

Aria

Qualita' dell'aria

**Tendenze storiche di
alcuni inquinanti**

**Fattori di pressione:
le sorgenti emissive**



Mauro Maria Grosa
 Maria Bondi
 Laura Milizia
 Arpa Piemonte

14.1 QUALITA' DELL'ARIA

Negli ultimi anni la rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria è stata incrementata numericamente e adeguata tecnicamente al fine di migliorare la valutazione dei livelli di inquinamento su tutto il territorio; attualmente è costituita da 74 stazioni, sulla cui ubicazione si rinvia al sito *internet* www.arpa.piemonte.it.

I dati puntuali prodotti dalla rete di rilevamento sono disponibili sulle pagine del sito *WEB* <http://www.sistemapiemonte.it/ambiente/srqa>, mentre nel Rapporto sono brevemente descritte le principali sorgenti di ciascun inquinante, i valori aggregati relativi all'anno 2006 e le serie storiche degli ultimi anni. I dati forniti dalle reti private non sono considerati nel presente rapporto mentre i risultati delle campagne effettuate dai Dipartimenti provinciali dell'Agenzia, tramite i mezzi mobili a disposizione, sono disponibili presso le Province o i Comuni interessati.

I dati del 2006 confermano la tendenza degli ultimi anni: un generale miglioramento dei livelli di inquinamento da CO, SO₂, piombo, benzene e una situazione relativamente statica per i livelli di NO₂ e PM₁₀ nei periodi invernali e da ozono nei periodi estivi. Pertanto rimane indispensabile l'impegno delle pubbliche amministrazioni, le imprese e i cittadini per attuare tutte quelle misure finalizzate alla riduzione delle emissioni (trasporto su strada, attività produttive, impianti termici per generazione di calore ed energia elettrica) sia nelle decisioni operative e strategiche degli organi di governo sia nei comportamenti di ogni giorno.

Nel 2006 sono proseguite le attività di produzione delle stime delle concentrazioni relative ai principali inquinanti nei comuni piemontesi, attraverso l'utilizzo combinato dell'Inventario Regionale delle Emissioni (IREA) e dei dati di qualità dell'aria disponibili, al fine di fornire un servizio informativo sullo stato di qualità dell'aria anche per i territori comunali privi di stazioni di rilevamento. Le mappature dello stato di qualità dell'aria valutato attraverso tali procedure di stima sono pubblicate giornalmente sempre sul sito *web* di Sistema Piemonte.

Nell'anno 2006 è stata approfondita la caratterizzazione del particolato atmosferico PM₁₀ della frazione organica [benzo(a)pirene] (vedi Box 1 di approfondimento) e dei metalli tossici.

Sono proseguite, inoltre, le attività relative ai due progetti europei ALPNAP e MONITRAF, nell'ambito dell'Interreg IIB - Spazio Alpino, finalizzati alla valutazione degli impatti e degli effetti del traffico veicolare, civile e commerciale sui principali valichi alpini (Frejus, Monte Bianco, Gottardo e Brennero). Le attività progettuali - effettuate in stretta collaborazione con altri Paesi Europei, in particolare con Francia, Svizzera, Austria e Germania - vanno dal reperimento di informazioni ambientali, demografiche, di traffico, di rumore, ad aspetti inerenti l'applicazione di modelli di diffusione degli inquinanti atmosferici e del rumore (vedi Box 4 di approfondimento). Informazioni specifiche possono essere reperite sulle pagine dei due siti *web*: <http://www.alpnap.org> e <http://www.monitraf.org>.

Indicatore/Indice	DPSIR	Fonte dei dati	Unità di misura	Copertura geografica	Anno di riferimento	Disponibilità dei dati
CO - massima media mobile 8 ore	S	Arpa Piemonte	mg/m ³	Provincia	2006	+++
NO ₂ - sup. limite orario	S	Arpa Piemonte	numero	Provincia	2006	+++
NO ₂ - media annua	S	Arpa Piemonte	µg/m ³	Provincia	2006	+++
O ₃ - superamento valore bersaglio protezione salute umana	S	Arpa Piemonte	numero	Provincia	2006	+++
O ₃ - superamento valore bersaglio protezione vegetazione	S	Arpa Piemonte	numero	Provincia	2006	++
PM ₁₀ - media annua	S	Arpa Piemonte	µg/m ³	Provincia	2006	+++
PM ₁₀ - superamento giornaliero	S	Arpa Piemonte	numero	Provincia	2006	+++
Benzene - media annua	S	Arpa Piemonte	µg/m ³	Provincia	2006	+++
Piombo - media annua	S	Arpa Piemonte	µg/m ³	Provincia	2006	+++
Quantità di NO _x emessa per unità di superficie	P	Regione Piemonte	t/km ² *anno	Comune	2005	+++
Quantità di PM ₁₀ primario emessa per unità di superficie	P	Regione Piemonte	t/km ² *anno	Comune	2005	+++
Emissioni di precursori dell'ozono	P	Regione Piemonte	%	Regione	2005	+++
Emissioni di sostanze acidificanti	P	Regione Piemonte	%	Regione	2005	+++
Emissioni di gas serra	P	Regione Piemonte	%	Regione	2005	+++

14.1.1 Monossido di carbonio (CO)

Il monossido di carbonio, ai sensi del Decreto Ministeriale 60/02, a partire dal 01/01/05, deve rispettare il valore limite per la protezione della salute umana di 10 mg/m³, calcolato come media mobile di otto ore. La sua presenza in aria ambiente generalmente è dovuta al traffico veicolare poiché è generato come sottoprodotto da una non perfetta combustione di materiale combustibile fossile (ad es. oli combustibili, benzina), ma anche dalla combustione di legna, sigarette e tutto ciò che contenga carbonio. Nelle città, l'elevata presenza di traffico automobilistico in strade strette tra edifici con molti punti semaforici, il rallentamento dei veicoli a motore e particolari condizioni di ventilazione rendevano questo parametro di particolare interesse. Oggi i miglioramenti ottenuti sia sul fronte dei combustibili sia della tecnologia motoristica hanno determinato una netta diminuzione dei valori misurati, ben sotto il valore limite, e conseguentemente un calo di interesse per questo inquinante.

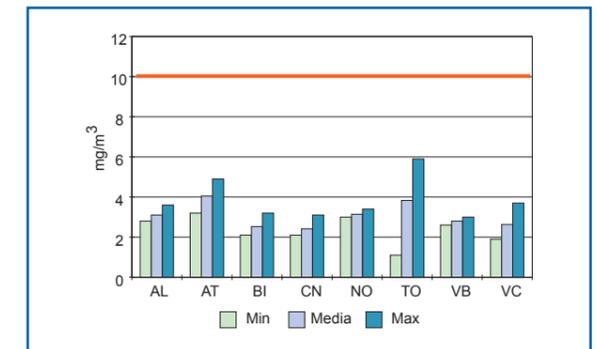
Ai fini della presente trattazione è utilizzato, quale indicatore statistico della qualità dell'aria, il valore massimo di media mobile.

14.1.2 Biossido di Azoto (NO₂)

E' valutata la presenza degli ossidi di azoto in aria ambiente e, in particolare, il biossido di azoto (NO₂), molecola quattro volte più tossica per la salute umana del monossido di azoto e nociva per l'ecosistema in generale, poiché, sotto l'azione delle radiazioni solari, contribuisce ad originare inquinanti secondari noti come "smog fotochimico". La fonte principale degli ossidi di azoto è rappresentata dai processi di combustione, indipendentemente dal combustibile utilizzato, e di conseguenza gli impianti per la produzione di energia elettrica (centrali termoelettriche) e i motori degli autoveicoli nonché gli impianti di produzione di energia termica ad uso civile. Il decreto DM 60/02 ha introdotto due limiti per la protezione della salute umana, su base annuale e su base oraria, che dovranno essere rispettati a partire dal 2010, e uno per la protezione della vegetazione (30 µg/m³) in vigore già dal 2001.

Nel presente rapporto sono stati scelti, come indicatori statistici, i due limiti di protezione della salute poiché ben evidenziano la criticità del problema.

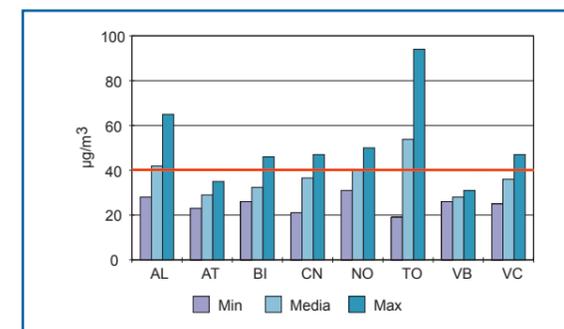
Figura 14.1 - CO, valori minimi, medi e massimi di media mobile - anno 2006



Fonte: Arpa Piemonte

I valori dei massimi di media mobile riportati nel grafico sono stati rilevati in tutte le stazioni della rete regionale e mostrano come in nessuna delle province piemontesi sia stato superato il limite di protezione della salute; la provincia di Torino si è distinta per presentare i valori di concentrazione più elevati.

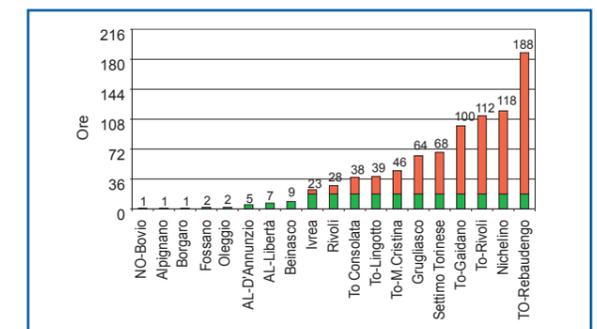
Figura 14.2 - NO₂, valori di concentrazione minima, media e massima annuale mediati per provincia - anno 2006



Fonte: Arpa Piemonte

Il valore limite di protezione della salute umana di 40 µg/m³ su base annuale (indicato con la linea rossa) è superato in molte province.

Figura 14.3 - NO₂, stazioni con almeno un superamento del limite orario di 200 µg/m³ - anno 2006

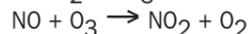
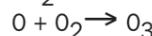
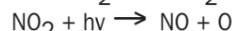
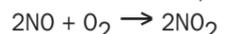


Fonte: Arpa Piemonte

Il limite prevede un numero massimo di 18 ore/anno civile (in verde) di superamento del valore di 200 µg/m³. Data la situazione meteorologica sfavorevole alla dispersione degli inquinanti e al verosimile aumento delle emissioni, verificatasi nel periodo invernale dell'anno in esame, nella provincia di Torino vi sono state undici stazioni che hanno superato il limite.

14.1.3 Ozono (O₃)

L'ozono, nell'aria ambiente, è un inquinante secondario che si forma a seguito di reazioni che dipendono dalla radiazione solare e dalla presenza di composti quali gli ossidi di azoto e composti organici volatili secondo reazioni tipo:



La normativa in vigore (DLgs 183/04) ha introdotto valori obiettivo sul lungo termine e valori soglia a breve termine volti alla protezione della salute umana. In questo rapporto come indicatori statistici sono utilizzati:

- Valore bersaglio per la protezione umana pari a 120 µg/m³ (massima media su 8 ore)
- Il valore bersaglio (18.000 µg/m³ * h) per la protezione della vegetazione è definito come AOT40 ed espresso in µg/m³ * h. Tale valore si calcola come somma della differenza fra le concentrazioni orarie superiori ad 80 µg/m³ (overosia 40 parti per miliardo) rilevate solo da maggio a luglio tra le ore 08:00 e le 20:00 della giornata. Trattandosi di protezione della vegetazione il valore va calcolato per stazioni definite come suburbane di fondo o rurali di fondo.

14.1.4 PM₁₀ (polveri inalabili)

Gli indicatori statistici utilizzati hanno come riferimento normativo nazionale il DM 60/02 e sono rappresentati da:

- media annua, overosia il valore medio delle medie annue delle stazioni presenti nella provincia (il valore limite per la protezione della salute umana è 40 µg/m³);
- superamenti del limite giornaliero, vale a dire il numero medio per provincia dei superamenti del limite (valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana - 50 µg/m³ - da non superare più di 35 volte l'anno).

14.1.5 PM_{2,5} (polveri respirabili)

Pur non essendo stati ancora emanati limiti normativi per i livelli di PM_{2,5}, è dimostrato che le particelle con diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µm sono più pericolose per la salute umana di quelle con maggiore diametro aerodinamico, sia per la maggiore capacità di penetrare nell'albero respiratorio dovuta alle ridotte dimensioni sia per la loro composizione. Il PM_{2,5} è più solubile del PM₁₀ e ricco della componente secondaria del particolato, derivante da reazioni di ossidazione, e di microinquinanti come gli IPA e i metalli tossici.

Nella norma nazionale vigente (DM 60/02) sono previste indicazioni riguardo la necessità di procedere alla misura sperimentale del particolato PM_{2,5}. Nella rete regionale piemontese, nel novembre 2002 è stato installato, presso una stazione di fondo in zona rurale, Buttigliera d'Asti, un campionario PM_{2,5}. Confrontando i valori delle medie annuali degli ultimi quattro anni di PM₁₀ e PM_{2,5} si conferma quanto noto in letteratura e cioè che la parte più consistente del PM₁₀ è costituita da particelle con diametro aerodinamico uguale o inferiore a 2,5 µm.

Più recentemente è stato installato un analogo campionario nella stazione di Torino - Lingotto.

I livelli di concentrazione dei due inquinanti sono alti (il PM₁₀ supera o raggiunge il limite annuale di 40 µg/m³) e pressoché costanti, negli ultimi quattro anni.

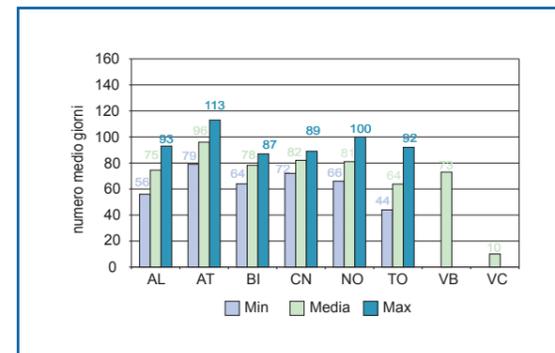
14.1.6 Benzene

La normativa in vigore (DM 60/02) prevede un solo valore limite per la protezione della salute umana relativo alla concentrazione media annua da rispettare a partire dal 1/01/2010; l'indicatore statistico utilizzato è la:

- media annua misurata sul territorio provinciale

Dal grafico di **figura 14.9** si osserva che il valore limite annuale (5 µg/m³) è ampiamente rispettato in tutto il territorio regionale, comprese le attuali stazioni di traffico, e che i valori orari massimi raggiunti non sono tali da far presumere situazioni critiche su base temporale minore.

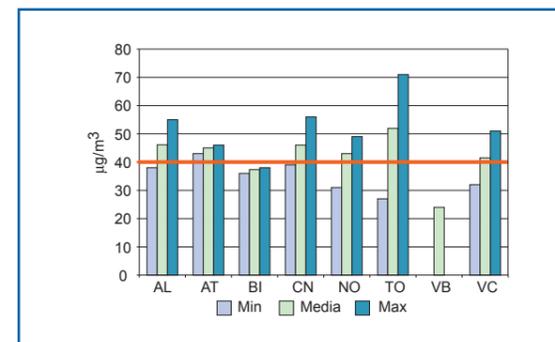
Figura 14.4 - O₃, numero di giorni minimo, medio e massimo in cui si è registrato almeno un superamento del valore bersaglio per la protezione della salute umana (120 µg/m³) - anno 2006



Fonte: Arpa Piemonte

Tutte le province sono interessate da un numero elevato di superamenti del valore bersaglio per la protezione della salute umana pari a 120 µg/m³, ad eccezione della provincia di Vercelli per motivi legati alla collocazione dello strumento di misura. Tali superamenti avvengono in modo particolare nel periodo estivo dell'anno.

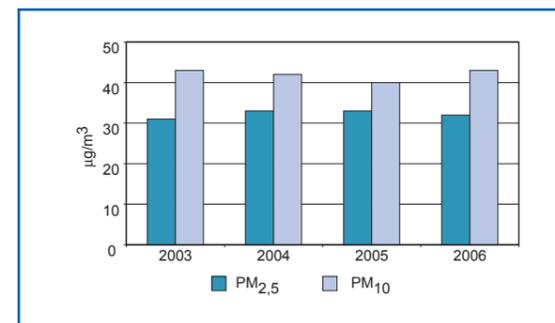
Figura 14.6 - PM₁₀, minime, medie e massime delle medie annue - anno 2006



Fonte: Arpa Piemonte

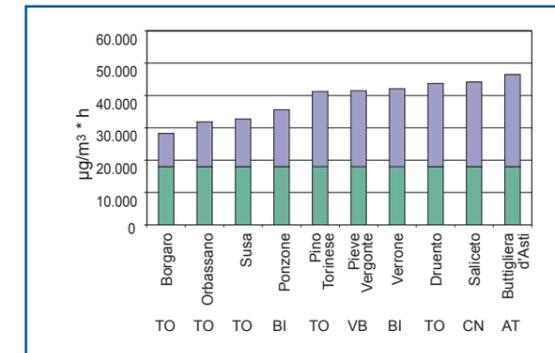
La situazione registrata nell'anno in esame conferma la difficoltà di rispettare il limite annuale nelle zone urbane e in quelle collocate nelle zone pianeggianti del territorio piemontese. Il limite annuale di 40 µg/m³ è superato in quasi tutte le province, fatta eccezione per quelle di Biella e Verbania caratterizzate da un territorio poco urbanizzato e dalla vicinanza dei rilievi montuosi che favorisce la dispersione degli inquinanti.

Figura 14.8 - PM₁₀ e PM_{2,5}, medie annuali relative alla stazione di Buttigliera d'Asti - anni 2003 - 2006



Fonte: Arpa Piemonte

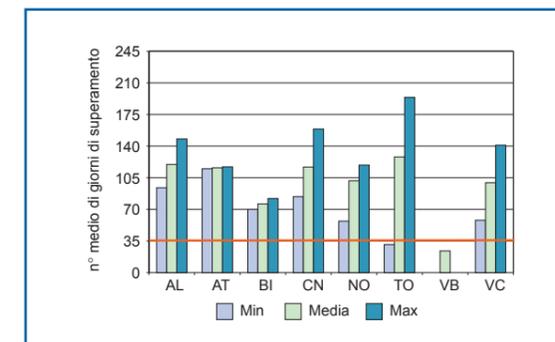
Figura 14.5 - O₃, AOT40 per la protezione della vegetazione relativo alla media di tre anni (2004-2005-2006)



Fonte: Arpa Piemonte

Dal grafico si osserva che negli ultimi tre anni il rispetto del valore fissato come bersaglio (18.000 µg/m³ * h) per il AOT40 da raggiungere a partire dal 2013, è ampiamente superato in tutto il territorio regionale.

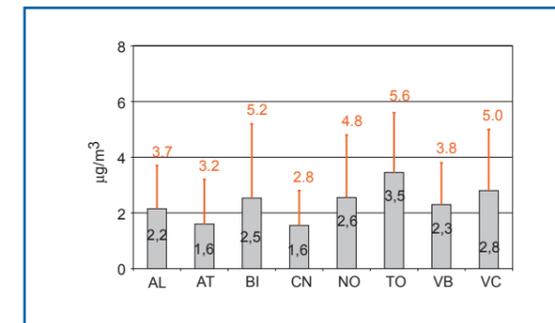
Figura 14.7 - PM₁₀, numero medio dei superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m³ - anno 2006



Fonte: Arpa Piemonte

Il limite dei 35 superamenti/anno è rispettato solo nella stazione della città di Verbania.

Figura 14.9 - Benzene, media annua a confronto con il valore orario massimo assoluto - anno 2006



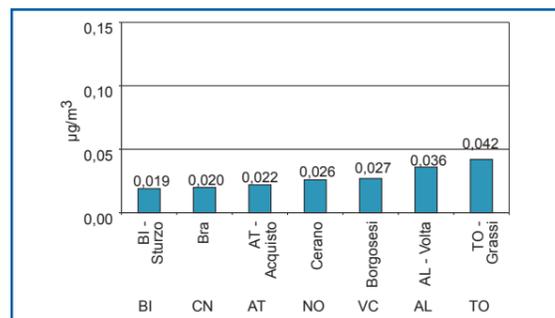
Fonte: Arpa Piemonte

14.1.7 Piombo

La normativa vigente (DM 60/02) indica il valore limite di protezione della salute per il piombo, metallo definito tossico in quanto interferisce con numerosi sistemi enzimatici. La Direttiva 2004/107/CE, di prossimo recepimento da parte dello Stato, introduce valori obiettivo per altri metalli tossici: arsenico, cadmio e nichel.

Nell'anno 2006 sono stati effettuati campionamenti giornalieri in tutti i siti della rete ove è presente un campionario di PM₁₀. I risultati analitici dei livelli di piombo, calcolati su base annuale, sono stati confrontati con il valore limite (0.5 µg/m³) prendendo in considerazione le serie con una percentuale di dati validi del 90%. I risultati ottenuti sono stati positivi in quanto la tendenza alla riduzione della concentrazione di piombo nell'aria iniziata negli anni '98 - '99, a seguito della messa fuori commercio della benzina super, risulta ampiamente confermata anche per l'anno in esame.

Figura 14.10 - Piombo, media massima annuale - anno 2006



Fonte: Arpa Piemonte

Box 1 - Il Benzo(a)pirene

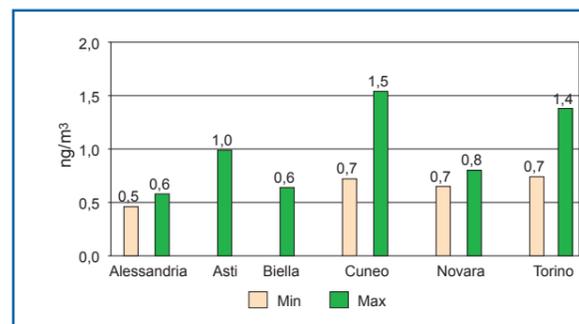
Mauro Maria Grosa, Maria Bondi, Laura Milizia
Arpa Piemonte

Con l'emanazione della Direttiva 2004/107/CE del 15 dicembre 2004 concernente i metalli e gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) è stato analizzato il particolato atmosferico PM₁₀ per determinare i livelli in aria ambiente di tali inquinanti. Il benzo(a)pirene, considerato il marker degli IPA, è un composto idrocarburoso costituito da più anelli aromatici, classificato come agente cancerogeno e genotossico ed è prodotto principalmente dai pro-

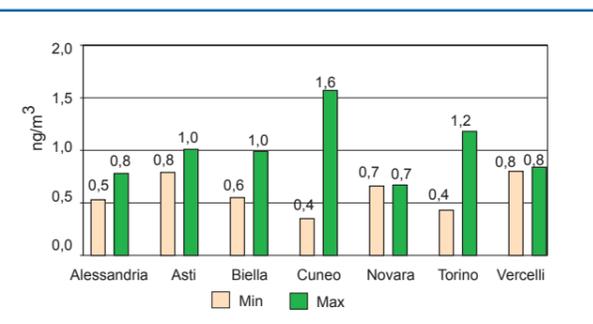
cessi di combustione. In ambiente urbano le fonti principali sono il traffico veicolare e il riscaldamento domestico non a metano mentre le sorgenti naturali e agricole, quali gli incendi boschivi e la bruciatura delle stoppie nonché l'uso delle stufe a legna, possono contribuire ad aumentare in modo significativo le concentrazioni immissive nelle zone rurali. La normativa vigente prevede come Valore Obiettivo 1 ng/m³ come media annuale. Nei grafici si riportano i valori annuali massimi e minimi rilevati per ciascun territorio provinciale (non sono riportati i dati del 2005 di Asti e Biella in quanto era presente

un solo punto di monitoraggio con percentuale rappresentativa di dati validi). Nel 2005 l'80% delle stazioni ha rispettato il valore obiettivo mentre il 20% lo ha superato (in particolare la stazione di Saliceto in provincia di Cuneo, la stazione di Borgaro in provincia di Torino e le stazioni di piazza Rivoli e Grassi ubicate nella città di Torino). Nel 2006 il 90% delle stazioni ha rispettato il valore obiettivo mentre il 10% lo ha superato (la stazione di Saliceto in provincia di Cuneo, la stazione di Buttigliera Alta in provincia di Torino e la stazione ubicata nella città di Torino, in via della Consolata).

Benzo(a)pirene, valori minimi e massimi annuali - anno 2005



Benzo(a)pirene, valori minimi e massimi annuali - anno 2006



Fonte: Arpa Piemonte

14.2 TENDENZE STORICHE DI ALCUNI INQUINANTI

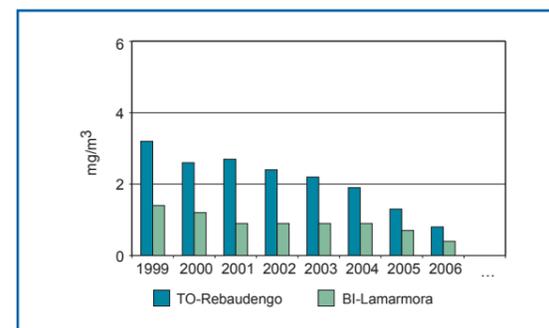
Il monossido di carbonio, inquinante primario prodotto principalmente dal traffico veicolare, ha presentato nel tempo valori di concentrazione sempre minori su tutto il territorio. In particolare nell'ultimo ventennio, le concentrazioni medie hanno raggiunto valori decisamente modesti anche nelle realtà urbane.

Nel 2006 il biossido di azoto, nelle due città esaminate prese come esempio, ha evidenziato per la città di Biella un incremento della concentrazione media annuale avvicinandosi al limite normativo da rispettare a partire dal 2010 (40 µg/m³) e, per la città di Torino, un lieve peggioramento della concentrazione media annuale rispetto a quella degli anni precedenti, ascrivibile verosimilmente all'evento internazionale che ha interessato il capoluogo nei primi mesi dell'anno.

Dai valori rilevati negli ultimi anni, l'ozono evidenzia una sostanziale stabilità nell'andamento medio sebbene, nell'anno 2005, i valori medi estivi rilevati nella stazione in quota (Pino Torinese) erano risultati leggermente minori di quelli misurati negli anni precedenti e nel 2006. Questa situazione si può attribuire alle differenti condizioni meteorologiche che hanno caratterizzato i periodi estivi degli ultimi due anni.

Le concentrazioni delle polveri PM₁₀ risultano mediamente elevate su tutto il territorio regionale con superamenti del limite annuale (40 µg/m³), entrato in vigore nel 01/01/2005, evidenti nelle aree urbane e suburbane.

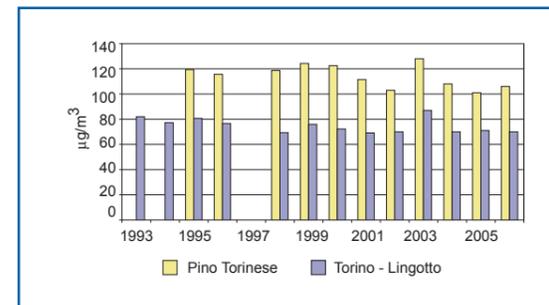
Figura 14.11 - CO, andamento delle medie annue di due stazioni di tipo traffico urbano - anni 1999 - 2006



Fonte: Arpa Piemonte

Dall'osservazione della tendenza degli ultimi otto anni si osserva il miglioramento dovuto al costante sviluppo della tecnologia dei motori per autotrazione ad accensione comandata e al trattamento dei gas esausti tramite i convertitori catalitici.

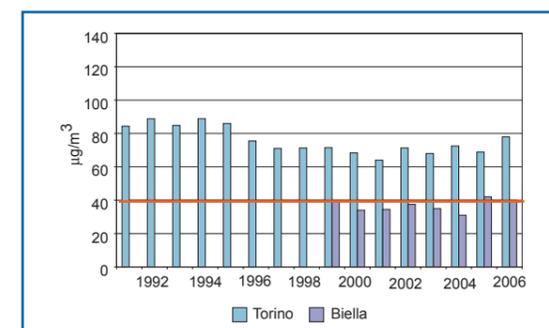
Figura 14.13 - O₃, concentrazioni medie estive (maggio-settembre) - anni 1993-2006



Fonte: Arpa Piemonte

Le stazioni considerate sono in zone di fondo (Torino - Lingotto è di fondo urbano, Pino Torinese è di fondo rurale in quota). Come prevedibile la stazione in quota risente dei fenomeni di trasporto che influiscono notevolmente incrementando le concentrazioni medie, tuttavia il confronto resta interessante poiché evidenzia la criticità del parametro ozono nel periodo estivo e in particolare la dipendenza dai fenomeni meteorologici. Infatti l'estate 2003 si conferma la più critica degli ultimi quattro anni in quanto più calda delle successive.

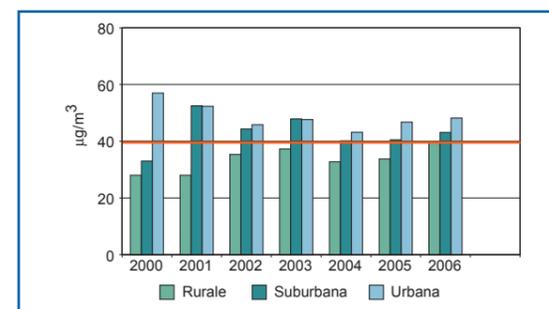
Figura 14.12 - NO₂, confronto dell'andamento delle medie concentrazioni annue di Torino e Biella - anni 1991 - 2006



Fonte: Arpa Piemonte

I valori di concentrazione media annua, pur con tendenze simili nel tempo, presentano una netta differenza dovuta principalmente alle caratteristiche delle città in esame Torino è circa il doppio di Biella e presenta una maggiore densità di traffico veicolare resa ancor più critica dalla situazione climatica locale sfavorevole alla dispersione, mentre Biella, con un flusso del traffico veicolare minore, è favorita anche per la situazione climatica locale.

Figura 14.14 - PM₁₀, media delle concentrazioni annue per tipologia di zona - anni 2000-2006



Fonte: Arpa Piemonte

La situazione mostra in questi ultimi anni complessivamente una costanza nella criticità per questo parametro che presenta valori superiori al limite nelle zone suburbane e urbane.

Box 2 - Monitoraggio e valutazione della genotossicità del particolato atmosferico PM₁₀ nella città di Torino

(stazione di via della Consolata 1999-2006)
 Anna Maria D'Agostino, Daniele Marangon
 Arpa Piemonte

Il particolato atmosferico è costituito da un insieme di particelle di dimensioni microscopiche, sospese nell'aria respirabile; il diametro aerodinamico di tali particelle può variare da 0.005 µm fino a 100 µm, ma la porzione sospesa generalmente non supera i 40 µm.

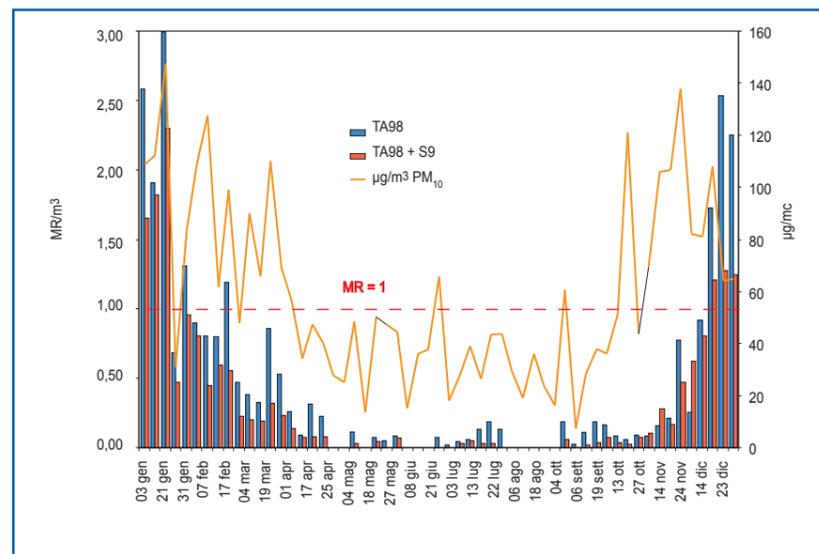
Un primo fattore discriminante, rispetto all'inalazione del particolato attraverso le vie respiratorie, è rappresentato dalla persistenza atmosferica e dalla stabilità dimensionale.

Il particolato atmosferico funge da adsorbente e da catalizzatore e quindi da veicolo all'interno del nostro organismo dei contaminanti aerodispersi, infatti all'interno delle vie respiratorie può subire vari processi di assorbimento e di eliminazione.

Il problema dell'assorbimento linfatico, e della permanenza protratta nel tessuto polmonare della frazione più fine di particolato, induce a stimare l'aggressività tossicologica delle specie chimiche e degli elementi adsorbiti alla superficie delle polveri.

La definizione quali-quantitativa dei livelli di concentrazione delle specie chimiche estratte dalle particelle solide e rilasciate da quelle solubili consente un approccio valutativo significativo. Va però sottolineato che, in considerazione della peculiarità del distretto anatomico coinvolto e dei possibili effetti sinergici, la semplice fattorizzazione additiva delle specie chimiche e dei relativi dosaggi costituisce un modello efficace ma non sufficiente alla piena valutazione di rischio. Per questo si rende necessario affiancare all'indagine chimica una valutazione biologica. La constatazione della ricorrente presenza di sostanze cancerogene-genotossiche nella frazione respirabile del particolato atmosferico ha orientato la ricerca verso l'impiego di test

Test di Ames TA98

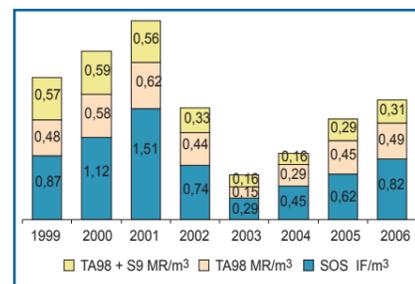


Fonte: Arpa Piemonte

La maggior parte dei campioni analizzati nel corso degli anni di indagine ha dato una risposta dose-effetto positiva, in particolare il ceppo TA98 per il test di Ames ha fornito risultati di mutagenicità significativi. Stesso andamento ciclico si è riscontrato nel corso del 2006, dove il superamento del valore limite MR=1 si verifica essenzialmente nel periodo invernale, in quanto le condizioni di stabilità atmosferica e il conseguente scarso ricambio dei composti inquinanti favoriscono l'assorbimento degli stessi sulle polveri. Nello stesso periodo le emissioni dovute al riscaldamento domestico tendono ad incrementare la concentrazione di sostanze genotossiche nell'ambiente.

genotossici in vitro "a breve termine".
 Fra tutti gli effetti tossici, la mutagenicità si distingue perché è sufficiente la singola interazione di una molecola di mutageno con un unico bersaglio per produrre una mutazione irreversibile. Inoltre gli effetti sono dose-dipendenti, cioè all'aumentare della dose la risposta mutazionale aumenta in modo lineare; al contrario al diminuire della dose l'effetto mutageno diminuisce senza però mai annullarsi, desumendo che non si può parlare di effetto soglia.

Medie annuali per tipo di test



Fonte: Arpa Piemonte

Dopo un generale decremento dei valori medi fino ad un minimo nel 2003, si assiste a valori nuovamente in crescita, seppur non elevati come quelli riscontrati durante i primi anni dello studio.

I dati ottenuti provengono da campioni prelevati tra il 1999 e il 2006 dal sito Torino-Consolata, della rete fissa di Monitoraggio della Qualità dell'Aria, stazione ubicata al terzo piano (c.ca 15 metri dal livello stradale) dello stabile di via della Consolata 1 (lato cortile interno).

La genotossicità di matrici ambientali complesse, quali il particolato atmosferico, può essere evidenziata attraverso la valutazione dell'interferenza della componente chimica adesa con il DNA cellulare degli organismi utilizzati nei test di laboratorio (test a breve termine).

I composti chimici adsorbiti sul particolato esplicano il loro potere mutageno sia direttamente sia attraverso meccanismi di attivazione metabolica con finalità detossificante attuati da differenti batterie enzimatiche (S9 mix). Tali reazioni di biotrasformazione sono state evidenziate in vivo principalmente nelle cellule epatiche.

L'applicazione dei test di mutagenesi non è mirata principalmente ad evidenziare l'azione genotossica di un composto chimico, ma all'eventuale successiva azione

cancerogena di tali sostanze.
 Partendo dal concetto fondamentale che un evento cancerogeno è spesso dovuto ad un *imput* mutazionale, l'importanza dei test di mutagenesi è legato alla loro predittività nei confronti dei composti genotossici cancerogeni.
 La valutazione della mutagenicità dei campioni è stata effettuata con il test di Ames e l'*SOS chromotest* con e senza attivazione metabolica.

Numerosi composti presenti nel PM₁₀ possiedono una riconosciuta capacità genotossica. I test di mutagenesi impiegati forniscono una risposta che tiene conto dell'interazione di tutte queste sostanze e del loro effetto nei confronti degli organismi viventi.
 La valutazione genotossicologica della componente fine del particolato atmosferico rappresenta un aspetto rilevante nell'individuazione dell'origine ambientale di importanti patologie, in particolare la

genotossicità del particolato atmosferico è strettamente correlata con l'incidenza delle patologie neoplastiche dell'apparato respiratorio. In considerazione della rilevanza epidemiologica di queste malattie, i metodi di monitoraggio e studio dello stress genetico, conseguente all'inalazione di polveri aerodisperse, rivestono una grande rilevanza sia attuale che in prospettiva.

BOX 3 - Componenti ioniche ed elementi in traccia nelle deposizioni atmosferiche umide di Alpe Devero, Verbania Pallanza e Bellinzago (anni 2004-2006)

Stefania Ruschetta*, Ombretta Tornimbeni**, Rosario Mosello**, Gabriele Tartari**, Albino Defilippi*, Renato Gallo*, Patrizia Bongiovanni* e Luca Sartoris*

* Arpa Piemonte

**CNR-ISE di Verbania Pallanza

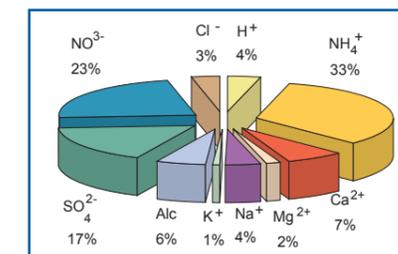
Si riporta una sintesi dei risultati del monitoraggio condotto negli anni 2004-2006 sulle deposizioni atmosferiche umide. Le analisi hanno considerato la composizione ionica e alcuni elementi in traccia nella frazione umida (WET) prelevata nelle stazioni Alpe Devero, Verbania Pallanza e Bellinzago¹. Per il triennio si può affermare che per tutte le stazioni si sono registrati i minimi di precipitazione in inverno e i massimi

in estate. Nelle stazioni di Alpe Devero e Bellinzago si osservano andamenti stagionali simili, mentre a Pallanza le variazioni nei periodi dell'anno sono più marcate.

Dal confronto delle concentrazioni delle componenti dello spettro ionico, la stazione Alpe Devero presenta valori minori rispetto alle altre due. Come si può notare dalla tabella a, gli ioni di derivazione antropica (ammonio, solfati e nitrati) nelle stazioni di Pallanza e Bellinzago, inserite in un contesto urbano e industrializzato, presentano concentrazioni tra loro confrontabili e più elevate rispetto alla stazione alpina.

Per quanto riguarda gli anioni, le variabili maggiormente rappresentate sono nitrati e solfati, la cui percentuale è circa il 40% del totale, analogamente per i cationi ammonio e calcio. I risultati per la stazione di Pallanza sono riportati nella figura a.

Figura a - Composizione percentuale dello spettro ionico per la stazione di Pallanza



Fonte: Arpa Piemonte, CNR-ISE

Le concentrazioni degli elementi in traccia di origine prevalentemente terrigena (alluminio, boro, bario, ferro, manganese e stronzio) sono simili in tutte le stazioni. Per quanto riguarda i metalli antropici si osservano differenze legate alle fonti emmissive. Fanno eccezione il cromo e il mercurio; per il primo si può supporre anche un contributo terrigeno, mentre nel caso del secondo le concentrazioni ottenute sono prossime al limite di rilevabilità (analisi in ICP-MS).

Tabella a - Precipitazioni e concentrazioni ioniche medie per gli anni 2004-2006 nelle tre stazioni (µeq L⁻¹)

	mm	H ⁺	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Alc	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻
Alpe Devero	1210	6	29	11	2	4	2	7	18	23	3
Pallanza	1548	8	67	14	3	8	2	12	34	46	7
Bellinzago	869	6	70	19	5	10	4	23	36	43	9

Tabella b - Concentrazioni medie degli elementi in traccia per gli anni 2004-2006 nelle tre stazioni (µg L⁻¹)

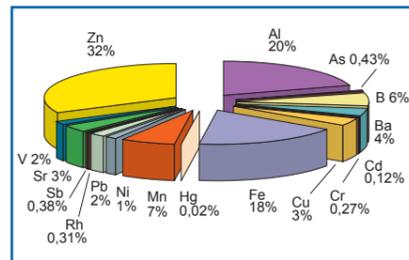
	Al	As	B	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Rh	Sb	Sr	V	Zn
Alpe Devero	4,8	0,09	1,9	1,09	0,015	0,09	0,68	3,7	0,005	1,51	0,27	0,22	0,10	0,07	0,83	0,27	4,2
Pallanza	6,6	0,14	2,0	1,16	0,039	0,09	1,12	5,8	0,007	2,16	0,45	0,60	0,10	0,12	1,02	0,55	10,5
Bellinzago	5,5	0,12	2,0	1,80	0,032	0,09	1,22	5,6	0,005	1,96	0,55	0,51	0,10	0,13	1,36	0,48	11,8

Fonte: Arpa Piemonte, CNR-ISE

¹Le stazioni fanno parte della rete CNR-ISE per lo studio delle deposizioni atmosferiche sul VCO e i dati sono utilizzati anche nell'ambito dei progetti: CONECOFOR (Controllo ECOSistemi FORestali) coordinato dal Corpo Forestale dello Stato e ICP Waters (International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Acidification of Rivers and Lakes) coordinato dal Ministero dell'Ambiente.

L'80% circa dei metalli in traccia in tutte le stazioni è rappresentato da zinco, alluminio, ferro, manganese e boro. In figura b si riporta il grafico espresso in percentuale per Pallanza.

Figura b - Composizione percentuale degli elementi in traccia per la stazione di Pallanza



Fonte Arpa Piemonte, CNR - ISE

I flussi dei diversi composti relativi allo spettro ionico ($\text{meq m}^{-2} \text{a}^{-1}$), calcolati dal prodotto delle concentrazioni ($\mu\text{eq L}^{-1}$) per le relative quantità di precipitazione (mm), mostrano per gli ioni di origine antropica

valori più bassi nel periodo autunnale e invernale di quanto non si rilevi in primavera e in estate, in cui vi è il maggior trasporto di inquinanti.

Lo stesso tipo di elaborazione sulla stagionalità è stata fatta per i metalli tossici arsenico, cadmio, nichel e piombo ($\text{mg m}^{-2} \text{a}^{-1}$), citati nella direttiva 2004/107/CE e nel DM 60/02, nonché nel programma di monitoraggio degli inquinanti in atmosfera EMEP (Cooperative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe).

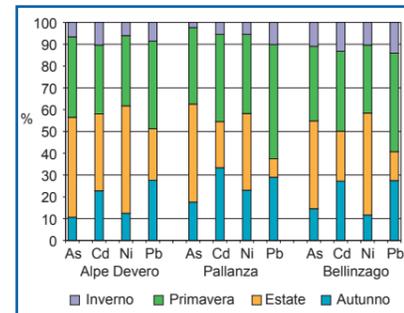
È interessante notare come il flusso di piombo nelle due stazioni caratterizzate da intenso traffico veicolare sia sensibilmente inferiore in estate rispetto ai flussi degli altri metalli (figura c).

Il t-test applicato ai risultati degli elementi in traccia ottenuti nelle tre stazioni mostra valori di cadmio, rame, ferro, nichel e vanadio inferiori nella stazione alpina.

Anche le concentrazioni di arsenico e piombo

ad Alpe Devero sono risultate più basse, ma solo rispetto a Pallanza. Ciò può essere attribuibile alla presenza di fonti emissive caratterizzate da tali metalli nella stazione urbana. L'elaborazione dei dati sta attualmente considerando le relazioni esistenti fra le concentrazioni e i flussi di metalli di origine antropica e le fonti emissive presenti sul territorio.

Figura c - Andamenti stagionali dei flussi ($\text{mg m}^{-2} \text{a}^{-1}$) di alcuni metalli di origine antropica - anni 2004-2006



Fonte Arpa Piemonte, CNR - ISE



14.3 FATTORI DI PRESSIONE: LE SORGENTI EMISSIVE

Monica Clemente
Roberta De Maria
Arpa Piemonte

Ai fini della predisposizione dei piani di azione e dei programmi di risanamento o conservazione dell'aria ambiente previsti dal DLgs 351/99, risulta indispensabile la conoscenza delle fonti di inquinamento e della loro distribuzione sul territorio.

L'Inventario Regionale delle Emissioni (IREA) - realizzato dalla Direzione Ambiente della Regione Piemonte, Settore Risanamento Acustico e Atmosferico - può essere quindi considerato, ai fini degli interventi regionali di pianificazione territoriale, lo strumento principale in un percorso che parte dai fattori di emissione e da opportuni indicatori per la definizione dei contributi emissivi delle varie sorgenti, passa poi attraverso diversi processi di validazione e di elaborazione dei dati emissivi presenti nell'Inventario, per arrivare alle tecniche di simulazione modellistica di dispersione degli inquinanti in atmosfera, i cui risultati vengono da ultimo validati sulla base del confronto con i dati rilevati dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria.

Gli Inventari delle emissioni quindi devono essere considerati come uno strumento dinamico in costante evoluzione, sia nel miglioramento in termini di affidabilità e di livello di dettaglio dei dati sia nell'aggiornamento dell'informazione. In particolare, l'aggiornamento dell'Inventario si rende opportuno a seguito di approfondimenti specifici in particolari settori o nel caso di reperimento di informazioni ad ulteriori livelli di dettaglio. Dalla prima elaborazione dell'Inventario Regionale (anno 1997) sono stati ad oggi effettuati due ulteriori aggiornamenti, riferibili agli anni 2001 e 2005.

Per una descrizione più approfondita dell'Inventario Regionale delle Emissioni si rimanda ai Rapporti sullo Stato dell'Ambiente redatti da Arpa negli anni precedenti.

14.3.1 Disaggregazione spaziale

L'Inventario Emissioni della Regione Piemonte - realizzato nell'ambito del sistema INEMAR (INventario EMissioni in Aria) secondo la metodologia CORINAIR, messa a punto dalla European Environment Agency (EEA) - fornisce la stima delle emissioni totali annuali di inquinanti, disaggregate per attività emissiva ai vari livelli di classificazione SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution) e ripartite spazialmente su scala comunale.

La distribuzione spaziale dei fattori di pressione che incidono sull'inquinamento atmosferico del Piemonte è stata visualizzata attraverso la realizzazione di carte tematiche - per gli inquinanti polveri inalabili (PM_{10}) e ossidi di azoto (NO_x) - in grado di rappresentare il contributo separato delle principali fonti emissive.

Gli undici Macrosettori - previsti dalla classificazione SNAP che comprende tutte le attività antropiche e naturali che danno origine ad emissioni in atmosfera - sono stati raggruppati in quattro principali comparti emissivi, in base alla tabella 14.1. Per il dettaglio completo delle attività comprese negli 11 macrosettori si rimanda alla bibliografia.

L'indicatore rappresentato non è la quantità assoluta di inquinante stimata a livello comunale (t/anno), ma una quantità relativa rispetto all'unità di superficie ($\text{t/km}^2 \cdot \text{anno}$): tale accorgimento permette un'informazione direttamente collegata alla pressione esercitata sul territorio.

Tabella 14.1 - Raggruppamento dei Macrosettori SNAP in 4 comparti emissivi

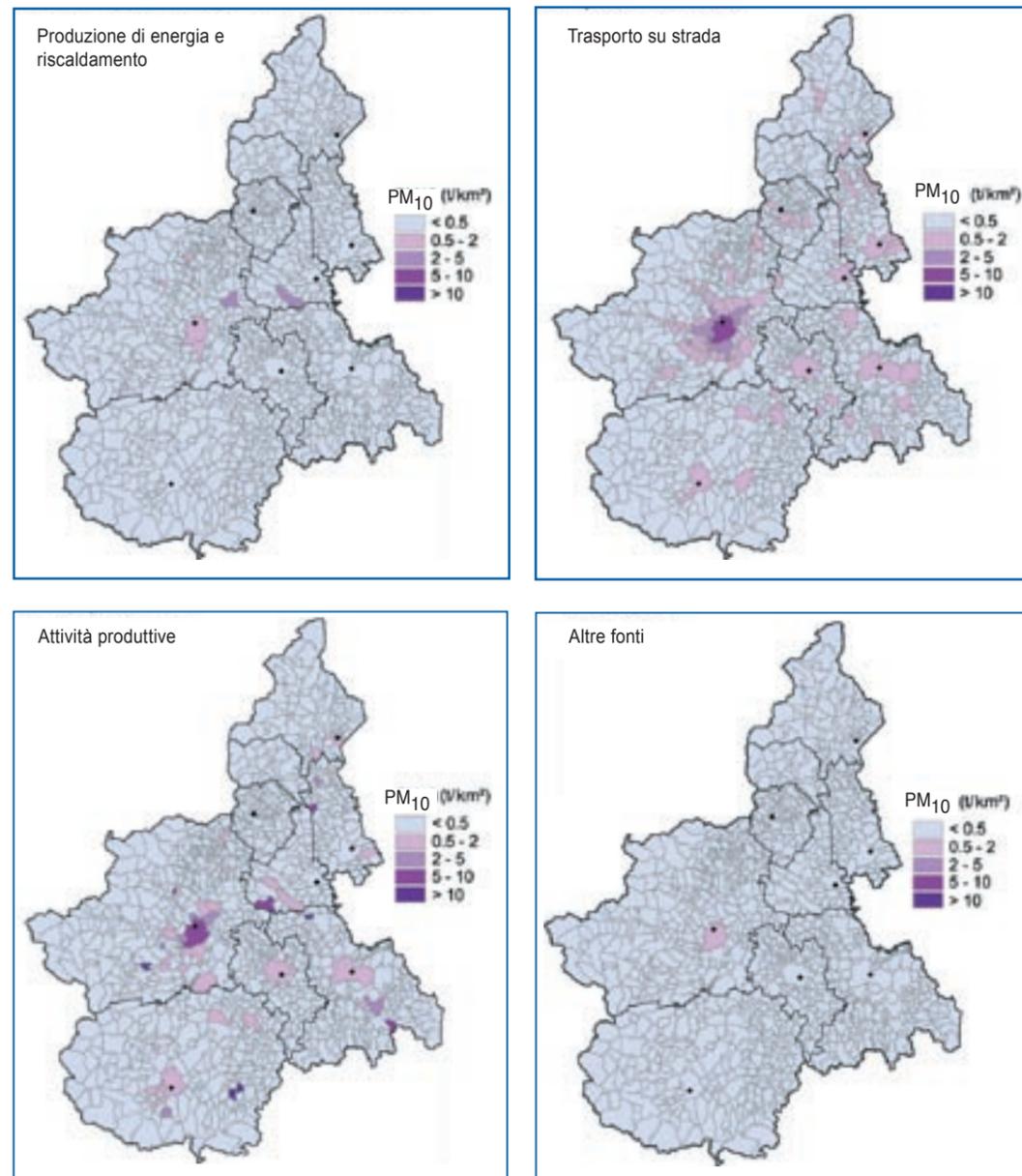
Comparto	Macrosettori SNAP
Produzione di energia e riscaldamento	1) Combustione, energia e industria di trasformazione 2) Combustione non industriale
Attività produttive	3) Combustione nell'industria 4) Processi produttivi 5) Estrazione e distribuzione di combustibili fossili, geotermia 6) Uso di solventi e altri prodotti
Trasporto su strada	7) Trasporto su strada
Altre fonti emissive	8) Altre sorgenti mobili e macchinari 9) Trattamento e smaltimento rifiuti 10) Agricoltura 11) Natura

Polveri inalabili (PM₁₀)

Le cartografie tematiche riportate in **figura 14.15** forniscono informazioni riferite esclusivamente al particolato primario, vale a dire quella componente del particolato totale originata direttamente dalle fonti emissive; per tale componente risultano prevalenti le emissioni legate al comparto delle attività produttive e a quello dei trasporti: in particolare, nel caso del comparto industriale, la distribuzione spaziale delle aree critiche coincide con la presenza di sorgenti emissive di tipo puntuale (unità produttive), nel caso del trasporto su strada sono i territori comunali dei capoluoghi di provincia e l'area metropolitana torinese a risultare sottoposti a pressioni emissive di maggiore entità.

Il confronto con la distribuzione spaziale delle pressioni emissive ricavate dai precedenti Inventari Regionali (cfr. cartografie tematiche RSA 2002 e 2005) evidenzia - al di là della differente scala cromatica utilizzata nel presente Rapporto - una situazione sostanzialmente immutata rispetto all'aggiornamento riferito all'anno 2001, per quanto riguarda sia il comparto industriale e quello dei trasporti sia le altre fonti emissive; si

Figura 14.15 - Polveri inalabili (PM₁₀), emissioni per unità di superficie suddivise nei quattro comparti emissivi - anno 2005



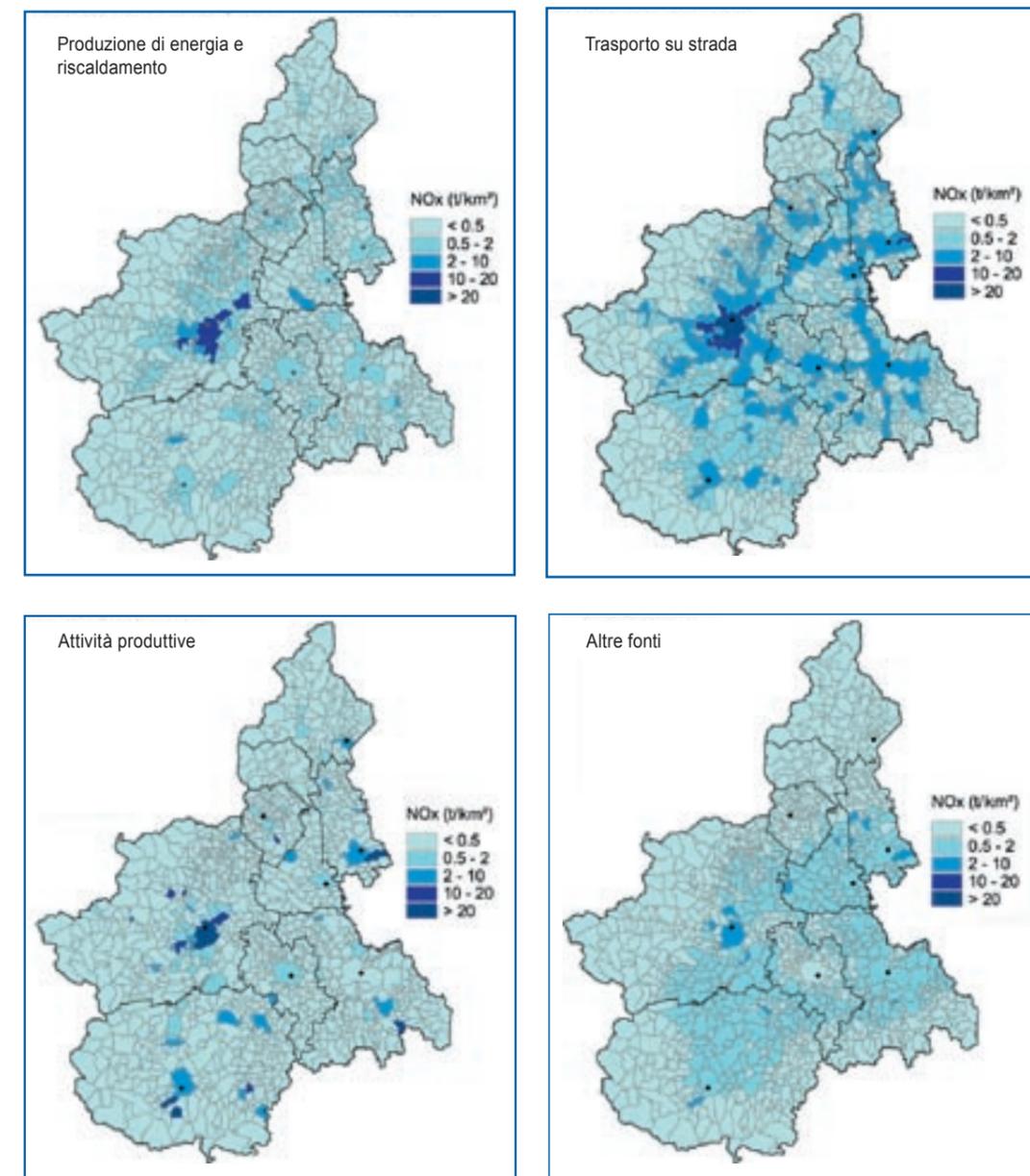
Fonte: Regione Piemonte. Elaborazione Arpa Piemonte

evidenzia invece, in alcuni comuni della provincia di Torino, un discreto miglioramento nel settore energetico e del riscaldamento domestico.

Va sottolineato che per l'IREA 2005 è stata aggiornata la metodologia di stima delle emissioni per il comparto del riscaldamento domestico: sono stati infatti utilizzati i dati disaggregati dell'ultimo censimento ISTAT (superficie riscaldata delle abitazioni, combustibile utilizzato e tipologia di impianto) integrati con i risultati di studi sull'utilizzo della legna per il riscaldamento ambientale promossi dal Settore Regionale Politiche Forestali.

Per quanto riguarda il particolato di origine secondaria, poiché una frazione non trascurabile di tale inquinante deriva certamente dagli ossidi di azoto, la distribuzione delle pressioni descritta nel paragrafo seguente può fornire, in prima approssimazione, un'informazione qualitativa sulla probabilità di formazione di tale componente delle polveri.

Figura 14.16 - Ossidi di azoto totali (espressi come NO_x), emissioni per unità di superficie suddivise nei quattro comparti emissivi - anno 2005



Fonte: Regione Piemonte. Elaborazione Arpa Piemonte

Ossidi di azoto (NO_x espressi come NO₂)

Analizzando spazialmente il contributo separato dei quattro comparti emissivi precedentemente descritti, l'Inventario 2005 conferma una prevalenza dell'incidenza del comparto relativo al trasporto su strada rispetto agli altri comparti.

I fattori di pressione legati a tale comparto sono concentrati in corrispondenza dell'area metropolitana di Torino, delle conurbazioni circostanti i capoluoghi di provincia e lungo i principali assi viari extraurbani: tale distribuzione è spiegabile sia con la densità di traffico tipica dei centri urbani sia con il fatto che l'emissione di ossidi di azoto da parte degli autoveicoli, a differenza di quanto accade per il monossido di carbonio, aumenta in corrispondenza di velocità medio-alte e quindi lungo le direttrici autostradali principali.

Per quanto riguarda gli altri comparti, l'analisi più in dettaglio dell'Inventario delle Emissioni rivela che le pressioni emissive maggiormente critiche rispetto al valore di fondo sono da imputarsi a situazioni puntuali, corrispondenti a sorgenti emissive industriali o produttrici di energia.

Ponendo a confronto la **figura 14.16** con le carte tematiche regionali relative agli ossidi di azoto stimati negli Inventari 1997 e 2001 (cfr. RSA 2002 e 2005), si possono osservare delle differenze imputabili alla diversa scala cromatica adottata: in realtà la situazione risulta sostanzialmente comparabile con le pressioni emissive stimate per l'anno di riferimento 2001.

14.3.2 Disaggregazione settoriale

Per comparare la situazione piemontese rispetto agli impegni che l'Italia ha assunto a livello internazionale sulla protezione dell'ambiente atmosferico (Convenzione quadro sui cambiamenti climatici, Convenzione di Ginevra sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero, Direttive europee sulla limitazione delle emissioni), sono state effettuate ulteriori elaborazioni selezionando - tra i vari inquinanti censiti nell'Inventario Regionale delle Emissioni - quelli che maggiormente contribuiscono ai processi di formazione dell'ozono troposferico (**precursori dell'ozono**), di acidificazione e di eutrofizzazione (**sostanze acidificanti**) e ai cambiamenti climatici (**gas serra**).

Per un confronto con le elaborazioni delle precedenti versioni dell'Inventario (dati riferiti agli anni 1997 e 2001), si rimanda ai RSA 2003 e 2005.

Precursori dell'ozono

Poiché l'ozono è un inquinante secondario, è possibile stimarne la formazione in atmosfera valutando le emissioni dei suoi principali precursori.

Sono stati quindi elaborati i dati presenti nell'Inventario Regionale: le stime di emissione annuale di ossidi di azoto (NO_x espressi come NO₂), monossido di carbonio (CO), metano (CH₄) e composti organici volatili non metanici (NMVOC) sono state combinate con opportuni fattori-peso (TOFP - *Tropospheric Ozone-Forming Potentials* dell'Agenzia Europea per l'Ambiente), in base al loro potenziale contributo alla formazione dell'ozono.

Inquinanti	Fattori-peso
NO _x	1.22
CO	0.11
CH ₄	0.014
NMVOC	1

Da questo tipo di elaborazione risulta possibile sia valutare in termini percentuali il contributo di ogni precursore alla formazione dell'ozono sia individuare le principali fonti di produzione dei suoi precursori - presi nel loro insieme - in modo da orientare in modo mirato le misure di riduzione delle emissioni. I precursori a maggior potenziale di formazione dell'ozono sono gli ossidi di azoto e i composti organici volatili: nella realtà piemontese, riferita all'anno 2005, contribuiscono all'innalzamento dei livelli di ozono le emissioni di ossidi di azoto per il 48% e quelle dei composti organici volatili per il 38% (**figura 14.17**).

In relazione al comparto emissivo, il trasporto su strada (traffico urbano, extraurbano, autostradale) risulta il principale responsabile della produzione di precursori dell'ozono (37%), seguito dalla produzione di solventi (18%) e dall'industria (17%), come rappresentato in **figura 14.18**.

Sostanze acidificanti

Gli effetti di ossidi di azoto (NO_x), ossidi di zolfo (SO_x) e ammoniaca (NH₃) emessi a livello atmosferico vanno dall'alterazione degli ecosistemi acquatici e terrestri ai danni a materiali ed edifici.

Applicando opportuni fattori-peso che consentono di combinare le emissioni annuali dei singoli inquinanti - ricavate dall'Inventario Regionale - in base alla loro potenziale capacità acidificante (espressa in equivalenti acidi, sulla base dei fattori utilizzati dall'Agenzia Europea per l'Ambiente) si possono stimare i contributi dei principali comparti emissivi alla formazione delle emissioni totali di sostanze acidificanti (**figura 14.19 e 14.20**).

Inquinanti	Fattori-peso
NO _x	21.74
SO _x	31.25
NH ₃	58.82

Nel 2005 il contributo predominante alla formazione dei gas acidificanti deriva in pari misura dagli ossidi di azoto e dall'ammoniaca (per entrambi il 44%) mentre la principale fonte di gas acidificanti risulta il sistema agroforestale e zootecnico (41%, per la quasi totalità produzione di emissioni ammoniacali).

Tra le fonti di rilievo per la produzione di emissioni acidificanti ricompare il trasporto su strada (22%, per lo più ossidi di azoto), seguito dall'industria (21% delle emissioni totali, dovute per il 54% a ossidi di azoto e per il 45% a biossido di zolfo).

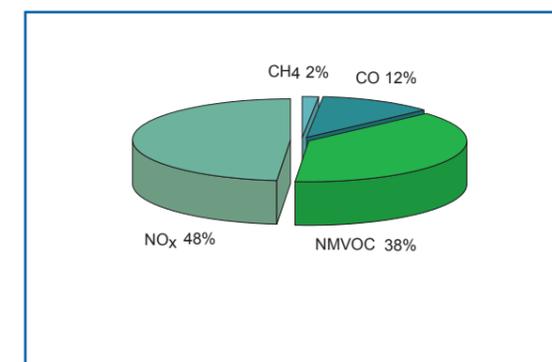
Gas serra

I cosiddetti gas serra - anidride carbonica (CO₂), protossido di azoto (N₂O) e metano (CH₄) - contribuiscono, con la loro presenza nell'atmosfera, alla stabilizzazione della temperatura sulla superficie terrestre.

La naturale concentrazione e distribuzione di questi gas nell'atmosfera è stata gradatamente alterata dalle attività antropiche degli ultimi decenni.

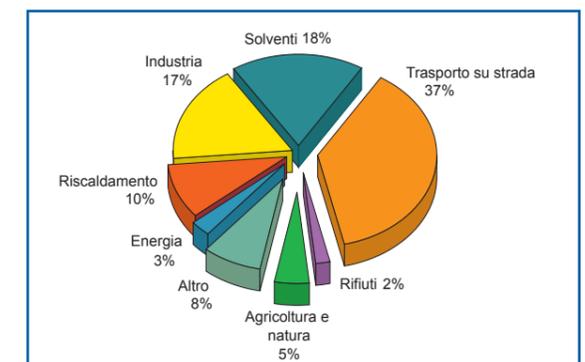
Le emissioni dei singoli gas serra - fornite dall'Inventario Regionale - sono state quindi combinate con opportuni fattori-peso dell'Agenzia Europea per l'Ambiente, che esprimono il potenziale di riscaldamento globale di ciascun inquinante in rapporto all'anidride carbonica: sono stati così individuati i contributi delle principali fonti emissive alla formazione complessiva di gas serra.

Figura 14.17 - Emissioni dei precursori dell'ozono - Ripartizione per inquinante - anno 2005



Fonte: Regione Piemonte. Elaborazione Arpa Piemonte

Figura 14.18 - Emissioni dei precursori dell'ozono - Ripartizione per comparto emissivo - anno 2005



Fonte: Regione Piemonte. Elaborazione Arpa Piemonte

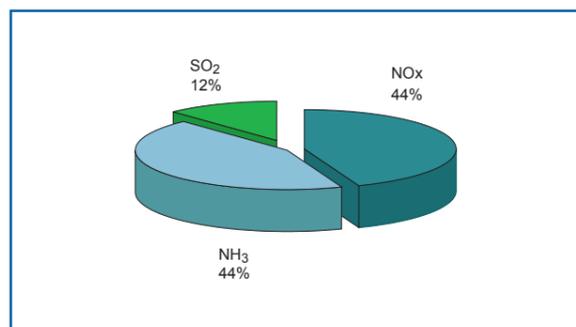
Inquinanti	Fattori-peso
CO ₂	1
N ₂ O	310
CH ₄	21

Alla produzione di gas serra, costituiti per circa due terzi da anidride carbonica (figura 14.21), contribuiscono in misura predominante tre fonti principali: industria (33%), trasporto su strada e riscaldamento (entrambi per il 19%), come risulta rappresentato in figura 14.22.

Altri contributi provengono dal comparto agricolo (in particolare la zootecnia per le emissioni di metano e l'utilizzo di fertilizzanti per il protossido di azoto, con un complessivo 8%), dalla produzione di energia (12%) e per il 6% dal trattamento e smaltimento dei rifiuti (soprattutto metano).

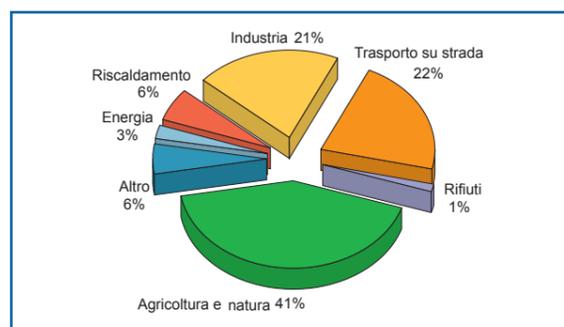


Figura 14.19 - Emissioni di sostanze acidificanti - Ripartizione per inquinante - anno 2005



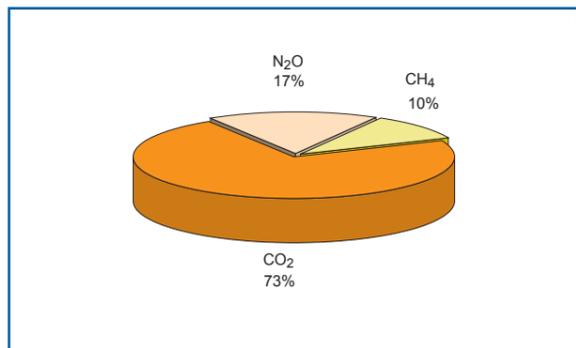
Fonte: Regione Piemonte. Elaborazione Arpa Piemonte

Figura 14.20 - Emissioni di sostanze acidificanti - Ripartizione per comparto emissivo - anno 2005



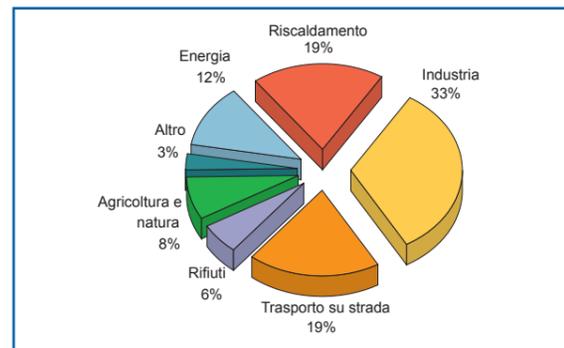
Fonte: Regione Piemonte. Elaborazione Arpa Piemonte

Figura 14.21 - Emissioni di gas serra - Ripartizione per inquinante - anno 2005



Fonte: Regione Piemonte. Elaborazione Arpa Piemonte

Figura 14.22 - Emissioni di gas serra - Ripartizione per comparto emissivo - anno 2005



Fonte: Regione Piemonte. Elaborazione Arpa Piemonte

BOX 4 - Progetti ALPNAP e MONITRAF

Mauro Maria Grosa, Monica Clemente
Arpa Piemonte



Il Programma *Interreg III B* è un'iniziativa comunitaria del Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR) per la cooperazione tra regioni dell'Unione Europea per il periodo 2000-2006.

In tale programma rientrano i due progetti ALPNAP (*Monitoring and Minimisation of Traffic-Induced Noise and Air Pollution Along Major Alpine Transport Routes*) e MONITRAF (*Monitoring of Road Traffic Related Effects in the Alpine Space and Common Measures*).

Progetto ALPNAP
(www.alpnap.org)



Il progetto si propone di promuovere l'impiego integrato, a livello di Spazio Alpino, di metodi scientificamente innovativi per monitorare, valutare e prevedere l'inquinamento dell'aria e da rumore e il loro impatto sull'ambiente lungo le principali vie di comunicazione nel territorio alpino. I metodi di analisi adottati sono specifici per l'area montana dove, a causa delle caratteristiche morfologiche e climatiche, spesso si verificano amplificazioni dei fenomeni di inquinamento atmosferico e acustico. L'attività principale del progetto consiste nell'applicazione di modelli e strumenti scientifici aggiornati in grado di:

- _ misurare le emissioni di inquinanti e di rumore
- _ misurare le caratteristiche dello stato atmosferico simulando la situazione nel tempo
- _ simulare il trasporto, la dispersione e la trasformazione delle sostanze aeriformi inquinanti e la propagazione del suono
- _ valutare l'impatto che inquinamento atmosferico e il rumore hanno sulla qualità della vita e sulla salute delle popolazioni locali.

Sarà quindi possibile trattare l'interazione tra morfologia, meteorologia ed emissioni (aria e rumore) per stimare la trasmissione, l'impatto e l'azione cumulativa degli effetti avversi: i risultati forniranno importanti indicazioni sulle azioni di mitigazione da intraprendere per migliorare lo stato dell'ambiente e della salute nelle aree alpine soggette ad intensi flussi di traffico. Strettamente collegato con ALPNAP è l'altro progetto europeo, MONITRAF.

Progetto MONITRAF
(www.monitraf.org)



Il progetto MONITRAF, avviato nel 2005, si propone di identificare gli effetti sull'ambiente - sulla base dell'analisi dei dati esistenti, compresi quelli provenienti dal progetto ALPNAP - del traffico veicolare connesso ai principali valichi / trafori alpini, definendo un set di indicatori, valutando la loro evoluzione temporale e formulando delle proposte indirizzate alle autorità competenti per la riduzione degli impatti e per il miglioramento della qualità della vita nei territori interessati. Le attività di Arpa Piemonte sono sia di natura tecnico-scientifica, per ognuno dei

segmenti operativi di attività (*Work package o WP*) sia di coordinazione per il WP di cui è responsabile (WP9 - interpretation and national sets of rule compliance).

I partner del progetto sono Arpa Valle d'Aosta, *Région Rhône-Alpes* (Francia), *Amt für Luft und Lärm South Tyrol* (Italia), Arpa Piemonte, *Accademia Europea Bolzano*, *Central Switzerland Government Conference* (*Justiz und Sicherheitsdepartement Luzern* - Svizzera), Canton Ticino (Sezione dei trasporti - Div. della pianificazione territoriale - Dipartimento del territorio - Svizzera) con il Capofila *Amt der Tiroler Landesregierung Abt. Gesamtverkehrsplanung* (Austria)

Le attività in carico ad Arpa Piemonte per l'intero progetto, e quindi anche a livello collaborativo per i WP di responsabilità degli altri partner, sono relative a:

- informazione e coinvolgimento degli amministratori locali
- identificazione, formattazione, fornitura dei dati necessari
- supporto alla definizione della metodologia da applicare a scala regionale; identificazione, formattazione, fornitura dei dati necessari per l'implementazione dei vari WP di responsabilità degli altri partner
- per il WP di competenza Arpa, raccolta dei dati degli altri partner; realizzazione di un database; coordinamento dei partner, controllo tecnico scientifico degli elaborati; compendio e traduzione dei risultati; preparazione dei risultati in funzione del successivo WP; organizzazione di un workshop conclusivo in Piemonte
- supporto alla definizione delle misure comuni e raccomandazioni; fornitura dei dati necessari per l'implementazione del WP conclusivo; analisi della bozza della relazione finale di progetto.

BOX 5 - La qualità dell'aria durante i giochi olimpici

Monica Clemente, Roberta De Maria,
Mauro Maria Grosa - Arpa Piemonte

In occasione dei XX Giochi Olimpici Invernali di Torino 2006 sono state messe in atto diverse iniziative per una valutazione approfondita della qualità dell'aria ambiente nelle aree interessate allo svolgimento degli eventi sportivi.

Durante la fase preolimpica, caratterizzata dalla costruzione dei cantieri, sono state condotte diverse campagne di rilevamento della qualità dell'aria (anni 2003-2005); nel 2006, durante il periodo di svolgimento delle gare olimpiche, i Laboratori Mobili di Arpa sono stati destinati al monitoraggio nei comuni di Bardonecchia, Pragelato, Sestriere, Sauze d'Oulx e Torino.

Su incarico della Provincia di Torino, Arpa ha inoltre allestito uno specifico sistema di elaborazione delle informazioni relative alla qualità dell'aria per l'area di interesse olimpico, in grado di soddisfare le esigenze di informazione quotidiana, nonché di chiarezza, comprensibilità e accessibilità previste dalle Direttive Europee in materia.

A tal fine è stata implementata una metodologia che, prendendo spunto da quella già utilizzata

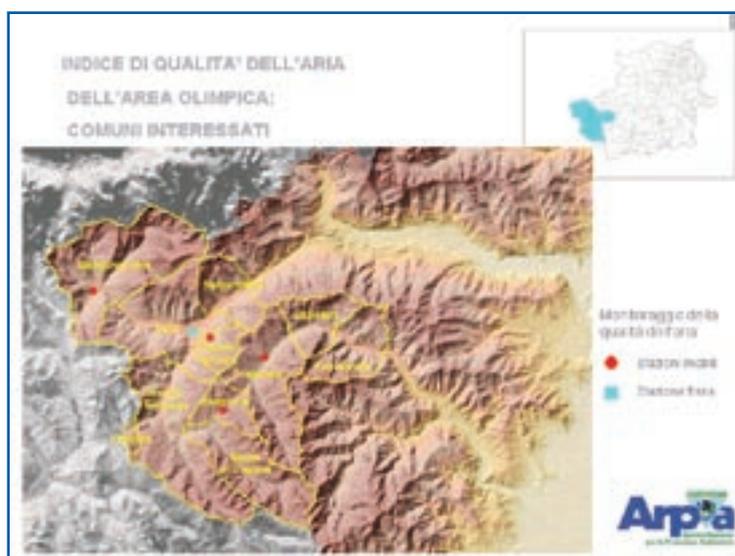
per la produzione dell'Indice di Qualità dell'Aria (IQA) sull'area metropolitana di Torino, si basa sull'integrazione delle misure registrate dalle stazioni mobili di monitoraggio sopra elencate con le misure rilevate dalla stazione fissa di Oulx.

L'individuazione della conurbazione sulla quale applicare l'IQA durante il periodo dei Giochi (vedi figura) è stata effettuata in collaborazione con la Provincia di Torino; sono stati compresi 11 comuni situati nell'alta Valle di Susa e nell'alta Valle del Chisone: Bardonecchia, Cesana, Claviere, Fenestrelle, Oulx, Pragelato, Salbertrand, Sauze di Cesana, Sauze d'Oulx, Sestriere, Usseaux.

Il servizio di produzione e diffusione dell'Indice di Qualità dell'Aria per l'area olimpica - realizzato da

Arpa con il supporto informatico dell'Area Monitoraggio Ambientale del CSI Piemonte - è stato messo a disposizione del pubblico, in lingua italiana e inglese, a partire dal 31 gennaio 2006 fino al 19 marzo 2006 (in concomitanza sia delle Olimpiadi che delle Paraolimpiadi), sul sito *Internet* della Provincia di Torino e sul sito *Meteorogiochi* di Arpa Piemonte.

Tale servizio informativo ha avuto risultati positivi sia in termini di adempimento alle esigenze di informazione quotidiana sulla qualità dell'aria sia per il notevole interesse suscitato dalla diffusione di un IQA specifico per le valli piemontesi, non solo presso gli addetti ai lavori, ma anche presso il pubblico, come risulta dalle statistiche del *web Server* del sito *Meteorogiochi* di Arpa Piemonte.



Bibliografia

BINI G., MAGISTRO S., ANGELINO E., FOSSATI G., PERONI E., DE LAURETIS R., LIBURDI R., DEL CIELLO R., NEGRENTI E., 2001. *Linee Guida agli inventari locali di emissione in atmosfera*. Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente RTI CTN_ACE 3/2001.

REGIONE PIEMONTE, 2000. *Criteri per la classificazione del territorio regionale*. Allegato A alla LR 7 aprile 2000, n. 43 "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".

REGIONE PIEMONTE, 2004. *Inventario regionale delle emissioni in atmosfera*. Aggiornamento al 2001. Allegato alla DGR 28 giugno 2004, n. 19-12878. "Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico - Aggiornamento del piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria, ex art. 8 e 9 DLgs 351/99".