



ARPAV – Dipartimento Provinciale di Treviso

Servizio Sistemi Ambientali

[www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it)

Direttore del Dipartimento: Giovanni Gasparetto

Autori: Loris Ceresa, Claudia Iuzzolino

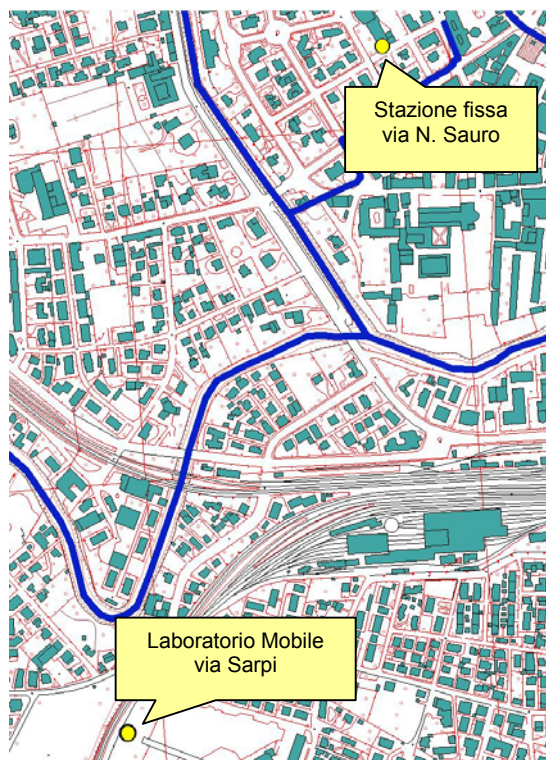
Collaboratori: Davide Franco

<b>INTRODUZIONE</b>	<b>1</b>
<b>ORIGINE DELL'INQUINAMENTO</b>	<b>3</b>
<b>L'INFLUENZA DELLE CONDIZIONI METEOROLOGICHE</b>	<b>4</b>
<b>RIFERIMENTI LEGISLATIVI</b>	<b>7</b>
<b>LA GESTIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA</b>	<b>12</b>
<b>INQUINANTI MONITORATI</b>	<b>15</b>
<b>BIOSSIDO DI ZOLFO (SO<sub>2</sub>)</b>	<b>15</b>
<b>OSSIDI DI AZOTO (NO<sub>x</sub>)</b>	<b>16</b>
<b>MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)</b>	<b>19</b>
<b>OZONO (O<sub>3</sub>)</b>	<b>20</b>
<b>PARTICOLATO (PM<sub>10</sub>)</b>	<b>23</b>
<b>IDROCARBURI (HC E NMHC)</b>	<b>27</b>
- BENZENE	28
<b>CONCLUSIONI</b>	<b>32</b>
<b>ALLEGATO</b>	<b>35</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>36</b>

## INTRODUZIONE

La presente relazione nasce dall'esigenza di sintetizzare per l'anno 2003 i dati relativi al monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Treviso. Tale sintesi è condotta a partire dai seguenti rilevamenti effettuati durante l'anno solare:

- Monitoraggio della qualità dell'aria tramite stazione fissa. La stazione di rilevamento fissa è situata in via N. Sauro;
- Campagna di rilevamento con stazione mobile, La campagna di monitoraggio con Laboratorio Mobile all'interno del territorio comunale di Treviso è stata effettuata nel quartiere di San Zeno in via Sarpi nel periodo compreso tra l'8 e il 12 febbraio 2003 su richiesta dell'Amministrazione Comunale. Il posizionamento della stazione mobile e della stazione fissa sono mostrati in figura.
- Campagna annuale con campionatori passivi. Nell'anno 2003 è stato effettuato un monitoraggio degli inquinanti COV (composti organici volatili) tramite campionatori passivi. Tali inquinanti sono stati monitorati per 10 settimane distribuite all'interno dell'anno.



Il monitoraggio di COV con campionatori passivi è stato effettuato anche durante la campagna con Laboratorio Mobile e durante tutto l'anno 2003 presso la stazione fissa di via N. Sauro.

Il monitoraggio tramite la stazione fissa di via N. Sauro e il Laboratorio Mobile ha permesso di disporre dei seguenti parametri:

Monossido di carbonio CO ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), Ossidi di azoto NO<sub>x</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Anidride solforosa SO<sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Ozono O<sub>3</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), frazione inalabile delle polveri PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Benzene, toluene, xileni, etilbenzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



Stazione di via N. Sauro



Laboratorio Mobile

Le stazioni presenti sul territorio nazionale, tra le quali anche la stazione di via N. Sauro a Treviso, sono state posizionate in base alle indicazioni del DM 20/5/91 "Criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria". Il decreto, abrogato dal recente DM 60/02, forniva i criteri di realizzazione dei sistemi di rilevamento per le aree urbane in base alle sostanze inquinanti da valutare ed al numero di abitanti, suddividendo le postazioni in quattro classi:

- A: di background urbano
- B: residenziale non direttamente influenzate dal traffico veicolare
- C: di traffico
- D: extraurbane per studiare l'inquinamento fotochimico

La Stazione fissa di via N. Sauro, nella quale vengono misurate le concentrazioni di alcuni inquinanti primari e secondari, fu classificata come di Tipo B ovvero rivolta alla valutazione dell'esposizione della popolazione all'inquinamento essendo posizionata in una zona ad elevata densità abitativa.

Allo scopo di uniformare a livello europeo la classificazione delle stazioni di rilevamento la Decisione 97/101/EC "Exchange of Information" (EOI) ha proposto una classificazione delle stazioni, adottata all'interno di questa relazione, basata su tre "attributi": tipo stazione, tipo zona e caratteristiche zona.

Per *tipo stazione* (che prevede le classi traffico, industriale, background, sconosciuta) si intende le caratteristiche delle fonti di emissione che influenzano prevalentemente il sito dove è posta la stazione. Per stazione di background si intende una stazione mirata a misurare, nell'ambito territoriale proprio (v. tipo zona) il livello di inquinamento determinato dall'insieme delle sorgenti di emissione non localizzate nelle vicinanze della stazione stessa.

Per *tipo zona* si intende la caratteristica dominante del territorio in cui è posta la stazione e sono previste le seguenti classi: urbana, suburbana, rurale, sconosciuta.

Per *caratteristiche zona* sono previste le seguenti classi: residenziale, commerciale, industriale, agricola, naturale, più combinazioni miste delle classi precedenti.

In base alle indicazioni europee la stazione di rilevamento di via N. Sauro, trascurando le caratteristiche zona, può essere classificata come di Background Urbano (BU).

Il sito monitorato nel quartiere di San Zeno durante la campagna con Laboratorio Mobile, può analogamente essere classificato di BU e pertanto i dati rilevati durante la campagna sono stati direttamente confrontati con quelli rilevati presso la stazione fissa di via N. Sauro.

### *Origine dell'inquinamento*

L'inquinamento dell'aria si verifica quando sono immesse nell'atmosfera delle sostanze che ne alterano profondamente la composizione naturale.

In via generale tutti i processi di combustione causano un aumento dell'inquinamento dell'aria, qualunque sia il combustibile impiegato; tuttavia gli effetti dipendono dalla qualità del combustibile, dalle modalità di combustione e dall'efficienza dei sistemi di abbattimento degli inquinanti. Le fonti primarie dell'inquinamento sono costituite dal traffico veicolare, particolarmente preoccupante in ambiente urbano, e da alcune aree industriali con grandi concentrazioni di aziende con elevate emissioni inquinanti.

La stima delle emissioni di inquinanti in atmosfera si basa a livello europeo sulla metodologia Corinair dell'ENEA. I principali inquinanti originati da diverse sorgenti emissive sono gli ossidi di azoto, gli ossidi di zolfo, le polveri, l'ossido di carbonio, i composti organici volatili e i metalli pesanti.

Da tali stime si è rilevato che in ambiente urbano il traffico è responsabile, mediamente in un anno, della quasi totalità delle emissioni di monossido di carbonio e di una quota elevata di ossidi di azoto, idrocarburi non metanici e spesso, della frazione inalabile e respirabile delle particelle sospese.

Queste situazioni, oltre ad avere effetti negativi sulla salute delle persone che permangono in tale zone per periodi significativi, producono un impatto anche sugli ecosistemi e sulla vegetazione circostante.

La caratterizzazione delle emissioni da traffico è di importanza fondamentale nello studio dell'inquinamento urbano, e non solo per le quantità emesse ma anche per le modalità con cui avviene il rilascio, generalmente a poche decine di centimetri dal suolo. Tali emissioni possono suddividersi in due distinte tipologie: le emissioni allo scarico e quelle evaporative. Le prime, quantitativamente più rilevanti, sono direttamente conseguenti al processo di combustione e risultano dipendenti da diversi fattori. In particolare le emissioni differiscono in relazione con la performance, l'età, la temperatura e il tipo di motore, con le condizioni di combustione, col tipo di combustibile, con lo stile di guida e con le situazioni ambientali. Condizioni di esercizio severe del veicolo (bassa velocità, ripetuti cambi di marcia, e frequenti soste al minimo) come quelle determinate da condizioni di traffico intenso hanno evidenziato una maggiore emissione di idrocarburi incombusti poiché i motori a basso regime sono generalmente alimentati con miscele ricche o perché il convertitore presenta una minore efficienza.

Le emissioni differiscono inoltre a seconda del tipo di motore che le produce: a benzina o diesel. I motori a benzina emettono un maggiore quantitativo di monossido di carbonio ed idrocarburi, mentre i diesel presentano valori più elevati di emissione di ossidi di azoto e particolato. Molte delle sostanze emesse dagli scarichi autoveicolari sono potenzialmente dannose per la salute umana.

Le emissioni evaporative derivano principalmente dalla volatilità del combustibile e risultano pertanto costituite unicamente da idrocarburi. Esse si verificano sia durante la marcia, sia nelle soste a motore spento.

### *L'influenza delle condizioni meteorologiche*

Il grado di stabilità atmosferica regola il fenomeno di diffusione e quindi la capacità del mezzo atmosferico a diffondere più o meno rapidamente gli inquinanti che vi vengono immessi.

La diffusione verticale degli inquinanti può essere fortemente influenzata da fenomeni di stratificazione termica dell'atmosfera e dallo sviluppo di moti convettivi che possono interessare con una certa frequenza lo strato di atmosfera adiacente al suolo per uno spessore che va mediamente da alcune decine ad alcune centinaia di metri. I moti convettivi che operano il trasporto verticale dell'inquinante tendono a diffonderlo in modo uniforme in tutto lo strato in cui sono attivi, da cui il nome di strato di rimescolamento. Le cause dei moti possono essere di origine meccanica (vortici prodotti dal vento che fluisce su terreni rugosi, aree fabbricate e boschive o gradienti verticali di velocità pronunciati) o più frequentemente di origine termica, in tal caso si parla di moti termoconvettivi.

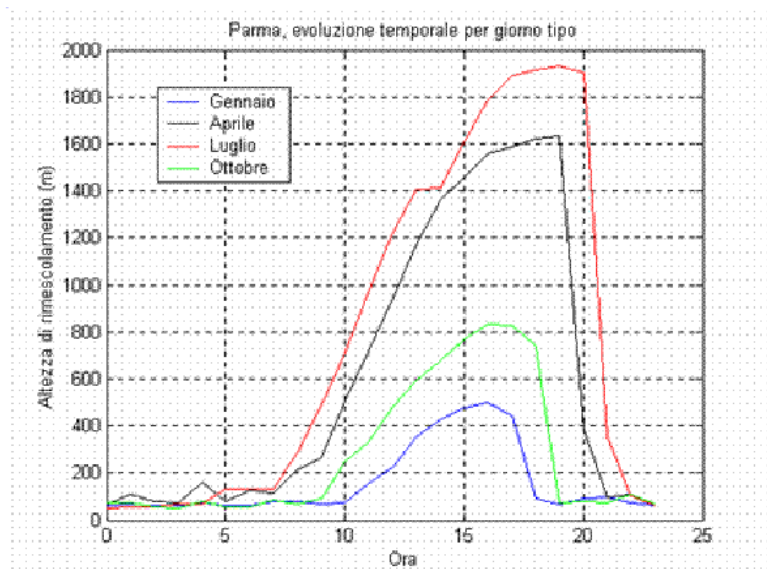


Figura 3 - Evoluzione nelle 24 ore dell'altezza dello strato di rimescolamento e sua variazione stagionale

L'altezza di rimescolamento presenta variazioni nelle 24 ore (ciclo giorno-notte) e stagionali (stagione calda-fredda) come mostrato in Figura 3. Tale altezza agisce come parete mobile di un contenitore; in corrispondenza di basse altezze dello strato di rimescolamento ovvero durante la sera e nelle stagioni fredde, il "coperchio" del contenitore si abbassa, gli inquinanti hanno così a disposizione un volume più piccolo per la dispersione favorendo un aumento della loro concentrazione.

Oltre all'altezza dello strato di rimescolamento vi sono altri fattori meteo - climatici che influenzano l'accumulo ovvero la dispersione degli inquinanti in atmosfera quali la piovosità e la velocità del vento.

In generale ad un aumento delle giornate di pioggia corrisponde una diminuzione delle concentrazioni degli inquinanti ed una adeguata ventilazione determina un buon rimescolamento e dispersione degli inquinanti eccetto talvolta un temporaneo aumento delle polveri dovuto al loro sollevamento dal suolo specie in ambito urbano.



## RIFERIMENTI LEGISLATIVI

Negli ultimi anni sono state emanate alcune importanti Direttive europee che definiscono i livelli di accettabilità degli inquinanti in atmosfera, stabiliscono i metodi di riferimento per la misura degli stessi e fissano i criteri per la determinazione dei siti di campionamento.

In particolare il DPCM 28 marzo 1983 n. 30 ha introdotto i valori limite identificabili come limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni degli inquinanti direttamente rilevabili nell'ambiente esterno e come limiti massimi di esposizione. Tali valori sono stati modificati dal successivo DPR n. 203/88, decreto che, recependo alcune Direttive Comunitarie in materia di inquinamento atmosferico, ha adeguato gli standard di qualità dell'aria alle disposizioni normative europee ed ha introdotto, accanto ai limiti massimi, i valori guida di qualità dell'aria ovvero le concentrazioni da raggiungere progressivamente per garantire la massima tutela dell'ambiente e della salute umana.

Il DM 15/04/94, aggiornato ed integrato dal DM 25/11/94, ha definito successivamente i livelli di attenzione e di allarme e stabilito i criteri per l'individuazione degli stati di emergenza in funzione dei dati rilevati dai vari tipi di stazioni di monitoraggio installate nelle aree urbane, nonché gli obblighi di informazione alla popolazione sui livelli di inquinamento raggiunti.

Per quanto riguarda il solo parametro ozono la normativa nazionale prevede dei limiti indicati nel DM 16/05/96 destinato ad essere abrogato successivamente al recepimento da parte del governo italiano della Direttiva 2002/3/CE.

Il recente **Decreto 2 aprile 2002, n. 60** "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle, e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio" prevede nuovi valori limite con i rispettivi margini di tolleranza rispetto ai quali effettuare la valutazione preliminare della qualità dell'aria e la conseguente zonizzazione.

Il decreto fissa anche le soglie di valutazione inferiore e superiore da considerare per stabilire in quali zone è obbligatorio il monitoraggio con rete fissa, ai sensi del D.Lgs. 351/99 e stabilisce il numero minimo dei punti di campionamento per la misurazione delle concentrazioni di biossido di zolfo, ossido di azoto, ossidi di

azoto, polveri PM10, Piombo, monossido di carbonio e benzene nelle aree in cui il monitoraggio della qualità dell'aria è effettuato obbligatoriamente con rete fissa. L'entrata in vigore del DM 60/02 comporta l'abrogazione delle disposizioni relative a SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, particelle PM10, piombo, monossido di carbonio e benzene contenute nei decreti: DM 15/04/94, DM 25/11/94, DM 20/05/91 "Criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria". Fino alla data alla quale devono essere raggiunti i valori limite introdotti dal DM 60/02, restano in vigore i valori limite fissati dal DPCM 28.03.83, come modificati dall'art. 20 del DPR 203/88. Successivamente a tali date saranno abrogate tutte le disposizioni relative a SO<sub>2</sub>,NO<sub>2</sub>, polveri, piombo, monossido di carbonio e benzene contenute nel DPCM 28/03/83 e nel DPR 203/88 limitatamente agli artt. 20,21,22,23 ed agli allegati I, II, III, IV.

Il quadro riassuntivo dei valori di riferimento è schematizzato nella Tabella 1 nella quale si riportano i valori limite e le soglie d'allarme per ciascun tipo di inquinante, per tipologia d'esposizione (acuta o cronica) e in base all'oggetto della tutela, a seconda che si tratti della protezione della salute umana, della vegetazione o degli ecosistemi. Accanto ai nuovi limiti introdotti dal DM 60/02 nella tabella sono indicati quelli ancora in vigore per effetto di provvedimenti legislativi ancora validi in via transitoria; nell'ultima colonna è riportato il periodo di validità di tali limiti.

Tabella 1: quadro complessivo delle soglie di allarme e dei valori limite in vigore con i rispettivi margini di tolleranza riferiti a ciascun anno

TIPO DI ESPOSIZIONE:		ESPOSIZIONE ACUTA		
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite per il 2003	Tempi di raggiungimento del valore limite (margine toll.)
<b>Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)</b>	Valore limite orario per la protezione della salute umana (DM 60/02)	1 ora	<b>410 µg/m<sup>3</sup></b> da non superare più di 24 volte per anno civile	1/1/2001:470µg/m <sup>3</sup> 1/1/2002:440 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2003:410 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2004:380 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2005:350 µg/m <sup>3</sup>
	Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (DM 60/02)	24 ore	<b>non applicabile</b>	125 µg/m <sup>3</sup> dal 1° gennaio 2005
	Soglia di allarme (DM 60/02)	<b>500 µg/m<sup>3</sup></b> misurati su tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno 100 Km <sup>2</sup> oppure in una intera zona o agglomerato, nel caso siano meno estesi		

TIPO DI ESPOSIZIONE:		ESPOSIZIONE ACUTA		
<b>Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)</b>	Valore limite orario per la protezione della salute umana (DM 60/02)	1 ora	<b>270 µg/m<sup>3</sup></b> da non superare più di <b>18 volte</b> per anno civile	1/1/2001:290 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2002:280 µg/m <sup>3</sup> <u>1/1/2003:270 µg/m<sup>3</sup></u> 1/1/2004:260 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2005:250 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2006:240 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2007:230 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2008:220 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2009:210 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2010:200 µg/m <sup>3</sup>
	Soglia di allarme (DM 60/02)	<b>400 µg/m<sup>3</sup></b> misurati su tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno 100 Km <sup>2</sup> oppure in una intera zona o agglomerato, nel caso siano meno estesi		
<b>Materiale particolato (PM10)</b>	Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (DM 60/02)	24 ore	<b>60 µg/m<sup>3</sup></b> da non superare più di <b>35 volte</b> per anno civile	1/1/2001: 70 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2002: 65 µg/m <sup>3</sup> <u>1/1/2003: 60 µg/m<sup>3</sup></u> 1/1/2004: 55 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2005: 50 µg/m <sup>3</sup>
<b>Monossido di Carbonio (CO)</b>	Valore limite per la protezione della salute umana (DM 60/02)	Media massima giornaliera su 8 ore (medie mobili calcolate in base a dati orari e aggiornate ogni ora)	<b>14 mg/m<sup>3</sup></b>	1/1/2001: 16 mg/m <sup>3</sup> 1/1/2002: 16 mg/m <sup>3</sup> <u>1/1/2003: 14 mg/m<sup>3</sup></u> 1/1/2004: 12 mg/m <sup>3</sup> 1/1/2005: 10 mg/m <sup>3</sup>
	Valore limite (DPCM 28/03/83)	Concentrazione media di 8 ore	<b>10 mg/m<sup>3</sup></b>	<b>Periodo di validità dei limiti attualmente previsti</b> fino al 31/12/2004
	Valore limite (DPCM 28/03/83)	Concentrazione media di 1 ora	<b>40 mg/m<sup>3</sup></b>	
<b>Ozono (O<sub>3</sub>)</b>	Livello di attenzione (DM 25/11/94)	Concentrazione media di 1 ora	<b>180 µg/m<sup>3</sup></b>	Fino al recepimento della direttiva 2002/3/CE previsto per il 09/09/2003
	Livello di allarme (DM 25/11/94)	Concentrazione media di 1 ora	<b>360 µg/m<sup>3</sup></b>	Fino al recepimento della direttiva 2002/3/CE previsto per il 09/09/2003
	Livello. Prot. Salute (DM 16/05/96)	Concentrazione media di 8 ore	<b>110 µg/m<sup>3</sup></b>	Fino al recepimento della direttiva 2002/3/CE previsto per il 09/09/2003
	Valore limite (DPCM 28/03/83)	Concentrazione media di 1 ora da non raggiungere più di una volta al mese	<b>200 µg/m<sup>3</sup></b>	Fino al recepimento della direttiva 2002/3/CE previsto per il 09/09/2003

TIPO DI ESPOSIZIONE:		ESPOSIZIONE CRONICA		
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite per il 2003	Periodo di validità dei limiti attualmente previsti
<b>Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)</b>	Valore Limite (DPR 203/88 e succ. mod.)	Mediana delle concentrazioni di 24 ore nell'arco di 1 anno	<b>80 µg/m<sup>3</sup></b>	Fino al 31/12/2004
	Valore Limite (DPR 203/88 e succ. mod.)	98° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno	<b>250 µg/m<sup>3</sup></b>	Fino al 31/12/2004
	Valore Limite (DPR 203/88 e succ. mod.)	Mediana delle medie delle 24 ore in inverno (1/10 – 31/03)	<b>130 µg/m<sup>3</sup></b>	Fino al 31/12/2004

TIPO DI ESPOSIZIONE:		ESPOSIZIONE CRONICA		
<b>Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)</b>	Valore limite annuale per la protezione della salute umana (DM 60/02)	Anno civile	<b>54 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>Tempi di raggiungimento del valore limite (margine toll.)</b>
				1/1/2001:58 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2002:56 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2003:54 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2004:52 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2005:50 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2006:48 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2007:46 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2008:44 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2009:42 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2010:40 µg/m <sup>3</sup>
<b>PTS</b>	Valore limite (DPCM 28/03/83)	Media aritmetica di tutte le concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno	<b>150 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>Periodo di validità dei limiti attualmente previsti</b>
	Valore limite (DPCM 28/03/83)	95° percentile di tutte le concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno	<b>300 µg/m<sup>3</sup></b>	Fino al 31/12/2004
<b>Materiale particolato (PM10)</b>	Valore limite annuale per la protezione della salute umana (DM 60/02)	Anno civile	<b>43.2 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>Tempi di raggiungimento del valore limite (margine toll.)</b>
				1/1/2001: 46.4 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2002: 44.8 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2003: 43.2 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2004: 41.6 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2005: 40.0 µg/m <sup>3</sup>
<b>Piombo (Pb)</b>	Valore limite annuale per la protezione della salute umana (DM 60/02)	Anno civile	<b>0.7 µg/m<sup>3</sup></b>	1/1/2001: 0.9 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2002: 0.8 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2003: 0.7 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2004: 0.6 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2005: 0.5 µg/m <sup>3</sup>
	Valore limite (DPCM 28/03/83)	Media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate in un anno	<b>2 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>Periodo di validità dei limiti attualmente previsti</b> Fino al 31/12/2004
<b>Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)</b>	Valore limite per la protezione della salute umana (DM 60/02)	Anno civile	<b>10 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>Tempi di raggiungimento del valore limite (margine toll.)</b>
				1/1/2001 – 31/12/2005: 10 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2006: 9 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2007: 8 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2008: 7 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2009: 6 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2010: 5 µg/m <sup>3</sup>

TIPO DI ESPOSIZIONE:		PROTEZIONE DEGLI ECOSISTEMI		
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite per il 2003	Tempi di raggiungimento del valore limite (margine toll.)

TIPO DI ESPOSIZIONE:      PROTEZIONE DEGLI ECOSISTEMI				
<b>Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)</b>	Valore limite per la protezione degli ecosistemi (DM 60/02)	Anno civile e inverno (1 ottobre – 31 marzo)	<b>20 µg/m<sup>3</sup></b>	19 luglio 2001
<b>Ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>)</b>	Valore limite per la protezione della vegetazione (DM 60/02)	Anno civile	<b>30 µg/m<sup>3</sup></b>	19 luglio 2001
<b>Ozono (O<sub>3</sub>)</b>	Liv Prot. Veg. (DM 16/05/96)	Media oraria	<b>200 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>Periodo di validità dei limiti attualmente previsti</b>
	Liv Prot. Veg. (DM 16/05/96)	Media delle 24 ore	<b>65 µg/m<sup>3</sup></b>	Fino al recepimento della direttiva 2002/3/CE previsto per il 09/09/2003

Relativamente al parametro ozono la Direttiva 2002/3/CE, non ancora recepita dagli Stati Membri, introduce le definizioni di:

- *valore bersaglio*: livello fissato al fine di evitare a lungo termine effetti nocivi sulla salute umana e/o sull'ambiente, da conseguirsi per quanto possibile entro un dato periodo di tempo;
- *obiettivo a lungo termine*: concentrazione di ozono al di sotto della quale si ritengono im-probabili effetti nocivi diretti sulla salute umana e/o sull'ambiente. Tale obiettivo deve essere conseguito nel lungo periodo al fine di fornire un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente;
- *soglia di informazione*: livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione e raggiunto il quale occorre comunicare al pubblico una serie dettagliata di informazioni;

Secondo la Direttiva, le misurazioni continue in siti fissi sono obbligatorie nelle zone e negli agglomerati nei quali durante uno qualsiasi degli ultimi cinque anni di rilevamento le concentrazioni di ozono hanno superato gli obiettivi a lungo termine.

Nelle Tabelle 2, 3 e 4 si riportano rispettivamente i valori bersaglio, gli obiettivi a lungo termine e soglie di informazione e allarme per l'ozono.

Tabella 2: valori bersaglio per l'ozono (Direttiva 2002/3/CE)

	Parametro	Valore bersaglio per il 2010
Valore bersaglio per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	120 µg/m <sup>3</sup> da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni
Valore bersaglio per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18000 µg/m <sup>3</sup> h come media su 5 anni

Tabella 3: obiettivi a lungo termine per l'ozono (Direttiva 2002/3/CE)

	Parametro	Obiettivo a lungo termine
Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore nell'arco di un anno civile	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$

Tabella 4: soglie di informazione e di allarme per l'ozono (Direttiva 2002/3/CE)

	Parametro	Obiettivo a lungo termine
Soglia di informazione	Media di 1 ora	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Soglia di allarme	Media di 1 ora	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$

### La gestione della qualità dell'aria

Il decreto legislativo **4 agosto 1999, n° 351** dà attuazione alla Direttiva Madre 96/62/CE e stabilisce il nuovo contesto all'interno del quale si effettuerà la valutazione e la gestione della qualità dell'aria demandando a decreti attuativi successivi la definizione dei parametri tecnico-operativi specifici per ciascuno degli inquinanti.

Il decreto fissa i criteri per stabilire dove è obbligatorio il monitoraggio della qualità dell'aria tramite rete fissa e in particolare tale misurazione è obbligatoria nelle seguenti zone:

- a) agglomerati<sup>1</sup>;
- b) zone in cui il livello, durante un periodo rappresentativo, e' compreso tra il valore limite e la soglia di valutazione superiore stabilita ai sensi dell'articolo 4, comma 3, lettera c);
- c) altre zone dove tali livelli superano il valore limite.

Nel decreto viene inoltre stabilito in quali casi la misurazione con rete fissa può essere combinata con tecniche modellistiche e in quali altri è consentito il solo uso di modelli.

Nelle tabelle 53 – 58 del decreto sono riportate le soglie di valutazione inferiori (SVI) e superiori (SVS) rispettivamente di SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, Piombo, benzene e CO. Per gli agglomerati e per le zone caratterizzate da un superamento del valore di soglia superiore, la tecnica di valutazione da adottare è la misura in siti fissi; qualora la zona presenti valori di inquinamento superiori al valore di soglia inferiore è opportuna la combinazione di modelli e misure. Solo le zone caratterizzate da livelli di inquinamento più bassi rispetto al valore di soglia

<sup>1</sup> Zone con una popolazione superiore a 250.000 ab. o se la popolazione è inferiore, con una densità di popolazione tale da rendere necessaria la valutazione della qualità dell'aria a giudizio dell'autorità competente (art.2 Dlgs 351/99)

inferiore possono essere caratterizzate mediante l'impiego di modelli, stime oggettive e misure indicative (Figura 2).

La classificazione delle zone e degli agglomerati deve essere riesaminata almeno ogni cinque anni.

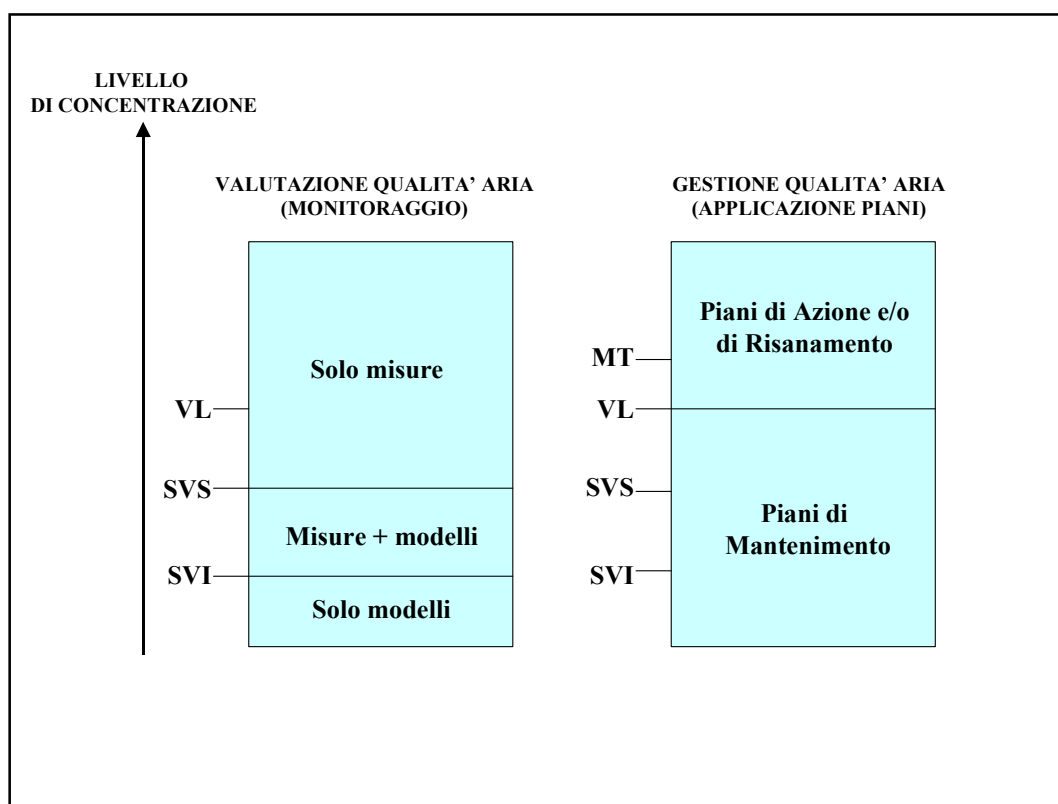


Figura 2: valutazione e gestione della qualità dell'aria ai sensi del D.Lgs. 351/99

Parallelamente, il D.Lgs. 351/99 prevede, che le regioni effettuino la valutazione preliminare della qualità dell'aria indispensabile in fase conoscitiva per individuare in prima applicazione, le zone nelle quali applicare rispettivamente i **Piani di azione, Piani di Risanamento** e di **Mantenimento** tenendo conto delle direttive tecniche emanate con decreto del Ministero dell'Ambiente recentemente pubblicato DM 1 ottobre 2002 n. 261 "Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, criteri per l'elaborazione del piano e dei programmi di cui agli art 8 e 9 del D.Lgs 351/99".

In particolare devono essere individuate le zone in cui:

- i livelli di uno o più inquinanti comportano il rischio di superamento dei valori limite (VL) e delle soglie di allarme; in queste zone (**tipo A**) andranno applicati i Piani di Azione (art. 7, D.Lgs. 351/99);
- i livelli di uno o più inquinati eccedono il valore limite aumentato del margine di tolleranza o sono compresi tra il valore limite e il valore limite aumentato

- del margine di tolleranza; in queste zone (**tipo B**) dovranno essere applicati i Piani di Risanamento (art. 8, D.Lgs. 351/99);
- i livelli degli inquinanti sono inferiori al valore limite e sono tali da non comportare il rischio del superamento degli stessi; in queste altre zone (**tipo C**) andranno applicati i Piani di Mantenimento (art. 9, D.Lgs. 351/99)

La gestione della qualità dell'aria si fonda su una pianificazione integrata a medio e lungo termine su tutto il territorio, sia nelle zone in cui sono superati i limiti al fine di raggiungere e non più superare tali limiti, sia in quelle in cui la situazione è già buona, ai fini di conservare i livelli al di sotto dei valori limite preservando la migliore qualità dell'aria compatibile con lo sviluppo sostenibile.

La nuova normativa in materia di tutela della qualità dell'aria attribuisce quindi un ruolo primario alle Regioni le quali, nell'ambito dell'attività di pianificazione e valutazione devono individuare le zone omogenee da preservare o risanare, definire gli intervalli di riduzione dell'inquinamento atmosferico e coordinare tra le diverse amministrazioni locali i provvedimenti operativi da applicare.

I dati disponibili sulla qualità dell'aria e gli studi predisposti per la stesura del Piano di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera, adottato con DGR del 4 aprile 2003 n. 902, hanno permesso di individuare preliminarmente, sulla base dei criteri previsti dai sopraccitati decreti ministeriali, per inquinante normato, i comuni appartenenti alle zone tipo A, tipo B e tipo C. Tale individuazione è stata approvata con DGR del 28 marzo 2003 n. 799.



## INQUINANTI MONITORATI

Si premette che le concentrazioni degli inquinanti rilevati durante la campagna con Laboratorio Mobile effettuata nel quartiere di San Zeno sono risultate coincidenti con quelle rilevate presso la stazione fissa di via N. Sauro e non verranno pertanto di seguito discusse nel dettaglio.

### Biossido di zolfo ( $SO_2$ )

E' un tipico inquinante delle aree urbane e industriali dove l'elevata densità degli insediamenti ne favorisce l'accumulo soprattutto in condizioni meteorologiche di debole ricambio delle masse d'aria.

Lo zolfo presente globalmente in atmosfera proviene per circa due terzi da fonti naturali (tipicamente i vulcani) e per la restante parte dall'attività dell'uomo.

Le emissioni di origine antropica sono dovute prevalentemente all'utilizzo di combustibili solidi e liquidi e sono correlate al contenuto di zolfo negli stessi, sia come impurezze sia come costituenti nella formulazione molecolare del combustibile (gli oli).

Nelle città, escludendo le emissioni industriali, la maggior sorgente di anidride solforosa è il riscaldamento domestico e perciò la concentrazione di  $SO_2$  nell'aria dipende dalla stagione e dalla rigidità del clima. Tuttavia l'estesa metanizzazione per le utenze ad uso civile e la progressiva riduzione di zolfo nei combustibili liquidi ha reso, nel tempo, poco significativa la presenza di questo inquinante.

Appare trascurabile l'apporto dato dai mezzi di trasporto; attualmente il contenuto di zolfo nelle benzine è molto ridotto in quanto causa l'avvelenamento delle marmitte catalitiche, presenti ormai in molte vetture, e le rende inattive.

Nella Tabella 5 sono confrontate le concentrazioni di  $SO_2$  rilevate presso la stazione fissa di via N. Sauro con i limiti di legge per i diversi tipi di esposizione. L'efficienza della rete, intesa come numero di dati orari attendibili sul numero teorico totale, è pari a 90%.

Tabella 5 – Stazione di via N. Sauro (BU) – confronto di SO<sub>2</sub> con i limiti previsti dalla normativa

Esposizione acuta		
	Valore di rif. per il 2003	SO <sub>2</sub> - media oraria più elevata
DM 60/02 - Limite orario da non superare più di 24 volte per anno civile	410 µg/m <sup>3</sup>	75 µg/m <sup>3</sup> (ore 15.00 del 03/01/03)
Esposizione cronica		
	Valore di riferimento	SO <sub>2</sub> - valore osservato
DM 203/88 – Mediana delle conc medie di 24 ore nell’arco dell’anno	80 µg/m <sup>3</sup>	5 µg/m <sup>3</sup>
DM 203/88 – 98° percentile delle conc medie di 24 ore nell’arco dell’anno	250 µg/m <sup>3</sup>	14 µg/m <sup>3</sup>
Protezione degli ecosistemi		
	Valore di riferimento	SO <sub>2</sub> - valore osservato
DM 60/02 – Valore limite invernale per la protezione degli ecosistemi	20 µg/m <sup>3</sup>	6 µg/m <sup>3</sup>

Come si osserva dalle tabelle i valori di SO<sub>2</sub>, in ciascun sito monitorato, risultano estremamente inferiori ai limiti di legge.

La situazione che emerge risulta complessivamente positiva e si può affermare che nel comune di Treviso non vi è rischio di superamento per i prossimi anni dei valori limite per SO<sub>2</sub> individuati dal DM 60/02. In base a quanto riportato nella D.G.R. n. 799 del 28/3/2003 “Individuazione preliminare delle zone a rischio di inquinamento atmosferico ai sensi degli artt. 7-8-9 del D.Lgs 4/8/1999, n. 351” **si conferma adeguata la scelta di applicare al comune di Treviso, che relativamente alla concentrazione di SO<sub>2</sub> rientra in zona di tipo C, un Piano di Mantenimento**, come previsto dal D.Lgs. 351/99, contenente misure atte a mantenere o migliorare l’attuale situazione.

### Ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>)

La maggior parte degli ossidi di azoto (monossido di azoto NO e biossido di azoto NO<sub>2</sub>) sinteticamente riassunti nella formula NO<sub>x</sub>, vengono introdotti in atmosfera come NO. Questo gas inodore e incolore viene gradualmente ossidato a NO<sub>2</sub> da parte di composti ossidanti presenti in atmosfera.

Si valuta che la quantità di ossidi di azoto prodotta dalle attività umane rappresenti circa un decimo di quella prodotta dalla natura, ma, mentre le emissioni prodotte da sorgenti naturali sono uniformemente distribuite, quelle antropiche si concentrano in aree relativamente ristrette.

I livelli naturali di NO<sub>2</sub>, emessi soprattutto dall'attività batterica, oscillano nell'intervallo compreso tra meno di 1 e più di 9 µg/m<sup>3</sup> (WHO, 1994). Le medie annuali di diverse città europee non eccedono i 40 µg/m<sup>3</sup> (WHO, 1999) mentre le medie delle principali città dei paesi industrializzati sono comprese tra 20-90 µg/m<sup>3</sup>, con una concentrazione massima oraria che può raggiungere i 75-1000 µg/m<sup>3</sup> (WHO, 1994).

L'uomo produce NO<sub>x</sub> principalmente mediante i processi di combustione che avvengono nei veicoli a motore, negli impianti di riscaldamento domestico, nelle attività industriali. Il biossido di azoto si forma anche dalle reazioni fotochimiche secondarie che avvengono in atmosfera.

Nell'arco della giornata le concentrazioni urbane di NO<sub>2</sub> mostrano spesso una significativa correlazione con l'andamento dei flussi di traffico veicolare (WHO, 1999). In particolare i motori diesel producono più ossidi di azoto dei motori a benzina, poiché utilizzano miscele molto povere in termini di aria-combustibile.

La Figura 4 riporta il fattore medio di emissione di NO<sub>x</sub>, stimato in base alla metodologia COPERT III, per diverse categorie veicolari. Per la stima è stato considerato il parco ACI2000 relativo ai veicoli immatricolati nella provincia di Treviso.

Per *fattore medio di emissione* si intende il quantitativo di inquinante emesso per un Km percorso da un singolo veicolo della categoria veicolare considerata. Esso quindi rappresenta il fattore di emissione (in g/Km) di un "veicolo medio" di quella categoria, su di un percorso con condizioni di velocità medie.

Per valutare l'effettivo quantitativo di inquinante emesso, nell'area urbana, dalle diverse categorie è necessario tenere presente anche i volumi di traffico e le percorrenze che sono state misurate per ciascuna categoria veicolare. Categorie veicolari con *fattori emissivi* molto piccoli possono, infatti, dare un contributo significativo al totale emesso nel caso in cui ad esse siano associati un numero elevato di veicoli circolanti; viceversa categorie con elevati fattori di emissione possono dare contributi scarsi qualora siano poco presenti nei flussi veicolari.

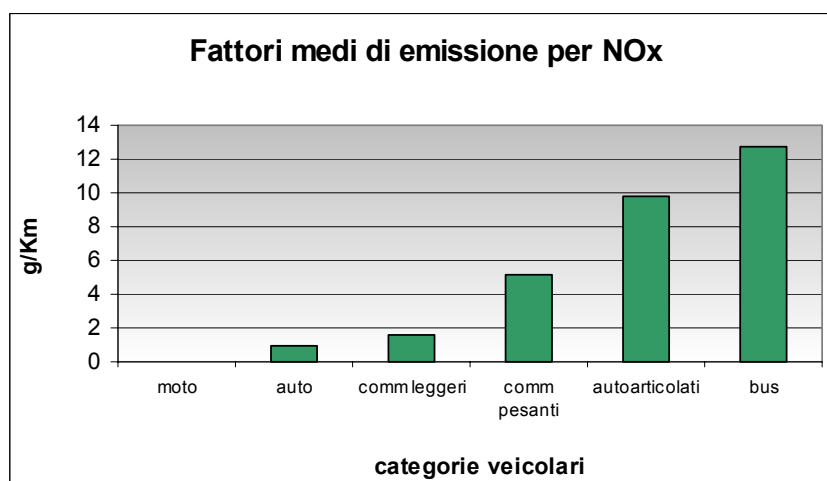


Figura 4 – Fattore medio di emissione NOx per diverse categorie veicolari (metodologia COPERT)

I valori maggiori di NOx si hanno in corrispondenza dei veicoli commerciali pesanti, autoarticolati e autobus (il fattore medio di emissione raddoppia nel passaggio dai pesanti agli autoarticolati, e triplica nel passaggio dai pesanti agli autobus). I veicoli commerciali leggeri presentano fattori di emissione pari a circa 1/3 di quelli dei pesanti, le auto presentano fattori di emissione pari a circa 1/5 sempre rispetto a quelli dei pesanti, le moto hanno un contributo minimo.

I livelli medi di concentrazione di biossido di azoto sono più elevati nel periodo invernale rispetto a quello estivo.

Il solo aumento delle emissioni dovuto all'utilizzo delle caldaie per riscaldare gli ambienti domestici e lavorativi non è sufficiente a spiegare una variazione stagionale delle concentrazioni medie di biossido di azoto così marcate.

E' chiaro che oltre all'aumento delle emissioni di ossidi di azoto ci sono altri fattori che contribuiscono ad aumentare questa differenza. Importanti sono le condizioni di stabilità atmosferica e le condizioni meteorologiche durante l'inverno, caratterizzate da frequenti fenomeni di inversione termica che fanno sì che l'altezza dello strato di rimescolamento diminuisca sfavorendo la diluizione del biossido di azoto in atmosfera, con conseguente aumento dei valori di concentrazione a basse quote.

Nella Tabella 6 sono confrontate le concentrazioni di NO<sub>2</sub> rilevate presso la stazione fissa di via N. Sauro con i limiti di legge per i diversi tipi di esposizione. Nella tabella non sono considerati i valori limite per la protezione degli ecosistemi per NO<sub>2</sub> individuati dal DM 60/02 in quanto tale valutazione andrebbe eseguita

rispetto a stazioni identificate appositamente secondo i criteri di ubicazione previsti dall'allegato VIII del decreto citato.

L'efficienza della rete, intesa come numero di dati orari attendibili sul numero teorico totale, è pari a 83%.

Tabella 6 – Stazione di via N. Sauro (BU) – confronto di NO<sub>2</sub> con i limiti previsti dalla normativa

Esposizione acuta		
	Valore di rif. per il 2003	NO <sub>2</sub> - media oraria più elevata
DM 60/02 - Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile	270 µg/m <sup>3</sup>	169 µg/m <sup>3</sup> (ore 21.00 del 26/03/03)
Esposizione cronica		
	Valore di rif. per il 2003	NO <sub>2</sub> - valore osservato
DM 60/02 – Media anno civile per la protezione della salute umana	54 µg/m <sup>3</sup>	55 µg/m <sup>3</sup>

Nell'anno 2003 si è osservato il superamento del valore limite per esposizione cronica aumentato del margine di tolleranza previsto dal DM 60/02 di 54 µg/m<sup>3</sup>. Pertanto in base a quanto previsto dal D.G.R. n. 799 del 28/3/2003 si conferma adeguata la scelta di applicare al **comune di Treviso, che per quanto riguarda l'inquinante NO<sub>2</sub> rientra tra le zone di tipo A, un Piano di Azione** come previsto dall'art. 7, del D.Lgs. 351/99.

### Monossido di carbonio (CO)

Questo gas è il risultato della combustione incompleta di sostanze contenenti carbonio ed è presente nelle emissioni delle autovetture, delle raffinerie, delle fonderie nonché degli impianti di trattamento rifiuti.

I livelli naturali di CO variano tra 0.01 e 0.23 mg/m<sup>3</sup>. Le concentrazioni nelle aree urbane (media 8 ore) sono generalmente inferiori a 20 mg/m<sup>3</sup>, anche se occasionalmente si possono registrare valori medi orari pari a 60 mg/m<sup>3</sup> (WHO, 1994). Nell'arco della giornata generalmente si osservano due picchi di concentrazione, uno alla mattina e uno alla sera, corrispondenti alle ore di punta del traffico veicolare (WHO, 1979b, 1987a).

La Figura 5 riporta il fattore medio di emissione di CO, stimato in base alla metodologia COPERT III, per diverse categorie veicolari.

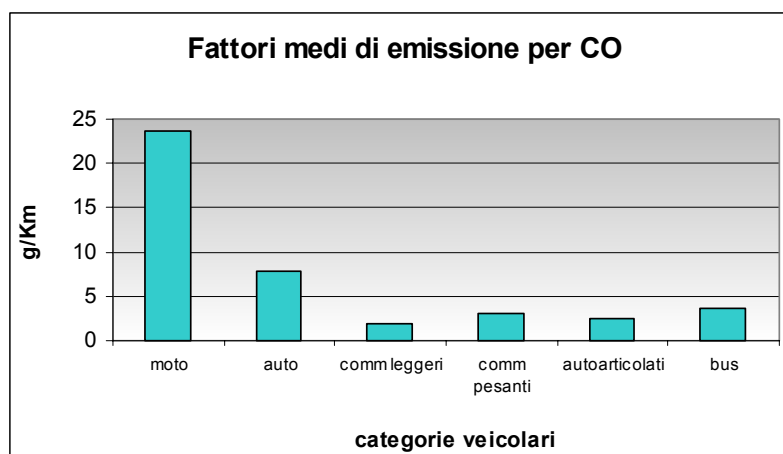


Figura 5 – Fattore medio di emissione CO per diverse categorie veicolari (metodologia COPERT)

I valori maggiori di CO sono relativi a moto e auto (le moto con fattore medio di emissione pari al triplo di quello delle auto), veicoli commerciali leggeri, commerciali pesanti, autoarticolati e autobus presentano fattori medi di emissione simili tra loro, pari a meno della metà di quello delle auto.

Nella Tabella 7 sono confrontate le concentrazioni di CO rilevate presso la stazione fissa di via N. Sauro con i limiti di legge per i diversi tipi di esposizione. L'efficienza della rete, intesa come numero di dati orari attendibili sul numero teorico totale, è pari a 80%

Tabella 7 – Stazione di via N. Sauro (BU) – confronto di CO con i limiti previsti dalla normativa

Esposizione acuta		
	Valore di rif. per il 2003	CO – valore osservato più elevato
DM 60/02 – Media massima giornaliera su 8 ore (media mobile)	14 mg/m <sup>3</sup>	5.2 mg/m <sup>3</sup> (ore 18 – 2 del 20/12/03)
DPCM 28/3/83 – Limite orario	40 mg/m <sup>3</sup>	6.5 mg/m <sup>3</sup> (ore 20.00 del 20/12/03)

Nell'anno 2003 non si sono osservati superamenti dei valori limite previsti dal DM 60/02. In base ai dati rilevati per quanto riguarda l'inquinante CO si può confermare che **il comune di Treviso rientra tra le zone di tipo C ovvero le zone in cui andranno applicati i Piani di Mantenimento** (art. 7, D.Lgs. 351/99) come previsto dal D.G.R. n. 799 del 28/3/2003.

### Ozono (O<sub>3</sub>)

Mentre l'ozono presente negli strati alti dell'atmosfera si forma mediante processi naturali ed è indispensabile per l'assorbimento dei raggi ultravioletti, quello che

si forma in prossimità del suolo è di origine antropica ed è estremamente dannoso. Infatti poiché l'ozono è un potente ossidante può reagire praticamente con qualunque classe di sostanze biologiche. È un gas pungente altamente aggressivo e la sua inalazione provoca irritazione delle vie respiratorie dell'uomo e degli animali. I sintomi irritativi sono passeggeri e cessano normalmente quando livelli di ozono diminuiscono. Più preoccupante sono le implicazioni sanitarie che possono derivare da esposizioni a frequenti casi di inquinamento da ozono. Questo gas a lungo termine è in grado infatti di danneggiare le mucose delle vie respiratorie potendo portare alla cronicità di alcune malattie polmonari. L'ozono, come si è detto, può provocare danni alla vegetazione alterandone i meccanismi biochimici e fisiologici. Gli effetti diretti sulla vegetazione si producono in primo luogo sulla superficie delle foglie e degli aghi. L'assorbimento dell'ozono può inoltre interferire con l'attività di fotosintesi delle piante.

Questo inquinante viene definito come secondario, si forma cioè in atmosfera a seguito di reazioni fotochimiche che coinvolgono ossidi di azoto, idrocarburi e aldeidi (inquinanti precursori). L'ozono è inoltre un composto fondamentale nel meccanismo di formazione dello smog fotochimico.

Le sue concentrazioni tendono ad aumentare nei mesi estivi in relazione all'intensità della radiazione solare. I livelli giornalieri di ozono sono bassi al mattino (fase di innesco delle reazioni fotochimiche) e massimi nelle ore pomeridiane, per poi diminuire progressivamente nelle ore serali quando cala la radiazione solare.

Le concentrazioni di ozono possono essere più elevate nelle aree suburbane o rurali rispetto a quelle urbane poiché l'ossido di azoto generato dal traffico veicolare può reagire con l'O<sub>3</sub> sottraendolo all'aria circostante e formando NO<sub>2</sub> e ossigeno molecolare (WHO, 1987a).

Nella Tabella 8 sono confrontate le concentrazioni di O<sub>3</sub> rilevate presso la stazione fissa di via N. Sauro con i limiti di legge per i diversi tipi di esposizione. L'efficienza della rete, intesa come numero di dati orari attendibili sul numero teorico totale, è pari a 88%.

Tabella 8 – Stazione di via N. Sauro (BU) – confronto di O<sub>3</sub> con i limiti previsti dalla normativa

Esposizione acuta			
	Valore di riferimento	Numero di superamenti	O <sub>3</sub> - media oraria più elevata
DM 25/11/94 – Livello di attenzione – media oraria	180 µg/m <sup>3</sup>	80	268 µg/m <sup>3</sup> (ore 17.00 del 9/08/03)
DM 25/11/94 – Livello di allarme – media oraria	360 µg/m <sup>3</sup>	0	
DM 16/5/96 – Livello di protezione della vegetazione – media oraria	200 µg/m <sup>3</sup>	37	
Protezione della vegetazione			
	Valore di riferimento	Numero di superamenti	O <sub>3</sub> - media giornaliera più elevata
DM 16/5/96 – Livello di protezione della vegetazione – media giornaliera	65 µg/m <sup>3</sup>	62	142 µg/m <sup>3</sup> (del 9/08/03)

Nell'anno 2003 si sono osservati frequenti superamenti dei valori di riferimento previsti dalla normativa vigente presso la stazione fissa di via N. Sauro.

Nella seguente tabella vengono confrontate le concentrazioni rilevate con i limiti previsti dalla Direttiva 2002/03/CE attualmente non ancora recepita in Italia.

Tabella 9 – Stazione di via N. Sauro (BU) – confronto di O<sub>3</sub> con i limiti previsti dalla 2002/03/CE

Limiti ozono - Direttiva 2002/03/CE		
	Valore di riferimento	Numero di superamenti
Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana - Media massima giornaliera su 8 ore	120 µg/m <sup>3</sup>	0
Soglia di allarme – media oraria	240 µg/m <sup>3</sup>	5

Le particolari condizioni di alta pressione, elevate temperature e scarsa ventilazione che hanno caratterizzato l'estate 2003 hanno favorito il ristagno e l'accumulo degli inquinanti. In particolare il forte irraggiamento solare ha innescato una serie di reazioni fotochimiche che hanno determinato concentrazioni di ozono particolarmente elevate. Tale fenomeno si è riscontrato non solo a scala regionale ma anche nazionale.

Data la situazione particolarmente critica ARPAV, attraverso la collaborazione fra Osservatorio Aria, Centro Meteorologico di Teolo e Dipartimenti Provinciali ha



intrapreso una serie di azioni volte a sviluppare sia le attività di previsione che di analisi e monitoraggio. L'approfondimento della dipendenza fra valori di concentrazione di ozono e parametri meteorologici ha permesso di realizzare un modello statistico di tipo prognostico utilizzato per la stesura del bollettino di previsione ozono pubblicato quotidianamente sul sito dell'ARPAV.

A causa delle particolari caratteristiche dell'inquinante e dell'insufficienza e disomogeneità dei dati storici disponibili la D.G.R. n. 799 del 28/3/2003 non ha individuato il tipo di provvedimento da attuare per quanto riguarda l'inquinamento da ozono nel comune di Treviso.

### Particolato (PM10)

Per particolato atmosferico si intende l'insieme di particelle atmosferiche solide e liquide con diametro compreso fra 0,1 e 100 micron. Polveri con diametro inferiore a 10  $\mu\text{m}$  sono anche dette PM10 e costituiscono le cosiddette polveri inalabili. In alcune città è stato registrato un rapporto percentuale delle PM10 sul particolato totale variabile dal 40 all'80% (WHO, 1998; 1999).

Le particelle più grandi generalmente raggiungono il suolo in tempi piuttosto brevi e causano fenomeni di inquinamento su scala molto ristretta mentre le particelle più piccole possono rimanere in aria per molto tempo in funzione della presenza di venti e di precipitazioni.

Il particolato può provenire da fonti naturali o antropiche ed essere di origine primaria o derivata da reazioni fisiche o chimiche. Le fonti antropiche di particolato sono essenzialmente le attività industriali ed il traffico veicolare. La produzione di materiale particolato da traffico veicolare è legata alla combustione dei carburanti contenenti frazioni idrocarburiche pesanti, pertanto viene riscontrato nei gas di scarico dei motori alimentati a gasolio e risulta praticamente assente in quelli a benzina. Oltre alla combustione, il particolato proviene da risollevarimento dal manto stradale e dall'usura dei pneumatici e dai freni.

Nel grafico riportato in Figura 6, elaborato da ANPA nel 1999, emerge come in Italia il trasporto stradale sia la fonte primaria di emissioni da PM10 (29%), seguito dalla produzione di energia e combustione nell'industria (25%). In particolare, nei centri urbani il contributo del trasporto stradale costituisce

mediamente il 45% delle emissioni totali di PM10. Nello stimare le emissioni da trasporto stradale non è stato considerato il contributo dovuto alla risospensione ed all'usura delle parti mobili e dell'impianto frenante.

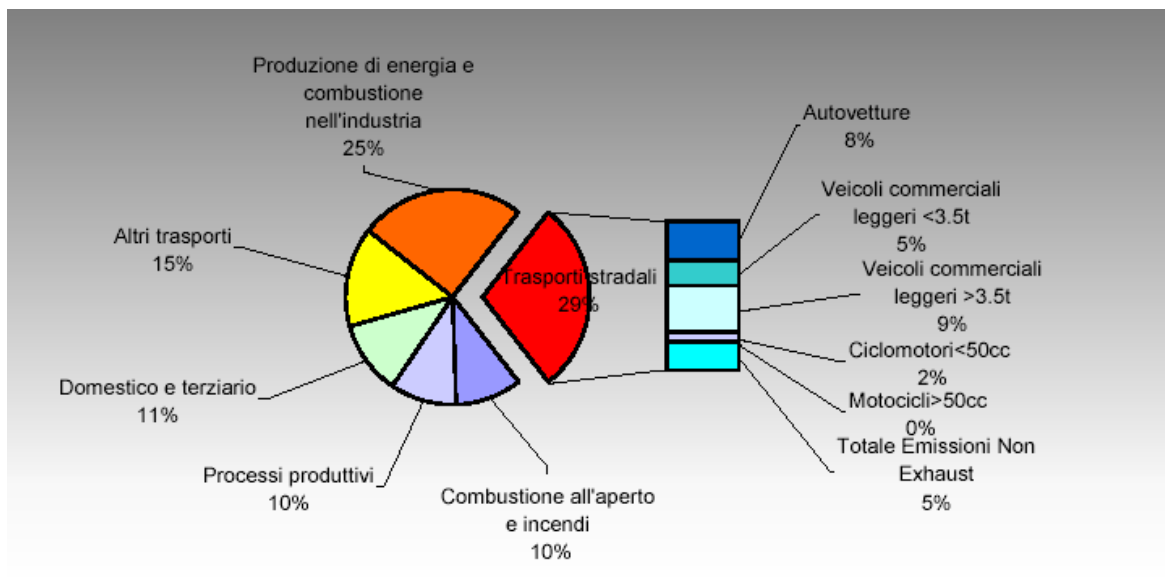


Figura 6 - Tipologia di emissioni di PM10 in Italia e dettaglio del settore dei trasporti stradali (fonte: ANPA)

La Figura 7 riporta il fattore medio di emissione di PM10, stimato in base alla metodologia COPERT III, per diverse categorie veicolari. Anche in questo caso, per la stima delle emissioni, si è trascurato il contributo di polvere proveniente da processi di tipo abrasivo.

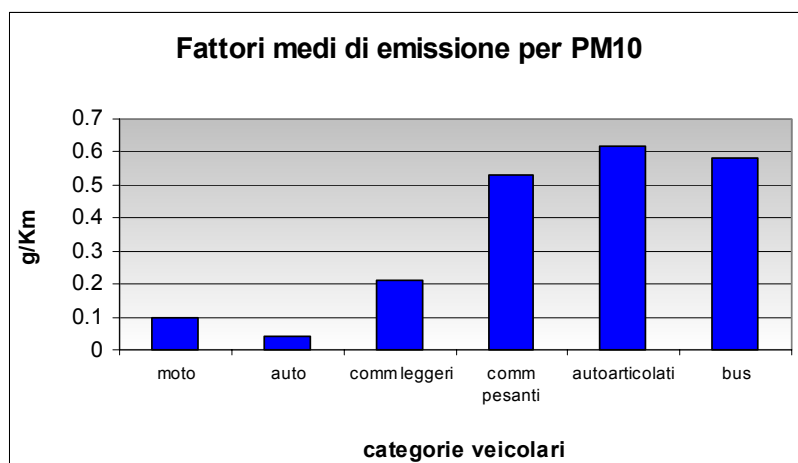


Figura 7 - Fattore medio di emissione PM10 per diverse categorie veicolari (metodologia COPERT)

I fattori medi di emissione di PM10 più elevati sono relativi ai veicoli commerciali pesanti, agli autoarticolati e agli autobus (stesso ordine di grandezza), seguono i

veicoli commerciali leggeri (con fattori di emissione pari a meno della metà di quelli dei pesanti). Le moto e le auto hanno fattori trascurabili: rispetto ai veicoli commerciali leggeri i fattori di emissione delle moto sono circa 1/2 e quelli delle auto circa 1/4.

Nella Tabella 10 sono confrontate le concentrazioni di PM10 rilevate presso la stazione fissa di via N. Sauro con i limiti di legge per i diversi tipi di esposizione. L'efficienza della rete, intesa come numero di dati orari attendibili sul numero teorico totale, è pari a 84%.

Tabella 10– Stazione di via N. Sauro (BU) – confronto di PM10 con i limiti previsti dalla normativa

Esposizione acuta		
	Valore di rif. per il 2003	PM10 – numero di superamenti osservati
DM 60/02 - Limite di 24 ore da non superare più di 35 volte per anno civile	60 µg/m <sup>3</sup>	56
Esposizione cronica		
	Valore di rif. per il 2003	PM10 - valore osservato
DM 60/02 – Limite annuale per la protezione della salute umana	43.2 µg/m <sup>3</sup>	42.0 µg/m <sup>3</sup>

Dalla tabella si osserva che il numero di superamenti del limite di 24 ore previsto dal DM 60/02 è stato superato per più di 35 volte durante l'anno 2003; al contrario non è stato superato il limite annuale di 43.2 µg/m<sup>3</sup>.

I valori giornalieri di PM10 rilevati presso la stazione fissa di via N. Sauro durante l'anno 2003 sono riportati in allegato.

Per quanto riguarda l'inquinante PM10, come previsto dal D.G.R. n. 799 del 28/3/2003, **il comune di Treviso rientra tra le zone di tipo A ovvero le zone in cui andranno applicati i Piani di Azione** (art. 7, D.Lgs. 351/99).

In Tabella 11 sono indicate le concentrazioni medie mensili e i superamenti osservati durante ciascun mese del 2003.

Tabella 11– Valori di PM10 rilevati presso la stazione fissa di via N. Sauro nell'anno 2003

	Concentrazione media mensile	Percentuale dati validi	n. superamenti osservati
gennaio	50,0	77	8
febbraio	54,2	100	8
Marzo	70,3	100	14
Aprile	31,9	90	0
Maggio	29,8	81	1
giugno	30,9	52	1
luglio	19,3	45	0
agosto	33,5	58	0
settembre	35,5	93	5
ottobre	33,9	100	2
novembre	47,3	100	9
dicembre	45,2	100	8

Nella Figura 8 sono riportate le medie mensili di PM10 rilevate presso la stazione di via N. Sauro negli anni 2002 e 2003.

La particolare situazione sinottica del mese di marzo 2003 ha visto il prevalere di sistemi anticlonici e l'assenza di precipitazioni significative che sono risultate idonee al verificarsi di valori medi di polverosità alquanto elevati in tutta la Pianura Padana. In particolare presso la stazione di via N. Sauro in data 11 marzo 2003 si è raggiunto il valore massimo di PM10 pari a  $160.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

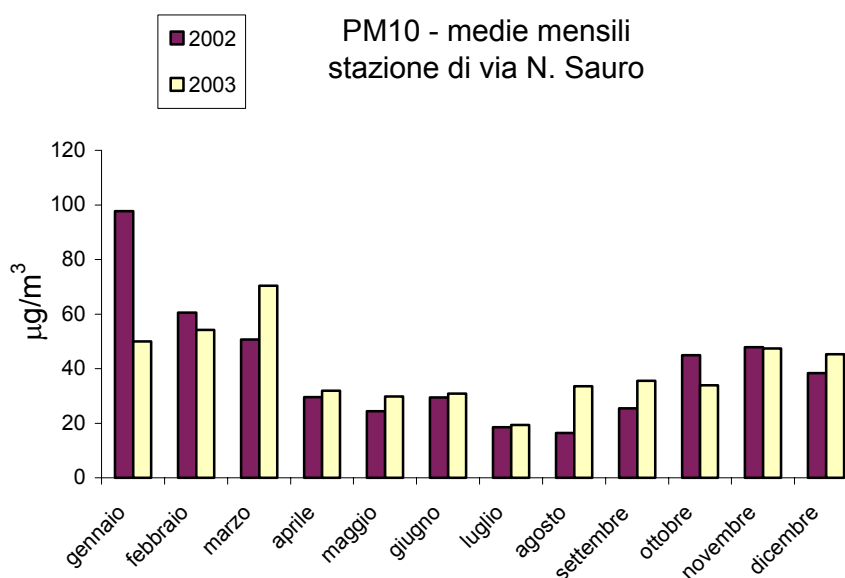


Figura 8 – Concentrazioni medie mensili di PM10 rilevate nella stazione di via N. Sauro.

Le condizioni meteorologiche sono quindi di importanza determinante e la peculiare conformazione del territorio provinciale, in situazioni prolungate di stabilità atmosferica, determina il ristagno di tutti gli inquinanti emessi in superficie. Si crea pertanto quella che viene chiamata "massa d'aria chimica" che giorno dopo giorno aumenta il proprio carico di inquinanti finché non intervengono fattori di rimozione umida o secca.

Data l'importanza del parametro PM10, come per il parametro ozono nel periodo estivo, ARPAV ha approfondito la dipendenza fra valori di concentrazione di PM10 e parametri meteorologici permettendo di realizzare un modello statistico di tipo prognostico utilizzato per la stesura, durante il periodo invernale, del bollettino di previsione PM10 pubblicato quotidianamente sul sito dell'ARPAV.

### Idrocarburi (HC e NMHC)

E' un complesso insieme di composti organici che si trovano nell'aria in fase gassosa e/o particolata. Le fonti antropiche sono costituite soprattutto dagli autoveicoli, dagli impianti termici, dalle centrali termoelettriche e dagli inceneritori di rifiuti. In genere si usa distinguere tra metano ( $CH_4$ ) e gli altri composti organici, genericamente definiti come idrocarburi non metanici (NMHC). All'interno della grande ed eterogenea classe degli idrocarburi non metanici rivestono importanza i VOC (Composti organici volatili) cioè un insieme di composti di natura organica caratterizzate da basse pressioni di vapore a temperatura ambiente, che si trovano in atmosfera principalmente in fase gassosa. Il numero dei composti organici volatili osservati in atmosfera, sia in aree urbane sia remote, è estremamente alto e comprende oltre agli idrocarburi volatili semplici anche specie ossigenate quali chetoni, aldeidi, alcoli, acidi ed esteri.

Le emissioni naturali dei VOC provengono dalla vegetazione e dalla degradazione del materiale organico; le emissioni antropiche, invece, sono principalmente dovute alla combustione incompleta degli idrocarburi ed all'evaporazione di solventi e carburanti.

Il principale ruolo atmosferico dei composti organici volatili è connesso alla formazione di inquinanti secondari. In particolare, di maggiore interesse in campo atmosferico a causa del loro importante ruolo nella formazione di specie

ossidanti, è la classe degli alcheni, fra cui l'isoprene e i monoterpeni, composti particolarmente reattivi emessi naturalmente dalle piante.

I veicoli a benzina contribuiscono più degli altri alle emissioni di idrocarburi, essendo la benzina una miscela di idrocarburi semplici e molto volatili.

#### - **Benzene**

Il benzene è un idrocarburo aromatico ad elevata volatilità di grande interesse ambientale a causa della sua potenziale azione cancerogena. Tale sostanza è stata infatti classificata dal IARC (International Association of Research on Cancer) nel gruppo 1 dei cancerogeni per l'uomo (evidenza sufficiente nell'uomo). La presenza del benzene nell'aria è dovuta quasi esclusivamente ad attività di origine antropica (95-97% delle emissioni complessive). Oltre il 90% delle emissioni antropogeniche deriva da attività produttive legate al ciclo della benzina: raffinazione, distribuzione dei carburanti e soprattutto traffico autoveicolare, che, da solo, rappresenta circa l'80-85% dell'emissione di benzene in ambiente atmosferico. Tale sostanza viene rilasciata sia attraverso i gas di scarico (75-80%) sia tramite le evaporazioni della benzina dalle vetture (20-25%).

La Figura 9 riporta il fattore medio di emissione di benzene, stimato in base alla metodologia COPERT III, per diverse categorie veicolari.

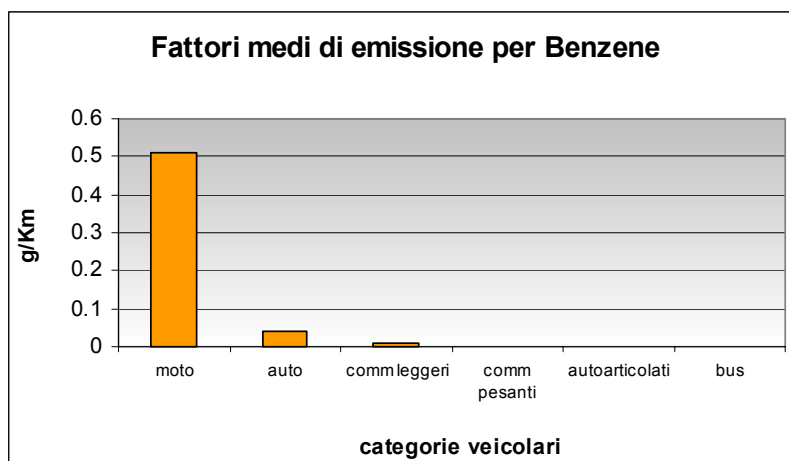


Figura 9 – Fattore medio di emissione benzene per diverse categorie veicolari (metodologia COPERT)

Per il benzene moto e auto presentano fattori medi di emissione più elevati rispetto agli altri veicoli (rilevante il dato relativo alle moto con un fattore 10 volte superiore rispetto a quello delle auto), mentre un fattore di emissione minimo è associato ai veicoli commerciali leggeri. Sono irrilevanti i fattori medi di emissione delle categorie pesanti, autoarticolati e autobus.

La concentrazione di benzene nell'atmosfera urbana oscilla tra qualche e poche decine di  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . La sua misura è comunque di grande importanza, poiché fornisce un dato molto importante sul contributo del traffico autoveicolare all'inquinamento atmosferico nei centri urbani, in particolare se caratterizzato in continuo assieme ai suoi analoghi superiori (BTEX).

La tipica tendenza di questo inquinante è di avere il minimo nel periodo estivo, di aumentare nel passaggio dal periodo estivo a quello autunnale, per raggiungere il massimo nel periodo invernale. Si è osservata una chiara correlazione tra le concentrazioni di benzene e di monossido di carbonio CO. La Figura 10 riporta l'elaborazione dell'anno-tipo riportato nel Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera della Regione Veneto per i due inquinanti primari CO e benzene, dovuti alle emissioni del traffico veicolare.

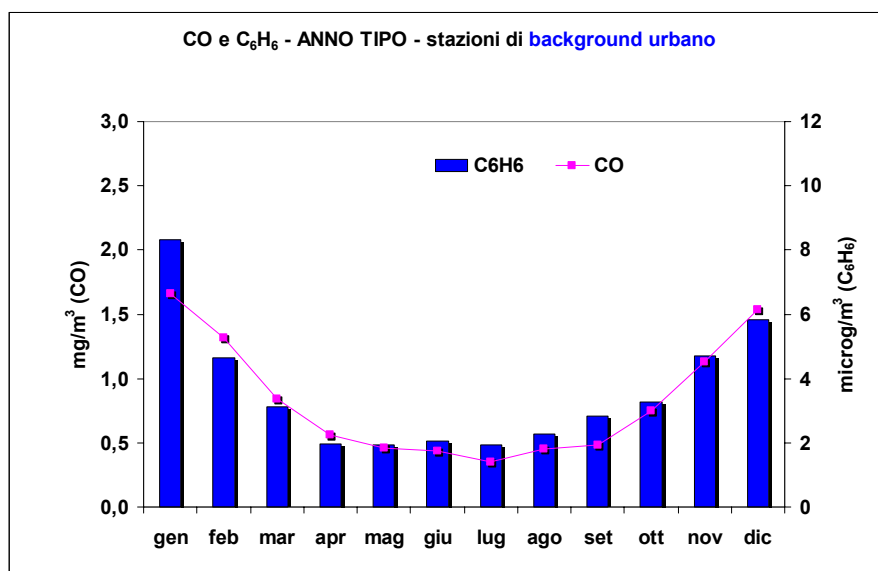


Figura 10: anno-tipo CO e C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, stazioni di background urbano

Per la stazioni di background urbano le concentrazioni più elevate si manifestano nei mesi invernali, raggiungendo valori di  $1,7 \text{ mg}/\text{m}^3$  per il CO e di  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per il C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>.

In primavera/estate si registra invece un notevole decremento, con il minimo del CO a  $0,4 \text{ mg}/\text{m}^3$  e di  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per il benzene.

In Figura 11 sono messi a confronto le concentrazioni mensili rilevate presso la stazione di via N. Sauro negli anni 2001, 2002 e 2003.

Nella Tabella 12 sono confrontate le concentrazioni di benzene rilevate presso la stazione fissa di via N. Sauro (stazione di background urbano) con i limiti di legge.

Tabella 12- Stazione di via N. Sauro (BU) - confronto di benzene con i limiti previsti dalla normativa

Esposizione cronica		
	Valore di rif. fino al 2005	benzene - valore osservato
DM 60/02 - Limite annuale per la protezione della salute umana	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Il valore medio annuale di 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , pari a quello osservato nell'anno 2001, è nettamente inferiore al valore limite di 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  indicato dal DM 60/02 e al di sotto del valore limite previsto dallo stesso decreto che entrerà in vigore a partire dal 1° gennaio 2010, di 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

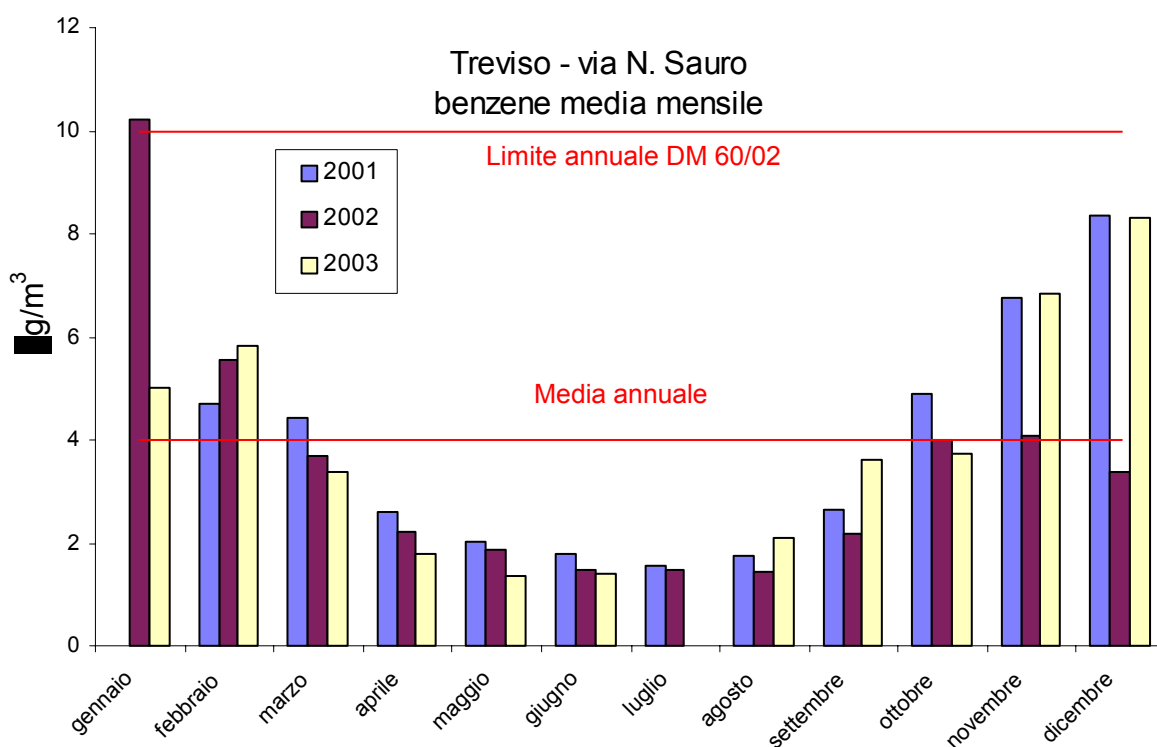


Figura 11 - confronto tra le concentrazioni medie mensili di benzene rilevate presso la stazione di via N. Sauro negli anni 2001, 2002 e 2003.

I parametri **toluene**, **etilbenzene**, **xileni** sono stati monitorati insieme al benzene; tuttavia la normativa non impone dei limiti sulla loro presenza in aria. Il rapporto tra la concentrazione di toluene e benzene è risultata essere compresa



tra 3 e 5. Il rapporto permette di collegare la presenza del toluene all'inquinamento da traffico veicolare poiché in tal caso il rapporto risulta compreso tra 3 e 4 (Biscioni et al., 2000).

In alcuni casi la concentrazione di toluene è risultata leggermente più elevata poiché tale inquinante può provenire anche da altre fonti essendo largamente utilizzato come solvente nei prodotti commerciali e di uso industriale.

Nell'anno 2003, oltre al costante monitoraggio dell'inquinante benzene presso la stazione di via N. Sauro ed il Laboratorio Mobile è stata effettuata una campagna annuale presso n.4 siti di background già monitorati nel 2001. Il monitoraggio è stato condotto in ciascun caso con campionatori passivi Radiello® e le concentrazioni rilevate come media relativa al tempo di esposizione.

Nella Tabella 13 sono messe a confronto le concentrazioni medie annuali di benzene rilevate nei 4 siti monitorati rispettivamente nel 2001 e nel 2003.

Tabella 13 – Valori medi annuali di benzene nei siti di background del comune di Treviso

Latitudine Nord	Longitudine Est	Comune	Indirizzo	Media annuale 2001	Media annuale 2003
45° 40' 00"	12° 13' 15"	Treviso	Mercato Ortofrutticolo	3,7	4,1
45° 39' 54"	12° 16' 48"	Mogliano Veneto	Parco Arcobaleno	3,2	3,8
45° 41' 08'	12° 13' 15"	Preganziol	Via Schiavonia Nuova	3,2	4,0
45° 41' 30"	12° 14' 12"	Villorba	Via dell'Albera	2,7	3,3

**In base ai dati disponibili relativi agli anni 2001, 2002 e 2003 per l'inquinamento da benzene il comune di Treviso rientrerebbe in zona di tipo C. Tuttavia il D.G.R. n. 799 del 28/3/2003 prevede che tutti i capoluoghi di provincia rientrino in zona di tipo B ritenendo adeguata l'applicazione di un Piano di Risanamento.**

## CONCLUSIONI

Il monitoraggio dell'inquinamento dell'aria nel comune di Treviso, relativamente all'anno 2003, ha portato ad osservare alcuni superamenti dei limiti di legge attualmente vigenti ed in particolare:

**Ozono O<sub>3</sub>** - si sono osservati frequenti superamenti del livello di attenzione previsto dal DM 25/11/94 e del livello di protezione della vegetazione previsto dal DM 16/5/96. Si è osservato inoltre il superamento della soglia di allarme prevista dalla Direttiva 200/03/CE non ancora recepita dagli Stati Membri.

Le particolari condizioni di alta pressione, elevate temperature e scarsa ventilazione che hanno caratterizzato l'estate 2003 hanno favorito il ristagno e l'accumulo degli inquinanti e in particolare il forte irraggiamento solare ha innescato una serie di reazioni fotochimiche che hanno determinato concentrazioni di ozono particolarmente elevate. Tale fenomeno si è riscontrato non solo a scala regionale ma anche nazionale.

**Biossido di azoto NO<sub>2</sub>** - si è osservato il superamento del valore medio annuale del parametro NO<sub>2</sub> previsto per l'anno 2003 dal DM 60/02;

**Polveri inalabili PM<sub>10</sub>** - si è osservato il frequente superamento del valore di riferimento per l'anno 2003 previsto dal DM 60/02 relativamente alle concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub>. Tale fenomeno, osservato anche nelle altre realtà urbane del Veneto, è riscontrabile ormai da diversi anni e costituisce uno dei problemi che maggiormente causano la criticità della qualità dell'aria.

I rilevamenti effettuati nel 2003 confermano quanto previsto con D.G.R. n. 799 del 28/3/2003 "Individuazione preliminare delle zone a rischio di inquinamento atmosferico ai sensi degli artt. 7-8-9 del D.Lgs 4/8/1999, n. 351". Nella Deliberazione la Regione ha individuato le zone nelle quali applicare rispettivamente i **Piani di azione**, **Piani di Risanamento** e di **Mantenimento** secondo quanto stabilito dall'art. 5 del D.Lgs. 351/99.

In particolare sono state individuate per ciascun inquinante le zone in cui:

- i livelli di uno o più inquinanti comportano il rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme; in queste zone (**tipo A**) andranno applicati i *Piani di Azione* (art. 7, D.Lgs. 351/99);
- i livelli di uno o più inquinati eccedono il valore limite aumentato del margine di tolleranza o sono compresi tra il valore limite e il valore limite aumentato del margine di tolleranza; in queste zone (**tipo B**) dovranno essere applicati i *Piani di Risanamento* (art. 8, D.Lgs. 351/99);
- livelli degli inquinanti sono inferiori al valore limite e sono tali da non comportare il rischio del superamento degli stessi; in queste altre zone (**tipo C**) andranno applicati i *Piani di Mantenimento* (art. 9, D.Lgs. 351/99).

Di seguito viene riportata la classificazione prevista per il territorio comunale di Treviso dal D.G.R. in funzione dei diversi tipi di inquinante come previsto dal D.lgs. 351/99.

Inquinante	Tipo zona	Provvedimento
PM10	A	Piano di Azione
NO <sub>2</sub>	A	Piano di Azione
IPA	A	Piano di Azione
benzene	B	Piano di Risanamento
CO	C	Piano di Mantenimento
SO <sub>2</sub>	C	Piano di Mantenimento

Il parametro IPA (idrocarburi policiclici aromatici) nel territorio comunale di Treviso non è mai stato monitorato. Sarà cura di ARPAV – Dipartimento di Treviso provvedere ad una indagine sulle concentrazioni dell'inquinante durante l'anno 2004.

E' in corso di emanazione un nuovo decreto del Ministero dell'Ambiente "Criteri per l'elaborazione di Piani o Programmi regionali per prevenzione, mantenimento e risanamento della qualità dell'aria", allo scopo di fissare delle linee guida per la predisposizione dei Piani di Mantenimento, di Risanamento e di Azione. Tale decreto individuerà dei possibili "pacchetti di misure" che si aggiungono e/o modificano quelle previste anteriormente, e che consentiranno di perseguire una riduzione delle emissioni nelle zone in cui si sono avuti dei superamenti dei valori

limite e delle soglie di allarme. Tali misure potranno essere a carattere regionale, provinciale e comunale, oltre che eventuali proposte di provvedimenti a carattere nazionale.

La gestione della qualità dell'aria prevede quindi una pianificazione integrata a medio e lungo termine su tutto il territorio, sia nelle zone in cui sono superati i limiti al fine di raggiungere e non più superare tali limiti, sia in quelle in cui la situazione è già buona, ai fini di conservare i livelli al di sotto dei valori limite preservando la migliore qualità dell'aria compatibile con lo sviluppo sostenibile.

Lo scopo è quello di passare dalla "politica" degli interventi di emergenza, realizzata quasi esclusivamente a livello comunale, ad una politica degli interventi mirata all'effettiva riduzione dei livelli di inquinamento atmosferico su tutto il territorio regionale.

In attesa dell'emanazione del nuovo decreto del Ministero dell'Ambiente, i sindaci dei comuni appartenenti agli agglomerati ed alle zone di cui agli articoli 7 e 8 del decreto legislativo 351/99 (tipo A e tipo B), in cui sussiste il superamento ovvero il rischio di superamento dei valori limite o delle soglie di allarme previste dalla vigente normativa (DM 60/02), in base all'art. 39 del DM 60/02 adottano, sulla base dei piani o programmi di cui ai medesimi articoli, le misure di limitazione della circolazione di cui all'articolo 7, comma 1, lettere a) e b) del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285.

Per tale motivo con deliberazione di G.C n. 80183/434 del 3 novembre 2003 l'Amministrazione Comunale di Treviso ha approvato il "Protocollo di intesa, in data 28 ottobre 2003, dagli Assessori all'Ambiente dei Comuni Capoluogo del Veneto, per una omogenea adozione delle misure limitative del traffico".

Oltre ai provvedimenti di limitazione del traffico il "Piano di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera", adottato con DGR del 4 aprile 2003 n. 902, prevede ulteriori possibilità di intervento per il contenimento degli inquinanti atmosferici. Con D.G.R. del 30 dicembre 2003 n. 4143 la Regione ha provveduto a sostenere le Amministrazioni Comunali rientranti nelle zone A contribuendo alla realizzazione di tali interventi.

## **ALLEGATO**

Si riportano di seguito le concentrazioni giornaliere di PM10 rilevate durante l'anno 2003 presso la stazione di via N. Sauro a Treviso.

Sono indicati in rosso i giorni in cui si è osservato il superamento del valore limite addizionato del margine di tolleranza previsto dal DM 60/02 da non superare più di 35 volte durante l'anno.

Tale valore, per l'anno 2003, è pari a  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## **BIBLIOGRAFIA**

ARPAV, 2000. Rapporto sugli indicatori ambientali del Veneto, Promodis Italia editrice, Brescia.

ARPAV, 2002. Rapporto sugli indicatori ambientali del Veneto, Promodis Italia editrice, Brescia.

Biscioni M., Zoccola G., Tajana G., Peruzzo G.F. Distribuzione dei BTX in prossimità di una stazione di rifornimento carburanti, Giornale degli Igienisti Industriali vol. 25 – n.4, ottobre 2000.

Provincia di Treviso – Assessorato alle politiche ambientali, 2001. Stato dell'ambiente in Provincia di Treviso.

Qualità dell'aria e salute nelle aree urbane, atti del convegno del 15 novembre 2002 – Verona.

WHO, 1979a. Sulphur oxides and suspended particulate matter. Environmental Health Criteria 8, World Health Organization, Geneva.

WHO, 1979b. Carbon monoxide. Environmental Health Criteria 13, World Health Organization, Geneva.

WHO, 1987a. Air quality guidelines for Europe. WHO Regional Publications, European Series 23, World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen.

WHO, 1994. Updating and revision of the air quality guidelines for Europe – Inorganic Air Pollutants. EUR/ICP/EHAZ 94 05/MT04. World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen.

WHO, 1998. Healthy Cities Air Management Information System, AMIS 2.0., CD ROM World Health Organization, Geneva.

WHO, 1999. Air quality guidelines for Europe. WHO Regional Publications, European Series, World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen.