazione deve essere trasmesso al Ministero dell'Ambiente e all'Ispra per la valutazione di conformità del progetto alle disposizioni del decreto e di coerenza dei progetti di zonizzazione regionali relativamente alle zone di confine.

Per tali motivi, con deliberazione della Giunta regionale 29 dicembre 2014 n. 41-855, la Regione Piemonte, ha approvato la nuova zonizzazione del territorio regionale relativa alla qualità dell'aria ambiente e individuato gli strumenti utili alla sua valutazione tra i quali, ad esempio, il programma di valutazione. Il Programma di Valutazione definito dal d.lgs. n. 155/2010 è "il programma che indica le stazioni di misurazione della rete di misura utilizzate per le misurazioni in siti fissi e per le misurazioni indicative, le tecniche di modellizzazione e le tecniche di stima obiettiva; e prevede che le stazioni di misura utilizzate risultino conformi a precise disposizioni in riferimento agli obiettivi di qualità dei dati ed ai criteri di ubicazione".

Conformemente al rinnovato assetto di disciplina della tutela della qualità dell'aria, la Direzione Ambiente di Regione Piemonte, con la collaborazione di ARPA Piemonte ha predisposto sia il progetto relativo alla nuova zonizzazione e classificazione del territorio, sia il nuovo Programma di Valutazione.

Entrambi i suddetti atti sono stati trasmessi al Ministero dell'Ambiente per le valutazioni di pertinenza.

Con nota prot. DVA-2012-0021668 del 11/9/2012, il Ministero dell'Ambiente ha comunicato l'esito favorevole delle proprie valutazioni di conformità sui progetti di zonizzazione e classificazione del territorio regionale; mentre con successiva nota prot. DVA-2013-0030115 del 23/12/2013, il Ministero dell'Ambiente ha comunicato l'esito favorevole sul Programma di Valutazione.

In particolare il progetto relativo alla nuova zonizzazione e classificazione del territorio, sulla base degli obiettivi di protezione per la salute umana per gli inquinanti NO_2, SO_2, C_6H_6, CO, PM_{10}, $PM_{2,5}$, Pb, As, Cd, Ni, B(a)P, nonché obiettivi a lungo termine per la protezione della salute umana e della vegetazione relativamente all'ozono, ha ripartito il territorio regionale 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

In conformità all'articolo 16 della decisione 850/2011/EU e all'articolo 19 del d.lgs. 155/2010, la nuova zonizzazione e classificazione del territorio regionale è divenuta applicabile per i relativi obblighi di reporting delle informazioni sulla qualità dell'aria del 2014.

5.3 La consultazione pubblica sulla Qualità dell'Aria

L'Assessorato all'Ambiente della Regione Piemonte ha elaborato e diffuso on-line sulle proprie pagine web – nel periodo compreso tra l'11 maggio ed il 31 agosto 2015 – un questionario a compilazione volontaria dedicato alla tematica "Qualità dell'Aria" rivolto alla cittadinanza e finalizzato alla raccolta di informazioni che verranno analizzate,

valorizzate ed utilizzate per integrare la redazione dei contenuti del Piano Regionale di Qualità dell'Aria.

La consultazione è ormai una prassi della Commissione Europea, che per temi specifici o in previsione di un'iniziativa legislativa futura, decide di consultare le parti interessate per assicurare la coerenza e la trasparenza delle azioni da intraprendere. Anche il Governo italiano (con il portale partecipa.gov.it) sostiene l'utilizzo dello strumento della consultazione sulle politiche pubbliche da parte delle Pubbliche Amministrazioni italiane. La Regione Piemonte, allo stesso modo, ha ritenuto necessario costruire la propria azione politica partendo da questa forma di democrazia partecipativa.

Gli obiettivi di questa iniziativa promossa dall'Assessorato all'Ambiente della Regione Piemonte – che nelle 16 settimane di operatività ha raccolto le risposte di 1847 partecipanti all'indagine, il 98% dei quali residente in Piemonte – erano molteplici:

- raccogliere le consuetudini dei cittadini, per comprendere meglio quali siano i comportamenti che quotidianamente incidono sulle emissioni in atmosfera di agenti inquinanti;
- assicurare che le preoccupazioni e aspirazioni dei cittadini fossero comprese e considerate;
- valutare la percezione che il territorio ha in merito a quanto finora è stato fatto dall'amministrazione per contrastare l'inquinamento atmosferico;
- fornire degli approfondimenti tematici sugli argomenti trattati dalla consultazione grazie a delle schede tratte dalla "Relazione sullo stato dell'ambiente in Piemonte 2014", realizzate da Regione e Arpa Piemonte.

Per informazione si segnala che tra il dicembre 2012 e il marzo 2013 la Commissione Europea propose un questionario similare , usato per redigere l'ultimo pacchetto di politiche per la qualità dell'aria in Europa del dicembre 2013. A questo questionario pubblico parteciparono 1934 soggetti per l'intero territorio europeo.

Per la realizzazione del questionario è stato utilizzato "EU Survey" , strumento ufficiale per la costruzione di sondaggi e consultazioni della Commissione Europea, open source a disposizione di tutti i cittadini europei a titolo gratuito; i dati raccolti sono poi stati elaborati dal Settore Statistico della Regione Piemonte.

I piemontesi, principali destinatari del sondaggio, hanno potuto esprimere la propria opinione in maniera anonima alle 36 domande della consultazione organizzate nelle 8 sezioni di seguito riportate:

- domande introduttive
- la sua opinione sull'inquinamento atmosferico
- inquinamento atmosferico e salute dei cittadini
- fonti di inquinamento ed emissioni
- informazioni sulla qualità dell'aria
- inquinamento atmosferico: trasporti
- inquinamento atmosferico: efficientamento energetico
- qualità dell'aria: azioni e attori

Si vuole infine ribadire che il periodo d'indagine della survey lanciata dalla Regione Piemonte ha preceduto alcune vicende strettamente connesse alla qualità dell'aria a cui i mezzi di informazione hanno dato ampia diffusione: lo scandalo "Diesel Gate" (fine settembre 2015), la conferenza internazionale delle Nazioni Unite sul clima, la "Conference of the parties" (Cop21) tenutasi a Parigi dal 30 novembre all'11 dicembre 2015, l'emergenza smog in Pianura Padana (novembre – dicembre 2015) determinata dalla prolungata assenza di precipitazioni combinata ad un'insolita scarsità di giornate ventose.

Quindi, le risposte raccolte, non sono state oggetto dell'influenza di tali avvenimenti.

Si segnala che alcune delle domande permettevano la possibilità di fornire risposta multipla (segnalate con il simbolo □); di conseguenza le percentuali rilevate per queste domande segnalano valori superiori al 100%.

Di seguito il dettaglio dei risultati raccolti.

5.3.1 Introduzione all'analisi delle risposte

Il questionario è rimasto on-line per 11 settimane, dall'11 maggio al 31 agosto 2015, raccogliendo le risposte di 1847 cittadini, il 98% dei quali residente in Piemonte.

Per quanto concerne le caratteristiche socio-demografiche dei partecipanti all'indagine, il 31% dei rispondenti ha età inferiore ai 40 anni e circa il 67% età compresa tra i 40 e 69 anni.

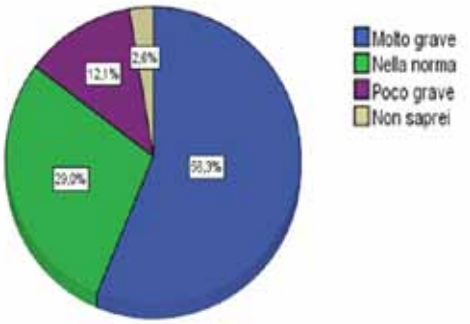
Per il 65% si tratta di lavoratori dipendenti - nel 22% dei casi con attività professionale associata a tematiche ambientali - e di cittadini con un profilo di istruzione medio-alto.

5.3.2 La Sua opinione sull'inquinamento atmosferico

La maggior parte dei rispondenti (56% circa) ha una percezione del livello dell'inquinamento molto grave mentre il 29% lo ritiene ancora nella norma, solo l'11% lo ritiene poco grave. Una differenza statisticamente significativa sussiste nella percezione tra chi lavora nel settore ambientale - per i quali la gravità è meno rilevante (molto grave 52%, nella norma 31%, poco grave 16%) - rispetto agli altri.

E' stata rilevata la percezione dei cittadini rispetto alla gravità dell'inquinamento atmosferico nella Pianura Padana rispetto ad altre zone di Italia: ben il 71% lo ritiene decisamente più grave che in altre zone d'Italia e il 23 % non più grave che altrove.

Secondo Lei nel suo Comune l'inquinamento atmosferico è...?



5.3.3 Inquinamento atmosferico e salute dei cittadini

C'è un'effettiva consapevolezza sull'influenza dell'inquinamento atmosferico sia sulla salute dei cittadini (95%) che sulla spesa sanitaria del sistema regionale (92%) mentre il 5% ritiene che il problema riguardi solo la salute delle fasce più deboli (quali bambini, anziani e soggetti con problemi respiratori) e il 7% che il problema economico gravi solo a livello personale.

5.3.4 Fonti di inquinamento ed emissioni

Secondo i partecipanti al sondaggio emerge che le 3 cause principali di inquinamento individuate (si ricorda che potevano scegliere fino a 3 cause) sono il traffico veicolare privato (scelta dall'81%), il traffico per trasporto merci (scelta dal 54%) ed il riscaldamento civile (scelta dal 57%).

Quali sono, secondo Lei, le cause principali dell'inquinamento dell'aria

(*possibile dare fino a 3 risposte*)	Risposte	%
traffico veicolare privato	1501	81.27%
traffico da trasporto pubblico	240	12.99%
traffico per il trasporto delle merci	996	53.93%
grande impresa manifatturiera	532	28.8%
piccola e media impresa	210	11.37%
grandi centrali termiche	458	24.8%
riscaldamento civile	1053	57.01%
agricoltura e zootecnia	231	12.51%
Non risponde	0	0%

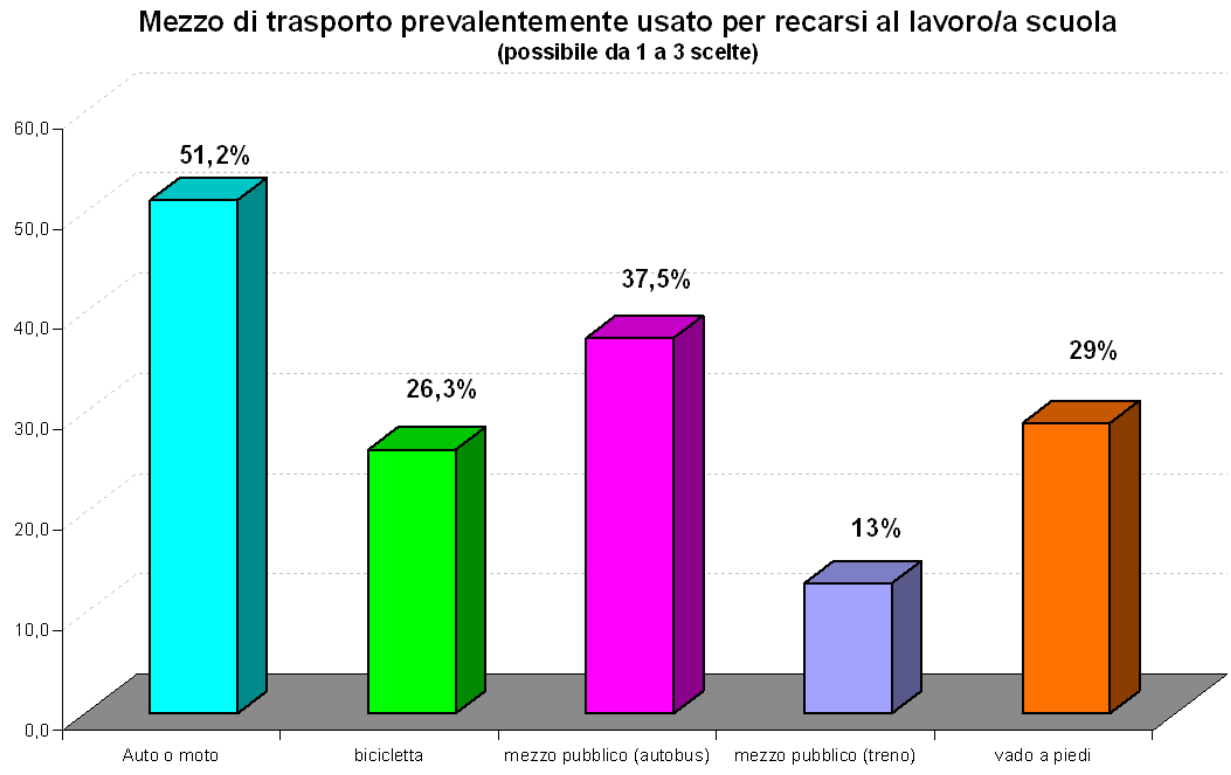
5.3.5 Informazioni sulla qualità dell'aria

Il 93% dei rispondenti è a conoscenza della presenza sul territorio di strumenti di controllo e monitoraggio della qualità dell'aria e quasi l'80% conferma di aver consultato dati ed informazioni sulla qualità dell'aria.

I mezzi attraverso cui gli intervistati dichiarano di informarsi sulle problematiche legate all'inquinamento atmosferico sono principalmente i mezzi generici di informazione (tv, radio, quotidiani) per il 44% ed internet per il 40%.

E' stato chiesto di individuare i due comportamenti ritenuti più adeguati per contribuire al miglioramento della qualità dell'aria ed il 72% dei cittadini ha indicato l'utilizzo dei mezzi di trasporto pubblici per gli spostamenti quotidiani, il 62% l'utilizzo della bicicletta ed il 32% l'acquisto di un'auto ecologica; sono ancora pochi (8%) coloro che individuano nell'utilizzo del car sharing un mezzo idoneo per contrastare l'inquinamento atmosferico.

Malgrado ciò, emerge che solo il 37% dei rispondenti utilizza i mezzi pubblici per i propri spostamenti quotidiani ed il 26% la bicicletta; il mezzo di trasporto più utilizzato dai cittadini (51%) è il mezzo privato.

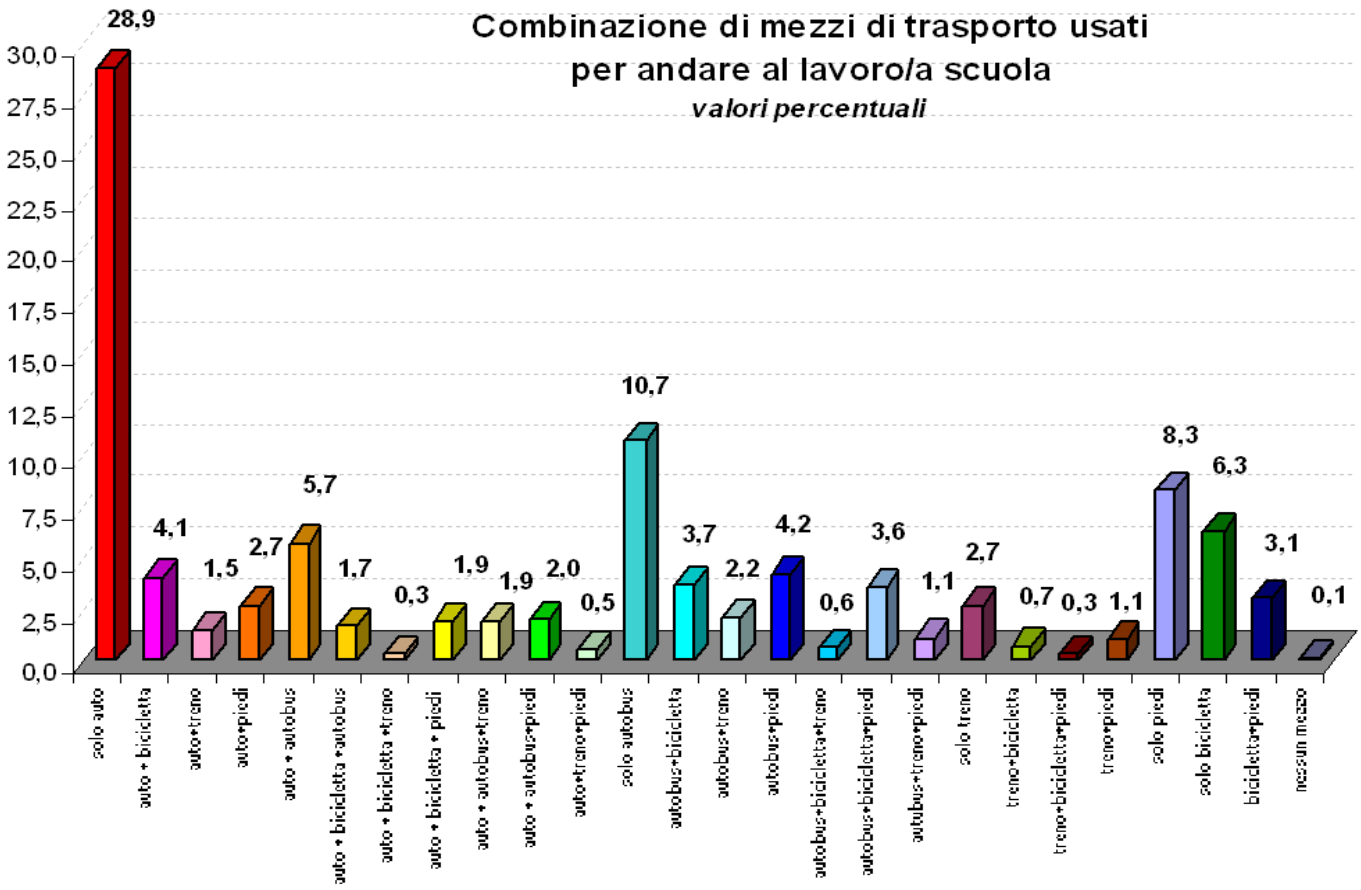


Il quesito prevedeva risposte multiple per cui nella combinazione dei mezzi utilizzati si rileva che il 29% dei rispondenti utilizza solo l'auto, il 15% solo l'autobus, il 6% solo la bicicletta mentre l'8% si reca al lavoro esclusivamente a piedi.

Per quel che concerne la mobilità elettrica, i fattori che secondo i rispondenti potrebbero incrementarne l'utilizzo sono legati principalmente alle caratteristiche delle vetture (riduzione dei costi delle vetture per il 51% e maggior autonomia per il 22%) e solo in parte alle peculiarità dell'infrastruttura (che, per il 19% dovrebbe essere dotata di più colonnine di ricarica).

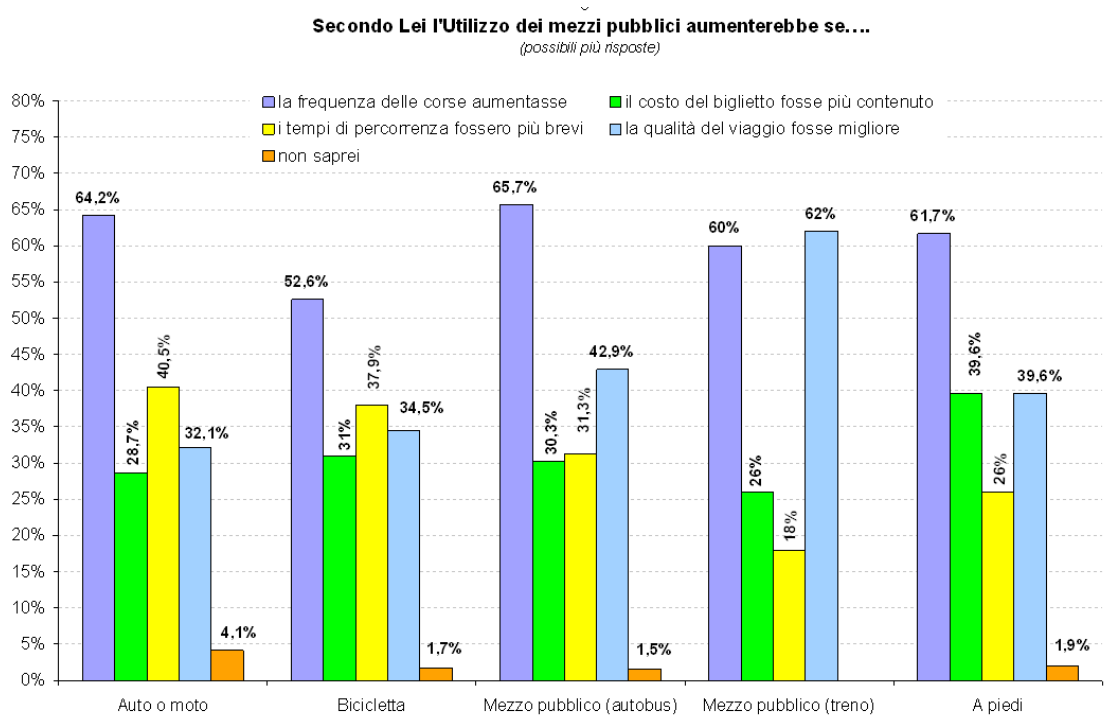
I cittadini, tuttavia, individuano alcuni fattori che potrebbero incrementare l'utilizzo del trasporto pubblico e della bicicletta ponendo al primo posto – rispettivamente – l'aumento della frequenza delle corse (per il 63%) e l'ampliamento della rete delle piste ciclabili (per il 70%).

Nell'ambito di questa sezione dedicata alla relazione tra inquinamento atmosferico ed i comportamenti adottati dai cittadini nei propri spostamenti quotidiani è stato effettuato un approfondimento: partendo dalla domanda "Quale mezzo di trasporto usa per recarsi a lavoro / a scuola?" (che prevedeva la possibilità di fornire fino a 3 risposte) si è individuata l'utenza di chi ha dichiarato di usare esclusivamente un unico mezzo di trasporto tra quelli proposti; il dato ricavato da questo "affinamento" relativo ai comportamenti quotidiani è stato quindi utilizzato con l'insieme delle domande che definiscono la possibilità di miglioramento dei mezzi di trasporto utilizzati quotidianamente.

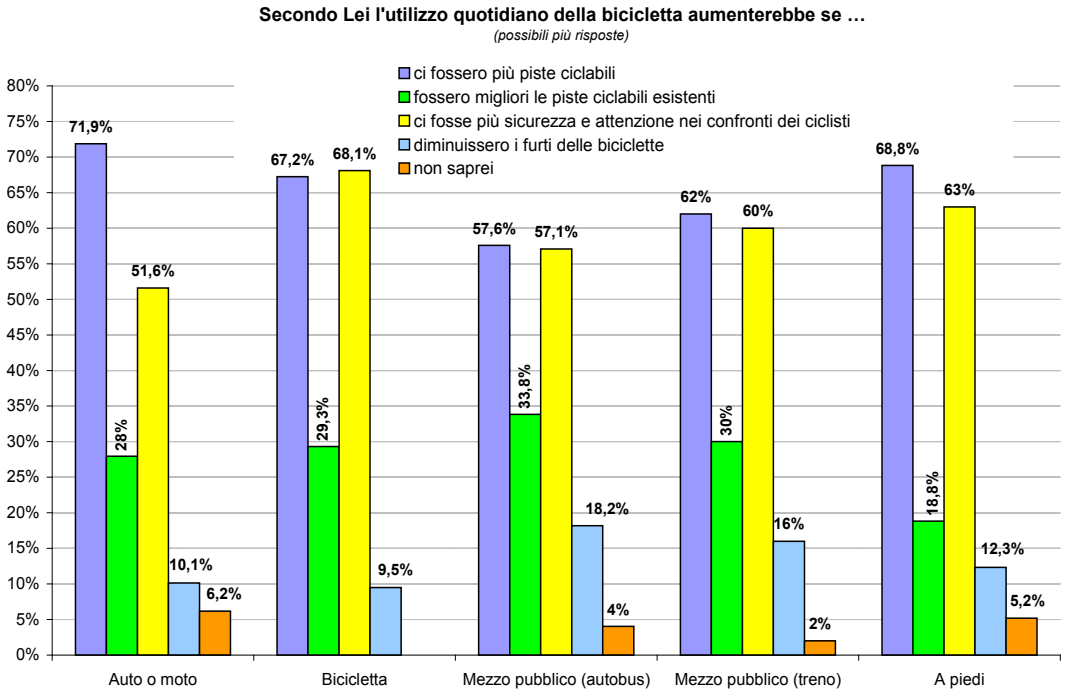


Dai risultati di questa domanda emerge che i fruitori del mezzo pubblico basano principalmente la propria scelta sull'economicità (40% per coloro che adoperano l'autobus e 48% per coloro che adoperano il treno); per coloro che utilizzano il mezzo privato motorizzato (auto o moto) la scelta parrebbe obbligata per mancanza di valide alternative (58,7%); la comodità risulta un fattore prioritario per coloro che utilizzano la bicicletta (36,2%) o vanno a piedi (51,9%).

Per i ciclisti si evidenzia anche una percentuale molto alta relativamente al parametro della velocità di percorrenza che il mezzo a due ruote garantisce loro (44,8%)

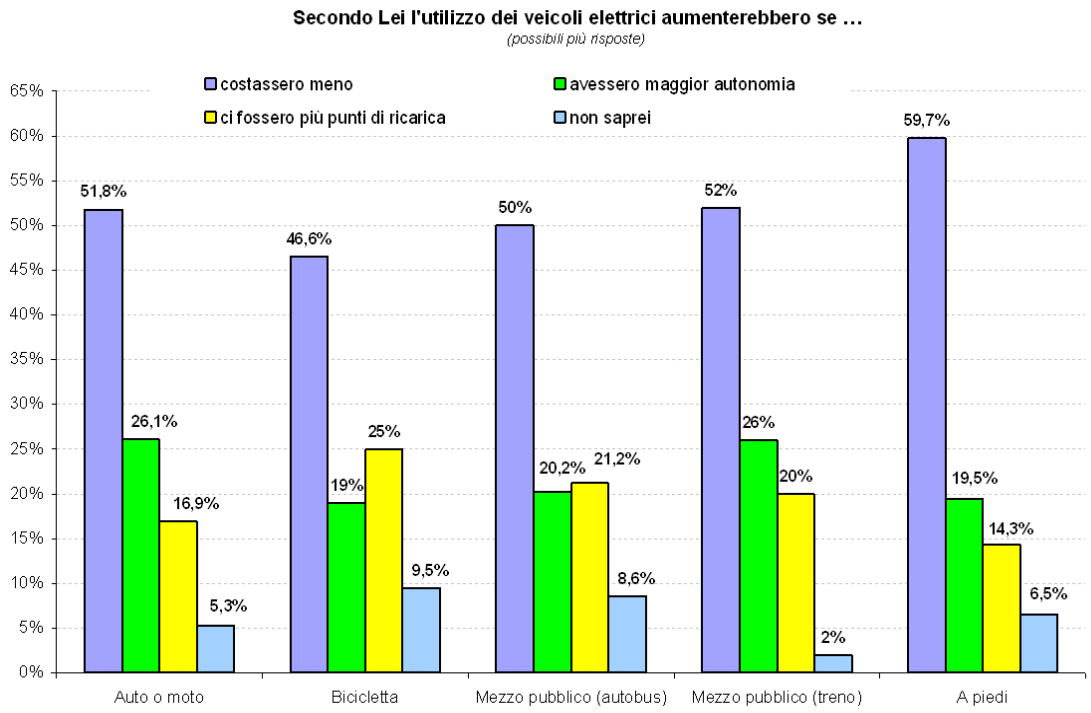


La valutazione di tutti gli utenti riconosce in modo unanime che l'aumento delle corse dei mezzi pubblici sarebbe la migliore misura per incrementare l'utilizzo degli stessi; tuttavia gli utilizzatori effettivi dei mezzi pubblici forniscono delle indicazioni interessanti sui mezzi utilizzati quotidianamente:per i viaggiatori che si spostano in treno il valore relativo alla **qualità del viaggio** si attesta come fattore che prioritariamente potrebbe aumentarne l'utilizzo (62%); i viaggiatori che si spostano in autobus ribadiscono la priorità della frequenza delle corse (65,66%) quale fattore che maggiormente potrebbe incrementarne l'attrattività mentre la qualità del viaggio mantiene una percentuale piuttosto alta (43%)



Per la mobilità ciclistica i fattori ritenuti più efficaci per l'incremento dell'utilizzo della bicicletta sono la costruzione di nuove piste ciclabili seguito da una maggiore sicurezza nei confronti dei ciclisti

Il quesito relativo all'incremento dell'utilizzo del veicolo elettrico concentra, unanimemente, sulla riduzione dei costi di queste vetture l'elemento che potrebbe aumentarne l'utilizzo.



5.3.6 L'inquinamento atmosferico: efficientamento energetico

Nel campo dell'efficientamento energetico, la percezione dei cittadini che hanno partecipato alla consultazione, pone ai primi posti dei comportamenti da adottare per contrastare l'inquinamento atmosferico, l'installazione di pannelli solari o di caldaia di acqua calda sanitaria ad alta efficienza energetica (45%) e la riduzione dei consumi energetici residenziali (44%)

Alla domanda che individua la tipologia energetica installata nella propria abitazione si riscontra che il 42% possiede una caldaia ad elevata efficienza energetica, il 35% ha installato le valvole termostatiche e solo il 17% si avvale del teleriscaldamento.

5.3.7 Qualità dell'Aria: azioni e attori

Per coloro che hanno risposto al questionario è evidente che gli attori il cui impegno è fondamentale per migliorare la qualità dell'aria sono le Amministrazioni pubbliche seguite a ruota dai cittadini. Ben il 58% dei rispondenti è conscio che i propri comportamenti possano sicuramente incidere sul miglioramento della qualità dell'aria, mentre il 39% ritiene che possano incidere solo in piccola misura.

E' stato inoltre chiesto cosa i cittadini sarebbero disposti a fare per migliorare la qualità dell'aria nella Regione e le 3 azioni più condivise (si ricorda che la domanda prevedeva più risposte) che emergono sono:

- riduzione delle perdite di calore negli edifici in cui si vive (scelta dal 57% dei rispondenti)
- maggior utilizzo dei mezzi pubblici (scelta dal 56% dei rispondenti)
- impiego di mezzi senza motore (scelta dal 41% dei rispondenti)

Alla domanda "Secondo Lei, la Regione Piemonte, come dovrebbe indirizzare le risorse pubbliche per migliorare

la qualità dell'aria?" le risposte raccolte hanno disegnato le seguenti priorità: il 60% degli aderenti la consultazione ritiene che sia necessario finanziare il trasporto pubblico per migliorarlo; il 38% di dare incentivi ai privati per la riqualificazione energetica degli edifici privati esistenti. Meno sentito l'incentivo ai privati per l'utilizzo del mezzo pubblico (17%) e l'incentivazione al rinnovo del parco circolante obsoleto (13%); un po' più auspicati gli incentivi per la riqualificazione energetica degli edifici pubblici esistenti (20%).

Secondo Lei, la Regione Piemonte, come dovrebbe indirizzare le risorse pubbliche per migliorare la qualità dell'aria?

(possibile dare fino a 2 risposte)	Risposte	%
Erogare contributi ai privati per incentivare l'utilizzo dei mezzi pubblici	311	16.84
Finanziare il sistema di trasporto pubblico locale per migliorarlo	1102	59.66
Ampliare la rete di teleriscaldamento	227	12.29
Incentivi ai privati per la riqualificazione energetica degli edifici esistenti	700	37.9
Incentivi per la riqualificazione energetica degli edifici pubblici esistenti	377	20.41
Incentivazione alle aziende per il miglioramento dei cicli produttivi	206	11.15
Incentivazione delle filiere corte nel commercio	238	12.89
Incentivazione ai consorzi di gestione dei reflui zootecnici	56	3.03
Incentivazione alla rottamazione degli autoveicoli obsoleti	235	12.72
Altro	93	5.04
Non risponde	0	0

5.4 La meteorologia e la sua influenza sulla qualità dell'aria

Il Piemonte è un territorio particolarmente variegato dal punto di vista morfologico e la sua intrinseca complessità ne definisce e regola la peculiarità climatica. L'area è infatti zona di scontro tra le masse d'aria continentali provenienti dalla piana del Po, l'umidità proveniente dal Mediterraneo e le correnti atlantiche nord-occidentali che interagiscono con i rilievi innescando circolazioni locali e microclimi.

Le sue caratteristiche meteo-climatiche sono fortemente condizionate dal posizionamento geografico e dalla conformazione topografica dell'area che è inserita alla testata del Bacino Orografico Padano e chiusa su tre lati dai rilievi Alpini: a nord da Alpi Lepontine e Pennine, ad ovest da Alpi Cozie e Graie ed a sud da Alpi Marittime, Liguri ed Appennini.

Questa conformazione particolare "a catino", contribuisce a rendere più difficile il rimescolamento e il ricambio dell'aria, in particolare nei bassi strati, influenzando direttamente ed indirettamente il trasporto, la dispersione e la deposizione al suolo di gas e aerosol presenti in atmosfera, determinando, in autunno ed in inverno, frequenti periodo di stagnazione nelle zone pianeggianti della regione, con calme di vento ed inversioni termiche A titolo di esempio in Figura 5.4.1 un'immagine che riproduce una situazione tipica nell'area piemontese.

In generale, dal punto di vista climatico, analizzando i dati misurati dalle reti di misurazione meteorologiche storiche presenti sulla regione, si osserva che anche il clima piemontese ha subito variazioni significative negli ultimi 50 anni, in linea con quanto documentato a scala globale e certificato nell'ultimo Rapporto sul cambiamento climatico pubblicato dall'IPCC nel 2013.

Tra i parametri meteorologici che influenzano maggiormente i fenomeni di accumulo e/o dispersione degli inquinanti in atmosfera, vi sono la temperatura (in particolare per l'inquinamento da ozono), le precipitazioni, la velocità del vento e l'altezza dello strato di rimescolamento.

Figura 5.4 Stagnazione di aerosol e particelle in sospensione sul Piemonte in una giornata serena di fine novembre 2014

5.4.1 Temperature e precipitazioni

L'analisi storica dei dati misurati sulla regione Piemonte mette in evidenza una tendenza all'aumento delle temperature, in particolare nei valori massimi, significativo dal punto di vista statistico. Tale tendenza, che ha raggiunto quasi i 2°C negli ultimi 60 anni circa, come illustrato nel Grafico di Figura 5.4.1.1, è aderente a quanto evidenziato dalla letteratura per l'area alpina.

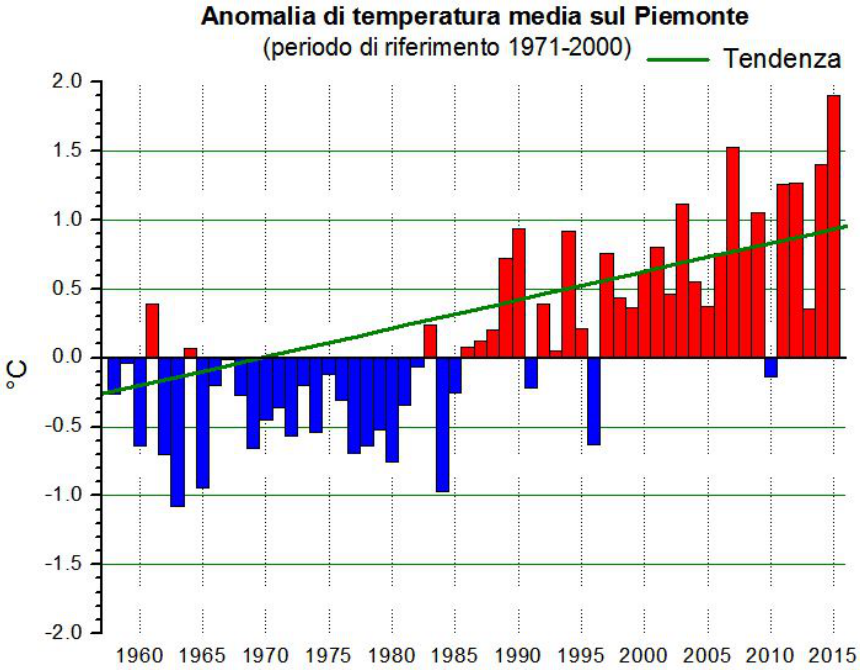


Figura 5.4.1.1 Andamento delle temperature medie annue sul Piemonte dal 1958 al 2015 rispetto alla norma climatica 1971-2000. In rosso le annate con temperatura superiore alla norma e in blu quelle con medie inferiori. La linea verde rappresenta la tendenza lineare (Elaborazione ARPA Piemonte)

Risulta invece alquanto più complesso trarre conclusioni definitive e statisticamente robuste sull'andamento delle precipitazioni negli ultimi decenni, anche a causa della natura discontinua sia nel tempo sia nello spazio di questo particolare fenomeno meteorologico.

Se i quantitativi cumulati medi annui non mostrano tendenze significative in termini di aumento o diminuzione, va notato tuttavia che, nell'ultimo decennio, il numero di giornate piovose medie annue è risultato in diminuzione su gran parte della regione, come si osserva in Figura 5.4.1.2.

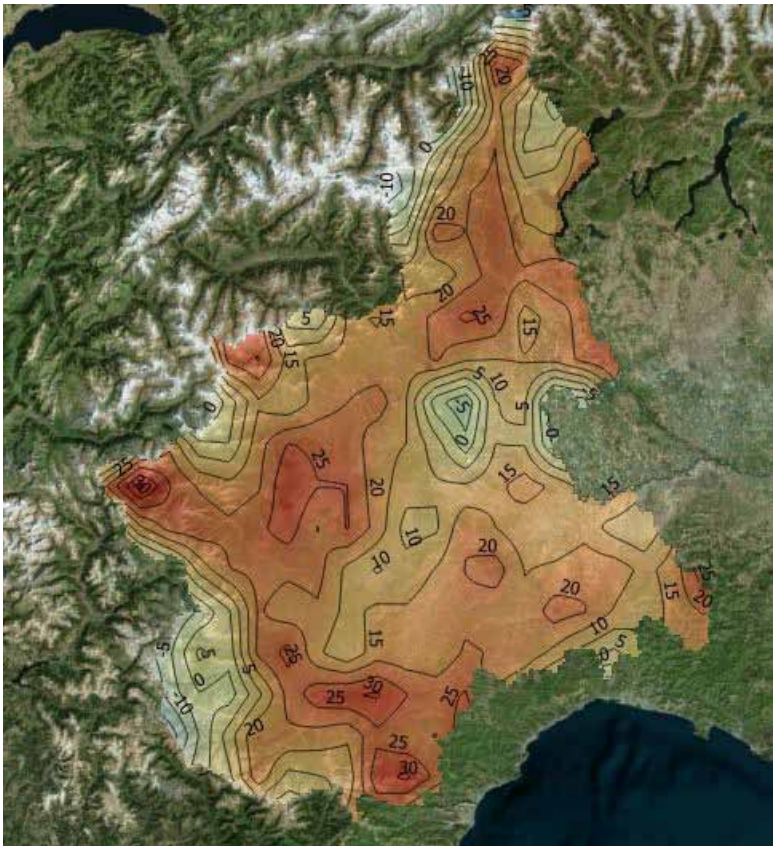


Figura 5.4.1.2 - Numero medio annuo di giorni senza precipitazione osservati nel decennio 2014-2005 rispetto alla norma climatica del trentennio di riferimento 1971-2000 (Elaborazione Arpa Piemonte)

Questa tendenza generale alla diminuzione dei giorni piovosi (dalla Figura 5.4.1.2 si vede che mediamente mancano dai 10 ai 25 giorni di pioggia l'anno nell'ultimo decennio) va quindi considerata attentamente in quanto viene a viene a mancare in parte uno dei meccanismi più efficaci nella rimozione degli inquinanti in atmosfera.

Tali tendenze globali e storiche sono state confermate anche per il 2015, che infatti è risultato essere in Piemonte il più caldo degli ultimi 60 anni, con un'anomalia termica positiva di circa 2°C rispetto alla climatologia del periodo 1971-2000. In particolare, un contributo rilevante all'anomalia termica positiva è stato dato dalle temperature dei mesi di novembre e dicembre, durante i quali il campo di alta pressione si è consolidato ed è perdurato a lungo causando uno dei periodi più siccitosi registrati sulla nostra regione negli ultimi decenni. A partire da fine ottobre 2015, infatti, è iniziato un lungo periodo senza piogge significative (ovvero maggiori di 5 mm medi giornalieri sulla regione) che si è protratto fino a febbraio 2016, influenzando in modo fortemente negativo la qualità dell'aria in Piemonte. Si è trattato di un evento eccezionale, probabilmente legato a condizioni climatiche a larga scala a loro volta guidate da un anomalo episodio di fase positiva del *Niño*, ma che risulta comunque un aspetto caratterizzante del clima Piemontese.

ordine	DATA INIZIO			DATA FINE			GIORNI
	ANNO	MESE	GIORNO	ANNO	MESE	GIORNO	
1	1999	11	12	2000	03	27	137
2	1997	01	05	1997	04	26	112
3	1980	11	29	1981	03	15	107
4	**2015**	**10**	**29**	**2016**	**02**	**03**	**97**
5	2004	12	28	2005	03	25	88
6	1988	12	03	1989	02	23	83
7	1992	12	10	1993	02	27	80
8	2003	01	22	2003	04	09	78
9	1973	01	24	1973	04	08	75
10	2001	11	12	2002	01	23	73

Figura 5.4.1.3 - Periodi consecutivi più lunghi con precipitazione giornaliera inferiore ai 5mm medi sul Piemonte dal dicembre 1957 ad oggi (Dati ed elaborazioni ARPA Piemonte)

La tabella riportata in Figura 5.4.1.3 mostra i periodi consecutivi più lunghi di precipitazioni medie giornaliere inferiori ai 5 mm, osservati negli ultimi 60 anni. Si può notare come la stagione invernale in Piemonte risulti particolarmente sensibile a questo tipo di scarsità prolungata di precipitazioni, spesso legate a condizioni di alta pressione persistente. Inoltre va evidenziato che la metà di questi episodi sono stati registrati negli ultimi 15 anni, a partire dal 2000.

5.4.2 Vento

Il vento influisce in modo rilevante sulle dinamiche di dispersione in atmosfera: venti intensi causano l'allontanamento delle sostanze emesse dalle sorgenti disperdendole rapidamente, mentre venti deboli, spesso associati a perduranti condizioni anticicloniche, favoriscono l'accumulo delle sostanze inquinanti. Inoltre l'interazione del campo di vento con la superficie terrestre genera turbolenza di origine meccanica e le disomogeneità del terreno inducono lo sviluppo di dinamiche locali che si sovrappongono alla struttura generale della circolazione atmosferica influenzando in modo significativo la dispersione (si pensi alle brezze monte-valle o all'isola di calore urbana).

Per caratterizzare dal punto di vista anemologico il Piemonte si è fatto riferimento ad una base dati pluriennale (2004-2008) prodotta tramite la componente meteorologica del citato sistema modellistico regionale per la qualità dell'aria, nell'ambito delle simulazioni modellistiche effettuate a supporto delle Valutazioni Regionali della Qualità dell'Aria.

Dalla base dati pluriennale sono stati dapprima estratti i dati orari di velocità del vento a 10 m di altezza sul livello dell'orografia (altezza a cui solitamente sono collocati i sensori anemometrici della rete meteoidrografica) e successivamente si è provveduto a calcolare, per ogni punto griglia del dominio di simulazione, la distribuzione di frequenza dell'intensità oraria della velocità del vento, adottando la classificazione riportata nella successiva tabella.

Classe	1	2	3	4	5	6	7	8
Intervallo di riferimento (m/s)	<=0.5	0.5- 1	1- 1.5	1.5- 2	2-2.5	2.5-3	3 – 5	> 5

E' stata inoltre calcolata la distribuzione spaziale della percentuale (sul totale dei cinque anni) delle ore con velocità del vento inferiore a 0.3 m/s (valore spesso definito come "calma di vento" e corrispondente al limite strumentale di attivazione dei sensori anemometrici di una rete di monitoraggio). Le elaborazioni effettuate, le cui rappresentazioni geografiche sono riportate nelle Figure 5.4.3.1 e 5.4.3.2, mostrano come in Piemonte le classi prevalenti di velocità del vento siano quelle corrispondenti ad intensità basse, comprese cioè tra 1 m/s e 1.5 m/s o, specie sulle zone di pianura nord-orientali, molto basse, ovvero inferiori a 1 m/s; tali valori risultano essere particolarmente critici per i fenomeni di accumulo di inquinanti in atmosfera.

5.4.3 Altezza dello strato di rimescolamento

Con altezza dello strato di rimescolamento si intende l'altezza dello strato adiacente alla superficie terrestre all'interno del quale gli inquinanti emessi a livello del suolo sono dispersi verticalmente e diluiti a concentrazione uniforme (generalmente bassa). L'altezza dello strato di rimescolamento è uno dei parametri più utilizzati ai fini delle valutazioni di qualità dell'aria, in quanto permette di quantificare le dimensioni della porzione di atmosfera interessata dai fenomeni turbolenti.

L'analisi dei valori di altezza dello strato di rimescolamento è effettuata a partire dai valori massimi giornalieri estratti dalla base dati pluriennale in precedenza descritta.

Mediando i valori giornalieri su tutto il periodo (la rappresentazione geografica è riportata in Figura 5.4.3.3) possiamo osservare valori più elevati di altezza di rimescolamento nella maggior parte delle zone alpine e valori significativamente più bassi sulle pianure orientali tra vercellese e novarese. Inoltre, in corrispondenza dell'agglomerato di Torino, si osservano valori relativamente alti, probabilmente imputabili alla presenza dell'isola di calore urbana.

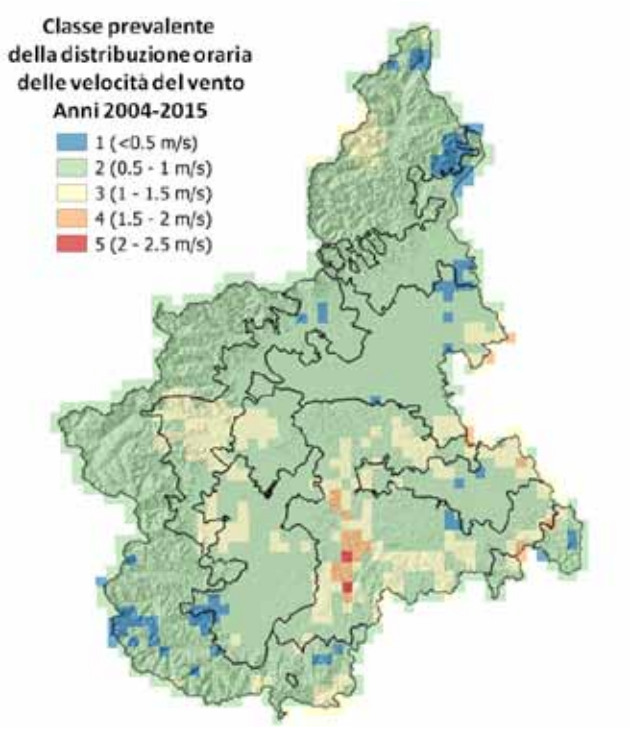


Figura 5.4.3.1 - Classe prevalente della distribuzione oraria della velocità del vento

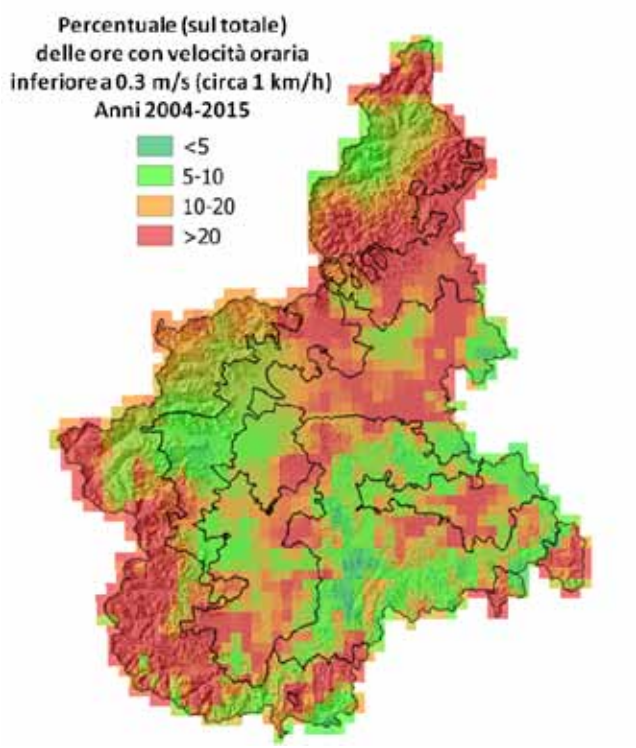


Figura 5.4.3.2 - Percentuale delle ore con velocità del vento inferiore a 0.3 m/s

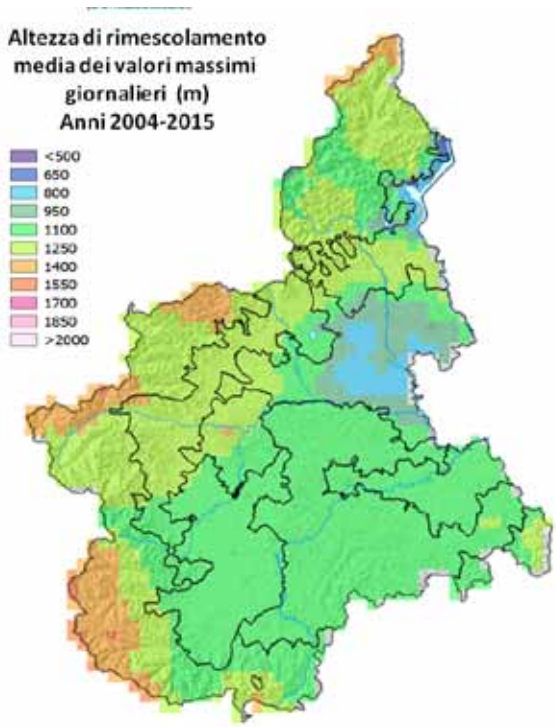


Figura 5.4.3.3 - Altezza di rimescolamento, media dei valori massimi giornalieri. A destra media su tutto il periodo, in alto a sinistra media riferita alla sola stagione estiva, in basso sinistra media riferita alla sola stagione invernale.

5.5 I fattori di pressione sulla qualità dell'aria

La pianificazione regionale sulla qualità dell'aria ha il compito di individuare ed attuare nuove strategie che consentano di ottenere continui miglioramenti nell'ambito del percorso di risanamento atmosferico. Tale obiettivo non può prescindere da un approccio di valutazione ambientale in grado di integrare i dati di monitoraggio della qualità dell'aria, le stime sulle sorgenti emissive dell'Inventario Regionale e le elaborazioni modellistiche meteodispersive. Una volta identificati gli inquinanti più critici per ogni area del territorio sulla base delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria, il passo successivo nel percorso di risanamento atmosferico è la determinazione del contributo - per ciascuno degli inquinanti e per ciascuna area – delle varie sorgenti emissive.

L'elaborazione su base comunale dei dati dell'inventario regionale (IREA), anche con una rappresentazione cartografica che consenta una immediata visualizzazione della distribuzione territoriale delle pressioni emissive, può essere utile per uno sguardo d'insieme sulla regione, ma non può essere utilizzata per le valutazioni a scala locale o per l'individuazione delle diverse responsabilità da parte delle sorgenti emissive presenti sul territorio.

Esistono modalità di elaborazione dei dati emissivi in grado di fornire maggiori informazioni sulle criticità legate alle diverse sorgenti:

- la **declinazione spaziale delle emissioni**, ovvero l'attribuzione delle emissioni alle porzioni territoriali che ne sono effettivamente responsabili, tenendo conto degli elementi cartografici disponibili (uso del suolo, layer tematici): ad esempio le emissioni da riscaldamento non sono attribuite all'intero territorio comunale, ma alle sole aree residenziali edificate; le emissioni da traffico sono assegnate ai layer di strade e autostrade; le emissioni legate alle pratiche agricole sono associate e spazializzate sulla base delle rispettive categorie di uso del suolo.
- la **declinazione temporale delle emissioni**, ovvero la distribuzione delle emissioni – stimate su base annuale nell'Inventario Regionale – nelle varie ore dell'anno, sulla base di profili di modulazione temporale (giornalieri, settimanali, annuali) specifici per ciascuna sorgente, in modo da evidenziarne il reale contributo nei periodi maggiormente critici dal punto di vista meteorologico, per la ridotta capacità dispersiva dell'atmosfera. A titolo di esempio le emissioni annuali di NOx e di PM_{10} sono state ripartite mensilmente - per il Piemonte e per la città di Torino - sulla base di profili di modulazione temporale specifici per ciascun comparto emissivo: come si può osservare dal Grafico 3, nel periodo invernale le emissioni di PM_{10} sono rappresentate per più del 75% dal riscaldamento domestico; le emissioni di NOx risultano invece quasi uniformemente distribuite nel corso dell'anno, in particolare per quanto riguarda le loro fonti principali (traffico e combustione industriale).

La combinazione tra le diverse modalità di rappresentazione delle emissioni permette di identificare – nei diversi contesti territoriali e nei diversi periodi dell'anno – le misure di riduzione delle emissioni potenzialmente più efficaci.

Va sottolineato che l'Inventario delle Emissioni è in grado di fornire solo le stime quantitative degli inquinanti primari, alcuni dei quali sono precursori degli inquinanti secondari, ma per la quantificazione delle componenti secondarie si deve fare ricorso ai modelli chimici di qualità dell'aria (cfr. "Inquinanti primari e secondari").

Grafico 1

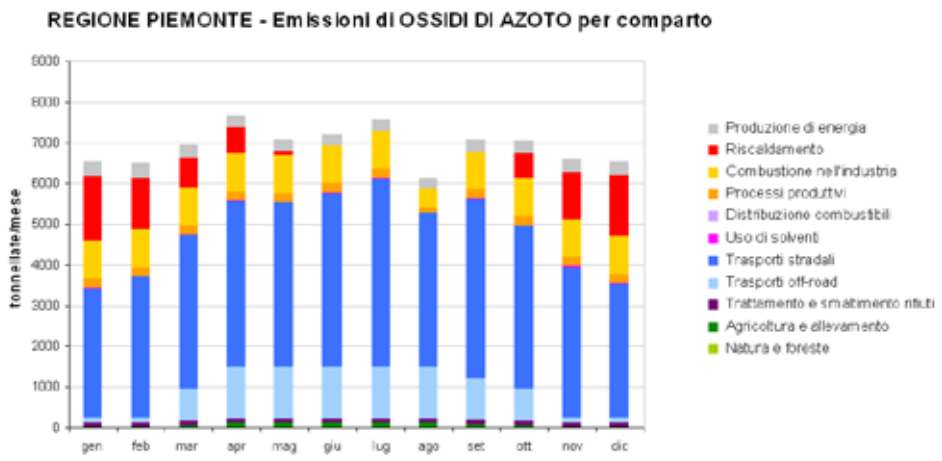


Grafico 2

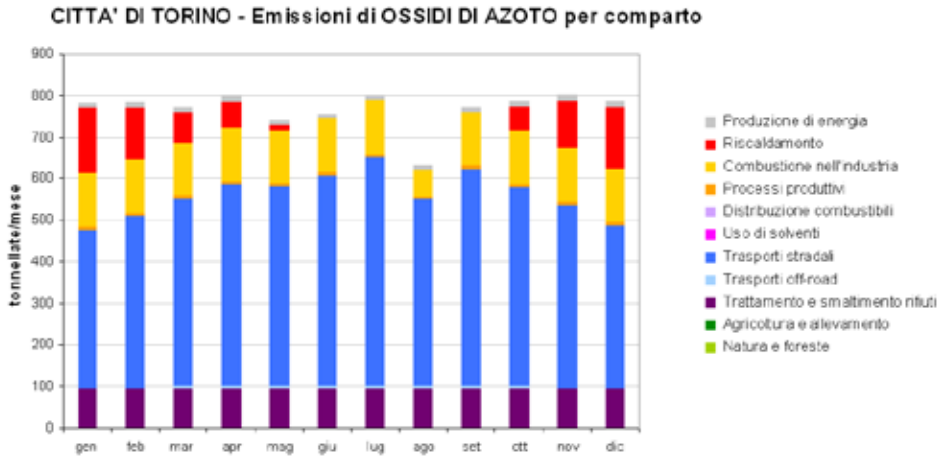


Grafico 3

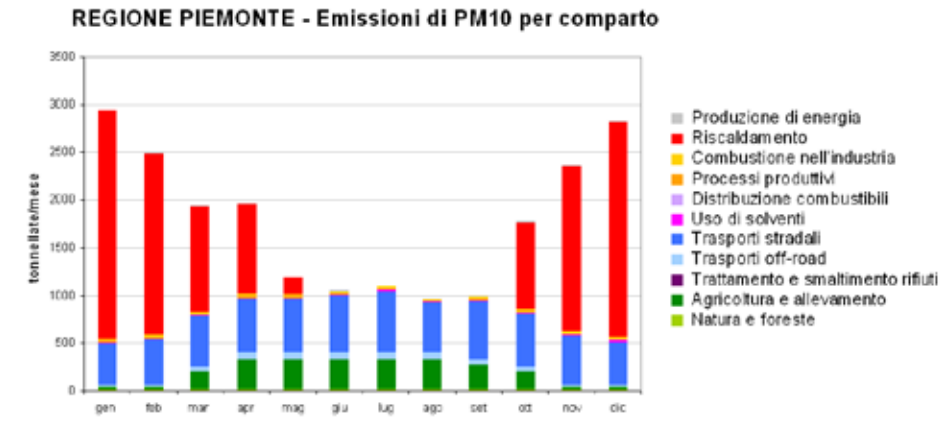


Grafico 4

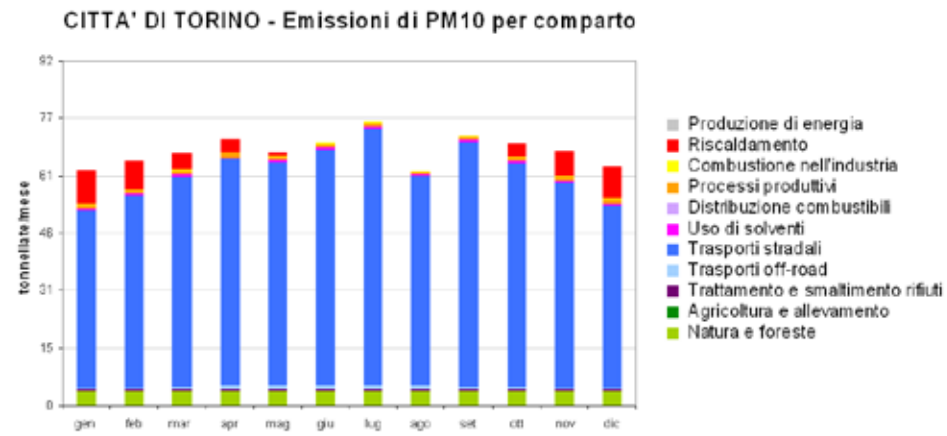


Figura 5.5.1 - Contributo dei comparti emissivi (Macrosettori SNAP) nel corso dell'anno - IREA 2010B (dati Regione Piemonte ed elaborazioni ARPA Piemonte)

5.5.1 Lo scenario emissivo base

Il quadro emissivo di partenza è rappresentato dai dati dell'ultimo Inventario Regionale delle Emissioni piemontese - realizzato dalla Regione Piemonte (Settore Risanamento Acustico, Elettromagnetico ed Atmosferico e Grandi Rischi Ambientali) - riferito all'anno 2010 (IREA Piemonte 2010B), che fornisce la stima a livello comunale delle emissioni annuali di macro e microinquinanti, disaggregate per attività emissiva ai vari livelli di classificazione SNAP (*Selected Nomenclature for Air Pollution*).

5.5.1.1 Il comparto riscaldamento

Per quanto riguarda le pressioni emissive legate al comparto riscaldamento, le maggiori responsabilità sono da ascriversi agli impianti termici civili (Figura 5.5.1.1.1), che concentrano il loro contributo nel semestre invernale. Le emissioni di ossidi di azoto (NOx espressi come NO_2) da parte del settore riscaldamento risultano accentrate nei comuni a maggiore densità abitativa in quanto legate alla volumetria residenziale; le emissioni di particolato primario (PM_{10}) risultano invece maggiormente distribuite sul territorio, concentrandosi nei centri abitati nei quali risulta più diffuso l'utilizzo della legna come combustibile (Figura 5.5.1.1.2).

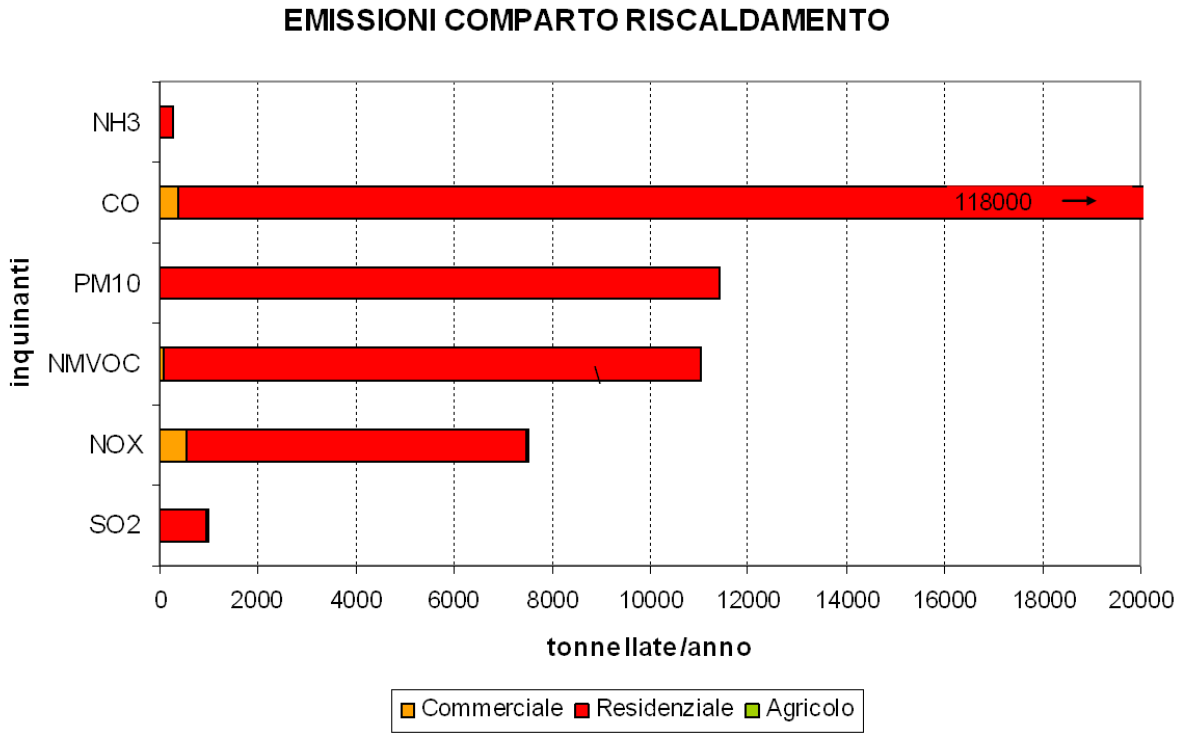


Figura 5.5.1.1.1 - Contributo dei diversi Settori alle emissioni legate al riscaldamento - IREA 2010B (dati Regione Piemonte ed elaborazioni ARPA Piemonte)

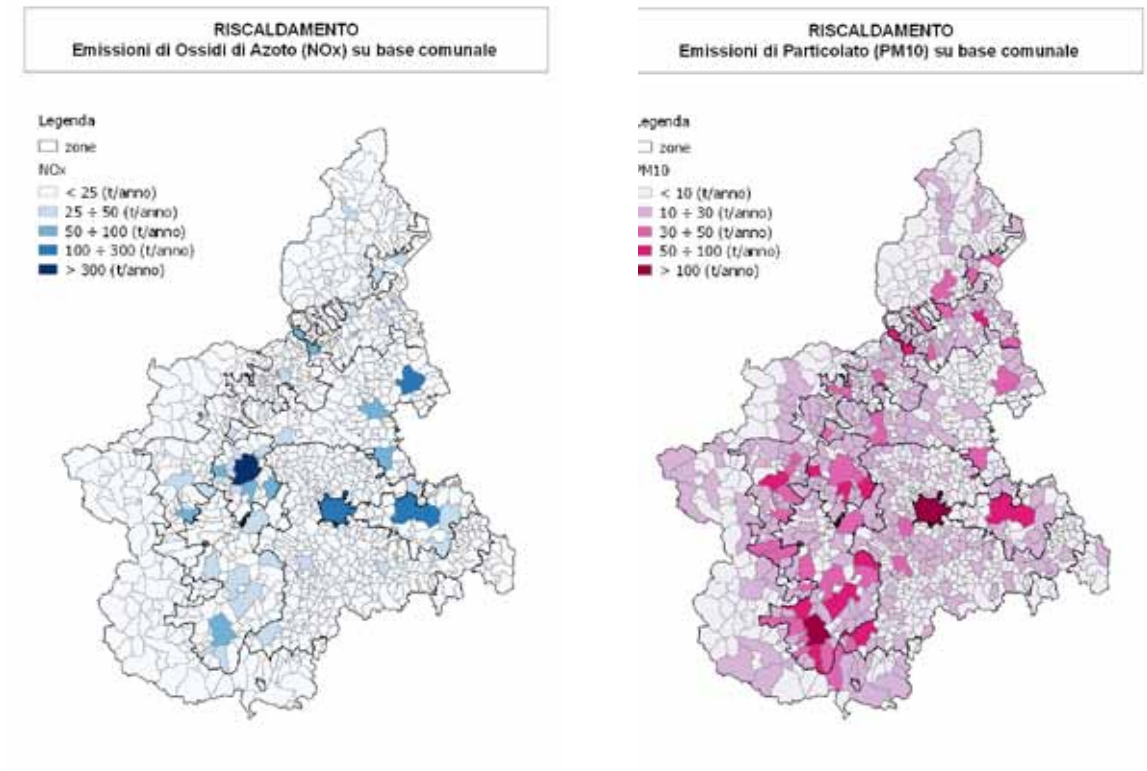


Figura 5.5.1.1.2 - Distribuzione sul territorio regionale delle emissioni legate al riscaldamento - IREA 2010B (dati Regione Piemonte e elaborazioni ARPA Piemonte)

La legna rappresenta infatti il combustibile che contribuisce quasi esclusivamente alle emissioni di particolato primario legate al riscaldamento (99.5%) e, insieme al gas naturale, risulta anche predominante per quanto riguarda le emissioni di ossidi di azoto (Figura 5.5.1.1.3). Per una corretta valutazione degli impatti ambientali, l'analisi del contributo emissivo da parte dei diversi combustibili deve però tener conto dell'informazione sulla loro diffusione: il fabbisogno energetico per riscaldamento civile a livello regionale risulta infatti prevalentemente soddisfatto dall'utilizzo di metano e in misura minore dalla legna.

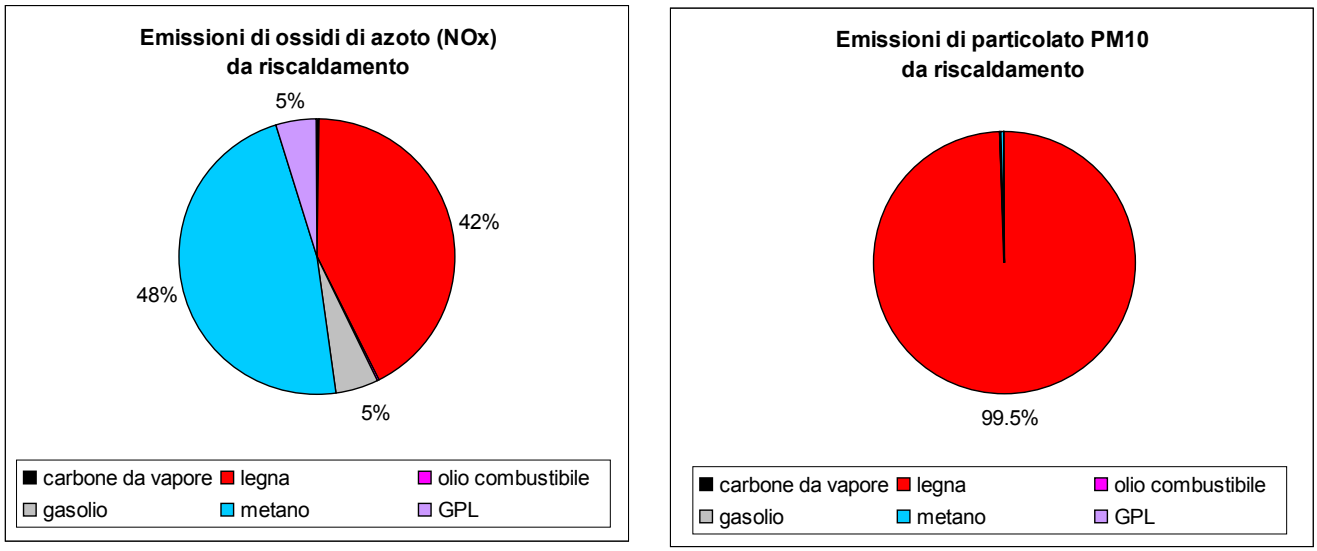


Figura 5.5.1.1.3 - Contributo dei diversi combustibili alle emissioni legate al riscaldamento - IREA 2010B (dati Regione Piemonte e elaborazioni ARPA Piemonte)

5.5.1.2 Il comparto trasporti

Trasporti stradali

La distribuzione delle emissioni da traffico degli ossidi di azoto (NOx espressi come NO_2) coincide con la rete stradale (autostrade, strade extraurbane e strade urbane); in particolare, a livello comunale, è il traffico urbano a dare il maggior contributo (Figura 5.5.1.2.1). Le emissioni di particolato primario (PM_{10}) risultano concentrate nei principali centri abitati, in quanto legate non solo alle emissioni veicolari esauste, ma anche a quelle non esauste (risospensione, polverosità derivante dall'usura dei freni e dei pneumatici).

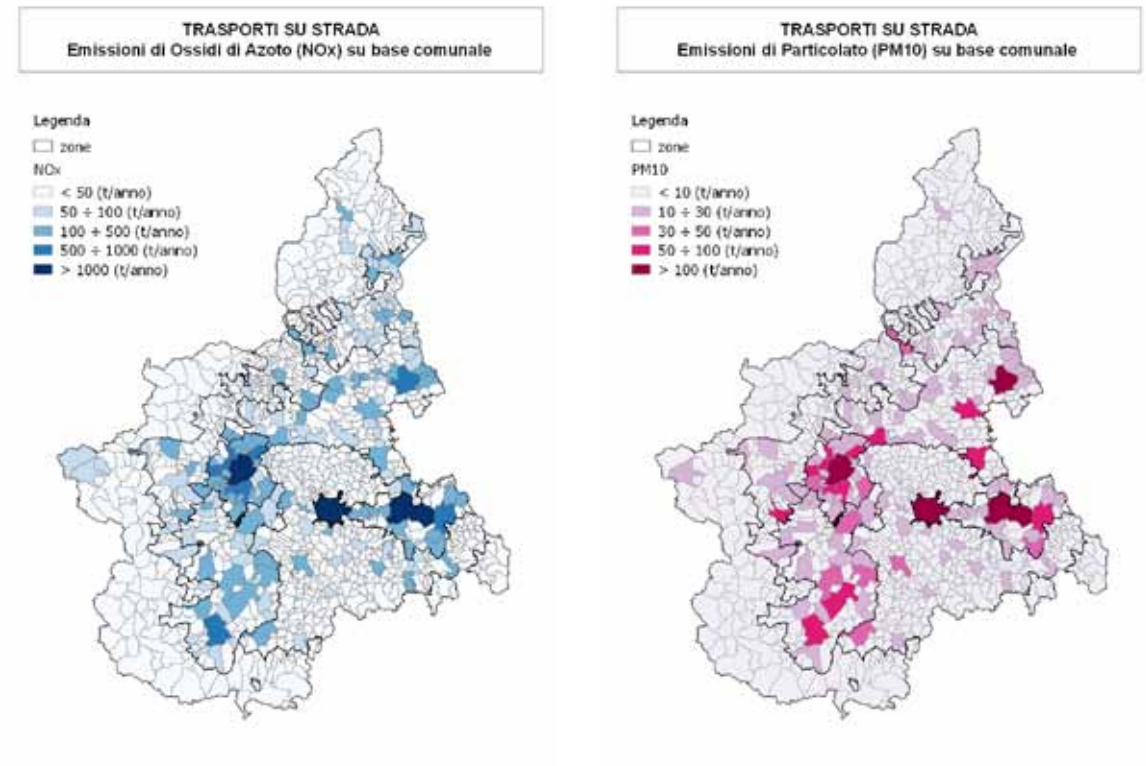


Figura 5.5.1.2.1 - Distribuzione sul territorio regionale delle emissioni legate ai trasporti stradali - IREA 2010B (dati Regione Piemonte e elaborazioni ARPA Piemonte)

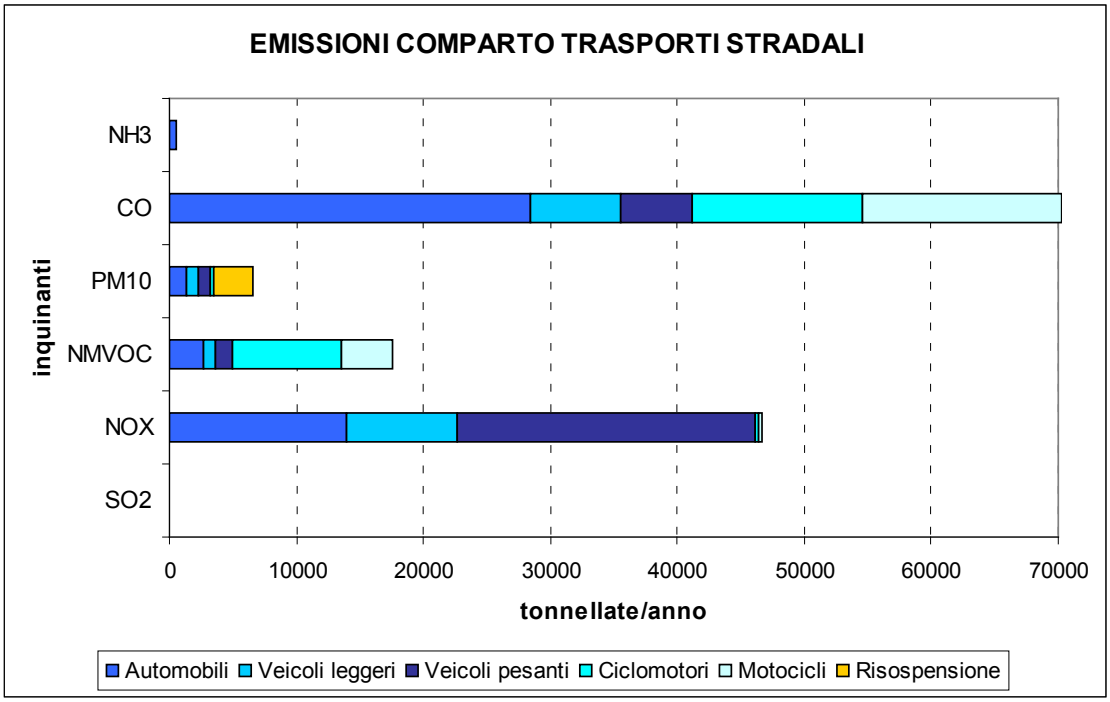


Figura 5.5.1.2.2 - Contributo delle diverse categorie veicolari e della risospensione alle emissioni legate ai trasporti stradali - IREA 2010B (dati Regione Piemonte e elaborazioni ARPA Piemonte)

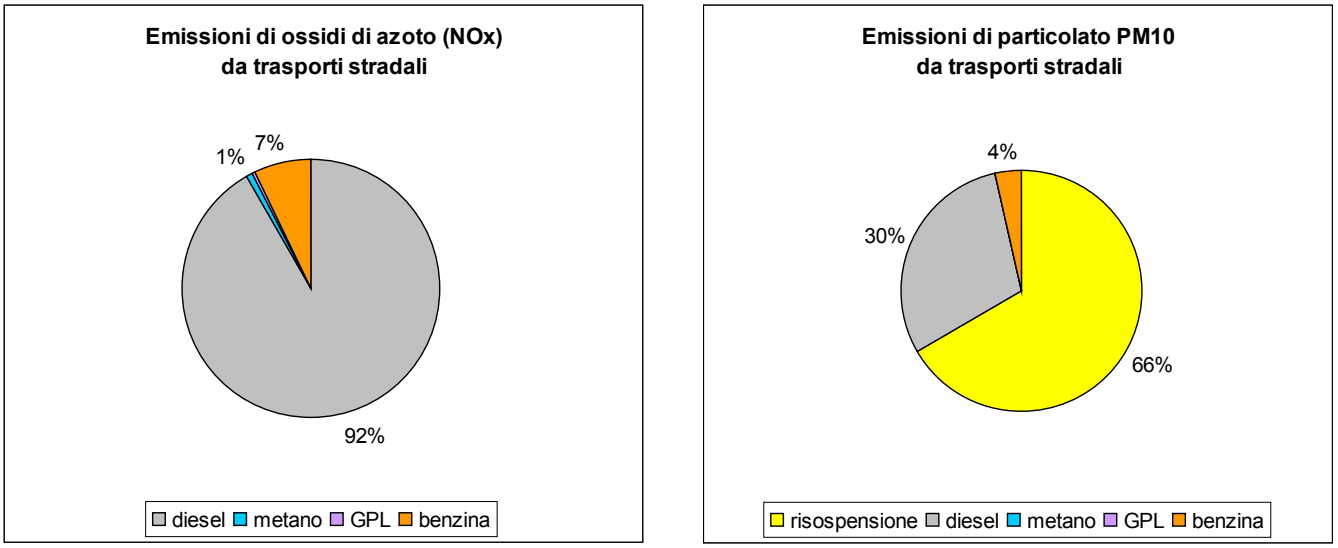


Figura 5.5.1.2.3 - Contributo dei diversi combustibili alle emissioni legate ai trasporti stradali - IREA 2010B (dati Regione Piemonte ed elaborazioni ARPA Piemonte)

Nella Figura 5.5.1.2.2 e nella Figura 5.5.1.2.3 sono rappresentati i contributi emissivi legati alle diverse categorie veicolari (automobili, veicoli leggeri, veicoli pesanti, ciclomotori, motocicli) e ai diversi carburanti (diesel, benzina, GPL e metano): come si può notare osservando i grafici, le emissioni di ossidi di azoto sono ascrivibili in particolar modo ai veicoli pesanti e, in minor misura, alle automobili e ai veicoli leggeri; risultano invece evidenti le responsabilità dei combustibili diesel alle emissioni legate ai trasporti stradali sia di ossidi di azoto (92% del totale) sia di particolato PM_{10} (30%); per quanto riguarda quest'ultimo inquinante gioca un ruolo fondamentale la risospensione delle polveri depositate al suolo generata dal passaggio dei veicoli (66% del totale).

Altri trasporti

Tra le varie sorgenti che contribuiscono all'inquinamento atmosferico, non va sottovalutato l'apporto proveniente da altre sorgenti mobili quali il traffico ferroviario (locomotive alimentate a gasolio), il traffico aereo (traffico aeroportuale

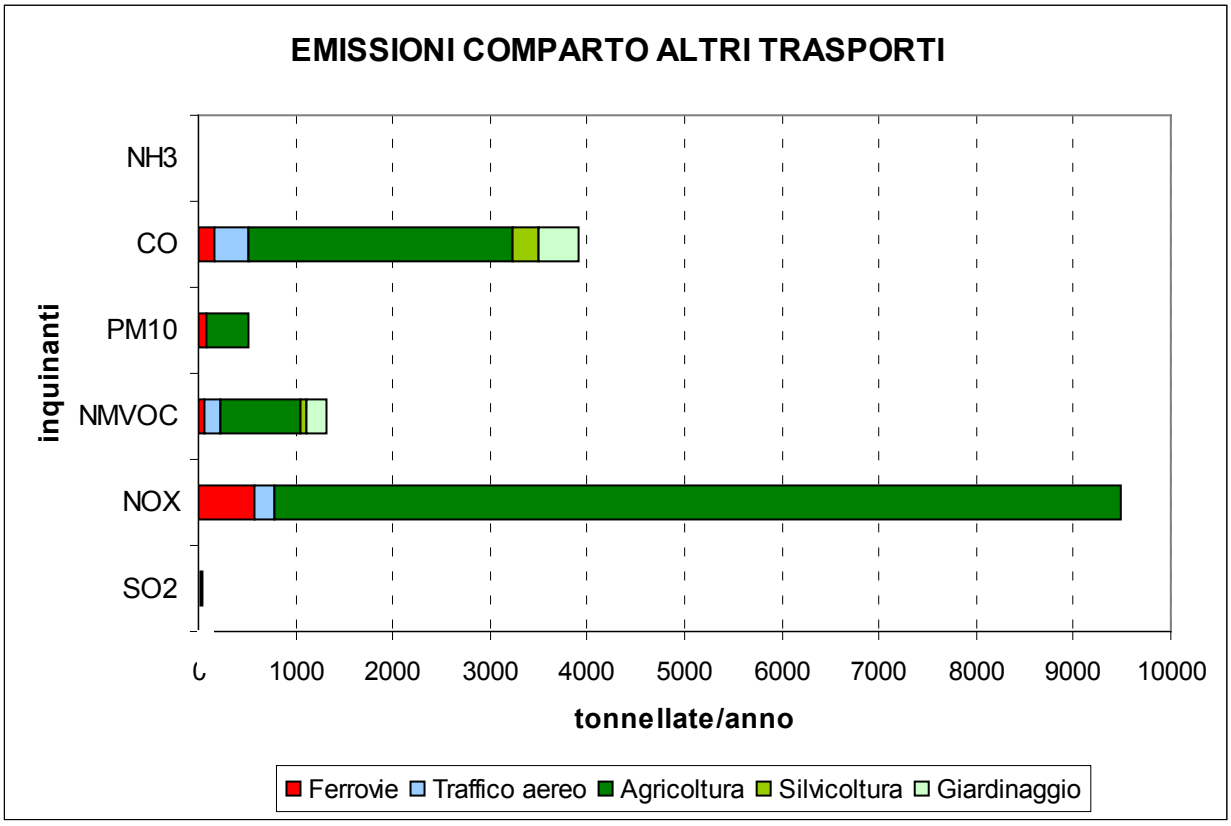


Figura 5.5.1.2.4 - Contributo dei diversi Settori alle emissioni legate agli altri trasporti - IREA 2010B (dati Regione Piemonte ed elaborazioni ARPA Piemonte)

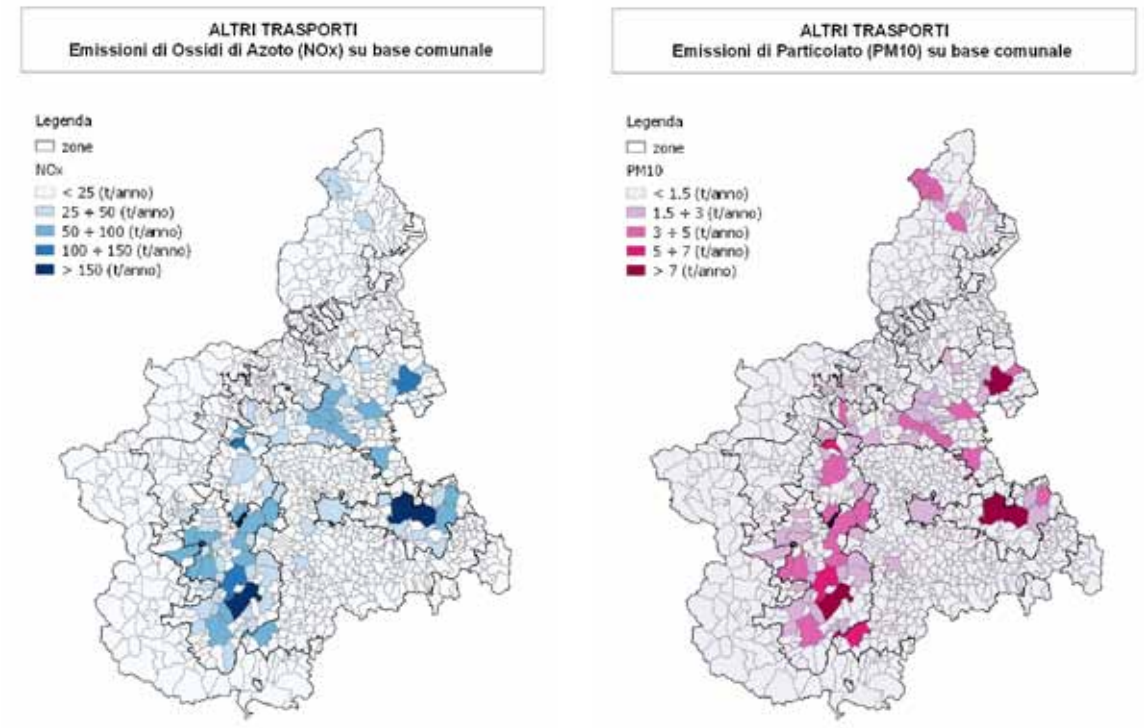


Figura 5.5.1.2.5 - Distribuzione sul territorio regionale delle emissioni legate agli altri trasporti - IREA 2010B (dati Regione Piemonte ed elaborazioni ARPA Piemonte)

a terra e traffico aereo in quota) e il traffico off-road (mezzi dedicati alle pratiche di agricoltura, silvicoltura e giardinaggio). Nella Figura 5.5.1.2.4 sono stati messi a confronto i contributi delle diverse sorgenti: è evidente la responsabilità da parte dei macchinari agricoli – dotati di motori a combustione a ciclo diesel - all'inquinamento da ossidi di azoto (circa 9500 tonnellate/anno) e da PM_{10}.

Le pressioni emissive legate a tale comparto risultano distribuite nelle aree a prevalente vocazione agricola, nei comuni sedi di aeroporti e nelle zone percorse da linee ferroviarie non elettrificate, come si può osservare nella Figura 5.5.1.2.5.

5.5.1.3 Il comparto industria

La distribuzione delle emissioni industriali di ossidi di azoto (NOx espressi come NO_2) e di composti organici volatili (NMVOC) risulta ovviamente connessa alla localizzazione sul territorio delle grandi attività produttive (Figura 5.5.1.3.1). In particolare, gli ossidi di azoto nel territorio piemontese sono collegati alla presenza di centrali termolelettriche e di cementifici e alle lavorazioni del vetro e di laterizi, mentre i composti organici possono essere rapportati all'uso industriale di solventi (verniciatura, elettronica, prodotti chimici), come risulta dal Figura 5.5.1.3.2 e Figura 5.5.1.3.3.

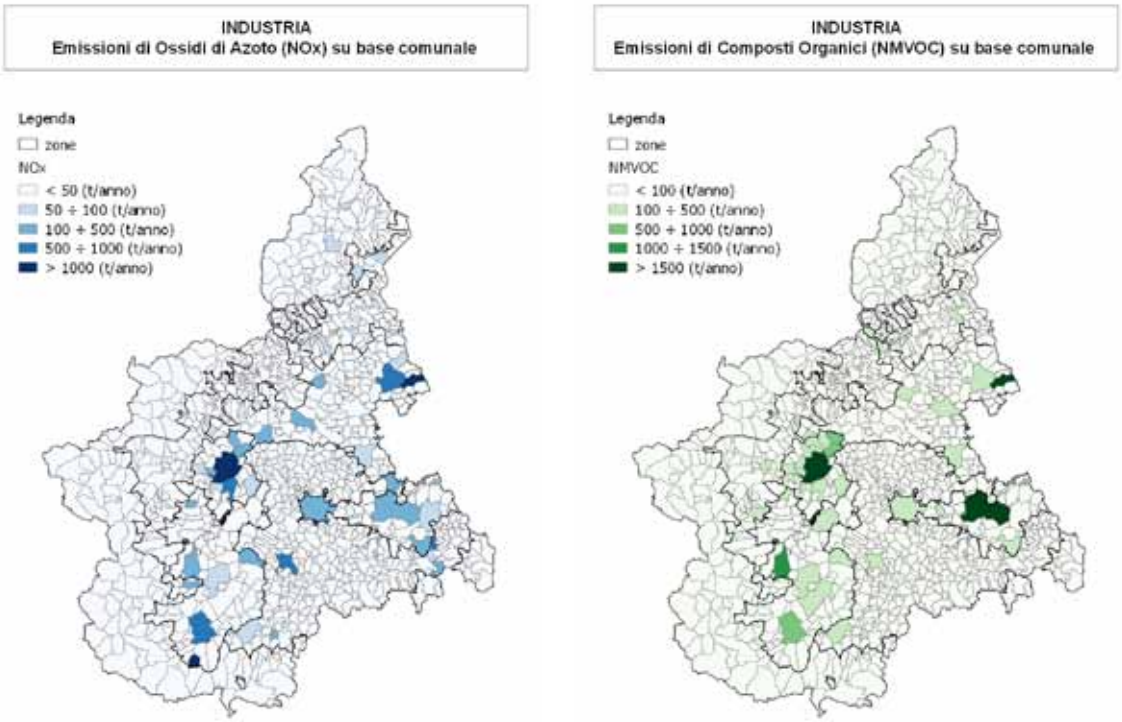


Figura 5.5.1.3.1 - Distribuzione sul territorio regionale delle emissioni legate all'industria - IREA 2010B (dati Regione Piemonte ed elaborazioni ARPA Piemonte)

Nella Figura 5.5.1.3.3 inoltre è stato approfondito il legame tra le emissioni di ossidi di azoto e i diversi combustibili utilizzati nella combustione di tipo industriale (settore a cui vengono attribuite le maggiori responsabilità): la percentuale associata al metano è comunque da ascriversi alla sua diffusione più che al suo carico inquinante.

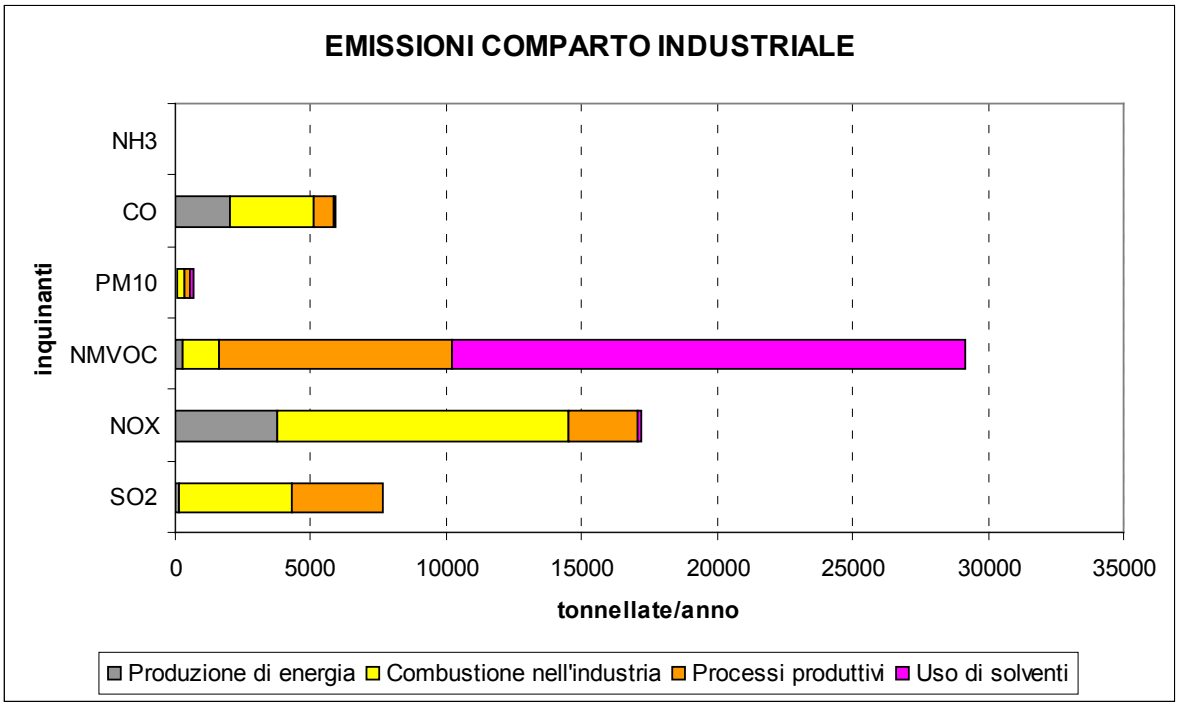


Figura 5.5.1.3.2 - Contributo dei diversi comparti alle emissioni legate all'industria - IREA 2010B (dati Regione Piemonte ed elaborazioni ARPA Piemonte)

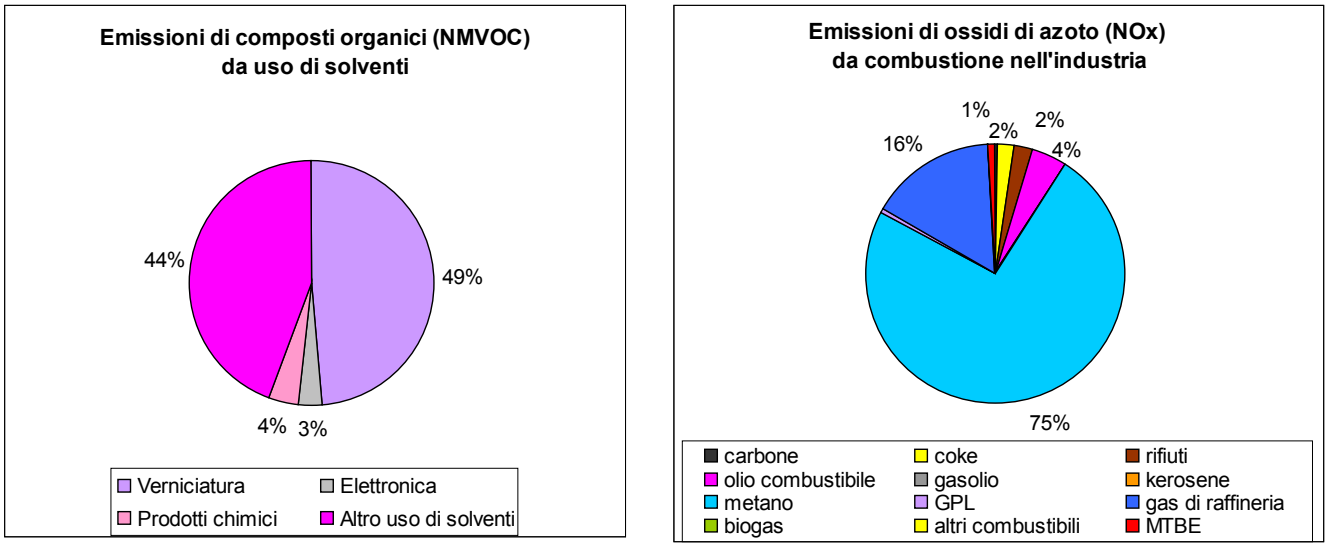


Figura 5.5.1.3.3 - Contributo delle diverse attività industriali alle emissioni di composti organici da uso di solventi e contributo dei diversi combustibili alle emissioni di ossidi di azoto da combustione industriale - IREA 2010B (dati Regione Piemonte ed elaborazioni ARPA Piemonte)

5.5.1.4 Il comparto agricoltura

Le emissioni di ammoniaca (NH_3) da parte del comparto agricolo, risultano distribuite in quattro aree del territorio regionale: le prime due corrispondono a basso Novarese e basso Vercellese, la terza è centrata sulla provincia di Cuneo (con estensione nella parte meridionale della provincia di Torino) e la quarta nell'Alessandrino (Figura 5.5.1.4.1).

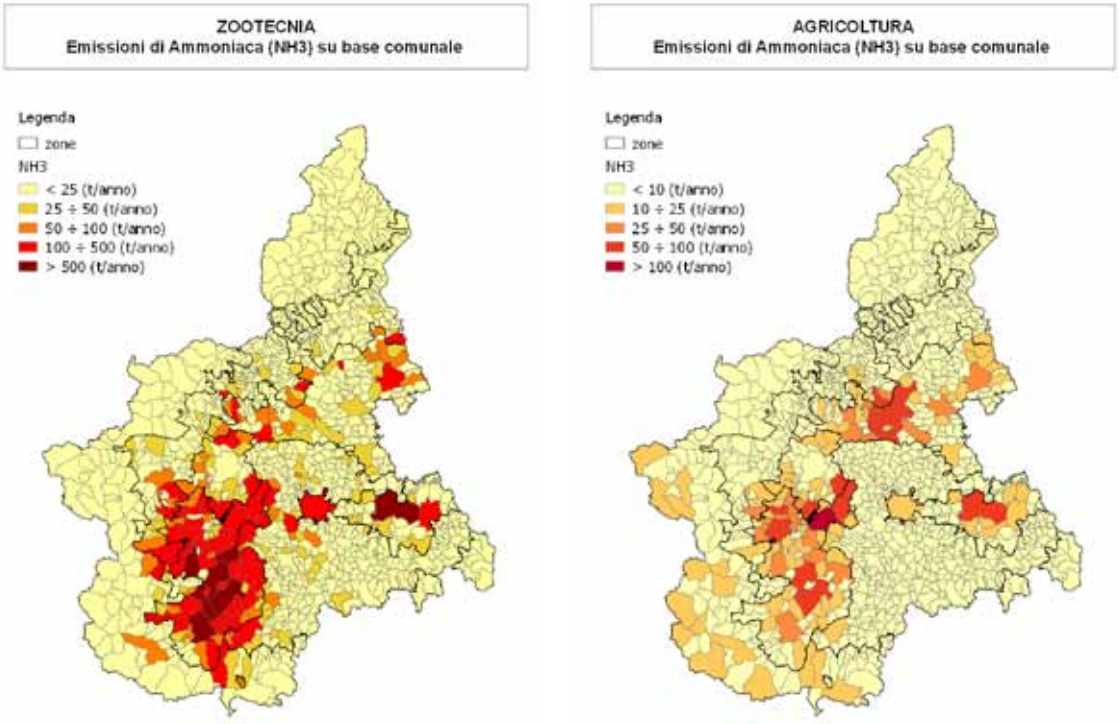


Figura 5.5.1.4.1 - Distribuzione sul territorio regionale delle emissioni di ammoniaca legate alle colture agricole e alla zootecnia - IREA 2010B (dati Regione Piemonte ed elaborazioni ARPA Piemonte)

Dal punto di vista quantitativo, le emissioni di ammoniaca sono ascrivibili per massima parte al comparto zootecnico (Figura 5.5.1.4.1) e, in particolare, ai composti organici contenuti nelle deiezioni animali (Figura 5.5.1.4.2), particolarmente abbondanti negli allevamenti e negli impianti a biogas, diffusi soprattutto nell'area sud-occidentale del Piemonte, ossia nelle province di Cuneo e Torino.

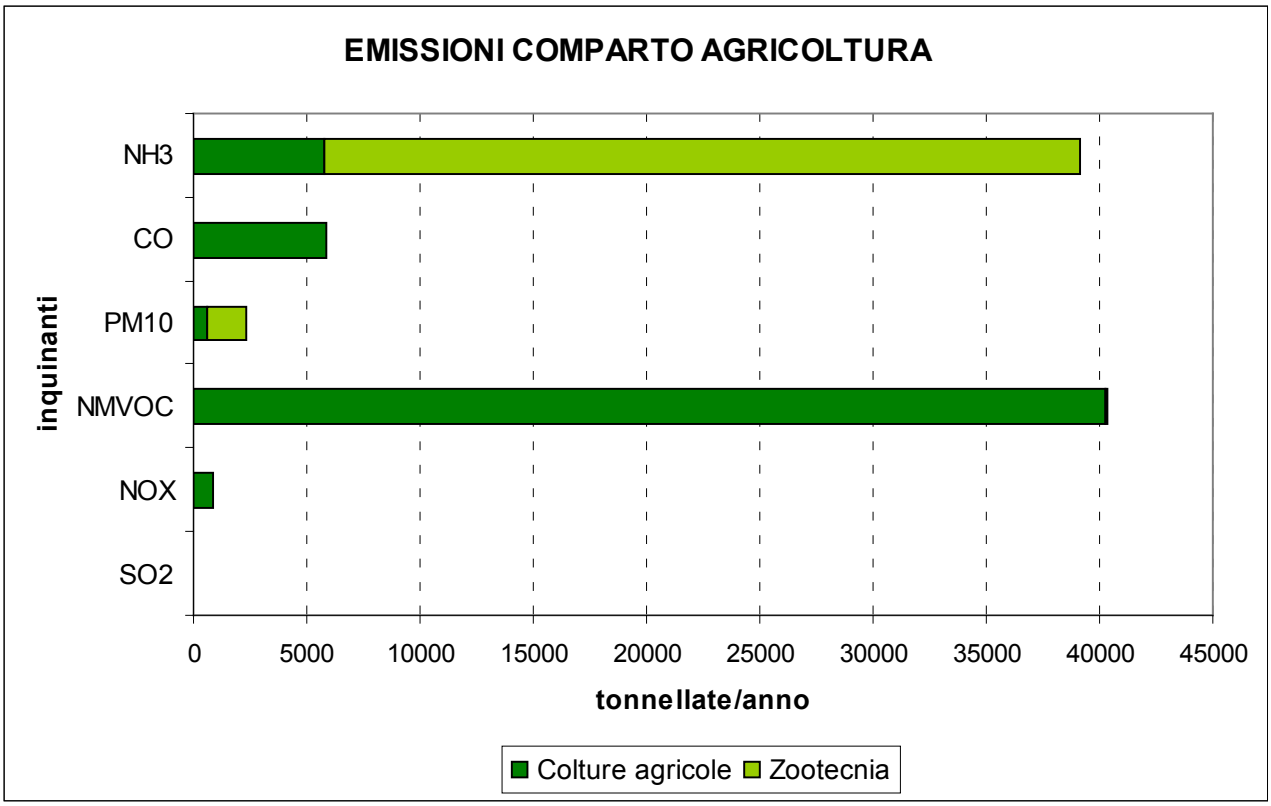


Figura 5.5.1.4.2 - Contributo delle colture agricole e della zootecnia alle emissioni legate all'agricoltura - IREA 2010B (dati Regione Piemonte ed elaborazioni ARPA Piemonte)

Nella Figura 5.5.1.4.3 sono stati invece rappresentati i contributi alle emissioni di particolato primario PM_{10} da parte della zootecnia (legate ai sistemi di stabulazione degli animali, alla movimentazione dei mangimi, ai residui di pelle e piumaggio degli animali, alle condizioni delle strutture di ricovero) e da parte delle colture agricole (legate alla combustione a cielo aperto delle stoppie rimanenti dopo la mietitura dei cereali).

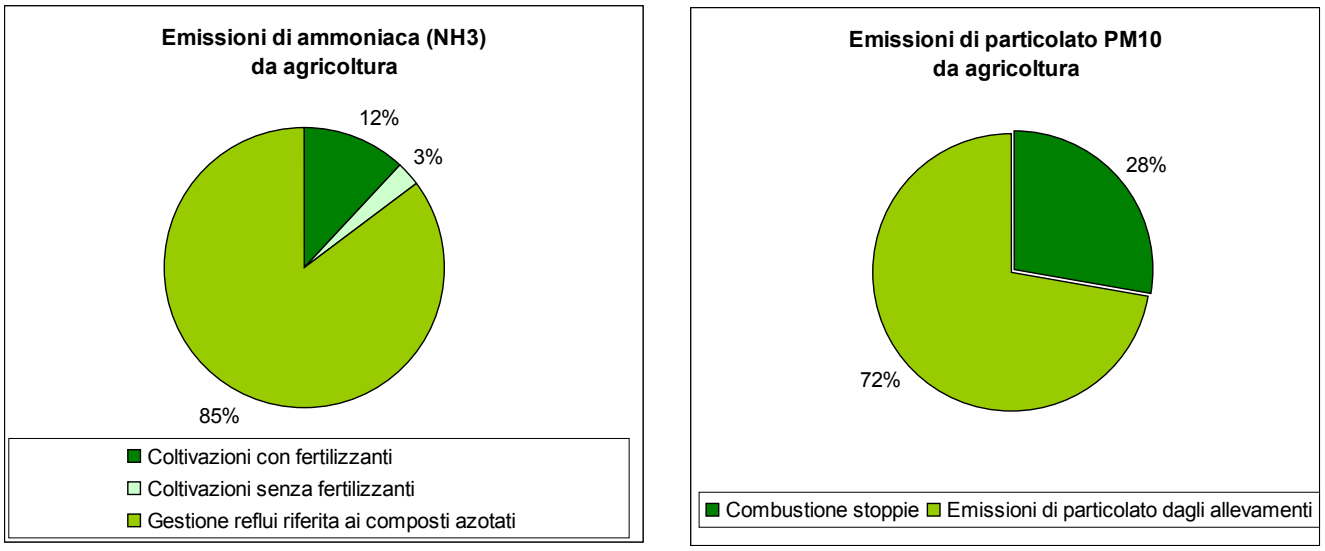


Figura 5.5.1.4.3 - Contributo dei diversi Settori alle emissioni di ammoniaca e di particolato primario PM_{10} legate all'agricoltura - IREA 2010B (dati Regione Piemonte ed elaborazioni ARPA Piemonte)

5.5.2 Inquinanti primari e secondari

La descrizione analitica del quadro emissivo, pur rappresentando adeguatamente i fattori di pressione che incidono sulla qualità dell'aria, risulta solo uno degli elementi per determinare l'effettivo contributo delle varie fonti all'inquinamento atmosferico.

Infatti i fenomeni di inquinamento sono il risultato di una complessa competizione tra fattori che portano ad un accumulo degli inquinanti (emissioni, condizioni di stabilità atmosferica, situazione orografica, trasporto eolico) e fattori che ne determinano la rimozione e la diluizione nell'atmosfera (reazioni chimiche, aggregazione di molecole, adsorbimento/assorbimento su materiale particellare, deposizione al suolo, condizioni di rimescolamento atmosferico, trasporto eolico).

In particolare, gli inquinanti emessi dalle diverse sorgenti – sulla base della loro reattività - subiscono in atmosfera dei processi di trasformazione chimico-fisica che possono portare alla formazione di nuove specie chimiche con caratteristiche di tossicità e di persistenza differenti dagli inquinanti originari.

La reattività chimica degli inquinanti porta a distinguere tra:

- **inquinanti primari**, ovvero inquinanti emessi direttamente in atmosfera, la cui immissione nell'ambiente deriva dal rilascio di sostanze o particelle prodotte dalla fonte emissiva: esempi di inquinanti primari sono il monossido di carbonio (CO) e le polveri di origine naturale;
- **inquinanti secondari**, ovvero inquinanti che si formano in atmosfera attraverso reazioni chimiche tra le varie sostanze presenti: esempio tipico è l'ozono (O_3), che si forma attraverso una complessa serie di reazioni fotochimiche a partire dai suoi precursori, in particolare ossidi di azoto (NOx) e composti organici volatili non metanici (NMVOC).

Per alcuni inquinanti, come il particolato (PM), risultano rilevanti sia le componenti primarie che quelle secondarie: mentre il **particolato primario** è composto dalle particelle di vario diametro aerodinamico originate direttamente da processi naturali (incendi, erosione delle rocce, diffusione di pollini, formazione di aerosol marino) o antropici (utilizzo di combustibili fossili e attività industriali), il **particolato secondario** è costituito dagli aerosol, contenenti quasi esclusivamente particelle fini, che si generano dalle reazioni di ossido-riduzione degli inquinanti primari e secondari presenti in atmosfera allo stato gassoso (ossidi di azoto, ossidi di zolfo, ammoniaca, ecc...) oppure dai processi di condensazione dei prodotti finali di reazioni fotochimiche (ad es. composti organici).

Nell'individuazione delle strategie di riduzione dell'inquinamento le difficoltà derivano dal fatto che il legame tra gli inquinanti di origine secondaria ed i loro precursori non è lineare: una riduzione dei precursori può tradursi in una variazione molto diversa della componente secondaria - o addirittura non avere effetti - a seconda delle condizioni ambientali e dei rapporti reciproci tra inquinanti, per la competizione tra specie chimiche.

Nel caso del particolato fine secondario ($PM_{2.5}$), ad esempio, le concentrazioni dipendono fortemente, oltre che dalla disponibilità di ammoniaca in atmosfera, dalla composizione dell'atmosfera stessa (principalmente dalla presenza di solfati e nitrati), nonché dalle condizioni meteorologiche. Gli ioni solfato ($SO4^{--}$) e gli ioni nitrato ($NO3^{-}$), originati dai processi di combustione, sono in competizione per legarsi alle molecole di ammonio ($NH4^{+}$) e formare i sali corrispondenti (solfato d'ammonio e nitrato d'ammonio): quando gli ioni ammonio risultano in eccesso rispetto agli ioni solfato, si legano agli ioni nitrato in una reazione che è favorita dall'alta umidità relativa e che si innesca già a basse temperature (tipicamente di notte e nei periodi più freddi dell'anno). Questo significa che la formazione del particolato secondario inorganico non dipende esclusivamente dai livelli di ammonio in atmosfera - derivanti principalmente dalle emissioni di ammoniaca da parte delle attività agricole e zootecniche - ma risulta influenzata dalla coesistenza delle diverse sorgenti emissive presenti sul territorio e dalle condizioni fisico-chimiche dell'atmosfera.

Per determinare il contributo alle concentrazioni degli inquinanti da parte delle diverse sorgenti si fa quindi necessariamente ricorso alle simulazioni modellistiche con modelli CTM[21] (Chemical Transport Model) in grado di riprodurre - su base annuale e con dettaglio orario - la complessità delle reazioni fotochimiche che avvengono in atmosfera nelle diverse condizioni meteorologiche.

21 Cfr. "Il Sistema modellistico regionale"

5.5.3 L'inquinamento transfrontaliero: il source apportionment geografico

Al fine di indagare il ruolo del trasporto esogeno nell'inquinamento da particolato e da biossido di azoto (NO_2) nella zona transfrontaliera che che comprende le regioni italiane Piemonte e Valle d'Aosta e le regioni francesi Rhône-Alpes e Paca, è stata applicata la metodologia del ***source apportionment* geografico**, che prevede - per la ricerca delle responsabilità su base geografica - che si operi separando le differenti sorgenti emissive sulla base della regione di appartenenza:

1. Piemonte
2. Valle d'Aosta
3. Rhône-Alpes
4. Paca (Provence-Alpes-Côte d'Azur)
5. Altre regioni (porzioni territoriali esterne alle 4 regioni sopra indicate)

Le simulazioni – realizzate nell'ambito di un progetto del Programma di Cooperazione Transfrontaliera ALCOTRA 2007-2013 (Progetto SH'AIR[22]) - sono state condotte su due periodi: uno invernale (dal 20 novembre 2013 al 20 dicembre 2013) ed uno estivo (dal 22 luglio 2013 al 22 agosto 2013). I periodi sono stati individuati in modo da risultare rappresentativi di due differenti episodi di inquinamento (legati alle specificità stagionali) comuni a tutta l'area di studio.

I risultati del *source apportionment* geografico evidenziano come - nel periodo estivo - il contributo alle concentrazioni di particolato da parte delle sorgenti esterne al territorio piemontese risulti abbastanza rilevante su tutta l'area orientale del Piemonte, mentre sembra essere poco influente sul Piemonte centrale. In particolare il trasporto di particolato proveniente dalla Lombardia condiziona il Novarese, parte dell'Alessandrino e del Biellese, mentre quello proveniente dalle altre regioni confinanti contribuisce solo alle concentrazioni delle zone montane e pedemontane Figura 5.5.3.1).

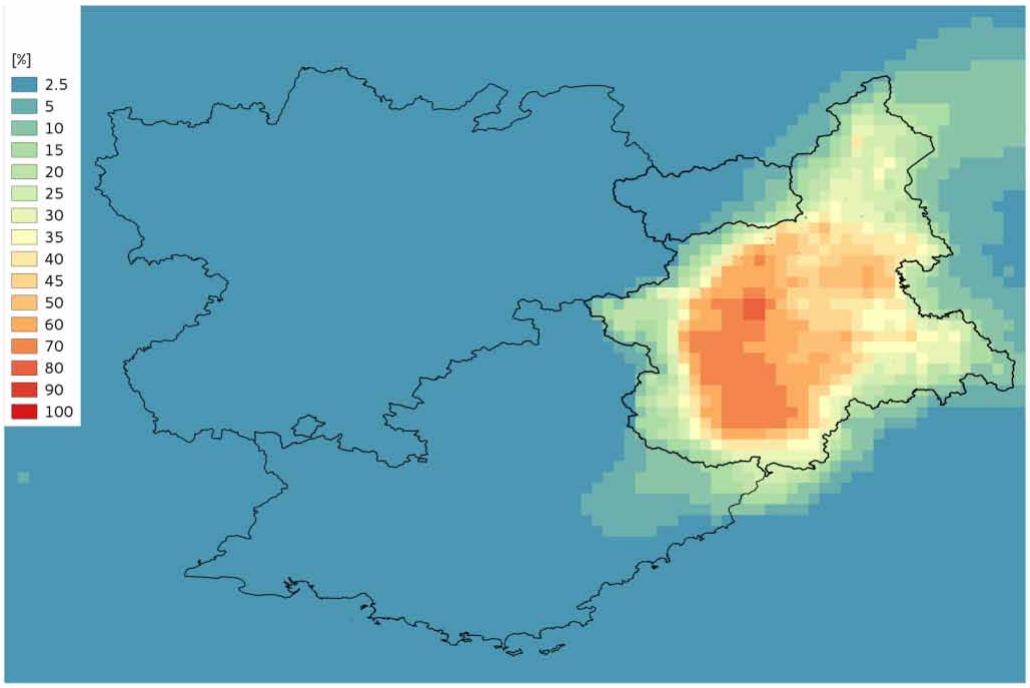


Figura 5.5.3.1 - Episodio ESTIVO - Contributo percentuale delle sorgenti endogene (Piemonte) ed esogene (altre regioni) alle concentrazioni medie sul periodo di particolato PM_{10} (primario e secondario) - (dati ed elaborazioni ARPA Piemonte)

22 *Système d'écHange Atmosphérique Inter Régional sur la zone Alcotra* - Sistema di Scambio Atmosferico Inter Regionale sulla zona Alcotra

Per quanto riguarda il biossido di azoto (NO_2), l'apporto esogeno risulta limitato alle aree di confine con la Lombardia (Figura 5.5.3.2). Per quanto riguarda il periodo invernale, i risultati modellistici evidenziano una predominanza delle sorgenti emissive di origine locale (in particolare il riscaldamento) e mostrano come l'apporto esogeno di particolato e di biossido di azoto da parte delle regioni confinanti risulti percentualmente limitato ed interessi esclusivamente le aree di confine (Figura 5.5.3.3 e Figura 5.5.3.4).

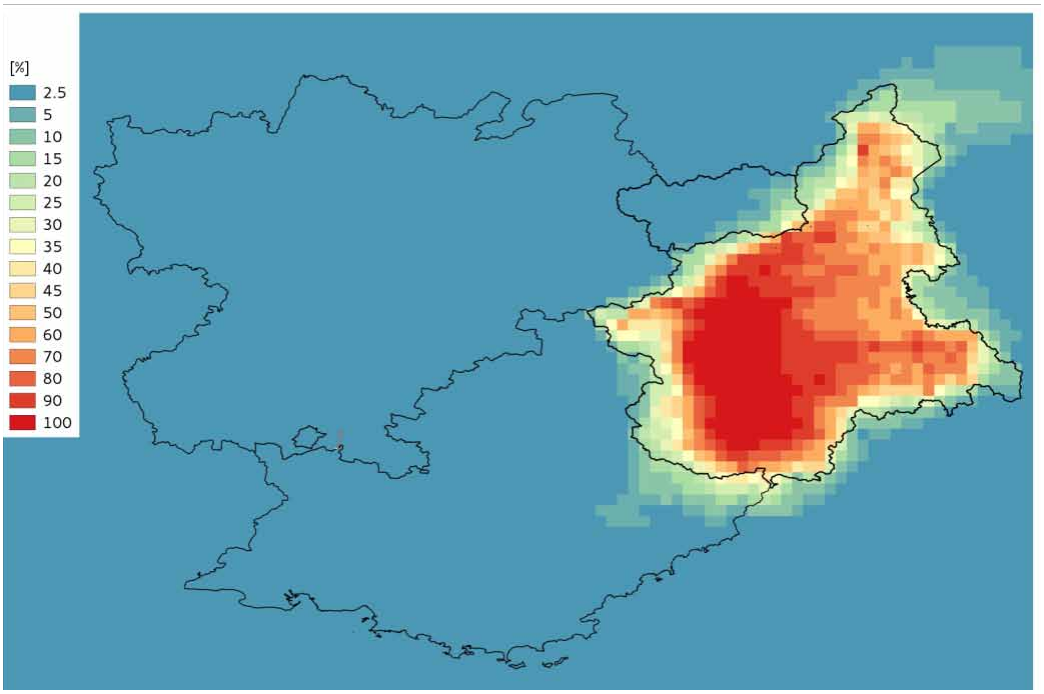


Figura 5.5.3.2 - Episodio ESTIVO - Contributo percentuale delle sorgenti endogene (Piemonte) ed esogene (altre regioni) alle concentrazioni medie sul periodo di biossido di azoto - (dati ed elaborazioni ARPA Piemonte)

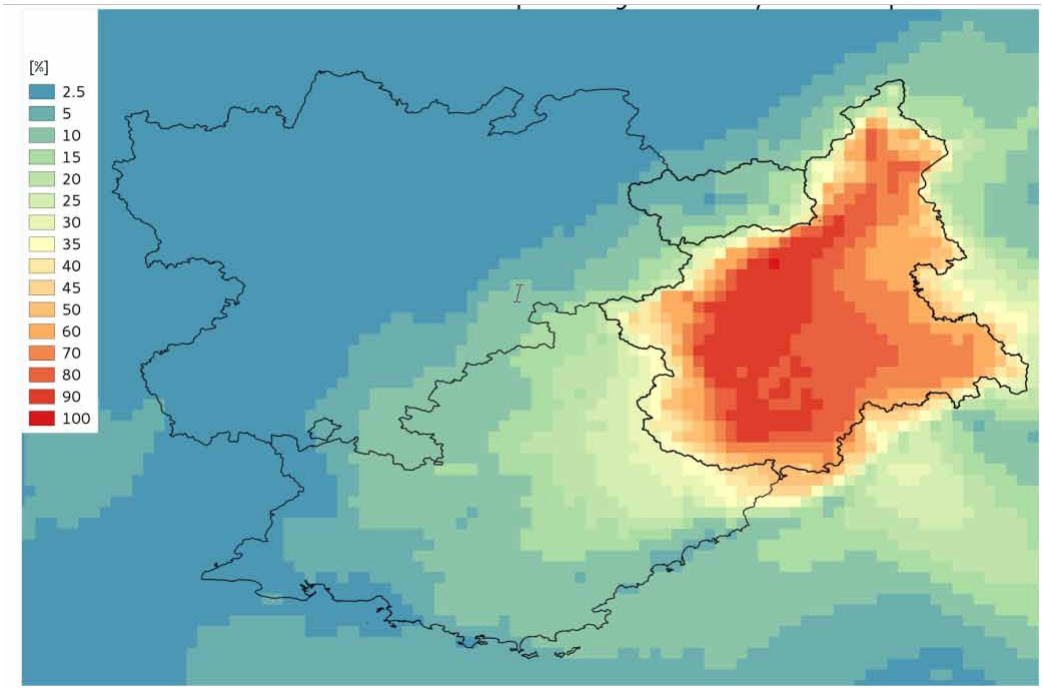


Figura 5.5.3.3 - Episodio INVERNALE - Contributo percentuale delle sorgenti endogene (Piemonte) ed esogene (altre regioni) alle concentrazioni medie sul periodo di particolato PM_{10} (primario e secondario) - (dati ed elaborazioni ARPA Piemonte)

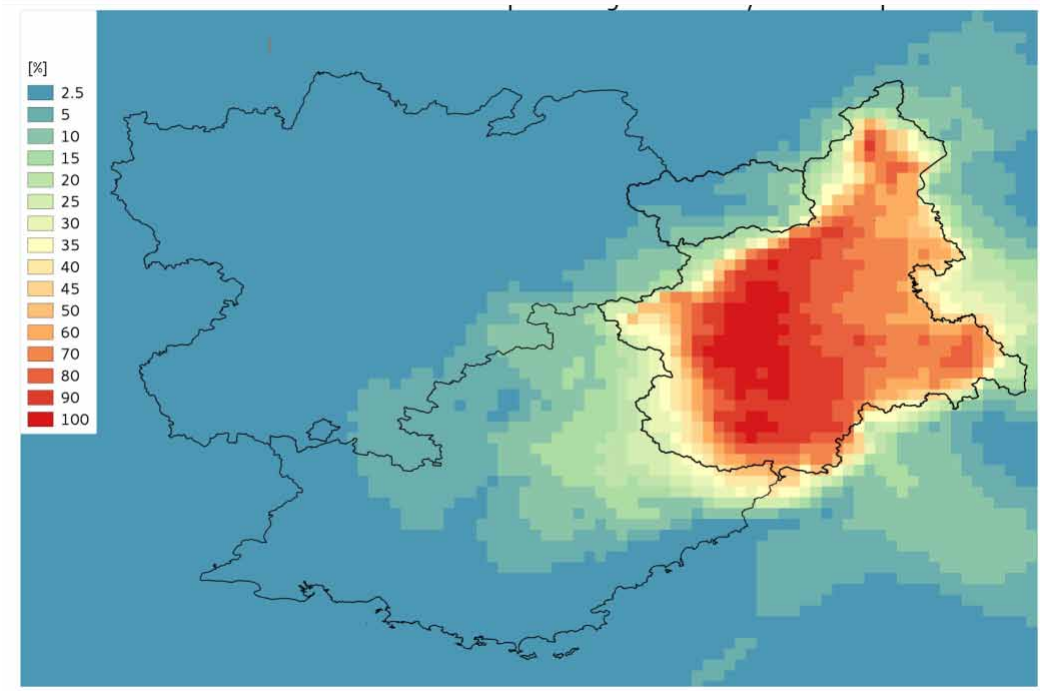


Figura 5.5.3.4 - Episodio INVERNALE - Contributo percentuale delle sorgenti endogene (Piemonte) ed esogene (altre regioni) alle concentrazioni medie sul periodo di biossido di azoto - (dati ed elaborazioni ARPA Piemonte)

Va sottolineato che i risultati del *source apportionment* geografico risentono, ancor più di quello settoriale, di eventuali criticità (sottostima/sovrastima differenziali) presenti negli Inventari delle emissioni relativi all'area di studio.

5.6 Lo stato di qualità dell'aria

La normativa vigente sulla qualità dell'aria prevede i valori di riferimento riportati nella Figura 5.6.1.1.

	Valori limite e valori obiettivo	
	Periodo di mediazione	Valore limite
biossido di zolfo (SO_2) [1]	1 ora 1 giorno	350 µg/m^3 da non superare più di 24 volte per anno civile 125 µg/m^3 da non superare più di 3 volte per anno civile
biossido di azoto (NO_2) [1]	1 ora anno civile	200 µg/m^3 da non superare più di 18 volte per anno civile 40 µg/m^3
ossidi di azoto (NO_x) [2]	anno civile	30 µg/m^3
benzene (C_6H_6)	anno civile	5 µg/m^3
monossido di carbonio (CO) [1]	media massima giornaliera calcolata sulle 8 ore	10 mg/m^3
particolato PM10 [1]	1 giorno anno civile	50 µg/m^3 da non superare più di 35 volte per anno civile 40 µg/m^3
particolato PM2,5 [1]	anno civile	25 µg/m^3
piombo [1]	anno civile	0,5 µg/m^3
arsenico [3]	anno civile	6 ng/m^3
cadmio [3]	anno civile	5 ng/m^3
nichel [3]	anno civile	20 ng/m^3
benzo(a)pirene [3]	anno civile	1 ng/m^3

[1] Valore limite
[2] Livello critico per la protezione della vegetazione
[3] Valore obiettivo riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM10 del materiale particolato

Riferimenti normativi ozono (O_3)	Valori obiettivo	
	Periodo di mediazione	Valore limite
Valore obiettivo *Protezione della salute umana*	media massima giornaliera su 8 ore	120 µg/m^3 da non superare per più di 25 volte per anno civile, come media su 3 anni
Valore obiettivo *Protezione della vegetazione*	da maggio a luglio	AOT40* 18000 µg/m3*h come media su 5 anni

*Per AOT40 (espresso in µg/m^{3*}h) si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m^3 (=40 parti per miliardo) e 80 µg/m^3 in un dato periodo di tempo, usando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00 (UTC)

Figura 5.6.1.1 - Riferimenti normativi per gli inquinanti monitorati dalla rete regionale - D. Lgs. 155/2010

5.6.1 Il monitoraggio degli inquinanti ed il loro trend

In Piemonte, analogamente a quanto succede in tutto il bacino padano caratterizzato da una elevata stabilità atmosferica dovuta al contesto orografico, si verificano situazioni critiche a scala regionale per gli inquinanti che sono completamente o parzialmente secondari[23], ovvero non emessi come tali quali il particolato (PM_{10} e $PM_{2,5}$), l'ozono (O_3) e il biossido di azoto (NO_2); per quest'ultimo i casi di superamento del valore limite annuale sono perlopiù localizzati in pochi grandi centri urbani, in particolare nelle stazioni da traffico.

Nelle aree urbane di pianura, in cui la densità di popolazione e le attività produttive risultano particolarmente significative, si misurano generalmente le maggiori concentrazioni di inquinanti.

Nel corso del 2015 si è osservato per il particolato PM_{10} e $PM_{2,5}$, gli ossidi di azoto e l'ozono un aumento delle concentrazioni e dei superamenti dei limiti normativi rispetto al 2014, che rappresentava invece, fra le annualità complete di dati finora disponibili, il minimo storico per tali parametri.

I dati di inquinanti primari come il monossido di carbonio (CO) e il biossido di zolfo (SO_2) evidenziano come le concentrazioni di questi inquinanti siano ormai stabilizzate su valori molto bassi e rispettino i limiti stabiliti dalla norma, come già dimostrato dalle serie storiche. Allo stesso modo altri inquinanti primari che alcuni anni or sono avevano manifestato qualche criticità, come i metalli pesanti ed il benzene (C_6H_6), sono attualmente caratterizzati da valori inferiori al valore limite o al valore obiettivo.

Un'eccezione è rappresentata dagli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), in particolare il benzo(a)pirene (B(a)P), per i quali non sarà facile ridurre o almeno mantenere le attuali concentrazioni, che in alcuni casi determinano superamenti del valore obiettivo, oppure evitare futuri incrementi dei valori alla luce della crescita dell'uso della legna come combustibile per il riscaldamento civile.

Dall'analisi delle serie storiche dei dati di qualità dell'aria emerge, oltre l'importanza degli aspetti emissivi, l'influenza della meteorologia che incide fortemente sulla variabilità a breve termine – da un anno all'altro -o, dei valori di concentrazione degli inquinanti.

Le condizioni meteorologiche dell'anno 2015[24] sono state fra le più critiche degli ultimi anni per la prolungata assenza di precipitazioni nei mesi invernali e per l'estate calda, favorevole alla formazione dell'ozono.

► PM_{10}

Il particolato PM_{10}, originato direttamente come tale dalle varie sorgenti (traffico, riscaldamento, attività produttive, ecc…) e indirettamente dalla trasformazione di composti gassosi (precursori), è l'inquinante ad oggi considerato di maggiore impatto nelle aree urbane. E' composto dalle particelle solide e liquide disperse in atmosfera con diametro inferiore ai 10 micron.

Distribuzione territoriale e tendenze

Come già ribadito, la specificità dell'area padana risiede nelle avverse condizioni di dispersione degli inquinanti atmosferici che dominano l'area e che determinano, in ambiti sia rurali sia urbani, livelli di fondo piuttosto elevati, ai quali si aggiungono i contributi dovuti alle sorgenti locali.

Le condizioni più favorevoli al permanere di situazioni di inquinamento da particolato si manifestano soprattutto nella stagione invernale, in presenza di particolari condizioni meteorologiche: alta pressione, elevata stabilità atmosferica, prolungata inversione termica, venti deboli e assenza di precipitazioni. A causa della persistenza di condizioni meteorologiche avverse unita alla significativa presenza di sorgenti dei precursori del particolato, si riscontrano elevati livelli di PM_{10} non solo nelle aree urbane ma anche nelle aree limitrofe.

23 Cfr. "Inquinanti primari e secondari"
24 Cfr. "La meteorologia e la sua influenza sulla qualità dell'aria"

In Piemonte il particolato atmosferico si misura a partire dalla fine degli anni ’70.

Nella figura 5.6.1.2 è rappresentato l’andamento delle concentrazioni medie annue di polveri totali sospese (PTS) rilevate nella stazione di traffico di Torino – Consolata dal 1973 ad oggi. E’ evidente la diminuzione delle concentrazioni

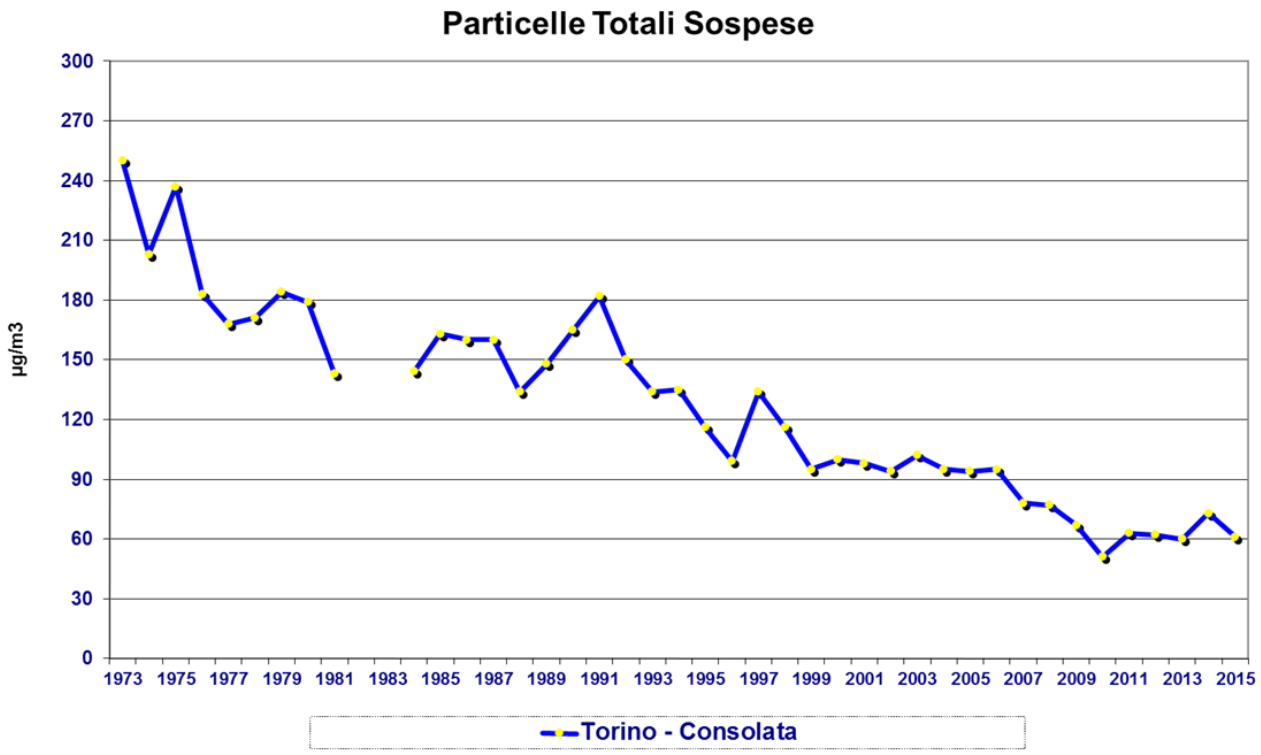


Figura 5.6.1.2 - PTS: Serie storica delle concentrazioni medie annuali nella stazione di Torino – Consolata

fino ai primi anni novanta e il successivo assestamento a partire dalla seconda metà dello stesso decennio.

La ragione del decremento delle concentrazioni verificatosi dagli anni ’70 ai primi anni ’90 è da attribuirsi, per quanto riguarda il settore industriale e la produzione energetica, all’introduzione di moderne tecnologie di riduzione delle emissioni e all’utilizzo di combustibili a minore impatto ambientale, oltre che alla delocalizzazione/chiusura delle industrie pesanti e alla riduzione dei precursori del particolato, in primo luogo biossido di zolfo e ossidi di azoto; analogamente le riduzioni delle emissioni per il settore dei trasporti sono associate all’introduzione di norme progressivamente più rigorose relative alle tecnologie motoristiche, all’adozione di sistemi di riduzione delle emissioni (marmitte catalitiche) e alla tipologia dei carburanti utilizzati.

Nel corso degli anni la misura delle polveri totali sospese è stata sostituita dalla misura di definite classi dimensionale delle particelle che consentono la produzione di indicatori più significativi dal punto di vista della protezione della salute umana.

Il particolato PM_{10} (con diametro aerodinamico inferiore a 10 micrometri) è infatti inalabile ovvero in grado di penetrare nel tratto superiore dell’apparato respiratorio e provocare effetti dannosi per la salute. La sua componente dimensionalmente minore, denominata $PM_{2,5}$, penetra ancora più profondamente nell’albero respiratorio.

La capacità delle particelle di provocare danni alla salute dipende, oltre che dalla profondità di penetrazione nell’apparato respiratorio, anche dalla loro composizione, in particolare dalla presenza di metalli pesanti ed idrocarburi policiclici aromatici adsorbiti sulla sua superficie.

Valore limite annuale[25]

La situazione relativa all’anno 2015 dei superamenti del valore limite giornaliero rilevati nei punti di misura del PM_{10} è riportata nella mappa sottostante (Figura 5.6.1.3). La situazione maggiormente critica è quella riscontrabile

25 Valore limite annuale = media annua pari a 40 µg/m³– D. Lgs. 155/2010

nell'area centrale, in modo particolare nell'Agglomerato di Torino, mentre l'area meno problematica risulta la zona pedemontana.

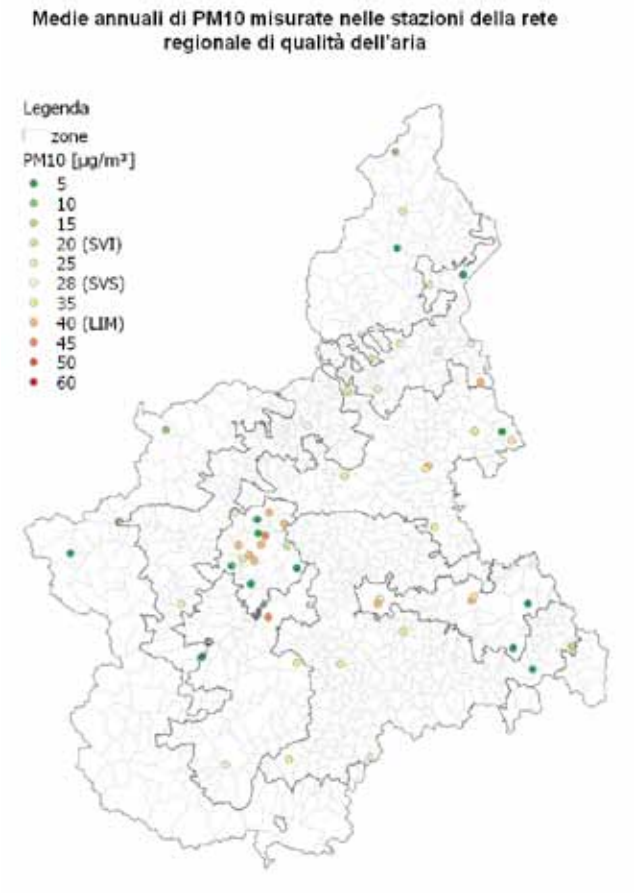


Figura 5.6.1.3 - Particolato PM_{10}: medie annuali misurate nelle stazioni della rete regionale

Analizzando le serie storiche dei dati si osserva una riduzione dei livelli del PM_{10} pur in presenza di oscillazioni annuali legate ai fattori meteorologici. Nel corso del periodo 2003 - 2015, a livello regionale, le concentrazioni medie annue di PM_{10} risultano progressivamente ridotte.

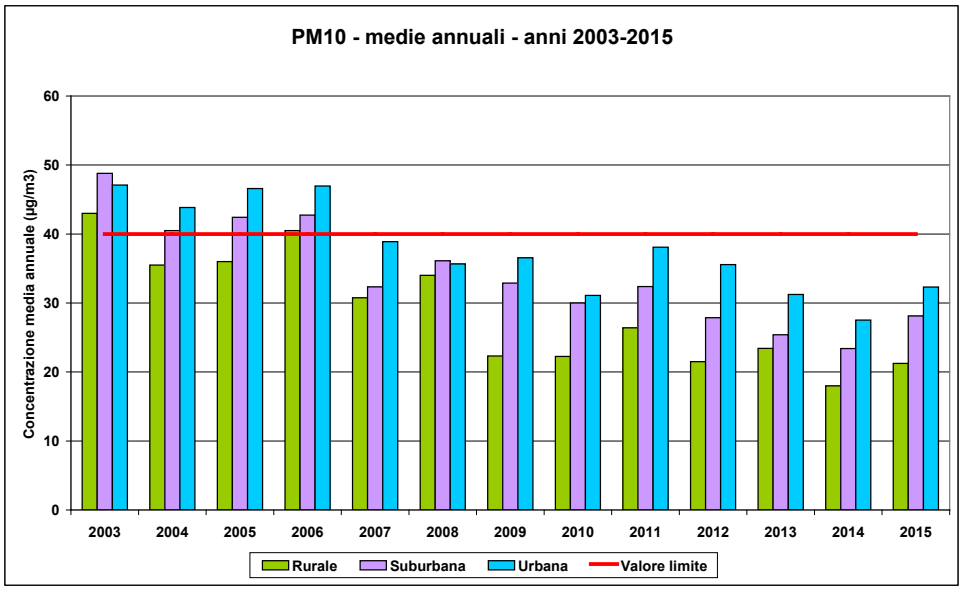


Figura 5..6.1.4 - Particolato PM_{10}: trend della concentrazione media annuale per tipo di zona

Il trend delle medie annuali su base regionale per i tre tipi di zona (urbana, suburbana e rurale) conferma la zona urbana come la più critica (Figura 5.6.1.4).

Anche il grafico in Figura 5.6.1.5, in cui sono raffigurate in ordine decrescente le concentrazioni medie annuali nelle stazioni della rete regionale, conferma come le stazioni urbane (soprattutto se di traffico) siano le più critiche. Gli unici superamenti del valore limite annuale sono stati registrati in due stazioni urbane di traffico (Torino - Rebaudengo e Carmagnola - I° Maggio), mentre le stazioni di Asti - Baussano e Torino - Consolata hanno raggiunto il limite annuale senza però superarlo.

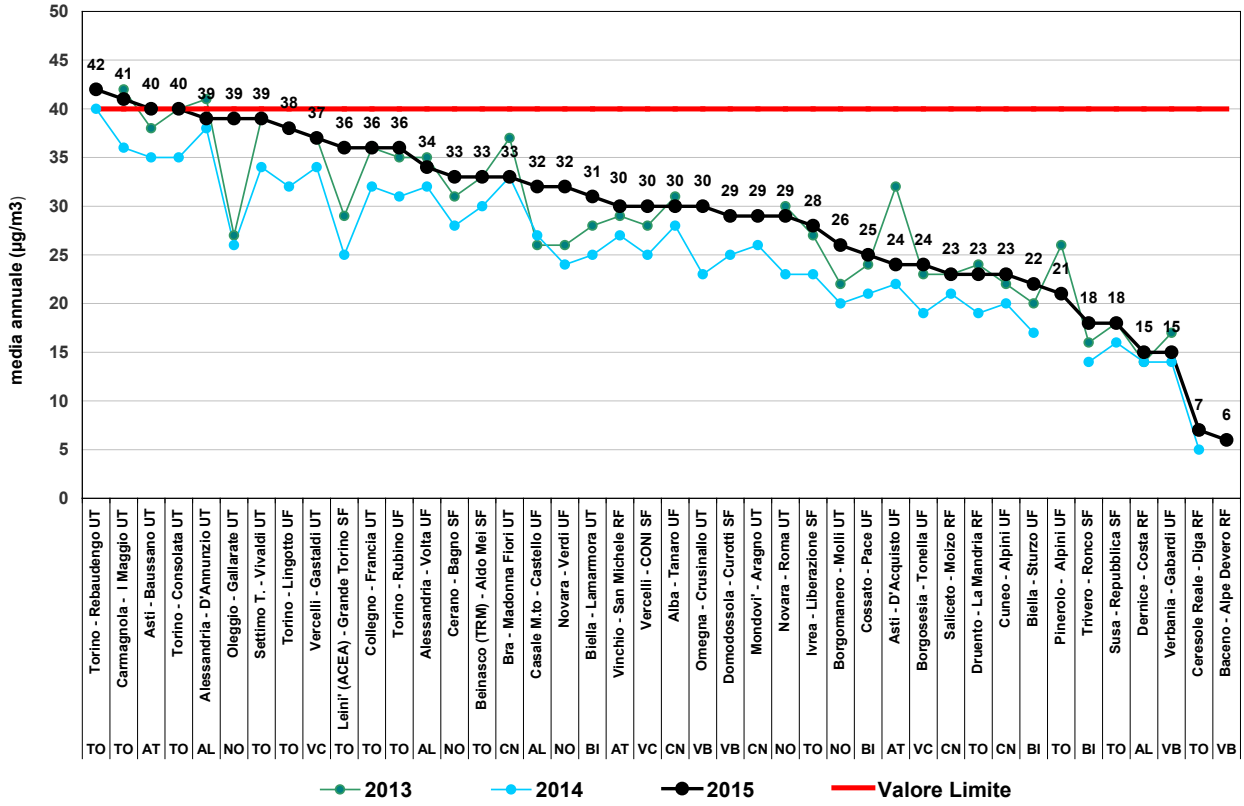


Figura 5.6.1.5 - Particolato PM_{10}: concentrazioni medie annuali in ordine decrescente nelle stazioni della rete regionale per gli anni 2013, 2014 e 2015

Bisogna ricordare che l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) consiglia come soglia per la protezione della salute umana un valore medio annuo pari a 20 µg/m^3: solo 6 stazioni sulle 42 piemontesi presentano una media inferiore o uguale a tale soglia.

Valore limite giornaliero[26]

La situazione relativa all'anno 2015 dei superamenti del valore limite giornaliero rilevati nei punti di misura del PM_{10} è riportata nella mappa sottostante (Figura 5.6.1.6). La situazione maggiormente critica è quella riscontrabile nell'area centrale, in modo particolare nell'Agglomerato di Torino, mentre l'area meno problematica risulta la zona pedemontana.

Nell'ultimo decennio il numero di superamenti del valore limite giornaliero del PM_{10}, pur eccedendo ancora il riferimento normativo soprattutto nelle zone maggiormente urbanizzate, ha evidenziato una chiara diminuzione dovuta alla riduzione complessiva delle componenti primaria e secondaria.

Nel 2015, complice una situazione meteorologica particolarmente sfavorevole alla dispersione degli inquinanti verificatasi nell'ultima parte dell'anno (fenomeni nebbiosi al di sopra della media del periodo, condizioni di stabilità atmosferica e marcata inversione termica), il numero di superamenti è aumentato rispetto a quello misurato nell'anno

26 Valore limite giornaliero = media giornaliera pari a 50 µg/m³ (da non superare più di 35 volte per anno civile) – D. Lgs. 155/2010

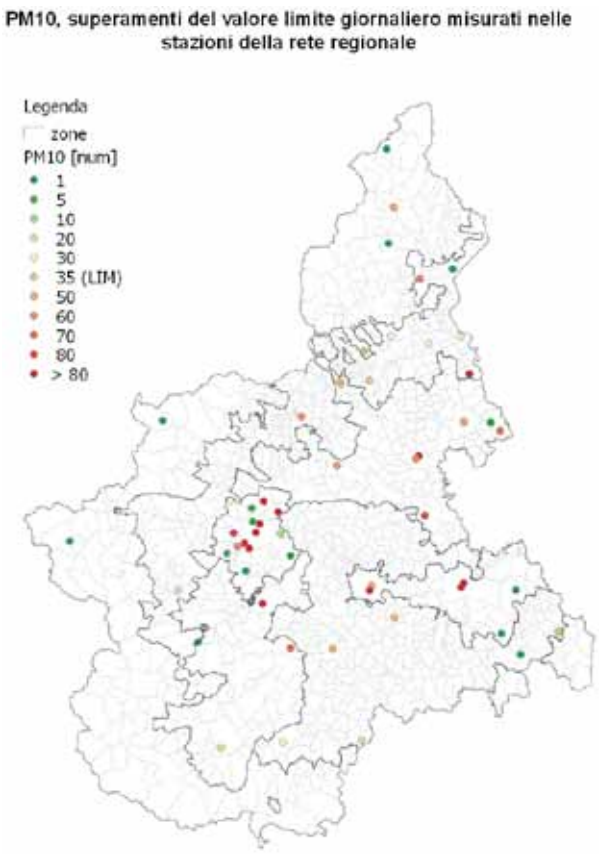


Figura 5.6.1.6 - Particolato $PM_{10:}$ numero di superamenti del valore limite giornaliero misurati nelle stazioni della rete regionale

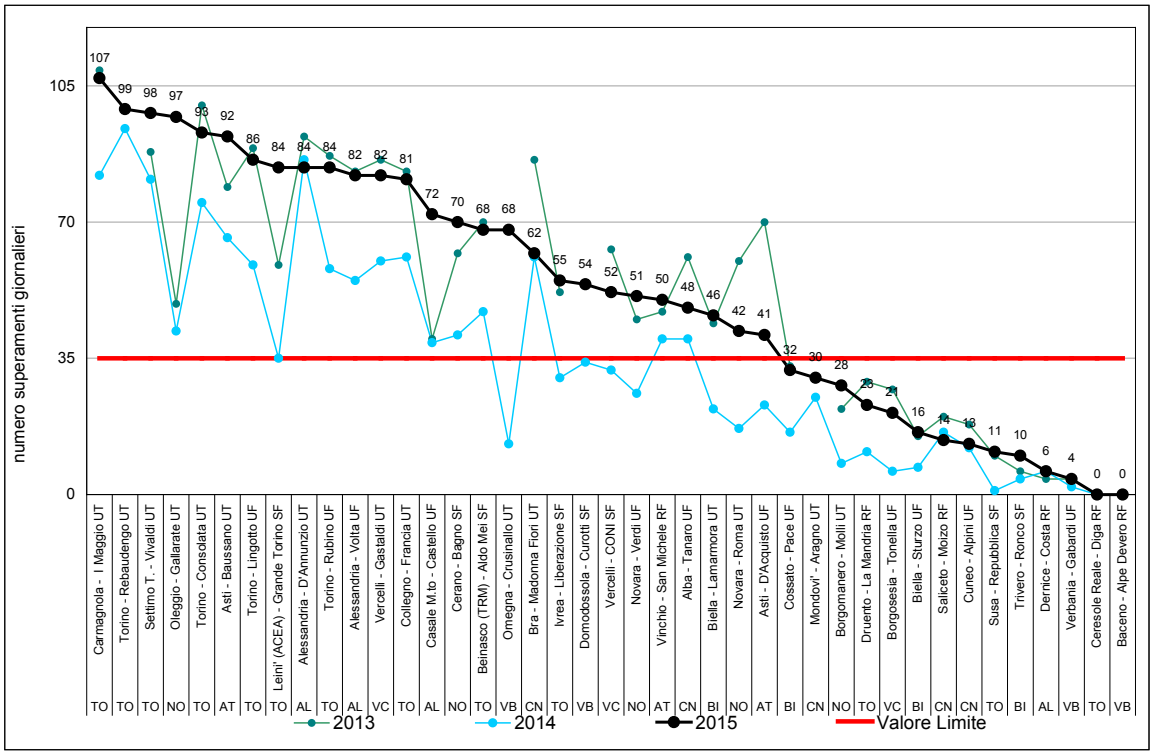


Figura 5.6.1.7 - Particolato PM_{10}: numero di superamenti del valore limite giornaliero per gli anni 2013, 2014 e 2015

precedente, portando la percentuale delle stazioni superanti dal 39% del 2014 (situazione migliore dell'intera serie storica del PM_{10}) al 65% del 2015, con una situazione simile a quella del 2013.

Nella Figura 5.6.1.7 sono raffigurati in ordine decrescente i superamenti degli anni dal 2013 al 2015 per le stazioni della rete regionale con percentuale di dati validi superiore al 90%. Vicino al nome di ciascuna stazione sono indicate la tipologia della stazione (T = traffico, F = Fondo) e del tipo di zona (R = rurale, S = suburbana, U = urbana).

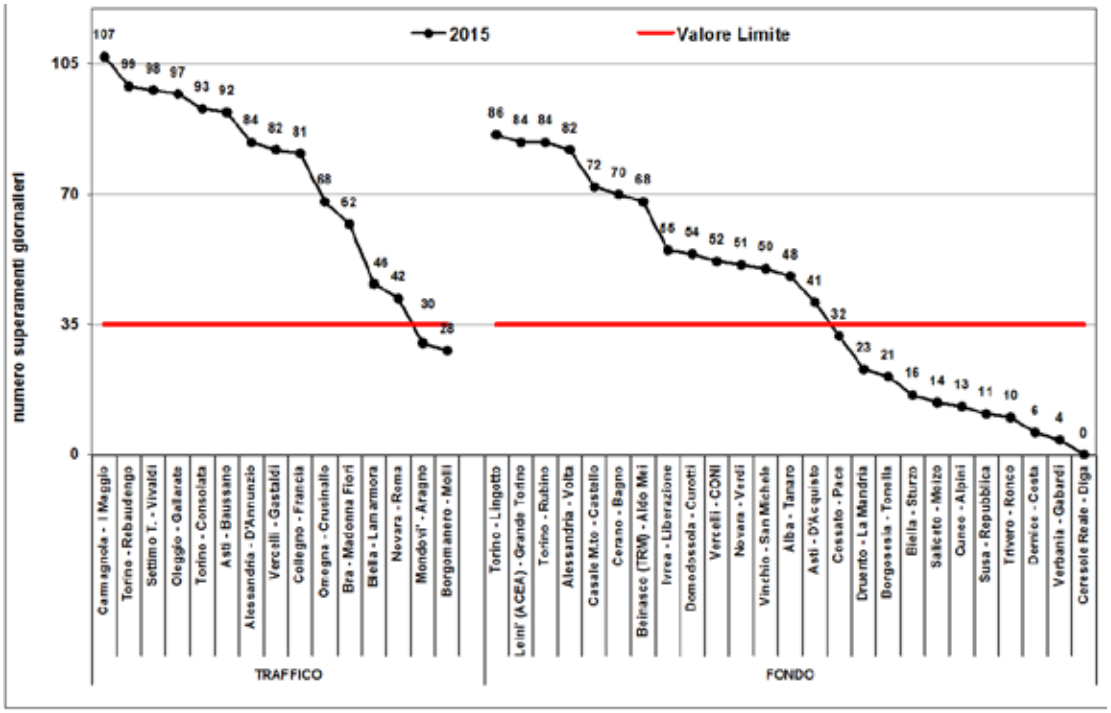


Figura 5.6.1.8 - Particolato PM_{10}: numero di superamenti del valore limite giornaliero in ordine decrescente per tipologia di stazione nell'anno 2015

Nella Figura 5.6.1.8 i superamenti verificatisi nel 2015 sono stati rappresentati suddividendo i punti di misura per tipologia: a sinistra le stazioni di traffico, a destra quelle di fondo.

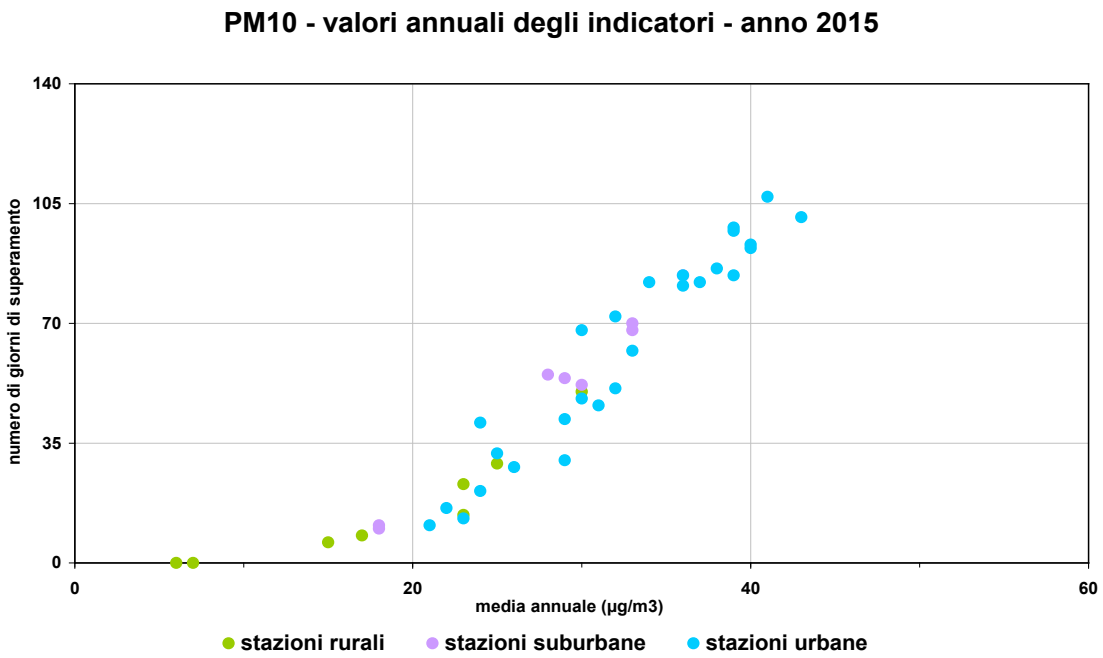


Figura 5.6.1.9 - Particolato PM_{10}: Particolato PM10: numero di superamenti del valore limite giornaliero e media annuale nell'anno 2015 per tipo di zona

Il maggior numero di superamenti del valore limite giornaliero e le concentrazioni medie più elevate sono stati riscontrati presso le stazioni urbane, in modo particolare quelle di traffico, poste nella parte centrale e pianeggiante della regione, dove è maggiore l'accumulo degli inquinanti - quale il materiale particolato - caratterizzati da lunghi tempi di permanenza in atmosfera (Figura 5.6.1.9).

L'agglomerato torinese presenta nel 2015 sia il maggior numero di superamenti del limite giornaliero (107 superamenti) sia la più elevata media annuale (43 µg/m^3) rilevati rispettivamente nelle stazioni urbane di traffico di Carmagnola e Torino - Rebaudengo.

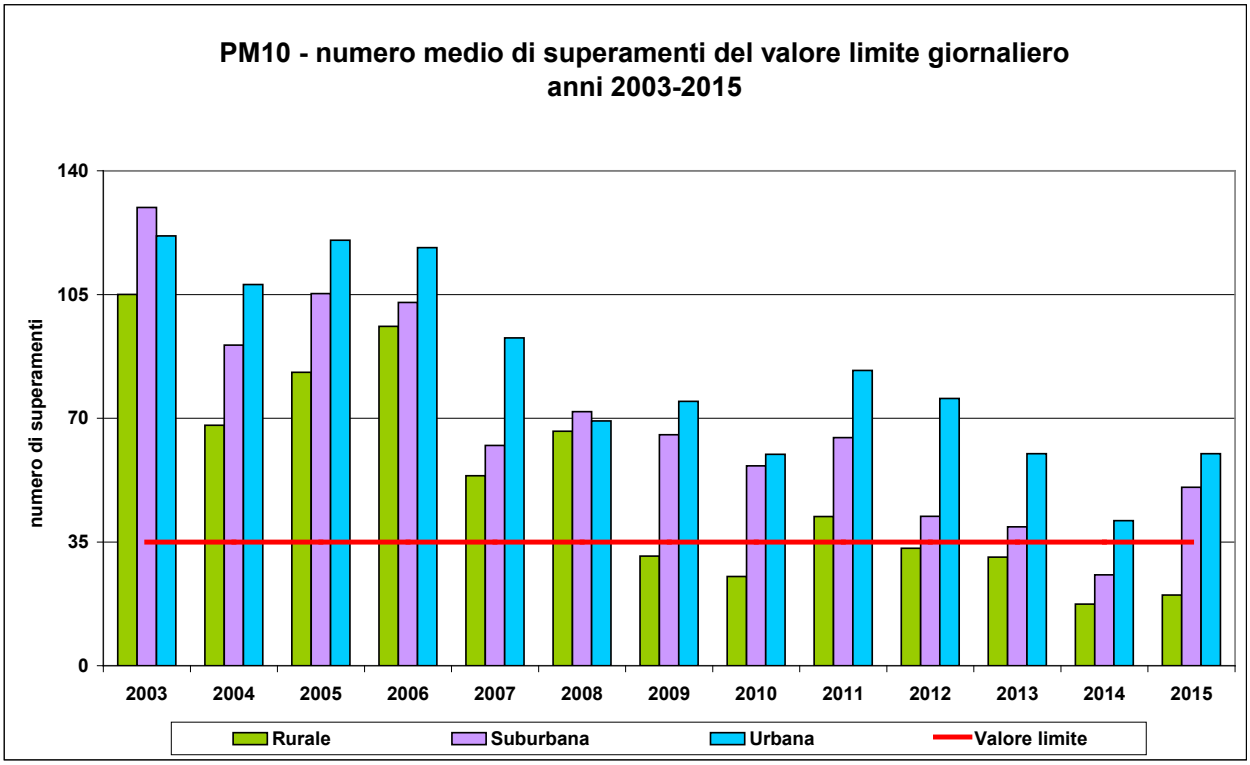


Figura 5.6.1.10 - Particolato PM_{10}: Trend del numero di superamenti del valore limite giornaliero per tipo di zona

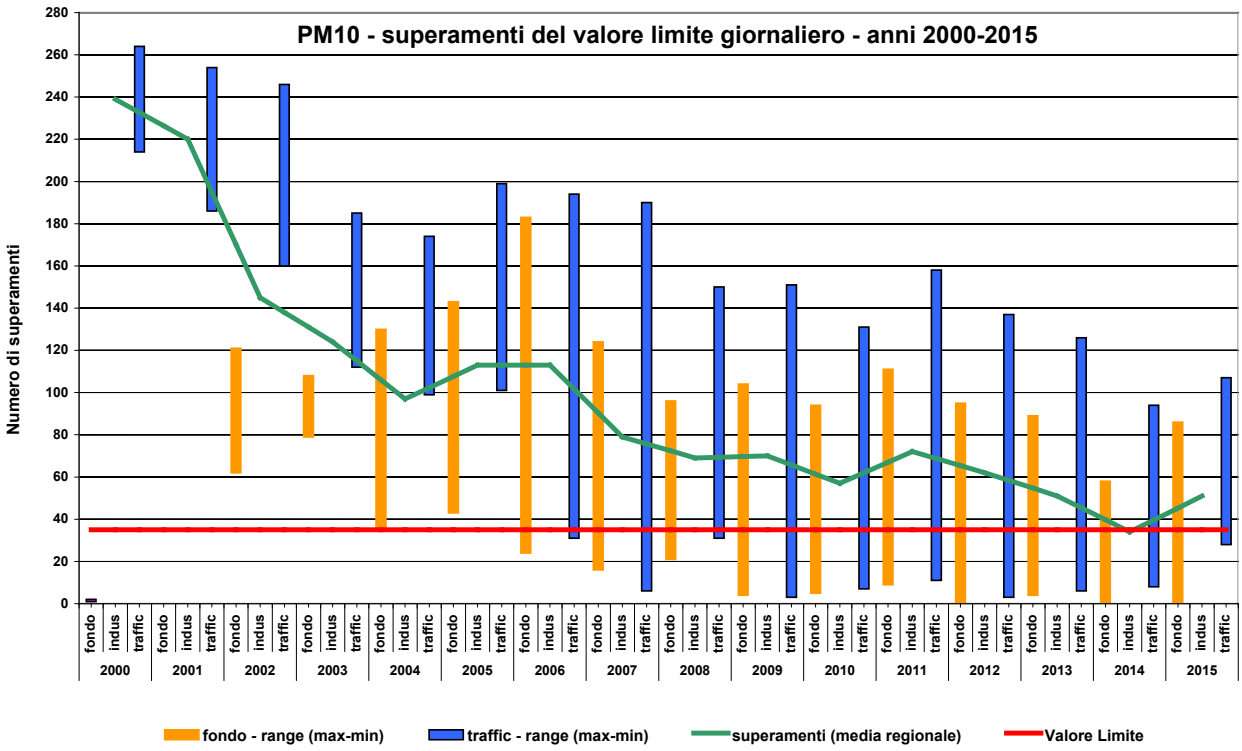


Figura 5.6.1.11 - Particolato PM_{10}: trend del numero di superamenti del valore limite giornaliero per tipologia di stazione (valore minimo e massimo)

Le medie dei superamenti del valore limite giornaliero, calcolate per tipo di zona (rurale, suburbana e urbana), confermano come la situazione regionale, nonostante le oscillazioni tra i diversi anni, stia progressivamente e complessivamente tendendo al miglioramento (Figura 5.6.1.10); la stessa tendenza è evidenziata nella Figura 5.6.1.11, nel quale sono riportati anche il numero minimo e massimo di superamenti del valore del limite giornaliero per tipologia di stazione.

► $PM_{2,5}$

Per il particolato $PM_{2,5}$ - che rappresenta la frazione aerodinamica del PM_{10} denominata particolato fine, nella quale generalmente sono presenti i composti più tossici – il Decreto Legislativo 155 del 13/08/2010 prevede un valore limite per la protezione della salute umana che evidenzia la potenziale criticità di tale inquinante, in grado di penetrare profondamente nei polmoni, giungendo sino ai bronchi secondari.

Gli indicatori relativi al particolato $PM_{2.5}$ sono calcolati sulle stazioni della rete regionale che presentano una percentuale di dati validi superiore al 90%; il valore di Torino – Consolata nel 2015 è stato inserito eccezionalmente pur avendo 85% di dati validi.

Valore limite annuale[27]

Nell'anno 2015, in controtendenza rispetto all'anno precedente, il valore limite attualmente in vigore è stato superato in circa il 30% delle stazioni, per motivi riconducibili a quelli indicati per il PM_{10} (Figura 5.6.1.12).

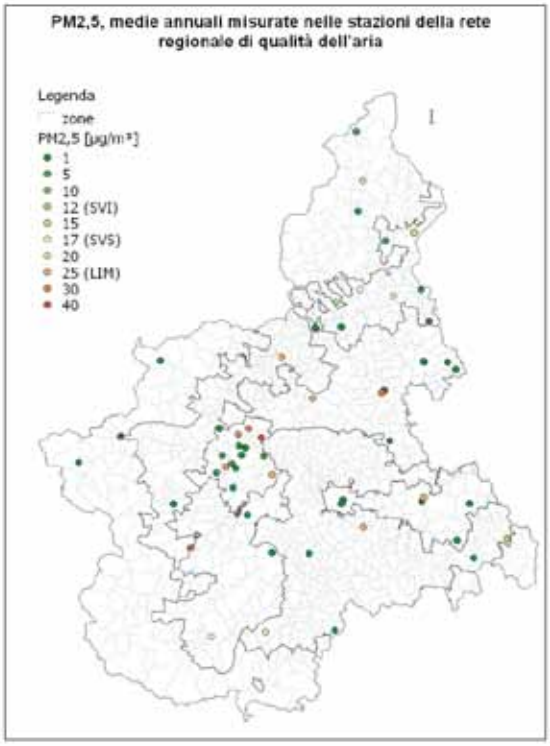


Figura 5.6.1.12 - Particolato $PM_{2,5}$: medie annuali misurate nelle stazioni della rete regionale

Anche se la maggioranza dei valori medi annuali registrati nelle stazioni della rete di monitoraggio si attesta al di sotto dei 25 µg/m³, bisogna ricordare che, in analogia con quanto già scritto per il PM_{10}, il valore consigliato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) - come soglia per la protezione della salute umana - è 10 µg/m³: nel territorio piemontese solo una stazione in quota presenta una media inferiore a tale valore (Figura 5.6.1.13).

27 Valore limite annuale = media annua pari a 25 µg/m³ – D. Lgs. 155/2010

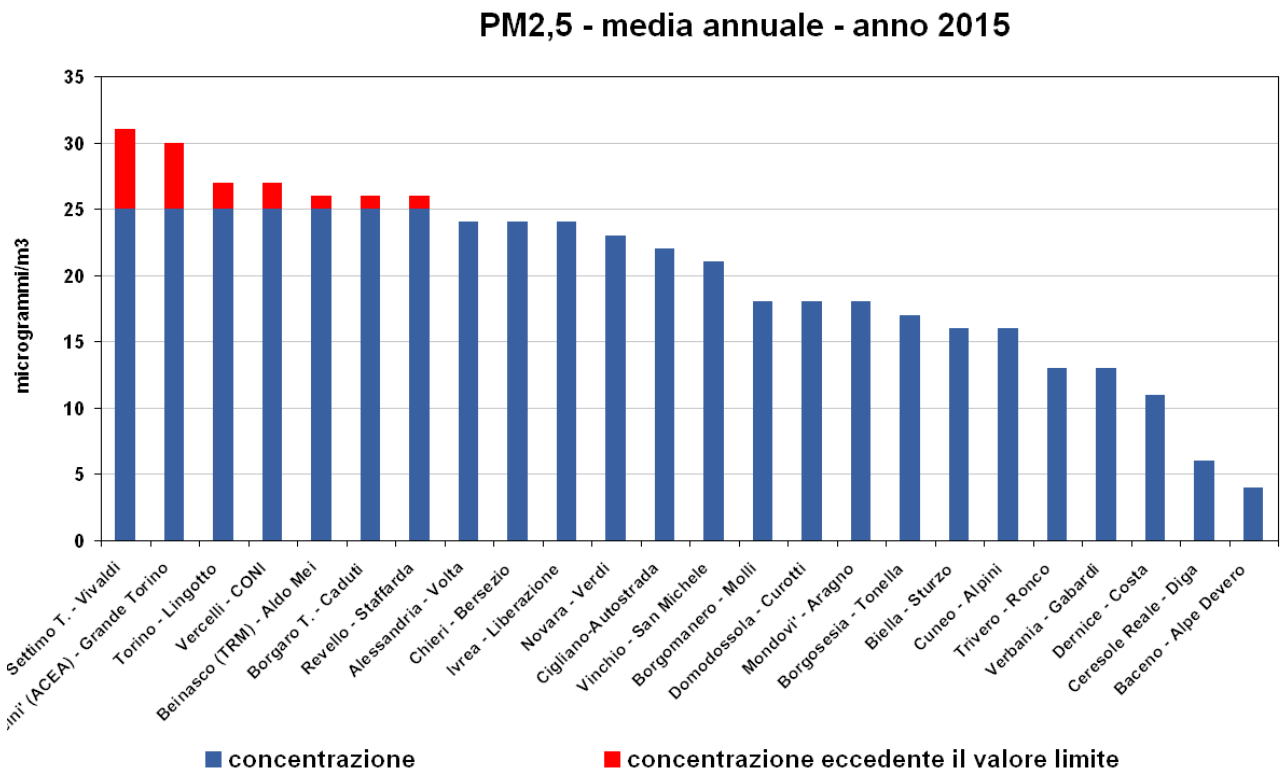


Figura 5.6.1.13 - Particolato $PM_{2,5}$: concentrazioni medie annuali nell'anno 2015

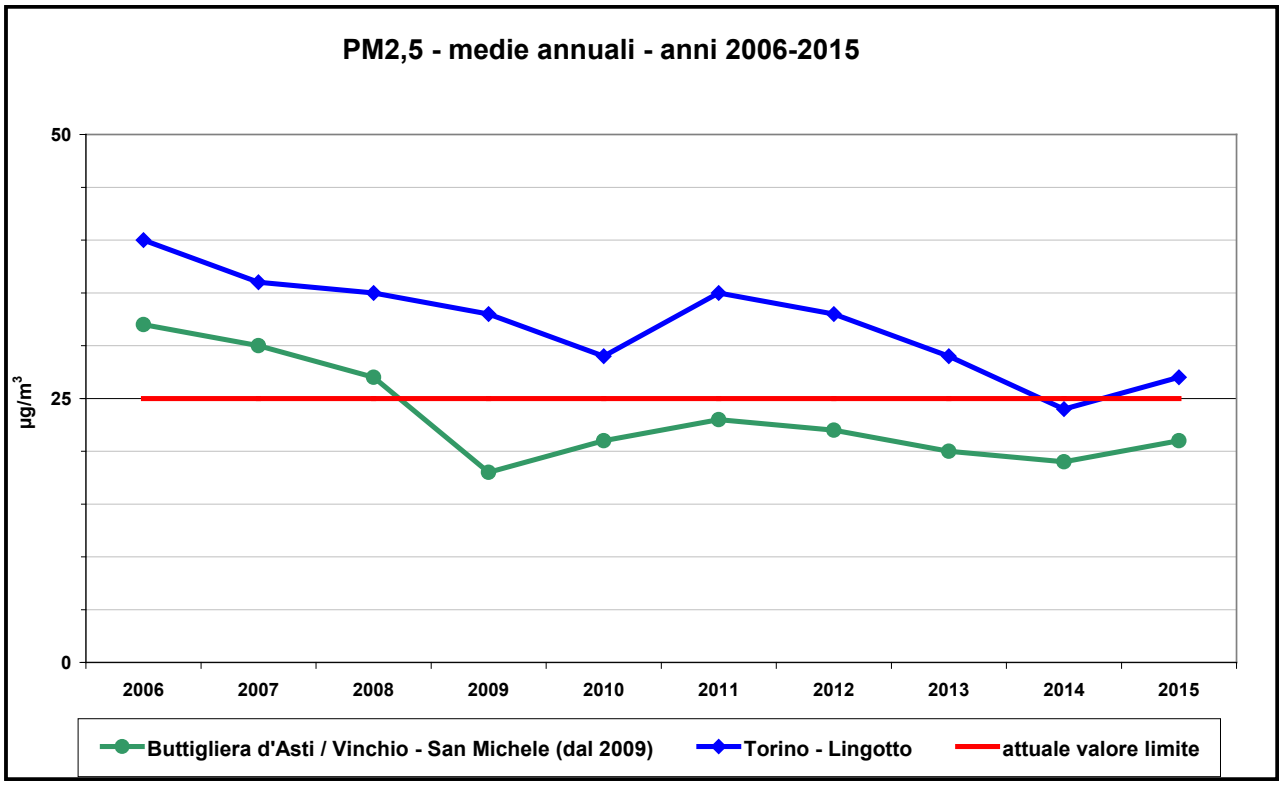


Figura 5.6.1.14 - Particolato $PM_{2,5}$: trend del valore limite annuale (anni 2006-2015)

► Biossido di azoto

Il biossido di azoto (NO_2) è un inquinante che si genera a seguito di processi di combustione, qualsiasi sia il combustibile utilizzato. Fra le sorgenti emissive, il traffico veicolare è stato individuato come il maggior responsabile dell'aumento dei livelli di biossido d'azoto nell'aria ambiente. Le altre fonti sono i processi di combustione industriale e gli impianti di riscaldamento.

Essendo un inquinante per lo più secondario - intermedio alla base dei processi di formazione di una serie di inquinanti pericolosi, come ad esempio l'ozono e l'acido nitrico - svolge un ruolo fondamentale nella generazione di smog fotochimico; contribuisce inoltre, insieme al biossido di zolfo, alla formazione delle piogge acide ed è inoltre tra i precursori del particolato.

Ad elevata concentrazione il biossido d'azoto si presenta sotto forma di un gas di colore rossastro dall'odore forte e pungente, con grande potere irritante per le mucose: può infatti contribuire all'insorgere di varie alterazioni delle funzioni respiratorie (bronchiti croniche, asma ed enfisema polmonare). Lunghe esposizioni al biossido di azoto, anche a bassa concentrazione, provocano una drastica diminuzione delle difese polmonari, con conseguente aumento del rischio di affezioni alle vie respiratorie.

Distribuzione territoriale e tendenze

Le concentrazioni di biossido d'azoto presentano, al pari di quelle del particolato, un'elevata stagionalità, con valori elevati nei periodi invernali - caratterizzati da stabilità atmosferica - e valori contenuti nei periodi estivi, nei quali l'attività fotochimica risulta elevata. Le concentrazioni giornaliere mostrano valori massimi in prossimità delle sorgenti di emissione (ad esempio le grandi arterie stradali) ed in corrispondenza delle ore in cui il traffico è più intenso, per poi scendere nelle ore notturne.

Gli ossidi di azoto sono inquinanti con permanenza limitata in atmosfera (4-5 giorni), prima di essere rimossi con formazione di acido nitrico (HNO3) e successiva ossidazione a nitrati. In particolari condizioni meteorologiche ed in presenza di concentrazioni elevate, possono diffondersi ed interessare territori situati anche a grande distanza dalla sorgente inquinante; diversamente, subiscono processi di trasporto a scala spaziale ridotta. Le concentrazioni registrate nelle singole stazioni sono pertanto fortemente condizionate dalle sorgenti presenti in prossimità delle stesse.

I livelli di concentrazione del biossido di azoto (NO_2) hanno fatto registrare una netta diminuzione nel corso degli anni '90 che prosegue tutt'ora, seppur in modo meno evidente. L'introduzione delle marmitte catalitiche a tre vie nelle auto a benzina, per favorire la trasformazione degli ossidi di azoto in azoto molecolare, non ha diminuito le concentrazioni del biossido di azoto con la stessa incisività riscontrata per il monossido di carbonio. La presenza di altre sorgenti rilevanti quali i veicoli con alimentazione diesel e gli impianti per la produzione di energia, nonché la partecipazione degli ossidi di azoto alle varie reazioni fotochimiche, sono verosimilmente concause del calo non ancora soddisfacente delle concentrazioni di questo inquinante in atmosfera. Le principali aree urbane piemontesi presentano infatti ancora criticità e superamenti dei limiti normativi.

Gli indicatori relativi al biossido di azoto sono calcolati sulle stazioni della rete regionale che presentano una percentuale di dati validi superiore al 90%.

Valore limite annuale[28]

La situazione relativa all'anno 2015 per quanto riguarda i valori medi annuali registrati nei punti di misura del biossido di azoto è riportata nella Figura 5.6.1.15.

La media annua più elevata a livello regionale nel corso del 2015 è stata infatti misurata nella stazione urbana di traffico di Torino-Rebaudengo, situata in prossimità di un'arteria stradale altamente trafficata, fortemente condizionata dalle emissioni dei veicoli transitanti. La Figura 5.6.1.16 riporta il confronto tra i trend delle concentrazioni medie annuali rilevate in due stazioni urbane di traffico (Torino–Consolata e Torino–Rebaudengo) e in una stazione urbana

28 Valore limite annuale = media annua pari a 40 µg/m³ – D. Lgs. 155/2010

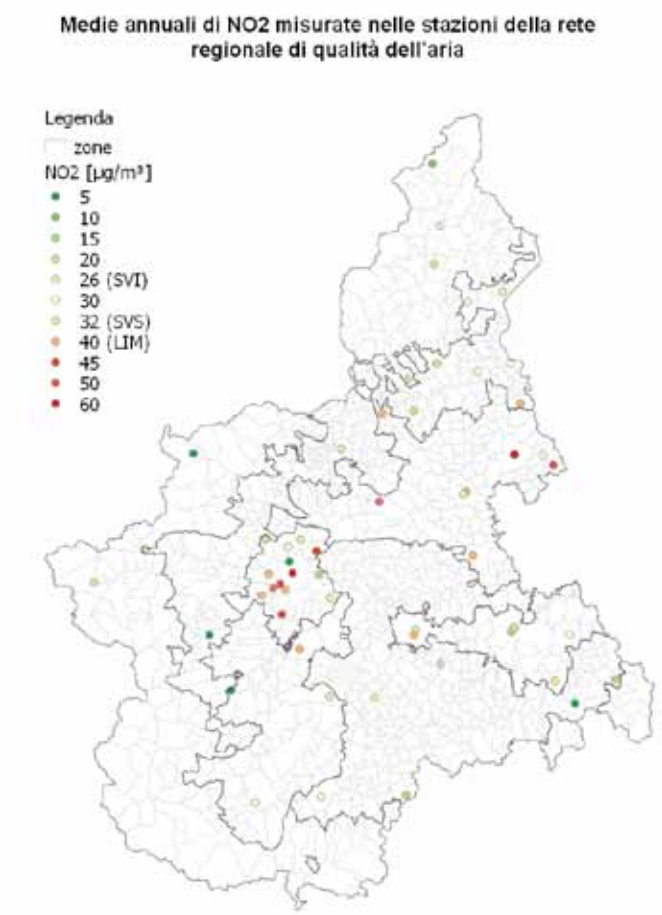


Figura 5.6.1.15 - Biossido di azoto: medie annuali misurate nelle stazioni della rete regionale

di fondo (Torino–Lingotto) della città di Torino. Si può constatare come le stazioni di traffico presentino generalmente valori di concentrazione più elevati rispetto alla stazione di fondo che, a partire dal 2014, non mostra più superamenti del limite annuale, che invece continuano a verificarsi nelle altre due stazioni.

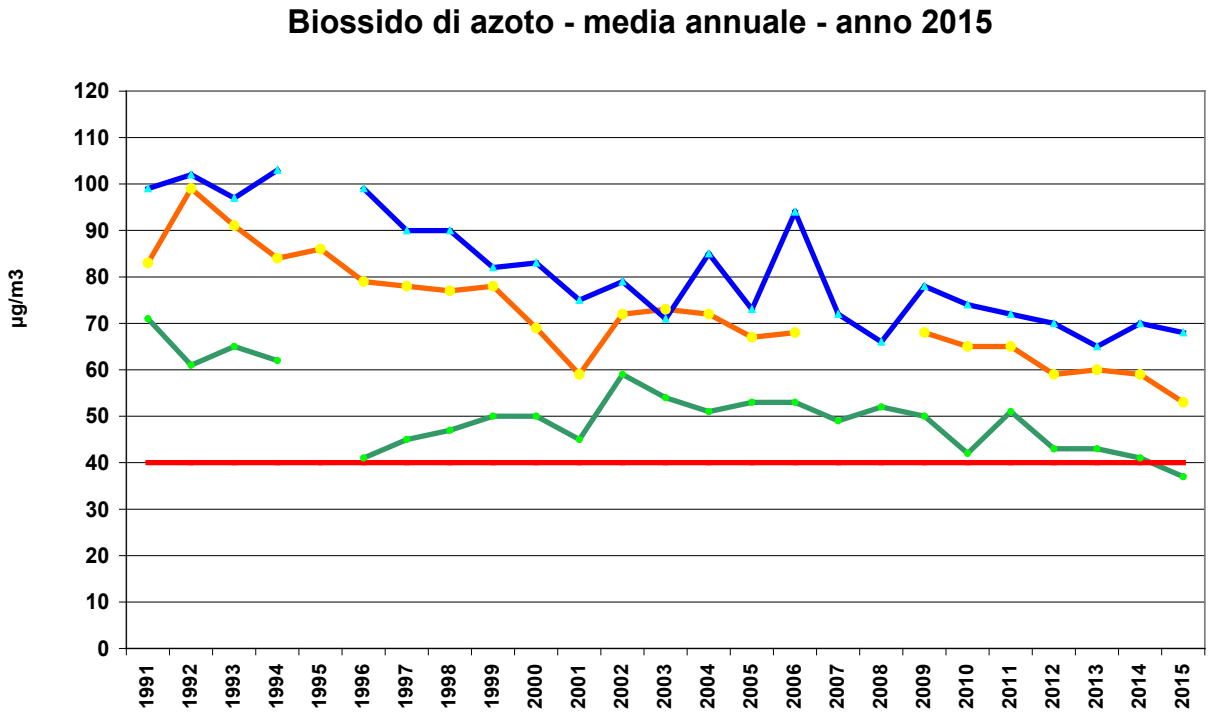


Figura 5.6.1.16 - Biossido di azoto: trend del valore limite annuale nelle stazioni di Torino-Consolata, Torino-Rebaudengo e Torino–Lingotto (periodo 1991-2015)

A livello regionale, superamenti del valore limite annuale sono stati misurati nelle stazioni di Novara-Roma, Cerano (NO), Beinasco (TO), Settimo (TO), Vinovo (TO), Cigliano (VC) e in gran parte delle stazioni della città di Torino. Tali punti sono collocati generalmente in contesti caratterizzati da intenso traffico veicolare e/o da un'intensa antropizzazione del territorio.

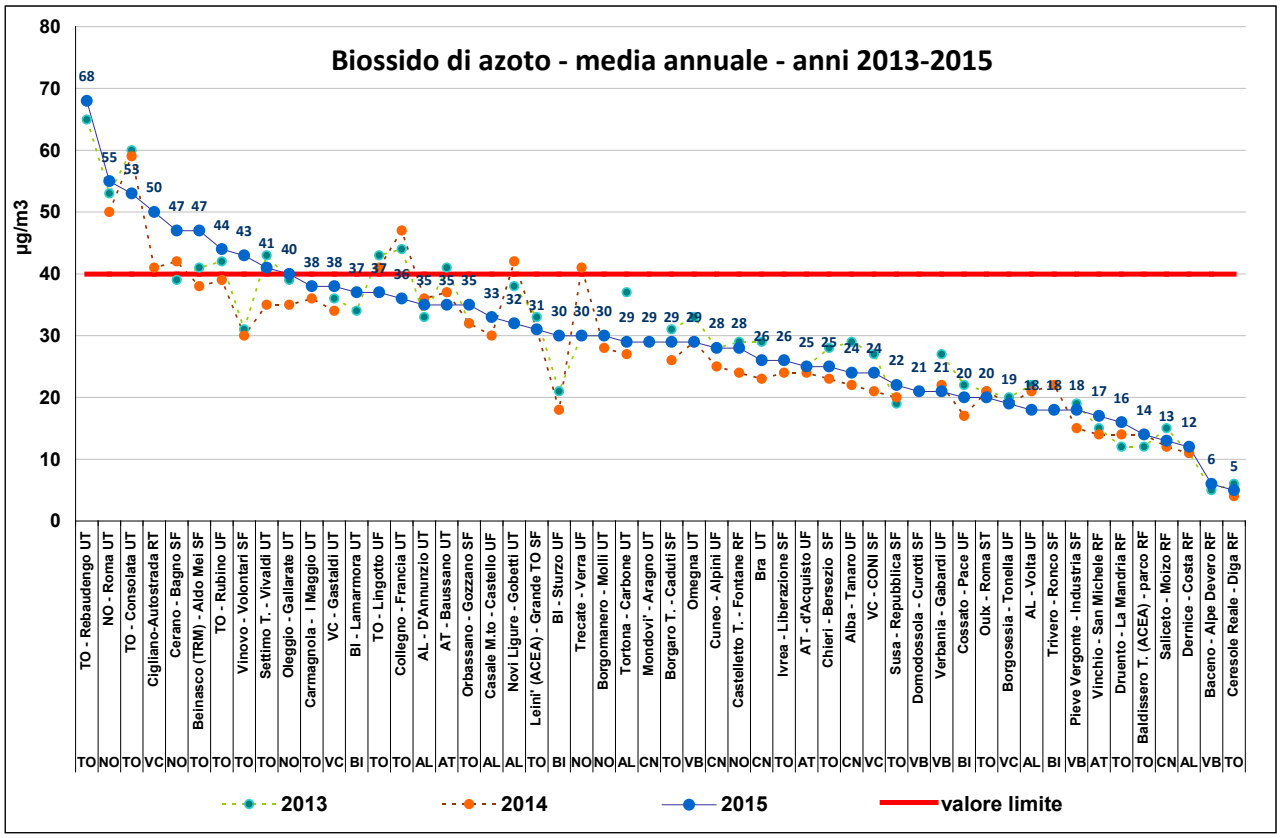


Figura 5.6.1.17 - Biossido di azoto: concentrazioni medie annuali in ordine decrescente nelle stazioni della rete regionale per gli anni 2013, 2014 e 2015

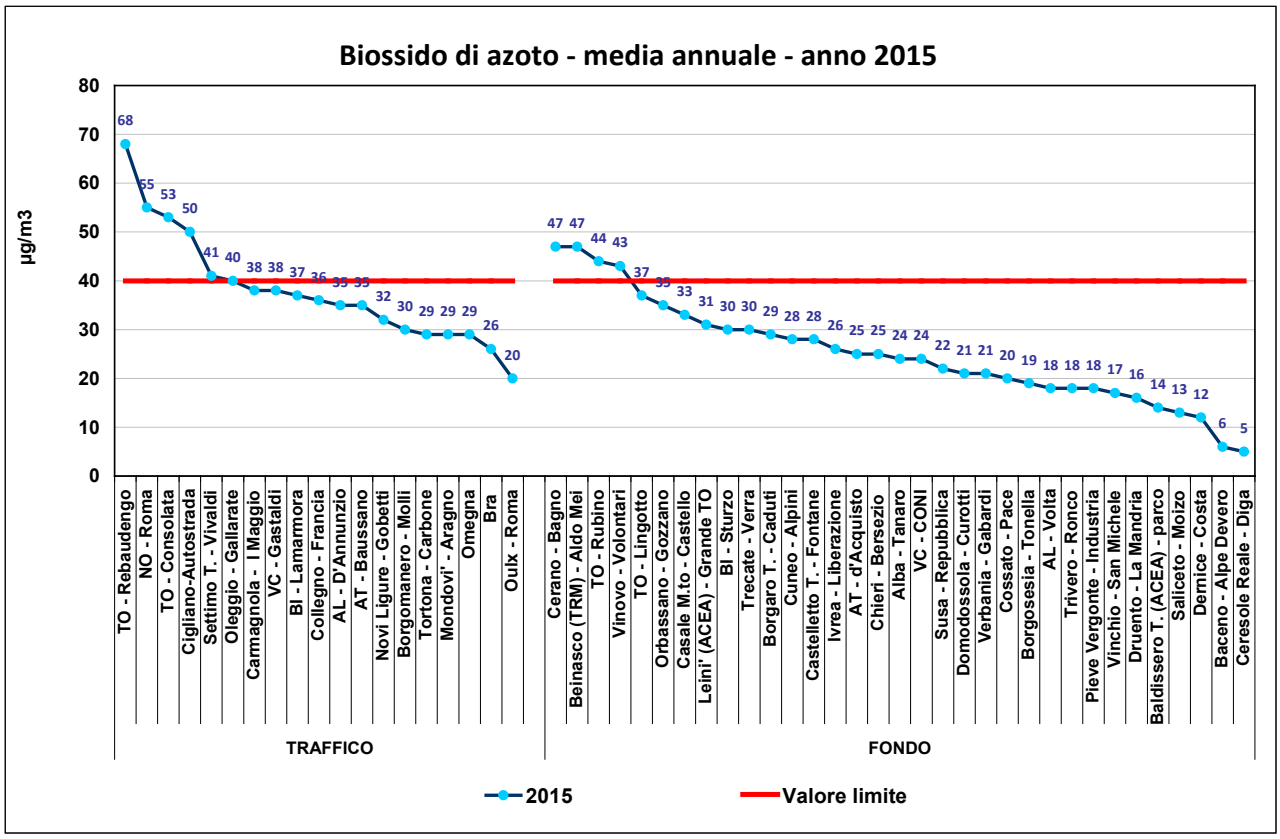


Figura 5.6.1.18 - Biossido di azoto: concentrazioni medie annuali in ordine decrescente per tipologia di stazione nell'anno 2015

Nella Figura 5.6.1.17 sono riportate, in ordine decrescente, le concentrazioni medie annuali delle stazioni appartenenti alla rete regionale per l'ultimo triennio (2013-2015), associando al nome della stazione una codifica indicante sia la tipologia della stazione che la zona di appartenenza (UT = Urbana di Traffico, RT = Rurale di Traffico, SF = Suburbana di Fondo, UF = Urbana di Fondo, RF = Rurale di Fondo). Nel grafico successivo (Figura 5.6.1.18) i dati riferiti all'anno 2015 sono stati suddivisi per tipologia di stazione (Fondo e Traffico).

In generale la situazione regionale di inquinamento da biossido di azoto sta lentamente migliorando, come dimostrato dal trend rappresentato in Figura 5.6.1.19.

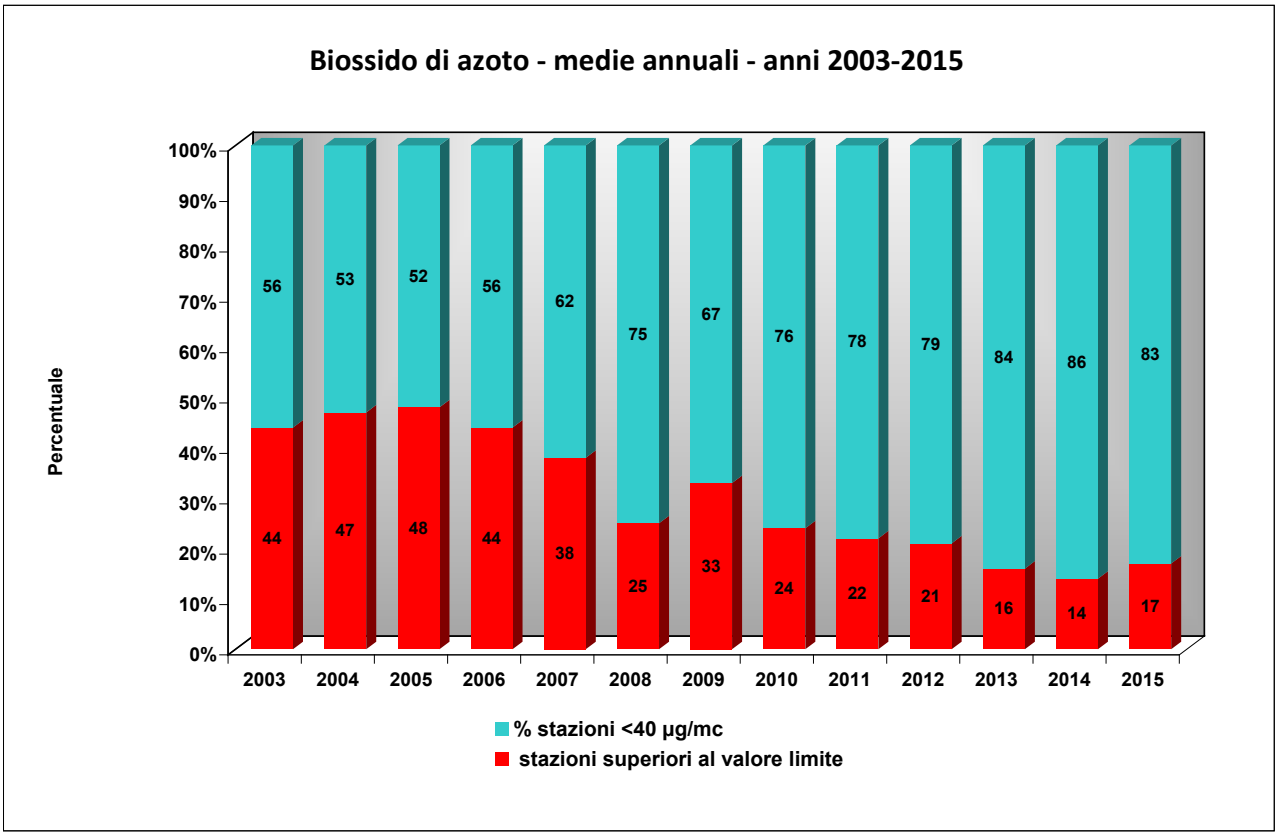


Figura 5.6.1.19 - Biossido di azoto: trend percentuale delle stazioni con superamenti del valore medio annuale (periodo 2003-2015)

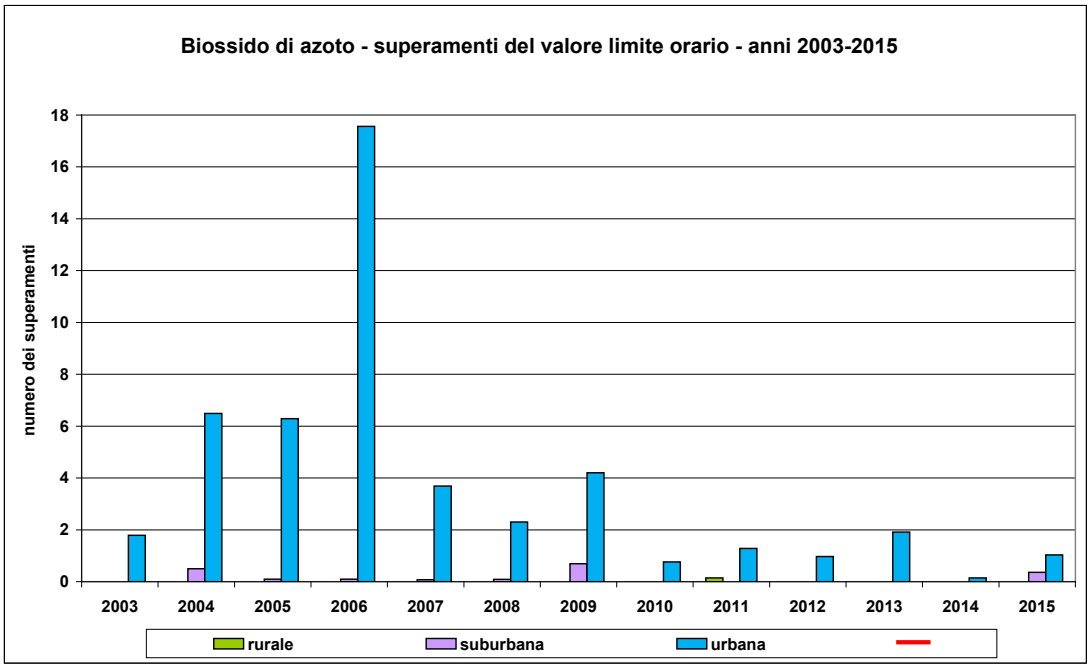


Figura 5.6.1.20 - Biossido di azoto: trend del numero medio di superamenti del valore limite orario negli anni 2003-2015

Valore limite orario[29]

Tra le stazioni della rete regionale solo la stazione urbana di traffico di Torino-Rebaudengo non ha rispettato il valore limite orario per la protezione della salute, avendo registrato 21 superamenti nel corso del 2015.

La serie storica evidenzia comunque una riduzione del numero medio di superamenti del valore limite orario calcolato sull'insieme delle stazioni della rete regionale (Figura 5.6.1.20).

► Ozono

L'ozono (O3) - tipico inquinante secondario, la cui presenza deriva dalla trasformazione di altri composti, di origine antropica o naturale, presenti in atmosfera - a differenza degli altri inquinanti raggiunge le concentrazioni più elevate generalmente nelle aree rurali e nelle zone in quota, nei mesi più caldi dell'anno e nelle ore di massimo irraggiamento solare.

Gli indicatori relativi all'ozono sono calcolati sulle stazioni della rete regionale che presentano una percentuale di dati validi superiore al 90%.

Valore obiettivo per la protezione della salute umana[30]

L'obiettivo a lungo a termine per la protezione della salute umana, tra i valori di riferimento definiti dalla normativa, è quello che meglio descrive situazioni di inquinamento e di esposizione della popolazione mediate nel tempo.

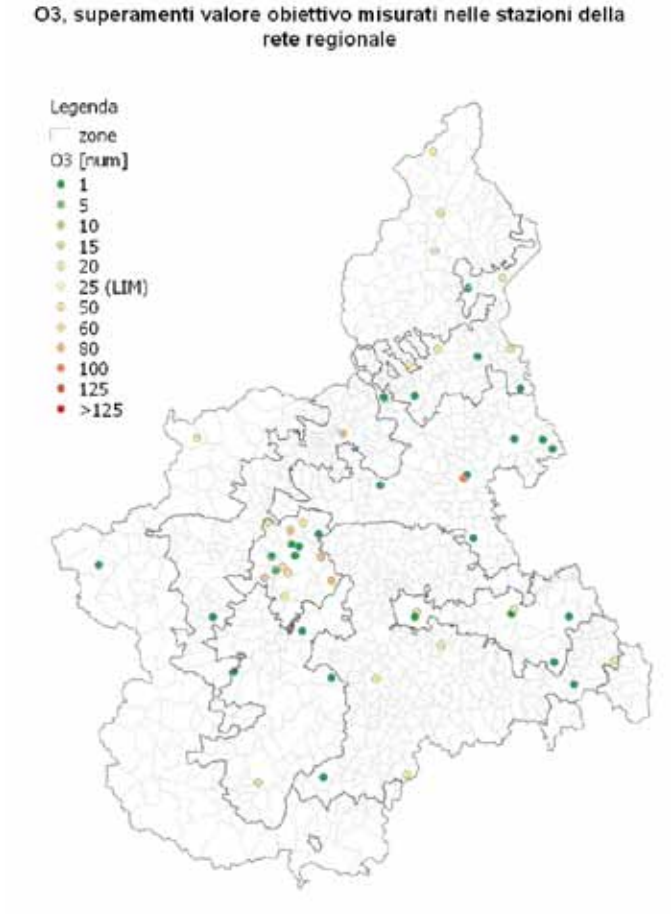


Figura 5.6.1.21 - Ozono: numero di superamenti del valore obiettivo per la protezione della salute umana misurati nelle stazioni della rete regionale

29 Valore limite orario = media oraria pari a 200 µg/m³ (da non superare più di 18 volte per anno civile) - D.Lgs. n. 155/2010
30 Valore obiettivo per la protezione della salute umana = massima media mobile sulle 8 ore giornaliera pari a 120 µg/m³ (non più di 25 volte per anno come media sui 3 anni) - D.Lgs. n. 155/2010

E' stato calcolato sul periodo estivo - da aprile a settembre – per gli anni a disposizione (2001-2015) e mediando per tipologia di stazione, in modo da fornire un quadro complessivo più completo. Il numero medio dei giorni nei quali è superato il valore obiettivo denota una tendenza alla diminuzione per tutte le zone (rurali, urbane, suburbane): il miglioramento registrato nel 2014 in realtà rappresenta un'anomalia nella serie storica dei valori di ozono, in quanto legato alla peculiarità meteorologica che ha contraddistinto tale anno. (Figura 5.6.1.21).

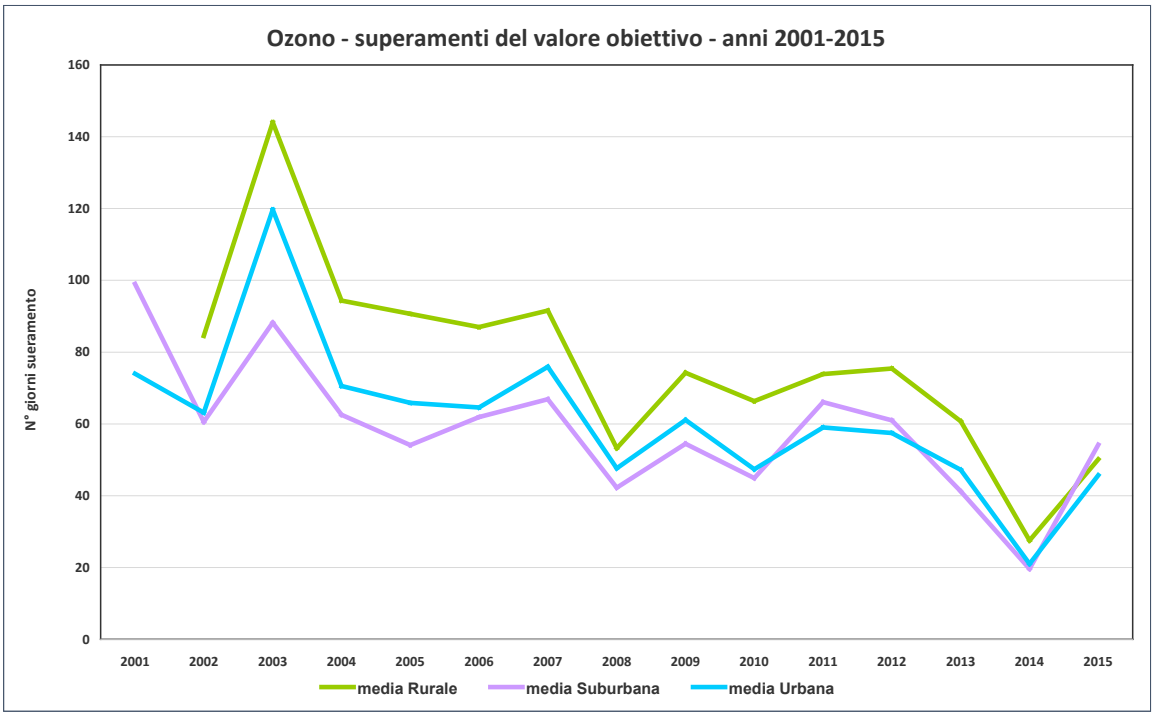


Figura 5.6.1.22 - Ozono: trend dei superamenti del valore obiettivo per la protezione della salute umana per tipologia di zona

Valore obiettivo per la protezione della vegetazione[31]

Per quanto riguarda l'AOT40 (Accumulated Ozone exposure over a Threshold of 40 ppb) - che valuta l'inquinamento da ozono attraverso la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m^3 rilevate da maggio a luglio - la tendenza rivela una lieve diminuzione dei valori, anche se nel 2015 i valori misurati in tutte le stazioni di fondo rurale sono superiori al valore obiettivo (Figura 5.6.1.23).

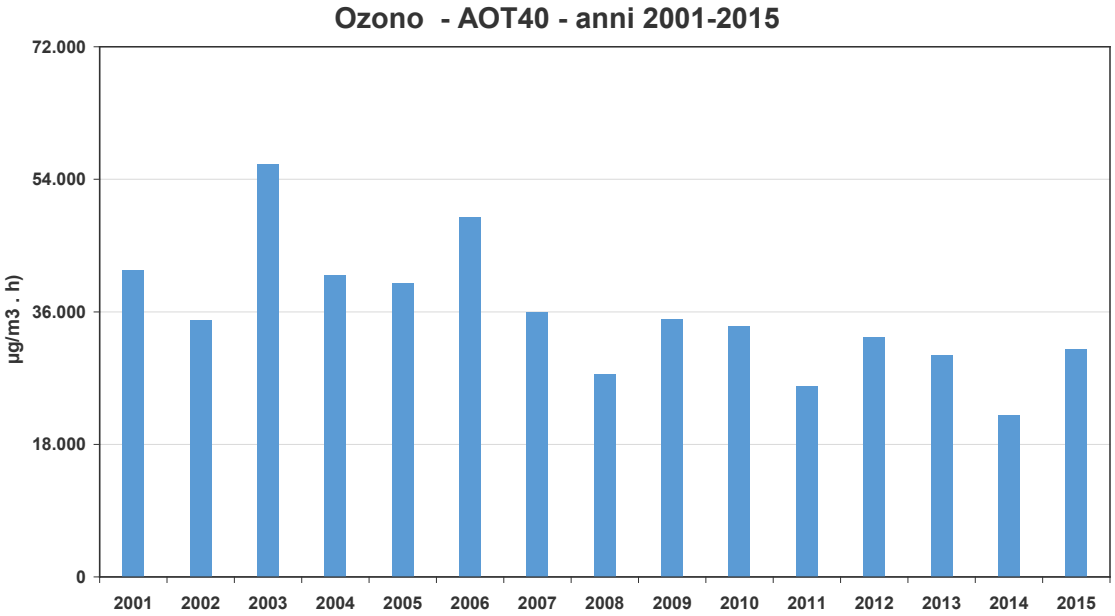


Figura 5.6.1.23 - Ozono: trend del valore obiettivo per la protezione della vegetazione (AOT40)

31 Valore obiettivo per la protezione della vegetazione = AOT 40 pari a 18.000 µg/m^3*h, calcolato da maggio a luglio, come media su 5 anni - D.Lgs. n. 155/2006

► Benzo[a]pirene

Il benzo[a]pirene (B[a]P) è un Idrocarburo Policiclico Aromatico (IPA) con struttura a cinque anelli aromatici condensati, l'unico per il quale la normativa ha stabilito un valore obiettivo. Gli IPA si formano durante le combustioni incomplete, in particolare dei combustibili fossili; le principali sorgenti sono individuabili quindi nel fumo di sigaretta, nei motori diesel e benzina, nelle centrali termiche alimentate con combustibili solidi e liquidi pesanti (nafta, cherosene, carbone, olio combustibile, biomassa legnosa).

Il benzo[a]pirene è stata una delle prime sostanze di cui la IARC (*International Agency for Research on Cancer*) ha accertato la cancerogenicità, a seguito delle reazioni metaboliche che la molecola subisce nell'organismo nel tentativo di essere resa idrosolubile e quindi eliminabile.

L'indicatore relativo al benzo[a]pirene è calcolato sulle stazioni della rete regionale che presentano una percentuale di dati validi superiore al 90%; la misura dell'inquinante è attivata nella maggior parte delle stazioni nelle quali è installato un misuratore/campionatore di particolato PM_{10}.

Valore obiettivo[32]

Nel 2015 il valore obiettivo è stato superato nel 19% delle stazioni (5 stazioni su 27), come risulta dalla mappa di Figura 5.6.1.24 e dal grafico di Figura 5.6.1.25.

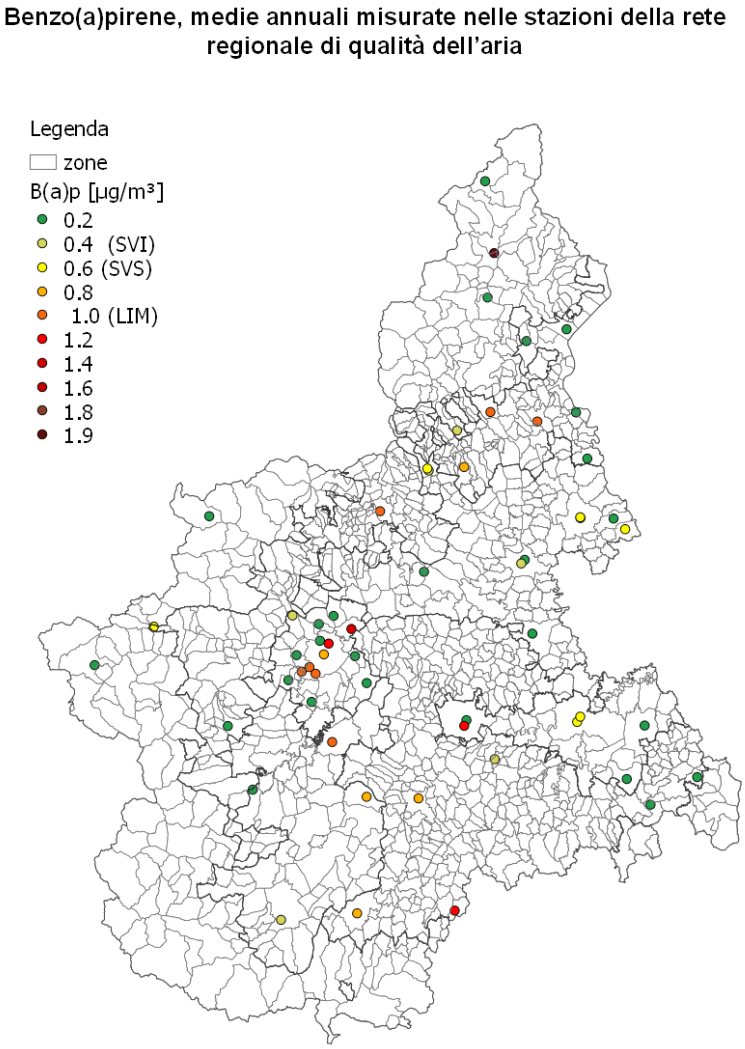


Figura 5.6.1.24 - Benzo[a]pirene: medie annuali misurate nelle stazioni della rete regionale

32 Valore obiettivo = media annua pari a 1 µg/m³- D.Lgs. n. 155/2010

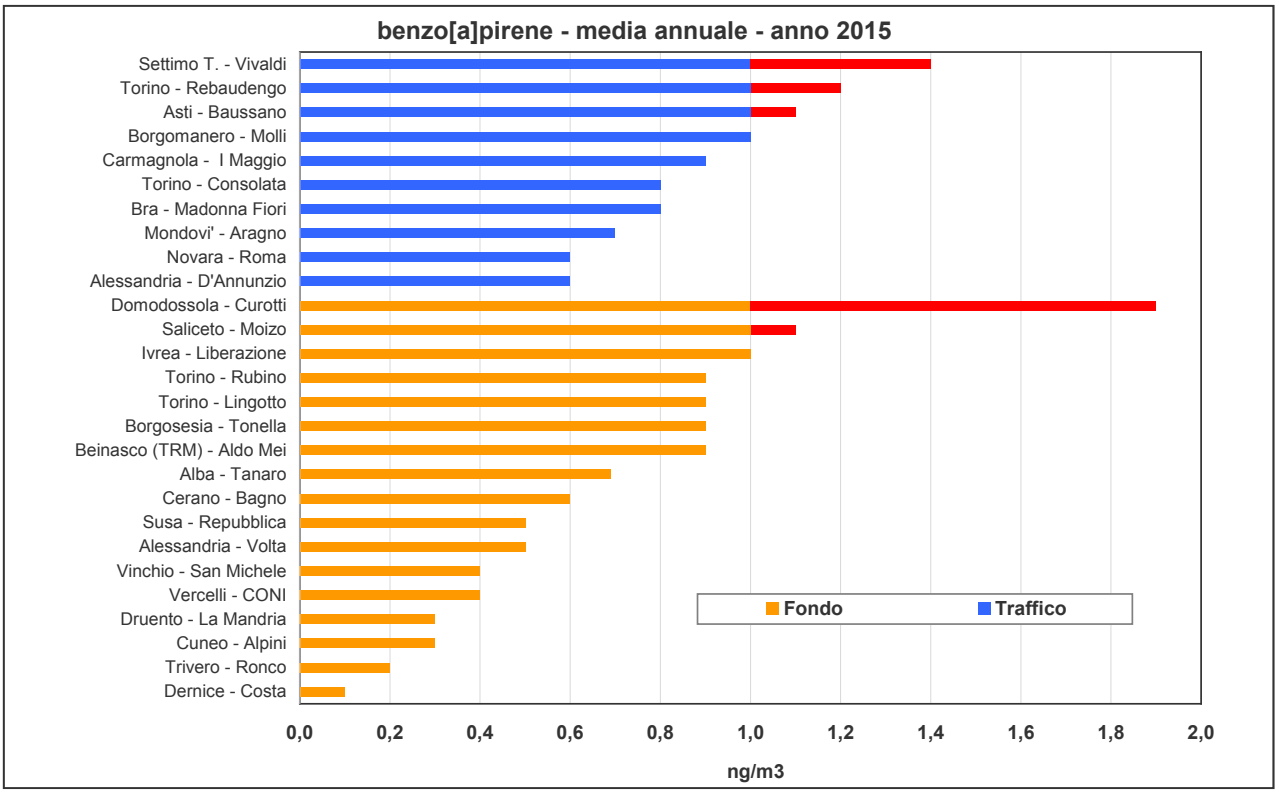


Figura 5.6.1.25 - Benzo[a]pirene: concentrazioni medie annuali nell'anno 2015

La media annuale più elevata - 1,9 ng/m^3- è stata misurata nel punto di misura di Domodossola–Curotti (stazione suburbana di fondo); gli altri superamenti si sono verificati presso le stazioni di Saliceto–Moizo (rurale di fondo), Asti–Baussano (urbana di traffico), Settimo Torinese–Vivaldi (urbana di traffico) e Torino–Rebaudengo (urbana di traffico). Anche altri punti di misura hanno avuto valori prossimi o uguali al valore obiettivo (Borgomanero-Molli e Ivrea-Liberazione).

La presenza di superamenti del valore obiettivo in differenti tipologie di stazione conferma la diversificazione delle sorgenti emissive del benzo[a]pirene - e più in generale degli idrocarburi policiclici aromatici – legate all'utilizzo dei combustibili fossili (traffico veicolare, riscaldamento a biomassa, industria).

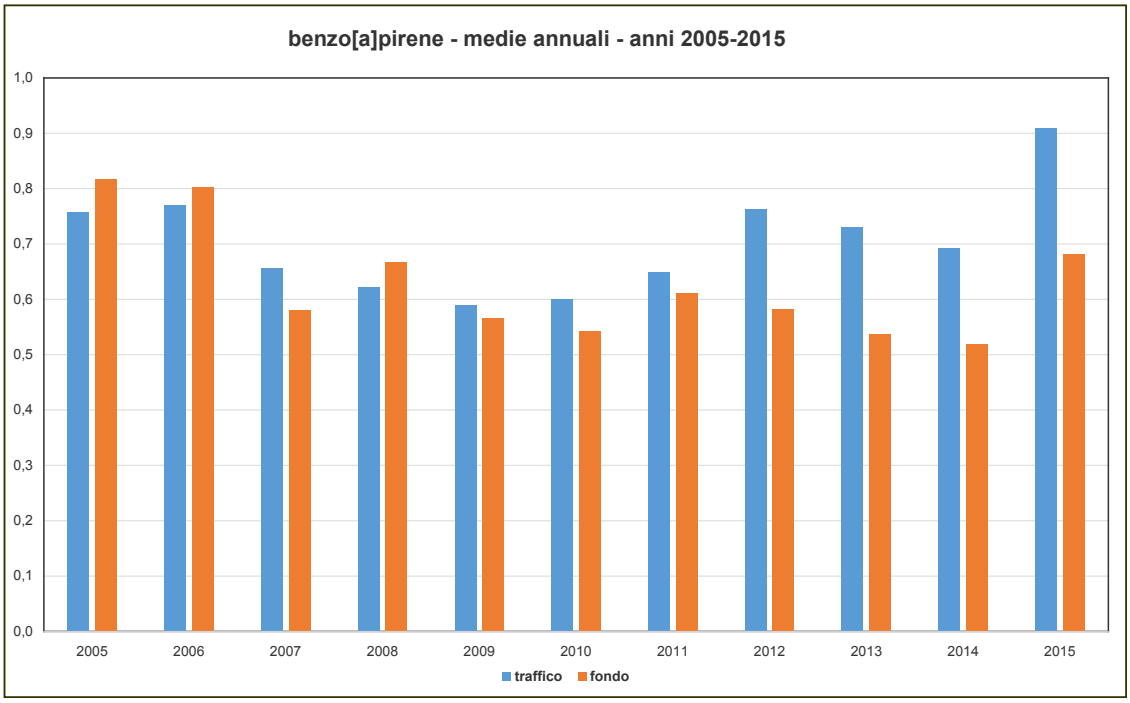


Figura 5.6.1.26 - Benzo[a]pirene: trend del valore obiettivo nelle stazioni di traffico e di fondo

Su scala regionale i valori del 2015 risultano incrementati rispetto a quelli misurati negli anni precedenti, in particolare rispetto a quelli del 2014 (Figura 5.6.1.26)

Considerato l'effetto che le peculiarità meteorologiche dei diversi anni possono avere sulle concentrazioni degli inquinanti, è interessante verificare se il rapporto quantitativo tra il benzo[a]pirene e il PM_{10} si è mantenuto costante negli anni. A tale scopo è stato visualizzato l'andamento dell'indicatore benzo[a]pirene/PM_{10} (Figura 5.6.1.27), calcolato mediando su base annua (dal 2005 al 2015) il rapporto tra i valori di benzo(a)pirene e di PM_{10} per tutti i punti di misura della rete regionale. Nel grafico si evidenzia che fino al 2011 tale rapporto è rimasto praticamente invariato, con fluttuazioni per lo più legate a numero e tipologia di stazioni utilizzate per il calcolo dell'indicatore; successivamente, a partire dal 2012, il valore medio è lievemente aumentato in modo quasi costante, probabilmente a causa dell'apporto emissivo di sorgenti locali di varia natura (combustioni di biomassa, traffico veicolare e attività produttive).

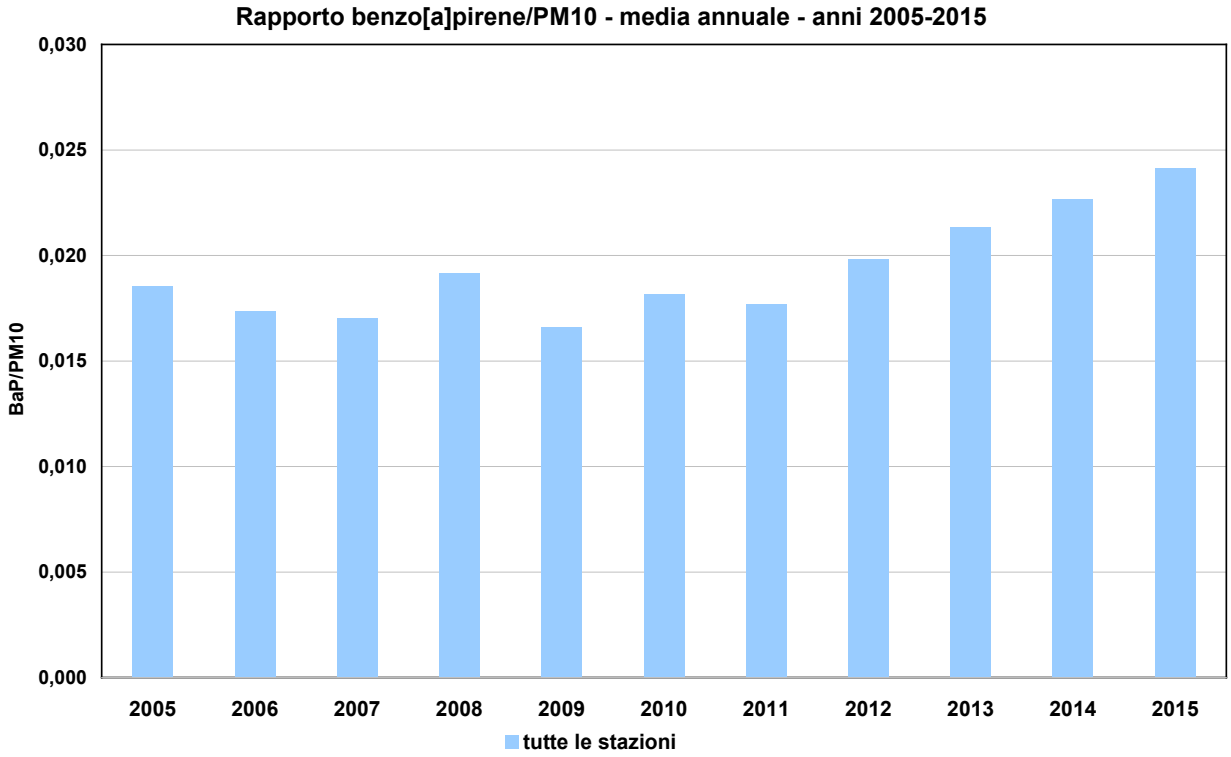


Figura 5.6.1.27 - Trend medio annuale del rapporto tra le concentrazioni medie giornaliere del benzo[a]pirene e quelle del PM_{10} nelle stazioni della rete regionale

► Benzene

Il benzene (C_6H_6) è l'idrocarburo monociclico capostipite della famiglia di composti organici che vengono definiti aromatici; possiede notevoli proprietà solventi e si presenta come un liquido volatile, incolore e facilmente infiammabile.

Viene prodotto per combustione incompleta di composti ricchi di carbonio; è un costituente naturale del petrolio e dei suoi derivati di raffinazione e da tempo viene impiegato come antidetonante nelle benzine (in sostituzione del piombo tetraetile). In atmosfera la sorgente più rilevante è rappresentata infatti dal traffico veicolare, in particolare dai gas di scarico dei motori alimentati a benzina; proviene inoltre dalle emissioni legate ai cicli di raffinazione, stoccaggio e distribuzione delle benzine, nonchè al suo impiego nell'industria come solvente (industria manifatturiera) o come materia prima (industria chimica). Solo in minima parte si forma per cause naturali (incendi boschivi, abbruciamento residui agricoli, eruzioni vulcaniche); è presente invece in quantità significative nel fumo di sigaretta.

E' stata accertata la capacità cancerogena del benzene, classificato dalla IARC (*International Agency for Research on Cancer*) in classe 1 (= cancerogeno certo per l'uomo) e il Decreto Legislativo 155 del 13/08/2010 ne ha stabilito il

valore limite annuale.

L'indicatore relativo al benzene è calcolato sulle stazioni della rete regionale che presentano una percentuale di dati validi superiore al 90%.

Valore limite annuale[33]

La situazione relativa al benzene nell'anno 2015 è riportata nella Figura 5.6.1.28; come si può osservare, il valore

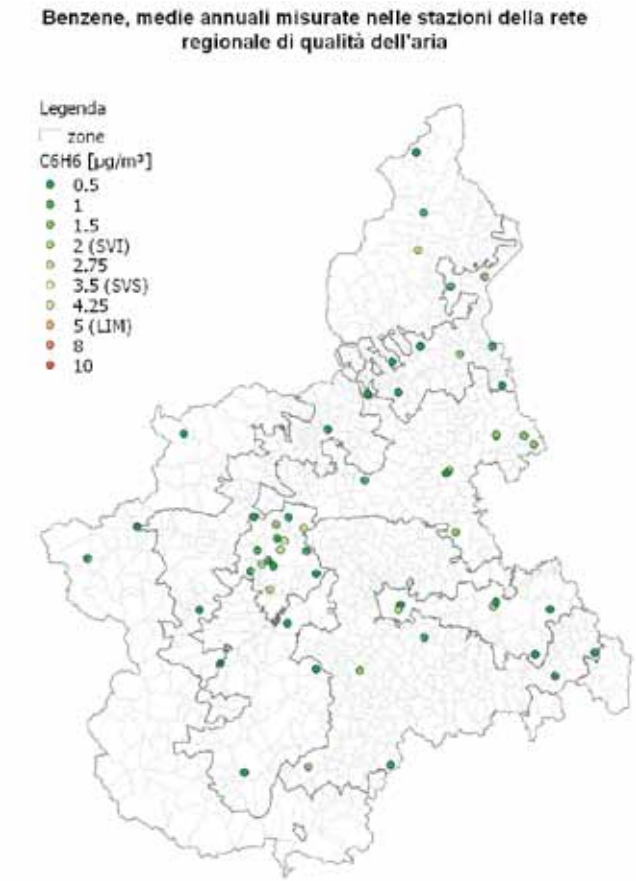


Figura 5.6.1.28 - Benzene: medie annuali misurate nelle stazioni della rete regionale

limite annuale è rispettato in tutto il territorio regionale, anche nelle stazioni di traffico storicamente caratterizzate dai valori più elevati.

Nel grafico di Figura 5.6.1.29 sono riportati i valori medi annuali calcolati, nel periodo 2005-2015, nei punti di misura caratterizzati come stazioni di traffico e stazioni di fondo: come si può osservare, negli ultimi tre anni le concentrazioni medie annuali - misurate sia nelle stazioni di fondo che nelle stazioni di traffico - sono risultate inferiori al valore limite (nel caso dei punti di misura di fondo addirittura inferiori ai 2 µg/m^3).

Nella Figura 5.6.1.30 è riportata la serie storica del punto di misura di Torino–Consolata, che evidenzia la netta diminuzione dei valori nel periodo 1996–2003; a partire dal 2004 fino ad oggi i valori si sono stabilizzati al di sotto del valore limite.

33 Valore limite = media annua pari a 5 µg/m^3- D.Lgs. n. 155/2010

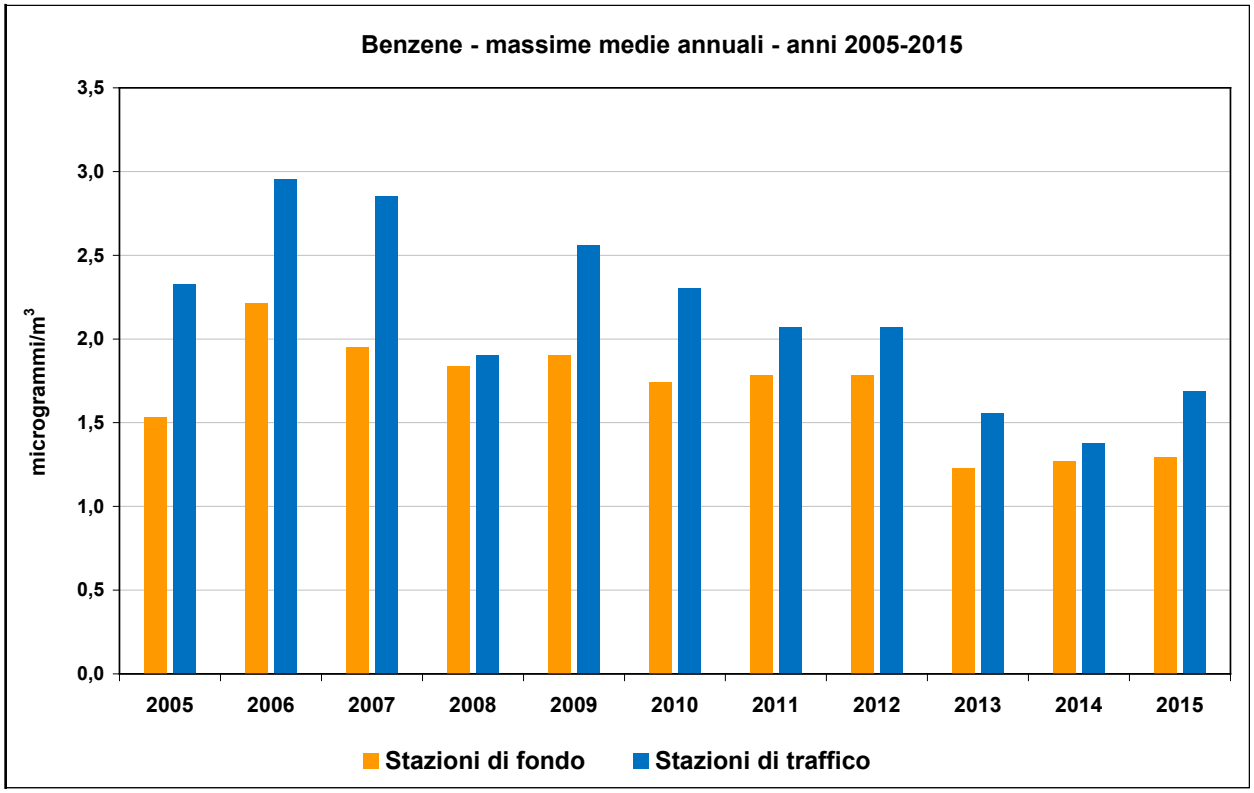


Figura 5.6.1.29 - Benzene: trend del valore massimo della media annuale per tipologia di stazione

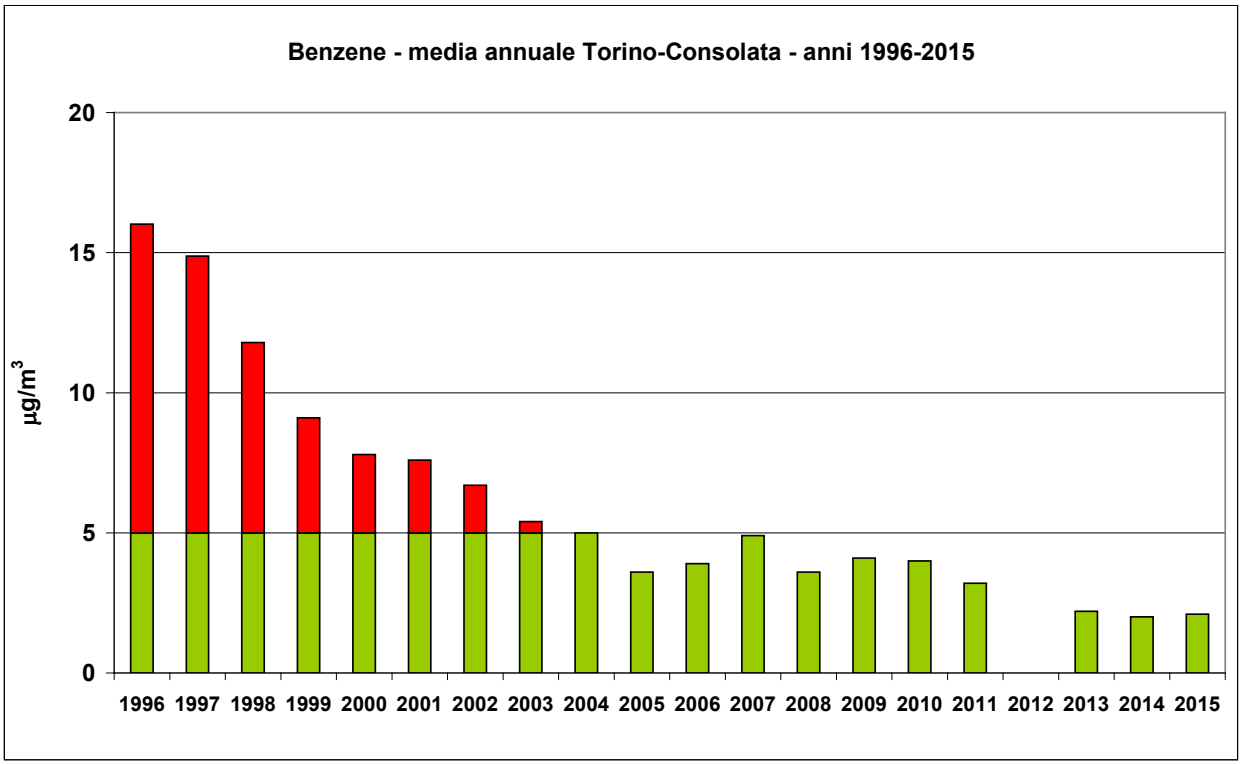


Figura 5.6.1.30 - Benzene: trend del valore limite annuale per la stazione di Torino–Consolata

► Biossido di zolfo

Il biossido di zolfo (o anidride solforosa) è un gas molto solubile in acqua e che tende a stratificarsi nelle zone più basse dell'atmosfera in quanto più pesante dell'aria. Deriva dalla ossidazione dello zolfo nel corso dei processi di combustione che utilizzano sostanze che lo contengono (ad esempio i combustibili fossili). Il biossido di zolfo, reagendo con l'acqua, si ossida ad acido solforico, responsabile in gran parte del fenomeno delle piogge acide.

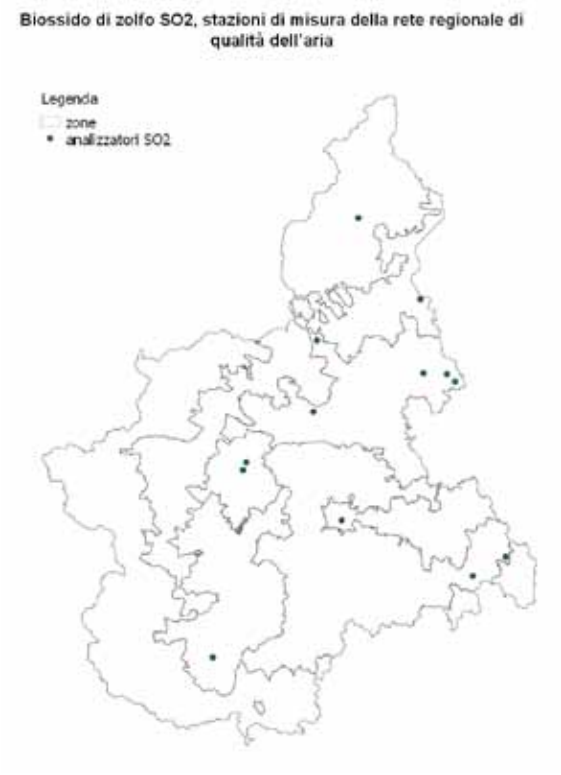


Figura 5..6.1.31 - Biossido di zolfo: stazioni della rete regionale

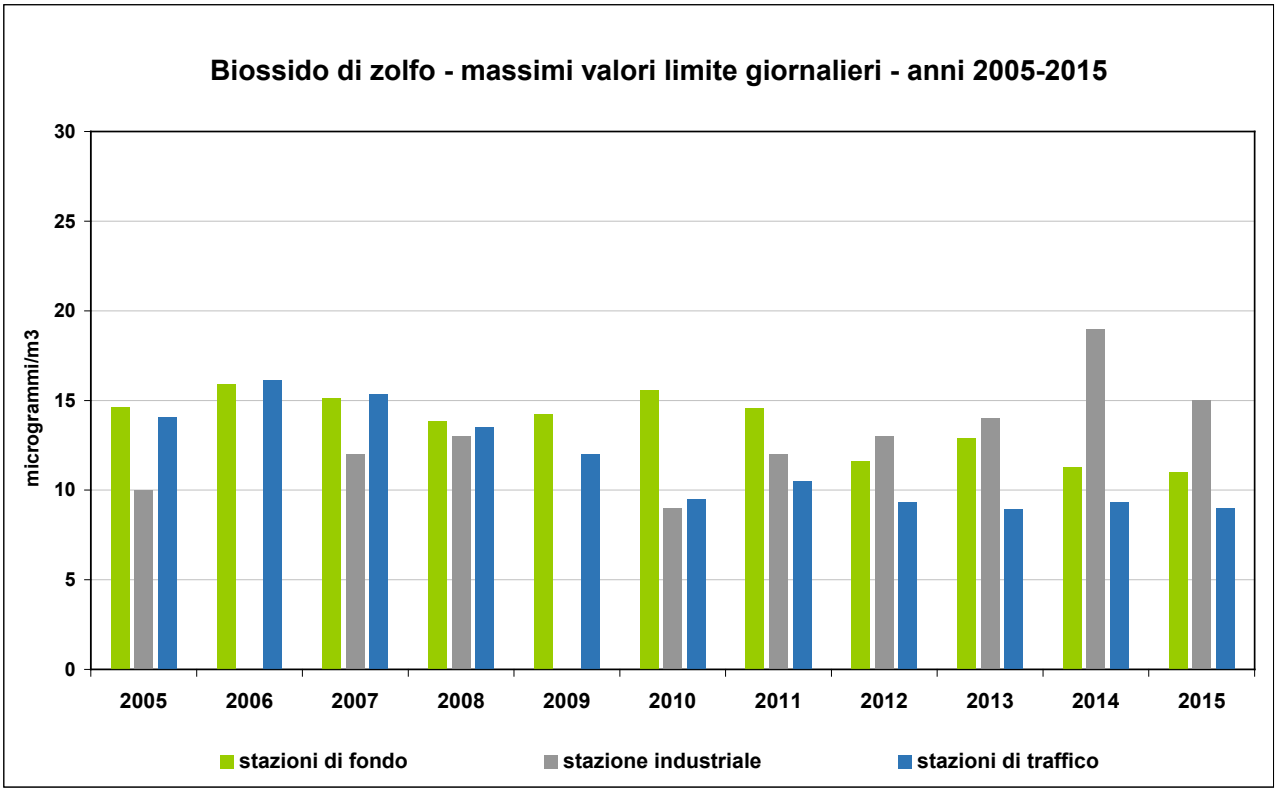


Figura 5.6.1.32 - Biossido di zolfo: trend dei massimi valori limite giornalieri per tipologia di stazione

Valore limite[34]

Le misure delle concentrazioni del biossido di zolfo (Figura 5.6.1.31) effettuate nel 2015 non hanno rilevato, come negli anni precedenti, alcun superamento dei valori limite per la protezione della salute umana (sia su base oraria che giornaliera).

La situazione piemontese è rappresentata nel grafico a barre di Figura 5.6.1.32, nel quale sono riportati i valori della media dei massimi orari giornalieri, calcolati sull'ultimo decennio e aggregati per tipologia di stazione (fondo, traffico e industriale).

► Monossido di carbonio

Il monossido di carbonio (CO) è un gas particolarmente insidioso, in quanto incolore, inodore, non irritante, e, soprattutto, con un'affinità per l'emoglobina 220 volte superiore a quella dell'ossigeno, che dà origine ad un composto – chiamato carbossiemoglobina - inattivo fisiologicamente.

La popolazione urbana, nelle aree congestionate dal traffico, spesso è esposta a basse concentrazioni di monossido di carbonio per periodi di lunga durata

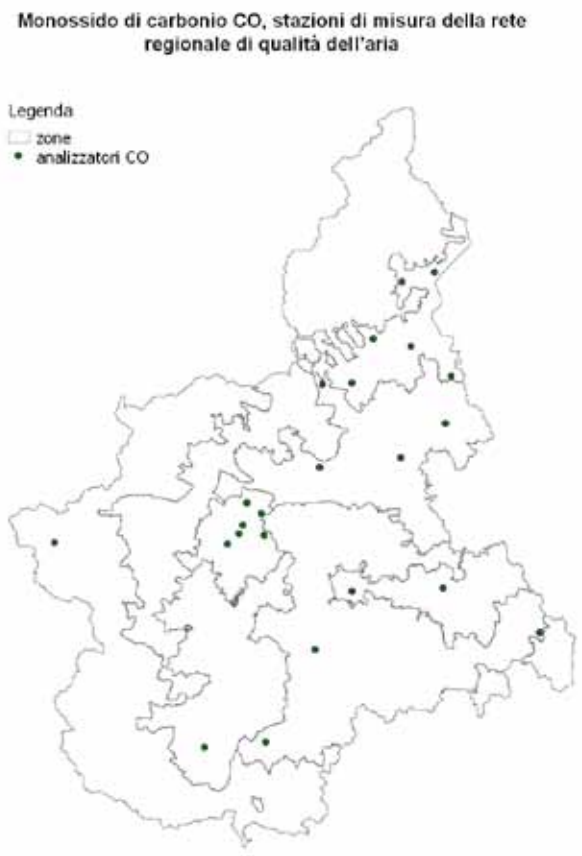


Figura 5.6.1.33 - Monossido di carbonio: stazioni della rete regionale

Valore limite[35]

34 Valore limite = media giornaliera pari a 125 µg/m^3 (da non superare più di 3 volte/anno) e media oraria pari a 350 µg/m^3 (da non superare più di 24 volte/anno) - D.Lgs. n. 155/2010

35 Valore limite = massima media mobile sulle 8 ore giornaliera pari a 10 mg/m^3

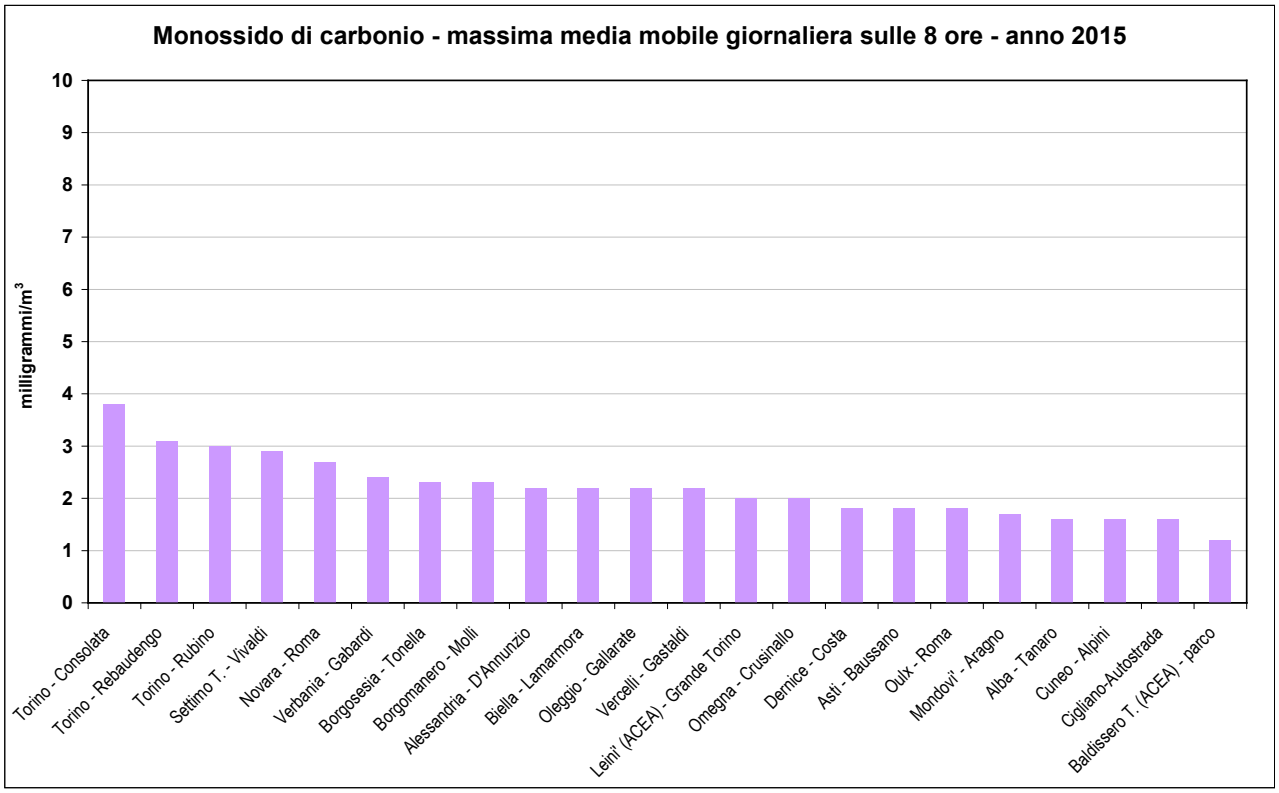


Figura 5.6.1.34 - Monossido di carbonio: massima media mobile giornaliera sulle 8 ore per l'anno 2015 nelle stazioni della rete regionale

Nel 2015, come negli anni precedenti, le misure delle concentrazioni del monossido di carbonio non hanno rilevato superamenti del valore limite per la protezione della salute umana nelle stazioni della rete regionale (Figura 5.6.1.33).

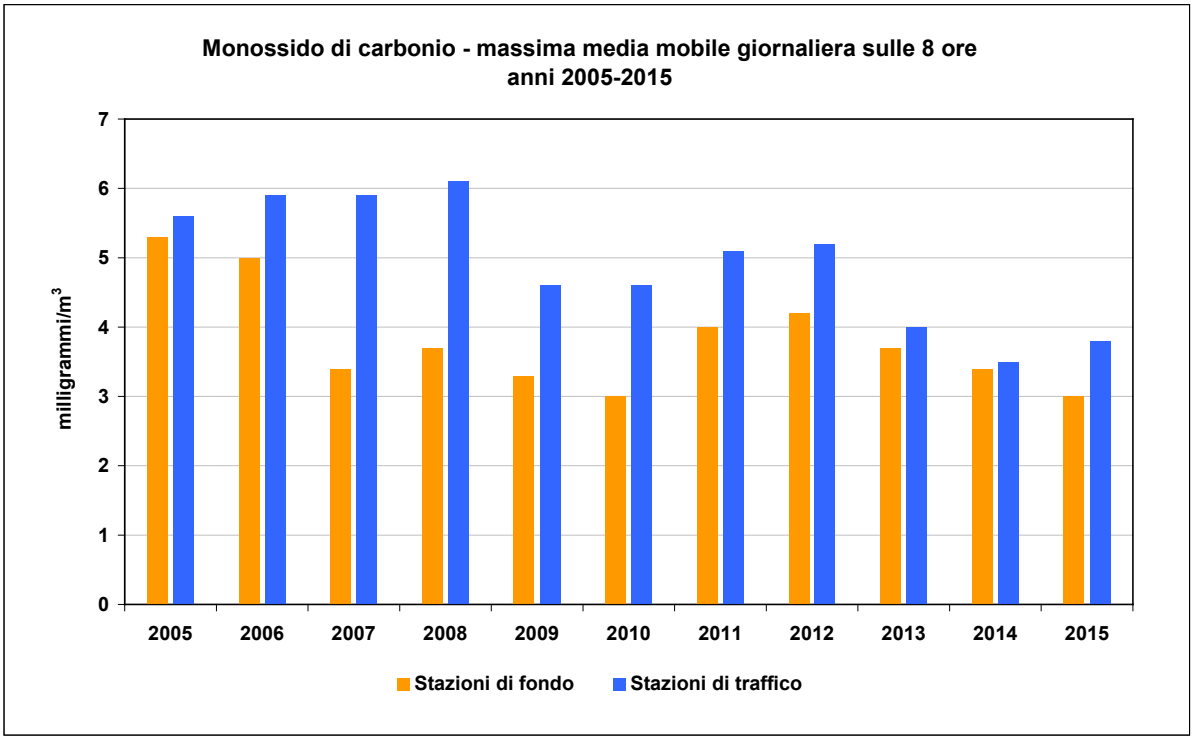


Figura 5.6.1.35 - Monossido di carbonio: trend del massimo valore annuale della media mobile giornaliera sulle 8 ore per tipologia di stazione

La Figura 5.6.1.34 mostra che anche il valore massimo per il 2015 della media mobile giornaliera, misurato nella stazione di Torino–Consolata, risulta nettamente inferiore al valore limite.

Per evidenziare l'andamento dell'indicatore nell'ultimo decennio, la Figura 5.6.1.35 riporta il valore massimo della media mobile sulle 8 ore suddiviso per tipologia di stazione (fondo e traffico): si osserva una lieve diminuzione dei valori a partire dall'anno 2013.

▶ Metalli Tossici

Nell'ambito delle attività del Sistema Regionale di Rilevamento di Qualità dell'Aria (SSRQA) sono monitorate le concentrazioni dei metalli tossici, presenti nel particolato PM_{10}, per i quali il Decreto Legislativo 155 del 13/08/2010 ha stabilito un valore limite (piombo) o un valore obiettivo (arsenico, cadmio e nichel).

Valore limite e valori obiettivo[36]

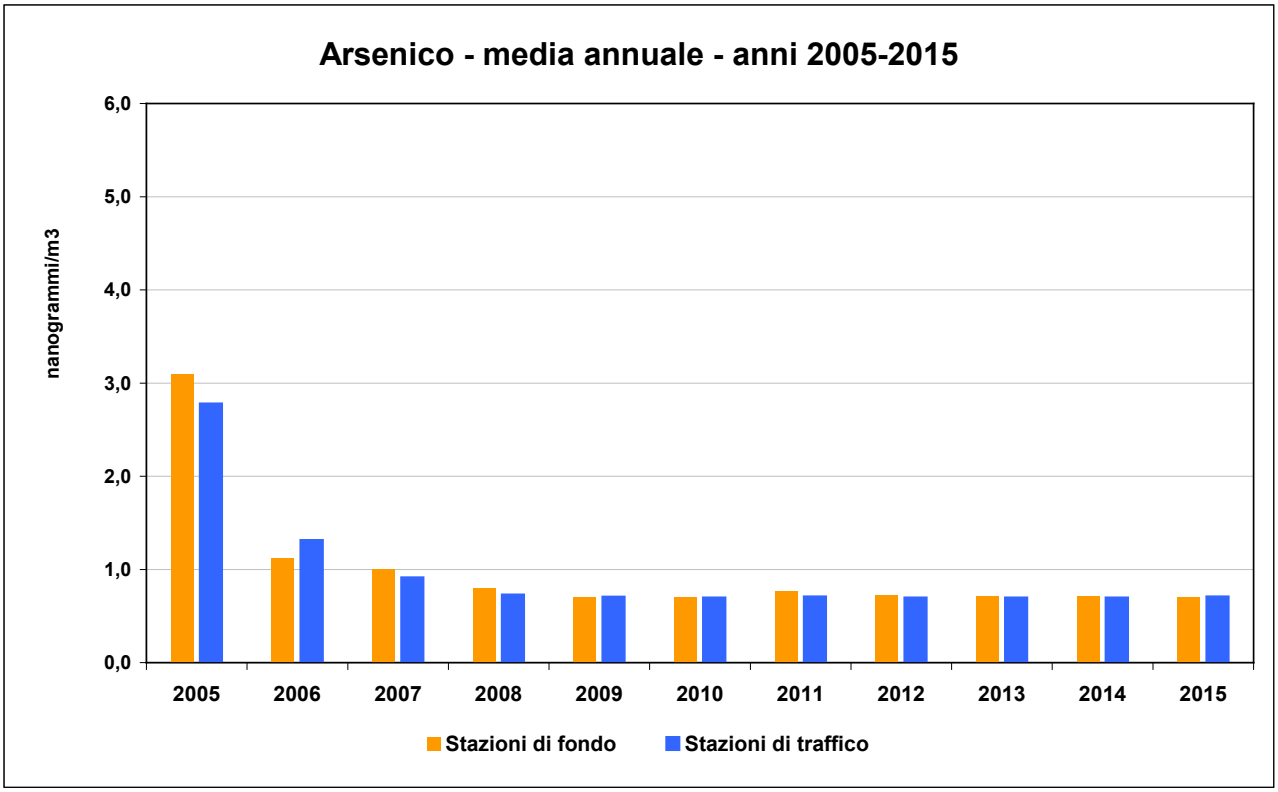


Figura 5.6.1.36 - Arsenico: serie storica della media annuale per tipo di stazione

La situazione in tutti i punti di misura della rete regionale appare decisamente confortante, in quanto le concentrazioni di tali metalli per l'anno 2015 risultano decisamente inferiori non solo ai valori di riferimento - limite o obiettivo - ma anche alle rispettive soglie di valutazione inferiore.

Nei grafici seguenti (Figura 5.6.1.36, 5.6.1.37, 5.6.1.38 e 5.6.1.39) sono riportate le serie storiche dei metalli tossici, che evidenziano come la situazione degli ultimi anni si consolidi ormai nel rispetto dei limiti di riferimento.

36 Valore limite Pb = media annuale pari a 0.5 $\mu g/m^3$
Valore obiettivo As = media annuale pari a 6 ng/m^3
Valore obiettivo Cd = media annuale pari a 5 ng/m^3
Valore obiettivo Ni = media annuale pari a 20 ng/m^3

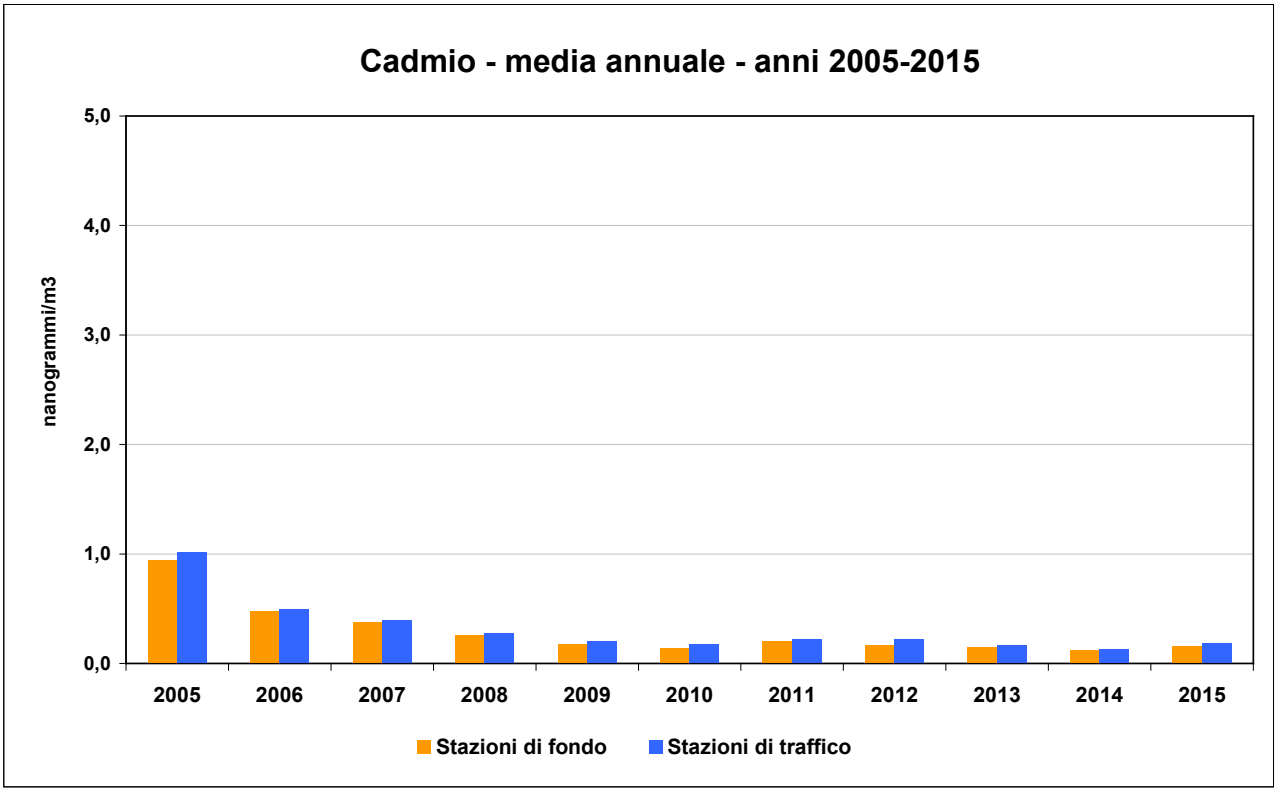


Figura 5.6.1.37 - Cadmio: serie storica della media annuale per tipo di stazione

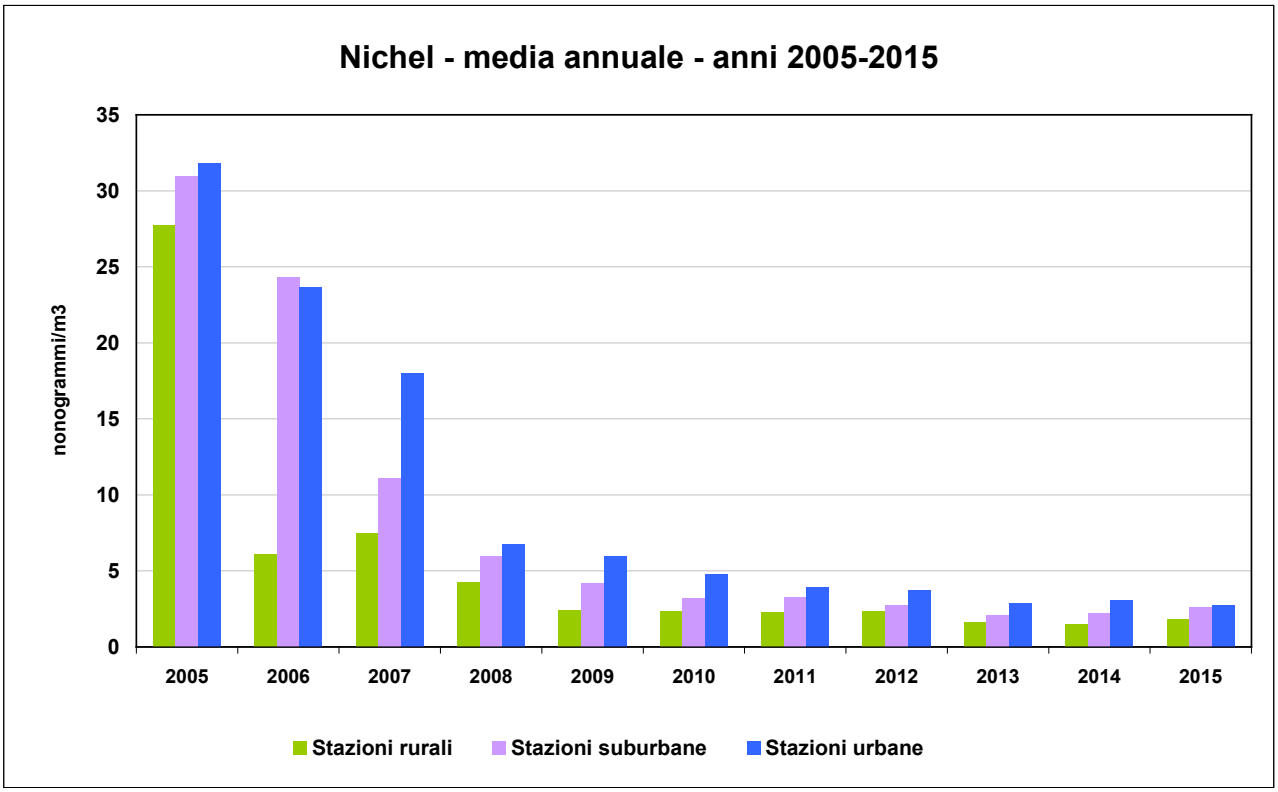


Figura 5.6.1.38 - Nichel: serie storica della media annuale per tipo di stazione

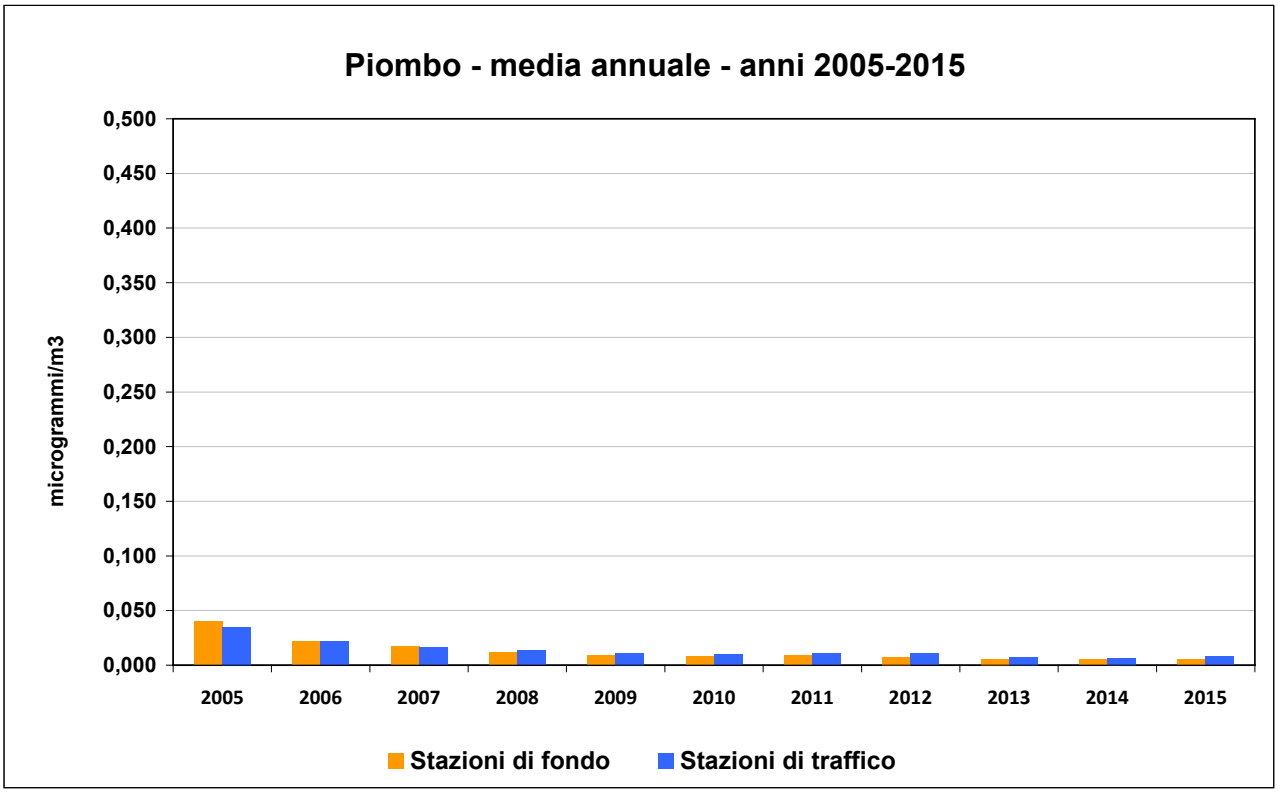


Figura 5.6.1.39 - Piombo: serie storica della media annuale per tipo di stazione

5.6.2 Lo scenario base di qualità dell'aria

Lo scenario base di qualità dell'aria è rappresentato dalla *Valutazione modellistica Annuale sullo stato della Qualità dell'aria in Piemonte per l'anno 2015*, basata su un approccio integrato che sfrutta le diverse tipologie informative disponibili in Regione Piemonte e previste dal D. Lgs. 155/2010: le misure della rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria (SRRQA), i campi di concentrazione prodotti dal sistema modellistico di trasporto, dispersione e trasformazione chimica in uso presso Arpa Piemonte, i dati dell'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera di Regione Piemonte riferito all'anno 2010 (IREA 2010B, ultima versione disponibile).

Pur disponendo di un IREA aggiornato all'anno 2013, al fine di partire da uno scenario di qualità dell'aria che rispecchiasse una situazione media rispetto agli ultimi 10 anni, si è deciso di utilizzare l'inventario 2010B, quale input al modello di qualità dell'aria. In particolare l'uso di IREA 2013, presentando un quadro emissivo totale regionale in calo rispetto al 2010, anche a causa dell'effetto della crisi e conseguente contrazione dei consumi, avrebbe rappresentato uno scenario di partenza meno cautelativo portando a degli obiettivi di riduzione delle emissioni meno ambiziosi.

Il sistema modellistico, come descritto nel capitolo 4, fornisce su tutto il territorio regionale le concentrazioni orarie dei principali inquinanti atmosferici (O_3, NO_2, NOx, PM_{10}, $PM_{2,5}$, CO, SO_2, benzene), descrivendo lo stato di qualità dell'aria anche nelle zone del territorio non coperte dalle stazioni di misura della rete SRRQA e completando quindi il quadro informativo necessario per la valutazione del rispetto dei valori limite previsti dalla normativa vigente.

I risultati del modello di dispersione sono stati integrati con le misure della rete di rilevamento della qualità dell'aria attraverso una procedura di assimilazione, condotta con una metodologia di interpolazione geostatistica (*kriging con deriva esterna KDE*). I dati di qualità dell'aria sono stati assimilati solo per gli inquinanti maggiormente critici, ovvero il particolato PM_{10} e $PM_{2.5}$, gli ossidi e il biossido di azoto, l'ozono. Sono stati assimilati i dati di qualità dell'aria misurati da un set di stazioni della rete SRRQA di Regione Piemonte a valenza nazionale, di Arpa Lombardia e Arpa Valle d'Aosta; l'individuazione del set di stazioni si è basato sui seguenti criteri:

- Tipologia della stazione, privilegiando le stazioni di fondo (urbano o rurale):
- Percentuale di dati validi superiore al 90% o comunque, in casi dove tale criterio non fosse applicabile, non inferiore al 75%;
- Posizione nel dominio di calcolo, selezionando le stazioni in modo da realizzare un insieme uniformemente distribuito;
- Campionatore, scegliendo per il particolato PM_{10} e $PM_{2,5}$ le stazioni di fondo nazionali dotate di campionatore gravimetrico o, in alternativa, di strumentazione automatica certificata.

A valle delle simulazioni è stata effettuata la valutazione dei risultati ottenuti utilizzando la metodologia raccomandata nella APPENDICE III del D.lgs. 155/2010, ovvero:

- con un'analisi statistica, espressa in termini di indici di prestazione, volta a descrivere "la capacità del modello di avvicinarsi alle misure";
- in termini di incertezza delle tecniche di modellazione in riferimento agli obiettivi di qualità descritti nell'Allegato I del D.lgs. 155/2010.

Sia la valutazione mediante indici di prestazione, sia la valutazione in termini di incertezza delle tecniche di modellazione è stata condotta mediante confronto tra i dati di qualità dell'aria misurati dalla rete di monitoraggio ed i corrispondenti valori simulati dal sistema modellistico. Per ciascun inquinante i punti di misura sono stati scelti in osservanza a quanto stabilito dal legislatore al paragrafo 1.4 della APPENDICE III del D.lgs 155/2010, ovvero selezionando quelli aventi una percentuale di dati validi sul totale dei dati acquisiti non inferiore al 90% ed escludendone il 10% in funzione della rappresentatività spaziale. Nel caso in cui la stazione in esame rientrava nella base dati utilizzata per la procedura di assimilazione le serie simulate sono state costruite con tecniche di cross-validazione, in modo che tale serie storica simulata non tenesse conto dei dati osservati dalla stessa stazione che si vuole analizzare.

I risultati ottenuti mostrano un ottimo accordo osservato in relazione all'indicatore media annuale per tutti gli inquinanti per i quali il parametro è normato: in particolare il Massimo Errore Relativo (MER) definito dal D.lgs 155/2010 si mantiene ovunque sempre ampiamente al di sotto del valore soglia stabilito dalla norma. Buoni risultati (con MER sempre inferiore a quanto stabilito dal D.lgs 155/2010) si ottengono anche per la media giornaliera del PM_{10}, per il quale si osserva tuttavia una tendenza alla sottostima dei valori più elevati tipici di condizioni anticicloniche perduranti, per la massima media mobile su otto ore dell'ozono e per la media oraria del biossido di azoto. I risultati meno soddisfacenti si ottengono per il biossido di azoto ed il monossido di carbonio, inquinanti per i quali tuttavia i valori, sia osservati sia simulati (come dettagliato nel seguito), si mantengono sempre ampiamente al di sotto non solo dei valori limite ma anche delle soglie di valutazione superiore ed inferiore.

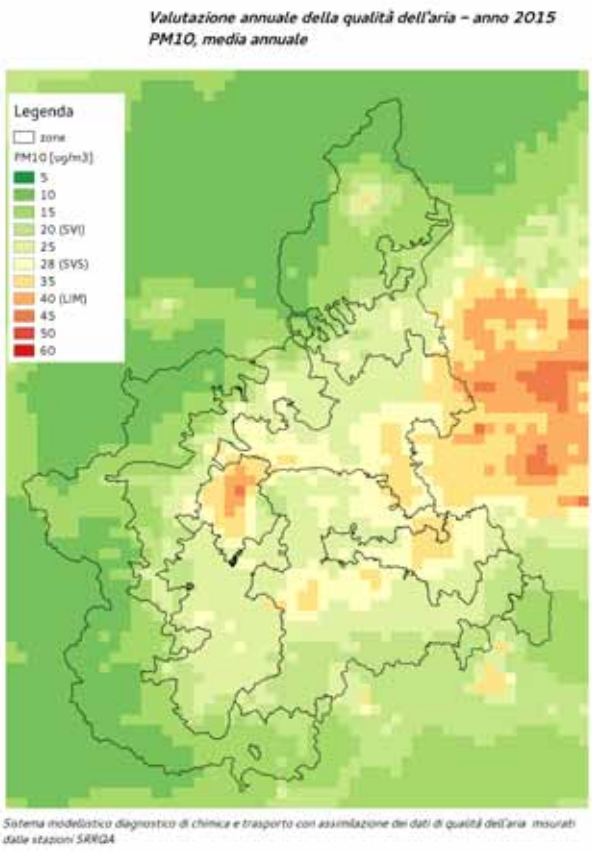


Figura 5.6.2.1 - Valutazione annuale della qualità dell'aria 2015 - PM_{10}: concentrazioni medie annue

► Particolato PM_{10}

La distribuzione spaziale della concentrazione media annua di particolato PM_{10}, rappresentata in Figura 5.6.2.1, mostra un unico superamento del valore limite (LIM, 40 µg/m³) in una cella dell'Agglomerato di Torino, mentre la soglia di valutazione superiore (SVS, 28 µg/m³) risulta ampiamente superata in tutti i capoluoghi di provincia delle Zone di Pianura e Collinare, fatta eccezione per la città di Cuneo. La zona pedemontana e le aree pianeggianti adiacenti mostrano concentrazioni comprese fra la soglia di valutazione inferiore (SVI, 20 µg/m³) e la soglia di

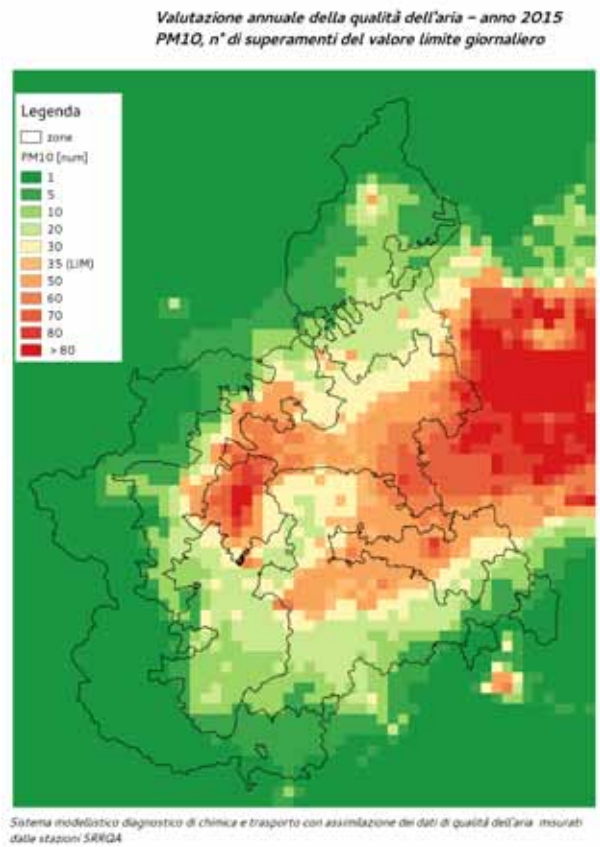


Figura 5.6.2.2 - Valutazione annuale della qualità dell'aria 2015 - PM_{10}: numero di superamenti del valore limite giornaliero

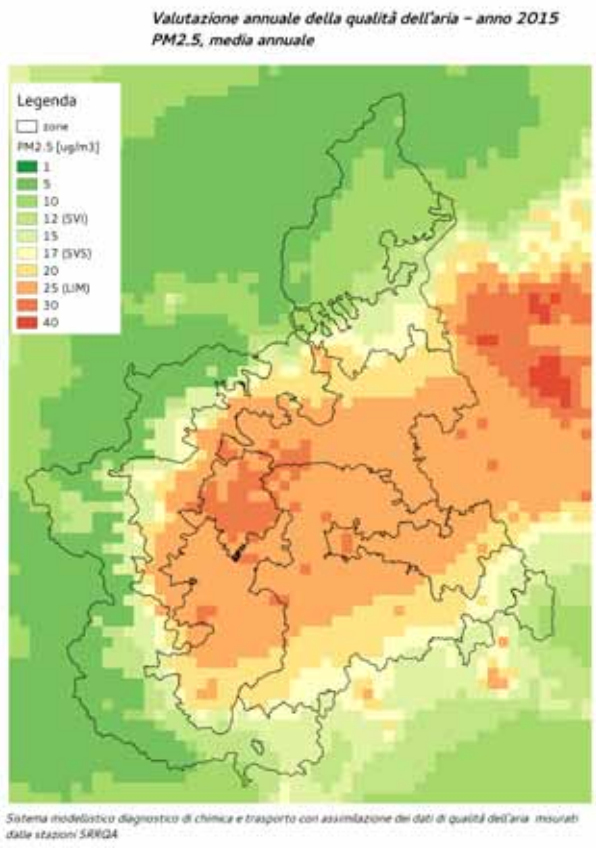


Figura 5.6.2.3 - Valutazione annuale della qualità dell'aria 2015 – $PM_{2,5}$: concentrazioni medie annue

valutazione superiore, mentre le aree montuose alpine e quelle appenniniche ai confini con l'Emilia Romagna si mantengono al di sotto della SVI, ad eccezione della zona di Domodossola dove si stimano concentrazioni significative, sebbene al di sotto del valore limite. Tale andamento conferma la distribuzione spaziale delle misure della rete di monitoraggio della qualità dell'aria.

L'esame della mappa relativa al valore limite giornaliero (LIM, 35 giorni/anno di superamento della concentrazione di 50 µg/m³) illustrata in Figura 5.6.2.2 evidenzia invece superamenti del valore limite estesi all'Agglomerato Torinese, alla zona di Pianura a nord-est di Torino fino al confine lombardo, alla Zona Collinare dell'Astigiano, dell'Alessandrino e dell'Eporediese. Non si evidenziano criticità nelle aree montane ove il numero di superamenti della soglia di 50 µg/m³, fatta eccezione la zona di Domodossola, è molto limitato.

► Particolato $PM_{2,5}$

La distribuzione delle concentrazioni medie annue di particolato $PM_{2,5}$ è illustrata in Figura 5.6.2.3; le concentrazioni più elevate sono stimate nell'area centrale (sia pianeggiante che collinare) della regione, rimanendo comunque comprese fra la soglia di valutazione superiore (SVS, 17 µg/m³) e il valore limite (LIM, 25 µg/m³); fanno eccezione l'Agglomerato di Torino e le celle di alcuni comuni (come Asti e Saluzzo) ove il superamento è comunque contenuto. Nelle Zone di Montagna le concentrazioni scendono al di sotto della soglia di valutazione inferiore (SVI, 12 µg/m³) mentre nelle rimanenti aree si ha un regime di transizione fra la SVS e la SVI. Nella zona di Domodossola, apparentemente in contraddizione con quanto visto per il particolato PM_{10}, la simulazione prevede concentrazioni inferiori alla SVI; la spiegazione è dovuta ad una sottostima da parte del modello delle concentrazioni di particolato di entrambe le frazioni in quell'area che, nel caso del PM_{10} viene corretta con l'assimilazione del valore misurato a Domodossola, operazione invece non effettuata per il $PM_{2,5}$.

► Biossido di azoto

Il valore limite annuale (LIM, 40 µg/m³), illustrato nella Figura 5.6.2.4, viene rispettato su tutto il territorio regionale, fatta eccezione per l'area di Torino. Concentrazioni comprese fra la soglia di valutazione superiore (SVS, 32 µg/m³) e il LIM si osservano nell'Agglomerato di Torino e in corrispondenza di Novara, mentre nei rimanenti capoluoghi di provincia le concentrazioni si collocano fra la soglia di valutazione inferiore (SVI, 26 µg/m³) e la SVS. Nella gran

parte della regione, ed in particolare nella Zona di Montagna, le concentrazioni sono ampiamente al di sotto della soglia di valutazione inferiore.

La distribuzione del numero di superamenti del valore limite orario (LIM, 18 ore/anno di superamento della concentrazione di 200 µg/m³), come riportato nella Figura 5.6.2.5, non presenta criticità su tutto il territorio piemontese, con un numero di superamenti del valore limite orario ampiamente al di sotto della soglia prevista dalla normativa anche nell'Agglomerato di Torino.

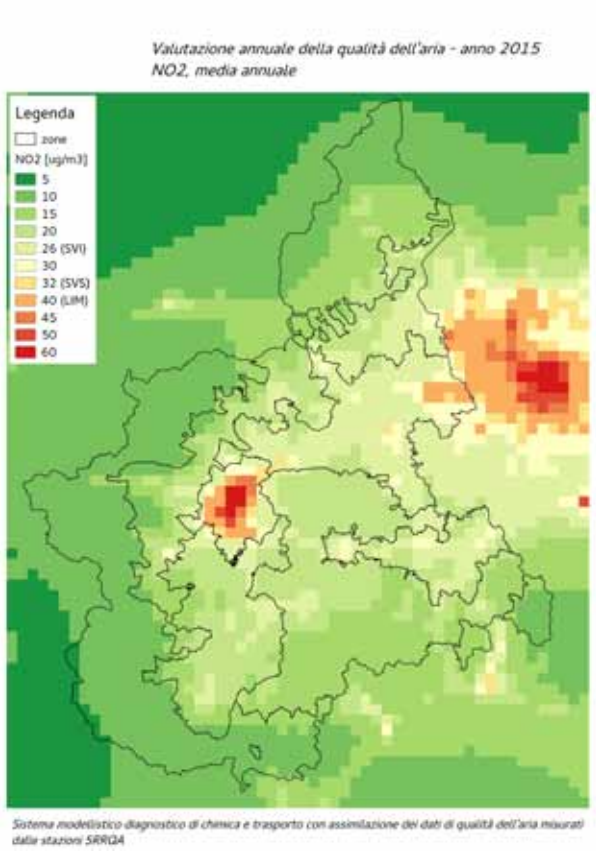


Figura 5.6.2.4 - Valutazione annuale della qualità dell'aria 2015 – NO_2: concentrazioni medie annue

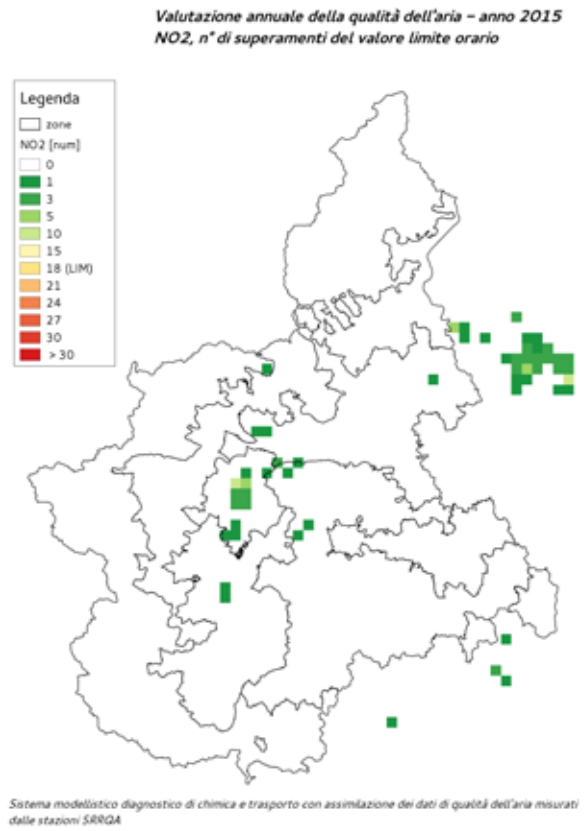


Figura 5.6.2.5 - Valutazione annuale della qualità dell'aria 2015 – NO_2: numero di superamenti del valore limite orario

► Ossidi di azoto

L'analisi della mappa di distribuzione delle concentrazioni medie annue degli ossidi di azoto, riportata in Figura 5.6.2.6, mostra come in gran parte delle Zone di Pianura e Zone di Collina si superi il livello critico per la protezione della vegetazione (LIM, 30 µg/m³). E' opportuno tuttavia ricordare che, nell'Allegato III, punto 3, 2.1 del D. Lgs 155/2010, in cui vengono dettagliati i criteri di ubicazione dei punti di campionamento in cui deve essere valutata la qualità dell'aria ambiente ai fini della protezione della vegetazione e degli ecosistemi, si afferma che "[...] le stazioni di misurazione devono essere localizzate ad oltre 20 km dalle aree urbane e ad oltre 5 km da altre zone edificate, impianti industriali, autostrade o strade principali con conteggi di traffico superiori a 50.000 veicoli al giorno". L'individuazione delle celle del grigliato di calcolo che soddisfano tali criteri e il successivo confronto con la mappa di concentrazione media annua di NOx evidenzia che, nella realtà, le aree soggette a superamento del livello critico sono limitate a poche celle collocate nella provincia di Alessandria al confine con la Lombardia.

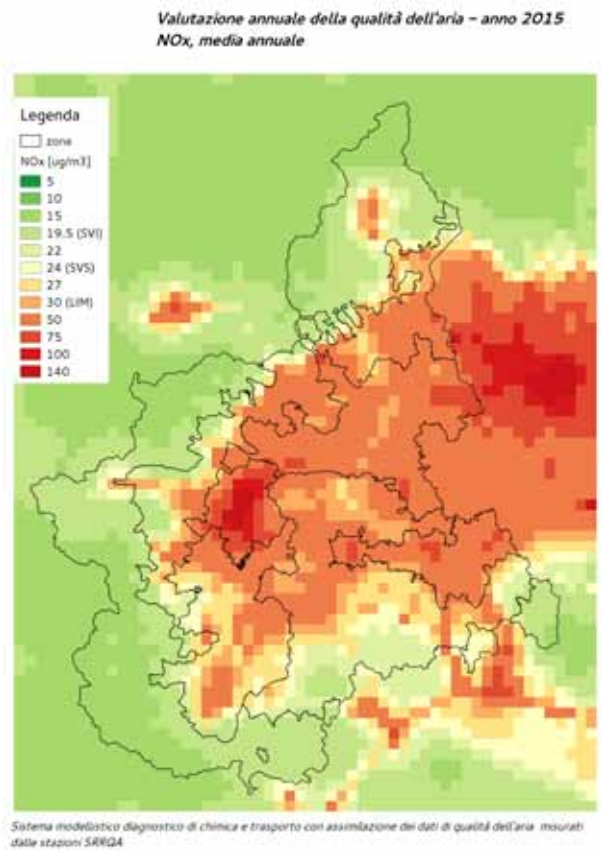


Figura 5.6.2.6 - Valutazione annuale della qualità dell'aria 2015 – NO_x: concentrazioni medie annue

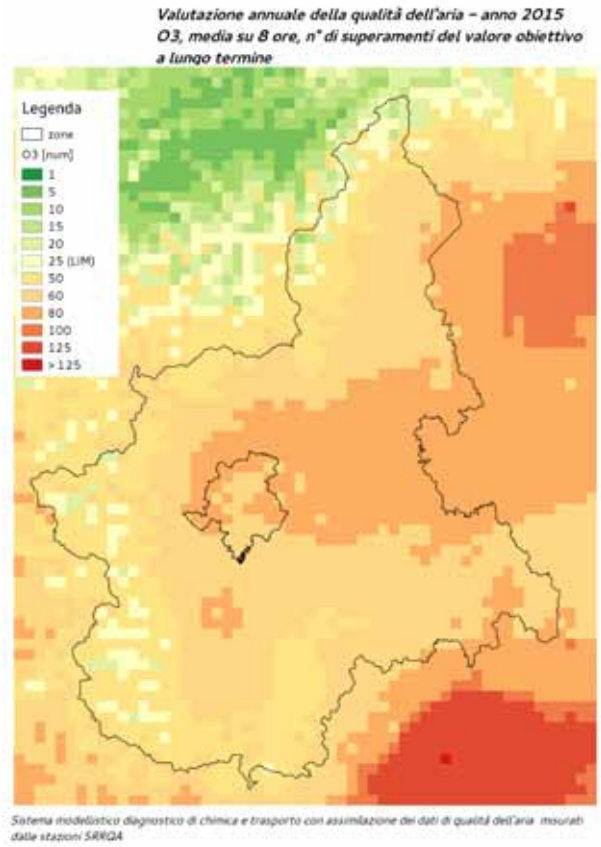


Figura 5.6.2.7 - Valutazione annuale della qualità dell'aria 2015 – O_3: numero di superamenti del valore obiettivo per la protezione della salute umana

► Ozono

Il valore obiettivo per la protezione della salute umana (LIM, massima media giornaliera sulle 8 ore pari a 120 µg/m³ da non superare più di 25 volte per anno civile), la cui distribuzione è illustrata in Figura 5.6.2.7, è ampiamente superato su tutto il territorio regionale, ad eccezione di alcune aree nelle Alpi al confine con la Svizzera e con la Francia. L'area maggiormente interessata dai superamenti è quella pianeggiante e collinare a nord e ad est dell'agglomerato torinese. Tale andamento trova conferma nelle rilevazioni della rete di rilevamento della qualità dell'aria SRRQA.

Nelle Figure 5.6.2.8 e 5.6.2.9 sono riportate, rispettivamente, le distribuzioni del numero di superamenti delle soglie di informazione (180 µg/m³) e di allarme (240 µg/m³) su base oraria. La soglia di informazione viene superata prevalentemente nelle zone pianeggianti e collinari della regione, ad eccezione della provincia di Cuneo, con alcuni superamenti anche nelle vallate alpine di confine con la Francia; in queste ultime zone si hanno anche i superamenti, per un numero limitato di eventi, della soglia di allarme.

L'indicatore AOT40 è stato calcolato sia per la protezione della vegetazione (calcolo da maggio a luglio) che per quella delle foreste (calcolo da aprile a settembre); entrambe le distribuzioni sono riportate nelle Figure 5.6.2.10 e 5.6.2.11. Per la soglia di protezione della vegetazione si osserva superamento del valore obiettivo su tutto il territorio regionale.

► Benzene

La distribuzione delle concentrazioni medie annue di benzene è riportata in Figura 5.6.2.12. Non si stimano superamenti del valore limite (LIM, 5 µg/m³); l'area caratterizzata dalle concentrazioni più elevate è quella corrispondente al capoluogo regionale, con valori compresi fra la soglia di valutazione superiore (SVS, 3.5 µg/m³) e il valore limite, mentre nel resto della regione le concentrazioni sono inferiori alla soglia di valutazione inferiore (SVI, 2 µg/m³). La situazione a scala regionale non presenta pertanto criticità per questo inquinante.

► Biossido di zolfo

Si tratta di un inquinante a bassa criticità sul Piemonte; non sono infatti stimati superamenti dei valori limite giornaliero e orario nonché delle soglie di valutazione per la media giornaliera in nessun punto griglia del dominio di simulazione compreso nel territorio regionale. Per

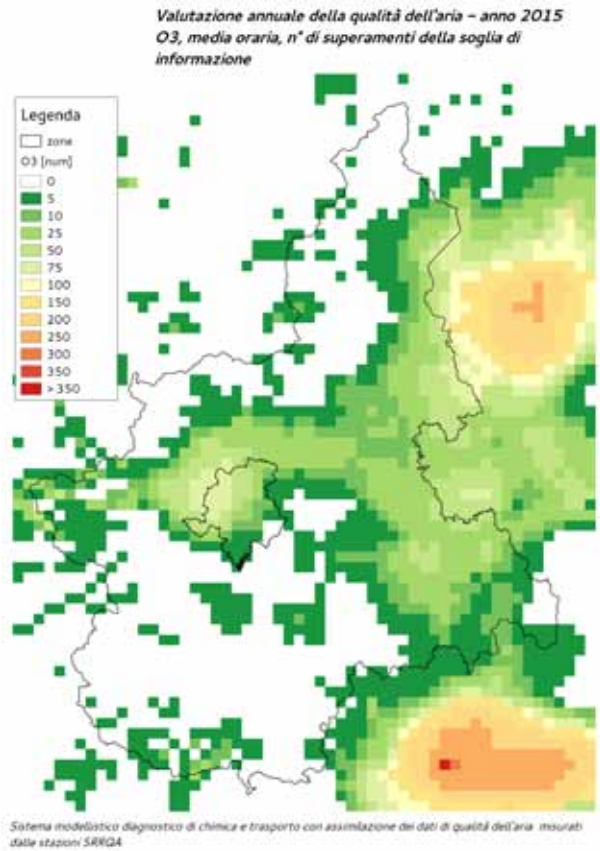


Figura 5.6.2.8 - Valutazione annuale della qualità dell'aria 2015 – O_3: numero di superamenti della soglia di informazione

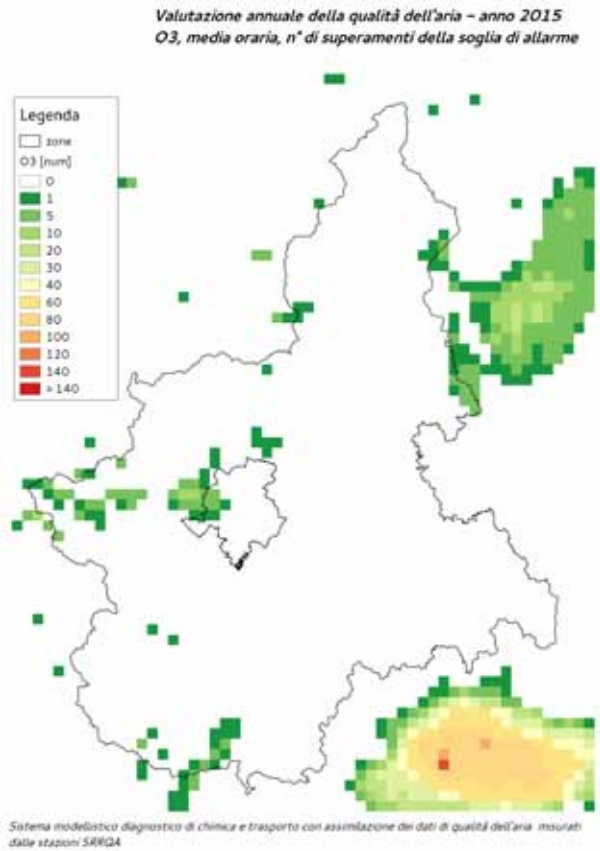


Figura 5.6.2.9 - Valutazione annuale della qualità dell'aria 2015 – O_3: numero di superamenti della soglia di allarme

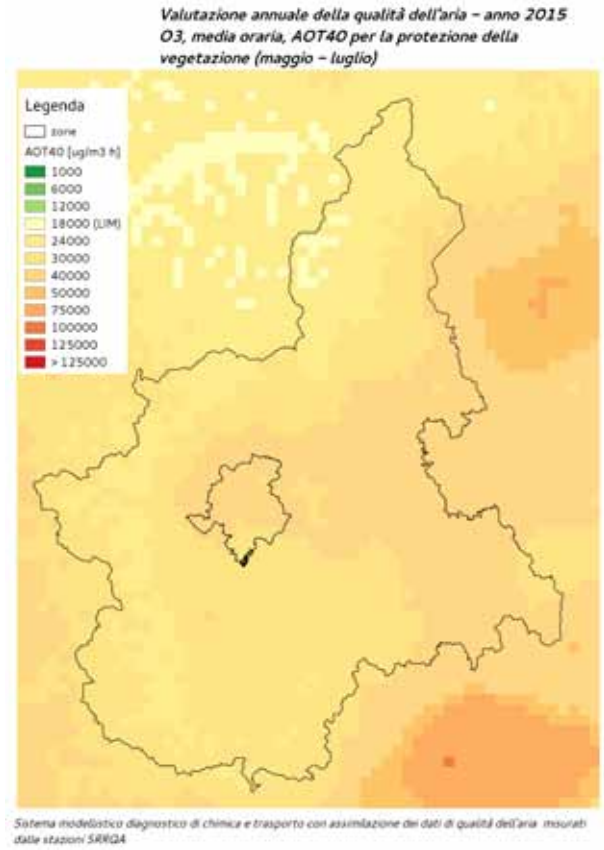


Figura 5.6.2.10 - Valutazione annuale della qualità dell'aria 2015 – O_3: AOT40 per la protezione della vegetazione

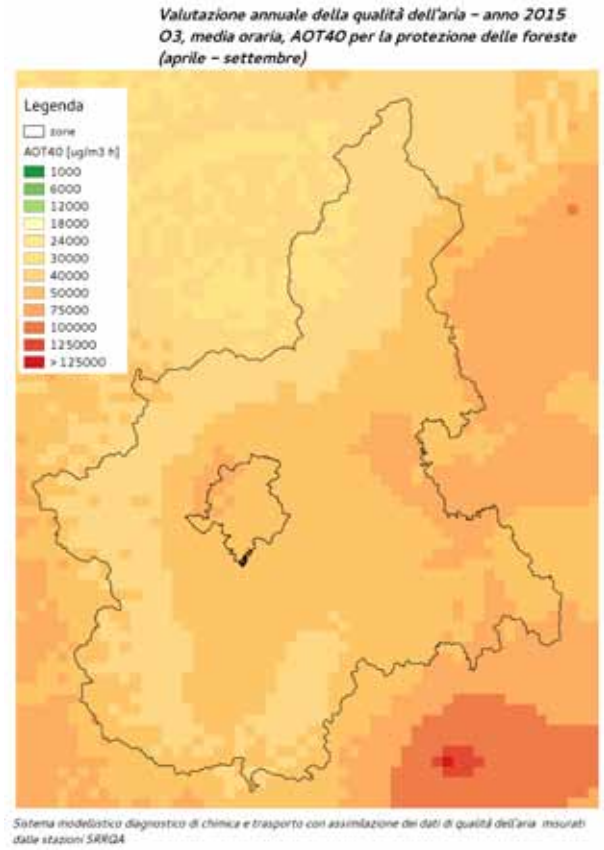


Figura 5.6.2.11 - Valutazione annuale della qualità dell'aria 2015 – O_3: AOT40 per la protezione delle foreste

quanto riguarda la media annuale del biossido di zolfo, indicatore di riferimento per il rispetto del livello critico per la protezione della vegetazione (LIM, 20 µg/m³), la sua distribuzione è riportata in Figura 5.6.2.13. Pur limitando la verifica del rispetto del livello critico per la protezione della vegetazione alle aree che soddisfano i criteri della normativa come definite nel paragrafo relativo agli ossidi di azoto, la distribuzione delle concentrazioni di biossido di zolfo evidenzia l-assenza di criticità anche per questo indicatore, i cui valori rimangono al di sotto della soglia di valutazione inferiore (SVI, 8 µg/m³) indicata dal D. Lgs. 155/2010.

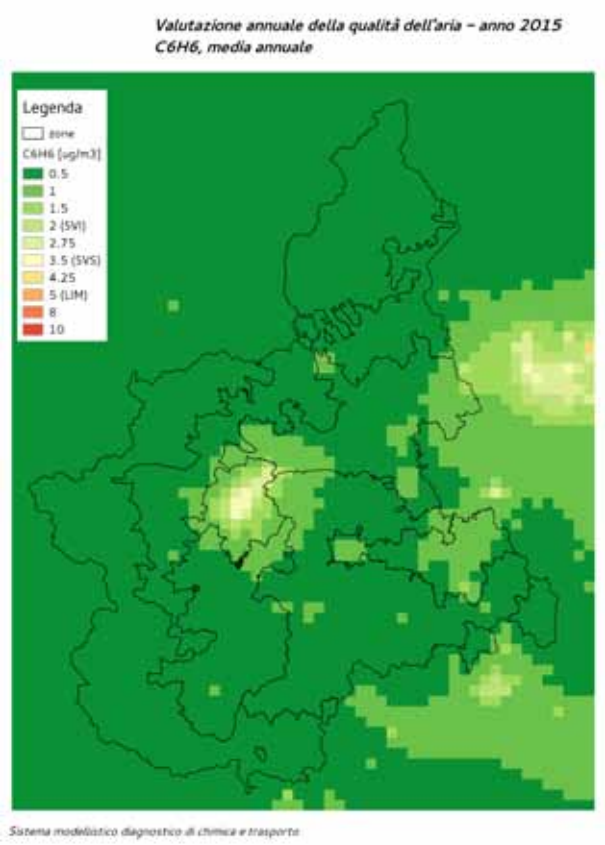


Figura 5.6.2.12 - Valutazione annuale della qualità dell'aria 2015 – Benzene: concentrazioni medie annue

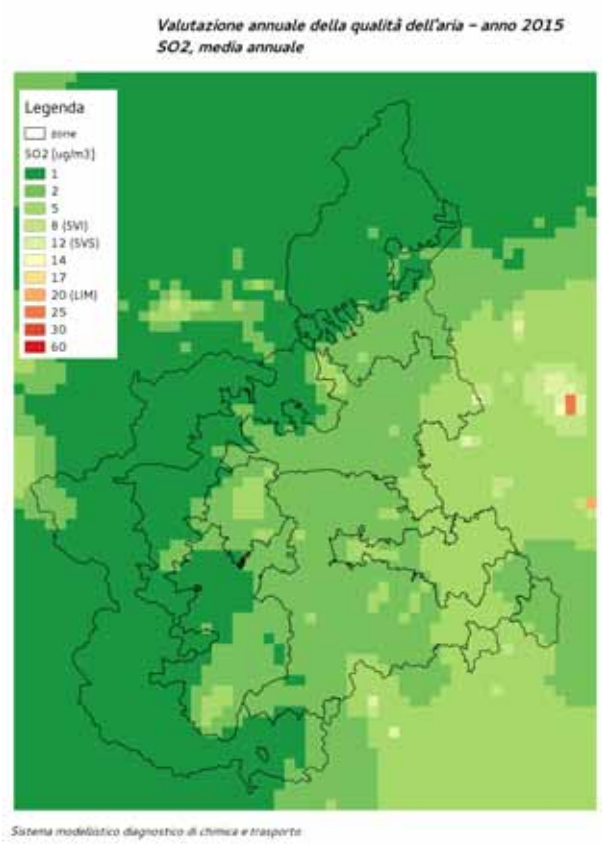


Figura 5.6.2.13 - Valutazione annuale della qualità dell'aria 2015 – Biossido di zolfo: concentrazioni medie annue

► Monossido di carbonio

Anche per il monossido di carbonio non si evidenziano criticità sul territorio regionale: in nessun punto griglia del dominio di simulazione si stimano valori di concentrazione prossimi o superiori al valore limite o alle soglie di valutazione superiore ed inferiore per la massima media giornaliera calcolata sulle 8 ore.

5.7 L'individuazione delle aree di superamento e di rispetto dei valori limite all'anno base

Il sistema modellistico utilizzato nella realizzazione dello scenario base di qualità dell'aria calcola valori di concentrazione su tutti i punti griglia del dominio di calcolo tridimensionale. Ai fini della valutazione del rispetto dei valori limite previsti dal D. Lgs. 155/2010 è tuttavia necessario riferirsi alle zone ed agli agglomerati individuati e classificati ai sensi degli articoli 3 e 4 del decreto stesso. Pertanto, risulta necessario riportare il valore di concentrazione dalla griglia di simulazione al territorio comunale.

La metodologia adottata da Arpa Piemonte nell'ambito delle simulazioni a supporto delle Valutazioni annuali della Qualità dell'Aria, permette - a partire dai punti griglia del dominio di calcolo – di pervenire alla concentrazione su

ciascun comune attraverso la media pesata dei valori di concentrazione stimati dal modello per le celle che ricadono all'interno del comune di cui si desidera calcolare la concentrazione, con i pesi dati dalla percentuale di superficie edificata comunale presente in ciascuna cella di calcolo.

A partire dalle concentrazioni su base comunale vengono quindi calcolati i superamenti dei valori limite e dei valori accessori previsti dal D. Lgs. 155/2010.

Di seguito, sono riportate le mappe di concentrazione su base comunale e le tabelle che indicano, per i principali inquinanti normati e per ognuna delle zone in cui è stato suddiviso il territorio regionale dalla D.G.R. 29 dicembre 2014, n. 41-855 (Aggiornamento della zonizzazione del territorio regionale piemontese relativa alla qualità dell'aria ambiente e individuazione degli strumenti utili alla sua valutazione, in attuazione degli articoli 3, 4 e 5 del D. Lgs. 155/2010) l'estensione delle aree di superamento, l'estensione delle aree nelle quali le concentrazioni superano le soglie di valutazione superiore o inferiore e la popolazione potenzialmente interessata da tali superamenti. Le aree (e conseguentemente la popolazione interessata) sono state calcolate in ottica cautelativa considerando come esposta al superamento tutta la superficie (e la relativa popolazione) del comune la cui concentrazione supera i limiti previsti dalla normativa. Per i diversi inquinanti e relativi indicatori di legge, il calcolo è stato effettuato sommando le aree e la popolazione (riferita al dato più aggiornato disponibile, ovvero al 2015) dei comuni in cui la concentrazione comunale è stata valutata superiore al corrispondente valore limite o soglia di valutazione. Nel caso del numero di superamenti di una certa soglia, sono stati considerati i comuni nei quali è stato calcolato un numero di superamenti del valore limite o delle soglie di valutazione maggiore a quanto consentito dalla normativa.

▶ Particolato PM_{10} e $PM_{2,5}$

Per il particolato PM_{10}, la distribuzione delle concentrazioni medie annue e del numero di superamenti del valore limite giornaliero attribuiti ai comuni è riportata nelle Figure 5.7.1 e 5.7.2, mentre la tabella in Figura 5.7.3 descrive le aree di superamento e la popolazione esposta relativamente alle concentrazioni medie annue e media giornaliera; per il calcolo, nel caso della media giornaliera sono stati considerati i comuni nei quali il numero di giorni nei quali si è stimato il superamento del valore limite e delle soglie di valutazione è stato superiore a 35.

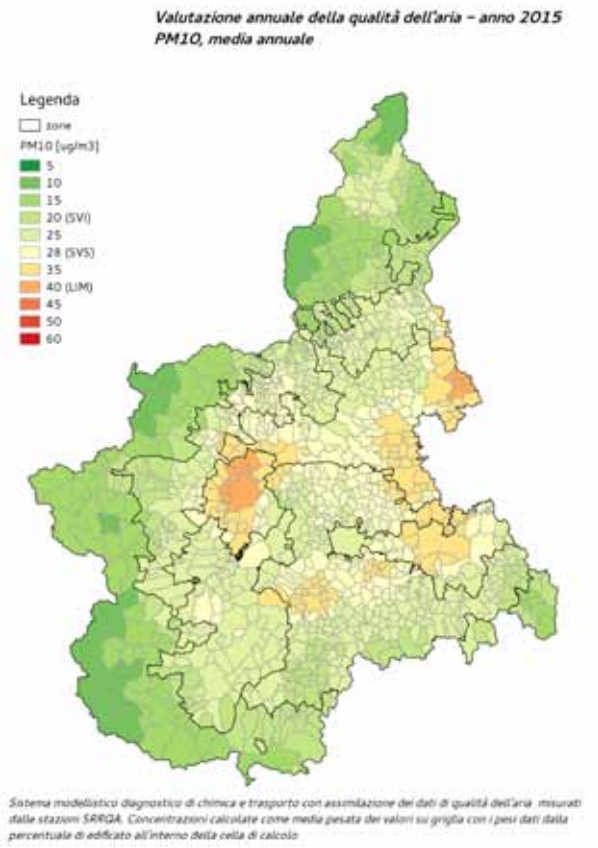


Figura 5.7.1 - Valutazione annuale della qualità dell'aria 2015 - PM_{10}: concentrazioni medie annue su base comunale

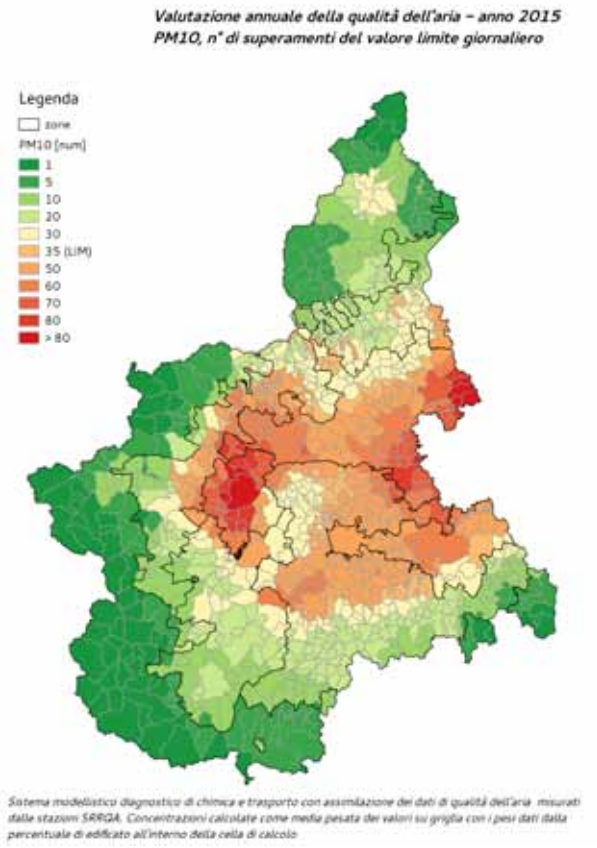


Figura 5.7.2 - Valutazione annuale della qualità dell'aria 2015 - PM_{10}: numero di superamenti del valore limite giornaliero su base comunale

Il particolato PM_{10} si conferma un inquinante critico, relativamente al suo indicatore sul breve periodo, in particolare nell'Agglomerato di Torino nel quale oltre il 97% della popolazione risulta esposta a più di 35 giorni di superamento del valore limite giornaliero, mentre risulta esposto il 60% circa della popolazione residente nella Zona di Pianura ed il 37% di quella nella zona di Collina. Complessivamente sulla regione, il 64% della popolazione risulta esposta a concentrazioni superiori al limite consentito dalla normativa per il valore medio giornaliero.

PM10									
ZONA	Caratteristiche della zona		TIPO	Media annuale			Media giornaliera		
				Valore limite	Soglia di valutazione superiore	Soglia di valutazione inferiore	Valore limite	Soglia di valutazione superiore	Soglia di valutazione inferiore
IT0118	Area totale zona:	838.29	AREA [km²] di superamento	0.00	635.04	838.29	768.53	838.29	838.29
	Popolazione totale zona	1541780	Popolazione interessata	0	1438762	1541780	1501435	1541780	1541780
IT0119	Area totale zona:	6598.76	AREA [km²] di superamento	0.00	1485.13	6333.67	3301.82	6209.33	6598.76
	Popolazione totale zona	1327053	Popolazione interessata	0	509139	1286866	798251	1268287	1327053
IT0120	Area totale zona:	8814.59	AREA [km²] di superamento	0.00	624.41	7033.18	2640.07	7718.99	8814.59
	Popolazione totale zona	1347757	Popolazione interessata	0	163553	1144476	504584	1217624	1347757
IT0121	Area totale zona:	9147.30	AREA [km²] di superamento	0.00	0.00	631.52	0.00	851.99	4466.50
	Popolazione totale zona	187656	Popolazione interessata	0	0	49358	0	61165	150116

Figura 5.7.3 - Aree di superamento e popolazione esposta per il particolato PM_{10} e i relativi indicatori media annuale e media giornaliera

Nel caso del particolato $PM_{2.5}$, in Figura 5.7.4 illustrata la distribuzione delle concentrazioni medie annue su base comunale, mentre in tabella (Figura 5.7.5) sono riportate le aree di superamento e la popolazione esposta.

Come precedentemente anticipato, il particolato $PM_{2.5}$ risulta essere un indicatore particolarmente critico su base regionale, con il 41% della popolazione totale esposto a concentrazioni medie annue superiori al valore limite; anche in questo caso l'area maggiormente interessata è l'Agglomerato di Torino (99% della popolazione residente), seguita dalla Zona di Pianura (15% della popolazione residente) e dalla Zona di Collina (7% della popolazione residente).

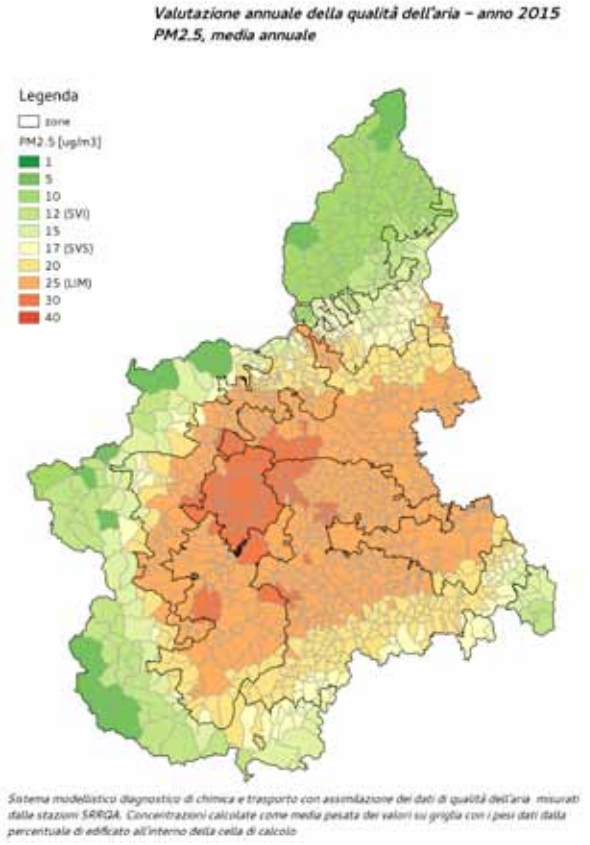


Figura 5.7.4 - Valutazione annuale della qualità dell'aria 2015 – $PM_{2.5}$: concentrazioni medie annue su base comunale

► Biossido di azoto

La distribuzione delle concentrazioni medie annue di biossido di azoto attribuite ai comuni è riportata in Figura 5.7.6. Le aree di superamento e la popolazione esposta, relativamente alle concentrazioni medie annue e al numero di superamenti del valore limite orario sono riportate nella tabella di Figura 5.7.7; nel caso della media oraria sono stati considerati, ai fini del superamento, i comuni nei quali il numero di ore nei quali si è stimato il superamento del valore limite e delle soglie di valutazione è stato superiore a 18.

Le concentrazioni di biossido di azoto superano il valore limite medio annuo unicamente nell'Agglomerato di Torino, con una percentuale di popolazione esposta rispetto alla residente pari al 61% (21% della popolazione residente in Piemonte). Non si hanno invece superamenti del valore limite su base oraria.

Particolato PM2.5						
				Media annuale		
ZONA	Caratteristiche della zona		TIPO	Valore limite	Soglia di valutazione superiore	Soglia di valutazione inferiore
IT0118	Area totale zona:	838.29	AREA [km²] di superamento	810.62	838.29	838.29
	Popolazione totale zona	1541780	Popolazione interessata	1533158	1541780	1541780
IT0119	Area totale zona:	6598.76	AREA [km²] di superamento	604.52	6561.75	6598.76
	Popolazione totale zona	1327053	Popolazione interessata	194234	1322534	1327053
IT0120	Area totale zona:	8814.59	AREA [km²] di superamento	432.37	6807.05	8619.30
	Popolazione totale zona	1347757	Popolazione interessata	96874	1026249	1302332
IT0121	Area totale zona:	9147.30	AREA [km²] di superamento	0.00	613.51	3308.60
	Popolazione totale zona	187656	Popolazione interessata	0	18898	69825

Figura 5.7.5 - Aree di superamento e popolazione esposta per il particolato $PM_{2,5}$ e l'indicatore media annuale

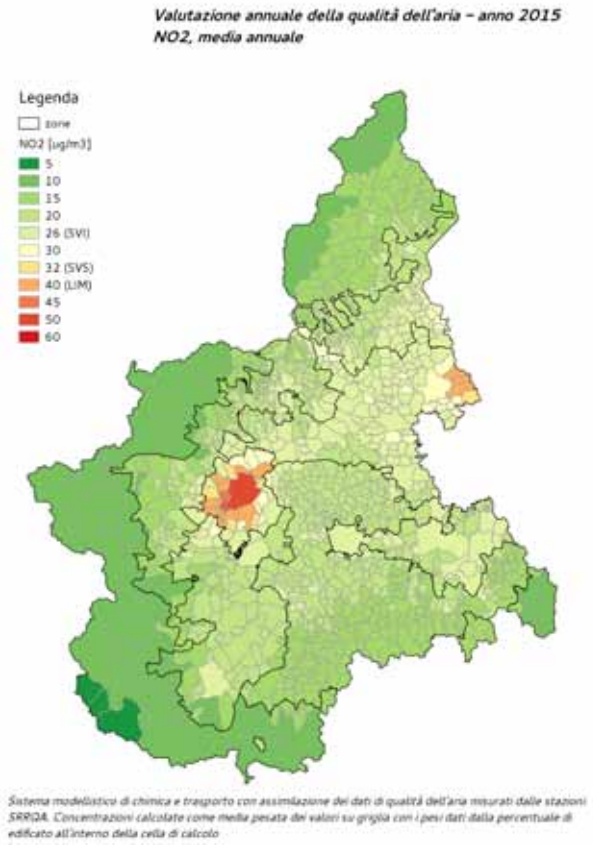


Figura 5.7.6 - Valutazione annuale della qualità dell'aria 2015 – NO_2: concentrazioni medie annue su base comunale

Biossido di azoto									
				Media annuale			Media oraria		
ZONA	Caratteristiche della zona		TIPO	Valore limite	Soglia di valutazione superiore	Soglia di valutazione inferiore	Valore limite	Soglia di valutazione superiore	Soglia di valutazione inferiore
IT0118	Area totale zona:	838.29	AREA [km²] di superamento	150.05	358.87	602.84	0.00	32.48	575.18
	Popolazione totale zona	1541780	Popolazione interessata	946654	1227133	1433362	0	63497	1422614
IT0119	Area totale zona:	6598.76	AREA [km²] di superamento	0.00	85.70	528.27	0.00	0.00	373.72
	Popolazione totale zona	1327053	Popolazione interessata	0	41700	249012	0	0	125865
IT0120	Area totale zona:	8814.59	AREA [km²] di superamento	0.00	0.00	84.20	0.00	0.00	165.86
	Popolazione totale zona	1347757	Popolazione interessata	0	0	35084	0	0	38463
IT0121	Area totale zona:	9147.30	AREA [km²] di superamento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Popolazione totale zona	187656	Popolazione interessata	0	0	0	0	0	0

Figura 5.7.7 - Aree di superamento e popolazione esposta per il biossido di azoto e i relativi indicatori media annuale e media oraria

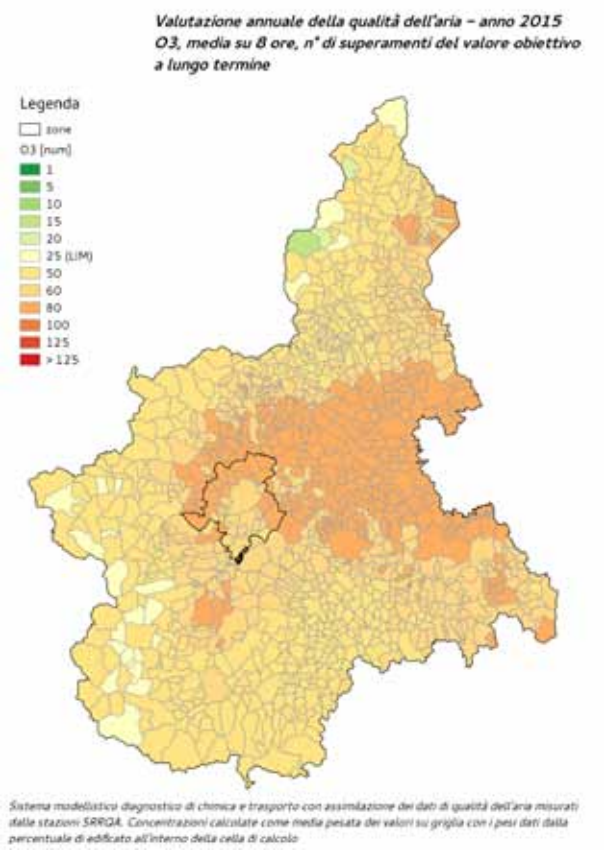


Figura 5.7.8 - Valutazione annuale della qualità dell'aria 2015 – O_3: numero di superamenti del valore obiettivo a lungo termine su base comunale

► Ozono

Il valore obiettivo per la protezione della salute umana per l'ozono risulta superato in quasi tutto il territorio regionale, come si evince dalla distribuzione delle concentrazioni massime medie sulle 8 ore calcolate su base comunale riportate in Figura 5.7.8. Nella tabella di Figura 5.7.9 sono illustrate le aree di superamento e la popolazione esposta per questo indicatore, per il calcolo dei quali sono stati considerati, i comuni nei quali il numero superamenti del valore obiettivo è stato maggiore di 25.

Esaminando la popolazione esposta si osserva che risulta esposta ai superamenti la totalità dei residenti nell'Agglomerato di Torino e oltre il 99% dei residenti nella Zona denominata Piemonte.

Ozono				
ZONA	Caratteristiche della zona		TIPO	Massimo giornaliero della media mobile su otto ore Valore obiettivo
IT0118	Area totale zona:	838.29	AREA [km²] di superamento	838.29
	Popolazione totale zona	1541780	Popolazione interessata	1541780
IT0122	Area totale zona:	24560.65	AREA [km²] di superamento	23107.70
	Popolazione totale zona	2862466	Popolazione interessata	2843402

Figura 5.7.9 - Aree di superamento e popolazione esposta per l'ozono e il valore obiettivo per la protezione della salute umana

► Benzene

Il valore limite per la media annuale non è superato in nessun comune del territorio piemontese, come si può osservare in Figura 5.7.10. Nella tabella di Figura 5.7.11 si può osservare come le concentrazioni medie su tutta la regione permangano anche al di sotto della soglia di valutazione superiore, mentre si ha superamento della soglia di valutazione inferiore unicamente nell'Agglomerato di Torino.

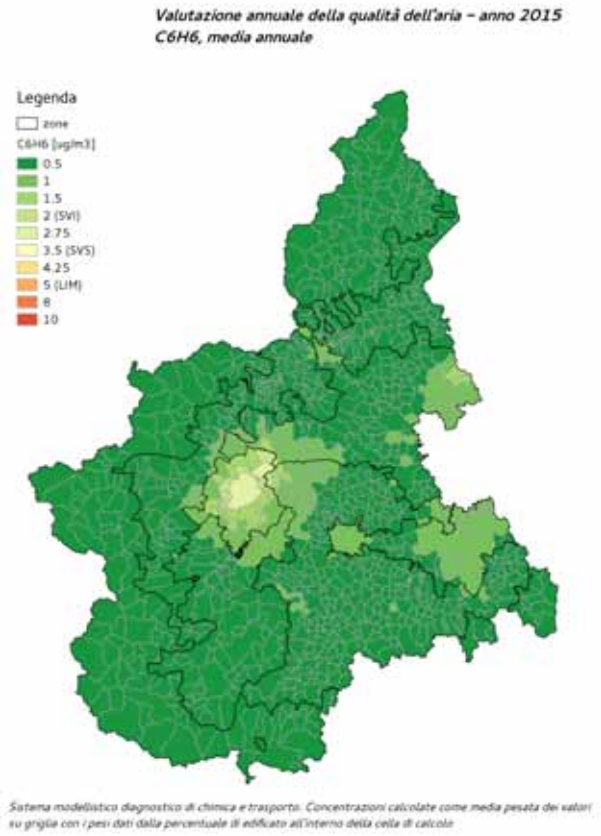


Figura 5.7.10 - Valutazione annuale della qualità dell'aria 2015 – benzene: concentrazioni medie annue su base comunale

Benzene						
ZONA	Caratteristiche della zona		TIPO	Media annuale		
				Valore limite	Soglia di valutazione superiore	Soglia di valutazione inferiore
IT0118	Area totale zona:	838.29	AREA [km²] di superamento	0.00	0.00	162.54
	Popolazione totale zona	1541780	Popolazione interessata	0	0	938198
IT0119	Area totale zona:	6598.76	AREA [km²] di superamento	0.00	0.00	0.00
	Popolazione totale zona	1327053	Popolazione interessata	0	0	0
IT0120	Area totale zona:	8814.59	AREA [km²] di superamento	0.00	0.00	0.00
	Popolazione totale zona	1347757	Popolazione interessata	0	0	0
IT0121	Area totale zona:	9147.30	AREA [km²] di superamento	0.00	0.00	0.00
	Popolazione totale zona	187656	Popolazione interessata	0	0	0

Figura 5.7.11 - Aree di superamento e popolazione esposta per il benzene e l'indicatore media annuale

5.8 Le responsabilità dell'inquinamento: *il source apportionment*

L'art. 23 della Direttiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio stabilisce che i Piani per la qualità dell'Aria contengano "informazioni sull'origine dell'inquinamento", ovvero l'elenco delle principali fonti di emissione responsabili dell'inquinamento, la quantità totale di emissioni prodotte da tali fonti, nonché informazioni sull'inquinamento proveniente da altre regioni (Allegato XV, punto A). L'obbligatorietà di tali informazioni è ribadita nell'art. 13 della Decisione di Esecuzione della Commissione 2011/850/EU, recante disposizioni di attuazione delle direttive 2004/107/CE e 2008/50/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.

Nell'ambito delle attività a supporto della pianificazione regionale, in particolare per quanto riguarda il nuovo Piano Regionale di Qualità dell'Aria, è stato realizzato il **source apportionment modellistico**, cioè lo studio modellistico delle responsabilità dell'inquinamento, a partire dall'analisi dei contributi alle concentrazioni degli inquinanti maggiormente critici (particolato PM_{10} e $PM_{2,5}$ e biossido di azoto NO_2) da parte di specifiche sorgenti emissive.

La metodologia – descritta nel capitolo 4.2[37] - è stata applicata al sistema modellistico descritto nel capitolo 4.1[38] (Il sistema integrato di qualità dell'aria), con la stessa configurazione dello scenario base del Piano di Qualità dell'Aria (Capitolo 5.5[39]), che fa riferimento all'ultimo Inventario Regionale delle Emissioni (IREA 2010B).

L'**input emissivo** per il Piemonte è stato predisposto a partire dall'Inventario Regionale delle Emissioni nella versione più aggiornata disponibile (IREA 2010B); per quanto riguarda i territori confinanti sono state utilizzate le informazioni emissive di dettaglio relative alle regioni Valle d'Aosta, Lombardia, nonché i dati emissivi dell'Inventario Nazionale delle Emissioni (ISPRA 2010) per le altre regioni italiane[40] e quelli del programma *European Monitoring and Evaluation Programme* (EMEP 2010)[41] per i territori esteri compresi nei domini di simulazione[42].

Al fine di verificare, con un approccio differente ma complementare, i risultati del *source apportionment* modellistico è stata applicata, in via sperimentale e in due stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria (Torino-Lingotto e Revello-Staffarda) appartenenti al SRRQA - Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria, la tecnica di *source apportionment* analitico, descritta sempre nel capitolo 4.2.

5.8.1 Le responsabilità delle sorgenti su base settoriale

Al fine di identificare il contributo - da parte delle diverse sorgenti emissive – alle concentrazioni di particolato (PM_{10}

37 Cfr "Il source apportionment"
38 Cfr "Il sistema modellistico regionale"
39 Cfr "Lo scenario emissivo base"
40 Veneto, Trentino Alto-Adige, Emilia Romagna, Toscana
41 http://www.ceip.at/webdab-emission-database
42 Svizzera, Austria e altre regioni francesi

e $PM_{2.5}$) e di biossido di azoto (NO_2) nel territorio regionale, è stato utilizzato l'approccio del ***source apportionment* modellistico di tipo settoriale**[43] , ovvero la ricerca delle responsabilità per settore di attività.

5.8.1.1 L'individuazione dei settori

Nell'analisi per settore di attività si è scelto di prendere in considerazione dodici diverse associazioni di sorgenti emissive (più l'insieme delle restanti sorgenti definite complessivamente come "resto"):

1. Industria
2. Riscaldamento a legna;
3. Riscaldamento NON a legna;
4. Automobili diesel;
5. Automobili NON diesel;
6. Veicoli leggeri;
7. Veicoli pesanti;
8. Motocicli e ciclomotori;
9. Risospensione e usura;
10. Ferrovie e *off-road*;
11. Colture agricole;
12. Zootecnia;
13. Resto.

La scelta delle associazioni di sorgenti è riconducibile a due finalità: da un lato rappresenta le principali fonti di particolato e di biossido di azoto, dall'altro fa riferimento ai comparti oggetto di interventi da parte del Piano Regionale della Qualità dell'Aria.

Il settore "Industria" comprende le emissioni derivanti da tutte le attività industriali presenti sul territorio piemontese (Macrosettori SNAP[44] "Produzione di energia", "Combustione nell'industria", "Processi produttivi", "Distribuzione combustibili fossili", "Uso di solventi").

Nei settori "Riscaldamento a legna" e "Riscaldamento non a legna" rientrano le emissioni prodotte dai sistemi per il riscaldamento residenziale/commerciale (Macrosettore "Combustione non industriale") che utilizzano come combustibili nel primo caso le biomasse legnose e nell'altro caso tutti gli altri combustibili (metano, gasolio, ecc…).

Per quanto riguarda il traffico (Macrosettore "Trasporti stradali") sono stati analizzati separatamente i contributi emissivi delle diverse componenti veicolari: automobili (diesel e non diesel), veicoli leggeri (inferiori ai 35 quintali), veicoli pesanti (autocarri e autobus), ciclomotori e motocicli; sono state inoltre considerate a parte le emissioni non esauste (usura di freni e pneumatici, risospensione indotta dal passaggio veicolare).

Nell'ambito del comparto agricolo, sono state trattate separatamente le emissioni legate alle coltivazioni, alla zootecnia e al trasporto *off-road* (trattori e mezzi agricoli). Il comparto *off-road* comprende, anche se in misura inferiore, le emissioni originate dal traffico ferroviario sui tratti non ancora elettrificati.

43 Cfr "Il *source apportionment* modellistico settoriale" (par. 4.2.1.1)
44 Cfr "Lo scenario emissivo base"

Infine, nel gruppo definito come “Resto” ricadono tutte le attività non classificabili nelle precedenti categorie, ovvero quelle comprese nei Macrosettori “Distribuzione combustibili”, “Trattamento e smaltimento rifiuti”, “Natura e foreste”.

5.8.1.2 Il contributo dei settori alle emissioni degli inquinanti

Una volta individuati i settori emissivi da indagare, i dati dell’Inventario Regionale delle Emissioni relativi allo scenario base sono stati rielaborati in funzione dell’aggregazione di sorgenti corrispondente a ciascun settore.

Il contributo delle diverse sorgenti alle emissioni di particolato primario PM_{10} e di ossidi di azoto (NOx) è stato raffigurato in termini percentuali nei grafici di seguito riportati, introducendo anche, quali elementi spaziali, la Regione Piemonte, la città di Torino, l’aggregazione dei comuni circostanti Torino sia come Agglomerato (Zona IT0118) che come Area Metropolitana[45]. Tale ripartizione risulta funzionale sia all’interpretazione dei risultati del *source apportionment* modellistico (per il ruolo della dispersione atmosferica nel trasporto e diffusione degli inquinanti) sia alla focalizzazione dei potenziali ambiti di intervento da parte della pianificazione regionale.

Le Figure 5.8.1.2.1-5.8.1.2.4 evidenziano quindi la diversa ripartizione dei contributi emissivi tra la città di Torino e i rimanenti comuni dell’Agglomerato: in particolare, mentre per la città di Torino l’85% delle emissioni di particolato primario PM_{10} proviene dal comparto trasporti stradali e solo il 4% dal riscaldamento a biomassa, nel caso dell’Agglomerato il contributo emissivo dei trasporti scende al 53% e quello del riscaldamento a legna raggiunge il 38%.

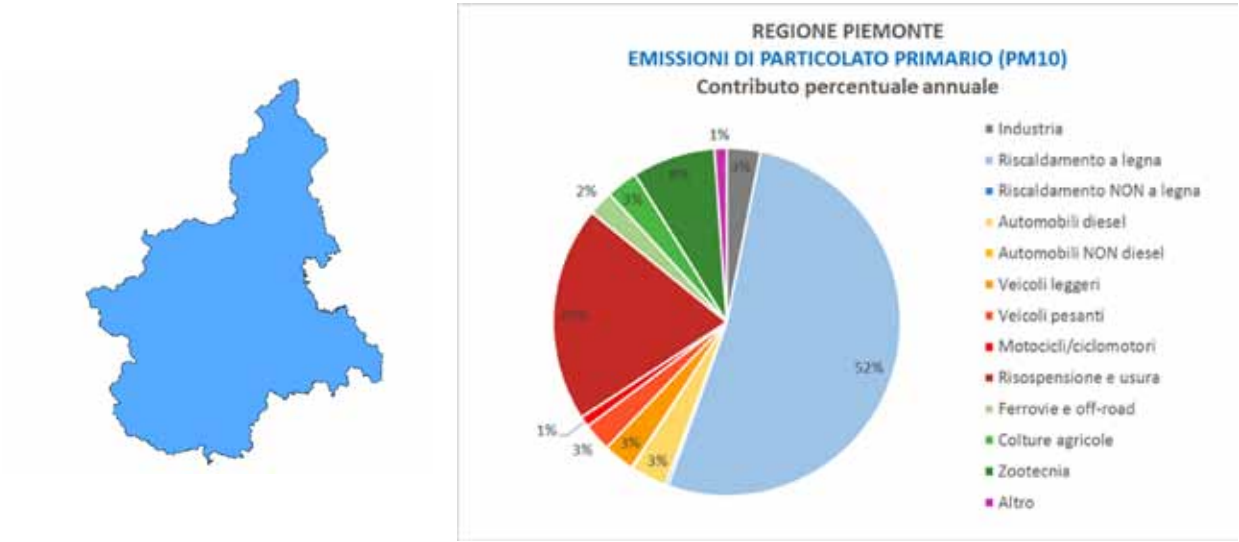


Figura 5.8.1.2.1 - Contributo percentuale alle emissioni di particolato primario PM_{10} da parte dei settori individuati per il source apportionment – Rappresentazione in diversi ambiti territoriali: Regione Piemonte

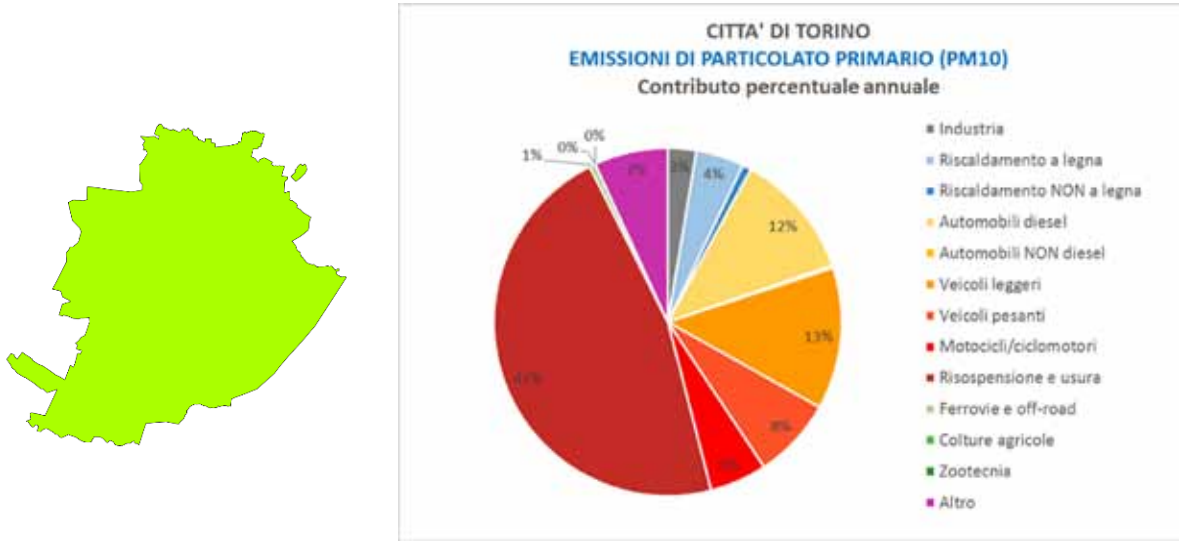


Figura 5.8.1.2.2 - Contributo percentuale alle emissioni di particolato primario PM_{10} da parte dei settori individuati per il source apportionment – Rappresentazione in diversi ambiti territoriali: città di Torino

45 L’Area Metropolitana coincide con la definizione di agglomerato torinese (IT0103) ai sensi della D.G.R. 28 giugno 2004, n. 19-12878 e comprende i comuni di Torino, San Mauro, Settimo T.se, Borgaro T.se, Venaria, Collegno, Grugliasco, Rivoli, Orbassano, Beinasco, Nichelino e Moncalieri.

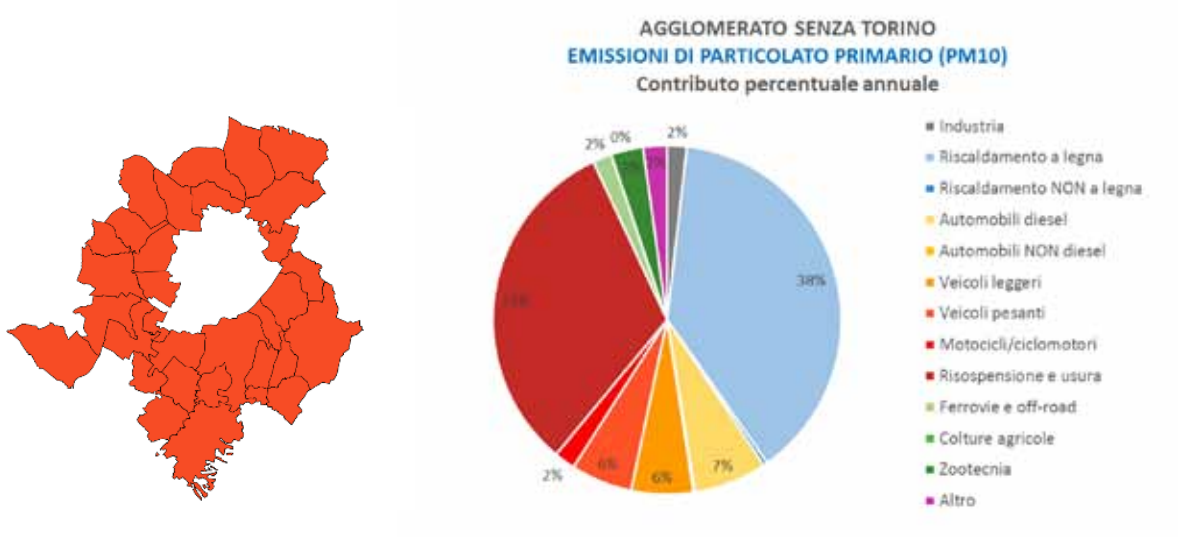


Figura 5.8.1.2.3 - Contributo percentuale alle emissioni di particolato primario PM_{10} da parte dei settori individuati per il source apportionment – Rappresentazione in diversi ambiti territoriali: Agglomerato senza la città di Torino

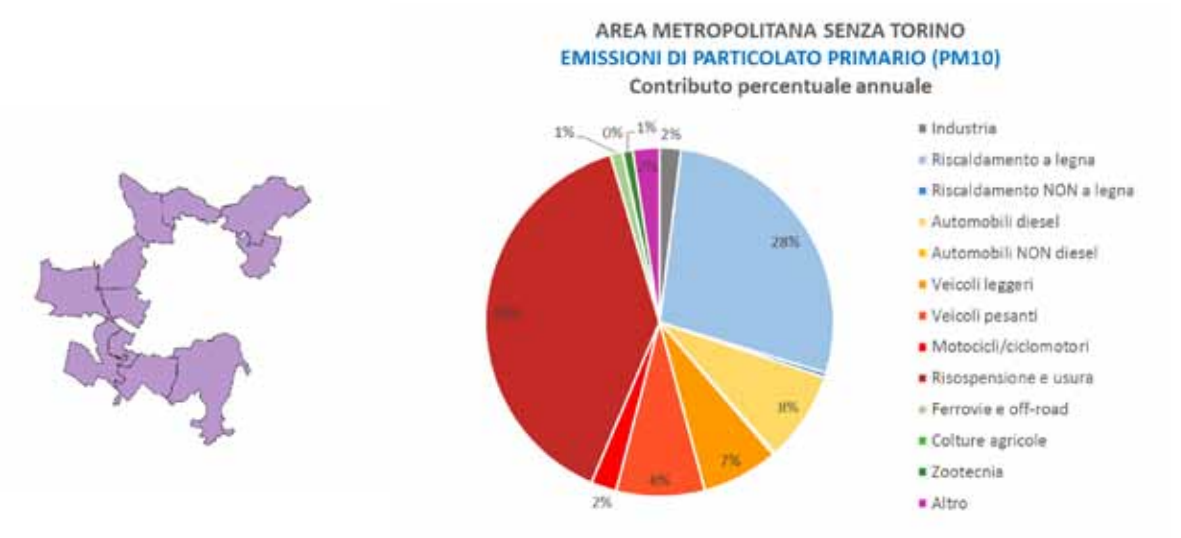


Figura 5.8.1.2.4 - Contributo percentuale alle emissioni di particolato primario PM_{10} da parte dei settori individuati per il source apportionment – Rappresentazione in diversi ambiti territoriali: Area Metropolitana senza la città di Torino

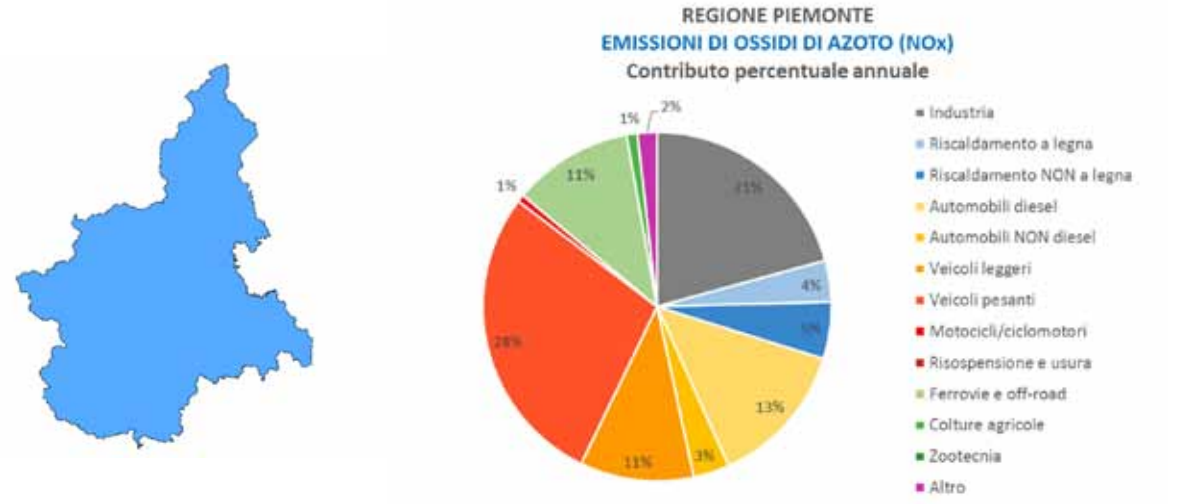


Figura 5.8.1.2.5 - Contributo percentuale alle emissioni di ossidi di azoto (NO_x) da parte dei settori individuati per il source apportionment – Rappresentazione in diversi ambiti territoriali: Regione Piemonte

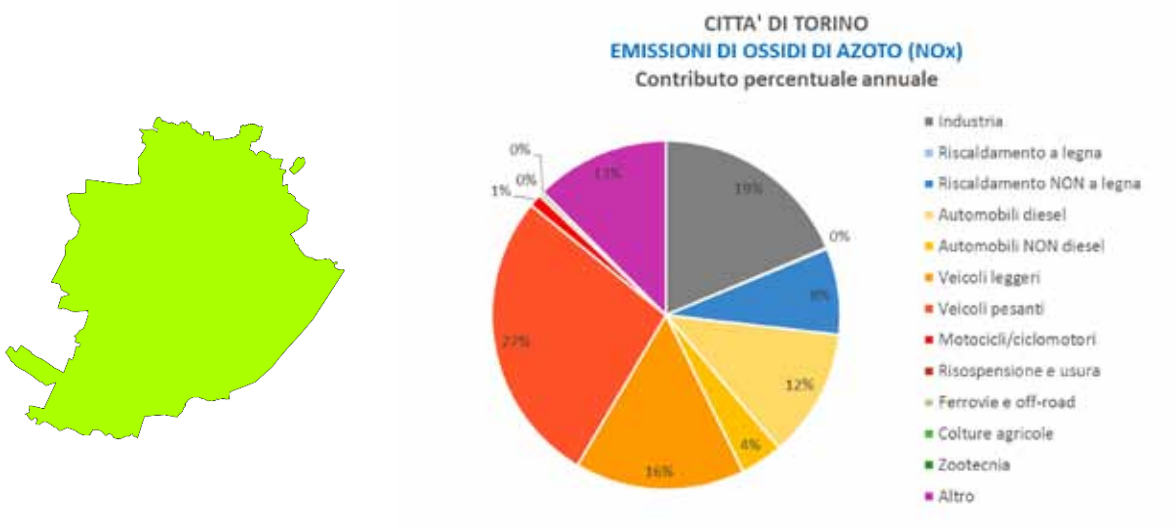


Figura 5.8.1.2.6 - Contributo percentuale alle emissioni di ossidi di azoto (NO_x) da parte dei settori individuati per il source apportionment – Rappresentazione in diversi ambiti territoriali: città di Torino

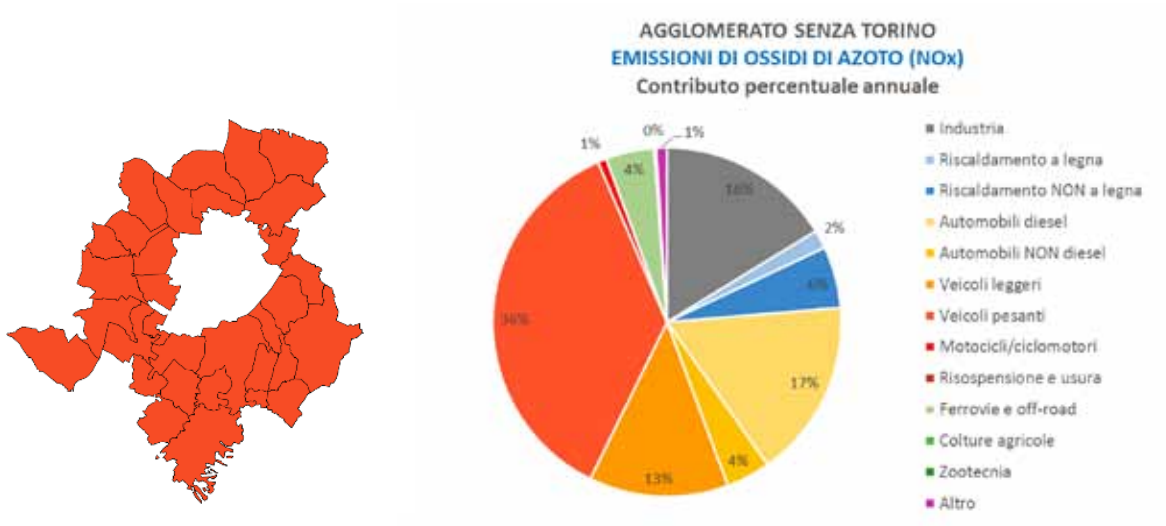


Figura 5.8.1.2.7 - Contributo percentuale alle emissioni di ossidi di azoto (NO_x) da parte dei settori individuati per il source apportionment – Rappresentazione in diversi ambiti territoriali: Agglomerato senza la città di Torino

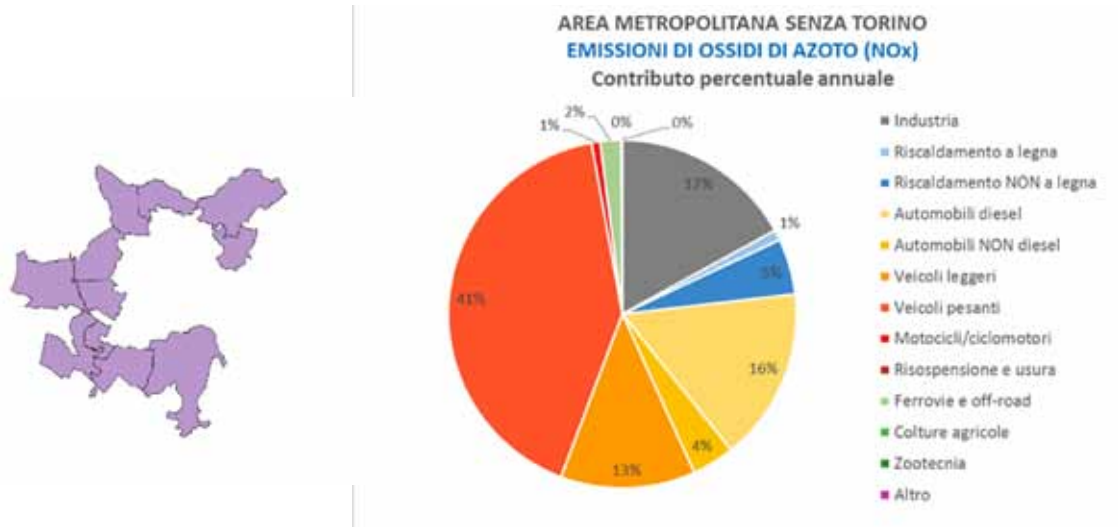


Figura 5.8.1.2.8 - Contributo percentuale alle emissioni di ossidi di azoto (NO_x) da parte dei settori individuati per il source apportionment – Rappresentazione in diversi ambiti territoriali: Area Metropolitana senza la città di Torino

5.8.1.3 Il contributo dei settori alle concentrazioni degli inquinanti: i risultati del source apportionment modellistico settoriale

Rappresentazione dei risultati

I risultati delle simulazioni annuali – in termini di contributo alle concentrazioni dei diversi inquinanti da parte dei settori emissivi presi in considerazione nello studio, calcolato per ciascuna delle celle del dominio di calcolo e per tutte le ore dell'anno 2015 - sono stati aggregati su base annuale e mensile e successivamente elaborati ed organizzati secondo quattro tipologie di visualizzazione:

1. **tabelle riassuntive** nelle quali, per ciascuno dei punti di misura individuati dal Programma di Valutazione[46], è specificato il contributo percentuale alle concentrazioni degli inquinanti (biossido di azoto, particolato PM_{10}, $PM_{2,5}$ e le loro componenti inorganiche secondarie) da parte degli insiemi di sorgenti (13 settori) o della loro aggregazione per comparti (industria, traffico, riscaldamento, agricoltura);

2. **istogrammi** che specificano, per ciascuno degli inquinanti (biossido di azoto, particolato PM_{10}, $PM_{2,5}$ e le loro componenti inorganiche secondarie) e per i punti di misura individuati dal Programma di Valutazione, il contributo percentuale da parte degli insiemi di sorgenti (13 settori) o della loro aggregazione per comparti (industria, traffico, riscaldamento, agricoltura);

3. **grafici a torta** che, per ciascuno dei punti di misura individuati dal Programma di Valutazione, specificano il contributo percentuale alle concentrazioni degli inquinanti (biossido di azoto, particolato PM_{10} e $PM_{2,5}$) da parte degli insiemi di sorgenti (13 settori);

4. **carte tematiche** che mostrano - su tutte le celle del dominio regionale - il contributo percentuale alle concentrazioni degli inquinanti (biossido di azoto, particolato PM_{10} e $PM_{2,5}$ e le loro componenti inorganiche secondarie) da parte degli stessi 13 insiemi di sorgenti o della loro aggregazione per comparti (industria, traffico, riscaldamento, agricoltura).

Nel seguito sono illustrate le elaborazioni di maggiore rilievo e i risultati che, per completezza di informazione, sono comunque riportati nello specifico Allegato (Allegato B[47]).

In dettaglio, nell'**Allegato B – SOURCE APPORTIONMENT MODELLISTICO: GRAFICI** sono presentati i risultati che fanno riferimento alle concentrazioni di particolato (PM_{10} e $PM_{2,5}$) e biossido di azoto (NO_2), elaborati sui 42 punti di misura del Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria (SRRQA) facenti parte del Programma di Valutazione. Per ogni Zona di Piano, in ordine alfabetico di provincia, per ogni punto di misura -a partire da quelli presenti nei capoluoghi - sono riportate le seguenti informazioni:

1. istogramma con il contributo percentuale mensile e annuale dei settori analizzati alle concentrazioni degli inquinanti;

2. tabella riassuntiva con i valori dei contributi percentuali annuali dei settori e della loro aggregazione in comparti emissivi.

Nell'**Allegato B – SOURCE APPORTIONMENT MODELLISTICO: MAPPE** i risultati sono presentati con carte tematiche che mettono in evidenza la differenziazione dei contributi – sempre in termini percentuali su base annuale - dal punto di vista spaziale.

Descrizione dei risultati

Le tabelle riportate nelle Figure dalla 5.8.1.3.1 alla 5.8.1.3.12 mostrano, per ognuna delle Zone di Piano e per ognuno degli inquinanti considerati (biossido di azoto, particolato PM_{10} e $PM_{2.5}$ e le loro componenti inorganiche secondarie), il contributo percentuale alle concentrazioni medie annue da parte di tutti i settori.

46 D.G.R. 29 dicembre 2014, n. 41855 - Aggiornamento della zonizzazione del territorio regionale piemontese relativa alla qualità dell'aria ambiente e individuazione degli strumenti utili alla sua valutazione, in attuazione degli articoli 3, 4 e 5 del d.lgs. 155/2010 (Attuazione della direttiva 2008/50/CE).
47 SOURCE APPORTIONMENT

Gli istogrammi delle Figure dalla 5.8.1.3.13 alla 5.8.1.3.18 illustrano invece, per ognuno degli inquinanti, il contributo percentuale dei comparti emissivi alle concentrazioni medie annue; al fine di evidenziare quale sia il comparto che contribuisce percentualmente in modo più significativo alle concentrazioni, per il particolato PM_{10} e $PM_{2.5}$ nonché per le corrispondenti componenti inorganiche secondarie, i punti di misura del Programma di Valutazione sono stati ordinati, all'interno di ognuna delle Zone di Piano, per contributo crescente del comparto riscaldamento, mentre nel caso del biossido di azoto i punti di misura sono stati ordinati per contributo crescente del comparto traffico.

Per indagare ulteriormente la responsabilità dei vari comparti emissivi alle concentrazioni di particolato, è stato valutato - nei punti di misura del Programma di Valutazione che, nel corso dell'anno 2015, hanno evidenziato il superamento del valore limite giornaliero - il contributo in termini di massa rispetto alle concentrazioni di PM_{10} calcolate dal modello nella simulazione dello scenario base. L'elaborazione è riportata in Figura 5.8.1.3.19.

Le Figure dalla 5.8.1.3.20 alla 5.8.1.3.22 illustrano, su base cartografica, per particolato PM_{10}, $PM_{2,5}$ e biossido di azoto, il contributo percentuale alle concentrazioni annuali da parte dei vari settori nelle stazioni dell'area torinese. Nel caso del particolato PM_{10}, e in misura minore nel $PM_{2,5}$, si osserva una riduzione del contributo del riscaldamento a legna ed un contemporaneo incremento di quello del comparto traffico passando dai punti di misura localizzati all'esterno di Torino a quelli interni al capoluogo. Tale comportamento, pur attenuato in termini numerici dai fenomeni di trasporto, è spiegabile alla luce della diversa ripartizione del contributo emissivo tra la città di Torino e i rimanenti comuni dell'Agglomerato, come precedentemente illustrato nelle Figure 5.8.1.2.2. e 5.8.1.2.3. Nel caso del biossido di azoto non si osserva quanto precedentemente esposto: infatti, il contributo predominante è ovunque quello del comparto traffico mentre quello del riscaldamento a legna è poco significativo.

Infine le Figure dalla 5.8.1.3.23 alla 5.8.1.3.28 rappresentano la distribuzione spaziale dei contributi percentuali alle concentrazioni degli inquinanti - PM_{10}, $PM_{2,5}$ e biossido di azoto - da parte dei settori/comparti, con indicazione delle Zone di Piano.

In termini generali, i risultati del *source apportionment* modellistico evidenziano che le misure di pianificazione regionale volte al miglioramento della qualità dell'aria dovranno essere prioritariamente indirizzate al contenimento delle emissioni correlate alla combustione a biomassa legnosa, in particolare in ambito domestico, e al trasporto su strada.

In alcuni contesti territoriali specifici – ad esempio nelle aree piemontesi a prevalente vocazione agricola e industriale - le misure su traffico e riscaldamento dovranno essere affiancate da interventi incentrati rispettivamente sulle pratiche colturali e zootecniche e sugli impianti produttivi.

PARTICOLATO PM10 - Contributo percentuale alla media annuale - ZONA IT0118

	Industria %	Riscaldamento a legna %	Riscaldamento NON a legna %	Automobili diesel %	Automobili NON diesel %	Veicoli leggeri %	Veicoli pesanti %	Motocicli e ciclomotori %	Risospensione e usura %	Ferrovie e off-road %	Colture agricole %	Zootecnia %	Resto %
Torino - Consolata (TO)	6,1	39,2	5,6	6,7	0,9	7,1	5,5	3,4	14,9	1,9	0,9	3,5	4,2
Torino - Lingotto (TO)	5,7	44,2	4,4	6,3	0,9	6,5	5,3	3,1	13,6	1,8	0,9	3,5	3,7
Torino - Rebaudengo (TO)	7,3	41,2	4,9	6,5	0,8	6,7	5,5	3,2	14,4	2,1	0,9	3,6	3,0
Torino - Rubino (TO)	5,9	45,0	4,4	6,3	0,9	6,4	5,4	3,1	13,9	1,9	0,9	3,6	2,3
Borgaro T. - Caduti (TO)	6,8	58,9	1,7	4,1	0,6	3,6	4,3	1,6	8,2	2,7	0,8	4,4	2,2
Druento - La Mandria (TO)	8,3	67,9	0,9	2,7	0,5	2,3	2,9	1,1	3,9	2,1	0,7	4,5	2,3
Leini (ACEA) - Grande Torino (TO)	6,5	64,2	1,5	3,5	0,6	3,0	3,7	1,4	5,9	2,7	0,8	5,0	1,3
Settimo T. - Vivaldi (TO)	7,0	60,3	1,8	3,9	0,6	3,4	4,3	1,5	7,5	2,4	1,0	4,4	2,0

PARTICOLATO PM10 - Contributo percentuale alla media annuale - ZONA IT0119

	Industria %	Riscaldamento a legna %	Riscaldamento NON a legna %	Automobili diesel %	Automobili NON diesel %	Veicoli leggeri %	Veicoli pesanti %	Motocicli e ciclomotori %	Risospensione e usura %	Ferrovie e off-road %	Colture agricole %	Zootecnia %	Resto %
Alessandria - D'Annunzio (AL)	9,2	60,7	2,4	3,5	0,6	2,5	4,3	1,0	5,8	2,0	2,9	4,4	0,7
Alessandria - Volta (AL)	9,4	59,8	2,4	3,5	0,6	2,5	4,4	1,0	5,9	2,1	3,1	4,5	0,7
Casale M . - Castello (AL)	7,4	58,6	1,7	3,3	0,7	2,3	3,7	1,2	4,6	2,5	9,2	4,0	0,7
Asti - Baussano (AT)	5,6	71,3	2,3	2,7	0,5	2,1	3,4	0,9	4,5	1,6	1,1	4,0	0,0
Asti - D'Acquisto (AT)	5,9	70,0	2,2	2,8	0,5	2,2	3,6	0,9	4,7	1,6	1,2	4,1	0,2
Biella - Sturzo (BI)	3,9	81,2	1,3	1,8	0,4	1,5	1,8	0,6	3,2	0,7	0,9	1,9	0,7
Cuneo - Alpini (CN)	5,4	79,5	1,0	1,6	0,2	1,3	1,7	0,5	2,7	1,1	0,1	4,3	0,5
Novara - Roma (NO)	8,4	54,2	1,0	3,8	0,7	2,7	3,5	1,4	6,7	2,4	8,0	4,8	2,4
Novara - Verdi (NO)	8,3	54,3	1,0	3,8	0,7	2,7	3,4	1,4	6,7	2,4	8,1	4,8	2,3
Cerano - Bagno (NO)	14,5	48,0	0,7	4,1	0,8	2,2	3,1	1,2	4,3	2,0	10,3	5,0	3,9
Vercelli - CONI (VC)	7,0	52,3	1,1	3,7	0,8	2,8	3,7	1,5	6,8	2,6	13,0	4,0	0,8
Vercelli - Gastaldi (VC)	7,2	52,4	1,0	3,6	0,8	2,6	3,6	1,5	6,4	2,6	13,2	4,1	1,1

Figura 5.8.1.3.1 - Contributo percentuale alle concentrazioni medie annue di particolato PM10 presso i punti di misura individuati dal Programma di Valutazione del territorio regionale da parte dei settori individuati per il source apportionment – Zone IT0118 e IT0119

PARTICOLATO PM10 - Contributo percentuale alla media annuale - ZONA IT0120

		Industria	Riscaldamento a legna	Riscaldamento NON a legna	Automobili diesel	Automobili NON diesel	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Motocicli e ciclomotori	Risospensione e usura	Ferrovie e off-road	Colture agricole	Zootecnia	Resto
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Dernice - Costa	(AL)	9,6	64,1	1,2	2,5	0,9	1,4	2,6	0,7	1,9	1,5	2,4	10,1	1,1
Vinchio - San Michele	(AT)	7,0	70,6	1,8	2,5	0,6	1,7	3,2	0,6	2,9	2,0	1,5	5,3	0,4
Cossato - Pace	(BI)	3,4	81,5	0,8	1,5	0,4	1,2	1,5	0,6	3,1	0,8	2,0	2,1	0,8
Alba - Tanaro	(CN)	6,9	68,3	1,0	3,1	0,6	2,3	3,7	0,8	4,4	2,1	0,6	6,2	0,0
Mondovì - Aragno	(CN)	5,6	71,4	0,8	2,1	0,4	1,7	2,7	0,5	3,2	2,6	0,1	8,8	0,0
Saliceto - Moizo	(CN)	15,3	56,6	1,2	3,4	1,2	2,3	4,3	0,7	2,4	2,2	1,4	8,0	1,1
Borgomanero - Molli	(NO)	4,4	78,3	0,8	2,2	0,5	1,5	2,1	0,6	3,5	0,8	1,3	2,7	1,3
Ivrea - Liberazione	(TO)	2,9	74,8	1,4	2,5	0,8	2,1	3,0	0,8	4,6	1,4	1,2	3,2	1,2
Susa - Repubblica	(TO)	1,2	81,5	1,0	1,3	0,3	1,0	1,7	0,3	4,2	0,4	0,9	3,6	2,7
Borgosesia - Tonella	(VC)	4,7	76,9	1,0	1,9	0,6	1,5	1,9	0,6	2,8	0,8	1,6	3,7	1,7
Verbania - Gabardi	(VB)	6,0	70,9	1,1	2,8	1,1	1,9	2,5	0,8	4,8	0,7	0,7	4,1	2,8
Omegna - Crusinallo	(VB)	5,7	70,6	0,9	2,8	1,2	1,9	2,8	0,7	4,1	0,9	0,9	4,4	3,2

PARTICOLATO PM10 - Contributo percentuale alla media annuale - ZONA IT0121

		Industria	Riscaldamento a legna	Riscaldamento NON a legna	Automobili diesel	Automobili NON diesel	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Motocicli e ciclomotori	Risospensione e usura	Ferrovie e off-road	Colture agricole	Zootecnia	Resto
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Trivero - Ronco	(BI)	3,8	79,4	1,0	1,7	0,7	1,4	2,0	0,5	2,6	0,9	1,5	3,1	1,4
Oulx - Roma	(TO)	1,3	77,8	1,1	1,2	0,4	0,9	1,9	0,3	4,5	0,3	1,7	2,6	6,1
Domodossola - Curotti	(VB)	2,9	76,7	0,7	1,9	0,4	1,6	1,8	0,6	4,0	3,3	0,4	2,9	2,7

Figura 5.8.1.3.2 - Contributo percentuale alle concentrazioni medie annue di particolato PM_{10} presso i punti di misura individuati dal Programma di Valutazione del territorio regionale da parte dei settori individuati per il source apportionment – Zone IT0120 e IT0121

PARTICOLATO PM2.5 - Contributo percentuale alla media annuale - ZONA IT0118

	Industria %	Riscaldamento a legna %	Riscaldamento NON a legna %	Automobili diesel %	Automobili NON diesel %	Veicoli leggeri %	Veicoli pesanti %	Motocicli e ciclomotori %	Risospensione e usura %	Ferrovie e off-road %	Colture agricole %	Zootecnia %	Resto %
Torino - Lingotto (TO)	6,2	48,7	4,9	6,8	1,0	6,9	5,7	3,4	5,9	2,0	1,0	3,4	4,1
Torino - Rebaudengo (TO)	7,9	45,9	5,4	7,0	0,9	7,2	6,0	3,5	6,1	2,3	1,0	3,4	3,3
Torino - Rubino (TO)	6,4	49,7	4,9	6,8	1,0	6,9	5,9	3,4	6,0	2,1	1,0	3,5	2,6
Borgaro T. - Caduti (TO)	7,2	62,7	1,9	4,3	0,7	3,7	4,5	1,7	3,6	2,9	0,8	3,7	2,4
Chieri - Bersezio (TO)	5,6	69,3	1,8	3,5	0,6	2,8	4,2	1,1	2,1	2,5	0,8	4,1	1,7
Leini (ACEA) - Grande Torino (TO)	6,8	67,5	1,5	3,6	0,6	3,1	3,9	1,4	2,8	2,8	0,8	3,8	1,3
Settimo T. - Vivaldi (TO)	7,3	64,0	1,9	4,1	0,6	3,5	4,5	1,6	3,4	2,5	1,0	3,5	2,2
Vinovo - Volontari (TO)	5,6	68,1	1,4	3,9	0,6	3,2	4,2	1,4	2,7	2,5	0,9	4,0	1,6

PARTICOLATO PM2.5 - Contributo percentuale alla media annuale - ZONA IT0119

	Industria %	Riscaldamento a legna %	Riscaldamento NON a legna %	Automobili diesel %	Automobili NON diesel %	Veicoli leggeri %	Veicoli pesanti %	Motocicli e ciclomotori %	Risospensione e usura %	Ferrovie e off-road %	Colture agricole %	Zootecnia %	Resto %
Alessandria - Volta (AL)	9,7	62,7	2,5	3,7	0,7	2,5	4,6	1,1	2,6	2,2	3,0	4,0	0,8
Biella - Sturzo (BI)	3,5	83,6	1,3	1,8	0,5	1,5	1,8	0,7	1,3	0,7	0,9	1,8	0,7
Cuneo - Alpini (CN)	5,5	82,3	1,1	1,6	0,2	1,3	1,7	0,5	1,1	1,2	0,1	2,9	0,5
Revello - Staffarda (CN)	10,8	64,0	1,2	2,7	0,6	2,2	3,6	0,5	1,0	4,3	0,1	9,0	0,0
Novara - Verdi (NO)	8,6	58,3	1,1	4,0	0,7	2,9	3,6	1,5	3,1	2,5	7,0	4,1	2,5
Vercelli - CONI (VC)	7,4	56,3	1,2	3,9	0,9	2,9	3,9	1,6	3,1	2,8	11,5	3,6	0,8
Cigliano - Autostrada (VC)	4,9	70,5	1,0	3,0	0,7	2,1	4,3	1,0	2,2	2,8	4,6	2,8	0,0

Figura 5.8.1.3.3 - Contributo percentuale alle concentrazioni medie annue di particolato $PM_{2,5}$ presso i punti di misura individuati dal Programma di Valutazione del territorio regionale da parte dei settori individuati per il source apportionment – Zone IT0118 e IT0119

PARTICOLATO PM2.5 - Contributo percentuale alla media annuale - ZONA IT0120

	Industria %	Riscaldamento a legna %	Riscaldamento NON a legna %	Automobili diesel %	Automobili NON diesel %	Veicoli leggeri %	Veicoli pesanti %	Motocicli e ciclomotori %	Risospensione e usura %	Ferrovie e off-road %	Colture agricole %	Zootecnia %	Resto %
Dernice - Costa (AL)	9,5	64,9	1,2	2,6	1,0	1,4	2,6	0,7	1,1	1,5	2,4	10,0	1,1
Vinchio - San Michele (AT)	7,0	72,3	1,8	2,5	0,6	1,7	3,3	0,6	1,4	2,0	1,5	4,6	0,4
Mondovì - Aragno (CN)	5,8	75,8	0,9	2,3	0,4	1,8	2,8	0,5	1,3	2,7	0,1	5,4	0,0
Borgomanero - Molli (NO)	4,5	80,1	0,8	2,2	0,5	1,5	2,2	0,6	1,6	0,8	1,2	2,7	1,3
Ivrea - Liberazione (TO)	3,0	77,4	1,4	2,6	0,8	2,1	3,1	0,8	1,9	1,5	1,2	2,8	1,3
Borgosesia - Tonella (VC)	4,7	78,4	1,1	2,0	0,7	1,5	2,0	0,6	1,4	0,9	1,5	3,6	1,8
Verbania - Gabardi (VB)	6,0	73,1	1,1	2,9	1,1	2,0	2,5	0,8	2,1	0,7	0,7	4,2	2,9

PARTICOLATO PM2.5 - Contributo percentuale alla media annuale - ZONA IT0121

	Industria %	Riscaldamento a legna %	Riscaldamento NON a legna %	Automobili diesel %	Automobili NON diesel %	Veicoli leggeri %	Veicoli pesanti %	Motocicli e ciclomotori %	Risospensione e usura %	Ferrovie e off-road %	Colture agricole %	Zootecnia %	Resto %
Trivero - Ronco (BI)	3,8	80,7	1,0	1,7	0,7	1,4	2,0	0,5	1,2	0,9	1,4	3,1	1,5
Domodossola - Curotti (VB)	3,0	78,9	0,7	2,0	0,4	1,6	1,8	0,6	1,6	3,3	0,4	2,9	2,8

Figura 5.8.1.3.4 - Contributo percentuale alle concentrazioni medie annue di particolato $PM_{2,5}$ presso i punti di misura individuati dal Programma di Valutazione del territorio regionale da parte dei settori individuati per il source apportionment – Zone IT0120 e IT0121

BIOSSIDO DI AZOTO - Contributo percentuale alla media annuale - ZONA IT0118

	Industria %	Riscaldamento a legna %	Riscaldamento NON a legna %	Automobili diesel %	Automobili NON diesel %	Veicoli leggeri %	Veicoli pesanti %	Motocicli e ciclomotori %	Risospensione e usura %	Ferrovie e off-road %	Colture agricole %	Zootecnia %	Resto %
Torino - Consolata (TO)	9,1	0,5	9,4	15,8	5,1	19,5	34,1	2,0	0,0	1,2	0,6	0,0	2,7
Torino - Lingotto (TO)	10,8	0,6	8,2	15,9	5,0	18,8	34,4	1,9	0,0	1,2	0,7	0,0	2,3
Torino - Rebaudengo (TO)	11,2	0,6	8,4	15,6	4,9	18,3	34,2	1,8	0,0	1,5	0,6	0,0	2,8
Torino - Rubino (TO)	10,7	0,6	8,0	16,1	5,0	18,5	34,9	1,9	0,0	1,4	0,7	0,0	2,1
Borgaro T. - Caduti (TO)	10,3	2,2	7,2	16,7	4,4	14,2	32,9	1,2	0,0	4,5	0,4	0,0	5,9
Chieri - Bersezio (TO)	12,0	3,8	10,7	17,2	4,6	15,4	28,9	1,0	0,0	5,1	0,6	0,0	0,8
Druento - La Mandria (TO)	12,4	5,3	9,2	17,4	4,6	14,8	27,7	0,8	0,0	5,2	0,1	0,0	2,6
Leini (ACEA) - Grande Torino (TO)	11,9	3,1	8,3	17,5	4,6	14,2	30,0	1,1	0,0	5,7	0,5	0,0	3,2
Orbassano - Gozzano (TO)	8,5	2,0	6,5	19,3	4,8	14,8	39,2	1,1	0,0	2,5	0,5	0,0	0,9
Settimo T. - Vivaldi (TO)	13,2	2,1	7,4	17,0	4,4	13,9	35,4	1,2	0,0	3,7	0,5	0,0	1,4
Vinovo - Volontari (TO)	9,1	2,8	8,3	19,0	5,0	16,4	32,7	1,1	0,0	4,0	0,8	0,0	0,6

BIOSSIDO DI AZOTO - Contributo percentuale alla media annuale - ZONA IT0119

	Industria %	Riscaldamento a legna %	Riscaldamento NON a legna %	Automobili diesel %	Automobili NON diesel %	Veicoli leggeri %	Veicoli pesanti %	Motocicli e ciclomotori %	Risospensione e usura %	Ferrovie e off-road %	Colture agricole %	Zootecnia %	Resto %
Alessandria - D'Annunzio (AL)	12,7	2,4	8,4	16,2	3,9	11,9	37,1	1,0	0,0	4,3	1,1	0,0	1,1
Alessandria - Volta (AL)	12,1	2,2	8,0	16,1	3,8	11,2	39,1	0,9	0,0	4,3	1,2	0,0	1,0
Asti - Baussano (AT)	7,5	4,3	10,3	16,6	4,3	13,9	37,9	1,1	0,0	3,1	0,4	0,0	0,7
Asti - D'Acquisto (AT)	7,4	3,9	9,7	16,2	4,1	13,2	40,1	1,0	0,0	3,1	0,5	0,0	0,7
Biella - Sturzo (BI)	7,0	8,8	12,2	18,3	5,2	17,6	27,1	1,2	0,0	1,9	0,3	0,1	0,2
Cuneo - Alpini (CN)	18,0	10,6	11,7	14,7	3,9	13,4	22,2	0,8	0,0	4,2	0,0	0,0	0,5
Revello - Staffarda (CN)	7,9	9,2	7,6	13,4	3,5	11,2	19,3	0,2	0,0	26,6	1,0	0,0	0,0
Novara - Roma (NO)	21,5	1,5	8,0	15,0	3,8	11,8	28,0	1,2	0,0	4,7	2,1	0,1	2,4
Novara - Verdi (NO)	21,1	1,5	8,2	15,1	3,8	11,9	27,9	1,2	0,0	4,8	2,1	0,1	2,4
Cerano - Bagno (NO)	18,8	1,8	10,4	18,0	3,8	10,1	22,6	0,9	0,0	5,5	3,3	0,1	4,6
Vercelli - CONI (VC)	7,1	1,9	10,1	17,3	4,4	13,7	31,9	1,3	0,0	7,2	4,0	0,0	1,1
Vercelli - Gastaldi (VC)	7,6	2,1	9,7	17,2	4,3	13,0	31,6	1,2	0,0	7,8	4,3	0,0	1,2
Cigliano - Autostrada (VC)	5,1	4,6	6,9	16,1	3,5	9,9	40,8	0,6	0,0	8,5	3,6	0,0	0,4

Figura 5.8.1.3.5 - Contributo percentuale alle concentrazioni medie annue di biossido di azoto (NO_2) presso i punti di misura individuati dal Programma di Valutazione del territorio regionale da parte dei settori individuati per il source apportionment – Zone IT0118 e IT0119

BIOSSIDO DI AZOTO - Contributo percentuale alla media annuale - ZONA IT0120

		Industria	Riscaldamento a legna	Riscaldamento NON a legna	Automobili diesel	Automobili NON diesel	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Motocicli e ciclomotori	Risospensione e usura	Ferrovie e off-road	Colture agricole	Zootecnia	Resto
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Dernice - Costa	(AL)	15,1	8,1	11,5	17,3	3,7	9,6	25,6	0,3	0,0	7,3	0,1	0,1	1,2
Vinchio - San Michele	(AT)	11,1	8,5	12,0	15,9	3,9	11,7	27,0	0,5	0,0	8,6	0,3	0,0	0,6
Cossato - Pace	(BI)	8,7	10,5	11,2	18,8	4,9	15,1	24,9	0,9	0,0	3,2	1,1	0,1	0,6
Alba - Tanaro	(CN)	19,0	4,8	9,3	16,3	4,2	13,5	25,7	0,8	0,0	5,8	0,1	0,0	0,4
Mondovì - Aragno	(CN)	13,7	10,1	9,8	14,9	3,9	12,7	22,8	0,6	0,0	11,6	0,0	0,0	0,0
Saliceto - Moizo	(CN)	19,8	6,2	7,9	17,2	4,0	10,1	26,5	0,6	0,0	6,9	0,0	0,0	0,7
Borgomanero - Molli	(NO)	11,3	8,0	13,3	17,9	4,3	13,3	27,3	0,8	0,0	2,1	0,4	0,1	1,3
Ivrea - Liberazione	(TO)	6,7	6,8	13,5	18,8	5,1	15,4	28,9	0,9	0,0	3,3	0,4	0,0	0,2
Susa - Repubblica	(TO)	2,3	14,9	8,2	18,0	4,1	11,5	39,3	0,5	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0
Borgosesia - Tonella	(VC)	15,4	9,8	16,0	16,2	4,3	14,2	20,2	0,7	0,0	2,2	0,5	0,1	0,4
Verbania - Gabardi	(VB)	14,3	5,9	14,5	18,0	4,4	14,2	26,0	0,8	0,0	1,0	0,0	0,1	0,8
Omegna - Crusinallo	(VB)	17,1	6,1	11,1	19,3	4,5	12,7	27,2	0,6	0,0	1,1	0,0	0,1	0,2

BIOSSIDO DI AZOTO - Contributo percentuale alla media annuale - ZONA IT0121

		Industria	Riscaldamento a legna	Riscaldamento NON a legna	Automobili diesel	Automobili NON diesel	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Motocicli e ciclomotori	Risospensione e usura	Ferrovie e off-road	Colture agricole	Zootecnia	Resto
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Trivero - Ronco	(BI)	12,5	13,6	11,8	17,1	4,8	14,8	21,8	0,7	0,0	2,4	0,4	0,1	0,0
Ceresole Reale - Diga	(TO)	7,8	10,7	9,7	18,7	6,7	11,6	29,1	0,0	0,0	5,5	0,0	0,1	0,1
Oulx - Roma	(TO)	5,1	14,4	12,2	14,9	3,3	9,7	39,4	0,4	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
Baceno - Alpe Devero	(VB)	12,5	5,4	7,9	14,6	3,8	12,9	19,5	0,1	0,0	23,0	0,0	0,2	0,0
Domodossola - Curotti	(VB)	9,7	8,7	12,9	14,8	4,2	14,9	21,9	0,9	0,0	11,9	0,0	0,0	0,0

Figura 5.8.1.3.6 - Contributo percentuale alle concentrazioni medie annue di biossido di azoto (NO_2) presso i punti di misura individuati dal Programma di Valutazione del territorio regionale da parte dei settori individuati per il source apportionment – Zone IT0120 e IT0121

NITRATO - Contributo percentuale alla media annuale - ZONA IT0118

	Industria	Riscaldamento a legna	Riscaldamento NON a legna	Automobili diesel	Automobili NON diesel	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Motocicli e ciclomotori	Risospensione e usura	Ferrovie e off-road	Colture agricole	Zootecnia	Resto
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Torino - Consolata (TO)	10,5	12,9	2,0	8,4	5,7	6,0	13,8	3,3	0,3	7,7	6,6	22,7	0,0
Torino - Lingotto (TO)	10,6	13,2	1,9	8,2	5,6	5,8	13,4	3,3	0,3	8,1	7,3	22,1	0,0
Torino - Rebaudengo (TO)	10,5	13,2	2,3	8,7	5,3	6,3	14,4	3,2	0,3	7,6	6,3	21,9	0,0
Torino - Rubino (TO)	10,0	13,5	2,1	8,4	5,7	6,1	13,6	3,4	0,3	7,7	6,8	22,4	0,0
Borgaro T. - Caduti (TO)	10,0	14,9	2,4	9,6	4,0	7,1	15,9	2,6	0,2	7,4	4,9	20,9	0,0
Druento - La Mandria (TO)	8,2	16,8	2,6	9,4	3,4	7,1	15,5	2,2	0,2	6,9	4,6	23,1	0,0
Leinì (ACEA) - Grande Torino (TO)	10,8	15,1	2,3	10,1	3,5	7,3	16,9	2,4	0,3	7,7	4,5	19,0	0,0
Settimo T. - Vivaldi (TO)	11,9	14,3	2,2	9,7	3,7	6,8	16,2	2,3	0,3	7,9	5,7	18,9	0,0

NITRATO - Contributo percentuale alla media annuale - ZONA IT0119

	Industria	Riscaldamento a legna	Riscaldamento NON a legna	Automobili diesel	Automobili NON diesel	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Motocicli e ciclomotori	Risospensione e usura	Ferrovie e off-road	Colture agricole	Zootecnia	Resto
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Alessandria - D'Annunzio (AL)	18,8	12,4	2,4	10,0	3,1	5,7	15,8	1,6	0,2	5,9	6,2	17,9	0,0
Alessandria - Volta (AL)	19,0	12,3	2,3	10,0	3,1	5,7	15,6	1,6	0,2	6,0	6,3	17,9	0,0
Casale M . - Castello (AL)	15,1	14,2	1,8	9,6	3,4	5,4	14,4	2,5	0,2	6,3	10,8	16,3	0,0
Asti - Baussano (AT)	16,0	14,2	2,8	9,8	3,3	6,5	16,1	1,4	0,2	7,3	3,9	18,3	0,0
Asti - D'Acquisto (AT)	16,1	14,3	2,8	9,8	3,3	6,4	16,0	1,5	0,2	7,3	4,0	18,3	0,0
Biella - Sturzo (BI)	12,4	16,8	3,0	8,6	4,2	5,9	14,4	1,4	0,2	5,7	5,7	21,8	0,0
Cuneo - Alpini (CN)	21,6	13,4	2,5	8,3	2,4	6,2	13,5	0,7	0,1	8,3	1,3	21,7	0,0
Novara - Roma (NO)	17,2	13,9	1,1	9,4	3,7	4,6	11,2	2,8	0,3	4,3	9,3	22,3	0,0
Novara - Verdi (NO)	17,1	13,8	1,1	9,4	3,7	4,6	11,2	2,8	0,3	4,3	9,4	22,4	0,0
Cerano - Bagno (NO)	14,4	12,6	0,0	9,9	3,5	4,3	10,5	2,6	0,4	3,9	13,2	24,7	0,0
Vercelli - CONI (VC)	14,4	15,2	0,8	9,3	4,1	5,1	12,7	3,3	0,3	5,1	12,7	16,9	0,0
Vercelli - Gastaldi (VC)	14,8	15,2	0,8	9,4	3,9	5,0	12,6	3,2	0,3	5,0	12,6	17,1	0,0

Figura 5.8.1.3.7 - Contributo percentuale alle concentrazioni medie annue dello ione nitrato (NO_3^-) presso i punti di misura individuati dal Programma di Valutazione del territorio regionale da parte dei settori individuati per il source apportionment – Zone IT0118 e IT0119

NITRATO- Contributo percentuale alla media annuale - ZONA IT0120

		Industria %	Riscaldamento a legna %	Riscaldamento NON a legna %	Automobili diesel %	Automobili NON diesel %	Veicoli leggeri %	Veicoli pesanti %	Motocicli e ciclomotori %	Risospensione e usura %	Ferrovie e off-road %	Colture agricole %	Zootecnia %	Resto %
Dernice - Costa	(AL)	9,0	10,2	2,5	6,3	3,5	3,2	8,6	0,8	0,1	3,4	9,2	43,3	0,0
Vinchio - San Michele	(AT)	16,0	13,4	3,1	9,2	3,0	5,8	15,4	1,0	0,2	6,3	5,1	21,5	0,0
Cossato - Pace	(BI)	12,6	19,5	2,8	7,3	4,1	4,7	11,9	1,7	0,2	5,0	6,7	23,5	0,0
Alba - Tanaro	(CN)	15,3	13,3	2,9	10,6	3,2	7,1	17,5	0,7	0,2	7,0	2,7	19,6	0,0
Mondovì - Aragno	(CN)	17,5	13,1	3,5	10,4	2,8	7,6	17,1	0,4	0,1	8,2	0,7	18,5	0,0
Saliceto - Moizo	(CN)	11,9	9,5	3,5	9,6	4,5	6,2	15,4	0,3	0,1	6,0	4,8	28,0	0,0
Borgomanero - Molli	(NO)	16,1	15,0	2,7	9,1	3,8	5,0	12,9	1,3	0,2	4,2	6,0	23,6	0,0
Ivrea - Liberazione	(TO)	10,8	14,1	3,9	9,2	4,0	6,4	16,2	1,4	0,1	6,4	8,1	19,3	0,0
Susa - Repubblica	(TO)	5,1	14,1	3,4	5,8	3,4	4,2	10,5	0,5	0,1	3,0	10,4	39,2	0,5
Borgosesia - Tonella	(VC)	12,4	16,2	3,3	7,4	4,3	4,7	11,3	1,1	0,2	3,9	5,8	29,4	0,0
Verbania - Gabardi	(VB)	14,4	13,0	2,6	7,7	7,3	4,3	10,2	0,6	0,1	2,7	4,9	32,0	0,2
Omegna - Crusinallo	(VB)	12,2	12,6	2,9	8,4	7,3	4,9	12,0	0,5	0,1	3,4	5,2	30,1	0,2

NITRATO - Contributo percentuale alla media annuale - ZONA IT0121

		Industria %	Riscaldamento a legna %	Riscaldamento NON a legna %	Automobili diesel %	Automobili NON diesel %	Veicoli leggeri %	Veicoli pesanti %	Motocicli e ciclomotori %	Risospensione e usura %	Ferrovie e off-road %	Colture agricole %	Zootecnia %	Resto %
Trivero - Ronco	(BI)	11,6	15,2	3,7	7,8	4,3	5,3	12,7	1,0	0,1	4,7	6,4	27,1	0,0
Oulx - Roma	(TO)	5,1	12,5	2,8	4,8	3,2	3,5	9,8	0,4	0,1	2,2	18,2	26,9	10,5
Domodossola - Curotti	(VB)	12,0	13,1	4,0	8,2	4,2	5,3	11,9	0,6	0,1	5,1	4,2	31,2	0,0

Figura 5.8.1.3.8 - Contributo percentuale alle concentrazioni medie annue dello ione nitrato (NO_3^-) presso i punti di misura individuati dal Programma di Valutazione del territorio regionale da parte dei settori individuati per il source apportionment – Zone IT0120 e IT0121

SOLFATO - Contributo percentuale alla media annuale - ZONA IT0118

	Industria %	Riscaldamento a legna %	Riscaldamento NON a legna %	Automobili diesel %	Automobili NON diesel %	Veicoli leggeri %	Veicoli pesanti %	Motocicli e ciclomotori %	Risospensione e usura %	Ferrovie e off-road %	Colture agricole %	Zootecnia %	Resto %
Torino - Consolata (TO)	12,7	7,9	63,8	2,8	1,6	3,1	0,6	1,7	0,0	1,5	0,0	0,2	4,1
Torino - Lingotto (TO)	15,0	11,3	57,0	3,1	1,8	3,4	0,7	1,9	0,0	1,5	0,0	0,2	4,2
Torino - Rebaudengo (TO)	16,0	9,4	58,4	2,9	1,7	3,2	0,7	1,8	0,0	1,8	0,0	0,2	3,9
Torino - Rubino (TO)	15,6	12,5	55,6	3,2	1,9	3,5	0,7	1,9	0,0	1,9	0,0	0,2	3,0
Borgaro T. - Caduti (TO)	22,5	23,6	30,1	2,9	1,9	2,7	1,0	1,3	0,0	4,2	0,0	0,4	9,3
Druento - La Mandria (TO)	28,3	35,7	17,5	2,3	1,8	2,1	1,1	0,9	0,0	3,9	0,0	0,6	5,8
Leini (ACEA) - Grande Torino (TO)	28,0	26,5	26,4	2,5	1,8	2,3	1,0	1,0	0,0	4,3	0,0	0,5	5,7
Settimo T. - Vivaldi (TO)	35,1	21,2	28,1	2,5	1,6	2,3	0,9	1,1	0,0	3,1	0,0	0,4	3,6

SOLFATO - Contributo percentuale alla media annuale - ZONA IT0119

	Industria %	Riscaldamento a legna %	Riscaldamento NON a legna %	Automobili diesel %	Automobili NON diesel %	Veicoli leggeri %	Veicoli pesanti %	Motocicli e ciclomotori %	Risospensione e usura %	Ferrovie e off-road %	Colture agricole %	Zootecnia %	Resto %
Alessandria - D'Annunzio (AL)	56,9	14,6	21,7	1,3	0,8	1,0	0,6	0,4	0,0	1,5	0,6	0,3	0,4
Alessandria - Volta (AL)	57,9	14,1	21,0	1,3	0,8	1,0	0,6	0,4	0,0	1,6	0,7	0,3	0,4
Casale M . - Castello (AL)	51,2	16,9	18,7	1,5	0,9	1,1	0,8	0,5	0,0	2,5	5,2	0,3	0,4
Asti - Baussano (AT)	44,6	23,1	26,4	1,3	0,7	1,1	0,7	0,5	0,0	1,3	0,0	0,3	0,0
Asti - D'Acquisto (AT)	46,0	22,4	25,5	1,3	0,8	1,1	0,8	0,5	0,0	1,3	0,0	0,3	0,0
Biella - Sturzo (BI)	38,2	34,2	19,9	1,3	1,9	1,4	0,7	0,5	0,0	1,0	0,1	0,2	0,6
Cuneo - Alpini (CN)	57,7	26,7	11,6	0,7	0,4	0,7	0,3	0,3	0,0	1,0	0,0	0,4	0,2
Novara - Roma (NO)	60,3	13,8	10,4	1,6	1,1	1,4	0,4	0,7	0,0	2,7	4,3	0,2	3,1
Novara - Verdi (NO)	60,2	13,7	10,5	1,6	1,1	1,3	0,4	0,7	0,0	2,8	4,3	0,2	3,1
Cerano - Bagno (NO)	77,5	6,6	5,6	1,0	0,7	0,6	0,2	0,3	0,0	1,3	3,2	0,2	2,9
Vercelli - CONI (VC)	52,2	15,6	13,0	1,8	1,4	1,6	0,8	0,7	0,0	3,2	8,7	0,3	0,7
Vercelli - Gastaldi (VC)	53,5	15,4	12,0	1,7	1,3	1,4	0,7	0,6	0,0	3,2	8,7	0,3	1,0

Figura 5.8.1.3.9 - Contributo percentuale alle concentrazioni medie annue dello ione solfato (SO42-) presso i punti di misura individuati dal Programma di Valutazione del territorio regionale da parte dei settori individuati per il source apportionment – Zone IT0118 e IT0119

SOLFATO - Contributo percentuale alla media annuale - ZONA IT0120

		Industria	Riscaldamento a legna	Riscaldamento NON a legna	Automobili diesel	Automobili NON diesel	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Motocicli e ciclomotori	Risospensione e usura	Ferrovie e off-road	Colture agricole	Zootecnia	Resto
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Dernice - Costa	(AL)	74,4	14,0	6,5	1,1	1,0	0,6	0,8	0,2	0,0	1,2	0,0	0,3	0,0
Vinchio - San Michele	(AT)	54,1	22,4	17,6	1,1	0,7	0,8	0,8	0,3	0,0	1,9	0,0	0,4	0,0
Cossato - Pace	(BI)	44,5	35,3	11,9	1,3	1,6	1,1	0,8	0,4	0,0	1,3	1,1	0,2	0,5
Alba - Tanaro	(CN)	58,2	25,4	8,2	1,6	1,0	1,3	1,1	0,5	0,0	2,2	0,0	0,6	0,0
Mondovì - Aragno	(CN)	53,1	30,7	7,6	1,1	0,7	0,9	0,7	0,3	0,0	3,8	0,0	0,9	0,0
Saliceto - Moizo	(CN)	82,1	10,0	3,2	0,8	1,1	0,6	0,7	0,2	0,0	1,0	0,0	0,3	0,0
Borgomanero - Molli	(NO)	47,9	33,6	10,2	1,6	1,3	1,3	0,9	0,4	0,0	1,3	0,0	0,2	1,3
Ivrea - Liberazione	(TO)	24,4	37,2	21,1	2,1	5,6	2,6	1,3	0,7	0,0	2,5	0,0	0,4	2,0
Susa - Repubblica	(TO)	13,7	53,6	23,9	1,9	1,7	1,5	1,7	0,3	0,1	1,2	0,0	0,6	0,0
Borgosesia - Tonella	(VC)	52,7	28,6	11,1	1,4	1,6	1,2	1,1	0,4	0,0	1,4	0,1	0,3	0,1
Verbania - Gabardi	(VB)	55,9	24,0	11,0	2,1	1,3	1,5	1,4	0,5	0,0	1,2	0,0	0,2	0,7
Omegna - Crusinallo	(VB)	58,8	25,2	7,1	2,0	1,5	1,4	1,5	0,3	0,0	1,4	0,0	0,3	0,3

SOLFATO - Contributo percentuale alla media annuale - ZONA IT0121

		Industria	Riscaldamento a legna	Riscaldamento NON a legna	Automobili diesel	Automobili NON diesel	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Motocicli e ciclomotori	Risospensione e usura	Ferrovie e off-road	Colture agricole	Zootecnia	Resto
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Trivero - Ronco	(BI)	45,2	33,3	12,1	1,3	3,2	1,4	1,2	0,3	0,0	1,5	0,1	0,3	0,0
Oulx - Roma	(TO)	13,4	52,2	27,1	1,6	1,2	1,3	1,4	0,3	0,1	0,8	0,0	0,5	0,0
Domodossola - Curotti	(VB)	40,3	37,5	7,7	1,9	1,3	1,7	1,4	0,6	0,0	7,3	0,0	0,3	0,0

Figura 5.8.1.3.10 - Contributo percentuale alle concentrazioni medie annue dello ione solfato (SO42-) presso i punti di misura individuati dal Programma di Valutazione del territorio regionale da parte dei settori individuati per il source apportionment – Zone IT0120 e IT0121

AMMONIO - Contributo percentuale alla media annuale - ZONA IT0118

	Industria	Riscaldamento a legna	Riscaldamento NON a legna	Automobili diesel	Automobili NON diesel	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Motocicli e ciclomotori	Risospensione e usura	Ferrovie e off-road	Colture agricole	Zootecnia	Resto
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Torino - Consolata (TO)	11,6	11,0	28,5	6,1	4,1	4,9	8,4	2,7	0,2	5,1	3,8	13,5	0,0
Torino - Lingotto (TO)	12,4	12,5	23,2	6,4	4,2	5,0	8,8	2,8	0,2	5,7	4,6	14,1	0,1
Torino - Rebaudengo (TO)	12,8	11,8	25,0	6,5	4,0	5,2	9,1	2,7	0,2	5,3	3,8	13,6	0,0
Torino - Rubino (TO)	12,0	12,9	22,9	6,5	4,3	5,2	9,0	2,9	0,2	5,5	4,3	14,4	0,0
Borgaro T. - Caduti (TO)	13,6	17,6	10,2	8,0	3,5	6,1	12,2	2,3	0,2	6,8	3,6	15,9	0,0
Druento - La Mandria (TO)	12,6	21,0	5,8	8,0	3,1	6,1	12,6	1,9	0,2	6,3	3,6	18,7	0,0
Leinì (ACEA) - Grande Torino (TO)	15,3	18,3	8,5	8,3	3,1	6,2	13,1	2,1	0,2	7,0	3,4	14,6	0,0
Settimo T. - Vivaldi (TO)	18,7	16,4	9,7	7,7	3,1	5,6	12,0	2,0	0,2	6,6	4,1	13,8	0,0

AMMONIO - Contributo percentuale alla media annuale - ZONA IT0119

	Industria	Riscaldamento a legna	Riscaldamento NON a legna	Automobili diesel	Automobili NON diesel	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Motocicli e ciclomotori	Risospensione e usura	Ferrovie e off-road	Colture agricole	Zootecnia	Resto
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Alessandria - D'Annunzio (AL)	30,2	13,0	8,1	7,4	2,4	4,3	11,3	1,2	0,2	4,6	4,5	12,7	0,0
Alessandria - Volta (AL)	30,6	12,9	7,9	7,4	2,4	4,3	11,1	1,3	0,2	4,7	4,6	12,7	0,0
Casale M . - Castello (AL)	23,7	14,9	5,9	7,6	2,8	4,3	11,2	2,0	0,2	5,4	9,5	12,5	0,0
Asti - Baussano (AT)	24,2	16,8	9,8	7,3	2,6	4,9	11,6	1,1	0,2	5,6	2,7	13,1	0,0
Asti - D'Acquisto (AT)	24,5	16,6	9,2	7,4	2,6	4,9	11,7	1,2	0,2	5,6	2,9	13,3	0,0
Biella - Sturzo (BI)	22,2	23,4	9,5	5,8	3,3	4,2	9,2	1,0	0,1	3,9	3,6	13,6	0,0
Cuneo - Alpini (CN)	36,2	18,7	6,1	5,3	1,6	4,0	8,2	0,6	0,1	5,4	0,7	13,2	0,0
Novara - Roma (NO)	30,9	14,0	4,1	7,0	2,9	3,6	7,9	2,1	0,2	3,8	7,8	15,7	0,0
Novara - Verdi (NO)	30,8	13,9	4,1	7,0	2,9	3,6	7,9	2,1	0,2	3,8	7,9	15,7	0,0
Cerano - Bagno (NO)	39,8	10,2	1,9	6,2	2,4	2,7	6,3	1,7	0,3	2,8	9,6	15,9	0,4
Vercelli - CONI (VC)	24,3	15,3	4,0	7,4	3,4	4,2	9,6	2,6	0,2	4,6	11,7	12,6	0,0
Vercelli - Gastaldi (VC)	25,0	15,3	3,7	7,4	3,3	4,1	9,5	2,6	0,2	4,6	11,6	12,7	0,0

Figura 5.8.1.3.11 - Contributo percentuale alle concentrazioni medie annue dello ione solfato (NH4+) presso i punti di misura individuati dal Programma di Valutazione del territorio regionale da parte dei settori individuati per il source apportionment – Zone IT0118 e IT0119

AMMONIO - Contributo percentuale alla media annuale - ZONA IT0120

		Industria %	Riscaldamento a legna %	Riscaldamento NON a legna %	Automobili diesel %	Automobili NON diesel %	Veicoli leggeri %	Veicoli pesanti %	Motocicli e ciclomotori %	Risospensione e usura %	Ferrovie e off-road %	Colture agricole %	Zootecnia %	Resto %
Dernice - Costa	(AL)	25,1	11,1	3,6	4,9	3,0	2,5	6,5	0,7	0,1	2,8	7,2	32,6	0,0
Vinchio - San Michele	(AT)	25,4	15,6	6,7	7,2	2,5	4,5	11,7	0,8	0,1	5,2	3,8	16,5	0,0
Cossato - Pace	(BI)	23,7	25,0	6,0	5,2	3,3	3,5	8,1	1,2	0,1	3,7	4,7	15,5	0,0
Alba - Tanaro	(CN)	25,1	16,1	4,1	8,5	2,7	5,8	13,7	0,6	0,2	5,9	2,0	15,5	0,0
Mondovì - Aragno	(CN)	26,6	17,6	4,6	8,1	2,3	5,9	12,9	0,4	0,1	7,1	0,4	14,1	0,0
Saliceto - Moizo	(CN)	32,4	9,6	3,4	6,7	3,9	4,4	10,6	0,2	0,1	4,4	3,7	20,7	0,1
Borgomanero - Molli	(NO)	25,0	20,3	4,8	7,0	3,1	4,0	9,6	1,1	0,2	3,4	4,3	17,2	0,0
Ivrea - Liberazione	(TO)	13,9	19,5	7,9	7,6	4,4	5,5	12,8	1,3	0,1	5,5	6,2	15,1	0,0
Susa - Repubblica	(TO)	7,0	25,0	9,3	4,7	2,9	3,4	7,9	0,4	0,1	2,4	7,7	29,1	0,2
Borgosesia - Tonella	(VC)	23,8	19,7	5,5	5,7	3,6	3,7	8,3	0,9	0,1	3,2	4,2	21,2	0,0
Verbania - Gabardi	(VB)	26,2	16,2	5,1	6,1	5,6	3,5	7,7	0,6	0,1	2,3	3,3	23,1	0,4
Omegna - Crusinallo	(VB)	24,4	16,0	4,0	6,7	5,8	4,0	9,2	0,5	0,1	2,9	3,6	22,5	0,2

AMMONIO - Contributo percentuale alla media annuale - ZONA IT0121

		Industria %	Riscaldamento a legna %	Riscaldamento NON a legna %	Automobili diesel %	Automobili NON diesel %	Veicoli leggeri %	Veicoli pesanti %	Motocicli e ciclomotori %	Risospensione e usura %	Ferrovie e off-road %	Colture agricole %	Zootecnia %	Resto %
Trivero - Ronco	(BI)	21,5	20,7	6,2	5,9	4,0	4,1	9,3	0,8	0,1	3,7	4,5	19,2	0,0
Oulx - Roma	(TO)	6,8	21,1	8,1	4,1	2,8	3,0	7,8	0,3	0,1	1,9	14,4	21,3	8,2
Domodossola - Curotti	(VB)	20,9	21,1	5,3	6,2	3,3	4,1	8,5	0,6	0,1	5,7	2,6	21,6	0,0

Figura 5.8.1.3.12 - Contributo percentuale alle concentrazioni medie annue dello ione solfato (NH4+) presso i punti di misura individuati dal Programma di Valutazione del territorio regionale da parte dei settori individuati per il source apportionment – Zone IT0120 e IT0121

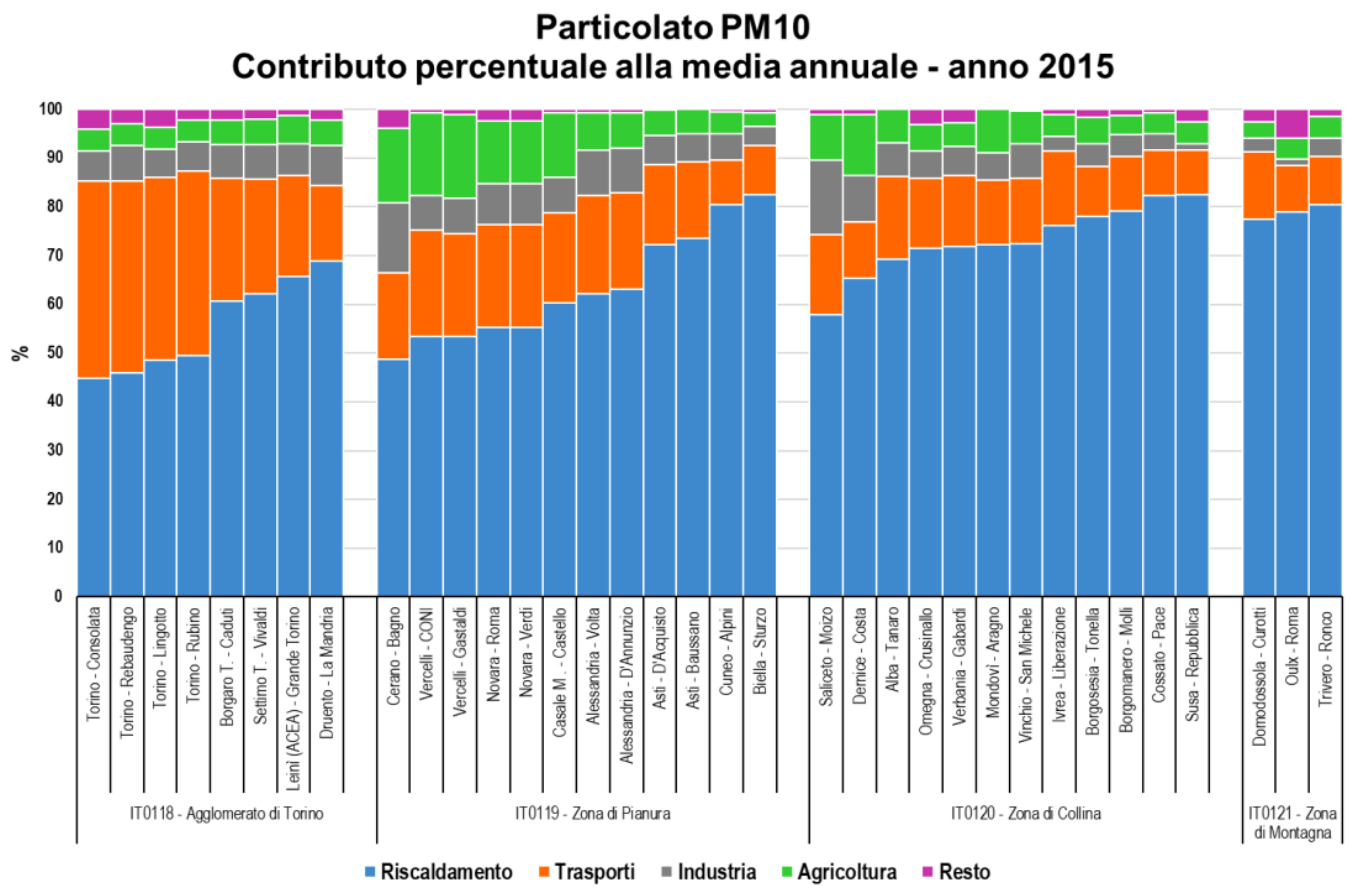


Figura 5.8.1.3.13 - Contributo percentuale alle concentrazioni medie annue di particolato PM_{10} presso i punti di misura individuati dal Programma di Valutazione del territorio regionale da parte dei comparti emissivi individuati per il source apportionment

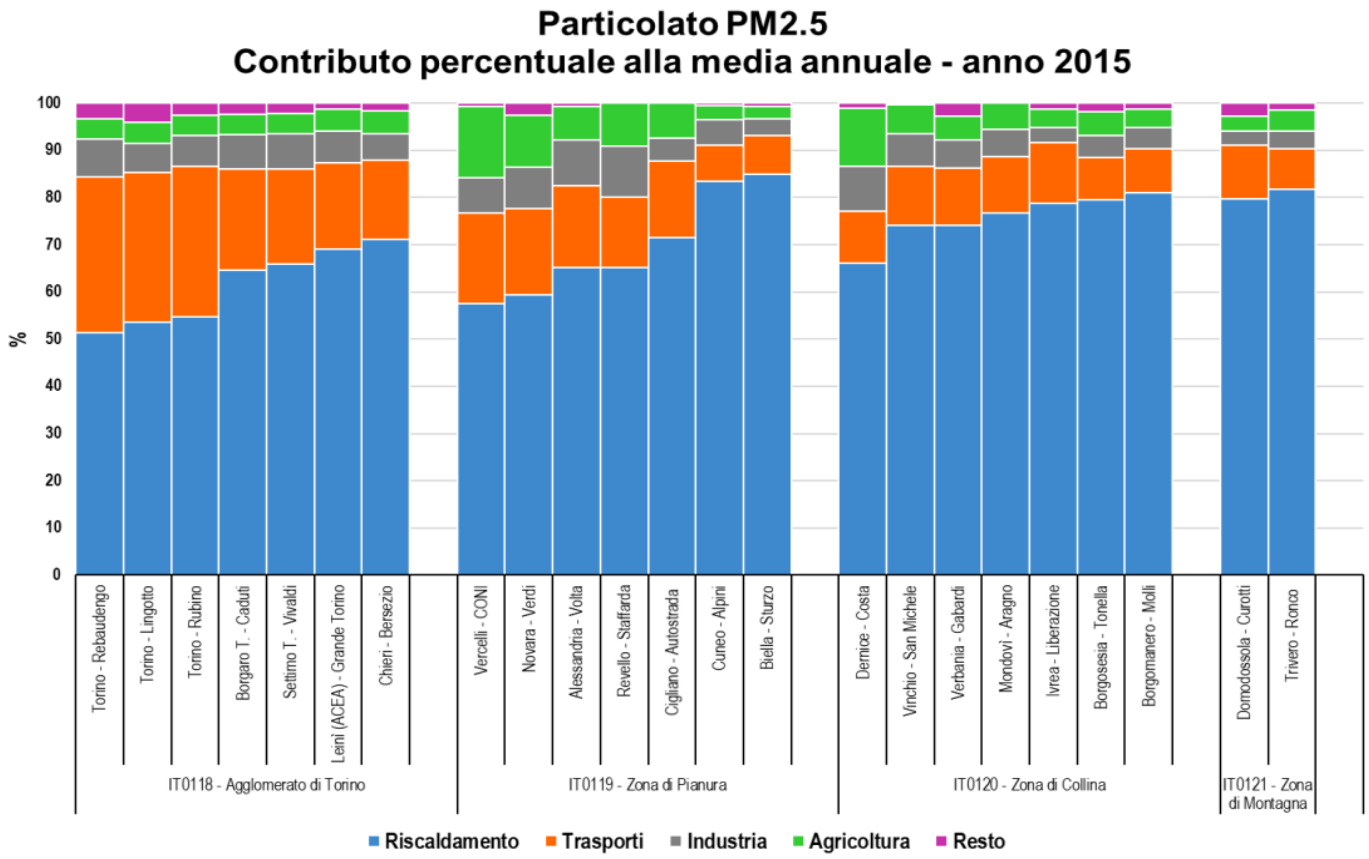


Figura 5.8.1.3.14 - Contributo percentuale alle concentrazioni medie annue di particolato $PM_{2,5}$ presso i punti di misura individuati dal Programma di Valutazione del territorio regionale da parte dei comparti emissivi individuati per il source apportionment

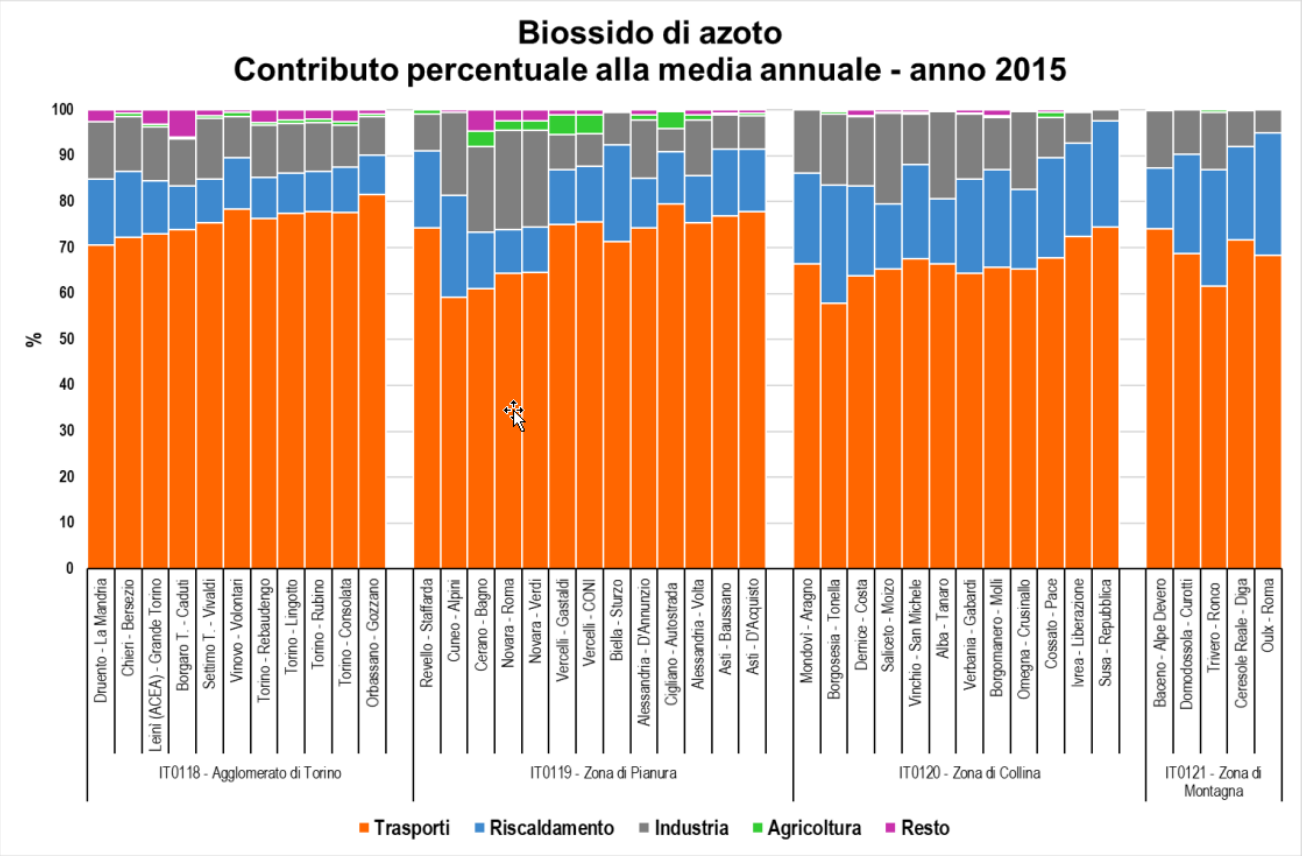


Figura 5.8.1.3.15 - Contributo percentuale alle concentrazioni medie annue di biossido di azoto (NO_2) presso i punti di misura individuati dal Programma di Valutazione del territorio regionale da parte dei comparti emissivi individuati per il source apportionment

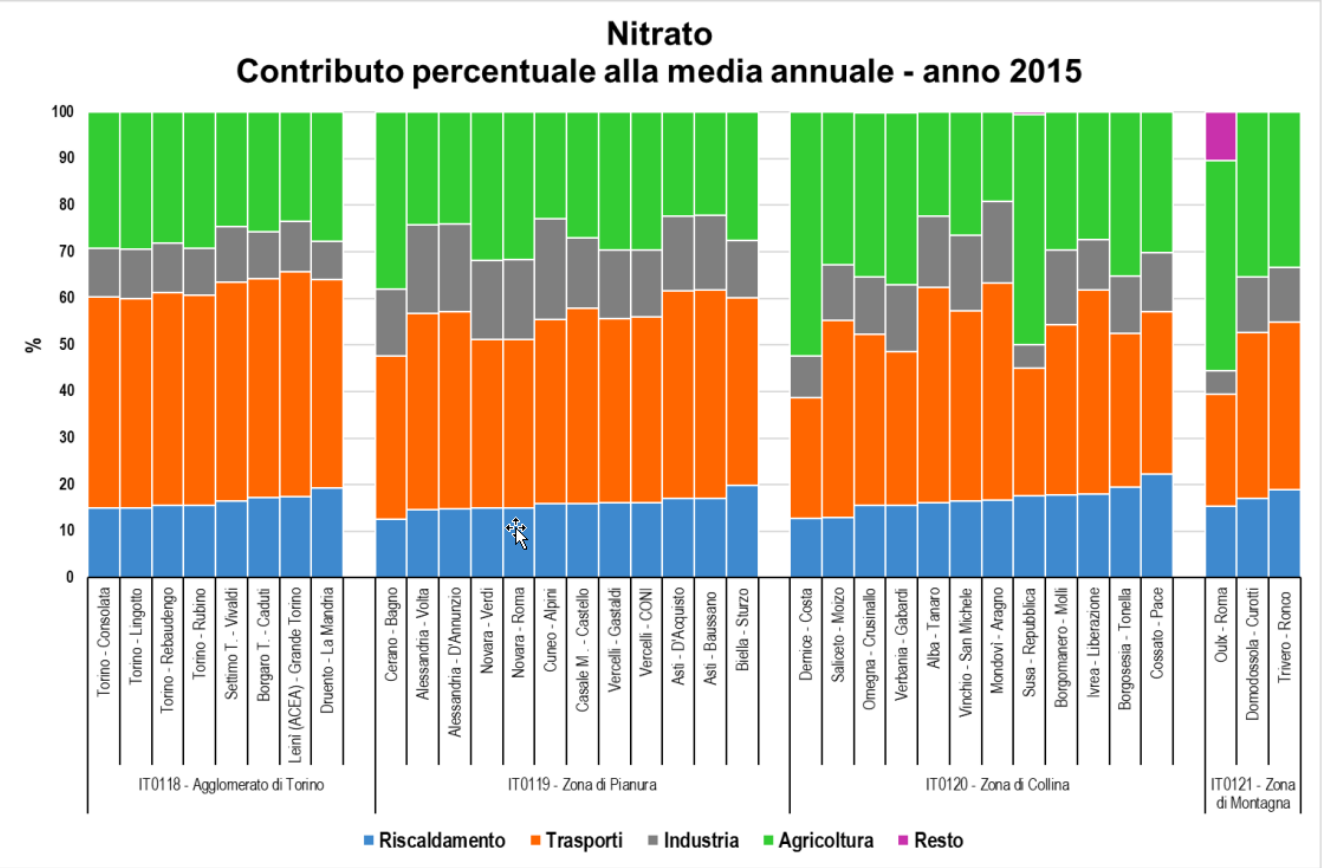


Figura 5.8.1.3.16 - Contributo percentuale alle concentrazioni medie annue di ione nitrato (NO_4^-) presso i punti di misura individuati dal Programma di Valutazione del territorio regionale da parte dei comparti emissivi individuati per il source apportionment

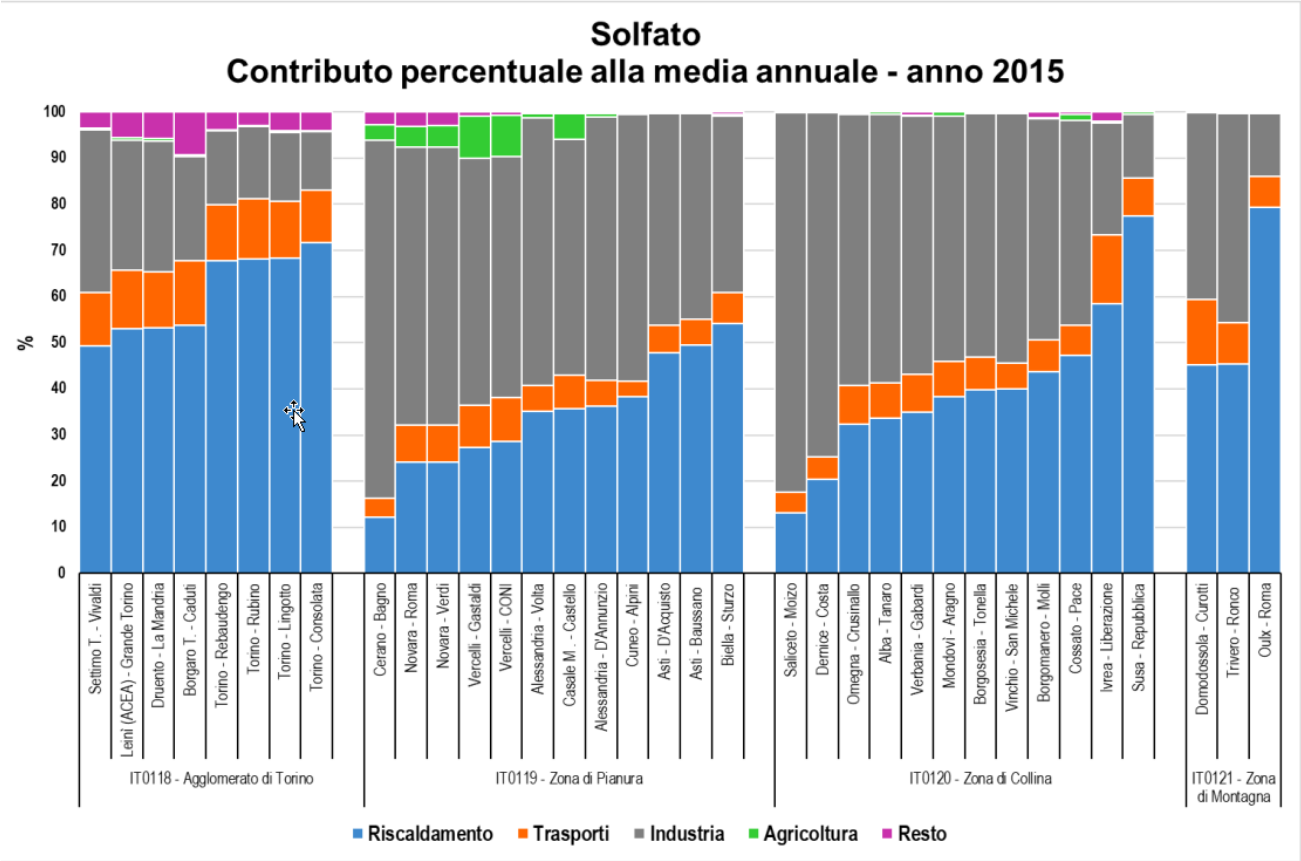


Figura 5.8.1.3.17 - Contributo percentuale alle concentrazioni medie annue di ione solfato (SO_4^{2-}) presso i punti di misura individuati dal Programma di Valutazione del territorio regionale da parte dei comparti emissivi individuati per il source apportionment

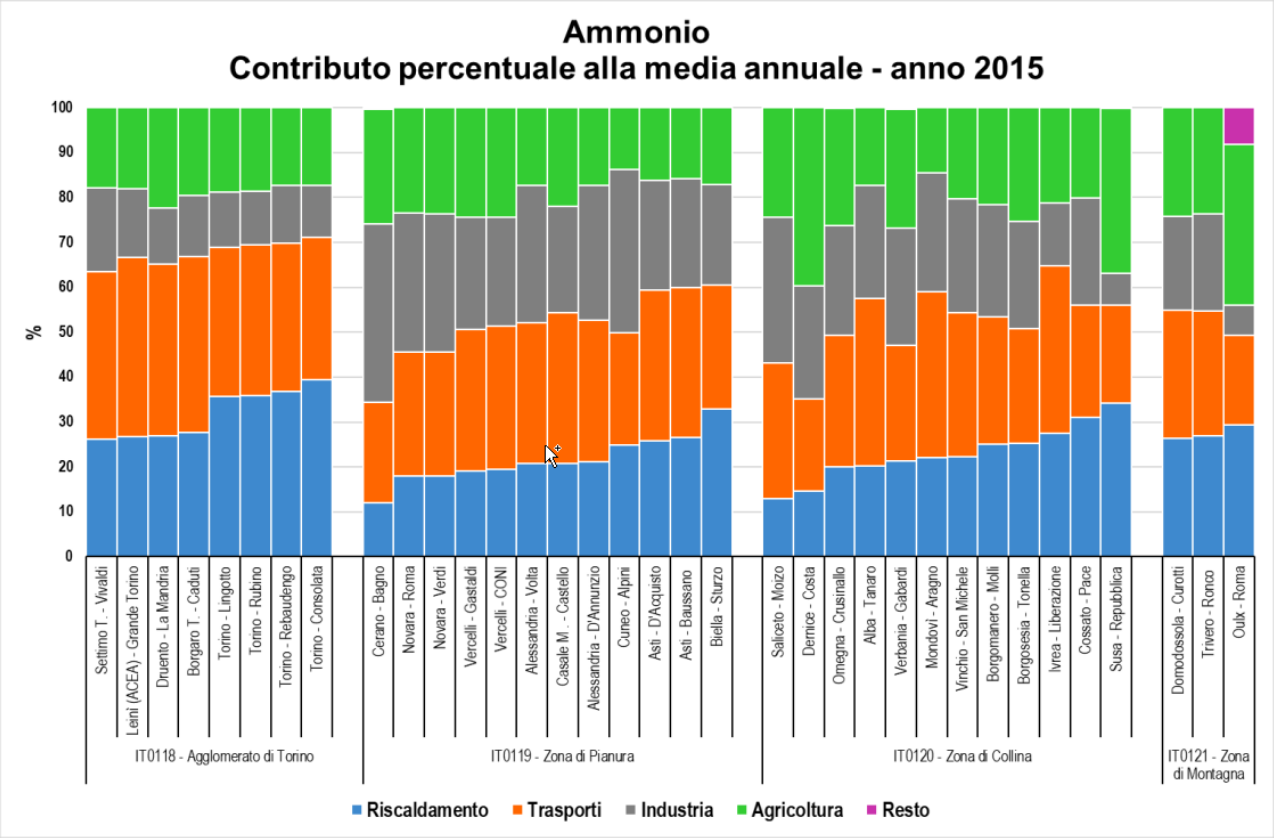


Figura 5.8.1.3.18 - Contributo percentuale alle concentrazioni medie annue di ione ammonio (NH_4^+) presso i punti di misura individuati dal Programma di Valutazione del territorio regionale da parte dei comparti emissivi individuati per il source apportionment

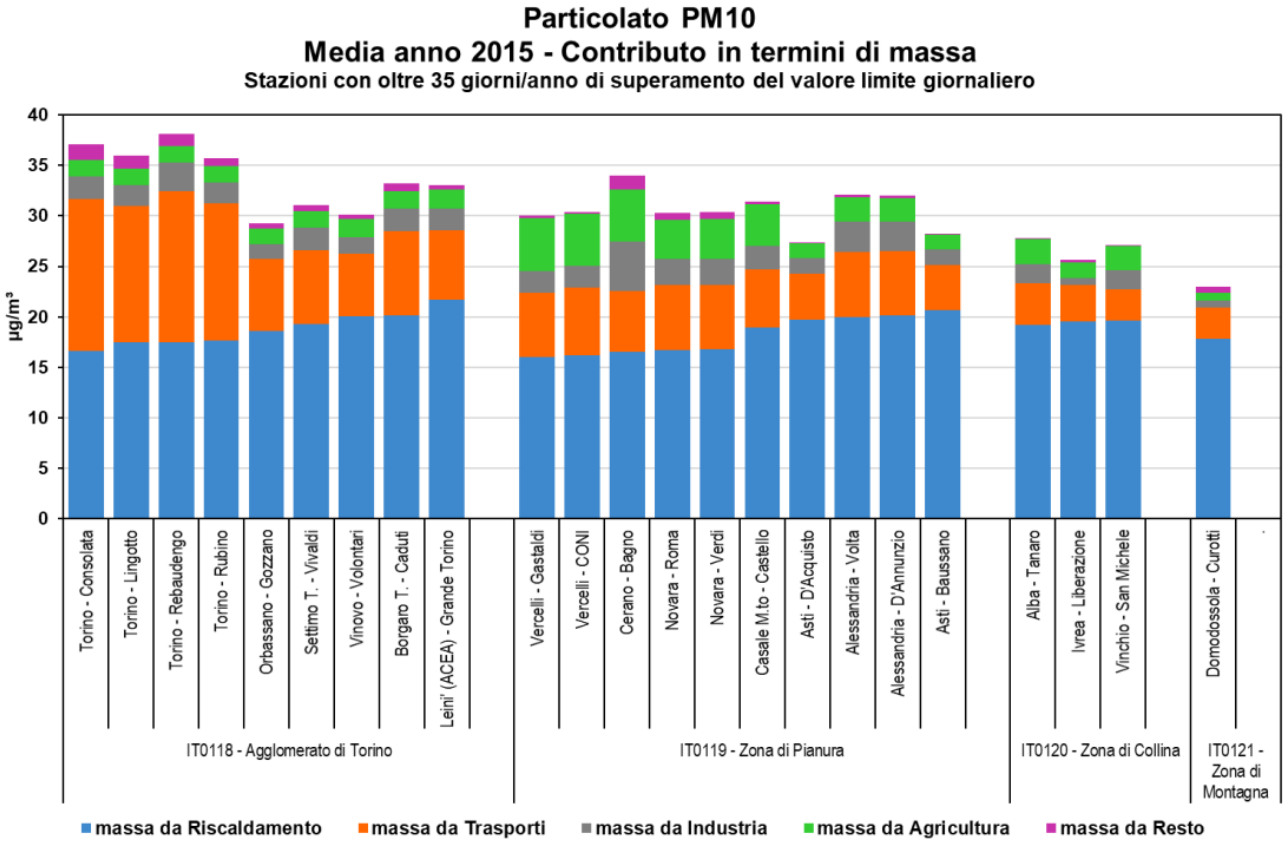


Figura 5.8.1.3.19 - Contributo in termini di massa alle concentrazioni medie annue di particolato PM_{10} da parte dei comparti emissivi individuati per il source apportionment presso i punti di misura individuati dal Programma di Valutazione del territorio regionale aventi oltre 35 giorni/anno di superamento del valore limite giornaliero

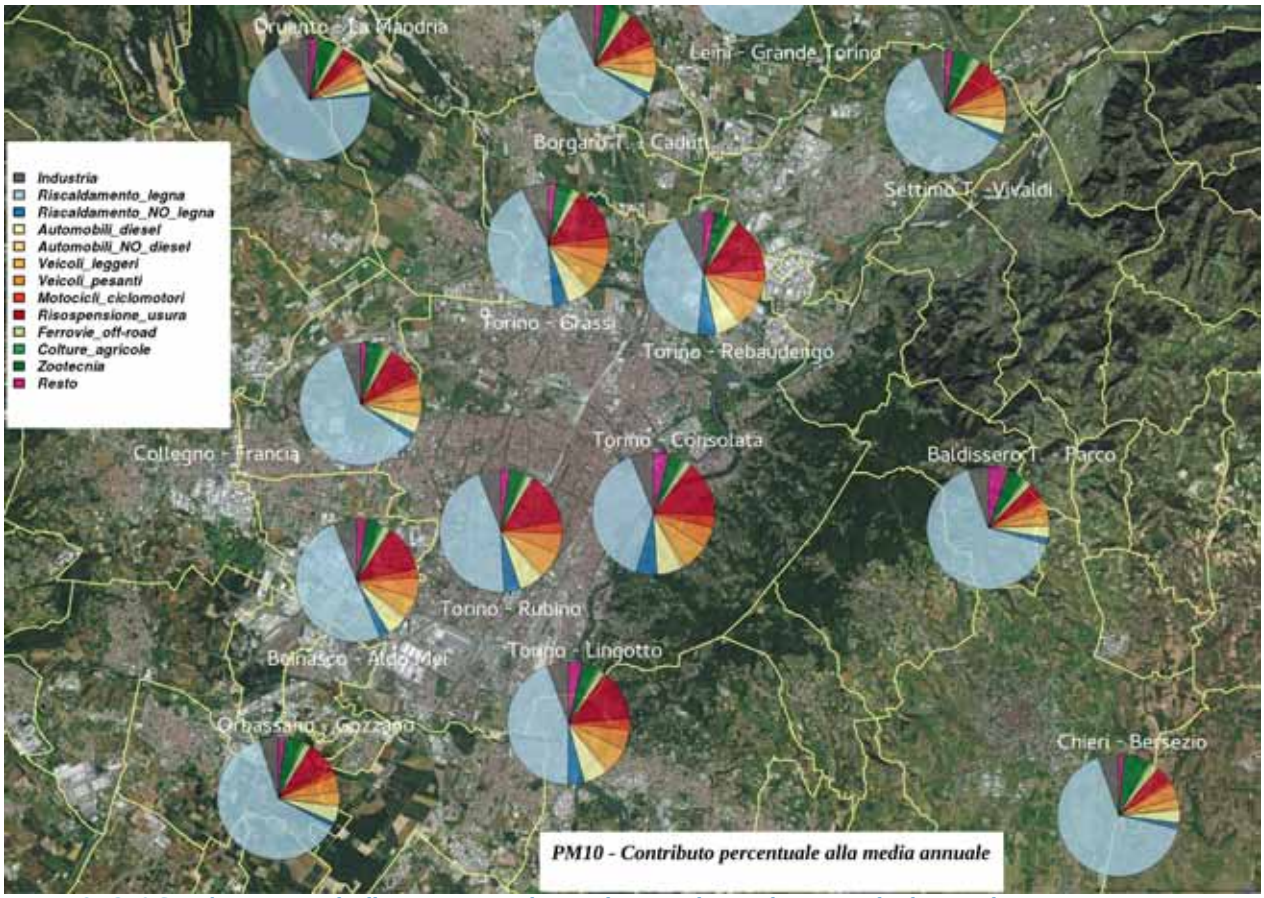


Figura 5.8.1.3.20 Contributo percentuale alle concentrazioni di particolato PM_{10} da parte dei settori individuati per il source apportionment sui punti di misura presenti nell'Agglomerato urbano

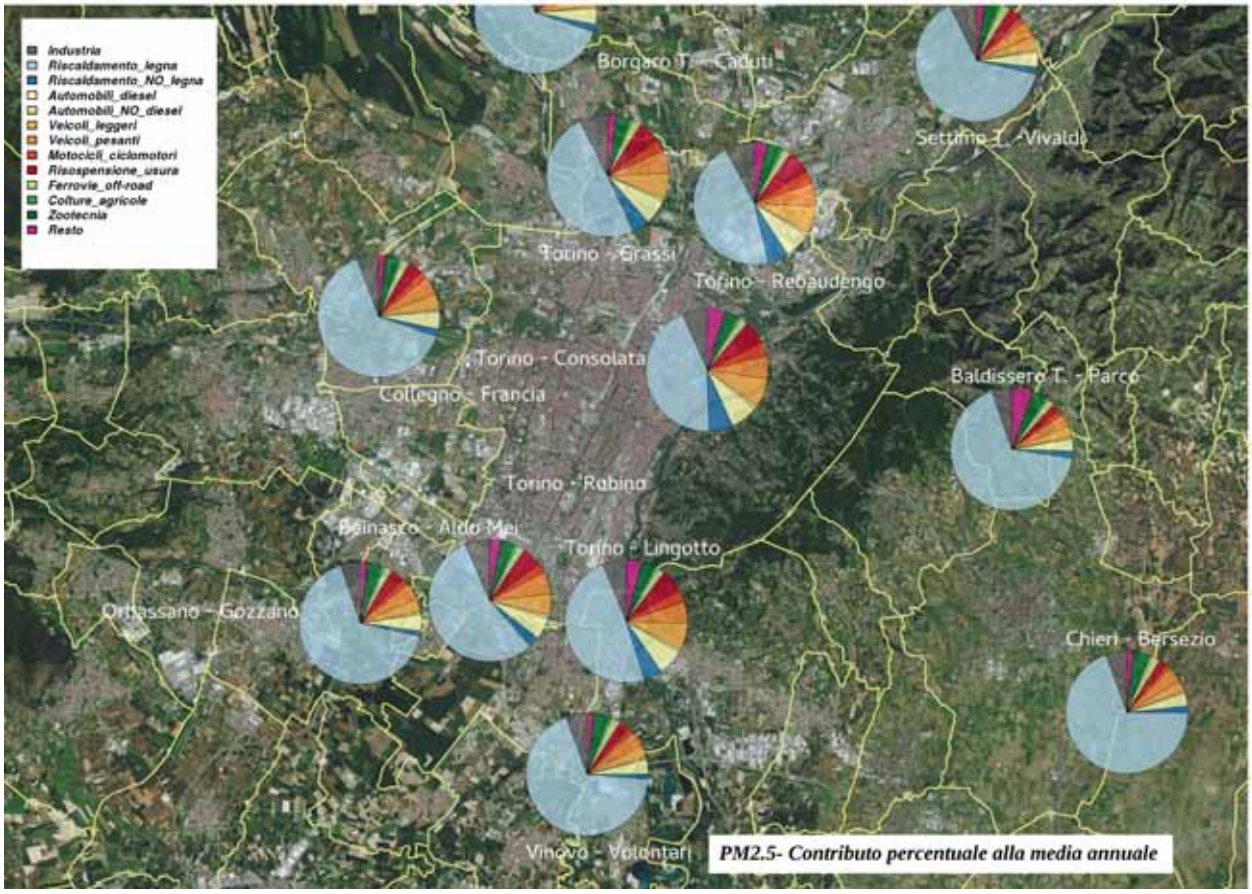


Figura 5.8.1.3.21 - Contributo percentuale alle concentrazioni di particolato $PM_{2,5}$ da parte dei settori individuati per il source apportionment sui punti di misura presenti nell'Agglomerato urbano

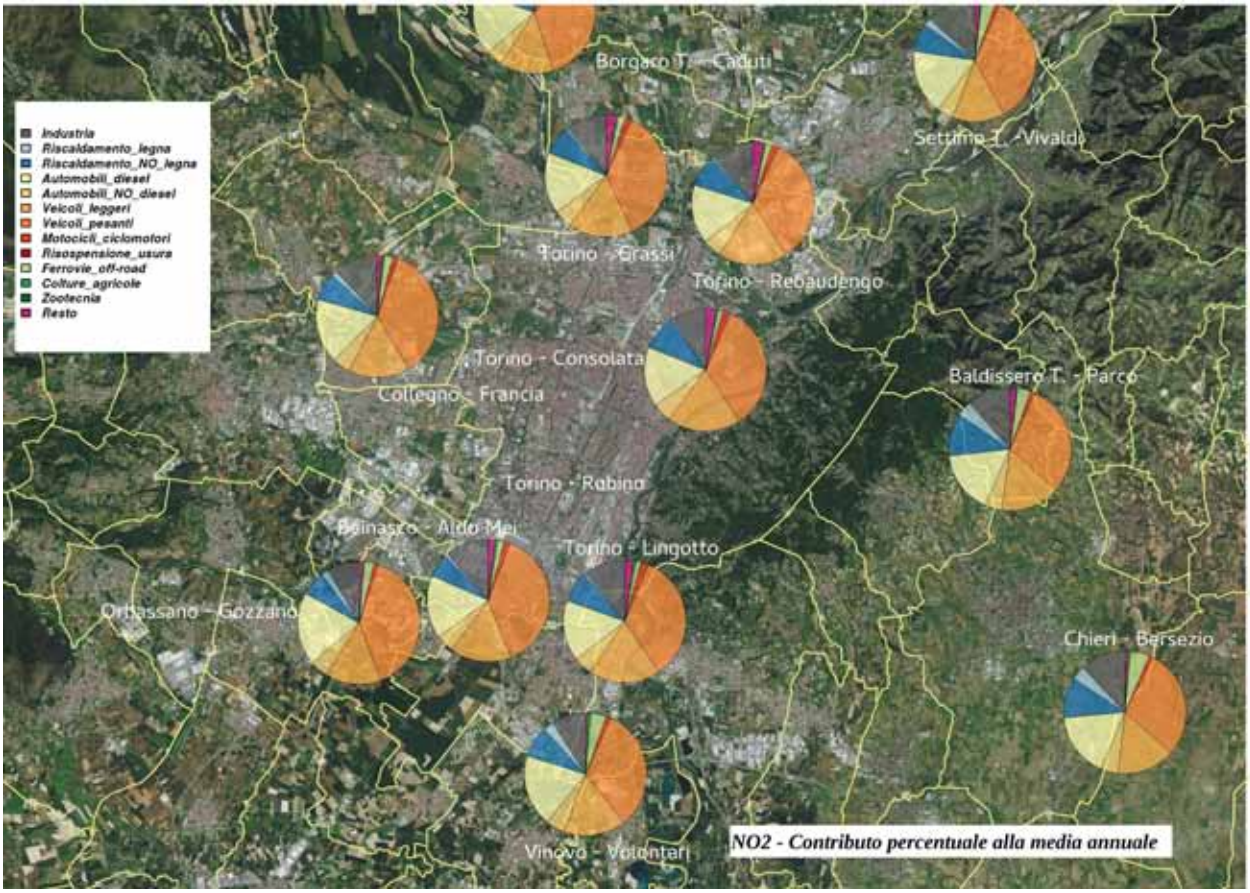


Figura 5.8.1.3.22 - percentuale alle concentrazioni di biossido di azoto NO_2 da parte dei settori individuati per il source apportionment sui punti di misura presenti nell'Agglomerato urbano

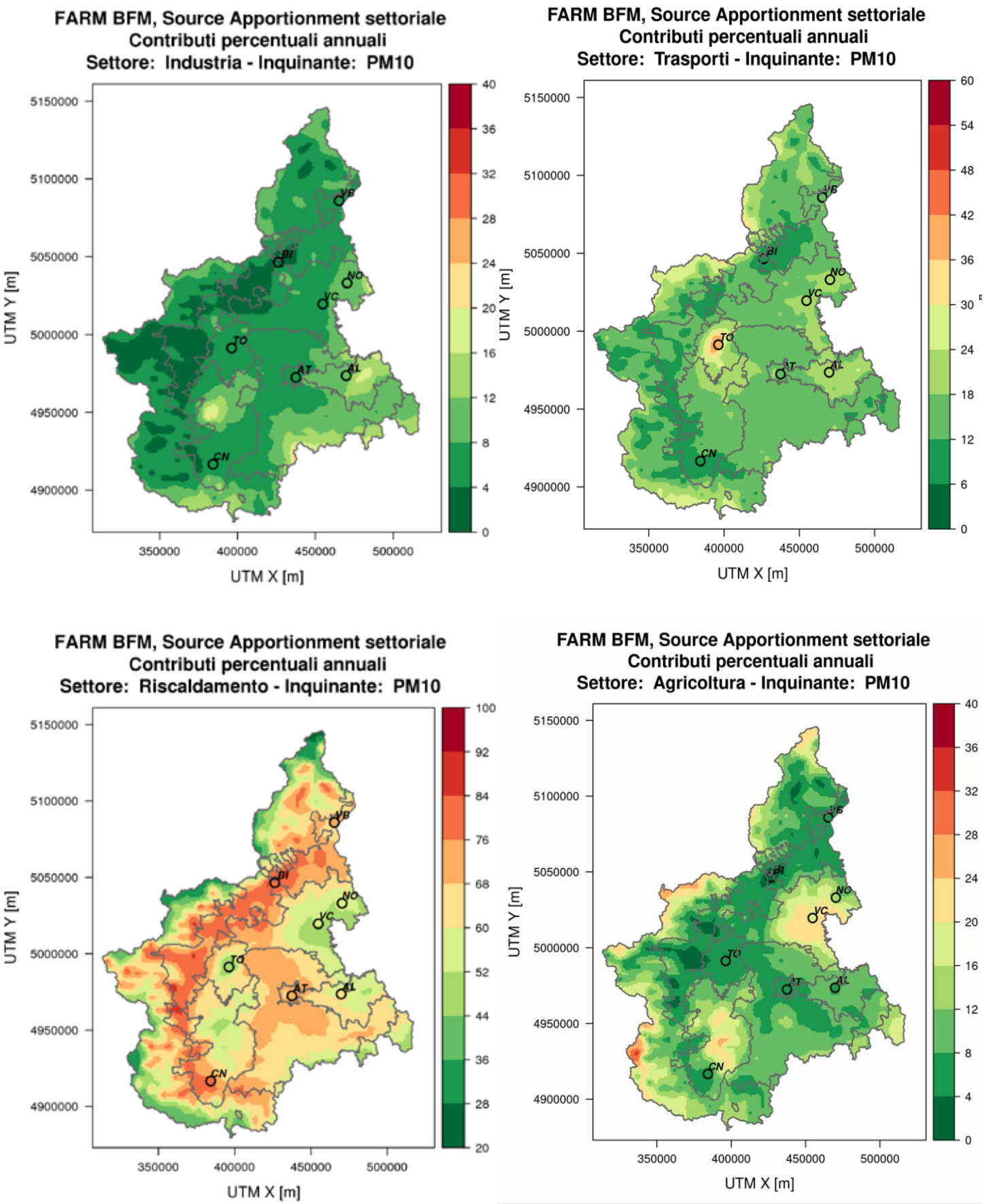


Figura 5.8.1.3.23 - Distribuzione spaziale del contributo percentuale alle concentrazioni medie annue di particolato PM_{10} da parte dei comparti emissivi indagati con il source apportionment con indicazione delle Zone di Piano

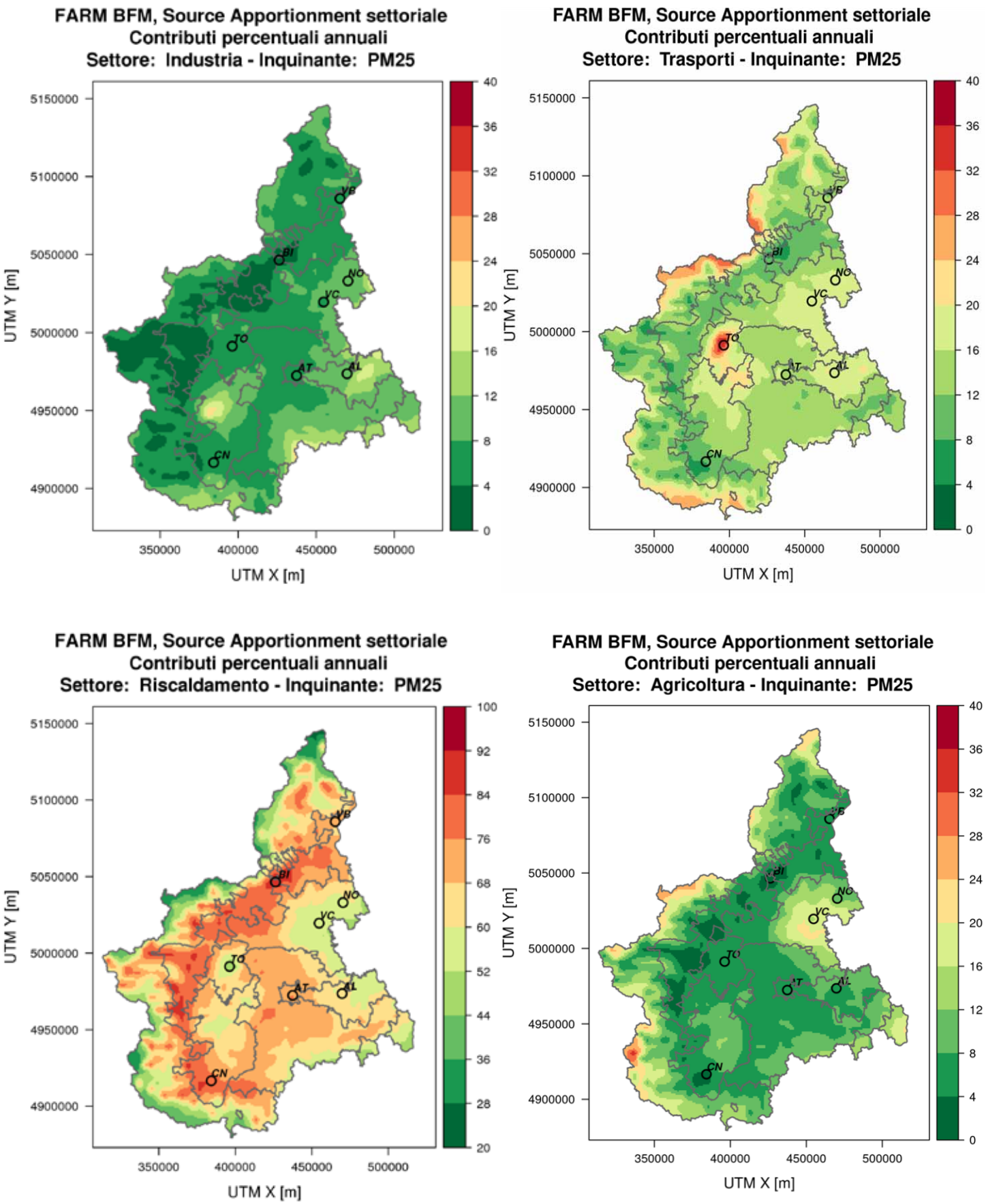


Figura 5.8.1.3.24 - Distribuzione spaziale del contributo percentuale alle concentrazioni medie annue di particolato $PM_{2,5}$ da parte dei comparti emissivi indagati con il source apportionment con indicazione delle Zone di Piano

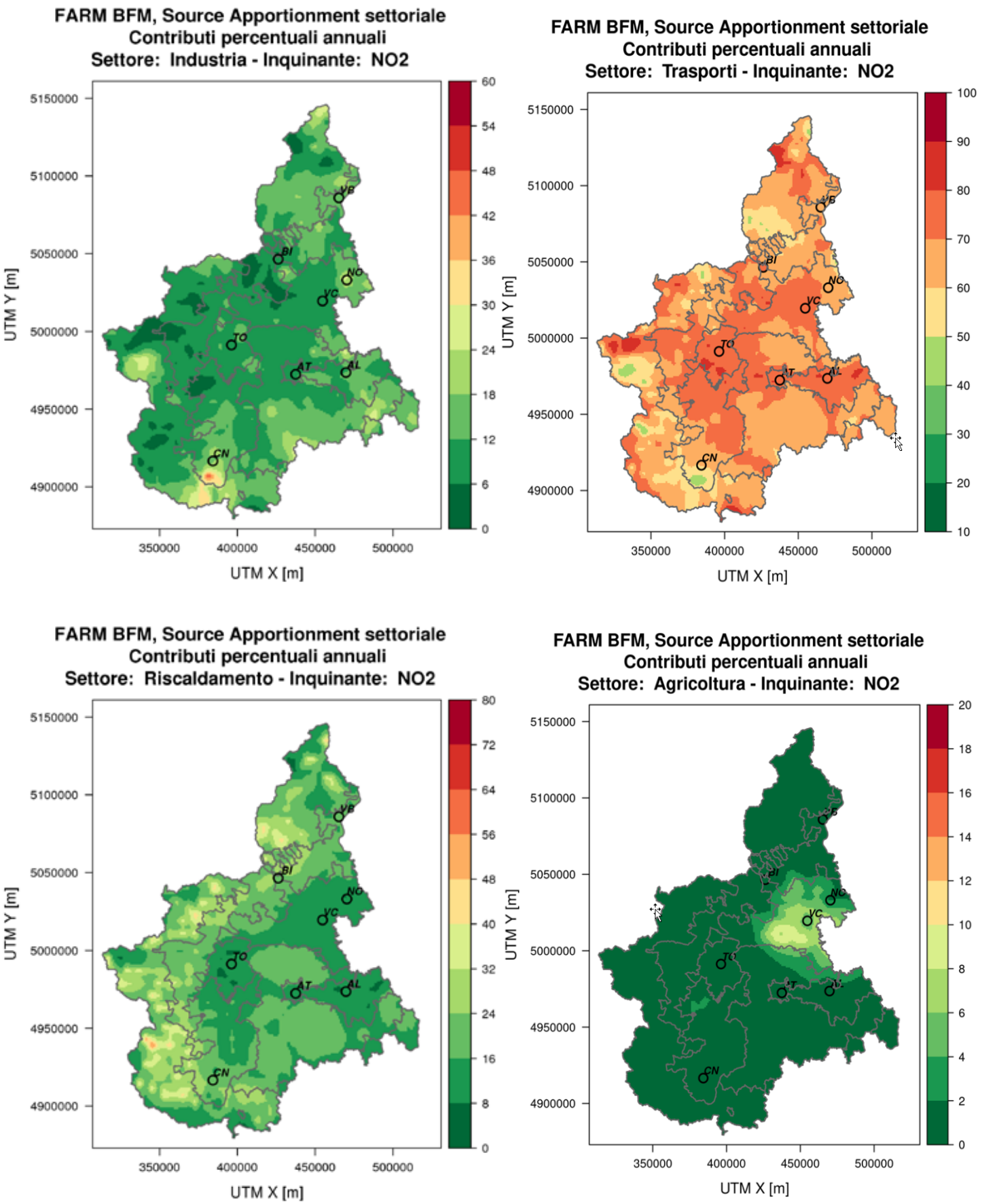


Figura 5.8.1.3.25 - Distribuzione spaziale del contributo percentuale alle concentrazioni medie annue di biossido di azoto da parte dei comparti emissivi indagati con il source apportionment con indicazione delle Zone di Piano

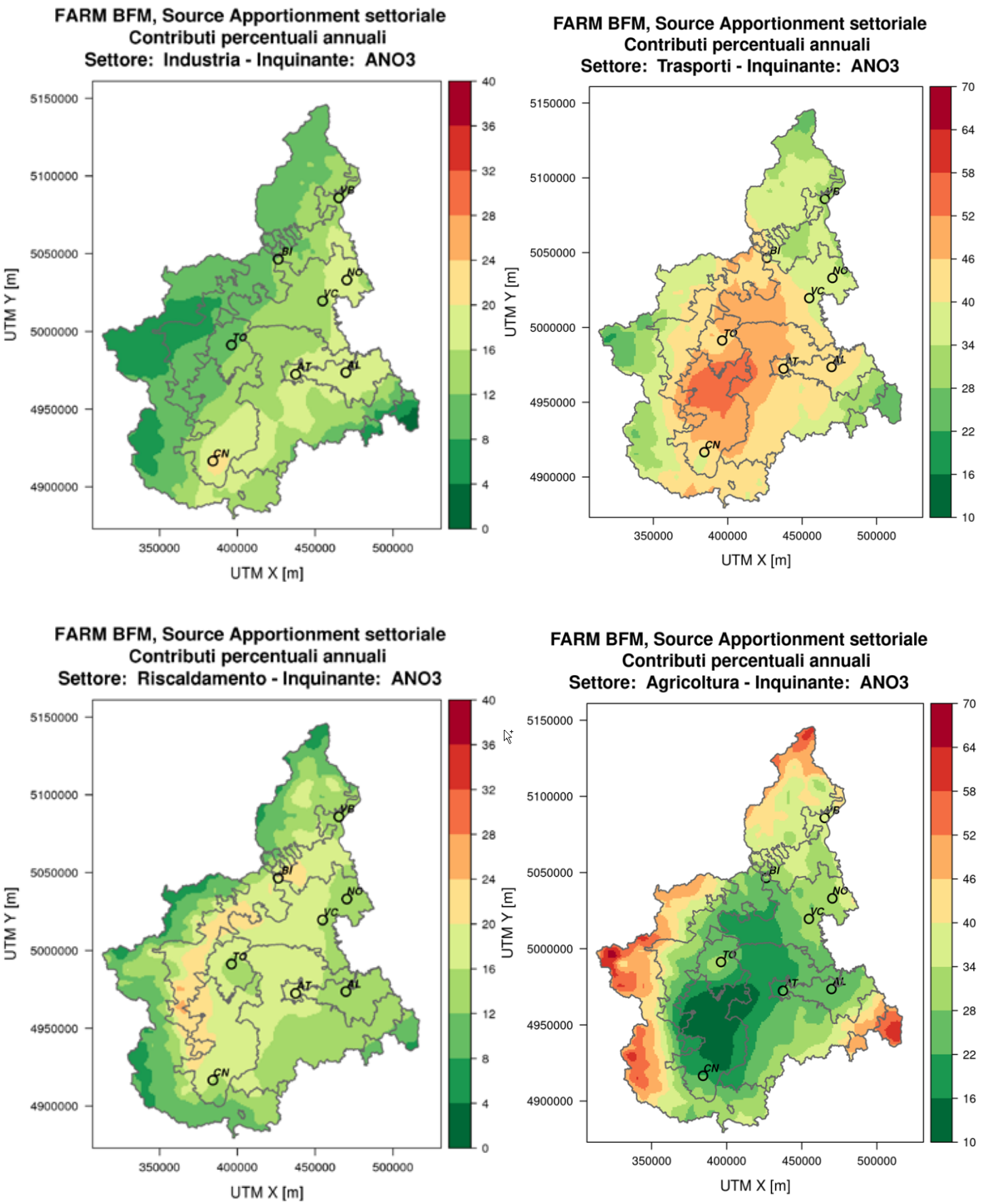


Figura 5.8.1.3.26 - Distribuzione spaziale del contributo percentuale alle concentrazioni medie annue di ione nitrato da parte dei comparti emissivi indagati con il source apportionment con indicazione delle Zone di Piano

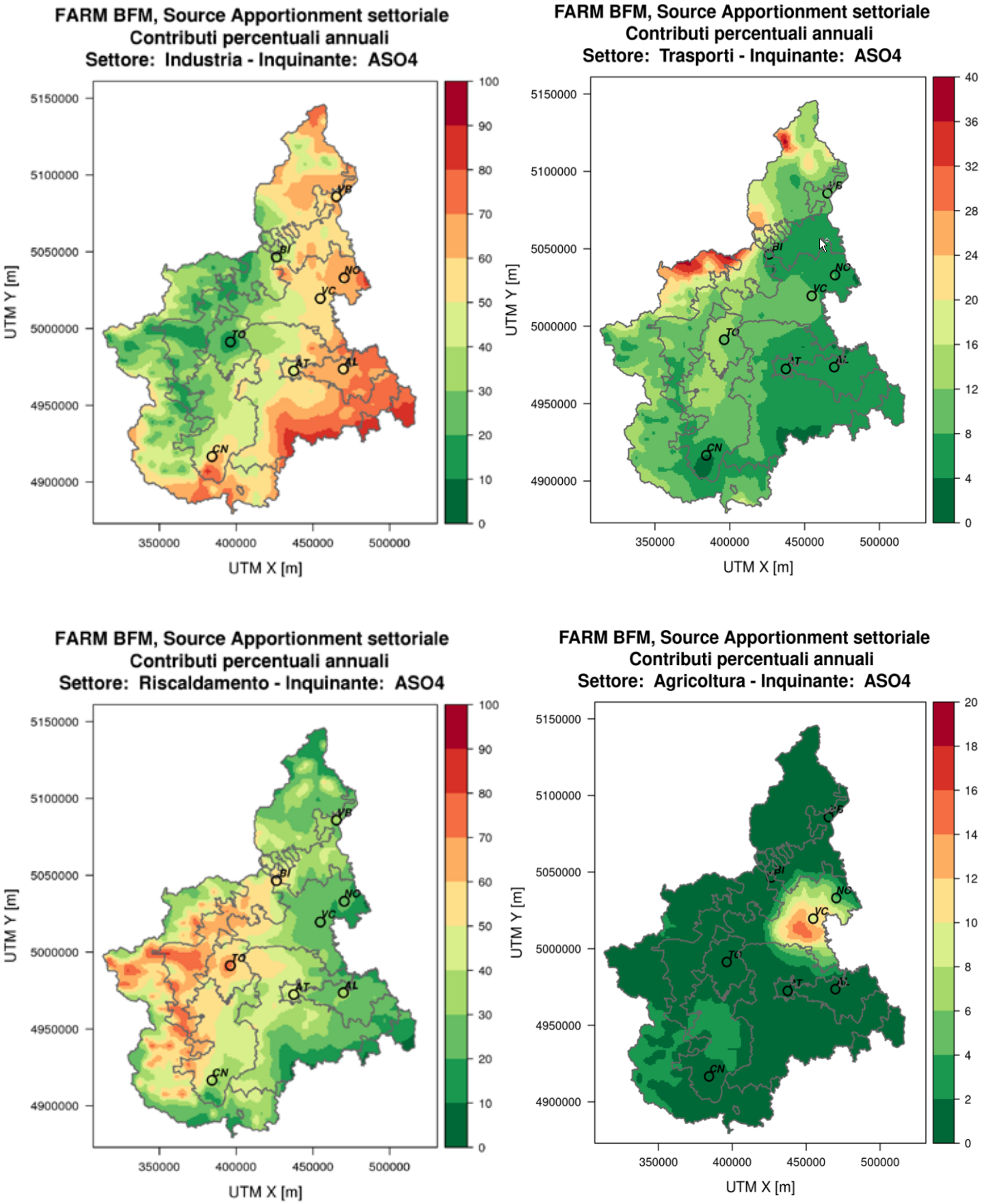


Figura 5.8.1.3.27 - Distribuzione spaziale del contributo percentuale alle concentrazioni medie annue di ione solfato da parte dei comparti emissivi indagati con il source apportionment con indicazione delle Zone di Piano

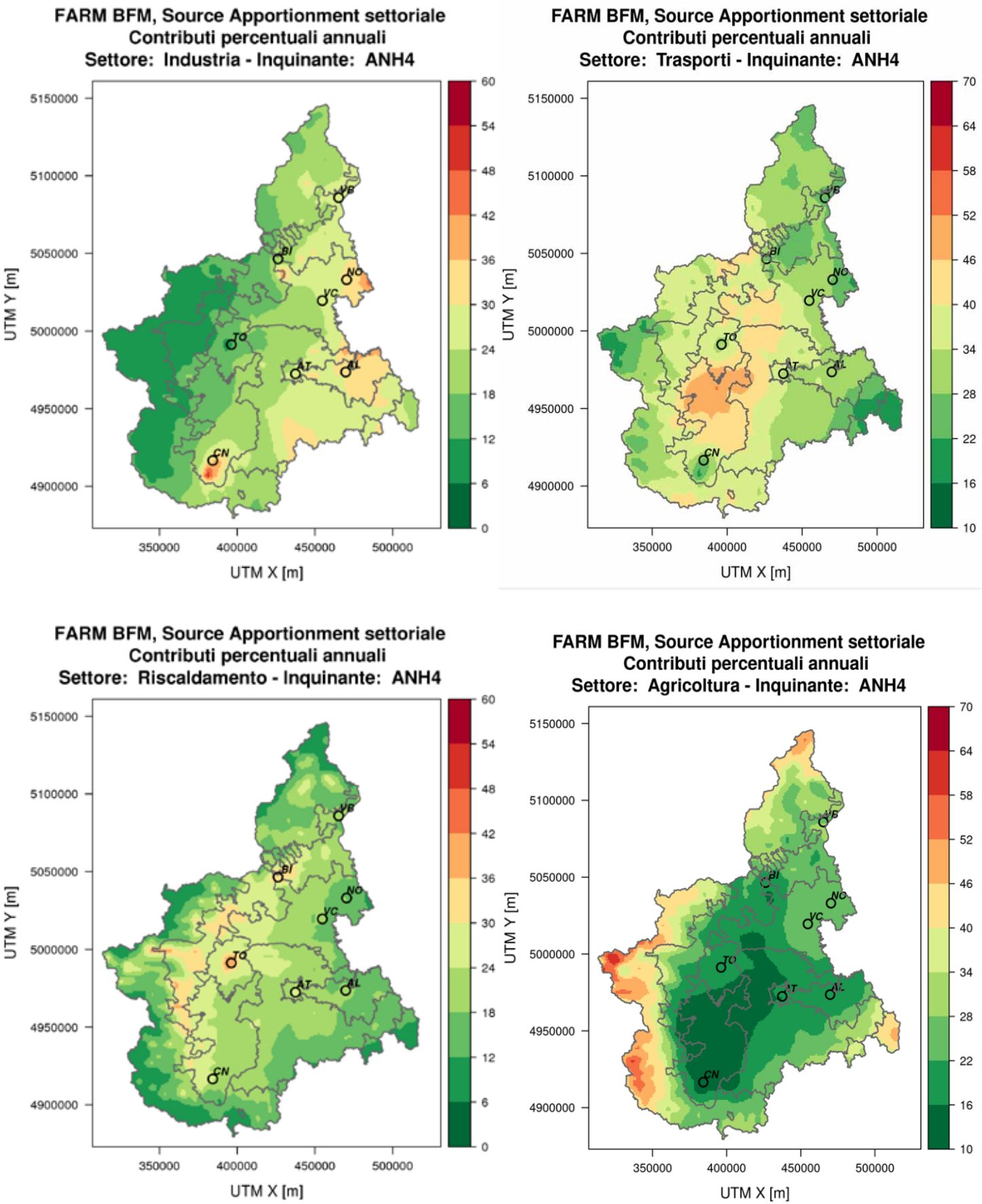


Figura 5.8.1.3.28 - Distribuzione spaziale del contributo percentuale alle concentrazioni medie annue di ione ammonio da parte dei comparti emissivi indagati con il source apportionment con indicazione delle Zone di Piano

5.8.1.4. Il contributo dei settori alle concentrazioni degli inquinanti: le conferme del source apportionment analitico

Le tecniche di *source apportionment* analitico descritte nel capitolo 4.2[48] sono state applicate in via sperimentale in due stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria (Torino-Lingotto e Revello-Staffarda) appartenenti al SRRQA - Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria, con la finalità di verificare, attraverso un approccio differente ma complementare, i risultati del *source apportionment* modellistico sul contributo delle diverse sorgenti emissive all'inquinamento atmosferico del particolato PM_{10}.

In particolare, vista la rilevanza del contributo della sorgente biomassa (sistemi di riscaldamento domestico alimentati a legna o pellet) risultante dalle tecniche di *source apportionment* modellistico, la sperimentazione di utilizzo delle tecniche di *source apportionment* analitico – che utilizzano un tracciante specifico per la biomassa legnosa (levoglucosano) – è stata orientata alla conferma o meno dell'importanza attribuita a tale sorgente.

Le attività di campionamento sono state eseguite nel periodo dicembre 2016-giugno 2017; successivamente hanno preso avvio le attività di analisi chimica dei campioni (con approfondimenti relativi alla speciazione chimica del particolato, alla scelta degli analiti, all'individuazione del limite di rilevabilità, all'interpretazione del bianco analitico) e di analisi statistica applicata ai risultati di laboratorio (caratterizzazione dei suoli nei siti di monitoraggio, calcolo dei fattori di arricchimento, studio della correlazione tra parametri chimici, applicazione della cluster analysis, attribuzione dell'incertezza), fino all'utilizzo della Positive Matrix Factorization (modello EPA PMF 5.0).

I risultati del *source apportionment* analitico confermano sostanzialmente i risultati del *source apportionment* modellistico rappresentati nel paragrafo 5.8.1.3: tali risultati – elaborati per l'intero periodo di campionamento e per il solo periodo invernale - sono stati rappresentati graficamente (Figure 5.8.1.4.1-5.8.1.4.2) e sono riportati nel seguito.

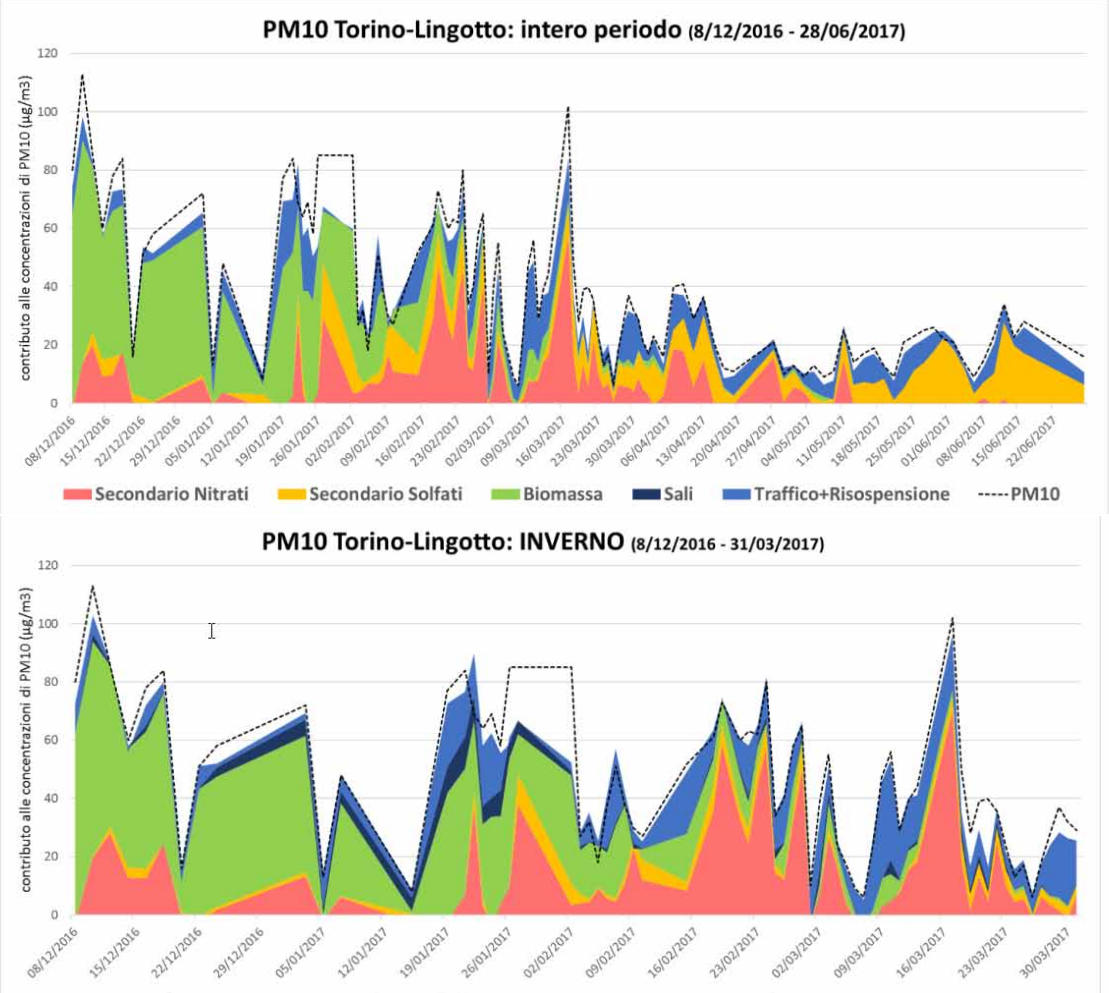


Figura 5.8.1.4.1 - Ricostruzione dei contributi nella PMF per Torino-Lingotto nell'intero periodo (sopra) e nel periodo invernale (sotto)

48 Cfr "Il source apportionment analitico" (par. 4.2.2)

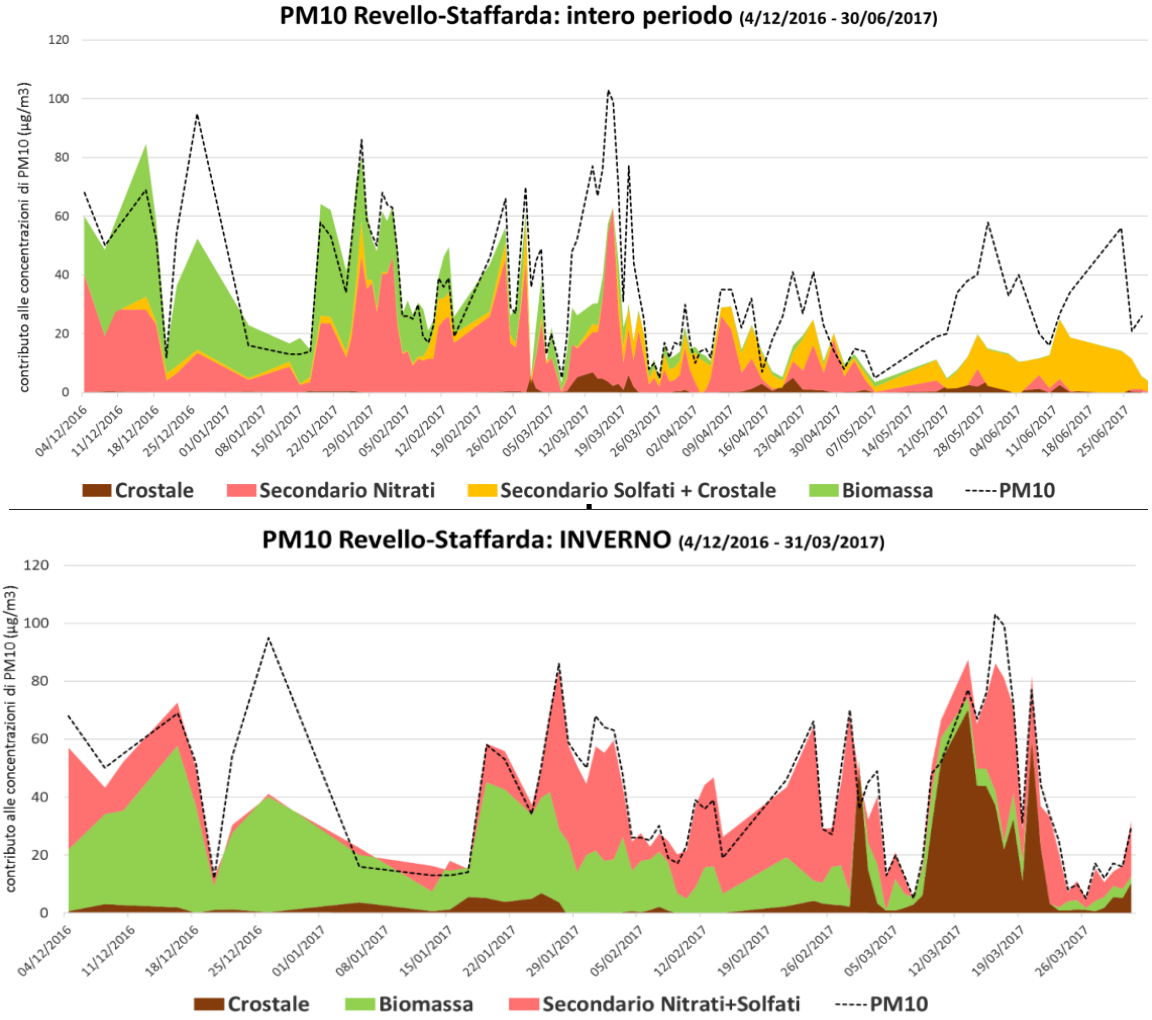


Figura 5.8.1.4.2 - Ricostruzione dei contributi nella PMF per Revello-Staffarda nell'intero periodo (sopra) e nel periodo invernale (sotto)

Con il modello PMF la ricostruzione dei contributi è stata considerata significativa per le sorgenti identificate come "crostale" (componente terrigena), "secondario" (nitrati+solfati[49]), "biomassa" e "traffico" (compresa la risospensione); in alcuni casi non è stato possibile assegnare ad una specifica sorgente una parte rilevante del contributo alle concentrazioni di particolato PM_{10}, come si può rilevare analizzando i grafici 5.8.1.4.3 e 5.8.1.4.4.

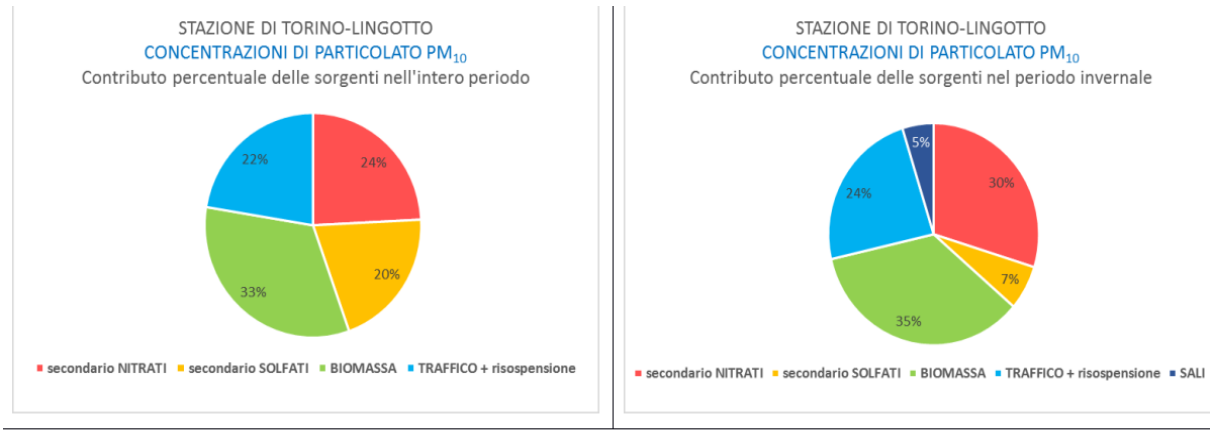


Figura 5.8.1.4.3 - Risultati della PMF per Torino-Lingotto nell'intero periodo (sinistra) e nel periodo invernale (destra)

49 Cfr "Inquinanti primari e secondari (par. 5.5.2)

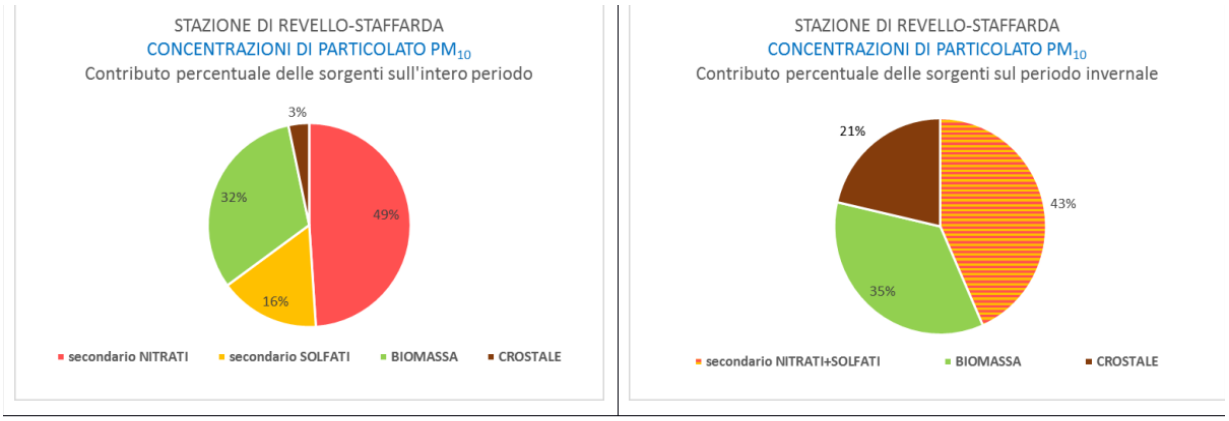


Figura 5.8.1.4.4 - Risultati della PMF per Revello-Staffarda nell'intero periodo (sopra) e nel periodo invernale (sotto)

L'importanza del contributo della biomassa è infatti avvalorato dai risultati analitici trattati statisticamente con il modello PMF dell'EPA: il contributo annuale risultante è infatti pari al 33% nella stazione di Torino-Lingotto e al 32% nella stazione di Revello-Staffarda, mentre in periodo invernale sale al 35% per entrambi i siti; nelle stesse stazioni il *source apportionment* modellistico ha stimato per il riscaldamento a biomassa un contributo annuale alle concentrazioni di particolato PM_{10} rispettivamente pari al 44% e al 58%.

Va però sottolineato che la differenza nei contributi sopra evidenziata è ascrivibile al fatto che, mentre le tecniche di *source apportionment* modellistico tengono conto – nell'attribuzione dei contributi da parte delle sorgenti emissive – sia del particolato primario (direttamente emesso in atmosfera) sia di quello secondario (formatosi in atmosfera attraverso le reazioni chimiche tra le sostanze presenti), al contrario le tecniche di *source apportionment* analitico considerano il particolato secondario inorganico (nitrato di ammonio e solfato di ammonio) alla stregua di un fattore o sorgente virtuale, non distinguendone i contributi da parte delle sorgenti individuate. Al contributo stimato tramite il *source apportionment* analitico andrebbe quindi aggiunta una quota – sicuramente significativa, ma non discriminabile quantitativamente con le attuali informazioni – del contributo genericamente indicato come "secondario", che nel caso di Torino Lingotto ammonta complessivamente al 36% e nel caso di Revello Staffarda al 43% in periodo invernale.

Pertanto, il *source apportionment* analitico allo stato attuale si rivela operativamente come una tecnica parallela in grado, almeno nel caso della componente primaria, di irrobustire le valutazioni sul contributo delle sorgenti ottenute dalle simulazioni di S.A. modellistico, che partono invece dalle stime degli Inventari delle Emissioni e dalle variabili meteorologiche misurate per ricostruire nel tempo e nello spazio tridimensionale le reazioni chimiche che avvengono in atmosfera.

5.8.2 Le responsabilità delle sorgenti su base geografica

Al fine di indagare i contributi all'inquinamento su un determinato territorio (Regione, città di Torino) da parte delle sorgenti esterne al territorio stesso (contributo esogeno), è stata applicata la metodologia del *source apportionment* geografico, che prevede la ricerca delle responsabilità operando una separazione delle sorgenti emissive su base geografica.

5.8.2.1 Il ruolo del trasporto dell'inquinamento su Torino

I risultati del *source apportionment* settoriale relativi al particolato PM_{10} e $PM_{2,5}$ discussi nel paragrafo 5.8.1.3[50] evidenziano, per la città di Torino, significative differenze tra i contributi alle emissioni e i contributi alle concentrazioni da parte delle stesse sorgenti. Tale comportamento è imputabile da un lato ai fenomeni di trasporto degli inquinanti emessi nei comuni circostanti, dall'altro alle caratteristiche del particolato fine avente una importante componente secondaria che si forma a scale spaziali più ampie del singolo comune.

La conferma di tale interpretazione è stata ottenuta applicando la metodologia del *source apportionment* modellistico

50 Cfr "Il contributo dei settori alle concentrazioni degli inquinanti: i risultati del source apportionment modellistico settoriale"

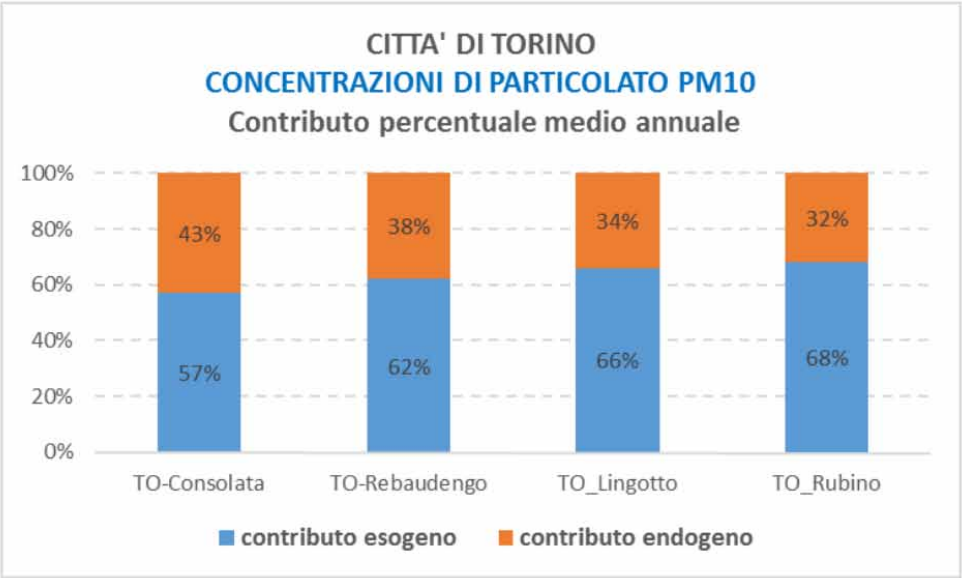


Figura 5.8.2.1.1 - Contributo percentuale endogeno ed esogeno alle concentrazioni di particolato PM10 nella città di Torino

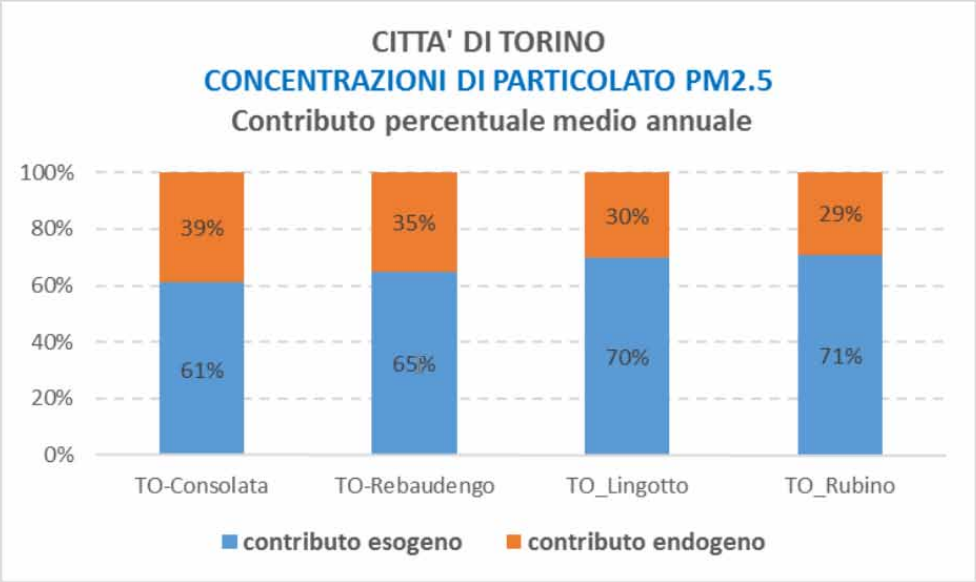


Figura 5.8.2.1.2 - Contributo percentuale endogeno ed esogeno alle concentrazioni di particolato PM2.5 nella città di Torino

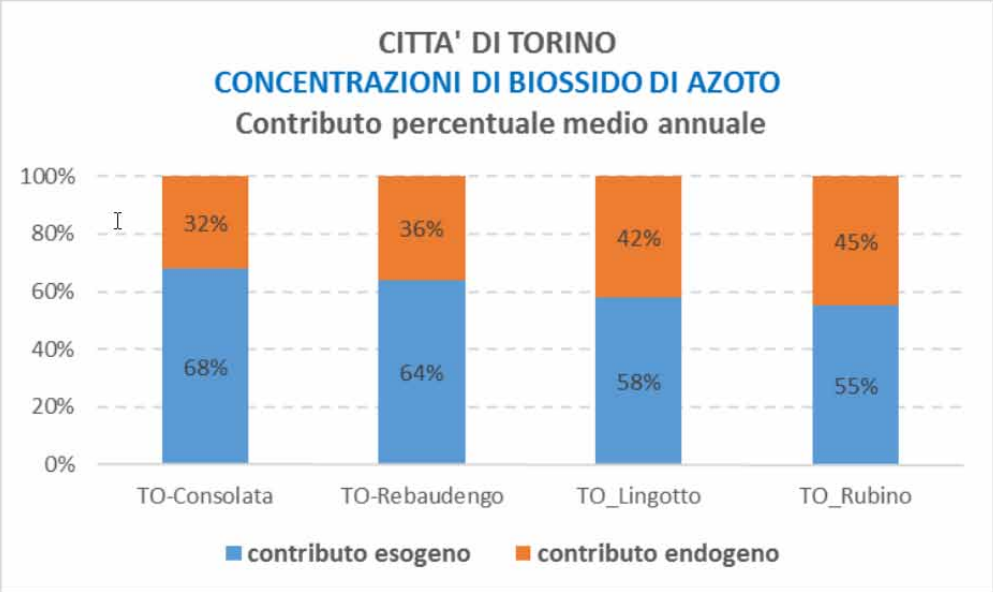


Figura 5.8.2.1.3 - Contributo percentuale endogeno ed esogeno alle concentrazioni di biossido di azoto (NO_2) nella città di Torino

geografico alla città di Torino: parallelamente alla simulazione relativa allo scenario base della qualità dell'aria, è stata effettuata una simulazione con le stesse configurazioni e con gli stessi dati di ingresso ma azzerando le emissioni di tutte le sorgenti localizzate all'interno del territorio comunale di Torino. Le concentrazioni medie annuali di quest'ultima simulazione rappresentano il contributo esogeno dovuto alle sorgenti comprese nel dominio di calcolo, ma localizzate al di fuori del territorio comunale, mentre il contributo endogeno, legato alle sole sorgenti localizzate all'interno del territorio comunale, è ottenuto come differenza rispetto alle concentrazioni relative allo scenario base.

Nelle Figure 5.8.2.1.1, 5.8.2.1.2 e 5.8.2.1.3 sono rappresentati i contributi endogeni ed esogeni alle concentrazioni medie annuali di particolato PM_{10} e $PM_{2.5}$ e di biossido di azoto (NO_2) rilevate nelle stazioni cittadine. Va considerato che la tangenziale di Torino, pur presentando alcuni tratti all'interno del territorio comunale, ne risulta prevalentemente all'esterno.

5.8.2.2 Il ruolo dell'inquinamento transfrontaliero

Per indagare il ruolo del trasporto esogeno nell'inquinamento da particolato e da biossido di azoto (NO_2) nella zona transfrontaliera che comprende le regioni italiane Piemonte e Valle d'Aosta e le regioni francesi Rhône-Alpes e Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA), è stata applicata la metodologia del *source apportionmen*t geografico nell'ambito di un progetto del Programma di Cooperazione Transfrontaliera ALCOTRA 2007-2013 (Progetto SH'AIR), separando le differenti sorgenti emissive sulla base della regione di appartenenza:

- Piemonte;
- Valle d'Aosta;
- Rhône-Alpes;
- Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA);
- altre regioni (porzioni territoriali esterne alle 4 Regioni sopra indicate).

Le simulazioni sono state condotte su due periodi: uno invernale (dal 20 novembre 2013 al 20 dicembre 2013) ed uno estivo (dal 22 luglio 2013 al 22 agosto 2013). I periodi sono stati individuati in modo da risultare rappresentativi di due differenti episodi di inquinamento (legati alle specificità stagionali) comuni a tutta l'area di studio.

I risultati del source apportionment geografico evidenziano come - nel periodo estivo - il contributo alle concentrazioni di particolato da parte delle sorgenti esterne al territorio piemontese risulti abbastanza rilevante su tutta l'area orientale del Piemonte, mentre sembra essere poco influente sul Piemonte centrale. In particolare il trasporto di particolato proveniente dalla Lombardia condiziona il Novarese, parte dell'Alessandrino e del Biellese, mentre quello proveniente dalle altre regioni confinanti contribuisce solo alle concentrazioni delle zone montane e pedemontane (Figura 5.8.2.2.1).

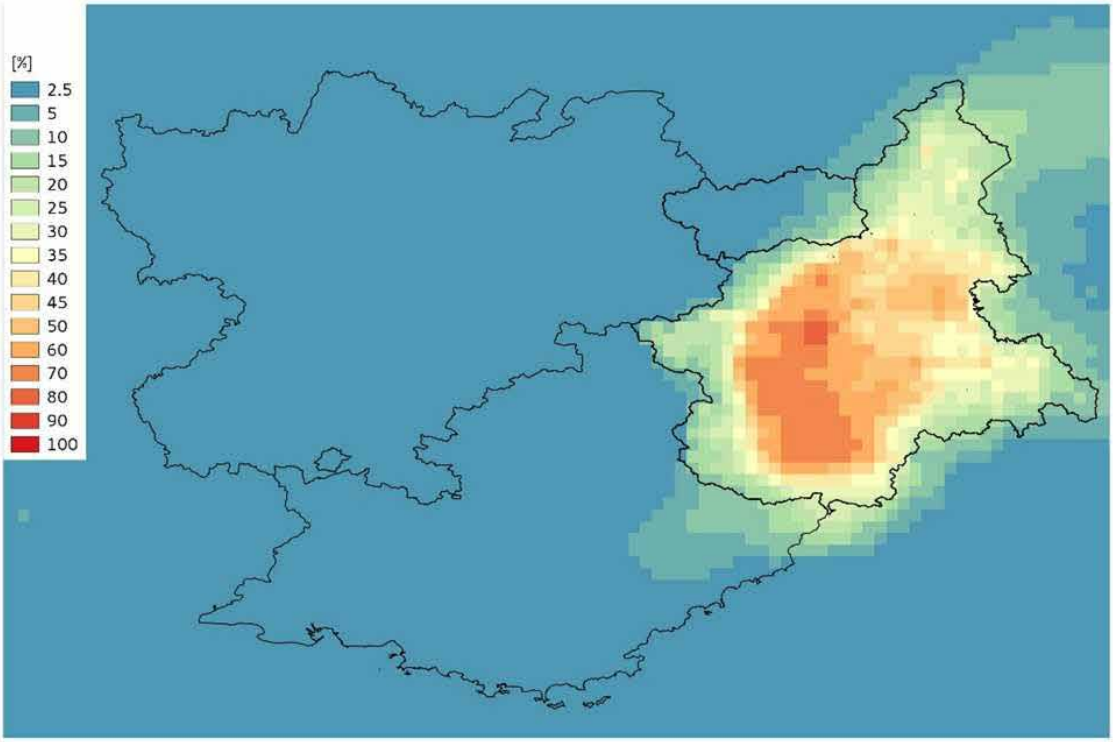


Figura 5.8.2.2.1 - Episodio ESTIVO - Contributo percentuale delle sorgenti endogene (Piemonte) ed esogene (altre regioni) alle concentrazioni medie sul periodo di particolato PM_{10} (primario e secondario)

Per quanto riguarda il biossido di azoto (NO_2), l'apporto esogeno risulta limitato alle aree di confine con la Lombardia (Figura 5.8.2.2.2). Per quanto riguarda il periodo invernale, i risultati modellistici evidenziano una predominanza delle sorgenti emissive di origine locale (in particolare il riscaldamento) e mostrano come l'apporto esogeno di particolato e di biossido di azoto da parte delle regioni confinanti risulti percentualmente limitato ed interessi esclusivamente le aree di confine (Figura 5.8.2.2.3 e Figura 5.8.2.2.4).

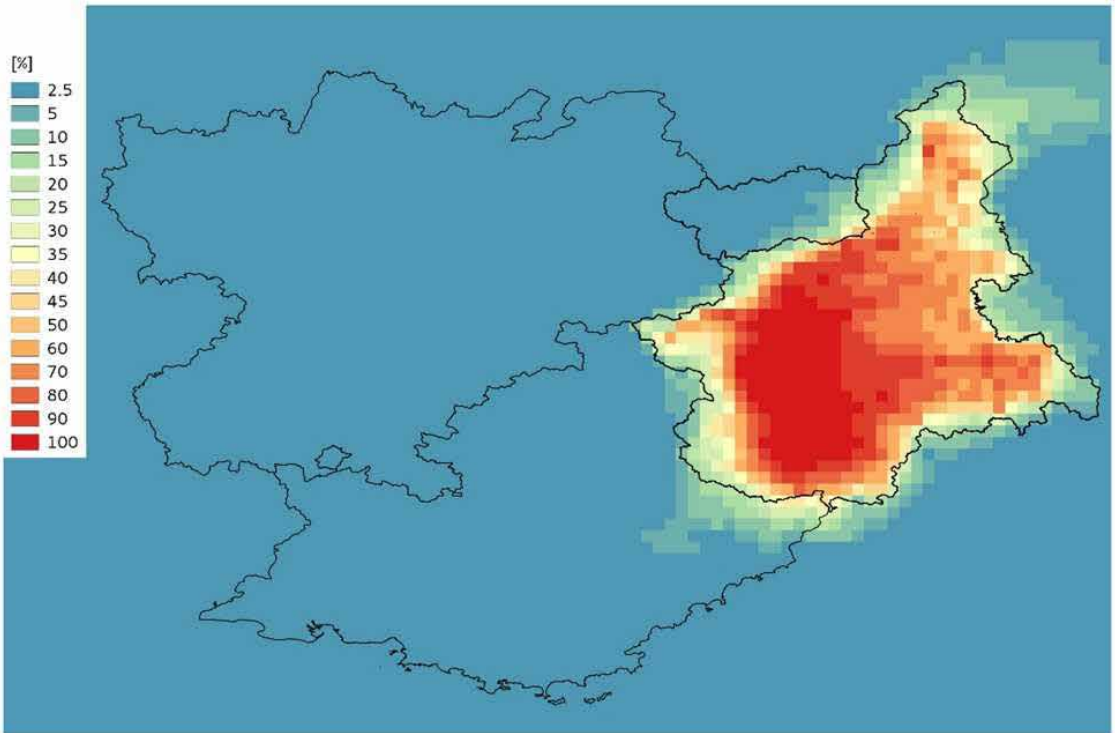


Figura 5.8.2.2.2 - Episodio ESTIVO - Contributo percentuale delle sorgenti endogene (Piemonte) ed esogene (altre regioni) alle concentrazioni medie sul periodo di biossido di azoto

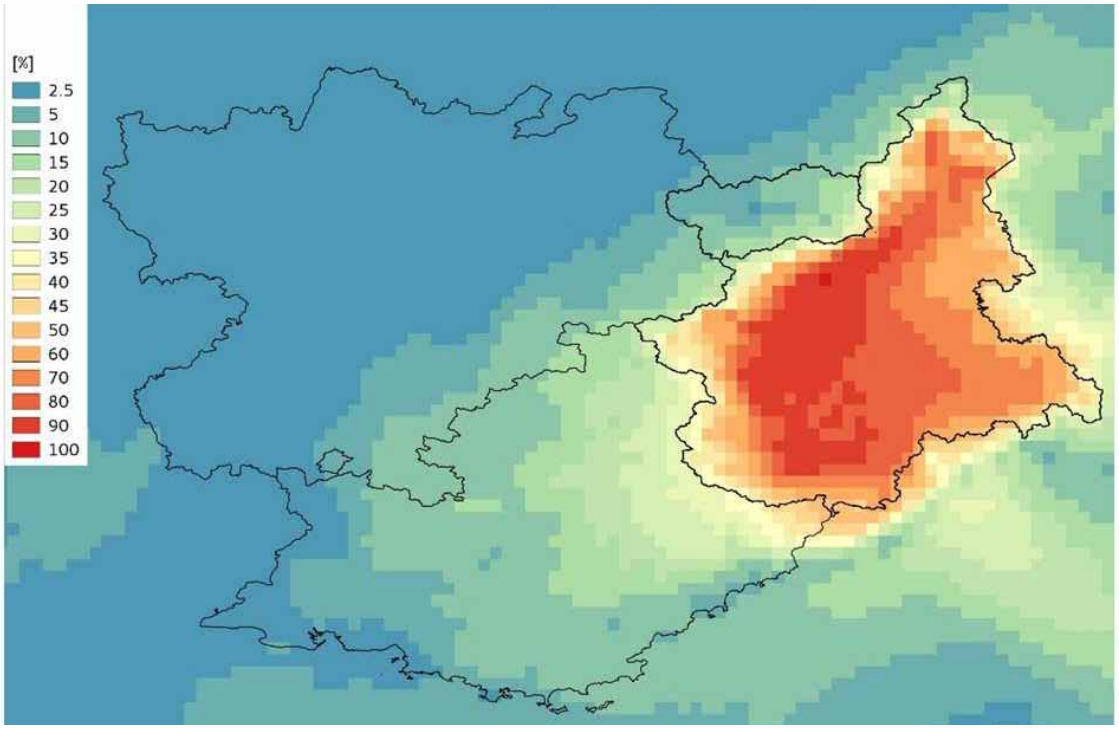


Figura 5.8.2.2.3 - Episodio INVERNALE - Contributo percentuale delle sorgenti endogene (Piemonte) ed esogene (altre regioni) alle concentrazioni medie sul periodo di particolato PM_{10} (primario e secondario)

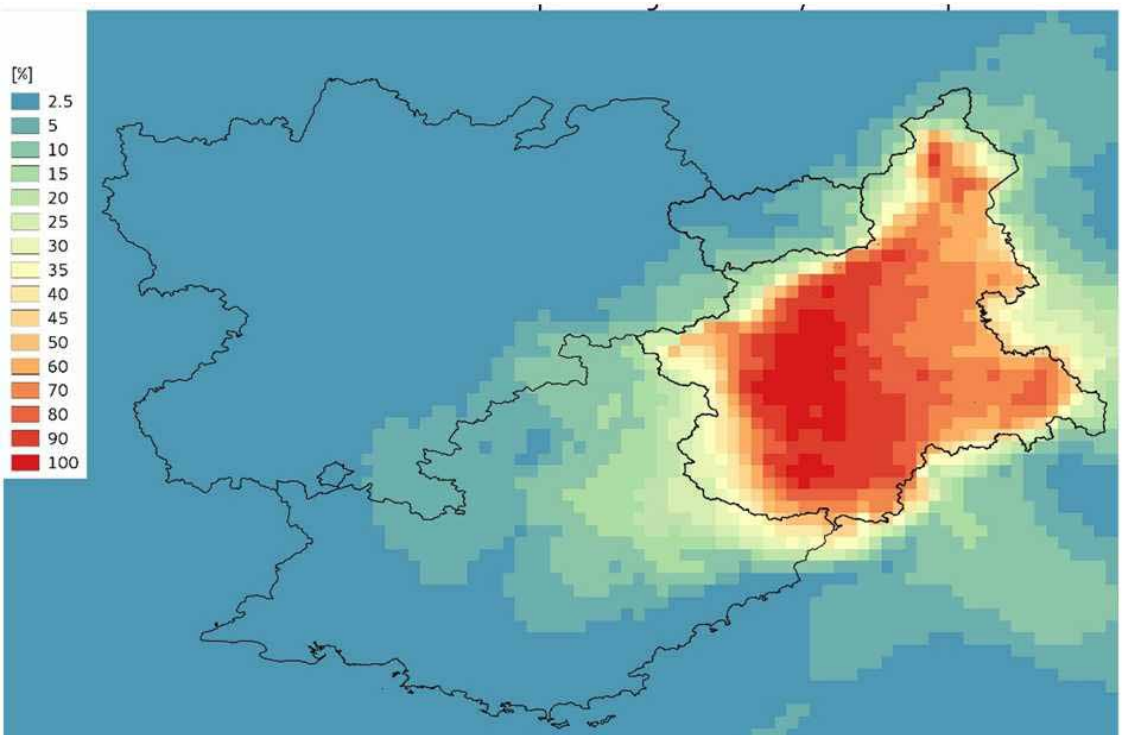


Figura 5.8.2.2.4 - Episodio INVERNALE - Contributo percentuale delle sorgenti endogene (Piemonte) ed esogene (altre regioni) alle concentrazioni medie sul periodo di biossido di azoto

Va sottolineato che i risultati del source apportionment geografico risentono, ancor più di quello settoriale, di eventuali criticità (sottostima/sovrastima differenziali) presenti negli Inventari delle emissioni relativi all'area di studio.

5.8.3 Le responsabilità delle sorgenti e la scelta delle misure più efficaci

Le informazioni sul contributo delle sorgenti alle emissioni (paragrafo 5.8.1.2) e quelle sul contributo delle stesse sorgenti alle concentrazioni degli inquinanti (paragrafi 5.8.1.3, 5.8.1.4 e 5.8.2.1) costituiscono elementi di conoscenza che, pur essendo complementari, spesso non risultano immediatamente interpretabili.

In realtà la pianificazione delle misure per il miglioramento della qualità dell'aria non può prescindere dalla valutazione congiunta dei due differenti contributi: da una parte l'individuazione dei provvedimenti focalizzati sui comparti emissivi maggiormente rappresentati nel territorio in esame, dall'altra la definizione di misure a scala più ampia volte al contenimento delle sorgenti emissive con impatto più rilevante sulla qualità dell'aria.

A titolo di esempio si riporta di seguito, il caso dell'inquinamento da particolato PM_{10} relativo alla città di Torino.

Nella Figura 5.8.3.1 sono rappresentati a sinistra i contributi percentuali annuali alle concentrazioni di PM_{10} stimate presso la stazione di monitoraggio della qualità dell'aria di Torino-Lingotto (stazione urbana di fondo, rappresentativa per la città di Torino), a destra i contributi percentuali al totale delle emissioni comunali annuali. Lo stesso confronto è stato ripetuto per l'Agglomerato di Torino (città di Torino esclusa) nella Figura 5.8.3.2, individuando come rappresentativa la stazione di monitoraggio di Beinasco.

Dalla comparazione delle due figure emerge che, se si prendono in considerazione solo i risultati del *source apportionment* settoriale e analitico (grafici a torta nella parte sinistra delle Figure 5.8.3.1 e 5.8.3.2 e paragrafi 5.8.1.3 e 5.8.1.4), in entrambe le situazioni (città di Torino e Agglomerato di Torino) le sorgenti che impattano in maggior misura sulle concentrazioni del particolato PM_{10} sono il riscaldamento a biomassa e il traffico. Analizzando però i contributi alle emissioni di particolato primario (grafici a torta nella parte destra delle Figure 5.8.3.1 e 5.8.3.2), risulta evidente come, nel caso della città di Torino, le concentrazioni legate al riscaldamento a biomassa stimate presso le stazioni torinesi non trovino riscontro nelle emissioni comunali di Torino relative all'uso della biomassa (pari al 4%, a causa

della diffusione del teleriscaldamento), ma lo trovino invece nelle emissioni da riscaldamento a biomassa dei comuni dell'Agglomerato (quantificate nel 38% sul totale emesso): tali concentrazioni risultano quindi ascrivibili in larga misura al contributo esogeno dei comuni limitrofi, come avvalorato dai risultati del *source apportionment* geografico (paragrafo 5.8.2.1). I valori di concentrazione legati al traffico trovano invece riscontro nei contributi emissivi sia del comune di Torino sia dei comuni dell'Agglomerato.

Di conseguenza le misure di riduzione delle emissioni di PM_{10} non sono ugualmente applicabili nei due contesti territoriali: gli interventi mirati alla riduzione di utilizzo della biomassa legnosa devono prendere in considerazione un territorio più ampio del solo comune di Torino, altrimenti risulterebbero poco efficaci; al contrario gli interventi mirati alla riduzione delle emissioni da traffico possono trovare applicazione sia nella città che nei comuni circostanti.

D'altra parte va considerato che l'analisi del solo contributo alle emissioni (grafici a torta di destra) può portare a conclusioni fuorvianti, visto che prende in considerazione la sola componente primaria del particolato PM_{10} e non considera i processi chimico-fisici che avvengono in atmosfera, mentre le concentrazioni misurate presso le stazioni di monitoraggio e stimate dalle tecniche modellistiche (modelli CTM)[51] ricomprendono sia la componente primaria che la componente secondaria, formatasi in atmosfera a seguito di una serie di reazioni chimiche a partire da precursori organici e inorganici, anche emessi da sorgenti lontane e trasportati dalla circolazione atmosferica nell'area in esame (paragrafo 5.5.2) .

Figura 5.8.3.1 - Contributi percentuali alle CONCENTRAZIONI medie annuali (a sinistra) presso una stazione rappresentativa della città di Torino (stazione di Torino-Lingotto) e alle EMISSIONI comunali annuali (a destra) di Torino

Figura 5.8.3.2: Contributi percentuali alle CONCENTRAZIONI medie annuali (a sinistra) presso una stazione rappresentativa dell'Agglomerato (stazione di Beinasco) e alle EMISSIONI comunali annuali (a destra) dell'Agglomerato di Torino

51 Cfr "Il sistema modellistico regionale"

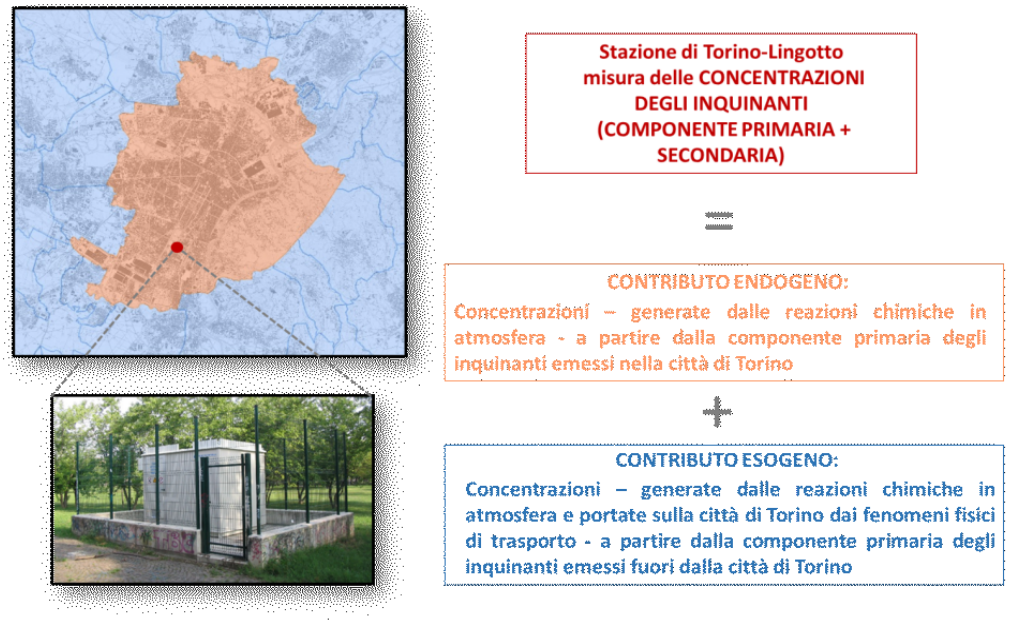


Figura 5.8.3.3: Rappresentazione schematica dei contributi alle CONCENTRAZIONI da parte delle sorgenti endogene (interne alla città d Torino) ed esogene (esterne alla città di Torino) misurate presso la stazione di Torino-Lingotto.

Nella Figura 5.8.3.3 è stata infine riprodotta la rappresentazione schematica di quanto sopra descritto, ovvero dei differenti contributi alle concentrazioni rilevate presso una delle stazioni torinesi appartenenti al Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria (stazione di Torino-Lingotto): **le concentrazioni misurate risultano la sommatoria del contributo endogeno** da parte delle sorgenti presenti nel territorio della città di Torino (componente primaria e componente secondaria, derivante dalle reazioni chimiche che avvengono in atmosfera a partire dalle emissioni dei precursori) **e del contributo esogeno** da parte delle sorgenti esterne alla città di Torino (componente primaria e componente secondaria, derivante non solo dalle reazioni chimiche che avvengono in atmosfera a partire dalle emissioni dei precursori, ma anche dai fenomeni di trasporto e diffusione).

Le misure di riduzione delle emissioni volte al miglioramento della qualità dell'aria, per risultare efficaci, devono quindi essere ponderate valutando congiuntamente le diverse informazioni ed essere necessariamente concertate tra i soggetti coinvolti alle diverse scale territoriali.

Gli scenari emissivi tendenziali

Per quanto riguarda le analisi di scenario, per la descrizione dello stato "attuale" di qualità dell'aria (scenario base) è stato utilizzato l'input emissivo che fa riferimento all'anno 2010 (IREA 2010B).

Per la realizzazione dello scenario futuro o tendenziale si è proceduto con:

» modifiche quantitative delle emissioni rispetto allo scenario emissivo base o di riferimento, ovvero proiezione dell'input emissivo all'anno 2030 sulla base dei trend evolutivi ottenuti dal modello GAINS (differenziati per ogni singola regione sulla base delle misure di Piano già in atto al 2014);
» realizzazione delle simulazioni modellistiche relative a tali scenari - mantenendo invariate le configurazioni meteorologiche e dispersive - in modo da ricostruire lo stato di qualità dell'aria associato a ciascuno scenario;
» produzione di mappe a scala regionale raffiguranti sia i valori di concentrazione degli inquinanti nei diversi scenari, sia le variazioni rispetto al caso di riferimento (in termini assoluti oppure in termini di indicatori di qualità dell'aria previsti dalla normativa).

6.1 Lo scenario emissivo 2030

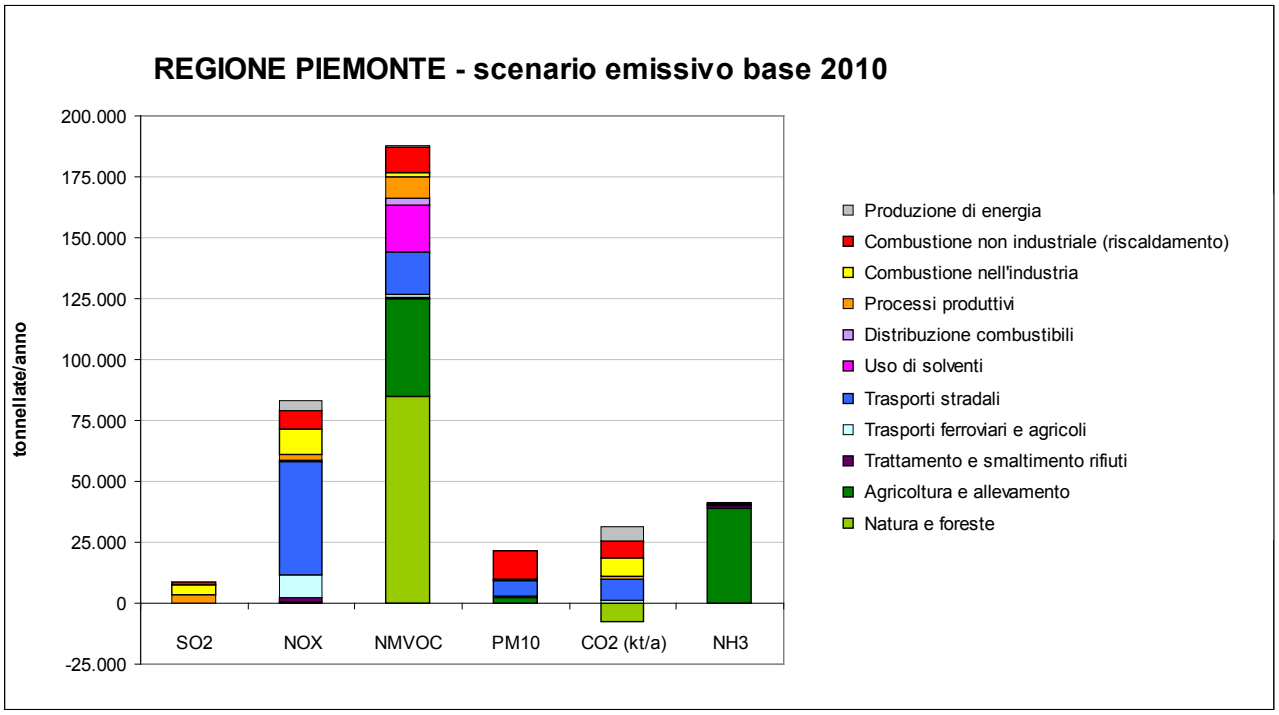
Lo scenario emissivo 2030, come sopra accennato, è stato predisposto applicando allo scenario emissivo base (riferito all'anno 2015 a partire da IREA 2010B) dei trend evolutivi distinti per ciascun inquinante e per ciascun comparto emissivo. Solo nel caso del macrosettore Combustione non industriale (Riscaldamento) si è deciso di non applicare l'incremento di utilizzo della biomassa legnosa previsto dallo scenario SEN 2014 di GAINS a partire dal 2020, ritenendo che tale fenomeno si sia verificato anticipatamente in Piemonte, come confermato dal confronto tra i valori emissivi previsti al 2030 dallo scenario GAINS e quelli dello scenario base 2015. I trend emissivi sono stati applicati a tutte le tipologie di sorgente: sorgenti diffuse, lineari e puntuali.

Nel seguito il quadro emissivo risultante per lo scenario futuro 2030 - applicando i trend regionali ricavati dallo scenario SEN 2014 di GAINS - è confrontato con lo scenario emissivo riferito all'anno base (IREA 2010B).

Per quanto riguarda il particolato primario PM_{10}, il bilancio tra aumenti e riduzioni porta globalmente ad una riduzione complessiva delle emissioni al 2030; in particolare si nota una riduzione delle emissioni legate ai trasporti stradali, principalmente legata all'evoluzione tecnologica dei veicoli. Anche le emissioni di NOx risultano in forte calo dal 2010 al 2030, soprattutto grazie al miglioramento dal punto di vista emissivo del comparto trasporti. Anche per l'anidride carbonica (CO_2, espressa in kt/a, a differenza degli altri inquinanti espressi in t/a) si osserva una progressiva riduzione delle emissioni dal 2010 al 2030 legata principalmente al riscaldamento residenziale e ai processi industriali (Figura 6.1.1). L'evoluzione delle emissioni del particolato e degli ossidi di azoto è evidenziata nelle Figure 6.1.1 e 6.1.2.

Nella tabella di Figura 6.1.3 sono state riportate –per gli inquinanti ossidi di azoto e particolato primario- le sommatorie 2010 e 2030 per comparto emissivo, nonché le differenze tra lo scenario tendenziale e lo scenario base, sia in termini assoluti (differenza in tonnellate/anno) che relativi (differenza percentuale).

Una volta aggiornato l'input emissivo sulla base dello scenario tendenziale 2030, è stata realizzata la relativa simulazione modellistica –mantenendo invariate le configurazioni meteorologiche e dispersive– in modo da ricostruire lo stato di qualità dell'aria associato a tale scenario.



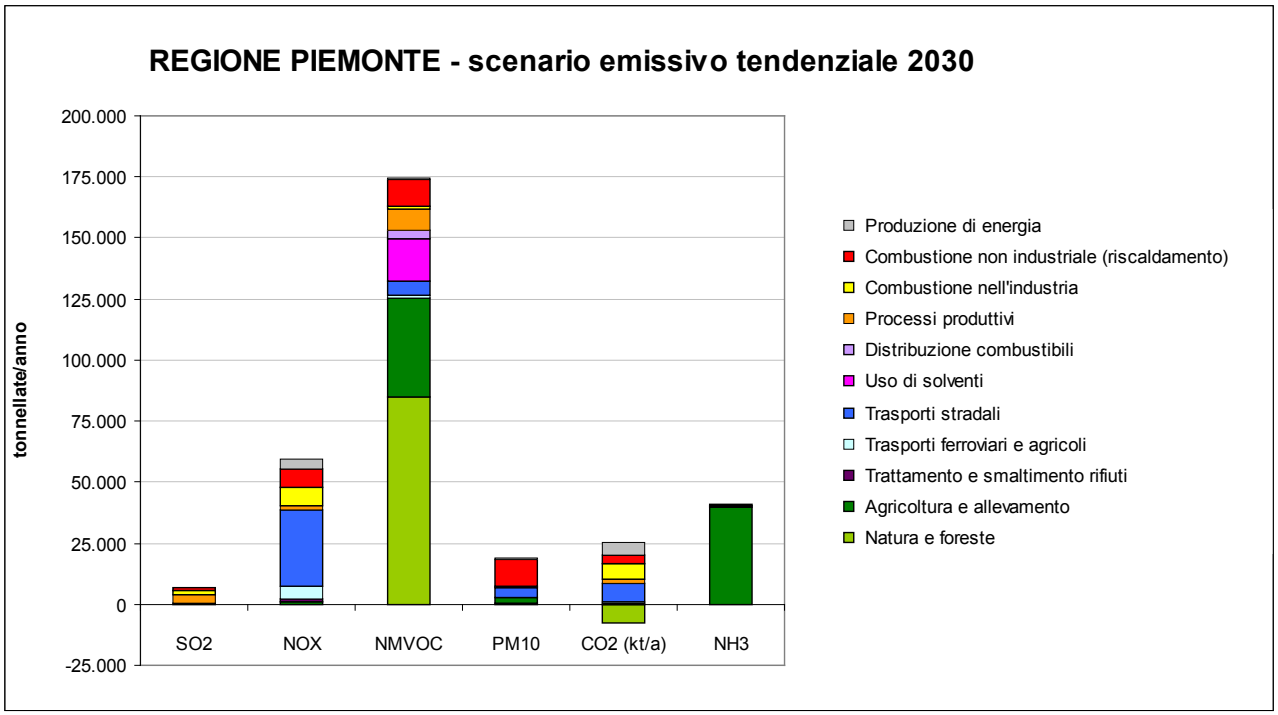


Figura 6.1.1 - Confronto tra i contributi ai vari inquinanti da parte dei diversi comparti emissivi nello scenario base (2010) e nello scenario tendenziale (2030)

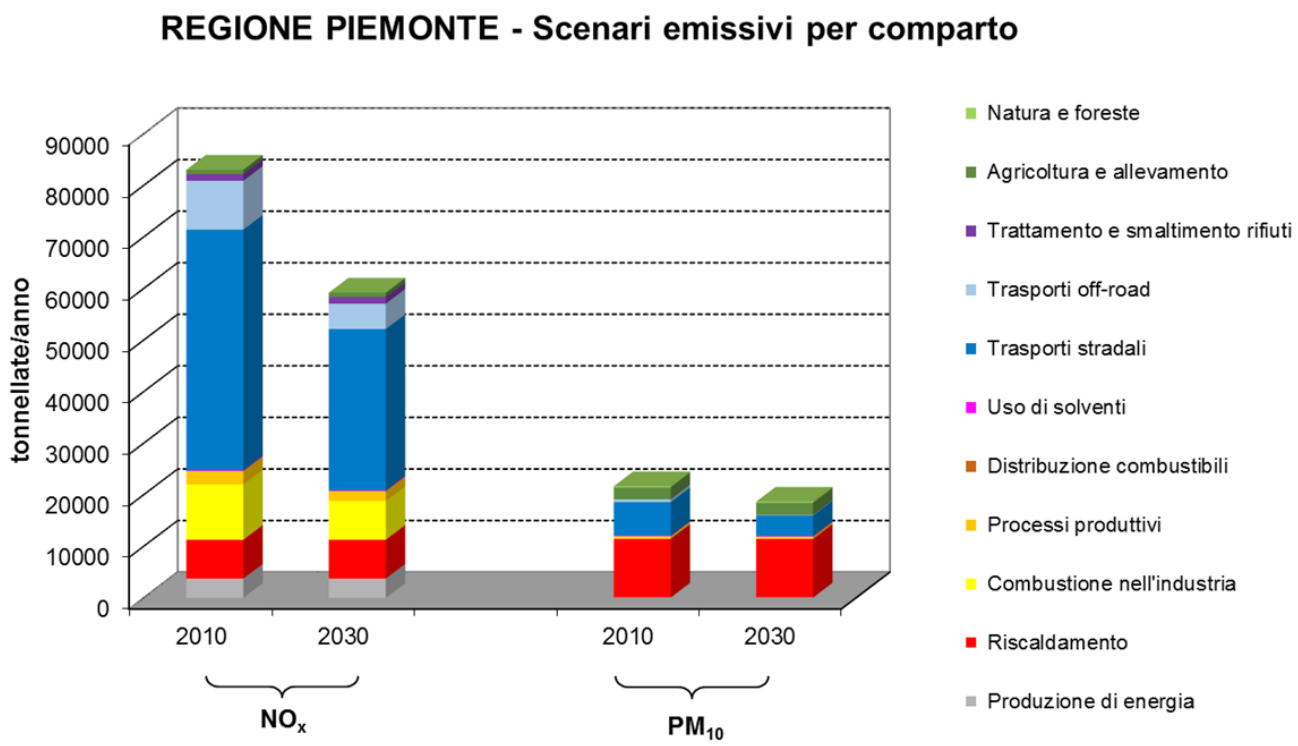


Figura 6.1.2 - Evoluzione dei diversi comparti emissivi tra scenario base (2010) e scenario tendenziale (2030)

	NO_X base 2010 base (t/a)	NO_X 2030 trend (t/a)	Differenza NO_X: 2030 trend - 2010 base (t/a)	Differenza NO_X%: 2030 trend - 2010 base %
Produzione di energia	3747	3747	0	0
riscaldamento	7535	7535	0	0
Combustione nell'industria	10741	7518	-3223	-30
Processi produttivi	2571	1903	-669	-26
Distribuzione combustibili	0	0	0	0
Uso di solventi	172	172	0	0
Trasporti stradali	46659	31262	-15398	-33
Trasporti off-road	9479	4929	-4550	-48
Trattamento e smaltimento rifiuti	1286	1286	0	0
Agricoltura e allevamento	840	840	0	0
Natura e foreste	16	16	0	0
	83047	59209	-23838	-29

	PM_{10} base 2010 base (t/a)	PM_{10} 2030 trend (t/a)	Differenza PM_{10} : 2030 trend - 2010 base (t/a)	Differenza PM_{10} %: 2030 trend - 2010 base %
Produzione di energia	90	90	0	0
riscaldamento	11399	11399	0	0
Combustione nell'industria	265	188	-77	-29
Processi produttivi	194	208	14	7
Distribuzione combustibili	0	0	0	0
Uso di solventi	126	126	0	0
Trasporti stradali	6515	3974	-2541	-39
Trasporti off-road	510	107	-403	-79
Trattamento e smaltimento rifiuti	15	15	1	4
Agricoltura e allevamento	2313	2329	16	1
Natura e foreste	226	226	0	0
	21654	18663	-2991	-14

Figura 6.1.3 - Confronto tra le emissioni di ossidi di azoto (NO_x) e di particolato primario PM_{10} nello scenario base (2010) e nello scenario tendenziale (2030)

6.2 Lo scenario di qualità dell'aria 2030

Come già detto, le simulazioni modellistiche relative all'anno 2030 sono state realizzate modificando l'input emissivo (scenario emissivo 2030), ma mantenendo invariate le configurazioni meteorologiche e dispersive. Gli output modellistici – matrici di concentrazioni orarie relative ad ogni cella del dominio di simulazione - sono stati elaborati in modo da produrre mappe a scala regionale rappresentanti:

- le variazioni in termini percentuali delle concentrazioni medie degli inquinanti rispetto allo scenario base;
- la situazione della qualità dell'aria al 2030 rispetto ai valori limite previsti dalla normativa, attraverso i principali indicatori di breve e lungo periodo.

Nella presente relazione sono state riportate le mappe relative agli inquinanti per i quali non solo sussistono criticità al 2015, ma possono essere pianificate misure di riduzione delle emissioni: particolato PM_{10} (Figura 6.2.1 e Figura 6.2.2) per la media annua e il numero di superamenti della soglia di valutazione superiore), particolato $PM_{2,5}$ (Figura 6.2.3) e biossido di azoto (Figura 6.2.4).

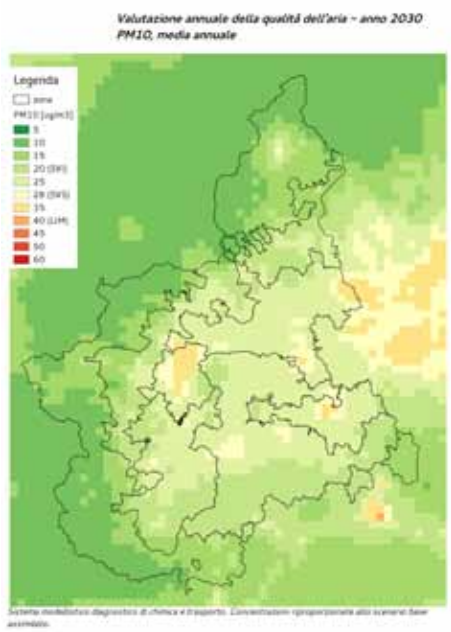


Figura 6.2.1 - Scenario di qualità dell'aria 2030 - PM_{10}: concentrazioni medie annue

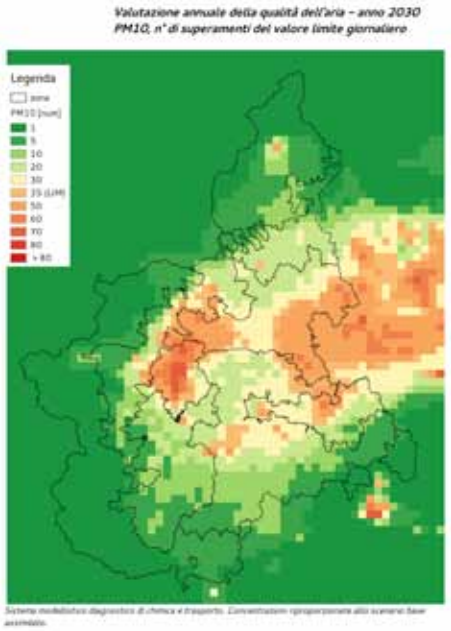


Figura 6.2.2 - Scenario di qualità dell'aria 2030 - PM_{10}: numero di superamenti della soglia di valutazione superiore del valore limite giornaliero

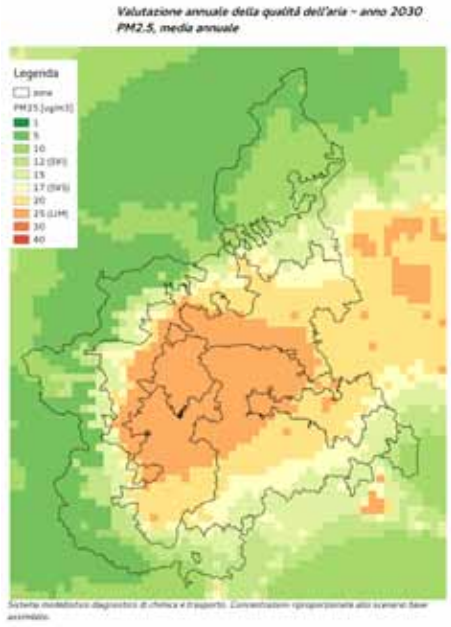


Figura 6.2.3 - Scenario di qualità dell'aria 2030 – $PM_{2,5}$: concentrazioni medie annue

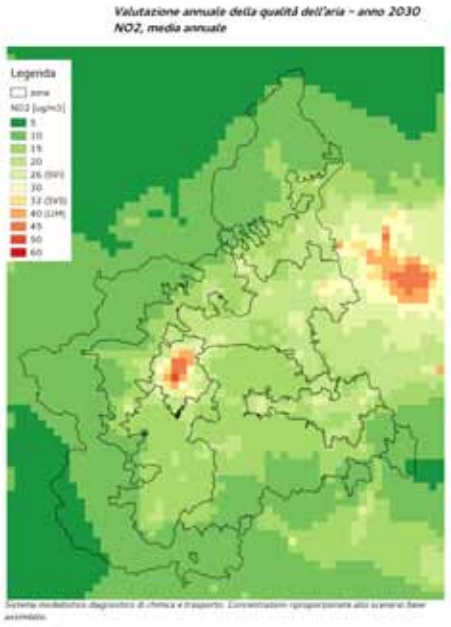


Figura 6.2.4 - Scenario di qualità dell'aria 2030 - NO_2: concentrazioni medie annue

Come risulta evidente dalle mappe, al 2030 si prevede una consistente e diffusa riduzione delle concentrazioni di biossido di azoto, mentre, per quanto riguarda il particolato, si osserva una riduzione delle concentrazioni in particolare nell'Agglomerato di Torino e in altre aree urbane, legato alla prevista riduzione delle emissioni da traffico per le innovazioni tecnologiche ed il miglioramento dei carburanti.

Al fine di evidenziare il confronto tra lo scenario tendenziale al 2030 e lo scenario base 2015, in Figura 6.2.5 sono riportate le mappe che descrivono la variazione percentuale delle concentrazioni medie annuali.

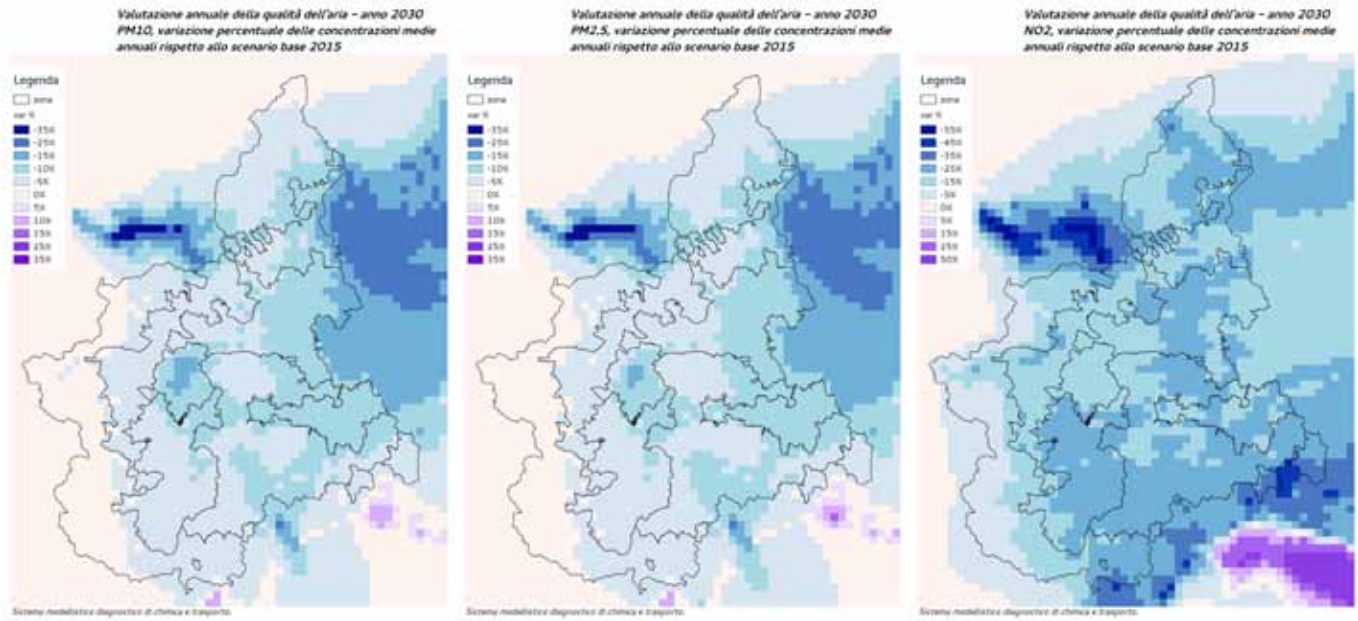


Figura 6.2.5 - Variazione percentuale delle concentrazioni medie annue di particolato PM_{10}, particolato $PM_{2,5}$ e biossido di azoto all'anno 2030 rispetto allo scenario base 2015

6.3 La permanenza delle aree di superamento al 2030

La valutazione della permanenza all'anno 2030 delle aree di superamento su base comunale, rispetto ai limiti previsti dalla normativa vigente, fornisce ai decisori elementi utili ai fini di indirizzare le politiche di risanamento della qualità dell'aria. In questo paragrafo vengono descritte le aree che, applicando lo scenario futuro o tendenziale, si prevede presentino criticità negli anni futuri e, pertanto, debbano essere oggetto di ulteriori provvedimenti finalizzati alla loro riconduzione a livelli di inquinamento inferiori ai valori limite. Fra gli inquinanti, verranno descritti unicamente quelli maggiormente critici a livello regionale e sui quali sono ipotizzabili misure di risanamento che agiscano sui componenti primari, ossia particolato PM_{10} e $PM_{2,5}$ e biossido di azoto.

► Particolato PM_{10}

Per il particolato PM_{10}, la distribuzione delle concentrazioni medie annue e del numero di superamenti del valore limite giornaliero attribuiti ai comuni prevede al 2030 una riduzione su tutto il territorio piemontese, in particolare per l'Agglomerato di Torino, come si può osservare nelle mappe riportate in Figura 6.3.1 e Figura 6.3.2. Per quanto riguarda il superamento del valore limite giornaliero, permangono aree di pianura con numero di superamenti intorno al limite, oltre ad aree di maggiore criticità probabilmente legate all'utilizzo della biomassa legnosa per il riscaldamento domestico.

► Particolato $PM_{2,5}$

La situazione descritta per il particolato PM_{10} si ripresenta nel caso della frazione inferiore, ossia il $PM_{2,5}$; le mappe descrittive della concentrazione media annua su base comunale per il 2030 (Figura 6.3.3) mostrano una generale riduzione delle aree interessate dal superamento al 2030, anche se non risolutiva per quanto riguarda il rispetto dei valori limite.

► Biossido di azoto

Per questo inquinante l'evoluzione al 2030 non prevede situazioni di criticità, come si può osservare nella mappa relativa alle concentrazioni medie annue su base comunale (Figura 6.3.4). Nel 2030 il valore medio annuo non sarà superato e le concentrazioni rimarranno nell'Agglomerato di Torino fra la soglia di valutazione superiore e il valore limite, mentre nella Zona di Pianura le concentrazioni saranno per lo più al di sotto della soglia di valutazione inferiore. Per quanto riguarda il numero di superamenti del valore limite orario, al 2030 non si avranno superamenti della soglia di valutazione inferiore su tutto il Piemonte.

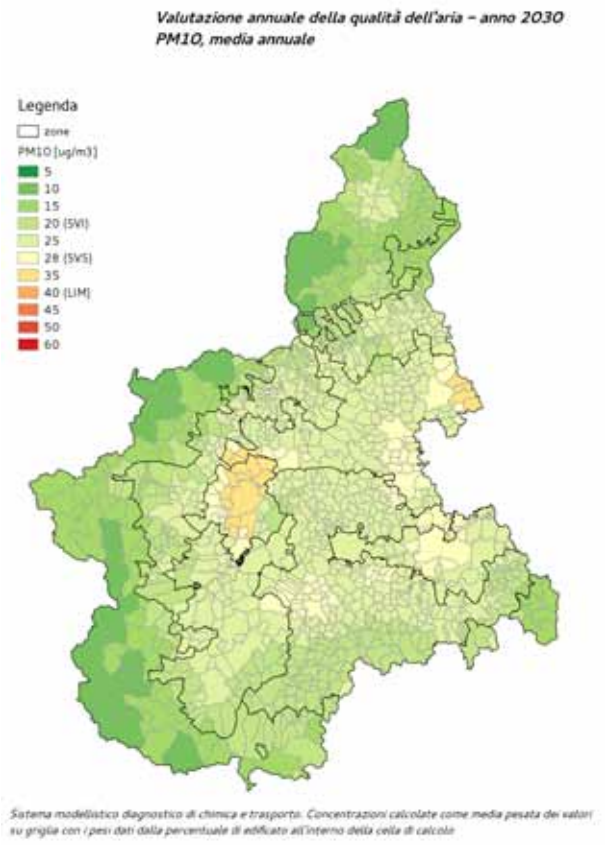


Figura 6.3.1 - Scenario di qualità dell'aria 2030 - PM_{10}: concentrazioni medie annue su base comunale

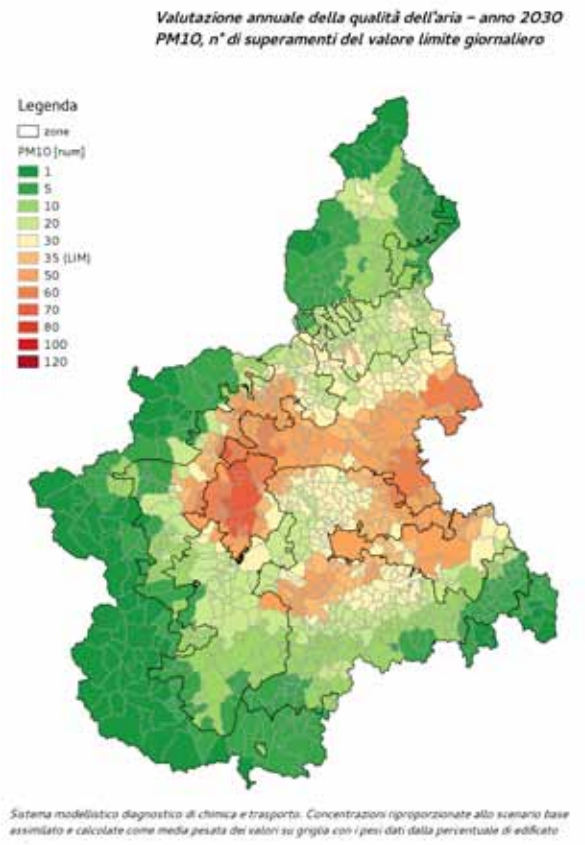


Figura 6.3.2 - Scenario di qualità dell'aria 2030 - PM_{10}: numero di superamenti del valore limite giornaliero su base comunale

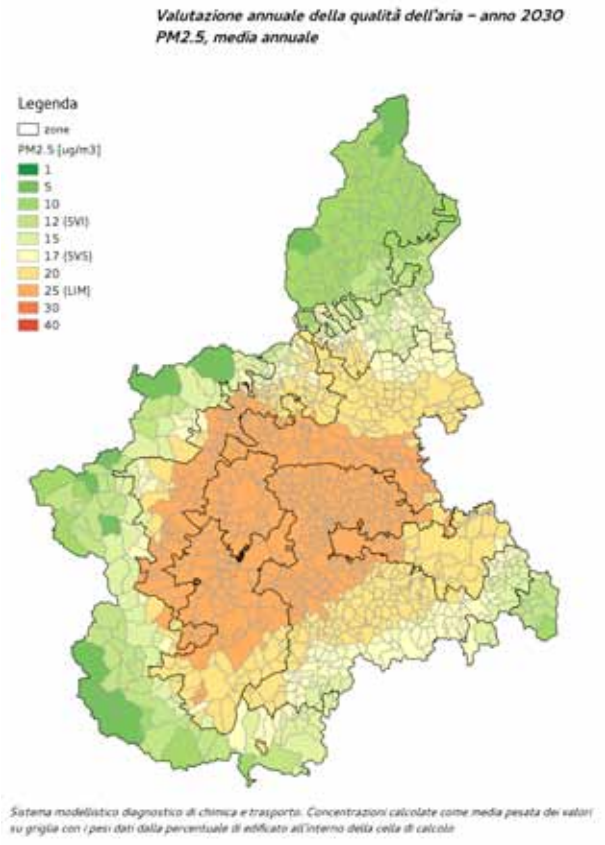


Figura 6.3.3 - Scenario di qualità dell'aria 2030 – $PM_{2,5}$: concentrazioni medie annue su base comunale

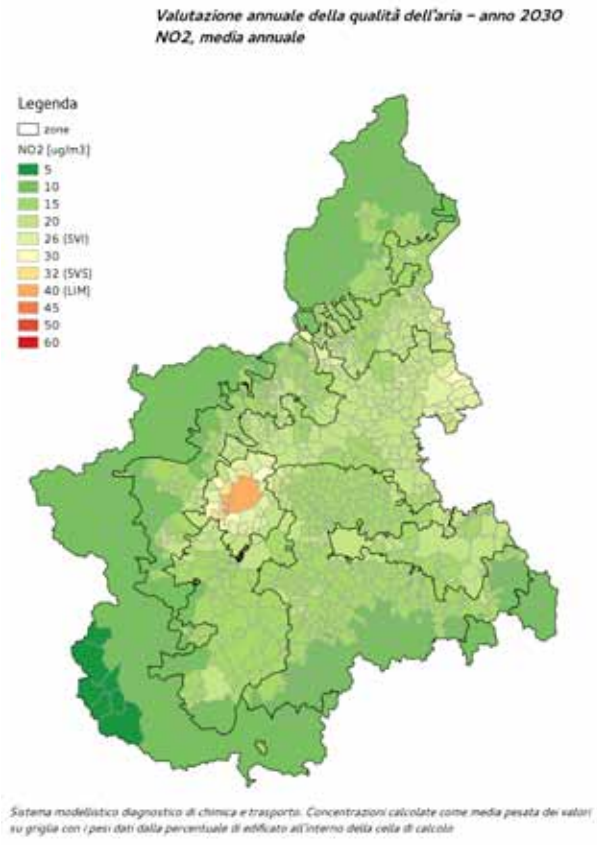


Figura 6.3.4 - Scenario di qualità dell'aria 2030 – biossido di azoto: concentrazioni medie annue su base comunale

7 Gli ambiti di intervento

Nel presente capitolo saranno individuati, gli obiettivi sia di sostenibilità che ambientali che il Piano di Qualità dell'Aria intende raggiungere nel più breve tempo possibile e le misure ed azioni che verranno messe in campo. Gli obiettivi ambientali discendono direttamente dalla normativa di settore attualmente in vigore, mentre le misure per il risanamento della qualità dell'aria, rappresentano la strategia che la Regione Piemonte ha assunto per raggiungere gli stessi. La conoscenza odierna dello stato di qualità dell'aria su tutto il territorio regionale permette di intervenire in maniera mirata su quelle che sono le fonti di inquinamento che determinano il superamento dei limiti, e di contribuire agli obiettivi di sostenibilità della Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile. Ne consegue che le misure di prossima attuazione in ambito regionale riguarderanno i settori Trasporti, Energia, Industria e Agricoltura –zootecnia. Sono inoltre individuate le misure sovraregionali, oggetto del Nuovo Accordo di Bacino Padano 2017, con cui sono state introdotte azioni vincolanti che porteranno a rivedere alcune norme nazionali, relative ai settori sopra citati.

7.1 Piano Regionale di Qualità dell'Aria: obiettivi di sostenibilità e obiettivi ambientali

7.1.1 Obiettivi di sostenibilità

Il nuovo PRQA trae ispirazione dai principali obiettivi di sostenibilità ambientale, derivanti dalle nuove strategie e politiche comunitarie, nazionali e regionali. Tutte le misure ed azioni previste all'interno del PRQA sono proposte mantenendo la massima coerenza con tali obiettivi di sostenibilità ambientale ed hanno come unico comune denominatore il miglioramento della qualità dell'aria ai fini della protezione della salute umana e della vegetazione.

Varie sono le fonti normative da cui trarre tali obiettivi di sostenibilità.

Partendo dalla normativa di settore, il primo strumento giuridico internazionale vincolante volto ad affrontare i problemi correlati all'inquinamento atmosferico su un'ampia base regionale è la Convenzione sull'inquinamento transfrontaliero a lunga distanza della Commissione Economica delle Nazioni Unite per l'Europa (CLRTAP; del 1979).

Nel 1999 venne adottata la prima versione del Protocollo di Göteborg per ridurre l'acidificazione, l'eutrofizzazione e l'ozono troposferico, fissando tetti massimali di emissione in atmosfera di alcuni tra gli inquinanti prioritari.

Nel 2001 la Direttiva sui limiti nazionali alle emissione in atmosfera (NEC, National Emission Ceiling; DIR 2001/81/EC) ha fissato tetti ancora più ambiziosi per le emissioni delle stesse sostanze inquinanti del Protocollo di Göteborg, trasponendo il protocollo all'interno del sistema legislativo europeo, per tutti gli stati membri dell'unione.

La politica europea nel 2005 aveva posto una strategia tematica finalizzata a ridurre (del 40% entro il 2020, rispetto ai dati del 2000) il numero di decessi collegati all'inquinamento atmosferico.

La strategia sull'inquinamento atmosferico è una delle sette strategie tematiche previste dal Sesto programma d'azione per l'ambiente, ed è la prima a essere formalmente adottata dalla Commissione Europea. Di conseguenza la

Commissione Europea ha messo in atto le misure necessarie a centrare tali obiettivi, adottando testi giuridicamente vincolanti. La Direttiva 2008/50/CE, relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, istituisce un quadro normativo unitario e vincolante in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria, allo scopo di ridurre l'inquinamento a livelli tali che limitino al minimo gli effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente.

La revisione della Direttiva Aria è stata appena avviata nel 2015, ma nel dicembre 2013 la Commissione Europea ha adottato un programma "Aria pulita" per l'Europa COM(2013) 918 che comprende una proposta di nuova Direttiva NEC, una proposta di nuova direttiva MCP (emissioni di inquinanti originati da impianti di combustione medi), una proposta al consiglio d'Europa per l'accettazione della modifica al protocollo del 1999 della convenzione sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a grande distanza (CLRTAP), del 1979, per la riduzione dell'acidificazione, dell'eutrofizzazione e dell'ozono troposferico (Göteborg).

Una delle recenti fonti ispiratrici delle politiche ambientali è il 7° programma generale di azione dell'Unione in materia di ambiente, adottato dal Parlamento europeo e dal Consiglio dell'Unione europea a novembre 2013, che sarà in vigore fino al 2020. Con l'adozione di tale programma gli Stati membri, incluso il nostro paese, si sono prefissati di intensificare i propri sforzi tesi a proteggere il nostro capitale naturale, stimolare la crescita e l'innovazione a basse emissioni di carbonio e ad essere efficienti nell'uso delle risorse e a salvaguardare la salute e il benessere della popolazione, nel rispetto dei limiti naturali della Terra.

D'altro canto, già al primo comma dell'art.191, il Trattato sul Funzionamento dell'Unione Europea (TFUE) stabilisce per tutte le politiche ambientali i seguenti obiettivi: la tutela e miglioramento della qualità dell'ambiente, la protezione della salute umana, l'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali nonché la promozione di misure destinate a risolvere i problemi ambientali.

A scala nazionale in Italia la normativa del settore ha subito una radicale riformulazione con il d.lgs. n. 152/2006. In generale gli obiettivi sono quelli di raggiungere livelli di qualità dell'aria che non comportino rischi o impatti negativi significativi per la salute umana e per l'ambiente.

Entro il 2020 è necessario adeguare la normativa in vigore per concentrare l'azione sugli inquinanti più pericolosi e per coinvolgere maggiormente i settori e le politiche che possono incidere sull'inquinamento atmosferico. Il d.lgs. 155/10 prevede che le Regioni adottino Piani sulla qualità dell'aria per agire sulle principali sorgenti di emissione.

Oggi le politiche per ridurre l'inquinamento atmosferico sono al centro delle strategie di sviluppo sostenibile e con molti altri obiettivi ambientali, come quelli sulla lotta al cambiamento climatico, sulla razionalizzazione dei sistemi energetici o sull'ottimizzazione dei controlli dell'inquinamento.

Tutto questo trova sintesi metodologica e culturale nella Strategia per lo Sviluppo Sostenibile approvata, ai sensi della l.221/2015, nel dicembre 2017 dal Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica (CIPE) che declina i 17 obiettivi strategici del Millennio dell'Agenda 2030 ONU per lo sviluppo sostenibile, nella realtà italiana. Tale documento propone in modo sintetico una visione per un nuovo modello economico circolare, a basse emissioni di CO_2, resiliente ai cambiamenti climatici e agli altri cambiamenti globali causa di crisi locali, con l'obiettivo di migliorare le condizioni di benessere del nostro Paese.

La qualità dell'aria rappresenta uno dei tanti temi su cui tale Strategia porta la sua attenzione ritenendolo variabile significativa su cui lavorare per migliorare il benessere delle nostre città e dei nostri territori.

Ne è prova ulteriore il fatto che tra gli indicatori BES (Benessere Equo e Sostenibile) proposti da ISTAT per valutare l'impatto delle politiche pubbliche sulle dimensioni monetarie e non monetarie del benessere, sia ricompreso un indicatore specifico dedicato alla Qualità dell'Aria nelle città.

In questo percorso strategico comune, la Regione Piemonte, attraverso il Piano di Qualità dell'Aria (PRQA), è chiamata a mettere in campo quegli strumenti di programmazione e pianificazione tesi al raggiungimento degli obiettivi fissati dall'ONU, dall'Unione Europea e dall'Italia, sia nell'ambito della riduzione dell'inquinamento atmosferico e sia in altri ambiti quali energia, mobilità, agricoltura etc..

Nella Figura 7.1.1.1 si riportano gli obiettivi individuati in linea con il carattere trasversale della pianificazione in materia di qualità dell'aria.

OBIETTIVI DI SOSTENIBILITA' GENERALI	OBIETTIVI DI SOSTENIBILITA' AMBIENTALE SPECIFICI	SNSvS - Obiettivi del Millennio
STRATEGIA UE INQUINAMENTO ATMOSFERICO		
Raggiungere livelli di qualità dell'aria che non comportino rischi o impatti negativi significativi per la salute umana e per l'ambiente	Limitare esposizione umana a vari inquinanti atmosferici.	Area Persone Obiettivo 3 - Una vita sana Area Pianeta Obiettivo 11 - Città sostenibili
	Integrazione delle politiche di riduzione dell'inquinamento atmosferico con le politiche agricole, energetiche e dei trasporti.	
	Ridurre emissioni di gas inquinanti	
	Ridurre eccessi di deposizioni acida su aree forestali e superfici d'acqua dolce	
	Ridurre zone ed ecosistemi esposti a fenomeni eutrofici	
	Limitare immissioni in aria per IPA (BaP) e Metalli (As, Cd, Hg, Ni).	
CAMBIAMENTI CLIMATICI		
Contenimento del riscaldamento globale prodotto dal cambiamento climatico, attraverso la stabilizzazione di gas serra	Ridurre le emissioni di gas serra in particolare nei settori edilizia, trasporti e agricoltura	Area Pianeta/Area Prosperità Obiettivo 11 - Città sostenibili Obiettivo 13 - Arrestare il Cambiamento Climatico Obiettivo 15 - Tutela della biodiversità
	Incrementare la capacità dei suoli agricoli di preservare e catturare il carbonio e potenziare le risorse forestali	
Energia	Promuovere la riduzione dei consumi energetici, la riduzione delle emissioni di gas climalteranti e l'incremento di produzione di energia da fonti rinnovabili	Area Prosperità Obiettivo 7 –Energia pulita e sostenibile Obiettivo 9 –Innovazione e Infrastrutture Obiettivo 12 –Consumi sostenibili
Mobilità e Trasporti	Tendere alla libera circolazione delle merci e delle persone, superando l'esistente frammentazione delle infrastrutture tra i diversi modi di trasporto, e promuovere la mobilità ed il trasporto sostenibili.	Area Persone Obiettivo 3 –Una vita sana Area Pianeta/Area Prosperità Obiettivo 9 –Innovazione e Infrastrutture Obiettivo 11 –Città sostenibili
Agricoltura	Promuovere la crescita del settore agricolo e dell'economia rurale nel rispetto dell'ambiente	Area Pianeta Obiettivo 13 -Arrestare il Cambiamento Climatico Obiettivo 15 –Tutela della biodiversità
Consumo di risorse e produzione di rifiuti	Riduzione della produzione e della pericolosità dei rifiuti, minimizzare l'impatto sull'ambiente derivante dalla gestione dei rifiuti attraverso il rispetto della gerarchia comunitaria (privilegiare il recupero di materia al recupero di energia e minimizzare lo smaltimento in discarica)	Area Prosperità Obiettivo 8 –Lavoro e crescita economica Obiettivo 9 –Innovazione e infrastrutture Obiettivo 12 –Consumi sostenibili

Figura 7.1.1.1 - Tabella Obiettivi di sostenibilità

7.1.2 Obiettivi ambientali specifici del PRQA

La proposta di PRQA nasce dall'esigenza di attuare i contenuti previsti dal d.lgs. n. 155/2010, recepimento della direttiva 2008/50. Gli obiettivi ambientali generali del PRQA possono essere riassunti nei seguenti due punti:

- rientrare nei valori limite nel più breve tempo possibile, anche in sinergia con le misure nazionali, per gli inquinanti che ad oggi superano i valori limite su tutto il territorio regionale o in alcune zone/agglomerati (particolato atmosferico PM_{10} e $PM_{2,5}$, biossido di azoto (NO_2), ozono troposferico (O_3), idrocarburi policiclici aromatici come benzo[a]pirene);
- preservare la qualità dell'aria nelle zone e nell'agglomerato in cui i livelli degli inquinanti siano stabilmente al di sotto di tali valori limite, mantenendo e/o riducendo ulteriormente le concentrazioni degli inquinanti (questo vale

su tutto il territorio regionale per biossido di zolfo (SO_2), monossido di carbonio (CO), benzene, piombo, arsenico, cadmio e nichel nella frazione PM_{10} e $PM_{2,5}$ del particolato). Lo stato di qualità dell'aria delineato nel presente PRQA mette in evidenza una forte compromissione di aree ad elevata antropizzazione. Si rilevano inoltre aree di superamento anche in ambiti territoriali non estremamente antropizzati.

Tale situazione mette in luce la necessità di predisporre un PRQA che possa agire in particolare sulle aree urbanizzate senza perdere di vista le criticità evidenziate nelle zone di pianura e collina per quanto concerne i superamenti.

La conoscenza odierna dello stato di qualità dell'aria su tutto il territorio regionale permette di intervenire in maniera mirata su quelle che sono le fonti di inquinamento che determinano il superamento dei limiti. A tal fine è possibile individuare sia geograficamente che temporalmente le fonti di pressioni che maggiormente concorrono al superamento dei limiti di legge per singolo inquinante.

Di seguito sono delineati gli obiettivi generali e specifici del PRQA e i settori sui quali si cercherà di incidere per ambiti settoriali.

OBIETTIVI GENERALI DEL PRQA	OBIETTIVI SPECIFICI DEL PRQA	SETTORI
Rientrare nei valori limite nel più breve tempo possibile in riferimento agli inquinanti che ad oggi superano i valori limite su tutto il territorio regionale o in alcune zone/agglomerati	Riduzione delle emissioni primarie di PM_{10}	- Trasporti; - Combustione non industriale - Combustione industriale - Agricoltura
	Riduzione delle emissioni primarie di $PM_{2.5}$	- Trasporti - Combustione non industriale - Combustione industriale - Agricoltura
	Riduzione delle emissioni secondarie di PM_{10}	- Trasporti; - Combustione non industriale; - Combustione industriale; - Agricoltura
	Riduzione delle emissioni secondarie di $PM_{2.5}$	- Trasporti; - Combustione non industriale; - Combustione industriale
	Riduzione delle emissioni primarie di NO_2	- Trasporti; - Combustione non industriale; - Combustione industriale; - Agricoltura
	Riduzione delle emissioni di inquinanti che concorrono alla formazione di O_3 (NO_2, COV)	- Trasporti; - Combustione non industriale; - Combustione industriale
	Riduzione delle emissioni di inquinanti di benzene, IPA (BaP) e metalli (piombo, arsenico, cadmio e nichel).	- Trasporti; - Combustione non industriale; - Combustione industriale; - Agricoltura
Preservare la qualità dell'aria nelle zone e nell'agglomerato in cui i livelli degli inquinanti siano stabilmente al di sotto di tali valori limite, mantenendo e/o riducendo ulteriormente le concentrazioni degli inquinanti	Stabilizzazione/mantenimento delle emissioni relative a tutti gli inquinanti (PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2, O_3, SO_2, CO, benzene, piombo, arsenico, cadmio e nichel, IPA, BAP	Tutti i settori

Figura 7.1.2.1 - Obiettivi Specifici

7.2 Gli interventi sul comparto trasporti

Migliorare la qualità dell'aria in questo settore significa guidare la transizione della nostra regione verso un sistema di trasporti meno inquinante nel contesto di un'economia a basso tenore di carbonio; per questo sono necessarie non solo nuove soluzioni tecnologiche ma anche nuove politiche finalizzate a stimolare un cambiamento negli stili di mobilità. Mentre il mezzo privato continua ad essere la modalità di spostamento prevalente nel nostro paese, occorre, invece, reindirizzarsi verso la multimodalità, inserire le esternalità nel prezzo finale al consumatore e pianificare misure per aumentare l'utilizzo di mezzi di trasporto più sostenibili. Fin da subito è possibile intervenire adottando un approccio diffuso a livello mondiale, la cosiddetta strategia ASI, ovvero ridurre il più possibile le necessità di spostamento e i chilometri percorsi [AVOID], spostare quote di mobilità verso modalità più sostenibili [SHIFT], migliorare l'efficienza di veicoli e infrastrutture [IMPROVE]. Condividere una strategia che consenta di coordinare le azioni messe in campo verso il raggiungimento di un obiettivo comune.

7.2.1 Misure finalizzate finalizzate a ridurre la necessità di spostamento motorizzato e i chilometri percorsi [AVOID]

Per ridurre le necessità di spostamento e i km percorsi si prevedono le seguenti misure:

- Promozione del telelavoro e dello smart working e dematerializzazione dei rapporti tra cittadino e Pubblica Amministrazione (TR.01)
- Logistica in ambito urbano (TR.02)
- Mobility Management (TR.03).

Il telelavoro e lo smart working riducono gli spostamenti dei lavoratori verso e dal luogo di lavoro nelle ore di punta, determinando effetto positivo sulla qualità dell'aria e sulla congestione del traffico, come confermato da studi effettuati da compagnie straniere ed italiane che hanno già promosso tale modalità di lavoro.

Le misura di incentivazione del telelavoro e dello smart working prevedono al 2030 una riduzione di circa 1568 t di NOx e 444 t di PM_{10}.

Analoghi benefici sotto attesi, in termini generali, dal processo di **dematerializzazione dei rapporti tra il cittadino e la Pubblica Amministrazione**; ad esempio è possibile attendersi una riduzione degli spostamenti derivante dal processo di digitalizzazione dei servizi sanitari che la Regione ha avviato.

Il tema della logistica urbana è un tema significativo in quanto la distribuzione cittadina delle merci è caratterizzata da una limitata saturazione dei mezzi e dall'eccessiva distanza percorsa nelle città. Con logistica "dell'ultimo miglio" si intende la consegna della merce al consumatore finale, mentre con logistica del "penultimo miglio" si intende il trasporto della merce ai punti vendita che poi la consegneranno al consumatore finale. Considerando che nelle città ove è presente un'area a traffico limitato circa il 30% degli accessi è riconducibile a furgoni commerciali, risulta evidente che una riorganizzazione e ottimizzazione del sistema della logistica urbana potrebbe portare ad un significativo miglioramento della qualità dell'aria sia per la minor congestione sia per la diminuzione di chilometri percorsi. A questo proposito si propone di realizzare piattaforme e centri di distribuzione dove far arrivare le merci multimarca e organizzare "l'ultimo miglio" dello smistamento con mezzi puliti, meglio ancora se elettrici, e tendenzialmente pieni, per evitare gli sprechi, avendo anche cura di razionalizzare il percorso. Occorre inoltre intervenire per far percorrere meno chilometri ai veicoli, rendendo più efficienti i percorsi mediante l'utilizzo di ITS o riducendo ad esempio i ritorni a vuoto mediante il posizionamento di contenitori modulari self service che consentono al cittadino di ritirare la merce quando meglio crede evitando di dover aspettare il corriere in negozio o a casa se si è effettuato un acquisto via e-commerce.

L'attività del **mobility management** ha il compito di indirizzare ed educare verso stili di vita più consoni alla sostenibilità, comunicando le buone pratiche e proponendo soluzioni convenienti in termini di risparmio energetico, economico e di tempo. Obiettivi principali sono il ridurre l'uso delle auto private, aumentare l'uso del trasporto

collettivo e delle modalità di trasporto sostenibile, ridurre i livelli di inquinamento atmosferico nonché introdurre servizi innovativi per la mobilità. L'attività del Mobility Management regionale è rivolta al coordinamento sia dei dipendenti della Regione Piemonte, sia delle aziende piemontesi con più di 300 addetti e dotate di Mobility Manager.

7.2.2 Misure finalizzate a trasferire quote di mobilità verso modalità più sostenibili [SHIFT]

Un importante contributo al miglioramento della qualità dell'aria e alla riduzione delle pressioni ambientali dovute ai trasporti proviene da un trasferimento modale dal mezzo privato verso un maggiore utilizzo di quello pubblico e di spostamenti a piedi o in bicicletta a cui occorre garantire qualità e servizi connessi. Per questo occorre mettere in campo misure di incentivo e disincentivo per aumentare l'interesse per i mezzi alternativi e scoraggiare l'uso del mezzo privato, ma anche gestire, in una prospettiva di più lungo termine, la domanda e l'offerta di trasporti indirizzandosi verso il paradigma della mobilità come servizio, fondato sull'idea che i cittadini possano acquistare pacchetti di mobilità che consentano di usare qualunque mezzo possibile per raggiungere una determinata destinazione.

► Aumentare l'interesse per i mezzi alternativi

Per aumentare l'interesse per i mezzi di trasporto alternativi al veicolo privato si prevedono interventi a favore del trasporto pubblico, della mobilità ciclabile e dei pedoni.

- Potenziamento del Servizio Ferroviario Metropolitano (TR.04) e realizzazione delle linee di Metropolitana di Torino (TR05 e TR 06)
- Ticketing & fidelizzazione utenza (TR.07)
- Promozione della mobilità ciclistica (TR.08)
- Estensione delle ZTL e delle aree pedonali (TR.09)
- Redazione dei Piani Urbani della Mobilità Sostenibile (PUMS) (TR.10).

Il **Servizio Ferroviario Metropolitano - SFM** è il sistema di trasporto pubblico locale dell'Area Metropolitana di Torino. E' entrato in funzione nel 2011 ed attualmente è composto da 8 linee, gestite da Trenitalia e dal Gruppo Torinese Trasporti. La rete offre un collegamento fra i centri dell'area metropolitana di Torino e dintorni con la città di Torino e collegamenti con alcune aree delle province ad est e ad ovest del capoluogo, permettendo coincidenze tra i treni, la Metropolitana di Torino, la rete tranviaria cittadina e la rete di autobus urbana, suburbana ed extraurbana di Torino, con le quali è integrata, e con i servizi di mobilità condivisa (bike e car-sharing).

Confrontando i dati di utilizzo si nota come dal 2011 ad oggi i numeri dei passeggeri crescano di anno in anno, sia per l'aumento delle linee a disposizione che permettono di ampliare le aree di movimento utilizzando il mezzo pubblico

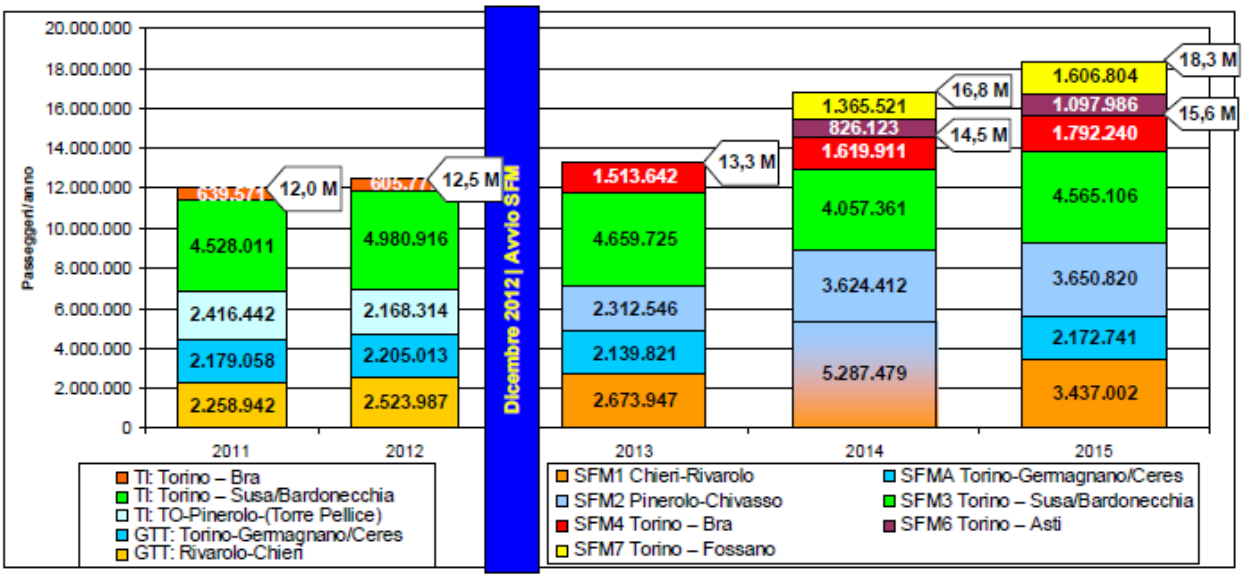


Figura 7.2.2.1: Dati di utilizzo Servizio Ferroviario Metropolitano.

in maniera efficiente, sia per la frequenza dei mezzi e della rapidità del servizio. Il potenziamento del SFM prevede la realizzazione della SFM5 Orbassano – Torino Stura e della linea Torino–Ceres (SFM2), il completamento della Linea 1 della Metropolitana e la realizzazione della Linea 2.

L'intervento di potenziamento della SFM2 consentirà di riqualificare l'assetto del nodo corso Potenza–corso Grosseto e di realizzare un collegamento metropolitano con frequenza di 30 minuti ed eventuali collegamenti specifici con poli regionali di rilievo, nonché il collegamento dell'Aeroporto di Caselle con il sistema di trasporto ferroviario.

Il completamento della Linea 1 della Metropolitana di Torino prevede un prolungamento a ovest per 3,7 km, sino a Cascine Vica ed uno sud per 1,9 km, sino a piazza Bengasi. La linea 2 della Metropolitana ha invece lo scopo di servire l'asse metropolitano nord-est / sud-ovest della città di Torino e avrà uno sviluppo di 14,8 km e prevede l'interscambio con la linea 1 (Stazione Porta Nuova).

Anche **l'aumento delle corsie preferenziali** per il trasporto pubblico, favorendo la velocità dei bus e la regolarità del servizio con tempi di percorrenza più certi, rappresenta una delle principali azioni operative che, se messe in campo, consente benefici misurabili in termini di efficienza del servizio e, quindi, di minore inquinamento, con costi contenuti.

Con il **ticketing** si intende promuovere la **fidelizzazione** dell'utenza del trasporto pubblico locale con lo scopo di incentivare la gran parte degli utilizzatori saltuari all'acquisto di abbonamenti di lungo periodo (annuali), disincentivando l'utilizzo della vettura privata durante i mesi di lavoro non continuativo attraverso azioni quali la modulazione del costo degli abbonamenti, la rateizzazione del pagamento degli abbonamenti annuali e l'associazione di alcuni servizi aggiuntivi quali la carta Piemonte Musei, bike sharing, car-sharing (gratis o a tariffa agevolata).

La prospettiva è quella di perseguire il nuovo concetto di mobility as a service (MAAS) nel quale, dando piena abilitazione dell'infrastruttura BIP per una gestione interoperabile e multimodale dei titoli di viaggio, sarà possibile consentire il passaggio ad un nuovo sistema tariffario regionale integrato con logiche di post – pagamento, best fare e pay per use (si pensi a tariffe a consumo "incentivante": più uso il sistema collettivo, meno pago a km di spostamento).

La misura di **promozione della mobilità ciclistica** comprende tutte le azioni necessarie a massimizzare l'utilizzo della bicicletta quale mezzo di trasporto per distanze brevi e spostamenti sistematici (es. casa-lavoro) e soprattutto quale mezzo ideale per l'intermobilità treno-bici e autobus-bici, che consistono essenzialmente in:

- realizzazione degli interventi necessari a mettere in sicurezza i percorsi urbani (es. eliminare la discontinuità e la disomogeneità di pavimentazione, eliminare la promiscuità tra percorsi ciclabili e veicolari);
- estensione delle piste ciclabili sulla base della definizione del fabbisogno regionale e relativa pianificazione;
- realizzazione di aree protette e attrezzate per la sosta di lunga durata (Bike Hub, Bike Station) soprattutto nelle stazioni ferroviarie e nei nodi di interscambio;
- potenziamento del bike sharing.

Da uno studio svolto dall'Agenzia della mobilità piemontese risulta che, riguardo alla mobilità ciclistica, gli spostamenti realizzati nel territorio piemontese, ad esclusione di Torino, nel 2013 sono stati oltre 359.462, con un aumento del 15,1%, rispetto al 2004, portando la quota di mercato della mobilità ciclabile dal 3.3% del 2004 al 4,4% del 2013, sulla quota complessiva di spostamenti giornalieri.Il BICI PLAN della Città di Torino, poi, prevede la realizzazione di 310 km di piste ciclabili - a fronte dei 175 km attualmente disponibili – e il raggiungimento nel 2020 di una percentuale di spostamenti giornalieri in bicicletta pari al 15%. Poiché, allo stato attuale, il totale degli spostamenti è pari 676.000, al 2020 la modalità ciclistica potrebbe contarne circa 101.400.

La limitazione della circolazione tramite ZTL ed aree pedonali potrebbe permettere, oltre che la riduzione dell'inquinamento, anche una riduzione della congestione e una riorganizzazione degli spazi urbani, se opportunamente coniugata con politiche pubbliche rivolte alla tutela e valorizzazione della qualità dell'ambiente urbano, inteso come miglioramento della vivibilità delle città, del benessere dei cittadini e turisti, della competitività delle imprese che operano nei centri abitatati.

Il **Piano Urbano per la Mobilità Sostenibile - PUMS** è un piano strategico che sviluppa una visione di sistema della mobilità urbana e si correla e coordina con i piani settoriali e urbanistici di scala comunale. I PUMS sviluppano un approccio di tipo integrato, in senso sia orizzontale (integrazione tra il settore dei trasporti e quelli della pianificazione territoriale, degli usi dei suoli, dell'ambiente, della sicurezza, dello sviluppo economico, ecc.), sia verticale (integrazione delle politiche di livello europeo, nazionale, regionale e locale), sia spaziale (integrazione fra le politiche di enti territoriali adiacenti). Il Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 4 agosto 2017 "Individuazione delle linee guida per i piani urbani di mobilita' sostenibile, ai sensi dell'articolo 3, comma 7, del decreto legislativo 16 dicembre 2016, n. 257", all'articolo 3 stabilisce che le citta' metropolitane, gli enti di area vasta, i comuni e le associazioni di comuni con popolazione superiore a 100.000 abitanti, entro 24 mesi dall'entrata in vigore - ovvero entro il 20 ottobre 2019 - predispongano ed adottino nuovi PUMS , secondo le linee guida individuate nel medesimo decreto.

► Disincentivare l'uso del mezzo privato

Gli spostamenti a piedi, in bicicletta e con i mezzi pubblici possono diventare alternative più interessanti se l'utilizzo dell'auto diventa più difficile o costoso. A tal fine si prevedono misure a breve termine per disincentivare le motorizzazioni diesel a favore di modalità di alimentazione meno inquinanti; a più lungo termine, invece, occorre pensare di stabilizzare misure parametrate sul reale utilizzo :

- Rimodulazione delle accise dei carburanti (TR.11)
- Rimodulazione della tassa automobilistica (veicoli diesel vs veicoli a migliori prestazioni ambientali) (TR.12)
- Limiti della circolazione in ambito urbano dei veicoli alimentati a gasolio (TR.13)
- Introduzione della Congestion Charge (TR.14)
- Low Emission Zone (TR.15)
- Gestione delle tariffe dei parcheggi (TR.16).

Spesso i veicoli con motorizzazione diesel vengono promossi in quanto più efficienti tra quelli dotati di motorizzazione endotermica - in termini di rapporto prestazioni/consumo e conseguentemente di minori emissioni di CO_2- tralasciando tuttavia di evidenziare come le emissioni di PM_{10} e di NOx che sono i precursori delle polveri sottili secondarie, siano notevolmente più elevate. Per tale motivo il rinnovo del parco veicolare regionale avvenuto nell'ultimo decennio, ha portato, come in tutta Europa, a una forte diffusione del gasolio, che è un combustibile non solo ambientalmente poco sostenibile, ma che presenta forti criticità anche per la salute umana, come evidenziato dalle più recenti pubblicazioni scientifiche redatte dalla Commissione Europea. Nello specifico nella Regione Piemonte negli ultimi anni le autovetture diesel rappresentano oltre l'80% delle nuove immatricolazioni e al 2014 il consumo di gasolio per autotrazione è diventato il doppio di quello a benzina.

Per disincentivare l'acquisto e l'utilizzo degli automezzi alimentati a gasolio e incentivare il rinnovo dei veicoli attualmente circolanti a favore di modalità di alimentazione a miglior prestazione ambientale, si prevede di agire presso Ministero dello Sviluppo Economico e il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare affinché prevedano la **rimodulazione graduale della tassazione tra benzina e gasolio** - aumentando progressivamente le accise sul gasolio e, contemporaneamente, diminuendo quelle sulla benzina, che attualmente sono superiori del 20% - e presso il Ministero dell'Economia e delle Finanze e il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare per la **modifica del bollo auto**, concedendo di aumentare la tassazione (bollo) sui mezzi diesel per una quota eccedente quella di competenza regionale (10%) e contemporaneamente, di ridurla per altre tipologie di alimentazione più ecologiche (combustibili alternativi ivi compreso l'elettrico).

Possibili benefici aggiuntivi possono derivare dalla realizzazione di un sistema premiale legato all'uso responsabile e sostenibile delle auto private, da declinare in relazione, ad esempio, al chilometraggio annuale, alla cilindrata, ad un uso prevalente al di fuori delle aree più congestionate e delle ore di punta, a modalità di guida a basso impatto ambientale.

La **limitazione della circolazione in ambito urbano per veicoli alimentati a gasolio** ha per obiettivo la riduzione degli spostamenti nei centri abitati per i veicoli alimentati a gasolio fino ai veicoli Euro 6 pre fase 2. La limitazione potrà avvenire gradualmente e sarà attuata dal lunedì al venerdì dalle ore 8.30 alle 18.30, sarà vincolante per i Comuni con popolazione superiore a 20.000 abitanti, non interessati dalla misura della Low Emission Zone ma comunque obbligati all'adozione dei Piani Urbani del Traffico (PUT), ai sensi dell'art 36 del D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 (Nuovo codice della strada).

Le misure di rimodulazione delle accise dei carburanti e di incremento della tassa automobilistica per i veicoli alimentati a gasolio determinerebbero complessivamente una riduzione al 2030 di 151 tonnellate di NOx e 3 tonnellate di PM_{10}. La limitazione della circolazione in ambito urbano degli autoveicoli fino agli Euro 6 pre fase 2 produrrebbe invece al 2030 una riduzione di 293 tonnellate di NOx e di 30 tonnellate di PM_{10}

Per disincentivare l'utilizzo degli automezzi più inquinanti si ipotizza inoltre l'introduzione della **Congestion Charge** e della **Low Emission Zone**.

L'introduzione della Congestion Charge prevede la possibilità di realizzare un sistema di pedaggio, con l'indicazione per i comuni di effettuare preventivamente una valutazione degli aspetti socio economici, ambientali e sanitari sul contesto urbano con biglietto di ingresso da far pagare agli automobilisti residenti e non, con tariffazione differenziata, in zone definite dei Comuni di Torino, Alessandria e Novara per poter usufruire della loro rete stradale.

Con l'introduzione della Low Emission Zone nell'anno 2020 è prevista la limitazione alla circolazione dei mezzi con omologazione Euro 0, 1 a benzina ed Euro 0, 1, 2, 3, 4, in determinate aree del Comune di Torino e di 9 Comuni - Moncalieri, Nichelino, Grugliasco, Collegno, Settimo, San Mauro, Beinasco, Venaria, Borgaro - e dei Comuni di Alessandria e Novara. Nel 2025 la limitazione alla circolazione sarà estesa anche ai veicoli Euro 5 a gasolio e a determinate aree dei Comuni di Baldissero, Pino, Rivoli, Orbassano e Pecetto. Infine, nel 2027 la misura interesserà determinate aree del Comune di Torino, dei 31 Comuni dell'Agenzia per la mobilità piemontese, e dei Comuni di Alessandria, Alba, Asti, Biella, Cuneo, Novara, Pinerolo, Verbania, Vercelli e sarà estesa anche ai mezzi diesel euro 6 pre fase 2.

Con l'applicazione delle misure di Low Emission Zone, estesa anche ai mezzi diesel con omologazione Euro 6 pre fase 2 e combinata con le misure di incentivazione del trasporto pubblico locale - TR.04 (potenziamento SFM), TR.05 (prolungamento linea 1 metro), TR.06 (realizzazione linea 2 metro) - e con la misura TR.08 (mobilità ciclistica), si potrebbero risparmiare al 2030, 2334 tonnellate di NOX e 315 tonnellate di PM_{10}. L'introduzione della Congestion Charge determinerebbe al 2030 il risparmio di 633 tonnellate di NOx e 134 tonnellate di PM_{10}

Per la rimanente quota di trasporto privato occorre puntare ad aumentare il coefficiente di occupazione dei veicoli: possono essere di aiuto politiche di mobility management, incentivi al **car-pooling** e promozione di **sistemi condivisi** orientati verso motorizzazioni a basse emissioni ma anche interventi regolamentativi del traffico.

Una politica integrata ed efficiente della sosta costituisce l'elemento centrale per il controllo del traffico, per la gestione e la pianificazione della mobilità urbana ed ha la capacità di condizionare direttamente il movimento delle automobili e il loro grado di penetrazione nei centri cittadini. La **tariffazione dei parcheggi** può rappresentare una misura importante per ridurre l'uso dei veicoli in aree urbane che richiede ridotti investimenti iniziali e risulta generalmente più accettabile da parte delle collettività coinvolte. La tariffa del parcheggio deve tener conto, non solo del costo diretto di occupazione del suolo urbano, ma anche dei costi esterni associati alla mobilità privata e, così, condizionare la scelta del mezzo di trasporto per il proprio spostamento.

7.2.3 Misure finalizzate a migliorare l'efficienza di veicoli e infrastrutture [IMPROVE]

Migliorare l'efficienza nei trasporti significa ridurre consumi ed emissioni inquinanti. Energia elettrica, biocarburanti e, potenzialmente, l'idrogeno sono, da una parte, la possibile soluzione in termini di vettori energetici; dall'altra, invece, le applicazioni ITS sono in grado di apportare benefici in termini di efficienza e minori emissioni.

- Elettrificazione linee ferroviarie (TR.17)
- Rinnovo veicoli adibiti al Trasporto Pubblico Locale (TPL)(TR.18)
- Adozione di criteri ambientali nella ripartizione dei fondi destinati al Trasporto Pubblico Locale (TPL) (TR.19)
- Promozione della mobilità elettrica e del car- sharing (TR.20)
- Sistemi di trasporto Intelligenti (TR.21)
- Rinnovo del parco macchine off – road (TR.22)

Accanto alle azioni mirate a potenziare il TPL, se ne annoverano altre finalizzate al suo miglioramento ovvero l'**elettrificazione delle linee ferroviarie e il rinnovo dei veicoli del Trasporto Pubblico Locale**.

In Piemonte la rete RFI (Rete Ferroviaria Italiana) è quasi interamente elettrificata (1.328 km), ma esistono ancora delle tratte (per un totale di 569 km) servite da treni con trazione diesel ed è evidente che il processo di ammodernamento della rete ferroviaria, completando l'elettrificazione di tutta la rete, potrebbe determinare una riduzione delle emissioni di NOx e PM_{10}. Nel dicembre 2016 è stata terminata l'elettrificazione della linea Alba–Bra (17 km) e allo stato attuale la Regione Piemonte si sta adoperando per l'elettrificazione della linea Ivrea–Aosta (66,20 km, di cui circa 15,60 km in Piemonte). Infine è stato elaborato il progetto definitivo dell'intervento di elettrificazione della tratta Biella –Santhià (27 km).

In alternativa all'elettrificazione delle linee secondarie è possibile pensare ad utilizzare treni alimentati a idrogeno, essendo una tecnologia ormai matura.

La misura di elettrificazione di tutta la rete ferroviaria porterebbe al 2030 una riduzione di circa 154 tonnellate di NOx e 8 tonnellate di PM_{10}.

La misura del rinnovo dei veicoli adibiti al TPL , prevede, entro il 2020, la sostituzione di circa 430 autobus di omologazione emissiva soprattutto Euro 2 con mezzi a basso impatto ambientale e con omologazione Euro 6 diesel e di 100 autobus di omologazione emissiva soprattutto Euro 2 con mezzi a motorizzazione elettrica. Se confermata la disponibilità di ulteriori risorse entro il 2020, è possibile l'ulteriore sostituzione di circa 300 autobus di omologazione emissiva soprattutto uro 2 con mezzi a basso impatto ambientale e con omologazione Euro 6 diesel. Entro il 2025 si prevede la sostituzione di tutti mezzi con omologazione emissiva fino ad Euro 3 (1470 mezzi) ed entro il 2030 la sostituzione di tutti i mezzi con omologazione fino ad Euro 5 (655 mezzi), con mezzi a motorizzazione endotermica di ultima generazione e percentuali crescenti di mezzi a trazione elettrica, che in ambito urbano sono ormai considerati il mezzo più adatto nell'immediato futuro.

Le azioni finalizzate al rinnovo dei veicoli adibiti al TPL determinerebbero al 2030 una riduzione di circa 1921 tonnellate di NOx e 137 tonnellate di PM_{10}.

Oltre al rinnovo dei veicoli, sono previste misure mirate all'**adozione/integrazione di criteri ambientali nella ripartizione dei fondi destinati al TPL**. In questo ambito, il legislatore nazionale detta precisi indirizzi per la riorganizzazione del settore finalizzati ad una maggiore efficacia ed efficienza dei servizi e condiziona la ripartizione dei fondi destinati al TPL stesso a criteri e indicatori volti a migliorare il load factor, il rapporto tra ricavi e costi, i livelli occupazionali. Tenuto conto del contributo che il settore offre alla riduzione degli inquinanti e degli effetti anche di tipo "economico", quantificabili in una mancata infrazione dei limiti imposti a livello europeo, la misura propone di

integrare, a livello regionale, i suddetti criteri con ulteriori criteri di premialità a carattere ambientale. Saranno pertanto previste misure finalizzate a premiare gli enti locali che, anche mediante una migliore programmazione e gestione dei servizi di TPL, anche ferroviari, adottano le misure di disincentivo del mezzo privato a favore di quello pubblico indicate nel PRQA finalizzate alla riduzione degli inquinanti, quali:

- limitazione alla circolazione;
- estensione Ztl, aree pedonali;
- corsie preferenziali e semafori intelligenti;
- gestione tariffe parcheggi;
- adozione di PUMS integrati con i comuni confinanti.

In funzione delle caratteristiche del territorio regionale, ulteriori premialità possono inoltre essere legate a:

- progettazione delle fermate di trasbordo/interscambio e programmazione delle coincidenze tra servizi;
- iniziative di logistica urbana.

La misura di **promozione della mobilità elettrica e del car – sharing** ha il fine di sostenere lo sviluppo e la diffusione dei veicoli elettrici attraverso la realizzazione delle rete regionale delle infrastrutture di ricarica elettrica, armonicamente diffusa sul territorio ed interoperabile, attraverso facilitazioni funzionali ed economiche e la diffusione del car-sharing, del moto-sharing e del bike-sharing elettrico.

Oltre alle previsioni delle Linee Guida Regionali per "lo sviluppo di interventi mirati alla pianificazione, progettazione, acquisizione ed installazione di impianti dedicati alla ricarica dei veicoli alimentati ad energia elettrica e individuazione di criteri per la concessione di contributi" approvate con D.G.R. 34 – 3391 del 30 maggio 2016, sulla base delle quali saranno erogati i cofinanziamenti disponibili, a Torino ha preso il via un progetto di car-sharing elettrico che ha l'obiettivo di portare nel capoluogo piemontese 400 vetture e 700 colonnine entro tre anni. E' inoltre prevista una nuova espansione nei Comuni vicini, collegando le cittadine di una certa importanza fino a 50 km da Torino. Nel corso degli ultimi anni si sta registrando un notevole incremento dell'utilizzo del car-sharing tradizionale (Car2go e Enjoy) ed elettrico (BluTorino), che stanno iniziando ad operare anche in altre città piemontesi. Il car-sharing, dove presente, contribuisce alla riduzione del numero dei veicoli circolanti, soprattutto le seconde auto, ed essendo utilizzato quasi esclusivamente in caso di reale necessità, riduce notevolmente il numero dei chilometri percorsi. Questa misura di incentivazione prevede al 2030 una riduzione di circa 374 tonnellate di NOx e 14 tonnellate di PM_{10}

I **Sistemi di Trasporto Intelligenti - ITS**, Intelligent Transport Systems, sono procedure, sistemi e dispositivi che, attraverso la raccolta, l'elaborazione e la distribuzione di informazioni, consentono di ottimizzare tutte le modalità di trasporto di persone e merci, nonché di ridurre la congestione del traffico. Le applicazioni ITS sono in grado di apportare benefici in termini di efficienza energetica e minori emissioni: navigazione e informazioni al conducente, controllo e gestione del traffico per un uso migliore delle infrastrutture, gestione flotte di trasporto pubblico, cambiamenti del comportamento del conducente ed eco-driving, gestione della domanda e degli accessi, maggiore controllo del rispetto dei limiti di velocità sulle autostrade e superstrade e, infine, gestione della logistica e delle flotte merci.

I dati analizzati dalla Commissione Europea mostrano che attraverso le diverse applicazioni ITS realizzate nei Paesi dell'Unione Europea sono state ottenute riduzioni dei tempi di spostamento dell'ordine del 20%, aumenti della capacità della rete del 5-10%, nonché miglioramenti in termini di sicurezza del 10-15%.

Al fine di concorrere all'obiettivo di ridurre le emissioni inquinanti in atmosfera, è necessario garantire che entro il 2030 il parco mezzi off-road sia rinnovato secondo il proprio andamento di mercato, come delineato nello scenario SEN 2014 di GAINS.

Al riguardo si evidenzia che al paragrafo 2.5.3 "Prestazioni ambientali"del DM del MATTM "*Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione*

di edifici pubblici" 11 ottobre 2017 è già stabilito che "*per tutte le attività di cantiere e trasporto dei materiali devono essere utilizzati mezzi che rientrano almeno nella categoria EEV (veicolo ecologico migliorato)*".

Nel periodo transitorio, a supporto del suddetto obiettivo, tale misura prevede la **limitazione alla circolazione/ uso dei mezzi off-road** (mezzi di cantiere, macchine movimento terra, macchine agricole, ecc.) nelle aree oggetto di superamento dei limiti di qualità dell'aria. La limitazione dovrà avvenire gradualmente a partire dai mezzi "fino a Stage II"[52] e sarà attuata nel periodo dell'anno in cui, per motivi meteorologici, le emissioni influiscono maggiormente sui superamenti delle medie giornaliere di inquinanti (dal 1 novembre al 31 marzo di ogni anno).

7.3 Gli interventi sul comparto energia

7.3.1 Efficienza Energetica (edifici e/o impianti)

Il settore civile, in particolare per quanto riguarda il condizionamento invernale ed estivo degli edifici, rappresenta uno dei comparti più significativi dal punto di vista dei consumi energetici finali e, di conseguenza, degli inquinanti emessi in atmosfera.

Una riduzione complessiva delle emissioni in tale campo - da ottenersi attraverso la riqualificazione energetica degli involucri, il miglioramento delle prestazioni energetico/emissive degli impianti in generale e dei generatori di calore in particolare, l'utilizzo oculato della biomassa, nonché dando impulso all'utilizzo di fonti rinnovabili - risulta fondamentale, considerando che esse si concentrano in particolare durante la stagione termica invernale (che coincide di fatto con il periodo in cui avviene il superamento dei limiti imposti).

7.3.1.1 Settore pubblico e terziario

Il settore dell'edilizia pubblica riveste un ruolo particolare nelle strategie di riduzione degli inquinanti in atmosfera. Nonostante esso non rappresenti una percentuale così rilevante dei consumi energetici finali del settore civile, ha tuttavia un'elevata importanza nell'indurre processi emulativi nel comparto privato e nel fungere da buona pratica. L'edilizia pubblica rappresenta probabilmente il più importante interfaccia con il mondo dei cittadini, delle imprese, delle organizzazioni e delle associazioni, nonché una fetta prevalente della bolletta energetica della Pubblica Amministrazione. Inoltre, non è da trascurare l'aspetto della messa in sicurezza degli edifici - in particolare quelli scolastici - che può essere realizzata contestualmente agli interventi di riqualificazione energetica.

Gli edifici pubblici costituiscono anche un importante banco di prova per l'applicazione della Direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica dell'edilizia (recepita in Italia con il Decreto Legislativo n. 63 del 2013, convertito nella legge n. 90/2013), che stabilisce che tutti gli edifici pubblici di nuova costruzione siano a energia quasi zero a partire dal 1° gennaio 2019.

Nella Direttiva 2012/27/UE, all'articolo 5 si sottolinea inoltre il ruolo esemplare che deve essere rivestito dagli edifici degli enti pubblici. Si stabilisce perciò che dal 1° gennaio 2014 il 3% della superficie coperta utile totale degli edifici con condizionamento invernale e/o estivo di proprietà del governo centrale di riferimento e da esso occupati[53] sia ristrutturata ogni anno per rispettare almeno i requisiti minimi di prestazione energetica stabiliti in applicazione dell'articolo 4 della direttiva 2010/31/UE.

Nel caso in cui anche gli enti locali attuassero un piano di riqualificazione energetica sul 3% annuo del proprio patrimonio, l'impulso per l'economia locale, la riduzione della spesa pubblica corrente e le ricadute di impatto sui cittadini (processo emulativo) sarebbero molto importanti. Per avviare tale percorso è però indispensabile che si diffonda una cultura dell'energy management nel settore pubblico, tesa a ridurre i consumi per una migliore gestione

52 Stage II come definito dalle direttive n. 97/68/EC e 2002/88/EC.
53 La quota del 3 % è calcolata sulla superficie coperta totale degli edifici con una superficie coperta utile totale superiore a 250 m^2 (dal 9 luglio 2015). La Direttiva permetteva l'estensione dell'obbligo agli edifici di proprietà di servizi amministrativi o da essi occupati ad un livello inferiore a quello del governo centrale.

dell'energia e a individuare le priorità di intervento strutturale sulla base di analisi tecnico-economiche.

Gli interventi strutturali possono fruire degli incentivi previsti dal decreto interministeriale cosiddetto "Conto termico" e dell'acquisizione dei Titoli di Efficienza Energetica, e risultano supportati nell'ambito della programmazione dei fondi POR-Fesr 2014-2020 con la destinazione di finanziamenti alla riqualificazione energetica degli edifici e alla integrazione con fonti rinnovabili.

Poiché la domanda energetica degli edifici è nella maggior parte dei casi soddisfatta da impianti termici basati sulla combustione, una diminuzione del fabbisogno – ottenuta mediante interventi migliorativi sull'involucro edilizio – comporta il beneficio diretto di una riduzione delle emissioni in atmosfera.

La riqualificazione delle strutture opache e trasparenti degli edifici è ottenibile attraverso:

- la coibentazione delle superfici opache verticali rivolte verso l'esterno (ad esempio mediante l'applicazione di cappotti termici o il corretto insufflaggio di materiale coibente nelle camere d'aria presenti nelle murature perimetrali);
- l'isolamento delle superfici orizzontali a contatto con superfici non riscaldate (sottotetti, piani pilotis, locali interrati);
- l'installazione di serramenti basso emissivi.

Nel caso di **efficientamento energetico degli involucri edilizi pubblici**, in particolare nel caso di edifici/complessi di edifici che compongono strutture di una certa dimensione (ad esempio complessi ospedalieri) è possibile utilizzare tecnologie in grado di abbattere ulteriormente il fabbisogno energetico per il condizionamento degli ambienti quali, ad esempio, i sistemi di ventilazione meccanica con recupero di calore.

La programmazione dei fondi **POR-Fesr 2014-2020**, in sinergia con il **Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR)**, prevede finanziamenti per oltre **193 milioni di Euro** per sostenere la transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio. Questi finanziamenti sono in parte rivolti alla riduzione dei consumi energetici e delle emissioni climalteranti negli edifici e nelle strutture pubbliche o ad uso pubblico, "residenziali e non" e all'integrazione di fonti rinnovabili.

In particolare **76 milioni di Euro** sono destinati ad ***interventi di riduzione della domanda di energia dell'edificio*** (es. isolamento di strutture opache e trasparenti, installazione di schermature solari e sistemi bioclimatici) e alla revisione di impianti a fonti fossili, con incremento dell'efficienza energetica, anche mediante l'impiego di mix tecnologici e loro asservimento ai sistemi di telegestione e telecontrollo. Circa **21 milioni di Euro** sono invece destinati a interventi per la ***produzione intelligente di energia per autoconsumo da FER***, ammissibili solo se associati all'azione precedente su edifici già efficienti.Questi finanziamenti prevedono agevolazioni con contributo a fondo perduto pari al 30% dei costi ammissibili, credito agevolato pari al 60% dei costi ammissibili (con tasso di interesse pari a 0%), trasformabile, fino al 20%, in contributo a fondo perduto (a determinate condizioni come ad esempio la riduzione dei costi di attuazione). I risparmi energetici ottenuti sono sufficienti a ripagare il mutuo (della durata massima di 10 anni) contratto per eseguire gli interventi.

I rimanenti **96 milioni di Euro** circa sono invece destinati alla ***riduzione dei consumi energetici e delle emissioni di gas climalteranti delle imprese e delle aree produttive***.

Si ipotizza inoltre che nelle successive programmazioni dei fondi POR-Fesr fino al 2030, la dotazione finanziaria per detti interventi possa essere di almeno 300 milioni di euro.

E' necessario inoltre potenziare il ruolo delle **ESCo** (Energy Service Company), attraverso l'attivazione di appositi bandi che incentivino e agevolino il ricorso ad esse non solo per gli interventi sugli impianti, ma anche per la riqualificazione energetica dell'intero sistema edificio.

7.3.1.2 Settore residenziale

La dinamica osservata negli ultimi vent'anni e l'evoluzione attesa per il settore indicano un'incidenza ridotta delle nuove costruzioni rispetto al parco residenziale complessivo.

I requisiti stabiliti dalla legislazione vigente (decreto legislativo 28/2011, decreto legislativo 102/2014 e decreto ministeriale 26/06/2015 cosiddetto "requisiti minimi") impongono il raggiungimento di elevate performance energetiche e un utilizzo spinto delle fonti rinnovabili nel caso di nuove costruzioni o di ristrutturazioni importanti degli edifici esistenti. Ne consegue che il nuovo parco edilizio garantirà standard energetici e ambientali ottimali, determinando un incremento emissivo trascurabile. L'ambito di azione deve pertanto concentrarsi sulle emissioni legate al parco edilizio esistente.

► Riqualificazione energetica del parco edilizio residenziale esistente

La riqualificazione energetica degli edifici residenziali esistenti costituisce l'azione principale per la diminuzione delle emissioni in atmosfera del comparto, a partire dalla riduzione diretta dei loro fabbisogni di energia.

I dati ISTAT più aggiornati[54] indicano come il patrimonio edilizio residenziale esistente in Regione Piemonte risulti costituito per circa il 45% da edifici realizzati prima del 1945, una quota simile realizzata tra il 1945 e il 1990 (con prevalenza di edifici realizzati prima del 1980) e una quota parte residua pari all'11% edificata successivamente al 1990. Considerata la larghissima prevalenza di edifici realizzati in anni antecedenti l'adozione di requisiti normativi inerenti l'efficienza energetica, le prestazioni derivanti sono caratterizzate da fabbisogni elevati (ad eccezione dei casi nei quali sia già stata attuata una riqualificazione) e, conseguentemente, da emissioni elevate.

Analizzando le caratteristiche del parco edilizio residenziale esistente è possibile individuare il potenziale di risparmio energetico conseguibile attraverso la realizzazione di una serie di interventi di riqualificazione. Tali interventi, definiti in modo da garantire un recupero entro 10 anni degli investimenti sostenuti dal proprietario (anche grazie agli schemi di incentivazioni nazionale previsti), possono riguardare:

- l'installazione di sistemi di termoregolazione sui singoli corpi scaldanti;
- l'isolamento delle superfici orizzontali a contatto con superfici non riscaldate (sottotetti, piani pilotis, locali interrati);
- l'isolamento delle coperture opache verticali mediante insufflaggio (ove presente un'intercapedine nella muratura esterna dell'edificio) oppure mediante realizzazione di sistemi a cappotto;
- l'installazione di impianti di ventilazione sottofinestra con recupero termico dell'aria espulsa.

Malgrado la presenza di schemi di incentivazione (quali i meccanismi di detrazione fiscale attivi da alcuni anni) l'esecuzione degli interventi di riqualificazione sugli edifici esistenti e l'effettiva concretizzazione dei risultati da essi conseguibili, risultano tuttora ostacolati da una serie di fattori, quali:

- il peso elevato degli oneri iniziali per la realizzazione degli interventi, i quali devono essere interamente anticipati dai proprietari degli immobili;
- la scarsa conoscenza dei benefici conseguibili attraverso l'impiego delle moderne soluzioni di riqualificazione;
- la scarsa consapevolezza dell'incidenza del comportamento degli utenti sui consumi energetici (ad esempio attraverso un controllo corretto delle temperature e dei ricambi d'aria negli ambienti).

La sensibilizzazione dei proprietari, degli utenti e degli stakeholders interessati riveste pertanto un ruolo fondamentale al fine di promuovere l'esecuzione di interventi di riqualificazione energetica nel settore residenziale.

Per la diffusione di tali buone pratiche è essenziale attivare una campagna informativa sulla riqualificazione energetica degli edifici estesa in primis alle scuole e in una seconda fase da promuovere anche attraverso altri canali di comunicazione. Una prima campagna di sensibilizzazione è stata attivata nel 2017, con l'obiettivo di riproporla con cadenza periodica con un livello di approfondimento sempre maggiore.

54 Dati relativi al 15° Censimento Generale della Popolazione e delle Abitazioni – anno 2011, http://dati-censimentopopolazione.istat.it/

Nel caso di efficientamento energetico degli involucri edilizi privati, la possibilità di accedere a mutui bancari per finanziare gli interventi e con l'aiuto di agevolazioni regionali a copertura degli interessi, costituisce –con un impiego di risorse pubbliche relativamente limitato– un importante volano per superare la criticità costituita dall'onerosità iniziale degli interventi.

I dati analizzati hanno evidenziato come ad ogni euro di investimento pubblico a copertura degli interessi sia corrisposto un investimento pari a circa 6 Euro per la realizzazione degli interventi di riqualificazione energetica da parte dei beneficiari.

Con il **bando "Risparmio Energetico – edizione 2013" gestito da Finpiemonte, la Regione Piemonte ha incentivato interventi per la riqualificazione energetica degli edifici** (installazione di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione, sostituzione di generatori di calore, coibentazione di facciate o di solette non isolate). In particolare l'agevolazione ha riguardato il pagamento degli interessi del mutuo contratto dai beneficiari, nonché la costituzione di un fondo di garanzia a copertura della loro eventuale insolvenza. La dotazione iniziale di 2.600.000 Euro, è stata incrementata nel 2014 con ulteriori 3.000.000 Euro e a ottobre 2016 con ulteriori 3.600.000 Euro, per un **impegno totale di risorse pubbliche pari a 9.200.000 Euro**.

Vista l'importanza dell'azione a livello strategico, che stimolando la domanda nell'ambito della riqualificazione energetica degli edifici residenziali comporta una diminuzione del fabbisogno per il condizionamento degli ambienti e al tempo stesso costituisce un importante stimolo per il mercato edilizio, oggi fortemente in crisi e in cerca di nuove opportunità di business, si ipotizza un forte investimento nelle programmazioni dei fondi POR-Fesr fino al 2030 su queste politiche, con una dotazione di almeno 100 milioni di Euro.

Per valutare le potenzialità dei possibili interventi sul patrimonio edilizio è stato commissionato uno **studio specifico al Politecnico di Torino** (*Allegato C*) per analizzare un set di misure finalizzate a trovare il corretto bilanciamento tra gli interventi sul patrimonio edilizio regionale e gli obiettivi di riduzione delle emissioni, ottenendo parallelamente una conoscenza di maggior dettaglio sull'edificato e sulla diversa efficacia degli interventi infrastrutturali e gestionali. A tal fine sono stati valutati due scenari - il primo denominato "retrofit base" (che prevede l'implementazione di misure quali l'insufflaggio e l'isolamento del sottotetto) e il secondo "retrofit avanzato" (che prevede l'implementazione di misure quali sostituzione serramenti, ventilazione meccanica e isolamento a cappotto) - che hanno tenuto conto dei seguenti aspetti:

- l'evoluzione del parco generatori di calore;
- il costo degli interventi;
- l'individuazione di una stima di riduzione dei consumi energetici al 2030;
- il raffronto tra gli obiettivi di riduzione di energia primaria tra gli scenari ipotizzati e le ipotesi riportate nell'ambito della pianificazione settoriale regionale.

I due scenari non sono alternativi tra loro ma rappresentano il primo un set di misure che portano ad una riduzione energetica compatibile con l'attuale pianificazione regionale in materia e che contestualmente consente di ottenere riduzioni emissive compatibili con gli obiettivi di qualità dell'aria del PRQA (retrofit base) e il secondo la riduzione energetica nonché emissiva massima abbinata però a costi elevati e criticità attuative significative (retrofit avanzato).

Da tale studio si è potuto verificare che gli obiettivi di riduzione imputati al comparto riscaldamento civile e necessari al rispetto dei limiti di qualità dell'aria sono raggiungibili anche solo con la piena implementazione dello scenario simulato definito "retrofit base", il cui rapporto tra costi al cittadino e benefici ambientali ottenuti risulta più facilmente sostenibile.

7.3.2 Riscaldamento e produzione di energia

7.3.2.1 La produzione di energia da fonti rinnovabili

Gli obiettivi stabiliti al 2020 dal decreto ministeriale "Burden Sharing" in attuazione delle previsioni della Direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso delle fonti energetiche rinnovabili, che sono quantificati per il Piemonte in un rapporto pari al 15,1% tra produzione di energia da fonte rinnovabile e consumo finale lordo di energia, nei fatti sono già stati raggiunti, per effetto del crollo della domanda energetica registratosi negli ultimi anni. Pur tuttavia, un nuovo ambizioso target pari al 27% (nel rapporto tra FER/CFL) è in fase di approvazione finale a livello comunitario.

L'obiettivo di progressiva sostituzione dei consumi da fonte fossile con quote crescenti di fonti rinnovabili, nel contesto di qualità dell'aria del territorio piemontese e del bacino padano, dovrà giocoforza comportare la rinuncia alla piena valorizzazione delle potenzialità endogene di utilizzo della biomassa ligno-cellulosica e favorire una compensazione tramite l'incremento dello sfruttamento delle fonti rinnovabili elettriche e termiche che, viceversa, non prevedano il ricorso a processi di combustione con conseguente rilascio di inquinanti in atmosfera. Inoltre, dovrà trovare opportuna compensazione anche la progressiva riduzione dei consumi di biomassa ad uso termico, per effetto del processo di efficientamento dei rendimenti e di svecchiamento del parco impianti all'orizzonte temporale del 2030.

Tra le principali fonti chiamate a sopperire alla riduzione di contributo della biomassa a fini termici all'obiettivo europeo al 2030 (a tale riguardo, si auspica in circa 170 ktep la riduzione attesa della produzione da biomassa rispetto allo scenario tendenziale al 2030) si richiamano la fonte idroelettrica, ancorché già ampiamente sfruttata, la fonte eolica, con riferimento a particolari e limitate aree della regione, la geotermia a bassa entalpia mediante scambio termico con l'acqua di falda, nonché gli impianti fotovoltaici per i quali, in ossequio al principio del contenimento del consumo di suolo, si ritengono validi i criteri localizzativi individuati nella deliberazione di Giunta regionale n. 3-1183 del 2010.

Inoltre l'incremento dell'utilizzo degli impianti di pompaggio abbinati a sistemi di generazione esistenti (in primis quello della cosiddetta Piastra di Entracque) consente di costituire importanti bacini di accumulo, sotto forma di risorsa idrica, dell'energia prodotta da fonte rinnovabile non programmabile in condizioni di domanda scarsa, ai fini di una re-immissione in rete quando occorre (valorizzandone di conseguenza la produzione), con ciò esercitando altresì un indispensabile ruolo di regolazione del sistema elettrico.

7.3.2.2 Utilizzo di fonti di energia rinnovabile nell'edilizia

Il settore civile può contribuire in termini significativi al raggiungimento degli obiettivi attraverso la diffusione di fonti rinnovabili in sostituzione (parziale o totale) di fonti fossili per produzioni termiche convenzionali.

Il riscaldamento invernale degli edifici residenziali esistenti è infatti affidato in parte preponderante a impianti termici convenzionali dotati di generatori di calore alimentati con combustibili fossili quali gas naturale (prevalente), GPL e gasolio.

Per quanto riguarda gli edifici di nuova costruzione e quelli sottoposti a ristrutturazione importante, la legislazione vigente definisce già quote crescenti di energia rinnovabile per la copertura dei fabbisogni energetici.

Pertanto si ritiene che si debba intervenire sui sistemi in esercizio nel parco edilizio esistente, agendo sia sugli attuali impianti di riscaldamento che sulla produzione di acqua calda sanitaria.

Le produzioni termiche basate su pompe di calore rappresentano un'importante opportunità per l'impiego di calore da fonte rinnovabile per il riscaldamento degli ambienti.

A differenza delle applicazioni nelle nuove costruzioni, la diffusione delle pompe di calore negli impianti degli

edifici esistenti presenta spesso difficoltà di natura tecnica. Una prima criticità è dovuta alla complessità e all'onerosità legate alla realizzazione dei prelievi di calore (dal terreno o da acqua di falda) nel caso di tecnologie che prevedono l'impiego di risorse geotermiche o idrotermiche. Inoltre possono insorgere limitazioni all'utilizzo su vasta scala nelle aree urbane più densamente edificate, a causa delle interferenze tra i prelievi di calore. La difficoltà principale, presente anche nel caso di pompe di calore aria/aria (aerotermiche), è costituita dalle condizioni di esercizio degli impianti di riscaldamento. La prevalenza dei corpi scaldanti presenti nel parco edilizio residenziale esistente è infatti costituito prevalentemente da radiatori, i quali necessitano di temperature di alimentazione generalmente più elevate di quelle previste dal campo di funzionamento tipico delle pompe di calore.

Tali ostacoli tecnici si possono superare, ad esempio, ricorrendo all'impiego di **generatori di calore ibridi** operanti in modalità duale pompa di calore (aerotermica) e caldaia a condensazione. Grazie all'integrazione delle due componenti, questa soluzione può essere direttamente applicata agli impianti esistenti in sostituzione del generatore di calore convenzionale. In questo modo la pompa di calore può operare in un vasto campo di funzionamento (tipicamente per temperature esterne superiori a 5°C) con l'integrazione (quando necessaria) dalla caldaia (sia in termini di potenza che di temperatura di mandata), consentendo il mantenimento delle esistenti condizioni di esercizio dei corpi scaldanti.

In abbinamento a interventi di riqualificazione energetica sugli involucri edilizi e sulla regolazione degli impianti (in particolare con le valvole termostatiche), è inoltre possibile conseguire una riduzione delle temperature di esercizio, incrementando ulteriormente sia l'efficienza che la producibilità termica nel funzionamento in pompa di calore.

L'impiego di generatori ibridi risulta di particolare interesse nel contesto delle abitazioni di piccole/medie dimensioni servite da impianti autonomi, in quanto l'intervento di sostituzione del generatore convenzionale esistente risulta facilitato dalle configurazioni compatte oggi già disponibili sul mercato. La quota di abitazioni servite da impianti autonomi alimentati a gas naturale rappresenta circa il 40% del totale regionale, variabile tra il 30% per il territorio della Città Metropolitana di Torino e il 50% per le restanti province. Questo segmento costituisce pertanto un ambito prioritario di intervento, il cui fabbisogno energetico attuale rappresenta il 34% del totale regionale per riscaldamento residenziale.

Le azioni congiunte di riqualificazione energetica degli involucri edilizi e di sostituzione degli attuali generatori convenzionali con generatori ibridi e con il ricorso anche a impianti di microgenerazione, consentono di incrementare in modo significativo la quota di fabbisogno coperto con calore da fonte rinnovabile, riducendo contestualmente i consumi di fonti fossili presso gli edifici e le conseguenti emissioni. L'ambito di intervento ottimale in cui concentrare tale azione è costituito dalle aree extra-metropolitane, caratterizzate da una percentuale elevata di abitazioni monofamiliari, promuovendola anche attraverso campagne di conoscenza all'uso di tali soluzioni tecnologiche e il ricorso agli schemi di incentivazione già attivi in ambito nazionale.

Le **produzioni solari termiche** rappresentano un'ulteriore, importante opportunità per la produzione di calore da fonte rinnovabile priva di emissioni in atmosfera non solo per la generazione di acqua calda sanitaria, ma anche quale integrazione agli impianti di riscaldamento/raffrescamento.

Tale soluzione è oggi già ampiamente adottata nel caso di nuove costruzioni o di ristrutturazioni importanti degli edifici esistenti in ossequio alle prescrizioni stabilite dalla legislazione vigente (decreto legislativo 28/2011, deliberazione di Giunta regionale n. 45-11967 del 2009), ma se ne prevede la progressiva estensione a tutti gli immobili anche laddove non risulti obbligatorio secondo la legislazione vigente.

7.3.2.3 Sviluppo del teleriscaldamento efficiente

Il Piemonte è una delle regioni leader nel settore dei sistemi di teleriscaldamento con la volumetria allacciata che costituisce oltre il 25% della volumetria totale nazionale. La conurbazione torinese è l'area più teleriscaldata in Italia e una delle maggiori realtà del teleriscaldamento in Europa; oltre l'80% del calore fornito al sistema torinese è prodotto da cogenerazione ad alto rendimento alimentata a gas naturale. Oltre al contesto torinese, il territorio regionale vede

un'ampia diffusione di numerosi sistemi di teleriscaldamento di media dimensione a servizio di aree urbane secondarie.

Il forte grado di infrastrutturazione preesistente nei contesti urbani –che risultano anche quelli più critici per i picchi emissivi riscontrati– offre la possibilità di utilizzare il teleriscaldamento come strumento per azioni di ulteriore riduzione delle emissioni del comparto residenziale in tali ambiti.

La riduzione del fabbisogno energetico a seguito degli interventi di riqualificazione sugli involucri degli edifici esistenti e già serviti dal teleriscaldamento, consente di estendere tale servizio ad altri immobili presenti nelle aree già infrastrutturate in misura tanto maggiore quanto maggiore risulterà la contestuale riduzione dei relativi fabbisogni di energia termica.

La sinergia tra riqualificazione energetica e infrastruttura di teleriscaldamento esistente, consente di eliminare quote significative di emissioni con la sostituzione degli impianti termici convenzionali attualmente in esercizio anche attraverso un possibile obbligo di allacciamento per edifici aventi una volumetria riscaldata superiore ai 3000 m^3.

Per quanto riguarda la promozione dello sviluppo di nuovi sistemi di teleriscaldamento, si ritiene debba essere previsto il rispetto delle seguenti condizioni:

- per le nuove realizzazioni che coinvolgono i nuclei abitati montani, il collegamento a locali reti-calore di impianti di generazione alimentati anche da biomassa ligno-cellulosica (cippato) con approvvigionamento da filiera corta deve avvenire in sostituzione di impianti esistenti a biomassa o a gasolio;
- per le nuove realizzazioni nei centri urbani deve essere prioritariamente utilizzato il calore di scarto da processi industriali o da centrali termoelettriche esistenti unitamente all'integrazione con le fonti rinnovabili, e comunque dimostrare la convenienza energetica e ambientale del progetto, rispetto a soluzioni alternative che non prevedano il teleriscaldamento, nell'ambito di bilanci ambientali che confrontino la soluzione proposta con la migliore tecnologia sostitutiva degli impianti condominiali interessati.

Per dare nuovo impulso all'estensione delle reti di teleriscaldamento esistenti e alla realizzazione di quelle nuove è inoltre opportuno che venga adottato e aggiornato il "Piano di sviluppo del teleriscaldamento e del teleraffrescamento" (strumento di pianificazione già previsto dall'articolo 22 del decreto legislativo 28/2011) da parte di tutti i Comuni interessati con il coordinamento della Regione Piemonte.

7.3.2.4 Riscaldamento a biomassa legnosa

Il consumo di biomassa legnosa ad uso energetico in ambito residenziale, rappresenta una realtà ampiamente diffusa nelle aree extra-metropolitane regionali. L'analisi dei dati ISTAT e delle indagini territoriali di dettaglio, indicano come attualmente siano presenti sul territorio regionale circa 238.000 abitazioni riscaldate a legna da ardere e 150.000 a pellet, con impianti e apparecchi ad uso esclusivo o ad integrazione di impianti a fonte fossile.

A fronte di un consumo storicamente diffuso di impianti/apparecchi alimentati da legna da ardere, nell'ultimo decennio si è dunque assistito ad una diffusione crescente di impianti/apparecchi alimentati a pellet, in sostituzione di impianti esistenti alimentati sia a legna che con combustibili fossili (gasolio e gas naturale, in particolare), grazie alla possibilità di realizzare impianti ad alimentazione automatica, caratterizzati spesso da un minor costo economico. Tale crescita di consumi si traduce nel contestuale aumento delle emissioni di particolato, portando la biomassa legnosa, insieme al traffico, a rappresentare la maggior fonte emissiva di polveri nelle aree extrametropolitane.

Si ritiene pertanto necessario provvedere a una regolamentazione dell'utilizzo delle biomasse tale da non ostacolare il raggiungimento degli obiettivi di qualità dell'aria.

Il progresso tecnologico degli apparecchi e la conduzione oculata dell'impianto (che non può prescindere da un adeguamento e da una corretta manutenzione del condotto di evacuazione dei fumi) abbinati a una informazione mirata sull'utilizzo e la gestione da parte dell'utente finale, possono consentire di ridurre in maniera significativa le emissioni

di particolato rispetto agli standard medi del parco impiantistico esistente.

Nell'ambito dell'Accordo di Bacino Padano siglato nel giugno del 2017 sono stati introdotti specifici punti programmatici comuni finalizzati alla limitazione di utilizzo dei vecchi impianti alimentati a biomassa al fine di promuoverne la sostituzione.

In particolare per i generatori di calore a biomassa legnosa in ambito domestico si prevede, in funzione della classificazione prevista dal decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare n. 186/2017, il divieto di installare generatori con una classe di prestazione emissiva inferiore alla classe "3 stelle" e di continuare ad utilizzare generatori con una classe di prestazione emissiva inferiore a "2 stelle" a partire dall'1 ottobre 2018 e il divieto di installare generatori con una classe di prestazione emissiva inferiore alla classe "4 stelle" e di continuare ad utilizzare generatori con una classe di prestazione emissiva inferiori a "3 stelle" a partire dall'1 ottobre 2019.

E' inoltre previsto l'obbligo di utilizzare, nei generatori di calore a pellet di potenza termica nominale inferiore ai 35 kW, pellet che, oltre a rispettare le condizioni previste dall'Allegato X, Parte II, sezione 4, paragrafo 1, lettera d) alla parte V del decreto legislativo n. 152/2006, sia certificato conforme alla classe A1 della norma UNI EN ISO 17225-2 da parte di un Organismo di certificazione accreditato, prevedendo altresì obblighi di conservazione della documentazione pertinente da parte dell'utilizzatore.

Se da un lato è necessaria una forte azione finalizzata alla sostituzione degli apparecchi esistenti, d'altro canto risulta comunque opportuno regolamentare, nell'ambito della pianificazione energetico-ambientale regionale, l'installazione di nuovi apparecchi e impianti a biomassa, ammettendola solo in presenza di situazioni legate a contesti territoriali e a requisiti in termini di fabbisogno energetico dell'edificio ben definite.

Occorre dunque limitare la possibilità di installazione di nuovi apparecchi e impianti a biomassa a quei fabbricati che presentino un indicatore della prestazione energetica invernale del fabbricato di qualità "ALTA" (secondo quanto riportato sull' Attestato di Prestazione Energetica (APE), con riferimento al § 5.2.1 del decreto ministeriale 26/06/2015 "Adeguamento del decreto del Ministro dello sviluppo economico, 26 giugno 2009 - Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici"), tali da garantire un basso fabbisogno energetico, e comunque di impedirne la possibile di installazione nelle aree più critiche per la Qualità dell'Aria e servite dalla rete del gas naturale a una distanza dal fabbricato per cui il costo di allacciamento risulti economicamente sostenibile.

7.4 Gli interventi nell'ambito produttivo industriale

La Regione Piemonte è caratterizzata da un'importante presenza di imprese produttive, in particolare legate ai settori manifatturiero, automotive, aerospaziale, metalmeccanico, tessile, che, nonostante la situazione di crisi degli ultimi anni, conservano caratteristiche di elevata concentrazione territoriale, buon livello tecnologico e notevole capacità innovativa.

La presenza importante di attività produttive comporta necessariamente degli impatti sulle diverse matrici ambientali qualità dell'aria, qualità e consumo delle risorse idriche, emissioni acustiche, produzione rifiuti, soprattutto a livello locale. Gli effetti sull'ambiente non si manifestano solo nel sito produttivo ma durante tutto il ciclo di vita del prodotto: dal reperimento delle materie prime, al processo produttivo, alle fasi di trasporto e distribuzione ed infine per lo smaltimento finale dei rifiuti.

Dall'esame delle risultanze dell'inventario delle emissioni si può rilevare come le emissioni derivanti dalle attività produttive concorrano in maniera significativa al totale delle emissioni, in particolare rispetto ad alcuni inquinanti per cui la valutazione della qualità dell'aria sul territorio piemontese evidenzia situazioni di criticità e quindi la necessità di azioni atte a prevenire e contenere i superamenti dei limiti.

Considerando i contributi attribuibili ai macrosettori:

- Produzione di energia.
- Combustione nell'industria.
- Processi produttivi.
- Uso di solventi.
- Trattamento e smaltimento dei rifiuti.
- Agricoltura e allevamenti

e valutandone il peso rispetto al totale delle emissioni si ricavano i seguenti valori:

- 16% per le emissioni di PM_{10}
- 35% per le emissioni di NOx
- 38% per le emissioni di COVNM
- 88% per le emissioni di SO_2
- 98% per le emissioni di NH_3

La strategia dei riduzione e controllo delle emissioni derivanti dagli impianti produttivi è legata principalmente al miglioramento delle prestazioni emissive degli impianti attraverso l'utilizzo di processi meno inquinanti o di tecnologie di abbattimento delle emissioni.

La normativa italiana impone già da decenni (D.P.R. 203/1988) che tutte le attività produttive che possono dar luogo ad emissioni in atmosfera debbano essere autorizzate con la fissazione di limitazioni quantitative alle emissioni e di altre prescrizioni stabilite sulla base delle migliori tecniche disponibili; tale approccio è stato confermato dal Testo Unico Ambientale (D.Lgs. 152/2006) ed è lo stesso previsto dalle direttive europee in materia di emissioni industriali, utilizzo di solventi, impianti di combustione.

Anche le attività artigianali e le piccole e medie imprese sono sottoposte ad autorizzazione delle emissioni in atmosfera; per tali tipologie di attività qualora siano individuabili, in via generale, processi di produzione caratterizzati da una minor pericolosita' delle sostanze impiegate o da bassi livelli di emissione, nonché prescrizioni di esercizio e modalità semplificate di controllo, possono essere definite procedure di autorizzazione semplificate.

Sul territorio regionale la strategia descritta è stata adottata sin dal 1966 per tutti gli impianti industriali e le attività che producono emissioni e contestualmente sottoposti ad autorizzazione anticipando l'adozione delle direttive europee e nazionali volte alla limitazione delle emissioni in atmosfera e all'efficientamento energetico estendendo i loro effetti anche alle PMI che rappresentano il tessuto produttivo regionale.

Come delineato nel capitolo 6, l'analisi dello scenario SEN 2014 di GAINS al 2030 ipotizza una riduzione emissiva nell'ambito delle attività industriali, pari a 3891 t di NOx, 63 t di PM_{10}, 2172 t di SO_2, 1343 t di COV (come NMVOC). Tali riduzioni sono associate esclusivamente ai grossi impianti di combustione ed a processi produttivi di una certa rilevanza. Pertanto le riduzioni non tengono conto del tessuto produttivo piemontese, caratterizzato da PMI.

Considerato che ampie porzioni del territorio regionale sono caratterizzate tutt'oggi da molteplici superamenti dei limiti di qualità dell'aria, ed al fine di garantire nel più breve tempo possibile il raggiungimento degli obiettivi di qualità dell'aria, come previsto dalla direttiva 2008/50/CE, occorre tuttavia proseguire con le politiche autorizzative poste in atto, anche attraverso l'adozione di documenti di indirizzo che ne disciplinino le modalità di applicazione.

Le suddette politiche sono state declinate nelle misure di piano afferenti al comparto produttivo e industriale, come di seguito riportate:

- Applicazione delle BAT (Best Available Techniques) ai processi produttivi
- Applicazione delle Migliori Tecniche Disponibili ai processi produttivi
- Riqualificazione ed efficientamento energetico dei processi produttivi: (audit energetico)
- Riduzione delle emissioni di Composti Organici Volatili
- Riduzione delle emissioni diffuse di polveri.

A tali misure si affiancano quelle già previste per altri comparti legate agli spostamenti casa - lavoro, la logistica e delle modalità di conferimento e trasporto delle materie e dei prodotti.

7.4.1 Applicazione del criterio del bilancio ambientale positivo e delle migliori tecniche disponibili ai processi produttivi

Per alcune tipologie di impianti produttivi la direttiva europea 2010/75/UE relativa alle emissioni industriali, direttiva "IED", recepita in Italia con D.Lgs. n. 46 del 4 marzo 2014, prevede che nell'ambito del rilascio o del rinnovo dell'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) siano stabiliti limiti di emissione congruenti con l'applicazione delle BAT (Best Available Techniques).

Tali tecniche e le relative prestazioni emissive sono descritte in documenti di riferimento comunitari, denominati Bref (Reference Document on Best Available Techniques).

La direttiva individua i valori di emissione nei Bref, in particolare nel capitolo relativo alle BAT conclusions, espressi come range di valori e costituiscono un riferimento vincolante per la fissazione dei valori limite di emissione nelle autorizzazioni delle aziende soggette ad AIA.

Il meccanismo di rinnovo delle autorizzazioni per gli impianti esistenti prevede un progressivo miglioramento delle tecniche applicate e conseguentemente una riduzione delle emissioni. Sia la Direttiva Europea che il d.lgs. 152/2006 prevedono che sia possibile stabilire misure più rigorose nel caso strumenti di programmazione o pianificazione ambientale ne riconoscano la necessità al fine di assicurare il rispetto delle norme di qualità ambientale.

Tenendo conto dei superamenti dei limiti di qualità dell'aria che si verificano su gran parte del territorio regionale e alla criticità della situazione nel bacino padano si forniscono alle Autorità Competenti al rilascio delle AIA gli indirizzi per l'esercizio in modalità coordinata delle competenze autorizzative:

- nel caso di autorizzazione di Nuovi Impianti, l'Autorità Competente per il rilascio delle AIA prescrive, per le polveri e gli ossidi di azoto, i valori limite di emissione più restrittivi previsti nei BREF; tale misura si applica su tutto il territorio regionale e trova applicazione anche per gli impianti di competenza statale;
- nel caso di riesame o modifica dell'autorizzazione di impianti esistenti collocati in aree particolarmente critiche per la qualità dell'aria, l'Autorità Competente per il rilascio delle AIA prescrive, per le polveri e gli ossidi di azoto, i valori limite di emissione più restrittivi previsti nei BREF; tale misura si applica su tutto il territorio regionale e trova applicazione anche per gli impianti di competenza statale.

DIRETTIVA 2010/75/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO
del 24 novembre 2010
relativa alle emissioni industriali (prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento) (rifusione)

Articolo 18
Norme di qualità ambientale

Qualora una norma di qualità ambientale richieda condizioni più rigorose di quelle ottenibili con le migliori tecniche disponibili, l'autorizzazione contiene misure supplementari, fatte salve le altre misure che possono essere adottate per rispettare le norme di qualità ambientale.

7.4.2 Autorizzazione alle emissioni in atmosfera: Applicazione delle Migliori Tecniche Disponibili ai processi produttivi.

Anche gli impianti produttivi non sottoposti alla direttiva europea IED sono soggetti ad autorizzazione delle emissioni in atmosfera ai sensi del d.lgs. 152/2006, Parte Quinta (norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera); per tali tipologie di impianti, la quantità e la qualità delle emissioni in atmosfera, è strettamente connessa alla tipologia di processo produttivo e alle tecniche utilizzate per il contenimento, che in alcuni casi possono essere regolamentate con provvedimenti di carattere generale, in modo da semplificare le procedure autorizzative.

Tenendo conto dei superamenti dei limiti di qualità dell'aria che si verificano su gran parte del territorio regionale e alla criticità della situazione nel bacino padano, l'Autorità Competente al rilascio dell'autorizzazione alle emissioni in atmosfera individua i limiti di emissione e le prescrizioni tenendo conto delle migliori tecniche disponibili, ovvero le tecniche più efficaci per ottenere un elevato livello di protezione dell'ambiente sviluppate su una scala che ne consenta l'applicazione in condizioni economicamente e tecnicamente valide nell'ambito del pertinente comparto industriale.

Ulteriori riduzioni dei carichi inquinati derivanti dal settore produttivo potranno essere ottenute attraverso l'implementazione di ulteriori azioni, attuabili sia nell'ambito delle singole autorizzazioni che con provvedimenti specifici per comparto, quali:

- limitazioni e divieti all'utilizzo di alcune tipologie di combustibili, materie prime e processi produttivi;
- promozione dell'utilizzo di metano/GPL od altri eventuali combustibili a basso impatto ambientale;
- obbligo di utilizzo di bruciatori Low NOx;
- installazione di sistemi di controllo in continuo, dei principali punti di emissione, con particolare riferimento ad ossidi di azoto e al materiale particolato, e verifica dei parametri di funzionamento degli impianti.

7.4.3 Riqualificazione ed efficientamento energetico dei processi produttivi

La maggior parte degli insediamenti produttivi presenta una domanda energetica non trascurabile necessaria sia per il funzionamento delle apparecchiature utilizzate per i processi produttivi sia per i fabbisogni di condizionamento e riscaldamento degli ambienti di lavoro.

Tale richiesta di energia elettrica e termica, può essere ridotta attraverso una riqualificazione energetica dei processi produttivi che permetta di ottimizzarne l'uso delle risorse, evitando gli sprechi.

Data l'eterogeneità dei processi produttivi e conseguentemente dei consumi energetici ad essi connessi, occorre analizzare i processi considerando le tecniche e le tecnologie utilizzate, le fonti energetiche disponibili, ottimizzando i consumi e riducendo gli sprechi con interventi sia impiantistici che gestionali.

La presente misura mira a promuovere/incentivare l'esecuzione di audit energetici nelle aziende; ciò permetterebbe alle aziende di valutare le opportunità di risparmio energetico (e quindi di riduzione di emissioni in atmosfera) ottenibili sia con azioni più semplici – come, ad esempio, la razionalizzazione degli usi energetici - sia con azioni più incisive - quali l'ammodernamento delle apparecchiature e delle linee di produzione (i.e. installazione di generatori di calore ad alta efficienza, ricorso a impianti a fonti rinnovabili, quali ad esempio gli impianti fotovoltaici, per soddisfare parzialmente la domanda energetica in sostituzione di quota parte di energia prodotta da fonti fossili).

Asse IV del POR FESR "Energia sostenibile e Qualità della vita"
OT 4 - Sostenere la transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio in tutti i settori

Azione 4.2.1
Incentivi finalizzati alla riduzione dei consumi energetici e delle emissioni di gas climalteranti delle imprese e delle aree produttive compresa l'installazione di impianti di produzione di energia da fonte rinnovabile per l'autoconsumo, dando priorità alle tecnologie ad alta efficienza

67.487.700

7.4.4 Riduzione delle emissioni di Composti Organici Volatili (COV)

In molte attività industriali vengono utilizzate sostanze organiche volatili, principalmente come solventi, distaccanti, prodotti per la pulizia industriale.

La maggior parte degli utilizzi provoca l'emissione di tali sostanze in atmosfera, in quanto vengono utilizzate proprio a causa delle loro caratteristiche di volatilità.

Le emissioni di composti organici volatili (COV) nell'atmosfera contribuiscono alla formazione locale e transfrontaliera di ossidanti fotochimici che causano danni alle risorse naturali e hanno effetti nocivi per la salute umana.

Le misure per limitare le emissioni di COV devono pertanto agire prevalentemente nel senso di limitare l'utilizzo di sostanze che contengono COV anche attraverso condizioni di esercizio adeguate, quali l'utilizzo di prodotti senza solventi o a basso tenore di solventi o tecniche di applicazione e di recupero e riutilizzo più efficienti ed efficaci.

L'Autorità Competente al rilascio dell'autorizzazione alle emissioni in atmosfera individua i limiti di emissione e le prescrizioni, tenendo conto delle migliori tecniche disponibili, privilegiando i processi che utilizzano sostanze caratterizzate da minore pericolosità e minore contenuti di sostanze volatili ovvero prescrivendo opportuni impianti di recupero o abbattimento delle emissioni.

La verifica della conformità delle emissioni di COV viene effettuata attraverso la redazione del "Piano di Gestione Solventi", ovvero lo strumento previsto dalla direttiva comunitaria a tal fine.

Le misure per limitare le emissioni di COV devono pertanto agire prevalentemente nel senso di limitare l'utilizzo di sostanze che contengono COV anche attraverso condizioni di esercizio adeguate, quali l'utilizzo di prodotti senza solventi o a basso tenore di solventi o tecniche di applicazione e di recupero e riutilizzo più efficienti ed efficaci.

L'Autorità Competente al rilascio dell'autorizzazione alle emissioni in atmosfera individua i limiti di emissione e le prescrizioni, tenendo conto delle migliori tecniche disponibili, privilegiando i processi che utilizzano sostanze caratterizzate da minore pericolosità e minore contenuti di sostanze volatili ovvero prescrivendo opportuni impianti di recupero o abbattimento delle emissioni.

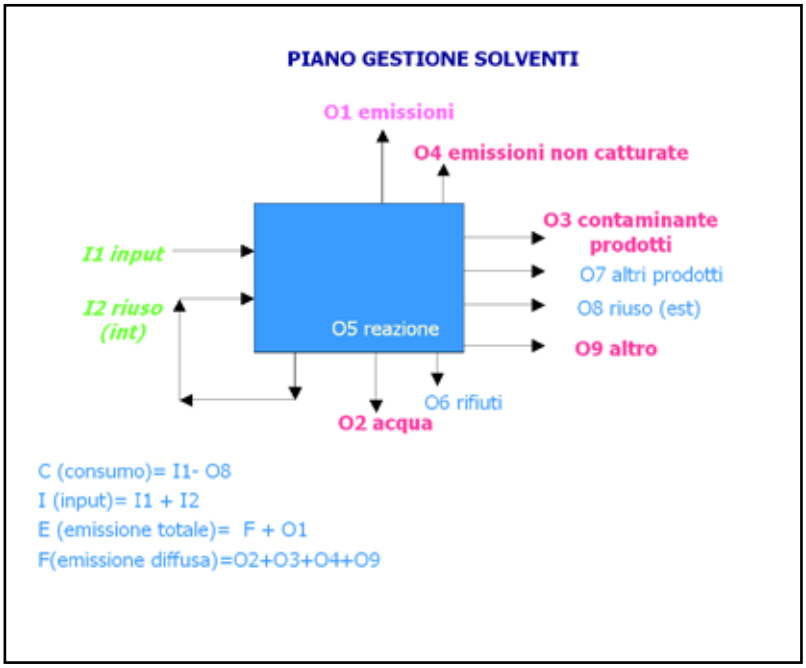


Figura 7.4.4.1: Schema logico di un Piano di gestione dei solventi

La verifica della conformità delle emissioni di COV viene effettuata attraverso la redazione del "Piano di Gestione Solventi", ovvero lo strumento previsto dalla direttiva comunitaria a tal fine.

Elaborare un Piano di gestione Solventi significa non solamente analizzare tutti i punti di emissione e trovare le possibilità di riduzione, ma anche elaborare metodi di gestione per la minimizzazione delle emissioni durante le normali attività produttive con evidenti vantaggi ambientali, qualitativi ed economici.

Tale approccio risulta particolarmente indicato anche per le imprese italiane di piccole e medie dimensioni, in quanto consente un riesame di tutto il processo, dei fornitori, del mercato.

7.4.5 Riduzione alle emissioni diffuse di polveri: cantieri, off-road

Le attività di cantiere e l'utilizzo di macchine operatrici contribuiscono in modo rilevante alle emissioni di particolato primario in atmosfera.

Le principali sorgenti di polveri diffuse includono l'erosione di superfici esposte, strade pavimentate e non, l'edilizia e altre attività industriali, in particolare cave e miniere.

Specifiche prescrizioni atte a contenere la generazione di emissioni e ad evitare la dispersione di polveri devono essere individuate nell'ambito delle procedure autorizzative relative alla realizzazione di grandi opere.

Devono inoltre essere definite delle "buone prassi" preventive per limitare le emissioni dei cantieri, relativamente alle operazioni di movimentazione dei materiali, alle emissioni dei mezzi utilizzati, ai sistemi si mitigazione e contenimento che abbiano un applicazione uniforme sul territorio regionale.

7.5 Gli interventi nell'ambito della agricoltura e zootecnia

Il comparto agricolo concorre al peggioramento della qualità dell'aria principalmente attraverso la produzione (derivante dalla zootecnia) e l'impiego (concimazione minerale, distribuzione in campo di materiali organici non palabili) di ammoniaca, uno dei principali precursori di polveri sottili e gas.

Risulta inoltre critica la pratica della combustione in loco dei residui vegetali agricoli e forestali per l'elevata quantità di polveri sottili che ne derivano, in particolare nel periodo in cui, per motivi meteorologici (inversione termica) esse influiscono pesantemente sui superamenti della media giornaliera di PM_{10}.

D'altro canto alcuni tipi di colture e tecniche colturali, nonché la corretta gestione delle foreste e dei pascoli, determinano un maggiore assorbimento del carbonio atmosferico contribuendo alla riduzione della concentrazione della CO_2 e del conseguente effetto serra.

La programmazione dei fondi PSR 2014-2020 prevede finanziamenti per oltre 1 miliardo di Euro. Il PSR si articola in **Priorità** e **Focus area** che vanno perseguite attraverso delle specifiche **Misure**. Gli obiettivi rispondono alle **reali esigenze** di ogni territorio e puntano a sviluppare non solo l'agricoltura, ma anche altri settori economici presenti nelle aree rurali. Tale somma contribuirà a:

- stimolare la **competitività** del settore agricolo;
- garantire la gestione **sostenibile** delle risorse naturali;
- realizzare uno **sviluppo territoriale** equilibrato delle economie e comunità rurali.

Parte di questi finanziamenti, circa 291 milioni di Euro, sono rivolti ad investimenti in immobilizzazioni materiali attraverso la misura 4. Nell'ambito del PSR 2014-2020 vi sono 3 azioni che favoriscono le riduzioni delle emissioni inquinanti ascrivibili al settore agricolo a cui sono state destinate risorse per un totale di circa 38 Milioni di euro per l'intero quinquennio.

7.5.1 Riduzione delle emissioni nel comparto agricolo

Pur in considerazione del fatto che le attività agricole, zootecniche e forestali determinano effetti sia negativi che positivi sulla qualità dell'aria, le specifiche misure sono principalmente indirizzate a contenere gli effetti negativi attraverso la riduzione delle emissioni, in particolare di ammoniaca e PM_{10}.

Per il raggiungimento degli obiettivi di qualità del comparto è necessario provvedere:

- alla riduzione delle emissioni ammoniacali sia in fase di allevamento degli animali che in fase di trattamento/stoccaggio e distribuzione degli effluenti in campo. Il comparto zootecnico risulta essere responsabile di una quota rilevante di emissioni ammoniacali (in fase di allevamento degli animali ed in fase di trattamento stoccaggio e distribuzione degli effluenti) rendendo quindi necessario indirizzare gli allevatori ma anche gli agricoltori, all'utilizzo delle migliori tecniche e strumenti disponibili;
- a promuovere per la fertilizzazione e in sostituzione dei concimi azotati di sintesi (come l'urea) utilizzati per la fertilizzazione delle colture arboree da frutto e delle colture erbacee di pieno campo (seminativi diversi da leguminose) l'uso di materiali organici anche di origine extra-aziendale in forma palabile: letame; frazioni solide da separazione solido/liquido, anche compostate o digerite, ottenute dal trattamento di effluenti zootecnici e altre matrici agricole; ammendanti compostati di cui all'Allegato 2 del decreto legislativo 75/2010.. La riduzione dell'uso di concimi azotati tipo urea comporta una riduzione importante delle emissioni di NH_3;
- a promuovere l'adozione di tecniche agronomiche a bassa emissività per la distribuzione in campo di materiali organici non palabili (effluenti zootecnici, frazioni non palabili da separazione meccanica solido/liquido di effluenti zootecnici e di altre matrici organiche, anche digerite), purché di origine aziendale. Nella pratica ordinaria, per la distribuzione in campo degli effluenti sono impiegati serbatoi dotati di un piatto deviatore che genera un'elevata frantumazione del getto, provocando rilasci azotati che costituiscono una quota significativa delle emissioni ammoniacali in atmosfera derivanti dall'attività agricola. Cambiando la modalità di gestione e di utilizzo al campo, si potranno abbattere le emissioni di ammoniaca e indirettamente quelle del particolato PM_{10} di cui essa è precursore, riducendo altresì l'impatto odorigeno.

7.5.2 Combustione/abbruciamento in loco di stoppie e sfalci

La combustione in loco di residui vegetali e sfalci è una pratica largamente diffusa nel territorio della Regione e nell'ambito agricolo è rilevante soprattutto la combustione dei residui colturali dei cereali. Tale pratica genera una enorme quantità di polveri sottili e, pur riducendo i volumi di biomassa difficilmente utilizzabile, diminuisce fortemente anche l'apporto di carbonio ai terreni, diversamente da altre tipologie di smaltimento (ad esempio la biotriturazione).

In considerazione di questo si ritiene che si debba proibire (fatte salve alcune eccezioni legate a emergenze di tipo fitosanitario o a particolari condizioni dei suoli) la combustione in campo dei residui vegetali del riso, l'unica significativa che viene praticata nel periodo in cui per motivi metereologici (inversione termica) le polveri emesse, anche in luoghi genericamente remoti, influiscono pesantemente sui superamenti della media giornaliera di $PM_{10.}$

7.6 Le misure sovraregionali

Sin dal 2005 le regioni e le province autonome del bacino padano hanno acquisito la consapevolezza che il risanamento della qualità dell'aria del proprio territorio non poteva che prescindere dalla situazione e dalle azioni adottate dai territori confinanti. Questa consapevolezza ha portato nel 2007 alla sottoscrizione del primo "Accordo tra le regioni del bacino padano per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento atmosferico", tra le regioni Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia, Lombardia, Piemonte, Valle d'Aosta, le province autonome di Trento e Bolzano e la Repubblica del Cantone Ticino, su specifici ambiti di intervento:

- limitazioni progressive della circolazione dei veicoli più inquinanti;
- regolamentazione per l'utilizzo dei combustibili, compreso l'utilizzo delle biomasse per riscaldamento;
- definizione di standard emissivi comuni per le attività produttive e per le sorgenti civili;
- approfondimento delle tecniche di monitoraggio e modellazione ai fini della previsione e condivisione di queste informazioni negli inventari delle emissioni.

Sulla scia di questo accordo, ma soprattutto visto il permanere di condizioni critiche per quanto riguarda la qualità dell'aria nell'intero bacino padano, il 19 dicembre 2013 è stato sottoscritto un nuovo accordo tra Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Ministero delle Politiche Agricole, Alimentarie e Forestali, Ministero della Salute, regioni e province autonome del bacino padano, per l'adozione coordinata e congiunta di misure di risanamento della qualità dell'aria.

Con questo accordo i firmatari hanno riconosciuto le specificità orografiche e meteo-climatiche di quest'area e si sono impegnati ad individuare e adottare misure aggiuntive comuni di contrasto all'inquinamento atmosferico, in modo da presentare una posizione unitaria e un impegno comune nei confronti della Commissione Europea, che nel corso del 2016 ha avviato una nuova procedura di infrazione nei confronti di buona parte di questi territori. L'Accordo prevede che le parti interessate individuino e coordinino una serie di attività in modo da permettere l'attuazione di misure congiunte e omogenee a breve, medio e lungo termine, riguardanti i settori emissivi ritenuti maggiormente responsabili, ovvero:

- impianti di combustione alimentati a biomasse; »» riqualificazione energetica degli edifici;
- regolamentazione circolazione dei veicoli;
- riduzione di emissioni da attività agricole e zootecniche;
- cogenerazione nuovi impianti industriali alimentati a biomasse.

Queste attività sono state oggetto di approfondimento da parte di gruppi tecnici dedicati, coordinati dai vari ministeri, ed hanno prodotto produrranno a breve delle proposte operative che in alcuni casi, si tradurranno sono già tradotte in specifici decreti ministeriali, come nel caso del Decreto del MIT del 04 agosto 2017 " Individuazione delle linee guida per i piani urbani di mobilità sostenibile,…" e del Decreto del MATTM n. 186 del 07 novembre 2017 sulla certificazione degli impianti di calore alimentati a biomassa. Gli effetti dell'Accordo di Programma del 2013 non si sono ancora del tutto manifestati, tuttavia nel corso degli anni sono state adottate una serie di misure congiunte, in particolare per quanto riguarda il comparto emissivo dovuto al traffico, con la limitazione alla circolazione dei veicoli più inquinanti, a cominciare da quelli con motorizzazione diesel, oppure l'introduzione coordinata di domeniche ecologiche che prevedono blocchi della circolazione.

Nell'ambito delle azioni comuni, anche se inizialmente attuate con modalità leggermente differenti dalle singole regioni, è importante segnalare i protocolli assunti per le azioni emergenziali, che nel caso della Regione Piemonte sono identificati con il "Protocollo operativo per l'attuazione delle misure Antismog" attuato per la prima volta a dicembre 2016, a seguito dell'approvazione della D.G.R. 24 – 4171 del 07 novembre 2016.

Il 09 giugno 2017 a Bologna, è stato sottoscritto il " Nuovo Accordo di Programma per l'adozione congiunta di misure per il miglioramento della qualità dell'Aria nel Bacino Padano" tra il Ministero dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare e le regioni Emilia Romagna, Lombardia, Piemonte e Veneto. L'Accordo, come già specificato nel paragrafo 2.2.4, contiene una serie di misure in capo alle regioni ed altre in capo al Ministero. Valore aggiunto di questo Acccordo è rappresentato dal fatto che le quattro regioni per la prima volta recepiscono ed attuano sui loro territori le medesime misure, con le medesime modalità.

In questo campo assumono particolare importanza le limitazioni al traffico, attuate dal Piemonte con la D.G.R. 42 – 5805 del 20 ottobre 2017 e con la D.D. 463 del 31 ottobre 2017, con una limitazione programmata della circolazione dei mezzi con motorizzazione Diesel nelle aree urbane dei comuni con popolazione superiore a 20.000 abitanti presso i quali opera un adeguato servizio di trasporto pubblico locale, ricadenti in zone presso le quali risulta superato uno o più dei valori limite del PM_{10} o del biossido di azoto NO_2 (in Piemonte le limitazioni sono state estese ai comuni con più di 20.000 abitanti anziché 30.000 come previsto dall'accordo, vista la diversa distribuzione demografica), secondo un calendario programmato che vede il blocco di tutte le autovetture ed i veicoli commerciali di categoria N1, N2 ed N3 a partire dal 1 ottobre 2018, dal lunedì al venerdì, dalle ore 8,30 alle ore 18,30, di categoria inferiore o uguale ad

"Euro 3". La stessa limitazione è estesa ai medesimi veicoli con omologazione emissiva inferiore o uguale ad "Euro 4" a partire dal 1 ottobre 2020 e al 1 ottobre 2025 per quelli con omologazione emissiva inferiore o uguale ad "Euro 5".

Abbinato a questo divieto strutturale sono stati stabiliti dei i criteri per l'individuazione e la gestione delle situazioni di perdurante accumulo degli inquinanti di seguito descritti:

a. Le procedure di attivazione delle misure temporanee omogenee

Le procedure per l'attivazione di misure temporanee omogenee nelle quattro Regioni del bacino padano, al verificarsi di condizioni di accumulo e di aumento delle concentrazioni di PM_{10} correlate all'instaurarsi di condizioni meteo sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti, sono riportate nella tabella sottostante.

Nelle procedure di seguito descritte si intende per concentrazione di PM_{10} il valore medio giornaliero misurato in una stazione identificata di riferimento per ogni area di applicazione. La stazione di riferimento potrà essere o una stazione fisica o una stazione virtuale, ovvero derivante dall'aggregazione dei dati di più stazioni e sarà individuata da ogni Regione con il supporto delle proprie agenzie ambientali sulla base delle caratteristiche del territorio e della rete di monitoraggio di qualità dell'aria.

LIVELLO di ALLERTA	MECCANISMO DI ATTIVAZIONE DELLE MISURE	SEMAFORO
NESSUNA ALLERTA	Nessun superamento misurato nella stazione di riferimento del valore limite di 50 µg/m^3 della concentrazione di PM_{10} secondo le persistenze di cui ai punti successivi.	VERDE
PRIMO LIVELLO	Attivato dopo 4 giorni consecutivi di superamento misurato nella stazione di riferimento del valore di 50 µg/m^3 della concentrazione di PM_{10}, sulla base della verifica effettuata nelle giornate di lunedì e giovedì (giornate di controllo) sui quattro giorni antecedenti. Le misure temporanee, da attivare entro il giorno successivo a quello di controllo (ovvero martedì e venerdì), restano in vigore fino al giorno di controllo successivo.	ARANCIO
SECONDO LIVELLO	Attivato dopo il 10° giorno di superamento consecutivo misurato nella stazione di riferimento del valore limite di 50 µg/m^3 della concentrazione PM_{10}, sulla base della verifica effettuata nelle giornate di lunedì e giovedì (giornate di controllo) sui 10 giorni antecedenti. Le misure temporanee, da attivare entro il giorno successivo a quello di controllo (ovvero martedì e venerdì), restano in vigore fino al giorno di controllo successivo.	ROSSO
NON ATTIVAZIONE DEL LIVELLO SUCCESSIVO A QUELLO IN VIGORE	Se nelle giornate di controllo di lunedì e giovedì l'analisi dei dati della stazione di riferimento porterebbe ad una variazione in aumento del livello esistente (ovvero da verde ad arancio e da arancio a rosso), ma le previsioni meteorologiche e di qualità dell'aria prevedono per il giorno in corso e per il giorno successivo condizioni favorevoli alla dispersione degli inquinanti, il nuovo livello non si attiva e rimane valido il livello in vigore fino alla successiva giornata di controllo.	
CONDIZIONI DI RIENTRO AL LIVELLO VERDE (NESSUNA ALLERTA)	Il rientro da un livello di criticità qualunque esso sia (arancio o rosso) avviene se, sulla base della verifica effettuata nelle giornate di controllo di lunedì e giovedì sui dati delle stazioni di riferimento, si realizza una delle due seguenti condizioni: 1) la concentrazione del giorno precedente il giorno di controllo è misurata al di sotto del valore limite di 50 µg/m^3 e le previsioni meteorologiche e di qualità dell'aria prevedono per il giorno in corso ed il giorno successivo condizioni favorevoli alla dispersione degli inquinanti; 2) si osservano due giorni consecutivi di concentrazione misurata al di sotto del valore limite di 50 µg/m^3 nei quattro giorni precedenti al giorno di controllo. Il rientro al livello verde ha effetto a partire dal giorno successivo a quello di controllo.	

Figura 7.5.1: Meccanismo di attivazione delle misure temporanee omogenee.

b. Le misure temporanee omogenee per il miglioramento della qualità dell'aria ed il contrasto all'inquinamento locale

Le misure temporanee omogenee sono articolate su due livelli in relazione alle condizioni di persistenza dello stato di superamento del valore di 50 µg/m^3 della concentrazione di PM_{10} registrato dalle stazioni di rilevamento.

Le misure temporanee omogenee di 1° livello sono:

b.1. Limitazione all'utilizzo delle autovetture private di classe emissiva almeno Euro 4 diesel in ambito urbano dalle 8.30 alle 18.30 e dei veicoli commerciali (N1, N2 e N3) di classe emissiva almeno Euro 3 diesel dalle 8.30 alle 12.30. Le deroghe sono relative ai veicoli utilizzati per finalità di tipo pubblico o sociale (forze dell'ordine, soccorso sanitario, pronto intervento), per il trasporto di portatori di handicap o di persone sottoposte a terapie indispensabili ed indifferibili, i veicoli speciali definiti dall'art. 54 lett. f), g) e n) del Codice della Strada e sono fatte salve le disposizioni comunali vigenti relative alle Zone a Traffico Limitato (ZTL) e alle modalità di carico-scarico delle merci;

b.2. Divieto di utilizzo di generatori di calore domestici alimentati a biomassa legnosa (in presenza di impianto di riscaldamento alternativo) aventi prestazioni energetiche ed emissive che non sono in grado di rispettare i valori previsti almeno per la classe 3 stelle in base alla classificazione ambientale introdotta dal decreto attuativo dell'articolo 290, comma 4, del decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152;

b.3. Divieto assoluto, per qualsiasi tipologia (falò rituali, barbecue e fuochi d'artificio, scopo intrattenimento, etc…), di combustioni all'aperto anche relativamente alle deroghe consentite dall'art. 182, comma 6 bis, del decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152 rappresentate dai piccoli cumuli di residui vegetali bruciati in loco;

b.4. Introduzione del limite a 19°C (con tolleranza di 2°C) per le temperature medie nelle abitazioni e spazi ed esercizi commerciali;

b.5. Divieto per tutti i veicoli di sostare con il motore acceso;

b.6. Divieto di spandimento dei liquami zootecnici e, in presenza di divieto regionale, divieto di rilasciare le relative deroghe;

b.7. Invito ai soggetti preposti a introdurre agevolazioni tariffarie sui servizi locali di TPL;

b.8. Potenziamento dei controlli con particolare riguardo a rispetto divieti di limitazione della circolazione veicolare, di utilizzo degli impianti termici a biomassa legnosa, di combustioni all'aperto e di divieto di spandimento dei liquami.

Le misure temporanee omogenee di 2° livello (aggiuntive rispetto a quelle di 1° livello) sono:

b.9. Estensione delle limitazioni per le autovetture private di classe emissiva almeno Euro 4 diesel in ambito urbano nella fascia oraria 8.30-18.30 e per i veicoli commerciali (N1, N2 e N3) di classe emissiva almeno Euro 3 diesel nella fascia oraria 8.30 – 18.30 ed Euro 4 diesel nella fascia oraria 8.30 – 12.30. Le deroghe previste sono le medesime individuate al punto b.1.

c. Ambito di applicazione

Le misure temporanee omogenee, di cui al presente Allegato, si applicano obbligatoriamente nelle aree urbane dei comuni facenti parte dell'agglomerato di Torino e nelle aree urbane dei comuni con popolazione superiore a 20.000 abitanti alla data del 31 dicembre 2016, nei quali risulta superato uno o più dei valori limite del PM_{10} o del biossido di azoto NO_2 per almeno 3 anni anche non consecutivi, nell'arco degli ultimi cinque anni. Le limitazioni risultano obbligatorie nei comuni compresi nell'elenco di cui all'Allegato 2 e in cui è altresì operativo un servizio di trasporto pubblico locale, mentre sono facoltative per tutti gli altri comuni.

Negli stessi provvedimenti sono stati inseriti anche il divieto di abbruciamento in campo dei residui vegetali, su tutto il territorio regionale.

Oltre alle misure sul traffico saranno messe in atto importati limitazioni all'installazione e all'utilizzo di generatori di calore a biomassa, così come previsto dall'Accordo del Bacino Padano del 2017 e a seguito della pubblicazione del Decreto del MATTM n. 186 07 novembre 2017, che organizza le previsioni come nel seguito descritto:

- dal 15 ottobre 2018 in tutti comuni del territorio regionale è vietato installare generatori di calore alimentati a biomassa legnosa aventi una potenza nominale inferiore a 35 kW con classe di prestazione emissiva inferiore alla classe "3 stelle";
- dal 15 ottobre 2019 in tutti comuni del territorio regionale è vietato installare generatori di calore alimentati a biomassa legnosa aventi una potenza nominale inferiore a 35 kW con classe di prestazione emissiva inferiore alla classe "4 stelle";
- dal 15 ottobre 2018 in tutti comuni appartenenti alle zone "Agglomerato di Torino", "Pianura" e "Collina" è vietato utilizzare generatori di calore alimentati a biomassa legnosa aventi una potenza nominale inferiore a 35 kW con classe di prestazione emissiva inferiore a "2 stelle";
- dal 15 ottobre 2019 in tutti comuni appartenenti alle zone "Agglomerato di Torino", "Pianura" e "Collina" è vietato utilizzare generatori di calore alimentati a biomassa legnosa aventi una potenza nominale inferiore a 35 kW con classe di prestazione emissiva inferiore a "3 stelle".

7.7 Gli interventi nell'ambito della riqualificazione urbana

L'attività edilizia è uno dei settori a più alto impatto ambientale, che si esercita attraverso l'inarrestabile impiego di territorio e il conseguente consumo di suolo, l'alto consumo energetico e le emissioni in atmosfera ad esso connesse. Il suolo costituisce una risorsa non rinnovabile che necessita di azioni di tutela al fine di preservare le funzioni ecosistemiche che lo stesso svolge generando benefici multipli in termini di regolazione, supporto alla vita, approvvigionamento delle risorse e della cultura.

I quartieri residenziali costruiti nella seconda metà del '900 sono stati realizzati senza tener conto degli alti consumi energetici che sarebbero stati prodotti da tali edifici nel corso degli anni. Oggi, a distanza di qualche decennio, osservando criticamente tale situazione, ci si rende conto della necessità di porre nuovamente l'attenzione su quegli edifici, costruiti allora in tempi eccessivamente brevi, con materiali e tecnologie costruttive poco sperimentate e senza particolare attenzione alle regole del buon costruire.

In questo contesto pare opportuno considerare la riqualificazione/rigenerazione urbana quale strumento fondamentale per riqualificare il territorio. Intendendo la riqualificazione parte di un approccio multi disciplinare e partecipato in grado di guardare al sistema territoriale e alla città in tutte le sue componenti: culturale, economico, e sociale e con un approccio rinnovato agli aspetti ambientali e di mobilità sostenibile.

Le motivazioni principali di tale rinnovata attenzione sono attribuibili soprattutto ad una nuova sensibilità culturale ed ambientale sviluppatasi negli ultimi anni sia nel campo istituzionale che professionale, che sta portando ad affrontare con maggiore serietà i temi del rinnovo urbano e della riqualificazione energetica dell'edilizia esistente.

La riqualificazione del tessuto urbano ha anche l'obiettivo di migliorare sotto il profilo ambientale, sociale ed economico parti della città caratterizzati da tessuti densi spesso degradati attraverso azioni di buona progettazione e rigenerative della qualità urbana anche attraverso la reintroduzione della componente verde.

Quando si parla di riqualificazione urbana dunque si intende un insieme di azioni che mirano a recuperare e riqualificare il patrimonio edilizio preesistente con un'attenzione rivolta anche alle aree e agli spazi pubblici urbani che necessitano di azioni forestali compensative vegetazionali nell'ottica di restituire ai cittadini le aree verdi ad oggi compromesse

e migliorare la qualità della vita nelle aree urbane e periurbane. Inoltre, numerosi studi scientifici evidenziano come la vegetazione possa giocare un ruolo significativo nella riduzione dei livelli di inquinanti atmosferici (in particolare polveri sottili). La vegetazione dunque favorisce un miglioramento della qualità dell'aria, è noto infatti che attraverso il processo di fotosintesi, le piante assorbono anidride carbonica e restituiscono ossigeno.

Le misure previste dal Piano sono in linea con questo approccio multiculturale e multidisciplinare prevedendo da una parte azioni mirate all'incremento e al recupero della componente vegetazionale che, come detto, può giocare un ruolo significativo sulla riduzione degli inquinanti atmosferici, e dall'altra la sostituzione del parco edilizio urbano in grado di rispondere a migliori prestazioni energetiche e buona qualità architettonica.

7.8 Gli interventi nell'ambito della comunicazione, informazione, formazione ed educazione ambientale

L'Italia si è impegnata, nell'ambito dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite, a definire una Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile (SNSvS), coordinata con il Programma Nazionale di Riforma (PNR) e con il Documento di Economia e Finanza (DEF).

La Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile (SNSvS) è strutturata in cinque aree, corrispondenti alle cosiddette "5P" dello sviluppo sostenibile proposte dall'Agenda 2030: Persone, Pianeta, Prosperità, Pace e Partnership.

Una sesta area è dedicata ai cosiddetti vettori per la sostenibilità, da considerarsi come elementi essenziali per il raggiungimento degli obiettivi strategici nazionali.

Ciascuna area contiene Scelte Strategiche e Obiettivi Strategici per l'Italia, correlati agli SDGs dell'Agenda 2030. Le scelte strategiche individuano le priorità cui l'Italia è chiamata a rispondere. Riflettono la natura trasversale dell'Agenda 2030, integrando le tre dimensioni dello sostenibilità: ambiente, società ed economia.

Gli interventi individuati nell'ambito della comunicazione, informazione, formazione ed educazione ambientale previsti dal Piano Regionale di Qualità dell'Aria centrano appieno i vettori per la sostenibilità previsti dalla Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile, in particolare i seguenti vettori: I Conoscenza comune; III Istruzioni, partecipazione e partenariati; IV Educazione, sensibilizzazione, comunicazione.

Nell'ottica di promuovere lo sviluppo sostenibile e l'adattamento ai cambiamenti climatici la cultura ecologica non può affrontare la tematica con una serie di risposte urgenti e parziali ai problemi che si presentano riguardo al degrado ambientale, all'esaurimento delle riserve naturali e all'inquinamento. Occorre proporre uno sguardo diverso, un pensiero, una politica, un programma educativo, uno stile di vita.

Per questo motivo Regione Piemonte si propone di sviluppare programmi e progetti per la sostenibilità ambientale, la cosiddetta Green Economy e l'adattamento ai cambiamenti climatici, orientati ai singoli componenti del sistema sociale ma anche al territorio nel suo complesso, nella consapevolezza che solo il concorso di comportamenti "virtuosi" e consapevoli diffusi può contribuire al miglioramento della qualità dell'ambiente e, conseguentemente la qualità della vita dei cittadini.

Per quanto riguarda il Piano Regionale di Qualità dell'Aria, che per sua natura richiede un'ampia integrazione tra numerosi settori a diversi livelli (livello politico, amministrativo, locale, del singolo, della collettività, ecc.) i comportamenti virtuosi del singolo hanno un impatto sia alla scala locale che, potenzialmente, alla scala globale. Pertanto il coinvolgimento diretto, attivo e consapevole del singolo cittadino assume un ruolo fondamentale nelle politiche sottese al raggiungimento degli obiettivi di qualità dell'aria.

Infatti le emissioni in atmosfera derivano per la maggior parte da attività antropiche, pertanto il singolo individuo può, con un comportamento consapevole, cambiare in modo significativo la curva di inquinamento dell'aria e migliorare la qualità della vita collettiva.

In quest'ottica, le misure di comunicazione proposte saranno mirate a sensibilizzare la cittadinanza sul tema della qualità dell'aria. Questo crea le basi per far sì che le misure previste dal PRQA possano essere comprese dalla cittadinanza e in grado di generare mutamenti volontari degli stili di vita che potranno rendere superflue drastiche misure di riduzione della mobilità veicolare a tutto vantaggio della collettività.

L'informazione non può pertanto limitarsi a quella di tipo istituzionale che ha connotati a volte ostili ad una facile lettura da parte della cittadinanza. L'informazione deve essere strutturata in forma semplice e va concepita in base al tipo di pubblico alla quale essa è diretta.

Gli interventi previsti nell'ambito della comunicazione del PRQA prevedono quattro misure trasversali al piano:

- Informazione sulla qualità dell'aria e sui rischi per la salute umana. La misura prevede la revisione dell'attuale piattaforma di raccolta, elaborazione e comunicazione dei dati e delle informazioni sulla qualità dell'aria attraverso la costruzione di un sistema informativo in linea con la comunicazione web 2.0 in grado di informare il cittadino in tempo reale sulla qualità dell'aria;
- Promozione di campagne di sensibilizzazione rivolte alla cittadinanza. La misura è volta a promuovere campagne di sensibilizzazione sia a carattere generale sulla qualità dell'aria che specifiche su quelle che rappresentano le fonti emissive prevalenti riferite ai vari ambiti di intervento;
- Attivazione di progetti formativi ed educativi sulle buone pratiche per la cittadinanza attraverso il mondo scolastico, il mondo del lavoro, il terzo settore. La misura propone la definizione di percorsi formativi orientati alla sostenibilità ambientale e a promuovere nelle giovani generazioni i principi della cittadinanza attiva e consapevole in materia di inquinamento della qualità dell'aria;
- Promozione della partecipazione attiva del cittadino e definizione di strumenti per la gestione dei conflitti ambientali. La misura propone la costruzione di spazi di incontro, dialogo e confronto al fine di implementare la partecipazione di cittadini, comunità locali e associazioni in progetti di "citizen scienze" come strumento di confronto e crescita tra le parti.

Queste misure che andranno ad integrarsi con le misure riferite agli specifici comparti e ai piani stralcio che verranno predisposti, in sinergia con il progetto europeo Life prePair.

Al fine di coordinare al meglio le attività di comunicazione sottese all'attuazione del Piano sarà predisposto un documento tecnico operativo flessibile, road map della comunicazione, che definirà tempi e modi per attivare le misure di comunicazione nonché la correlazione con quanto previsto dalle misure dei singoli comparti e il progetto LIFE prePair.

Gli scenari di piano

8.1 Lo scenario emissivo di Piano al 2030

Le misure di Piano descritte dettagliatamente nel capitolo precedente sono state reinterpretate – ai fini della predisposizione dello scenario di Piano - in termini di scenario emissivo, individuandone ambiti d'intervento (comparti emissivi coinvolti), efficacia (percentuale di riduzione dei diversi inquinanti), grado di penetrazione (diffusione nell'ambito del comparto emissivo coinvolto).

Gli effetti delle misure sulle varie sorgenti emissive sono stati considerati cumulativamente, ovvero – definita una scala di priorità delle misure – le riduzioni emissive associate a ciascun intervento sono state applicate, per lo stesso comparto e per lo stesso inquinante, alla quota di emissioni restante dopo l'applicazione dell'intervento precedente.

Il quadro emissivo risultante è sintetizzato nelle tabelle di seguito riportate: le prime tabelle (Figure 8.1.1, 8.1.2, 8.1.3, 8.1.4 e 8.1.5) evidenziano le variazioni – a livello dei diversi comparti - dello scenario emissivo di Piano rispetto allo scenario emissivo tendenziale 2030 e di quest'ultimo rispetto allo scenario emissivo base 2010.

L'anno di riferimento al 2010 (corrispondente all'inventario 2010B) è stato scelto al fine di partire da uno scenario di qualità dell'aria che rispecchiasse una situazione media rispetto agli ultimi 10 anni, pur disponendo di uno scenario IREA aggiornato all'anno 2013.

COMPARTI	PM_{10} 2010 (t/a)	PM_{10} 2030new (t/a)	PM_{10} 2030 misure (t/a)	PM_{10} 2030 new - 2010 differenza (t/a)	PM_{10} 2030 misure - 2030 new differenza (t/a)	PM_{10} 2030 new - 2010 %	PM_{10} 2030 misure - 2030 new %
Produzione di energia	90	90	90	0	0	0	0
Riscaldamento	11399	11399	7409	0	-3990	0	-35
Combustione nell'industria	265	188	188	-77	0	-29	0
Processi produttivi	194	208	208	14	0	7	0
Distribuzione combustibili	0	0	0	0	0	0	0
Uso di solventi	126	126	126	0	0	0	0
Trasporti stradali	6515	3974	3032	-2541	-943	-39	-24
Trasporti off-road	510	107	99	-403	-8	-79	-7
Trattamento e smaltimento rifiuti	15	15	15	1	0	4	0
Agricoltura e allevamento	2313	2329	296	16	-2033	1	-87
Natura e foreste	226	226	226	0	0	0	0
TOTALE	***21653***	***18663***	***11690***	***-2991***	***-6973***	***-14***	***-37***

Figura 8.1.1 - Confronto tra le emissioni di particolato primario PM_{10} nello scenario emissivo base (2010), nello scenario tendenziale (2030) e nello scenario di Piano (2030)

COMPARTI	NO_x 2010 (t/a)	NO_x 2030new (t/a)	NO_x 2030 misure (t/a)	NO_x 2030 new - 2010 differenza (t/a)	NO_x 2030 misure - 2030 new differenza (t/a)	NO_x 2030 new - 2010 %	NO_x 2030 misure - 2030 new %
Produzione di energia	3747	3747	3747	0	0	0	0
Riscaldamento	7535	6917	5274	-617	-1643	-8	-24
Combustione nell'industria	10741	7518	7518	-3222	0	-30	0
Processi produttivi	2571	1903	1903	-669	0	-26	0
Distribuzione combustibili	0	0	0	0	0	0	0
Uso di solventi	172	172	172	0	0	0	0
Trasporti stradali	46659	31262	24620	-15398	-6641	-33	-21
Trasporti off-road	9479	4929	4775	-4550	-154	-48	-3
Trattamento e smaltimento rifiuti	1286	1286	1286	0	0	0	0
Agricoltura e allevamento	840	840	171	0	-669	0	-80
Natura e foreste	16	16	16	0	0	0	0
TOTALE	***83047***	***58591***	***49484***	***-24455***	***-9107***	***-29***	***-16***

Figura 8.1.2 - Confronto tra le emissioni di ossidi di azoto nello scenario emissivo base (2010), nello scenario tendenziale (2030) e nello scenario di Piano (2030)

COMPARTI	NMVOC 2010 (t/a)	NMVOC 2030new (t/a)	NMVOC 2030 misure (t/a)	NMVOC 2030 new - 2010 differenza (t/a)	NMVOC 2030 misure - 2030 new differenza (t/a)	NMVOC 2030 new - 2010 %	NMVOC 2030 misure - 2030 new %
Produzione di energia	279	279	279	0	0	0	0
Riscaldamento	11039	11039	8279	0	-2760	0	-25
Combustione nell'industria	1365	1092	1092	-273	0	-20	0
Processi produttivi	8544	8800	8800	256	0	3	0
Distribuzione combustibili	3147	3147	3147	0	0	0	0
Uso di solventi	18946	17620	17620	-1326	0	-7	0
Trasporti stradali	17632	5642	5241	-11990	-401	-68	-7
Trasporti off-road	1317	1133	1103	-184	-30	-14	-3
Trattamento e smaltimento rifiuti	217	87	87	-130	0	-60	0
Agricoltura e allevamento	40365	40365	39887	0	-478	0	-1
Natura e foreste	84919	84919	84919	0	0	0	0
TOTALE	***187772***	***174124***	***170456***	***-13648***	***-3669***	***-7***	***-2***

Figura 8.1.3 - Confronto tra le emissioni di composti organici volatili non metanici nello scenario emissivo base (2010), nello scenario tendenziale (2030) e nello scenario di Piano (2030)

COMPARTI	NH_3 2010 (t/a)	NH_3 2030 new (t/a)	NH_3 2030 misure (t/a)	NH_3 2030 new - 2010 differenza (t/a)	NH_3 2030 misure - 2030 new differenza (t/a)	NH_3 2030 new - 2010 %	NH_3 2030 misure - 2030 new %
Produzione di energia	10	10	10	0	0	0	0
Riscaldamento	283	283	213	0	-71	0	-25
Combustione nell'industria	10	10	10	0	0	0	0
Processi produttivi	38	38	38	0	0	0	0
Distribuzione combustibili	0	0	0	0	0	0	0
Uso di solventi	13	13	13	0	0	0	0
Trasporti stradali	596	358	333	-238	-24	-40	-7
Trasporti off-road	2	2	2	0	0	0	-2
Trattamento e smaltimento rifiuti	1119	448	448	-671	0	-60	0
Agricoltura e allevamento	39114	39985	31992	871	-7993	2	-20
Natura e foreste	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE	***41187***	***41148***	***33060***	***-39***	***-8088***	***0***	***-20***

Figura 8.1.4 - Confronto tra le emissioni di ammoniaca nello scenario emissivo base (2010), nello scenario tendenziale (2030) e nello scenario di Piano (2030)

COMPARTI	SO_2 2010 (t/a)	SO_2 2030 new (t/a)	SO_2 2030 misure (t/a)	SO_2 2030 new - 2010 differenza (t/a)	SO_2 2030 misure - 2030 new differenza (t/a)	SO_2 2030 new - 2010 %	SO_2 2030 misure - 2030 new %
Produzione di energia	151	151	151	0	0	0	0
Riscaldamento	1009	1009	757	0	-252	0	-25
Combustione nell'industria	4176	2005	2005	-2172	0	-52	0
Processi produttivi	3352	3352	3352	0	0	0	0
Distribuzione combustibili	0	0	0	0	0	0	0
Uso di solventi	0	0	0	0	0	16	0
Trasporti stradali	59	59	31	0	-28	0	-47
Trasporti off-road	50	50	46	0	-4	0	-8
Trattamento e smaltimento rifiuti	50	47	47	-3	0	-6	0
Agricoltura e allevamento	112	112	0	0	-112	0	-100
Natura e foreste	3	3	3	0	0	0	0
TOTALE	***8963***	***6789***	***6393***	***-2175***	***-396***	***-24***	***-6***

Figura 8.1.5 - Confronto tra le emissioni di biossido di zolfo nello scenario emissivo base (2010), nello scenario tendenziale (2030) e nello scenario di Piano (2030)

L'uso di IREA 2013, presentando un quadro emissivo totale regionale in calo rispetto al 2010, anche a causa dell'effetto della crisi e conseguente contrazione dei consumi, avrebbe rappresentato infatti uno scenario di partenza meno cautelativo portando a degli obiettivi di riduzione delle emissioni meno ambiziosi.

ZONA IT0118

COMPARTI	PM_{10} 2010 (t/a)	PM_{10} 2030new (t/a)	PM_{10} 2030 misure (t/a)	PM_{10} 2030 new - 2010 differenza (t/a)	PM_{10} 2030 misure - 2030 new differenza (t/a)	PM_{10} 2030 new - 2010 %	PM_{10} 2030 misure - 2030 new %
Produzione di energia	4	4	4	0	0	0	0
Riscaldamento	672	672	437	0	-235	0	-35
Combustione nell'industria	20	14	14	-6	0	-29	0
Processi produttivi	19	20	20	1	0	7	0
Distribuzione combustibili	0	0	0	0	0	0	0
Uso di solventi	8	8	8	0	0	0	0
Trasporti stradali	1540	940	555	-601	-384	-39	-41
Trasporti off-road	36	7	5	-28	-3	-79	-38
Trattamento e smaltimento rifiuti	10	11	11	0	0	4	0
Agricoltura e allevamento	48	48	9	0	-39	0	-81
Natura e foreste	79	79	79	0	0	0	0
TOTALE	***2436***	***1803***	***1142***	***-633***	***-661***	***-26***	***-37***

ZONA IT0119

COMPARTI	PM_{10} 2010 (t/a)	PM_{10} 2030new (t/a)	PM_{10} 2030 misure (t/a)	PM_{10} 2030 new - 2010 differenza (t/a)	PM_{10} 2030 misure - 2030 new differenza (t/a)	PM_{10} 2030 new - 2010 %	PM_{10} 2030 misure - 2030 new %
Produzione di energia	9	9	9	0	0	0	0
Riscaldamento	3128	3128	2033	0	-1095	0	-35
Combustione nell'industria	167	119	119	-48	0	-29	0
Processi produttivi	122	131	131	9	0	7	0
Distribuzione combustibili	0	0	0	0	0	0	0
Uso di solventi	114	114	114	0	0	0	0
Trasporti stradali	2372	1447	1142	-925	-304	-39	-21
Trasporti off-road	289	61	58	-229	-2	-79	-4
Trattamento e smaltimento rifiuti	2	2	2	0	0	4	0
Agricoltura e allevamento	1709	1709	189	0	-1520	0	-89
Natura e foreste	68	68	68	0	0	0	0
TOTALE	***7979***	***6786***	***3865***	***-1193***	***-2921***	***-15***	***-43***

ZONA IT0120

COMPARTI	PM_{10} 2010 (t/a)	PM_{10} 2030new (t/a)	PM_{10} 2030 misure (t/a)	PM_{10} 2030 new - 2010 differenza (t/a)	PM_{10} 2030 misure - 2030 new differenza (t/a)	PM_{10} 2030 new - 2010 %	PM_{10} 2030 misure - 2030 new %
Produzione di energia	75	75	75	0	0	0	0
Riscaldamento	5869	5869	3815	0	-2054	0	-35
Combustione nell'industria	76	54	54	-22	0	-29	0
Processi produttivi	54	57	57	4	0	7	0
Distribuzione combustibili	0	0	0	0	0	0	0
Uso di solventi	2	2	2	0	0	0	0
Trasporti stradali	2233	1362	1142	-871	-220	-39	-16
Trasporti off-road	152	32	29	-120	-2	-79	-7
Trattamento e smaltimento rifiuti	2	2	2	0	0	4	0
Agricoltura e allevamento	510	510	88	0	-422	0	-83
Natura e foreste	70	70	70	0	0	0	0
TOTALE	***9041***	***8033***	***5334***	***-1009***	***-2699***	***-11***	***-34***

ZONA IT0121

COMPARTI	PM_{10} 2010 (t/a)	PM_{10} 2030new (t/a)	PM_{10} 2030 misure (t/a)	PM_{10} 2030 new - 2010 differenza (t/a)	PM_{10} 2030 misure - 2030 new differenza (t/a)	PM_{10} 2030 new - 2010 %	PM_{10} 2030 misure - 2030 new %
Produzione di energia	2	2	2	0	0	0	0
Riscaldamento	1731	1731	1125	0	-606	0	-35
Combustione nell'industria	2	2	2	-1	0	-29	0
Processi produttivi	0	0	0	0	0	7	0
Distribuzione combustibili	0	0	0	0	0	0	0
Uso di solventi	2	2	2	0	0	0	0
Trasporti stradali	370	226	192	-144	-34	-39	-15
Trasporti off-road	33	7	7	-26	0	-79	-3
Trattamento e smaltimento rifiuti	0	0	0	0	0	9	0
Agricoltura e allevamento	46	46	10	0	-36	0	-79
Natura e foreste	10	10	10	0	0	0	0
TOTALE	***2196***	***2025***	***1349***	***-171***	***-676***	***-8***	***-33***

Figura 8.1.6 - Confronto per le differenti Zone tra le emissioni di particolato primario PM_{10} nello scenario emissivo base (2010), nello scenario tendenziale (2030) e nello scenario di Piano (2030)

ZONA IT0118							
COMPARTI	NOx 2010 (t/a)	NOx 2030new (t/a)	NOx 2030 misure (t/a)	NOx 2030 new - 2010 differenza (t/a)	NOx 2030 misure - 2030 new differenza (t/a)	NOx 2030 new - 2010 %	NOx 2030 misure - 2030 new %
Produzione di energia	854	854	854	0	0	0	0
Riscaldamento	1503	1379	1052	-124	-327	-8	-24
Combustione nell'industria	2335	1635	1635	-701	0	-30	0
Processi produttivi	102	76	76	-27	0	-26	0
Distribuzione combustibili	0	0	0	0	0	0	0
Uso di solventi	82	82	82	0	0	0	0
Trasporti stradali	12738	8534	5688	-4203	-2846	-33	-33
Trasporti off-road	591	307	251	-284	-56	-48	-18
Trattamento e smaltimento rifiuti	1152	1152	1152	0	0	0	0
Agricoltura e allevamento	22	22	9	0	-13	0	-58
Natura e foreste	6	6	6	0	0	0	0
TOTALE	***19385***	***14047***	***10805***	***-5338***	***-3242***	***-28***	***-23***

ZONA IT0119							
COMPARTI	NOx2010 (t/a)	NOx 2030new (t/a)	NOx 2030 misure (t/a)	NOx 2030 new - 2010 differenza (t/a)	NOx 2030 misure - 2030 new differenza (t/a)	NOx 2030 new - 2010 %	NOx 2030 misure - 2030 new %
Produzione di energia	1237	1237	1237	0	0	0	0
Riscaldamento	2233	2007	1563	-226	-443	-10	-22
Combustione nell'industria	5841	4089	4089	-1752	0	-30	0
Processi produttivi	1906	1410	1410	-496	0	-26	0
Distribuzione combustibili	0	0	0	0	0	0	0
Uso di solventi	73	73	73	0	0	0	0
Trasporti stradali	17604	11795	9549	-5809	-2246	-33	-19
Trasporti off-road	5661	2944	2897	-2717	-46	-48	-2
Trattamento e smaltimento rifiuti	35	35	35	0	0	0	0
Agricoltura e allevamento	741	741	125	0	-616	0	-83
Natura e foreste	5	5	5	0	0	0	0
TOTALE	***35335***	***24334***	***20983***	***-11001***	***-3351***	***-31***	***-14***

ZONA IT0120							
COMPARTI	NOx 2010 (t/a)	NOx 2030new (t/a)	NOx 2030 misure (t/a)	NOx 2030 new - 2010 differenza (t/a)	NOx 2030 misure - 2030 new differenza (t/a)	NOx 2030 new - 2010 %	NOx 2030 misure - 2030 new %
Produzione di energia	1500	1500	1500	0	0	0	0
Riscaldamento	3097	2861	2168	-236	-693	-8	-24
Combustione nell'industria	2328	1630	1630	-698	0	-30	0
Processi produttivi	563	417	417	-146	0	-26	0
Distribuzione combustibili	0	0	0	0	0	0	0
Uso di solventi	16	16	16	0	0	0	0
Trasporti stradali	14421	9662	8276	-4759	-1386	-33	-14
Trasporti off-road	2857	1486	1439	-1371	-47	-48	-3
Trattamento e smaltimento rifiuti	97	97	97	0	0	0	0
Agricoltura e allevamento	76	76	35	0	-40	0	-54
Natura e foreste	5	5	5	0	0	0	0
TOTALE	***24960***	***17749***	***15582***	***-7211***	***-2402***	***-29***	***-12***

ZONA IT0121							
COMPARTI	NOx 2010 (t/a)	NOx 2030new (t/a)	NOx 2030 misure (t/a)	NOx 2030 new - 2010 differenza (t/a)	NOx 2030 misure - 2030 new differenza (t/a)	NOx 2030 new - 2010 %	NOx 2030 misure - 2030 new %
Produzione di energia	157	157	157	0	0	0	0
Riscaldamento	702	671	491	-31	-179	-4	-27
Combustione nell'industria	236	165	165	-71	0	-30	0
Processi produttivi	0	0	0	0	0	0	0
Distribuzione combustibili	0	0	0	0	0	0	0
Uso di solventi	0	0	0	0	0	2	0
Trasporti stradali	1897	1271	1108	-626	-163	-33	-13
Trasporti off-road	370	192	188	-178	-5	-48	-2
Trattamento e smaltimento rifiuti	2	2	2	0	0	0	0
Agricoltura e allevamento	2	2	1	0	0	0	-9
Natura e foreste	1	1	1	0	0	39	0
TOTALE	***3367***	***2461***	***2114***	***-905***	***-347***	***-27***	***-14***

Figura 8.1.7 - Confronto per le differenti Zone tra le emissioni ossidi di azoto nello scenario emissivo base (2010), nello scenario tendenziale (2030) e nello scenario di Piano (2030)

ZONA IT0118

COMPARTI	NH_3 2010 (t/a)	NH_3 2030 new (t/a)	NH_3 2030 misure (t/a)	NH_3 2030 new - 2010 differenza (t/a)	NH_3 2030 misure - 2030 new differenza (t/a)	NH_3 2030 new - 2010 %	NH_3 2030 misure - 2030 new %
Produzione di energia	10	10	10	0	0	0	0
Riscaldamento	17	17	13	0	-4	0	-25
Combustione nell'industria	0	0	0	0	0	0	0
Processi produttivi	0	0	0	0	0	0	0
Distribuzione combustibili	0	0	0	0	0	0	0
Uso di solventi	12	12	12	0	0	0	0
Trasporti stradali	150	90	83	-60	-6	-40	-7
Trasporti off-road	0	0	0	0	0	0	-17
Trattamento e smaltimento rifiuti	9	3	3	-5	0	-60	0
Agricoltura e allevamento	2140	2140	1642	0	-497	0	-23
Natura e foreste	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE	***2337***	***2272***	***1764***	***-65***	***-508***	***-3***	***-22,4***

ZONA IT0119

COMPARTI	NH_3 2010 (t/a)	NH_3 2030 new (t/a)	NH_3 2030 misure (t/a)	NH_3 2030 new - 2010 differenza (t/a)	NH_3 2030 misure - 2030 new differenza (t/a)	NH_3 2030 new - 2010 %	NH_3 2030 misure - 2030 new %
Produzione di energia	0	0	0	0	0	0	0
Riscaldamento	78	78	58	0	-19	0	-25
Combustione nell'industria	10	10	10	0	0	0	0
Processi produttivi	37	37	37	0	0	0	0
Distribuzione combustibili	0	0	0	0	0	0	0
Uso di solventi	0	0	0	0	0	0	0
Trasporti stradali	215	129	123	-86	-6	-40	-5
Trasporti off-road	1	1	1	0	0	0	-1
Trattamento e smaltimento rifiuti	330	132	132	-198	0	-60	0
Agricoltura e allevamento	25756	25756	20843	0	-4913	0	-19
Natura e foreste	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE	***26427***	***26143***	***21205***	***-284***	***-4938***	***-1***	***-18,9***

ZONA IT0120

COMPARTI	NH_3 2010 (t/a)	NH_3 2030 new (t/a)	NH_3 2030 misure (t/a)	NH_3 2030 new - 2010 differenza (t/a)	NH_3 2030 misure - 2030 new differenza (t/a)	NH_3 2030 new - 2010 %	NH_3 2030 misure - 2030 new %
Produzione di energia	0	0	0	0	0	0	0
Riscaldamento	146	146	110	0	-37	0	-25
Combustione nell'industria	0	0	0	0	0	0	0
Processi produttivi	1	1	1	0	0	0	0
Distribuzione combustibili	0	0	0	0	0	0	0
Uso di solventi	0	0	0	0	0	0	0
Trasporti stradali	204	122	112	-81	-10	-40	-8
Trasporti off-road	1	1	1	0	0	1	-2
Trattamento e smaltimento rifiuti	619	248	248	-371	0	-60	0
Agricoltura e allevamento	9078	9078	7565	0	-1513	0	-17
Natura e foreste	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE	***10049***	***9596***	***8036***	***-453***	***-1560***	***-5***	***-16***

ZONA IT0121

COMPARTI	NH_3 2010 (t/a)	NH_3 2030 new (t/a)	NH_3 2030 misure (t/a)	NH_3 2030 new - 2010 differenza (t/a)	NH_3 2030 misure - 2030 new differenza (t/a)	NH_3 2030 new - 2010 %	NH_3 2030 misure - 2030 new %
Produzione di energia	0	0	0	0	0	0	0
Riscaldamento	43	43	32	0	-11	0	-25
Combustione nell'industria	0	0	0	0	0	0	0
Processi produttivi	0	0	0	0	0	0	0
Distribuzione combustibili	0	0	0	0	0	0	0
Uso di solventi	1	1	1	0	0	0	0
Trasporti stradali	28	17	15	-11	-2	-40	-11
Trasporti off-road	0	0	0	0	0	7	-2
Trattamento e smaltimento rifiuti	162	65	65	-97	0	-60	0
Agricoltura e allevamento	2140	2140	1942	0	-199	0	-9
Natura e foreste	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE	***2374***	***2266***	***2055***	***-108***	***-211***	***-5***	***-9***

Figura 8.1.8 - Confronto per le differenti Zone tra le emissioni di ammoniaca nello scenario emissivo base (2010), nello scenario tendenziale (2030) e nello scenario di Piano (2030)

Le tabelle successive (Figure 8.1.6, 8.1.7 e 8.1.8) rappresentano invece la diversificazione delle riduzioni emissive nelle differenti Zone di Piano (IT0118, IT0119, IT0120, IT0121), relativamente agli inquinanti maggiormente coinvolti negli interventi previsti dal Piano.

8.2 Lo scenario di Piano della qualità dell'aria al 2030

Analogamente a quanto realizzato per lo scenario tendenziale di qualità dell'aria al 2030, le simulazioni modellistiche relative allo scenario di PRQA sono state realizzate modificando l'input emissivo (scenario emissivo di Piano 2030) e mantenendo invariate le configurazioni meteorologiche e dispersive. Gli output modellistici – matrici di concentrazioni orarie relative ad ogni cella del dominio di simulazione - sono stati elaborati in modo da produrre mappe a scala regionale rappresentanti:

- le variazioni in termini percentuali delle concentrazioni medie degli inquinanti rispetto allo scenario base;
- la situazione della qualità dell'aria al 2030, rispetto ai valori limite previsti dalla normativa, a seguito dell'applicazione delle misure di Piano (indicatori di breve e lungo periodo).

Nel seguito sono riportate le mappe relative agli inquinanti particolato PM_{10} (Figura 8.2.1 per la media annua e Figura 8.2.2 per il numero di superamenti della soglia di valutazione superiore), particolato $PM_{2,5}$ (Figura 8.2.3) e biossido di azoto (Figura 8.2.4 per la media annua).

Come risulta evidente dalle mappe, l'applicazione del Piano prevede una consistente e diffusa riduzione delle concentrazioni degli inquinanti, che si collocano ampiamente al di sotto dei valori limite previsti dalla normativa; fanno eccezione alcune aree dell'Agglomerato di Torino, nelle quali il valore medio annuale del biossido di azoto si attesta tra la soglia di valutazione superiore e il valore limite.

In Figura 8.2.5 sono infine riportate le mappe che descrivono la variazione percentuale delle concentrazioni medie annuali fra lo scenario di Piano di qualità dell'aria al 2030 e lo scenario di qualità dell'aria base 2015.

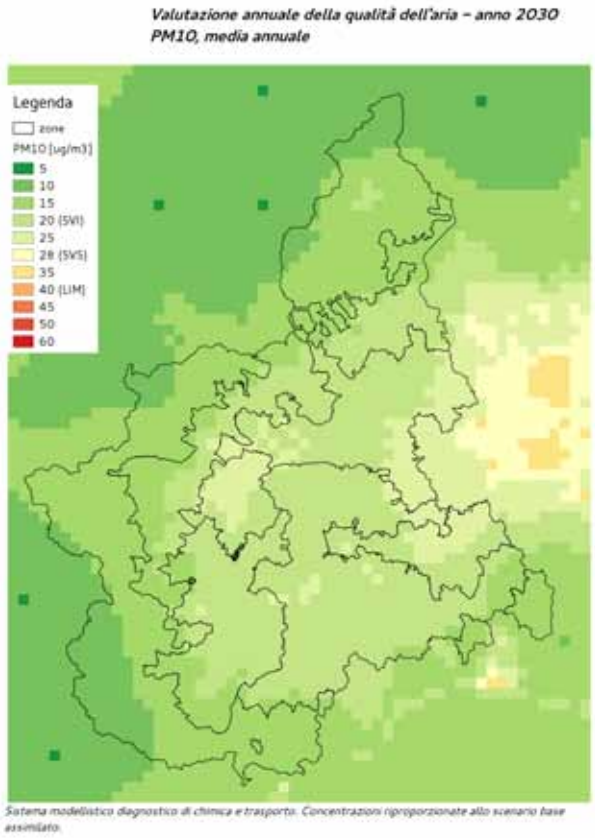


Figura 8.2.1 - Scenario di Piano della qualità dell'aria 2030 - PM_{10}: concentrazioni medie annue

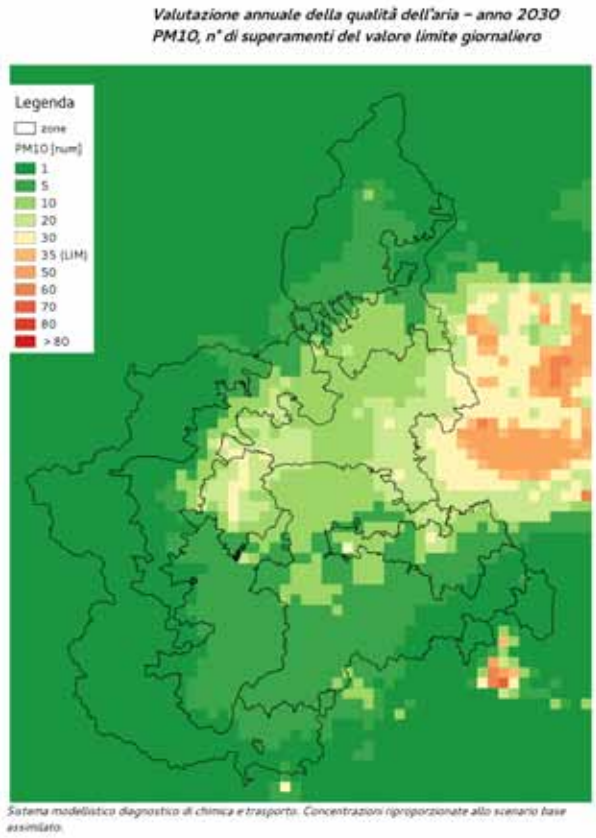


Figura 8.2.2 - Scenario di Piano della qualità dell'aria 2030 - PM_{10}: numero di superamenti della soglia di valutazione superiore del valore limite giornaliero

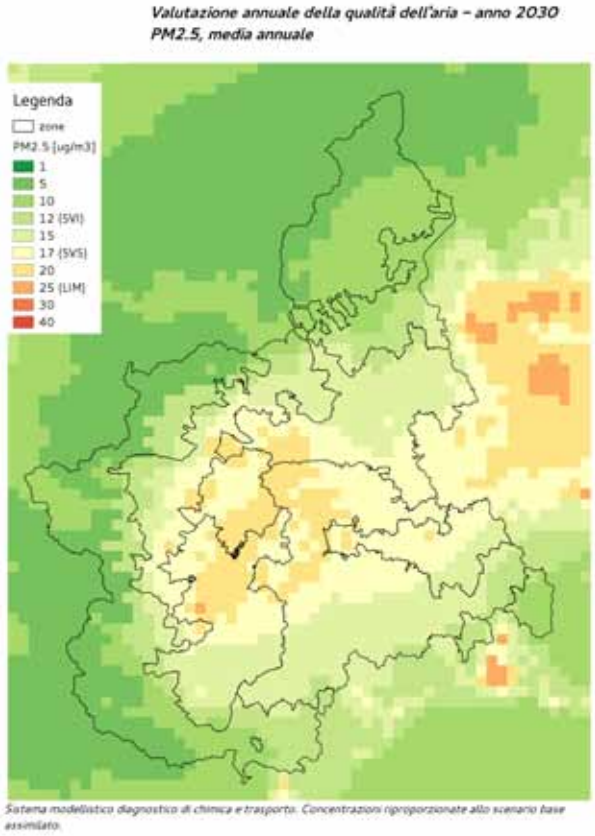


Figura 8.2.3 - Scenario di Piano della qualità dell'aria 2030 – $PM_{2,5}$: concentrazioni medie annue

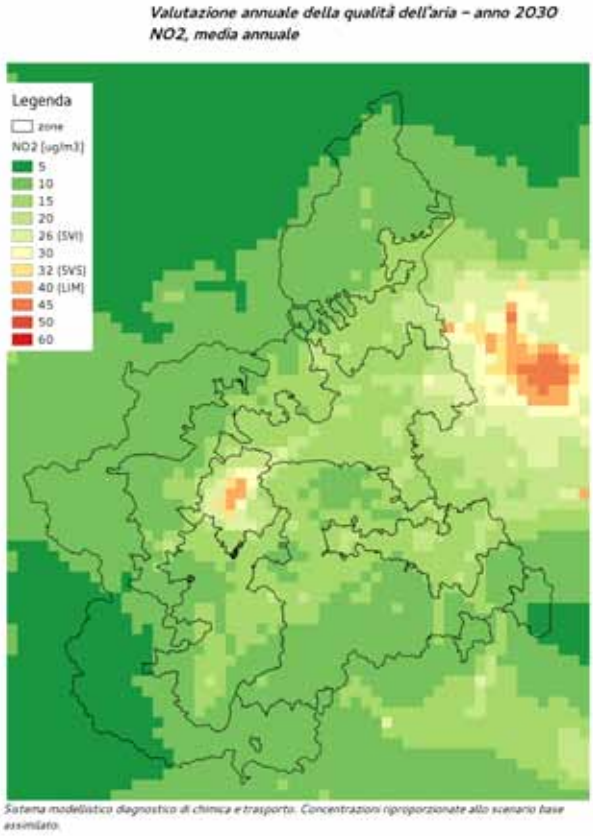
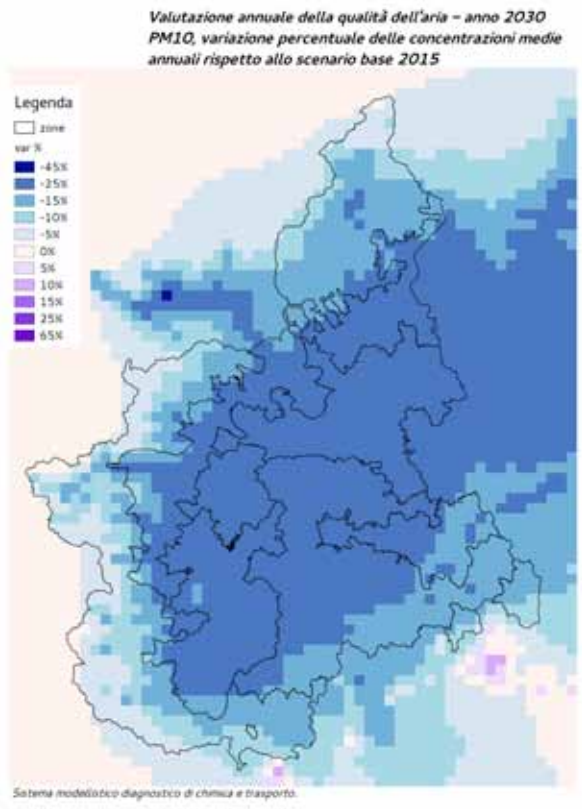
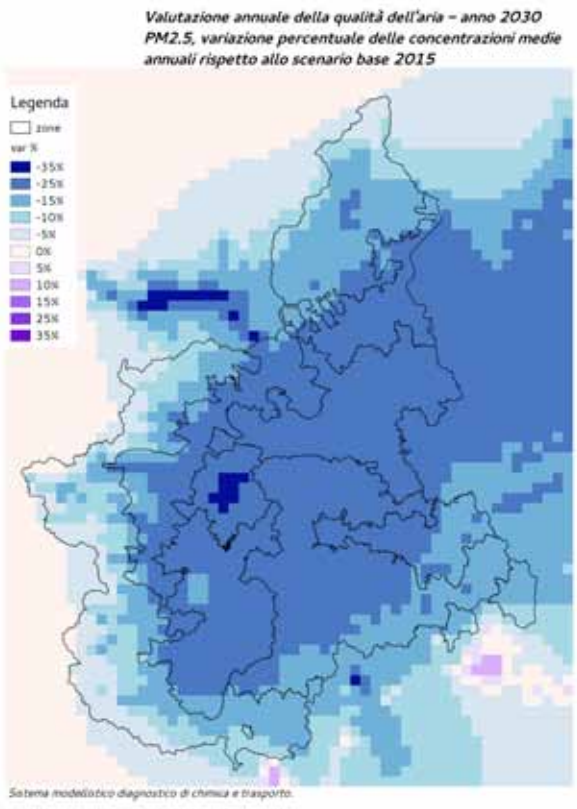


Figura 8.2.4 - Scenario di Piano della qualità dell'aria 2030 - NO_2: concentrazioni medie annue





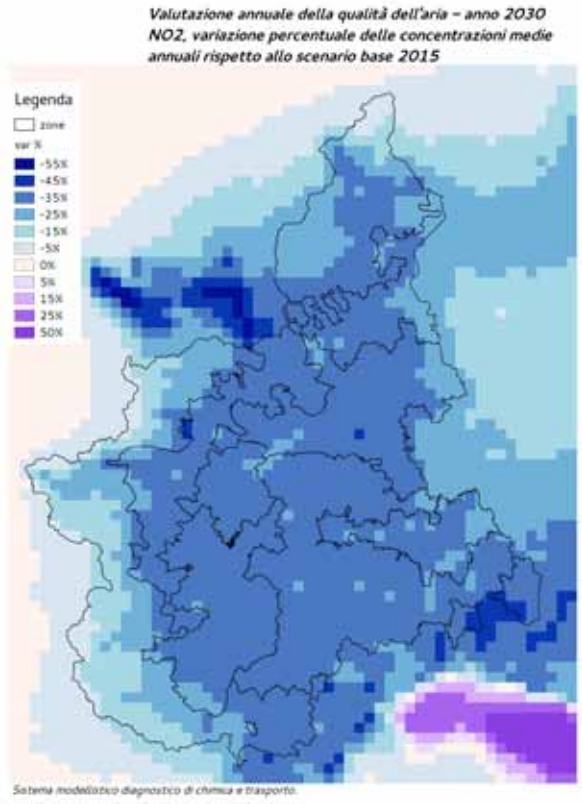


Figure 8.2.5 - Variazione percentuale delle concentrazioni medie annue di particolato PM_{10}, particolato $PM_{2,5}$ e biossido di azoto all'anno 2030 (scenario di Piano) rispetto allo scenario base 2015

8.3 Il rispetto dei limiti al 2030 con l'applicazione delle misure di Piano

Nel paragrafo vengono presentati gli effetti sulla qualità dell'aria derivanti dall'applicazione delle misure di Piano, finalizzate a ricondurre le aree ancora critiche nello scenario tendenziale 2030 a livelli di inquinamento inferiori ai valori limite.

La situazione nello scenario di Piano presenta al 2030 un generale rispetto dei valori limite per gli inquinanti particolato PM_{10}, particolato $PM_{2,5}$ e biossido di azoto (NO_2) su tutti comuni della regione.

Di seguito sono riportate le mappe relative alle concentrazioni medie annue e al numero di superamenti del valore limite giornaliero attribuiti ai comuni per il particolato PM_{10} (Figura 8.3.1 e Figura 8..3.2), alle concentrazioni medie annue su base comunale per il particolato $PM_{2,5}$ (Figura 8.3.3) e per il biossido di azoto (Figura 8.3.4).

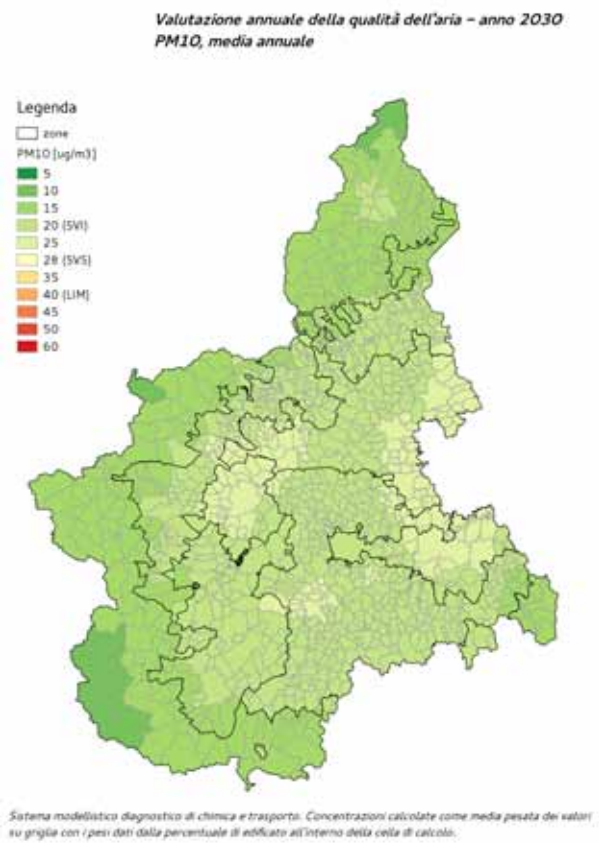


Figura 8.3.1 - Scenario di Piano della qualità dell'aria 2030 - PM_{10}: concentrazioni medie annue su base comunale

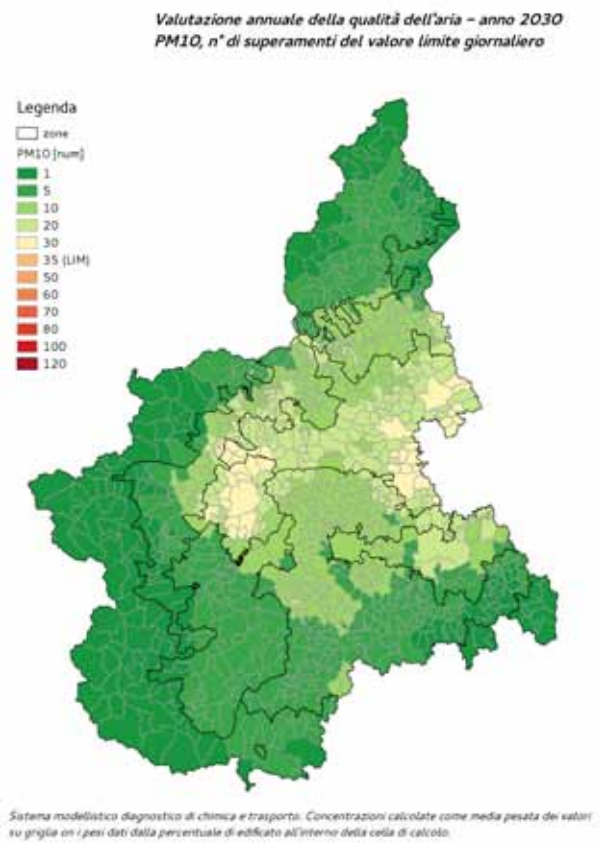


Figura 8.3.2 - Scenario di Piano della qualità dell'aria 2030 - PM_{10}: numero di superamenti del valore limite giornaliero su base comunale

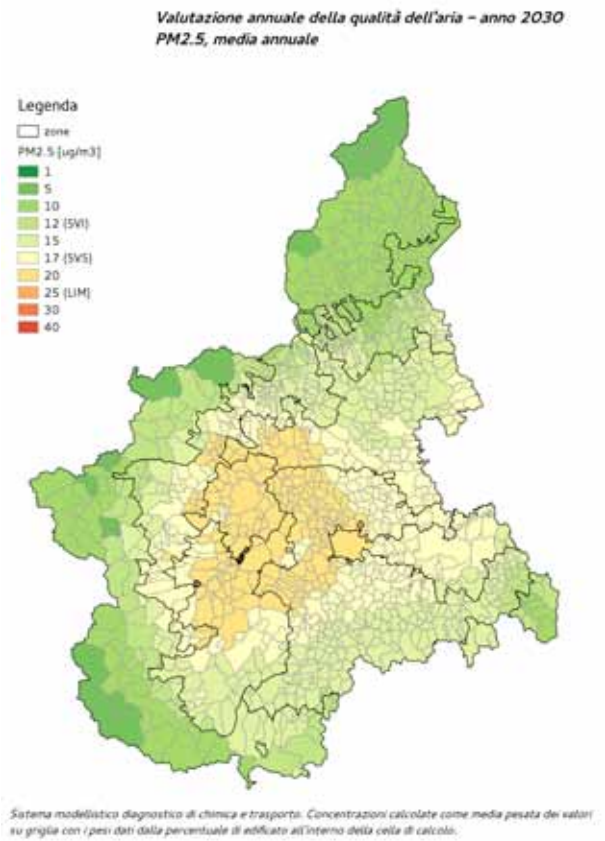


Figura 8.3.3 - Scenario di Piano della qualità dell'aria 2030 – $PM_{2,5}$: concentrazioni medie annue su base comunale

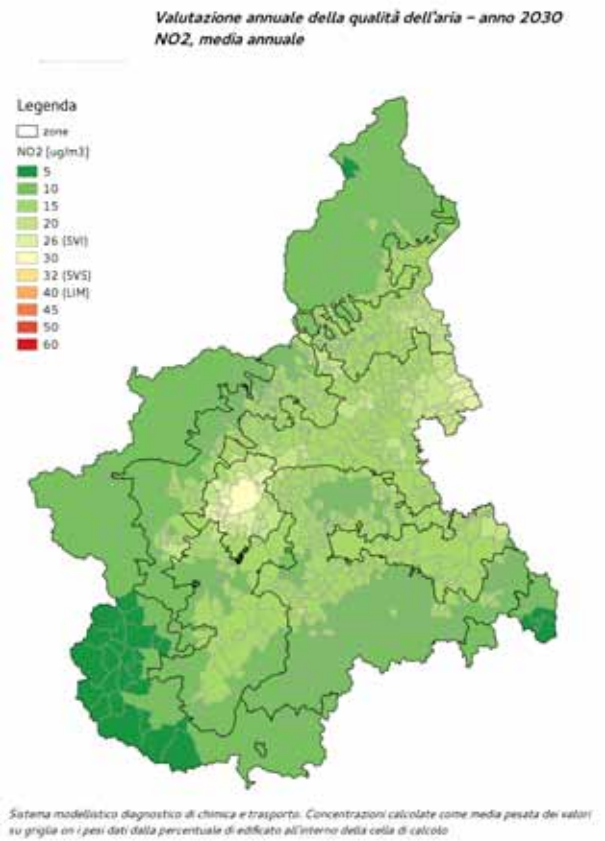


Figura 8.3.4 - Scenario di Piano della qualità dell'aria 2030 – biossido di azoto: concentrazioni medie annue su base comunale

La valutazione degli impatti degli scenari sulla salute umana

9.1 L'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla salute

L'impatto sulla salute dell'inquinamento atmosferico è stato negli ultimi anni al centro dell'attenzione dei ricercatori, dei cittadini e dei governi della Unione Europea. In questo ambito, i principali inquinanti di interesse sono il particolato atmosferico (soprattutto la sua frazione fine - $PM_{2,5}$), il biossido di azoto (NO_2) e l'ozono (O_3). Numerosi ed autorevoli studi hanno rilevato negli ultimi venti anni una associazione tra l'esposizione agli inquinanti ed effetti sanitari quali aumento di sintomi respiratori, aggravamento di patologie a carico dell'apparato cardiaco e respiratorio, fino ad aumentati rischi per il tumore polmonare in relazione alla esposizione alle polveri ed alla sua composizione.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità, nel corso del recente processo di revisione della letteratura scientifica inerente gli effetti sulla salute umana della esposizione agli inquinanti atmosferici, Review of evidence on health aspects of air pollution - REVIHAAP Project, ha raccomandato alla Unione Europea politiche urgenti di contenimento delle emissioni insieme a standard di qualità dell'aria più stringenti[55].

...The review concludes that a considerable amount of new scientific information on the adverse effects on health of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide, observed at levels commonly present in Europe, has been published in recent years. This new evidence supports the scientific conclusions of the WHO air quality guidelines, last updated in 2005, and indicates that the effects in some cases occur at air pollution concentrations lower than those serving to establish these guidelines. It also provides scientific arguments for taking decisive actions to improve air quality and reduce the burden of disease associated with air pollution in Europe...

L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro dell'OMS (IARC) ha recentemente stabilito che esistono prove sufficienti della cancerogenicità del particolato atmosferico (PM_{10} e $PM_{2.5}$) in particolare per il cancro del polmone[56]. Per maggiori dettagli è disponibile la Monografia IARC Volume 109 (2016) "Outdoor Air Pollution"[57].

Sono dunque disponibili, in epidemiologia, accreditate e condivise funzioni di rischio o funzioni concentrazione-risposta in grado di descrivere il livello di associazione tra gli inquinanti e gli esiti sanitari studiati (in termini di mortalità, ricovero o altri outcomes considerabili). L'associazione è valutabile in un'ottica di causalità tra esposizione ad inquinamento atmosferico ed effetti osservati. Se, per esempio, per il $PM_{2,5}$ affermiamo che il Rischio Relativo è 1,07 per esposizioni di lungo periodo, ciò significa che a ogni incremento di 10 microgrammi su metro cubo, osservo un rischio aumentato di mortalità del 7% (vedi Figura 9.1.1). Ogni Rischio è poi affiancato da un Intervallo di Confidenza (IC), che ci informa circa il livello di incertezza della stima e circa l'esistenza di una associazione significativa dal punto di vista statistico. In epidemiologia, un Rischio è statisticamente significativo (cioè esprime un Rischio che ragionevolmente non è spiegabile dal caso) se l'intervallo di confidenza non include l'unità (il valore 1,00).

Per il $PM_{2,5}$ la stima di rischio accreditata per la mortalità corredata del suo intervallo di confidenza è 1,07 (IC95%: 1,04 - 1,09), statisticamente significativa.

Stante il livello di evidenza raggiunto, soprattutto per le esposizioni alle polveri, si può quantificare l'impatto atteso in una data popolazione conoscendone la demografia, i tassi di mortalità o di ricovero e le condizioni espositive. È, quindi, possibile calcolare il Rischio Attribuibile (RA) a partire dal Rischio Relativo (RR). Non si deve confondere il Rischio Relativo con il Rischio Attribuibile definiti come descritto in Figura 9.1.1.

55 http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/193108/REVIHAAP-Final-technical-report-final-version.pdf?ua=1, ultimo accesso 11 maggio 2017.
56 http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2013/pdfs/pr221_E.pdf.
57 http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol109/mono109-F12.pdf.

Rischio di eventi sfavorevoli = probabilità statistica di avere un evento avverso (ad es. malattia o morte) data l'esposizione ad alcuni fattori (ad es. inquinanti dell'aria).
In epidemiologia, "La probabilità che un membro di un gruppo di soggetti esposti sviluppi una malattia rispetto alla probabilità che un membro di un gruppo di soggetti non-esposti sviluppi la stessa malattia".

Rischio Relativo = Incidenza tra gli esposti / Incidenza tra i non esposti

Rischio Relativo > 1 significa che l'esposizione al fattore indagato è associata ad un aumento di casi della patologia indagata.

Rischio Relativo = 1 significa che l'esposizione al fattore di rischio indagato non è associata ad un aumento di casi della patologia indagata.

Convenzionalmente, si fornisce un **intervallo di confidenza calcolato al 95% per il Rischio Relativo.**

I Rischi statisticamente significativi non includono l'unità (1) nell'intervallo di confidenza.

Figura 9.1.1.: Definizione indici di rischio.

Le due misure hanno scopi diversi: il RR costituisce una misura della forza della associazione tra il fattore di rischio e la malattia ed è un indice utile alla dimostrazione che il fattore è associato e/o causa della malattia. Il RA rappresenta invece una misura dell'impatto che il fattore in esame ha sulla popolazione in studio. In generale, un RR può essere molto alto ma se la prevalenza di esposizione è bassa, l'impatto atteso può risultare trascurabile. Viceversa RR anche molto contenuti possono produrre impatti rilevanti quando ad essere esposta è l'intera popolazione.

Gli indicatori più frequentemente utilizzati per fornire delle misure di impatto utilizzabili in Sanità Pubblica, seguendo il Report "Health risk assessment of air pollution – General principles (OMS, 2016), sono[58]:

- Numero di Casi attribuibili (rappresenta la quota di malati tra gli esposti che potrebbe essere evitata se venisse rimosso il fattore di rischio), nel caso specifico Numero di casi (es decessi) prematuri;
- Anni di vita persi (Years of life lost YLL) (è una misura degli anni di vita persi in relazione alle morti premature, correlata alla speranza di vita);
- Anni persi in relazione a disabilità (Years Lost due to Disability YLD) (è una misura degli anni persi in relazione a disabilità);
- DALYs (Disability-adjusted life years) (1 DALY è un anno di vita in salute perso, a causa del fattore in studio) (DALY=YLL+YLD).

Infine, le stime di impatto possono essere valorizzate per ottenere i costi economici in una valutazione integrata di costi/benefici di politiche ambientali o di interventi di prevenzione.

Secondo l'approccio del Global Burden of Disease - GBD riportato all'indirizzo http://www.healthdata.org/italy, è possibile individuare la quota di DALYs associata a diversi fattori di rischio considerati.

58 http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2016/health-risk-assessment-of-air-pollution.-general-principles-2016.

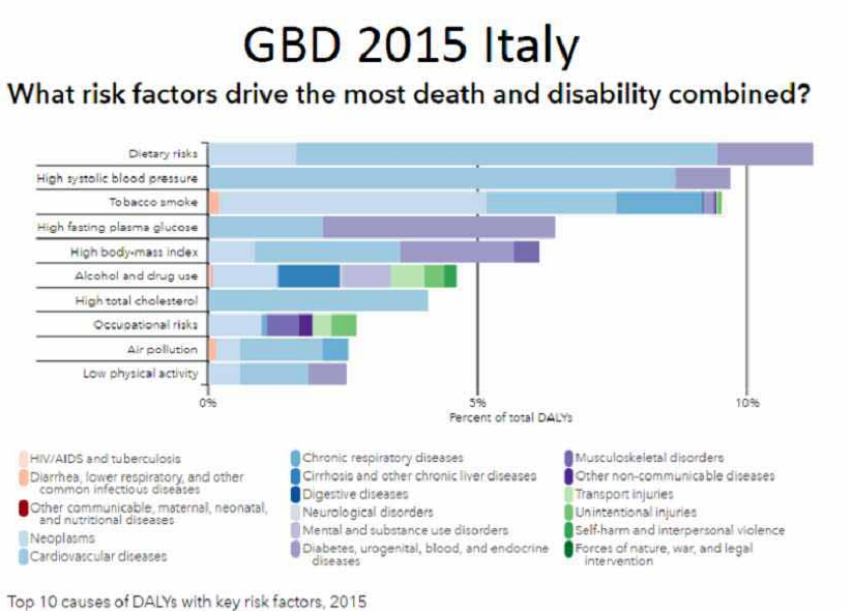


Figura 9.1.2: approccio del Global Burden of Disease - GBD

È stata inoltre stimata la proporzione di patologie attribuibili all'ambiente ed evitabili (in giallo nella rappresentazione grafica sottostante).

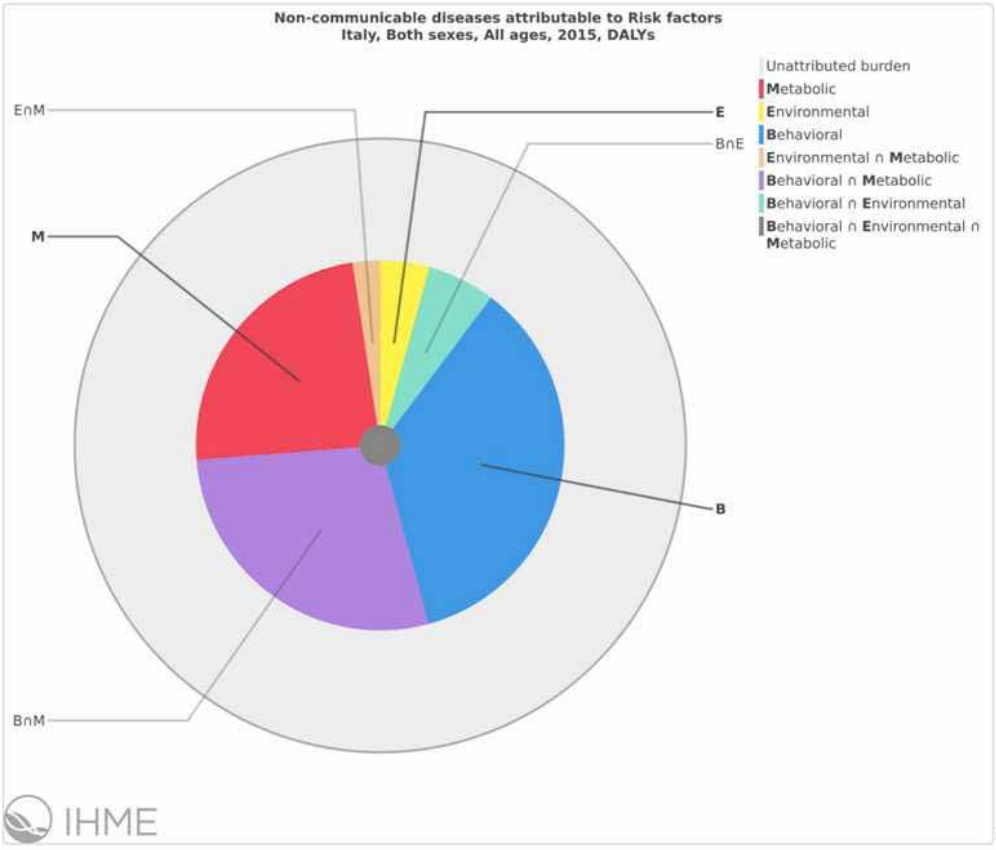


Figura 9.1.3: Distribuzione delle patologie attribuibili all'ambiente

Secondo l'approccio del Global Burden of Disease GBD (Cohen, 2017), quale che sia l'indicatore utilizzato, casi attribuibili, YLLs o DALYs, l'esposizione agli inquinanti aerodispersi è il più rilevante tra i fattori di rischio ambientali, con associati costi sanitari e sociali, poiché colpisce in misura maggiore le fasce di popolazione più vulnerabili (bambini,

anziani, asmatici e soggetti svantaggiati dal punto di vista socioeconomico)[59].

Sono disponibili in rete moltissimi *tool* che permettono la stima degli impatti per questo tipo di esposizione[60].

Sono altresì disponibili e spesso commentate anche sui quotidiani, molte pubblicazioni che hanno affrontato il calcolo dell'impatto sanitario atteso per variazioni nelle concentrazioni degli inquinati, osservate o previste da scenari[61].

Senza avere l'ambizione di riportare ora una esaustiva rassegna degli studi già disponibili sull'argomento, si può menzionare il recente studio OMS del 2016 (*Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease*)[62] che calcola l'impatto atteso correlato ad un innovativo metodo di modellazione della esposizione, non completamente confrontabile con i precedenti, il Report OMS del 2015 (*Economic cost of the health impact of air pollution in Europe*)[63] che affrontava il tema dell'impatto economico in Europa ed il Report prodotto dalla Agenzia Europea dell'Ambiente Air Quality in Europe 2016[64], si veda il Cap 10 *Health impacts of exposure to fine particulate matter, ozone and nitrogen dioxide* sul calcolo dei decessi prematuri e dei YLLs.

L'OMS ha stimato che nel 2010 l'inquinamento atmosferico in Europa è costato in termini di morti premature e di malattie circa 1.600 miliardi di dollari, cifra quasi equivalente a un decimo del prodotto interno lordo dell'UE nel 2013. Sempre secondo l'OMS, nel 2010, 32.447 morti premature erano attribuibili alla esposizione al $PM_{2,5}$ in Italia.

Una valutazione integrata dell'inquinamento atmosferico in Piemonte è possibile prendendo spunto dai diversi progetti sugli effetti dell'inquinamento atmosferico svolti nella regione a scala europea e nazionale [65]. Poter disporre di stime di rischio locali, di scenari valutati congiuntamente ai diversi settori della Regione competenti in materia e di costi sanitari derivanti da dati localmente disponibili può condurre ad accurate valutazioni degli interventi intrapresi e da intraprendere.

9.1.1 Le risultanze dei progetti nazionali ed europei a supporto della governance locale

Il **Progetto VIIAS**, Valutazione Integrata dell'Impatto dell'Inquinamento atmosferico sull'Ambiente e sulla Salute, coordinato dal Dipartimento di Epidemiologia del SSR del Lazio, cui Arpa Piemonte ha partecipato, è stato realizzato nel quadro delle iniziative del Centro Controllo Malattie (CCM) del Ministero della Salute (www.viias.it). Ha effettuato la valutazione di impatto sulla salute dell'inquinamento atmosferico in Italia, con l'intento di valutare la catena di eventi (dalle politiche alle fonti di esposizione, alle modalità di esposizione, all'impatto) che influiscono sulla salute della popolazione.

Viene qui presentato per i suoi risultati principali e per la possibilità di applicare questo approccio nella implementazione delle azioni di monitoraggio di Piani quali quello della Qualità dell'aria in Regione Piemonte.

Il progetto VIIAS, a scala nazionale, si è basato sul sistema modellistico sviluppato da ENEA nell'ambito del progetto MINNI (*www.minni.org*), per conto del Ministero dell'Ambiente, utilizzato per tutto il territorio nazionale con una risoluzione spaziale di 4 km x 4 km. Tale sistema modellistico è confrontabile con il Sistema Modellistico Regionale descritto nel capitolo 4.1.3, ma da questo differisce per alcune caratteristiche, in particolare la componente meteorologica, emissiva e di assimilazione dei dati.

Le concentrazioni medie al suolo degli inquinanti sono state stimate:

- per l'anno **2005**, considerato l'anno di riferimento,
- per l'anno **2010** anno più recente disponibile nel progetto che corrisponde alla crisi economica di periodo,
- per **scenari al 2020**, costruiti in vigenza delle normative europee e nazionali previste ad oggi (da cui la denominazione

59 www.thelancet.com Published online April 10, 2017 http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30505-6
60 http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/activities/airq-software-tool-for-health-risk-assessment-of-air-pollution
61 http://www.epicentro.iss.it/temi/ambiente/AirPollution2016.asp; http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/news/news/2016/09/release-of-who-data-on-air-pollution-exposure-and-its-health-impact-by-country
62 http://www.who.int/phe/publications/air-pollution-global-assessment/en/
63 http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/276772/Economic-cost-health-impact-air-pollution-en.pdf
64 https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2016
65 https://www.arpa.piemonte.gov.it/approfondimenti/temi-ambientali/ambiente-e-salute/dipartimento-tematico/progetti-1

di scenario CurrentLegislation, **2020 CLE**) ed applicando le scelte e i trend energetici e delle attività produttive previsti nel momento dello specifico sviluppo progettuale. Tali trend sono stati sviluppati da ISPRA ai sensi del decreto legislativo n. 155 del 2010 che prevede all'art. 22 comma 4, che "*l'ISPRA elabori lo scenario energetico e delle attività produttive nazionale […] e, sulla base di tale scenario, l'ENEA elabori, secondo la metodologia a tali fini sviluppata a livello comunitario, lo scenario emissivo nazionale*".

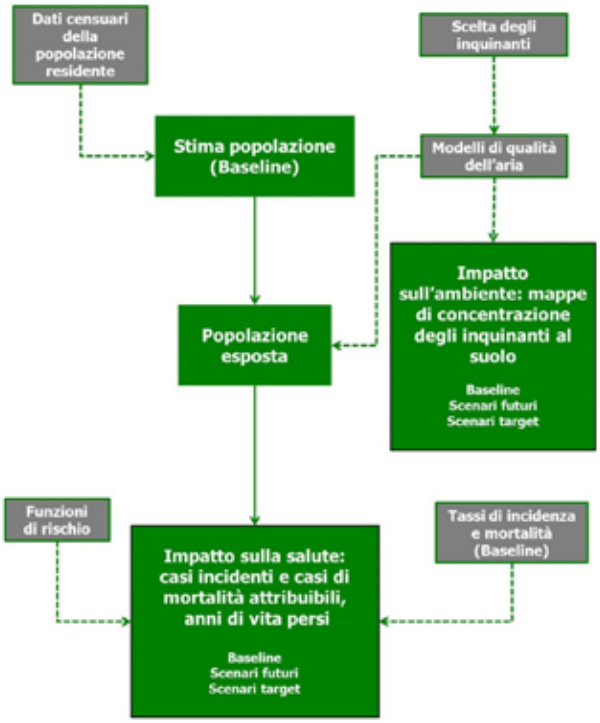


Figura 9.1.1.1 - Schema della valutazione dell'impatto dell'inquinamento atmosferico sull'ambiente e sulla salute umana, progetto CCM VIIAS

Al 2020 sono stati considerati ulteriori due scenari per il $PM_{2,5}$ e per l'NO_2.

Il primo (**target 1**) aggiunge, alla situazione prevista in base alla piena applicazione della legislazione vigente CLE, il rispetto dei limiti di 25 µg/m^3 per $PM_{2,5}$ e 40 µg/m^3 per NO_2.

Il secondo (**target 2**) prevede una riduzione del 20% della concentrazione degli inquinanti su tutto il territorio nazionale rispetto a quanto previsto in 2020 CLE.

I livelli medi di esposizione sono stati quindi valutati per tutta la popolazione italiana, per macro aree geografiche (Nord, Centro, Sud e isole) e per il contesto urbano o rurale per tutti gli anni e gli scenari.

Infine, utilizzando le funzioni concentrazioni-risposta dell'OMS (http://www.viias.it/pagine/funzioni-di-rischio) sono stati stimati, per tutti i residenti in Italia con 30 o più anni di età, i danni alla salute attribuibili alle esposizioni di lungo termine a $PM_{2,5}$ e NO_2. Tali stime sono state effettuate secondo la metodologia ormai consolidata di "*Health Impact Assessment (Valutazione di Impatto sulla Salute)*" in precedenza accennata e hanno utilizzato per ogni cella di 4x4 km i dati di concentrazione elaborati da MINNI, i dati di popolazione e i tassi di mortalità causa specifici della stessa provincia. Le stime sono state realizzate considerando i livelli di concentrazione del $PM_{2,5}$ superiori a 10 µg/m^3 e di concentrazione dell'NO_2 superiore a 40 µg/m^3. In altre parole, si è assunto che al di sotto di tali valori (assunti come contro fattuali) non vi siano effetti sanitari, come per altro suggerisce l'OMS nelle Linee Guida sulla Qualità dell'aria.

Secondo questa metodologia, sono stati calcolati i casi attribuibili all'esposizione agli inquinanti per la mortalità dovuta a cause non accidentali (tutte le cause eccetto i traumatismi), cardiovascolari, respiratorie, per tumore del polmone e per incidenza di eventi coronarici (infarto ed angina instabile). Per quanto riguarda il $PM_{2,5}$ è stato stimato anche il numero di anni o mesi di vita persi a causa dell'inquinamento usando le tavole di sopravvivenza specifiche per ogni area geografica. Nella figura 9.1.1.1 sono schematizzate le diverse fasi della valutazione dell'impatto dell'inquinamento atmosferico sull'ambiente e sulla salute umana condotte nell'ambito di VIIAS, ripercorribili in analoghe iniziative di valutazione di impatto sanitario.

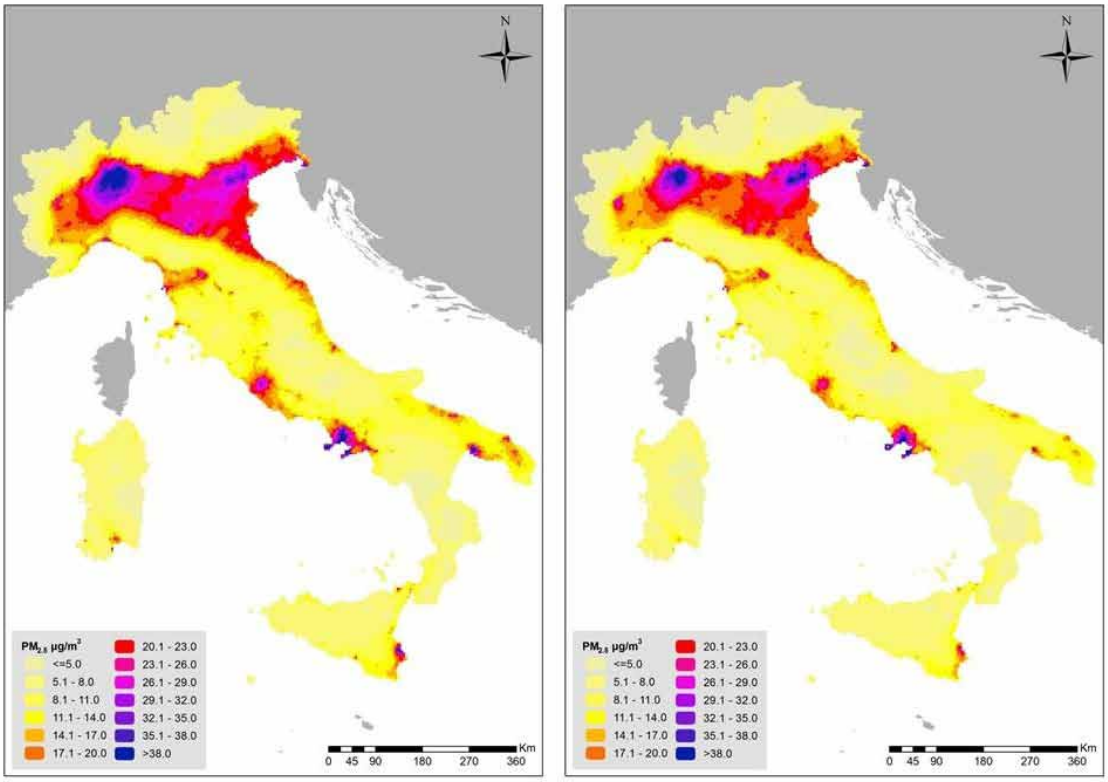
Nella tabella 9.1.1.2 sotto riportata sono sintetizzati i principali risultati del progetto VIIAS (incluso il Piemonte) per la situazione al 2010 e per gli scenari 2020 CLE, Target 1: rispetto normativo dei limiti di 25 µg/m^3 di $PM_{2,5}$ e Target 2:-20% di concentrazioni.

Anno 2010	Decessi prematuri	Tasso di mortalità attribuibile (per 100.000)	Mesi di vita persi
ITALIA	21.524	54	5,5
Piemonte	2.473	79	9,8
Scenario 2020 CLE			
ITALIA	28.595	71	7,7
Piemonte	2.303	74	9,0
Scenario 2020 target 1			
ITALIA	23.170	58	5,9
Piemonte	2.068	66	8,8
Scenario 2020 target 2			
ITALIA	18.511	46	4,2
Piemonte	1.431	46	7,5

Tabella 9.1.1.2 - Stima degli impatti sanitari attribuibili all'esposizione alle concentrazioni di particolato $PM_{2.5.}$

Va rilevato che il 2010 ha rappresentato come noto un anno particolare per diversi aspetti e che le concentrazioni utilizzate dal modello MINNI sono risultate inferiori rispetto ad altri modelli; pertanto le stime di impatto risultano minori di quanto è stato calcolato in altre esperienze (quali quella dell'OMS citata).

Per l'anno 2005, il modello MINNI ha stimato concentrazioni medie di $PM_{2,5}$ sul territorio nazionale pari a 11.4 µg/m^3: 14.6 al Nord, 10.5 al Centro e 8.6 µg/m^3 al Sud e Isole; si osserva una concentrazione media pari a 23.9 µg/m^3 nei centri urbani e pari a 11.1 µg/m^3 nelle aree rurali (Figura 9.2). Anche l'esposizione della popolazione (Population Weighted Exposure pari in media a 20.1 µg/m^3) è maggiore al Nord (24.5 µg/m^3), soprattutto a carico dei residenti nei centri urbani (27.3 µg/m^3). Secondo i dati riferiti al 2005, il 29% degli italiani era esposto a livelli superiori a 25 µg/m^3 (limite previsto dalla Direttiva 2008/50/CE), con percentuali che raggiungono il 42% al Nord Italia e il 53.2% tra i residenti nei centri urbani. Lo scenario previsto in base alla legislazione corrente per il 2020 (CLE) prevede in media una riduzione rispetto al 2005, sia delle concentrazioni (-1.5 µg/m^3) sia della esposizione di popolazione (-2.0 µg/m^3). (Figura 9.1.1.3)



2005 2020 CLe

Figura 9.1.1.3 -Concentrazioni di $PM_{2,5}$ sul territorio Italiano al 2005 e al 2020 CLe (progetto CCM VIIAS)

Utilizzando i dati disponibili, è stato possibile stimare che il raggiungimento del target 1 nel 2020 CLE farebbe osservare riduzioni dei livelli medi di inquinamento soprattutto al Nord (-2.3 µg/m^3) e nelle città (-4.7 µg/m^3) con un vantaggio ancora più evidente se si considera l'esposizione media della popolazione. La realizzazione del target 2 nel 2020 consentirebbe ovviamente un maggiore guadagno sia in ambiente urbano sia non urbano.

Nel 2005, sono risultati statisticamente attribuibili all'esposizione della popolazione al $PM_{2,5}$ 34.552 decessi (il 7% della mortalità per cause non accidentali osservata in Italia). Di questi il 65% (pari a 22.485 decessi) sono stati stimati tra i residenti del Nord. Analizzando la mortalità causa-specifica sono stati stimati 19.945 decessi per patologie cardiovascolari, 3.197 decessi per malattie dell'apparato respiratorio e 2.938 per tumore polmonare. Inoltre, sono stimati 12.400 nuovi casi di eventi coronarici (infarto ed angina instabile) attribuibili all'esposizione al $PM_{2,5}$. A causa dell'esposizione al $PM_{2,5}$ ogni persona residente in Italia risulta perdere 9.7 mesi di vita (14 mesi al Nord, 6.6 al Centro e 5.7 al Sud e isole). Nei residenti nei centri urbani questa perdita è pari a 1 anno e 5 mesi.

Lo scenario al 2020 della normativa europea (CLE) porterebbe ad un risparmio di circa 6.000 decessi rispetto al 2005, ma un guadagno sanitario più importante si potrebbe ottenere con l'applicazione totale dei limiti di legge previsti dalla legislazione EU e nazionale sulla qualità dell'aria (target 1) con un risparmio di ulteriori 5.000 decessi, mentre il raggiungimento del target 2 (riduzione del 20% delle concentrazioni) farebbe risparmiare altri 10.000 decessi, sempre rispetto allo scenario 2020 CLE.

Le stime di impatto (decessi attribuibili o morti premature e anni di vita persi) prodotte da VIIAS utilizzano formule matematiche che si basano su parametri il cui valore deriva da studi epidemiologici (Rischi) o da modellazioni matematiche (Modelli di concentrazione). In particolare per la pericolosità degli inquinanti si utilizzano le stime che l'OMS ha recentemente suggerito a seguito della revisione della letteratura scientifica (REVIHAPP). Nonostante la loro autorevolezza, queste stime sono affette da un grado di incertezza: gli studi epidemiologici sono condotti su popolazioni differenti in differenti contesti ambientali e sanitari e non è sempre agevole estrapolare questi valori ad altre popolazioni.

In VIIAS tutte le stime di impatto sono state corredate degli intervalli di confidenza al 95% che permettono al lettore di avere un'idea della variabilità statistica connessa all'incertezza delle stime di effetto degli inquinanti considerati. Ad esempio per il $PM_{2,5}$ VIIAS stima 34.552 decessi attribuibili ai superamenti del valore di 10 µg/m^3 nell'intero territorio nazionale considerando i livelli di concentrazione calcolati per il 2005. L'intervallo di confidenza al 95% è 20.608 - 43.215. Tale intervallo riflette incertezze di una certa importanza e richiama la necessità di valutare ed utilizzare sempre le risultanze delle stime di impatto come indicative dell'ordine di grandezza del fenomeno.

Le concentrazioni degli inquinanti e l'esposizione della popolazione si basano su una modellistica fisico-chimica e sono state prodotte nel progetto per l'anno di riferimento 2005 e per i diversi scenari al 2010 e 2020. Una parte specifica del progetto VIIAS è stata dedicata alla stima dell'incertezza legata alla modellazione fisico-chimica delle concentrazioni degli inquinanti. La variazione percentuale delle stime oscilla tra il 7% delle zone con concentrazione più bassa e il 2,2% delle zone con concentrazione più alta. Valori quindi molti più bassi di quelli che abbiamo discusso relativamente alle stime epidemiologiche. Naturalmente situazioni con emissioni puntiformi locali possono non essere riprodotte dalla modellistica fisico-chimica adottata come invece avviene con centraline di monitoraggio specifiche. Nell'ambito delle 20.144 celle 4x4 solo una decina di punti legati a situazioni particolari di emissione nell'area di Milano, Roma e Taranto registrano valori di incertezza e quindi intervalli di confidenza più ampi.

Il livello di mortalità di base per le celle 4x4 del territorio nazionale usate nella modellazione di impatto da VIIAS è stato assunto omogeneo per Provincia. Questo ha permesso di ridurre l'incertezza statistica grazie al fatto che i tassi di mortalità sono basati su popolazioni non piccole.

Vi sono poi arbitrarietà legate ad alcune definizioni: il livello di riferimento delle concentrazioni per stimare gli effetti nei vari scenari (livello controfattuale o di assenza di effetti) è assunto a priori sulla base di considerazioni sia pratiche che teoriche relative alle indicazioni dell'OMS nelle Linee Guida sulla qualità dell'aria e al fondo "naturale" di concentrazione degli inquinanti. Gli scenari utilizzati per il progetto sulla base della normativa europea rappresentavano il portato della riflessione circa la raggiungibilità dei livelli al 2020 in sede comunitaria e riflettevano

le scelte energetiche e produttive, anche se soggette ad una certa quota di incertezza; come conseguenza gli impatti calcolati secondo i differenti scenari VIIAS tendono ad avere intervalli di confidenza sovrapponibili. Risulta pertanto necessario valutare con prudenza le stime ottenute da tale approccio metodologico e, come detto, **valorizzarne l'utilizzo in termini indicativi rispetto all'ordine di grandezza del fenomeno**.

Il **Progetto LIFE MED HISS** è un progetto europeo pilota, coordinato da ARPA Piemonte, che ha dimostrato la fattibilità ed economicità di un sistema di sorveglianza degli effetti a lungo termine dell'inquinamento atmosferico in Europa [66].

L'innovazione di MED HISS è rappresentata dalla modalità di reclutamento delle coorti residenziali, ricavate dai dati delle indagini nazionali sullo stato di salute della popolazione, come l'Indagine ISTAT in Italia. I dati relativi alle popolazioni sono associabili ai flussi sanitari disponibili di mortalità e dimissione ospedaliera, per ottenere dati di **follow-up** relativi alla salute delle popolazioni da correlare con l'esposizione all'inquinamento atmosferico. Un altro punto innovativo è rappresentato dal fatto di valutare in modo accurato l'esposizione delle popolazioni, partendo dai modelli fisico-chimici disponibili di stima della concentrazione degli inquinanti sul territorio nazionale ad una scala sufficientemente risoluta e ponendo particolare attenzione alla valutazione dell'esposizione (*exposure assessment*) dei soggetti.

In Italia, lo Studio Longitudinale Italiano, basato sull'indagine campionaria (*survey*) ISTAT 1999-2000 abbinata a livello individuale con gli archivi di mortalità e ricovero ospedaliero, comprende 128.818 individui residenti in 1.449 comuni, distribuiti sull'intero territorio italiano. La survey contiene informazioni su età, genere, occupazione, variabili socio-economiche e caratteristiche fisiche individuali. Il sistema di sorveglianza adottato ha permesso e permetterà anche in futuro di ottenere follow up degli esiti di salute, monitorando gli effetti osservabili nel tempo.

Importanti elementi sono stati forniti dalla metodologia di valutazione della esposizione, innovativa nell'ambito della epidemiologia ambientale: a partire da dati modellizzati su griglia con risoluzione spaziale di 4x4 km si è provveduto ad una loro integrazione con i dati delle stazioni di monitoraggio - mediante tecniche di *data fusion* geostatistiche - e ad una successiva trasposizione a livello comunale, mediante algoritmi di *upscaling* che tenessero conto della superficie edificata dei singoli comuni. Quest'ultimo passaggio è stato reso necessario dal fatto che, sebbene il dato di salute fosse individuale, il dato di residenza era noto a livello di comune e l'unità statistica relativa all'esposizione ambientale era il comune di residenza. Nella successiva figura 9.1.1.4 è riportato un esempio di mappa di esposizione prodotta nel progetto su alcuni dei territori coinvolti (Italia e Spagna).

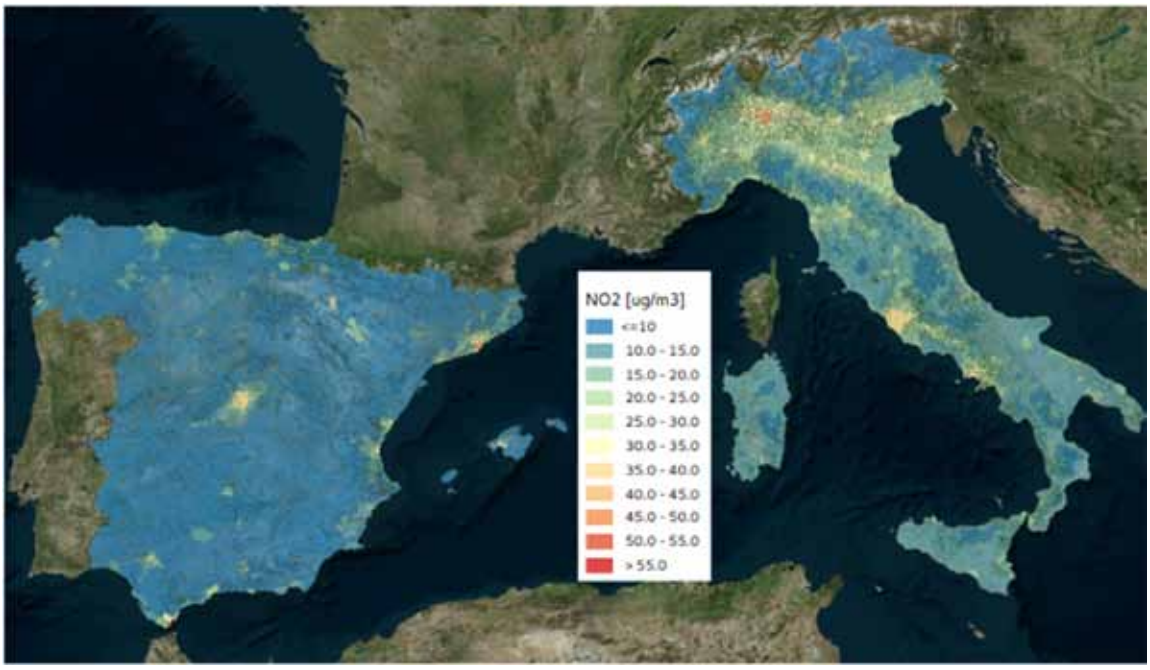


Figura 9.1.1 4 - Concentrazioni medie di biossido di azoto associate al livello comunale per il biossido di azoto, anno 2010, progetto MEDHISS

66 http://www.minambiente.it/pagina/progetti-life-2012

Le stime di effetto ottenute (http://www.medhiss.eu/sites/default/files/ laymans_report.pdf), ossia il rischio di esiti avversi di salute per esposizioni di lungo periodo all'inquinamento atmosferico in Italia, sono risultate in linea con la letteratura, indicando la opportunità di mettere a punto programmi di sorveglianza sanitaria a costi relativamente contenuti.

Come detto, nonostante l'autorevolezza delle stime già pubblicate, in un esercizio di stima di impatto può essere in primo luogo necessario replicare lo studio e valutare il rischio per la popolazione oggetto dell'intervento, valutando la coerenza con quanto atteso da letteratura; in secondo luogo potrebbe essere preferibile utilizzare stime di rischio ottenute sulle popolazioni oggetto delle politiche in valutazione, al fine di tenere conto di caratteristiche proprie di salute e contesto.

Inoltre, il progetto permette la valutazione di eventuali fattori di suscettibilità (preesistenti patologie registrate nell'indagine) predisponenti un maggior rischio per la salute, nonché la valutazione degli effetti nelle aree urbane e nelle aree rurali[67].

La disponibilità di stime di rischio relativo aggiornate, basate su coorti nazionali e locali interrogabili anche in futuro in termini di allungamento del *follow up* di salute, unitamente alla possibilità di approntare i migliori metodi disponibili per una accurata valutazione della esposizione della popolazione, rappresentano una ricchezza metodologica ed informativa in grado di poter rispondere alle domande poste dagli *stakeholders* regionali a diverso livello interessati all'interazione ambiente-salute.

9.1.2 Risultati attesi dalla implementazione della metodologia di "Health Impact Assessment" in relazione agli scenari di Piano

La metodologia adottata per il progetto CCM VIIAS e qui illustrata, unitamente ai risultati del progetto LIFE MED HISS, che sono aggiornabili e contestualizzati al territorio regionale grazie alla disponibilità di flussi sanitari correnti, forniscono ad oggi le basi per una proficua integrazione tra le componenti ambientali e sanitarie.

Nel prosieguo delle attività a supporto del Piano regionale di Qualità dell'Aria, si promuove l'applicazione della metodologia presentata nei paragrafi precedenti agli scenari di Piano descritti nel capitolo 8, valorizzando i risultati modellistici realizzati con il Sistema Integrato di Qualità dell'aria descritto nel capitolo 4, ottenuti con gli scenari emissivi tendenziali più aggiornati (SEN 2014) descritti nel capitolo 6 e, soprattutto, con lo scenario emissivo di Piano (capitolo 8).

Le tabelle seguenti presentano alcuni primi risultati in termini di stima dei casi attribuibili (decessi prematuri) e stima degli anni di vita persi per gli anni 2005, 2010 e 2015, messi a confronto con lo scenario tendenziale 2030 (2030_CLE) e lo scenario di Piano 2030 (2030_PIA). I dati presentati sono confortanti rispetto ai trend evidenziati, con diminuzioni dei casi attribuibili e degli anni di vita persi, già evidenziabili tra il 2005 ed il 2015 e stimabili negli anni a venire.

Le stime di impatto presentate sono state calcolate secondo due differenti approcci: dapprima si sono considerati solo i valori di concentrazione del $PM_{2,5}$ superiori a 10 µg/m^3 e di concentrazione dell'NO_2 superiori a 40 µg/m^3 (il che equivale ad assumere di non osservare effetti al di sotto di tali valori, come suggerito dalle Linee Guida OMS) e successivamente considerando solo i valori di concentrazione del $PM_{2,5}$ superiori a 20 µg/m^3 e di concentrazione dell'NO_2 superiori a 40 µg/m^3 (il che equivale ad assumere di non osservare effetti al di sotto dei valori imposti dalla normativa vigente).

67 http://www.medhiss.eu/node/95

			2005	2010	2015	2030 CLE	2030 PIANO
$PM_{2.5}$	**Causa di decesso**	**Esposizione media (pesata per popolazione)**	**38.4**	**27.3**	**22.8**	**20.2**	**15.7**
	Cause naturali	*Casi attribuibili*	7.043	4.595	3.477	2.822	1.630
		YLL	72.585	47.256	35.794	29.014	16.716
	Malattie sistema cardiocircolatorio.	*Casi attribuibili*	3.596	2.401	1.832	1.497	875
		YLL	30.159	20.084	15.337	12.514	7.292
	Malattie apparato respiratorio.	*Casi attribuibili*	701	470	361	296	173
		YLL	5.602	3.744	2.878	2.353	1.374
	Tumore di trachea bronchi e polmoni	*Casi attribuibili*	522	345	263	214	125
		YLL	7.652	5.061	3.868	3.143	1.827
NO_2	**Causa di decesso**	*Esposizione media (pesata per popolazione)*	**35.0**	**30.7**	**26.8**	**20.9**	**16.9**
	Cause naturali	*Casi attribuibili*	1.076	267	297	0	0
		YLL	11.537	2.890	3.229	0	0

*YLL: Years of Life Lost (Anni di vita persi)

Figura 9.1.2.1 -: Mortalità, Piemonte, uomini e donne, rispetto ai valori delle Linee Guida Qualità dell'aria OMS (assenza di rischio per la salute per valori di concentrazione inferiori a 10 µg/m³ per $PM_{2.5}$ e a 40 µg/m³ per NO_2), casi attribuibili ed YYL* per i diversi scenari (2005, 2010, 2015, 2030_CLE e 2030_PIA)

			2005	2010	2015	2030 CLE	2030 PIANO
$PM_{2.5}$	**Causa di decesso**	**Esposizione media (pesata per popolazione)**	**38.4**	**27.3**	**22.8**	**20.2**	**15.7**
	Cause naturali	*Casi attribuibili*	3.669	1.040	168	0	0
		YLL	37.856	10.774	1.799	0	0
	Malattie sistema cardiocircolatorio.	*Casi attribuibili*	1.919	556	89	0	0
		YLL	1.6050	4.654	771	0	0
	Malattie apparato respiratorio.	*Casi attribuibili*	374	109	18	0	0
		YLL	2.994	880	152	0	0
	Tumore di trachea bronchi e polmoni	*Casi attribuibili*	281	83	14	0	0
		YLL	4.126	1.216	213	0	0

*YLL: Years of Life Lost (Anni di vita persi). I risultati per NO_2 sono coincidenti con la tabella in alto

Figura 9.1.2.2 - Mortalità, Piemonte, uomini e donne, rispetto ai limiti della Normativa vigente EU (assenza di rischio per la salute per valori di concentrazione inferiori a 25 µg/m³ per $PM_{2.5}$ e a 40 µg/m³ per NO_2), casi attribuibili ed YYL* per i diversi scenari (2005, 2010, 2015, 2030_CLE e 2030_PIA).

I parametri tenuti fissi nell'elaborazione sono:

- i Rischi Relativi per le cause considerate (vedi Figura 9.1.2.3);
- il periodo considerato: 2004-2014 (esclude 2003 e 2015, anomali) per il calcolo sia dei tassi di riferimento sia delle popolazioni comunali;
- l'unità amministrativa di riferimento pari alla ASL (12 ASL in Piemonte) per il calcolo dei tassi di riferimento.

Inquinante	Indicatore	Causa	Età	Funzione di rischio
$PM_{2.5}$	Mortalità	Cause naturali	> 30 anni	RR 1.07 (IC 95% 1.04 - 1.09)
		Malattie cardiovascolari		RR 1.10 (IC 95% 1.05 - 1.15)
		Malattie respiratorie		RR 1.10 (IC 95% 0.98 -1.24)
		Tumore polmoni		RR 1.09 (IC 95% 1.04 -1.14)
NO_2	Mortalità	Cause naturali	> 30 anni	RR 1.055 (IC 95% 1.031 -1.080)

Figura 9.1.2.3 - Valori di RR di riferimento OMS utilizzati

I metodi sono riportati in Martuzzi et al. (2006 HEALTH IMPACT OF PM_{10} AND OZONE IN 13 ITALIAN CITIES di seguito riportati. (http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0012/91110/E88700.pdf).

MODALITA' DI CALCOLO DEI CASI ATTRIBUIBILI

E, il numero dei casi attribuibili a una concentrazione di inquinanti atmosferici oltre un determinato *controfattuale*, è dato dalla seguente equazione:

$$E = A*B_0*(C/10)*P$$

dove

- *P* = la popolazione esposta, ottenuta dai dati di censimento;
- *C* = il cambio rilevante nelle concentrazioni (la differenza tra la concentrazione osservata e il controfattuale), ottenuto dalle reti di monitoraggio di ogni città; e
- *A* = la proporzione dell'effetto sanitario attribuibile all'inquinamento dell'aria, che può essere calcolata come segue:

$$A = \frac{(RR-1)}{RR}$$

dove

- RR = Rischio Relativo per 10 µg/m^3 di incremento dell'inquinante (derivato da indicazioni OMS)

B_0 è il tasso di mortalità (morbosità) dell'esito sanitario considerato che si osserverebbe al livello di concentrazione del controfattuale e può essere calcolato nel modo seguente:

$$B_0 = \frac{B}{[1+(RR-1)*(C/10)]}$$

dove

- *B* è il tasso di mortalità (morbosità) osservato dell'effetto sanitario, alla concentrazione osservata, ottenuto dalle statistiche sanitarie disponibili.

Per descrivere ulteriormente l'impatto sulla mortalità attribuibile all'inquinamento dell'aria, il numero (e la proporzione) di decessi attribuibile è stato affiancato dagli anni di vita persi dovuti a mortalità prematura. La metodologia per il calcolo degli YLL è quella usata per il calcolo dei "*disability-adjusted life-years*" (DALYs) introdotti dall'OMS nel 1996 (Murray & Lopez). I DALYs comprendono una seconda componente, gli anni di vita vissuti con disabilità ("years of life lived with disability" (YLDs)), che non possono, in questo caso, essere stimati a causa del tipo di dati disponibili, purtroppo limitato.

E' stata stimata, quindi, la sola componente degli YLL.

Il loro calcolo per classe di età e sesso deriva dalla seguente equazione:

$$YLL_{x,sex} = E_{x,sex} * e_{x,sex}$$

dove

- *Ex,sex* sono i decessi attribuibili all'esposizione a PM per classe di età *x* e sesso (Equazione 8) e *ex, sex* sono le speranze di vita per gli stessi sottogruppi.

L'obiettivo ultimo implementabile potrà essere quello di arrivare ad una stima dei costi economici legati agli impatti sanitari dell'inquinamento in Piemonte attesi sulla base dei diversi scenari considerati.

L'inquinamento atmosferico ha infatti una ricaduta importante sulla salute e sul sistema socio-sanitario, che si trova a dover curare patologie in parte evitabili, se i livelli di inquinamento fossero ridotti, con costi sanitari e sociali, diretti e indiretti, rilevanti per le finanze regionali. Esemplificando, i costi medi che sono sostenuti in Piemonte, per giorno di ricovero e per alcune patologie correlate all'inquinamento atmosferico, sono riportate nella figura 9.1.2.4 seguente.

Patologia	Costo medio giornaliero anno 2011	Costo medio giornaliero anno 2015
Bronchite cronica	357	250
Bronchite acuta	338	388
Infarto cardiaco	1399	1173
Tumore del polmone	622	754
Tumore del polmone	622	754

Tabella 9.1.2.4 - Costo medio (in Euro) di una giornata di degenza ospedaliera in Piemonte per alcune delle patologie correlabili all'inquinamento atmosferico

A questi costi sanitari diretti andrebbero aggiunti:

- i costi degli anni di vita persi da singoli soggetti, il cui valore è soggetto a valutazioni differenziate a seconda degli approcci, ma rilevante secondo l'OMS;
- i costi sociali derivanti dalle assenze dal lavoro dovute a malattia, diretti per i singoli soggetti o indiretti quando riguardano i genitori dei minori colpiti;
- i costi legati alla spesa farmaceutica correlata con il trattamento delle patologie legate all'inquinamento e con il trattamento dei sintomi (ad esempio tosse, attacchi d'asma…).

Una precisa quantificazione dei costi descritti può essere effettuata tramite un lavoro collaborativo tra economisti sanitari, esperti di qualità dell'aria ed epidemiologi.

In precedenza, nel progetto europeo CAFE (*Clean Air For Europe*), voluto dalla Commissione Europea, era stato per esempio stimato che il risparmio economico, in termini di spesa sanitaria, era pari a 9 euro in meno di costi sanitari per ogni euro speso in campo ambientale per la riduzione delle concentrazioni.

Pur essendo il progetto CAFE del 2000 e pur essendo cambiate molte condizioni sociali e sanitarie, è in ogni caso atteso un impatto positivo, con una riduzione dei costi sanitari futuri a fronte delle diminuzioni delle concentrazioni ambientali degli inquinanti.

Anche se tali indicazioni sono ormai note, discusse a vari livelli e sperimentate in alcuni Paesi europei, e anche se enti quali OMS, insieme alle altre istituzioni scientifiche internazionali, aggiornano continuamente le stime di pericolosità dell'inquinamento dell'aria *indoor* e *outdoor*, la messa in atto di tavoli multidisciplinari, attraverso i quali mettere a confronto i dati e i metodi disponibili per affinare il calcolo degli interventi in un'ottica di costi/benefici, rappresenta una sfida importante ed attuale per gli Enti a diverso titolo coinvolti.

Monitoraggio del PRQA

La normativa inerente la qualità dell'aria prevede, prima con la Decisione 2004/224/CE e poi con la successiva Decisione 2011/850/UE, l'obbligo di comunicare annualmente informazioni sulla valutazione e la gestione della qualità dell'aria ambiente, intendendo con queste tutte le informazioni legate sia ai sistemi di misura/stima della qualità dell'aria sia le modalità, ovvero la pianificazione adottata, con cui vengono gestiti eventuali situazioni di superamento dei limiti.

Di conseguenza nel corso degli anni in Regione Piemonte è stato costruito un sistema per la condivisione delle informazioni inerenti la valutazione e gestione della qualità dell'aria, che possono essere ascrivibili a due tipologie di monitoraggi:

- monitoraggio dello stato della matrice aria (Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria-SRRQA, Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera-IREA, Modellistica di qualità dell'aria), necessario per la Valutazione della Qualità dell'Aria;
- monitoraggio delle prestazioni della pianificazione per la qualità dell'aria, necessario per la Gestione della Qualità dell'Aria.

Tutti gli strumenti sopra esposti fanno capo al Sistema Regionale Integrato della Qualità dell'Aria, già descritto nel capitolo 4 del PRQA. L'intero sistema concorrerà quindi alla realizzazione del Piano di Monitoraggio, ed è già ad oggi in linea con i contenuti dell'art.18 del d.lgs. 152/2006 e con quanto previsto dalla Valutazione Ambientale Strategica. Attraverso le due tipologie di monitoraggio sarà possibile seguire, nel corso degli anni, l'attuazione del Piano ed i suoi reali effetti sulla qualità dell'aria, soprattutto alla luce di strumenti modellistici sempre più evoluti.

Mentre per il monitoraggio dello stato della matrice aria gli strumenti sono ormai consolidati da oltre 20 anni, per quanto concerne il monitoraggio delle prestazioni della pianificazione per la qualità dell'aria, solo negli ultimi anni (cfr. Decisione comunitaria IPR – 2010/850/UE) gli stati membri hanno realizzato sistemi informativi coerenti ed in grado di:

- verificare gli effetti ambientali riferibili all'attuazione del piano;
- verificare il grado di conseguimento degli obiettivi di sostenibilità ambientale;
- individuare tempestivamente gli effetti ambientali imprevisti;
- informare la Commissione Europea, il Ministero dell'Ambiente ed il pubblico sui risultati periodici del monitoraggio del piano attraverso l'attività di reporting.

Tale sistema, attualmente in fase di implementazione, sarà integrato all'interno del Sistema Regionale Integrato della Qualità dell'Aria.

Affinché le attività di monitoraggio e di eventuale revisione del Piano siano eseguite correttamente è necessario definire i ruoli e le responsabilità dei soggetti competenti tra i quali in particolare:

- Regione;
- Autorità che condividono competenze in materia di qualità dell'aria con Regione Piemonte (Province/ Città metropolitana/Comuni);
- ARPA Piemonte.

Questi soggetti, attualmente coinvolti nel sistema di Valutazione della Qualità dell'Aria, rappresentano anche gli attuatori del Piano di Monitoraggio. La Figura 10.1 descrive lo schema logico del PMA, le frecce indicano il flusso informativo.

Nella tabella 10.1 sono dettagliati gli elementi del Piano di Monitoraggio.

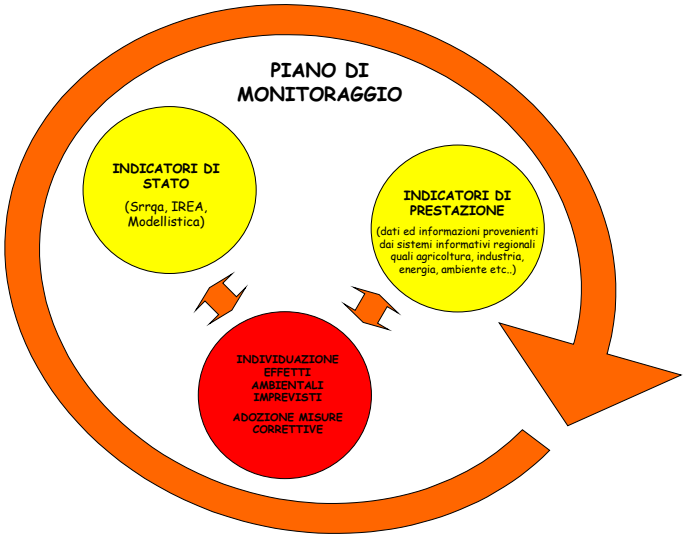


Figura 10.1 - Schema di funzionamento del Sistema Informativo Aria

Obiettivi	Sono riportati i diversi obiettivi che il Piano si prefigge di raggiungere mediante la predisposizione di una serie di azioni
Indicatori	Sono stati individuati una serie di indicatori, legati direttamente o indirettamente al Piano, in grado di individuare le eventuali criticità emerse in seguito all'attuazione del Piano. Durante il monitoraggio del PRQA gli indicatori individuati potranno essere integrati con indicatori ritenuti maggiormente rappresentativi dello stato di attuazione del PRQA.
Unità di misura	Ogni indicatore dispone di una propria unità di misura.
Frequenza	Per rendere appropriata l'utilità dei diversi indicatori è stata prevista l'elaborazione di un report annuale in modo tale da valutare, in tempi utili, l'efficacia delle azioni messe in campo e, nel caso, prevedere modifiche necessarie.
Fonte dei dati	E' importate riportare sempre il nome del soggetto che detiene l'informazione nonché del soggetto che ha effettuato delle elaborazioni.
ex ante	I valori utilizzati come riferimento nel primo Rapporto di Monitoraggio si riferiscono al primo anno disponibile dalla data di approvazione del Piano.
ex post	L'attività di monitoraggio deve proseguire almeno fino al 2030, anno in cui il Piano è previsto essere a regime.

Tabella 10.1 - Elementi del Piano di Monitoraggio Ambientale

In sede di attuazione delle misure saranno raccolte le informazioni necessarie a valorizzare il set di indicatori, definiti nel paragrafo 10.2, in apposite banche dati, ovvero integrando l'attuale Sistema Regionale Integrato della Qualità dell'Aria.

10.1 Il progetto PREPAIR – Sistema per la contabilità ambientale delle misure dei piani di qualità dell'aria

Il progetto LIFE15 IPE IT 013 - PREPAIR (di seguito progetto PREPAIR) mira ad implementare le misure previste dai piani regionali e dall'Accordo di Bacino su scala maggiore e a rafforzarne la sostenibilità e la durabilità dei risultati: il progetto copre la valle del Po e le regioni e le città che influenzano maggiormente la qualità dell'aria nel bacino. Le azioni di progetto si estendono anche alla Slovenia con lo scopo di valutare e ridurre il trasporto di inquinanti anche oltre il mare Adriatico.

Nell'ambito di tale progetto, l'azione A2 "Sistema per la contabilità ambientale delle misure dei piani di qualità dell'aria " mira alla preparazione di un database comune sulle misure contenute nei Piani per la Qualità dell'Aria e, alla progettazione, sviluppo, gestione e manutenzione di un applicativo informatico in uso ai partner del progetto, per il monitoraggio e l'aggiornamento periodico delle azioni/misure. L'applicativo contiene un database dei dati quantitativi e qualitativi di tutte le azioni/misure previste dai piani regionali/locali di qualità dell'aria, dall'Accordo di Bacino e dal progetto PREPAIR stesso.

Tale strumento, condiviso a livello di bacino padano e con la Commissione Europea, andrà ad implementare **il sistema di monitoraggio delle prestazioni della pianificazione per la qualità dell'aria.**

In tale ottica, al sistema di monitoraggio individuato dall'art.18 del d.lgs. 152/2006 si aggiunge lo strumento sopradescritto, al fine di consentire la realizzazione di tutte le attività previste dal progetto PREPAIR, rendendo quindi ancora più strutturato il sistema di monitoraggio ipotizzato nel presente capitolo.

10.2 Definizioni degli indicatori

Un efficace monitoraggio del PRQA e dei suoi effetti sulla matrice aria e sull'ambiente, potrà essere realizzato attraverso la definizione dei seguenti indicatori:

- indicatori per l'Analisi del Contesto Ambientale (fonte dati: Rapporto sulla Stato dell'Ambiente);
- indicatori di stato (fonte dati: Sistema Regionale Integrato della Qualità dell'Aria);
- Indicatori per il monitoraggio delle misure pianificate del PRQA (fonte dati: Sistema Regionale Integrato della Qualità dell'Aria).

10.2.1 Indicatori per l'Analisi del Contesto Ambientale

Gli indicatori di "contesto", già previsti nel capitolo 1 del Rapporto Ambientale, rappresentano l'insieme dei dati e delle informazioni sullo stato dell'ambiente. Tali indicatori sono raccolti annualmente nel Rapporto sullo Stato dell'Ambiente (RSA), realizzato da ARPA e Regione Piemonte. Il RSA in Piemonte è il documento che racchiude e riassume tutte le informazioni sulle condizioni ambientali e la loro evoluzione nel tempo. Il RSA presenta la sintesi delle conoscenze ambientali conseguite mediante il monitoraggio, il controllo, l'attività analitica e l'elaborazione dei dati. I dati e le informazioni presenti del RSA sono la base comune di indicatori da utilizzarsi per comprendere come una matrice varia nel tempo e quali sono le interazioni con le altre. Tale documento sarà quindi alla base dell'aggiornamento del contesto ambientale nell'ambito del PRQA.

Si rimanda al capitolo 1 del Rapporto Ambientale per l'elenco degli indicatori di contesto ritenuti significativi ai fini dell'analisi contesto ambientale.

Molti indicatori individuati nel capitolo 1 sono indirettamente utilizzati per la valorizzazione delle emissioni in atmosfera nell'ambito dell'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera. Il dettaglio di tutti gli indicatori valorizzati, a cadenza biennale /triennale, è riportato al seguente link, nel quale sono descritte anche le metodologie di

calcolo utilizzate: http://www.inemar.eu/xwiki/bin/view/InemarWiki/.

Occorre sottolineare che durante il monitoraggio del PRQA gli indicatori individuati potranno essere integrati con indicatori ritenuti maggiormente rappresentativi dello stato di attuazione del PRQA.

10.2.2 Indicatori di Stato

Gli indicatori di "stato" che caratterizzano la tematica aria sono quelli necessari alla Valutazione Annuale della Qualità dell'Aria, riportati nell'allegato XI del d.lgs. 155/2010. La valutazione di tali indicatori permetterà di aggiornare l'analisi ambientale, ma soprattutto porterà a comprendere il grado di raggiungimento degli obiettivi specifici del PRQA. Nella figura 10.2.2.1. si riporta il set di indicatori di stato relativi alla matrice aria, nonché **obiettivi ambientali specifici del PRQA.**

Inquinante	Periodi di mediazione	Valore limite
Biossido di zolfo	1 ora	350 µg/m^3, da non superare più di 24 volte per anno civile
	1 giorno	125 µg/m^3, da non superare più di 3 volte per anno civile
Biossido di azoto	1 ora	200 µg/m^3, da non superare più di 18 volte per anno civile
	Anno civile	40 µg/m^3, media annua
Benzene	Anno civile	5,0 µg/m^3, media annua
Monossido di carbonio	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	10 mg/ m^3
Piombo	Anno civile	0,5 µg/m^3, media annua
PM_{10}	1 giorno	50 µg/m^3, da non superare più di 35 volte per anno civile
	Anno civile	40 µg/m^3, media annua
$PM_{2,5}$	Anno civile	25 µg/m^3+ MOT, media annua
Ozono	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	120 µg/m^3, da non superare più di 25 volte per anno civile come media su 3 anni
	Soglia informazione	180 µg/m^3
	Soglia allarme	240 µg/m^3

Tabella 10.2.2.1 - indicatori di stato

Come precedentemente sottolineato nell'introduzione al capitolo 10, le informazioni riportate in tabella 10.2.2.1, ai sensi dell'art. 19 del d.lgs. 155/2010, devono essere obbligatoriamente comunicate ogni anno alla Commissione Europea per il tramite del MATTM. Inoltre, l'articolo 18 "Informazione del pubblico" stabilisce che le amministrazioni e gli Enti che esercitano funzioni previste dal decreto devono assicurare, per quanto di competenza, l'accesso e la diffusione al pubblico delle informazioni relative alla qualità dell'aria, la divulgazione dei piani di qualità dell'aria, i piani di azione, ecc.

10.2.3 Indicatori per il monitoraggio delle misure pianificate nel PRQA

Si tratta dell'insieme degli indicatori utilizzati per il monitoraggio delle prestazioni della pianificazione per la qualità dell'aria e si compone di diversi set di indicatori:

- indicatori di attuazione. Descrivono l'azione amministrativa o tecnica per l'attuazione dell'azione. Tali indicatori sono comuni per tutto il Bacino Padano. Sono stati definiti indicatori di attuazione in funzione dalla variabile di caratterizzazione denominata "strumento". Il catalogo degli indicatori di attuazione correlati a ciascuno "strumento

di attuazione" è riportato in tabella 10.2.3.1.

- indicatori finanziari. Gli indicatori finanziari restituiscono l'analisi dei flussi finanziari associati all'attuazione di una generica azione, rappresentando anceh. Sono stati definiti indicatori specifici in funzione dalla variabile di caratterizzazione denominata "strumento". Il catalogo degli indicatori finanziari correlati a ciascuno "strumento di attuazione" è riportato in tabella 10.2.3.2.
- indicatori di risultato della misura. Descrivono la risposta del territorio ai cambiamenti indotti dall'attuazione della misura stessa. Si riporta in tabella 10.2.3.3 un esempio di scheda, da compilare per ogni singola misura;
- indicatori ambientali. Gli indicatori ambientali restituiscono l'analisi delle riduzioni degli inquinanti associati all'attuazione di una generica azione. Gli indicatori ambientali da monitorare (espressi in t) sono riportati in tabella 10.2.3.4.

Per ogni misura l'insieme degli indicatori di monitoraggio applicabili si compone sulla base degli strumenti attuativi, della natura tecnologica o non tecnologica della misura, degli indicatori di risultato della misura, e degli indicatori ambientali applicabili sulla base delle emissioni inquinanti collegabili a ciascuna azione. Il dettaglio, per tutte le misure del PRQA, è riportato nell'allegato A al presente documento.

Catalogo Strumenti PREPAIR	**(*) Catalogo indicatori di attuazione per strumento**		
	Indicatore 1	**Indicatore 2**	**Indicatore 3**
A. Regolamentazione	n. di provvedimenti emanati		
B. Bandi di finanziamento	n. di progetti finanziati		
C. Accordi, protocolli, convenzioni	n. di accordi siglati	n. di protocolli siglati	n. convenzioni siglate
D. Linee guida	n. di linee guida adottate		
E. Piani/Programmi	n. di Piani/Programmi regionali approvati	n. di Piani/Programmi comunali approvati	
F. Campagne (educ. , inform., com.)	n. di campagne avviate	n. di soggetti coinvolti	n. corsi erogati
G. Finanziamento	n. di progetti finanziati		
H. Progetti, sperimentazioni, studi	n. di progetti conclusi	n. di sperimentazioni concluse	n. di studi redatti
I. Bandi di gara (appalti)	n. di bandi di gara aggiudicati		
(*) Gli indicatori di attuazione sono correlati alla tipologia di strumento			

Tabella 10.2.3.1 - Catalogo indicatori di attuazione per strumento

Catalogo Strumenti PREPAIR	**Catalogo indicatori finanziari(*)**	
	Indicatore 1	**Indicatore 2**
A. Regolamentazione	Costi di attuazione (euro)	
B. Bandi di finanziamento	Importo delle risorse erogate (euro)	Spesa ammessa a contributo (euro)
C. Accordi, protocolli, convenzioni	Costi di attuazione (euro)	
D. Linee guida	Costi di attuazione (euro)	
E. Piani/Programmi	Costi di attuazione (euro)	
F. Campagne (educ. , inform., com.)	Costi di attuazione (euro)	
G. Finanziamento	Importo delle risorse erogate (euro)	Spesa ammessa a contributo (euro
H. Progetti, sperimentazioni, studi	Costi di attuazione (euro)	
I. Bandi di gara (appalti)	Importo degli appalti aggiudicati (euro)	
(*) Gli indicatori di attuazione sono correlati alla tipologia di strumento		

Tabella 10.2.3.2: Catalogo indicatori finanziari per strumento

Indicatori di risultato	Etichetta indicatore	Unità di misura	target
Indicatore 1	Campo alfanumerico che consente di specificare l'indicatore di risultato	Campo alfanumerico che consente di specificare l'indicatore di risultato	Campo numerico che consente di specificare il target di risultato previsto per l'indicatore n.1
Indicatore 2			
Indicatore 3			
NOTE indicatori	Questo campo consente di inserire eventuali note agli indicatori (numero caratteri illimitato). Campo non obbligatorio		
In questi campi occorre specificare da uno e fino ad un massimo di tre indicatori con cui dare riscontro del risultato ottenuto con l'attuazione della misura in termini concreti sul territorio. Una cella deve contenere un unico indicatore di risultato (es. veicoli limitati). Per le misure per cui è stato quantificato un target di riduzione delle emissioni per almeno un inquinante, uno degli indicatori inseriti deve essere funzionale a descrivere i risultati in termini di riduzione delle emissioni tramite l'attuazione della misura (ad esempio riportare gli indicatori utilizzati per calcolare i valori dei target di riduzione degli inquinati).			

Tabella 10.2.3.3 - Scheda tipo per la raccolta degli indicatori di risultato della misura

Anno di riferimento per la completa attuazione della misura	***Consente di indicare l'anno al quale è possibile riferire l'obiettivo di misura indicato come target.***	
Indicatori ambientali	**Target di riduzione (t) per la completa attuazione del Piano rispetto allo scenario tendenziale**	
	Etichetta indicatore	**Target di riduzione (t)**
	Riduzione NOx (t)	
	Riduzione PM_{10} (t)	
	Riduzione $PM_{2,5}$ (t)	
	Riduzione NH_3 (t)	
	Riduzione SO_2 (t)	
	Riduzione COV (t)	
	Riduzione CO_2–eq (t)	
Note target riduzioni emissioni	*Questo campo consente di inserire ulteriori specifiche circa la metodologia di stima dei target di riduzione (numero caratteri illimitato). Nel caso di target valutati accorpati con altre misure occorre specificare quali misure sono state valutate in maniera accorpata.*	

Tabella 10.2.3.4 - Indicatore Ambientale o di Efficacia (Riduzione Emissiva).

10.3 Relazioni periodiche di monitoraggio

Il monitoraggio dovrà prevedere delle tappe "istituzionalizzate" con la pubblicazione di apposite relazioni periodiche (Rapporto di Monitoraggio) contenenti una sintesi della reportistica. Il Rapporto di Monitoraggio avrà la funzione di:

- strumento a supporto della valutazione e gestione della qualità dell'aria.
- informare i soggetti interessati ed il pubblico in generale sulle ricadute ambientali che la programmazione sta generando;
- fornire al decisore uno strumento in grado di individuare gli effetti negativi imprevisti e dunque consentire l'adozione delle opportune misure correttive.

Tutti gli indicatori di stato e per il monitoraggio delle misure, saranno collezionati a partire dal 2018 ed almeno sino al 2030 in via continuativa, al fine di poter predisporre periodicamente il rapporto di monitoraggio. Sarà invece effettuato un aggiornamento del contesto ambientale su base quinquennale. Il 31 maggio (anno X) di ogni anno, per tutto il periodo 2018-2030, sarà effettuata la chiusura del ciclo di monitoraggio annuale (riferite all'anno X-1), confermando l'aggiornamento delle informazioni relative ai piani oggetto di monitoraggio e alle misure pianificate, nonché la compilazione degli indicatori di monitoraggio delle misure con i valori aggiornati al 31/12 dell'anno precedente.

10.4 Meccanismi di retroazione

L'azione di monitoraggio, per essere massimamente efficace, deve essere adeguatamente integrata nel processo di pianificazione, correlando in maniera opportuna i tempi del monitoraggio con le fasi di revisione del piano/programma.

Il monitoraggio non deve concludersi con la raccolta e l'elaborazione delle informazioni necessarie, ma deve comprendere anche la valutazione di tali informazioni, da cui possono scaturire azioni correttive di diversa portata. Lo scopo è infatti anche quello di "individuare tempestivamente gli effetti negativi imprevisti ed essere in grado di adottare le misure correttive che si ritengono opportune".

I meccanismi di gestione della qualità dell'aria, dal punto di vista normativo, vanno in questa direzione, consentendo una valutazione quasi su base annuale circa lo stato di attuazione delle misure e la loro efficacia. In termini di valutazione della matrice aria invece, le tempistiche di risposta del SRRQA sono ancor più brevi, consentendo la valutazione dei dati quasi in tempo reale.

10.5 Gestione e sviluppi del Sistema Regionale Integrato della Qualità dell'Aria

Il sistema precedentemente delineato risulta essere coerente con la normativa europea e nazionale in materia di qualità dell'aria e valutazione ambientale strategica. Il sistema attualmente in uso in Regione Piemonte necessita di essere gestito e mantenuto ed anche di essere ulteriormente sviluppato al fine di completare il suo adeguamento alla normativa.

Regione Piemonte ed ARPA Piemonte annualmente necessitano di ingenti fondi da destinare alla manutenzione ordinaria e straordinaria.

Il sistema di rilevamento si configura come un complesso sistema di strumentazioni semi automatiche che necessitano costantemente di manutenzione ordinaria e straordinaria, nonché di aggiornamento (in funzione della normativa continuamente in evoluzione); esso richiede un mantenimento in qualità (QA/QC; *quality assurance and quality control*) come esplicitamente richiesto dalla normativa (Art. 17, d.lgs. 155/2010) ed una disponibilità di risorse umane professionalmente elevate per il processo di validazione delle informazioni raccolte.

Come il sistema di rilevamento anche l'IREA necessità di risorse adeguate per il reperimento delle informazioni necessarie alla sua realizzazione e continuo aggiornamento.

La modellistica, che si avvale dei risultati dei due sistemi precedentemente citati, necessita anch'essa di risorse di calcolo ed umane ad elevata competenza tali da garantire la qualità dei servizi erogati. L'elevata specificità dei software utilizzati (quota parte dei quali sono stati sviluppati specificatamente) e la loro relativa valorizzazione, oltre alla necessità di funzionamento in continuo a supporto dei Sistemi, necessitano di risorse dedicate per il mantenimento in efficienza ed il loro continuo utilizzo. Si fa presente che i soli dati di qualità dell'aria (che comprendono: generazione, raccolta, validazione e trasmissione dei dati, con l'automatica disponibilità degli stessi al pubblico), prevedono il funzionamento in continuo e richiedono una raccolta minima del 90% dei dati generabili in un anno, obiettivo di qualità obbligatorio (All.1, d.lgs. 155/2010).

Il sistema sopra descritto, il cui valore supera largamente i 1**0 Mil€**, necessita, per mantenere un livello di efficienza tale consentire un regolare funzionamento delle varie componenti, di almeno **2 Mil€** annui per il suo mantenimento (calibrazione strumenti, manutenzione ordinaria e materiali di consumo) e di circa **0,5 Mil€** annui da destinare agli sviluppi del Sistema (manutenzione straordinaria strumentazione, aggiornamento ed evoluzioni software), per cui è indispensabile garantirne la copertura finanziaria.

11 Norme di attuazione

11.1

Il Piano Regionale di Qualità dell'Aria dà attuazione all'art. 9 del D.Lgs. n. 155/2010 e s.m.i prevedendo, relativamente agli inquinanti indicati, le misure necessarie al rientro, nel minor tempo possibile, nei valori limite della qualità dell'aria e per il il loro mantenimento, anche al fine di adempiere agli obblighi derivanti dalla Direttiva comunitaria 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

Il Piano Regionale di Qualità dell'Aria dà altresì attuazione agli impegni assunti nell'ambito degli accordi interregionali – quali ad esempio gli accordi di programma per l'adozione coordinata e congiunta di misure per il miglioramento della qualità dell'aria nel bacino padano - e integra lo stesso con ulteriori misure di riduzione emissiva negli ambiti Agricoltura, Energia, Industria, Trasporti e Riqualificazione Urbana.

11.2

Il raggiungimento degli obiettivi comunitari e nazionali in materia di qualità dell'aria richiede l'azione coordinata e congiunta delle politiche in materia di territorio, energia, trasporti, attività produttive, agricoltura, della salute e dei loro piani e provvedimenti attuativi.

Per tale motivo, l'attuazione del Piano Regionale di Qualità dell'Aria avverrà, attraverso la redazione dei piani stralcio, con il supporto di un Nucleo Tecnico, che garantisca che la definizione dei contenuti regolamentari e prescrittivi integri tutte le politiche regionali di settore interessate.

Il Nucleo verrà incardinato nell'ambito del gruppo di lavoro per la Strategia regionale sul Cambiamento climatico, secondo le previsioni della D.G.R. n. 34-6226 del 22.12.2017 e s.m.i. Incardinare il Nucleo tecnico nell'ambito del gruppo di lavoro per la Strategia regionale sul Cambiamento climatico avrà il valore aggiunto di garantire i dovuti approfondimenti e valutazioni per declinare i contenuti dei Piani Stralcio anche nell'ottica del contrasto al cambiamento climatico.

11.3

Ai sensi dell'art. 6 della L.R. 43 del 2000 e s.m.i, il Piano Regionale di Qualità dell'Aria, si articolerà in piani stralcio o parti di piano nei quali sono individuati gli obiettivi di riduzione e di controllo delle emissioni in atmosfera che devono essere perseguiti per particolari problematiche, per particolari inquinanti, per specifiche aree territoriali caratterizzate da omogeneità dal punto di vista delle caratteristiche emissive, di densità di popolazione, di intensità del traffico, orografiche, meteoclimatiche e della distribuzione spaziale dei livelli di inquinamento raggiunti ed in relazione al valore paesaggistico-ambientale. I piani stralcio riguarderanno gli ambiti di intervento previsti dal Piano.

Ogni stralcio di piano individua gli obiettivi che devono essere perseguiti e stabilisce i tempi entro i quali devono essere raggiunti gli obiettivi medesimi.

11.4

Le disposizioni del Piano di Qualità dell'Aria sono riferite all'intero territorio regionale salvo che non sia diversamente previsto. Il territorio regionale, in attuazione degli articoli 3 e 4 del D. Lgs. n. 155/2010 e s.m.i, viene suddiviso in zone e agglomerati, classificati, ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente, sulla base dei criteri indicati nel decreto stesso.

11.5

Le azioni previste dal Piano di Qualità dell'Aria hanno scadenze temporali differenti ed è prevista anche la data della loro completa attuazione.

Il Piano viene aggiornato qualora ne ricorrano le condizioni di cui all'art. 23 della Direttiva europea 2008/50/CE o dell'art. 9 del D.Lgs 155/2010 e s.m.i.

11.6

Il Piano di Qualità dell'Aria, in attuazione dell'articolo 9 del D.Lgs. n. 155/2010 e s.m.i, contiene specifiche prescrizioni che costituiscono obbligo di adempimento da parte di tutti i soggetti pubblici e privati a cui sono rivolte.

Il mancato recepimento delle misure di cui al presente Piano costituisce violazione di norme attuative del diritto comunitario e rende il soggetto inadempiente responsabile, ai sensi dell'articolo 43 della legge del 24 dicembre 2012 n. 234, degli oneri finanziari derivanti da eventuali sentenze di condanna rese dalla Corte di Giustizia delle Comunità europee.

REGIONE PIEMONTE

Arpa Piemonte
Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale