

## 5 ARIA



### INDICATORI

Livelli NO<sub>2</sub>  
Livelli di CO  
Livelli di polveri totali sospese (PTS)  
Livelli di ozono  
Livelli di benzene  
Traffico autostradale sulle tratte veronesi  
Traffico aereo in partenza ed arrivo dall'aeroporto Catullo  
Localizzazione delle principali industrie  
Consumo di vernici in ambito produttivo  
Aggiornamento dei mezzi di trasporto pubblico extraurbano  
Ditte con obbligo di autocontrolli  
Numero di aziende sottoposte a controlli  
Variazioni del contributo emissivo dovute all'aggiornamento dei mezzi di trasporto pubblici

### AUTORI

FRANCESCA PREDICATORI  
PAOLO FRONTERO

### COLLABORATORI

LIVIO MARANGON  
SABRINA POLI  
ANDREA SALOMONI  
ANNALISA SPIAZZI  
ENRICO GAROFOLI  
ALBERTO VERDOLIN

## 5.1 Introduzione

L'inquinamento atmosferico nelle zone urbanizzate è dovuto principalmente a sorgenti antropiche: traffico, emissioni industriali, consumi domestici. Il contributo delle sorgenti naturali quali gli incendi è solo marginale. In questo capitolo si è cercato di caratterizzare lo stato della qualità dell'aria in provincia di Verona individuando un insieme di indicatori che caratterizzino sia le fonti di emissione, sia il livello delle concentrazioni di inquinanti.

## 5.2 Gli indicatori utilizzati

La provincia veronese può essere schematicamente suddivisa in tre zone con caratteristiche, dal punto di vista del contributo all'inquinamento atmosferico e dei livelli di inquinanti, sostanzialmente diverse.

Una prima zona è quella che ha come baricentro Verona e i comuni ad essa vicini che più di altri gravitano, sia dal punto di vista economico che dal punto di vista del traffico privato, delle merci etc., verso il capoluogo. Vi è poi la zona montana e del lago di Garda che non ha fonti industriali significative, mentre è significativo il flusso turistico (si veda il capitolo dell'inquadramento geografico) ed infine la zona dell'Est e del Sud veronese che, accanto ad un'intensa attività agricolturale, affianca numerose industrie manifatturiere, alcune delle quali di grossa entità per quanto riguarda le emissioni in atmosfera. La zona a Sud è, infatti, nota per l'elevata concentrazione di industrie e attività artigianali collegate alla produzione del mobile; la zona a Est è di fatto una espansione della zona delle concerie che ha come centro Arzignano in provincia di Vicenza.

Anche dal punto di vista meteorologico, la provincia di Verona ha delle peculiarità dovute al fatto di trovarsi in una zona climatica di transizione, con subregioni particolari quali quella lacustre, quella montana e la pianura padana a Sud. I fattori climatici influenzano in maniera decisiva i valori di concentrazione degli inquinanti.

Per cercare di descrivere un sistema così complesso dal punto di vista dell'atmosfera è stato scelto un primo insieme di indicatori. Quali indicatori di cause primarie si sono considerati quelli relativi al traffico autostradale ed aereo per il loro contributo predominante dal punto di vista delle emissioni in particolare di CO ed NO<sub>x</sub> e il numero e la localizzazione delle principali industrie autorizzate ad emettere in atmosfera secondo il DM 203/88.

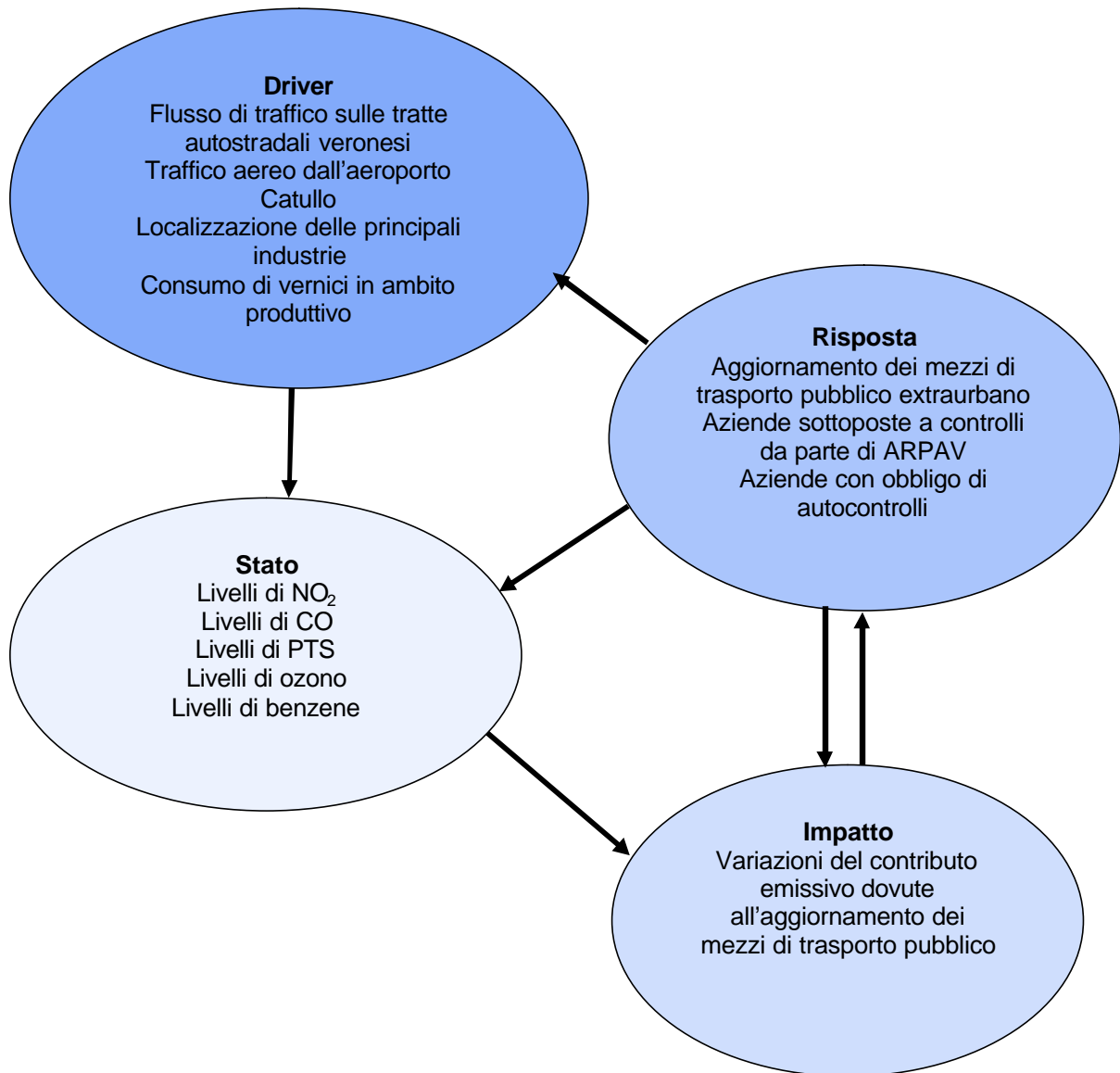
Come indicatori di pressione sono stati popolati quelli relativi alle emissioni di CO, NO<sub>x</sub> e COV.

Lo stato della qualità dell'aria in Provincia viene monitorato dal 1996 grazie ad una rete di stazioni fisse e a campagne effettuate con la centralina mobile. Sono state prese in considerazione le concentrazioni di alcuni degli inquinanti più significativi: monossido di carbonio (CO), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), polveri totali sospese (PTS) e benzene.

Si è inoltre cercato di descrivere quali provvedimenti sono stati presi per limitare il fenomeno dell'inquinamento atmosferico e che tipo di risultati si sono raggiunti: gli indicatori di risposta considerati sono l'aggiornamento dei mezzi di trasporto pubblico ed il numero di aziende, autorizzate ad emettere in atmosfera, con obbligo di effettuare periodici autocontrolli alle emissioni.

Nello schema seguente sono riportati sinteticamente gli indicatori per tipo ed i collegamenti fra loro.

Figura 5.2.1: schema a blocchi degli indicatori utilizzati nel capitolo aria



### 5.3 L'evoluzione dello stato della qualità dell'aria

#### 5.3.1 Introduzione

La rete di stazioni di monitoraggio in provincia di Verona è costituita da cinque centraline posizionate nei principali centri abitati del territorio provinciale:

- Villafranca – via I maggio (tipo B)
- Bovolone – piazza A. Moro (tipo B)
- San Martino Buon Albergo – via Serena (tipo C)
- San Bonifacio – via Fiume (tipo C)
- Legnago – via Frattini (tipo B)

Le centraline presenti nei comuni di Villafranca, Legnago e Bovolone sono posizionate in zone ad alta densità abitativa e possono quindi essere considerate di tipo B secondo la classificazione prevista dal D.M. 20/05/91. Le centraline di San Bonifacio e San Martino B.A. si trovano lungo arterie di grande traffico e possono quindi essere classificate di tipo C.

Nell'anno 2001 la stazione del comune di Legnago non era in funzione per motivi tecnici.

Ogni stazione è dotata di analizzatori automatici che permettono di rilevare le concentrazioni degli inquinanti principali ed, in alcuni casi, di sensori meteorologici.

#### 5.3.2 Gli indicatori utilizzati

Nome indicatore	DPSIR	Obiettivo	Disponibilità dati	Situazione attuale
Livelli di NO <sub>2</sub>	S	Le concentrazioni di NO <sub>2</sub> si mantengono al di sotto dei limiti di legge ?	☺	☺
Livelli di CO	S	I livelli di monossido di carbonio si mantengono al di sotto dei limiti di legge?	☺	☺
Livelli di Polveri Totali Sospese	S	Le concentrazioni di PTS superano i limiti di legge?	☺	☺
Livelli di ozono	S	I livelli ambientali di O <sub>3</sub> superano i limiti di legge?	☺	☹
Livelli di benzene	S	I livelli di benzene superano l'obiettivo di qualità?	☺	☹

**L'evoluzione dello stato della qualità dell'aria****Livelli di NO<sub>2</sub>**

Il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) è un gas dal colore rosso-bruno e dall'odore pungente ed è un inquinante cosiddetto "secondario" in quanto non viene emesso direttamente dalle sorgenti, ma si forma nell'atmosfera per ossidazione dell'ossido di azoto (NO), favorita dalla presenza di ossidanti quali l'ozono. Il monossido di azoto (NO) è un gas incolore e inodore che si forma in tutti i processi di combustione, indipendentemente dalla composizione chimica del combustibile, in quanto l'azoto e l'ossigeno che lo costituiscono sono naturalmente presenti nell'atmosfera e si combinano in tutti i processi in cui si raggiungono temperature sufficientemente elevate (>1210°). Tali valori sono normalmente raggiunti nei motori a combustione interna.

L'NO<sub>2</sub> è molto più tossico dell'NO, a causa della sua azione ossidante sul ferro contenuto nell'emoglobina, che rende quest'ultima incapace di trasportare l'ossigeno. Inoltre, sempre a causa delle sue proprietà ossidanti, può provocare infiammazione delle vie aeree, in particolare in soggetti asmatici o con malattie croniche dell'apparato respiratorio.

Ha, inoltre, diversi effetti negativi sull'ambiente: in presenza di irraggiamento solare contribuisce, insieme ad altre sostanze, alla formazione dello smog fotochimico, alla acidificazione delle piogge ed alla riduzione dell'ozono stratosferico.

Il traffico automobilistico è la principale sorgente degli ossidi di azoto, ma vi contribuiscono anche il riscaldamento e gli impianti industriali. Gli ossidi di azoto possono essere presenti anche all'interno delle abitazioni, originati da stufe e scaldabagni a gas, nonché dal fumo di sigarette.

La normativa attuale prevede per gli ossidi di azoto i seguenti limiti:

- ⇒ Periodo di riferimento: 1 gennaio – 31 dicembre
- ⇒ Valori limite di qualità dell'aria: 98° percentile delle concentrazioni medie di un'ora rilevate durante l'anno: 200 µg/m<sup>3</sup>
- ⇒ Valore guida di qualità dell'aria:
  - 50° percentile delle concentrazioni medie di un'ora rilevate durante l'anno: 50 µg/m<sup>3</sup>
  - 98° percentile delle concentrazioni medie orarie durante l'anno: 135 µg/m<sup>3</sup>

La concentrazione di ossidi di azoto viene misurata in tutte le stazioni di rilevamento della provincia.

Tabella 5.3.1: Valore medio, mediana, 98° percentile e valore massimo delle concentrazioni orarie rilevate presso le stazioni di monitoraggio provinciali dal 1 gennaio al 31 dicembre 2001. I valori sono espressi in µg/m<sup>3</sup> (fonte Dipartimento provinciale ARPAV - Verona)

<b>Tipo di parametro</b>	<b>San Martino B.A.</b>	<b>Bovolone</b>	<b>San Bonifacio</b>	<b>Villafranca</b>
50° percentile (µg/m <sup>3</sup> )	50	28	46	65
98° percentile (µg/m <sup>3</sup> )	120	85	115	117
Max. orario (µg/m <sup>3</sup> )	185	225	306	167
Media (µg/m <sup>3</sup> )	54	32	50	67

Nella Tabella 5.3.1 sono riassunti alcuni dei parametri più significativi relativi alle rilevazioni effettuate nell'anno 2001 presso le stazioni di monitoraggio provinciali.

Un altro parametro utile per valutare l'andamento delle concentrazioni di inquinanti rilevate nel corso dell'anno è rappresentato dal giorno tipo, ovvero dall'andamento orario giornaliero delle concentrazioni espresso tramite il valor medio riferito alla medesima ora del giorno.

In Figura 5.3.1 è rappresentato il giorno tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> misurate presso le stazioni di monitoraggio provinciali: a titolo di confronto è stato riportato anche il giorno tipo delle centraline di tipo B di Verona localizzate in Piazza Bernardi ed in via Roveggia. L'andamento mostra due picchi in corrispondenza delle ore di punta del traffico (al mattino ed alla sera): l'NO<sub>2</sub> deriva infatti da reazioni chimiche che coinvolgono l'NO, sostanza generata nel corso di tutte le combustioni a temperature relativamente alte. Non si notano differenze significative fra Verona e le altre località della provincia a riprova del fatto che si tratta di un inquinante di tipo diffuso su tutte le zone urbanizzate interessate da insediamenti industriali significativi e da un notevole flusso di traffico.

Anche i grafici della settimana tipo (Figura 5.3.2), ovvero delle concentrazioni medie riferite al medesimo giorno della settimana, mostrano lo stesso andamento in tutte le postazioni, con una diminuzione dei valori in corrispondenza del fine settimana, ovvero dei giorni con minor traffico.

Le maggiori concentrazioni rilevate a Villafranca possono essere spiegate sia dalle caratteristiche meteo peculiari della zona, sia dalla presenza dell'aeroporto.

Figura 5.3.1: Giorno tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> rilevate nell'anno 2001 nelle centraline posizionate nei comuni di Bovolone, San Martino B.A., San Bonifacio, Villafranca, Verona. (fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona)

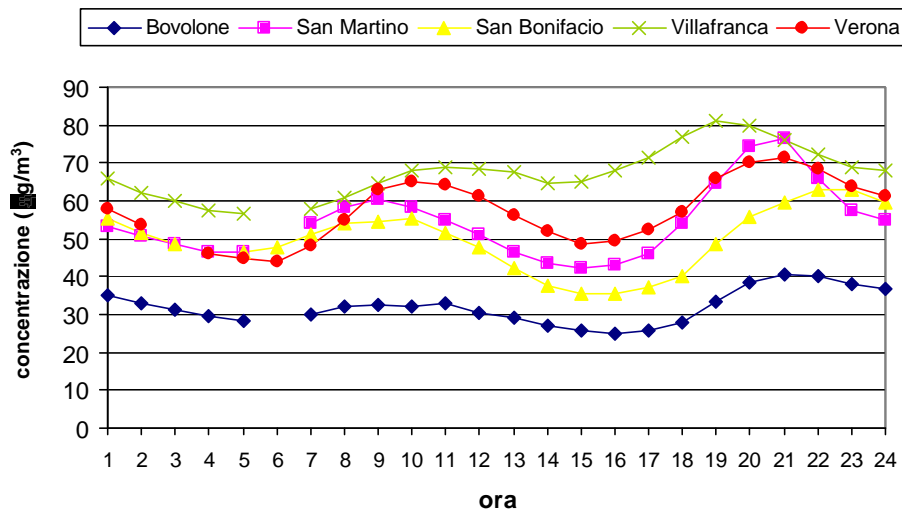
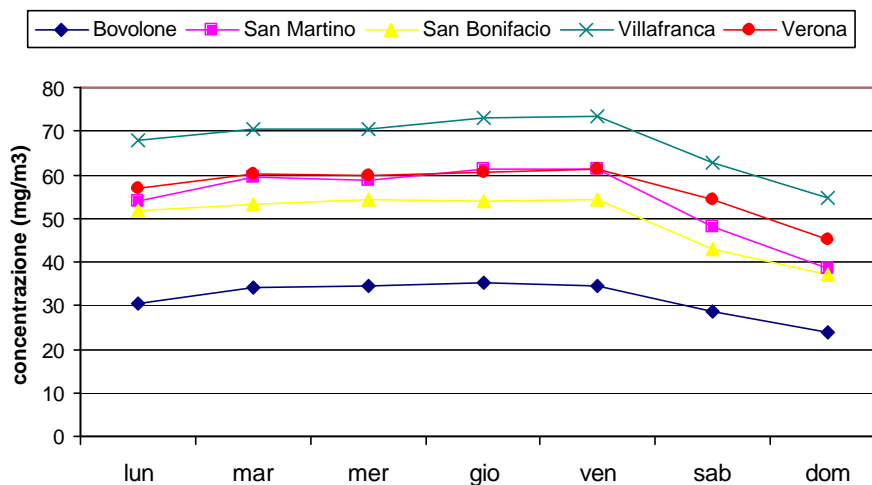


Figura 5.3.2: Settimana tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> misurate nell'anno 2001 presso le centraline posizionate nei comuni di Bovolone, San Bonifacio, San Martino, Villafranca e Verona (fonte: Dipartimento provinciale ARPAV di Verona)



## L'evoluzione dello stato della qualità dell'aria

## Livelli di CO

Il monossido di carbonio (CO) è un gas tossico incolore e inodore, risultato della combustione incompleta, cioè in carenza di ossigeno, di composti contenenti carbonio. La sua presenza in quantità rilevanti risulta molto dannosa per l'uomo e per gli animali, in quanto inibisce la capacità di trasporto dell'ossigeno da parte del flusso sanguigno ai tessuti, con conseguente danneggiamento degli stessi. La sorgente più importante di questo gas è ancora una volta il traffico veicolare; in particolare, le emissioni sono maggiori nei veicoli a benzina rispetto a quelli a gasolio (a causa della minore temperatura di combustione) e maggiori con il motore al minimo e in decelerazione. Dunque le condizioni che minimizzano la produzione di CO – elevate temperature e elevata quantità di ossigeno – sono proprio quelle che favoriscono la formazione di NO; la riduzione di entrambi gli inquinanti viene ottenuta negli autoveicoli a benzina mediante l'adozione di marmitte catalitiche a tre vie. Può esservi presenza di CO anche negli ambienti domestici, prodotto dal fumo di sigaretta o, in concentrazioni a volte anche letali, nel caso in cui si verifichi il malfunzionamento dei sistemi di aspirazione (canne fumarie). Anche la combustione in impianti di riscaldamento alimentati con combustibili solidi o liquidi è fonte di CO. Altre sorgenti sono individuabili in particolari processi industriali come la produzione dell'acciaio, della ghisa e la raffinazione del petrolio.

La normativa attuale prevede per il monossido di carbonio i seguenti limiti:

- ⇒ Periodo di riferimento: 1 gennaio – 31 dicembre
- ⇒ Valori limite di qualità dell'aria: concentrazione media di 8 ore: 10 mg/m<sup>3</sup>  
concentrazione media di 1 ore: 40 mg/m<sup>3</sup>

L'indicatore evidenzia la concentrazione al suolo di questo inquinante.

La concentrazione di CO nell'aria urbana è monitorata nelle stazioni di rilevamento di tipo "C" (DM 20/05/91), localizzate in zone ad elevato rischio espositivo (come strade caratterizzate da intenso traffico veicolare e a bassa ventilazione).

Le centraline di tipo C nella provincia di Verona sono quattro: due localizzate in ambito urbano (via San Giacomo e Corso Milano a Verona) e due nella zona Est della provincia (San Martino B.A. e San Bonifacio). In tutte le centraline nel 2001 non vi sono stati superamenti del valore limite sulle 8 ore. Il valore della concentrazione media sulle 8 ore nel 2001 è risultato inferiore a 5 mg/m<sup>3</sup>.

Figura 5.3.3: Giorno tipo delle concentrazioni di CO rilevate nell'anno 2001 presso le stazioni di monitoraggio posizionate nei comuni di Bovolone, San Martino B.A., Villafranca, San Bonifacio e Verona (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona)

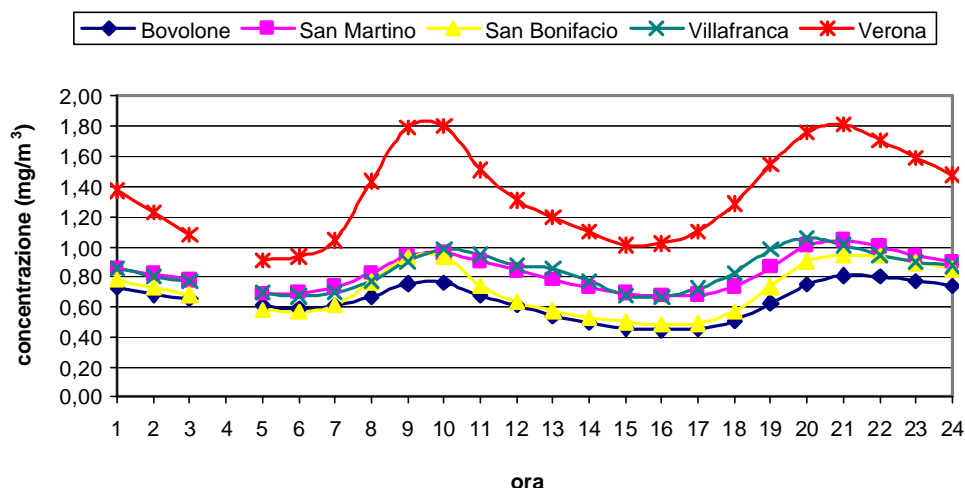


Tabella 5.3.2: Valore medio, mediana, 98° percentile e valore massimo delle concentrazioni medie sulle 8 ore rilevate presso le stazioni di monitoraggio provinciali dal 1 gennaio al 31 dicembre 2001. I valori sono espressi in  $\text{mg}/\text{m}^3$  (fonte: Dipartimento provinciale ARPAV – Verona)

Tipo di parametro	San Martino B.A.	Bovolone	San Bonifacio	Villafranca
50° percentile ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	0.6	0.5	0.5	0.7
98° percentile ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	2.2	2.0	2.4	2.3
Max. media su 8 ore ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	2.9	3.2	3.7	0.8
Media ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	0.8	0.6	0.7	3.0

Nella Tabella 5.3.2 sono riassunti alcuni dei parametri più significativi relativi alle rilevazioni effettuate nell'anno 2001 presso le stazioni di monitoraggio provinciali: sia i valori medi che i valori massimi sono molto inferiori al limite di  $10 \text{ mg}/\text{m}^3$  stabilito dalla normativa.

In Figura 5.3.3 è riportato l'andamento del giorno tipo delle concentrazioni di CO rilevate nelle stazioni di monitoraggio provinciali ed in quelle di tipo C posizionate all'interno del Comune di Verona. Il giorno tipo è calcolato sulla base delle concentrazioni medie orarie rilevate annualmente, riferite alla stessa ora del giorno.

I valori rilevati in provincia sono mediamente inferiori a quelli rilevati presso le centraline della città: ciò è da imputare essenzialmente al maggiore volume di traffico ed alla bassa velocità degli automezzi nelle vie cittadine presso cui sono state effettuate le rilevazioni. L'andamento è analogo in tutte le stazioni: si notano due picchi di concentrazione in corrispondenza delle ore di punta del traffico.



## L'evoluzione dello stato della qualità dell'aria

## Livelli di PTS

Con "particelle totali sospese" (PTS) si indica un ampio insieme, chimicamente molto vario, di particelle liquide o solide le cui dimensioni vanno indicativamente da 0.05 a 100  $\mu\text{m}$ . Esse provengono sia da fonti naturali (processi di erosione, eruzioni vulcaniche, nuclei di cloruro sodio da mare ed oceani, etc.), sia da attività antropiche che implicano processi di combustione incompleta (fumi da traffico veicolare, riscaldamento, fonderie, etc.) o abrasione di materiali solidi e uso di materiali in polvere (industria del marmo e del cemento, industria delle costruzioni in genere, lavorazione e stoccaggio del grano, etc.). Il traffico urbano contribuisce all'emissione di particolato sia con la combustione, sia attraverso la polverizzazione della gomma sull'asfalto.

La normativa attuale prevede per le polveri totali sospese i seguenti limiti:

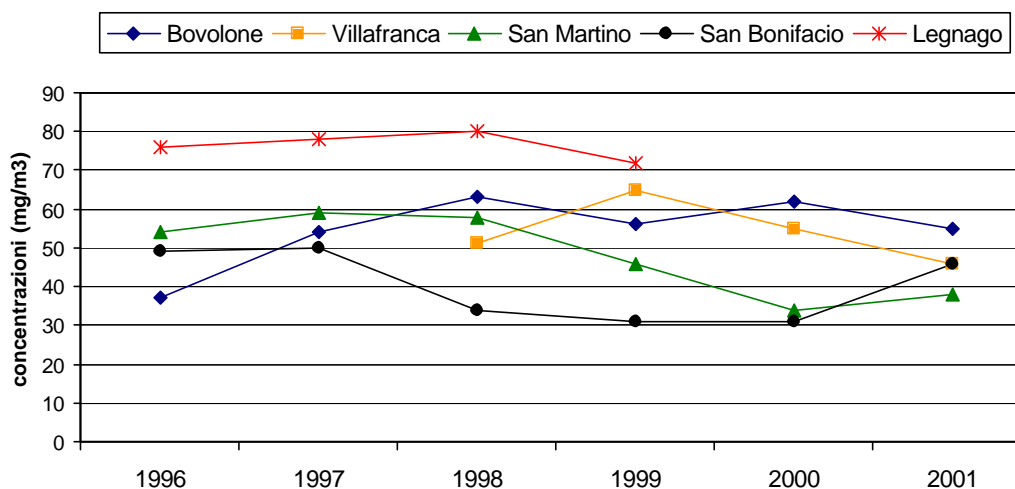
- ⇒ Periodo di riferimento: 1 aprile – 31 marzo
- ⇒ Valori limite di qualità dell'aria: media aritmetica delle concentrazioni medie sulle 24 ore: 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 95° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco dell'anno: 300  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Anche la concentrazione delle polveri risulta particolarmente sensibile alle condizioni meteorologiche: condizioni di stabilità atmosferica determinano infatti un aumento di concentrazione, com'è avvenuto durante il mese di febbraio, che è risultato prevalentemente anticiclonico. In tale mese si sono registrati cinque superamenti del livello di attenzione a Verona in via San Giacomo ed uno presso la stazione di Cason. Nelle stazioni di monitoraggio della provincia non è stato rilevato alcun superamento.

Tabella 5.3.3: valore medio, mediana, 98° percentile e valore massimo delle concentrazioni medie di PTS sulle 24 ore rilevate presso le stazioni di monitoraggio provinciali dal 1 gennaio al 31 dicembre 2001. I valori sono espressi in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (fonte ARPAV – DAP Verona)

Tipo di parametro	San Martino B.A.	Bovolone	San Bonifacio	Villafranca
50° percentile ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	38	55	46	46
95° percentile ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	91	97	86	77
Media sulle 24 ore max. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	185	225	306	167
Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	44	58	49	48

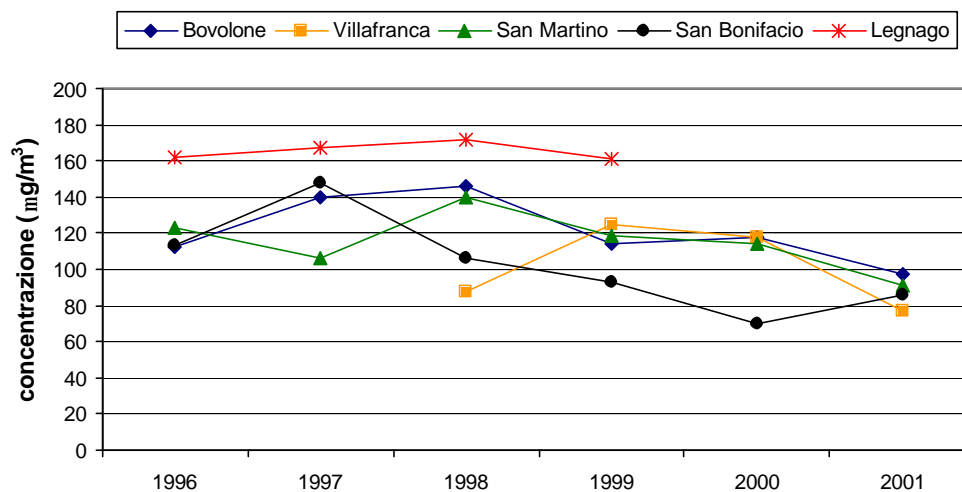
Figura 5.3.4: Andamento della mediana delle concentrazioni medie di PTS di 24 ore, rilevate nelle stazioni di monitoraggio della provincia, negli anni 1996-2001. (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona)



In Figura 5.3.4 è raffigurato l'andamento delle mediane delle concentrazioni medie sulle 24 ore misurate nelle stazioni di monitoraggio provinciali negli anni 1996-2001. Negli anni 2000-2001 la centralina di Legnago non era in funzione per problemi tecnici.

Ad eccezione di Legnago che mostra valori di polverosità più elevati, le concentrazioni misurate presso le altre stazioni non si differenziano in maniera significativa. Anche per i massimi (95° percentile - Figura 5.3.5) viene confermato tale andamento: negli ultimi anni si nota un leggero decremento.

Figura 5.3.5: Andamento del 95° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nelle stazioni di monitoraggio della provincia nell'anno 2001 (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona)



## L'evoluzione dello stato della qualità dell'aria

## Livelli di ozono

L'ozono è un gas composto da 3 atomi di ossigeno, inodore ed incolore. La sua presenza nell'alta atmosfera è importante per la sua azione schermante; a livello del suolo è tossico per l'uomo anche a concentrazioni relativamente basse essendo un potente agente ossidante, tanto che rappresenta, insieme al particolato, uno degli inquinanti più rilevanti dal punto di vista della salute. La presenza di elevati livelli di ozono danneggia la salute umana, quella degli animali e delle piante, deteriora i materiali e riduce la visibilità. Sull'uomo provoca irritazioni agli occhi, è molto irritante per le vie aeree profonde e può causare una riduzione della funzionalità polmonare, con sintomi quali tosse, dispnea e dolore toracico, e aggravare disturbi respiratori già esistenti, come l'asma. Gli effetti ambientali principali sono il rapido deterioramento di materiali per ossidazione e la diminuzione della produttività delle piante.

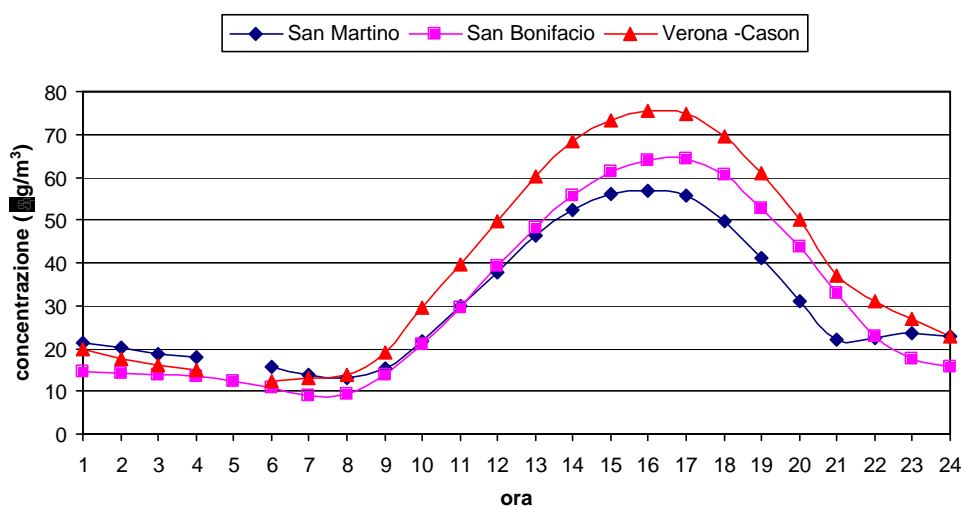
L'ozono non viene emesso direttamente dalle attività umane, ma è un inquinante secondario che si forma nell'atmosfera in seguito a reazioni fotochimiche a carico degli inquinanti primari ( $\text{NO}_x$ , idrocarburi non metanici, aldeidi) prodotti dai processi di combustione. Le concentrazioni ambientali di  $\text{O}_3$  tendono pertanto ad aumentare durante i periodi caldi e soleggiati dell'anno.

La normativa attuale prevede i seguenti limiti di concentrazione:

- ⇒ Periodo di riferimento: 1 gennaio – 31 dicembre
- ⇒ Valori limite di qualità dell'aria: concentrazione media di 1 ora da non raggiungere più di una volta al mese:  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$   
 livello di per la protezione della salute (media mobile di 8 ore calcolata sulle 8 ore precedenti):  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$   
 livello per la protezione della vegetazione: media oraria:  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , media di 24 ore:  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Nella Figura 5.3.6 è riportato l'andamento del giorno tipo, ovvero del giorno delle concentrazioni medie orarie calcolate lungo tutto l'anno, relativo alle stazioni di monitoraggio di San Bonifacio, San Martino e Verona (località Cason). Il grafico mostra la caratteristica forma a campana: infatti, nell'arco della giornata, i livelli sono bassi al mattino (fase di innesco del processo fotochimico), raggiungono il massimo nel primo pomeriggio e si riducono progressivamente nelle ore serali con il diminuire della radiazione solare. I valori maggiori si misurano nelle zone suburbane di Verona (loc. Cason): l'ozono raggiunge infatti i suoi valori più elevati nelle zone rurali, in quanto reagisce chimicamente con l' $\text{NO}$ , presente in concentrazioni più elevate nelle zone urbane, in prossimità delle strade ad elevato traffico, diminuendo quindi la sua concentrazione iniziale.

Figura 5.3.6: Giorno tipo delle concentrazioni di ozono rilevate nell'anno 2001 presso le stazioni di monitoraggio posizionate nei comuni di San Martino B.A., San Bonifacio e Verona-Cason (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona)



Dalla Figura 5.3.7 si evince che il numero di giorni in cui si supera il livello di protezione della vegetazione ed il livello di protezione della salute corrisponde a parecchie decine l'anno sia all'interno della cinta urbana che nella provincia. Il valore del numero di superamenti non cambia in modo significativo se si considera Verona città o la provincia. Il numero di superamenti del livello di attenzione negli ultimi 5 anni (1997 – 2001) è variabile dipendendo sensibilmente dalle condizioni climatiche (Figura 5.3.8). In particolare nel 1998 si è avuto un numero significativo di superamenti del livello di attenzione. I valori orari si sono comunque sempre mantenuti al di sotto del valore di allarme.

Figura 5.3.7: Numero di giorni di superamento (valore medio di 24 ore) del limite di protezione della vegetazione ( $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e numero di superamenti (media mobile di 8 ore) del limite di protezione della salute umana ( $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), indicati nel D.M. 16/05/96 per ciascuna centralina e per provincia (media dei valori delle centraline). Dati relativi all'anno 2001 (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona)

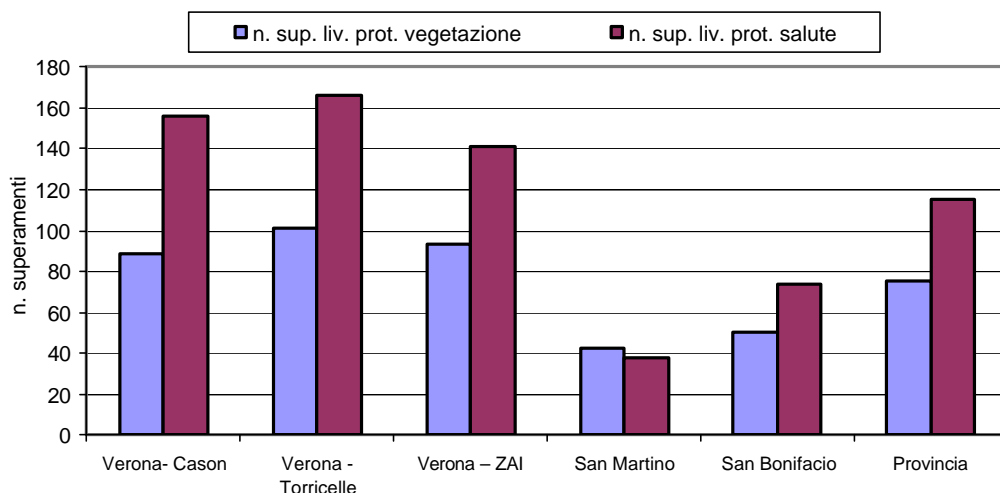
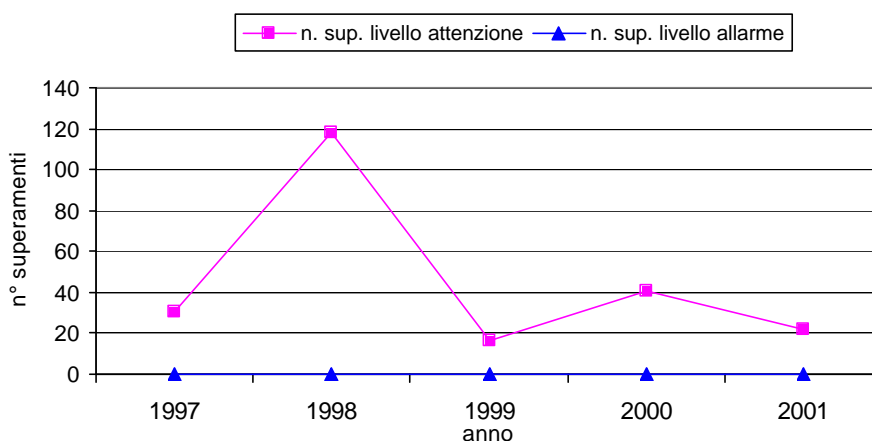


Figura 5.3.8: Andamento delle medie annuali del numero di superamenti orari del livello di attenzione ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e del livello di allarme ( $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) indicati dal D.M. 25/11/94. Si considera la media dei superamenti registrati in ciascuna centralina (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona)



**L'evoluzione dello stato della qualità dell'aria****Livelli di benzene**

Il benzene ( $C_6H_6$ ) è un composto organico liquido ed incolore dal caratteristico odore aromatico pungente, che volatilizza assai facilmente a temperatura ambiente. Nell'aria dei centri urbani la sua presenza è dovuta quasi esclusivamente alle attività di origine umana, con oltre il 90% delle emissioni attribuibili alle produzioni legate al ciclo della benzina: raffinazione, distribuzione dei carburanti e soprattutto traffico veicolare, che da solo incide per circa l'80% sul totale.

Il benzene è facilmente assorbito per inalazione, contatto cutaneo, ingestione, con effetti che possono andare dalla cefalea, nausea, vertigine (a seguito di esposizione acuta) sino all'insorgenza del cancro (a seguito di un'esposizione cronica).

L'indicatore utilizzato evidenzia la concentrazione al suolo di benzene, espressa in  $\mu g/m^3$ .

Nel periodo aprile-novembre 2001 sono state effettuate misure con rivelatori passivi (Radiello) sia in alcuni siti all'interno del comune di Verona che sul territorio provinciale, nei comuni a più alta densità abitativa e con zone industriali sviluppate. Il periodo di monitoraggio non ha coperto tutto l'arco dell'anno: in particolare è stato monitorato solo in parte il periodo invernale, il più critico dal punto di vista dell'accumulo degli inquinanti negli strati più bassi dell'atmosfera. E' comunque possibile effettuare alcune considerazioni: le zone a più alta concentrazione sono quelle in prossimità delle arterie di grande traffico (postazioni di Bussolengo, San Martino Buon Albergo, Pozzo di San Giovanni Lup.) dove i livelli di benzene rilevati sono confrontabili con quelli misurati nello stesso periodo nelle postazioni di tipo B collocate all'interno del comune di Verona. Nei centri abitati i valori di concentrazione più elevati sono stati misurati nei mesi di ottobre e novembre; superamenti dell'obiettivo di qualità di  $10 \mu g/m^3$  sono stati rilevati in una sola postazione (Bussolengo).

Tabella 5.3.4: Concentrazione annuale del benzene (in  $\mu g/m^3$ ) misurata dai rivelatori passivi nell'anno 2001, posizionati in diverse località della provincia ed all'interno del comune di Verona. (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona)

POSTAZIONE	Concentrazione benzene ( $mg/m^3$ )
Villafranca (centro)	4
Villafranca (ZAI)	3
San Giovanni Lupatoto	5
San Giovanni Lup. – loc. Pozzo	5
Bovolone	2
Cerea	3
Legnago	2
Legnago – loc. Porto	3
Cologna Veneta	2
San Bonifacio	2
San Martino Buon Albergo	6
Domegliara	3
Bussolengo	7
Peschiera	2
Verona (valore medio)	5

Tabella 5.3.5: Mappa dei punti di misura delle concentrazioni di benzene della campagna 2001. I cerchi di diverso colore sono rappresentativi delle concentrazioni rilevate. Sono indicate anche le postazioni di misura situate all'interno del comune di Verona (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona)



## 5.4 Le fonti antropogeniche di emissioni di inquinanti atmosferici

### 5.4.1 Introduzione

Il settore dei trasporti su strada costituisce una delle maggiori sorgenti di inquinamento dell'aria, in particolare per inquinanti come ossidi di azoto, monossido di carbonio, composti organici volatili (soprattutto benzene), particolato ed anidride carbonica. Il traffico di autoveicoli è inoltre una importante sorgente di inquinamento acustico.

La presenza di un aeroporto comporta un notevole impatto ambientale sia dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico, acustico, che del traffico indotto da e verso l'aeroporto.

Il consumo di risorse energetiche, in massima parte non rinnovabili, nel settore dei trasporti è la causa dell'immissione in atmosfera di numerose sostanze che hanno effetti negativi sull'ambiente in quanto provocano le piogge acide, lo smog fotochimico, l'effetto serra. Stime relative agli anni 1990-1997 (fonte ANPA) mostrano un aumento del 14% delle emissioni di CO<sub>2</sub> nel settore trasporti: l'incremento percentuale più elevato si è avuto nel trasporto aereo con un +43%.

Sono stati, quindi, considerati due indicatori di cause primarie descrittivi dell'aumento di traffico autostradale ed aereo. Si è inoltre considerato il numero e la localizzazione delle principali industrie dal punto di vista dell'emissione di inquinanti in atmosfera ed il consumo di vernici con solvente organico da parte delle ditte di trattamento pellami in provincia di Verona.

### 5.4.2 Gli indicatori utilizzati

Nome indicatore	DPSIR	Obiettivo	Disponibilità dati	Situazione attuale
Traffico autostradale sulle tratte veronesi	D	Vi è stato un incremento di traffico?	☺	☹+-
Traffico aereo in partenza ed arrivo dall'aeroporto Catullo	D	Quanto è aumentato il traffico aereo all'aeroporto Catullo di Verona?	☺	☹
Localizzazione delle principali industrie	D	Quante sono le principali industrie che contribuiscono alle emissioni in atmosfera?	☺	☹
Consumo di vernici in ambito produttivo	D	Vi è stata una diminuzione nell'uso di vernici con solvente organico?	☺	☺

## Le fonti antropogeniche di emissioni di inquinanti atmosferici

## Traffico autostradale

La provincia di Verona è attraversata in direzione sud-nord dall'autostrada A22 Brennero-Modena ed in direzione est-ovest dalla A4 Brescia Padova.

Per esprimere il flusso di traffico in una tratta è stato utilizzato il parametro costituito dai "veicoli chilometro", pari al numero totale di chilometri percorsi cumulativamente da tutti i veicoli in transito su quella tratta, normalizzato rispetto la lunghezza della tratta autostradale in provincia di Verona. In questo modo è stato possibile confrontare i dati relativi alle due autostrade.

Negli ultimi 10 anni si è verificato in entrambe le autostrade un continuo incremento dei chilometri percorsi da tutte le tipologie di veicoli, senza alcun segno di flessione nemmeno alla fine del periodo. Ciò è in linea con il trend nazionale. Nel periodo considerato non è variata significativamente la proporzione fra diverse tipologie di veicoli (nel 2001 i veicoli leggeri erano responsabili del 71,0% dei veicoli km nella A4 e del 70,3% nella A22). L'andamento stagionale presenta invece alcune differenze, in quanto la A22 presenta per i veicoli leggeri un picco estivo ben più marcato rispetto alla A4, a causa degli spostamenti per raggiungere località di villeggiatura, mentre nella A4 pesano un po' di più gli spostamenti per motivi di lavoro. La variabilità stagionale è più limitata per i veicoli pesanti, a parte un drastico calo in agosto dovuto alle limitazioni del traffico pesante.

Figura 5.4.1: Andamento mensile nell'anno 2001 del flusso di veicoli (leggeri e pesanti) sul tratto autostradale veronese della A22 Brennero – Modena e della A4 Brescia-Padova. I dati sono espressi in veicoli per Km normalizzati alla lunghezza (in Km) delle tratte che attraversano la provincia di Verona (Fonte: Società Autostrada Brescia-Padova, Società Autostrada Modena-Brennero)

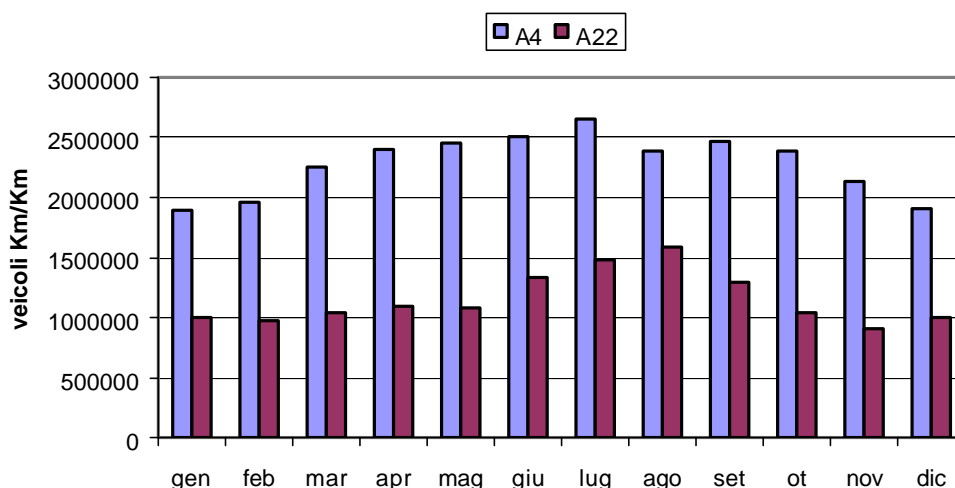
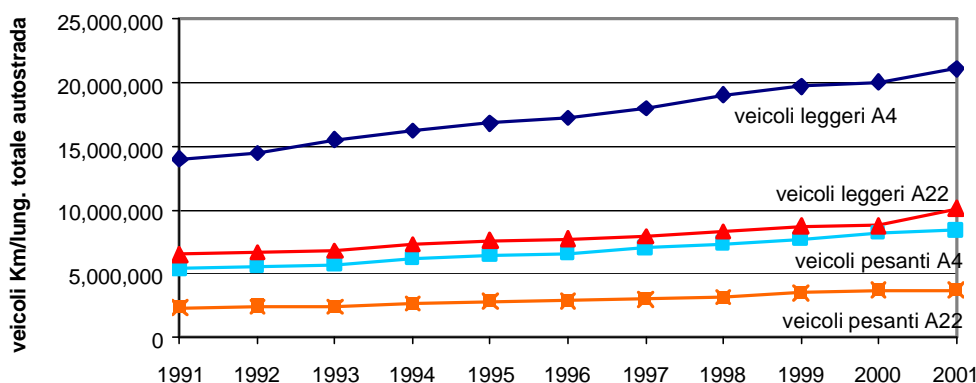


Figura 5.4.2: Andamento del flusso di veicoli negli anni 1991-2001 sul tratto autostradale veronese della A22 Brennero – Modena e della A4 Brescia-Padova. I dati sono espressi in veicoli per Km normalizzati alla lunghezza (in Km) delle tratte che attraversano la provincia di Verona (Fonte: Società Autostrada Brescia-Padova, Società Autostrada Modena-Brennero)





## Le fonti antropogeniche di emissioni di inquinanti atmosferici

## Traffico aeroportuale

L'aeroporto di Verona-Villafranca ha visto un incremento notevole del traffico aereo negli ultimi 10 anni. I voli in partenza ed arrivo sono passati dai 11584 del 1990 ai 37513 del 2001. Anche il numero di passeggeri è quintuplicato passando nello stesso periodo da 553021 a 2293799.

L'incremento del traffico aereo appare particolarmente significativo se confrontato con il dato nazionale: negli anni 1990-1998 il numero di passeggeri negli aeroporti italiani è aumentato del 40%.

I mesi estivi sono quelli che registrano un maggior numero di voli, a conferma della vocazione preminentemente turistica dello scalo di Verona.

Figura 5.4.3: Andamento mensile relativo all'anno 2001 del numero di voli in partenza ed arrivo dall'aeroporto Catullo di Verona-Villafranca (Fonte: Aeroporto Catullo)

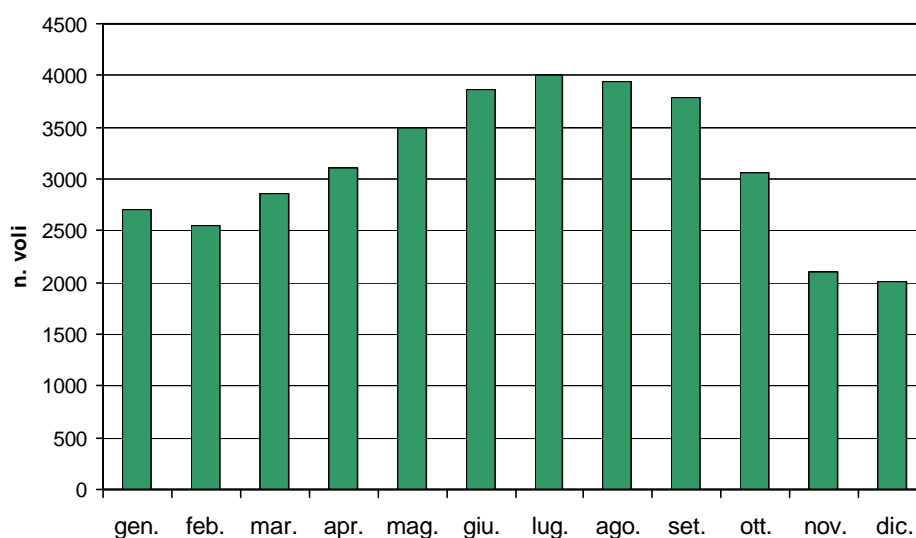
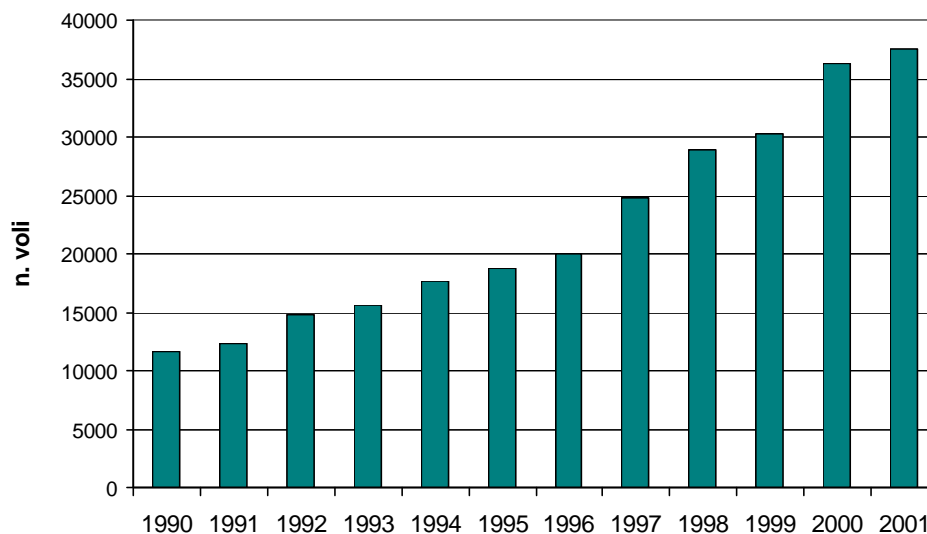


Figura 5.4.4: Andamento del transito aereo all'aeroporto Catullo di Verona-Villafranca nel periodo 1990-2001 (Fonte: Aeroporto Catullo)



**Le fonti antropogeniche di emissioni di inquinanti atmosferici****Localizzazione industrie**

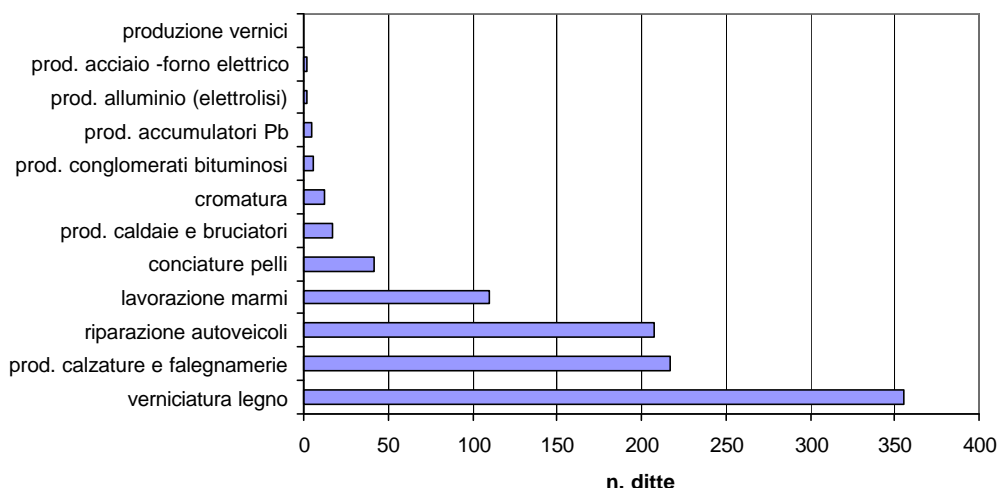
La normativa italiana prevede che le aziende che svolgono attività produttive che comportano l'immissione in atmosfera di inquinanti debbano essere autorizzate dal Presidente della Provincia. In fase di autorizzazione vengono valutati il tipo e la quantità di inquinanti emessi, la presenza o meno di sistemi di abbattimento e possono venire prescritti controlli periodici ai camini, sistemi di limitazione degli odori, sistemi di abbattimento delle immissioni.

Come indicatore di cause primarie per l'inquinamento atmosferico sono stati considerati il numero e la localizzazione delle principali industrie (numero di addetti pari o superiore a 100) autorizzate ad emettere in atmosfera ai sensi del DM 203/88.

Dal 1988 ad oggi sono state autorizzate circa 1800 ditte con impianti in provincia di Verona. Gli impianti con numero di addetti pari o superiore a 100 sono 70, la maggior parte dei quali (22) si trova nel comune di Verona (Figura 5.4.5). Gli altri comuni con una presenza significativa di tali impianti si trovano nelle immediate vicinanze del capoluogo (Castel d'Azzano, San Giovanni Lupatoto, Bussolengo, Sona, Sommacampagna) e nella zona a Sud della provincia (Veronella, Legnago).

Le industrie possono essere classificate in base al tipo di attività secondo la codifica CORINAIR, nata in ambito europeo per lo sviluppo degli inventari nazionali delle emissioni.

Figura 5.4.6: Numero di aziende attive in provincia di Verona classificate per tipo di attività. Sono state considerate solo alcune delle produzioni ritenute più significative dal punto di vista delle emissioni (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona)



In fig 5.4.6 è riportato il numero di aziende in provincia di Verona classificate in base al tipo di attività: sono stati considerati solo alcuni tipi di produzioni ritenuti più significativi dal punto di vista delle emissioni. In particolare sono state considerate le lavorazioni che comportano l'uso di solventi, vernici o colle (macrosettore 6), quali la produzione di calzature, la lavorazione del legno (mobilifici), la lavorazione delle pelli, dei marmi (resine e rivestimenti), la riparazione autoveicoli (verniciatura industriale), importanti perché numerose in provincia e per il loro contributo in termini di emissione di NMVOC, PM<sub>10</sub>, benzene. Gli altri processi produttivi considerati sono relativi al macrosettore 4 e riguardano i processi produttivi legati alla produzione di acciaio (forno elettrico), di alluminio, alla lavorazione dei metalli, alla galvanizzazione.

Figura 5.4.5: Localizzazione delle industrie con più di 100 addetti autorizzate ad emettere in atmosfera ai sensi del DM 203/88 (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona)

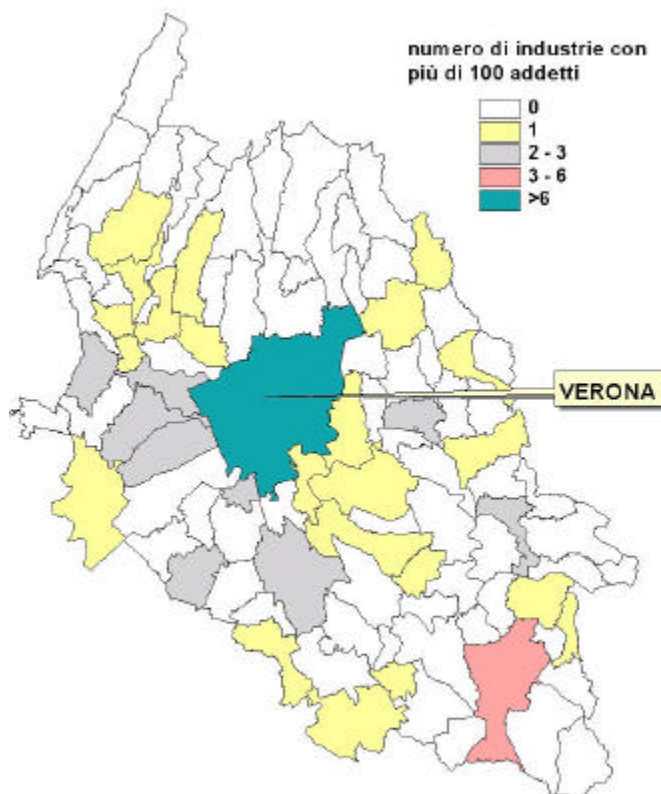
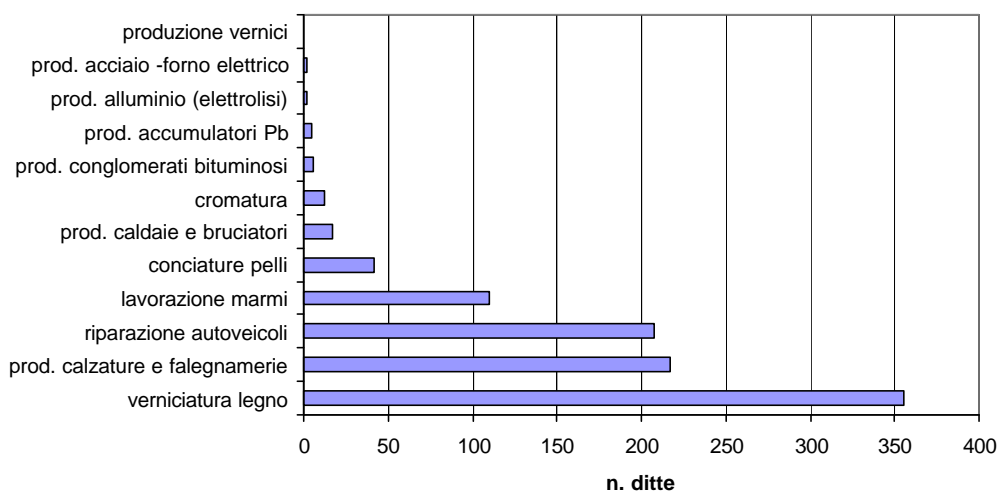


Figura 5.4.6: Numero di aziende attive in provincia di Verona classificate per tipo di attività. Sono state considerate solo alcune delle produzioni ritenute più significative dal punto di vista delle emissioni (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona)



**Le fonti antropogeniche di emissioni di inquinanti atmosferici****Consumo di vernici**

Il settore conciario ha un rilevante impatto sulla qualità dell'aria, in quanto nelle fasi di rifinitura vengono utilizzati vernici e solventi e ciò comporta il rilascio in atmosfera di composti organici volatili non-metanici (COVNM). L'uso di solventi rappresenta in assoluto una delle principali fonti di emissione di COVNM, accanto ai trasporti stradali. Per questo, a partire dalla fine degli anni '90, le autorizzazioni specificano le quantità di vernici e di solventi autorizzate e prescrivono di indicare nella relazione annuale il loro consumo. Il numero di industrie del settore conciario nella provincia di Verona è in continuo aumento, in seguito alla saturazione del territorio della confinante provincia di Vicenza, dove il settore conciario ha una lunga tradizione. In effetti, quasi tutte le richieste di nuove autorizzazioni sono per impianti situati in comuni prossimi al confine con la provincia di Vicenza, e anche gli impianti esistenti, come si può notare dalla mappa (Figura 5.4.7), sono concentrati in tale zona. Essendo lo sviluppo dell'industria conciaria nella provincia di Verona piuttosto recente, si è reso necessario da parte della provincia un approfondimento della tematica dell'impatto di questo tipo di attività sull'ambiente e un perfezionamento delle prescrizioni contenute nelle autorizzazioni alle emissioni: alla maggior parte delle industrie viene richiesto di effettuare dei controlli a camino e di comunicare i risultati periodicamente al Settore Ecologia della provincia.

Anche il settore dei prodotti vernicianti è in continua evoluzione, alla ricerca di prodotti con un contenuto di solventi organici sempre minore. La quantità di solvente varia molto a seconda del tipo di vernice impiegato: nelle vernici a solvente organico il contenuto può raggiungere l'80%, nelle vernici ad acqua non supera in genere il 20%. Vengono infatti considerati in dispersione acquosa prodotti vernicianti che, pronti all'uso, hanno un contenuto di SOV fino al 20%. A livello industriale è sempre maggiore la penetrazione di prodotti a base acquosa: questi rappresentavano nel 2000 circa l'86% del totale (Figura 5.4.8). I dati sui consumi di vernici sono stati ottenuti dai valori dichiarati nelle relazioni annuali che le ditte compilano su prescrizione della Provincia. Nei casi in cui non è stato possibile utilizzare questa fonte sono stati riportati i valori indicati nelle autorizzazioni rilasciate dalla provincia ai sensi del DPR 203/88 e da controlli ARPAV.

Fanno eccezione le imprese situate nei comuni di Cologna Veneta e Zimella: le quantità di vernici a solvente organico utilizzate rappresentano ancora una frazione significativa del consumo totale. Nella tabella 5.4.1 è indicato anche il numero di ditte in possesso di un'autorizzazione antecedente il 1990 in cui non erano previste né limitazioni relativamente alla quantità di vernici utilizzate né l'obbligo della relazione annuale.

Figura 5.4.8: Distribuzione percentuale delle due tipologie di vernici utilizzate dalle ditte in provincia di Verona

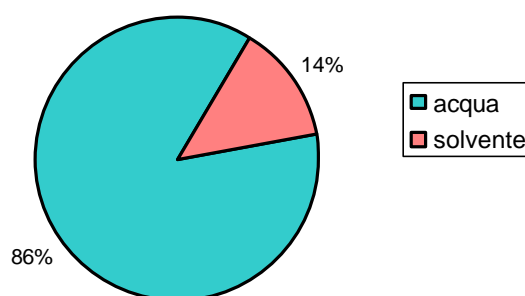
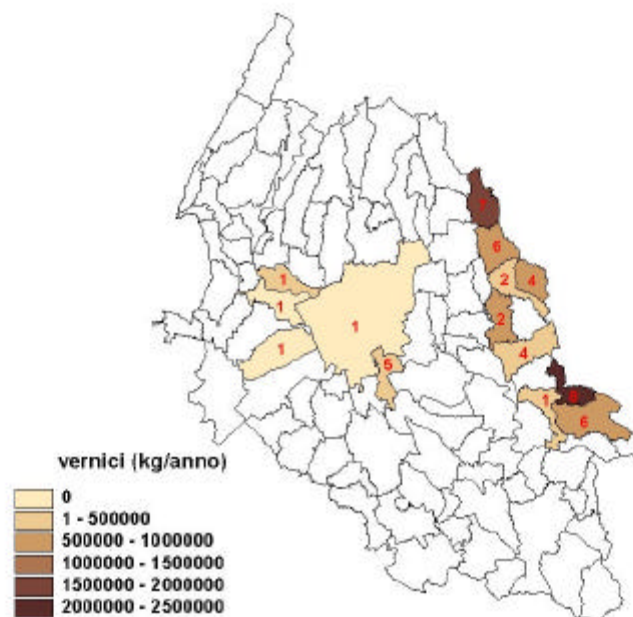


Tabella 5.4.1: Numero di impianti e consumo di vernici ad acqua e a solvente nei comuni della provincia

Comune	Numero impianti	Consumo di vernici all'acqua (Kg/anno)	Consumo di vernici a solvente (Kg/anno)	Numero impianti autorizzati ante 1990
Bussolengo	1	0	0	
Cologna Veneta	6	180.000	450.000	1 imp. vecchia aut.
Montecchia di Crosara	2	297.000	0	
Pescantina	1	283.000	2.000	
Roncà	4	657.500	0	1 imp. vecchia aut.
S. Bonifacio	4	463.000	0	1 imp. vecchia aut.
S. Giovanni Ilarione	6	806.000	2.200	
S. Giovanni Lupatoto	5	187.500	12.500	
Soave	2	886.000	0	
Sommacampagna	1	0	0	
Verona	1	0	0	
Veronella	1	410.000	0	
Vestenanuova	7	1.908.700	54.650	
Zimella	8	1.332.207	673.510	1 imp. vecchia aut.

Figura 5.4.9: Mappa del numero di impianti e del consumo totale annuale di vernici (sia a base acquosa che a solvente organico), per Comune (Fonti: Provincia di Verona e ARPAV)



## 5.5 Le risposte istituzionali al problema dell'inquinamento atmosferico

### 5.5.1 Introduzione

Le politiche di riduzione dell'inquinamento atmosferico devono necessariamente agire su più ambiti: dal traffico agli insediamenti industriali, dalla produzione all'uso domestico dell'energia, alla salvaguardia delle risorse naturali, ognuno dei quali presenta una sua peculiare complessità e spesso una interconnessione con altri ambiti. Gli indicatori di risposta possibili sono quindi numerosi, qui sono riportati solo quelli ritenuti più significativi e più completi dal punto di vista dei dati disponibili.

Uno dei contributi maggiori all'inquinamento atmosferico ed acustico nei centri urbani è rappresentato dalla mobilità privata. La riduzione del traffico privato a favore del mezzo pubblico comporterebbe notevoli benefici sia sul piano della riduzione delle emissioni di inquinanti, sia su quello della viabilità in generale. Purtroppo negli ultimi anni si è assistito ad un progressivo aumento dell'utilizzo dei mezzi privati (automobili e motocicli) e ad una progressiva diminuzione dell'uso del treno e dell'autobus. A livello nazionale, nel biennio 1997-1998, si è avuta una diminuzione del 6% nell'uso del treno e, negli anni 1996-1998, una diminuzione del 7% dell'uso dell'autobus (fonte: ANPA). A ciò si aggiunge un altro fattore negativo collegato alla relativa anzianità del nostro parco macchine. Per questo motivo è stato considerato un indicatore relativo all'efficienza del trasporto pubblico su strada e su scala provinciale.

Il settore industriale, come è stato analizzato nel paragrafo precedente, costituisce un'altra importante sorgente di inquinamento: le politiche di risposta riguardano necessariamente il controllo preventivo e la verifica del rispetto delle prescrizioni: i successivi due indicatori sono relativi ai controlli sugli impianti autorizzati ad emettere in atmosfera.

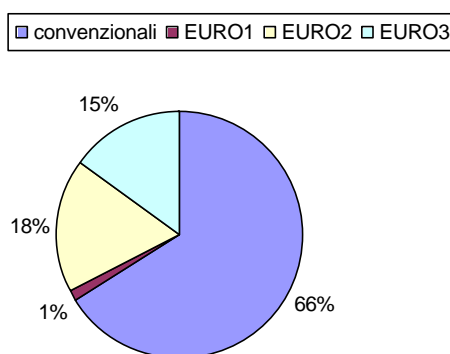
### 5.5.2 Gli indicatori utilizzati

Nome indicatore	DPSIR	Obiettivo	Disponibilità dati	Situazione attuale
Aggiornamento dei mezzi di trasporto pubblico extraurbano	R	Vi è stata una significativa modifica nella composizione del parco automezzi pubblico?	☺	☺
Ditte con obbligo di autocontrolli	R	Quante aziende autorizzate ad emettere hanno l'obbligo di effettuare controlli ai camini ?	☺	☹
Numero di aziende sottoposte a controlli	R	Quante aziende hanno ricevuto controlli alle emissioni da parte di ARPAV-VR ?	☺	☹

**Le risposte istituzionali****Aggiornamento dei mezzi di trasporto pubblico**

A livello provinciale il servizio extraurbano su strada è garantito dalla Azienda Provinciale Trasporti che mette a disposizione 368 autobus (fonte APTV, anno di riferimento 2001). Di questi, 5 rispondono, dal punto di vista delle emissioni alle specifiche previste dalla direttiva Europea 91/542/EEC Stage I recepita con DM 23 marzo 1992, 66 alla direttiva 91/542/EEC Stage II e 55 alla direttiva 91/542/EEC Stage III. I veicoli, immatricolati antecedentemente 1994, che non rispettano gli standard emissivi sopracitati, sono stati raggruppati sotto l'indicazione "convenzionali" e rappresentano il 66% del parco veicoli complessivo dell'APTV (Figura 5.5.1).

Figura 5.5.1: Composizione del parco macchine dell'Azienda Provinciale Trasporti. Dati aggiornati al 31.12.2001. (Fonte: APTV)



In Figura 5.5.2 e in Figura 5.5.3 sono raffigurati i Km totali percorsi dagli autobus in servizio e i consumi di gasolio negli anni 1987-2000. I Km effettuati danno una stima quantitativa del servizio fornito dall'Azienda: l'andamento, oscillante, mostra una sostanziale crescita dal 1987 ad oggi. I consumi di carburante sono anch'essi in crescita, come è ovvio visto l'aumento del parco automezzi, passati nello stesso periodo da 337 a 368, e visto l'aumento del chilometraggio percorso. L'andamento non è però lineare, dipendendo probabilmente dallo stato di manutenzione dei mezzi e dall'anzianità.

Figura 5.5.2: Km annui percorsi dai mezzi APTV in servizio negli anni 1987-2001 (Fonte: APTV)

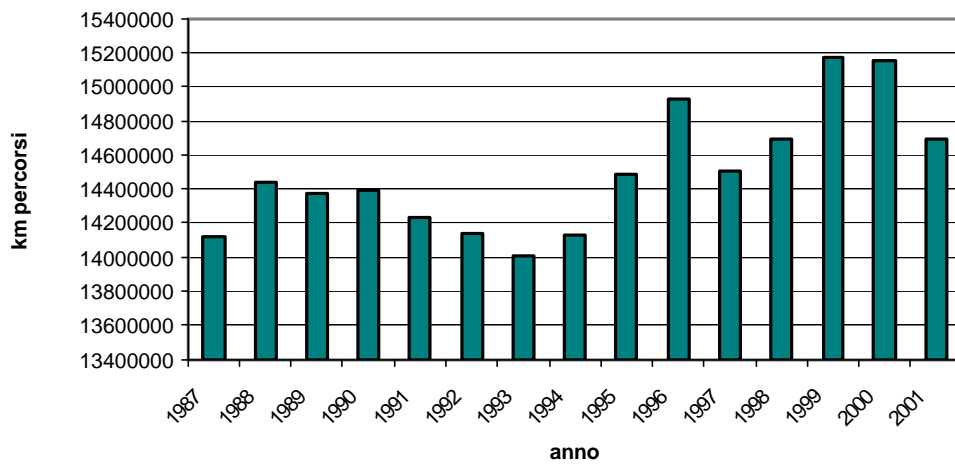
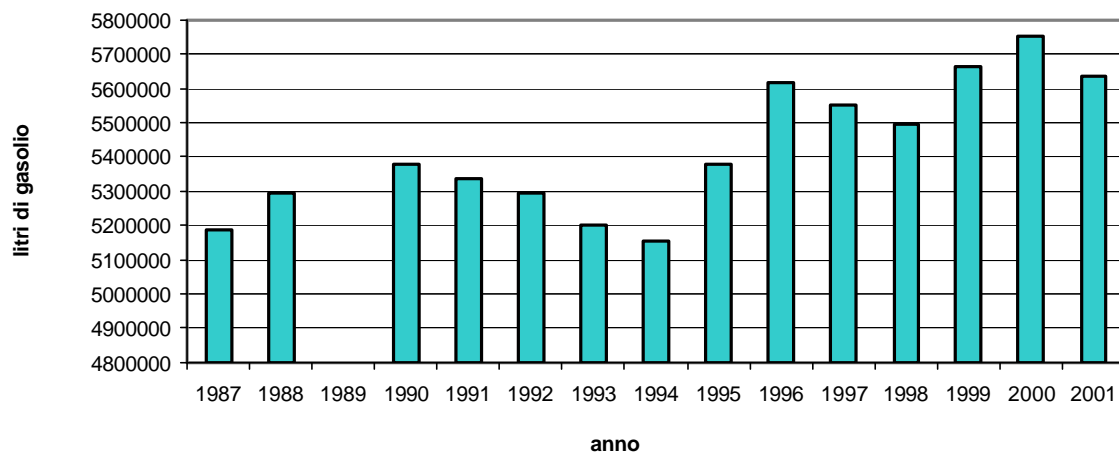


Figura 5.5.3: Consumi di gasolio (in litri) del parco automezzi APTV negli anni 1987 – 2001 (Fonte: APTV)





**Le risposte istituzionali****Ditte con obbligo di autocontrolli**

Le competenze fra le attività di controllo e vigilanza nell'ambito delle emissioni in atmosfera sono suddivise fra Amministrazione Provinciale ed ARPAV – Dipartimento Provinciale di Verona.

All'Amministrazione Provinciale compete il controllo preventivo, in fase autorizzativa, sui progetti di impianti che prevedono scarichi in atmosfera. In questa fase viene valutata la quantità e la qualità delle sostanze che verranno emesse, la presenza di sistemi di abbattimento, la loro efficacia. Inoltre può venire richiesta l'effettuazione di controlli ai camini e la stesura di relazioni periodiche relative alla quantità di sostanze primarie utilizzate (quali vernici, solventi etc..). Tali dati vengono inviati al Settore Ecologia della Provincia ed all'ARPAV.

Dal 1988 ad oggi le ditte a cui è stata concessa un'autorizzazione all'emissione sono 1897, 446 delle quali hanno l'obbligo di effettuare autocontrolli.

**Le risposte istituzionali****Numero di aziende sottoposte a controlli**

Il Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona effettua controlli programmati sulle ditte autorizzate ad emettere in atmosfera. Tali controlli prevedono sia la verifica del rispetto delle prescrizioni autorizzative e del programma di manutenzione degli impianti di trattamento delle emissioni, sia controlli analitici a camino. Tali controlli sono particolarmente impegnativi; per questo motivo, ogni anno viene individuata una priorità e viene quindi scelto un settore produttivo ed analizzato l'impatto ambientale dal punto di vista delle emissioni. Nell'anno 2000 il settore interessato dai controlli è stato quello della lavorazione dei marmi, importante per l'immissione di polveri.



Nell'anno 2001 l'oggetto di indagine riguardava il settore del trattamento pelli. Complessivamente le ditte controllate sono state 23, per un totale di 50 camini.

## 5.6 Efficacia degli interventi

### 5.6.1 Introduzione

Fra i possibili indicatori di impatto delle politiche di riduzione dell'inquinamento atmosferico si è scelto di focalizzare l'attenzione su uno in particolare legato all'aggiornamento dei mezzi di trasporto pubblico.

### 5.6.2 Gli indicatori utilizzati

Nome indicatore	DPSIR	Obiettivo	Disponibilità dati	Situazione attuale
Variazioni del contributo emissivo dovute all'aggiornamento dei mezzi di trasporto pubblici	I	Vi è stata una diminuzione nelle emissioni dovute al trasporto pubblico extraurbano?		

## Efficacia degli interventi

## Variazioni del contributo emissivo dovute all'aggiornamento dei mezzi di trasporto pubblici

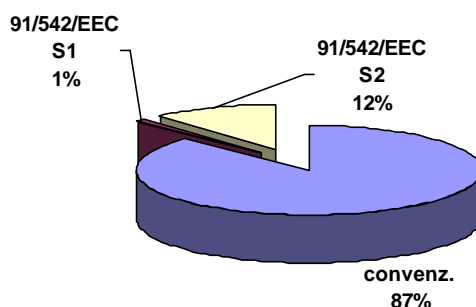
Le norme che regolamentano le emissioni dei veicoli a motore approvate in sede Europea rappresentano un vincolo molto stringente alle emissioni per i principali inquinanti quali monossido di carbonio, idrocarburi incombusti, ossidi di azoto, particolato. Nella Tabella 5.6.1 sono messi a confronto i fattori di emissione medi dei veicoli commerciali pesanti (categoria alla quale appartengono gli autobus e le corriere) per le varie categorie di appartenenza: convenzionali (immatricolazione precedente al settembre 1993), 91/542/EEC Stage I (veicoli immatricolati dal 09.1993 al 09.1996), 91/542/EEC Stage II (veicoli immatricolati dal 07.1997).

Le variazioni più significative riguardano le emissioni di particolato che diminuiscono di più del 70% passando dai veicoli convenzionali a quelli che rispettano la normativa più recente. Per dare un'idea di quanto incidano le caratteristiche degli autoveicoli sulle emissioni totali in atmosfera, è stata calcolata la quantità di particolato emesso dagli autoveicoli della APT in base ai consumi di carburante dell'anno 2001. Per semplicità di calcolo, si è supposto che gli autobus effettuino solo percorsi extraurbani; si sono quindi utilizzati i fattori di emissione medi per percorsi di tipo extraurbano (fonte: ANPA), i consumi di gasolio forniti dall'Azienda Trasporti Provinciale e si è supposto che la quantità di carburante consumata fosse divisa equamente su tutti gli automezzi. Non essendo disponibili i fattori di emissione per gli autoveicoli più recenti (rispondenti alla Direttiva EURO3) questi ultimi sono stati considerati alla stessa stregua degli automezzi rispondenti alla direttiva EURO2. Queste ipotesi hanno evidentemente portato ad una sovrastima delle emissioni per quanto riguarda gli automezzi più recenti. E' comunque interessante analizzare i risultati riportati nel sottostante diagramma (Figura 5.6.1): gli autobus più recenti nonostante costituiscano il 33% del parco macchine contribuiscono solo al 12% delle emissioni di particolato, gli autobus convenzionali, che rappresentano il 66% del totale, contribuiscono all'87% delle emissioni di particolato. Risultati analoghi si hanno per gli altri inquinanti.

Tabella 5.6.1: Fattori di emissione medi per gli autobus extraurbani: sono riportate le emissioni dei composti più significativi in g/Km per percorsi urbani ed extraurbani. Nell'ultima riga è riportata, in percentuale, la diminuzione nelle emissioni dei veicoli che rispettano la direttiva 91/542/EEC Stage II rispetto quelli convenzionali (Fonte: CORINAIR).

Classe di eta'	NO <sub>x</sub> (g/km)		CO (g/km)		NMVOC (g/km)		PM (g/km)	
	Extraurb	Urb.	Extraurb	Urb.	Extraurb	Urb.	Extraurb	Urb.
<b>Convenzionali</b>	8.26	16.56	2.05	4.77	1.09	2.68	0.45	0.95
<b>91/542/EEC Stage I</b>	4.96	9.11	1.23	2.62	0.71	1.34	0.30	0.62
<b>91/542/EEC Stage II</b>	3.72	6.62	1.02	2.14	0.65	1.20	0.11	0.24
<b>Variaz. Conv./S.II (%)</b>	-54.96	-60.02	-50.24	-55.14	-40.37	-55.22	-75.56	-74.74

Figura 5.6.1: Emissioni di particolato dovuto al parco autoveicoli APT. I risultati sono espressi come contributo percentuale al totale dei vari tipi di automezzi utilizzati.



In Tabella 5.6.2 si è espresso il contributo alle emissioni da parte degli autobus come quelli costituenti il parco mezzi APTV in termini di auto equivalenti. Sono state considerate le auto a benzina di cilindrata compresa fra 1.4 e 2 l, a norma con la Direttiva 94/12/EEC: un autobus convenzionale emette, a parità di chilometri percorsi su percorso extraurbano, una quantità di ossidi di azoto pari alla quantità emessa da 69 auto a benzina. La quantità emessa da un autobus più recente corrisponde a quella emessa da 31 auto a benzina. Analogamente per quanto riguarda l'ossido di carbonio e i composti organici volatili non metanici: la diminuzione meno sensibile si ha per l'ossido di carbonio.

Tabella 5.6.2: Emissione del parco autoveicoli dell'APT espresso in termini di auto a benzina della classe 94/12/EEC da 1.4 a 2.0 l, equivalenti. Gli inquinanti considerati sono ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), ossido di carbonio (CO), composti organici volatili non metanici (NMVOC)

Classe di eta' autobus	NO <sub>x</sub> (g/km)		CO (g/km)		NMVOC (g/km)	
	extraurb.	urb.	extraurb.	urb.	extraurb.	urb.
<b>convenzionali</b>	69	125	3	2	71	63
<b>91/542/EEC Stage I</b>	41	69	2	1	46	32
<b>91/542/EEC Stage II</b>	31	50	2	1	42	28

[Ritorna all'indice](#)