

Relazione annuale sulla qualità dell'aria nella provincia di Venezia



PROVINCIA DI VENEZIA
Settore Politiche
Ambientali

Dipartimento ARPAV
Provinciale di Venezia
Osservatorio Aria – ARPAV

SETTORE POLITICHE AMBIENTALI
Via della Rinascita, 156
30175 Marghera-VE
Tel. 041 2907200—Fax 041 2907212
www.provincia.venezia.it/proveco
e-mail: proveco@provincia.venezia.it

ARPAV
Via Lissa, 6
30171 Mestre-VE
Tel. 041 5445511—Fax 041 5445500

Si autorizzano riproduzioni di testi e dati indicando la fonte.

Relazione annuale sulla qualità dell'aria nella provincia di Venezia

Periodo di riferimento anno ecologico 1999 - 2000

Indice

Lettera di presentazione	<i>pag. 7</i>
Premessa	<i>pag. 9</i>
Normativa. Le novità	<i>pag. 11</i>
La rete provinciale	<i>pag. 17</i>
Criteri di analisi	<i>pag. 21</i>
Gli inquinanti atmosferici	<i>pag. 23</i>
<i>Biossido di zolfo (SO₂)</i>	<i>pag. 24</i>
Ossidi di azoto (NO ₂)	<i>pag. 26</i>
<i>Monossido di carbonio (CO)</i>	<i>pag. 30</i>
<i>Polveri (PTS e PM₁₀)</i>	<i>pag. 32</i>
<i>Ozono (O₃)</i>	<i>pag. 36</i>
<i>Composti Organici Volatili (COV)</i>	<i>pag. 41</i>
<i>Benzene</i>	<i>pag. 43</i>
<i>IPA</i>	<i>pag. 44</i>
<i>Campagne di misura</i>	<i>pag. 46</i>
Le sorgenti inquinanti	<i>pag. 48</i>
Conclusioni e problematiche emergenti	<i>pag. 50</i>

Presentazione

C'è grande ottimismo tra i ricercatori di tutto il mondo, per i buoni risultati sperimentali conseguiti nell'utilizzo dell'idrogeno come "combustibile" per la produzione di energia elettrica.

Forse è proprio grazie al perfezionamento delle reazioni elettrochimiche che sfruttano l'elemento più semplice presente in natura, l'idrogeno, che le generazioni future potranno disporre dell'energia necessaria per il raggiungimento di un benessere più diffuso. Un'energia pulita, presente in quantità illimitata e in ogni luogo della terra, che potrà convenientemente produrre lavoro, che permetterà di riscaldare, cucinare, nonché assicurare mobilità di persone, merci e informazioni in forme ambientalmente sostenibili.

Intanto, però, l'uso incontrollato dei combustibili fossili modifica l'atmosfera della terra determinando alterazioni climatiche che espongono i continenti alle catastrofi naturali di cui siamo stati impotenti spettatori negli ultimi anni.

Per comprendere almeno in parte le cause di questi stravolgimenti e adottare rimedi conseguenti, è importante saper valutare quanto i nostri comportamenti quotidiani possono alterare l'ambiente urbano in cui abbiamo scelto di vivere.

Le attività di monitoraggio che da qualche tempo caratterizzano l'operato del settore politiche ambientali della Provincia di Venezia, in collaborazione con ARPAV - Dipartimento di Venezia, ci dicono, ad esempio, che le concentrazioni delle sostanze tradizionalmente adottate per valutare la qualità dell'aria nel nostro territorio, non sono sostanzialmente migliorate negli ultimi anni. Inoltre, più accurate indagini hanno accertato che sostanze chimiche come benzene, IPA e polveri sottili, prevalentemente sprigionate da un traffico sempre più caotico, raggiungono concentrazioni preoccupanti. Il problema quindi, oltre che ambientale, diviene sanitario.

Sono considerazioni che riguardano evidentemente tutte le grandi aree urbane, ed è per queste ragioni che le ultime direttive europee relative al controllo e alla valutazione della qualità dell'aria non si sono limitate ad abbassare i valori limite per gli inquinanti convenzionali quali gli ossidi di zolfo, le particelle sospese, gli ossidi di azoto, l'ozono e l'ossido di carbonio, ma hanno esteso lo spettro degli inquinanti da monitorare anche a polveri inalabili (PM10) o respirabili (PM 2.5), agli idrocarburi policiclici aromatici e al benzene, sostanze che destano non poche preoccupazioni per la salute pubblica.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità ha, infatti, recentemente descritto gli effetti principali del benzene sulla salute umana: sono certe tossicità sia ematica che genetica e cancerogenicità. Inoltre, secondo le stime della Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale, nei prossimi 75 anni il numero di leucemie attribuibili al benzene nella popolazione italiana potrebbe arrivare sino a 50 casi per ogni 1000 accertati.

Altre novità sono state introdotte nel quadro normativo di tutela della qualità dell'aria. Ad esempio i concetti di valore limite e valore di qualità sono stati modificati ed è stato inserito un nuovo elemento di valutazione, il valore obiettivo, che rappresenta un concreto risultato da raggiungere attraverso l'attuazione di efficaci politiche ambientali che non si limitano a descrivere un problema ma che agiscono per eliminarlo o quantomeno ridurlo.

In sintonia con questo più avanzato sistema di riferimento, abbiamo inteso realizzare una versione del rapporto sulla qualità dell'aria in provincia di Venezia che, mediante più accurate forme grafiche di rappresentazione e analisi statistiche innovative, introduce un nuovo approccio divulgativo. Più che conteggiare i superamenti delle soglie di attenzione o di allarme nei singoli siti di monitoraggio, si cerca di fornire una rigorosa valutazione dell'evoluzione degli inquinanti nell'intero territorio provinciale e delle possibili cause, senza mancare di segnalare le criticità locali. Crediamo in questo modo di fornire a chi vuole conoscere e a chi deve decidere, tutte le informazioni disponibili in forma chiara e sintetica.

Un lavoro che, assieme ai molti altri che il settore sta periodicamente divulgando, evidenzia le importanti opportunità di cui le amministrazioni locali dispongono se scelgono di contribuire ad un'educazione ambientale finalizzata alla costruzione di uno sviluppo sostenibile.

*Il presidente
della Provincia di Venezia*
Luigino BUSATTO

*L'Assessore
alle Politiche Ambientali*
Ezio DA VILLA

Il territorio provinciale veneziano è interessato dalla presenza di molteplici realtà economico-produttive e sociali quali un'estesa ed importante area industriale (Porto Marghera), una realtà di piccole e medie aziende diffusa sulla restante parte del territorio, nonché numerose realtà urbane sulle quali grava un flusso di traffico sia urbano che extraurbano di notevole importanza ed in continua crescita.

Sul fronte delle emissioni da impianti industriali, ormai da molti anni è presente una legislazione di riferimento a contenimento dell'inquinamento ed esistono, se pure non sempre applicate, tecnologie capaci di volgere a questo fine.

Le aree urbane rappresentano oggi il punto più critico di ogni strategia volta a conseguire obiettivi di sviluppo sostenibile, perché in esse si manifesta quasi l'intera gamma dei più gravi problemi di ordine ambientale, con ripercussioni evidenti sulla salute della popolazione e sulla qualità della vita.

Non autosufficienti per il loro sostentamento, le grandi città risultano essere dipendenti dal territorio circostante anche per quanto riguarda l'approvvigionamento idrico ed energetico ed aggravano questa loro dipendenza con consumi crescenti, sprechi ed uso irrazionale delle risorse.

Gestione dei rifiuti ed inquinamento

acustico sono alcune delle emergenze ambientali presenti nelle aree urbane, ma è soprattutto l'inquinamento atmosferico, connesso soprattutto alla congestione del traffico veicolare privato, a rappresentare il problema di maggiore rilievo.

Nel corso degli ultimi anni, comunque, il livello dell'inquinamento atmosferico presente in molti centri urbani è andato incontro ad un progressivo miglioramento per quanto attiene ad esempio ad alcuni inquinanti cosiddetti "convenzionali", come il monossido di carbonio ed il biossido di zolfo.

Si è infatti registrato il passaggio da una tipologia emissiva caratterizzata da elevate quantità di biossido di zolfo, particolato, ossidi di azoto e monossido di carbonio, e riferibile all'utilizzo di derivati del petrolio e di carbone ad alto contenuto di zolfo, ad una attribuibile alla combustione del gas naturale e al traffico veicolare, caratterizzata invece da piccole quantità di biossido di zolfo, con emissioni di particolato quantitativamente e qualitativamente differenti, e significative emissioni di ossidi di azoto e, per il traffico, anche di monossido di carbonio.

Più problematica appare invece la situazione sul fronte dell'ozono e, soprattutto, del particolato fine, degli idrocarburi policiclici aromatici e del benzene: per quest'ultimo la principale sorgente è rappresentata dalle

emissioni dei veicoli a benzina.

Esiste una grande attenzione attorno agli inquinanti cosiddetti “non convenzionali”, tra i quali figura in primo piano proprio il benzene.

Gli effetti principali del benzene sulla salute, in caso di prolungata esposizione, sono stati classificati dall’Organizzazione Mondiale della Sanità in termini di tossicità ematica, tossicità genetica e cancerogenicità. Secondo le stime della Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale, nei prossimi 75 anni il numero di casi di leucemia attribuibili al benzene nella popolazione italiana potrebbe arrivare sino a 50 per ogni 1.000 casi di leucemia.

La mobilità urbana resta tra i principali responsabili di questo quadro emissivo: si tratta tra l’altro di un settore caratterizzato da una forte crescita delle emissioni di anidride carbonica

(+15% tra il 1990 e il 1995); tale tendenza assume particolare rilievo nell’ambito di una strategia di intervento volta a minimizzare il rischio dei cambiamenti climatici.

Per questa ragione la raccolta e l’elaborazione di dati sulla qualità dell’aria ha oggi un’importanza anche maggiore rispetto al passato. La diffusione di tecnologie e mezzi di comunicazione veloce e al tempo stesso capillare permette, infatti, di portare a conoscenza i risultati ed i limiti delle attuali politiche ambientali, non solo del sistema di governo del territorio ma anche e soprattutto dei singoli cittadini, contribuendo a creare non certo allarmismo, quanto piuttosto una sempre più profonda coscienza civile ed ecologica del nostro ambiente di vita.

LIMITI E STANDARD DI LEGGE

Una sostanza inquinante per l'aria può essere identificata secondo i suoi effetti temporanei o irreversibili, immediati o a lungo termine; in funzione del suo impatto sulla salute umana; in funzione della sua capacità di produrre sostanze a loro volta potenzialmente nocive, reagendo con altri componenti naturali e non dell'atmosfera. Tutti questi composti sono classificati in base alla loro pericolosità, valutata dal punto di vista tossicologico, e alla loro aggressività nei confronti dell'ambiente naturale o dei beni materiali, entrambe collegate alla loro concentrazione in aria. Secondo queste indicazioni generali, tutta la normativa in materia di controllo di inquinamento dell'aria si è organizzata sempre più nel senso di adottare una serie di criteri di valutazione delle situazioni monitorate.

La normativa italiana esprime tali criteri come:

1. Standard di qualità riferiti a monitoraggi sul lungo periodo: indicano quali sono le concentrazioni ritenute "sopportabili" e quali invece sono da ritenere pericolose in relazione al periodo di riferimento, solitamente l'anno solare o l'anno ecologico. Tali limiti sono fissati dal DPCM 28/03/83 come modificato dal DPR 203/88. Per l'ozono valgono anche i limiti riportati nel DM 16/05/96 (v. Tab. 1).

2. Livelli di attenzione e di allarme: si applicano per le aree urbane a situazioni di inquinamento acuto, e si riferiscono a cicli di monitoraggio di 24 ore consecutive.

I limiti, riferiti a seconda degli inquinanti a medie orarie o giornaliere, si ritengono superati soltanto se il superamento avviene in più di una stazione definita secondo i criteri riportati nel DM 15/04/94, successivamente modificato dal DM 25/11/94. Per l'ozono valgono anche i limiti riportati nel DM 16/05/96 (v. Tab. 2). Per questo inquinante lo stato di Attenzione o di Allarme scatta quando vi è un superamento delle medie orarie di una qualsiasi stazione.

3. Obiettivi di qualità: previsti dal DM 25/11/94 (v. Tab. 3), si applicano alle polveri PM₁₀, al benzene e al benzo(a)pirene in aree urbane.

Gli obiettivi di qualità indicano valori verso i quali tendere progressivamente nel tempo in modo da migliorare la qualità dell'aria. Sono considerati nella pianificazione delle politiche ambientali, quando si vogliono ottenere miglioramenti nel medio-lungo periodo su determinati inquinanti e rappresentano in ogni caso il

riferimento cui attenersi nella valutazione della qualità dell'aria.

Mentre gli standard e gli obiettivi di qualità rappresentano valori limite da riferire al monitoraggio di lungo periodo, i livelli di attenzione e di allarme sono stati pensati per le situazioni acute di inquinamento. In questi casi, infatti, la normativa ha previsto, per i centri urbani dotati di rete di monitoraggio della qualità dell'aria, uno strumento legislativo in grado di

attivare in tempi brevi, determinati provvedimenti volti a limitare i fattori di emissione.

La tempestività dei provvedimenti è assicurata in quanto il Sindaco o le autorità provinciali sono tenute a fissare preventivamente un piano di intervento che scatta automaticamente quando si raggiunge lo stato di attenzione. Tra le misure adottate più di frequente si possono citare la limitazione della

Tabella 1: Standard di Qualità (DPCM 28/03/83; DPR 203/88; DM 16/05/96).

Inquinante	Specifico dato	Periodo di riferimento	Valore Guida	Valore Limite
Biossido di zolfo SO ₂	Mediana delle concentrazioni medie di 24 nell'arco di 1 anno	01/04 - 31/03	40 – 60 µg/m ³	80 µg/m ³
	Media giornaliera	su 24 ore	100 - 150 µg/m ³	--
	98° percentile delle concentrazioni medie giornaliere in 1 anno	01/04 - 31/03	--	250 µg/m ³
	Mediana delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate durante l'inverno	01/10 - 31/03/	--	130 µg/m ³
Biossido di azoto NO ₂	98° percentile delle concentrazioni orarie rilevate in 1 anno	01/01 - 31/12	135 µg/m ³	200 µg/m ³
	50° percentile delle concentrazioni medie di 1 ora rilevate in 1 anno	01/01 - 31/12	50 µg/m ³	--
Ozono O ₃	Livello per la protezione della salute	media di 8 ore intervalli 0-8; 8-16; 16-24; 12-20		110 µg/m ³
	Livello per la protezione della vegetazione	Media oraria		200 µg/m ³
	Livello per la protezione della vegetazione	media su 24 ore		65 µg/m ³
Monossido di carbonio CO	Concentrazione media di 8 ore		--	10 mg/m ³
	Concentrazione media di 1 ora		--	40 mg/m ³
Piombo Pb	Media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate in 1 anno	01/01 - 31/02	--	2 µg/m ³
Fluoro F _I	Concentrazione media di 24 ore		--	20 µg/m ³
	Media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate in 1 mese		--	10 µg/m ³
Particelle sospese PTS	Media aritmetica delle conc. medie di 24 ore rilevate in 1 anno	01/04 - 31/03	40 - 60 mg/m ³	150 µg/m ³
	95° percentile di tutte le conc. medie di 24 ore rilevate in 1 anno	01/04 - 31/03	--	300 µg/m ³
	Media giornaliera	00 - 24	100 – 150 mg/m ³	--

circolazione veicolare a targhe alterne o per fasce orarie o giornaliere.

L'approvazione in sede europea della Direttiva Quadro 96/62/CEE, ha introdotto rilevanti novità nella valutazione e controllo della qualità dell'aria con i seguenti aspetti:

1. allargamento dello spettro di inquinanti da sottoporre a campagne di monitoraggio;
2. introduzione di valori limite più restrittivi, sia per gli inquinanti "convenzionali" sopraccitati (SO_2 , PTS, NO_2 , O_3 , CO) sia per i "non convenzionali" (PM_{10} , benzene, IPA, cadmio, arsenico, nichel e mercurio).

Dal momento che la normativa si evolve sulla scorta di nuove e più approfondite conoscenze, ecco che i precedenti concetti di valore limite o di qualità sono stati rivisti o riformulati.

La Direttiva 96/62/CEE, recepita a livello italiano dal Decreto Legislativo n. 351/99, sostituisce infatti i limiti alle concentrazioni di inquinanti in aria sopra elencati con i seguenti:

- **valore limite:** livello fissato sulla base delle conoscenze scientifiche, allo scopo di evitare, prevenire o ridurre effetti dannosi per la salute umana e/o per l'ambiente nel suo complesso. Questo valore deve essere raggiunto in un dato periodo di tempo e, una volta raggiunto, non deve essere più

superato.

I valori limite e guida della vigente normativa italiana hanno come obiettivo la tutela igienico-sanitaria delle persone: nella nuova impostazione europea prevedono anche la salvaguardia dell'ambiente nel suo complesso;

- **valore obiettivo:** livello fissato con lo scopo di evitare effetti dannosi a lungo termine per la salute umana e/o per l'ambiente nel suo complesso. L'obiettivo deve essere raggiunto, dove possibile, dopo un dato periodo di tempo;
- **soglia di allarme:** livello oltre il quale c'è il rischio per la salute umana, anche nel caso di breve esposizione. Tale concetto sostituisce quello di livello di attenzione e di allarme di cui al DM 25/11/94;
- **margini di tolleranza:** condizioni entro le quali il valore limite può essere superato per un certo periodo di tempo. Le tolleranze sono fissate solo qualora se ne ravvisi la necessità.

Parimenti, sono ridefiniti gli ambiti territoriali che ai sensi del Decreto n. 351/99 sono soggetti alla valutazione della qualità dell'aria. Questi nuovi ambiti sono denominati:

- **"zone"** ovvero porzioni del territorio nazionale delimitate ai sensi del D. Lgs n.

Tabella 2: Limiti di attenzione ed allarme previsti dal DM 25/11/94

Inquinante	Liv. attenzione	Liv. allarme	Specifico dato	Situazione di allarme
CO (mg/m^3)	15	30	Media oraria	Superamento nel 50% staz. A,C
SO ₂ ($\mu g/m^3$)	125	250	Media giornaliera	Superamento nel 50% staz. A,B,C
NO ₂ ($\mu g/m^3$)	200	400	Media oraria	Superamento nel 50% staz. A,B
PTS ($\mu g/m^3$)	150	300	Media giornaliera	Superamento nel 50% staz. A,B,C
O ₃ ($\mu g/m^3$)	180	360	Media oraria	Una qualsiasi stazione di tipo A o D

Tabella 3: Obiettivi di qualità per PM_{10} , Benzene e IPA con riferimento al Benzo(a)pirene (DM 25/11/94)

	PM_{10}	Benzene	Benzo(a)pirene
Dal 01/01/96 al 31/12/98	60 $\mu g/m^3$	15 $\mu g/m^3$	2,5 ng/m^3
Dal 01/01/99	40 $\mu g/m^3$	10 $\mu g/m^3$	1 ng/m^3

351/99;

- **“agglomerati”** ovvero zone con popolazione superiore a 250.000 abitanti o, se la popolazione è pari o inferiore a 250.000 abitanti, con una densità di popolazione per km² tale da rendere necessaria la valutazione e la gestione della qualità dell'aria.

La successiva Direttiva 99/30/CEE del 22/04/99 (denominata “Direttiva figlia”) entra in maggiore dettaglio, definendo i nuovi valori limite per biossido di zolfo (SO₂), biossido di azoto (NO₂), polveri PM₁₀ e Piombo (Pb), mentre per il monossido di carbonio (CO), il benzene (C₆H₆) e l'ozono (O₃) l'attività di fissazione di nuovi standard di qualità è ancora in corso.

La Direttiva attribuisce una nuova valenza al concetto di soglia di allarme per il biossido di zolfo e di azoto, rispettivamente pari a 500 µg/m³ e 400 mg/m³ misurati su 3 ore consecutive.

Alcuni limiti previsti dalla Direttiva (v. Tab. 4) dovrebbero entrare in vigore a partire dal 01/07/2001 (per SO₂ e NO_x), altri dal 01/01/2005 (per SO₂, PM₁₀ in fase attuativa 1 e per il Pb), altri ancora dal 01/01/2010 (per NO₂ e PM₁₀ in fase attuativa 2).

Per quanto concerne le polveri respirabili PM_{2,5}, parametro ancora piuttosto trascurato, si rimanda ai limiti dell'Agenzia di Protezione dell'Ambiente statunitense (US EPA) che considera ammissibili le seguenti concentrazioni in aria:

- 15 mg/m³, come valore medio annuale, avendo a disposizione almeno 3 anni di dati e più di una stazione di misura;
- 65 mg/m³, come 98° percentile calcolato per ciascuna stazione di misura sui valori medi delle 24 ore, avendo a disposizione almeno 3 anni di dati.

MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN AMBITO URBANO

Il monitoraggio della qualità dell'aria in ambito urbano è attuato attraverso le reti di monitoraggio. L'attuale architettura di tali reti, in attesa della emanazione dei decreti applicativi della legge quadro 351/99, si rifà a quanto indicato nel DM 20 maggio 1991 “*Criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria*”.

Tale provvedimento legislativo fornisce le linee guida per la definizione di una rete di monitoraggio della qualità dell'aria in ambito

Tabella 4: Limiti alle concentrazioni di inquinanti nell'aria indicati dalla Direttiva 99/30/CEE

Inquinante	Tipo di limite	Limite (µg/m ³)	Tempo di mediazione	Entrata in vigore
Biossido di zolfo SO ₂	Valore limite per la protezione della salute umana	350 (da non superare più di 24 volte all'anno)	media oraria	01/01/2005
	Valore limite per la protezione della salute umana	125 (da non superare più di 3 volte all'anno)	media nelle 24 ore	01/01/2005
	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	20	media anno e inverno	01/07/2001
Biossido di azoto NO ₂	Valore limite per la protezione della salute umana	200 (da non superare più di 18 volte all'anno)	media oraria	01/01/2010
	Valore limite per la protezione della salute umana	40	media anno	01/01/2010
Ossidi di azoto NO _x	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	30	media anno	01/07/2001
PM₁₀ (fase 1)	Valore limite per la protezione della salute umana	50 (da non superare più di 35 volte all'anno)	media nelle 24 ore	01/01/2005
	Valore limite per la protezione della salute umana	40	media anno	01/01/2005
PM₁₀ (fase 2)	Valore limite per la protezione della salute umana	50 (da non superare più di 7 volte all'anno)	media nelle 24 ore	01/01/2010
	Valore limite per la protezione della salute umana	20	media anno	01/01/2010
Piombo Pb	Valore limite per la protezione della salute umana	0,5	media anno	01/01/2005

urbano, tramite l'identificazione:

- degli inquinanti da valutare (inquinanti primari: CO, SO₂, NO_x, idrocarburi, composti volatili, PTS, piombo ed altri metalli pesanti nel particolato sospeso ed inquinanti secondari: NO_x, O₃, prodotti di trasformazione degli ossidi di azoto e dell'anidride solforosa);
- del numero e tipologia di stazioni presso le quali effettuare le misure di tali contaminanti.

Per quanto riguarda il secondo punto, la struttura fondamentale di una rete urbana prevede l'individuazione di:

- una o più stazioni di base o di riferimento (Tipo A), presso le quali misurare tutti gli inquinanti primari e secondari elencati ed i parametri meteorologici di base, nonché gli inquinanti non convenzionali da valutarsi con metodologie analitiche manuali. Tali stazioni debbono essere preferenzialmente localizzate in aree non direttamente interessate dalle sorgenti di emissione urbana (parchi, isole pedonali, ecc.);
- stazioni situate in zone ad elevata densità abitativa (Tipo B), nelle quali misurare la concentrazione di alcuni inquinanti primari e secondari con particolare riferimento a NO₂, idrocarburi, SO₂, materiale particolato in sospensione, con caratterizzazione, per quest'ultimo parametro, della massa e del contenuto in piombo;
- stazioni situate in zone a traffico intenso (Tipo C), per la misura degli inquinanti emessi direttamente dagli autoveicoli (CO, idrocarburi volatili), situate in zone ad alto rischio espositivo quali strade ad elevato traffico e bassa ventilazione. Da menzionare

il fatto che, in questo caso, i valori di concentrazione rilevati sono caratterizzati da una rappresentatività limitata alle immediate vicinanze del punto di prelievo;

- stazioni situate in periferia od in aree suburbane (Tipo D), finalizzate alla misura degli inquinanti fotochimici (NO₂, O₃, perossiacetilnitrato PAN), da pianificarsi sulla base di campagne preliminari di valutazione dello smog fotochimico, particolarmente nel corso dei mesi estivi.

Per ciascun centro urbano, il numero delle stazioni delle diverse tipologie indicate dipende dalla densità di popolazione, dalla struttura degli insediamenti abitativi, dalla presenza di sorgenti emissive di varia natura, dalla situazione meteorologica, dall'estensione geografica e dal numero di abitanti (v. Tab. 5).

Riconoscendo il peso esercitato dal traffico veicolare nella contaminazione dell'ambiente atmosferico urbano, il DM 21 aprile 1999 n. 163, "Individuazione dei criteri ambientali e sanitari in base ai quali i Sindaci adottano le misure di limitazione della circolazione", fissa i criteri in base ai quali il Sindaco può adottare provvedimenti di limitazione del traffico autoveicolare nell'area urbana, qualora tali misure siano ritenute produttive di un concreto beneficio in termini di miglioramento della qualità dell'aria.

I criteri ambientali e sanitari sui quali l'autorità comunale può fondare gli eventuali provvedimenti relativi alla circolazione sono individuati attraverso una valutazione complessiva dell'ambiente atmosferico urbano, che impegna il Comune a redigere un Rapporto annuale sulla qualità dell'aria, avvalendosi del supporto tecnico degli Enti preposti alla

Tabella 5: struttura delle reti urbane

Popolazione (n° abitanti)	Tipo di stazione			
	A	B	C	D
Inferiore a 500.000	1	2	2	1
Da 500.000 a 1.500.000	1	3	3	1
Superiore a 1.500.000	2	4	4	2

salvaguardia dell'ambiente e della salute pubblica.

Il giudizio di qualità è fondato sulla verifica di eventuali superamenti degli obiettivi di qualità per gli inquinanti non convenzionali (benzene, benzo(a)pirene, PM_{10}) e dei livelli di attenzione per gli inquinanti convenzionali (biossido di zolfo - SO_2 , particelle sospese totali - PTS, biossido di azoto - NO_2 , monossido di carbonio - CO ed ozono - O_3), fissati dal Decreto Ministero Ambiente 25 novembre 1994.

La Provincia di Venezia che ha da poco consegnato all'ARPAV il compito di raccogliere i dati ambientali, mantiene, in stretta collaborazione con il Dipartimento Provinciale di Venezia dell'ARPAV stessa, il compito di coordinare le iniziative e diffondere le conoscenze acquisite tra tutti i Comuni del suo territorio.

La rete provinciale

MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN AMBITO PROVINCIALE

La rete di monitoraggio presente sul territorio provinciale di Venezia è attiva, nella sua veste attuale, a partire dal 1999, data alla quale la rete urbana del Comune di Venezia e la rete della Provincia di Venezia sono state trasferite sotto la gestione unitaria dell'Agenzia regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV), Dipartimento Provinciale di Venezia.

Nel suo complesso, la rete gestita dall'ARPAV è composta da 17 stazioni di rilevamento fisse e da tre laboratori mobili.

In Tabella 6 le stazioni sono classificate per ambito territoriale di competenza:

- **stazioni urbane;**
- **stazioni della cintura urbana;**
- **stazioni in ambito provinciale.**

La rete provinciale è composta da **17 stazioni fisse** adibite al rilevamento dell'inquinamento atmosferico, ubicate nell'area urbana di Venezia – Mestre – Marghera, e nei Comuni di Mira, Mirano, Spinea, Chioggia, Martellago e San Donà di Piave.

È attualmente in corso di attuazione una parziale ristrutturazione e razionalizzazione della rete di monitoraggio presente in ambito urbano, che comporterà il riposizionamento della stazione di Piazzetta Matter (tipo B) in un sito urbano analogo al precedente e

l'eliminazione di una stazione di tipo C (Via Piave).

La posizione di Via Piave è andata infatti perdendo progressivamente significato rispetto al monitoraggio del traffico veicolare, a seguito delle modifiche alla circolazione attuate negli ultimi anni, con una consistente riduzione del numero di veicoli che la attraversano. Questa considerazione, unitamente alla prossimità della stazione di Via Circonvallazione e alla presenza di un numero di siti di tipo C superiore a quello previsto dalla normativa vigente (4 stazioni contro le 2 necessarie) ha portato a considerare attuabile tale intervento.

Le stazioni della rete provinciale sono classificate nel seguente modo:

- **2 stazioni di tipo A**, delle quali una ubicata in un'area verde di Mestre (Parco Bissuola) ed una in un'area di Marghera non direttamente influenzata da fonti di emissione significative (Via Bottenigo), attrezzata anche per il rilevamento dell'inquinamento di origine industriale;
- **5 stazioni di tipo B**, per la misura dell'inquinamento presente in aree densamente urbanizzate (Mestre: Viale San Marco e Piazzetta Matter; Venezia: Sacca Fisola; Mira; Mirano). La stazione di Mira è attrezzata anche per il rilevamento dell'inquinamento

fotochimica e degli inquinanti secondari in situazioni di vento proveniente da nord-est;

- **6 stazioni di tipo C**, per il rilevamento dell'inquinamento da traffico autoveicolare, situate in prossimità di strade ad elevata percorrenza (Mestre: Corso del Popolo, Via Piave, Via Circonvallazione, Via Da Verrazzano; Marghera: Via Fratelli Bandiera; Spinea: Via Roma);
- **1 stazione di tipo D**, per la rilevazione dell'inquinamento fotochimica e degli inquinanti secondari (Maerne di Martellago) in situazioni di vento proveniente da sud-est.

Sono inoltre presenti altre tre stazioni:

- **2** per ampliare la copertura della rete di rilevamento sul territorio provinciale (Chioggia; San Donà di Piave);

- **1** stazione preposta al controllo dell'inquinamento industriale (Malcontenta, definita di **tipo I**).

La rete fissa è integrata da **3 laboratori mobili**, di volta in volta utilizzati per campagne di rilevamento mirate da parte di ARPAV, ovvero per iniziativa della Provincia o su richiesta di Enti locali, Associazioni, ecc., per il controllo di situazioni locali di inquinamento che, nell'economia della gestione, non richiedono l'installazione di una stazione fissa.

Tutti i dati confluiscono all'Unità Funzionale Aria del Servizio di Chimica del Dipartimento Provinciale ARPAV di Venezia, dotato di una struttura informatizzata di gestione ed elaborazione dei dati, basata su una rete di unità periferiche gestite da un'unità centrale, con software appositamente studiato per semplificare le operazioni di verifica e validazione dei dati provenienti dalle stazioni

Tabella 6: Struttura della rete provinciale di Venezia

Stazione e tipologia	Località	Collocazione
1 – tipo A	Via Bottenigo – Marghera	urbana
2 - tipo A	Parco Bissuola – Mestre	urbana
3 – tipo B	Viale San Marco - Mestre	urbana
4 – tipo B	Piazzetta Matter – Mestre *	urbana
5 – tipo B	Sacca Fisola – Venezia	urbana
6 – tipo C	Via Circonvallazione – Mestre	urbana
7 – tipo C	Corso del Popolo – Mestre	urbana
8 – tipo C	Via Piave – Mestre *	urbana
9 – tipo C	Via Da Verrazzano – Mestre	urbana
10 – tipo C	Via Fratelli Bandiera – Marghera	urbana
11 – tipo D	Maerne	cintura urbana
12 – tipo I	Malcontenta	cintura urbana
13	Chioggia	provincia
14	Mira	provincia
15	Mirano	provincia
16	San Donà di Piave	provincia
17	Spinea	provincia
Unità mobile “bianca”	-	-
Unità mobile “verde”	-	-
Unità mobile “grigia”	-	-

Tabella 7: strumenti della rete

PARAMETRI	STAZIONI																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
SO ₂	○	○	○	○	○						○	○	○	○	○	○	
NO _x	○	○	○	○	○			○	○		○	○		○	○		
CO	○	○		○		○	○	○	○	○							○
O ₃	○	○		○	○						○			○			
PTS	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
TOTHC/NMHC	○	○	○	○	○	○	○			○				○	○		○
H ₂ S		○			○								○				
BTEX		○		○		○											
IPA		○		○		○											
PM ₁₀		○		○		○											
R.ATT					○		○						○	○		○	
DV	○	○	○	○	○	○	○			○		○		○	○		○
VV	○	○	○	○	○	○	○			○		○		○	○		○
TEMP	○	○	○	○	○	○	○			○				○		○	○
U REL	○	○	○	○	○	○	○			○				○		○	○
PREC	○																
RSOLN	○				○	○											○
RSOLGL	○	○		○	○	○											○
PRESS	○	○		○													

Tabella 8: parametri chimici e meteorologici e metodi di misura

parametri	nome per esteso	metodo di misura
SO ₂	Biossido di zolfo o anidride solforosa	Fluorescenza
NO _x	Ossidi di azoto	Chemiluminescenza
CO	Monossido di carbonio	Spettrofotometria Infrarosso
O ₃	Ozono	Spettroscopia
PTS	Polveri Totali Sospese	Assorbimento radiazioni beta
HC/NHC	Idrocarburi totali/Idrocarburi non metanici	Ionizzazione di fiamma
H ₂ S	Acido solfidrico	
BTEX	Benzene, Toluene, Etilbenzene, Xileni	Gascromatografia
IPA	Idrocarburi Policiclici Aromatici	Cromatografia
PM ₁₀	Polveri inalabili	Gravimetria
R.ATT	Radioattività	Sensore per la radioattività
DV	Direzione del vento	Anemometro
VV	Velocità del vento	Anemometro
TEMP	Temperatura dell'aria	Termometro
U REL	Umidità relativa	Psicrometro
PREC	Precipitazioni	Sensore di precipitazioni
RSOLN	Radiazione solare netta	Sensore di radiazione solare
RSOLGL	Radiazione solare globale	Sensore di radiazione solare
PRESS	Pressione atmosferica	Sensore di pressione

fisse e mobili.

**SOSTANZE INQUINANTI SOTTOPOSTE A
MONITORAGGIO**

Le sostanze inquinanti ed i parametri meteorologici sottoposti a monitoraggio in

continuo presso le 17 stazioni fisse della rete provinciale sono brevemente sintetizzati nella tabella 7.

I parametri inquinanti e meteorologici sono elencati nella Tabella 8.

Criteri di analisi

Nella presentazione dei dati e delle relative analisi si ritiene utile offrire un punto di vista diverso rispetto a quello proposto nelle Relazioni predisposte negli ultimi anni. Infatti, come già precedentemente detto, ciascun inquinante mostra una propria evoluzione, in relazione ai mutamenti delle tecnologie produttive, dei sistemi di trasporto, nonché dei diversi comportamenti sociali. Sembra dunque più utile descrivere la qualità dell'aria, non più segnatamente a ciascun sito di monitoraggio, ma piuttosto verificando il comportamento del singolo inquinante sull'intero territorio provinciale, in modo che se ne possa apprezzare l'importanza complessiva. Nello stesso tempo sarà sempre possibile evidenziare eventuali situazioni caratterizzate da criticità locali.

A questo scopo la descrizione dell'analisi dei dati relativi a ciascuna sostanza inquinante è stata così impostata:

- **Siti di misura**, in cui sono evidenziati i punti in cui sono situate le stazioni di monitoraggio che hanno contribuito alla costruzione dell'archivio dati per quella sostanza;
- **Caratteristiche generali**, dove vengono ricordate le proprietà principali della sostanza considerata, oltre che le principali fonti di emissione per la stessa;

- **Effetti sulla salute**, dove si segnalano i più importanti fattori di pressione sulla salute umana, ma anche sull'ambiente;
- **Trend storico**, in cui si rappresenta graficamente e si descrive l'andamento negli ultimi anni della mediana e del 98° percentile. Infatti, disponendo ora di un archivio storico significativo, è importante porre a confronto tra di loro le concentrazioni di inquinanti raggiunti negli ultimi anni. In particolare, è interessante conoscere la variazione nella presenza media di una sostanza nell'aria, indicata dalla mediana, e qual è stato il comportamento dei valori massimi negli stessi periodi, indicati dal 98° percentile. La situazione più confortante è quella in cui entrambi gli indicatori sono decrescenti col trascorrere del tempo.

Per ogni inquinante e per ciascuna stazione, sono stati elaborati altri parametri descrittivi. Nella presente relazione saranno comunque riportati solo quelli ritenuti più significativi, ed in particolare:

- **Giorno-tipo**, vale a dire la media dei valori riscontrati durante tutto l'anno ecologico per ciascuna ora del giorno. E' stata fatta un'ulteriore distinzione tra giorni feriali e fine settimana (dalle 1.00 del sabato alle 24.00 della domenica);

- **Giudizio di qualità**, è un criterio già utilizzato nelle precedenti relazioni e mutuato da una legge della Regione Emilia Romagna. La sua rilevanza, si ritiene, sta nella presentazione grafica e semplificata della distanza dei valori riscontrati dai livelli di allarme, a cui corrisponde un giudizio di “pessima qualità dell’aria” nel punto monitorato, secondo quanto previsto dal DM 25/11/94. La tabella 9 mostra i criteri utilizzati nella loro costruzione.
- **Persistenza degli inquinanti**. Questo tipo di rappresentazione era già stato introdotto nella Relazione 1998-1999. Viene qui riproposta con una veste grafica diversa e più comprensibile. Lo scopo è rappresentare graficamente quanto a lungo la concentrazione di una sostanza eccede una determinata soglia, e quante volte ciò accade nell’arco dell’anno ecologico. Le soglie considerate sono scelte tra quelle ritenute più significative della Tabella 9, rispetto ai relativi periodi di riferimento,

indicati con il termine di Tempi di Mediazione (TdM). I TdM scelti sono: ore, giorni, o in generale periodi di 3 o di 8 ore. Al fine di costruire un campione di dati comunque rappresentativo, si è scelto di suddividere l’anno ecologico in intervalli di tempo pari proprio ai TdM prescelti.

Gli istogrammi mostrano dunque la distribuzione percentuale delle persistenze nel tempo, di tutti quei casi in cui si realizza il superamento della soglia prescelta.

I grafici a torta mostreranno quanto pesano questi casi in cui si riscontra il superamento della soglia sul computo totale dei dati monitorati.

Qualora ritenuto significativo, si è effettuata un’analisi di tipo spaziale tra i dati relativi alla singola sostanza misurati presso tutte le stazioni di monitoraggio (matrice di correlazione).

In Allegato 1 è riportata una tabella delle statistiche descrittive per tutti i parametri presenti in ciascuna stazione, ai sensi della normativa vigente.

Tabella 9: criteri utilizzati nella definizione dei giudizi di qualità

	Buona	Accettabile	Scadente	Pessima
Biossido di zolfo (mg/m ³)	50	125	250	oltre 250
Monossido di carbonio (mg/m ³)	2,5	15	30	oltre 30
Biossido di azoto (mg/m ³)	50	200	400	oltre 400
Polveri Totali Sospese (mg/m ³)	40	150	300	oltre 300
Ozono (mg/m ³)	60	180	360	oltre 360
Idrocarburi non metanici (mg-C/m ³)	100	200	400	800
	verde	giallo	arancione	rosso

Gli inquinanti atmosferici

CLASSIFICAZIONE DEGLI INQUINANTI

I fenomeni di inquinamento sono il risultato di una complessa competizione tra fattori che portano ad un accumulo degli inquinanti ed altri che invece determinano la loro rimozione e la loro diluizione in atmosfera. L'entità e le modalità di emissione (sorgenti puntiformi, diffuse, altezza di emissione, ecc.), i tempi di persistenza degli inquinanti, il grado di mescolamento dell'aria, sono alcuni dei principali fattori che producono variazioni spazio-temporali nella composizione dell'aria.

Le sostanze inquinanti presenti in aria possono dare luogo a reazioni. Questo porta a distinguere gli inquinanti primari, emessi direttamente in atmosfera, dagli inquinanti secondari che si originano nell'aria per trasformazione chimica.

Gli inquinanti primari possono essere di tipo gassoso o particellare.

Tra i gas si segnalano in particolare:

- composti dello zolfo (SO_2 , H_2S);
- composti dell'azoto (NO , NH_3);
- composti del carbonio (idrocarburi, HC , CO);
- composti alogenati (HCl , HF , HBr , CFC).

Il particolato si classifica in ragione del diametro delle particelle: si considerano grossolane quelle con diametro maggiore di $2\ \mu\text{m}$ e fini quelle con diametro minore di $2\ \mu\text{m}$.

Dal punto di vista sanitario si usa

distinguere le particelle inalabili, aventi diametro minore di $10\ \mu\text{m}$ (PM_{10}), dalle particelle respirabili, aventi diametro minore di $2,5\ \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2,5}$).

Le particelle fini sono generate, principalmente, da processi di combustione naturali ed antropogeniche, mentre quelle grossolane si formano per azione meccanica, termine che include processi a bassa temperatura (ad es. formazione di polveri cristalline e sali marini) e ad elevata temperatura (ad es. produzione di ceneri industriali).

Il particolato è composto anche da una quota di componente inorganica. Questa è costituita da un'ampia gamma di ossidi e sali di metalli pesanti (ad es.: piombo, cadmio, zinco, alluminio, etc.) a cui vanno aggiunti acidi (ad es.: acido cloridrico, nitrico, solforico, etc.) e basi (ad es.: ammoniacale, etc.).

I principali inquinanti secondari di tipo gassoso sono:

- NO_2 formato da NO primario;
- O_3 formato per via fotochimica.

Entrambi i gas intervengono nei complessi meccanismi di reazione che costituiscono il cosiddetto "smog fotochimico".

Il particolato secondario può derivare da reazioni chimiche e chimico-fisiche che coinvolgono inquinanti gassosi sia primari che secondari. I più noti processi sono:

- la trasformazione di SO_2 in solfati, SO_4^{2-} ;

- la trasformazione di NO_2 in nitrati, NO_3^- ;
- la trasformazione di composti organici in particelle organiche.

INQUINANTI MONITORATI

Biossido di zolfo (SO_2)

Siti di misura. Le stazioni della rete dotate di analizzatori automatici di biossido di zolfo (SO_2) sono 11:

Parco Bissuola (A); Via Bottenigo (A); Piazzetta Matter (B); Sacca Fisola (B); Viale San Marco (B); Chioggia; Maerne; Malcontenta; Mira; Mirano; San Donà di Piave

Caratteristiche generali. Gli ossidi di zolfo, costituiti da biossido di zolfo (SO_2) ed in piccole quantità, da triossido di zolfo o anidride solforica (SO_3), sono composti originati da processi di combustione di combustibili contenenti zolfo che si svolgono nell'ambito della produzione di elettricità e di calore (centrali termoelettriche e produzione di calore anche a fini domestici), e nell'ambito dell'industria, limitatamente alla produzione di energia elettrica e/o di calore. Attualmente, stante la normativa in vigore nella maggior parte dei centri urbani, la presenza di questo inquinante in atmosfera è da attribuire essenzialmente alla combustione del gasolio negli impianti di riscaldamento e nei motori diesel.

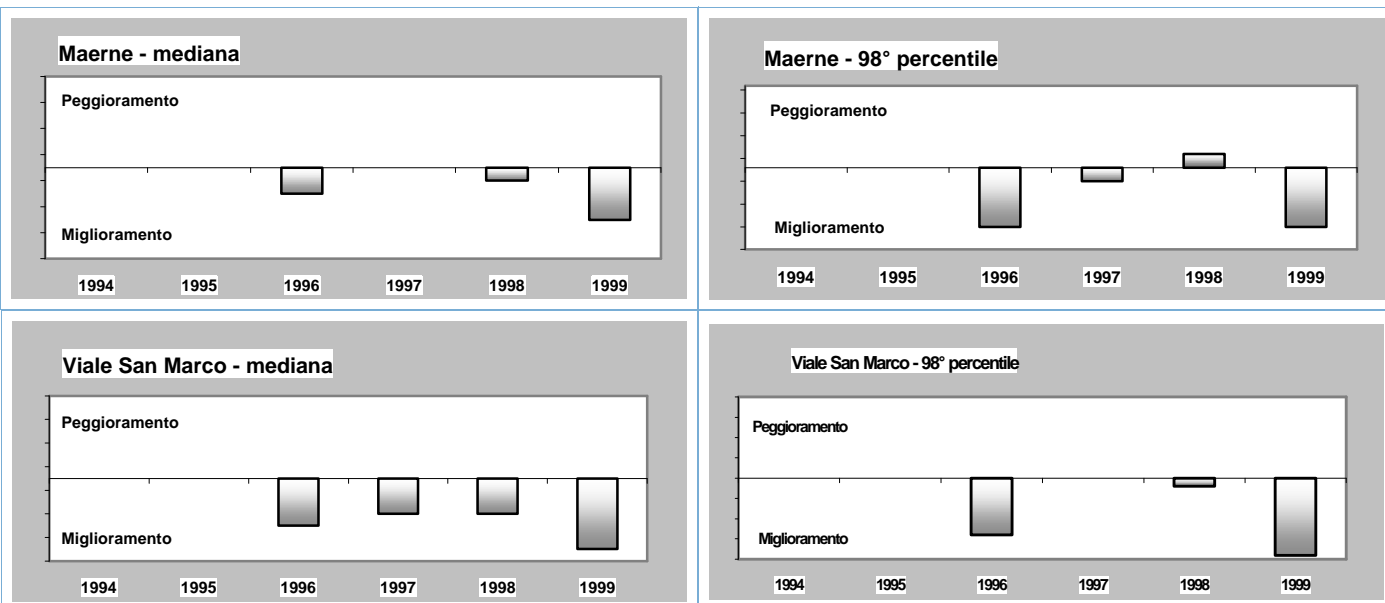
Nella provincia di Venezia, inoltre, si può stimare che la quasi totalità delle emissioni di biossido di zolfo sia imputabile alla zona industriale di Porto Marghera, vista l'alta metanizzazione degli impianti di riscaldamento civili. Negli anni passati, la concentrazione di questo inquinante è stata molto superiore ai livelli attuali, in quanto nei centri urbani venivano impiegati combustibili ad elevato tenore di zolfo. Il controllo dello zolfo alla sorgente, ossia nel combustibile, unitamente all'estensivo uso di gas naturale pressoché privo di zolfo, hanno contribuito a ridurre le emissioni di questo gas a livelli accettabili.

Effetti sulla salute. Il biossido di zolfo ha effetto irritante sulle prime vie aeree e può causare costrizione dei bronchi in soggetti predisposti, anche a concentrazioni dell'ordine delle centinaia di ppb. Concentrazioni di 30-100 ppm producono nell'uomo un'alta incidenza di naso-faringiti, alterazione del senso del gusto e dell'olfatto, alta acidità urinaria e senso di stanchezza. L'esposizione cronica ad SO_2 determina effetti a carico dell'apparato respiratorio quali polmonite, bronchiti, tracheiti, incremento di istamina nei polmoni, etc.

Trend storico del biossido di zolfo.

A titolo esemplificativo per le stazioni di Viale San Marco (ambito urbano, B) e di Maerne (cintura urbana, D) è stato analizzato

Grafico 1: Indicazione qualitativa della variazione nei valori guida, di cui alla Tab. 1, per il biossido di zolfo (SO_2) nel periodo 1994 – 1999, (anno di riferimento 1994: verde miglioramento; rosso peggioramento).



l'andamento di mediana (indice del valore medio) e 98° percentile (indice del valore massimo) calcolati sui dati rilevati nel corso di 6 anni di misure (1994 – 1999).

Il risultato è mostrato nel grafico 1. In rosso sono evidenziati, in termini relativi, i peggioramenti della qualità dell'aria, rispetto al parametro in oggetto, facendo riferimento al primo anno di disponibilità del dato (1994 o 1996), mentre in verde i miglioramenti. Per il biossido di zolfo si può parlare di miglioramento presso tutte le stazioni sia in termini di mediana sia di 98° percentile. Sia i miglioramenti che i peggioramenti sono espressi (in ordinata nei grafici) in termini di variazione relativa rispetto al valore medio o al 98° percentile disponibili per l'anno di attivazione del monitoraggio (1994).

Il biossido di zolfo nell'anno ecologico 1999/2000: analisi spaziali e temporali

Le stazioni della rete ritenute maggiormente descrittive delle diverse realtà presenti nel territorio provinciale sono le seguenti:

- **ambito urbano:** Via Bottenigo (A); Sacca Fisola (B); Viale San Marco (B);
- **cintura urbana:** Maerne (D); Malcontenta (I);
- **ambito provinciale:** Chioggia; San Donà di Piave.

Considerando le stazioni che hanno fornito almeno circa il 60% di dati validi nell'arco dell'intero anno ecologico, non si riscontrano elementi rilevanti al fine della qualità dell'aria. In tutte le stazioni si trova una qualità dell'aria che per il biossido di zolfo viene classificata come "buona". La situazione meno positiva è quella di Malcontenta, dove in circa il 13% dei casi nell'anno – che diventano il 21% circa se si circoscrive l'analisi al semestre invernale, le

concentrazioni di SO₂ presenti nell'aria, secondo i parametri della Tabella 9, sono giudicati "accettabili" e non "buone" come nella stragrande maggioranza dei casi.

L'andamento del giorno-tipo richiede invece una valutazione più attenta. Anche quest'anno, come nel precedente 98/99, operando un raffronto tra i grafici del giorno-tipo nelle diverse stazioni di misura, si osserva un picco di concentrazione dell'inquinante che sembra spostarsi nell'arco delle 24 ore secondo una linea geografica che va da Fusina (stazioni di Malcontenta e di Via Bottenigo) verso la Riviera del Brenta (stazione di Mira) (v. Grafici 2 e 3). Interessante anche come si ripeta la configurazione evidenziata nel 98-99 con questi picchi di concentrazione di SO₂ presenti tanto a Malcontenta, quanto in Via Bottenigo (Marghera), meno accentuati (circa 35 µg/m³), e spostati entrambi in avanti di qualche ora nella giornata. I dati relativi alla stazione di Sacca Fisola, nuovamente disponibili da quest'anno, sono altrettanto interessanti. Questa stazione infatti cade lungo la medesima traiettoria delle precedenti, ma sopravento alla zona industriale, considerando i venti dominanti. In questo caso il picco di cui sopra non è così marcato quanto nelle stazioni sottovento.

Si fa notare inoltre come nella stazione di Malcontenta (v. Grafico 4), prendendo a riferimento il valore di 40 µg/m³ di SO₂ nelle 24 ore, questo viene oltrepassato nel 12% dei giorni e che nel 10% di questi la persistenze oltre la soglia si protrae fino a 3 giorni consecutivi con punte massime di concentrazione pari a 77,8 mg/m³ (tra il 15 e il 17 maggio 1999). In tutte le altre stazioni considerate, compresa la stazione urbana di Mestre – Viale San Marco, sono presenti valori generalmente bassi per questo parametro.

Tabella 10: media delle medie di 24 ore (1 aprile – 31 marzo) del biossido di zolfo (SO₂)

STAZIONE	MEDIA DELLE MEDIE (1 apr-31 mar)
Sacca Fisola	14 mg/m ³
Malcontenta	21 mg/m ³
Via Bottenigo	8 mg/m ³

Ossidi di azoto (NO_x)

Siti di misura. Le stazioni della rete provinciale dotate di analizzatori automatici di ossidi di azoto sono 11:

Parco Bissuola (A); Via Bottenigo (A); Piazzetta Matter (B); Sacca Fisola (B); Viale San Marco (B); Via Da Verrazzano (C); Via Piave (C); Maerne; Malcontenta; Mira; Mirano

Caratteristiche generali. Esistono numerose specie chimiche di ossidi di azoto, classificate in funzione dello stato di ossidazione dell'azoto:

- Ossido di diazoto: N₂O
- Ossido di azoto: NO
- Triossido di diazoto (Anidride nitrosa): N₂O₃
- Biossido di azoto: NO₂
- Tetrossido di diazoto: N₂O₄
- Pentossido di diazoto (Anidride nitrica): N₂O₅

Le emissioni naturali di NO comprendono i fulmini, gli incendi e le emissioni vulcaniche e dal suolo; le emissioni antropogeniche sono principalmente dovute ai trasporti, all'uso di combustibili per la produzione di elettricità e di calore ed, in misura minore, alle attività industriali. Negli ultimi anni le emissioni antropogeniche di ossidi di azoto sono aumentate notevolmente e questa è la causa principale dell'incremento della concentrazione atmosferica delle specie ossidanti. Il monossido di azoto si forma per reazione dell'ossigeno con l'azoto nel corso di qualsiasi processo di combustione che avvenga in aria e ad elevata temperatura; l'ulteriore ossidazione dell'NO produce anche tracce di biossido di azoto, che in genere non supera il 5% degli NO_x totali emessi. La formazione di biossido di azoto, la specie di prevalente interesse per i possibili effetti sulla

Grafici 2 e 3: giorno tipo del biossido di zolfo (SO₂)

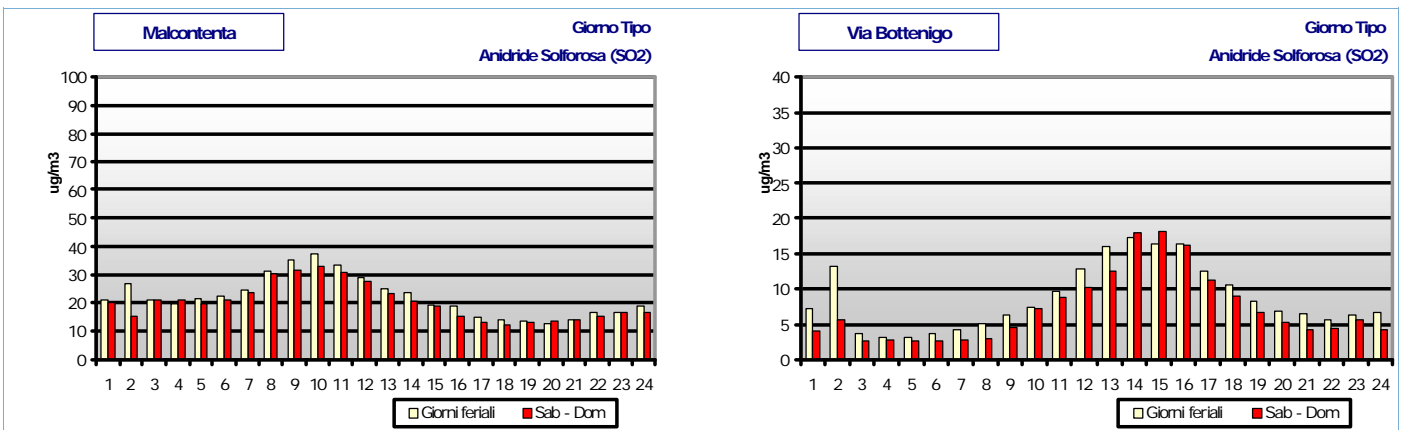
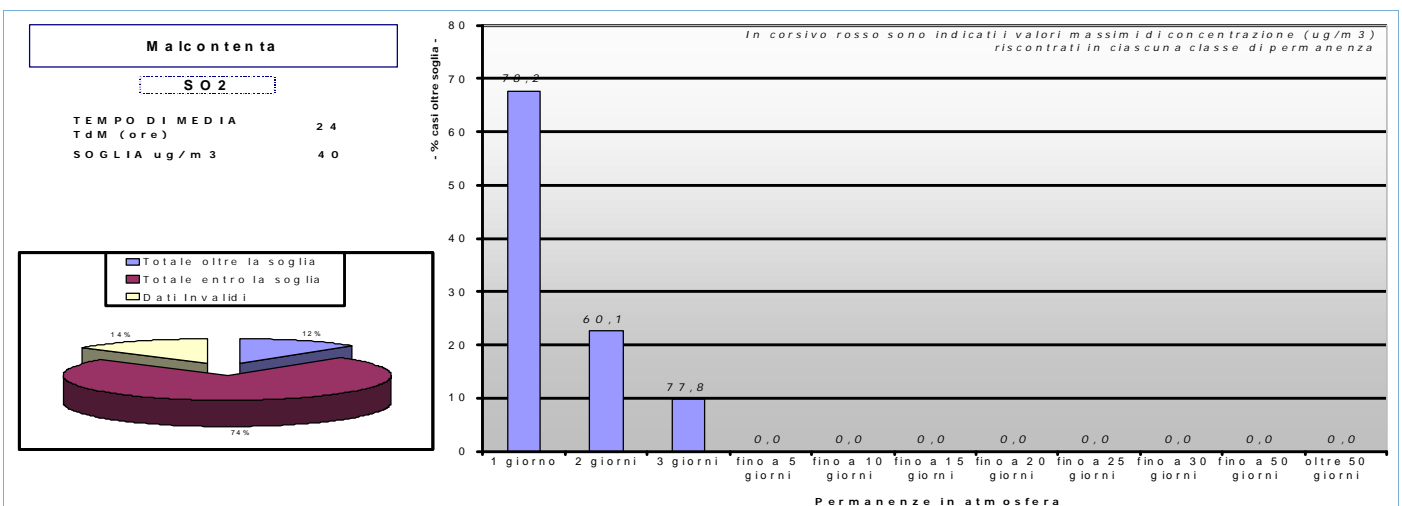


Grafico 4: Episodi di persistenza del biossido di zolfo oltre la soglia. La torta informa sulla qualità del totale dei dati. Malcontenta



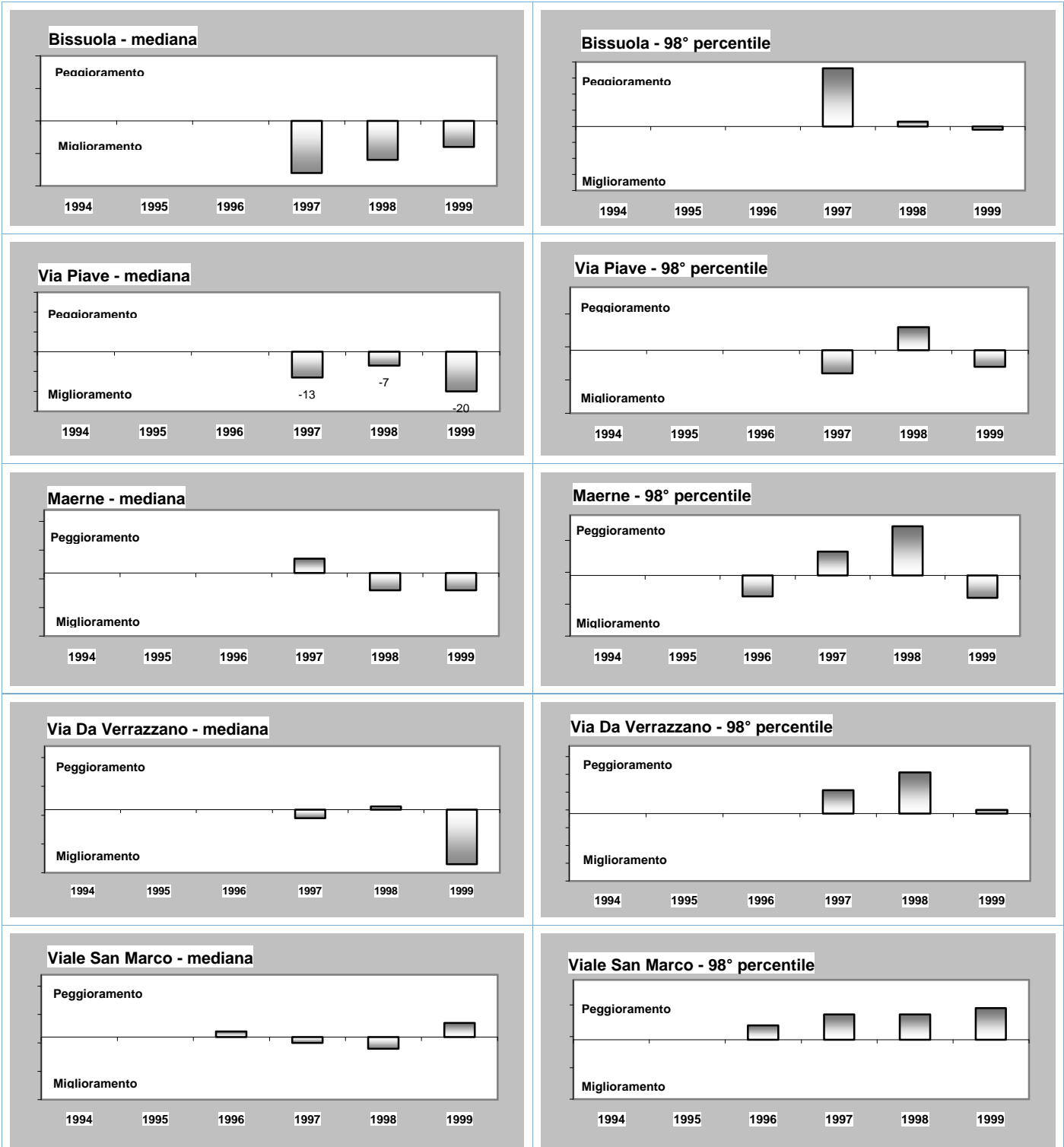
salute umana e che svolge un importante ruolo nel processo di formazione dell'ozono, avviene per ossidazione in atmosfera del monossido di azoto.

La concentrazione in aria di NO₂, oltre ad essere funzione della componente meteorologica, dipende dalla velocità di emissione di NO, dalla velocità di trasformazione di NO in NO₂ e dalla

velocità di conversione di NO₂ in altre specie ossidate (Nitrati).

Effetti sulla salute. Il biossido di azoto (NO₂) può provocare un'irritazione del compartimento profondo dell'apparato respiratorio. Il livello più basso al quale è stato osservato un effetto sulla funzione polmonare nell'uomo, dopo una esposizione di 30 minuti, è pari a 560 µg/m³;

Grafico 5: Indicazione qualitativa della variazione nei valori guida, di cui alla Tab. 1, per il biossido di azoto (NO₂) nel periodo 1994 – 1999, (anno di riferimento 1994 o 1996: verde miglioramento; rosso peggioramento).



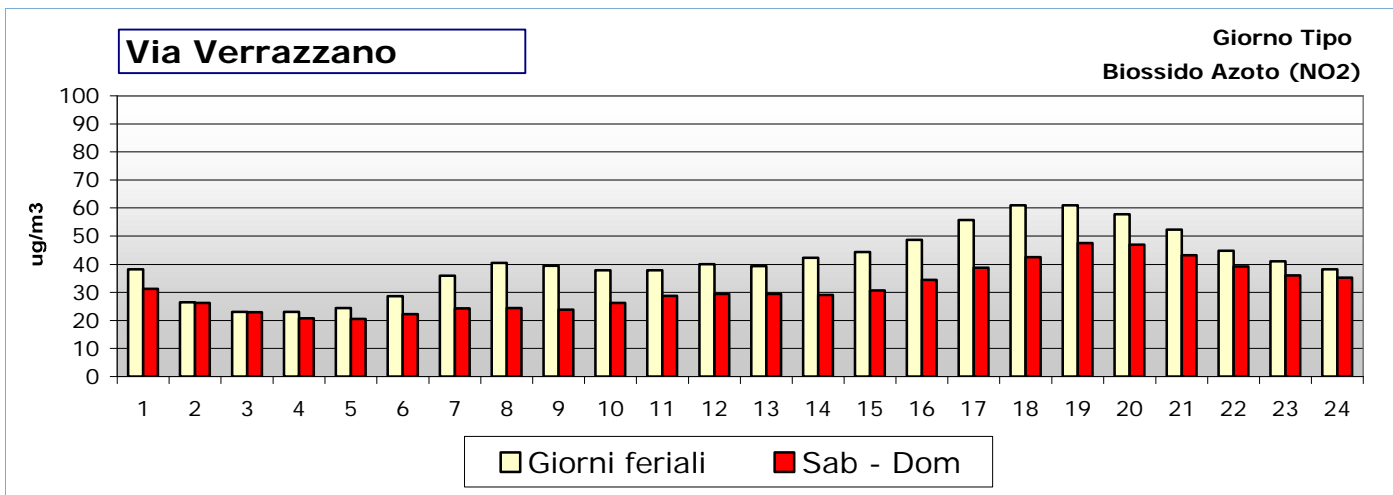


Grafico 6. Stazione di Via da Verrazzano. Biossido di azoto. Il giorno tipo

questa esposizione causa un modesto e reversibile decremento nella funzione polmonare in persone asmatiche sottoposte a sforzo. Sulla base di questa evidenza, e considerando un fattore di incertezza pari a 2, l'Organizzazione Mondiale per la Sanità ha raccomandato per l'NO₂ un limite guida di 1 ora pari a 200 µg/m³, ed un limite per la media annua pari a 40 µg/m³.

Trend storico del biossido di azoto

A titolo esemplificativo è stato analizzato l'andamento di mediana (indice del valore medio) e del 98° percentile (indice del valore massimo) del biossido di azoto per le stazioni di Parco Bissuola, Viale San Marco, Via Piave, Via Da Verrazzano (ambito urbano, rispettivamente A, B, C e C) e di Maerne (cintura urbana, D). I parametri sono stati calcolati sui dati rilevati nel corso di 6 anni di misure (1994 – 1999).

Il risultato è mostrato nel grafico 5. L'istogramma evidenzia un netto miglioramento solo per la mediana di Via Piave, mentre sono presenti condizioni di sostanziale stazionarietà e

addirittura di peggioramento per le rimanenti stazioni. Sia i miglioramenti che i peggioramenti sono espressi (in ordinata nei grafici) in termini di variazione relativa rispetto al valore medio o al 98° percentile disponibili per l'anno di attivazione del monitoraggio (1994).

Il biossido di azoto nell'anno ecologico 1999/2000: analisi spaziali e temporali

Le stazioni della rete ritenute maggiormente descrittive delle diverse realtà presenti nel territorio provinciale sono le seguenti:

- **ambito urbano:** Via Bottenigo (A); Parco Bissuola (A); Viale San Marco (B); Sacca Fisola (B); Via Piave (C); Via Da Verrazzano (C)
- **cintura urbana:** Maerne (D); Malcontenta (I)
- **ambito provinciale:** Mira; Mirano

Il parametro biossido di azoto, verificato tra le stazioni di Mestre (Viale San Marco, Parco Bissuola, Via Da Verrazzano, Via Piave) e Venezia (Sacca Fisola), richiede una sorveglianza maggiore rispetto al precedente

Tabella 11: confronto con i valori guida previsti dal DPR 203/88 per il biossido di azoto (NO₂)

STAZIONE	VALORE GUIDA DPR 203/88	
	50° percentile medie 1 ora (50 mg/m ³)	98° percentile medie 1 ora (135 mg/m ³)
Via Da Verrazzano	45	134
Via Piave	58	152
Parco Bissuola	40	119
Viale San Marco	37	96

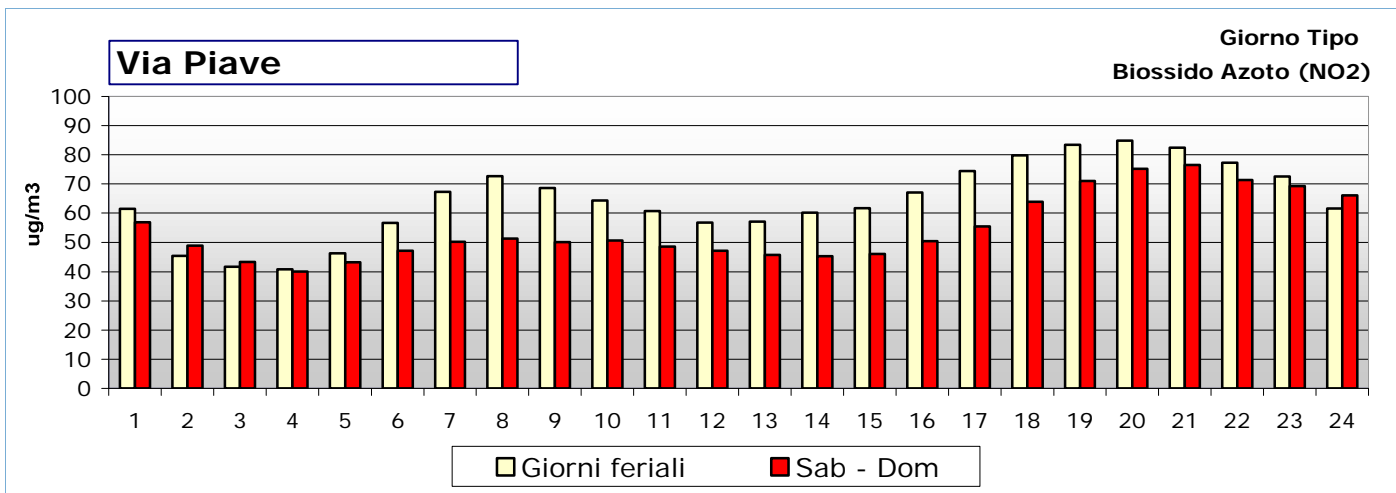


Grafico 7. Stazione di Via Piave. Biossido di azoto. Il giorno tipo

SO₂. Infatti, i valori guida sono spesso raggiunti ed in qualche caso anche superati (v. Tabella 11).

Inoltre i coefficienti di correlazione tra i valori orari del giorno tipo (vedi Tab. 12) indicano che, molto probabilmente, la presenza di questo inquinante primario è comunque generalizzata in ambito urbano, anche in zone di verde come Parco Bissuola (vedi l'ozono più avanti). Infatti l'andamento tipo giornaliero con due picchi di concentrazione (tra i 40 e 80 µg/m³), uno intorno alle ore 7.00-8.00 e l'altro maggiore intorno alle ore 19.00-20.00, è comune a tutte queste stazioni (si veda Grafico 6). Leggermente diversa è la situazione riscontrata a Sacca Fisola dove, per la posizione particolare che occupa in una delle isole di Venezia, l'evoluzione dei fenomeni inquinanti ha effettivamente un diverso andamento, con il picco più pronunciato al mattino, piuttosto che alla sera ma comunque inferiore ai 40 µg/m³.

La stessa tendenza si ritrova anche analizzando i grafici sui giudizi di qualità, nei quali, si ricorda,

si evidenzia anche il confronto con i livelli di attenzione: 7 superamenti orari a Parco Bissuola, 3 in Via Da Verrazzano, ma ben 49 in Via Piave. Tuttavia i casi di superamenti orari del livello di attenzione (pari a 200 µg/m³), che in Via Piave (Grafico 7) sono circa il 14% dei dati validi (1% del totale), quando avvengono permangono quasi sempre solo per la prima ora; mentre l'episodio acuto si è verificato in data 3 giugno 1999, quando a partire dalle ore 10.00 si rimase sopra il livello di attenzione per ben 23 ore consecutive con un picco di 359 µg/m³. Per le stazioni non appartenenti al centro abitato di Mestre, Mira, Mirano, Maerne e Malcontenta, c'è il sostanziale rispetto dei valori guida, dei valori limite nonché dei livelli di attenzione. E' comunque vero che le situazioni di Mira e Mirano sono meno positive, dal momento che si riscontrano misure più vicine al valore guida (definito come 98° percentile dei valori orari sull'anno solare: 135 µg/m³), pari rispettivamente a 102 e 105 µg/m³.

Dall'analisi dei giudizi di qualità formulati per la

Tabella 12: Correlazione tra i valori orari del giorno tipo feriale nelle stazioni di Mestre che misurano NO₂. Valori vicini a uno indicano comportamenti simili

	Via Piave	Via Da Verrazzano	Parco Bissuola	Viale San Marco	Sacca Fisola
Via Piave	1.00	0.91	0.63	0.89	0.13
Via Da Verrazzano		1.00	0.33	0.81	-0.23
Parco Bissuola			1.00	0.73	0.42
Viale San Marco				1.00	-0.10
Sacca Fisola					1.00

stazione di Mira, si legge che nonostante il livello di attenzione (pari a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ orari) non venga mai superato in questa località, in più del 50% dei valori orari misurati durante l'anno, e addirittura oltre il 70% se si considera il solo semestre invernale, la concentrazione di biossido di azoto è immediatamente inferiore a questa soglia.

La qualità dell'aria ne risulta dunque "accettabile" piuttosto che "buona".

Monossido di carbonio (CO)

Siti di misura. Le stazioni della rete provinciale dotate di analizzatori automatici di monossido di carbonio (CO) sono 9:

Parco Bissuola (A); Via Bottenigo (A); Piazzetta Matter (B); Via F.lli Bandiera (C); Corso del Popolo (C); Via Circonvallazione (C); Via Piave (C); Via Da Verrazzano (C); Spinea

Caratteristiche generali. Il monossido di carbonio è un composto gassoso intermedio delle reazioni di combustione e si forma in grandi

quantità nel caso queste avvengano in difetto d'aria. Le condizioni di combustione ottimale non si realizzano nei motori a combustione interna che costituiscono quindi la principale fonte di questo inquinante. Nelle città dove il traffico procede lento e dove le fermate ai semafori sono frequenti, la concentrazione di CO può raggiungere punte particolarmente elevate nelle ore di traffico intenso.

In condizioni sfavorevoli (ad es. bassa ventilazione), la concentrazione di monossido di carbonio può arrivare a diverse decine di mg/m^3 . Normalmente essa si mantiene nell'intorno di qualche mg/m^3 .

Effetti sulla salute. Il monossido di carbonio viene assorbito rapidamente negli alveoli polmonari. Nel sangue compete con l'ossigeno nel legarsi all'atomo bivalente del ferro dell'emoglobina, formando carbossiemoglobina (HbCO).

In base alle raccomandazioni della CCTN (Commissione Tossicologica Nazionale), non

Grafico 8: Indicazione qualitativa della variazione nei valori guida, di cui alla Tab. 1, per il monossido di carbonio (CO) nel periodo 1994 – 1999, (anno di riferimento 1994: verde miglioramento; rosso peggioramento).



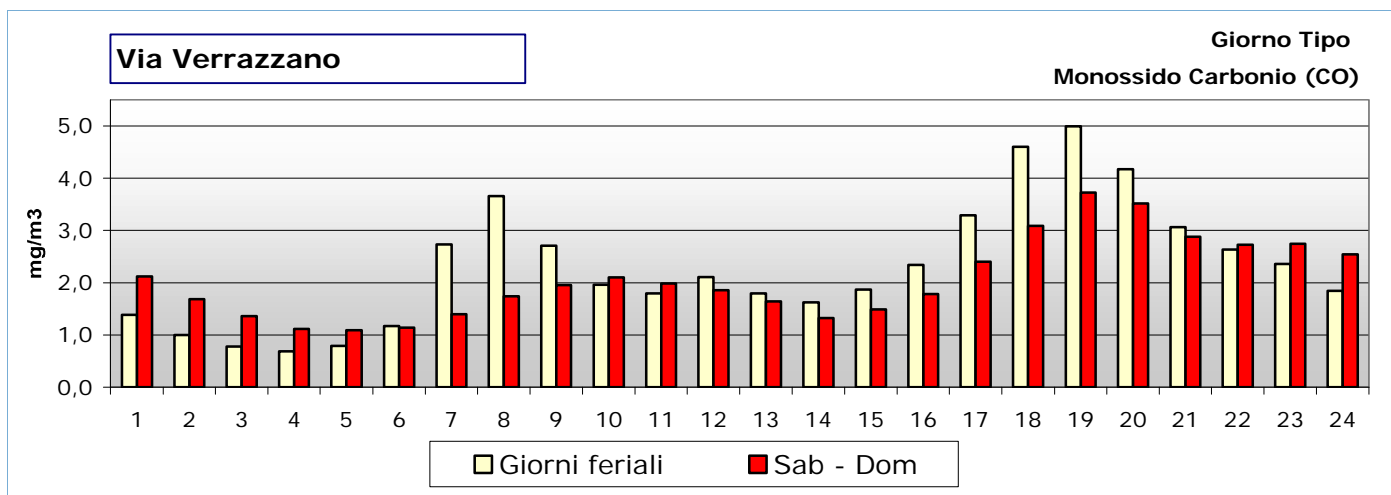


Grafico 9. Stazione di Via da Verrazzano. Monossido di carbonio. Il giorno tipo

dovrebbe essere superata una concentrazione di HbCO del 4%, corrispondente ad una concentrazione di CO di 35 mg/m³ per un'esposizione di 8 ore. Tuttavia anche esposizioni a CO di 23 mg/m³ per 8 ore non possono essere considerate influenti per particolari soggetti a rischio, quali individui con malattie cardiovascolari e donne in gravidanza.

Trend storico del monossido di carbonio

A titolo esemplificativo per le stazioni di Parco Bissuola, Via Piave, Via Da Verrazzano, Corso del Popolo e Via Circonvallazione (ambito urbano, rispettivamente A, e quattro C) è stato analizzato l'andamento di mediana (indice del valore medio) e 98° percentile (indice del valore massimo) calcolati sui dati rilevati nel corso di 6 anni di misure (1994 – 1999).

Il risultato è mostrato nel grafico 8. L'istogramma evidenzia un andamento decrescente sia della mediana sia del 98° percentile della concentrazione in aria di CO per le stazioni di tipo C, mentre mostra condizioni di peggioramento per la stazione di Parco Bissuola (A). Sia i miglioramenti che i peggioramenti sono

espressi (in ordinata nei grafici) in termini di variazione relativa rispetto al valore medio o al 98° percentile disponibili per l'anno di attivazione del monitoraggio (1994).

Il monossido di carbonio nell'anno ecologico 1999/2000: analisi spaziali e temporali

Le stazioni della rete ritenute maggiormente descrittive delle diverse realtà presenti nel territorio provinciale sono le seguenti:

- **ambito urbano:** Via Bottenigo (A); Via Circonvallazione (C); Via F.lli Bandiera (C); Corso del Popolo (C); Via Da Verrazzano (C)
- **ambito provinciale:** Spinea

L'analisi del giorno-tipo e dei giudizi di qualità conferma il tratto negativo del monossido di carbonio già evidenziato nei trend storici registrati presso Via Da Verrazzano e Parco Bissuola.

In particolare, la situazione riscontrata nel giorno-tipo delle stazioni cittadine dimostra come le arterie di traffico siano tutte caratterizzate da concentrazioni significative, fino a raggiungere punte di 5 mg/m³ in Via Da Verrazzano intorno

Tabella 13: Correlazione tra i valori orari del giorno tipo feriali nelle stazioni di Mestre che misurano CO. Valori vicini a uno indicano comportamenti simili.

	Via F.lli Bandiera	Via Da Verrazzano	Via Circonvallazione	Corso del Popolo
Via F.lli Bandiera	1.00	0.73	0.95	0.75
Via Da Verrazzano		1.00	0.64	0.67
Via Circonvallazione			1.00	0.77
Corso del Popolo				1.00

alle ore 19:00.

Oltre ai livelli, interessa evidenziare come i picchi di concentrazione avvengano nelle medesime ore; questo dimostra come, nonostante le emissioni di CO avvengano a livello locale, esso risulta comunque diffuso in tutta la città a causa dell'ubiquità delle fonti emmissive. Questa circostanza è confermata dall'alta correlazione presente tra le serie dei giorni-tipo feriali in Via F.lli Bandiera, Corso del Popolo, Via Circonvallazione e Via Da Verrazzano.

Ancora una volta si nota come i giorni feriali, specie nelle ore diurne, risultino interessati da concentrazioni di monossido di carbonio più elevati rispetto ai fine settimana; si veda ad esempio il giorno-tipo calcolato per Via Da Verrazzano (Grafico 9), dove si riscontrano concentrazioni tipicamente comprese tra 2 e 5 mg/m³. Per questa stazione si riportano inoltre i giudizi di qualità e le permanenze in atmosfera. Queste ultime mostrano, in particolare, che la concentrazione di CO si è attestata oltre la soglia dei 10 mg/m³ nelle 8 ore solo in un caso e

precisamente il giorno 27 novembre 1999 a partire dalle ore 17.00 con una punta oraria di 10.9 mg/m³, e oltre il livello di attenzione di 15 mg/m³ il giorno 26 ottobre dalle 18.00 con 16 mg/m³. In tali occasioni, comunque, non vi fu la necessità di decretare lo stato di attenzione per questo parametro, poiché esso non veniva contemporaneamente raggiunto nel 50% delle stazioni preposte alla definizione dello stato di attenzione.

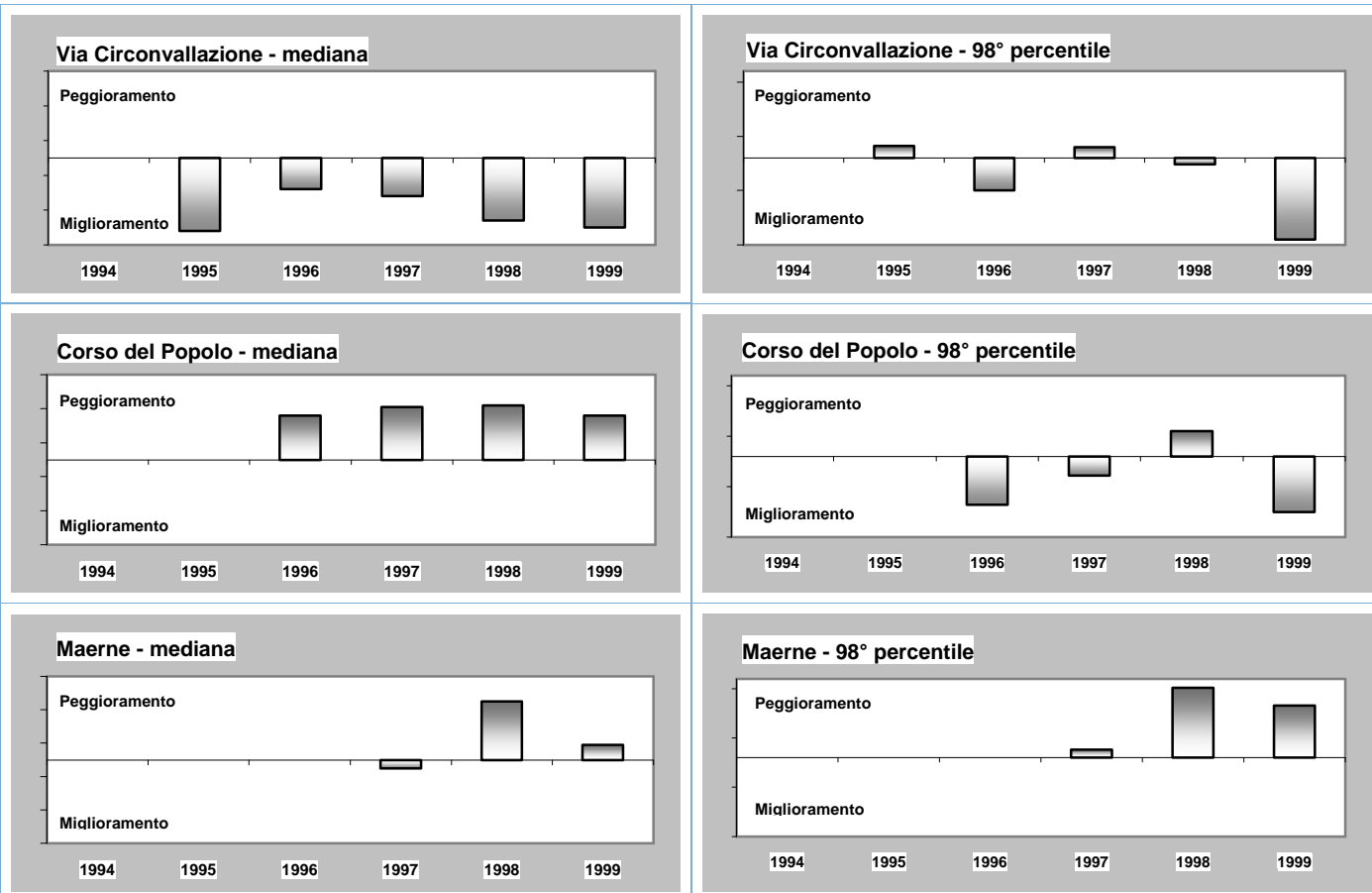
Polveri (PTS e PM₁₀)

Siti di misura. Le stazioni della rete provinciale dotate di analizzatori automatici di polveri totali sospese (PTS) sono 17:

Parco Bissuola (A); Via Bottenigo (A); Piazzetta Matter (B); Sacca Fisola (B); Viale San Marco (B); Via F.lli Bandiera (C); Via Circonvallazione (C); Via Piave (C); Via Da Verrazzano (C); Corso del Popolo (C); Chioggia; Maerne; Malcontenta; Mira; Mirano; San Donà di Piave; Spinea

Le stazioni della rete provinciale dotate di campionatori sequenziali di **polveri inalabili**

Grafico 10: Indicazione qualitativa della variazione nei valori guida, di cui alla Tab. 1, per le polveri totali (PTS) nel periodo 1994 – 1999, (anno di riferimento 1994: verde miglioramento; rosso peggioramento).



(PM₁₀) sono 3:

Parco Bissuola (A); Piazzetta Matter (B); Via Circonvallazione (C)

Caratteristiche generali. Gli inquinanti atmosferici chiamati "particolato" o "materiale particolato" includono polvere, fumo, microgocce di liquido emesse direttamente in atmosfera da sorgenti quali industrie, centrali termoelettriche, autoveicoli, cantieri, e le polveri trasportate dal vento. Il particolato si può anche formare in modo indiretto in atmosfera tramite la condensazione in microgocce di gas inquinanti quali l'anidride solforosa, gli ossidi di azoto, ed alcuni composti organici volatili.

Il materiale particolato sospeso è dunque una miscela di particelle a composizione chimica variabile di componenti organiche ed inorganiche in fase solida e liquida.

Il particolato atmosferico viene emesso in atmosfera da una grande varietà di sorgenti; le **sorgenti naturali sono:**

- residui di spray marino;
- polvere minerale trasportata dal vento;
- emissioni vulcaniche;
- materiali biologici;
- fumi da combustione di biota (ad es. in agricoltura).

Le **sorgenti antropogeniche** (prevalentemente combustioni) sono invece:

- polveri prodotte dai veicoli diesel;
- polvere sollevata dalle strade;
- fumi e fuliggine.

Effetti sulla salute. Gli effetti ambientali delle PTS (polveri totali sospese), compresi quelli sulla salute, sono funzione della natura chimica e della granulometria delle particelle. Le particelle con dimensioni superiori ai 20-25 µm non penetrano nelle vie respiratorie, mentre le particelle inferiori a 10 µm, denominate PM₁₀, costituiscono la cosiddetta frazione inalabile. La distinzione nell'ulteriore frazione PM_{2,5} è utile per distinguere la porzione respirabile, ovvero quella che con maggiore probabilità può giungere alle vie respiratorie più profonde e produrre un danno

effettivo.

Sulla base di studi effettuati su popolazioni umane esposte ad elevate concentrazioni di particolato (spesso in presenza di anidride solforosa) e sulla base di studi di laboratorio, la maggiore preoccupazione per la salute umana riguarda gli effetti sulla respirazione, incluso l'aggravamento di patologie respiratorie e cardiovascolari, le alterazioni del sistema immunitario, il danno al tessuto polmonare, l'aumento dell'incidenza di patologie tumorali e la morte prematura. I sottogruppi di popolazione più a rischio rispetto all'esposizione al PM₁₀ sono gli individui affetti da patologie polmonari croniche di tipo ostruttivo, gli individui con influenza, gli asmatici, e le fasce estreme di età della popolazione (bambini ed anziani).

Trend storico delle polveri totali sospese

A titolo esemplificativo per le stazioni di Via Circonvallazione e Corso del Popolo (ambito urbano, C) e di Maerne (cintura urbana, D) è stato analizzato l'andamento di mediana (indice del valore medio) e 98° percentile (indice del valore massimo) delle PTS, calcolati sui dati rilevati nel corso di 6 anni di misure (1994 – 1999).

Il risultato è mostrato nel grafico 10. L'istogramma evidenzia un andamento decrescente sia della mediana sia del 98° percentile della concentrazione in aria di PTS per la stazione di Via Circonvallazione, mentre mostra condizioni di peggioramento per le rimanenti due stazioni di Corso del Popolo e Maerne. Sia i miglioramenti che i peggioramenti sono espressi (in ordinata nei grafici) in termini di variazione relativa rispetto al valore medio o al 98° percentile disponibili per l'anno di attivazione del monitoraggio (1994).

Le polveri totali sospese nell'anno ecologico 1999/2000: analisi spaziali e temporali

Le stazioni della rete ritenute maggiormente descrittive delle diverse realtà presenti nel territorio provinciale sono le seguenti:

- **ambito urbano:** Via Circonvallazione (C);

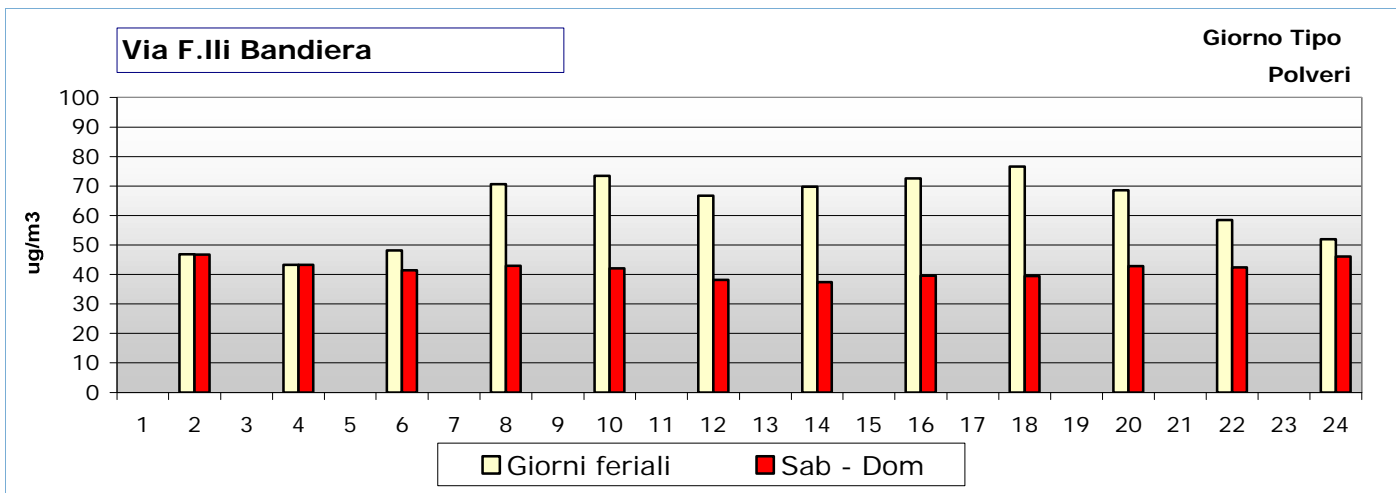


Grafico 11. Stazione di Via F.Ili Bandiera. Polveri totali. Il giorno tipo.

Via F.Ili Bandiera (C); Corso del Popolo (C);

- **cintura urbana:** Maerne (D); Malcontenta (I)
- **ambito provinciale:** Chioggia; San Donà di Piave; Spinea

Parlando di polveri totali sospese, si conferma la situazione già vista nella Relazione sulla qualità dell'aria 1998-1999. Questo parametro va tenuto sotto osservazione: tutte le aree monitorate mostrano quanto meno il superamento del valore guida fissato dal DPR 203/88 (media delle medie delle 24 ore: 40 – 60 µg/m³), per il quale più sotto si darà anche indicazione della permanenza.

In tutte le località più o meno vicine ad arterie di traffico il giorno-tipo mostra valori costantemente compresi tra 40 e 70 µg/m³, senza picchi di concentrazione degni di nota e con una differenza minima negli andamenti giornalieri dei giorni feriali e festivi.

Prendendo ad esempio la stazione di monitoraggio di Spinea, localizzata sul ciglio della trafficata Via Miranese, il traffico lungo il corso della giornata, feriale o festiva che sia, non varia di molto.

Un secondo esempio, importante perché unico di segno contrario, è quello registrato in Via F.Ili Bandiera. Quest'asse viario è infatti caratterizzato da un notevole passaggio di mezzi pesanti, essendo una via di comunicazione per i traffici industriali: a questo fatto si può imputare la notevole differenza tra giorno-tipo feriale e giorno-tipo festivo specie nelle ore comprese tra

le 7.00 e le 22.00 (Grafico 11), pari quasi al doppio (40 µg/m³ nei giorni festivi e 70 µg/m³ in quelli feriali).

L'analisi dei giudizi di qualità evidenzia come, nonostante il numero dei superamenti del livello di attenzione non sia elevato (la qualità dell'aria "scadente" con 19 superamenti del valore di 150 µg/m³ della media giornaliera sull'intera rete di monitoraggio durante l'anno ecologico), nella grandissima maggioranza dei casi essa è valutata "accettabile". Ciò si conferma anche per le stazioni di Chioggia, San Donà di Piave e Spinea.

Ma è dall'esame delle permanenze in atmosfera delle concentrazioni di polveri oltre i valori guida che, come accennato, si riscontrano le situazioni più preoccupanti.

La soglia di 40 µg/m³ (si ricordi che tale valore è guida per la media delle medie giornaliere) è superato nel 48% dei casi a San Donà di Piave (vedi Grafico n. 12), spesso con permanenze fino a 10 giorni se non addirittura fino a 25 giorni consecutivi. In Via Circonvallazione tale soglia è stata oltrepassata nel 79% dei giorni dell'anno con permanenze fino a 50 giorni consecutivi.

In Via F.Ili Bandiera, ad esempio, è il valore guida giornaliero di 100 µg/m³ ad essere stato superato (vedi Grafico n. 14):

- per un giorno il 15 aprile 1999 (101 µg/m³) e il 4 gennaio 2000 (110 µg/m³);
- per due giorni dal 6 aprile 1999 (con un massimo di 116 µg/m³), 6 gennaio 2000 (con un massimo di 139 µg/m³) e 27

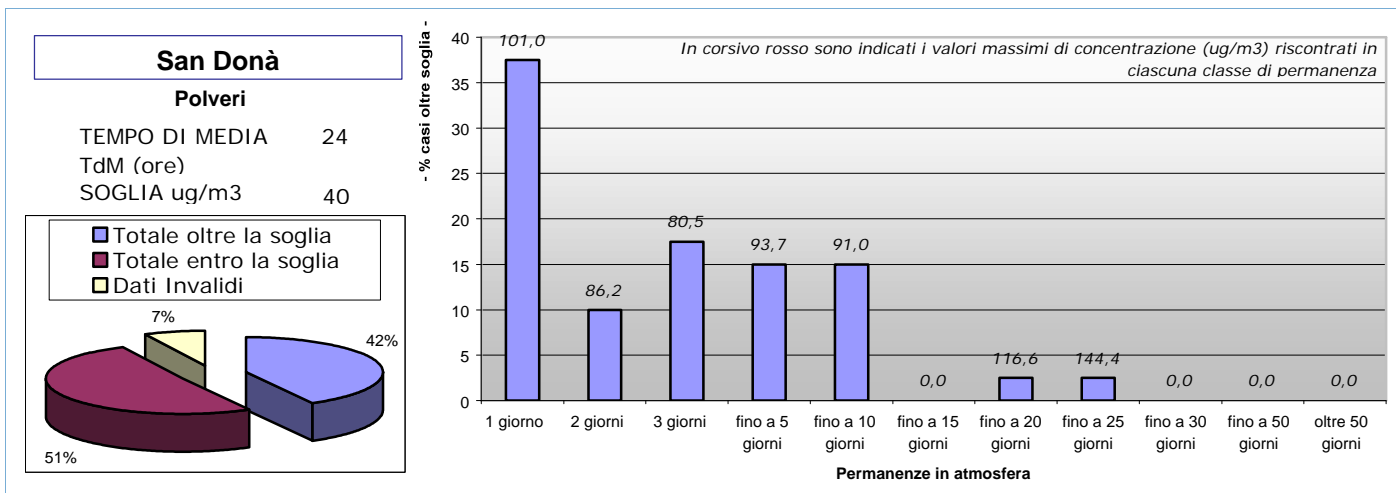


Grafico 12. Episodi di persistenza delle polveri oltre la soglia. La torta informa sulla qualità del totale dei dati. S. Donà di Piave.

gennaio 2000 (con un massimo di 119 $\mu\text{g}/\text{m}^3$);

- per quattro giorni dal 31 gennaio 2000 (con un massimo di 137 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

In Via Circonvallazione, addirittura, il superamento di tale valore guida si è protratto per 7 giorni dal 28 gennaio 2000 (con un massimo di 126 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), indicando come nel centro cittadino la persistenza di alte concentrazioni di polveri, specie nella frazione PM_{10} , non vada assolutamente sottovalutato.

Le polveri inalabili PM_{10} : analisi spaziali e temporali

Le polveri inalabili PM_{10} sono oggetto di monitoraggio presso tre stazioni della rete

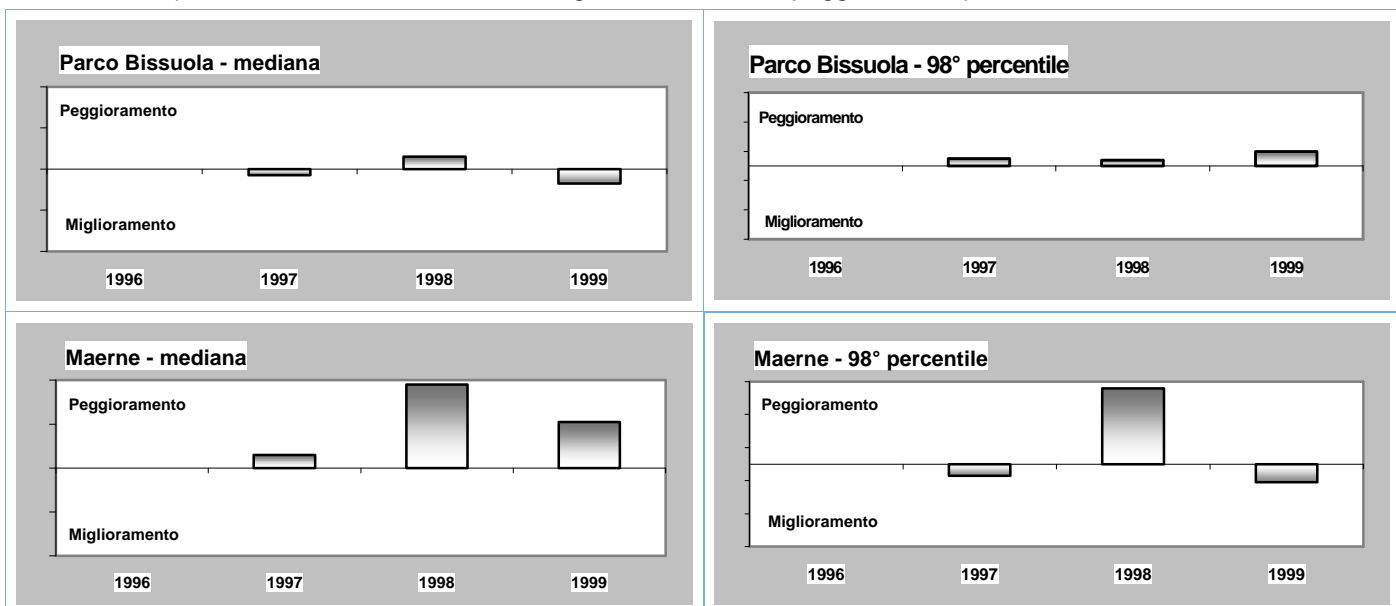
urbana: Parco Bissuola (A), Piazzetta Matter (B), attualmente in corso di ricollocazione in una posizione analoga del centro di Mestre, e Via Circonvallazione (C).

L'andamento delle medie mensili, rappresentate sinotticamente per le tre stazioni nel grafico 16, evidenzia un picco di concentrazione nei mesi autunnali ed invernali, con una netta tendenza al superamento dell'obiettivo di qualità pari a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, definito dai dispositivi del DM 25/11/94 come media mobile annuale.

Tale dato è confermato dai grafici 17 e 18 riportanti in parallelo i dati reali e la media mobile calcolata per le stazioni di Parco Bissuola e di Piazzetta Matter.

Le medie mobili assumono, per le precedenti

Grafico 13: Indicazione qualitativa della variazione nei valori guida, di cui alla Tab. 1, per l'ozono (O_3) nel periodo 1996 – 1999, (anno di riferimento 1996: verde miglioramento; rosso peggioramento).



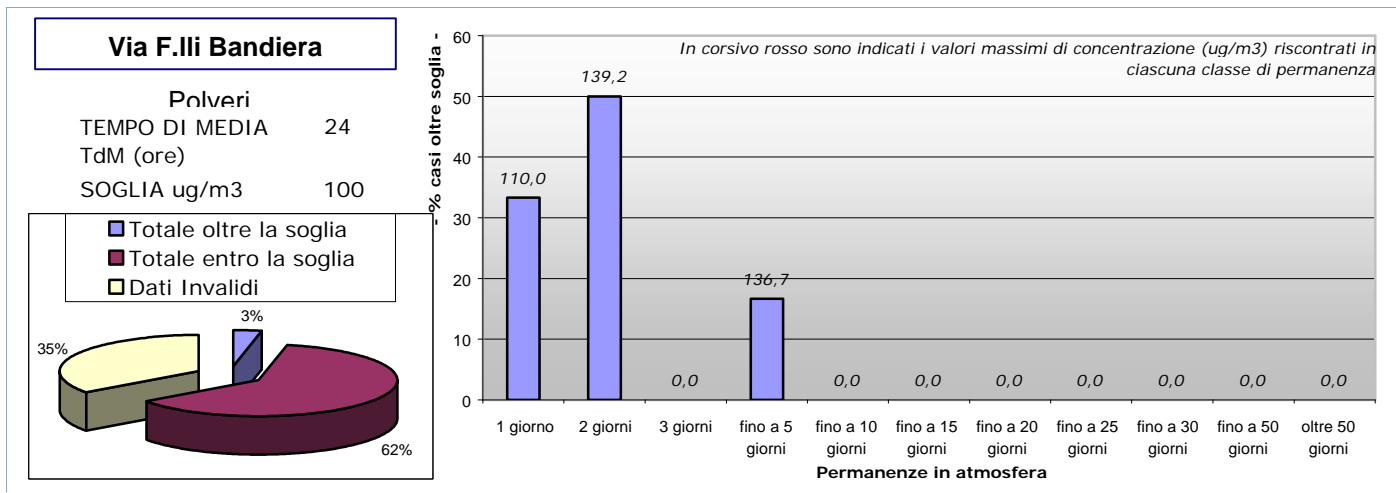


Grafico 14. Episodi di persistenza delle polveri oltre la soglia. La torta informa sulla qualità del totale dei dati. Via F.lli Bandiera.

stazioni di monitoraggio. rispettivamente i valori di 49 µg/m³ e 59 µg/m³, concentrazioni al di sopra dell'obiettivo di qualità indicato precedentemente.

Tali valori stanno ad indicare un inquinamento di area per le polveri inalabili (PM₁₀), che presentano una diffusione pressoché omogenea nel centro urbano. Valori analoghi si riscontrano infatti anche presso la stazione di Via Circonvallazione, per la quale, vista l'entità della base dati disponibile, è stato possibile calcolare solo una media di periodo, pari a 60 µg/m³ (periodo di mediazione: maggio 1999 – aprile 2000).

Ozono (O₃)

Siti di misura. Le stazioni della rete provinciale dotate di analizzatori automatici di ozono (O₃) sono 6:

Parco Bissuola (A); Via Bottenigo (A); Piazzetta Matter (B); Sacca Fisola (B); Maerne; Mira

Caratteristiche generali. L'ozono presente nella zona bassa dell'atmosfera, la troposfera, è sia di origine naturale che legato alle attività produttive. Quando le percentuali presenti nell'aria che respiriamo aumentano, l'ozono diventa un'inquinante pericoloso per la nostra salute. L'ozono troposferico è un inquinante secondario, ossia non viene emesso direttamente da una sorgente, ma si produce per effetto della radiazione solare in presenza di inquinanti primari (prodotti dal traffico automobilistico, dai processi di combustione, dai solventi delle vernici, dall'evaporazione di carburanti, etc.). Infatti, le più alte concentrazioni di ozono si rilevano nei mesi più caldi dell'anno e nelle ore di massimo irraggiamento solare (tra le 12,00 e le 17,00) mentre nelle ore serali l'ozono diminuisce. Negli ambienti interni la sua concentrazione è molto più bassa rispetto alla sua concentrazione all'aria aperta. Nelle aree urbane, dove è più forte l'inquinamento atmosferico, l'ozono si forma e si trasforma con grande rapidità, con un

Tabella 14: correlazione tra i valori orari del giorno tipo feriale nelle stazioni di Mestre che misurano O₃. Valori vicini a uno indicano comportamenti simili.

	Maerne	Via Bottenigo	Parco Bissuola	Mira	Sacca Fisola
Maerne	1.00	0,98	0,95	0,96	0,86
Via Bottenigo		1.00	0,98	0,99	0,90
Parco Bissuola			1.00	0,98	0,93
Mira				1.00	0,92
Sacca Fisola					1.00

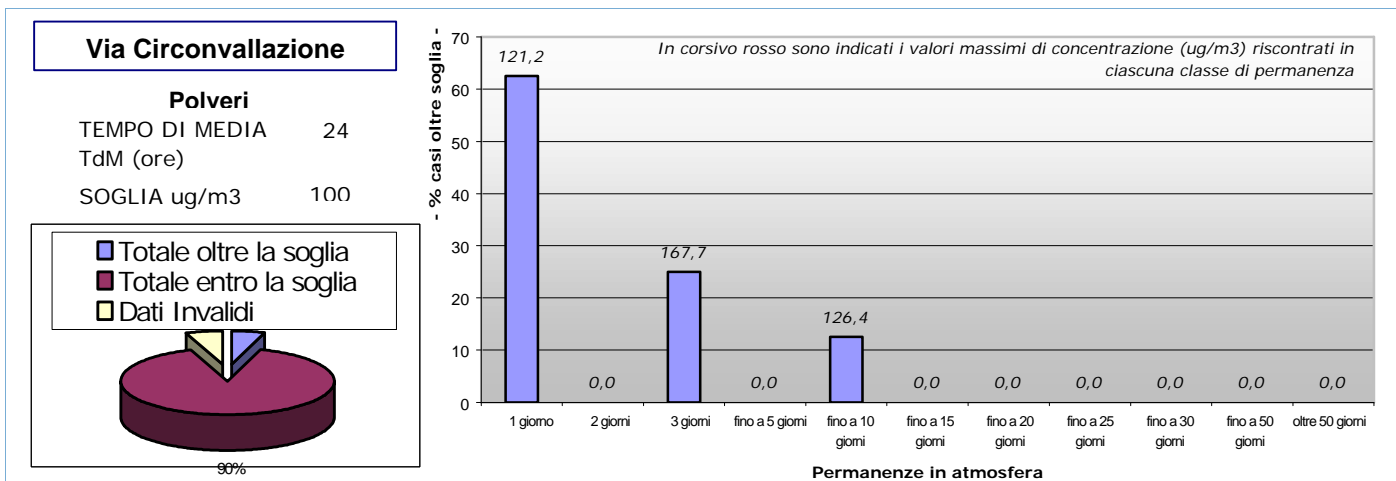


Grafico 15. Episodi di persistenza delle polveri oltre la soglia. La torta informa sulla qualità del totale di dati. Via Circonvallazione.

comportamento molto diverso da quello osservato per gli altri inquinanti. Gli inquinanti primari, che costituiscono la base di formazione dell'ozono, sono gli stessi che possono provocarne la rapida distruzione. Per questa ragione, quando si verifica un aumento dell'ozono nell'aria, il blocco della circolazione non risulta essere molto efficace. Il particolare comportamento dell'ozono determina anche il diverso modo di monitorarlo rispetto agli altri inquinanti. Il vento trasporta l'ozono dalle aree urbane alle zone suburbane e rurali, dove il minore inquinamento rende la sostanza più stabile. Il monitoraggio corretto di questo inquinante va fatto quindi nelle località più periferiche della città e nei parchi, dove l'ozono raggiunge i valori più alti.

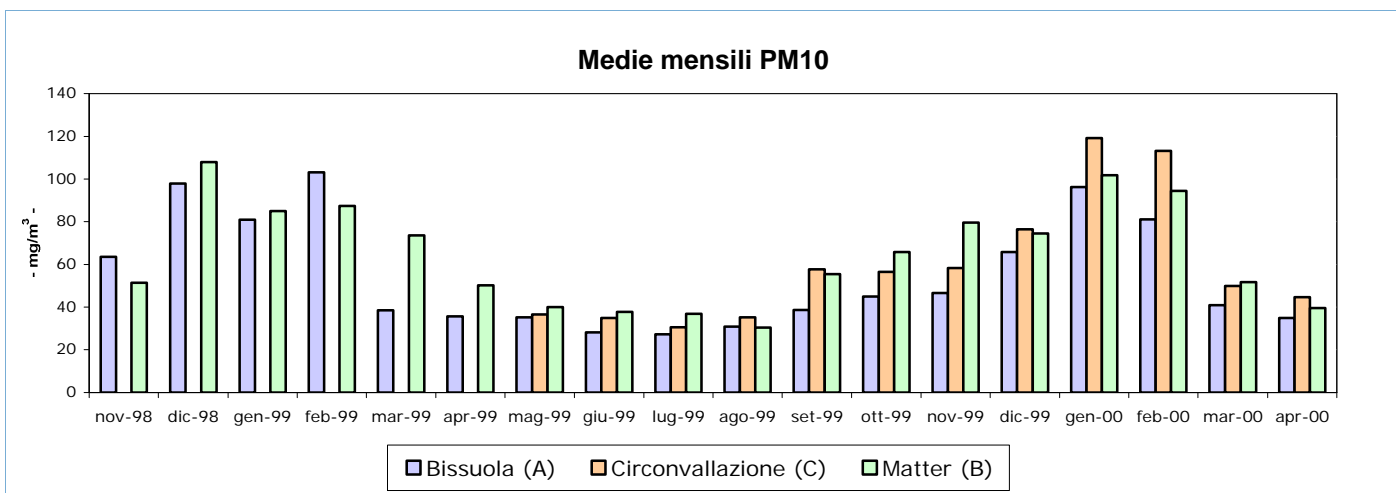
Effetti sulla salute. L'ozono è un gas tossico, particolarmente nocivo se respirato in grande quantità. Gli effetti di una eccessiva esposizione

riguardano gli occhi e le prime vie respiratorie. I primi sintomi sono: irritazione delle mucose, tosse, mal di testa, fiato corto e, se si inspira profondamente, dolore al petto. Persone particolarmente sensibili manifestano alcuni di questi sintomi anche a concentrazioni di 200 µg/m³. L'esercizio fisico svolto all'aperto in coincidenza con elevate concentrazioni di ozono nell'atmosfera è uno tra i fattori di rischio. Bambini ed anziani fanno parte della popolazione a rischio. I bambini, oltre ad avere un ritmo respiratorio più elevato degli adulti, trascorrono molto più tempo all'aperto, spesso nelle ore più calde della giornata.

Trend storico dell'ozono

A titolo esemplificativo per le stazioni di Parco Bissuola (ambito urbano, A) e di Maerne (cintura urbana, D) è stato analizzato l'andamento di mediana (indice del valore medio) e 98°

Grafico 16. Medie mensili del PM₁₀. L'obiettivo di qualità annuale è fissato dal DM 25.11.94 in 40 ug/m³



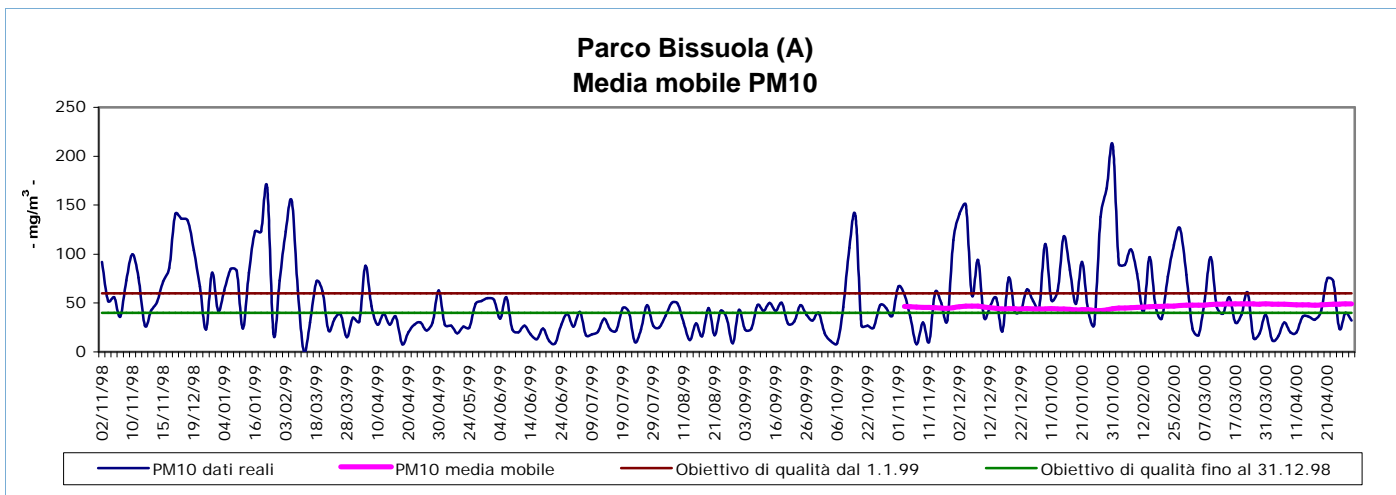


Grafico 17. Media mobile del PM_{10} rispetto all'obiettivo di qualità annuale indicato. Parco Bissuola (tipo A).

percentile (indice del valore massimo) dell' O_3 , calcolati sui dati rilevati nel corso di 4 anni di misure (1996 – 1999).

Il risultato è mostrato nel grafico 13. Sia i miglioramenti che i peggioramenti sono espressi (in ordinata nei grafici) in termini di variazione relativa rispetto al valore medio o al 98° percentile disponibili per l'anno di attivazione del monitoraggio (1996).

L'ozono nell'anno ecologico 1999/2000: analisi spaziali e temporali

Le stazioni della rete ritenute maggiormente descrittive delle diverse realtà presenti nel territorio provinciale sono le seguenti:

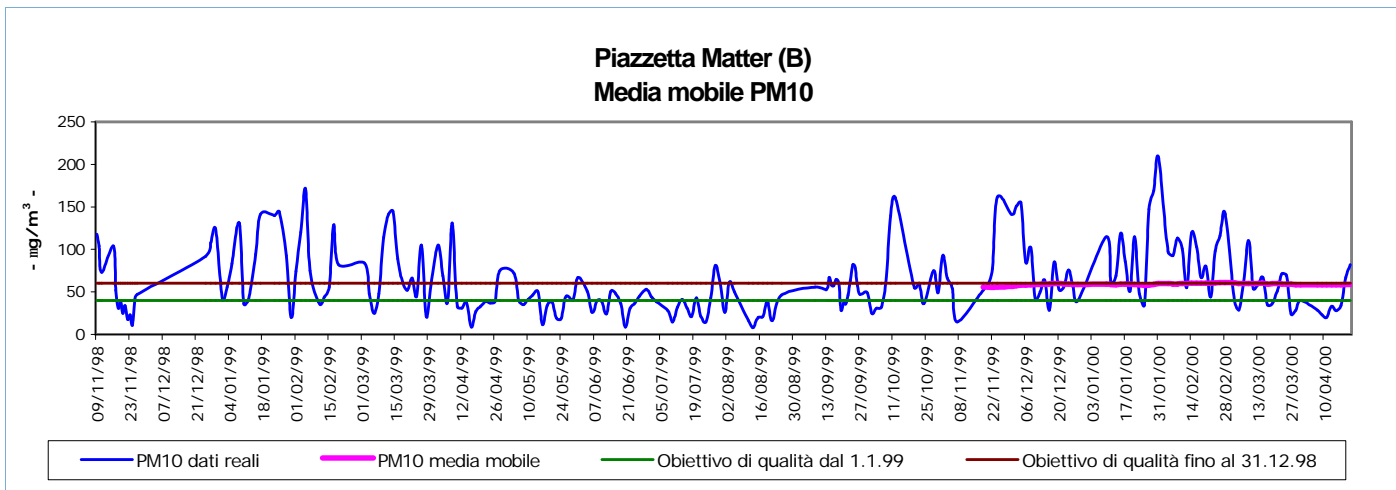
- **ambito urbano:** Parco Bissuola (A); Via Bottenigo (A); Sacca Fisola (B)
- **cintura urbana:** Maerne (D)
- **ambito provinciale:** Mira

Il "fenomeno Ozono" è ormai quello che più è

entrato nel senso comune della popolazione, soprattutto in estate. Esso negli ultimi anni è stato infatti affrontato con la dovuta attenzione anche in relazione al fatto che alte concentrazioni di questa sostanza non rimangono confinate entro ristrette zone nell'intorno dei punti di monitoraggio.

Si veda ad esempio la tabella delle correlazioni 14, nella quale vengono messi in relazione i giorni-tipo elaborati per le stazioni di Maerne (stazione di riferimento di tipo D per la rete urbana di Mestre), Parco Bissuola (nel centro di Mestre), ma anche di Via Bottenigo (area semirurale più caratterizzata dalla vicinanza alla zona industriale di Marghera e all'autostrada che a centri urbani), Mira (a circa 10 Km dalle precedenti) e Sacca Fisola (isola di Venezia). Tutti i valori sono superiori a 0.9 indicando un'alta uniformità di comportamento di questa sostanza anche in siti non molto vicini, nè

Grafico 18. Media mobile del PM_{10} rispetto all'obiettivo di qualità annuale indicato. Piazzetta Matter (tipo B)



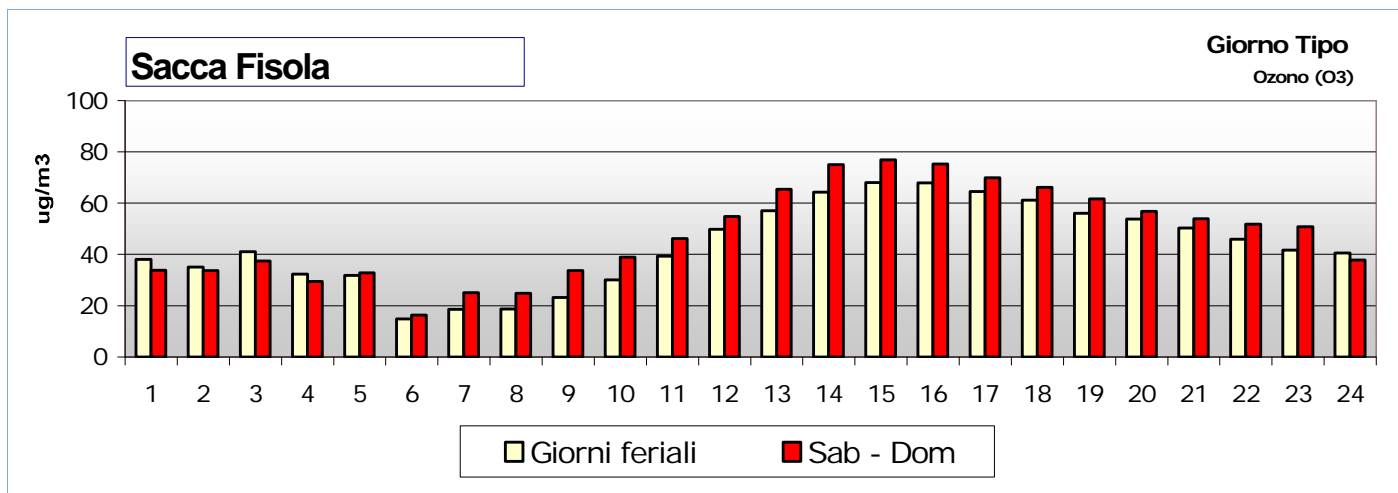


Grafico 19. Stazione di Sacca Fisola. Ozono. Il giorno tipo.

omogenei fra loro.

L'analisi dei giorni-tipo costruiti sull'anno dimostra questa analogia fra le stazioni, anche rispetto al valore delle concentrazioni che si attestano tutte intorno a 70 – 80 µg/m³.

Dagli stessi grafici si evidenzia anche un picco notturno; questo è evidente soprattutto a Sacca Fisola (v. Grafico n. 19), dove si riscontra un picco di concentrazione tipo di ozono alle ore 3.00 pari a 40 µg/m³, fino a scendere ad un valore minimo di 15 µg/m³ alle ore 6.00.

L'esame dei semplici giudizi di qualità non aggiunge nulla di nuovo alla situazione nota, secondo cui è il semestre estivo il periodo nel

quale la qualità dell'aria rispetto all'ozono è meno buona, ed in alcuni casi anche "scadente". Si conferma, piuttosto, che valori elevati della concentrazione di ozono si verificano anche nei mesi primaverili e autunnali.

Va sottolineato come, rispetto all'anno precedente (1998-1999), il "fenomeno Ozono" sia risultato meno pressante, come già si era intuito sulla scorta di una diversa situazione meteorologica.

La conferma è infatti venuta dal confronto con le persistenze in atmosfera dei valori di concentrazione di ozono oltre la soglia prescelta.

A Maerne, stazione di riferimento di tipo D della

Tabella 15: parametri misurati dalle unità mobili

PARAMETRO	UNITÀ BIANCA	UNITÀ VERDE	UNITÀ GRIGIA
SO ₂	X	X	X
NO _x	X	X	X
CO	X	X	X
O ₃	X		
PTS	X	X	
TOTHC/NMHC	X	X	X
PM ₁₀	X		
IPA	X		
BTEX	X		
VV	X		
DV	X		
TEMP	X	X	
U REL	X	X	

Tabella 17: numero di superamenti dei valori guida e/o dei livelli di attenzione ex DPR 203/88, DM 15/04/94 e DM 25/1/94, misurati durante le campagne di misura con mezzi mobili

LOCALITÀ	PERIODO	SO ₂ mg/m ³		NO ₂ mg/m ³	CO mg/m ³	O ₃ mg/m ³	PTS mg/m ³		NMHC mg/m ³
		Valore guida 100-150	Liv. att. 125				Valore guida 100-150	Liv. att. 150	
				Liv. att. 200	Liv. att. 15	Liv. att. 180			
JESOLO	06/08/99 - 24/08/99	0	0	0	0	0	0	0	0
PIAZZALE ROMA	17/09/99 - 20/12/99	0	0	0	0	0	10	0	0
LIDO DI VENEZIA	13/01/00 - 25/01/00	0	0	0	0	-	-	-	0
NOALE	25/02/00 - 15/03/00	0	0	49	0	0	0	0	0
MIRANO	16/03/00 - 05/04/00	0	0	0	0	0	0	0	0

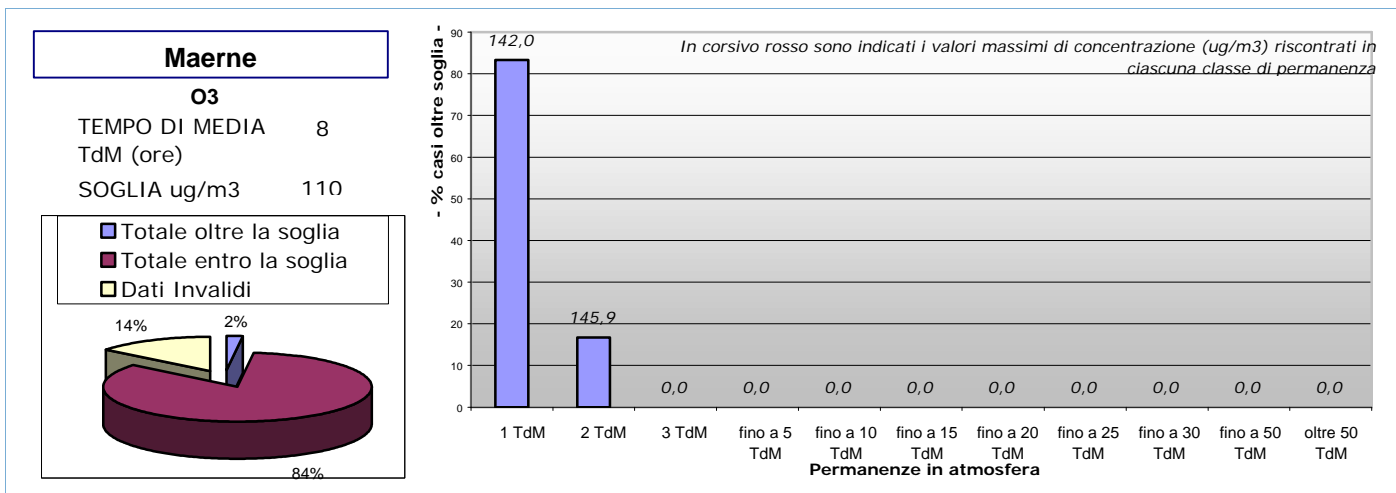


Grafico 20. Episodi di persistenza dell'ozono oltre la soglia. La torta informa sulla qualità del totale di dati. Maerne

rete urbana di Mestre-Venezia, per l'anno 99/00 si riscontra un solo caso di superamento del primo livello di superamento del limite di protezione della vegetazione, pari a 200 µg/m³ in un'ora (e precisamente in data 30 maggio 1999 ore 21.00 con 206 µg/m³), contro i 91 casi trovati nel corso dell'estate '98.

Anche il secondo livello di superamento del limite di protezione della vegetazione, pari a 65 µg/m³ in 24 ore, da 148 casi del 1998 si scende a soli 54. Naturalmente anche la persistenza in aria si accorcia nei tempi, non trovando casi superiori ai 10 giorni consecutivi. Infine, dal confronto degli ultimi due anni a Maerne, si è notato il medesimo beneficio per il livello della protezione della salute, pari a 110 µg/m³ in 8 ore, che viene superato nel 2% dei periodi considerati, oltre l'80% dei quali non permaneva oltre un singolo TdM (8 ore) (v. Grafico 20).

Proseguendo nella valutazione delle persistenze dell'ozono in atmosfera, spicca la situazione di Via Bottenigo.

Questo sito presenta un numero rilevante di superamenti del livello di protezione della vegetazione, pari a 65 µg/m³ nelle 24 ore, che si è verificato nel 21% dei giorni, con persistenza oltre la soglia fino a 20 giorni consecutivi e un picco di concentrazione di 154 µg/m³.

La stessa considerazione può essere formulata per il livello di protezione della salute, pari a 110 µg/m³ nelle 8 ore (= 1 TdM) che, come verificato anche durante lo scorso anno ecologico, risulta superato nel 6% dei casi validi, con permanenze fino a 5 TdM consecutivi e un picco di concentrazione di 233 µg/m³.

Composti Organici Volatili (COV)

Caratteristiche generali. I composti organici volatili (COV) comprendono una vasta classe di sostanze quali: idrocarburi (saturi, insaturi ed aromatici), derivati alogenati e ossidrilici (trielina, alcoli) e derivati carbonilici (aldeidi, chetoni).

In genere si usa distinguerli tra metano (CH₄) e altri composti organici, tra i quali l'insieme più

Tabella 16: mediana e 98° percentile per il benzene misurato nel corso delle campagne di misura 99/00.

Località – periodo	C ₆ H ₆ (mg/m ³) mediana	C ₆ H ₆ (mg/m ³) 98° percentile
Comune di Jesolo 06/08/99 - 24/08/99	3,7	15,2
Comune di Venezia/Ple Roma 17/09/99 - 20/12/99	3,5	15,9
Comune di Mirano 16/03/00 - 05/04/00	4,6	13,7

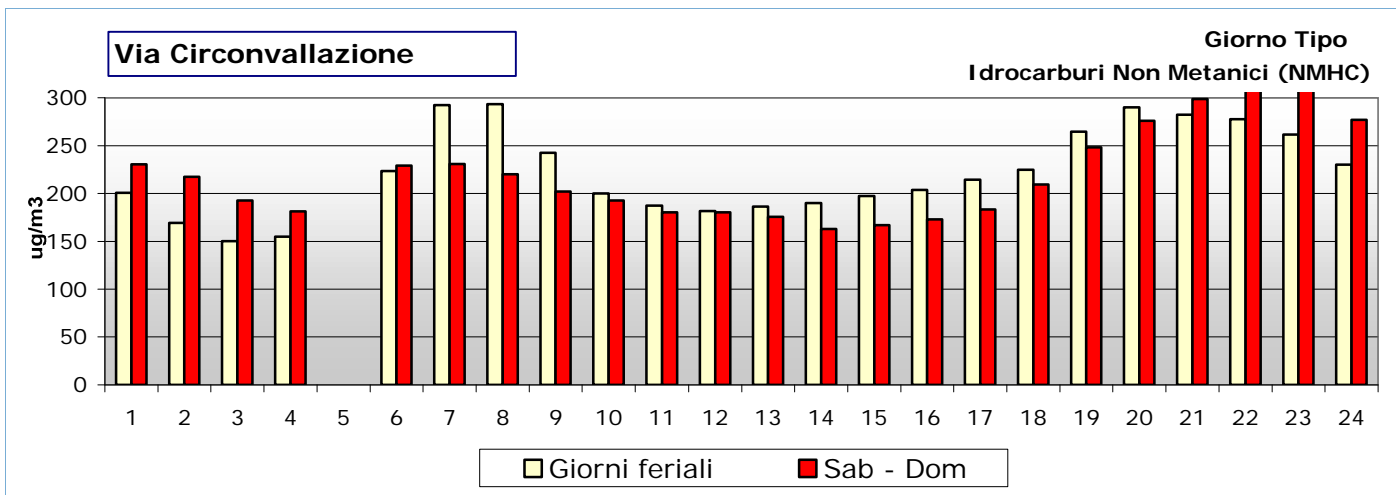


Grafico 21. Stazione di Via Circonvallazione. Idrocarburi Non Metanici. Il giorno tipo.

numeroso è quello costituito dagli idrocarburi non metanici (NMHC). La concentrazione di metano in atmosfera è dell'ordine della parte per milione, mentre la concentrazione di COV escluso il metano (NMHC = Idrocarburi non metanici) varia da poche decine a molte centinaia di $\mu\text{g}/\text{m}^3$, particolarmente nei pressi di strade ad alta densità di traffico.

Questa situazione è effettivamente riscontrata tra le centraline di monitoraggio di Mestre – Via F.lli Bandiera, Via Circonvallazione, ma anche Mirano – in contrapposizione al sito posto a Sacca Fisola dove i valori del giorno tipo sono effettivamente molto più bassi. Vedi Grafico 21 e 22. In ogni caso si tratta di un fenomeno alquanto diffuso e pure in crescita. Anche se, come si dice altrove, gli NMHC sta scadendo di importanza nella scala dei parametri significativi, essendo rimpiazzati da benzene e IPA.

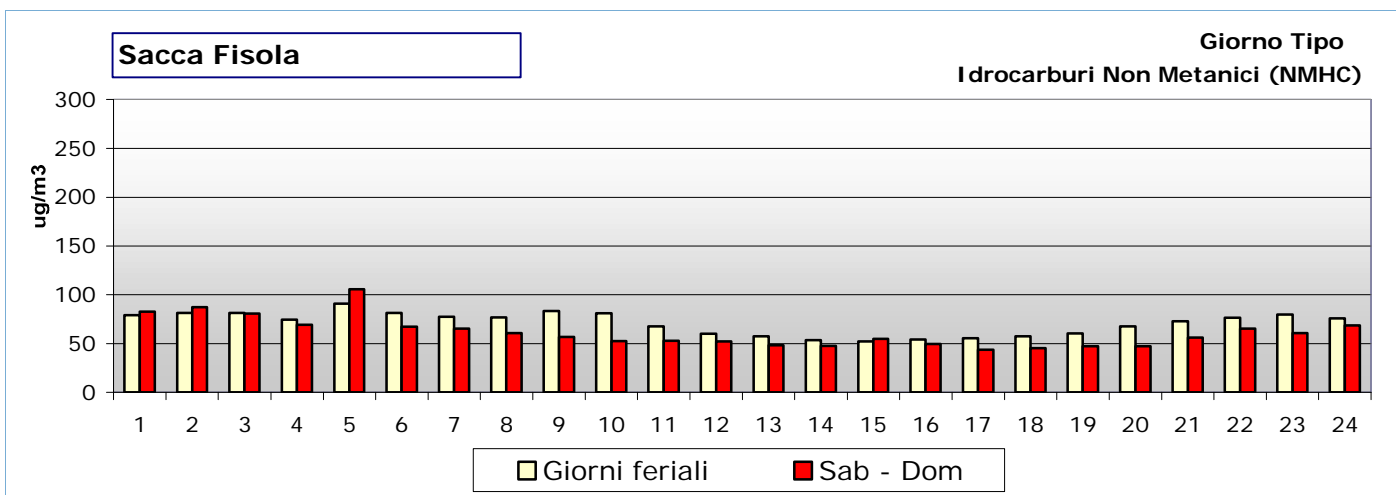
A titolo di esempio è stato, comunque, verificata

la permanenza in atmosfera degli NMHC oltre l'unica soglia che sia stata fissata per questo parametro: $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nella media di 3 ore = 1 TdM. A Sacca Fisola la soglia è superata nel 6% dei casi validi, con basse permanenze e concentrazioni di picco contenute (massimo 15 TdM con picco di $610 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Mentre nelle stazioni urbane si hanno fino a 50 TdM di permanenza – circa 6 giorni consecutivi – oltre i $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con picchi oltre i $1300 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Si veda Grafico 23.

Le sorgenti di COV in atmosfera sono molteplici. Oltre alle attività inerenti la chimica, la produzione di gomma e plastica e le verniciature, hanno notevole rilievo le sorgenti di combustione quali il traffico autoveicolare e l'evaporazione di prodotti che contengono le sostanze relative. Molti COV sono prodotti anche da processi naturali.

La loro tossicità è funzione della quantità e

Grafico 22. Stazione di Sacca Fisola. Idrocarburi Non Metanici. Il giorno tipo.



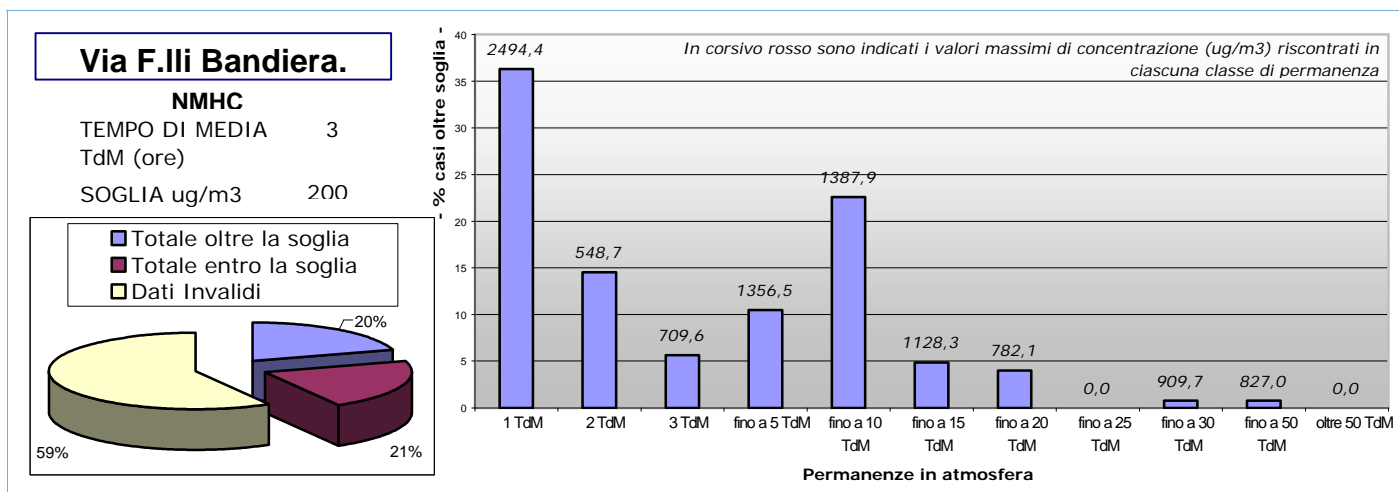


Grafico 23. Episodi di persistenza degli idrocarburi non metanici oltre la soglia. La torta informa sulla qualità del totale di dati. Via F.lli Bandiera.

qualità dei componenti individuali, mentre l'importanza ambientale è ascrivibile al fatto che essi partecipano alle reazioni che portano alla formazione di ossidanti fotochimici.

All'interno di questa classe di composti sono compresi anche gli inquinanti non convenzionali benzene ed idrocarburi policiclici aromatici (IPA).

Benzene (C₆H₆)

Siti di misura. Le stazioni della rete dotate di analizzatori automatici di benzene (C₆H₆) sono 3:

Parco Bissuola (A); Piazzetta Matter (B); Via Circonvallazione (C)

Caratteristiche generali. Il benzene è un composto aromatico presente nella benzina in concentrazioni percentuali che, dal 1 luglio 1998, non possono superare il valore dell'1%.

La concentrazione di benzene nell'atmosfera delle aree urbane deriva per il 95% dalle emissioni autoveicolari.

La sua misura è comunque di grande rilevanza, 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, ovvero benzene, toluene, etilbenzene e xileni).

Il benzene è un composto altamente volatile: per questo motivo, l'emissione in atmosfera associata all'evaporazione da serbatoi degli autoveicoli e dei distributori di carburante può essere notevole.

Tuttavia, le emissioni autoveicolari derivano solo per una frazione dal processo evaporativo; la maggior parte del benzene emesso dagli autoveicoli proviene dall'incompleta combustione di questa molecola nel motore, nonché dal riarrangiamento molecolare degli altri composti organici presenti nella benzina durante la combustione. Non basta, quindi, impiegare benzina a basso tenore di benzene per ridurre le emissioni di benzene, ma occorre promuovere simultaneamente l'impiego di motori dotati di sistemi di abbattimento catalitico. Le emissioni di benzene degli autoveicoli dotati di convertitore catalitico sono circa 7 volte inferiori alle emissioni degli autoveicoli non catalizzati.

Effetti sulla salute. A causa della sua elevata tossicità, il benzene viene facilmente inalato ed assorbito dagli eritrociti e dalla proteine plasmatiche e trasferito a tutti gli organi e tessuti ricchi di lipidi, esercitando effetti tossici. In particolar modo esso colpisce il sistema nervoso centrale, con effetti di tipo inebriante e anestetico. Il benzene è un composto cancerogeno. Gli esperti dell'Organizzazione Mondiale per la Sanità e dell'Agenzia di Protezione dell'Ambiente statunitense (US EPA) hanno rispettivamente stimato in 4 e 10 casi aggiuntivi di leucemia per milione di persone il rischio massimo aggiuntivo derivante dall'esposizione protratta per tutta la vita a concentrazioni di benzene pari ad 1 µg/m³. A differenza del benzene, il toluene, l'etilbenzene e gli xileni non inducono lo sviluppo di cellule cancerogene, ma svolgono un'azione depressiva

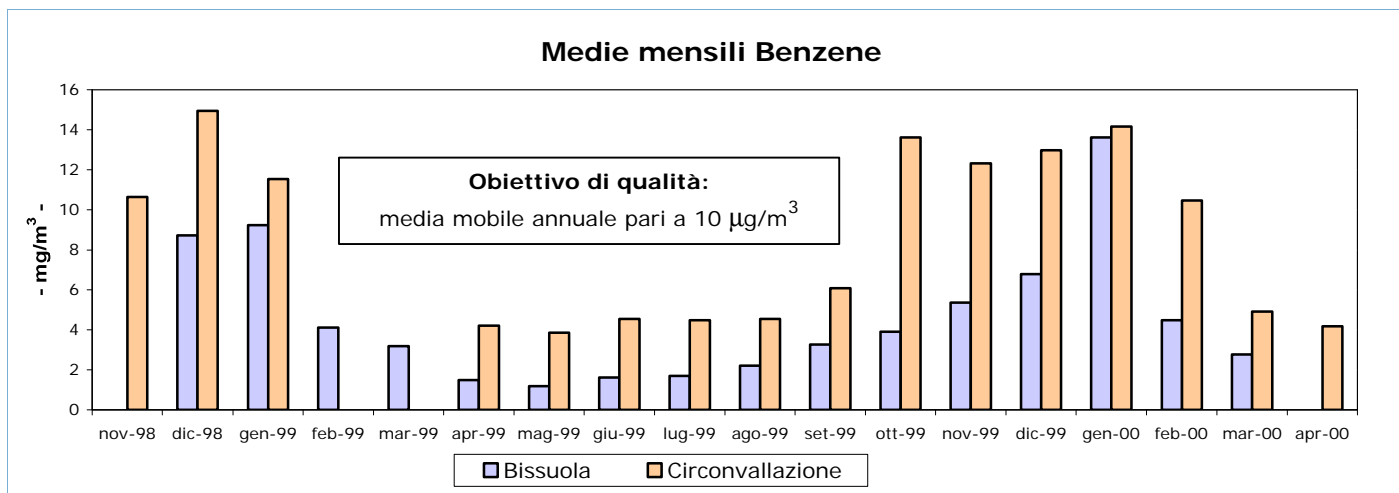


Grafico 24. Medie mensili del benzene. Parco Bissuola e Via Circonvallazione a confronto.

sul sistema nervoso centrale, con effetti di tipo inebriante ed anestetico. L'esposizione al toluene durante il periodo di gravidanza può provocare malformazioni teratogene.

Il benzene: analisi spaziali e temporali

Il benzene (C₆H₆) è oggetto di monitoraggio presso tre stazioni della rete urbana: Parco Bissuola (A), Piazzetta Matter (B), attualmente in corso di ricollocazione in una posizione analoga del centro di Mestre, e Via Circonvallazione (C). L'andamento delle medie mensili, rappresentate sinotticamente per due delle tre stazioni nel grafico 24, evidenzia un picco di concentrazione nei mesi autunnali ed invernali, nei quali si osserva una certa tendenza al superamento dell'obiettivo di qualità pari a 10 µg/m³, definito dai dispositivi del DM 25/11/94 come media mobile annuale.

La media mobile annuale non mostra, tuttavia,

per nessuna delle tre stazioni, il superamento dell'obiettivo di qualità.

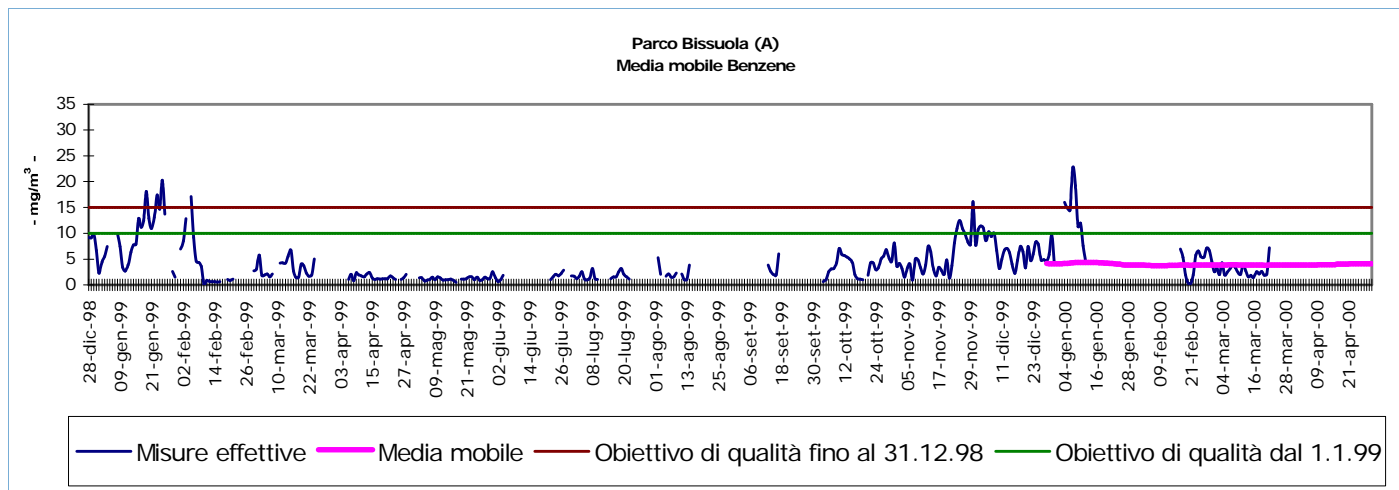
Tale dato è confermato dai grafici 25 e 26 riportanti i dati reali e la media mobile calcolata per le stazioni di Parco Bissuola, e di Via Circonvallazione.

Le medie mobili assumono per le precedenti stazioni rispettivamente i valori di 4,1 µg/m³, 3,6 µg/m³ e 7,7 µg/m³, concentrazioni al di sotto dell'obiettivo di qualità indicato precedentemente. Tali valori stanno ad indicare un inquinamento differenziato a seconda dell'area di monitoraggio con una maggiore incidenza nell'area di traffico (Via Circonvallazione).

Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Siti di misura. Le stazioni della rete presso le quali è effettuato il monitoraggio degli IPA sono 3:

Grafico 25. Media mobile del benzene rispetto all'obiettivo di qualità annuale indicato. Parco Bissuola (tipo A).



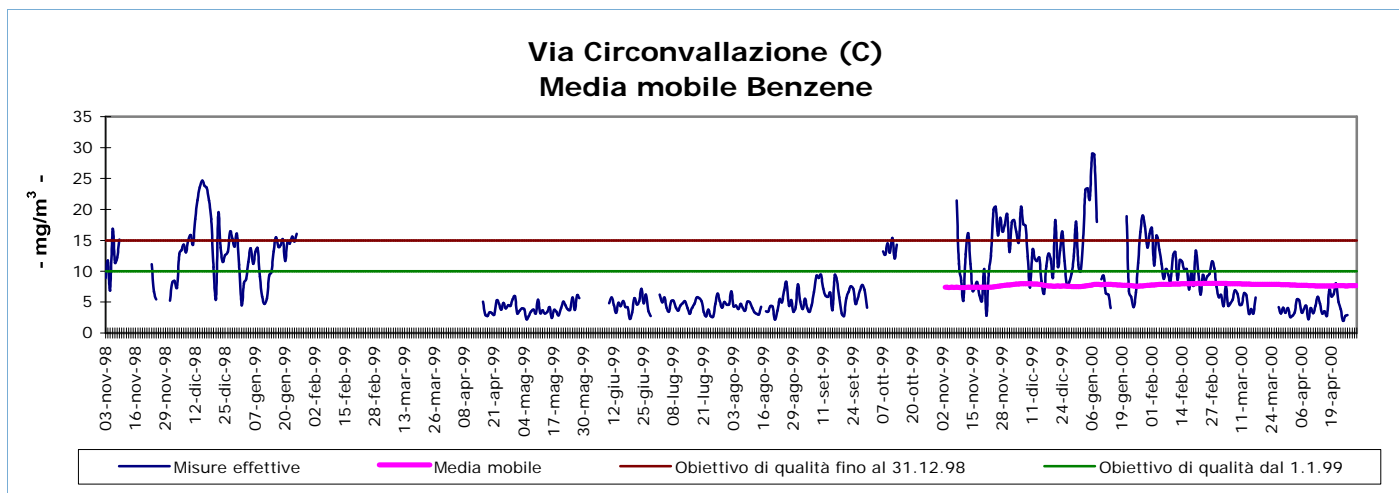


Grafico 26. Media mobile del benzene rispetto all'obiettivo di qualità annuale indicato. Via Circonvallazione.

Parco Bissuola (A); Piazzetta Matter (B); Via Circonvallazione (C)

Caratteristiche generali. Gli **idrocarburi policiclici aromatici (IPA)** sono una classe di **idrocarburi la cui composizione è data da due o più anelli benzenici condensati**. La classe degli IPA è perciò costituita da un insieme piuttosto eterogeneo di sostanze, caratterizzate da differenti proprietà tossicologiche. L'Agenzia di Protezione dell'Ambiente statunitense (US EPA) ha stilato un elenco di IPA caratterizzati da maggiore tossicità dei quali il benzo(a)pirene è caratterizzato dalla più elevata potenza cancerogena.

Gli IPA sono composti persistenti, caratterizzati da un basso grado di idrosolubilità e da una elevata capacità di aderire al materiale organico; derivano principalmente dai processi di combustione incompleta dei combustibili fossili, e si ritrovano quindi nei gas di scarico degli autoveicoli e nelle emissioni degli impianti termici.

La concentrazione di IPA nell'atmosfera urbana può raggiungere qualche ng/m^3 , mentre le concentrazioni dei componenti specifici assume rapporti più o meno stabili in funzione della specifica fonte emissiva.

Effetti sulla salute. L'importanza ambientale di queste sostanze deriva dall'accertata azione cancerogena di alcuni di essi, con maggiore riguardo a quelli condensati nel particolato atmosferico.

Agli IPA è riconosciuta una potenziale attività biologica di tipo mutageno: tuttavia non tutti si dimostrano attivi.

Per ricondurre le concentrazioni ambientali di IPA a valori di riferimento sanitario, è stato introdotto (Rapporto ISTISAN 91/27) il concetto di benzo(a)pirene equivalente, che consente di determinare il rischio complessivo derivante dall'esposizione a IPA, dalla somma del rischio attribuibile al benzo(a)pirene (potenza cancerogena = 1), più quello degli altri sei IPA attivi:

- benzo(a)antracene (potenza cancerogena = 0,006);
- dibenzo(a,h)antracene (potenza cancerogena = 0,6);
- indeno(1,2,3-c,d)pirene (potenza cancerogena = 0,08);
- benzo(b)fluorantene (potenza cancerogena = 0,11);
- benzo(j)fluorantene (potenza cancerogena = 0,03);
- benzo(k)fluorantene (potenza cancerogena = 0,03).

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA): analisi spaziali e temporali

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono oggetto di monitoraggio presso tre stazioni della rete urbana: Parco Bissuola (A), Piazzetta Matter (B), attualmente in corso di ricollocazione in una posizione analoga del centro di Mestre, e Via Circonvallazione (C).

Osservando con maggiore dettaglio il benzo(a)

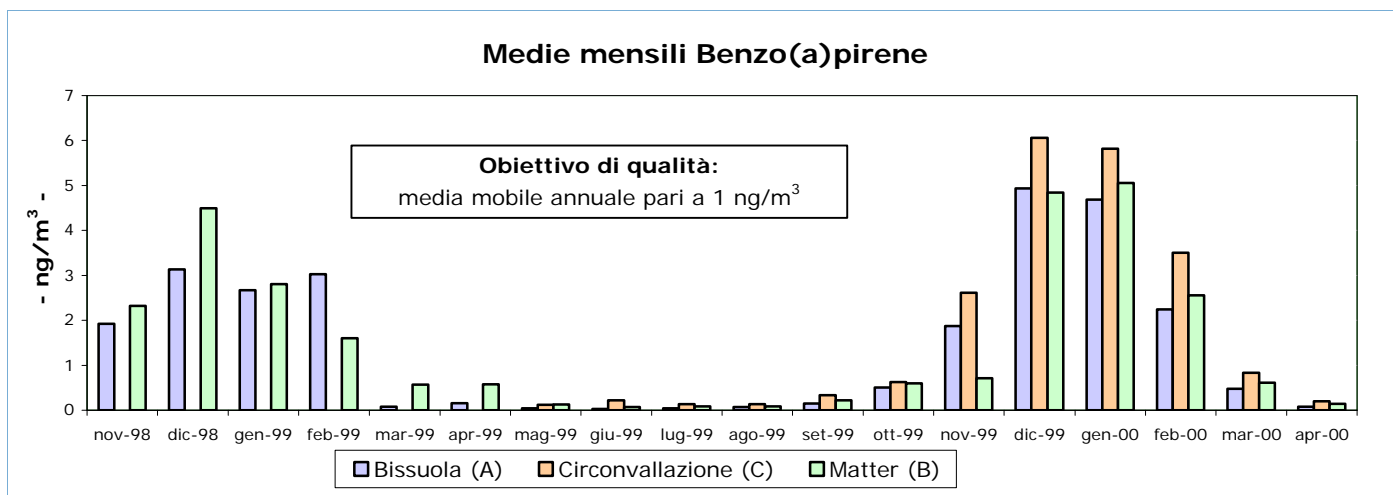


Grafico 27. Medie mensili del benzo(a)pirene a Parco Bissuola, via Circonvallazione e P.tta Matter.

pirene, l'andamento delle medie mensili, rappresentate sinotticamente per le tre stazioni nel grafico 27, evidenzia un picco di concentrazione nei mesi invernali, con una netta tendenza al superamento dell'obiettivo di qualità pari a 1 ng/m^3 , definito dai dispositivi del DM 25/11/94 come media mobile annuale.

Tale dato è confermato dal grafico 28 riportante in parallelo i dati realmente misurati (medie sulle 24 ore) e la media mobile per le stazioni di Parco Bissuola e di Piazzetta Matter.

Le medie mobili assumono per entrambe le postazioni il valore di $1,1 \text{ ng/m}^3$ concentrazione al di sopra dell'obiettivo di qualità indicato precedentemente.

Tali valori stanno ad indicare un inquinamento di area per il benzo(a)pirene, che presenta una diffusione pressoché omogenea nel centro urbano. Valori analoghi si riscontrano infatti anche presso la stazione di Via Circonvallazione, per la quale, vista l'entità della base dati disponibile, è stato possibile calcolare solo una media di periodo, pari a $1,6 \text{ ng/m}^3$ (periodo di mediazione: maggio 1999 – aprile 2000).

CAMPAGNE DI MISURA 99/00

Le campagne di misura eseguite nel corso dell'anno ecologico 99/00 sono state effettuate da tre unità mobili, denominate unità bianca, unità verde e unità grigia.

Tali laboratori mobili sono stati localizzati in diversi punti del territorio provinciale veneziano, non interessati dalla presenza di stazioni di

misura fisse. Tali campagne hanno avuto lo scopo di integrare la rete fissa di stazioni di misura e di valutare, quindi, la qualità dell'aria nell'area non interessata dalla presenza di quest'ultima.

L'unità bianca è stata utilizzata per caratterizzare la qualità dell'aria nelle seguenti località:

- Comune di Jesolo: periodo 06/08/99 - 24/08/99
- Comune di Venezia, località Piazzale Roma: 17/09/99 - 20/12/99
- Comune di Mirano: 16/03/00 - 05/04/00. L'unità verde, dopo un periodo di ristrutturazione, è stata utilizzata per caratterizzare la qualità dell'aria nella seguente località:
- Comune di Noale: 25/02/00 - 15/03/00. L'unità grigia è stata utilizzata per caratterizzare la qualità dell'aria nella seguente località:
- Comune di Venezia, Lido di Venezia: periodo 06/08/99 - 24/08/99

I parametri monitorati presso i tre laboratori mobili sono riassunti in Tabella 15.

La tabella 17 illustra il numero di superamenti dei valori guida e/o dei livelli di attenzione ex DPR 203/88, DM 15/04/94 e DM 25/11/94, mentre in Allegato 2 sono riportate le principali statistiche descrittive delle diverse campagne di misura.

L'analisi dei dati evidenzia come le situazioni più acute di inquinamento dell'aria corrispondano ad episodi di superamento del livello di attenzione del biossido di azoto (NO_2) presso il Comune di

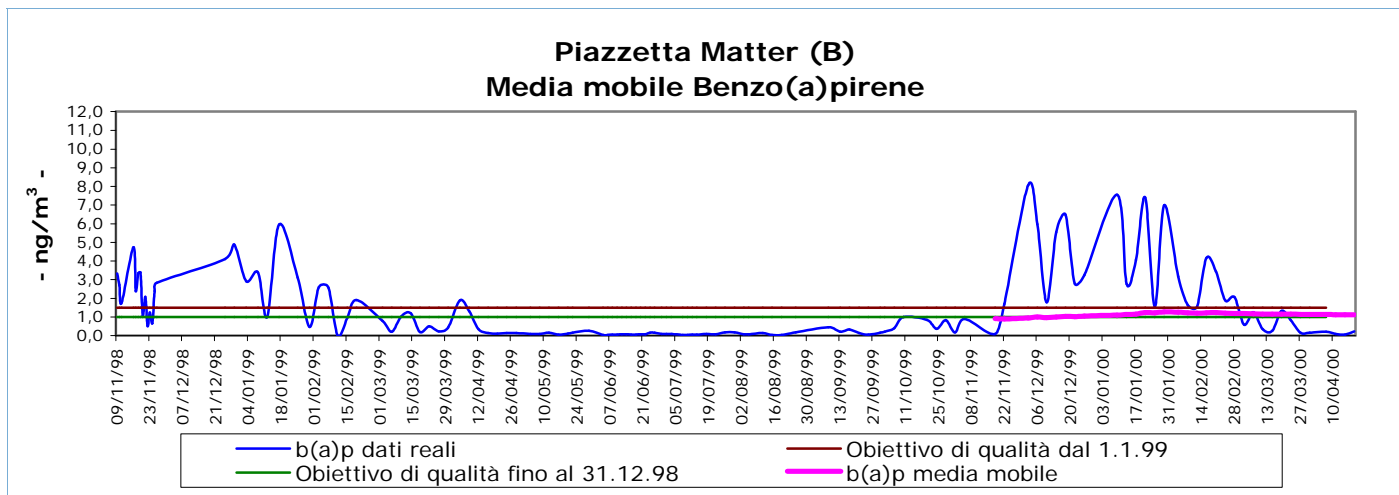


Grafico 28. Media mobile del benzo(a)pirene rispetto all'obiettivo di qualità annuale indicato. Parco Bissuola , Via Circonvallazione e P.tta Matter.

Noale e di polveri totali sospese (PTS) presso il Comune di Venezia (località Piazzale Roma). In entrambi i casi il monitoraggio è stato eseguito nel periodo invernale, stagione più critica proprio per queste specie inquinanti.

Per quanto riguarda il benzene (C₆H₆), uno dei

parametri inquinanti di maggiore interesse dal punto di vista sanitario, sono stati osservati i valori di mediana e del 98° percentile (indici rispettivamente del valore medio e del massimo) registrati in Tabella 16.

Le sorgenti inquinanti

SORGENTI DI EMISSIONE

Nelle aree urbane le principali sorgenti di inquinamento sono il traffico veicolare e il riscaldamento degli edifici. A queste sorgenti di tipo diffuso spesso si aggiungono **sorgenti puntuali** quali industrie, inceneritori di rifiuti, impianti per la produzione di energia, ecc., che per la loro localizzazione, interna o relativamente prossima all'area urbana, contribuiscono all'inquinamento della zona.

In ambiente urbano il **traffico veicolare** è responsabile della quasi totalità delle emissioni di monossido di carbonio (CO), della maggior parte degli ossidi di azoto (NO_x) e dei composti organici volatili non metanici (COVNM) nonché di buona parte delle particelle sospese con granulometria inferiore ai 2 µm.

A causa di una combustione mai perfetta i motori a combustione interna producono emissioni inquinanti, soprattutto idrocarburi, monossido di carbonio e ossidi di azoto. A questi inquinanti, poi, si aggiungono, per le emissioni delle autovetture a gasolio, ossidi di zolfo (SO₂) e particolato costituito in prevalenza da particelle carboniose (contenenti anche idrocarburi policiclici aromatici - IPA, tra cui il benzo(a)pirene) e solfati, mentre, per le emissioni da motori a benzina, contaminanti tossici come benzene, butadiene, aldeidi, etc.

Il **riscaldamento degli edifici** nelle aree non servite da gas metano contribuisce in maniera

sostanziale alle emissioni di biossido di zolfo ed è comunque responsabile di una parte non trascurabile di ossidi d'azoto. In quartieri in cui è ancora in uso il carbone anche l'inquinamento dovuto al particolato può essere notevole.

Di seguito si riportano alcuni dati concernenti la serie storica delle emissioni in Italia dal 1980 al 1997, secondo la classificazione CORINAIR SNAP97, tratta dal Rapporto ANPA 1999 "Emissioni in atmosfera e qualità dell'aria in Italia".

Tutte le stime sono aggiornate al 1997.

Biossido di zolfo - SO₂

A livello nazionale il biossido di zolfo è prodotto prevalentemente dal comparto produttivo "combustione/energia e industria di trasformazione", con un contributo pari al 67 %.

Dal 1980 al 1997 è stata tuttavia registrata una riduzione pari ad oltre il 70 %, per una crescente utilizzazione del gas naturale (che non emette SO₂) e per la progressiva riduzione del tenore di zolfo nei combustibili liquidi e solidi.

Ossidi di azoto - NO_x

I settori che maggiormente incidono sulla produzione di ossidi di azoto sono:

- "trasporti stradali": 53 %;
- "combustione/energia e industria di trasformazione": 17 %;
- "combustione/industria": 12 %;

- “altre sorgenti mobili”: 12 %.

Al 1997 le emissioni complessive di ossidi di azoto si sono ridotte del 16 % rispetto al 1992, per effetto di alcuni atti normativi orientati al contenimento delle emissioni da sorgenti fisse e mobili.

Composti organici volatili non metanici - COVNM

I settori che contribuiscono maggiormente alle emissioni antropogeniche di Composti Organici Volatili Non Metanici sono:

- “trasporti stradali”: 46 %;
- “uso di solventi”: 25 %.

A partire dal 1995 si è registrata una riduzione delle emissioni complessive che al 1997 era pari al 3 %.

Monossido di carbonio - CO

Le emissioni di CO risentono per il 71 % del settore “trasporti stradali”.

Dal 1995 è stato registrato a livello nazionale un decremento pari al 10 % nel 1997. Tale andamento è la risultante di due tendenze contrastanti: da un lato l'incremento dei veicoli in circolazione e delle percorrenze, dall'altro il rinnovo dello stesso grazie alla sostituzione di auto non catalizzate con mezzi catalizzati.



Conclusioni e problematiche emergenti

CONCLUSIONI IN BREVE

I dati raccolti durante lo scorso anno ecologico— dal 1 aprile 1999 al 31 marzo 2000—sono risultati, grazie al processo di ammodernamento della strumentazione avviato dalla Provincia di Venezia e portato avanti dal Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia maggiormente completi ed accurati. Infatti oltre ai parametri convenzionali, ora cominciano a rendersi disponibili archivi “storici” anche per quegli inquinanti che fino ad oggi non era stato possibile monitorare con continuità: benzene, PM₁₀, IPA.

Anche quest’anno, seguendo la traccia avviata lo scorso anno, si è cercato di evidenziare oltre al semplice numero di superamenti dei livelli di attenzione, l’evoluzione della situazione degli inquinanti in atmosfera; questo attraverso, ad esempio, attraverso l’analisi delle permanenze in atmosfera.

Avendo a disposizione un archivio storico sufficiente è stato possibile inoltre verificare la tendenza al miglioramento/peggioramento per la mediana ed il 98° percentile trovati nel 1994 o 1996 (a seconda dei dati disponibili) dei singoli inquinanti.

Si tenga infine presente che la maggior parte dei dati sono riferiti alla rete urbana e periferica di Mestre-Ve.

Biossido di zolfo (SO₂) - La concentrazione di questa sostanza nell’aria, come ormai

assicurato, è in continuo calo, sia nel suo andamento medio sia per quanto riguarda i valori di picco. Fa eccezione, nel senso che si trovano valori leggermente superiori a quelli medi di area, la direttrice stradale lungo la Riviera del Brenta: probabilmente il traffico pesante che la caratterizza, unita alla localizzazione sottovento all’area industriale, porta ancora le sue conseguenze.

Biossido di azoto (NO₂) - I valori guida per questo parametro sono sostanzialmente rispettati. Solo in Via Piave (Mestre) sono appena superiori. D’altro canto la tabella di correlazione tra le stazioni mostra che la stazione di Via da Verrazzano (Mestre) può essere da sola presa ad esempio tra le due, ed infatti la stazione di Via Piave verrà probabilmente rilocalizzata. La stessa tabella di correlazione indica che il biossido di azoto è effettivamente un inquinante presente in modo diffuso: l’unica stazione che risulta scorrelata con le altre è quella di Sacca Fisola (Venezia). L’indicazione della tendenza dal 1994 mostra, ancora una volta, che generalmente il biossido di azoto è presente senza grandi variazioni negli anni, con una certa diminuzione dei suoi valori di picco.

Monossido di carbonio (CO) - L’analisi della tendenza negli anni evidenzia in generale un

andamento decrescente sia della mediana sia del 98° percentile della concentrazione in aria di CO per le stazioni di tipo C. Al contrario si trovano condizioni di peggioramento nel 98° percentile a Parco Bissuola (Mestre), nonostante nei valori della mediana tale incremento non si riscontra.

Anche in questo caso l'analisi della correlazione tra i giorni tipo monitorati nelle varie stazioni mostra valori piuttosto alti, a dimostrazione che le fonti sono ormai del tutto diffuse.

Non si notano comunque particolari episodi acuti: la concentrazione di CO si è attestata oltre la soglia dei 10 mg/m³ nelle 8 ore — valore limite fissato dal DM 30/83 — solo in un caso e precisamente il giorno 27 novembre 1999 a partire dalle ore 17.00 con una punta oraria di 11 mg/m³, e oltre il livello di attenzione di 15 mg/m³ — livello di attenzione fissato dal DM 25.11.94 — il giorno 26 ottobre dalle 18.00 con 16 mg/m³.

Polveri (PTS e PM₁₀) - L'analisi della tendenza dal 1994 ad oggi evidenzia un andamento decrescente sia della mediana sia del 98° percentile della concentrazione in aria di PTS per la stazione di Via Circonvallazione (Mestre), mentre mostra condizioni di peggioramento per le rimanenti due stazioni di Corso del Popolo (Mestre) e Maerne (frazione del vicino comune di Martellago, questo sito è riferimento di tipo D per la rete urbana).

Se mediamente il dato non mostra in genere peggioramenti, è dall'esame delle permanenze in atmosfera delle concentrazioni di polveri oltre i valori guida che si trovano situazioni degne di maggiore attenzione.

La soglia di 40 µg/m³ - valore da perseguire nell'anno per la media delle medie giornaliere - è stato superato in Via Circonvallazione nel 79% dei giorni dell'anno con permanenze oltre tale soglia fino a 50 giorni consecutivi.

Altre sensibili permanenze oltre gli obiettivi di qualità si sono trovate anche in Via F.lli Bandiera, dove il valore guida giornaliero di 100 µg/m³ è stato superato più volte superato (ad

esempio per quattro giorni dal 31 gennaio 2000, con un valore massimo di 137 µg/m³).

In Via Circonvallazione, addirittura, il superamento di tale valore guida si è protratto per 7 giorni dal 28 gennaio 2000 (con un massimo di 126 µg/m³), indicando come nel centro cittadino la persistenza di alte concentrazioni di polveri, specie nella frazione PM₁₀, non vada assolutamente sottovalutato.

Ozono (O₃) - Dopo l'anno 1998, caratterizzato da valori di concentrazione di ozono particolarmente elevati, nel 1999 sono diminuiti i casi di "allarme ozono". Ciò ha sicuramente una spiegazione meteo-climatica. E' pure vero che i valori medi, specialmente a Maerne, sono comunque in aumento negli ultimi 4 anni, tanto che si ritrovano, ancora, un numero significativo di dati persistenti oltre le soglie di protezione fissate dal DM 16.5.96.

Absolutamente degna di nota, infine, la correlazione esistente tra i valori riscontrati nelle stazioni di Via Bottenigo (Marghera), Parco Bissuola (Mestre), Mira e Sacca Fisola, che pur abbracciando un'area geografica estesa oscillano tra 0.86 e 0.99 testimoniando chiaramente il fatto che il fenomeno quando si manifesta non risulta specifico ad un unico sito ma è generale..

Benzene (C₆H₆) - In tutte le tre stazioni attrezzate a Mestre (Piazzetta Matter, parco Bissuola, Via Circonvallazione) si evidenzia un picco di concentrazione nei mesi autunnali ed invernali, ed una certa tendenza del dato giornaliero al superamento dell'obiettivo di qualità pari a 10 µg/m³, definito dai dispositivi del DM 25/11/94 come media mobile annuale. La stessa media mobile annuale non mostra, tuttavia, per nessuna delle tre stazioni, il superamento dell'obiettivo di qualità.

Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) - Il benzo(a)pirene, convenzionalmente preso come tracciante per gli IPA, nelle tre stazioni (Piazzetta Matter, parco Bissuola, Via Circonvallazione)

evidenzia un picco di concentrazione ancora nei mesi invernali, con una netta tendenza al superamento dell'obiettivo di qualità pari a 1 ng/m³, definito dai dispositivi del DM 25/11/94 come media mobile annuale.

Le medie mobili assumono a Piazzetta Matter e Parco Bissuola il valore di 1,1 ng/m³.

Tali valori mostrano un inquinamento di area per il benzo(a)pirene, con una diffusione pressoché omogenea nel centro urbano. Un dato, ancora parziale, ottenuto presso la stazione di Via Circonvallazione, mostra che la media di periodo è comunque pari a 1,6 ng/m³ (periodo di mediazione: maggio 1999 – aprile 2000).

PROBLEMATICHE EMERGENTI

Smog fotochimico

Il termine si riferisce al miscuglio di gas inquinanti che si forma nella bassa atmosfera per azione della luce solare sulle emissioni antropogeniche (particolarmente gli ossidi di azoto e gli idrocarburi emessi dagli scarichi dei veicoli), con produzione di gas chimicamente reattivi. Uno dei prodotti principali di queste reazioni fotochimiche è costituito dall'ozono. Quella stessa molecola triatomica di ossigeno, a cui si faceva riferimento precedentemente, che è così importante per neutralizzare la radiazione ultravioletta a livello della stratosfera, dove si concentra circa il 90 per cento dell'ozono atmosferico, costituisce un grave problema quando si accumula in eccesso nella fascia atmosferica più prossima alla superficie terrestre (troposfera).

In una regione quale è quella Mediterranea l'alta intensità luminosa e le elevate temperature favoriscono le reazioni che portano alla formazione dello smog fotochimico e in modo particolare dell'ozono. Questo tipo di inquinamento rappresenta un problema sia per la salute dell'uomo e degli animali sia delle piante. In particolare l'ozono, essendo fortemente reattivo e penetrando all'interno dell'organo fogliare, determina alterazioni

funzionali a livello cellulare che poi si esplicano macroscopicamente in clorosi e necrosi fogliare e ridotto accrescimento a livello di organismo. Ciò sembra essere uno dei principali fattori alla base del declino forestale osservato sia in Europa che in America. Purtroppo, essendo le reazioni che portano alla formazione di agenti fotochimici molto complesse, la cui distribuzione peraltro è relazionata fortemente alle condizioni meteorologiche, risulta difficile prevederne l'evoluzione e la distribuzione spazio-temporale e prendere i dovuti provvedimenti. Molti studi sono volti a comprendere meglio la chimica del fenomeno e gli aspetti meteorologici che possono influenzarlo. A essi si associano anche studi di bioindicazione e biomonitoraggio volti alla comprensione degli effetti delle concentrazioni rinvenute nell'ambiente sul materiale biologico.

Effetti sui beni di interesse storico e culturale

Unitamente ai danni subiti direttamente dagli organismi, un'ulteriore problema causato dall'inquinamento atmosferico, è quello relativo ai deterioramenti, a volte gravi e irreversibili, cui vanno incontro i beni di interesse storico-culturale come monumenti, opere d'arte, manufatti, ecc.

Queste considerazioni bene si adattano all'ambiente provinciale veneziano, ricco di risorse storiche ed architettoniche uniche al mondo.

Agenti inquinanti come gli ossidi di azoto e l'anidride solforosa che danno reazione acida (rendendo in tal modo acida la pioggia), l'ozono e gli idrocarburi incombusti producono un'ampia gamma di attacchi chimici che portano alla trasformazione strutturale di pietre, marmi, metalli e materiali da costruzione in genere. Ad esempio reazioni di solfatazione possono portare alla trasformazione del marmo, che è essenzialmente carbonato di calcio, in solfato di calcio (o gesso) e del bronzo in solfato di rame, che poi si sgretolano facilmente a causa delle azioni fisiche come l'azione eolica, il dilavamento delle acque meteoriche, le azioni di gelo-disgelo

ecc. Parimenti si verifica la corrosione dei metalli, che avviene per attacco acido e per reazioni di ossidazione o l'idratazione di pietre e strutture lapidee a base di calcite che aumentano di volume spaccandosi fino al totale sgretolamento. Inoltre c'è da osservare che microrganismi come certi tipi di batteri o funghi, che si sviluppano in particolari condizioni biochimiche come acidità del substrato, presenza di materiali depositati di tipo organico o inorganico ecc., trovano nelle superfici dei monumenti un ambiente congeniale per potersi sviluppare.

Inquinamento urbano e traffico veicolare

Come già accennato precedentemente, sono proprio gli ambiti urbani a costituire spesso il punto di maggiore criticità nella gestione territoriale della qualità dell'aria.

Le ragioni di tali criticità vanno ricercate principalmente nella congestione del traffico veicolare, a cui si deve la produzione e l'emissione nell'aria urbana di ingenti quantità di inquinanti ad accertata azione tossica o cancerogena quali il benzene, gli IPA e le polveri (specie PM₁₀ e PM_{2,5}).



