

Qualità dell'aria

Danni vegetazionali da ozono

Sorgenti emissive

3

Aria



Le polveri PM10, note anche con i termini polveri inalabili o polveri fini, hanno distinto con concentrazioni elevate i mesi iniziali e finali del 2004 determinando numerosi superamenti del limite giornaliero, in analogia a quanto successo in gran parte del bacino padano.

Nei mesi centrali dell'anno, a causa delle elevate radiazione solare e temperatura, le concentrazioni dell'ozono hanno determinato frequenti superamenti della soglia di informazione e dei valori bersaglio senza però raggiungere l'anomala intensità dell'anno precedente.

Indicatore / Indice	DPSIR	Unità di misura	Livello territoriale	Disponibilità dei dati	Situazione attuale	Trend
CO - superamento media 8 ore	S	numero	Provincia	+++	☺	☺
CO - massima media 8 ore	S	mg/m ³	Provincia	+++	☺	☺
NO ₂ - superamento limite orario	S	numero	Provincia	+	☺	☺
NO ₂ - media annua	S	µg/ m ³	Provincia	+	☺	☺
O ₃ - superamento limite orario	S	µg/ m ³	Provincia	++	☹	☺
O ₃ - superamento limite protezione vegetazione	S	numero	Provincia	++	☹	☺
PM10 - media annua	S	µg/ m ³	Provincia	+++	☺	☺
PM10 - sup. limite giornaliero	S	µg/ m ³	Provincia	+++	☹	☺
Benzene - media annua	S	µg/ m ³	Provincia	+++	☺	☺
Rapporto di mutagenicità (test di Ames)	I	MR/ m ³	Puntuale	+	☺	☺
Emissioni NO _x	P	t/km ²	Comune	+++	☺	☺
Emissioni di PM10 primario	P	t/km ²	Comune	+++	☹	☺
Emissioni di precursori dell'ozono	P	t/anno	Regione	+++	☹	☹
Emissioni di sostanze acidificanti	P	t/anno	Regione	+++	☺	☺
Emissioni di gas serra	P	t/anno	Regione	+++	☹	☹

3.1 QUALITÀ DELL'ARIA

A cura di **Mauro Grosa, Loretta Badan** - Arpa Piemonte

Le attività antropiche, costituite dal trasporto su strada, le attività produttive, gli impianti termici per generazione di calore ed energia elettrica, costituiscono e costituiranno ancora per molto tempo le sorgenti principali degli inquinanti primari e dei precursori di quelli secondari. E' indispensabile quindi agire prioritariamente su queste attività per ottenere altri sensibili miglioramenti della qualità dell'aria oltre a quelli conseguiti nei decenni scorsi. L'impegno prioritario per le pubbliche amministrazioni, per le imprese e per i privati cittadini deve consistere nell'attuare tutte quelle misure finalizzate alla riduzione delle emissioni, sia nelle grandi scelte strategiche degli organi di governo sia nella vita quotidiana del cittadino. Per gli indicatori utilizzati è utile fare riferimento ai criteri illustrati nei precedenti rapporti (per il dettaglio sui parametri considerati e sull'ubicazione delle relative stazioni fisse, si rinvia al sito internet <http://www.arpa.piemonte.it/>). L'anno esaminato è il 2004 e i dati prodotti dalla rete di rilevamento, nonché informazioni territoriali di qualità dell'aria (mappature) sono disponibili, inoltre, sulle pagine del nuovo sito WEB <http://www.sistemapiemonte.it/ambiente/srqa>.

I dati prodotti dalle reti private non sono considerati nel

presente rapporto mentre i risultati delle campagne effettuate dai Dipartimenti dell'Agenzia, tramite i mezzi mobili a disposizione, sono disponibili presso le Province o i Comuni interessati.

Nel Rapporto sono invece brevemente descritte sia la situazione attuale dei principali inquinanti, con le tendenze registrate negli ultimi anni, sia le attività di approfondimento su particolari aspetti della qualità dell'aria. Nell'anno 2004 è proseguita l'attività di produzione dell'Indice di Qualità dell'Aria per la conurbazione torinese, a cui è stata affiancata l'emissione di mappature quotidiane relative ai principali inquinanti atmosferici, estese all'intero territorio regionale e prodotte mediante l'utilizzo integrato dell'inventario regionale delle emissioni e dei dati forniti dal sistema di rilevamento. Si veda a tale proposito il box 1 "Il sito web regionale di documentazione: Qualità dell'aria in Piemonte". Nel 2004 sono iniziati due progetti europei, nell'ambito di Interreg IIIB - Spazio Alpino, denominati ALPNAP e MONITRAF, finalizzati a valutare l'impatto e gli effetti del traffico veicolare, civile e commerciale, sui principali valichi alpini e più precisamente il Frejus, il Monte Bianco, il Gottardo e il Brennero. Sono progetti effettuati in collaborazioni con altri paesi dell'Unione e con la Svizzera e comportano il reperimento di informazioni ambientali, di traffico, sociali ecc, nonché l'applicazione di modelli di diffusione di inquinanti atmosferici e di clima acustico.

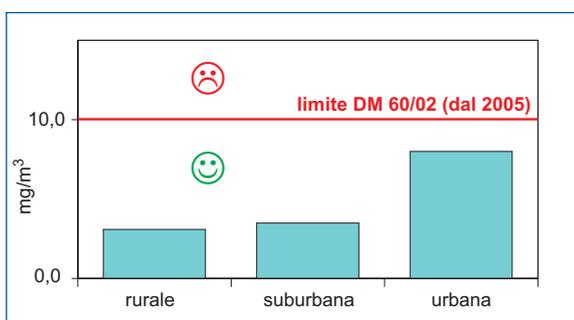
I risultati saranno resi disponibili nel 2008.

Informazioni specifiche sono reperibili sulle pagine dei siti WEB <http://www.alpnap.org/> e <http://www.moni-traf.org/>.

3.1.1 Monossido di carbonio (CO)

Il Decreto Ministeriale 60/02 prescrive, per questo parametro, il valore limite di 10 mg/m³ quale massima media mobile di otto ore, ovvero sia il valore massimo assoluto della media mobile delle 8 ore (24 gruppi giornalieri) da rispettare a partire dal 1° gennaio 2005.

Figura 3.1 - CO: massimo della media mobile delle 8 ore - anno 2004

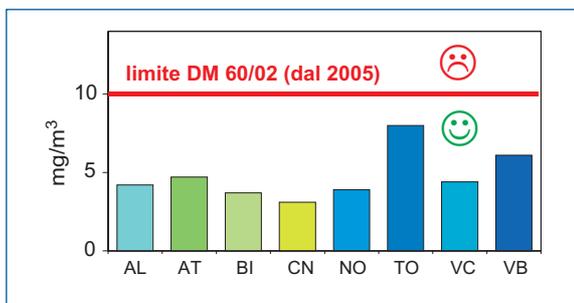


Fonte: Arpa Piemonte

• L'assenza di casi di superamento conferma la tendenza alla riduzione delle concentrazioni medie, per altro già rilevata per l'anno 2003. Tuttavia, data la natura dell'inquinante, è evidente la diversità tra le varie zone considerate (urbane, suburbane e rurali) e in caso di particolari condizioni meteorologiche invernali, a carattere anticiclonico, si possono verificare innalzamenti dei valori a carattere locale.

Trattandosi di un valore limite di protezione della salute, ed essendo l'unico riferimento normativo disponibile, ai fini della presente trattazione viene utilizzato quale indicatore statistico della qualità dell'aria.

Figura 3.2 - CO: massimo della media mobile di 8 ore - anno 2004



Fonte: Arpa Piemonte

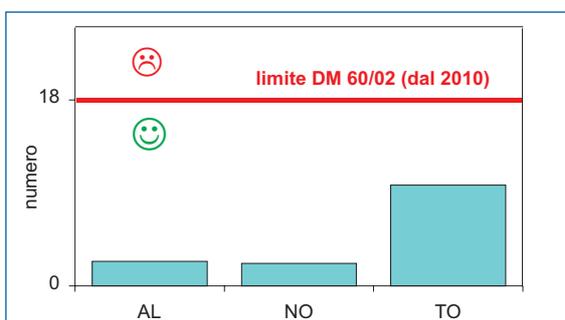
• Le aree maggiormente interessate dal traffico veicolare, che costituisce la sorgente principale, presentano solitamente concentrazioni più elevate come nel caso di piazza Rivoli, a Torino, dove si è rilevato il valore più alto di tutto il territorio regionale (8 mg/m³).

3.1.2 Biossido di azoto (NO₂)

Il Decreto Ministeriale 60/02 prescrive per il parametro biossido di azoto il rispetto, a partire dal 2010, di due tipi di limiti per la protezione della salute umana, utilizzati in questo rapporto come indicatori statistici:

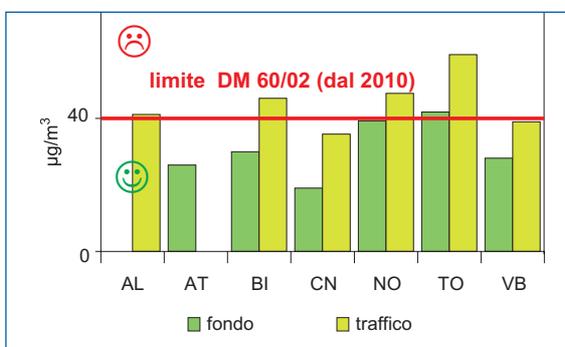
- la media del numero di superamenti del limite orario di 200 µg/m³ (da non superare più di 18 volte l'anno), ovvero sia il numero di ore in cui lo si supera;
- la media annua (limite 40 µg/m³), ovvero sia la media dei valori delle medie annue.

Figura 3.3 - NO₂: superamenti medi del limite orario - anno 2004



Fonte: Arpa Piemonte

Figura 3.4 - NO₂: medie annue - anno 2004



Fonte: Arpa Piemonte

3.1.3 Ozono (O₃)

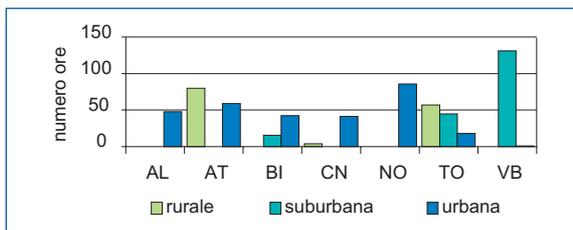
Con l'entrata in vigore del DLgs 183/04, sono stati introdotti nuovi valori soglia e valori obiettivo sul lungo periodo che, per un corretto calcolo, necessitano di un numero di anni non ancora disponibile. In questo rapporto come indicatori statistici sono utilizzati:

- i superamenti della soglia di informazione, vale a dire il numero medio dei superamenti del valore orario di soglia (180 µg/m³);
- il superamento del limite di protezione dei beni materiali, ossia il superamento di 40 µg/m³, come media annuale dei valori orari.

• Si evidenzia un lieve miglioramento e non si è verificato alcun superamento dei 18 episodi consentiti. Tuttavia, il continuo aumento del parco auto in circolazione (in particolare dei motori a ciclo Diesel) e la presenza di grosse fonti emissive (quali gli impianti per la produzione di energia) fa sì che questo inquinante sia ancora tra quelli critici.

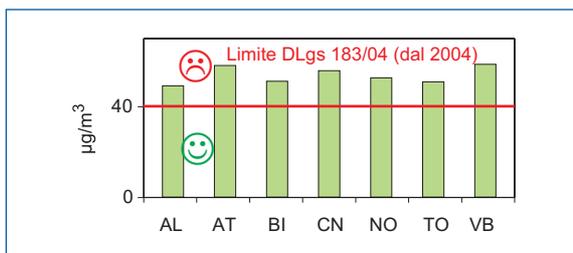
• In alcuni casi, le condizioni meteorologiche sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti, verificatesi nel periodo freddo dell'anno, hanno contribuito, non solo nelle zone di traffico ma anche in alcune zone di fondo, ad evidenziare concentrazioni medie annue superiori al limite previsto per il 2010.

• I superamenti si sono verificati in tutte le province confermando la caratteristica diffusa di questo inquinante. Infatti, ove possibile il confronto, si conferma la maggiore concentrazione nelle zone rurali piuttosto che in quelle urbane e suburbane. Tuttavia, nell'anno in esame, la situazione è risultata assai meno critica di quella rilevata nel 2003, a causa delle minori temperature estive raggiunte. Questa stretta dipendenza dalla situazione meteorologica rende l'ozono a livello troposferico uno degli inquinanti più critici per l'adozione di provvedimenti utili a diminuire le sue concentrazioni.

Figura 3.5 - O₃: superamenti della soglia di informazione - anno 2004


Fonte: Arpa Piemonte

Il primo indicatore rappresenta una stima degli episodi di picco orario, di interesse sanitario, della concentrazione di tale inquinante, mentre il secondo indicatore è riferito ai potenziali danni per i beni materiali esposti sul lungo periodo.

Figura 3.6 - O₃: rispetto del limite di protezione dei beni materiali - anno 2004


Fonte: Arpa Piemonte

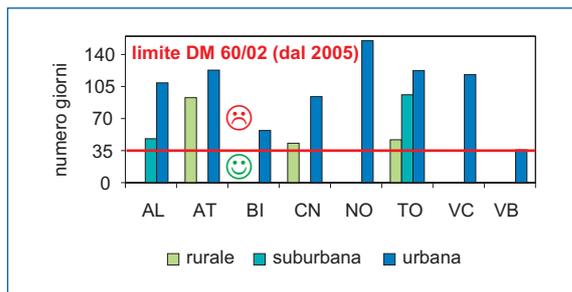
• Si evidenzia l'elevata omogeneità dei risultati nei differenti territori provinciali, dovuta anche alla maggiore robustezza statistica dell'indicatore utilizzato.

3.1.4 PM10 (Polveri inalabili)

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

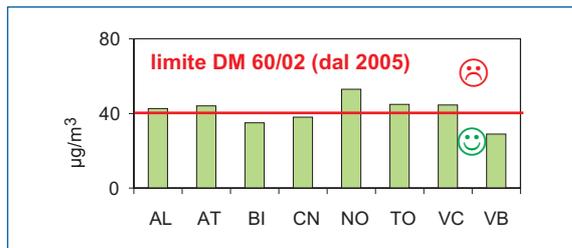
- superamenti del limite giornaliero, vale a dire il numero medio dei superamenti del limite orario (50 µg/m³ da non superare più di 35 volte all'anno a partire dal 1° gennaio 2005);
- media annua, overosia il valore medio delle medie annue (il limite è di 40 µg/m³) a partire dal 1° gennaio 2005).

Il fattore meteorologico ha contribuito ad accentuare la criticità durante i mesi caratterizzati da una minore capacità di dispersione del materiale particolato o dei precursori della componente secondaria.

Figura 3.7 - PM10: superamenti del limite giornaliero - anno 2004


Fonte: Arpa Piemonte

• La situazione su tutto il territorio regionale è risultata critica. In modo particolare le aree urbane sono le più interessate a livelli elevati ma anche nelle aree rurali il quadro non è confortante. In particolare, dove è possibile fare un confronto diretto tra i tipi di zona, si evidenzia un andamento caratteristico che aumenta all'aumentare della percentuale di territorio urbano.

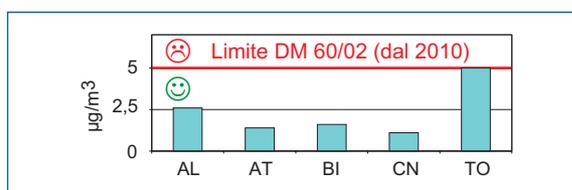
Figura 3.8 - PM10: medie annue - anno 2004


Fonte: Arpa Piemonte

3.1.5 Benzene

L'unico limite previsto dalla normativa vigente, il DM 60/02, è quello relativo alla concentrazione media annuale, 5 µg/m³, da rispettare entro il 2010. In questo rapporto l'indicatore statistico è quindi stato individuato nella:

- media annuale

Figura 3.9 - Benzene: medie annue - anno 2004


Fonte: Arpa Piemonte

• Le concentrazioni medie annuali sono lievemente diminuite rispetto all'anno 2003 confermando la tendenza registrata in questi ultimi anni. Nella città di Torino il valore medio raggiunto nel 2004 è stato pari al limite da rispettare a partire dal 2010.

box 1 Il sito web regionale di documentazione "Qualità dell'aria in Piemonte"

A cura di **Francesco Lollobrigida** -

Arpa Piemonte

Giorgio Arduino - Regione Piemonte

Le nuove normative europee hanno radicalmente cambiato l'approccio ai temi della qualità dell'aria da parte di tutti i soggetti coinvolti, spostando l'attenzione degli Enti pianificatori dal dato della singola stazione alla valutazione globale dell'intero territorio. Per tale ragione in Regione Piemonte è stata avviata sin dal 2000 un percorso di approccio integrato al problema, realizzando l'unificazione del sistema di rilevamento, promuovendo l'integrazione tra misure, inventario delle emissioni e sistemi modellistici e mettendo a disposizione di tutti i cittadini informazioni sullo stato della qualità dell'aria chiare e accessibili, come previsto dalle Direttive europee. A quest'ultimo proposito è stato realizzato all'interno del progetto Sistema Piemonte, nato per favorire le sinergie tra Enti e agevolare il cittadino nell'accesso ai servizi, il portale "qualità dell'aria in Piemonte" (<http://www.sistema-piemonte.it/ambiente/srqa/>), attra-

verso cui vengono messe a disposizione in modo coordinato le informazioni sulla qualità dell'aria che Regione e Province producono con il supporto tecnico di Arpa.

In aggiunta a una serie di pagine web finalizzate ad inquadrare la tematica della qualità dell'aria nello specifico contesto regionale (descrizione degli obiettivi delle politiche regionali, del sistema di rilevamento e dell'inventario emissioni ecc.), il sito dà la possibilità di visualizzare con aggiornamento orario i dati rilevati dalle stazioni di monitoraggio. Uno degli aspetti innovativi del sito è inoltre costituito dalla pubblicazione di un serie di prodotti informativi quotidiani fruibili anche da un'utenza non specialistica.

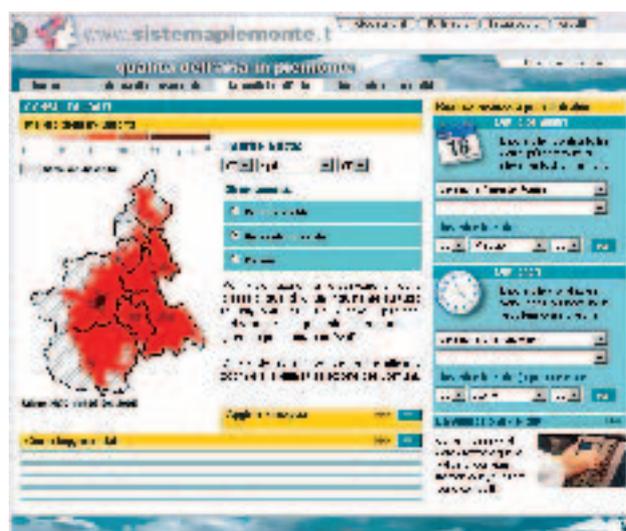
Il primo prodotto informativo è costituito da mappature di qualità dell'aria relative a PM10, biossido di azoto e ozono. Mediante una metodologia di stima obiettiva viene quotidianamente attribuita ad ogni comune una classe di qualità, secondo una scala costituita da cinque livelli di criticità crescente. La distribuzione delle classi di

qualità per ogni inquinante viene visualizzata come cartografia tematica che permette un'immediata lettura sinottica della situazione complessiva.

Da maggio a settembre viene inoltre emesso un bollettino di previsione del livello di ozono troposferico relativo al giorno successivo a quello dell'emissione e che prevede l'attribuzione all'intero territorio di un livello di inquinamento fotochimico su una scala convenzionale da zero a tre, definita da una specifica disposizione regionale. Ad ogni livello sono

associate raccomandazioni e consigli pratici alla popolazione.

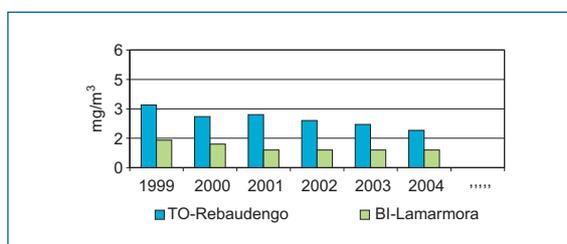
Il terzo prodotto è costituito dall'Indice di Qualità dell'Aria descritto nell'edizione 2004 del Rapporto sullo Stato dell'Ambiente in Piemonte e che fornisce un'informazione di sintesi sullo stato complessivo della qualità dell'aria nelle principali conurbazioni (Torino, Novara, Asti, Vercelli), associata a una previsione sull'evoluzione delle condizioni meteorologiche locali che ne influenzano l'evoluzione nel tempo.



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

Figura 3.10 - CO: medie annue a Torino e Biella

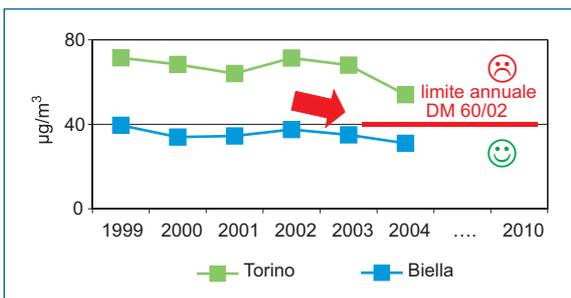


Fonte: Arpa Piemonte

Il **biossido di azoto** nel 2004, in ambedue le città esaminate, ha evidenziato un decremento della concentrazione media annua rispetto al 2003. Tuttavia i valori delle medie annue, rilevati in Torino, continuano a rimanere superiori al limite normativo da rispettare a partire dal 2010.

• La diminuzione della concentrazione annuale presso la stazione di monitoraggio sita a Torino, caratterizzata da elevati flussi veicolari, è stata, negli anni considerati, di circa del 30%. I valori di concentrazione misurati a Biella risultano circa la metà di quelli misurati a Torino, sia per i volumi di traffico sia per il clima locale.

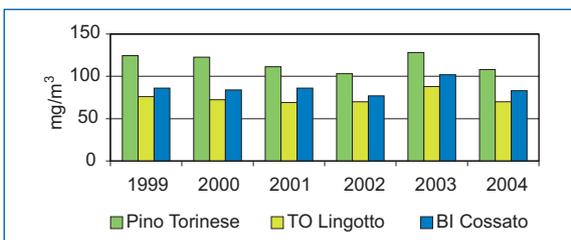
Figura 3.11 - NO₂: media annua nelle città di Torino e Biella (tutte le stazioni)



Fonte: Arpa Piemonte

Dai valori rilevati negli ultimi anni, l'ozono evidenzia una sostanziale stabilità dell'andamento medio sebbene, nell'anno 2004, i valori dei medi estivi siano risultati leggermente minori di quelli misurati nell'anno precedente. Questa situazione è da attribuire alle differenti condizioni meteorologiche che hanno caratterizzato i periodi estivi degli ultimi due anni.

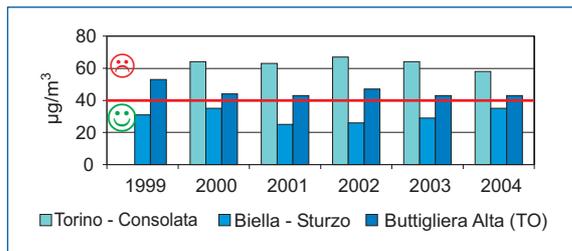
Figura 3.12 - O₃: media estiva nelle stazioni di Torino e di Biella



Fonte: Arpa Piemonte

Le concentrazioni delle **polveri PM₁₀** risultano mediamente elevate su gran parte del territorio regionale con superamenti del limite annuale (40 µg/m³), che entra in vigore nel 2005, particolarmente evidenti nelle principali aree urbane collocate nella pianura non prossima alle zone montane.

Figura 3.13 - PM₁₀: media annuale a Torino, Biella e Buttigliera Alta



Fonte: Arpa Piemonte

• Nelle stazioni di Torino, Biella e Buttigliera Alta (TO), prese come riferimento, in questi ultimi sei anni si è registrata una sostanziale stabilità dei valori.

Il rilevamento della qualità dell'aria è stato reso possibile grazie alla professionalità e alla disponibilità del personale dei Dipartimenti e delle Strutture Centrali di Arpa.

box 2 Monitoraggio genotossico del particolato atmosferico PM₁₀ in provincia di Torino - anni 1999-2004

A cura di: **AnnaMaria D'Agostino, Daniele Marangon, Gabriella Passarino** - Arpa Piemonte

Il particolato atmosferico PM₁₀, costituito da particelle aerodisperse comprese in un range con diametro aerodinamico da 0.1 µm a 10 µm, rappresenta la quota respirabile delle polveri sospese in atmosfera; questa frazione caratterizza un rischio espositivo in quanto veicola sostanze (adsorbite sul particolato) tossiche, mutagene e cancerogene. Negli anni 1999-2004 è stata effettuata una valutazione genotossica su campioni di PM₁₀ pre-

levati presso tre stazioni di campionamento della rete fissa di Monitoraggio della Qualità dell'Aria, individuate per l'indagine: Torino, Carmagnola e Buttigliera Alta. Per questa valutazione sono stati utilizzati il test di Ames e l'SOS Chromotest. Si può notare che in tutti gli anni di indagine si ha una risposta dei saggi di mutagenesi decisamente positiva nelle stagioni autunnali e invernali.

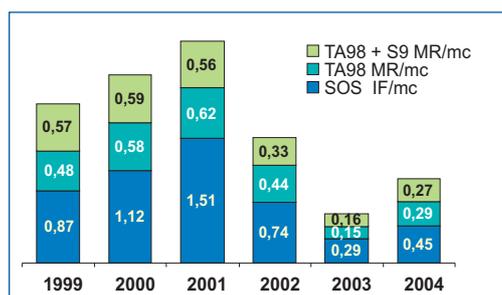
Inoltre, dal 2002, si evidenzia un generale decremento dei valori di MR (rapporto di mutagenicità) e di IF (fattore di induzione) e quin-

di un conseguente miglioramento della qualità dell'aria da un punto di vista della genotossicità rispetto agli anni precedenti. I dati relativi alla parte finale del 2004 tuttavia presentano nuovamente valori genotossici elevati, confermati anche dalle determinazioni analitiche eseguite su gennaio 2005.

Per la stazione di Torino via della Consolata, il grafico evidenzia le medie annuali

dei valori di mutagenicità per singolo test dal 1999 al 2004. Dopo un generale decremento dei valori medi relativi agli anni 2002 e 2003, il 2004 presenta valori nuovamente in crescita, seppur non elevati come quelli riscontrati durante i

Torino - Medie annuali per tipo di test



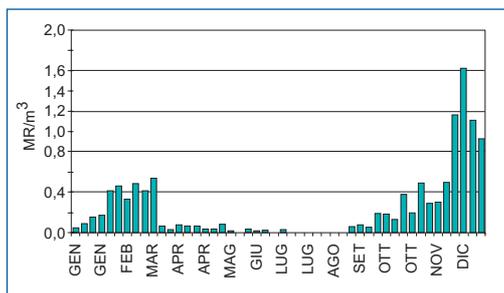
Fonte: Arpa Piemonte

primi anni dello studio.

Dall'osservazione dei grafici si confermano gli elevati valori di mutagenicità del periodo invernale per tutte e tre le stazioni oggetto dello studio. Il sito di Torino via della Consolata risulta fornire risultati più elevati, mentre la stazione di Buttigliera Alta, pur evidenziando lo stesso andamento di mutagenicità nei mesi invernali, non si dimostra particolarmente inquinata.

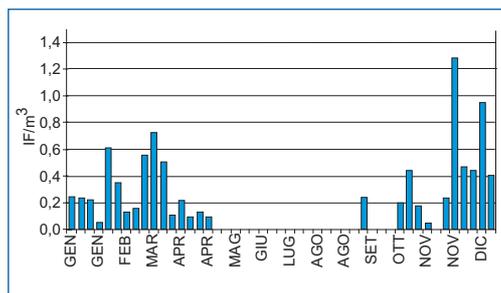
Le indagini sul PM10 proseguiranno nel corso dell'anno 2005, con la prospettiva di estendere lo stu-

Carmagnola - Test di Ames - anno 2004



Fonte: Arpa Piemonte

Buttigliera Alta - SOS Chromotest - anno 2004



Fonte: Arpa Piemonte

dio ad altre stazioni della rete fissa della qualità dell'aria presenti nel territorio e con la possibile acquisizione di apparecchiature

per il campionamento del PM2.5 per l'estensione a tutto il territorio regionale del monitoraggio genotossico.

Per maggiori dettagli sullo studio in atto si rimanda ai Rapporti Stato Ambiente 2003 e 2004 (www.arpa.piemonte.it)



Composti acidi e metalli in tracce nelle deposizioni atmosferiche di tre siti piemontesi:

Alpe Devero, Verbania Pallanza e Cameri

A cura di: **Stefania Ruschetta***,
Rosario Mosello**, **Andrea Carcano****
e **Gabriele Tartari**** - * Arpa Piemonte
** CNR-ISE di Verbania Pallanza

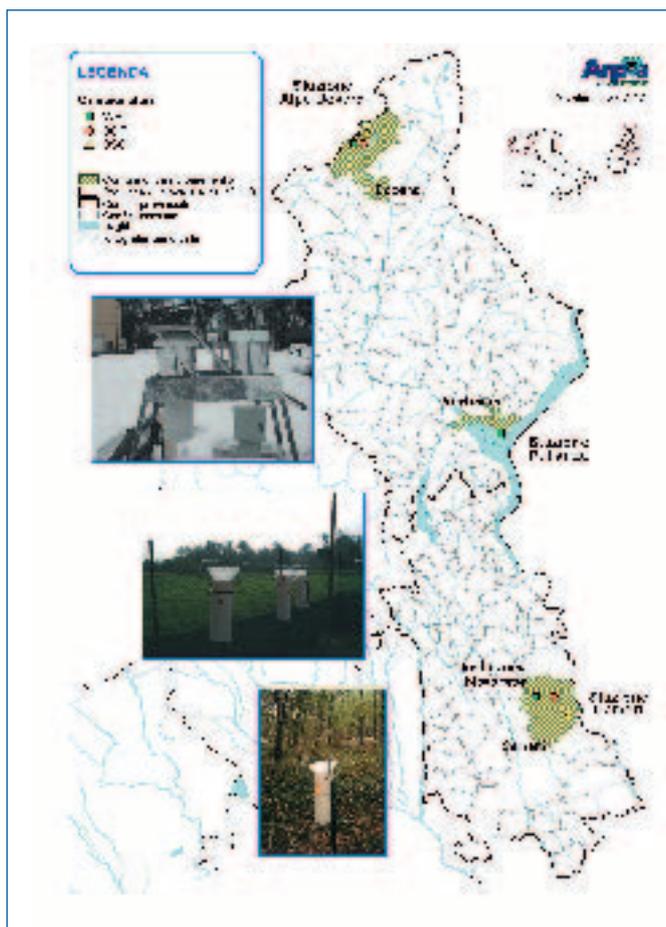
Nel periodo gennaio - dicembre 2004 è stato effettuato il *monitoraggio delle deposizioni atmosferiche* in tre stazioni¹, rappresentative di diverse realtà ambientali:

- Alpe Devero (1860 m s.l.m.), localizzata in area alpina, in una zona remota del Parco Naturale Regionale Veglia-Devero, lontana da fonti emittive antropiche;
- Verbania Pallanza (310 m s.l.m.), centro urbano situato nell'area subalpina;
- Cameri (135 m s.l.m.), al margine della pianura Padana, inserita nel Parco del Ticino, in vicinanza di numerosi centri abitati.

Sono state considerate tre tipologie di deposizioni: a cielo aperto, cioè al di fuori della copertura forestale, raccolte con campiona-

tore dedicato alla sola frazione umida (WET), a cielo aperto con campionatore bulk costantemente esposto (BOF) e sottochioma con raccogliatore analogo al precedente ma ubicato sotto la copertura vegetale (BSC). La stazione forestale Alpe Devero è caratterizzata da *Larix decidua*, quella di Cameri da *Quercus robur* e *Carpinus betulus*. In tali stazioni le tre tipologie di campioni sono state prelevate settimanalmente, mentre a Pallanza ad ogni singolo evento, limitatamente alla deposizione WET.

Tutti i campioni sono stati filtrati (0,45 mm) prima di essere sottoposti ad analisi. Lo studio ha considerato la composizione ionica delle deposizioni (analisi effettuate dal CNR-ISE di Verbania Pallanza) ponendo attenzione alle sostanze acidificanti (NO_3 , SO_4 e NH_4). Particolare rilievo è



¹Le stazioni fanno parte della rete CNR-ISE per lo studio delle deposizioni atmosferiche sul VCO e i dati sono utilizzati anche nell'ambito di progetti internazionali: CONECOFOR (CONtrollo ECOSistemi FORestali) e ICP Waters (International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Acidification of Rivers and Lakes).

stato dato alla determinazione dei metalli in traccia, allo scopo di valutare la porzione di metalli trasportati in atmosfera, la loro possibile origine e il potenziale impatto sulla vegetazione e sulle acque superficiali. Sono stati ricercati ventiquattro elementi: Al, As, B, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Li, Mn, Ni, Pb, Pd, Pt, Rh, Se, Sb, Sr, Tl, V e Zn.

La prima fase del lavoro si è conclusa con la caratterizzazione delle deposizioni atmosferiche.

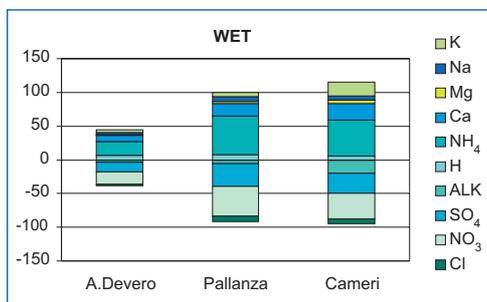
Risultati

In tutte le stazioni prevalgono i nitrati e i solfati tra gli anioni, mentre tra i cationi l'ammonio e il calcio.

Le concentrazioni ioniche più basse sono state riscontrate presso

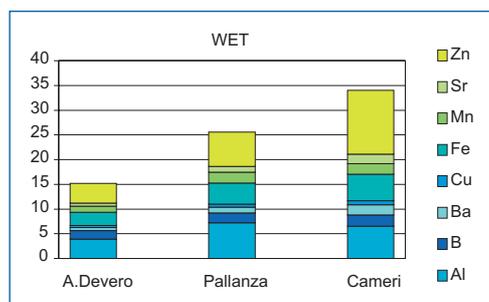
l'Alpe Devero: la quantità di polveri in valore assoluto in tale stazione è inferiore rispetto a quella presente a Cameri, situata invece nelle vicinanze di significative pressioni antropiche (industria petrolchimica, produzione di energia elettrica, traffico veicolare e aeroportuale). Inoltre anche la superficie aghiforme del larice, decisamente inferiore a quella di un bosco misto come quello di Cameri, consente una minore deposizione secca e quindi il dilavamento porta in soluzione quantità minori di sostanze. Le deposizioni WET di Pallanza hanno presentato valori medi ponderati di acidità lievemente superiori rispetto alle altre due stazioni, pari a 8 $\mu\text{eq L}^{-1}$, cui corrisponde un valore di pH di 5,1.

Concentrazioni medie ponderate sui volumi relativi allo spettro ionico ($\mu\text{eq L}^{-1}$)



Nella parte alta dei grafici sono riportati i cationi, in basso gli anioni.

Concentrazioni medie ponderate sui volumi relativi al gruppo di metalli più abbondanti ($\mu\text{g L}^{-1}$)



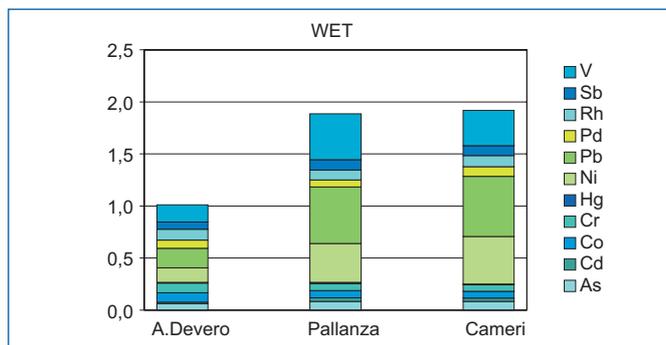
Come per la componente ionica anche i metalli presentano concentrazioni medie ponderate crescenti passando dal WET al BOF ed al BSC.

Per quanto riguarda i ventiquattro elementi analizzati con ICP-MS e ICP-OES, cinque hanno sempre presentato concentrazioni inferiori al limite di rilevabilità e sono stati esclusi dall'elaborazione. Si tratta di berillio, litio, platino, selenio e tallio. Tra gli altri diciannove si sono evidenziati due gruppi in base alle concentrazioni rilevate.

Nel primo gruppo, relativo ai metalli più abbondanti, si trovano per tutte le stazioni alluminio, ferro, manganese e zinco.

Nel secondo gruppo di metalli, formato da quelli a

Concentrazioni medie ponderate sui volumi relative al gruppo di metalli meno presenti ($\mu\text{g L}^{-1}$)



concentrazioni più basse, nichel, piombo e vanadio sono i metalli più significativamente presenti. I risultati ottenuti a Pallanza e a Cameri sono molto simili tra loro; la stazione di Cameri presenta un marcato arricchimento di piombo, nichel e vanadio. I valori minori si sono misurati nella stazione alpina dell'Alpe Devero nella quale il piombo presenta una tendenza abbastanza significativa ad aumentare tra WET, BOF e BSC.

E' opportuno rilevare la differenza esistente tra i regimi pluviometrici e la chimica delle deposizioni nelle stazioni situate in aree geografiche diverse, come quelle considerate nel presente studio. In particolare le precipitazioni annue per la deposizione WET sono risultate di 1493 mm per l'Alpe Devero, 1797 mm per Verbania Pallanza e 1158 mm per Cameri.

Conclusioni

Fra le tre stazioni si sono rilevate in modo evidente differenze spaziali delle concentrazioni di inquinanti: l'area remota di Alpe Devero è quella che ha presentato minori valori di concentrazione sia per i macrocostituenti (spettro ionico) che per i metalli. Le stazioni di Verbania Pallanza e Cameri hanno mostrato andamen-

ti simili per quanto riguarda le deposizioni WET. Confrontando i campioni BSC delle due stazioni forestali si nota come al passaggio tra le chiome sia maggiore l'arricchimento in soluti nella stazione di Cameri. Ciò è legato sia alla maggior quantità di polveri presenti che alla presenza di querce e carpini (bosco misto) che offrono una maggior superficie esposta rispetto a quella aghiforme del larice presente all'Alpe Devero. I metalli di origine antropica, rame, piombo, nichel, vanadio, cromo e cadmio, sono riconducibili probabilmente alle attività antropiche presenti sul territorio (ad esempio l'incenerimento di rifiuti, l'industria galvanica e il traffico veicolare nel VCO, l'industria petrolchimica, la produzione di energia elettrica, il traffico veicolare ed aeroportuale per la stazione di Cameri).

Si ringraziano in modo particolare i Parchi Veglia-Devero e Ticino per i campionamenti.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda a:

www.arpa.piemonte.it;

www.iii.to.cnr.it;

www.unece.org/env;

www.corpoforestale.it/wai/serviziattivita/CONECOFOR/index.htm;

www.parcovegliadevero.it;

www.parcodelticino.pmn.it

3.2 MONITORAGGIO DANNI VEGETAZIONALI DA OZONO IN AREE REMOTE

A cura di **Bona Griselli** - Arpa Piemonte

Gli ecosistemi agrari e forestali risentono pesantemente dell'inquinamento atmosferico.

In Piemonte studi sulle lesioni a carico della vegetazione, realizzati a partire dagli anni '90, avevano mostrato un quadro clinico preoccupante per diverse specie (*Robinia pseudoacacia*, *Pinus sylvestris*, etc.) e la presenza di ozono in quantità notevoli nelle aree più soggette a deperimento, aveva iniziato a destare sospetti. L'ozono, infatti, oltre ad avere notevoli implicazioni a carico della salute umana, è responsabile di notevoli danni alla vegetazione; tali evidenze sono piuttosto marcate nel sud dell'Europa, dove la formazione di questo inquinante è favorita dalle condizioni climatiche.

E' stato dimostrato che i danni provocati da ozono sulla vegetazione sono estremamente diffusi e provocano una riduzione della crescita delle piante e, se l'ozono è presente in dosi elevate, anche fenomeni di necrosi e clorosi. Negli anni 2003-2004 Arpa Piemonte e IPLA di Torino hanno partecipato ad un progetto finalizzato ad approfondire le conoscenze relative ai danni e alla diffusione dell'ozono sul territorio piemontese².

Mediante l'esposizione di campionatori passivi è stato possibile valutare i livelli medi mensili di ozono durante il periodo fotochimico (maggio/settembre) e sono stati ricercati sintomi in essenze arboree, arbustive ed erbacee localizzate lungo dei transetti di 200 metri individuati in prossimità o coincidenti con i siti di esposizione dei campionatori.

Sono state monitorate 28 stazioni localizzate in Valle Stura, Susa, Orco, Soana, Pesio, Varaita, Borbera, Lame del Sesia e sulla collina di Torino (tabella 3.1).

Le più comuni manifestazioni dei danni da ozono sono a carico delle foglie e vengono definite sintomi "ozone-like" (Foto *Acer*). La loro identificazione è stata effettuata secondo le indicazioni fornite dal manuale dell'UE-ICP-Forest, che prevede osservazioni in campo e successive valutazioni microscopiche.

A livello macroscopico tali sintomi consistono in lesioni di colore bruno più o meno intenso, o rosso porpora in piante stimolate dall'ozono a produrre antociani, a localizzazione internervale, più o meno estese; tali lesioni

interessano la pagina superiore della foglia. Quando le alterazioni da ozono sono ampie e diffuse la foglia assume colore marrone e/o bronzo. Particolarmente significative risultano anche le lesioni microscopiche (Foto *Fraxinus*).

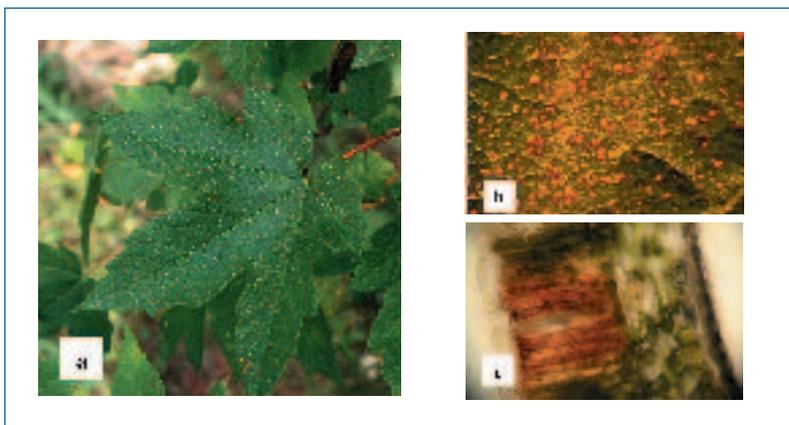
E' quindi di fondamentale importanza seguire l'evoluzione temporale delle lesioni.

L'estensione del danno incrementa con l'aumento dell'esposizione all'ozono.

Nella stagione fotochimica 2003 si sono rinvenuti sintomi "ozone-like" nel 61% delle stazioni monitorate, il clima estremamente siccitoso ha tuttavia in parte compromesso il monitoraggio in quanto lo stress idrico e l'elevato irraggiamento hanno provocato una precoce senescenza fogliare e la comparsa e intensificazione di patologie fungine e parassitarie. L'elevata xericità, che ha caratterizzato il periodo d'indagine, può inoltre aver favorito una minor manifestazione dei sintomi da ozono; una riduzione delle aperture stomali, che rappresentano la via d'ingresso dell'ozono all'interno del parenchima fogliare, si può infatti manifestare in condizioni di stress idrico.

La percentuale di stazioni interessate da sintomi *ozone-like* è scesa al 26% nel 2004; questo anno è stato infatti caratterizzato da condizioni climatiche molto differenti rispetto al precedente, in quanto più piovoso e con valori di temperatura e radiazione diretta inferiori a quelli riscontrati nel 2003. I livelli di ozono rilevati nel corso della stagione fotochimica 2004 sono risultati significativamente inferiori nei mesi di luglio, agosto e settembre rispetto all'anno precedente (test statistico non parametrico *Wilcoxon Rank Signed*).

Acer pseudoplatanus



• a: puntature necrotiche sulla pagina superiore della foglia, b: lesioni a localizzazione internervale viste allo stereomicroscopio; c: sezione della foglia con sintomi *ozone-like* al microscopio ottico, degenerazione delle cellule del parenchima a palizzata. Epidermide e tessuto lacunoso privi di alterazioni.

²Il progetto "Interreg III B Medocc For. Med. Ozono - Consolidation du suivi et des effets de l'ozone sur la vegetation mediterraneenne pour la sauvegarde de l'environnement et la sensibilisation des acteurs publics". realizzato per conto della Regione Piemonte, capofila di un progetto europeo che ha coinvolto tre paesi del bacino del Mediterraneo: Italia, Francia e Spagna. I risultati del lavoro si possono reperire in rete all' indirizzo: http://www.regione.piemonte.it/montagna/foreste/pian_gest/for_med_ozone.htm

• imbrunimento internervale della pagina superiore. Danneggiamento dell'epidermide superiore e del parenchima a palizzata. La lesione non è attribuibile a ozono (foto a destra).

Fraxinus excelsior


Nei grafici di figura 3.14 sono riportati gli andamenti dei valori medi relativi alle stazioni in cui è stato possibile rilevare i livelli di ozono durante tutti i 5 mesi di monitoraggio. I valori mensili medi più elevati nel 2003 (figura a) sono stati rinvenuti in 3 stazioni: 1) Colle del Nivolet (O05) 56 ppb, che rappresenta la stazione localizzata alla quota più elevata (2.490 m); 2) Collina di Torino presso l'osservatorio astronomico di Pino torinese (CL03) 53,2 ppb; 3) Sacra di San Michele, stazione localizzata all'imbocco della Valle

Tabella 3.1 - Stazioni monitorate e rinvenimento di danni attribuibili all'ozono

Codice	Località	Quota	Stazioni monitorate 2003	Stazioni monitorate 2004
ST01	Colle dell'Ortica	1.773	X*	X
ST02	Madonna del Colletto	1.304	X*	X
ST03	Pietraporzio	1.485	X	X
ST04	Pietraporzio	1.893	X	X
ST05	Pietraporzio	1.554	X*	X*
ST06	Colle della Maddalena	1.993	X	X
Valle Susa				
SU01	Caselette	375	X*	X
SU02	Avigliana – Sacra S. Michele	894	X*	X
SU03	Meana	1.114	X*	X*
SU04	Colle delle Finestre	2.177	X*	X*
SU05	Mompantero	1.558	X	X
SU06	Rocciamelone	2.155	X*	X*
SU07	Colle del Lys	1.346		X*
Collina di Torino				
CL01	Azienda Agricola Millerose	289	X*	X
CL02	Azienda Agricola Millerose	245	X*	X*
CL03	Osservatorio Astronomico	650	X	X*
CL04	Chieri	290	X	X
CL05	Chieri	337	X*	
CL05_04	Pino T.se	423		X
Valle Pesio				
PE01	Chiusa Pesio (CN)	990	X	
Lame del Sesia				
SE01	Arborio (VC)	189	X*	
Valle Borbera				
BO01	Mongiardino Ligure (AL)	609	X*	
Valle Varaita				
VA01	Sampeyre	1.267		X
Val Soana				
SO01	Piamprato	1.560	X*	X.
SO02	Chiesale	1.190	X*	X
SO03	Forzo	1.175	X	X
Valle Orco				
O01	Piantonetto	1.165	X*	X
O02	Fornolosa	815	X	X
O03	Noasca	955	X	X
O04	Ceresole	1.605	X	X
O05	Colle del Nivolet	2.490	X*	X*

* rinvenimento sintomi "ozone-like"

Susa (SU02), 53,3 ppb.

Queste ultime due stazioni, abbastanza prossime alla città di Torino, sono localizzate ad una quota compresa tra i 600 e 900 m.

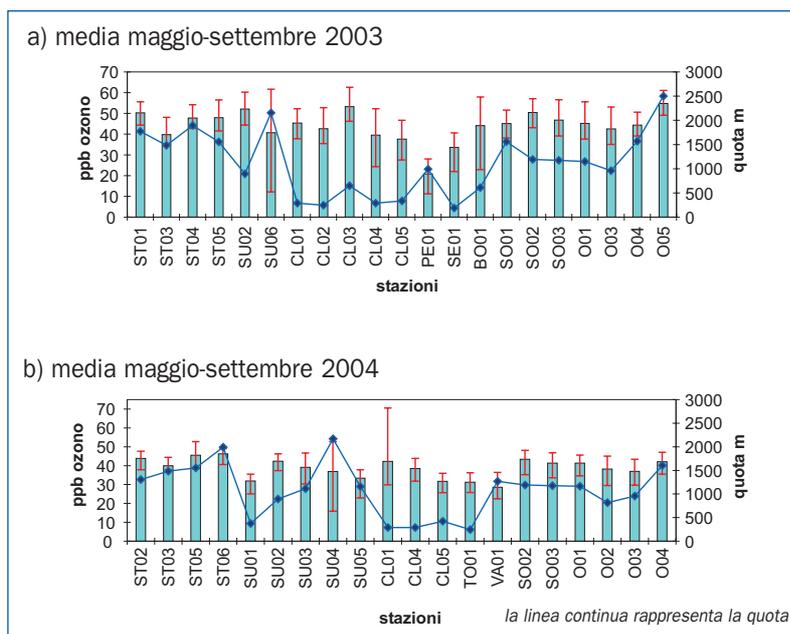
Il valore più basso è stato riscontrato in Val Pesio per tutto il periodo d'indagine, con livelli inferiori ai 30 ppb. Tale riscontro potrebbe essere imputabile ad un particolare microclima della zona, con scarsi ricircoli di masse d'aria.

Nel 2004 i valori medi riscontrati nel corso della stagione fotochimica (figura b) sono risultati piuttosto uniformi e nettamente inferiori rispetto all'anno precedente. La stazione CL01 situata sulla collina di Torino e la stazione SU02 presso la Sacra di S. Michele presentavano entrambe un valore medio di 42 ppb. Il valore medio relativo al Colle del Nivolet non è stato valutato in quanto nei primi 2 mesi di monitoraggio la stazione non era accessibile.

Prendendo in considerazione i valori massimi rinvenuti nel corso del 2003 si è osservato che quattro stazioni superavano i valori di 60 ppb: due erano localizzate in quota, (O05 Colle del Nivolet 61.1 ppb; SU06 Rocciamelone 62 ppb), le altre sono quelle precedentemente descritte prossime alla città di Torino CL03 (63 ppb) e SU02 (60 ppb), figura 3.15.

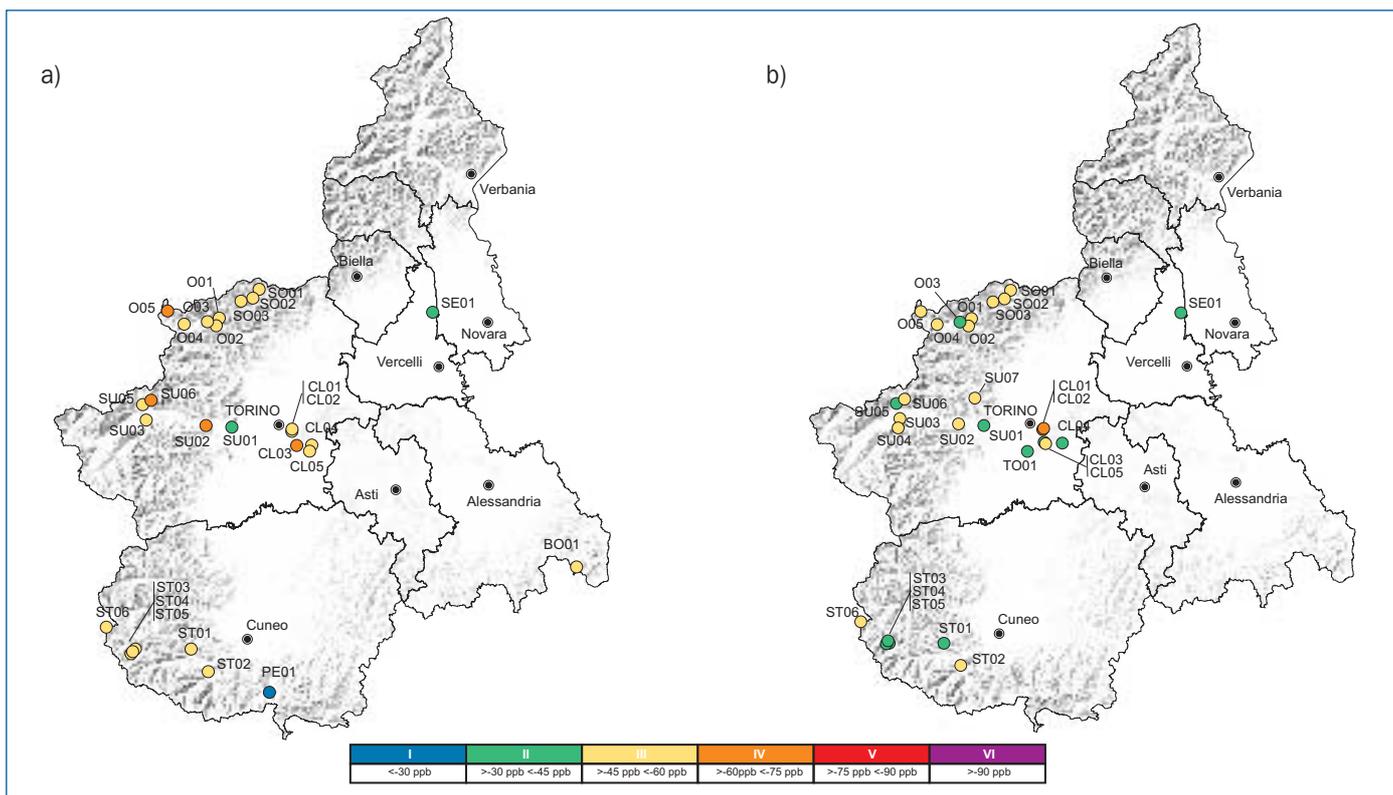
Nel 2004 il valore massimo è stato riscontrato in una stazione sita in collina di Torino CL01 (71 ppb).

Figura 3.14 - Livelli di ozono



Mentre nel 2003 relativamente ai valori massimi mensili, il 15% delle stazioni erano ricadute in Classe IV (O05, SU02, SU05, CL3) e un 74% in classe III, nel 2004 nessuna stazione è ricaduta in classe IV e la percentuale delle stazioni in Classe III è scesa al 55%. Con questo studio è stato possibile estendere le conoscenze non solo sull'entità dei danni vegetazionali di cui l'ozono è responsabile, evidenziando specie risultate

Figura 3.15 - Stazioni monitorate con indicazione delle Classi di concentrazione dell'ozono relative ai valori massimi rinvenuti, (classificazione ICP-Forest level II Network) - a anno 2003 - b anno 2004



più sensibili nel territorio piemontese, ma anche monitorare i livelli di ozono raggiunti in zone remote e non toccate dalla rete di monitoraggio regionale mediante analizzatori automatici. Tale rete, gestita da Arpa, è costituita da 28 stazioni localizzate per lo più in ambiente urbano. Dai dati derivanti da questa rete risulta che la stazione localizzata all'Osservatorio di Pino Torinese, coincidente con la stazione CL03, presenta in assoluto i livelli più elevati su tutto il territorio regionale. Tali valori sono comparabili a quelli rinvenuti nel presente studio in zone remote localizzate in quota e con esposizione favorevole, ad esempio il Colle del Nivolet a Ceresole Reale 005 (2.490 m) o sul Rocciamelone SU06 (2.155 m). L'influenza del clima sulla produzione di ozono è risultata rilevante e conseguentemente anche l'entità delle lesioni vegetazionali ad esso conseguenti.

Partecipanti al progetto:

Arpa Piemonte: I. Chiavenuto, B. Griselli, G. Maura, P. Fogliati, S. Gustin - IPLA Torino: F. Tagliaferro, F. Spazianti, A.M. Ferrara, E. Viotto - Regione Piemonte: F. Licini, F. De Ferrari.

3.3 FATTORI DI PRESSIONE: LE SORGENTI EMISSIVE

*A cura di **Monica Clemente, Roberta De Maria, Francesco Lollobrigida** - Arpa Piemonte
Franca Sordi, Gianluigi Truffo - Regione Piemonte*

Le emissioni di sostanze inquinanti in atmosfera sono all'origine di alcuni dei problemi ambientali considerati prioritari ormai in tutte le sedi nazionali e internazionali: cambiamenti climatici, buco dell'ozono nella stratosfera, aumento dell'ozono troposferico, acidificazione (le cosiddette piogge acide). L'individuazione della natura di tali inquinanti atmosferici e la disponibilità dei dati delle emissioni (attraverso una raccolta omogenea e confrontabile) risultano fondamentali per valutarne gli impatti sulla salute e sull'ambiente e per formulare politiche ambientali sulla qualità dell'aria finalizzate alla riduzione dell'inquinamento atmosferico.

Gli Inventari Regionali delle Emissioni - come specificato dal DM 261/02 - offrono una serie organizzata e coerente di dati relativi alle quantità di inquinanti introdotti in atmosfera da sorgenti naturali e/o attività antropiche. Per il Piemonte, l'Inventario Regionale è stato realizzato - anche in seguito all'emanazione della LR 43/00 - dal Settore Risanamento Acustico e Atmosferico della Regione Piemonte ed è stato distribuito ufficialmente in

data 5 dicembre 2002 (anno di riferimento 1997). Dopo la stima iniziale delle emissioni dei principali inquinanti per l'anno 1997, che ha costituito una delle basi per la "Valutazione della Qualità dell'Aria (VQA) - anno 2000", il sistema INEMAR è stato recentemente aggiornato dalla Regione Piemonte per la realizzazione dell'Inventario riferito all'anno 2001, non ancora rilasciato ufficialmente.

Per una descrizione più approfondita dell'Inventario Regionale delle Emissioni si rimanda ai Rapporti sullo Stato dell'Ambiente redatti dall'Arpa Piemonte negli anni precedenti. L'Inventario delle Emissioni risulta quindi, ai fini degli interventi regionali di pianificazione territoriale, lo strumento principale nel percorso conoscitivo che parte dallo studio dei fattori di emissione per arrivare alla definizione dei contributi emissivi delle varie sorgenti, attraverso processi di validazione che vanno dal controllo sperimentale delle emissioni in alcuni impianti produttivi, alle tecniche di simulazione modellistica di dispersione degli inquinanti in atmosfera, all'individuazione di correlazioni tra quantità emesse e quantità rilevate dai sistemi di monitoraggio.

Disaggregazione spaziale

L'Inventario Emissioni della Regione Piemonte - realizzato secondo la metodologia INEMAR (INventario EMISSIONI in Aria) - fornisce la stima delle emissioni totali annuali inquinanti, disaggregate per attività emissiva ai vari livelli di classificazione SNAP (*Selected Nomenclature for Air Pollution*) e per territorio comunale.

Per visualizzare la distribuzione spaziale dei fattori di pressione che incidono sull'inquinamento atmosferico del Piemonte, sono state realizzate delle carte tematiche - per gli inquinanti PM10 e ossidi di azoto - in modo da rappresentare il contributo separato delle principali fonti emissive (figure 3.16 e 3.17). Gli undici Macrosettori - previsti dalla classificazione SNAP per comprendere 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 3.2.

Per il dettaglio completo delle attività comprese negli 11 macrosettori si rimanda alla bibliografia. L'indicatore rappresentato non è la quantità assoluta di inquinante a livello comunale (t/anno), ma la massa emessa annualmente per unità di superficie (t/km²/anno): tale accorgimento permette un'informazione direttamente collegata alla pressione esercitata sul territorio.

Tabella 3.2 - Raggruppamento dei Macrosettori SNAP in 4 comparti emissivi

Comparto	Macrosettori SNAP
Produzione di energia	1) Combustione, Energia e Industria di trasformazione
	2) Combustione non industriale
Attività industriali	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 3.16 forniscono informazioni riferite esclusivamente al particolato primario, vale a dire quello originato direttamente dalle fonti emissive.

Per tale componente del particolato totale, risultano prevalenti le pressioni emissive legate al comparto industriale e a quello dei trasporti, con una distribuzione spaziale delle aree critiche diffuse a macchia di leopardo su tutto il territorio piemontese, anche se il contributo dovuto al traffico definisce come area particolarmente critica la conurbazione intorno al capoluogo torinese.

I contributi del comparto dedicato alla produzione di energia e delle restanti fonti emissive risultano limitati sostanzialmente al territorio comunale di Torino e dintorni.

Il confronto tra la distribuzione spaziale delle pressioni ricavate dall'Inventario Regionale 1997 e quelle elaborate a partire dai dati 2001 evidenziano una situazione sostanzialmente immutata per quanto riguarda la produzione di energia, discretamente migliorata relativamente al contributo del comparto industriale (chiusura di sorgenti puntuali o di intere linee produttive) e leggermente peggiorata per il comparto trasporti su strada (la zona critica intorno al capoluogo piemontese si è ampliata in modo sostanziale) e per le altre fonti emissive (il territorio della città di Torino ora si differenzia rispetto al valore di fondo dovuto al particolato primario).

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 forma-

zione di tale componente delle polveri.

Ossidi di azoto (NOx espressi come NO₂)

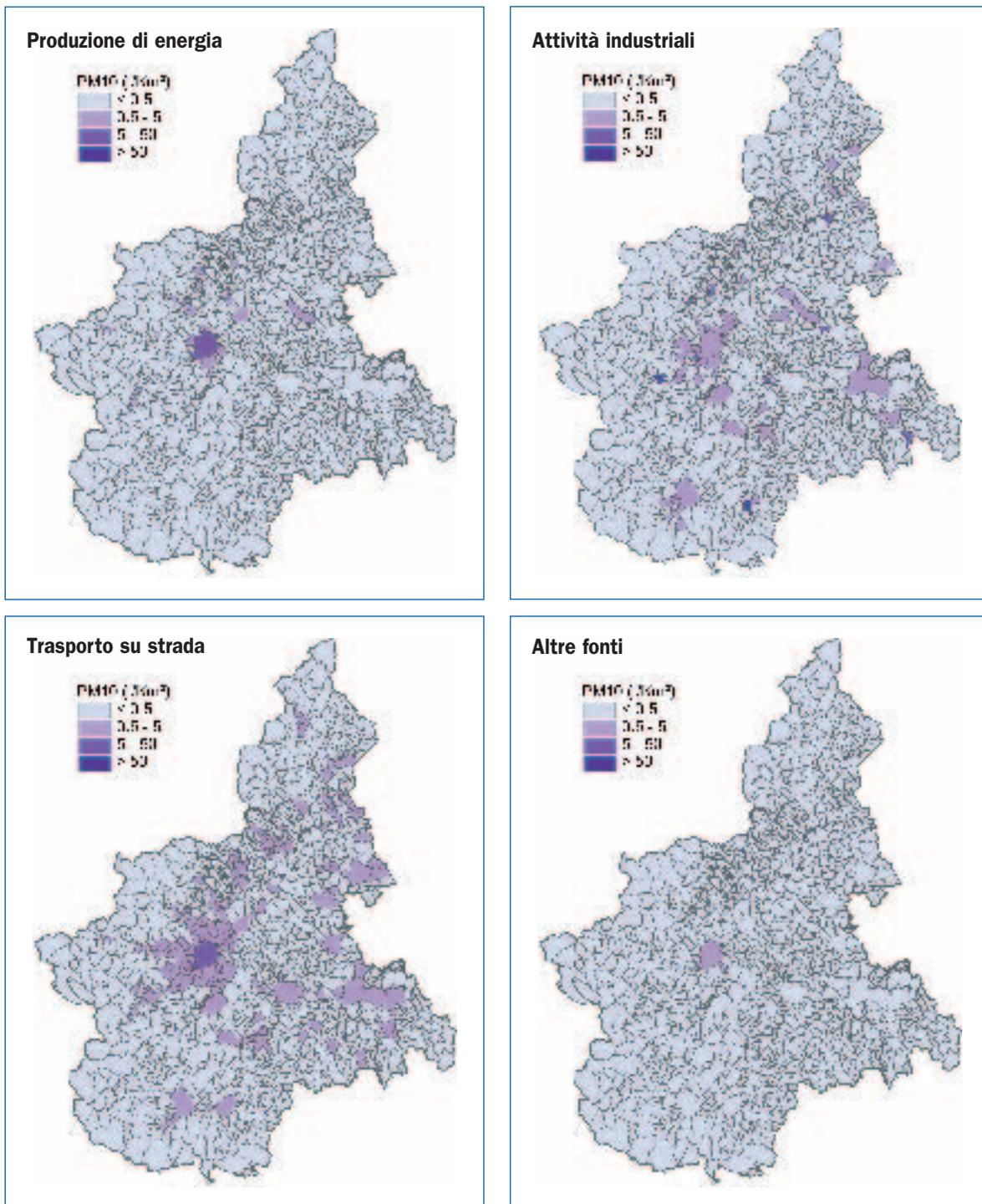
Analizzando spazialmente il contributo separato dei quattro comparti emissivi precedentemente descritti, si può notare - anche per l'Inventario 2001 - una prevalenza del comparto relativo al trasporto su strada rispetto agli altri comparti.

I fattori di pressione legati a tale comparto sono concentrati in corrispondenza delle conurbazioni di Torino, Novara, Asti e Alessandria e lungo i principali assi viari extraurbani: tale distribuzione è spiegabile da una parte con la densità di traffico tipica dei centri urbani, dall'altra 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 le carte tematiche regionali relative agli ossidi di azoto stimati nell'Inventario 1997 (RSA 2002), si può osservare una situazione sostanzialmente comparabile con il 2001, localmente migliorata per quanto riguarda il comparto produzione di energia (es. chiusura temporanea della centrale termoelettrica di Chivasso, diminuzione delle emissioni da parte della centrale termoelettrica di Trino Vercellese); analogamente, si possono osservare variazioni locali per il comparto emissivo legato alle attività industriali, con attivazione/inattivazione di alcune sorgenti.

Figura 3.16 - Polveri inalabili (PM10): Emissioni per unità di superficie suddivise nei quattro comparti emissivi - anno 2001



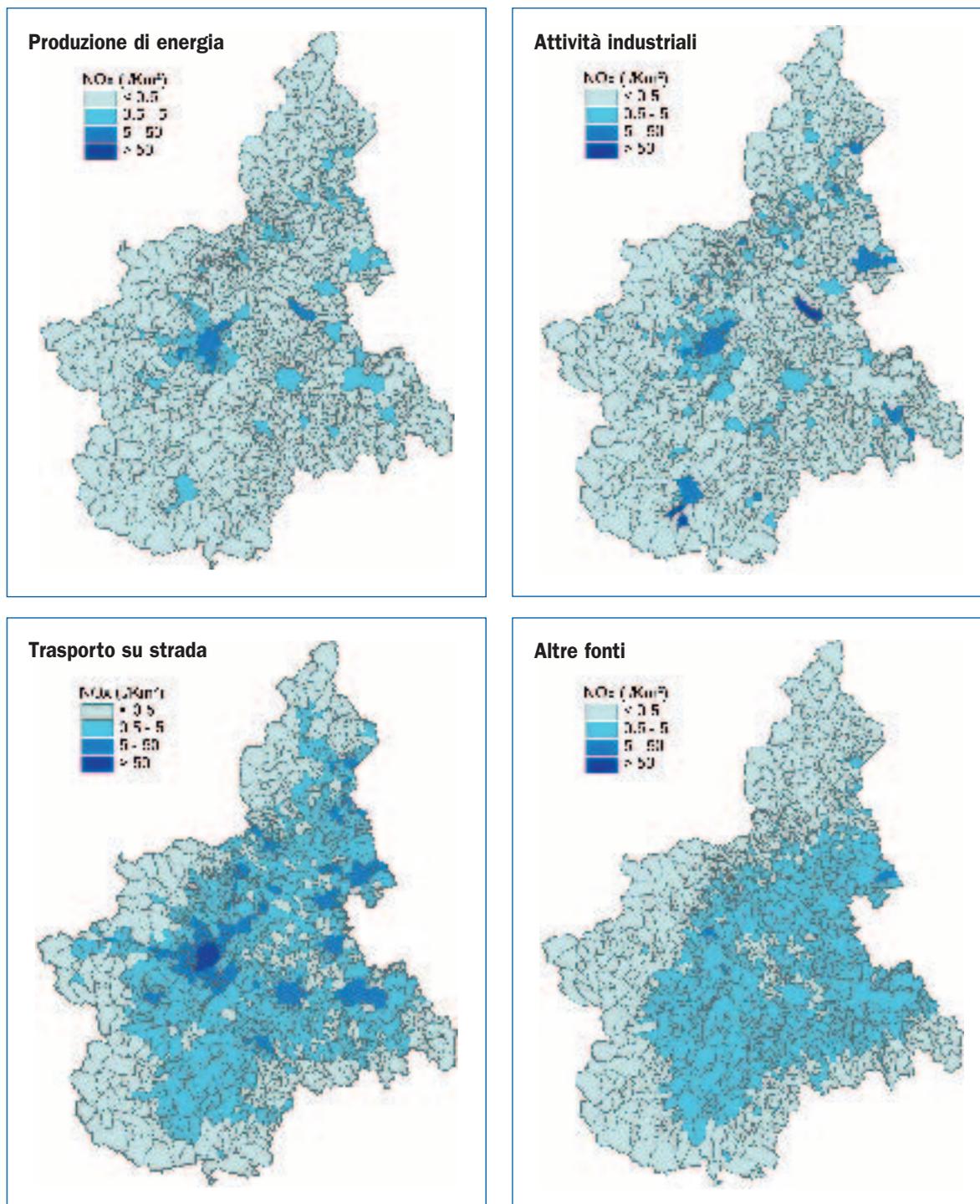
Fonte: Regione Piemonte. Elaborazione Arpa Piemonte

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 limitazio-

ne 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).

Figura 3.17 - Ossidi di azoto totali (espressi come NO₂): Emissioni per unità di superficie suddivise nei quattro comparti emissivi - anno 2001



Fonte: Regione Piemonte. Elaborazione Arpa Piemonte

Per un confronto con le elaborazioni della precedente versione dell'Inventario (dati riferiti all'anno 1997), si rimanda al Rapporto sullo Stato dell'Ambiente - anno 2003.

Precursori dell'ozono

Essendo l'ozono un inquinante secondario, è possibile stimarne la formazione in atmosfera valutando le emis-

sioni dei suoi principali precursori (ossidi di azoto, composti organici volatili, monossido di carbonio).

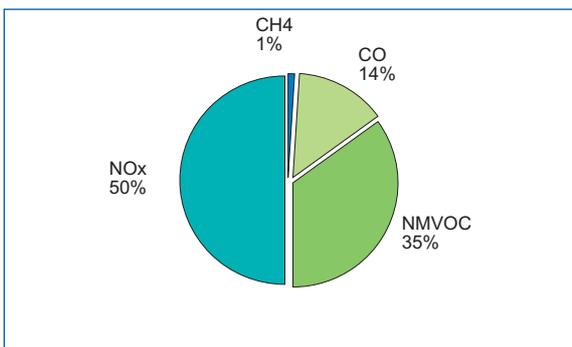
Sono stati quindi elaborati i dati presenti nell'Inventario Regionale delle Emissioni riferito al 2001: le stime di emissione annuale di ossidi di azoto (NO_x espressi come NO₂), monossido di carbonio (CO), metano (CH₄)

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

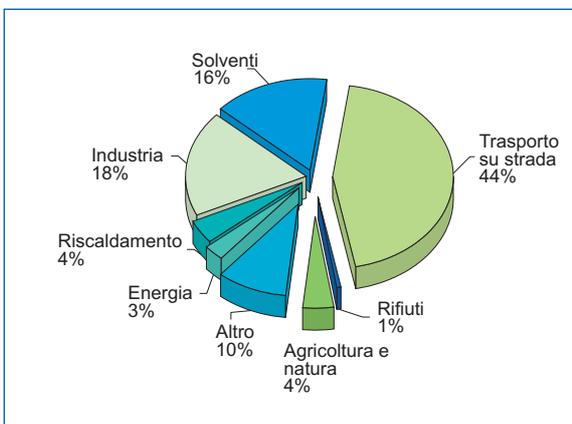
Da questo tipo di elaborazione risulta possibile sia valutare in termini percentuali il contributo di ogni precursore alla formazione dell'ozono sia individuare le principali fonti di produzione dei suoi precursori - presi nel loro insieme - in modo da orientare in modo mirato le misure di riduzione delle emissioni.

Figura 3.18 - Emissioni dei precursori dell'ozono. Ripartizione per inquinante - anno 2001



Fonte: Regione Piemonte. Elaborazione Arpa Piemonte

Figura 3.19 - Emissioni dei precursori dell'ozono. Ripartizione per comparto emissivo- anno 2001



Fonte: Regione Piemonte. Elaborazione Arpa Piemonte

In Piemonte il trasporto su strada (traffico urbano, extraurbano, autostradale) risulta il principale responsabile della produzione di precursori dell'ozono (44%), seguito dall'industria (18%) e dalla produzione di solventi (16%). I precursori a maggior potenziale di formazione dell'ozono sono gli ossidi di azoto e i composti organici volatili: nella realtà piemontese all'innalzamento dei livelli di ozono contribuiscono per il 50% le emissioni di ossidi di azoto e per il 35% quelle dei composti organici volatili (figure 3.18; 3.19).

Sostanze acidificanti

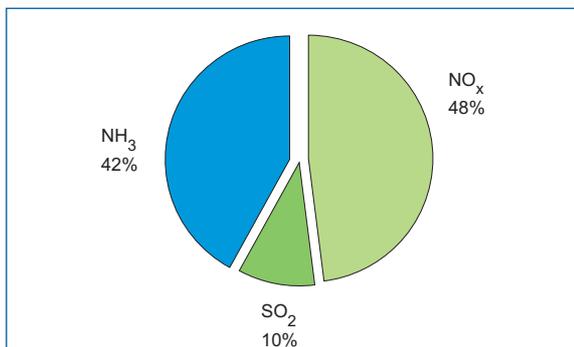
Gli effetti di ossidi di azoto (NO_x), ossidi di zolfo (SO_x) e ammoniaca (NH₃) emessi a livello atmosferico vanno dall'alterazione degli ecosistemi acquatici e terrestri ai danni a materiali ed edifici.

Applicando opportuni fattori-peso che consentono di combinare le emissioni annuali dei singoli inquinanti - ricavate dall'Inventario Regionale delle Emissioni 2001 - 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 (figure 3.20, 3.21).

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

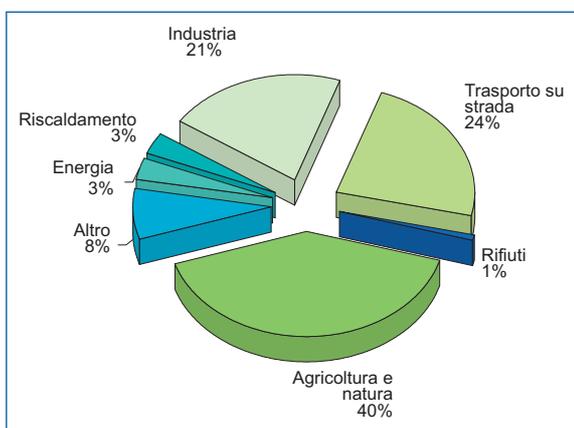
Quasi la metà dei gas acidificanti risulta costituita dagli ossidi di azoto (48%), mentre l'ammoniaca ne costituisce il 42%. In Piemonte la principale fonte di gas acidificanti risulta il sistema agroforestale e zootecnico (40%, essenzialmente emissioni ammoniacali). Tra le fonti di rilievo per la produzione di emissioni acidificanti ricompare il trasporto su strada (24%, per lo più ossidi di azoto), seguito dall'industria (21% delle emissioni totali, dovute per il 48% a ossidi di azoto e per il 51% a biossido di zolfo).

Figura 3.20 - Emissioni di sostanze acidificanti. Ripartizione per inquinante - anno 2001



Fonte: Regione Piemonte. Elaborazione Arpa Piemonte

Figura 3.21 - Emissioni di sostanze acidificanti in Piemonte. Ripartizione per comparto emittente - anno 2001



Fonte: Regione Piemonte. Elaborazione Arpa Piemonte

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, al punto che il Comitato Intergovernativo sul Cambiamento Climatico (IPCC) ha previsto per i prossimi dieci anni un aumento della temperatura media del pianeta dell'ordine di 0.1-0.3°C e, di conseguenza, un aumento del livello medio del mare da 1.5 a 9.5 cm.

Le emissioni dei singoli gas serra - fornite dall'Inventario Regionale delle Emissioni 2001 - 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:

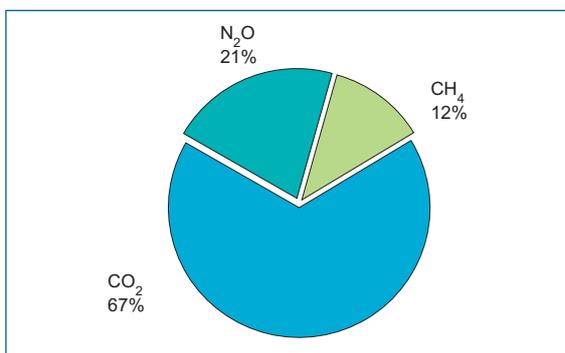
sono stati così individuati i contributi delle principali fonti emittenti alla formazione complessiva di gas serra (figure 3.22, 3.23).

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

Alla produzione di gas serra in Piemonte contribuiscono in misura predominante tre fonti principali: industria (37%), trasporto su strada (20%) e riscaldamento (16%).

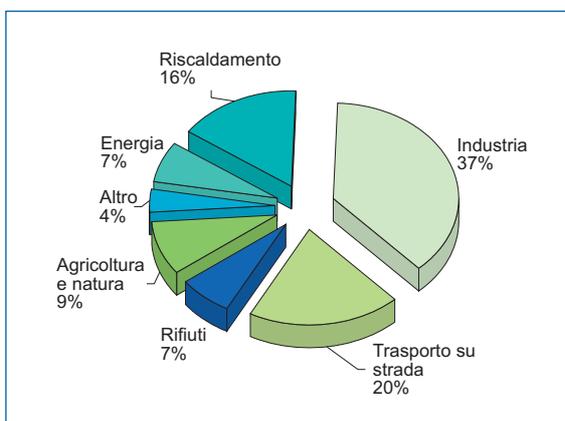
Altri contributi provengono dal comparto agricolo (in particolare la zootecnia per le emissioni di metano e l'utilizzo di fertilizzanti per il protossido di azoto, con il 9%), dal trattamento e smaltimento dei rifiuti (soprattutto metano) e dalla produzione di energia, entrambi per il 7%.

Figura 3.22 - Emissioni di gas serra. Ripartizione per inquinante - anno 2001



Fonte: Regione Piemonte. Elaborazione Arpa Piemonte

Figura 3.23 - Emissioni di gas serra. Ripartizione per comparto emittente - anno 2001



Fonte: Regione Piemonte. Elaborazione Arpa Piemonte

box 4 Valutazione dei potenziali di assorbimento della CO₂ in base al protocollo di Kyoto

A cura di Fabio Petrella IPLA - Torino

La sfida ecologica più importante del nuovo millennio è il controllo delle emissioni dei gas serra in atmosfera. Al fine di minimizzare il rischio ambientale causato dai possibili cambiamenti climatici, secondo numerosi scienziati già in atto, gioca un ruolo fondamentale la conoscenza e la gestione del carbonio e dei cicli energetici naturali e antropici ad esso collegati

Gli ecosistemi terrestri costituiscono un importante anello nel ciclo globale del carbonio e possono fungere da depositi (*sink*) o da sorgenti (*source*) di anidride carbonica a seconda delle condizioni naturali e della gestione antropica.

Gli organismi tecnici e politici internazionali che si occupano da circa 15 anni del problema hanno varato attraverso l'ormai famoso Protocollo di Kyoto del 1997, ratificato dall'Italia in ambito europeo e poi nazionale (Legge 10/02), un complesso sistema per il calcolo e il costo delle emissioni. In questa ottica è di fondamentale

importanza la contabilizzazione dei cosiddetti crediti di carbonio, cioè la quantificazione dei potenziali incrementi nell'assorbimento di CO₂ da parte dei "sink", che possono essere utilizzati per ridurre i costi legati al superamento delle emissioni ammesse dal Protocollo.

L'accordo di Kyoto e i successivi sviluppi hanno portato a definire e regolamentare anche il cosiddetto "carbon trading", il mercato dei crediti, che amplia ulteriormente le prospettive di impostazione dei Piani Energetici da quelli internazionali a quelli nazionali fino a quelli regionali, in quanto sarà possibile scambiare i crediti con permessi di emissione.

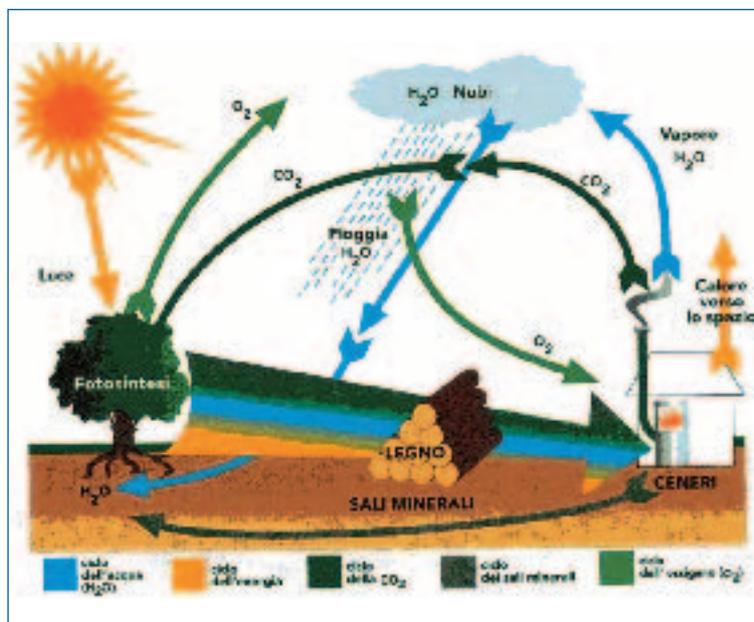
Torre collocata nel Parco La Mandria (Venaria)



L'IPLA si inserisce ormai da alcuni anni nell'ambito tecnico-scientifico progettuale internazionale (Carboeurope) di supporto al "decision making" regionale e nazionale, attivando una stazione di monitoraggio degli scambi gassosi fra atmosfera e il sistema foresta-suolo, con il contributo finanziario della Regione Piemonte. Il sistema, monitorato direttamente dalla sede IPLA con collegamento remoto, consente il controllo "on-line" degli scambi di CO₂ e i primi bilanci del carbonio annuali misurati direttamente in ambito regionale piemontese.

In particolare l'attività si articola nelle seguenti aree:

- Monitoraggio degli scambi gassosi fra ecosistema foresta-suolo e atmosfera mediante tecnica "eddy-covariance".
- Calcolo su base sperimentale degli assorbimenti netti di carbonio.
- Studi per l'implementazione dei monitoraggi e controlli degli assorbi-



menti di carbonio nel territorio regionale.

- Valutazioni dei potenziali di assorbimento delle foreste e dei suoli piemontesi.
- Analisi calcolo e rappresentazione cartografica dei carbon sink dei suoli piemontesi

Progetti

- Monitoraggio degli scambi gassosi fra ecosistema foresta-suolo e atmosfera mediante tecnica "eddy-covariance" presso il Parco Regionale "La Mandria" a Venaria Reale (Torino).
- Valutazione dell'assorbimento della CO₂ da parte degli ecosistemi forestali e delle praterie stabili del Piemonte in relazione agli impegni derivanti dal

protocollo di Kyoto.

- Stima della fissazione di CO₂ da parte delle formazioni forestali suscettibili all'utilizzo come combustibile e delle emissioni durante l'utilizzo del legno a scopo energetico
- Carta del carbonio dei suoli (0-30 e 0-100 cm di profondità) a scala 1:250.000.

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 in *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* in 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".