



## 3 QUALITÀ DELL'ARIA

*(A cura di Paola Boschetti – ARPA Piemonte, Area Ricerca e Studi; Mauro Maria Grosa - ARPA Piemonte, Dipartimento di Torino, Area Qualità dell'Aria ed Emissioni)*

### 3.1 INTRODUZIONE

Nel triennio 1998-2000, periodo di riferimento considerato, la qualità dell'aria ha sicuramente subito l'influenza delle modifiche qualitative e quantitative delle pressioni rappresentate principalmente dai settori del trasporto, delle attività produttive e della generazione di energia. Senza entrare nel merito dei singoli settori citati, trattati in altri capitoli, si può evidenziare che le emissioni del trasporto veicolare su strada, soprattutto privato, hanno subito un notevole decremento grazie alla sempre maggiore diffusione dei dispositivi catalitici. Tuttavia tali dispositivi non riducono le emissioni del biossido di carbonio, considerato il principale prodotto, di origine antropica, responsabile del cosiddetto effetto serra. Altri esempi sono riferibili al miglioramento dei processi produttivi, in termini di emissioni, e alla diminuzione della frazione dei combustibili liqui-

di di scarsa qualità per la generazione di energia. I cambiamenti suddetti si riflettono in un complessivo miglioramento della qualità dell'aria, in particolare per le aree ad elevata concentrazione di sorgenti emissive, soprattutto per gli inquinanti primari ovvero emessi come tali (monossido di carbonio, benzene, metalli pesanti, ecc.).

La qualità dell'aria viene qui trattata sinteticamente in termini di indicatori di stato (per il monitoraggio dei parametri chimici e per le deposizioni atmosferiche) e indicatori di impatto (per il biomonitoraggio), nell'ambito del modello DPSIR, descrivendo, ove possibile, i principali indicatori proposti dal Centro Tematico Nazionale Aria Clima Emissioni (CTN-ACE, 2000) e la loro evoluzione temporale. Come nel precedente rapporto, sono inoltre riportate alcune esperienze relative all'applicazione di modelli matematici nella valutazione integrata della qualità dell'aria.

Il miglioramento della qualità dell'aria deriva principalmente dall'innovazione tecnologica, per quanto riguarda le emissioni, e dall'evoluzione della normativa europea, nazionale e locale inerente la qualità dell'aria e le emissioni.



Indicatore / Indice	DPSIR	Unità di misura	Livello di dettaglio territoriale	Anni di riferimento	Disponibilità dei dati	Andamento
CO - sup.media 8 ore	S	numero	Provinciale	1998 - 2000	☺	↔
CO - massima media 8 ore	S	mg/m <sup>3</sup>	Provinciale	1998 - 2000	☺	↔
NO <sub>2</sub> - sup. limite orario	S	numero	Provinciale	1998 - 2000	☺	⇒
NO <sub>2</sub> - media annua	S	µg/ m <sup>3</sup>	Provinciale	1998 - 2000	☺	⇒
O <sub>3</sub> - sup. limite orario	S	µg/ m <sup>3</sup>	Provinciale	1998 - 2000	☺	⇒
O <sub>3</sub> - sup. limite prot. vegetazione	S	numero	Provinciale	1998 - 2000	☺	⇒
PM10 - media annua	S	µg/ m <sup>3</sup>	Provinciale	1998 - 2000	☹	⇒
PM10 - sup. limite giornaliero	S	µg/ m <sup>3</sup>	Provinciale	1998 - 2000	☹	⇒
PTS - media annua	S	µg/ m <sup>3</sup>	Provinciale	1998 - 2000	☹	↔
Benzene - media annua	S	µg/ m <sup>3</sup>	Provinciale	1998 - 2000	☹	↔
Deposizioni atmosferiche	S	g/ha	Puntuale	1994 - 1998	☺	
Biodiversità lichenica	I	I.B.L.	Puntuale	1998 - 2000	☺	
Bioaccumulo nei licheni ( <i>metalli pesanti</i> )	I	µg/kg	Puntuale	1997 -2000	☹	
Biomonitoraggio O <sub>3</sub> con tabacco	I	I.D.F.	Puntuale	1998	☹	

### 3.1.1 AGGIORNAMENTO NORMATIVO: LEGGE REGIONALE N° 43/2000

(A cura di Franca Sordi – Regione Piemonte, Assessorato Ambiente, Settore Risanamento Acustico ed Atmosferico)

La L. R. 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", definisce e coordina l'esercizio delle funzioni dei diversi enti e soggetti che operano per la riduzione ed il controllo della qualità dell'aria, disciplina gli obiettivi e le procedure per l'approvazione del piano per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria, per la realizzazione del sistema regionale di rilevamento della qualità

dell'aria, per la tenuta dell'inventario delle emissioni. Con la legge è stato contestualmente approvato il Piano regionale di risanamento e tutela della qualità dell'aria, elaborato secondo le prescrizioni del Decreto Legislativo 4 agosto 1999 n° 351, che costituisce la norma quadro di riferimento per la pianificazione del miglioramento dell'aria ambiente.

Conseguentemente il Piano contiene la "Valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente", che il Decreto Legislativo 351/99 prevede sia effettuata dalle Regioni utilizzando le misure, le indagini e le stime disponibili, per individuare in prima applicazione le zone per la gestione della qualità dell'aria e la pianificazione degli interventi necessari per il suo miglioramento complessivo.

La "Valutazione preliminare della qualità dell'aria" è stata elaborata sulla base di una metodologia messa



a punto dall'ARPA, che ha permesso di utilizzare tutte le misure della qualità dell'aria effettuate sul territorio regionale nel quinquennio 1994-1998, compresi anche i dati eterogenei relativi alle campagne di breve periodo. La valutazione contiene la stima, in termini cautelativi, dei massimi valori delle concentrazioni dei diversi inquinanti che è verosimile possano verificarsi nel corso di un quinquennio sul territorio piemontese, in assenza di interventi correttivi.

Tali valori massimi sono stati rapportati sia ai limiti e ai valori obiettivo attualmente previsti dalla normativa, sia a quelli contenuti nelle nuove normative comunitarie, non ancora recepite nell'ordinamento italiano, ma ai quali è necessario fare riferimento, in quanto delineano gli obiettivi comunitari per il periodo 2000 - 2010.

Il Piano ha provveduto alla classificazione del territorio in tre Zone ai fini della gestione della qualità dell'aria, per ognuna delle quali sono state indicate le caratteristiche, i criteri per l'individuazione dei territori comunali da assegnare alle medesime, la tipologia di controllo che deve essere realizzato per garantire una adeguata conoscenza dello stato dell'inquinamento e della sua evoluzione. Sulla base dei limiti e degli obiettivi di qualità dell'aria saranno predisposti i necessari piani di azione, piani o programmi di miglioramento progressivo e di conservazione dell'aria ambiente, nei quali sono individuati i provvedimenti necessari per il governo e la gestione della qualità dell'aria.

Le indicazioni della Valutazione preliminare hanno consentito di procedere alla individuazione dei Comuni che in sede di prima applicazione sono assegnati alle zone medesime.

Per fare fronte alle nuove necessità derivanti dalle menzionate strategie di controllo, la legge ha regolamentato il sistema regionale di rilevamento della qualità dell'aria, finalizzato alla direzione ed al coordinamento dei sistemi di rilevamento installati sul territorio regionale da soggetti pubblici o privati, ed ha previsto che detto sistema sia gestito dall'ARPA, in maniera tale da fornire l'informazione necessaria per la valutazione dello stato della qualità dell'aria e per lo svolgimento delle diverse funzioni istituzionali che competono ai diversi enti.

La legge ha inoltre previsto per l'anno 2000 uno specifico stanziamento per l'acquisto della strumentazione necessaria al completamento del sistema di rilevamento della qualità dell'aria e la possibilità di rifinanziamento negli anni successivi, sulla base degli investimenti che si renderanno necessari per le emergenti esigenze di conoscenza dello stato del territorio e di manutenzione straordinaria del sistema.

Infine, secondo quanto previsto dal Decreto

Legislativo 351/99 e dal Piano, è stato avviato con ARPA un progetto che permetterà di effettuare una "Valutazione integrata della qualità dell'aria ambiente", ovvero di mettere in relazione le informazioni derivanti del sistema misura degli inquinanti e dall'inventario delle emissioni, attraverso l'applicazione di modelli di dispersione.

### 3.1.2 RETI DI MONITORAGGIO STRUMENTALE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

La situazione all'anno 2000 della composizione delle rete regionale di monitoraggio, comprensiva dei mezzi mobili, non è significativamente differente da quella descritta nel precedente rapporto. Oltre 40 comuni, la cui distribuzione è visibile in **figura 3.1** (stazioni attive ARPA/Provincia), sono sede di almeno una stazione fissa di monitoraggio gestita da enti pubblici istituzionalmente competenti; la dotazione strumentale delle complessive 55 stazioni fisse, per i principali parametri chimici, è riportata in **tabella 3.1**. Si evidenzia come ancora oggi la rete non sia distribuita in maniera omogenea sul territorio regionale: nella provincia di Vercelli non esiste una rete, ad eccezione di quella ENEL a servizio di un impianto di generazione di energia, e le province di Asti e di Cuneo dispongono ciascuna di una sola stazione. Per ovviare a tali carenze, nel Piano regionale di risanamento è stato previsto un incremento qualitativo e quantitativo sia delle stazioni (14 stazioni in più rispetto alla situazione attuale, nei comuni indicati nella figura 3.1) sia della strumentazione.

Altre reti fisse appartengono, oltre che a ENEL, a Barricalla spa, Con.Ser.VCO e AEM (figura 3.1).

Sul territorio regionale operano infine 5 mezzi mobili gestiti dall'ARPA, ai fini di integrare, anche se in modo parziale, il monitoraggio della qualità dell'aria sul territorio non coperto dalla rete fissa. La dotazione strumentale di tali mezzi, il cui numero verrà incrementato di una unità, è riportata in tabella 3.1. Nel triennio 1998-2000 le campagne di monitoraggio hanno riguardato siti localizzati nei comuni evidenziati in **figura 3.2**.

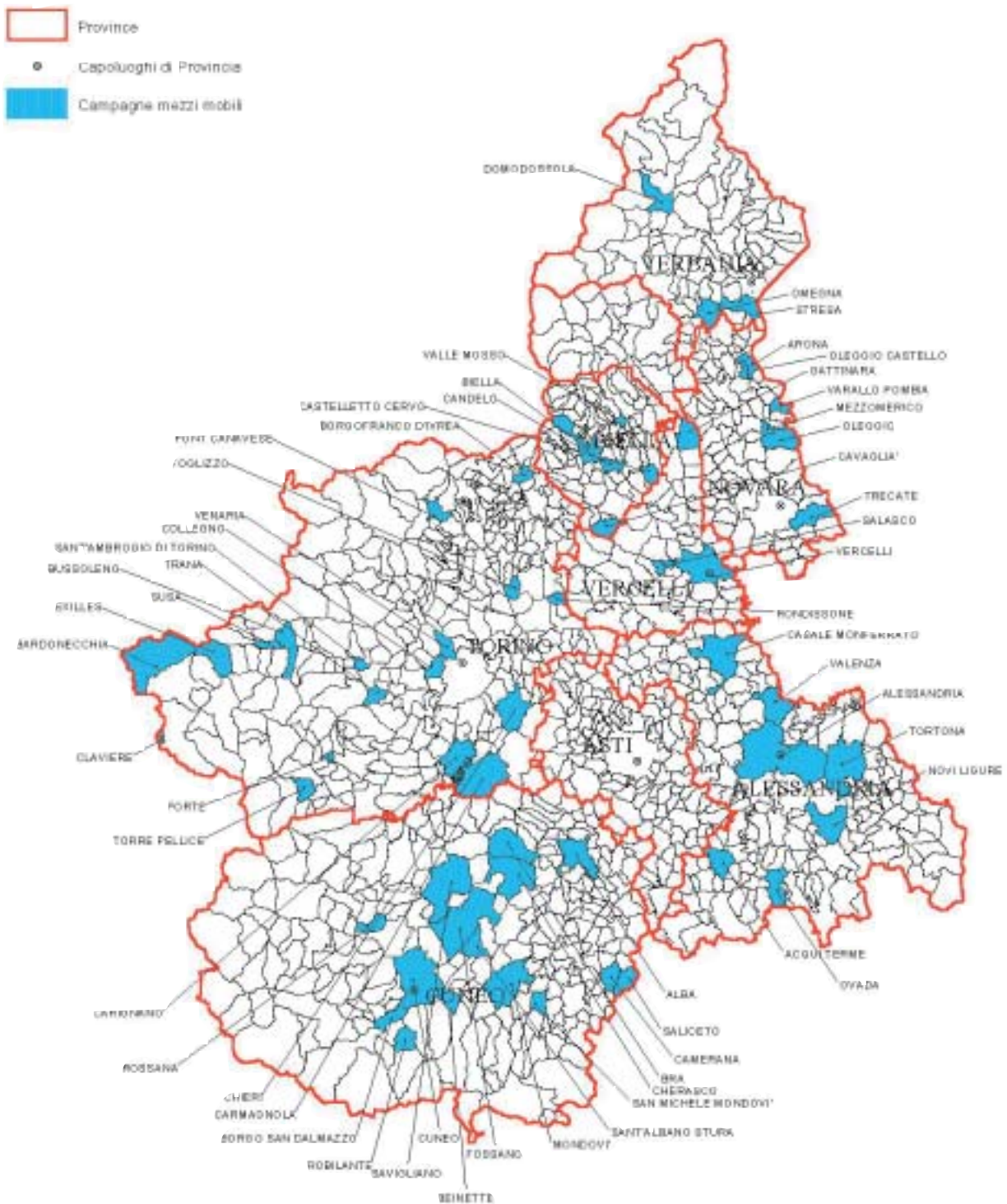
Il numero di stazioni fisse e il numero di siti oggetto di monitoraggio con mezzi mobili possono essere considerati come esempi di *indicatori di risposta*, nell'ambito del modello DPSIR, da parte dell'amministrazione pubblica, così come l'emanazione del Piano regionale di tutela e risanamento della qualità dell'aria.







Figura 3.2 - Campagne dei mezzi mobili nel triennio 1998 - 2000: comuni interessati



## 3.2 INDICATORI CHIMICI DI STATO

(Con il contributo delle Aree Qualità dell'Aria ed Emissioni dei Dipartimenti ARPA di: Alessandria (Giuseppe Caponetto), Asti (Massimo Marucchi), Biella (Marco Vincenzi), Cuneo (Silvio Cagliero), Novara (Giuseppina Annovazzi), Torino (Mauro Maria Grossa), Vercelli (Massimo Varalda) e dell'Area Qualità dell'Aria e Modellistica del Dipartimento ARPA di Grugliasco (Francesco Lollobrigida))

Ai fini di rappresentare la situazione della qualità dell'aria in Piemonte, si è scelto di utilizzare come indicatori di stato i livelli degli inquinanti più significativi in termini di:

- disponibilità di dati sul territorio
- attuale rilevanza per l'impatto sull'uomo e/o sull'ambiente
- conformità alla normativa nazionale o europea vigente
- corrispondenza con gli indicatori prioritari individuati dal CTN-ACE.

Come indicatori statistici di ciascun inquinante, in carenza di specificazioni ulteriori da parte del CTN-ACE, sono stati adottati quelli che consentono attualmente la migliore stima degli impatti di tipo acuto (es. il n° dei superamenti di un limite di concentrazione, su base temporale massima giornaliera) e di tipo cronico (es. la concentrazione media su base annua) dovuti

ad inquinamento atmosferico. In proposito si è cercato di utilizzare, compatibilmente con i dati disponibili e le caratteristiche sperimentali delle stazioni in alcune province, gli indicatori statistici previsti a livello europeo: in particolare dalla *Direttiva 1999/30/CE*, che dovrebbe essere recepita entro l'estate del 2001. Le stazioni fisse ARPA/Provincia sono state classificate, ai fini del presente rapporto, in tre tipologie (traffico, urbano, rurale) come riportato in **tabella 3.1**, in modo da consentire aggregazioni dei dati significative, anche dal punto di vista numerico, a livello provinciale. Tale classificazione, applicata anche ai siti oggetto di campagne di monitoraggio da parte dei mezzi mobili, non ha una corrispondenza con le Zone individuate dal Piano regionale di risanamento della qualità dell'aria: la classificazione della stazione è sovente specifica della sua localizzazione all'interno del territorio comunale, mentre la Zona classifica l'intero comune. L'arco temporale considerato è il triennio 1998-2000 per le reti fisse, compatibilmente con la disponibilità dei dati; per i mezzi mobili le aggregazioni dei dati, effettuate solamente a livello regionale, riguardano l'anno 2000. I dati prodotti dalle reti sono comunque disponibili presso le Province territorialmente competenti. In tabella 3.1 sono evidenziati, per ciascuna stazione della rete sia fissa sia mobile, i parametri effettivamente utilizzati per le elaborazioni statistiche presentate.

I dati prodotti dalle reti private non sono stati considerati in quanto non sempre completi come copertura temporale per l'anno 2000.

Tabella 3.1 - Piemonte: tipologia di stazioni fisse e mobili di monitoraggio e relativi parametri

Provincia	Comune	tipo stazione			parametro					
		rurale	traffico	urbana	biossido di azoto	monossido di carbonio	ozono	benzene	polveri PM10	polveri totali
TORINO	Alpignano			X	•		•			
	Beinasco			X	•		•			
	Borgaro			X	•		•			
	Buttiglieria	X							•	
	Carmagnola		X						•	
	Castagneto Po	X							•	
	Chieri		X		•	•				
	Chivasso		X			•				
	Ciriè			X	•					
	Druento	X			•	•	•			
	Grugliasco			X	•					
	Ivrea		X		•	•				
	Nichekino		X		•	•				
	Orbassano			X	•		•			
	Pinerolo			X		•				
	Pino	X					•			





Provincia	Comune	tipo stazione			parametro					
		rurale	traffico	urbana	biossido di azoto	monossido di carbonio	ozono	benzene	polveri PM10	polveri totali
TORINO	Rivoli		x			•				
	Settimo		x		•	•				
	Susa			x		•				
	Torino, Aeroporto		x						•	•
	Torino, Consolata		x			•	•		•	•
	Torino, Cristina		x			•	•			
	Torino, Gaidano				x	•	•			
	Torino, DiVittorio				x	•	•	•		•
	Torino, Rebaudengo		x			•	•			•
	Torino, Rivoli		x			•	•			•
	Venaria		x				•			
	Vinovo				x	•		•		
AL	Alessandria, Libertà		x		•	•			•	
	Alessandria, D'Annunzio		x					■		■
	Alessandria, Orti			x			•			
	Tortona			x		•				•
	Casale M.			x	•	•				
	Novi L.		x		•					
	Arquata			x						•
	Serravalle			x						
AT	Asti		x		•	•			•	
CN	Saliceto	x			•	•	•			
NO	Novara, Verdi			x	•	■	■	■	■	■
	Novara, Leonardi			x	■				■	■
	Novara, Bovio			x	■	•		■	■	
	Cerano			x	■			■		■
	Borgomanero			x	■	•				■
	Cameri,			x	•					
	Treccate			x	■	•				•
	Romentino		x				•			•
	Novara			x					■	
	Pieve Vergonte			x	■		•			■
VCO	Verbania			x	■	•		■	■	
	Domodossola			x	■	•			■	
BI	Biella, Sturzo			x	•	•	•	•	•	
	Biella, Lamarmora		x		•	•		■		
	Cossato			x	•	•	•		•	
	Ponzone Trivero			x	•	•	•		•	
	Verrone		x		•		•		•	
	Mezzo mobile prov. TO				•	•	•			■
	Mezzo mobile prov. AL				•	•	•			■
	Mezzo mobile prov. NO				•	•	•			■
	Mezzo mobile prov. CN				•	•	•		■	
	Mezzo mobile prov. VC				•	•	•	■	■	

- = parametri considerati nelle elaborazioni triennio 1998-2000
  - = parametri non considerati nelle elaborazioni triennio 1998-2000
- Monossido di carbonio = CO Biossido di azoto = NO<sub>2</sub> Ozono = O<sub>3</sub> PM10 = polveri <10µ Polveri totali = PTS



### 3.2.1 MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)

Gli indicatori statistici utilizzati, ovvero la media del numero di superamenti della media mobile di 8 ore e la media dei valori massimi di tale media, generalmente calcolati su base annua, hanno come riferimento normativo nazionale il *D.P.C.M. 28/3/1983* e la *Direttiva europea 2000/69/CE del 16/11/2000* (in fase di recepimento).

Il primo indicatore rappresenta, soprattutto per le aree dove il traffico veicolare costituisce la sorgente principale di inquinamento atmosferico, una stima dell'impatto provocato dai trasporti. Come si evince dalla **figura 3.3**, nella provincia di Torino, dove è disponibile la serie storica triennale 1998-2000, si osserva una marcata diminuzione dell'indicatore, dovuta all'aumento del parco veicolare circolante dotato di marmitta catalitica.

Il numero dei superamenti del limite (10 mg/m<sup>3</sup>) nella città di Asti e nella provincia di Torino è confrontabile per l'anno 2000 e comunque inferiore a 10; le altre realtà provinciali presentano situazioni migliori.

La significatività spaziale dei dati è tuttavia diffe-

rente in quanto il numero di stazioni di rilevamento è assai più elevato nella provincia di Torino (cfr. **tabella 3.1**).

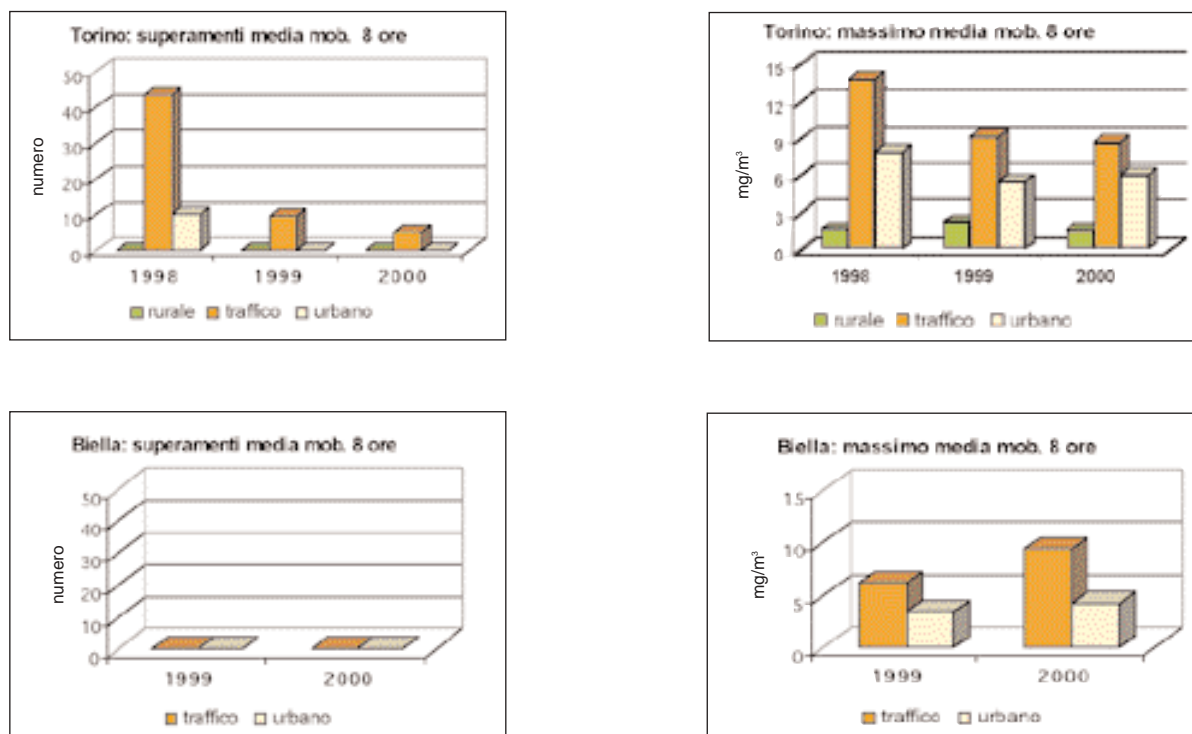
È comunque da rilevare che il CO, analogamente agli altri inquinanti primari emessi dagli autoveicoli (benzene, ossidi di azoto e polveri), può determinare situazioni critiche anche in aree non urbane caratterizzate da elevati flussi veicolari.

Il secondo indicatore discrimina in modo più efficace le diverse tipologie di stazione (rurale, traffico, urbano) anche in casi in cui non sussiste alcun superamento del limite considerato. Infatti in figura 3.3 si osserva che le stazioni di traffico presentano valori superiori a quelle urbane e rurali e comunque non superiori a 15 mg/m<sup>3</sup>; ciò è evidente soprattutto nelle province di Torino e Biella, dove sono disponibili le diverse tipologie di stazioni.

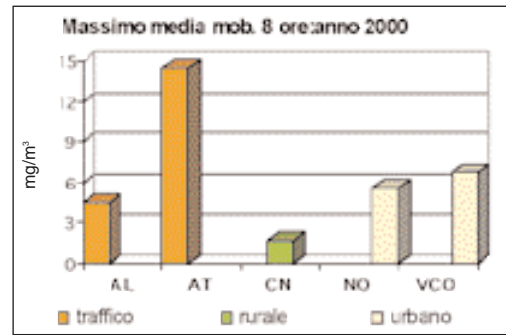
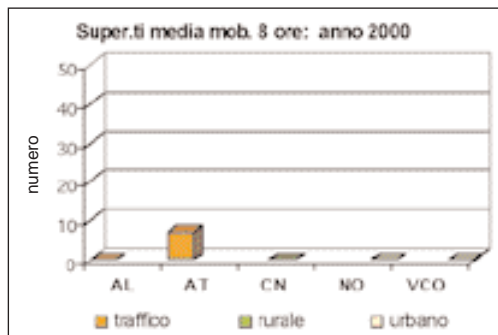
Per il confronto tra Torino e Asti nel 2000, vale quanto detto per il primo indicatore.

In conclusione le concentrazioni di monossido di carbonio sono in fase di evidente calo e tale tendenza dovrebbe proseguire anche in futuro, almeno fino alla completa sostituzione dei veicoli non catalizzati.

Figura 3.3 - CO: riepilogo per provincia e tipo di stazione fissa (1998-2000)







Superamenti media mob. 8 ore = n° medio dei superamenti del limite (10mg/m<sup>3</sup>) della media mobile sulle 8 ore (24 gruppi giornalieri)

Massimo media mob. 8 ore = media dei massimi delle medie mobili sulle 8 ore (24 gruppi giornalieri)

### 3.2.2 BLOSSIDO DI AZOTO (NO<sub>2</sub>)

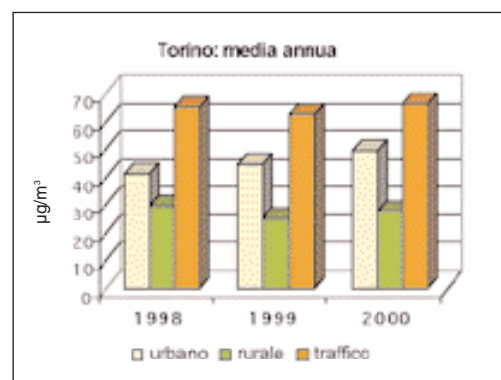
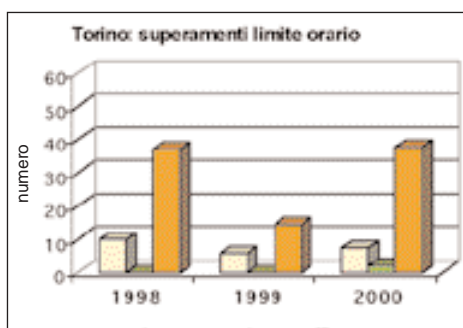
Gli indicatori statistici utilizzati, ovvero la media del numero di superamenti del limite orario e la media dei valori delle medie annue, hanno come riferimento normativo nazionale il D.M. 15/4/1994 e la Direttiva europea 1999/30/CE del 22/04/1999 (in fase di recepimento).

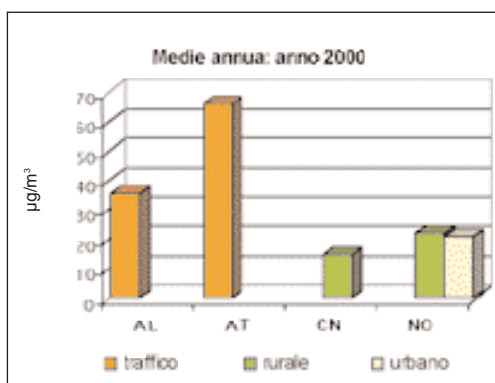
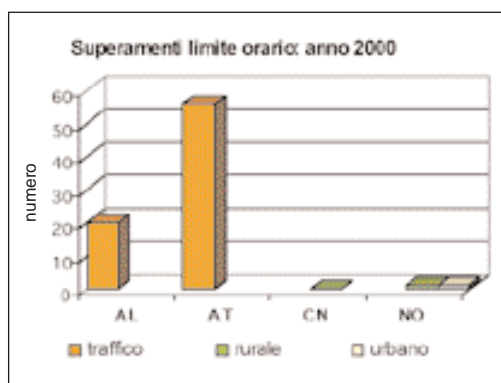
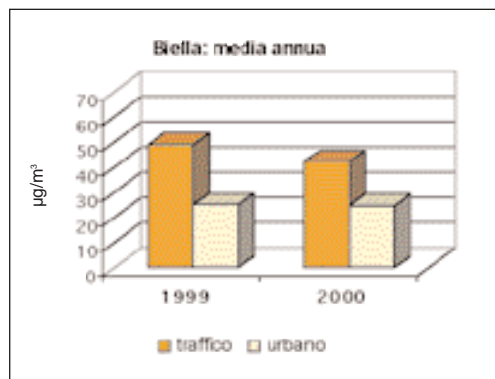
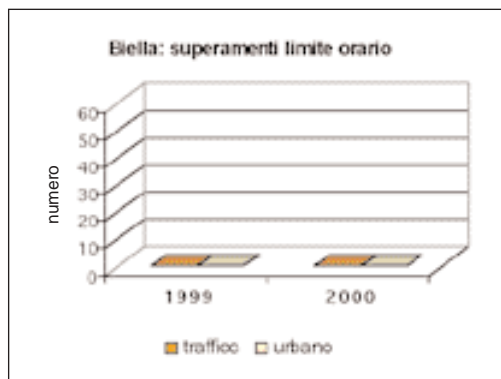
Il primo indicatore rappresenta, soprattutto per le aree dove il traffico veicolare costituisce la sorgente principale di inquinamento atmosferico, una stima degli episodi acuti della concentrazione di tale inquinante. Come si nota dalla **figura 3.4** le situazioni più critiche si riscontrano nelle stazioni di traffico, in modo particolare nelle province di Torino, Asti e Alessandria, con ca. 20 – 50 superamenti annui del valore limite orario di 200 µg/m<sup>3</sup>, mentre nella provincia di Biella la situazione è decisamente migliore non evidenziando alcun superamento nel biennio 1999-2000.

Il secondo indicatore discrimina in modo più efficace le diverse tipologie di stazione (rurale, traffico, urbano) anche in casi in cui non sussiste alcun superamento del limite orario. Infatti in figura 3.4 si osserva che le stazioni di traffico presentano valori superiori a quelle urbane e rurali e comunque di poco superiori a 60 µg/m<sup>3</sup> (valore limite 40 µg/m<sup>3</sup>, da raggiungere entro il 2010); ciò è evidente soprattutto nelle province di Torino e Biella, dove sono disponibili le diverse tipologie di stazioni. Per il confronto tra Torino e Asti nel 2000, e comunque per tutti i valori aggregati a livello provinciale, vale quanto detto per il monossido di carbonio in termini di numero di stazioni (cfr. **tabella 3.1**).

In conclusione le concentrazioni di biossido di azoto non mostrano marcati segni di diminuzione, anche se su base decennale nella città di Torino si è assistito ad un lieve miglioramento della situazione; tuttavia il rispetto del limite annuale è ancora lontano e molto dovrà essere fatto per rispettare la norma europea.

Figura 3.4 – NO<sub>2</sub>: riepilogo per provincia e tipo di stazione fissa (1998-2000)





Superamenti limite orario = n° medio dei superamenti del limite orario di 200 µg/m<sup>3</sup>

### 3.2.3 OZONO (O<sub>3</sub>)

Gli indicatori statistici utilizzati, ovvero la media del numero di superamenti del limite orario di 180 µg/m<sup>3</sup> e la media del numero dei superamenti del limite giornaliero di 65 µg/m<sup>3</sup> per la protezione della vegetazione, hanno come riferimento normativo nazionale il D.M. 16/5/1996.

Il primo indicatore rappresenta una stima degli episodi di picco, preminentemente di interesse sanitario, della concentrazione di tale inquinante.

Come si nota dalla **figura 3.5** le situazioni più critiche si riscontrano nelle stazioni rurali e urbane. Nelle stazioni di traffico non viene installato l'analizzatore, in quanto le emissioni prodotte dai veicoli hanno un effetto riducente sulla concentrazione dell'ozono e alterano così la rappresentatività della misura.

La presenza di una importante sorgente di precursori della sintesi fotochimica dell'ozono troposferico (ossidi di azoto e composti organici volatili), rappresentata dall'area metropolitana torinese, fa sì che in provincia di Torino si rilevino i valori più elevati e si oltrepassino, come media, i 100 superamenti annui.

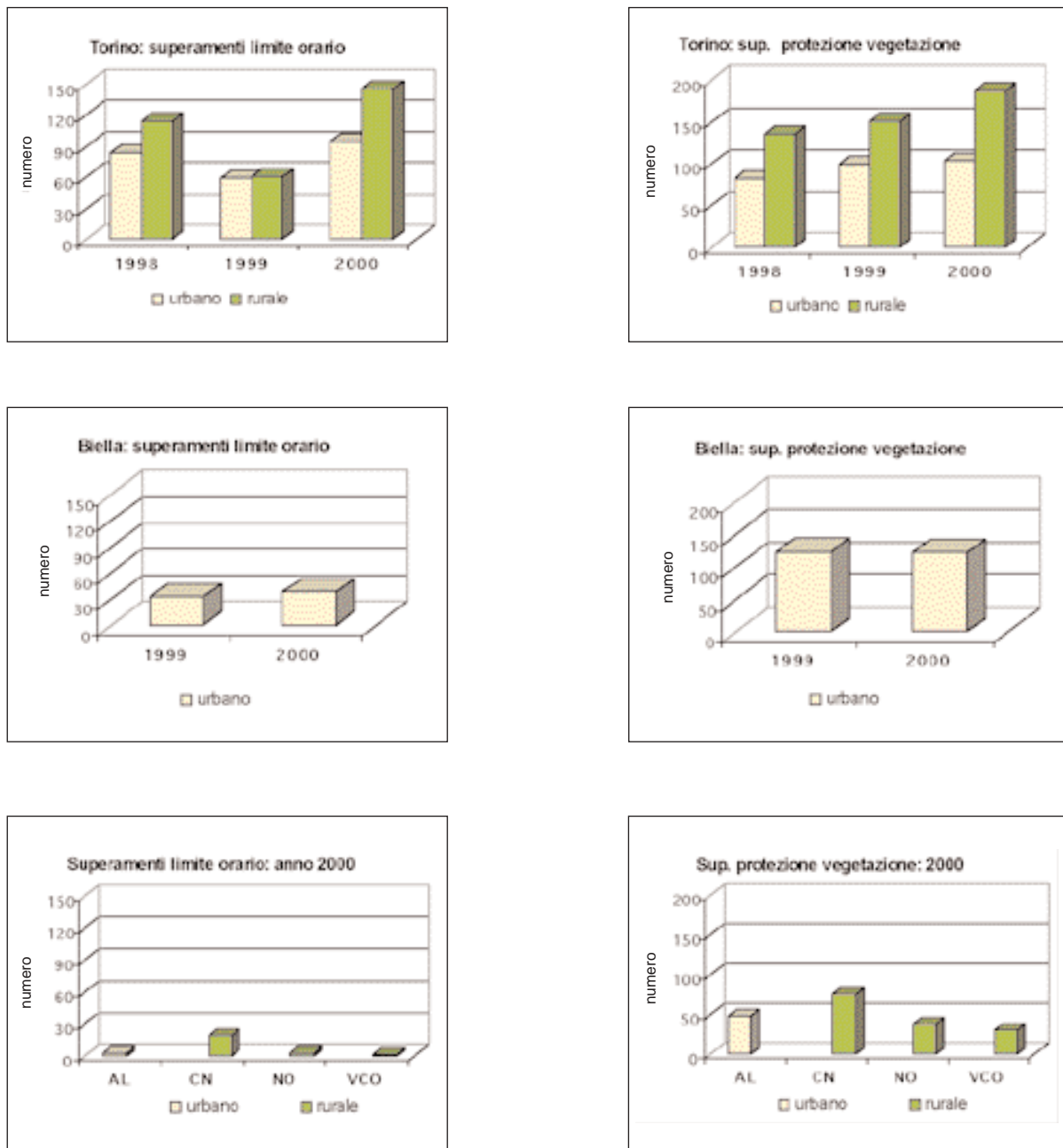
Le altre province presentano una situazione assai più tranquilla, almeno nei siti monitorati. L'analisi del secondo indicatore, di tipo ambientale e correlato ai potenziali danni della vegetazione esposta, conferma di fatto le indicazioni del primo, ad eccezione di una maggiore omogeneità nelle stazioni presenti sul territorio piemontese, dovuta principalmente all'espressione statistica dell'indicatore. Il superamento del limite interessa, in alcuni casi, oltre 150 giorni all'anno nel periodo primaverile-estivo.

In conclusione si può affermare che le concentrazioni dell'ozono non mostrano una tendenza netta, sia in diminuzione sia in aumento, nel triennio in esame; anche su base decennale nella città di Torino non è evidente una tendenza. Di fatto questo inquinante rappresenta e rappresenterà un problema di difficile soluzione.

Per quanto riguarda uno studio specifico dell'impatto dell'ozono sugli ecosistemi vegetali, si rinvia al capitolo ECOSISTEMI.



Figura 3.5 - O<sub>3</sub>: riepilogo per provincia e tipo di stazione fissa (1998-2000)



Superamenti limite orario = n° medio dei superamenti del limite orario di 180 µg/m<sup>3</sup>

Sup. protezione vegetazione = n° medio di superamenti del limite giornaliero per la protezione della vegetazione (65 µg/m<sup>3</sup>)

### 3.2.4 POLVERI RESPIRABILI (PM10)

Gli indicatori statistici utilizzati sono la media delle medie annue (il limite per la media annua è di 40 µg/m<sup>3</sup>) e la media del numero di superamenti del limite giornaliero (il superamento di 50 µg/m<sup>3</sup> non è consentito oltre 35 volte su base annua); tali indicatori hanno come riferimento normativo il D.M. 25/11/1994 e la Direttiva europea 1999/30/CE del 22/04/1999 (in fase di recepimento).

Non sono disponibili serie storiche significative e sono quindi riportati i dati misurati nelle province di Torino, Biella e Novara, tenendo conto che in provincia di Biella si utilizza una strumentazione che adotta un metodo di misura diverso da quello di riferimento.

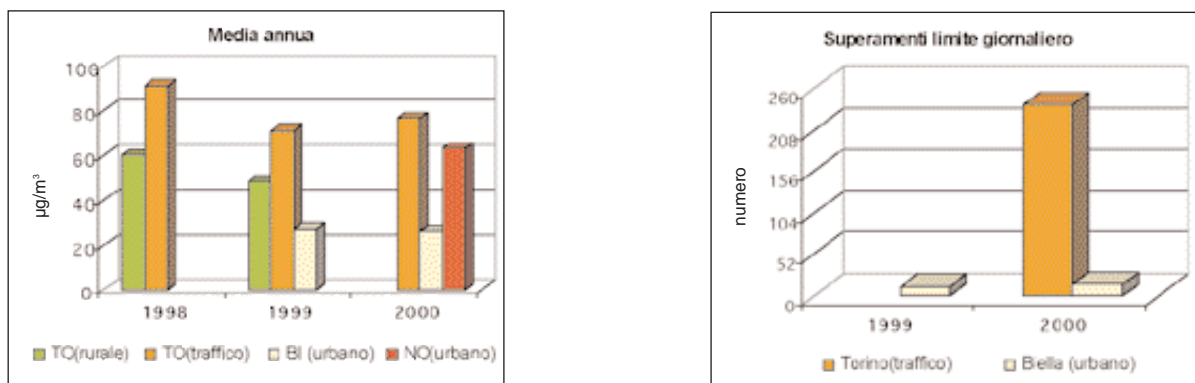
Per quanto riguarda la media annua si evidenzia che le concentrazioni nelle stazioni di traffico sono maggiori di quelle rilevate nelle aree rurali e, talvolta, superano il limite di un fattore due; anche nelle aree



rurali i valori sono comunque superiori a quanto previsto dalla normativa europea (**figura 3.6**). Nella città di Novara la situazione è del tutto simile a quella del capoluogo piemontese; nella città di Biella i valori sono invece nettamente inferiori, in analogia con il comportamento degli altri inquinanti considerati. Il secondo indicatore fornisce una stima degli episodi di picco, calcolati su base giornaliera mediante

strumenti di tipo sequenziale collocati nelle città di Torino e Biella, della concentrazione di polveri respirabili. La situazione più critica si riscontra nelle aree di traffico della città di Torino (cfr. figura 3.6), dove i superamenti del limite raggiungono valori decisamente elevati (oltre cinque volte il numero ammesso). Anche in assenza di serie storiche si può stimare

**Figura 3.6 – PM10: riepilogo per provincia e tipo di stazione fissa (1998-2000)**



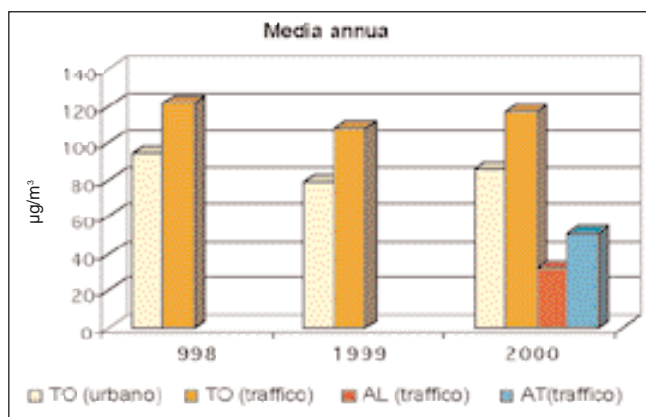
*PM10 superamenti limite giornaliero = n° medio dei superamenti del limite giornaliero (50 µg/m³)*

una tendenza alla diminuzione per il PM10, in analogia al comportamento delle polveri totali e nell'ipotesi che il rapporto tra le polveri respirabili e quelle totali sia rimasto costante (ca. 0,7) negli ultimi venti anni. La situazione permarrà tuttavia critica, nel medio termine, in relazione al rispetto dei limiti.

### 3.2.5 POLVERI TOTALI SOSPENSE (PTS)

L'indicatore statistico utilizzato è la media delle medie annue. Sono riportati i dati relativi alle province di Torino, Alessandria e Asti per l'anno 2000, mentre per Torino città è rappresentato anche il triennio '98-'00.

**Figura 3.7 – PTS: riepilogo per provincia e tipo di stazione fissa (1998-2000)**







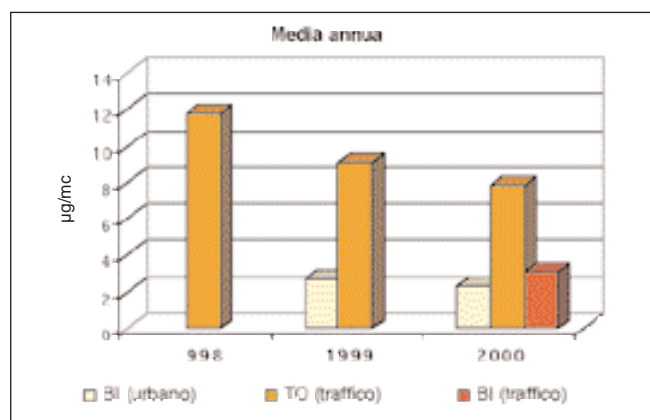
Nella **figura 3.7** si nota che le concentrazioni misurate nelle aree di traffico sono superiori a quelle nelle aree urbane, come prevedibile, e che in Torino città i valori (tra 100 e 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sono nettamente superiori rispetto ad Asti e, soprattutto, ad Alessandria. La serie storica in Torino città nel triennio considerato, e ancora più significativamente nell'ultimo ventennio, mostra una evidente diminuzione delle polveri totali.

### 3.2.6 BENZENE

Come indicatore statistico è stata utilizzata la media annua il cui limite attuale, secondo il *D.M.*

25/11/1994, è di 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; la *Direttiva europea 2000/69/CE* (in fase di recepimento) ridurrà tale limite a 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Non essendo disponibili serie storiche significative sul territorio regionale, sono presi in considerazione i dati delle province di Torino e Biella. Dalla **figura 3.8** si evince che le concentrazioni nella città di Torino sono nettamente più elevate di quella di Biella e che in quest'ultima la stazione di traffico presenta valori maggiori della stazione urbana. La serie storica disponibile a Torino, rappresentativa dell'intera città, indica una spiccata tendenza verso la diminuzione dei valori, comunque inferiori al limite normativo, grazie al costante aumento delle auto dotate di sistemi catalitici di abbattimento delle emissioni.

Figura 3.8 – Benzene: riepilogo per provincia e tipo di stazione fissa (1998-2000)



### 3.2.7 PARAMETRI MISURATI DAI MEZZI MOBILI

I dati prodotti durante le campagne di monitoraggio con tali mezzi, generalmente a seguito di richieste espresse dalla popolazione o dai Comuni, si riferiscono a intervalli temporali che variano da alcune settimane a pochi mesi e quindi non sufficienti a caratterizzare compiutamente il sito oggetto della campagna. Tuttavia possono fornire, per confronto con i dati prodotti in stazioni fisse collocate in un contesto territoriale e ambientale analogo, una stima delle caratteristiche della qualità dell'aria del sito in esame.

L'eterogeneità dei siti, della durata e del periodo dell'anno, nei quali sono effettuate le campagne, non rendono possibile un confronto tra anni diversi; pertanto si considera come anno di riferimento il

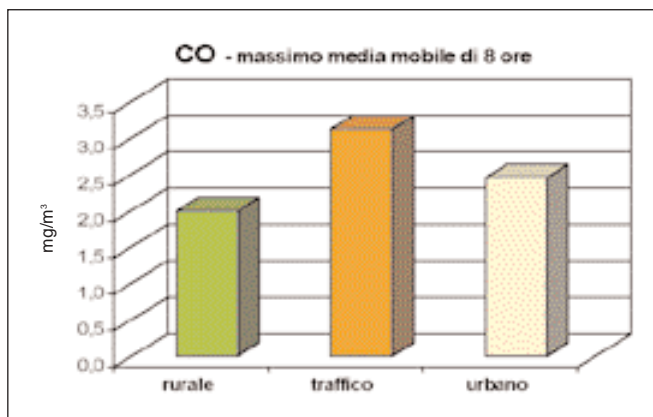
2000. I dati delle campagne effettuate su tutto il territorio regionale in tale periodo sono stati mediati per tipologia di sito, al fine di rendere il confronto tra le stesse il più possibile significativo.

Come si nota nelle tabelle in **figura 3.9**, i siti di traffico sono stati quelli maggiormente oggetto di monitoraggio, a conferma del fatto che molto spesso le richieste di intervento sono legate all'impatto del traffico stradale.

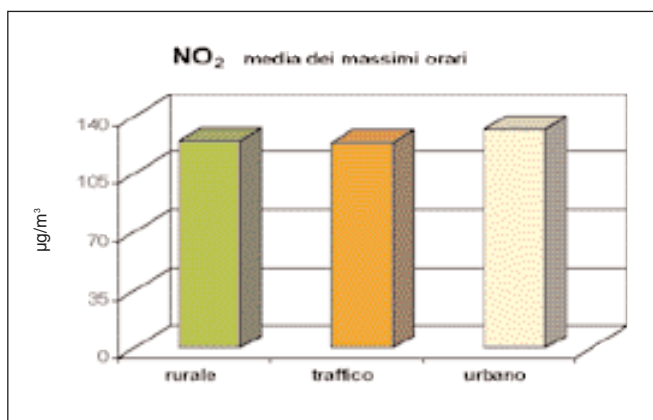
Utilizzando come indicatore statistico il valore medio dei massimi delle medie di 8 ore (in figura 3.9), il monossido di carbonio si conferma più elevato nei siti di traffico mentre l'ozono si rivela, rispetto al limite di 110  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , più critico nei siti urbani o rurali. Per il biossido di azoto la tipologia del sito non comporta significative differenze nei valori dell'indicatore statistico utilizzato, individuato nella media dei valori massimi misurati.



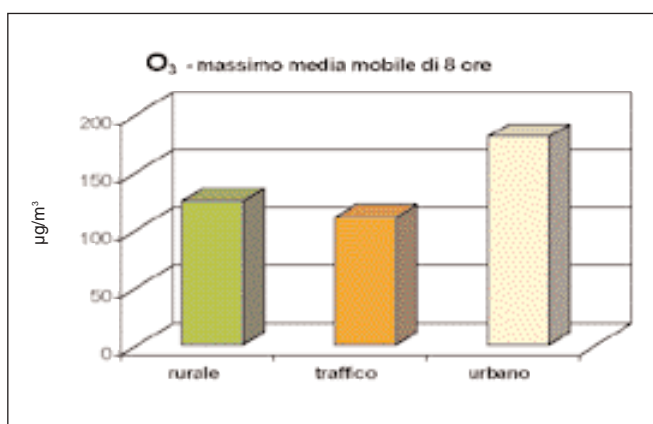
Figura 3.9 – Campagne con i mezzi mobili: riepilogo regionale (anno 2000)



	N° siti		
	rurale	traffico	urbana
AL		6	
CN			3
BI	1	1	
VC		1	
NO	3	1	1
VCO		3	
TO		9	1



	N° siti		
	rurale	traffico	urbana
AL		6	
CN			3
BI	1	1	
VC		1	
NO	3	1	1
VCO		3	
TO		9	1



	N° siti		
	rurale	traffico	urbana
AL		6	
CN			1
BI	1	1	
VC		1	
NO	3	1	
VCO		3	
TO		9	1

Massimo media mobile di 8 ore = media dei massimi delle medie mobili sulle 8 ore (24 gruppi giornalieri)

### 3.2.8 LA ZONIZZAZIONE DELLA PROVINCIA DI TORINO

Come indicato nel par. 3.1.1, la L.R. 43/2000 ha classificato il territorio regionale in zone, coincidenti con l'estensione del territorio comunale, ripartite come segue:

- *zona 1* – rappresenta i comuni più popolosi, dove la qualità dell'aria presenta evidenti criticità
- *zona 2* – rappresenta i comuni a densità di popolazione minore, dove la qualità dell'aria presenta rischio di criticità
- *zona 3* – rappresenta i rimanenti comuni, non compresi nelle due zone succitate.

Viene inoltre individuata e assegnata, per i comuni appartenenti alle zone 1 e 2, nei quali sussista il rischio di episodi acuti di inquinamento atmosferico, la cosiddetta Zona A.

In Piemonte è stata definita una sola Zona A – assimilabile fisicamente ad un'area metropolitana - che comprende, oltre a Torino, altri 10 comuni limitrofi e più precisamente:

Moncalieri	Grugliasco
Rivoli	Venaria
Collegno	Orbassano
Settimo Torinese	Beinasco
Nichelino	Borgaro Torinese

Nella **tabella A** è riportato il numero di stazioni fisse di monitoraggio presenti in provincia di Torino, suddiviso nella Zona A e nel restante territorio che, per opportunità, chiameremo Zona non A e per ciascuna di esse si riporta la suddivisione nelle zone 1-2-3.

**Tabella A - Zonizzazione** (ex L.R. 43/2000)

	zona	numero stazioni
<b>ZONA A</b>	1	12
	2	2
	3	0
totale		14
<b>ZONA NON A</b>	1	4
	2	4
	3	2
totale		10

Utilizzando la classificazione tipologica delle stazioni per le aree urbane prevista dal D.M. 20/05/1991, e operando per analogia sul rimanente territorio provinciale non urbano, si ottiene la ripartizione delle stazioni riportata nella **tabella B**, dove si può confrontare il numero di stazioni e la rispettiva tipologia in relazione alle Zona A e "Zona non A". La classificazione secondo il D.M. citato è così descritta:

- *stazione di tipo a* – aree di fondo urbano (parchi, isole pedonali, ecc.)
- *stazione di tipo b* – aree residenziali
- *stazione di tipo c* – zone di traffico veicolare
- *stazione di tipo d* – aree suburbane (periferie delle aree urbane).

**Tabella B - Tipologia stazioni** (ex D.M. del 20/05/1991) nelle Zone A / non A

	tipologia	numero stazioni
<b>Zona A</b>	a	1
	b	4
	c	7
	d	2
totale		14
<b>Zona non A</b>	a	1
	b	1
	c	5
	d	3
totale		10

Al fine di rappresentare le differenze di qualità dell'aria nelle Zona A e Zona non A, si può utilizzare ad esempio il rapporto tra il valore di un determinato indicatore di stato misurato nella Zona A e quello misurato nella Zona non A.

L'indicatore statistico utilizzato per il confronto è il numero medio di superamenti del limite di attenzione orario (D.M. n° 159 del 25/11/1994) nel triennio 1998-2000, per i seguenti indicatori di stato: biossido di azoto (limite 200 µg/m<sup>3</sup>), monossido di carbonio (15 mg/ m<sup>3</sup>), ozono (180 µg/m<sup>3</sup>).

I risultati, riportati in **tabella C**, evidenziano come la Zona A sia caratterizzata da valori nettamente superiori per biossido di azoto e monossido di carbonio, inquinanti primari o parzialmente tali, in quanto le loro risorgenti emissive sono localizzate prevalentemente in tale Zona.

Viceversa per un inquinante secondario come l'ozono, la cui formazione fotochimica può avvenire anche a distanza, in termini di spazio e di tempo, dalle sorgenti emissive dei precursori, si rileva una sostanziale omogeneità dei valori per le due Zone, come dimostrato dal valore del rapporto pari a 1.

**Tabella C - Confronto indicatori di stato in Zona A / non A ('98-'00)**

indicatore	rapportozona A / zona non A
Biossido di azoto	11,4
Monossido di carbonio	7,7
Ozono	1,0

Indicatore statistico = n° di superamenti del limite di attenzione orario

### 3.3 DEPOSIZIONI ATMOSFERICHE

(A cura di Francesco Tagliaferro – IPLA, Torino; Paola Boschetti – ARPA Piemonte, Area Ricerca e Studi; Francesco Lollobrigida – ARPA Piemonte, Dipartimento di Grugliasco, Area Qualità dell'Aria e Modellistica)

La presenza di inquinanti gassosi e di particolato sospeso nell'aria può determinare alterazioni della composizione chimica delle deposizioni umide e secche. Le deposizioni, in uno schema DPSIR, sono indicatori di stato della qualità dell'aria; le alterazioni conseguenti - su suolo, acque, vegetazione e manufatti - sono indicatori di impatto.

Lo studio quinquennale sulle deposizioni umide e secche in ambiente boschivo condotto dall'IPLA in Piemonte (**figura 3.10**), commissionato dalla Regione, si è concluso nell'inverno 1998-'99 con risultati, riepilogati in **tabella 3.2**, che hanno confermato quanto delineato nel precedente Rapporto Stato Ambiente. Si evidenzia la situazione di potenziale pericolo per il raggiungimento dei carichi critici delle deposizioni in composti acidificanti e in azoto negli ecosistemi più sensibili o maggiormente esposti a ricadute in prossimità delle sorgenti emissive, così come si conferma la presenza di composti esogeni anche in stazioni teoricamente remote. Anche in casi di deposizioni prossime alla neutralità o relativamente modeste in valore assoluto, vi sono elementi in quantità maggiori di quelle prevedibili come soglia di "fondo".

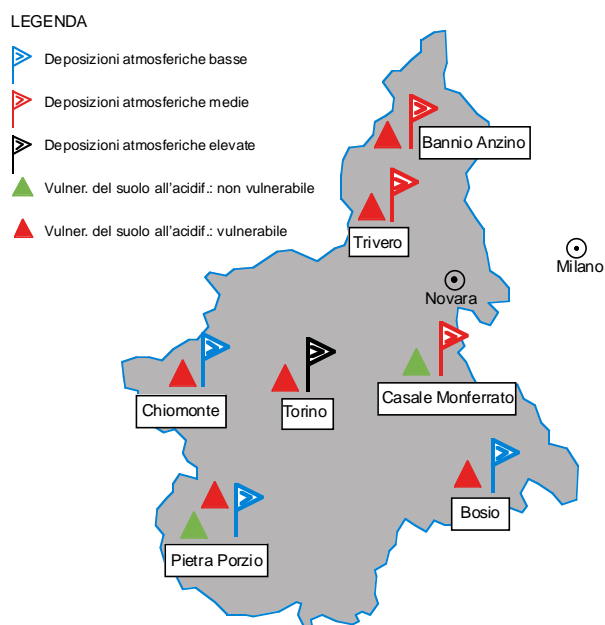
Il trend annuale delle deposizioni esemplificato per tipologia di area (**figura 3.10 bis**) appare meno soggetto ad episodi anomali nelle stazioni remote, pur con eccezioni, riconducibili a volte a semplici fenomeni naturali (es.: deposizioni di origine sahariana); in genere le quantità delle ricadute in tali aree sono inferiori rispetto a quelle rilevate in aree urbanizzate o agricole. Per le stazioni montane del Piemonte meridionale, si nota in alcuni casi l'influenza della vicinanza al mare, così come una maggiore frequenza di eventi di origine sahariana; ulteriori interferenze provengono dal tipo di substrato prevalente in zona, calcareo o acido. Nel caso di Casale Monferrato, le interferenze derivano anche da attività produttive locali (cementifici), comunque considerando che la maggiore deposizione di metalli alcalino-terrosi o di composti "terrigeni" (silice e alluminio) può provenire anche dalle pratiche agricole, vista la tipologia di area. Le stazioni remote

del Nord del Piemonte denotano invece, come atteso, una deposizione acida non indifferente, a causa della vicinanza ad importanti poli industriali. Per i risultati conclusivi degli effetti delle deposizioni sugli ecosistemi boschivi considerati, si rinvia al capitolo **ECOSISTEMI**.

Nell'ambito delle attività del CTN-ACE, nel 2000 è stato elaborato il progetto della **Rete Nazionale di misura delle deposizioni e dell'Inquinamento Atmosferico di Fondo**, in accordo con l'impegno dell'Italia nella Convenzione di Ginevra sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a lunga distanza e a completamento della Rete nazionale di Monitoraggio della Qualità dell'Aria. L'obiettivo principale della rete è la valutazione dei carichi e dei livelli critici in particolari zone sensibili del territorio. Il progetto, attualmente all'esame dell'ANPA, prevede da 8 a 15 stazioni e ne indica i criteri di localizzazione; la localizzazione verrà definita d'intesa con le ARPA e le Regioni interessate.

Figura 3.10 - Deposizioni atmosferiche: stazioni di rilevamento

#### Localizzazione delle stazioni di rilevamento e caratteristiche delle deposizioni atmosferiche e della vulnerabilità del suolo all'acidificazione



IPLA: Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente





Tabella 3.2 - Totali annui delle principali deposizioni umide e secche (g/ha)

**Bannio Anzino (NO), località Alpe Piana - m 925 s.l.m.**

Anno	Metalli alcalino-terrosi	N tot.	Cl <sup>-</sup>	P tot.	S tot.	Composti "terrigeni"	Metalli pesanti	Acidità potenziale (geq/ha)
1994 <sup>1</sup>	281	170	50	0,00	80	37	3	10
1995	13432	11341	2965	2	6232	3444	270	1255
1996	13958	10093	5201	600	6930	15444	487	1085
1997	10617	12932	3799	152	6844	2444	349	1523
1998	24348	12463	4336	403	7277	1471	547	806

<sup>1</sup> l'anno 1994 non è completo (monitorato dal 01-11 al 31-12)

Intervallo di pH : 4,9 - 5,2 nelle deposizioni umide; 5,1 - 5,7 nelle deposizioni secche

**Bosio (AL), località Capanne di Marcarolo - m 750 s.l.m.**

Anno	Metalli alcalino-terrosi	N tot.	Cl <sup>-</sup>	P tot.	S tot.	Composti "terrigeni"	Metalli pesanti	Acidità potenziale (geq/ha)
1997	15720	4805	7787	0,00	2022	2227	4088	161
1998	17049	4529	7336	21	4067	672	560	66

Intervallo di pH : 4,7 - 5,0 nelle deposizioni umide; 5,6 - 5,9 nelle deposizioni secche

**Casale Monferrato (AL), località Cascina Mezzi - m 110 s.l.m.**

Anno	Metalli alcalino-terrosi	N tot.	Cl <sup>-</sup>	P tot.	S tot.	Composti "terrigeni"	Metalli pesanti	Acidità potenziale (geq/ha)
1994 <sup>1</sup>	25001	7054	1628	0,02	491	62	87	N.D.
1995	44507	15710	25787	0,00	13121	2632	751	775
1996	23108	12663	5960	0,14	7559	6974	931	882
1997	40172	9421	9104	0,00	4803	2797	806	-339
1998	28889	11836	5880	27	5818	1625	630	347

<sup>1</sup> l'anno 1994 non è completo (monitorato dal 01-08 al 31-12)

Intervallo di pH : 4,6 - 4,9 nelle deposizioni umide; 5,6 - 6,1 nelle deposizioni secche

**Chiomonte (TO), località Pian del Frais - m 1.465 s.l.m.**

Anno	Metalli alcalino-terrosi	N tot.	Cl <sup>-</sup>	P tot.	S tot.	Composti "terrigeni"	Metalli pesanti	Acidità potenziale (geq/ha)
1994 <sup>1</sup>	1563	1589	253	15	912	24	24	170
1995	5939	4316	944	0,00	2413	1046	145	404
1996	27802	3500	1912	65	5376	1097	166	-848
1997	20985	4881	3331	331	5027	1220	285	-197
1998 <sup>1</sup>	36160	4937	4045	60	10190	1567	226	-810

<sup>1</sup> gli anni 1994 e 1998 non sono completi (1994 monitorato dal 01-08 al 31-12; 1998 dal 01/01 al 31/10)

Intervallo di pH : 4,5 - 5,1 nelle deposizioni umide; 5,4 - 6,0 nelle deposizioni secche



### Pietraporzio (CN), loc. capoluogo - m 1.250 s.l.m.

Anno	Metalli alcalino-terrosi	N tot.	Cl <sup>-</sup>	P tot.	S tot.	Composti "terrigeni"	Metalli pesanti	Acidità potenziale (geq/ha)
1996 <sup>1</sup>	2419	382	712	0,00	447	148	42	-39
1997	23839	6040	8603	424	3290	1712	384	74
1998 <sup>1</sup>	20881	5506	5126	343	2857	1792	324	26

<sup>1</sup> gli anni 1996 e 1998 non sono completi (1996 monitorato dal 01-11 al 31-12; 1998 monitorato dal 01-01 al 31-10)

Intervallo di pH: 4,9 - 5,5 nelle deposizioni umide; 6,1 - 6,3 nelle deposizioni secche

### Torino (TO), località Azienda Agricola Millerose - m 259 s.l.m.

Anno	Metalli alcalino-terrosi	N tot.	Cl <sup>-</sup>	P tot.	S tot.	Composti "terrigeni"	Metalli pesanti	Acidità potenziale (geq/ha)
1994 <sup>1</sup>	11984	19054	3249	472	10682	1103	366	2421
1995	15236	16413	4696	53	9400	2497	802	1902
1996	14754	17233	3552	271	10590	3028	829	1761
1997	8297	8958	3026	261	5548	670	318	906
1998	17807	15640	4593	293	8555	1078	799	1583

<sup>1</sup> l'anno 1994 non è completo (monitorato dal 01-05 al 31-12)

Intervallo di pH : 4,6 - 5,0 nelle deposizioni umide; 4,7 - 5,8 nelle deposizioni secche

### Trivero (BI), località Diga del Piancone - m 1.070 s.l.m.

Anno	Metalli alcalino-terrosi	N tot.	Cl <sup>-</sup>	P tot.	S tot.	Composti "terrigeni"	Metalli pesanti	Acidità potenziale (geq/ha)
1994 <sup>1</sup>	16653	11844	2882	0,00	6563	1121	105	1042
1995	8757	9177	2845	0,00	5584	1606	208	1070
1996	5857	6506	1633	526	3375	1446	224	747
1997	9658	9999	3276	1074	5317	771	460	1170
1998	32739	17000	6065	610	9521	1769	1020	1142

<sup>1</sup> l'anno 1994 non è completo (monitorato dal 01-08 al 31-12)

Intervallo di pH : 4,6 - 5,2 nelle deposizioni umide; 4,5 - 5,4 nelle deposizioni secche

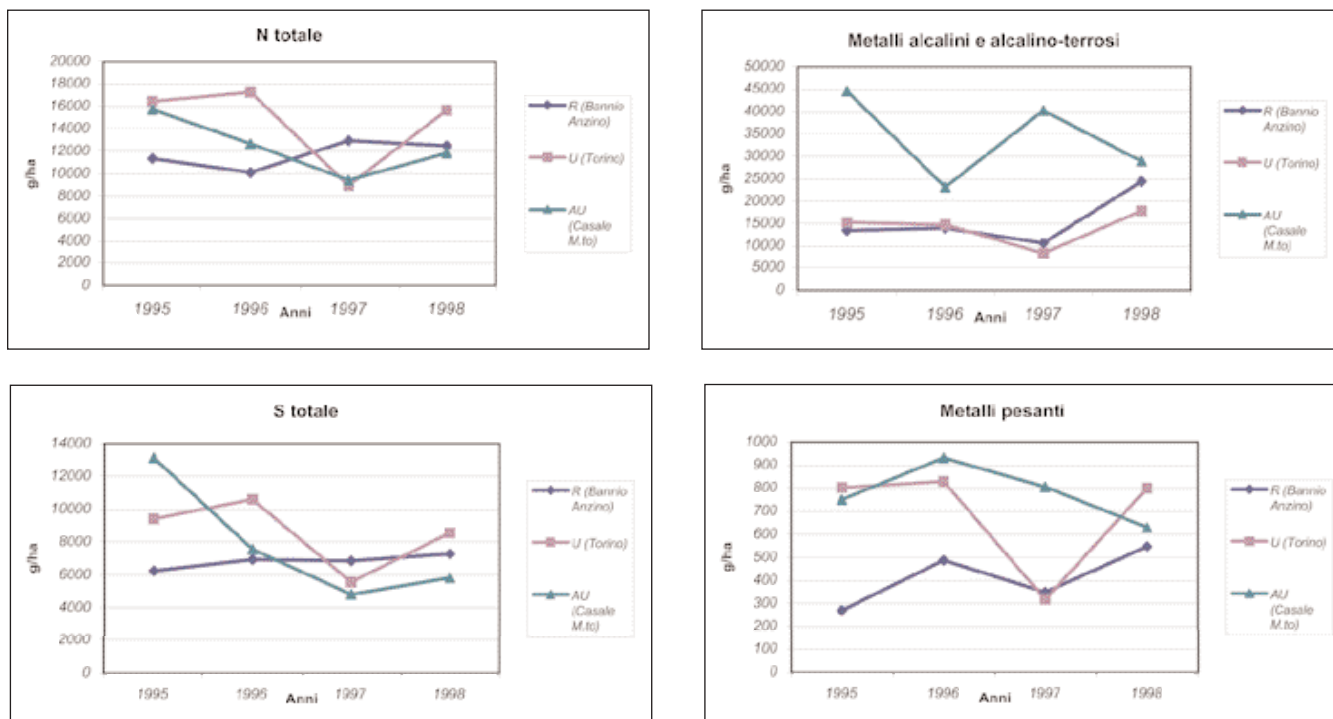
#### Legenda:

Cl <sup>-</sup> : cloruri	S tot.: zolfo totale	Metalli alcalino-terrosi: Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup>
N tot.: azoto totale		Composti "terrigeni": Al, SiO <sub>2</sub>
P tot.: fosforo totale		Metalli pesanti: Cd, Fe, Mn, Pb, Cu, Zn, Cr tot, Ni
Acidità potenziale: si considera la completa ossidazione dell'ammonio		

Fonte: elaborazione ARPA Piemonte su dati IPLA



Figura 3.10 bis - Deposizioni annue; area remota (R), area urbanizzata (U), area agricola presso centri urbani (AU)



Fonte: elaborazione ARPA Piemonte su dati IPLA

### 3.4 INDICATORI BIOLOGICI DI IMPATTO

(A cura di Bona Griselli – ARPA Piemonte, Dipartimento di Ivrea, Area Conservazione della Natura.

Con il contributo di: Antonella Bari – ENEA, Saluggia; Guido Badino – Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Biologia Animale; Paola Boschetti – ARPA Piemonte, Area Ricerca e Studi; Cristina Calvi - Provincia di Alessandria; Lara Castino Sergio Ferrari Matteo Massara Angelo Morisi Claudia Occelli – ARPA Piemonte, Dipartimenti ARPA Piemonte Area Conservazione della Natura; Luigi Guidetti – ARPA Piemonte, Dipartimento di Novara, Area Virologia Ambientale; Alessandra Parodi – Consulagri srl/CENTRO, Torino; Rosanna Piervittori – Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Biologia Vegetale)

Relativamente al biomonitoraggio della qualità dell'aria, gli organismi vegetali sono tuttora quelli maggiormente utilizzati: in particolare muschi e licheni, in quanto traggono il loro sostentamento direttamente dall'atmosfera e dalle precipitazioni.

Nell'ambito dello schema DPSIR, dove indici ed indicatori ambientali sono interconnessi in modo sistematico e ciclico, il biomonitoraggio insiste a livello della componente *Impatto* e consente l'acquisizione di informazioni sintetiche ed esplicite. È auspicabile che, analogamente a quanto si è verificato per la caratterizzazione qualitativa dei corpi idrici, anche per il biomonitoraggio della qualità dell'aria vengano introdotte normative che ne regolamentino le metodologie ed i valori di riferimento.

Nell'impiego di tali metodologie, caratterizzate da vulnerabilità e variabilità intrinseca, in quanto si avvalgono di organismi viventi, è di fondamentale importanza seguire le linee guida dettate a livello nazionale (Piccini e Salvati, 1999; ANPA, 2001), al fine di poter operare con tecniche standardizzate e confrontabili. A tale proposito si evidenzia che è in fase di attivazione una **Rete Regionale di biomonitoraggio della qualità dell'aria**, mediante la valutazione della Biodiversità Lichenica, a seguito di una collaborazione tra ARPA Piemonte e Università degli Studi di Torino –Dip.to di Biologia Vegetale. Verranno esaminate circa 310 stazioni in tutto il territorio regionale sulla base di un reticolo d'indagine di 9x9 km, a partire dalla primavera del 2001.



Tale rete rientra in un progetto più ampio che coinvolge le Regioni Valle d'Aosta, Liguria e Toscana, con lo scopo di iniziare un cammino di standardizzazione delle procedure. Su questo fronte ANPA, ARPA, Istituti Universitari ed altri Enti (es. ENEA) stanno operando di concerto al fine di definire un protocollo operativo che consenta la realizzazione di una Rete di monitoraggio biologico della qualità dell'aria sul territorio nazionale.

In attesa della realizzazione della rete regionale, di seguito viene presentata, analogamente al precedente Rapporto Stato Ambiente, una rassegna degli studi di biomonitoraggio in Piemonte, distribuita per territorio provinciale, effettuati nel triennio 1998-2000.

### 3.4.1 PROVINCIA DI ALESSANDRIA

#### 3.4.1.1 Monitoraggio mediante licheni epifiti (1999-2000)

È stata condotta una campagna di biomonitoraggio in un'area di 29 km<sup>2</sup> comprendente la città di Alessandria, zone limitrofe e Spinetta Marengo. Sono state individuate in totale 29 stazioni e sono stati mediamente analizzati 5/6 alberi per stazione. Le zone più inquinate coincidono con il centro cittadino dove, nel periodo invernale, al traffico veicolare si sommano gli effetti dovuti al riscaldamento domestico. Lievi miglioramenti sono riscontrabili procedendo verso le zone periferiche. I dintorni della città, soprattutto in direzione della frazione Spinetta Marengo, presentano discrete condizioni di degrado ambientale in relazione alla presenza di insediamenti industriali. Ruolo tutt'altro che secondario è svolto dai venti. Questi spirano con maggior frequenza in direzione Nord-Est favorendo in tal modo la dispersione ed il relativo accumulo degli inquinanti anche in zone meno antropizzate.

### 3.4.2 PROVINCIA DI ASTI

#### 3.4.2.1 Monitoraggio mediante licheni epifiti (1998-1999)

Il progetto, frutto di una convenzione tra l'Assessorato all'Ecologia della Provincia di Asti e l'ARPA, ha consentito di monitorare la qualità dell'aria nell'ambito della Provincia di Asti, utilizzando i licheni epifiti per la valutazione dell'Indice di Biodiversità Lichenica (I.B.L.).

Sono state complessivamente esaminate 279 stazioni sul territorio provinciale.

L'elaborazione della Mappa di B.L. della provincia di Asti è stata effettuata utilizzando una scala di naturalità/alterazione divisa in cinque classi, che esprimono il grado di deviazione dalle condizioni di "naturalità" (Castino, 2000).

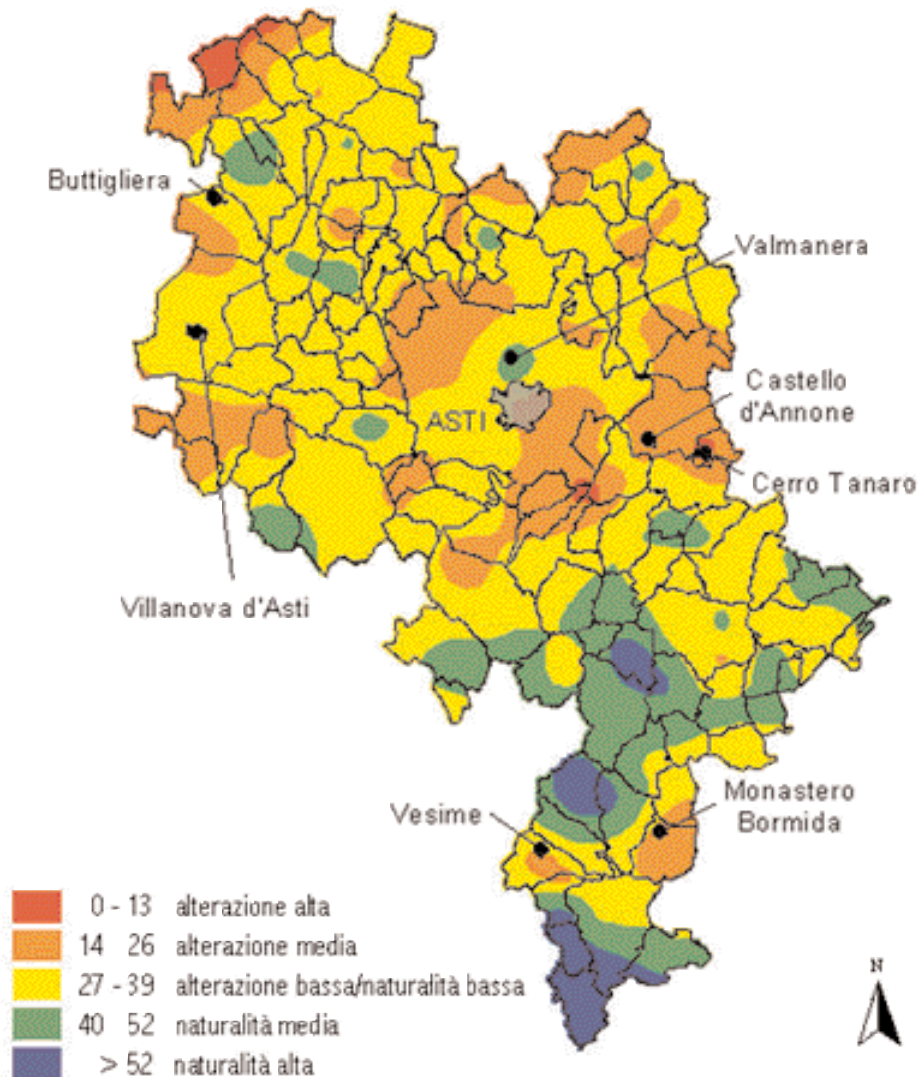
Dalla mappa ottenuta si evidenzia una zona caratterizzata da elevata naturalità nella Langa Astigiana situata all'estremità meridionale della provincia; nella parte settentrionale la situazione è generalmente peggiore. Per quanto riguarda il comune di Asti è da segnalare l'ottimo valore di I.B.L. ritrovato a Valmanera, mentre la situazione nella parte sud-orientale si presenta piuttosto compromessa in quanto caratterizzata da valori di I.B.L. bassi, in accordo con la predominanza di venti da N-O verso S-E. Altre zone, che hanno rilevato una marcata alterazione, sono: Cerro Tanaro e Castello d'Annone (dove sono presenti importanti arterie stradali e zone industriali), l'area tra Villanova e Buttigliera, i comuni all'estremità nord-occidentale della provincia, Monastero Bormida ed in parte Vesime; va ricordato comunque che in nessun caso è stata riscontrata una situazione di "deserto lichenico".

La **figura 3.11** illustra la mappa della Biodiversità Lichenica nella provincia di Asti.





Figura 3.11 – Mappa della Biodiversità Lichenica nella provincia di Asti



Fonte: Provincia di Asti e ARPA Piemonte

### 3.4.3 PROVINCIA DI BIELLA

#### 3.4.3.1 Monitoraggio della deposizione di metalli pesanti, utilizzando i licheni come bioaccumulatori (1998-99)

È stata condotta dalla Società Cooperativa Biloba (TO) e dalla società Ecosfera (MI) una campagna di biomonitoraggio riguardante la deposizione di metalli pesanti negli anni 1998-1999 su incarico dell'Assessorato alla Tutela Ambientale della Provincia di Biella. L'indagine ha permesso di raccogliere dati in 59 stazioni di campionamento, loca-

lizzate nelle aree più a rischio per la presenza di significative sorgenti di inquinamento. In tali stazioni sono stati trapiantati licheni prelevati in località alpina non contaminata; i licheni sono stati esposti per 6 mesi ed analizzati dall'ARPA di Vercelli per la ricerca dei seguenti metalli pesanti: cromo, nichel, piombo, zinco, rame, vanadio e alluminio. In sintesi, sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- alluminio, zinco e rame mostrano valori di deposizione confrontabili con quelli del *background* naturale;
- piombo e nichel risultano presenti soprattutto in corrispondenza di arterie di traffico veicolare e per il nichel è stata evidenziata anche l'influenza del riscaldamento domestico;



• cromo e vanadio presentano i maggiori livelli di deposizione; in particolare per il vanadio è evidente il ruolo degli impianti termici industriali non metallizzati; la presenza del cromo è invece di più difficile interpretazione, in quanto le aree più colpite sono le zone meridionali della provincia e l'area di Pollone, dove non sussistono evidenti fonti di emissione di cromo.

### 3.4.4 PROVINCIA DI CUNEO

#### 3.4.4.1 Monitoraggio tramite licheni nelle province di Torino e Cuneo (1997-2000)

È stato condotto uno studio atto a valutare il bioaccumulo di metalli pesanti mediante l'esposizione di talli lichenici (*lichen bags*). In alta Valle Tanaro, nel Bosco delle Navette, sono stati prelevati 450 talli di *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf.. Sono stati preparati 147 sacchetti contenenti ciascuno 3 talli lichenici. In considerazione di precedenti studi di bioindicazione, condotti sulla provincia di Cuneo, sono state scelte 7 località dove esporre le "lichen bags" per un periodo di osservazione di sei mesi.

Le analisi chimiche sono state condotte presso l'ARPA di Cuneo, secondo le recenti linee-guida proposte per il territorio nazionale, mentre presso il Dipartimento di Biologia Vegetale è stata controllata la vitalità del fotobionte.

L'analisi delle concentrazioni dei metalli pesanti ha evidenziato i seguenti *trends*:

- si è verificato un aumento significativo di Pb, Cd, Cr e Ni nei talli posti in tutte le località;
- l'accumulo di Fe e Zn, invece, si è manifestato in modo significativo soltanto a partire dal mese di aprile, mentre nei primi mesi del monitoraggio il livello di questi metalli nei licheni analizzati oscillava intorno ai valori di *background*;
- per quanto riguarda il Mn non si è osservata una differenza significativa fra i licheni "di controllo" e quelli esposti nei siti prescelti per il monitoraggio. Mediamente il contenuto di metalli pesanti rilevato nei campioni esposti in provincia di Cuneo è risultato basso se confrontato con i valori reperibili per il territorio nazionale e solo per il Cu si sono raggiunti livelli di alterazione medio alta.

Nel complesso, i licheni caratterizzati dall'incremento più significativo in metalli pesanti sono stati quelli esposti presso i siti di Cuneo e Borgo San Dalmazzo. Per i licheni esposti in prossimità di strade ed incroci caratterizzati da traffico veico-

lare intenso, sono state rilevate generalmente concentrazioni di metalli pesanti superiori rispetto ad altri siti.

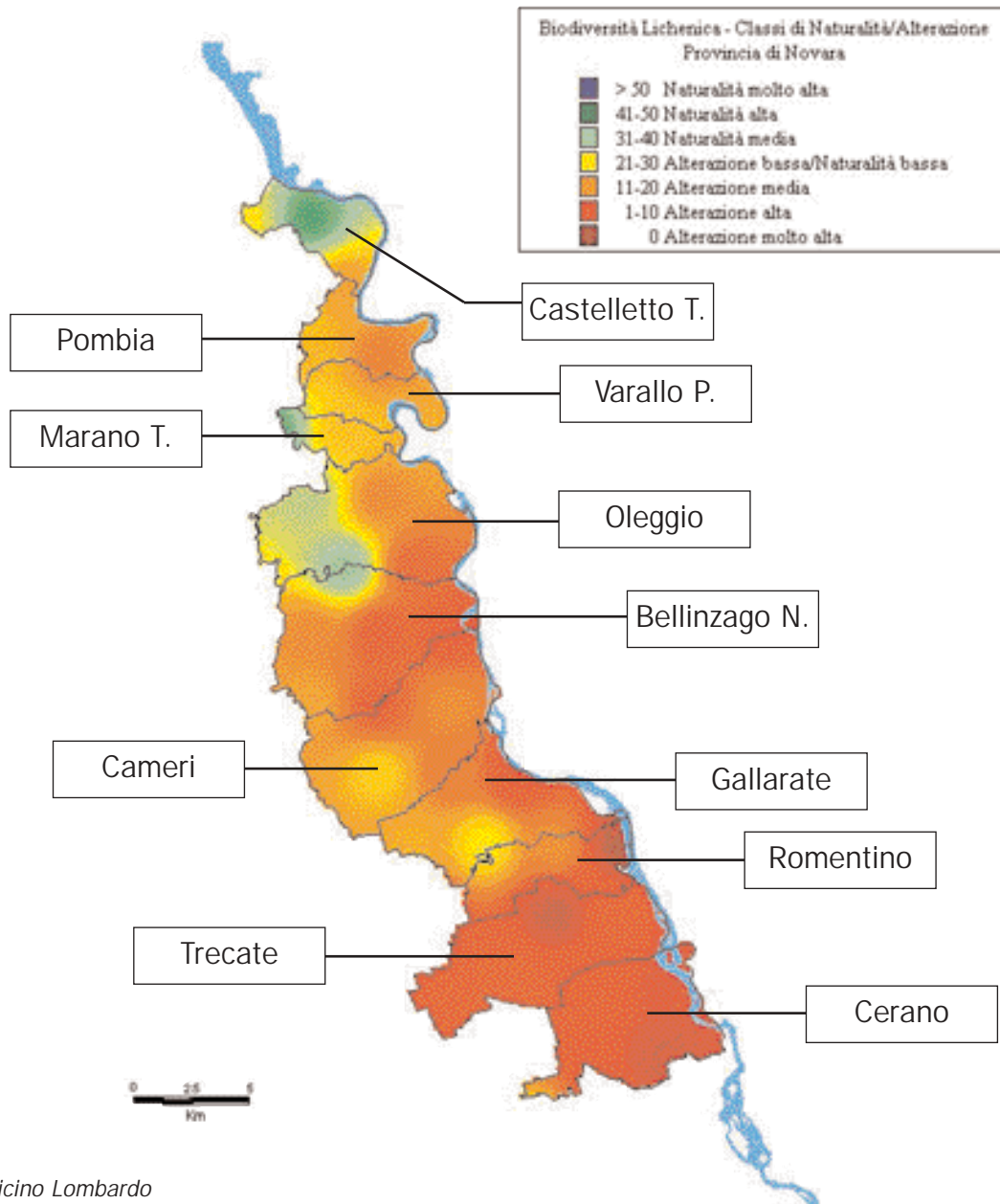
### 3.4.5 PROVINCIA DI NOVARA

#### 3.4.5.1 Monitoraggio mediante licheni nella Valle del Ticino (1999).

È stato condotto un lavoro sulla Biodiversità Lichenica nel territorio del Parco del Ticino e zone contermini nel periodo febbraio-luglio 1999 (Casarini *et al.*, 2000). L'area d'indagine di circa 120.000 ha comprende 46 comuni del parco lombardo, 11 comuni di quello piemontese ed il comune di Marcallo (MI). Il territorio è stato diviso in quadranti di 1,5 km di lato per un totale di 627 stazioni. La cartografia relativa ai valori degli I.B.L. ha evidenziato la presenza di aree critiche nelle province di Novara (**figura 3.12**) e Varese: la fascia territoriale che da Cerano e Trecate interessa Turbigo e Castano Primo e giunge in direzione N-E sino a Gallarate; all'interno di questa fascia sono presenti importanti centri tecnologici e infrastrutture aeroportuali e viarie. Una seconda situazione di elevata alterazione ambientale si è evidenziata a sud di Pavia. A N-O nel Novarese, da Oleggio a Castelletto Ticino, si riscontrano invece ampie zone dove la qualità dell'aria è migliore per la presenza di ampie aree naturali. Poiché nel 1997 il territorio dei comuni che ricadono nel parco piemontese era già stato oggetto di biomonitoraggio, le attuali ricerche hanno consentito una valutazione comparativa su scala temporale della qualità dell'aria in 35 stazioni. Si è osservato che i valori medio e massimo di I.B.L., nelle stazioni considerate, sono più elevati nella campagna del 1999; inoltre in quest'ultima si è osservato un marcato decremento del numero di stazioni con deserto lichenico, di quelle con valori di I.B.L. < 10 e parallelamente un aumento delle stazioni con biodiversità più elevata. Lo studio del 1999, che ha comportato anche la stesura di un elenco floristico dei licheni su tigli e querce, ha inoltre permesso di stabilire il numero e la distribuzione ottimale delle stazioni di rilevamento, in previsione di una ripetizione dell'indagine tra 3-5 anni, che permetterà di valutare eventuali ulteriori alterazioni della B.L. in seguito all'incremento di specifiche attività antropiche (es. aeroporto di Malpensa).



Figura 3.12 - Mappa della Biodiversità Lichenica nel Parco del Ticino piemontese (NO)



Fonte: Parco Ticino Lombardo

### 3.4.6 PROVINCIA DI TORINO

#### 3.4.6.1 Indagine lichenologica e stima del grado di biodiversità lichenica del territorio di Chivasso (1998)

Questo lavoro integra le scarse conoscenze lichenologiche della zona, e consente una prima valutazione dello stato di qualità dell'aria di un territorio considerato ad alto impatto antropico e tuttavia caratterizzato da una certa varietà di forme paesaggistiche: pianura e collina (Bari *et al.*, 2000). L'area di studio è carat-

terizzata dalla contemporanea presenza di industrie, di una centrale termoelettrica ENEL, dei tronchi ferroviari Torino-Aosta e Torino-Milano, dell'autostrada Torino-Milano e di numerosi campi coltivati a cereali. Le stazioni campionate sono state 43, per un totale di 172 rilievi. Al fine di coprire in modo uniforme l'area di studio sono state utilizzate due specie di fanerofite (*Populus* sp., *Salix* sp.). L'utilizzo delle due essenze ha reso necessaria una verifica, per saggiare l'opportunità di poter confrontare i dati raccolti in stazioni costituite da alberi diversi. La mappa di qualità dell'aria, ottenuta sulla base dell'Indice di Biodiversità Lichenica delle stazioni, rivela in generale valori di I.B.L. molto bassi (da 0 a 18,5), anche nel-

l'area collinare, con zone di deserto lichenico distribuite, oltre che in prossimità della centrale ENEL, anche nelle zone rurali. Le fasce a qualità dell'aria più compromessa seguono le direzioni dei venti principali estendendo la fascia di deserto e predeserto lichenico anche in zona non urbana.

### 3.4.6.2 Rilevamento dell'inquinamento da ozono (1998)

Lo studio, curato dai Dipartimenti ARPA della provincia di Torino e dall'Università di Torino (Facoltà di Agraria), era mirato a verificare l'attendibilità ed applicabilità del biomonitoraggio dell'ozono troposferico, mediante piante adulte di *Nicotiana tabacum*, correlando i dati biologici con quelli strumentali. Sono state allestite 12 stazioni in Torino e provincia, di cui 5 coincidenti con centraline di monitoraggio strumentale. Le correlazioni con i dati strumentali sono soddisfacenti. I maggiori danni fogliari (indice di danno fogliare = I.D.F.) sono stati rilevati in zone rurali e suburbane, caratterizzate da traffico veicolare intenso, mentre quelli minori in zone urbane centrali.

### 3.4.6.3 Monitoraggio della qualità ambientale nella Valle dell'Orco (1998-1999)

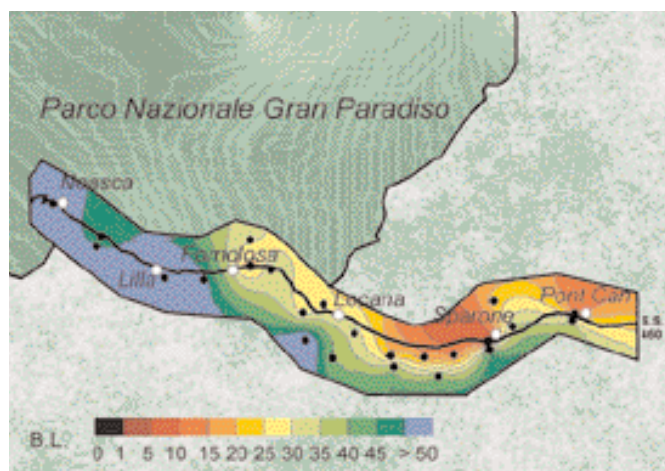
L'indagine è stata condotta nella valle dell'Orco a partire da Pont Canavese fino a Ceresole Reale: zona di particolare interesse in quanto in parte confinante ed in parte inclusa nel Parco Nazionale del Gran Paradiso. La bassa valle Orco è moderatamente antropizzata ed in valle il traffico veicolare turistico e residenziale raggiunge talora livelli piuttosto elevati. Sono stati utilizzati muschi e licheni come bioindicatori (Griselli *et al.*, 1999 e 2000). Dall'analisi della flora lichenica epifita è stato possibile elaborare una mappa di qualità ambientale (figura 3.13) in cui è evidente come le aree a maggiore criticità coincidano con quelle caratterizzate da insediamenti produttivi. I valori degli I.B.L. ottenuti sono compresi tra 4 e 62. Sono state individuate tre aree site in:

- 1) alta valle (Montiglio, Lilla, Noasca) caratterizzata da elevata naturalità ed in cui il traffico veicolare non sembra avere ripercussioni negative;
- 2) media-bassa valle, prevalentemente corrispondente al versante orografico dx del torrente Orco, a qualità intermedia;
- 3) media-bassa valle, a maggiore alterazione, prevalentemente localizzata sul versante orografico sx del torrente (Pont Can.se, Sparone), coincidente

con le zone più antropizzate e la dislocazione degli insediamenti produttivi.

Alcune indicazioni di carattere quantitativo relative alla presenza di metalli pesanti e radioisotopi sono state fornite da analisi condotte su campioni di muschi prelevati in alta valle (Ceresole, Noasca). Non si è osservata contaminazione da metalli pesanti: i livelli osservati riflettono quelli di zone remote. È stata invece riscontrata una residua contaminazione da Cs-137, riconducibile all'incidente di Chernobyl e, in misura minore, agli esperimenti nucleari condotti negli anni sessanta: i valori riscontrati non hanno comunque interesse da un punto di vista sanitario. Nel presente lavoro è stata inoltre censita la flora epifitica cresciuta su noce (*Juglans regia* L.).

Figura 3.13 - Mappa della Biodiversità Lichenica in Valle Orco (TO)



### 3.4.6.4 Monitoraggio mediante determinazione enzimatica delle perossidasi fogliari (1998-1999)

Nel 1998-1999 è stata condotta dall'ARPA di Torino un'indagine per valutare la qualità dell'aria con l'impiego di indicatori biologici.

Sono state utilizzate conifere della famiglia *Pinacee* - specie *Cedrus atlantica* Manetti, di cui si è determinata l'attività perossidasi fogliare; tali piante sempreverdi permettono di seguire l'andamento dell'inquinamento nelle quattro stagioni.

L'incremento dell'attività perossidasi è una risposta metabolica precoce che segnala uno stato di sofferenza incipiente nelle piante, se esposte a concentrazioni subletali di inquinanti. Essa interviene nei processi di detossificazione ed è quindi un indicatore sensibile, rilevabile in assenza di sintomi visibili di danneggiamento.

Sono state individuate diverse stazioni:





- 9 in Torino (8 in zona urbana + 1 in sito non esposto utilizzato come riferimento)
- 8 nel territorio comunale di Moncalieri
- 10 nel territorio comunale di Pinerolo.

Per Torino il criterio di scelta è stata la prossimità alle centraline della rete di monitoraggio strumentale e, per gli altri due comuni, non dotati di centraline, l'ubicazione in zone a differente tipologia di esposizione agli inquinanti aerodispersi.

In ogni stazione erano presenti due o più esemplari di *Cedrus atlantica* in buone condizioni fisiologiche. L'indagine è durata 15 mesi, da febbraio a dicembre 1998 e i primi tre mesi del 1999, con campionamenti mensili in ogni stazione.

I risultati mensili dell'attività perossidasi nelle stazioni di Torino sono stati correlati con i valori medi mensili dei parametri CO, NO<sub>2</sub> e NO, forniti dalle centraline.

L'analisi è stata effettuata con il test di correlazione di *Pearson*: i coefficienti di correlazione migliori si riscontrano per NO ( $r=0,74$ ), seguiti da NO<sub>2</sub> ( $r=0,71$ ) e CO ( $r=0,68$ ).

Gli andamenti della concentrazione dell'enzima sono risultati sovrapponibili a quelli degli inquinanti aerodispersi con punte massime in autunno-inverno e valori minimi in estate.

La metodica è utile sia per la valutazione di eventuali effetti sinergici di composti inquinanti anche al di sotto della soglia di danno, sia per l'accumulo dell'azione nociva nel tempo, denunciando stati di inquinamento passati, non altrimenti rilevabili.

### 3.4.6.5 Monitoraggio lungo l'asse autostradale A32 (1998-1999)

Dal 1998 il programma di biomonitoraggio della qualità dell'aria lungo l'autostrada A32 si basa sull'utilizzo di biocentraline aeroponiche.

La rete, costituita da 18 biocentraline, interessa l'area urbana di Torino, il comune di Avigliana, il comune di Bardonecchia, il tracciato dell'autostrada A32 Torino-Bardonecchia; è stata inoltre istituita un'area sperimentale a Messa Vecchia caratterizzata da 7 biocentraline a differenti distanze dall'asse autostradale e 1 postazione di riferimento, presso la Stazione Sperimentale Vittorino Vezzani ad Ulzio (1800 m). La biocentralina aeroponica consente di svincolare l'apparato radicale da qualsiasi contatto con inquinanti presenti nel suolo. L'allestimento tipo, che copre l'intero arco dell'anno, è costituito da *Brassica oleracea*, per gli IPA, e da *Holcus lanatus*, per i metalli pesanti.

La deposizione attribuibile al traffico autostradale

non risulta prevalente rispetto alla deposizione in ambiente urbano (Torino e Avigliana). Nell'area sperimentale si evidenzia, in modo sistematico, una deposizione apprezzabile tra 0 e 20 metri dall'autostrada, che poi diminuisce per aumentare nuovamente a 40-50 metri. Tra le cause ipotizzabili vi sono la turbolenza dell'aria generata dal traffico veicolare e gli apporti da altre fonti inquinanti.

Questo fenomeno risulta particolarmente evidente con gli IPA. Effetti di dispersione degli IPA possono inoltre giustificare i risultati del confronto tra stazioni di monitoraggio di fondo valle e la postazione di controllo. In tale stazione il Pb è praticamente assente, mentre gli IPA sono incrementati del 20-25% rispetto al fondovalle. L'aumento del traffico conseguente alla chiusura del Traforo del Monte Bianco non ha determinato un particolare incremento delle concentrazioni di IPA in bassa valle, probabilmente in relazione al calo del traffico veicolare per la scelta di vie alternative all'autostrada; per contro, nelle postazioni di alta valle prossime al traforo (Gad, Prerichard e T4) ed in quella di Bardonecchia, si evidenzia un sensibile aumento degli IPA (a Bardonecchia in particolare si passa da circa 500 mg/kg a 2500 mg/kg).

## 3.4.7 PROVINCIA DI VERCELLI

### 3.4.7.1 Indagine conoscitiva nel Comune di Crescentino (1999)

L'indagine, realizzata durante la primavera-estate del 1999 per iniziativa dell'unità AMB PRO ECO dell'ENEA di Saluggia (VC) e del Comune di Crescentino (VC), è mirata a valutare la colonizzazione lichenica epifita del centro abitato di Crescentino e frazioni, al fine di integrare le scarse conoscenze lichenologiche nella provincia vercellese e di definire lo stato di qualità dell'aria del territorio in oggetto (Bari *et al.*, 2000).

Sono state analizzate 16 stazioni ed individuate 18 unità sistematiche, con una prevalenza di specie caratteristiche di substrati eutrofizzati a reazione neutro-basica. Per il rilevamento è stata utilizzata la Biodiversità Lichenica. In base ai rilevamenti effettuati su *Tilia* spp. sono state individuate cinque fasce di valori di I.B.L. La distribuzione delle fasce è stata studiata in relazione alla dislocazione sul territorio di insediamenti abitativi, produttivi, vie di traffico, aree agricole, anche in relazione alla provenienza dei venti.





Dalle caratteristiche della flora lichenica emerge un territorio a forte compromissione antropica, determinata probabilmente da svariati fattori quali l'inquinamento atmosferico, la situazione vegetazionale e l'uso del territorio. Esiste sicuramente un effetto congiunto dovuto alla presenza di attività agricola estensiva e intensiva - che, attraverso l'uso di fitofarmaci e la deposizione di polveri e di nitrati, contribuisce a impoverire la flora lichenica - di insediamenti industriali e del traffico veicolare ad essi conseguente.

### 3.5 APPLICAZIONE DI MODELLI MATEMATICI DI DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI IN ATMOSFERA

*(A cura di Francesco Lollobrigida - ARPA Piemonte, Dipartimento di Grugliasco, Area Qualità dell'aria e modellistica.*

*Con il contributo di: Roberta De Maria - ARPA Piemonte, Dipartimento di Grugliasco, Area Qualità dell'aria e modellistica; Silvia Cuffini - Provincia di Torino, Area Ambiente, Servizio Qualità dell'aria, inquinamento atmosferico, acustico ed elettromagnetico; Silvio Cagliero - ARPA Piemonte, Dipartimento di Cuneo, Area Qualità dell'aria ed emissioni; Luisella Bardi - ARPA Piemonte, Dipartimento di Cuneo, Area Agenti fisici; Gabriella Fasciani - Barricalla S.p.a.)*

La più recente normativa ambientale, a livello nazionale e regionale, prevede l'applicazione integrata di più strumenti ai fini della valutazione della qualità dell'aria, in cui giocano un ruolo fondamentale i modelli matematici di dispersione degli inquinanti in atmosfera. Tale strumento innovativo presenta due fondamentali vantaggi:

- la possibilità di superare il problema legato al carattere puntuale delle misure ricavate dalle reti di monitoraggio, mediante la produzione di vere e proprie mappe della qualità dell'aria;
- la possibilità di effettuare stime quantitative delle variazioni della qualità dell'aria conseguenti a modifiche del quadro emissivo relativo a un determinato ambito territoriale; tale situazione si verifica a seguito sia dell'introduzione sul territorio di una o più sorgenti inquinanti, in modo particolare nel caso di attività soggette a Valutazione di Impatto Ambientale, sia dell'adozione di politi-

che di risanamento su vasta scala, quali l'emanazione di nuove norme comunitarie relative alle emissioni autoveicolari.

Nel seguito, come aggiornamento del precedente Rapporto Stato Ambiente per il triennio 1998-2000, sono riportate, a titolo esemplificativo, alcune esperienze relative all'impatto sulla qualità dell'aria prodotto dalle seguenti tipologie di sorgente emissiva:

- traffico veicolare (TO)
- impianto produttivo industriale (CN)
- impianto di smaltimento rifiuti (TO).

#### 3.5.1 VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NELL'AREA DEL TRAFORO DEL FREJUS

A seguito della chiusura nel marzo 1999 del tunnel del Monte Bianco, si è verificato un sostanziale raddoppio di traffico al traforo del Frejus.

All'interno del progetto di modellistica applicata, avviato nel corso dello stesso anno dalla Provincia di Torino e dal Dip.to ARPA di Grugliasco, è stata effettuata una valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria nell'area circostante il traforo, incluso l'abitato di Bardonecchia, mediante una metodologia che integra misure sul campo e simulazioni con modelli matematici.

In particolare sono state effettuate due campagne di misura mediante il mezzo mobile di rilevamento e una simulazione di ricadute mediante un modello di dispersione, finalizzate a confrontare la qualità dell'aria nell'area prima e dopo l'incidente del Bianco. L'utilizzo del mezzo mobile ha permesso di verificare le concentrazioni degli inquinanti atmosferici, individuando quelli a maggiore criticità, e di validare le simulazioni di ricaduta effettuate mediante il modello dispersivo. L'utilizzo di un modello dispersivo ha invece permesso di estendere la mappatura della qualità dell'aria, dal punto di misura all'intera area considerata, e di esprimere in termini quantitativi l'incremento delle concentrazioni di inquinanti atmosferici dovuto al consistente aumento del traffico autoveicolare sulla A32.

Come traccianti di inquinamento sono stati scelti gli ossidi di azoto, individuato dalle misure effettuate come il parametro di maggiore criticità.

Per l'effettuazione delle simulazioni sono stati utilizzati il preprocessore meteorologico MINERVE e il modello dispersivo SPRAY, ricompreso nel *Model Documentation System* dell'Agenzia Europea per l'Ambiente. L'area presa in considerazione è un



quadrato di 26 km di lato, che comprende il tratto autostradale tra Salbertrand e Bardonecchia ed il tratto del tunnel del Traforo in territorio italiano (figura 3.14).

Figura 3.14 - Frejus: dominio di studio



Le simulazioni sono state condotte su due giornate tipo, scelte fra quelle coincidenti con la prima campagna di monitoraggio effettuata con il mezzo mobile. Le giornate tipo scelte rappresentano una situazione meteorologica tipica del dominio oggetto di studio, con iniziale presenza di circolazione ad evoluzione giornaliera (regime di brezza) nei bassi strati dell'atmosfera e successivo rafforzamento dei venti a scala locale. Per ognuna delle 48 ore di simulazione è stata ricostruita la mappa delle concentrazioni al suolo degli ossidi di azoto: la situazione oraria più critica, relativa alle ore 1:00 del giorno 10 maggio 1999 e corrispondente a un elevato numero di transiti di mezzi pesanti, è riportata nella figura 3.15. I risultati delle simulazioni (figura 3.16) permettono di formulare due conclusioni generali:

- l'incremento nei valori di concentrazione è significativo nelle giornate feriali, quando è particolarmente elevato l'aumento del transito di veicoli pesanti sull'autostrada A32;
- i valori di concentrazione rispettano in tutta l'area i valori di riferimento previsti dalla normativa vigente.

### 3.5.2 VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NEI PRESSI DI UNA SORGENTE INDUSTRIALE

Nel territorio di Robilante (CN), piccolo centro sito in Valle Vermentagna, è stato effettuato dal Dip.to ARPA di Cuneo uno studio di dispersione, tramite il modello gaussiano "WinDimula", delle emissioni

prodotte da un cementificio. Per realizzare lo studio sono stati utilizzati i dati di emissione di biossido di azoto, dal camino del forno principale dello stabilimento, e i dati meteorologici e chimici raccolti, per un totale di 20 giorni, dal laboratorio mobile dell'ARPA durante gli ultimi mesi del 2000.

La figura 3.17 è un esempio di simulazione relativa ad un periodo della giornata (ore 18) caratterizzato, come risulta dai dati del laboratorio mobile, dall'inizio dell'incremento di concentrazione del biossido di azoto; in questa fascia oraria una progressiva riduzione della velocità del vento è tipica del profilo anemologico dell'area. Il vento infatti nelle ore diurne spira dall'impianto verso l'abitato (brezza di valle) e, dopo il tramonto, prima dell'inversione delle brezze, affronta intervalli di calma. In tali ore il trasporto dell'inquinante è limitato: esso ricade a distanze non molto elevate dal punto di emissione, venendo così ad interessare il sito monitorato con concentrazioni crescenti inversamente proporzionali alla velocità del vento. La figura 3.17 rappresenta la distribuzione al suolo dell'inquinante considerato, emesso dal camino numero 3, nelle condizioni, meteorologiche e di emissione, dell'ora precedente le 18 dell'11 ottobre 2000. Le condizioni meteo considerate comprendevano una direzione del vento con provenienza secondo l'asse di valle, la classe di stabilità B è stata dedotta con il criterio di Pasquill ed è stata ipotizzata una altezza di inversione pari a 550 m di quota sull'abitato; si è reputato che questi ultimi due dati descrivessero con buona approssimazione la situazione locale e un buon riscontro è stato fornito dal confronto tra il valore rilevato, pari a  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ed il valore simulato, risultato pari a  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La buona rispondenza tra dato rilevato e dato stimato è da considerarsi comunque indicativa; si sottolinea che il punto monitorato si trova nel piano di fondovalle, così come la sorgente emissiva, e pertanto lo spazio considerato non risulta particolarmente influenzato dalla situazione orografica.

La caratterizzazione morfologica valliva introduce comunque variabili che non possono essere considerate nel modello utilizzato; i dati ottenuti evidenziano l'utilità di un approccio modellistico che potrebbe consentire di descrivere le ricadute al suolo sulla base di dati disponibili all'emissione.



Figura 3.15 - Frejus: campo di concentrazione NOx - 10 maggio 1999 ore 1:00

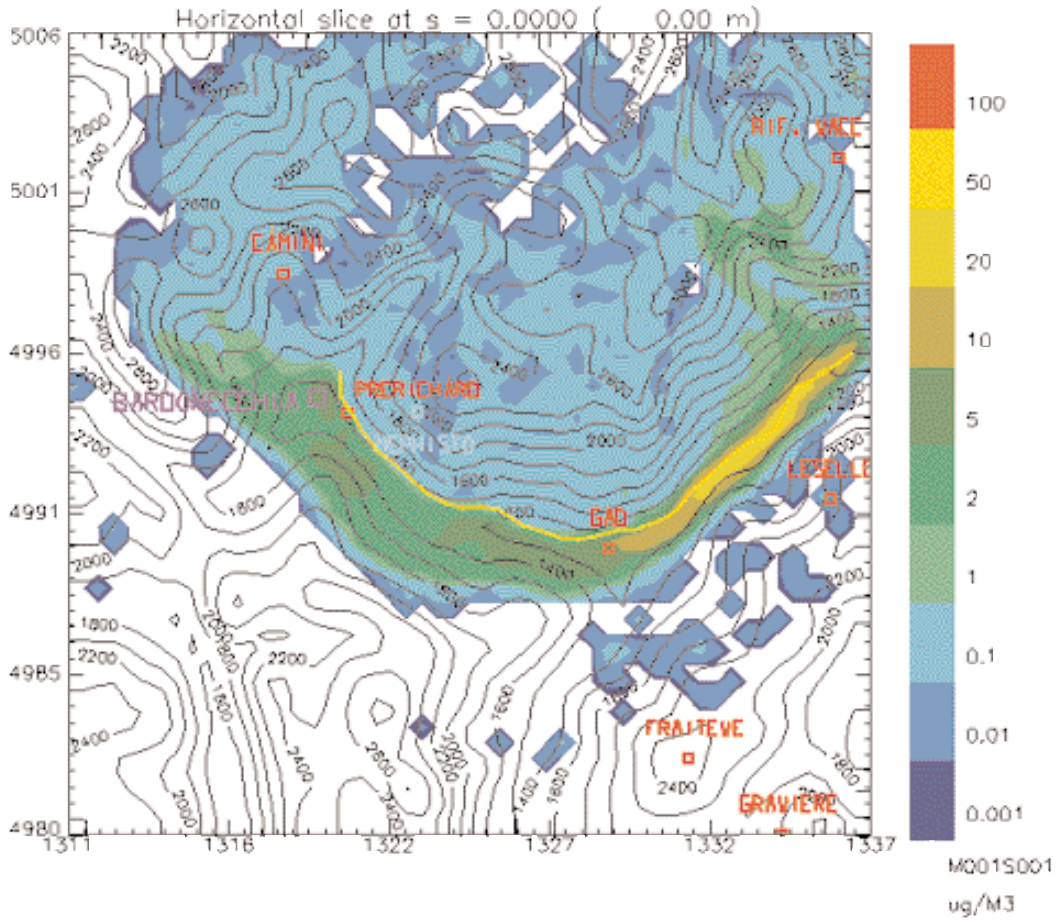
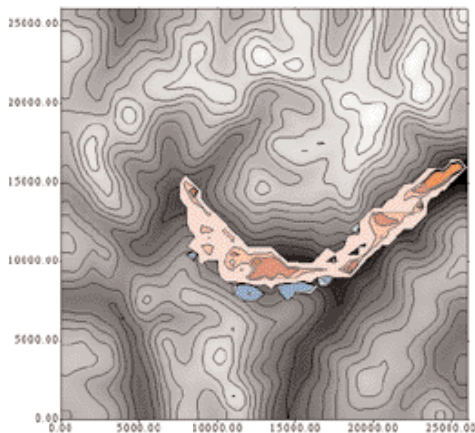


Figura 3.16 - Frejus, simulazioni relative al traffico stradale: NOx - differenza percentuale concentrazioni medie giornaliere per giornate test festive (9 maggio e 14 marzo) e feriali (10 maggio e 15 marzo)

*09/05/99 14/03/99 Giorno festivo  
 Differenza percentuale emissioni traffico  
 veicolare dopo-prima incidente  
 (per concentrazioni > 1µg/m<sup>3</sup>)*



*10/05/99 - 15/03/99 - Giorno feriali  
 Differenza percentuale emissioni traffico  
 veicolare dopo-prima incidente  
 (per concentrazioni > 1µg/m<sup>3</sup>)*

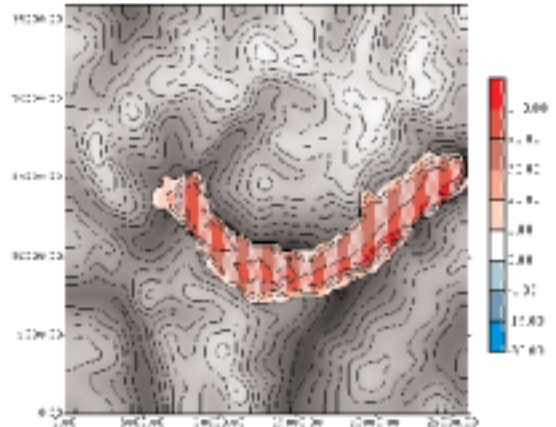
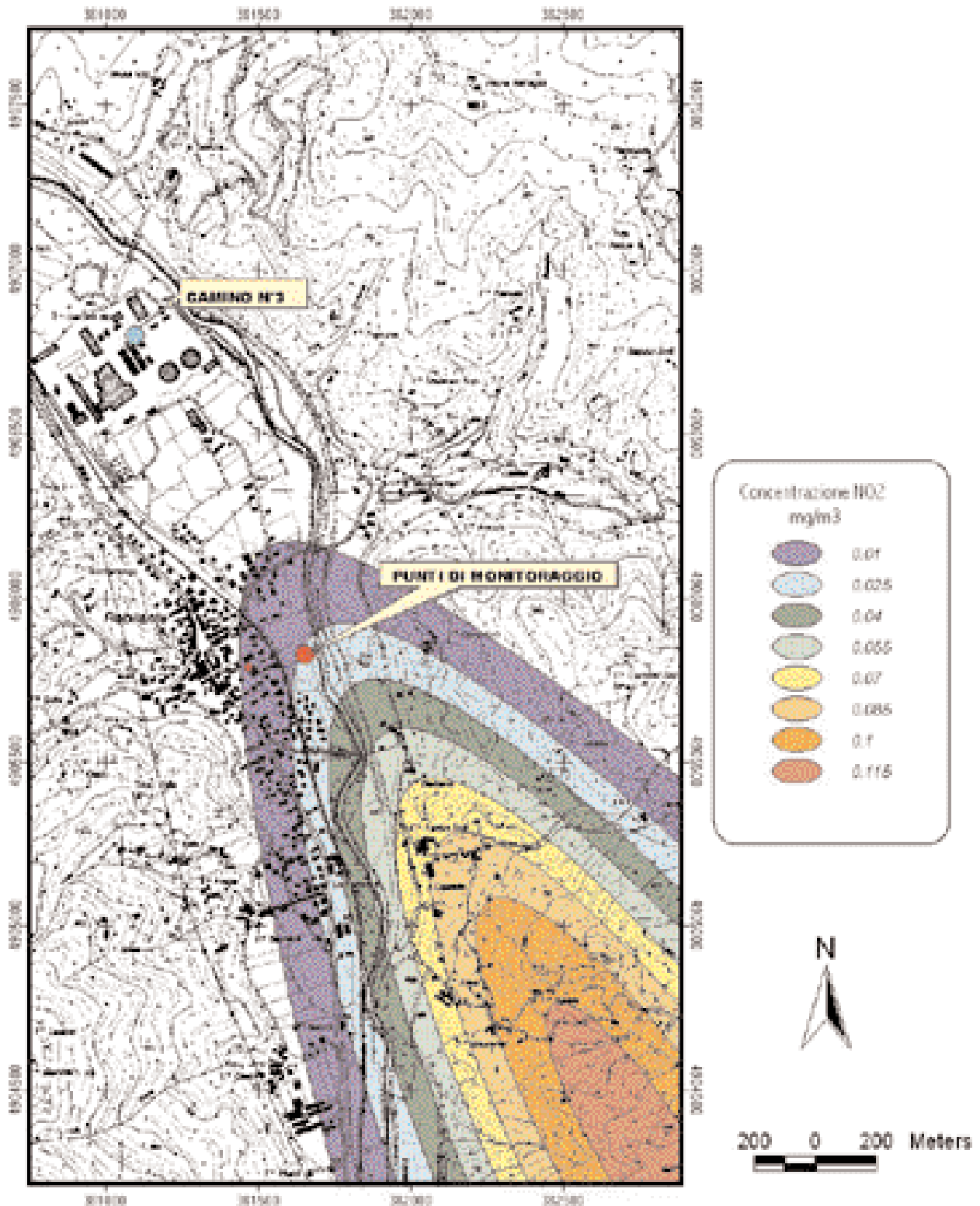




Figura 3.17 - Robilante (CN): simulazione delle concentrazioni al suolo di NO<sub>2</sub>







### 3.5.3 IL SISTEMA DI MONITORAGGIO INTEGRATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA DELL'IMPIANTO DI SMALTIMENTO RIFIUTI BARRICALLA S.P.A.

L'impianto di Barricalla si trova al confine dei comuni di Torino e Collegno, nel nodo di congiunzione di due strade ad elevato traffico veicolare: la tangenziale Nord e Corso Regina Margherita. L'impianto, inserito in una ex cava di ghiaia, è una discarica controllata di tipo 2C nella quale vengono smaltiti rifiuti industriali pericolosi.

Nel contesto dei criteri di sicurezza strutturale e gestionale applicati presso Barricalla Spa è operativo un sistema integrato di monitoraggio che permette di valutare, oltre ai dati relativi alle condizioni della falda acquifera, anche le emissioni provenienti dall'impianto discriminandole da quelle emesse dalle vicine infrastrutture viarie.

Al momento è operativo un sistema in grado di rilevare la presenza di THC (idrocarburi totali), NMHC (idrocarburi non metanici) e metano ed è in fase di realizzazione un progetto per la misura delle ricadute immissive del particolato discriminandone la provenienza (impianto o sorgenti esterne all'impianto)

Il monitoraggio della qualità dell'aria è effettuato tramite una rete costituita da tre stazioni automatiche che controllano sia i parametri meteorologici che quelli chimici. I sistemi per la rilevazione dei dati meteo (sistemi tradizionali ed anemometro ultrasonico) sono situati all'interno dell'impianto come anche due delle tre centraline chimiche, la terza è situata presso un'area residenziale nel Comune di Collegno a circa 2-3 km in linea d'aria dall'impianto in direzione Sud-Est.

Il sistema permette di acquisire i dati provenienti dai sensori di rete, elaborarli e trasformarli, grazie all'ausilio di modelli numerici, in mappature che rappresentano la qualità ambientale del territorio circostante l'impianto, separando le emissioni dovute all'attività di smaltimento da quelle provenienti da altre sorgenti, diffuse o localizzate.

In questo modo risulta particolarmente interessante valutare il contesto ambientale nel quale si inserisce Barricalla ed il suo apporto alla modificazione della qualità dell'aria nell'area di studio. Il sistema funziona automaticamente con i dati acquisiti dagli strumenti, ma può anche essere alimentato da una serie di dati previsti (per il giorno seguente o per un nuovo impianto) o dati derivanti da ipotesi alternative di gestione dell'im-

pianto.

Quest'ultima opportunità è orientata alla previsione degli effetti sull'ambiente circostante in seguito a cambiamenti nelle procedure operative.

Le simulazioni mediante modelli numerici vengono effettuate secondo le indicazioni fornite da procedure interne operative che tengono conto di tre fattori discriminanti che presenti simultaneamente ne prevedono il lancio di *default*:

- direzione del vento (compresa tra 180 e 230° N) per la valutazione dell'impatto in direzione dell'abitato di Savonera;

- velocità del vento (compresa tra 0,5-5 m/s) queste situazioni consentono di evitare condizioni di calma di vento o eccessiva turbolenza;

- concentrazione di NMHC rilevata superiore a 1ppm.

Le simulazioni interessano un dominio complessivo di circa 2 km x 2 km, al cui centro è situato il sito di smaltimento. Tale dominio è a sua volta suddiviso in 7 quadranti (N, N-W, S, N-E, S-E, S-W, S-S-E, W-S-W) i quali vengono opportunamente scelti, a seconda della direzione del vento, per la visualizzazione delle simulazioni.

Nelle **figure 3.18** e **3.19** sono riportati degli esempi di mappature relative alle emissioni di NMHC. Le aree di colore rosso a nord e sud della tangenziale corrispondono rispettivamente ai più vicini insediamenti abitativi dei comuni di Collegno e Torino. Si può notare come, discriminando i contributi delle strade da quelli dell'impianto, l'apporto relativo al solo impianto sia notevolmente inferiore al contributo dato dall'attività viaria circostante.

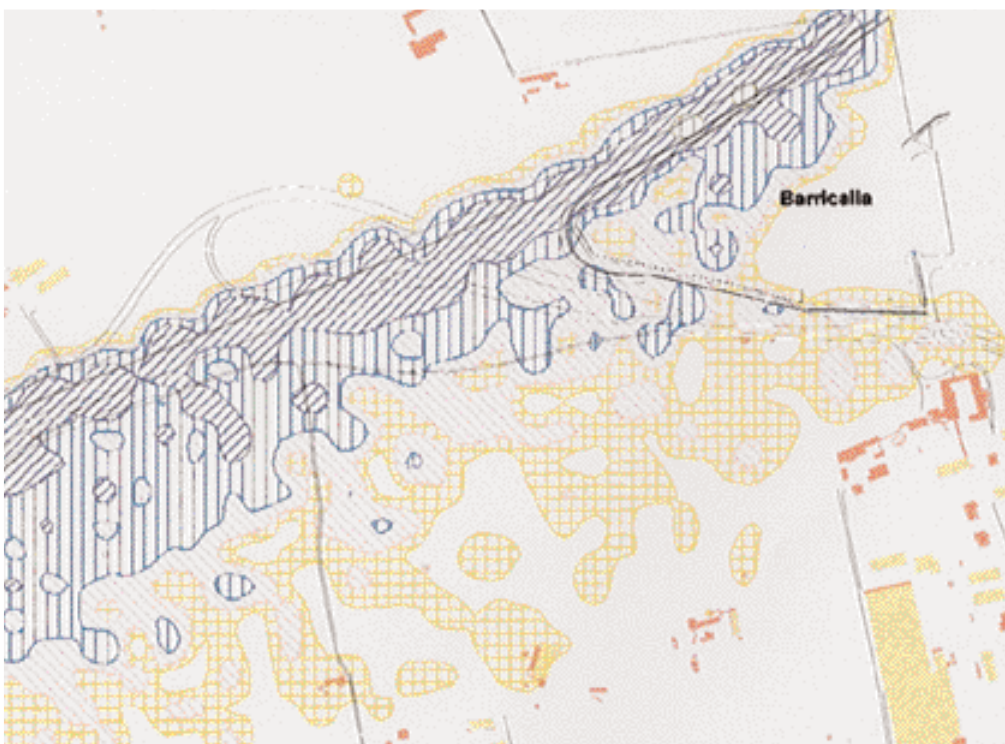




Figura 3.18 – Barricalla (TO): emissione di HCNM da strade + impianto; simulazione al 25/09/'00 ore 11 (dominio: quadrante S-W)



Figura 3.19 – Barricalla (TO): emissione di HCNM da impianto; simulazione al 25/09/'00 ore 11 (dominio: quadrante S-W)



HCNM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$  di C)  
Fonte: Barricalla S.p.a.



## BOX 1: INVENTARIO REGIONALE DELLE EMISSIONI

*(A cura di Franca Sordi – Regione Piemonte, Assessorato Ambiente, Settore Risanamento Acustico e Atmosferico)*

In prosecuzione delle attività finanziate dal Programma triennale '94 – '96, e come previsto dalla Legge 43/2000, è stato realizzato l'inventario regionale delle emissioni, strumento che permette ai vari livelli di governo di migliorare la conoscenza delle fonti di inquinamento e della loro distribuzione sul territorio ai fini della predisposizione, nell'ambito delle proprie competenze, dei piani di azione, piani o programmi di miglioramento progressivo e di conservazione dell'aria ambiente. L'inventario è infatti la raccolta sistematica e coerente dei dati relativi ad una serie di sostanze inquinanti emesse da attività e processi di origine sia antropica che naturale.

Per la realizzazione dell'Inventario, il Settore Risanamento Acustico ed Atmosferico della Regione è stato coadiuvato nelle scelte metodologiche, delle fonti informative e dei dati di base da utilizzare, nonché per la pratica realizzazione degli archivi e dei *data base*, dal CSI Piemonte e dal CESI. Una attiva collaborazione con la Regione Lombardia Settore Aria ha inoltre permesso di sviluppare ed utilizzare il Software INEMAR per la realizzazione dell'inventario.

L'inventario riguarda l'intero territorio piemontese ed è stato elaborato seguendo i principi della metodologia CORINAIR, messa a punto dalla European Environment Agency (EEA). A tal fine è stata utilizzata la seconda edizione dell' "Atmospheric Emission Inventory Guidebook EMEP/CORINAIR" pubblicato nel settembre 1999 dall'EEA, che rappresenta l'ultimo aggiornamento della citata metodologia CORINAIR.

L'anno riferimento della prima versione dell'inventario regionale è il 1997. Per questo primo impianto sono state individuate 130 attività come sorgenti puntuali per le quali è

stata svolta una attività specifica di raccolta, validazione ed elaborazione delle emissioni annue relative all'anno in questione. L'inventario è stato approntato con un dettaglio spaziale pari al territorio comunale, ed è predisposto per rappresentare le stime di emissione anche di maglie di reticoli.

È stata utilizzata prevalentemente la tecnica "bottom - up" e cioè le informazioni relative agli indicatori d'attività utilizzate si riferiscono ad un dettaglio territoriale inferiore o coerente rispetto a quello desiderato per il risultato finale (Comune o preciso punto geografico). La tecnica "top - down" è stata utilizzata in caso di carenza di informazioni dettagliate a livello locale o per verificare le informazioni ricavate; in questo caso, mediante opportune variabili *Proxy*, è stata poi effettuata una disaggregazione a livello comunale dei risultati.

I fattori di emissione utilizzati per l'effettuazione delle stime sono stati per lo più forniti dall'ANPA e sono quindi coerenti con quelli utilizzati per la realizzazione dell'inventario nazionale.

Nella Regione Piemonte, come in altre Regioni italiane sono stati avviati studi e ricerche finalizzati alla verifica sperimentale dei fattori di emissioni relativi alle attività ritenute maggiormente significative, al fine di verificare la coerenza dei fattori di emissione alla realtà italiana ed alla evoluzione tecnologica. Secondo quanto era già stato previsto nel Progetto esecutivo del Piano, una quota del finanziamento del "Programma triennale 1994 – 1996", è stata impiegata nell'ambito di una convenzione stipulata con la Regione Emilia Romagna e la Regione Liguria, per la determinazione sperimentale delle emissioni derivanti dai ciclomotori. Una ulteriore quota del finanziamento è stata assegnata all'ARPA per l'acquisizione di attrezzature per il controllo delle emissioni per l'effettuazione di campagne sperimentali di misura delle emissioni di sostanze organiche volatili negli impianti di diversi settori produttivi nonché delle emissioni derivanti dagli impianti per la produzione di energia e calore.

I risultati delle elaborazioni relative all'anno 1997 sono terminate ed è in corso il processo di validazione dei risultati.



## BIBLIOGRAFIA

ANPA, 2001. *Manuale I.B.L. Indice di Biodiversità Lichenica*.  
<http://www.sinanet.anpa.it/aree/atmosfera/qaria/biomo.asp>  
# Lineeguida

ARPA, PROVINCIA DI TORINO, 2000. *Relazione annuale sui dati rilevati dalla rete provinciale di monitoraggio della qualità dell'aria - anno 1999*.

BARI A., CESARE M.R., DE MARCO B., DE ROSA S., PIERVITTORI R., 2000. *Indagine conoscitiva sul popolamento lichenico e valutazione della qualità dell'aria nel Comune di Crescentino (VC)*. Rapporto Tecnico ENEA RT/AMB/2000/6.

BARI A., ROSSO A., GRISELLI B., MINCIARDI M.R., ALEMANNI D., DE ROSA S., PIERVITTORI R., 2000. *Lichenological survey and assessment of the degree of lichen biodiversity of the Chivasso area*. Plant Biosystem (in press).

CASARINI P., FURLANETTO D., GENONI P., GUIDETTI L., ROELLA V., 2000. *Monitoraggio della qualità dell'aria mediante licheni nella Valle del Ticino*. Pubblicazione a cura dell'Ente Parco del Ticino.

CASTINO L., 2000. *Biomonitoraggio della qualità dell'aria in Provincia di Asti*. Rapporto Tecnico ARPA Dip.to Asti.

GRISELLI B., MAGNONI M., BERTINO S., GALLO R., BARI A., PIERVITTORI R., ISOCRONO D., 1999. *Biomonitoraggio della qualità ambientale nella Valle dell'Orco*. Rapporto Tecnico ARPA Dip.to Ivrea.

GRISELLI B., BARI A., MAGNONI M., BERTINO S., ISOCRONO D., PIERVITTORI R., 2000. *Evaluation of human impact using lichens and mosses in an alpine valley (Valle Orco, Piedmont, Italy)*. Ecological Research (in press).

IPLA (Tagliaferro F., Alliani N., Lonati S., Petrella F., Ferrara A.M. et al.) – Regione Piemonte, 1998. *Caratterizzazione ecologica e monitoraggio dei boschi*.

PICCINI C., & SALVATI., 1999. *Atti del Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale" (Roma 26-27 novembre 1998)* Serie Atti/2 ANPA.