

COMUNE DI
VENEZIA

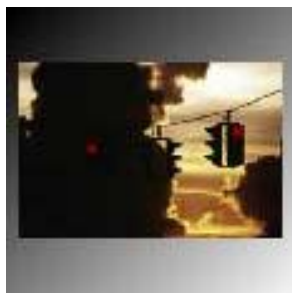


ASSESSORATO ALL'AMBIENTE



DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI VENEZIA
OSSERVATORIO ARIA

QUALITÀ DELL'ARIA NEL COMUNE DI
VENEZIA
RAPPORTO ANNUALE 2002



FEBBRAIO 2003

Realizzato a cura di:

A.R.P.A.V.

Area Tecnico-Scientifica
Dipartimento Provinciale di Venezia
Osservatorio Regionale Aria

(direttore: ing. S. Boato)
(direttore: dr. R. Biancotto)
(responsabile: dr. A. Benassi)

COMUNE DI VENEZIA

Assessorato all' Ambiente
Direzione Ambiente e Sicurezza del Territorio
Servizio Ambiente

(assessore: arch. P. Cacciari)
(direttore: dr. G.L. Penzo)
(dirigente: dr.ssa A. Bressan)

Hanno collaborato alla **gestione della rete di monitoraggio della qualità dell'aria ed alle analisi chimiche**:

ing. L. De Rossi, p.i. E. Tarabotti, sig. L. Bonaldi, p.i. C. Franceschin, p.i. C. Piranese, p.i. A. Scapin del Servizio Territoriale del Dipartimento ARPAV Provinciale;
dr.ssa E. Dell'Andrea, p.i. R. De Lorenzo, dr. G. Formenton, dr.ssa N. Rado del Servizio Laboratori del Dipartimento ARPAV Provinciale.

Hanno collaborato all'**analisi dei dati relativi alla pressione ed allo stato, nonché agli approfondimenti specialistici**:

dr.ssa M. Rosa, dr.ssa S. Pistollato del Servizio Sistemi Ambientali del Dipartimento ARPAV Provinciale;
dr. A. Benassi, dr.ssa E. Baraldo, dr.ssa F. Liguori, dr.ssa K. Lorenzet, dr. G. Maffeis, dr.ssa G. Marson, dr.ssa S. Pillon, dr.ssa L. Susanetti, p.i. P. Tieppo dell'Osservatorio Regionale Aria di ARPAV;
dr. R. Biancotto direttore del Dipartimento ARPAV Provinciale.

Hanno collaborato alla **valutazione della risposta ed alla descrizione delle linee di intervento**:

dr. A. Tasinato della Direzione Ambiente e Sicurezza del Territorio del Comune di Venezia.

Si ringraziano:

la Dr.ssa M. Piovesan del Servizio Sistemi Ambientali del Dipartimento ARPAV Provinciale per lo sviluppo delle tavole cartografiche;
il dr. G. Palma e il p.i. E. Rampado dell'Ente Zona Industriale di Porto Marghera per i dati meteorologici e della rete privata;
il dr. M. Bressan del Dipartimento ARPAV Provinciale di Padova per un contributo all'approfondimento sugli effetti degli inquinanti;
il prof. G. Rampazzo del Dipartimento di Scienze Ambientali dell'Università Ca' Foscari di Venezia per la collaborazione allo svolgimento della campagna di monitoraggio con stazione rilocabile a Chirignago;
l'arch. A. Ciocia dell'Ufficio Mobilità del Comune di Venezia per i dati relativi ai flussi di traffico;
il dr. R. Pasinetti di Ambiente Italia per la parte della Caratterizzazione della Risposta relativa al Risparmio Energetico;
le strutture che hanno ospitato i campionatori passivi.

Redatto da: Dr.ssa M. Rosa e Dr.ssa S. Pistollato

(Tutti i diritti riservati. E' vietata la riproduzione anche parziale non espressamente autorizzata).

PREFAZIONE

Siamo preoccupati. Nonostante i miglioramenti annunciati sulla qualità dei carburanti, nonostante il ritmo di rinnovo del parco autoveicoli circolanti, le medie annuali per quanto riguarda le polveri sottili da meno di 10 micron di diametro (il particolato che può essere inalato e facilmente entrare in circolazione attraverso gli alveoli polmonari) sono aumentate mediamente da 41 a 46 microgrammi per metro cubo di aria, dal 2001 al 2002. Sono stati superati i valori di guardia per la protezione della salute umana indicati dalle Direttive europee anche per quanto riguarda il numero dei giorni massimi oltre il quale deve scattare l'allarme: 78 – superamenti registrati in almeno una delle stazioni di monitoraggio - contro i 35 ritenuti tollerabili e consentiti.

Anche l'inverno 2002-2003 si è consumata una vera aggressione alle nostre "vie respiratorie". Le condizioni atmosferiche sono state caratterizzate da lunghi periodi di siccità, di scarso vento e di alta pressione. Tutte condizioni che favoriscono il ristagno negli strati bassi dell'atmosfera delle sostanze inquinanti rilasciate, in parte maggiore e crescente, da un parco automobilistico sempre più numeroso, sempre più invasivo, sempre più congestionato. Oramai anche in sede giudiziaria si comincia a riconoscere che il traffico eccessivo provoca negli abitanti disturbi insostenibili, effetti debilitanti a lungo termine, insomma, un "danno esistenziale".

Nella nostra città il 2002 è stato l'anno della presa di coscienza del problema da parte dell'opinione pubblica con la nascita di vari comitati di cittadini, vicini o meno alla Tangenziale, che è sfociata nella manifestazione del 15 febbraio con il blocco simbolico del traffico, Sindaco in testa. E' stato l'anno anche della "presa in carico" del problema da parte della Amministrazione comunale. Prima con l'approvazione del Piano Urbano del Traffico (in maggio), poi con la costituzione del "tavolo di crisi" e i convegni al Candiani su "Come sopravvivere alla tangenziale" (luglio) e "Traffico e salute" con la Asl (gennaio di quest'anno). Da ultimo con l'avvio dei Piani Particolareggiati di Quartiere per il Traffico. L'obiettivo è coordinare tutte le diverse "autorità competenti" per accelerare gli interventi strutturali a lungo periodo, ma anche intervenire nell'emergenza, per contrastare le emissioni e creare sistemi di sorveglianza della salute della popolazione capaci di correlarli ai dati ambientali. Una indagine svolta dall'Organizzazione Mondiale della Sanità con Anpa, Arpa Emilia Romagna e altri centri scientifici italiani (Inquinamento atmosferico nelle città italiane. Impatto sulla salute", 2000) in otto città italiane – Venezia non c'era – ha stabilito che con concentrazioni di PM_{10} superiori ai $30 \mu g/m^3$ vi è un aumento della mortalità nei soggetti

superiori ai trent'anni del 4,7%, un aumento dei ricoveri del 3,0%, delle bronchiti croniche del 14,1%, delle bronchiti acute del 28,6%, degli attacchi d'asma del 8,7%.

Il principale problema nella Terraferma veneziana è noto: 55 milioni di vetture ogni anno attraversano l' "autostrada urbana" di Mestre, 160 mila al giorno, il 30% sono mezzi pesanti. Troppo spesso in condizioni di "coda", con continui "stop and go", che comportano un consumo di carburanti (quindi di inquinanti) alcune migliaia di volte superiore a quanto basterebbe. Le aspettative sono quindi rivolte all'imminente entrata in funzione della cosiddetta "terza corsia" e alla promessa che le società autostradali hanno fatto: ridurre di 10 minuti il tempo di percorrenza, fluidificare il traffico. Basterà a ridurre gli inquinamenti?

Per parte di nostra stretta competenza, al fine di contenere e prevenire l'accumulo di polveri inquinanti nel centro di Mestre, abbiamo sperimentato tre mesi di targhe alterne programmate due giorni feriali alla settimana. Il giovedì e il venerdì, dalle 9 alle 18 in una vasta area. Un provvedimento particolarmente restrittivo (unico nel Veneto) che ha comportato disagi e sacrifici, ma che è stato compreso e condiviso dalla stragrande maggioranza degli abitanti. Le numerose contravvenzioni sono risultate applicate spesso a non-residenti e, in genere, dovute a una mancanza di informazione. Abbiamo sofferto il mancato coordinamento a scala di area vasta: la Regione non ci ha certo aiutato.

Il Comune di Venezia ha inoltre rilanciato nel 2002 le domeniche ecologiche, anche senza i finanziamenti del Ministero dell'Ambiente, con una importante estensione dell'area di chiusura al traffico.

Abbiamo anche avviato i controlli dei tubi di scappamento con gli opacimetri lungo la Tangenziale (grazie ad un accordo di programma con Prefettura, Motorizzazione Civile, Polizia dello Stato) e con i nostri Vigili che sono stati dotati di proprie attrezzature. La sorpresa viene dai risultati: non sono i Tir i veicoli maggiormente fuori regola, ma i camioncini dei piccoli trasportatori. Una ragione in più per chiedere uno svecchiamento dei parchi mezzi.

Il 2003 sarà anche quello della entrata in vigore delle nuove Direttive europee recepite dal Governo italiano con decreto del Ministro dell'ambiente n.60/2002. Le Regioni sono tenute a procedere lungo una marcia a tappe forzate, da qui al 2005 e poi al 2010, per far rientrare la qualità dell'aria nei nuovi valori limiti prestabiliti. Sistemi di misurazione più stringenti e omogenei (centraline di monitoraggio in rete), mappatura su tutto il territorio regionale per aree vaste con omogenee caratteristiche dell'atmosfera, individuazione delle aree più sensibili e delle zone abitate più a rischio, infine predisposizione dei piani di azioni integrate e dei piani di risanamento per porre sotto controllo le fonti di inquinamento e farle rientrare nei limiti.

Dai primi elaborati tecnici forniti da Arpav risulta che il nostro territorio (Venezia più comuni della cintura) è in zona "A" per gli Idrocarburi Policiclici Aromatici, "A" per le Polveri sottili, "A" per il Biossido di Azoto, "B" per il Benzene, "B" per l'Ozono. E non ci consola affatto sapere che città come Padova, Verona, Vicenza e lo stesso Rovigo, stanno peggio di noi, almeno per quanto riguarda le polveri. Tutto il Veneto è "fuori legge in Europa". C'è quindi da fare moltissimo.

Per conto nostro l'impegno è stato e sarà massimo. Non ci lasceremo assuefare dai "fumi", non cadremo nel fatalismo di chi dice che queste sono le conseguenze inevitabili della "civiltà dell'automobile", non accetteremo dilazioni. Le principali linee di intervento su cui intendiamo sviluppare la nostra azione amministrativa nell'anno sono le seguenti:

- chiedere al Segretario regionale per le infrastrutture nominato Commissario governativo per l' "emergenza determinatasi nel settore del traffico e della mobilità nella località di Mestre" di occuparsi non solo della realizzazione del Passante, ma anche "della grave situazione emergenziale (che) determina un rilevante pericolo per la salute fisica e psichica dei cittadini", come recita il decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri;*
- attivare subito il "Tavolo Tecnico Zonale" previsto dalla proposta dell'Assessore regionale all'ambiente di Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera, per coordinare con i Comuni della cintura e con la Provincia gli interventi di emergenza e i piani locali di risanamento;*
- portare all'approvazione del Consiglio Comunale il primo Piano Energetico Comunale mirato al risparmio e alla razionalizzazione delle produzioni e dei consumi energetici;*
- implementare il Piano Urbano del Traffico con i Piani regolatori del traffico delle frazioni e con i piani di mobilità sostenibile che i "Mobility manager" aziendali e di area devono elaborare;*
- incrementare tutti i programmi volti alla riconversione del parco automobilistico pubblico (Actv, Asm, Vesta, ecc.) e privato (Progetto di metanizzazione) con combustibili meno inquinanti;*
- programmare già da ora per i prossimi mesi invernali limitazioni del traffico.*

Paolo Cacciari

Assessore all'Ambiente

Michele Mognato

Assessore alla Mobilità e al Traffico

INDICE

1.	Quadro di riferimento	3
1.1.	Quadro normativo in materia di controllo dell'inquinamento atmosferico.....	3
1.1.1.	Normativa della comunità europea.....	3
1.1.2.	Normativa statale.....	6
1.2.	Inquadramento territoriale.....	18
1.2.1.	Rete ARPAV di monitoraggio.....	18
1.2.2.	Campagne di misura periodiche	22
1.2.3.	Rete privata di monitoraggio	22
1.3.	Caratterizzazione ed effetti degli inquinanti	26
2.	Caratterizzazione della pressione	36
2.1.	L'inventario delle emissioni.....	36
2.2.	Informazioni disponibili per l'ambito territoriale veneziano	38
3.	Caratterizzazione dello stato.....	41
3.1.	Analisi dei dati meteorologici	41
3.1.1.	Serie storica dei dati meteorologici	42
3.1.2.	Andamento parametri meteorologici anno 2002	43
3.1.3.	Classi di stabilità atmosferica anno 2002	45
3.1.4.	Caratterizzazione meteoclimatica semestre caldo e semestre freddo.....	46
3.2.	Analisi della qualità dell'aria per l'anno 2002	49
3.2.1.	Classificazione degli inquinanti.....	49
3.2.2.	Criteri di analisi delle serie storiche di concentrazioni inquinanti	50
3.2.3.	Efficienza della rete di monitoraggio e controllo di qualità dei dati	52
3.2.4.	Biossido di zolfo (SO ₂).....	55
3.2.5.	Ossidi di azoto (NO _x).....	58
3.2.6.	Monossido di carbonio (CO)	62
3.2.7.	Polveri (PTS e PM ₁₀).....	64
3.2.8.	Ozono (O ₃).....	72
3.2.9.	Composti Organici Volatili (COV)	78
3.2.9.1.	Benzene (C ₆ H ₆)	80
3.2.9.2.	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).....	84
3.2.10.	Metalli.....	91
3.2.11.	Livelli di concentrazione in aria degli inquinanti non convenzionali nelle principali aree urbane del Veneto	101
3.2.12.	Trend storici: analisi temporali.....	105
3.2.13.	Confronto tra determinazione della concentrazione di PM ₁₀ con metodo gravimetrico e con metodo automatico	114
3.3.	Mappatura del benzene mediante campionatori passivi ad integrazione dei rilievi condotti presso le stazioni della rete fissa.....	119
3.4.	Campagne di misura realizzate mediante stazioni rilocabili.....	126
3.4.1.	Approfondimento sulle polveri respirabili PM _{2,5}	128

3.5.	Provvedimenti di limitazione del traffico urbano	130
3.6.	Considerazioni conclusive sullo stato e problematiche emergenti.....	131
4.	<u>Caratterizzazione della risposta. Gli interventi per il miglioramento della qualità dell'aria.</u>	

ALLEGATI

Allegato 1: Statistiche descrittive

Allegato 2: Confronto degli indici statistici con i valori limite annuali

Allegato 3: Numero di superamenti dei valori limite

Allegato 4: Dati giornalieri dei metalli

Allegato 5: Tavole cartografiche

BIBLIOGRAFIA

APPENDICI

APPENDICE 1: Relazioni tecniche delle campagne di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico con stazione rilocabile in Comune di Venezia

1. Quadro di riferimento

1.1. Quadro normativo in materia di controllo dell'inquinamento atmosferico

1.1.1. Normativa della comunità europea

La normativa comunitaria in tema di controllo dell'inquinamento atmosferico è in rapida evoluzione. Negli ultimi anni sono state emanate la Direttiva Madre **96/62/CE** e le Direttive Figlie **1999/30/CE**, **2000/69/CE** e **2002/3/CE**.

La Direttiva Madre è stata interamente recepita dal Decreto Legislativo n° 351 del 4 agosto 1999, così come le Direttive Figlie 1999/30/CE (concernente i valori limite per il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, il biossido di azoto, le polveri PM e il piombo) e 2000/69/CE (concernente i valori limite per il benzene e il monossido di carbonio) sono state recepite con il Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Sanità n° 60 del 4 aprile 2002. Di tali provvedimenti normativi si tratta diffusamente al paragrafo 1.1.2.

Il recepimento della Direttiva 2002/3/CE, interamente dedicata al parametro ozono, dovrà essere effettuato dagli Stati Membri entro il 9 settembre 2003, secondo quanto indicato nell'art. 15 della Direttiva stessa. Tale Direttiva introduce le definizioni di:

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

Le informazioni da fornire al pubblico in caso di superamento della soglia di informazione sono le seguenti:

1) Informazioni sui superamenti registrati:

- località o area in cui si è verificato il superamento,
- tipo di soglia superata (di informazione o di allarme),
- ora d'inizio e durata del superamento,
- massima concentrazione media di 1 ora e di 8 ore.

2) Previsione per il pomeriggio/giorno/i seguenti:

- area geografica dei superamenti previsti della soglia di informazione o di allarme,
- tendenza dell'inquinamento prevista (miglioramento, stabilizzazione, peggioramento).

3) Informazione sui settori colpiti della popolazione, possibili effetti sulla salute e condotta raccomandata:

- informazione sui gruppi di popolazione a rischio,

- descrizione dei sintomi riscontrabili,
 - precauzioni che i gruppi di popolazione colpiti devono prendere,
 - dove ottenere ulteriori informazioni.
- 4) Informazione sulle azioni preventive per la riduzione dell'inquinamento e/o l'esposizione all'inquinamento:
- indicazione delle principali fonti; azioni raccomandate per la riduzione delle emissioni.

Con una metodologia analoga a quella prevista per gli altri inquinanti, la Direttiva prevede che anche nel caso dell'ozono sia effettuata una zonizzazione del territorio e a seconda del livello di criticità di ciascuna delle aree individuate siano attuate delle misure finalizzate al rispetto dei limiti previsti.

In particolare, gli Stati Membri devono predisporre:

- 1) un elenco delle zone e degli agglomerati nei quali i livelli di ozono nell'aria superano gli obiettivi a lungo termine. Per tali zone e agglomerati, gli Stati membri predispongono e attuano misure efficaci finalizzate al conseguimento degli obiettivi a lungo termine (art. 4, comma 2);
- 2) un elenco delle zone e degli agglomerati nei quali i livelli di ozono nell'aria superano i valori bersaglio (art. 3, comma 2). Per tali zone deve essere predisposto un piano o un programma al fine di raggiungere i valori bersaglio (art. 3, comma 3);
- 3) un elenco delle zone e degli agglomerati nei quali i livelli di ozono nell'aria sono conformi agli obiettivi a lungo termine. In tali zone i livelli di ozono devono essere mantenuti al di sotto di tali obiettivi (art.5).

Infine, gli Stati Membri devono predisporre piani di azione a breve termine per le zone ove vi sia un rischio di superamento della soglia di allarme, qualora vi sia un potenziale significativo di riduzione di tale rischio o della durata o della gravità dei superamenti della soglia di allarme (art.7, comma 1).

Una delle novità introdotte dalla Direttiva è il concetto di *inquinamento transfrontaliero*. La Direttiva stabilisce che vi sia una collaborazione tra gli Stati Membri, in quanto dispone che *“nel caso in cui le concentrazioni di ozono superino i valori bersaglio o gli obiettivi a lungo termine, principalmente a causa di emissioni di precursori verificatesi in altri Stati membri, gli Stati membri interessati collaborino per predisporre, ove opportuno, piani e programmi concertati per il conseguimento dei valori bersaglio o degli obiettivi a lungo termine”*.

All'art. 9 vengono stabiliti i criteri per l'ubicazione dei punti di campionamento per la valutazione delle concentrazioni di ozono; si distinguono quattro tipologie di stazioni a seconda della finalità della misurazione:

- **urbana** per la valutazione dell'esposizione della popolazione delle zone urbane;
- **suburbana** per la valutazione dell'esposizione della popolazione e della vegetazione alla periferia degli agglomerati;
- **rurale** per la valutazione dell'esposizione della popolazione e della vegetazione su scala subregionale;
- **rurale di fondo** per la valutazione dell'esposizione della popolazione e della vegetazione su scala regionale.

Ai sensi dell'art. 9 della Direttiva, le misurazioni continue in siti fissi sono obbligatorie nelle zone e negli agglomerati nei quali durante uno qualsiasi degli ultimi **cinque anni** di rilevamento **le**

concentrazioni di ozono hanno superato gli obiettivi a lungo termine. Laddove siano disponibili solo dati relativi ad un periodo inferiore a cinque anni, per accertare i superamenti, gli Stati Membri possono avvalersi di brevi campagne di misurazione effettuate in periodi e siti rappresentativi dei massimi livelli di inquinamento. Lo stesso articolo dispone che in corrispondenza del 50 % dei punti di campionamento dell'ozono deve essere effettuata anche la misurazione del biossido di azoto. E' richiesto inoltre che ciascuno Stato Membro provveda affinché venga installata almeno una stazione di misura per fornire dati sui precursori dell'ozono.

In Tabella 1, Tabella 2, Tabella 3 si riportano rispettivamente i valori bersaglio, gli obiettivi a lungo termine e soglie di informazione e allarme per l'ozono.

Tabella 1: valori bersaglio per l'ozono (Direttiva 2002/3/CE)

	Parametro	Valore bersaglio per il 2010(a)
Valore bersaglio per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni
Valore bersaglio per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$ come media su 5 anni

(a) data a partire dalla quale si verifica la rispondenza ai valori bersaglio. Ciò significa che i valori del 2010 saranno utilizzati per verificare la concordanza con gli obiettivi nei successivi 3 o 5 anni.

Tabella 2: obiettivi a lungo termine per l'ozono (Direttiva 2002/3/CE)

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

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

	Parametro	Soglie
Soglia di informazione	Media di 1 ora	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Soglia di allarme (b)	Media di 1 ora (a)	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$

(b) per l'attuazione dell'art. 7 (predisposizione dei piani a breve termine) il superamento della soglia di allarme va misurato per tre ore consecutive

E' in fase di preparazione a livello comunitario una Direttiva che introduce l'obbligatorietà del monitoraggio di **mercurio, nichel, arsenico e cadmio** e fissa per questi inquinanti i nuovi valori limite da rispettare entro il 2010, oltre che i margini di tolleranza da considerare dal 1° gennaio 2006 in poi (cfr. paragrafo 3.2.10).

Una parte della Direttiva sarà dedicata al benzo(a)pirene per il quale potrebbe essere fissato un valore limite sull'anno civile pari a 1,0 ng/m^3 nel 2010 e un obiettivo a lungo termine pari a 0.1 ng/m^3 . I tempi per la revisione e la successiva approvazione della Direttiva Comunitaria non sono ancora stati fissati.

1.1.2. Normativa statale

Il rilevamento della qualità dell'aria mediante sistemi automatici fissi risale alla metà degli anni settanta principalmente con l'obiettivo di controllare gli impianti industriali.

E' solo negli anni ottanta che vengono introdotti limiti sulla qualità dell'aria.

I valori limite, introdotti dal **DPCM 28 marzo 1983 n. 30**, sono identificabili come limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni degli inquinanti direttamente rilevabili nell'ambiente esterno e come limiti massimi di esposizione, dati dal prodotto delle concentrazioni per le rispettive durate temporali.

Tali valori sono stati modificati dal successivo **DPR n. 203/88**, decreto che, recependo alcune Direttive Comunitarie in materia di inquinamento atmosferico, ha adeguato gli standard di qualità dell'aria alle disposizioni normative europee ed ha introdotto, accanto ai limiti massimi, i valori guida di qualità dell'aria (ovvero le concentrazioni da raggiungere progressivamente per garantire la massima tutela dell'ambiente e della salute umana). E' in tale decreto che si stabilisce anche la competenza delle Regioni nella formulazione dei Piani di Risanamento dell'Atmosfera. I criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria e quelli per l'elaborazione dei piani regionali per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria sono oggetto di due decreti ministeriali successivi del 20/05/91.

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

Altro provvedimento normativo fondamentale ai fini del controllo dell'inquinamento atmosferico urbano è il **DM 25/11/94**, poiché prescrive l'obbligatorietà della raccolta dei dati riguardanti il particolato aerodisperso (PM₁₀), il benzene e gli IPA nel particolato, da parte delle autorità competenti nelle aree urbane a maggior rischio, indica i metodi di riferimento per il campionamento e la misura di tali sostanze, fissa gli **obiettivi di qualità** dell'aria per le sostanze citate.

Per completare il quadro normativo nazionale, occorre fare riferimento al **DM 16/05/96** interamente dedicato al parametro ozono. Tale decreto è destinato ad essere abrogato successivamente al recepimento da parte del governo italiano della Direttiva 2002/3/CE.

Infine il **DM 21/4/99 n° 163** fissa i criteri in base ai quali i sindaci adottano eventuali provvedimenti di limitazione della circolazione o blocco totale della circolazione veicolare nelle aree urbane al fine di garantire un concreto miglioramento della qualità dell'aria.

Gran parte dei provvedimenti sopra elencati è stata abrogata in seguito all'emanazione del **D.Lgs. 351/99** e del **DM 60/02**. Successivamente vengono esposti sinteticamente i contenuti dei due decreti che hanno comportato una vera e propria rivoluzione nella strategia di monitoraggio della qualità dell'aria.

Il decreto legislativo **4 agosto 1999, n° 351** dà attuazione alla Direttiva Madre 96/62/CE e introduce importanti novità quali l'estensione del numero di inquinanti da sottoporre a monitoraggio e la definizione di valori limite più restrittivi rispetto ai precedenti, sia per gli inquinanti convenzionali (biossido di zolfo, biossido di azoto, polveri totali sospese, ozono, monossido di

carbonio e piombo) sia per quelli non convenzionali (polveri fini PM₁₀, benzene, idrocarburi policiclici aromatici, ma anche metalli pesanti quali cadmio, arsenico, nichel, mercurio). La Tabella 4 riporta l'elenco delle sostanze individuate dal D.Lgs. 351/99, sulle quali è necessario intervenire in via prioritaria.

Tabella 4: elenco delle sostanze individuate dal D.Lgs. 351/99, sulle quali intervenire in via prioritaria

INQUINANTI ATMOSFERICI SU CUI INTERVENIRE IN VIA PRIORITARIA	
<i>Inquinanti già disciplinati dalla normativa vigente</i>	<i>Inquinanti non ancora disciplinati dalla normativa vigente</i>
Biossido di zolfo	Cadmio
Biossido di azoto	Arsenico
Particolato (incluso PM ₁₀)	Nichel
Piombo	Mercurio
Ozono	
Benzene	
IPA	
Monossido di carbonio	

Il D.Lgs. 351/99 stabilisce il nuovo contesto all'interno del quale si effettuerà la valutazione e la gestione della qualità dell'aria, secondo criteri armonizzati in tutto il territorio dell'Unione Europea, demanda a decreti attuativi successivi la definizione dei parametri tecnico-operativi specifici per ciascuno degli inquinanti ed introduce le seguenti definizioni:

Livello: concentrazione nell'aria ambiente di un inquinante.

Valutazione: impiego di metodologie per misurare, calcolare, prevedere o stimare il livello di un inquinante nell'aria ambiente.

Valore limite (VL): livello fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana o per l'ambiente nel suo complesso; tale livello deve essere raggiunto entro un dato termine e in seguito non superato.

Valore obiettivo: livello fissato al fine di evitare, a lungo termine, ulteriori effetti dannosi sulla salute umana o per l'ambiente nel suo complesso; tale livello deve essere raggiunto per quanto possibile nel corso di un dato periodo.

Soglia di allarme: livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale si deve immediatamente intervenire a norma del D.Lgs. 351/1999.

Margine di tolleranza (MT): percentuale del valore limite nella cui misura tale valore può essere superato alle condizioni stabilite dal D.Lgs. n. 351/1999.

Soglia di valutazione superiore (SVS): livello al di sotto del quale le misurazioni possono essere combinate con le tecniche di modellizzazione al fine di valutare la qualità dell'aria ambiente.

Soglia di valutazione inferiore (SVI): livello al di sotto del quale è consentito ricorrere soltanto alle tecniche di modellizzazione o di stima oggettiva al fine di valutare la qualità dell'aria ambiente.

Le definizioni introdotte sono finalizzate alla nuova strategia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria.

Da un lato, infatti il D.Lgs. 351/99 (art. 6, comma 2), fissa i criteri per stabilire dove è obbligatorio il monitoraggio della qualità dell'aria tramite rete fissa. La misurazione è obbligatoria nelle seguenti zone:

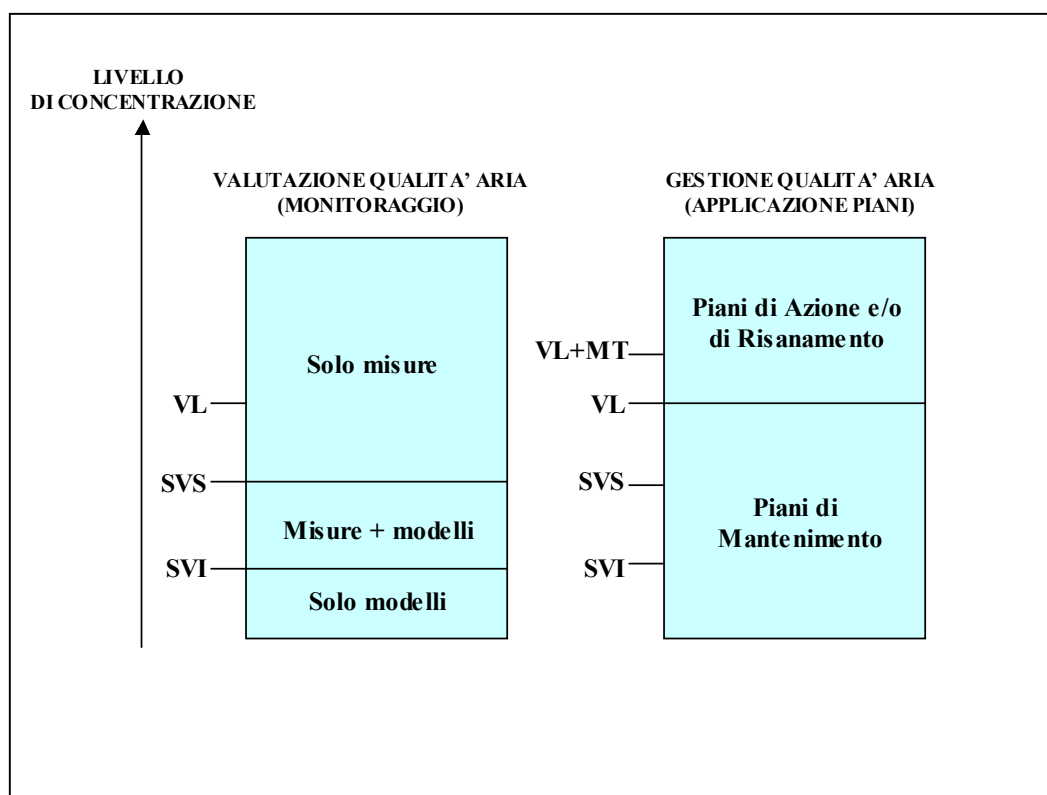
- a) agglomerati¹;
- b) zone in cui il livello, durante un periodo rappresentativo, e' compreso tra il valore limite e la soglia di valutazione superiore stabilita ai sensi dell'articolo 4, comma 3, lettera c);
- c) altre zone dove tali livelli superano il valore limite.

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

Nelle successive tabelle (Tabella 6 – Tabella 11) sono riportate le soglie di valutazione inferiori e superiori rispettivamente di SO₂, NO₂, PM₁₀, piombo, benzene e monossido di carbonio. Per gli agglomerati e per le zone caratterizzate da un superamento del valore di soglia superiore, la tecnica di valutazione da adottare è la misura in siti fissi; qualora la zona presenti valori di inquinamento superiori al valore di soglia inferiore è opportuna la combinazione di modelli e misure. Solo le zone caratterizzate da livelli di inquinamento più bassi rispetto al valore di soglia inferiore possono essere caratterizzate mediante l'impiego di modelli, stime oggettive e misure indicative (Figura 1).

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

Figura 1: valutazione e gestione della qualità dell'aria ai sensi del D.Lgs. 351/99



Parallelamente, il D.Lgs. 351/99 prevede, all'art. 5, che le regioni effettuino la **valutazione preliminare della qualità dell'aria** indispensabile in fase conoscitiva per individuare in prima

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

applicazione, le zone nelle quali applicare rispettivamente i **Piani di azione** (art. 7 D.Lgs. 351/99), **Piani di Risanamento** (art. 8 D.Lgs. 351/99) e di **Mantenimento** (art. 9 D.Lgs. 351/99), tenendo conto delle direttive tecniche emanate con decreto del Ministero dell'Ambiente di concerto con il Ministero della Sanità 1 ottobre 2002, n. 261.

Gli obiettivi della valutazione preliminare consistono infatti nell'individuazione delle zone nelle quali:

- i livelli di uno o più inquinanti comportano il rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme, nelle quali impiegare i **Piani di Azione**;
- i livelli di uno o più inquinanti eccedono il valore limite aumentato del margine di tolleranza o sono compresi tra il valore limite e il valore limite aumentato del margine di tolleranza, nelle quali applicare i **Piani di Risanamento**;
- i livelli degli inquinanti sono inferiori al valore limite e tali da non comportare il rischio del superamento degli stessi, nelle quali applicare i **Piani di Mantenimento**.

La gestione della qualità dell'aria si esplica, quindi, attraverso una pianificazione integrata a medio e lungo termine su tutto il territorio, sia nelle zone in cui sono superati i limiti al fine di raggiungere e non più superare tali limiti, sia in quelle in cui la situazione è già buona, ai fini di conservare i livelli al di sotto dei valori limite preservando la migliore qualità dell'aria compatibile con lo sviluppo sostenibile. E' prevista anche una pianificazione a breve termine nelle zone in cui i livelli di uno o più inquinanti comportano il rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme.

Lo scopo è quello di passare dalla "politica" degli interventi di emergenza, realizzata quasi esclusivamente a livello comunale, ad una politica degli interventi mirata all'effettiva riduzione dei livelli di inquinamento atmosferico su tutto il territorio regionale. La precedente gestione delle situazioni critiche di inquinamento finiva col penalizzare soprattutto le aree limitrofe ai comuni principali, senza portare a delle soluzioni definitive neanche per questi ultimi.

Il decreto del Ministero dell'Ambiente 1 ottobre 2002, n. 261 "**Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351**" è stato emanato proprio allo scopo di fissare delle linee guida per la predisposizione dei Piani di Mantenimento, di Risanamento e di Azione.

Tale decreto individua dei possibili "**pacchetti di misure**", che si aggiungono e/o modificano quelle previste anteriormente, e che consentiranno di perseguire una riduzione delle emissioni nelle zone in cui si sono avuti dei superamenti dei valori limite e delle soglie di allarme. **Tali misure potranno essere a carattere regionale, provinciale e comunale, oltre che eventuali proposte di provvedimenti a carattere nazionale.**

Con l'entrata in vigore di tale decreto, il **DM 20/05/91** "*Criteri per l'elaborazione dei piani regionali per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria*" è stato abrogato.

Il 28 aprile 2002 è entrato in vigore il **DM 60/02**, decreto che recepisce le disposizioni delle Direttive 99/30/CE e 00/69/CE. Tale decreto stabilisce per biossido di zolfo, biossido di azoto, ossido di azoto, polveri PM₁₀, piombo, monossido di carbonio e benzene, **i nuovi valori limite** con i rispettivi **margini di tolleranza** rispetto ai quali effettuare la valutazione preliminare della qualità dell'aria e la conseguente zonizzazione. Il decreto fissa anche le **soglie di valutazione inferiore e**

superiore da considerare per stabilire in quali zone è obbligatorio il monitoraggio con rete fissa, ai sensi del D.Lgs. 351/99.

Il quadro riassuntivo dei valori di riferimento è riportato in Tabella 5 nella quale si considerano **i valori limite e le soglie d'allarme** per ciascun tipo di inquinante, per tipologia d'esposizione (acuta o cronica) e in base all'oggetto della tutela, a seconda che si tratti della protezione della salute umana, della vegetazione o degli ecosistemi. Accanto ai nuovi limiti introdotti dal DM 60/02 nella tabella sono indicati quelli ancora in vigore per effetto di provvedimenti legislativi ancora validi in via transitoria ai sensi dell'art. 38 del decreto stesso; nell'ultima colonna è riportato il periodo di validità di tali limiti.

Tabella 5: quadro complessivo delle soglie di allarme e dei valori limite in vigore con i rispettivi margini di tolleranza riferiti a ciascun anno

TIPO DI ESPOSIZIONE: ESPOSIZIONE ACUTA				
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite	Tempi di raggiungimento del valore limite (margine toll.)
Biossido di zolfo (SO₂)	Valore limite orario per la protezione della salute umana (DM 60/02)	1 ora	350 µg/m³ da non superare più di 24 volte per anno civile	1/1/2001:470µg/m ³ 1/1/2002:440 µg/m ³ 1/1/2003:410 µg/m ³ 1/1/2004:380 µg/m ³ 1/1/2005:350 µg/m ³
	Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (DM 60/02)	24 ore	non applicabile	125 µg/m ³ dal 1° gennaio 2005
	Soglia di allarme (DM 60/02)	500 µg/m³ misurati su tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno 100 Km ² oppure in una intera zona o agglomerato, nel caso siano meno estesi		
Biossido di azoto (NO₂)	Valore limite orario per la protezione della salute umana (DM 60/02)	1 ora	200 µg/m³ da non superare più di 18 volte per anno civile	1/1/2001:290 µg/m ³ 1/1/2002:280 µg/m ³ 1/1/2003:270 µg/m ³ 1/1/2004:260 µg/m ³ 1/1/2005:250 µg/m ³ 1/1/2006:240 µg/m ³ 1/1/2007:230 µg/m ³ 1/1/2008:220 µg/m ³ 1/1/2009:210 µg/m ³ 1/1/2010:200 µg/m ³
	Soglia di allarme (DM 60/02)	400 µg/m³ misurati su tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno 100 Km ² oppure in una intera zona o agglomerato, nel caso siano meno estesi		
Materiale particolato (PM₁₀)	FASE 1 Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (DM 60/02)	24 ore	50 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile	1/1/2001: 70 µg/m ³ 1/1/2002: 65 µg/m ³ 1/1/2003: 60 µg/m ³ 1/1/2004: 55 µg/m ³ 1/1/2005: 50 µg/m ³
	FASE 2* Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (DM 60/02)	24 ore	50 µg/m³ da non superare più di 7 volte per anno civile	1/1/2010: 50 µg/m ³
Monossido di Carbonio (CO)	Valore limite per la protezione della salute umana (DM 60/02)	Media massima giornaliera su 8 ore (medie mobili calcolate in base a dati orari e aggiornate ogni ora)	10 mg/m³	1/1/2001: 16 mg/m ³ 1/1/2002: 16 mg/m ³ 1/1/2003: 14 mg/m ³ 1/1/2004: 12 mg/m ³ 1/1/2005: 10 mg/m ³
	Valore limite (DPCM 28/03/83)	Concentrazione media di 8 ore	10 mg/m³	Periodo di validità dei limiti attualmente previsti Fino al 31/12/2004
	Valore limite (DPCM 28/03/83)	Concentrazione media di 1 ora	40 mg/m³	Fino al 31/12/2004
Ozono (O₃)	Livello di attenzione (DM 25/11/94)	Concentrazione media di 1 ora	180 µg/m³	Fino al recepimento della direttiva 2002/3/CE previsto per il 09/09/2003
	Livello di allarme (DM 25/11/94)	Concentrazione media di 1 ora	360 µg/m³	Fino al recepimento della direttiva 2002/3/CE previsto per il 09/09/2003
	Livello. Prot. Salute (DM 16/05/96)	Concentrazione media di 8 ore	110 µg/m³	Fino al recepimento della direttiva 2002/3/CE previsto per il 09/09/2003
	Valore limite (DPCM 28/03/83)	Concentrazione media di 1 ora da non raggiungere più di una volta al mese	200 µg/m³	Fino al recepimento della direttiva 2002/3/CE previsto per il 09/09/2003
Fluoro	Valore limite (DPCM 28/03/83)	Media 24 h	20 µg/m³	
NMHC	Valore limite (DPCM 28/03/83)	Concentrazione media di 3 h consecutive (in un periodo del giorno da specificarsi secondo le zone, a cura delle autorità regionali competenti)	200 µg/m³	

* valori limite indicativi, da rivedere con successivo decreto sulla base della futura normativa comunitaria; margine di tolleranza da stabilire in base alla fase 1

TIPO DI ESPOSIZIONE: ESPOSIZIONE CRONICA				
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite	Periodo di validità dei limiti attualmente previsti
Biossido di zolfo (SO₂)	Valore limite (DPR 203/88 e succ. mod.)	Mediana delle concentrazioni di 24 ore nell'arco di 1 anno	80 µg/m³	Fino al 31/12/2004
	Valore limite (DPR 203/88 e succ. mod.)	98° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno	250 µg/m³	Fino al 31/12/2004
	Valore limite (DPR 203/88 e succ. mod.)	Mediana delle medie delle 24 ore in inverno (1/10 – 31/03)	130 µg/m³	Fino al 31/12/2004
Biossido di azoto (NO₂)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana (DM 60/02)	Anno civile	40 µg/m³	Tempi di raggiungimento del valore limite (margine toll.)
				1/1/2001:58 µg/m ³ 1/1/2002:56 µg/m ³ 1/1/2003:54 µg/m ³ 1/1/2004:52 µg/m ³ 1/1/2005:50 µg/m ³ 1/1/2006:48 µg/m ³ 1/1/2007:46 µg/m ³ 1/1/2008:44 µg/m ³ 1/1/2009:42 µg/m ³ 1/1/2010:40 µg/m ³
	98° percentile delle concentrazioni medie di 1 h rilevate durante l'anno civile (DPCM 28/03/83 e s.m.i.)	Anno civile	200 µg/m³	Periodo di validità dei limiti attualmente previsti Fino al 31/12/2009
PTS	Valore limite (DPCM 28/03/83)	Media aritmetica di tutte le concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno	150 µg/m³	Periodo di validità dei limiti attualmente previsti Fino al 31/12/2004
	Valore limite (DPCM 28/03/83)	95° percentile di tutte le concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno	300 µg/m³	Fino al 31/12/2004
Materiale particolato (PM₁₀)	FASE 1 Valore limite annuale per la protezione della salute umana (DM 60/02)	Anno civile	40 µg/m³	Tempi di raggiungimento del valore limite (margine toll.)
	FASE 2* Valore limite annuale per la protezione della salute umana (DM 60/02)	Anno civile	20 µg/m³	1/1/2001: 46.4 µg/m ³ 1/1/2002: 44.8 µg/m ³ 1/1/2003: 43.2 µg/m ³ 1/1/2004: 41.6 µg/m ³ 1/1/2005: 40.0 µg/m ³ 1/1/2006: 38.4 µg/m ³ 1/1/2007: 36.8 µg/m ³ 1/1/2008: 35.2 µg/m ³ 1/1/2009: 33.6 µg/m ³ 1/1/2010: 32.0 µg/m ³
Piombo (Pb)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana (DM 60/02)	Anno civile	0.5 µg/m³	1/1/2001: 0.9 µg/m ³ 1/1/2002: 0.8 µg/m ³ 1/1/2003: 0.7 µg/m ³ 1/1/2004: 0.6 µg/m ³ 1/1/2005: 0.5 µg/m ³
	Valore limite (DPCM 28/03/83)	Media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate in un anno	2 µg/m³	Periodo di validità dei limiti attualmente previsti Fino al 31/12/2004
Fluoro	Media delle medie di 24 h rilevate in 1 mese (DPCM 28/03/83)	Media 24 h	10 µg/m³	
Benzene (C₆H₆)	Valore limite per la protezione della salute umana (DM 60/02)	Anno civile	5 µg/m³	Tempi di raggiungimento del valore limite (margine toll.) 1/1/2001 – 31/12/2005: 10 µg/m ³ 1/1/2006: 9 µg/m ³ 1/1/2007: 8 µg/m ³ 1/1/2008: 7 µg/m ³ 1/1/2009: 6 µg/m ³ 1/1/2010: 5 µg/m ³
Benzo(a)pirene	Obiettivo di qualità Media mobile annuale (DM 25/11/94)	Anno civile	1 ng/m³	Periodo di validità dei limiti attualmente previsti Fino al recepimento della direttiva in preparazione

TIPO DI ESPOSIZIONE: PROTEZIONE DEGLI ECOSISTEMI				
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite per il 2002	Tempi di raggiungimento del valore limite (margini toll.)
Biossido di zolfo (SO₂)	Valore limite per la protezione degli ecosistemi (DM 60/02)	Anno civile e inverno (1 ottobre – 31 marzo)	20 µg/m³	19 luglio 2001
Biossido di azoto (NO₂)	Valore limite per la protezione della vegetazione (DM 60/02)	Anno civile	30 µg/m³	19 luglio 2001
Ozono (O₃)	Liv Prot. Veg. (DM 16/05/96)	Media oraria	200 µg/m³	Periodo di validità dei limiti attualmente previsti
	Liv Prot. Veg. (DM 16/05/96)	Media delle 24 ore	65 µg/m³	Fino al recepimento della direttiva 2002/3/CE previsto per il 09/09/2003

Tabella 6: soglie di valutazione superiore e inferiore per SO₂

	Protezione della salute umana Media su 24 ore	Protezione dell'ecosistema Media invernale
Soglia di valutazione superiore	60% del valore limite (75 µg/m³ da non superare più di 3 volte per anno civile)	60% del valore limite invernale (12µg/m³)
Soglia di valutazione inferiore	40% del valore limite sulle 24 ore (50 µg/m³ da non superare più di 3 volte per anno civile)	40% del valore limite invernale (8µg/m³)

Tabella 7: soglie di valutazione superiore e inferiore per NO₂

	Protezione della salute umana (NO₂) Media oraria	Protezione della salute umana (NO₂) Media annuale	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione (NO_x) Media annuale
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (140 µg/m³ da non superare più di 18 volte per anno civile)	80% del valore limite (32 µg/m³)	80% del valore limite (24 µg/m³)
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite (100 µg/m³ da non superare più di 18 volte per anno civile)	65% del valore limite (26 µg/m³)	65% del valore limite (19,5 µg/m³)

Tabella 8: soglie di valutazione superiore e inferiore per il PM₁₀

	Media su 24 ore	Media annuale
Soglia di valutazione superiore	60% del valore limite (30 µg/m³ da non superare più di 7 volte per anno civile)	70% del valore limite (14 µg/m³)
Soglia di valutazione inferiore	40% del valore limite (20 µg/m³ da non superare più di 7 volte per anno civile)	50% del valore limite (10 µg/m³)

Tabella 9: soglie di valutazione superiore e inferiore per il piombo

	Media annuale
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (0,35 µg/m ³)
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite (0,25 µg/m ³)

Tabella 10: soglie di valutazione superiore e inferiore per il benzene

	Media annuale
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (3,5 µg/m ³)
Soglia di valutazione inferiore	40% del valore limite (2 µg/m ³)

Tabella 11: soglie di valutazione superiore e inferiore per il monossido di carbonio

	Media su 8 ore
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (7 mg/m ³)
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite (5 mg/m ³)

Il DM 60/02, nell'allegato VIII, fornisce delle indicazioni in merito all'ubicazione su macroscale e microscale dei punti di campionamento per la misurazione di biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, polveri PM₁₀ e piombo, monossido di carbonio e benzene.

Per quanto riguarda l'ubicazione su macroscale dei siti di misura si deve fare riferimento a due parametri: **la protezione della salute umana e la protezione della vegetazione.**

Ciò presenta un'innovazione rispetto a quanto delineato nel D.M. 20/05/91 "Criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria", nel quale per la determinazione dell'ubicazione e del numero dei siti fissi di misura si teneva conto soltanto del numero di abitanti dell'agglomerato urbano. Il DM 60/02 prevede che punti di campionamento concernenti la protezione della salute umana siano scelti in modo da fornire:

- dati relativi a zone dove si verificano le concentrazioni massime alle quali la popolazione può essere esposta;
- dati sui livelli di inquinamento nelle altre zone, rappresentativi dell'esposizione della popolazione in generale.

Il DM 60/02, nell'allegato IX, stabilisce il numero minimo dei punti di campionamento per la misurazione delle concentrazioni di biossido di zolfo, ossido di azoto, ossidi di azoto, polveri PM₁₀, piombo, monossido di carbonio e benzene (Tabella 12 e Tabella 13), nelle aree in cui il monitoraggio della qualità dell'aria è effettuato obbligatoriamente con rete fissa. Anche in questo caso per la determinazione del numero dei siti si deve fare riferimento agli obiettivi da perseguire:

- valutazione della conformità ai valori limite per la protezione della salute umana;
- valutazione della conformità ai valori limite per la protezione della vegetazione.

Tabella 12: numero minimo di punti di campionamento per la misurazione delle concentrazioni di SO₂, NO₂, polveri e piombo, monossido di carbonio e benzene (protezione della salute umana)

Popolazione dell'agglomerato (in migliaia)	Se le concentrazioni superano la soglia di valutazione superiore	Se le concentrazioni massime sono situate tra le soglie di valutazione superiore e inferiore	Per SO ₂ e per NO ₂ , negli agglomerati dove le concentrazioni massime sono al di sotto della soglia inferiore di valutazione
< 250.000	1	1	non applicabile
> 250.000	2	1	1

Tabella 13: numero minimo di punti di campionamento per la misurazione delle concentrazioni di SO₂, NO₂, polveri e piombo, monossido di carbonio e benzene, in zone diverse dagli agglomerati (protezione della vegetazione)

Se le concentrazioni massime superano la soglia superiore di valutazione	Se le concentrazioni massime si situano tra le soglie di valutazione inferiore e superiore
1 stazione per 20.000 km ²	1 stazione per 40.000 km ²

Per quanto riguarda l'ubicazione su microscala, il decreto fornisce, nell'allegato VIII, delle indicazioni del tutto innovative e da considerare soprattutto nella valutazione del corretto posizionamento di una stazione di misura. E' fondamentale, infatti, la rappresentatività di un sito di misura, intendendo per "rappresentatività" l'area all'interno della quale la concentrazione non differisce dalla concentrazione misurata nella stazione, più di una certa quantità prefissata.

A tale scopo, i punti di campionamento devono essere situati in modo da evitare misurazioni di microambienti molto ridotti; orientativamente un luogo di campionamento dovrebbe trovarsi in un luogo rappresentativo della qualità dell'aria per una zona circostante non inferiore a 200 m², nel caso di siti orientati al traffico, e per vari chilometri quadrati nel caso di siti di background urbano.

I punti di campionamento dovrebbero, laddove possibile, essere rappresentativi di ubicazioni simili nelle loro vicinanze. I punti di campionamento concernenti la protezione degli ecosistemi o della vegetazione dovrebbero essere situati a più di 20 km dagli agglomerati o a più di 5 km da altre aree edificate, impianti industriale o autostrade. Per quanto riguarda le stazioni di traffico, queste devono essere posizionate ad almeno 25 m di distanza dai grandi incroci e a non meno di 4 m di distanza dal centro della corsia di traffico più vicina.

Il DM 60/02 attribuisce alle **Regioni** l'adempimento dell'**informazione al pubblico**. Le informazioni sugli inquinanti devono essere aggiornate con una frequenza prestabilita (artt. 11, 16, 23, 28, 33, 37 del DM 60/02 e art. 11 D.Lgs. 351/99), devono essere chiare e accessibili, nel caso di superamento delle soglie di allarme (ossido di zolfo e biossido di azoto) vengono individuati i contenuti minimi delle informazioni da fornire (allegato I e allegato II del DM 60/02). Le autorità competenti devono garantire la disponibilità delle informazioni in merito alle concentrazioni degli inquinanti, alle azioni di risanamento intraprese e ai risultati conseguiti, al pubblico e alle associazioni di categoria.

Il DM 60/02 insieme al D.Lgs. 351/99 prevede, inoltre, i tempi e contenuti per la **trasmissione delle informazioni dalle Regioni al Ministero dell'Ambiente** per la successiva comunicazione alla Commissione Europea. L'elenco delle informazioni da trasmettere (artt. 12, 14 D.Lgs. 351/99 e dagli artt. 5, 12 e 24 del DM 60/02) risulta molto dettagliato, con scadenze anche molto fitte (art. 5, DM 60/02).

Il DM 60/02 stabilisce anche che vi sia un coordinamento tra il D.Lgs. 351/99 e il DM 163/99 (decreto benzene). L'emanazione del DM 60/02 vede cambiare sostanzialmente i limiti e il loro utilizzo ai fini della gestione della qualità dell'aria. L'art. 39 del DM 60/02 modifica sostanzialmente il decreto benzene, allineando il territorio interessato dalla norma a quello individuato dalle Regioni ai sensi degli artt. 7, 8 del D.Lgs. 351/99 e affermando che i sindaci dei Comuni appartenenti agli agglomerati ed alle zone in cui sussiste il superamento ovvero il rischio di superamento dei valori limite o delle soglie di allarme previste dalla vigente normativa, adottano, sulla base dei piani e programmi di cui ai medesimi articoli le misure di limitazione della circolazione previste dall'art. 7 del D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285. Le stesse misure andranno adottate dai sindaci dei Comuni individuati dall'allegato III del DM 25/11/94, da quelli dei comuni con popolazione inferiore per i quali l'entità delle emissioni facciano prevedere possibili superamenti dell'obiettivo di qualità del **benzo(a)pirene** individuato dalla stesso decreto e infine dai sindaci degli altri comuni precedentemente individuati dalle regioni all'interno dei piani di risanamento e tutela dell'atmosfera previsti dall'art. 4 del DPR 203/88.

L'art. 39 stabilisce, al comma 3, che fino all'attuazione, da parte delle regioni, degli adempimenti previsti dagli artt. 7 e 8 del D.Lgs. 351/99 (predisposizione dei piani di azione e risanamento) si continuano ad applicare le misure precedentemente adottate dai sindaci.

L'entrata in vigore del DM 60/02 comporta l'abrogazione delle disposizioni relative a SO₂, NO₂, particelle PM₁₀, piombo, monossido di carbonio e benzene contenute nei decreti: DM 15/04/94, DM 25/11/94, DM 20/05/91 "*Criteria per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria*". Fino alla data alla quale devono essere raggiunti i valori limite introdotti dal DM 60/02, restano in vigore i valori limite fissati dal DPCM 28.03.83, come modificati dall'art. 20 del DPR 203/88. Successivamente a tali date saranno abrogate tutte le disposizioni relative a SO₂, NO₂, polveri, piombo, monossido di carbonio e benzene contenute nel DPCM 28.03.83 e nel DPR 203/88 limitatamente agli artt. 20, 21, 22, 23 ed agli allegati I, II, III, IV.

Il 20 settembre 2002 sono stati, infine, emanati due decreti: "*Modalità per la garanzia della qualità del sistema delle misure di inquinamento atmosferico*" e "*Attuazione dell'art. 5 della legge 28 dicembre 1993, n. 549, recante misure a tutela dell'ozono stratosferico*".

Il primo individua gli organismi incaricati a svolgere le seguenti funzioni tecniche:

- a) la preparazione, la certificazione e il mantenimento di campioni primari e di riferimento delle miscele gassose di inquinanti (CNR - Istituto di metrologia "G. Colonnetti" e dal CNR - Istituto sull'inquinamento atmosferico).
- b) la garanzia di qualità delle misurazioni effettuate dai dispositivi di misurazione, nonché l'accertamento del rispetto di tale qualità, in particolare mediante controlli effettuati nel rispetto, tra l'altro, dei requisiti delle norme europee in materia di inquinamento atmosferico (ANPA per quanto riguarda la garanzia di qualità dei dati, CNR - Istituto sull'inquinamento atmosferico per quanto riguarda l'accertamento del rispetto di tale qualità).
- c) l'approvazione delle apparecchiature di campionamento e di misura nonché dei sistemi di misura per l'inquinamento atmosferico e la definizione delle relative procedure (CNR - Istituto sull'inquinamento atmosferico e dagli altri laboratori pubblici dallo stesso allo scopo accreditati).

- d) l'accreditamento di laboratori di misura e di campionamento pubblici e privati (*CNR - Istituto sull'inquinamento atmosferico. I laboratori che operano nel campo del monitoraggio della qualità dell'aria devono risultare conformi, per le relative singole misure, alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025*).
- e) il coordinamento sul territorio italiano dei programmi di garanzia di qualità su scala comunitaria organizzati dalla Commissione Europea (*Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, avvalendosi dell'ANPA, del CNR - Istituto sull'inquinamento atmosferico, dell'ISPESL, dell'Istituto Superiore Sanità, di seguito denominato ISS, e dell'Ente per le nuove tecnologie, l'energia e l'ambiente, di seguito denominato ENEA*).
- f) l'approvazione delle reti di misura in riferimento ai requisiti di cui al decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351, e successivi provvedimenti attuativi (*Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, d'intesa con il Ministero della salute, sulla base dell'istruttoria svolta da una commissione tecnica appositamente nominata e costituita da rappresentanti dell'ANPA, del CNR – Istituto sull'inquinamento atmosferico, dell'ISPESL, dell'ISS e dell'ENEA*).
- g) l'analisi e l'approvazione di metodi di valutazione della qualità dell'aria, compresi l'utilizzo dei modelli e dei metodi di valutazione obiettiva di cui all'art. 6 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351, e dei metodi indicativi di cui all'art. 3, comma 3, del decreto ministeriale 2 aprile 2002, n. 60 (*Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, d'intesa con il Ministero della salute, sulla base dell'istruttoria svolta da una commissione tecnica appositamente nominata e costituita da rappresentanti dell'ANPA, del CNR – Istituto sull'inquinamento atmosferico, dell'ISPESL, dell'ISS e dell'ENEA*).

Il secondo decreto “Attuazione dell’art. 5 della legge 28 dicembre 1993, n. 549, recante misure a tutela dell’ozono stratosferico” disciplina le norme tecniche e le modalità per la prevenzione delle emissioni in atmosfera delle sostanze lesive l’ozono stratosferico (clorofluorocarburi e idroclorofluorocarburi) durante le operazioni di recupero di apparecchiature fuori uso quali frigoriferi, condizionatori d’aria, pompe di calore.

Per completezza nel seguito viene fatto un breve cenno alla normativa in vigore in materia di controllo alle emissioni. L’inquinamento atmosferico da impianti produttivi è regolato in tutto il territorio nazionale dalle seguenti norme:

- **DPR 203/88**: il decreto, di attuazione di quattro Direttive Europee, è la legge quadro italiana sull’inquinamento atmosferico e costituisce la norma più avanzata nell’argomento, poiché prevede che gli impianti di nuova apertura debbano essere autorizzati in fase progettuale e cioè prima ancora del rilascio della concessione edilizia.
- **DPCM 21/07/89**: resosi necessario per integrare ed interpretare correttamente il DPR 203/88, nonché per distinguere nel dettaglio tra impianto nuovo ed esistente.
- **DM 12/07/90**: fissa i valori limite di emissione, ma solo per impianti esistenti.
- **DPR 25/07/91**: stabilisce quali attività non necessitano di autorizzazione (poiché le emissioni derivanti sono poco significative) e quali attività possono godere di una procedura semplificata di autorizzazione (poiché risultano essere attività a ridotto inquinamento atmosferico).

Il 4 agosto 1999 è stato emanato il **D.Lgs. 372/99** “Attuazione della Direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrale dell’inquinamento (IPPC)” che per la prima volta stabilisce come prioritaria la prevenzione e la riduzione integrata dell’inquinamento rispetto a tutte le matrici ambientali (aria, acqua, suolo) ed una gestione oculata delle risorse, compresa l’acqua. L’anno dopo è entrato in vigore il **DM 25/08/00** “Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti ai sensi del DPR 203/88”; infine recentemente è stato emanato il **DPCM 08/03/02** “Disciplina delle caratteristiche merceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell’inquinamento atmosferico, nonché delle caratteristiche tecnologiche dei combustibili”.

1.2. Inquadramento territoriale

Il monitoraggio dell’inquinamento atmosferico nel territorio veneziano è stato oggetto di profondo interesse sin dai primi anni ’70; questo in conseguenza della peculiarità dell’area, nella quale coesistono un ecosistema estremamente delicato, un’elevata densità abitativa ed una zona altamente industrializzata.

Per quanto riguarda il controllo delle emissioni, la Provincia di Venezia dispone di un catasto delle fonti fisse di origine industriale, del febbraio ‘99 (Progetto Multiregionale Monitor, visitabile presso il sito <http://www.provincia.venezia.it/proveco/Ecologia/>), come precisato nel paragrafo 2.2. L’attenzione del progetto è rivolta in particolar modo all’area industriale di Porto Marghera, per la quale si dispone di informazioni sia sulle emissioni a camino, di ciascuna azienda, sia sui quantitativi dichiarati di contaminanti scaricati annualmente in atmosfera. Per maggiori dettagli si consulti il Rapporto Annuale sulla Qualità dell’aria nel Comune di Venezia, anno 1999 e 2000.

Per le emissioni da traffico veicolare e da riscaldamenti civili, non esiste un’analogha base dati informativa che consenta di quantificare il contributo di tali fonti emissive rispetto al totale.

Il territorio veneziano è stato dotato, nel tempo, di un’ampia rete di monitoraggio descritta nel seguito di questa sezione.

1.2.1. Rete ARPAV di monitoraggio

La rete di monitoraggio presente sul territorio provinciale di Venezia è attiva, nella sua veste attuale, a partire dal 1999; un numero rilevante di stazioni si colloca nel territorio del Comune di Venezia (Figura 2). In quella data la rete urbana del Comune di Venezia e la rete della Provincia di Venezia sono state trasferite sotto la gestione unitaria del Dipartimento Provinciale di Venezia dell’Agenzia regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV).

Nel suo complesso, la rete gestita dall’ARPAV è composta da 15 stazioni di rilevamento fisse e da due laboratori mobili.

In Tabella 14 le stazioni sono classificate per ambito territoriale di competenza:

- **stazioni urbane;**
- **stazioni della cintura urbana.**

L'attuale architettura della rete di monitoraggio si rifà a quanto indicato nel DM 20 maggio 1991 "Criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria". Nel seguito si fa riferimento alla nomenclatura delle stazioni ivi definita:

A. stazioni di base o di riferimento (Tipo A), preferenzialmente localizzate in aree non direttamente interessate dalle sorgenti di emissione urbana (parchi, isole pedonali, ecc.);

B. stazioni situate in zone ad elevata densità abitativa (Tipo B);

C. stazioni situate in zone a traffico intenso (Tipo C) e ad alto rischio espositivo quali strade ad elevato traffico e bassa ventilazione. In questo caso, i valori di concentrazione rilevati sono caratterizzati da una rappresentatività limitata alle immediate vicinanze del punto di prelievo;

D. stazioni situate in periferia o in aree suburbane (Tipo D), finalizzate alla misura degli inquinanti fotochimici.

Attualmente è in corso l'adeguamento della rete ai requisiti definiti nell'Allegato VIII del DM 60/02.

Dieci stazioni fisse della rete ARPAV adibite al rilevamento dell'inquinamento atmosferico sono ubicate nell'area urbana di Venezia – Mestre – Marghera; le rimanenti nei Comuni di Mira, Mirano, Spinea, Chioggia, Martellago e San Donà di Piave.

Una parziale ristrutturazione e razionalizzazione della rete di monitoraggio presente in ambito urbano ha comportato la sostituzione della stazione di Piazzetta Matter (tipo B) con quella di via A. Da Mestre (tipo B), l'eliminazione, in passato, della stazione di via Piave (tipo C) e, nel corso dell'anno 2001, della stazione di via Da Verrazzano (tipo C), a seguito di un incidente stradale.

Le **stazioni** della rete ARPAV per il controllo dell'inquinamento atmosferico in Comune di Venezia sono classificate nel seguente modo.

- **2 stazioni di tipo A:** la stazione di Parco Bissuola è ubicata in un'area verde di Mestre; la stazione di via Bottenigo è situata in un'area di Marghera non direttamente influenzata da fonti di emissione significative ed è attrezzata anche per il rilevamento dell'inquinamento di origine industriale;

- **3 stazioni di tipo B:** per la misura dell'inquinamento presente in aree densamente urbanizzate (Venezia: Sacca Fisola; Mestre: viale San Marco; via A. Da Mestre, che funziona a regime a partire dal marzo 2001);

- **3 stazioni di tipo C:** le stazioni per il rilevamento dell'inquinamento da traffico autoveicolare sono situate in prossimità di strade ad elevata percorrenza (Mestre: Corso del Popolo, via Circonvallazione; Marghera: via Fratelli Bandiera);

- **1 stazione di tipo D,** per la rilevazione dell'inquinamento fotochimico e degli inquinanti secondari (Maerne di Martellago).

E' inoltre presente un'altra stazione:

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

La rete fissa è integrata da **2 laboratori mobili (stazioni rilocabili)**, di volta in volta utilizzati per campagne di rilevamento mirate in posizioni scelte da ARPAV, ovvero richieste da 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'Ufficio Reti di Monitoraggio del Dipartimento ARPAV Provinciale 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 fisse e mobili.

Tabella 14 - Struttura della rete per il controllo della qualità dell'aria in Comune di Venezia.

ID	Stazione	Località	X-Gauss Boaga (E)	Y-Gauss Boaga (E)	Collocazione	Anno attivazione	Classe (DM 20/05/91)	Tipo
1	Via Bottenigo	Marghera	2300978.70	5038579.18	urbana	1994	A	background
2	Parco Bissuola	Mestre	2306026.52	5041965.08	urbana	1994	A	background
3	Viale San Marco	Mestre	2305909.78	5040278.66	urbana	1985	B	background
4	Sacca Fisola	Venezia	2309804.78	5034072.11	urbana	1994	B	background
5	Via Antonio Da Mestre	Mestre	2304116.67	5041581.02	urbana	2000	B	background
6	Via Circonvallazione	Mestre	2304075.77	5041846.49	urbana	1985	C	traffico
7	Corso del Popolo	Mestre	2304466.32	5040707.56	urbana	1985	C	traffico
8	Via F.lli Bandiera	Marghera	2303389.32	5038969.28	urbana	1994	C	traffico
9	Maerne	Martellago	2297649.26	5045116.65	cintura urbana	1987	D	background
10	Malcontenta	Marghera	2301735.87	5035069.69	cintura urbana	1985	I/B	industriale
-	Unità mobile "bianca"	-	-	-	-	-	-	-
-	Unità mobile "verde"	-	-	-	-	-	-	-

Le sostanze inquinanti ed i parametri meteorologici sottoposti a monitoraggio presso le stazioni fisse della rete ARPAV e le due stazioni rilocabili sono brevemente sintetizzati nella Tabella 15. Come illustrato precedentemente solo le stazioni elencate in Tabella 14 fanno parte della rete per il controllo della qualità dell'aria in Comune di Venezia.

Tabella 15 - Strumenti della rete ARPAV.

Stazione	SO2	NOX	CO	O3	PTS	NMHC	H2S	BTEX	IPA	PM10	PM10 a	PM2,5	R.ATT	DV	VV	TEMP	U REL	PREC	RSOLN	RSOLG	PRESS
Via Bottenigo	o	o	o	o	o*	o					o*			o	o	o	o	o	o	o	o
Parco Bissuola	o	o	o	o	o*	o		o	o	o	o*			o	o					o	o
Viale San Marco	o	o			o	o								o	o	o	o				
Sacca Fisola	o	o		o	o*	o	o				o*		o	o	o	o	o				
Via Antonio Da Mestre	o	o			o	o		o	o	o											
Via Circonvallazione			o		o**	o		o	o	o	o**			o	o	o	o			o	o
Corso del Popolo			o		o	o							o	o	o	o	o			o	o
Via F.lli Bandiera			o		o	o								o	o	o	o			o	o
Maerne	o	o		o	o																
Malcontenta	o	o			o									o	o						
Chioggia	o				o		o							o							
Mira	o	o		o***	o	o								o	o	o	o				
Mirano	o	o			o*	o					o*			o	o						
San Donà di Piave	o				o									o		o	o				
Spinea			o		o	o								o	o	o	o			o	o
Stazione rilocabile "bianca"	o	o	o	o	o	o		o	o	o		o		o	o	o	o				o
Stazione rilocabile "verde"	o	o	o	o	o	o		o	o	o				o	o	o	o			o	o

- O* Presso le stazioni di Mirano (dal 23/07/02), via Bottenigo (dal 25/07/02), Parco Bissuola (dal 31/07/02) e Sacca Fisola (dal 01/08/02) l'analizzatore di polveri sospese totali (PTS) è stato sostituito con l'analizzatore automatico di polveri inalabili PM₁₀. Inoltre a bordo della stazione rilocabile "verde" è stato sostituito l'analizzatore di PTS con un campionatore sequenziale di PM₁₀.
- O** Dal 31/01/02 presso la stazione di via Circonvallazione l'analizzatore di polveri sospese totali (PTS) è stato sostituito con l'analizzatore automatico di polveri inalabili PM₁₀.
- O*** A Mira l'analizzatore di ozono è stato riattivato dal 15/11/02.

Figura 2: Localizzazione delle stazioni della rete ARPAV per il controllo dell'inquinamento atmosferico in Comune di Venezia.



1.2.2. Campagne di misura periodiche

Oltre ad acquisire informazioni sull'inquinamento atmosferico mediante la rete di monitoraggio composta dalle stazioni fisse, ARPAV ha effettuato, sul territorio comunale di Venezia, campagne di misura periodiche, avvalendosi delle proprie stazioni rilocabili e dei campionatori passivi radiello (per il monitoraggio del benzene).

I risultati di tali campagne di misura sono descritti alle successive sezioni 3.3 e 3.4.

1.2.3. Rete privata di monitoraggio

Nel territorio del Comune di Venezia oltre alla rete di monitoraggio pubblica, gestita da ARPAV, per il controllo in continuo dell'inquinamento dell'aria in ambito urbano, è operante anche una rete privata (Figura 3) localizzata nell'Area Industriale e finalizzata alla verifica delle ricadute nella zona di Porto Marghera (gestita dall'Ente Zona Industriale di Porto Marghera).

La struttura della rete privata dell'Ente Zona Industriale, a seguito dell'accorpamento delle apparecchiature del Nodo Intelligente della Centrale Termoelettrica ENEL di Fusina, nel 2002 è

stata implementata con apparecchiature di remote sensing quali SODAR e RASS², nonché di due postazioni per la misura degli inquinanti in area extraurbana: Moranzani e Campagna Lupia³.

La configurazione attuale comprende 16 postazioni fisse ed un laboratorio mobile.

La rete fissa comprende:

- 12 postazioni per la misura di inquinanti;
- 1 postazione mista (inquinanti e parametri meteorologici);
- 3 postazioni predisposte esclusivamente per il rilevamento dei parametri meteorologici.

I parametri meteorologici rilevati sono: direzione e velocità del vento in 2 postazioni (una a 10 ed una a 40 metri di quota). In una postazione vengono misurati il profilo di temperatura e di vento mediante RASS e SODAR; in un'altra postazione meteo vengono rilevati radiazione solare, umidità, pressione, pioggia, profilo di temperatura (fino a 140 m di quota). **Gli inquinanti misurati** sono: SO₂, PTS, NO, NO_x, NO₂, O₃, idrocarburi totali, metanici e non metanici.

La rete privata dell'Ente Zona Industriale nell'anno 2000 è stata implementata con un sistema modellistico denominato S.C.A.I.MAR (Sistema per il Controllo Ambientale di tipo Innovativo, Marghera). Il sistema è costituito da un insieme di programmi, comprendente l'inventario delle emissioni inquinanti ed alcuni modelli matematici, tra cui il modello lagrangiano tridimensionale a particelle "SPRAY". Mediante S.C.A.I.MAR è possibile avere, in continuo ed in automatico, la stima dell'inquinamento prodotto dagli impianti industriali, anche in zone non coperte da strumenti di misura, partendo da dati meteorologici misurati in alcuni punti del dominio, dalle informazioni relative alle sorgenti di emissione e dall'utilizzo degli strumenti di simulazione modellistica.

Grazie alla connessione remota con un S.I.M. (Sistema Informativo Meteorologico che utilizza dati e previsioni del centro meteorologico europeo di Reading GB), S.C.A.I.MAR. è in grado di effettuare la previsione dell'inquinamento, attivando direttamente i modelli di trasporto e diffusione su scala locale che forniscono mappe di concentrazione al suolo con previsioni a 24 e 48 ore, all'interno di un dominio di calcolo, centrato su Porto Marghera, di 50 km di lato.

Il sistema, fornito all'Ente Zona Industriale dal Centro Ricerche dell'ENEL Area Ambiente (ora confluito nella società CESI del Gruppo ENEL) di Milano, è stato espressamente concepito per integrarsi alle tradizionali funzioni della rete di monitoraggio ed ha la possibilità di poter essere configurato a seconda delle esigenze dell'utente.

² Il sistema **SODAR** (**S**ound **D**etection **A**nd **R**anging) è un sistema adatto al rilevamento delle componenti del vettore vento (velocità e direzione) a varie quote. Il sistema **RASS** (**R**adio **A**coustic **S**ounding **S**ystem) è un sistema adatto al telerilevamento del profilo di temperatura dell'aria nella bassa atmosfera.

³ Le due stazioni di Moranzani e Campagna Lupia, sono situate in zona extraurbana, localizzate nella direzione dominante dei venti, sottovento alla zona industriale.

Tabella 16: Configurazione della rete privata dell'Ente Zona Industriale.

Numero	Stazione	Località	coordinate geografiche		inquinante misurato (1)	parametri meteo (2)	tipo area (3)	densità abitanti (4)	intensità traffico (5)	quota misura m.	distanza edifici m.
			lat. N 45°	long. E 12°							
3	Fincantieri	Zona Industriale	28° 31".700	15° 00".300	SO2, NOX, Polveri		I	B	M	4	30
5	Agip-Raffineria	Zona Industriale	28° 02".000	15° 59".900	SO2, Polveri	T, VV, DV	I	N	S	4	50
8	ENEL-Fusina	Zona Industriale	25° 58".900	15° 03".900	SO2		I	N	/	4	100
10	S.S.11	Zona Industriale	27° 28".600	13° 13".800	SO2, NOX, Polveri		M	B	I	4	5
12	Montefibre	Zona Industriale	27° 05".500	14° 40".900	SO2, Polveri		I	N	/	12	
15	Ente Zona Chim.	Zona Industriale	26° 49".100	14° 37".900	SO2, NOX, O3, NMHC		I	B	S	6	
16	Sirma	Zona Industriale	26° 38".500	12° 56".100	SO2		I	B	M	4	8
17	Piazzale Sirtori	Marghera	28° 54".000	13° 23".400	SO2, NOX, Polveri		U	M	M	4	10
19	Tronchetto	Venezia	26° 37".130	18° 27".170	SO2		U	B	park	15	
20	Isola S. Michele	Venezia	26° 58".190	20° 54".840	SO2		cimitero	B		4	10
21	Giudecca	Venezia	25° 28".100	19° 37".890	SO2, NOX, Polveri, O3		M	B		4	7
22	pieri Enichem	Zona Industriale	27° 02".000	14° 15".700		VV, DV	I	B	S	40	
23	Ente Zona Meteo	Zona Industriale	26° 48".500	14° 39".200		T3, PIO, P, RAD, U	I	N	S	6	
25	Moranzani	Malcontenta	25° 41".380	12° 50".950	SO2, Polveri		E	N	/	4	
26	Campagnalupia	Campagnalupia	20° 54".580	07° 08".800	SO2, NOX, Polveri, O3, NMHC		E	N	/	4	
	SODAR *	Zona Industriale	25° 59".000	15° 00".000		VV, DV	I	N	/	profilo	100
	RASS *	Zona Industriale	25° 59".000	15° 00".000		T	I	N	/	profilo	100

NOTE

- * Strumentazione di telerilevamento: SODAR DOPPLER (Sound Detection And Ranging); RASS (Radio Acoustic Sounding System)
- (1) Metodi di misura: SO2 = fluorescenza pulsata
NOX = chemiluminescenza
O3 = assorbimento raggi UV
Polveri = assorbimento raggi β
NMHC = gascromatografia + FID
- (2) T = temperatura mediante termoresistenza ventilata.
T3 = come T , a quota 10-70-140 m.
VV = velocità del vento, tachoanemometro a coppe.
DV = direzione del vento, goniomanometro a banderuola.
PIO = pioggia, tipo a vaschetta oscillante.
P = pressione atmosferica, a capsule barometriche.
RAD = radiazione solare, piranometro.
U = umidità relativa, fascio di capelli.
- (3) I = industriale
M = mista
U = urbana
E = extraurbana
N = nulla
- (4) B = bassa
M = media
S = scarsa
- (5) I = intensa
/ = occasionale
- (*) i parametri meteo sono misurati a quota 10 m.

Per completezza si segnala che nel centro storico di Venezia sono presenti ulteriori postazioni meteorologiche. Il Centro Meteorologico di Teolo di ARPAV gestisce in Veneto un ampio numero di stazioni di monitoraggio (www.arpa.veneto.it) ; in territorio veneziano è presente la stazione Mestre Città (coordinate geografiche: lat. 45° 28'42" N, long. 12° 15'17" E) che misura direzione, velocità del vento e temperatura a 2 m e precipitazione mentre la stazione installata presso l'Istituto Cavanis a Venezia misura direzione, velocità del vento, umidità relativa e temperatura a 2 m, precipitazione e radiazione solare incidente, a partire dal 1950.

La stazione dell'Istituto CNR di Biologia del mare (coordinate geografiche: lat. 45° 25'83" N, long. 12° 21'25" E) registra a partire dal 12 marzo 1992 i dati relativi a pressione barometrica, temperatura dell'aria, velocità del vento, direzione del vento, radiazione solare, precipitazione.

I dati meteorologici registrati presso le postazioni della rete dell'Ente Zona Industriale, di SODAR e RASS e dell'Istituto Cavanis sono disponibili sul sito: <http://www.ivsla.veneto.it/>. Quelli relativi all'Istituto di Biologia del Mare si possono visionare presso il sito <http://www.ibm.ve.cnr.it/>.

Figura 3: Localizzazione delle stazioni della rete privata dell'Ente Zona Industriale di Porto Marghera.



Legenda:

- Stazione meteo
- RASS e SODAR
- Anidride solforosa (SO₂)
- Anidride solforosa (SO₂), Polveri, Ossidi di azoto (NO_x,NO,NO₂)
- Anidride solforosa (SO₂), Ossidi di azoto (NO_x,NO,NO₂), Idrocarburi totali, non metanici, metanici (THC,NMHC,MHC), Ozono (O₃)
- Anidride solforosa (SO₂), Polveri
- Stazione mista: Meteo, Anidride solforosa (SO₂), Polveri
- Anidride solforosa (SO₂), Polveri, Ossidi di azoto (NO_x,NO,NO₂), Idrocarburi totali, non metanici, metanici (THC,NMHC,MHC), Ozono (O₃)

1.3. Caratterizzazione ed effetti degli inquinanti

In questo paragrafo viene presentato in forma tabellare un riassunto dei livelli medi dei principali inquinanti atmosferici monitorati presso differenti realtà ambientali e le linee guida di esposizione stilate dall'OMS per escludere significativi effetti sulla salute umana (WHO, 1999; <http://www.who.int>; <http://www.who.nl>).

Si tratta di una raccolta eterogenea di dati provenienti da paesi e situazioni differenti, monitorati secondo tempi e metodiche diverse e quindi aggregati e confrontati con un certo grado di arbitrarietà (Tabella 17). Lo scopo principale è di fornire, in mancanza di dati più precisi e attendibili, un quadro sintetico della situazione di massima che è presumibile attendersi in differenti contesti ambientali (livelli naturali, zone rurali, aree di fondo e urbane di differenti realtà socio-economiche).

Le linee guida elencate invece nella Tabella 18 rappresentano le indicazioni di profilassi sanitaria-ambientale stilate dall'OMS per i livelli medi di esposizione (a breve, medio e lungo termine), al di sotto delle quali non sono riscontrabili significativi effetti sulla popolazione. Si tratta di limiti di esposizione definiti in condizioni standard, sulla base di ricerche epidemiologiche e che quindi come tali non sono direttamente confrontabili con i valori ambientali medi registrati dal sistema di monitoraggio di uno specifico contesto ambientale.

Il superamento nel breve periodo dei limiti indicati nelle linee guida OMS non implica che gli effetti negativi ad essi associati vengano necessariamente riscontrati, ma determina solo un incremento del rischio relativo. Si ricorda inoltre che le linee guida non sono limiti per sé, ma rappresentano standard ai quali gli stati fanno riferimento, tenendo conto anche di fattori addizionali quali: il livello prevalente di esposizione, i livelli naturali di fondo, le condizioni ambientali medie e gli aspetti socio-economici (WHO, 1999).

Di seguito si riporta una breve descrizione dei principali effetti sulla salute umana, dovuti all'esposizione agli inquinanti prodotti dal traffico veicolare.

Ossidi di zolfo (SO_x)

Sono costituiti essenzialmente da biossido di zolfo (SO₂) e in minima parte da anidride solforica (SO₃); rappresentano i tipici inquinanti delle aree urbane e industriali dove l'elevata densità degli insediamenti ne favorisce l'accumulo soprattutto in condizioni meteorologiche di debole ricambio delle masse d'aria. Le situazioni più serie sono spesso verificate nei periodi invernali, ove alle normali fonti di combustione si aggiunge il contributo del riscaldamento domestico. E' comunque da notare che, in seguito alla diffusa metanizzazione degli impianti di riscaldamento domestici, il contributo inquinante degli ossidi di zolfo è notevolmente diminuito nel corso degli anni.

Il biossido di zolfo (SO₂) è un gas dal caratteristico odore pungente. Le emissioni di origine antropica sono dovute prevalentemente all'utilizzo di combustibili solidi e liquidi e correlate al contenuto di zolfo, sia come impurezze, sia come costituenti nella formulazione molecolare del combustibile (gli oli). A causa dell'elevata solubilità in acqua, l'SO₂ viene assorbito facilmente dalle mucose del naso e del tratto superiore dell'apparato respiratorio (solo piccolissime quantità

raggiungono la parte più profonda del polmone). L' SO_2 reagisce facilmente con tutte le principali classi di biomolecole: in vitro sono state dimostrate interazioni con gli acidi nucleici, le proteine, i lipidi e varie altre componenti biologiche. Fra gli effetti acuti imputabili all'esposizione ad alti livelli di SO_2 sono compresi: un aumento della resistenza al passaggio dell'aria a seguito l'inturgidimento delle mucose delle vie aeree, l'aumento delle secrezioni mucose, bronchite, tracheite, spasmi bronchiali e/o difficoltà respiratoria negli asmatici. Fra gli effetti a lungo termine si ricordano le alterazioni della funzionalità polmonare e l'aggravamento delle bronchiti croniche, dell'asma e dell'enfisema. I gruppi più sensibili sono costituiti dagli asmatici e dai bronchitici. È stato accertato un effetto irritativo sinergico in seguito all'esposizione combinata con il particolato, probabilmente dovuto alla capacità di quest'ultimo di veicolare l' SO_2 nelle zone respiratorie profonde del polmone.

Ossidi di azoto (NO_x)

Comprendono il monossido (NO) e il biossido di azoto (NO_2). L'ossido di azoto è un gas inodore e incolore che costituisce il componente principale delle emissioni di ossidi di azoto nell'aria e viene gradualmente ossidato a NO_2 . Il biossido di azoto ha un colore rosso-bruno ed è caratterizzato ad alte concentrazioni da un odore pungente e soffocante. Le fonti antropiche, rappresentate da tutte le reazioni di combustione, comprendono principalmente gli autoveicoli, le centrali termoelettriche ed il riscaldamento domestico.

L' NO_2 è circa 4 volte più tossico dell'NO. I meccanismi biochimici mediante i quali l' NO_2 induce i suoi effetti tossici non sono del tutto chiari, anche se è noto che provoca gravi danni alle membrane cellulari a seguito dell'ossidazione di proteine e lipidi. Gli effetti acuti comprendono: infiammazione delle mucose, decremento della funzionalità polmonare, edema polmonare. Gli effetti a lungo termine includono: aumento dell'incidenza delle malattie respiratorie, alterazioni polmonari a livello cellulare e tissutale, aumento della suscettibilità alle infezioni polmonari batteriche e virali. Il gruppo a maggior rischio è costituito dagli asmatici e dai bambini.

Monossido di carbonio (CO)

Gas incolore e inodore, viene prodotto dalla combustione incompleta delle sostanze contenenti carbonio. Le fonti antropiche sono costituite dagli scarichi delle automobili, soprattutto a benzina, dal trattamento e smaltimento dei rifiuti, dalle industrie e raffinerie di petrolio, dalle fonderie.

Il CO raggiunge facilmente gli alveoli polmonari e quindi il sangue, dove compete con l'ossigeno per il legame con l'emoglobina. La carbossiemoglobina così formata è circa 250 volte più stabile dell'ossiemoglobina e quindi riduce notevolmente la capacità del sangue di portare ossigeno ai tessuti. Gli effetti sanitari sono essenzialmente riconducibili ai danni causati dall'ipossia a carico del sistema nervoso, cardiovascolare e muscolare. Comprendono i seguenti sintomi: diminuzione della capacità di concentrazione, turbe della memoria, alterazione del comportamento, confusione mentale, alterazione della pressione sanguigna, accelerazione del battito cardiaco, vasodilatazione e vasopermeabilità con conseguenti emorragie, effetti perinatali. I gruppi più sensibili sono gli individui con malattie cardiache e polmonari, gli anemici e le donne in stato di gravidanza.

Ozono (O₃)

E' un gas bluastro dall'odore leggermente pungente, che non viene emesso come tale dalle attività antropiche. E' infatti un tipico inquinante secondario, che si forma nell'atmosfera in seguito alle reazioni fotochimiche a carico di inquinanti precursori prodotti dai processi di combustione (NO_x, idrocarburi, aldeidi). Le concentrazioni ambientali di O₃ tendono pertanto ad aumentare durante i periodi caldi e soleggiati dell'anno. Nell'arco della giornata, i livelli sono bassi al mattino (fase di innesco del processo fotochimico), raggiungono il massimo nel primo pomeriggio e si riducono progressivamente nelle ore serali con il diminuire della radiazione solare.

A livello cellulare l'O₃ agisce ossidando i gruppi sulfidrilici presenti in enzimi, coenzimi, proteine e acidi grassi insaturi interferendo così con alcuni processi metabolici fondamentali e provocando il danneggiamento delle membrane degli organelli cellulari. Il bersaglio principale dell'O₃ è l'apparato respiratorio dove i danni principali sono a carico dei macrofagi e delle pareti delle piccole arterie polmonari. Gli effetti acuti comprendono secchezza della gola e del naso, aumento della produzione di muco, tosse, faringiti, bronchiti, diminuzione della funzionalità respiratoria, dolori toracici, diminuzione della capacità battericida polmonare, irritazione degli occhi, mal di testa. Le conseguenze a seguito di esposizioni a lungo termine (croniche) sono: fibrosi, effetti teratogeni, effetti sulla paratiroide e sul sistema riproduttivo. Il ruolo dell'O₃ nell'eziologia dei tumori polmonari non è stato ancora completamente chiarito.

Particolato totale sospeso (PTS)

Viene così identificato l'insieme di tutte le particelle solide o liquide che restano in sospensione nell'aria. Il particolato totale sospeso rappresenta un insieme estremamente eterogeneo di sostanze la cui origine può essere primaria (emesse come tali) o derivata (da una serie di reazioni fisiche e chimiche). Una caratterizzazione esauriente del particolato sospeso si basa, oltre che sulla misura della concentrazione e l'identificazione delle specie chimiche coinvolte, anche sulla valutazione della dimensione media delle particelle. Le particelle di dimensioni maggiori (diametro > 10 µm) hanno un tempo medio di vita nell'atmosfera che varia da pochi minuti ad alcune ore e la possibilità di essere aerotrasportate per una distanza massima di 1-10 Km. Le particelle di dimensioni inferiori hanno invece un tempo medio di vita da pochi giorni fino a diverse settimane e possono venire veicolate dalle correnti atmosferiche per distanze fino a centinaia di Km. La principale conseguenza ambientale per una data regione geografica è che la concentrazione di particelle grossolane è meno uniforme di quelle più fini. La dimensione media delle particelle determina, inoltre, il grado di penetrazione nell'apparato respiratorio e la conseguente pericolosità per la salute umana. Il monitoraggio ambientale del particolato con diametro inferiore a 10 µm (PM₁₀) può essere considerato un indice della concentrazione di particelle in grado di penetrare all'interno della cavità toracica (frazione inalabile). La determinazione delle particelle con diametro inferiore a 2,5 µm, frazione respirabile (PM_{2,5}), è inoltre un indice della concentrazione di una serie molto eterogenea di composti chimici primari o derivati, in grado di raggiungere la parte più profonda del polmone. Tra i composti primari, cioè emessi come tali, vi sono le particelle carboniose derivate dalla combustione di legname e dai fumi dei motori diesel; nella seconda categoria, cioè tra i composti prodotti da reazioni secondarie, rientrano le particelle carboniose originate durante la sequenza

fotochimica che porta alla formazione di ozono, di particelle di solfati e nitrati derivanti dall'ossidazione di SO₂ e NO₂ rilasciati in vari processi di combustione.

Le fonti antropiche di particolato sono essenzialmente le attività industriali e il traffico veicolare. Gli inquinanti originati dal traffico veicolare contribuiscono in modo sostanziale alla produzione di particolato, specialmente per quanto riguarda la frazione fine PM₁₀. Nella maggior parte delle città si registra un incremento percentuale significativo della frazione PM₁₀, anche in presenza di una diminuzione della quantità totale di particolato. Nelle città in cui sono monitorate entrambe le frazioni di particolato (PTS e PM₁₀), e in alcuni casi studio specifici, è stato registrato un rapporto percentuale del PM₁₀ sul particolato totale variabile dal 40 all'80%. La concentrazione media della frazione respirabile PM_{2,5} risulta essere generalmente pari al 45-60% della frazione inalabile PM₁₀.

Ai fini degli effetti sulla salute è quindi molto importante la determinazione delle dimensioni e della composizione chimica delle particelle. Le dimensioni determinano il grado di penetrazione all'interno del tratto respiratorio mentre le caratteristiche chimiche determinano la capacità di reagire con altre sostanze inquinanti (IPA, metalli pesanti, SO₂). Le particelle che si depositano nel tratto superiore o extratoracico (cavità nasali, faringe e laringe) possono causare effetti irritativi locali quali secchezza e infiammazione; quelle che si depositano nel tratto tracheobronchiale (trachea, bronchi e bronchioli) possono causare costrizione e riduzione della capacità epurativa dell'apparato respiratorio, aggravamento delle malattie respiratorie croniche (asma, bronchite ed enfisema) ed eventualmente neoplasie. Le particelle con un diametro inferiore a 5-6 µm possono depositarsi nei bronchioli e negli alveoli e causare infiammazioni, fibrosi e neoplasie. Il particolato fine può anche indurre indirettamente effetti sistemici su specifici organi bersaglio, a seguito del rilascio nei fluidi biologici degli inquinanti da esso veicolati. I gruppi più sensibili sono costituiti dagli asmatici e dai bronchitici. E' stato accertato un effetto sinergico in seguito all'esposizione combinata di particelle sospese e SO₂. Studi più recenti hanno dimostrato che effetti sanitari significativi sono registrabili anche per limitate esposizioni al particolato (< 100 µg/m³ per un breve periodo) ma visto lo stato attuale delle conoscenze l'OMS non ha ritenuto di specificare linee guida univoche a cui attenersi per una efficace prevenzione sanitaria.

Idrocarburi (HC e NMHC)

E' un complesso insieme di composti organici che si trovano nell'aria in fase gassosa e/o particellare. Le fonti antropiche sono costituite soprattutto dagli scarichi degli autoveicoli, dagli impianti termici, dalle centrali termoelettriche e dagli inceneritori di rifiuti. In genere si usa distinguere tra metano (CH₄) e gli altri composti organici, genericamente definiti come idrocarburi non metanici (NMHC). All'interno della grande ed eterogenea classe degli idrocarburi non metanici sono compresi anche gli inquinanti non convenzionali quali il benzene e gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA).

Benzene (C₆H₆)

E' un liquido incolore e dotato di un odore caratteristico. Il benzene è un idrocarburo aromatico tipico costituente delle benzine. Gli autoveicoli rappresentano quindi la principale fonte di

emissione: in particolare, circa l'85% viene immesso nell'aria con i gas di scarico e il 15% rimanente per evaporazione del combustibile e durante le operazioni di rifornimento.

L'intossicazione di tipo acuto è dovuta all'azione del benzene sul sistema nervoso centrale. A concentrazioni moderate i sintomi sono stordimento, eccitazione e pallore seguiti da debolezza, mal di testa, respiro affannoso, senso di costrizione al torace. A livelli più elevati si registrano eccitamento, euforia e ilarità, seguiti da fatica e sonnolenza e, nei casi più gravi, arresto respiratorio, spesso associato a convulsioni muscolari e infine a morte. Fra gli effetti a lungo termine vanno menzionati le interferenze sul processo emopoietico (con riduzione progressiva di eritrociti, leucociti e piastrine) e l'induzione della leucemia nei lavoratori maggiormente esposti. Il benzene è stato inserito da International Agency for Research on Cancer (IARC) nel gruppo 1 cioè tra le sostanze che hanno un accertato potere cancerogeno sull'uomo.

Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Sono costituiti da due o più anelli aromatici condensati e derivano dalla combustione incompleta di numerose sostanze organiche. La fonte più importante di origine antropica è rappresentata dalle emissioni veicolari, seguita dagli impianti termici, dalle centrali termoelettriche e dagli inceneritori.

Gli idrocarburi policiclici aromatici sono molto spesso associati alle polveri sospese. In questo caso la dimensione delle particelle del particolato aerodisperso rappresenta il parametro principale che condiziona l'ingresso e la deposizione nell'apparato respiratorio e quindi la relativa tossicità. Presenti nell'aerosol urbano sono generalmente associati alle particelle con diametro aerodinamico inferiore a 2 µm e quindi in grado di raggiungere facilmente la regione alveolare del polmone e da qui il sangue ed i tessuti. Oltre ad essere irritanti per naso, gola ed occhi, gli IPA sono riconosciuti per le proprietà mutagene e cancerogene. E' accertato il potere cancerogeno di tutti gli IPA a carico delle cellule del polmone, e tra questi anche del benzo(a)pirene (BaP) (gli IPA sono stati inseriti nel gruppo 1 della classificazione IARC). Poiché è stato evidenziato che la relazione tra BaP e gli altri IPA, detto profilo IPA, è relativamente stabile nell'aria delle diverse città, la concentrazione di BaP viene spesso utilizzata come indice del potenziale cancerogeno degli IPA totali.

Metalli Pesanti

Alla categoria dei metalli pesanti appartengono circa 70 elementi (con densità > 5 g/cm³). Tra i più importanti si ricordano: Ag, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Hg, Mn, Pb, Mo, Ni, Sn, Zn.

Le fonti antropiche responsabili dell'incremento della quantità naturale di metalli sono principalmente l'attività mineraria, le fonderie e le raffinerie, la produzione energetica, l'incenerimento dei rifiuti e l'attività agricola. I metalli pesanti sono presenti in atmosfera sotto forma di particolato aerotrasportato; la dimensione delle particelle a cui sono associati e la loro composizione chimica dipende fortemente dalla tipologia della sorgente di emissione. Le concentrazioni in aria di alcuni metalli nelle aree urbane e industriali può raggiungere valori 10-100 volte superiori a quelli delle aree rurali.

Piombo (Pb)

La principale fonte di inquinamento atmosferico è costituita dagli scarichi dei veicoli alimentati con benzina super (il piombo tetraetile veniva usato come additivo antidetonante). Con il definitivo abbandono della benzina “rossa”, i livelli di piombo nell’aria urbana dovrebbero quindi diminuire in modo significativo. Le altre fonti antropiche derivano dalla combustione del carbone e dell’olio combustibile, dai processi di estrazione e lavorazione dei minerali che contengono Pb, dalle fonderie, dalle industrie ceramiche e dagli inceneritori di rifiuti.

Il Pb assorbito attraverso l’epitelio polmonare entra nel circolo sanguigno e si distribuisce in quantità decrescenti nelle ossa, nel fegato, nei reni, nei muscoli e nel cervello. L’intossicazione acuta è rara e si verifica solo in seguito all’ingestione o all’inalazione di notevoli quantità di Pb. La tossicità del Pb può essere spiegata in parte dal fatto che, legandosi ai gruppi sulfidrilici delle proteine o sostituendo ioni metallici essenziali, interferisce con diversi sistemi enzimatici. Tutti gli organi costituiscono potenziali bersagli e gli effetti sono estremamente vari (anemia, danni al sistema nervoso centrale e periferico, ai reni, al sistema riproduttivo, cardiovascolare, epatico, endocrino, gastro-intestinale e immunitario). I gruppi maggiormente a rischio sono costituiti dai bambini e dalle donne in gravidanza. Il livello di piombo nel sangue è l’indicatore più attendibile delle esposizioni ambientali a questo inquinante e le linee guida dell’OMS propongono un valore critico pari ad una concentrazione di 100 µg/l. Alcuni studi condotti sui bambini indicano che una ricaduta al suolo giornaliera superiore a 250 µg/m² è responsabile di un significativo incremento di piombo nel sangue.

Cadmio (Cd)

Benché non abbondante, il cadmio è diffuso largamente nell’ambiente attraverso processi naturali quali sgretolamento, erosione del suolo, aerosol marino, eruzioni vulcaniche, incendi di foreste. Questi processi naturali, come fonte di contaminazione, rivestono un significato assai limitato in confronto alle attività umane. L’uomo infatti contamina l’ambiente tramite diversi processi industriali: la fusione e la raffinazione di minerali di zinco e di platino, la combustione del carbon fossile, l’immissione di materie plastiche (ad esempio polivinili che vengono stabilizzati con cadmio) e di acque residue di impianti galvanici. La concentrazione di cadmio nell’aria aumenta notevolmente in vicinanza di impianti industriali dove viene impiegato.

Nell’intossicazione acuta da fumi e vapori di cadmio, si manifestano sintomi essenzialmente a carico dell’apparato respiratorio, che insorgono in genere dopo 2-4 ore: dispnea, tosse, senso di costrizione toracica, spesso accompagnata da affaticabilità ed intensi dolori muscolari. Nei casi più gravi può manifestarsi anche edema polmonare acuto che può essere anche letale. Spesso l’evoluzione è favorevole nel corso di una settimana, ma le manifestazioni possono persistere anche alcuni mesi.

Nell’intossicazione cronica, l’inalazione di fumi di ossido di cadmio (CdO) per almeno dieci anni si è dimostrata in grado di provocare, in un certo numero di casi, enfisema polmonare. Invece anche molti anni dopo la cessazione dell’esposizione può manifestarsi la bronchite.

Da più indagini ambientali è emerso che, attraverso l’inalazione, l’assunzione risulta inferiore al 15% della concentrazione del livello di fondo stesso ed anche sommando l’effetto dell’assunzione

di alimenti che si fissano nella corteccia renale non sussiste rischio per la salute umana, ad eccezione di soggetti che siano esposti ad altre fonti quali fumo di sigaretta o ambiente di lavoro.

Nichel (Ni)

I processi di erosione da parte del vento sono la fonte naturale principale di nichel nell'atmosfera, seguono le emissioni vulcaniche e le attività biologiche naturali. Il nichel è pure presente nel petrolio e nel carbon fossile, dai quali viene rilasciato nell'atmosfera attraverso la combustione. Nelle aree urbane il traffico automobilistico e il riscaldamento domestico sono le fonti principali di inquinamento da nichel. Tassi più elevati sono stati registrati in aree altamente industrializzate.

Il nichel è considerato un elemento relativamente atossico, analogamente a ferro, cobalto, rame e zinco. E' stato calcolato che l'apporto giornaliero attraverso le vie respiratorie e con la dieta, compreso il consumo di acqua potabile, è di molto inferiore alla dose considerata come limite massimo accettabile (WHO, 1996).

L'intossicazione acuta, in seguito a somministrazione orale dà luogo a gastroenteriti, tremori, paralisi e il decesso avviene per insufficienza cardiaca.

L'intossicazione cronica, in particolar modo per inalazione di composti come il NiO o il NiCl₂, provoca invece polmonite. L'esposizione a polveri industriali di nichel può inoltre causare dermatiti da contatto e la donna risulta più sensibile con un fattore 10 volte maggiore rispetto all'uomo (WHO, 1984).

Sono stati segnalati, tra gli addetti alla raffinazione di Ni, casi di cancro. Sembra che solo alcuni composti quali NiS, NiO e Ni(CO)₄ siano responsabili della cancerogenicità del nichel.

Mercurio (Hg)

I processi naturali di degassificazione sono la fonte principale di Hg nell'atmosfera, cui seguono emissioni provenienti da attività biologiche di vari microrganismi presenti nei sedimenti marini.

Oltre ai processi di origine naturale, contribuiscono all'innalzamento dei livelli rinvenibili nell'atmosfera, specie nelle aree industrializzate, le molteplici attività antropogeniche: estrazione, fusione, impiego in laboratorio e nell'industria, emissioni industriali e combustione del carbon fossile, importante fonte di Hg rilasciato in atmosfera.

L'inalazione di vapori di mercurio (1,2-8 mg/m³) nell'uomo causa intossicazione acuta, provocando un danno permanente al sistema nervoso con possibilità di morte.

L'intossicazione cronica colpisce il sistema nervoso in maniera insidiosa, così che gli effetti tossici non possono essere osservati se non dopo mesi dall'esposizione. La manifestazione fondamentale di questa intossicazione sono i tremori. Al tremore si associa spesso un particolare stato psichico, contrassegnato da depressione con apatia ed irritabilità, cefalee e gastriti.

Il maggior rischio per la salute umana è dato dall'assunzione di prodotti ittici contaminati da mercurio.

Arsenico (As)

Le attività vulcaniche sono la fonte naturale principale di arsenico nell'atmosfera, seguono le polveri aerodisperse e le attività biologiche di vari microrganismi presenti nel suolo e nei sedimenti marini.

Inoltre l'arsenico può essere rilasciato nell'atmosfera per combustione del carbon fossile e fusione di metalli contenenti arsenico come impurità. Valori elevati di arsenico nel particolato si osservano generalmente in vicinanza di fonderie di rame e di zinco e di centrali termoelettriche che bruciano carbone.

Il trasferimento di As all'uomo da fonti ambientali avviene principalmente per via inalatoria e per ingestione di alimenti e acqua.

Mentre l'arsenico elementare non è tossico, anche a dosi rilevanti, i composti ossidati ed i sali pentavalenti e trivalenti, nonché quelli ridotti, quali l'arsina (AsH_3) e derivati (arsine), sono estremamente pericolosi. Nell'aria l'arsenico è presente principalmente sotto forma di particolato come triossido di arsenico. In seguito ad inalazione di arsina si ha una rapida emolisi con anemia, ittero e blocco dei tubuli renali. Concentrazioni di arsina di 250 ppm inalate per 30 minuti provocano la morte.

L'intossicazione cronica provoca diarrea, vomito e sintomi a carico delle vie respiratorie superiori, quali rino-faringo-laringite e perforazione del setto nasale che si manifestano dopo prolungate esposizioni all'As. E' stata segnalata cirrosi epatica in viticoltori che usavano fungicidi arsenicati. In soggetti esposti per lunghi periodi di tempo può verificarsi compromissione del sistema nervoso e disturbi cardiovascolari.

Un incremento di alterazioni cromosomiche è stato osservato sia in pazienti trattati con composti arsenicali che in lavoratori esposti ad arsenico in ambienti di fonderie.

Mentre gli studi sperimentali non hanno dimostrato con sicurezza un potenziale effetto cancerogeno dell'As, indagini epidemiologiche svolte in ambienti di lavoro indicano che esso può indurre il cancro. Infatti tumori della cute sembrano svilupparsi più frequentemente in zone dove l'acqua ha un elevato contenuto di arsenico. Si ritiene inoltre che l'arsenico possa provocare il cancro al fegato (IARC, 1980).

Tabella 17: Livelli ambientali dei principali inquinanti dell'aria registrati in differenti località e condizioni medie (WHO, 1999).

	SO ₂ µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	CO mg/m ³	PTS µg/m ³	PM ₁₀ µg/m ³	PM _{2.5} µg/m ³	O ₃ µg/m ³	C ₆ H ₆ µg/m ³	IPA ng/m ³	Pb µg/m ³
Livelli naturali		0.4-9.4	0.06-0.14				40-70		~ 0	6 *10 ⁻⁴
Aree isolate o di fondo										
- media 24 h								0.51		
- media anno	< 5								< 1 ⁽²⁾	
Aree rurali										
- max 1 h							200-520			
- media 7 h							40-100			
- media 24 h								1.5		
- media anno	5-25				⁽¹⁾	⁽¹⁾		1-5		
Aree urbane città europee										
- max 1 h			< 60				300-400			
- media 8 h			< 20							
- media 24 h	< 500			200-400			< 120	1-10		
- media anno	< 100			50-150	20-98				3-6 ⁽²⁾	
Aree urbane paesi industrializzati										
- media 1 h		940					60-100			0.17-0.18 ⁽³⁾
- max 1 h		75-1000					< 400			
- media 24 h		400					< 120	2.8-40		
- media anno	< 100	20-90			18-47	11-30			1-6 ⁽²⁾	
Aree urbane paesi via di sviluppo										
- media 24 h	< 125									
- media anno	20-40	> 200		> 300	> 100					

Note

(1) a causa della notevole capacità di dispersione delle polveri fini i valori medi registrati nelle aree rurali sono spesso comparabili con i valori minimi delle adiacenti aree urbane (fino a 100 Km di distanza);

(2) la maggior parte delle misurazioni si riferiscono al benzo(a)pirene (BaP) assunto come indicatore del profilo IPA;

(3) si tratta di "misurazioni spot" in differenti città europee e statunitensi e non riferibili con precisione ad un tempo di mediazione di 1 ora.

Tabella 18: Linee guida di esposizione previste dall'OMS per escludere significativi effetti sulla salute umana (WHO, 1999).

	SO₂ μg/m ³	NO₂ μg/m ³	CO mg/m ³	PTS μg/m ³	PM₁₀ μg/m ³	PM_{2.5} μg/m ³	O₃ μg/m ³	C₆H₆ μg/m ³	IPA ng/m ³	Pb μg/m ³
Linee guida OMS										
- media 10 min	500									
- media 15 min			100							
- media 30 min			60							
- media 1 h		200	30				150-200 ⁽³⁾			
- media 8 h			10				120			
- media 24 h	125									
- media anno	50	40								0.5 ⁽⁵⁾
- altro				(1)	(1) (2)	(2)		(4)	(4)	

Note

(1) non esistono indicazioni precise sul tempo minimo di esposizione per evitare significativi effetti sulla salute;

(2) il valore di PM_{2.5} (polveri inalabili) è considerato il miglior indicatore per prevenire eventuali rischi sanitari: non sono state fornite precise linee guida a breve o a lungo termine ma è raccomandata la minor esposizione possibile con elevata presenza di SO₂ e metalli pesanti aerodispersi;

(3) raccomandato nell'edizione del 1987; le più recenti ricerche considerano questa linea guida superflua perché il livello di protezione per la media di 8 h è preventivo anche nei confronti di eventuali esposizioni a breve termine (e quindi comprensivo anche della media di 1 h);

(4) non applicabile: benzene e benzo(a)pirene (BaP) sono stati inseriti da IARC (*International Agency for Research on Cancer*) nel gruppo 1 cioè tra le sostanze ad accertato potere cancerogeno per cui non è possibile definire linee guida per i livelli minimi accettabili di esposizione;

(5) il livello di Pb nel sangue è l'indicatore più attendibile delle esposizioni ambientali; le linee guida indicano un valore critico di concentrazione nel sangue pari a 100 μg/l e quindi su questa base è stata proposta la stima del valore di concentrazione media annuale in aria.

2. Caratterizzazione della pressione

Nelle aree urbane le principali fonti di pressione sull'ambiente atmosferico sono rappresentate da sorgenti di inquinamento quali 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.

2.1. *L'inventario delle emissioni*

L'importanza di disporre di una stima delle emissioni prodotte in aria dalle attività antropiche e da altre sorgenti, anche naturali, riferita al territorio dove si intenda caratterizzare la qualità dell'ambiente atmosferico è già stata sottolineata nel capitolo riguardante gli inventari delle emissioni contenuto nel Rapporto Annuale sulla qualità dell'aria per l'anno 1999 e 2000.

Richiamando alcuni dei concetti fondamentali, si ricorda come un inventario delle emissioni sia un censimento della quantità di inquinanti immessa in atmosfera dalle diverse sorgenti che insistono in una determinata porzione di territorio. Tale documento è suddiviso in diversi livelli informativi relativi a:

- caratterizzazione delle proprietà chimiche degli inquinanti;
- fonti di emissione: attività/tecnologie umane (industria, traffico, riscaldamento ecc.) e sorgenti naturali (vegetazione, vulcani ecc.) responsabili delle emissioni nel territorio considerato;
- localizzazione nello spazio e distribuzione nel tempo delle quantità di inquinanti emesse.

Gli inquinanti generalmente oggetto di interesse per i catasti sono il biossido di zolfo (SO₂), gli ossidi di azoto (NO_x), il monossido di carbonio (CO), le polveri aerodisperse (PM), i composti organici, il Piombo ed altri metalli pesanti.

La costruzione di un "catasto" delle emissioni inquinanti in atmosfera può seguire due approcci tra loro complementari:

- metodo “top-down”, consistente nella scomposizione dell’informazione sulle emissioni contenuta negli inventari nazionali (quale ad es. il CORINAIR) fino a scendere al dettaglio regionale, provinciale e locale (urbano), utilizzando alcuni indicatori statistici utili alla disaggregazione territoriale del dato (ad es.: superficie del territorio, popolazione, ecc.);
- metodo “bottom-up”, più dettagliato rispetto al precedente, dove i dati relativi alle emissioni sono raccolti direttamente presso le aziende o presso altre fonti informative ed organizzati per livelli territoriali crescenti (dall’ambito locale a quello provinciale e regionale, ecc.).

La stima delle emissioni in aria di gas inquinanti, gas serra, composti organici persistenti e metalli pesanti si basa su una metodologia consolidata, ma su cui la ricerca continua ad affinare strumenti e metodi. Il progetto CORINAIR (COordination-INformation-AIR) ne è l’asse portante dal 1985, anno in cui è stato realizzato il primo inventario italiano armonizzato a livello europeo. Successivamente tale inventario è stato aggiornato per altre due volte: nel 1990 e nel 1994.

La Tabella 19 riporta la classificazione delle fonti di emissione, adottata nell’ambito del Progetto Europeo CORINAIR, in termini di “Macrosettori”. Ciascuna delle 11 voci di questo livello è suddivisa in settori (in tutto 76) che sono a loro volta suddivisi in attività (in tutto 375).

Tabella 19: Classificazione di primo livello delle fonti di emissione adottata nell’ambito dei progetti CORINAIR dell’Agenzia Europea dell’Ambiente.

Macrosettori	Descrizione
1	Combustione per la produzione e la trasformazione dell’energia
2	Combustione nei settori commerciale, istituzionale e residenziale e in agricoltura, silvicoltura e pesca
3	Combustione nell’industria
4	Processi produttivi
5	Estrazione e distribuzione di combustibili fossili
6	Uso di solventi e di altri prodotti
7	Trasporto su strada
8	Altre fonti mobili
9	Trattamento e smaltimento rifiuti
10	Agricoltura, silvicoltura e cambiamento d’uso del suolo
11	Natura

La dimensione temporale delle emissioni viene definita in funzione degli scopi in oggetto: per inventari a macroscale, come quelli adottati nella metodologia CORINAIR, viene utilizzato l’arco temporale annuale.

La suddivisione territoriale utilizzata nel progetto CORINAIR fa riferimento alla Nomenclatura delle Unità Territoriali Statistiche (NUTS - Nomenclature of Territorial Units of Statistics) adottata dal Servizio Statistico della Commissione della Comunità Europea. Questa nomenclatura considera quattro livelli di unità territoriali e individua, Paese per Paese, le entità geografico-amministrative corrispondenti.

Per l'Italia, la classificazione è la seguente:

- LIVELLO 1: gruppi di regioni (Italia settentrionale, centrale, meridionale e insulare);
- LIVELLO 2: regioni;
- LIVELLO 3: province;
- LIVELLO 4: comuni.

Il progetto CORINAIR 90 realizza l'inventario per le unità territoriali di livello 4 (comuni), pubblicato sul sito www.sinanet.anpa.it.

Il livello 3, corrispondente alla stima CORINAIR delle emissioni a livello provinciale, è effettuata per due categorie di fonti inquinanti: diffuse e puntuali, secondo la seguente metodologia:

- a) per le sorgenti diffuse (e per le puntuali di minore peso) le emissioni, distinte per inquinante, sono stimate su base territoriale provinciale:

$$E_i/\text{anno} = A_i/\text{anno} * FE_i$$

dove:

- E_i sono le emissioni dovute all'attività i ;
- A_i è un indicatore dell'attività i (ad esempio, il consumo di combustibile, la quantità di energia prodotta, il numero di tonnellate di prodotto);
- FE_i è il fattore di emissione per unità di attività i , espresso in unità di misura appropriata ⁽⁴⁾.

Il fattore di emissione è un valore medio (su base temporale e spaziale) che lega la quantità di inquinante rilasciato in atmosfera con l'attività responsabile dell'emissione.

- b) per le sorgenti puntuali più importanti, denominate LPS (Large Point Sources), le emissioni sono misurate oppure stimate secondo l'approccio precedente, utilizzando fattori specifici per la singola sorgente;
- c) la stima complessiva delle emissioni su base territoriale è data dalla somma delle emissioni diffuse e di quelle puntuali, per cui si ha:

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{diff}} + E_{\text{punt}}$$

Un sistema informativo associato ad un inventario così costituito è in grado di fornire una stima statisticamente attendibile delle quantità complessive, della ripartizione territoriale, della ripartizione per settore economico e dell'evoluzione temporale degli inquinanti emessi, nonché una caratterizzazione puntuale delle sorgenti più significative.

2.2. Informazioni disponibili per l'ambito territoriale veneziano

Per il territorio veneziano sono disponibili due base dati sulle emissioni inquinanti in atmosfera, con caratteristiche spazio-temporali ed approcci concettuali molto diversi e relative rispettivamente al comparto industriale e alle emissioni diffuse in ambito urbano dai settori residenziale e trasporti.

Il catasto delle fonti industriali di Porto Marghera (Progetto Monitor), elaborato dalla Provincia di Venezia secondo l'approccio "bottom-up", ha concluso la fase di raccolta dei dati "storici" nel

⁽⁴⁾ Per una trattazione completa dei Fattori di emissione, si rimanda al sito: www.sinanet.anpa.it.

marzo '99, ed è destinato a costituire lo strumento per il rilascio delle autorizzazioni alle emissioni in atmosfera dell'autorità provinciale.

I dati inseriti sono ricavati dalle autorizzazioni rilasciate dalla Provincia o dalle istanze presentate dalle aziende, al fine di ottenere l'autorizzazione alle emissioni in atmosfera, aggiornate per lo più al 1997, utilizzando i valori delle concentrazioni relative ai diversi inquinanti, correlati con i dati di flusso e con le ore dichiarate di funzionamento medio durante l'anno. Tutte le informazioni sono georeferenziate e visualizzate tramite un GIS (Geographic Information System). L'Amministrazione Provinciale di Venezia ha intenzione di procedere all'aggiornamento ed all'ampliamento del catasto delle fonti industriali; con l'occasione verranno aggiornate ed integrate le base dati relative alle Ditte precedentemente considerate e verranno prese in considerazione ulteriori imprese.

I criteri dettati dal decreto ministeriale del 1991 per la realizzazione dei catasti delle emissioni in atmosfera definiscono la raccolta di informazioni relative esclusivamente ai macro inquinanti, mentre nell'inventario della Provincia sono inserite tutte le sostanze emesse significativamente in aria, anche quelle non dichiaratamente specificate dalla normativa di riferimento.

La seconda base dati di interesse per il presente studio è la valutazione delle emissioni atmosferiche nelle aree urbane con più di 50.000 abitanti, elaborata di recente dall'ANPA.

Le stime sono state effettuate sui dati provinciali CORINAIR 1990 e su 46 indicatori statistici (ISTAT censimento 1991), secondo le linee guida della metodologia "top-down" del European Topic Centre on Air Emission (ETC\AE) dell'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA).

Nella valutazione ed utilizzo di questi dati bisogna porre particolare cautela al termine "area urbana", di cui non esiste una definizione univocamente accettata. In questo contesto è stata adottata quella proposta dall'Organizzazione Mondiale della Sanità per la quale il raggio dell'area urbana, espresso in km, è pari a:

$$R = 0,01 \text{ sqr}(N)$$

ovvero proporzionale alla radice quadrata del numero di abitanti.

Entro questo raggio sono stati conteggiati gli impianti cosiddetti puntuali (Large Point Source, LPS), inventariati secondo la classificazione CORINAIR. L'emissione areale, dovuta a fonti non censite come individuali, è stimata a partire dalle corrispondenti emissioni provinciali pesate rispetto ai relativi indicatori statistici. I dati di emissione sono disaggregati per tipologia di attività, la stessa utilizzata nell'inventario CORINAIR del 1990.

Dal momento che tale base dati non individua l'insediamento industriale di Porto Marghera nel perimetro dell'area urbana di Venezia, nel Rapporto Annuale 2000 si è ritenuto utile riportare almeno i dati relativi alle emissioni diffuse dai settori residenziale, trasporti su strada e altri trasporti, rimandando al catasto provinciale la quantificazione delle emissioni di origine industriale.

I vantaggi dell'inventario su Porto Marghera sono: un elevato grado di aggiornamento e la forte aderenza alla situazione reale. Rimane da verificare la concordanza delle stime emissive, effettuate sulla base delle autorizzazioni rilasciate dalla Provincia, rispetto ai dati reali di emissione.

L'inventario CORINAIR 90 è una metodologia certificata a livello europeo e non presenta errori grossolani di sovrastima o sottostima delle emissioni. Rimane il fatto che è datato, visto che i Fattori di Emissioni per alcuni Macrosettori sono considerevolmente cambiati.

Si rimanda alle elaborazioni presentate nel Rapporto Annuale 2001 (Appendice 1 "Stima delle emissioni da traffico veicolare con applicazione della metodologia COPERT III nel Comune di Venezia").

Se in seguito saranno rese disponibili nuove informazioni sul traffico sarà possibile realizzare un aggiornamento della stima delle emissioni da traffico veicolare in Comune di Venezia.

3. Caratterizzazione dello stato

3.1. Analisi dei dati meteorologici

Ente Zona Industriale di Porto Marghera ha gentilmente fornito i dati meteorologici rilevati dalla propria rete di monitoraggio (stazioni n. 5, n.22 e n. 23): temperatura, direzione e velocità del vento, radiazione solare globale, umidità relativa, precipitazione, pressione.

Nel seguito vengono elencate le elaborazioni presentate sui dati meteorologici a livello mensile, annuale e di semestre caldo (01/04/2002 - 30/09/2002) e freddo (01/01/02 – 31/03/02 e 01/10/2002 - 31/12/2002).

- Temperatura: valori medi mensili, valore medio annuale, giorno tipo della temperatura nel semestre caldo e freddo.
- Vento: rosa dei venti con suddivisione in classi di velocità nel semestre caldo e freddo, giorno tipo della velocità del vento nel semestre caldo e freddo.
- Radiazione solare: valori medi mensili, valore medio annuale.
- Umidità relativa: valori medi mensili, valore medio annuale.
- Precipitazione: valori totali mensili, valore medio annuale.
- Pressione: valori medi mensili, valore medio annuale.
- Classe di stabilità atmosferica di Pasquill: distribuzione delle frequenze della classe di stabilità atmosferica nell'anno 2002.⁵

Le condizioni meteorologiche medie prevalenti nell'area urbana di Venezia, tra il 1975 e il 2002, sono state caratterizzate mediante i dati storici registrati presso le postazioni meteorologiche di Ente Zona Industriale. Per temperatura e precipitazione sono stati elaborati l'anno – tipo e la serie storica dei valori medi annuali.

Da quanto illustrato nei paragrafi seguenti 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3 e 3.1.4 e dai risultati presentati nel Rapporto Annuale sulla qualità dell'aria 2001, si può dedurre come, nell'area presa in esame, prevalgono le seguenti condizioni meteorologiche medie annuali:

- direzione prevalente del vento da NNE e NE;
- velocità del vento non elevate (in prevalenza 2-4 m/s presso la stazione n. 22 dell'Ente Zona Industriale);
- fortemente prevalente la classe di stabilità debole (E), seguita dalle condizioni di neutralità/adiabaticità (D) e di stabilità moderata (F), nell'intero anno 2002; condizioni che, mediamente, non favoriscono la dispersione degli inquinanti nell'atmosfera;
- temperatura media dell'anno – tipo a 10 m più elevata nel mese di luglio e minima nel mese di gennaio (Grafico 1); l'andamento della temperatura media mensile, durante l'anno 2002, non si è discostata significativamente dall'anno – tipo (Grafico 5);

⁵ La stabilità atmosferica è connessa alla tendenza di una particella d'aria, spostata verticalmente dalla sua posizione originaria, a tornarvi o ad allontanarsene ulteriormente. La stabilità atmosferica può essere definita in classi.

- precipitazioni piovose medie dell'anno – tipo con due massimi, uno primaverile avanzato (maggio/giugno) ed uno autunnale (ottobre), con un minimo invernale nel mese di febbraio (Grafico 3); l'andamento della precipitazione totale mensile, durante l'anno 2002, si è discostato significativamente dall'anno – tipo (Grafico 9).

3.1.1. Serie storica dei dati meteorologici

Per quanto riguarda i dati di temperatura dell'aria a 10 m si riportano i grafici dell'anno tipo (Grafico 1) e del valore medio annuale (Grafico 2) su base pluriennale (rilevamenti dal 1975 al 2002 a cura dell'Ente Zona Industriale, stazione n. 23). Per le precipitazioni si presentano analoghe elaborazioni (Grafico 3 e Grafico 4).

Grafico 1

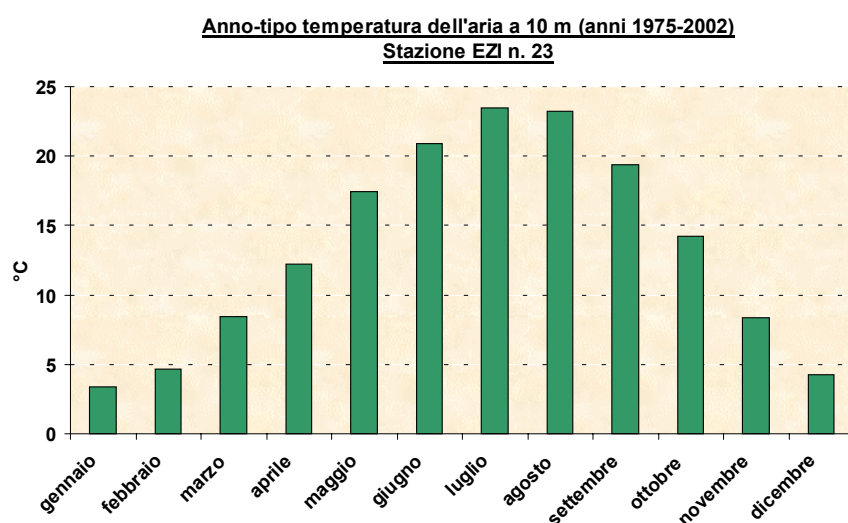


Grafico 2

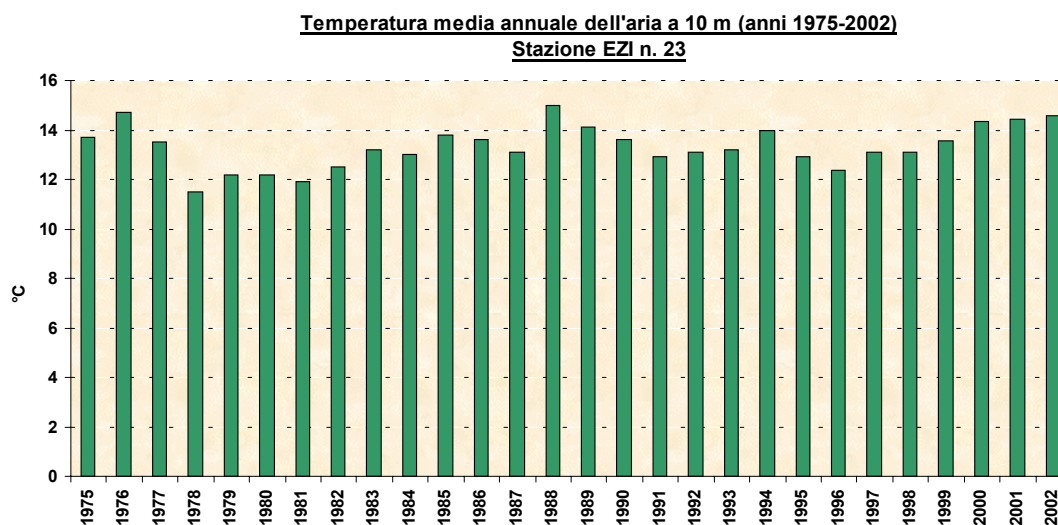


Grafico 3

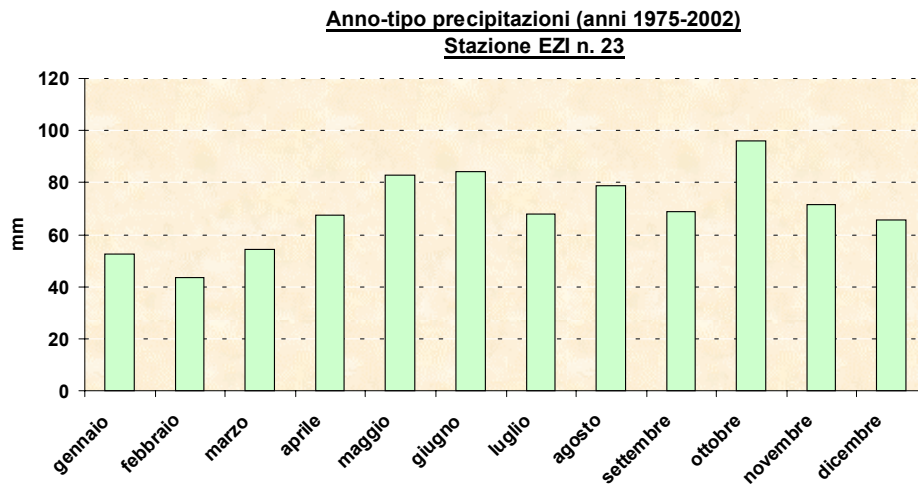
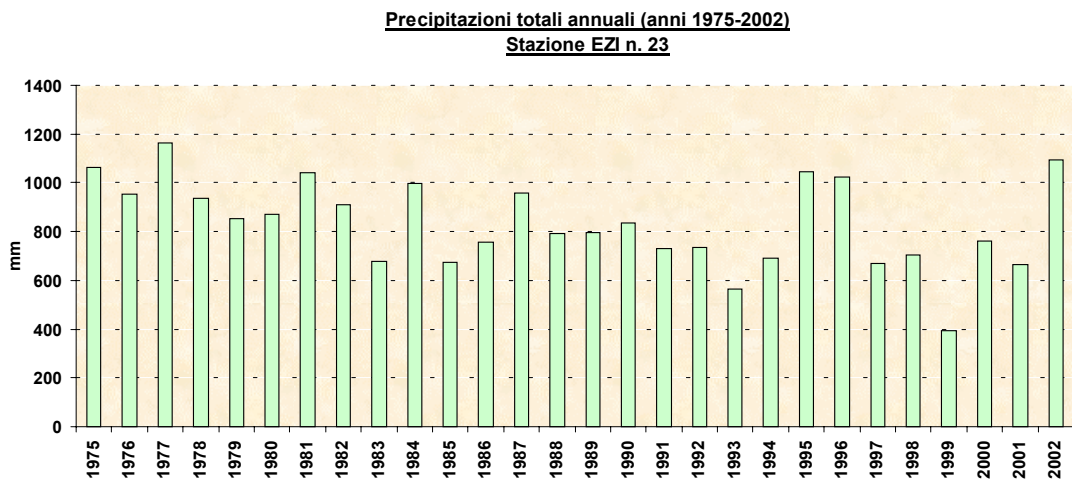


Grafico 4



3.1.2. *Andamento parametri meteorologici anno 2002*

Nel seguito sono riportate le medie mensili, per l'anno 2002, dei parametri meteorologici temperatura dell'aria, radiazione globale, umidità relativa, e pressione atmosferica (Grafico 5 ÷ Grafico 8) ed i totali mensili per la precipitazione (Grafico 9).

Grafico 5: Temperatura media mensile anno 2002.

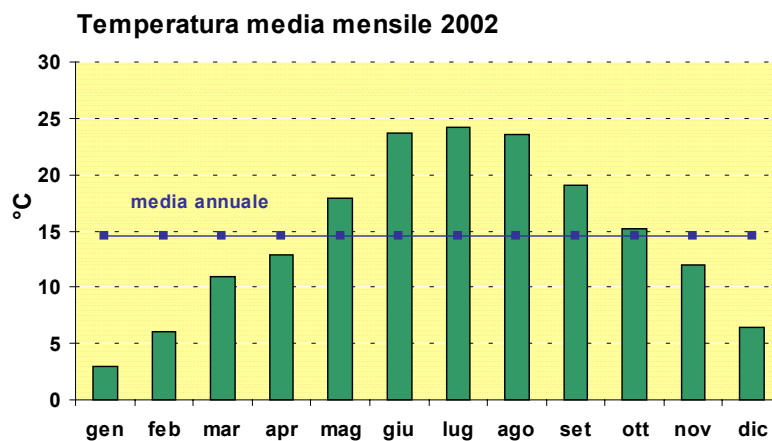


Grafico 6: Radiazione globale media mensile anno 2002.

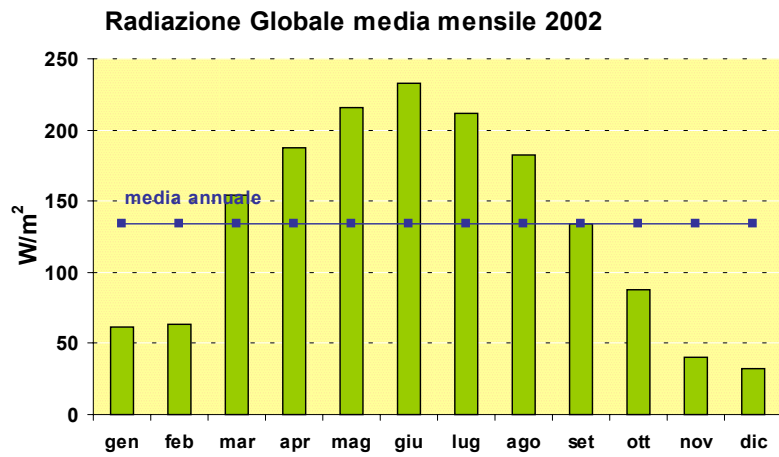


Grafico 7: Umidità relativa media mensile anno 2002.

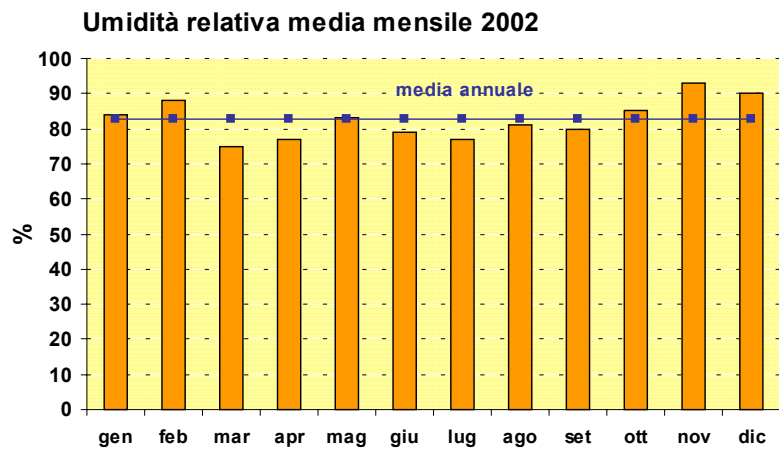


Grafico 8: Pressione media mensile anno 2002.

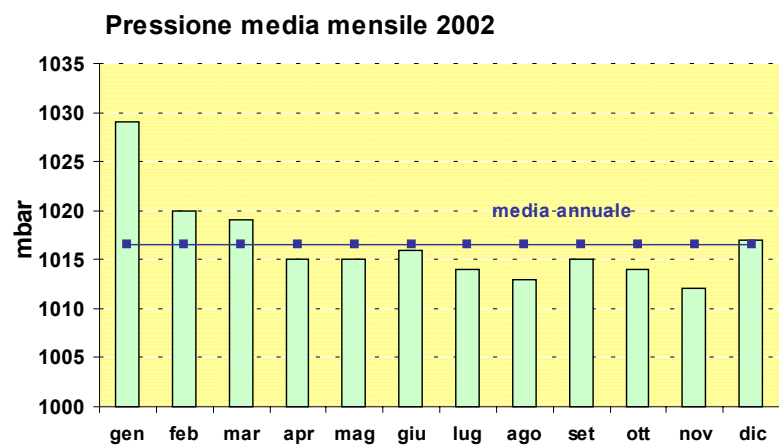
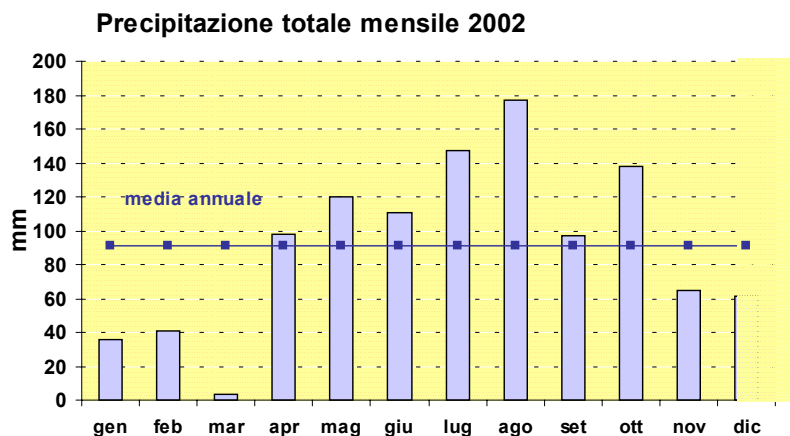


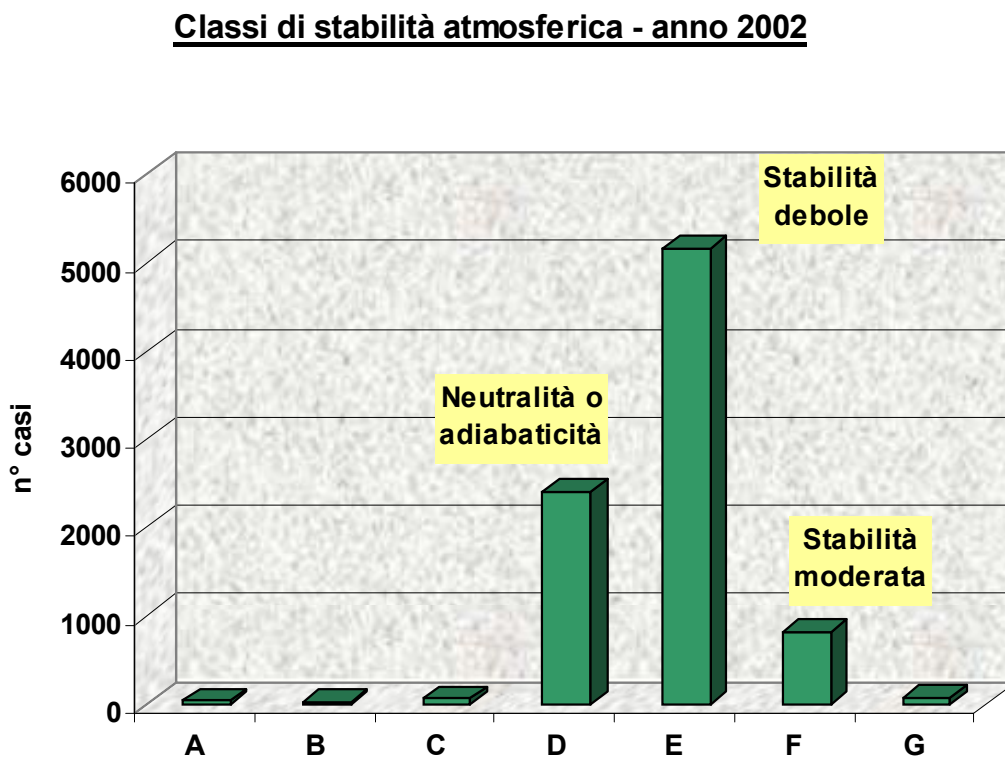
Grafico 9: Precipitazione totale mensile anno 2002.



3.1.3. Classi di stabilità atmosferica anno 2002

La frequenza delle classi di stabilità atmosferica (Grafico 10) è stata calcolata a partire dal gradiente verticale di temperatura ($T_3 - T_1$, temperature registrate presso la stazione n. 23 di Ente Zona Industriale). E' risultata fortemente prevalente la classe di stabilità debole (E), seguita dalle condizioni di neutralità/adiabaticità (D) e di stabilità moderata (F), nell'intero anno 2002.

Grafico 10: Classi di stabilità atmosferica - anno 2002.



3.1.4. Caratterizzazione meteorologica semestre caldo e semestre freddo

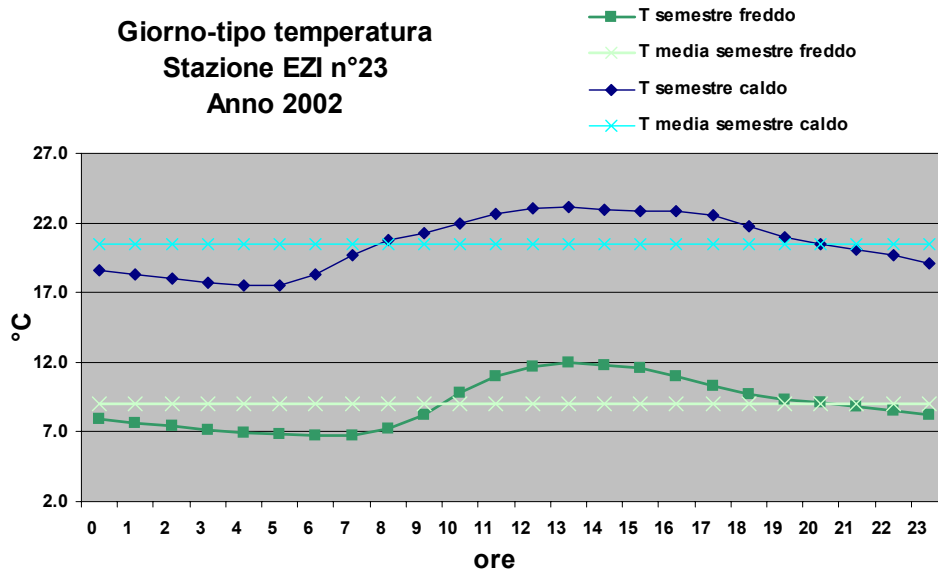
La descrizione dell'ambiente atmosferico su base stagionale, oltre che essere una rappresentazione più prossima (rispetto ad andamenti annuali) ai fenomeni naturali, favorisce anche il confronto e i commenti sul comportamento di quegli inquinanti che risentono delle variazioni stagionali.

L'anno meteorologico, quindi, è stato suddiviso in semestre "caldo" (comprendente i mesi da aprile '02 a settembre '02) e semestre "freddo" (comprendente i mesi da gennaio '02 a marzo '02 e da ottobre '02 a dicembre '02).

Per entrambi i periodi è stato descritto il giorno tipo di temperatura dell'aria e velocità del vento e la rosa delle direzioni del vento prevalente (Grafico 11, Grafico 12, Grafico 13, Grafico 14).

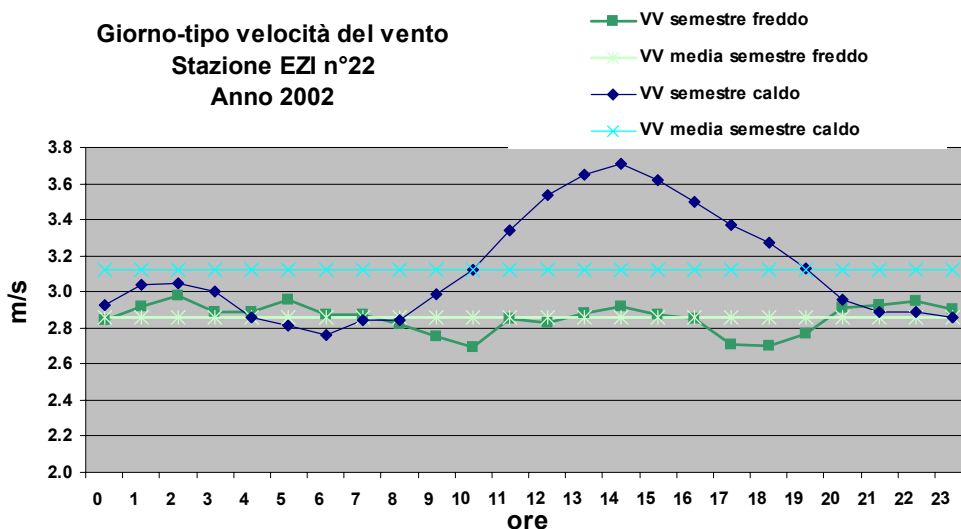
L'andamento della temperatura dell'aria per il giorno tipo risulta quasi completamente sovrapponibile nei due periodi, salvo per l'aumento del valore assoluto nel semestre caldo. Il giorno tipo presenta un trend in crescita in corrispondenza dell'insolazione diurna (che risulta quindi leggermente anticipato e prolungato nella fase estiva).

Grafico 11: Giorno tipo temperatura dell'aria semestre caldo e freddo.



La velocità del vento nella giornata tipo del semestre caldo è caratterizzata in generale da un incremento nelle ore centrali, durante il quale si verifica un maggiore grado di rimescolamento dell'atmosfera. Questo fenomeno non si osserva nei mesi invernali per i quali la velocità oscilla in modo relativamente contenuto attorno alla media.

Grafico 12: Giorno tipo velocità del vento semestre caldo e freddo.



Per quanto riguarda la direzione e velocità del vento si riportano i dati riferiti alla stazione n. 22 dell'Ente Zona Industriale relativi ad una quota di 40 m.

Il semestre caldo presenta prevalentemente venti da NE (frequenza 13.5%) e NNE (frequenza 10.8%) con una forte componente da SSE (frequenza 10.1%) ed una percentuale del 53% di velocità comprese tra i 2 e 4 m/s.

Anche nel semestre freddo l'intervallo di velocità prevalente è tra i 2 e 4 m/s (nel 44% dei casi) e permane come principale la componente NNE (16.8%) assieme alla direzione NE (13.9%).

Si nota che nel semestre freddo non è presente con la stessa frequenza la componente del vento da SSE, riscontrata nel semestre caldo.

Grafico 13: Rosa dei venti semestre caldo 2002.

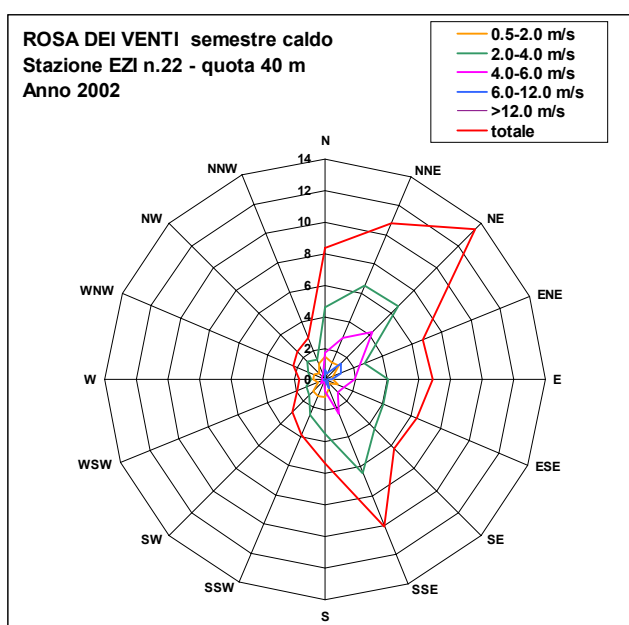
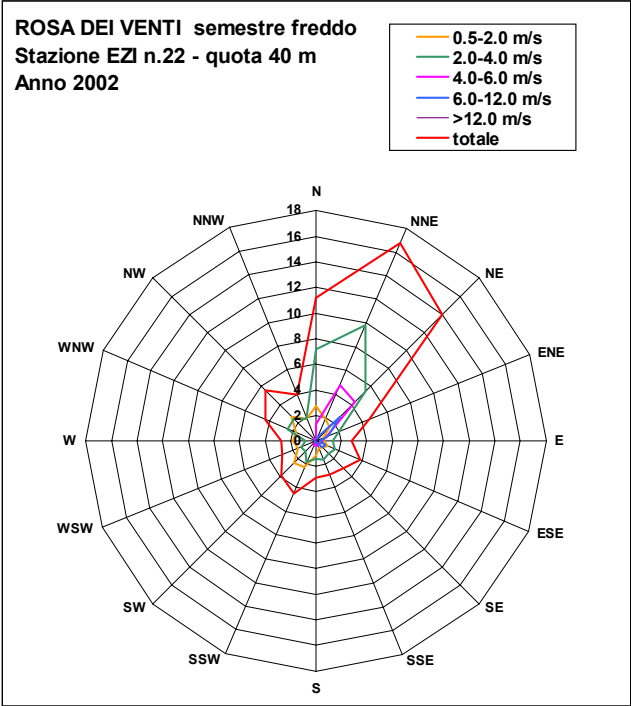


Grafico 14: Rosa dei venti semestre freddo 2002.



3.2. Analisi della qualità dell'aria per l'anno 2002

3.2.1. Classificazione degli inquinanti

I fenomeni di inquinamento sono il risultato di una complessa interazione tra vari fattori; alcuni portano ad un accumulo degli inquinanti, mentre altri 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 rimescolamento dell'aria, sono alcuni dei principali fattori che producono variazioni spazio-temporali nella composizione dell'aria.

Le sostanze inquinanti presenti in atmosfera possono dare luogo a reazioni. Gli inquinanti primari sono emessi direttamente in atmosfera, mentre gli inquinanti secondari si originano per trasformazione chimica a seguito dell'emissione in atmosfera.

Gli inquinanti primari possono essere di tipo gassoso o particellare.

Tra i gas si segnalano in particolare:

- composti dello zolfo (SO₂, H₂S);
- composti dell'azoto (NO, NH₃);
- composti del carbonio (idrocarburi, 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 µm e fini quelle con diametro minore di 2 µm .

Dal punto di vista sanitario si usa distinguere le particelle inalabili, aventi diametro minore di 10 µm (PM₁₀), dalle particelle respirabili, aventi diametro minore di 2,5 µm (PM_{2,5}).

Le particelle fini sono generate, principalmente, da processi di combustione naturali ed antropogenici e da processi chimici di conversione (particelle "secondarie"), mentre quelle grossolane si formano per azione meccanica, termine che include processi a bassa temperatura (ad es. risospensione di particelle terrigene da traffico ed attività agricole o produzione di 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.) e da acidi (ad es.: acido cloridrico, nitrico, solforico, etc.) e basi (ad es.: ammoniaca, etc.).

I principali inquinanti secondari di tipo gassoso sono:

- NO₂ derivante da NO primario;
- O₃ prodotto 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 SO₂ in solfati, SO₄⁼;
- la trasformazione di NO₂ in nitrati, NO₃⁻;
- la trasformazione di composti organici in particelle organiche.

3.2.2. *Criteri di analisi delle serie storiche di concentrazioni inquinanti*

Nella presentazione dei dati e delle relative analisi, si ritiene più utile verificare il comportamento del singolo inquinante sull'intero territorio comunale, in modo che se ne possa apprezzare l'importanza complessiva, piuttosto che aggregare le informazioni sulla qualità dell'aria per ciascun sito di monitoraggio. Contestualmente vengono evidenziate eventuali criticità locali caratteristiche del particolare sito di misura.

A questo scopo, la descrizione dell'analisi dei dati condotta per ciascuna sostanza inquinante nei successivi paragrafi, si compone dei seguenti punti:

- **Siti di misura**, ove sono evidenziate le posizioni in cui sono situate le stazioni di monitoraggio che hanno contribuito alla costruzione dell'archivio dati per la sostanza in esame.
- **Caratteristiche generali**, dove vengono ricordate le proprietà principali della sostanza considerata, oltre che le principali fonti di emissione per la stessa.

Per ogni inquinante e per ciascuna stazione, sono stati elaborati una molteplicità di parametri descrittivi illustrati nel seguito.

▪ **Analisi statistica dei dati.** Sono stati calcolati i principali parametri statistici, relativi agli inquinanti convenzionali, per il periodo annuale compreso tra il 1 gennaio 2002 e il 31 dicembre 2002, quali:

- % dati validi (calcolata su base oraria per NO₂, CO, O₃, NMHC e su base giornaliera per SO₂, PTS);
- media (valore medio della distribuzione dei dati);
- 25° percentile (valore che si posiziona al di sotto del 75% dei dati);
- mediana (valore che si posiziona al 50% dei dati ovvero nella posizione centrale della distribuzione degli stessi);
- 75° percentile (valore che si posiziona al di sopra del 75% dei dati);
- 98° percentile (valore che si posiziona al di sopra del 98% dei dati, ovvero indice del massimo);
- mediana semestre freddo (mediana dell'insieme di dati misurati nel primo e ultimo trimestre dell'anno);
- 95° percentile (valore che si posiziona al di sopra del 95% dei dati).

In Allegato 1 è riportata una tabella delle statistiche descrittive per tutti gli inquinanti misurati in ciascuna stazione, ai sensi della normativa vigente.

▪ **Confronto con i valori limite.** Le diverse analisi che contribuiscono a definire lo stato della qualità dell'aria comprendono l'osservazione del comportamento dei diversi inquinanti nel lungo e breve periodo, in funzione delle loro specifiche proprietà chimiche e di diffusione, permettendo di conseguenza di delineare scenari rispettivamente cronici ed acuti.

Lo scenario di inquinamento cronico nell'area veneziana (Allegato 2) è stato descritto mediante alcuni indicatori di qualità identificati nei valori limite annuali ed invernali fissati dal DPCM 28/03/83 ed ancora validi in fase transitoria, e dal DM 60/02 per il biossido di azoto (NO₂).

In questo scenario sono stati presi in considerazione anche i valori limite di protezione della vegetazione fissati dal DM 60/02 per biossido di zolfo (SO₂) ed ossidi di azoto (NO_x). E' necessario tener presente che nessuna delle stazioni dell'attuale rete di monitoraggio, che è in corso

di adeguamento, risponde esattamente alle caratteristiche richieste nell'Allegato VIII del DM 60/02 per i siti destinati alla protezione degli ecosistemi o della vegetazione (ubicazione a più di 20 Km dagli agglomerati o a più di 5 Km da aree edificate diverse dalle precedenti o da impianti industriali o autostrade). Perciò il superamento dei valori limite di protezione della vegetazione valutato nelle diverse stazioni della rete rappresenta un riferimento puramente indicativo.

Gli episodi di inquinamento acuto sono stati delineati attraverso la quantificazione degli eventi di superamento:

- delle soglie di allarme, valori limite orari e valori limite di 24 ore per la protezione della salute umana (ai sensi del DM 60/02);
- del limite di 10 mg/m^3 mediato sulle 8 ore e del limite orario di 40 mg/m^3 per il monossido di carbonio (ai sensi del DPCM 28/03/83);
- del livello di attenzione e di allarme per l'ozono (ai sensi del DM 25/11/94);
- del limite orario di $200 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ e dei livelli di protezione della salute e della vegetazione per l'ozono (ai sensi del DM 16/05/96).

E' stato, quindi, calcolato il numero di giorni durante i quali sono stati rilevati dei superamenti; in Allegato 3 è riportato il dettaglio del numero di superamenti delle soglie di allarme e dei valori limite per ciascuna stazione della rete.

Va precisato che presso le stazioni di monitoraggio di via Circonvallazione (dal 31/01/02), via Bottenigo (dal 25/07/02), Parco Bissuola (dal 31/07/02) e Sacca Fisola (dal 31/07/02) l'analizzatore di polveri sospese totali (PTS) è stato sostituito con l'analizzatore automatico di polveri inalabili PM_{10} . Di conseguenza, i dati di concentrazione di PTS rilevati non sono rappresentativi dell'intero anno 2002 ed i parametri statistici non possono essere confrontati con i valori limite fissati dalla normativa.

▪ **Persistenza degli inquinanti.** Questo tipo di rappresentazione ha lo scopo di rappresentare graficamente quanto a lungo la concentrazione di una sostanza eccede una determinata soglia, e quante volte ciò accade nell'arco dell'anno. Le soglie considerate sono i valori limite rispetto ai relativi periodi di riferimento, indicati con il termine di Tempi di Mediazione (TdM). I TdM scelti sono: ore, giorni o periodi di 3 o di 8 ore.

Gli istogrammi mostrano la distribuzione percentuale delle persistenze nel tempo per tutti quei casi in cui si realizza il superamento della soglia prescelta ed indicano il superamento di un certo numero di tempi di media, indicato sull'asse delle ascisse (1 TdM, 2 TdM, 3 TdM, fino a 5 TdM, fino a 10 TdM, etc.).

I grafici a torta illustrano quanto pesano i casi in cui si riscontra il superamento della soglia sul computo totale dei dati monitorati, indicando la percentuale di dati oltre la soglia, la percentuale di dati validi e la percentuale di dati invalidi rispetto al totale.

▪ **Giorno tipo,** ossia la media dei valori riscontrati durante tutto l'anno, per ciascuna ora del giorno. E' stata fatta un'ulteriore distinzione tra giorni feriali e fine settimana (dalle 00.00 del sabato alle 24.00 della domenica). In genere, tali grafici presentano un dato mancante in corrispondenza dell'orario di taratura di ciascun inquinante.

▪ **Media annuale per gli inquinanti non convenzionali e per i metalli.** Il monitoraggio estensivo per l'anno 2002 dei parametri non convenzionali (benzene, benzo(a)pirene e PM_{10}) e dei

metalli (arsenico, cadmio, mercurio, nichel e piombo) presso le tre postazioni di misura fisse di Parco Bissuola, via A. Da Mestre e via Circonvallazione ha consentito il calcolo della media annuale da raffrontare con i valori limite fissati dal DM 60/02 per PM₁₀, benzene e piombo, con gli obiettivi di qualità fissati dal DM 25/11/94 per il benzo(a)pirene e con i valori limite proposti nella direttiva europea in preparazione per arsenico, cadmio, mercurio e nichel (Tabella 5 e Tabella 25).

▪ **Trend storico.** Per ciascuna stazione di monitoraggio è stato rappresentato graficamente l'andamento di tutti gli inquinanti negli ultimi anni (1994 – 2002) attraverso la mediana ed il 98° percentile. Disponendo di un archivio storico significativo, è importante porre a confronto tra di loro le concentrazioni di inquinanti rilevati negli ultimi anni. In particolare, è interessante conoscere la variazione della 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.

▪ **Analisi spaziale.** Per un'analisi di tipo spaziale dei dati relativi ad una singola sostanza rilevata presso varie stazioni di monitoraggio, si rimanda alle matrici di correlazione presentate nel Rapporto Annuale 1999 e 2000 e all'approfondimento dello studio delle correlazioni esistenti tra le serie storiche dei vari inquinanti presentato nel Rapporto Annuale 2001, che ha posto particolare attenzione alle correlazioni tra le serie rilevate nelle stazioni di via Circonvallazione e via A. Da Mestre.

Nel paragrafo 3.2.13 sono stati confrontati i dati di PM₁₀ determinati con metodo gravimetrico e automatico.

3.2.3. Efficienza della rete di monitoraggio e controllo di qualità dei dati

La rete ARPAV di monitoraggio fornisce, nel corso dell'anno, le informazioni in base alle quali è possibile valutare il rispetto degli standard di riferimento per la qualità dell'aria (paragrafo 1.1) nel territorio del Comune di Venezia.

Alcuni analizzatori rendono disponibile un dato ogni ora, ottenuto come media delle analisi di campionamenti molto più frequenti eseguiti nel corso dell'ora precedente; per altri tipi di inquinanti, quali le PTS, il dato viene fornito ogni due ore.

Di volta in volta la serie storica dei dati viene elaborata in modo da consentire il confronto con il valore di riferimento appropriato, come descritto nel paragrafo 3.2.2.

Nelle tabelle riportate in Allegato 1 è possibile verificare l'efficienza della rete di monitoraggio considerando l'informazione sulla percentuale di dati validi disponibili, per tutti gli inquinanti, nelle varie stazioni. La situazione di "fuori servizio", che implica la non disponibilità del dato, può essere attribuita generalmente ad un malfunzionamento della strumentazione di misura o alla mancata acquisizione del dato; l'Ufficio Reti di Monitoraggio del Servizio Territoriale del Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia, che gestisce la rete di monitoraggio, controlla scrupolosamente il corretto funzionamento della rete attivando tempestivamente la Ditta responsabile della manutenzione degli analizzatori, laddove se ne ravvisi la necessità.

Osservando la percentuale dei dati validi, si può constatare che l'efficienza della rete, limitatamente alla strumentazione automatica installata presso le stazioni fisse, si è mantenuta, nel corso di tutto il 2002, su valori attorno al 91 % per i parametri chimici e al 98 % per quelli meteo.

Si rammenta che la stazione di Mestre - Via Da Verrazzano, come è noto, è stata completamente distrutta da un incidente automobilistico avvenuto il 16 luglio 2001. Per sopperire parzialmente alla mancanza della stazione di rilevamento in questa zona della città, sono state realizzate varie campagne con la Stazione Rilocabile Verde a partire dai primi mesi del 2002; in particolare dal 15 marzo al 12 luglio e dal 12 agosto al 9 ottobre (si rimanda alla Relazione tecnica della campagna di monitoraggio in via Da Verrazzano riportata in Appendice). Inoltre sono stati pianificati appositi monitoraggi del benzene mediante campionatori passivi, descritti nel paragrafo 3.3.

Da segnalare che, nel corso del 2002, la rete di monitoraggio è stata integrata con quattro analizzatori per la misura in continuo delle polveri inalabili (PM₁₀); in particolare a far data 1° febbraio presso la stazione di Mestre - Via Circonvallazione, mentre a far data 1° agosto presso le stazioni di Marghera - Via Bottenigo, Venezia - Sacca Fisola e Mestre - Parco Bissuola.

Al fine di mantenere alta l'efficienza della rete di monitoraggio e di fornire dati di buona qualità sull'inquinamento atmosferico, all'interno del contratto di manutenzione della rete sono previsti molteplici controlli (Tabella 20) con cadenza giornaliera, mensile, trimestrale, semestrale o annuale.

Tabella 20: Controlli programmati sulla strumentazione installata presso tutte le stazioni della rete ARPAV di monitoraggio della qualità dell'aria.

Manutenzione strumentazione analitica	Frequenza
Sostituzione filtri depolveratori	mensile
Controllo flussi e regolazione	Ordinaria/trimestrale
Pulizia capillari	Ordinaria/trimestrale
Calibrazione automatica (esclusi BTEX)	giornaliera
Taratura chimica	trimestrale
Taratura elettrica	trimestrale
Manutenzione programmata	trimestrale
Controllo e pulizia circuito pneumatico	semestrale
Controllo sorgenti a permeazione	trimestrale
Verifica sorgenti emissive interne (U.V., I.R., Raggi Beta)	trimestrale
Sostituzione elementi catalizzanti	annuale
Sostituzione elementi selettivi	annuale

Sono inoltre previsti ulteriori controlli eseguiti o assistiti da personale ARPAV; per il 2002, ad esempio, sono programmati quelli riportati in Tabella 21.

Tabella 21: Verifiche funzionali a campo della rete ARPAV di monitoraggio della qualità dell'aria.

Verifiche funzionali a campo	Periodo
Allineamento degli analizzatori di O ₃ con calibratore portatile	primavera
Verifiche O ₃ nel periodo estivo/primaverile	a campione
Verifica a campo degli analizzatori di SO ₂ - CO - NO _x - HC - BTEX con Campioni di 2^a linea	a campione

Va segnalato che nel corso del 2002 è stata accreditata la misura delle polveri inalabili (PM₁₀) da parte del Servizio Laboratori del Dipartimento ARPAV Provinciale, già certificato dal SINAL per molte altre attività analitiche. Per l'anno in corso sarà cura del Servizio Laboratori prevedere di estendere l'accreditamento anche alla fase di campionamento delle suddette polveri.

L'obiettivo futuro è quello di inserire le reti di rilevamento dell'inquinamento atmosferico (RRQA) in un Sistema Qualità, al fine di aumentare il grado di intercomparabilità dei dati a livello

locale, nazionale e comunitario. Le RRQA saranno gradualmente inserite nei processi di accreditamento attuati dai singoli Dipartimenti ARPAV Provinciali, in un'ottica che prevede la "migrazione" di tutte le prestazioni in un Sistema Qualità complessivo dell'Agenzia.

Per i controlli di qualità sui campionatori passivi radiello si veda il paragrafo 3.3.

3.2.4. Biossido di zolfo (SO₂)

Siti di misura. Le stazioni della rete dotate di analizzatori automatici di biossido di zolfo (SO₂) sono 7:

Parco Bissuola (A); via Bottenigo (A); Sacca Fisola (B); viale S. Marco (B); via Antonio Da Mestre (B); Maerne (D); Malcontenta (I/B).

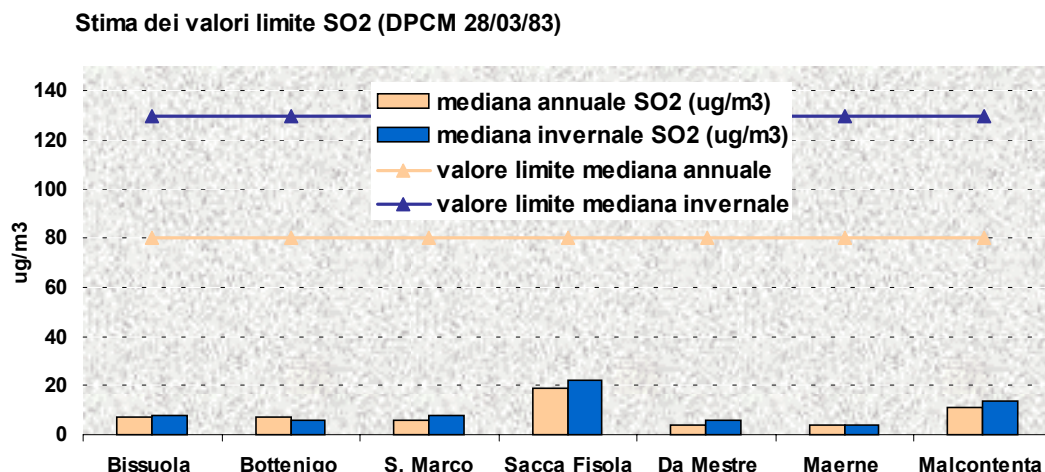
Caratteristiche generali. Gli ossidi di zolfo, costituiti da biossido di zolfo (SO₂) ed in piccole quantità da triossido di zolfo o anidride solforica (SO₃), sono composti originati da processi di combustione di combustibili contenenti zolfo che si svolgono nell'ambito della produzione di elettricità e di calore (centrali termoelettriche e produzione di calore anche a fini domestici). 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, in particolare, si può stimare che una percentuale assai rilevante 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.

Il biossido di zolfo nell'anno 2002: analisi spaziali e temporali

Considerando le stazioni dell'intera rete di monitoraggio (Grafico 15) si osserva che il biossido di zolfo non presenta superamenti del valore limite di 80 µg/m³ (mediana annuale delle medie giornaliere) e del valore limite di 130 µg/m³ (mediana invernale delle medie giornaliere) fissati dal DPCM 28/03/83 e s.m.i. ed ancora validi in fase transitoria fino al 31/12/04 (Tabella 5).

Grafico 15: Confronto della mediana annuale ed invernale delle concentrazioni giornaliere di SO₂ con il valore limite anno 2002 (DPCM 28/03/83 e s.m.i.).



Le situazioni meno positive sono quelle di Sacca Fisola (mediana annuale pari a $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e di Malcontenta ($11 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Si fa notare inoltre come nella stazione di Sacca Fisola il valore limite orario per la protezione della salute umana di $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di SO_2 da non superare più di 24 volte per anno civile e da raggiungere al 1 gennaio 2005 (DM 60/02), è stato oltrepassato in quattro occasioni nell'anno 2002 (29/01/02 ore 10.00, 05/02/02 ore 13.00 e 14.00, 05/04/02 ore 9.00) (Grafico 17). Lo stesso valore limite aumentato del margine di tolleranza previsto per l'anno 2002 e pari a $440 \mu\text{g}/\text{m}^3$, è stato superato solo in due di queste quattro occasioni (29/01/02 ore 10.00, 05/02/02 ore 13.00) (Grafico 16).

Grafico 16: Episodi di inquinamento acuto – numero di giorni in cui si è verificato almeno un superamento della soglia di allarme o dei valori limite fissati per l' SO_2 dal DM 60/02.

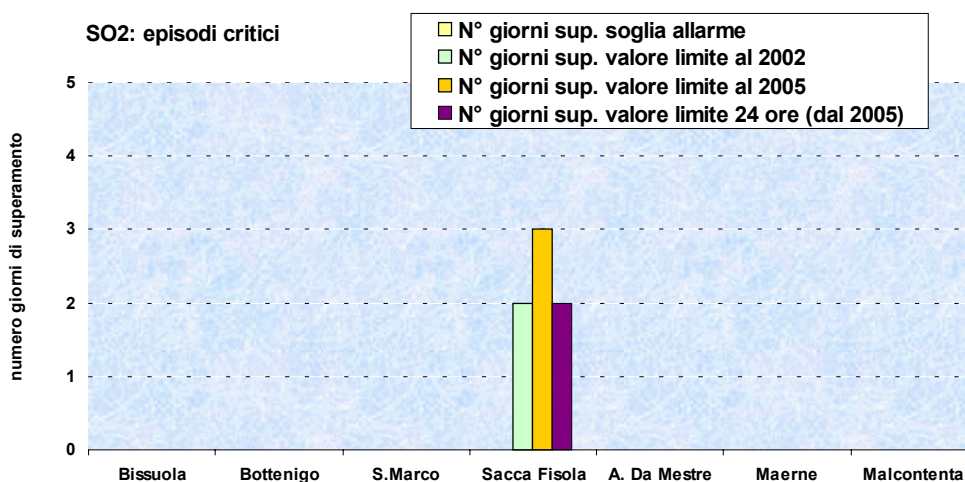
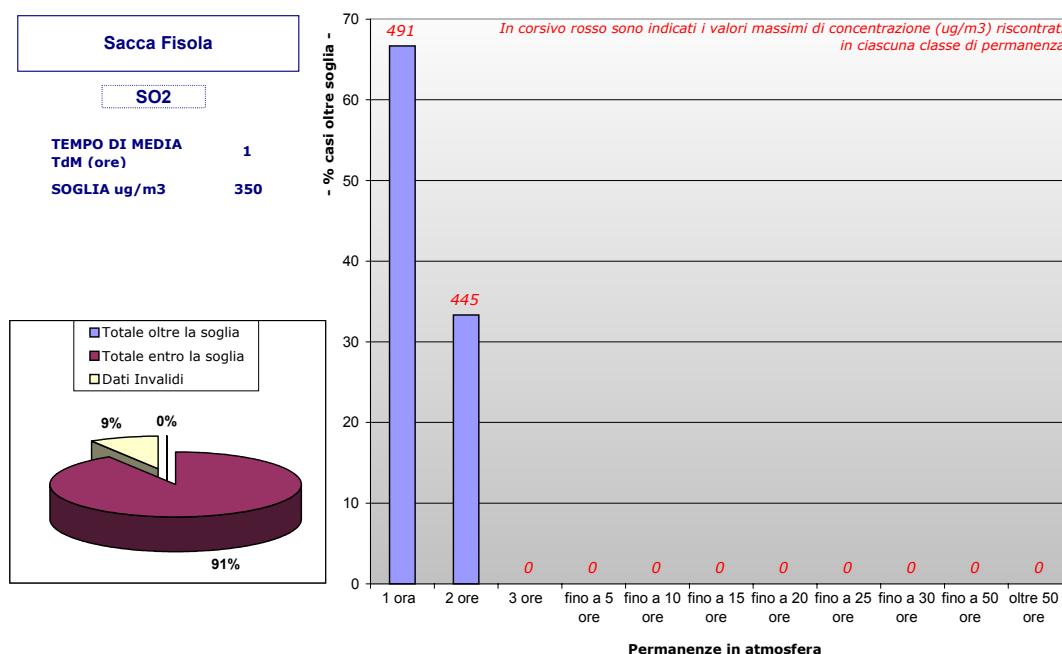


Grafico 17: Permanenza in atmosfera delle concentrazioni di SO_2 mediate su 1 ora superiori ai $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



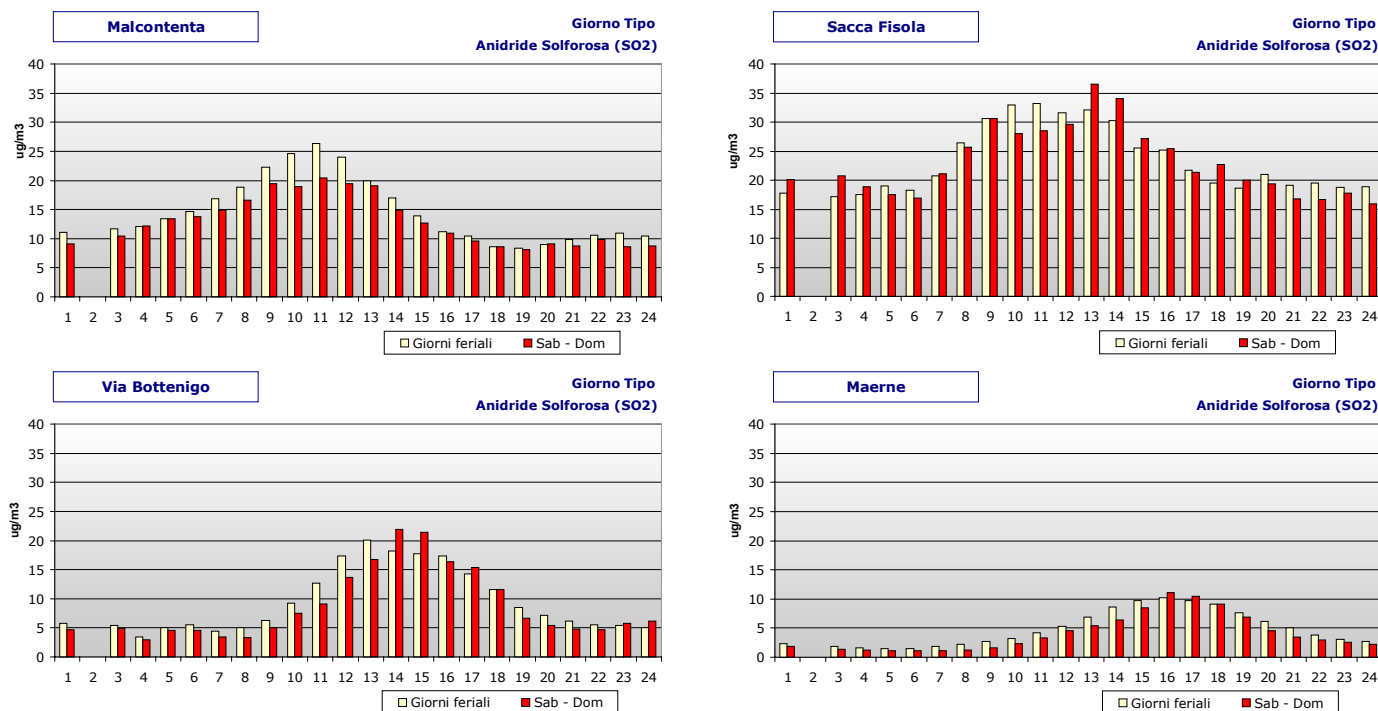
In tutte le altre stazioni considerate non sono stati riscontrati superamenti dello stesso valore limite e sono presenti valori generalmente bassi per questo parametro.

La soglia di allarme di SO_2 pari a $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ non è mai stata superata.

Dai grafici del giorno tipo (Grafico 18) si evidenzia che i valori maggiori delle concentrazioni di SO₂, mediate nell'intero anno 2002, sono state raggiunte alle ore 11.00 a Malcontenta, dalle ore 10.00 alle ore 14.00 a Sacca Fisola, alle ore 14.00 in via Bottenigo e alle ore 16.00 a Maerne.

Complessivamente si misura un aumento di SO₂ nelle ore centrali della giornata.

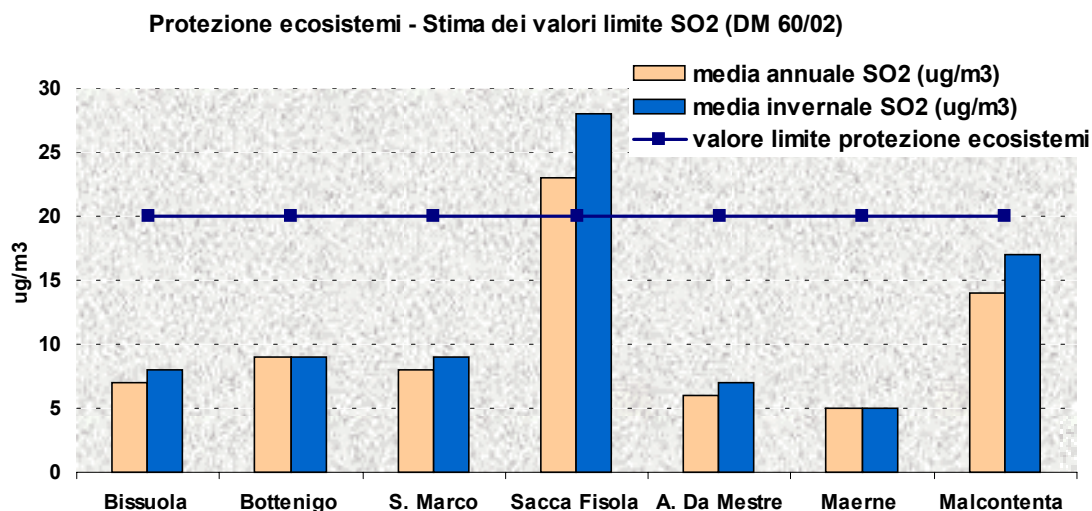
Grafico 18: Giorno tipo anno 2002.



Nelle stazioni di Malcontenta, Sacca Fisola e via Bottenigo si trova la maggior differenza tra i valori di SO₂ relativi al giorno tipo feriale e quelli relativi al sabato e domenica tipo; generalmente dalle ore 10.00 alle ore 12.00 prevale la concentrazione di SO₂ misurabile nei giorni lavorativi, mentre dopo le ore 14.00 prevale la concentrazione di SO₂ misurata di sabato e domenica.

Riguardo al valore limite annuale per la protezione degli ecosistemi introdotto dal DM 60/02 (con le avvertenze discusse nel paragrafo 1.2.1 per le stazioni in cui valutare tali limiti), esso è stato superato solo presso la stazione di Sacca Fisola (Grafico 19).

Grafico 19: Confronto della media annuale ed invernale delle concentrazioni orarie di SO₂ con il valore limite annuale di protezione degli ecosistemi anno 2002 (DM 60/02).



3.2.5. Ossidi di azoto (NO_x)

Siti di misura. Le stazioni della rete dotate di analizzatori automatici di ossidi di azoto (NO_x) sono 7:

Parco Bissuola (A); via Bottenigo (A); Sacca Fisola (B); viale S. Marco (B); via Antonio Da Mestre (B); Maerne (D); Malcontenta (I/B).

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

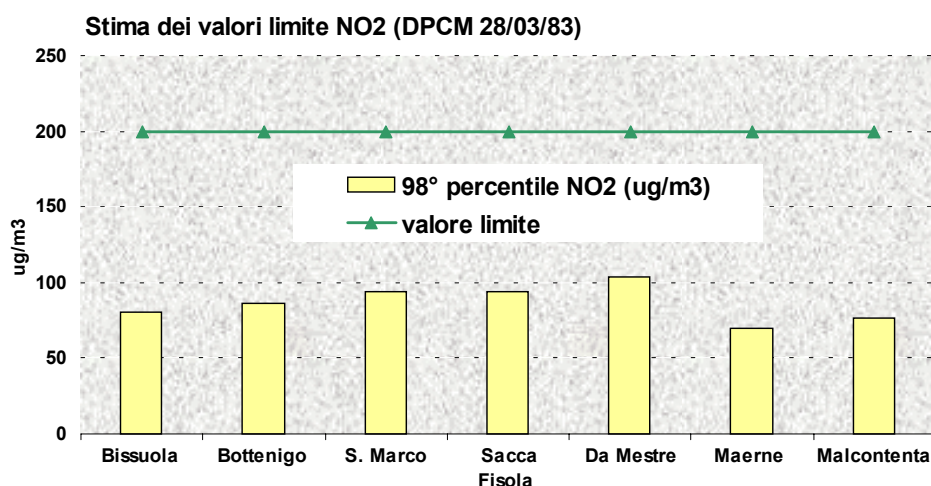
Le emissioni naturali di NO comprendono i fulmini, gli incendi e le emissioni vulcaniche e dal suolo; le emissioni antropogeniche sono principalmente dovute ai trasporti, all'uso di combustibili per la produzione di elettricità e di calore e, in misura minore, alle attività industriali. Negli ultimi 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 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).

Il biossido di azoto nell'anno 2002: analisi spaziali e temporali

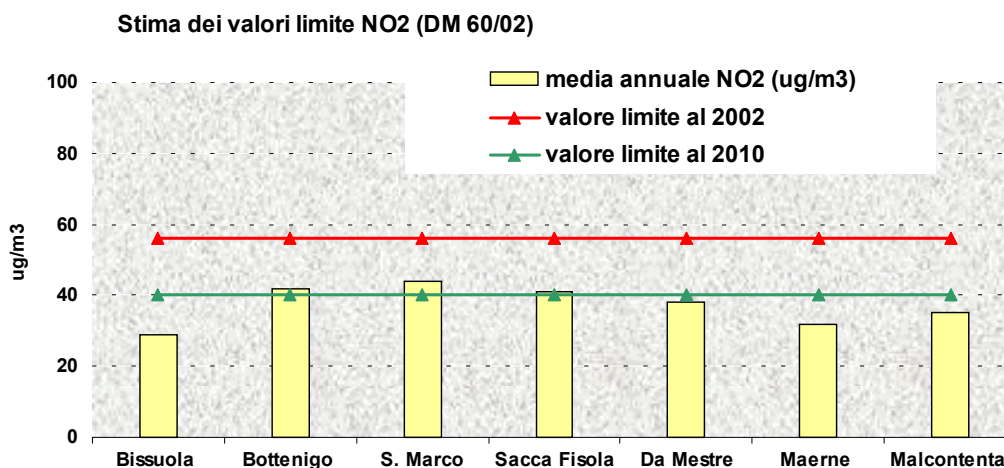
Il parametro biossido di azoto richiede una sorveglianza maggiore rispetto al precedente SO₂. Infatti, i valori di concentrazione sono relativamente più prossimi al valore limite fissato dal DPCM 28/03/83 e s.m.i. ed ancora valido in fase transitoria fino al 31/12/09 (Tabella 5), tuttavia il biossido di azoto non mostra superamento di questo valore limite di 200 µg/m³, calcolato come 98° percentile delle medie orarie, presso nessuna delle stazioni della rete (Grafico 20).

Grafico 20: Confronto del 98° percentile delle concentrazioni orarie di NO₂ con il valore limite anno 2002 (DPCM 28/03/83 e s.m.i.).



La concentrazione media annuale di NO₂ è risultata superiore al valore limite annuale per la protezione della salute umana, introdotto dal DM 60/02 e da raggiungere al 1 gennaio 2010 (40 µg/m³), nella stazione di viale San Marco (44 µg/m³), via Bottenigo (42 µg/m³) e Sacca Fisola (41 µg/m³). La concentrazione media annuale di NO₂ è, invece, inferiore allo stesso valore limite annuale aumentato del margine di tolleranza previsto per l'anno 2002 (56 µg/m³), in tutte le stazioni (Grafico 21).

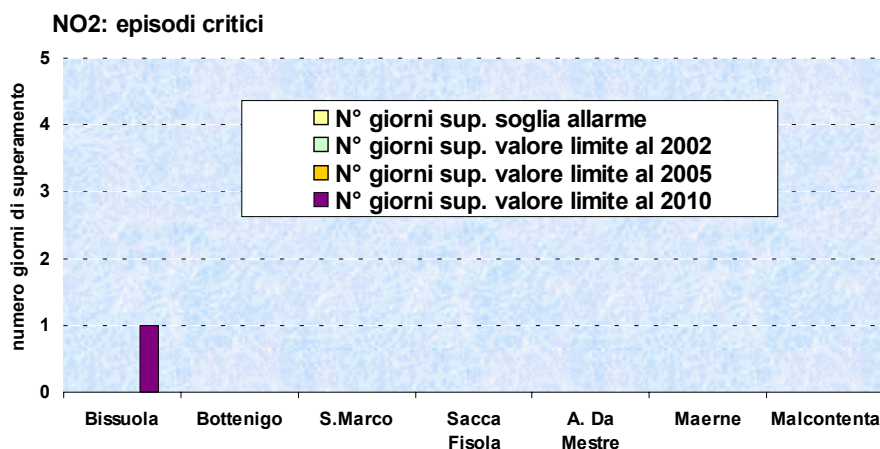
Grafico 21: Confronto della media annuale delle concentrazioni orarie di NO₂ con il valore limite annuale per la protezione della salute umana anno 2002 (DM 60/02).



Il biossido di azoto è una sostanza spesso responsabile di fenomeni di inquinamento acuto, cioè relativi al breve periodo. Tali episodi di inquinamento acuto sono stati delineati attraverso la quantificazione degli eventi di superamento della soglia di allarme e del valore limite orario per la protezione della salute umana di 200 µg/m³ da non superare più di 18 volte per anno civile e da raggiungere al 1 gennaio 2010, entrambi introdotti dal DM 60/02. Tale inquinante presenta un solo superamento del valore limite orario (200 µg/m³) presso la stazione di Parco Bissuola il giorno 06/06/02 alle ore 9.00, nessun superamento dello stesso valore limite aumentato del margine di

tolleranza previsto per l'anno 2002 ($280 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e nessun superamento della soglia di allarme di NO_2 pari a $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabella 5 e Grafico 22).

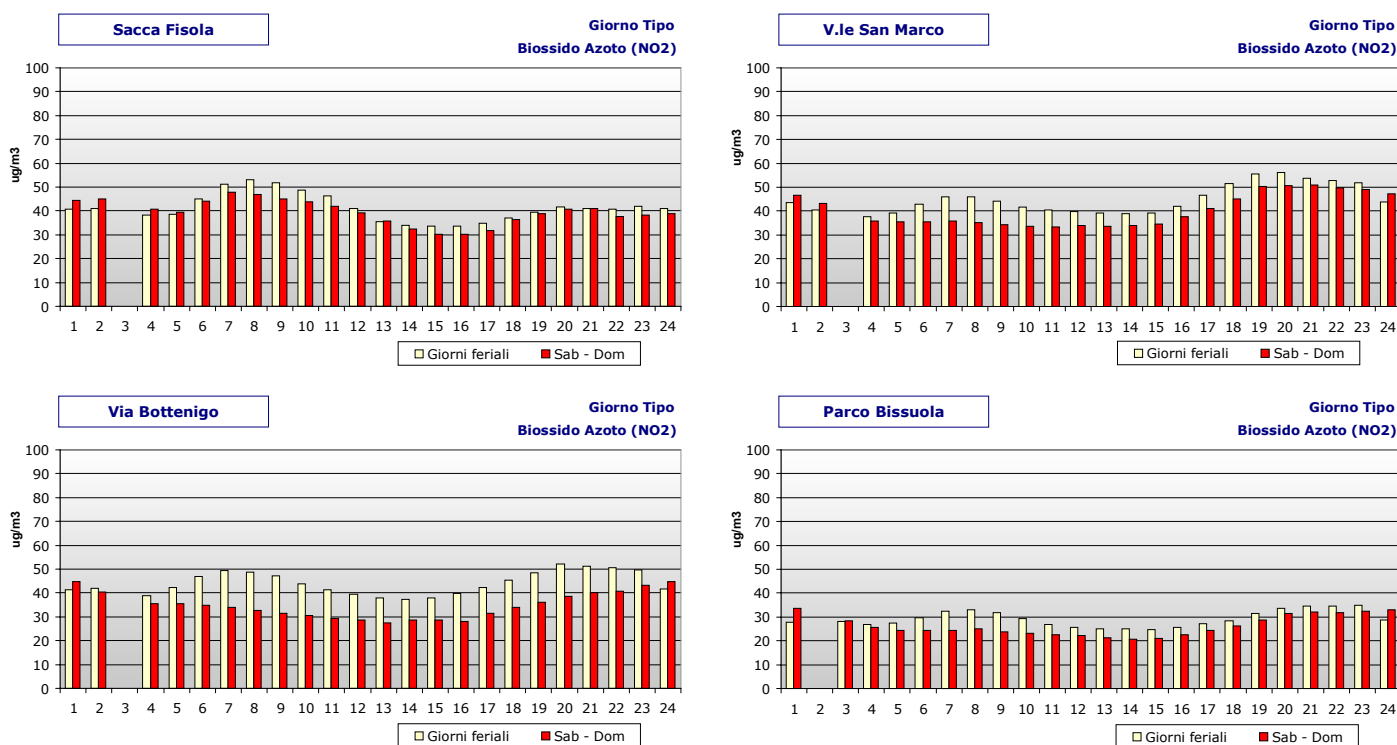
Grafico 22: Episodi di inquinamento acuto – numero di giorni in cui si è verificato almeno un superamento della soglia di allarme o dei valori limite fissati per l' NO_2 dal DM 60/02.



L'andamento del giorno tipo con due picchi di concentrazione (tra i 30 e $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$), uno intorno alle ore 8.00 e l'altro maggiore nel periodo serale-notturno, è comune a quasi tutte le stazioni (Grafico 23). In accordo con quanto evidenziato dall'analisi delle correlazioni spaziali nel Rapporto Annuale 2001, la situazione riscontrata a Sacca Fisola è leggermente diversa, poiché, per la posizione particolare che la stazione 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 intorno ai $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Grafico 23).

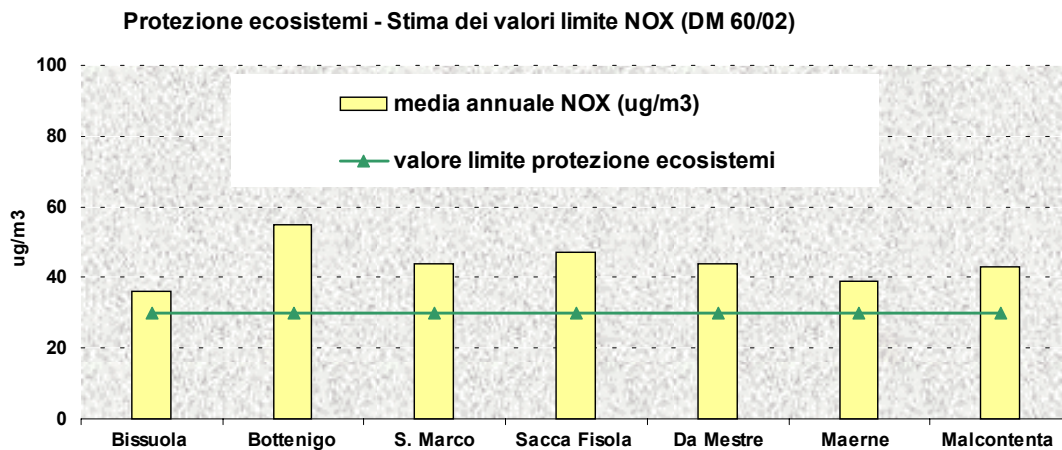
Come si può notare, le concentrazioni di NO_2 misurate nei giorni lavorativi sono generalmente superiori a quelle misurate durante il fine settimana, soprattutto al mattino. Presso la stazione di via Bottenigo questa differenza è molto marcata ed evidente durante tutta la giornata.

Grafico 23: Giorno tipo anno 2002.



Riguardo al valore limite annuale per la protezione degli ecosistemi introdotto dal DM 60/02 (con le avvertenze discusse nel paragrafo 1.2.1 per le stazioni in cui valutare tali limiti), esso è stato superato in tutte le stazioni della rete (Grafico 24).

Grafico 24: Confronto della media annuale delle concentrazioni orarie di NO_x con il valore limite annuale di protezione degli ecosistemi anno 2002 (DM 60/02).



3.2.6. Monossido di carbonio (CO)

Siti di misura. Le stazioni della rete dotate di analizzatori automatici di monossido di carbonio (CO) sono 5:

Parco Bissuola (A); via Bottenigo (A); via F.lli Bandiera (C); via Circonvallazione (C); Corso del popolo (C).

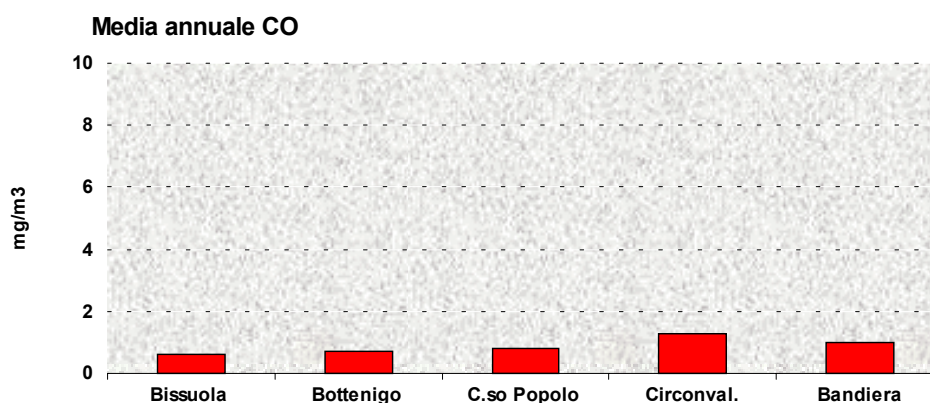
Caratteristiche generali. Il monossido di carbonio è un composto gassoso intermedio delle reazioni di combustione e si forma in grandi quantità nel caso queste avvengano in difetto d'aria. Le condizioni di combustione ottimale non si realizzano nei motori a combustione interna che costituiscono quindi 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 esempio 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 .

Il monossido di carbonio nell'anno 2002: analisi spaziali e temporali

A titolo puramente indicativo si rappresenta nel Grafico 25 il valore medio annuale per il monossido di carbonio in tutte le stazioni della rete.

Grafico 25: Media annuale CO in tutte le stazioni della rete, anno 2002.

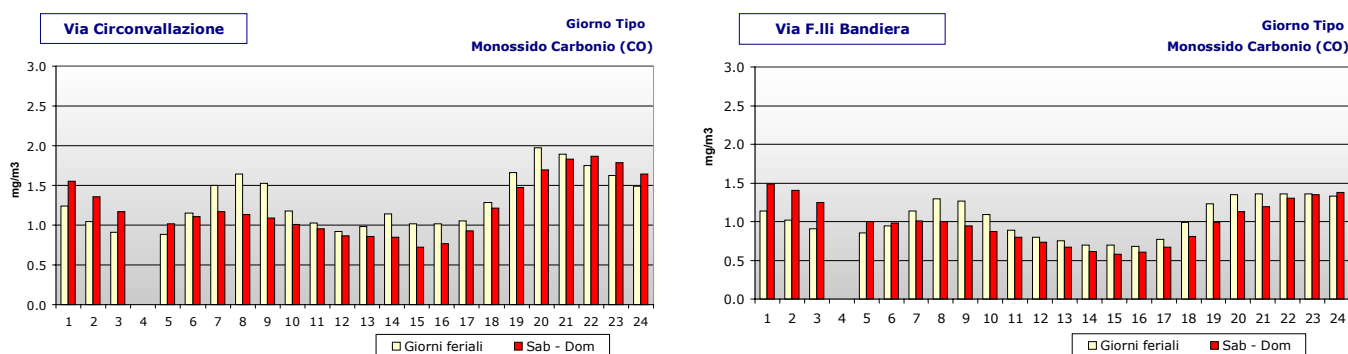


Il monossido di carbonio durante l'anno 2002 non ha evidenziato superamenti del limite di concentrazione media su otto ore, pari a $10 \text{ mg}/\text{m}^3$, né del limite di concentrazione media oraria, pari a $40 \text{ mg}/\text{m}^3$, fissati dal DPCM 28/03/83 ed ancora validi in fase transitoria fino al 31/12/04.

Anche il valore limite per la protezione della salute umana di $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ calcolato come massimo giornaliero della media mobile su 8 ore, da raggiungere al 1 gennaio 2005 (DM 60/02), non è mai stato superato. Dunque non si sono verificati episodi di inquinamento acuto causati da questo inquinante (Tabella 5).

L'andamento del giorno tipo con due picchi di concentrazione giornalieri, uno intorno alle ore 8.00 e l'altro dalle ore 20.00, è comune a quasi tutte le stazioni (Grafico 26). 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 2 mg/m^3 in via Circonvallazione intorno alle ore 20.00 (Grafico 26).

Grafico 26: Giorno tipo anno 2002.



Lo studio del giorno tipo delle varie stazioni evidenzia picchi di concentrazione nelle medesime ore; questo dimostra come, nonostante le emissioni di CO abbiano carattere locale, questo inquinante risulti diffuso in tutte le strade della città a causa dell'ubiquità delle fonti emissive. Ancora una volta si nota come i giorni feriali, specie nelle ore diurne e soprattutto alle ore 8.00 del mattino, risultino caratterizzati da concentrazioni di monossido di carbonio più elevate rispetto ai fine settimana; si veda ad esempio il giorno tipo calcolato in corrispondenza delle strade ad intenso traffico, quali via Circonvallazione e via F.lli Bandiera (Grafico 26).

3.2.7. *Polveri (PTS e PM₁₀)*

Siti di misura. A gennaio 2002 le stazioni della rete dotate di analizzatori automatici di polveri totali sospese (PTS) erano 10:

Parco Bissuola (A); via Bottenigo (A); viale San Marco (B); Sacca Fisola (B); via Antonio Da Mestre (B); via F.lli Bandiera (C); via Circonvallazione (C); Corso del Popolo (C); Malcontenta (I/B); Maerne (D).

Nel corso dell'anno 2002 alcuni analizzatori automatici di PTS sono stati sostituiti con analizzatori automatici di polveri inalabili (PM₁₀): dal 31/01/02 in via Circonvallazione, dal 25/07/02 in via Bottenigo, dal 31/07/02 al Parco Bissuola e dal 01/08/02 a Sacca Fisola. Di conseguenza, le statistiche descrittive, le medie annuali ed i giorni tipo della concentrazione di PTS in queste quattro stazioni non sono rappresentative dell'intero anno 2002.

Le stazioni della rete dotate di campionatori di polveri inalabili (PM₁₀) basati sul metodo gravimetrico sono 3: Parco Bissuola (A), via Antonio Da Mestre (B) e via Circonvallazione (C).

Caratteristiche generali. Gli inquinanti atmosferici detti "particolato" o "materiale particellare" includono polvere, fumo, microgocce di liquido emesse direttamente in atmosfera da sorgenti quali industrie, centrali termoelettriche, autoveicoli, cantieri, e polveri di risospensione trasportate dal vento. Il particolato può anche formarsi 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).

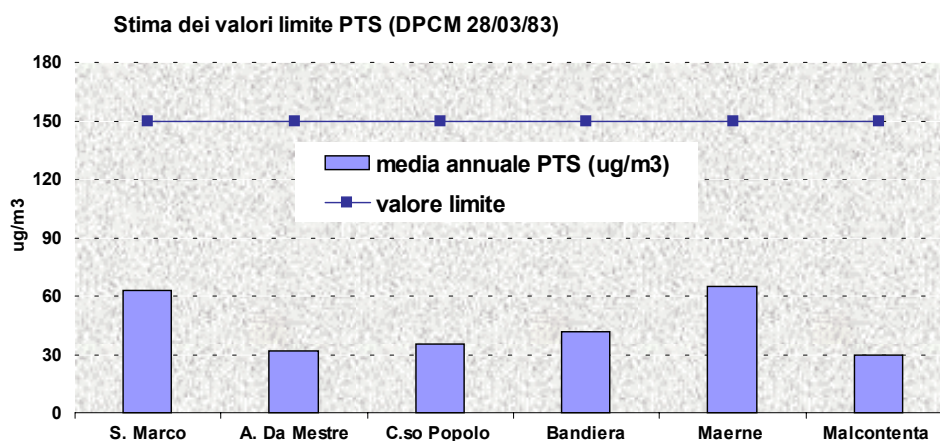
Le sorgenti antropogeniche (prevalentemente combustioni) sono invece:

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

Le polveri totali sospese nell'anno 2002: analisi spaziali e temporali

Le polveri totali sospese non presentano alcun superamento del valore limite di $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, come media annuale delle medie giornaliere (Grafico 27), né del valore limite di $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$, come 95° percentile delle medie giornaliere calcolato nell'arco dell'anno, entrambi fissati dal DPCM 28/03/83 ed ancora validi in fase transitoria fino al 31/12/04 (Tabella 5).

Grafico 27: Confronto della media annuale delle concentrazioni giornaliere di PTS con il valore limite anno 2002 (DPCM 28/03/83).



Tra le sei stazioni con media annuale rappresentativa le situazioni meno positive sono quelle di Maerne (media annuale pari a $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e viale San Marco ($63 \mu\text{g}/\text{m}^3$); in queste due stazioni la concentrazione annuale di PTS risulta in sensibile aumento rispetto all'anno 2001 ($41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a Maerne e $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in viale San Marco). Anche in Corso del Popolo e via F.lli Bandiera la media annuale di PTS è leggermente superiore a quella dell'anno scorso; solo presso la stazione di Malcontenta la media annuale è diminuita. Si conferma che questo parametro va tenuto sotto osservazione.

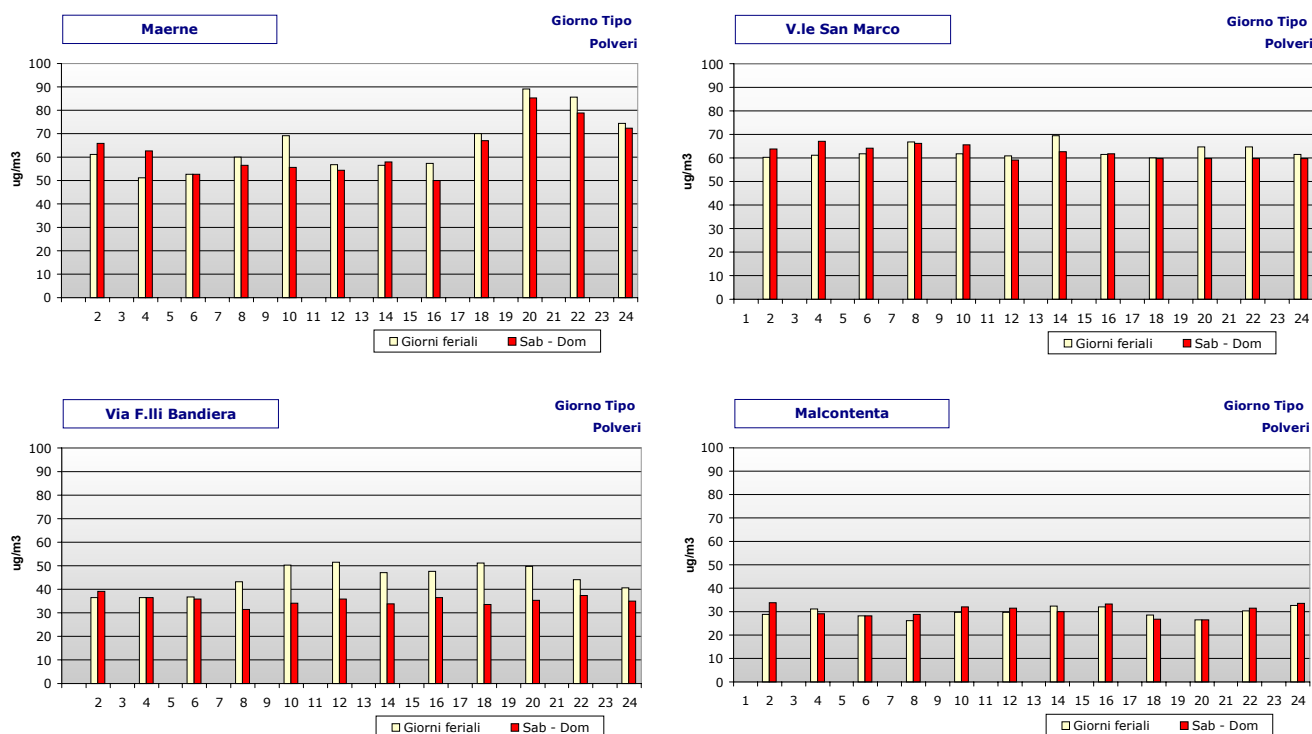
Prima dell'entrata in vigore del DM 60/02 gli episodi di inquinamento acuto venivano delineati attraverso la quantificazione degli eventi di superamento dei livelli di attenzione e di allarme, ai sensi del DM 25/11/94. Con l'entrata in vigore del DM 60/02, i limiti di attenzione e allarme previsti dal DM 25/11/94 vengono abrogati per NO_2 , CO, SO_2 e PTS. Per quest'ultimo inquinante non è prevista l'introduzione di nuovi valori limite; nella fase transitoria (28 aprile 2002 – 31 dicembre 2004) restano in vigore esclusivamente i suddetti valori limite per le PTS individuati dal DPCM 28/03/83, Allegato I, Tab. A.

In tutte le località, vicine o lontane ad arterie di traffico, il giorno tipo mostra valori costantemente compresi tra 30 e $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$, senza picchi di concentrazione degni di nota (Grafico 28).

Nella maggior parte delle stazioni esiste una differenza minima negli andamenti giornalieri dei giorni feriali e festivi. La stazione in via F.lli Bandiera rappresenta un'eccezione, in quanto nei giorni lavorativi si registrano concentrazioni molto maggiori ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nei giorni festivi e $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in quelli feriali) rispetto al fine settimana, specie nelle ore comprese tra le 8.00 e le 22.00 (Grafico 28), in accordo con quanto rilevato anche negli anni precedenti. Quest'asse viario è infatti

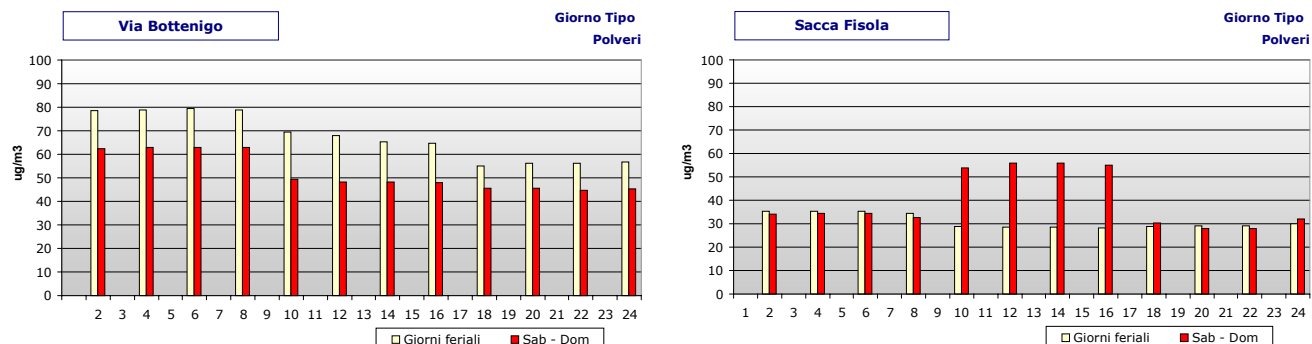
caratterizzato da un notevole passaggio di mezzi pesanti, essendo una via di comunicazione per i traffici industriali.

Grafico 28: Giorno tipo anno 2002.



Prendendo in considerazione i giorni tipo dei dati di concentrazione di PTS misurati da gennaio a luglio 2002 presso le stazioni di Sacca Fisola e via Bottenigo (Grafico 29), si osserva che in via Bottenigo, come in altre stazioni, la concentrazione di PTS nei giorni feriali è nettamente superiore a quella misurabile nei fine settimana, mentre a Sacca Fisola dalle ore 10.00 alle ore 16.00 la concentrazione di PTS di sabato e domenica è quasi doppia ($55 \mu\text{g}/\text{m}^3$) rispetto a quella misurabile durante le stesse ore nei giorni infrasettimanali ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Grafico 29: Giorno tipo da gennaio a luglio 2002.



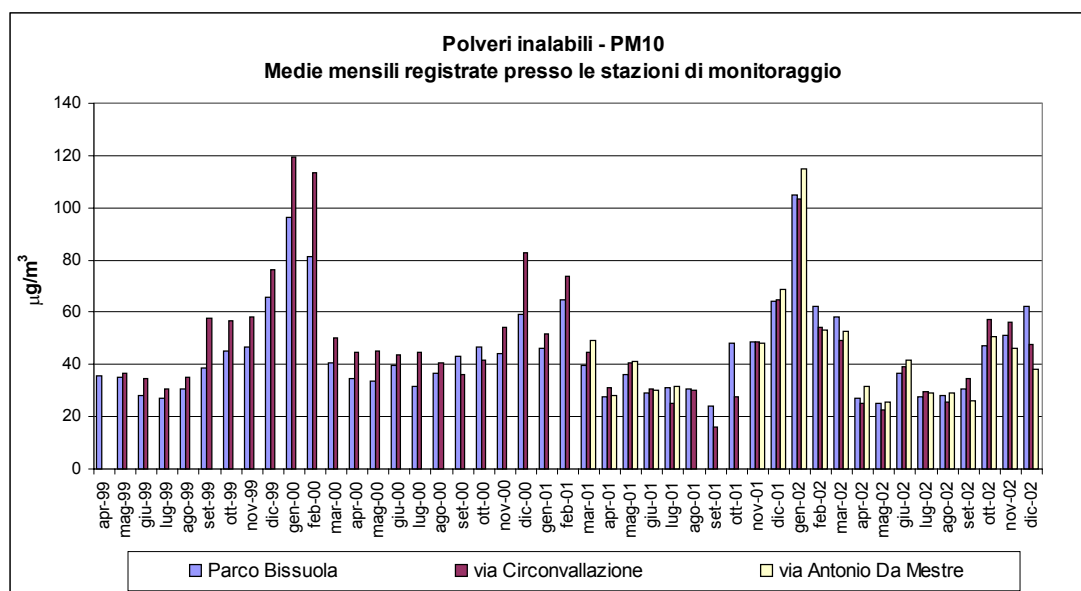
Le polveri inalabili PM₁₀: analisi spaziali e temporali

Le polveri inalabili PM₁₀ sono state oggetto di monitoraggio per l'intero anno 2002 presso le seguenti stazioni della rete urbana:

Parco Bissuola (A); via Antonio Da Mestre (B); via Circonvallazione (C).

Dal 28 aprile 2002 non è più in vigore l'obiettivo di qualità per il PM₁₀ fissato dal DM 25/11/94 poiché è entrato in vigore il Decreto ministeriale 2 aprile 2002, n° 60 che individua il valore limite annuale ed il valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana, da raggiungere al 1 gennaio 2005. Nella Tabella 5 sono riportati i valori limite che il DM 60/02 prevede debbano essere raggiunti entro la data prevista ed i valori aumentati del margine di tolleranza riferiti alla fase transitoria (28 aprile 2002 – 31 dicembre 2004).

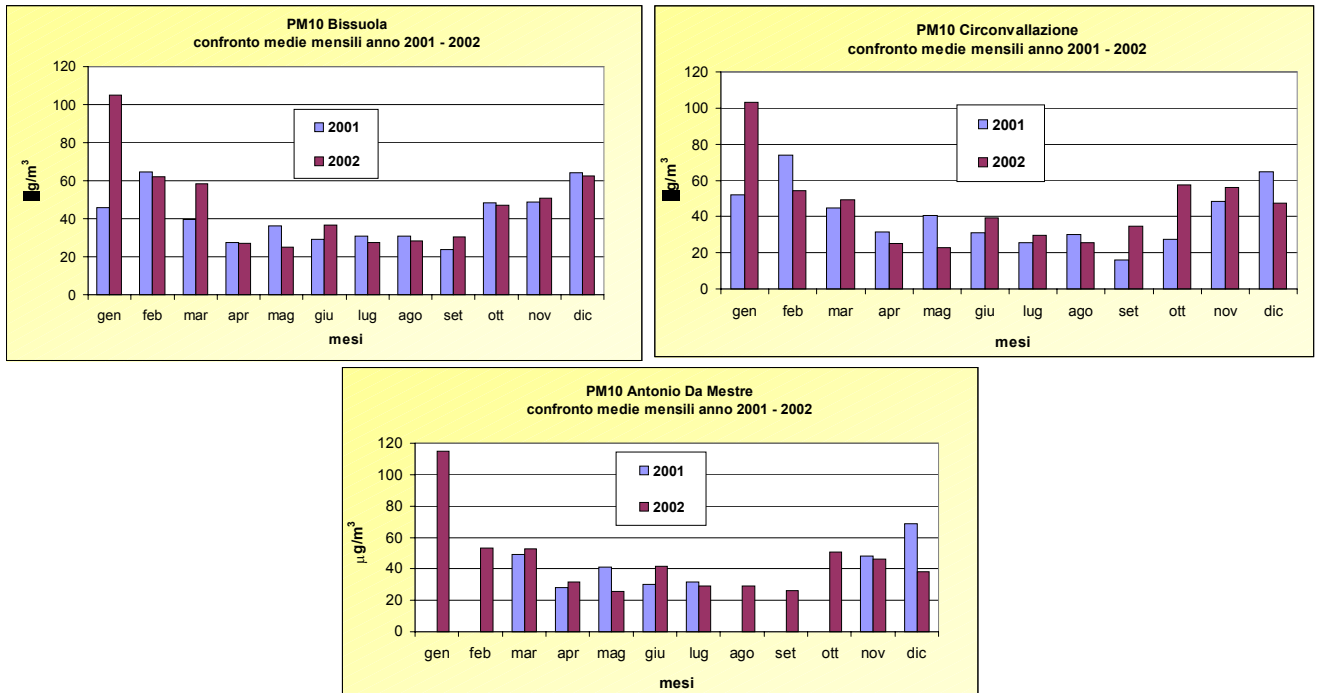
Grafico 30: Medie mensili di PM₁₀ registrate presso le stazioni di monitoraggio da aprile 1999 a dicembre 2002.



L'andamento delle medie mensili, rappresentate nel Grafico 30 a partire dal 1999, evidenzia un picco di concentrazione nei mesi autunnali ed invernali, con una netta tendenza al superamento del valore limite annuale di 40 µg/m³ fissato dal DM 60/02.

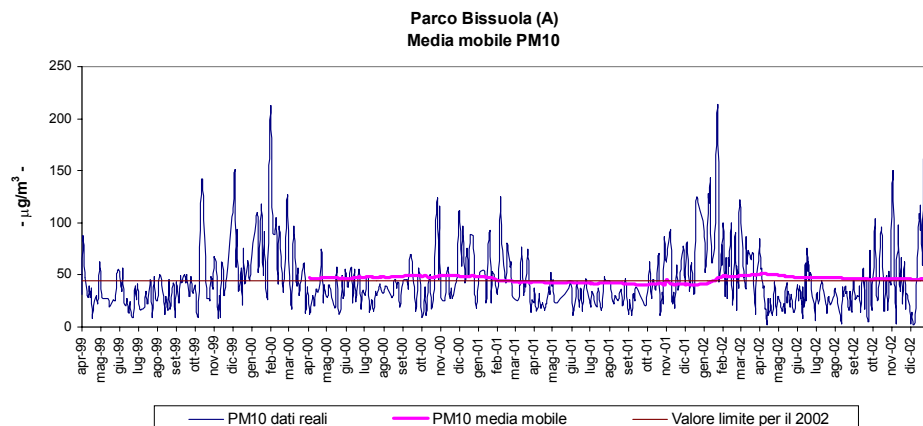
Nel mese di gennaio 2002 (Grafico 31) è possibile notare una concentrazione media mensile di PM₁₀ doppia rispetto al precedente anno 2001, come evidenziato nel Grafico 31, mentre le concentrazioni medie degli altri mesi del 2002 sono generalmente paragonabili a quelle del 2001.

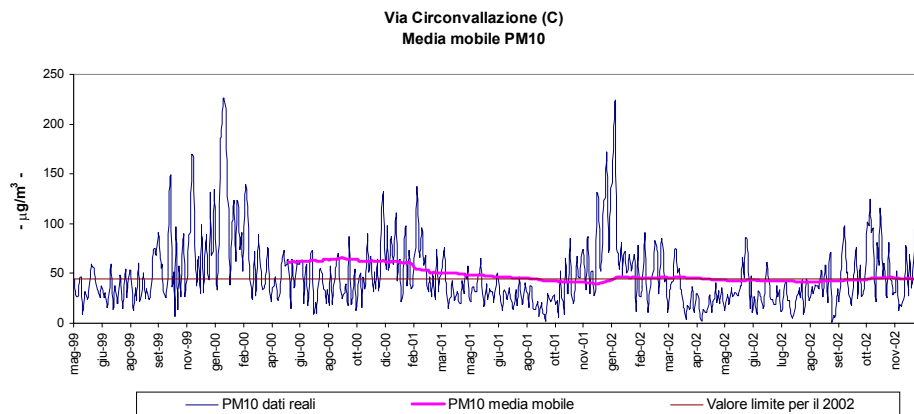
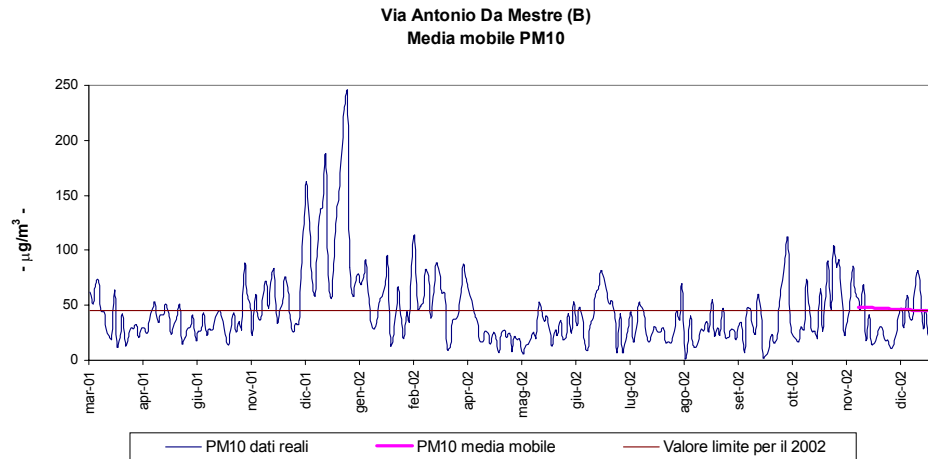
Grafico 31: Confronto delle medie mensili di PM₁₀ registrate durante l'anno 2001 e 2002 presso le tre stazioni di monitoraggio.



Pur non essendo più in vigore l'obiettivo di qualità, da calcolare come media mobile annuale, è interessante osservare l'andamento nel tempo della serie dei dati giornalieri e della media mobile annuale nelle tre stazioni, a confronto con il valore limite annuale aumentato del margine di tolleranza previsto per il 2002 e pari a $44.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Grafico 32).

Grafico 32: Confronto media mobile annuale PM₁₀ – valore limite annuale aumentato del margine di tolleranza per il 2002 nelle tre stazioni di monitoraggio.





La media annuale, prevista dal DM 60/02 come strumento di valutazione dei suddetti inquinanti, fornisce risultati soddisfacenti solo qualora i dati siano omogeneamente distribuiti nell'arco dei mesi osservati. Pertanto si è ritenuto preferibile utilizzare, come miglior stima della media annuale della concentrazione di polveri PM₁₀, la media delle medie mensili, che risente meno della disomogeneità della distribuzione delle rilevazioni nei diversi periodi dell'anno e pertanto permette di pesare in modo equilibrato ciascun periodo stagionale.

Le medie annuali del 2002, calcolate come media delle medie mensili, della concentrazione di PM₁₀ in via Circonvallazione (45 µg/m³), via Antonio Da Mestre (45 µg/m³) e Parco Bissuola (47 µg/m³) risultano oltre il valore limite annuale aumentato del margine di tolleranza fissato per il 2002 dal DM 60/02 (44.8 µg/m³).

Tali valori indicano un inquinamento “di area” per le polveri inalabili (PM₁₀), che presentano una diffusione pressoché omogenea nel centro urbano.

La media di area dell'anno 2002 è di 46 µg/m³, superiore a quella calcolata nel precedente anno 2001, pari a 41 µg/m³ (Tabella 31).

Riguardo alla concentrazione giornaliera di PM₁₀, nella Tabella 22 si riporta il numero di giorni in cui almeno una delle tre stazioni con determinazione gravimetrica delle polveri PM₁₀ ha misurato un superamento del valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana aumentato del

marginale di tolleranza (Tabella 5) da non superare più di 35 volte per anno civile e pari a $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (DM 60/02).

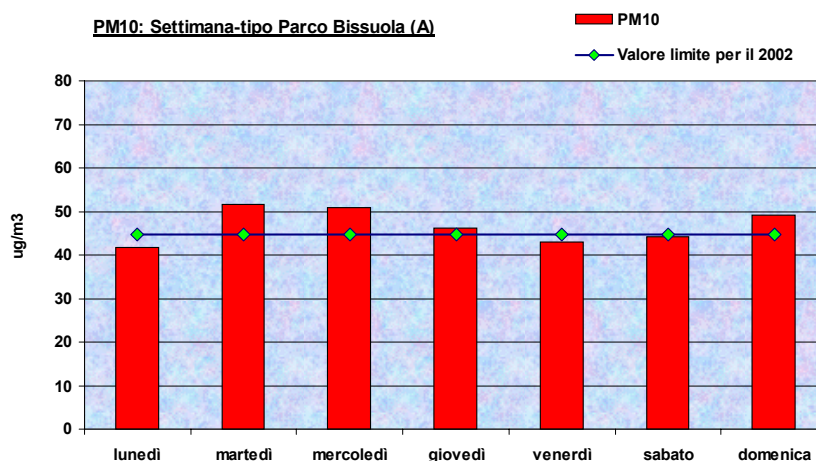
Dal 1 gennaio al 31 dicembre 2002, si possono contare 78 giorni in cui almeno una delle tre stazioni con determinazione gravimetrica delle polveri PM_{10} ha misurato un superamento del valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana.

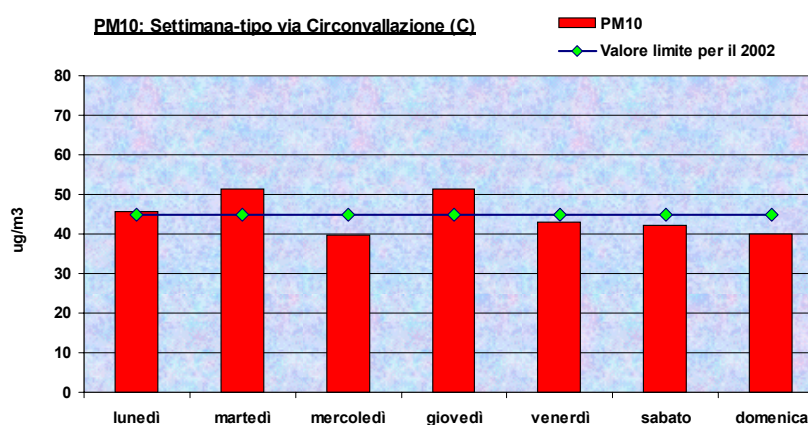
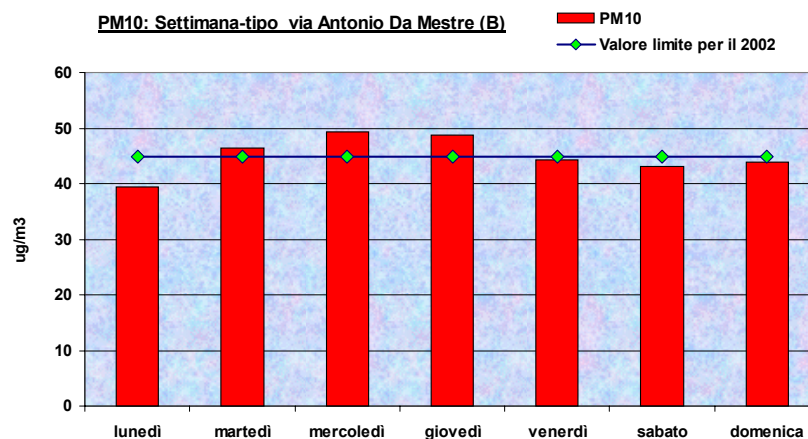
Tabella 22: Numero di superamenti del valore limite di 24 ore per il PM_{10} per la protezione della salute umana.

PM_{10}	Parco Bissuola (tipo A)	via A. Da Mestre (tipo B)	via Circonvallazione (tipo C)	Almeno 1 delle 3 stazioni
gennaio-02	12	17	15	17
febbraio-02	9	6	6	11
marzo-02	6	5	6	11
aprile-02	0	2	1	2
maggio-02	0	0	0	0
giugno-02	1	3	3	5
luglio-02	0	0	0	0
agosto-02	0	1	0	1
settembre-02	1	0	1	2
ottobre-02	4	6	7	10
novembre-02	4	4	6	9
dicembre-02	7	2	6	10
TOTALI	44	46	51	78

I grafici che raffigurano la settimana tipo per PM_{10} a Parco Bissuola, via Antonio Da Mestre e via Circonvallazione (Grafico 33) sembrano indicare come il giorno della settimana non influenzi particolarmente i valori medi di questi inquinanti. Tuttavia si osserva che le concentrazioni dei martedì, mercoledì e giovedì - tipo sono generalmente al di sopra del valore limite annuale aumentato del margine di tolleranza previsto per il 2002, mentre le concentrazioni del fine settimana sono generalmente minori o uguali al predetto limite (ad eccezione della domenica a Parco Bissuola).

Grafico 33: Settimana – tipo della concentrazione di polveri inalabili PM_{10} misurate nelle stazioni di Parco Bissuola, via Circonvallazione e via Antonio Da Mestre.





Si fa presente che a seguito del recepimento della normativa in vigore (DM 60/02), a far data dal 1 gennaio 2003 i dati di PM₁₀ misurati con determinazione gravimetrica sono normalizzati a 0°C invece che a 25°C come avveniva in precedenza. Di conseguenza le elaborazioni che verranno presentate per l'anno 2003 potranno evidenziare un incremento dell'8% circa delle concentrazioni di PM₁₀, dovuto alla variazione della temperatura di normalizzazione.

3.2.8. Ozono (O₃)

Siti di misura. Le stazioni della rete dotate di analizzatori automatici di ozono (O₃) sono 4:

Parco Bissuola (A); via Bottenigo (A); Sacca Fisola (B); Maerne (D).

Caratteristiche generali. L'ozono presente nella bassa atmosfera (troposfera) è sia di origine naturale che legato alle attività antropiche. Quando le concentrazioni 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. Nei pressi delle aree urbane, dove è più forte l'inquinamento atmosferico, l'ozono si forma e si trasforma con grande rapidità, con un 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.

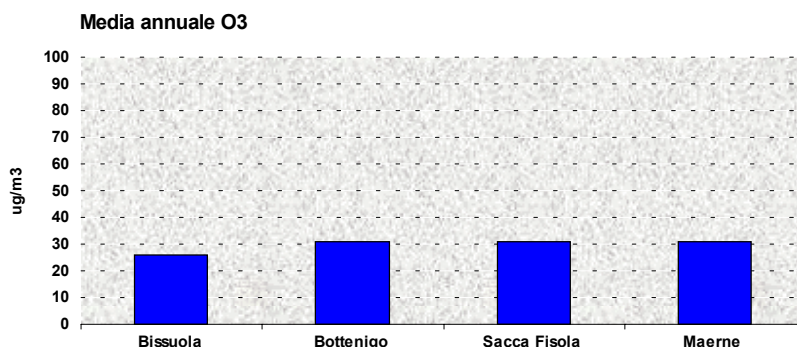
L'ozono nell'anno 2002: analisi spaziali e temporali

Il “fenomeno ozono” è ormai comunemente noto alla popolazione, soprattutto in estate. Negli ultimi anni il fenomeno è stato infatti affrontato con la dovuta attenzione anche in relazione al fatto che le alte concentrazioni non sono certamente confinate nell'intorno dei punti di monitoraggio, ma interessano zone molto vaste del territorio.

In riferimento alla Tabella 23 delle correlazioni riportata nel Rapporto Annuale 2001, si ricorda che esiste un'alta uniformità di comportamento di questa sostanza anche in siti non molto vicini, né omogenei fra loro, quali 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) e Sacca Fisola (isola di Venezia). Addirittura si può notare una stretta correlazione spaziale con la stazione di Mira.

A titolo puramente indicativo il Grafico 34 illustra il valore medio annuale rilevato dalle stazioni della rete di monitoraggio.

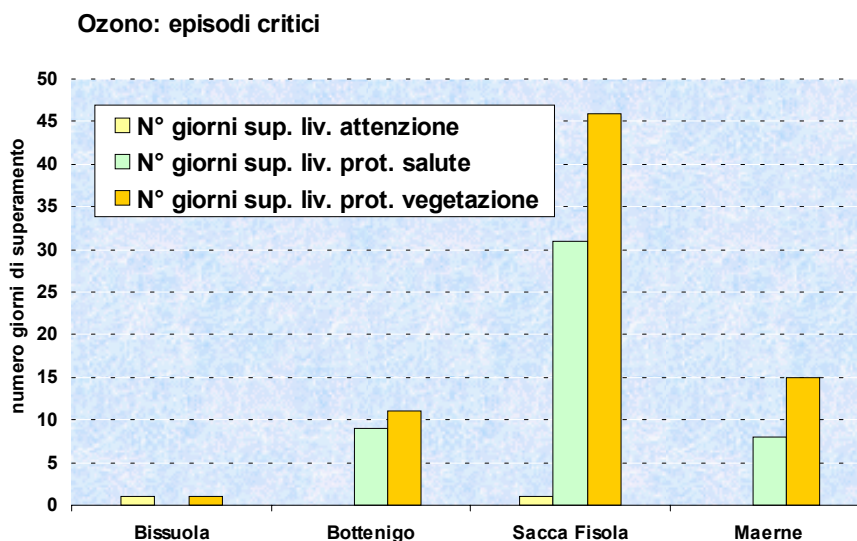
Grafico 34: Media annuale ozono anno 2002.



Gli episodi di inquinamento acuto sono stati delineati attraverso la quantificazione degli eventi di superamento dei livelli di attenzione e di allarme, ai sensi del DM 25/11/94 (Tabella 5 e Grafico 35). Il grafico raffigura il numero di giorni in cui si è verificato almeno un superamento del livello di attenzione di O₃ (media oraria pari a 180 µg/m³) e del livello di protezione della salute (media dalle 0 alle 8, dalle 8 alle 16, dalle 12 alle 20, dalle 16 alle 24 pari a 110 µg/m³) ed il numero di giorni di superamento del livello di protezione della vegetazione (media giornaliera confrontata con il valore di 65 µg/m³) durante l'anno 2002.

L'ozono ha presentato generalmente un numero di superamenti del livello di attenzione (media oraria pari a 180 µg/m³) minore o uguale a quello rilevato durante l'anno 2001, ad eccezione della stazione di Bissuola, dove nel corso del 2001 non erano stati rilevati superamenti del livello di attenzione, mentre nel 2002 è stato rilevato un superamento il giorno 27/09/02 alle ore 12.00 (196 µg/m³).

Grafico 35: Numero di giorni in cui si è verificato almeno un superamento del livello di attenzione di O₃, del livello di protezione della salute e del livello di protezione della vegetazione nell'anno 2002.



A Maerne ed in via Bottenigo, durante l'anno 2002, non si sono mai verificati superamenti del livello di attenzione, contro i rispettivi 18 e 7 giorni di superamento rilevati nel 2001.

Anche il livello di protezione della salute umana e della vegetazione sono stati superati molto meno spesso durante il 2002 piuttosto che nel 2001, in tutte le quattro stazioni di monitoraggio.

Il livello di allarme (media oraria pari a $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$) non è mai stato superato (Allegato 3).

Nella valutazione delle persistenze dell'ozono in atmosfera, spicca la situazione di Sacca Fisola e Maerne.

A Sacca Fisola si sono verificati un numero rilevante di superamenti del livello di protezione della vegetazione, pari a $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle 24 ore; in particolare si è registrato questo superamento nel 13% dei giorni dell'anno, con persistenza oltre la soglia fino a 18 giorni consecutivi (dal 27 giugno al 14 luglio 2002) ed un picco di concentrazione raggiunto il giorno 11 luglio 2002 di $112 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Grafico 36).

Per la stazione di Sacca Fisola è stato frequente anche il superamento del livello di protezione della salute umana, pari a $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle 8 ore (corrispondente ad un tempo di media, TdM). E' stata presa in considerazione la permanenza al di sopra della soglia dei $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ della concentrazione media di ozono sulle 8 ore per tre tempi di media (TdM) successivi: dalle ore 0 alle 8, dalle 8 alle 16 e dalle 16 alle 24. Tali medie hanno superato la soglia nel 2% dei casi (Grafico 36) con permanenze fino a 2 tempi di media (16 ore) consecutivi (in 4 diverse occasioni nei mesi di giugno e luglio) e con un valore massimo raggiunto il 9 luglio 2002, nel tardo pomeriggio, di $158 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Inoltre a Sacca Fisola si sono verificati tre superamenti del livello di attenzione, in tre ore consecutive (16.00, 17.00, 18.00) del giorno 9 luglio 2002, con un picco di concentrazione raggiunto alle ore 16.00 di $183 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Grafico 36).

A Maerne il valore di $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato oltrepassato nell'4% dei casi, con permanenze fino a 3 giorni consecutivi (in particolare dal 16 al 18 giugno) e con un valore medio giornaliero massimo raggiunto l'11 luglio 2002 di $78 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Grafico 36).

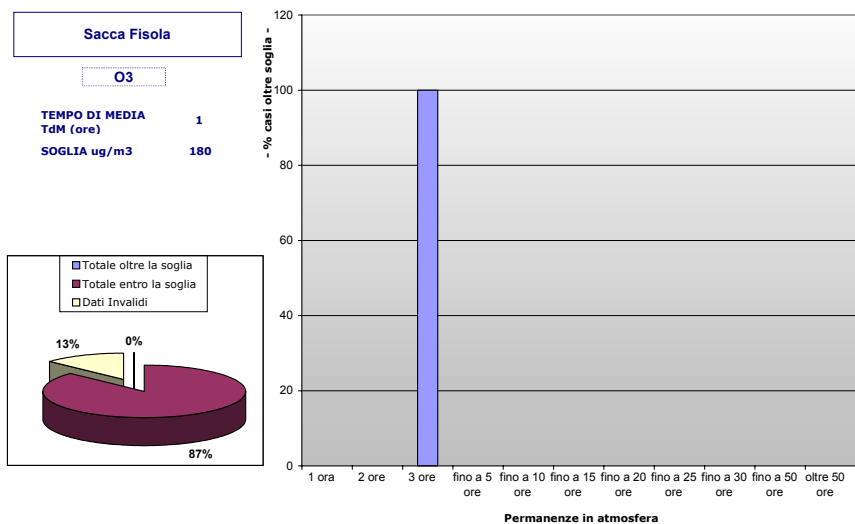
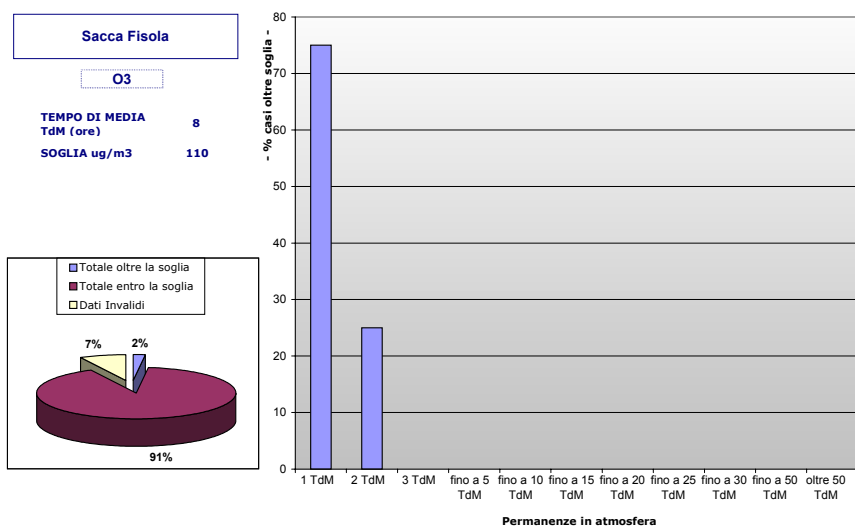
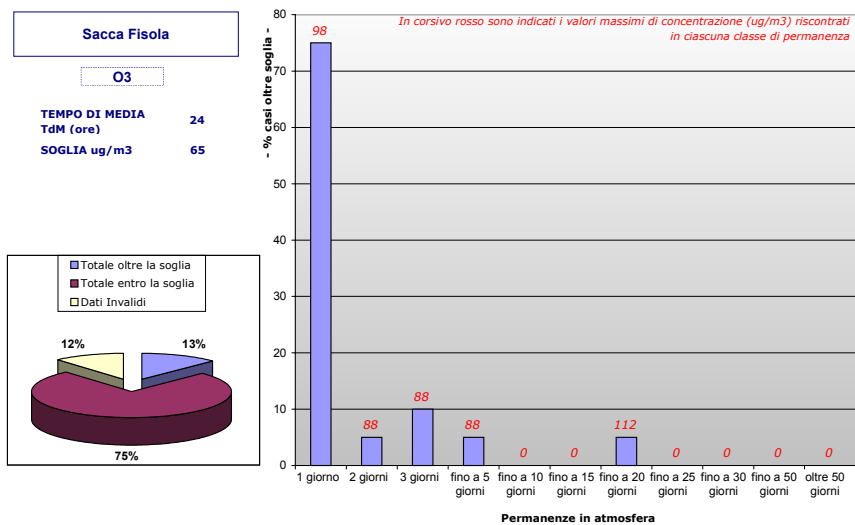
In via Bottenigo il valore di $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato oltrepassato nell'3% dei casi, con permanenze fino a 2 giorni consecutivi (22-23 giugno) e con un valore medio giornaliero massimo raggiunto il 23 giugno 2002 di $79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Grafico 36).

Al Parco Bissuola è stato rilevato nell'arco dell'anno 2002 un solo superamento di questo valore limite (Allegato 3).

Complessivamente, la concentrazione di ozono ha superato il livello di protezione della salute umana per un numero di giorni minore rispetto all'anno precedente in tutte le stazioni, in controtendenza con l'aumento del numero di giorni di superamento osservato a Sacca Fisola e Maerne dal 2000 al 2001 (Rapporto Annuale 2001).

Dal confronto con le persistenze in atmosfera dei valori di concentrazione di ozono oltre la soglia prescelta si conferma l'osservazione che il semestre estivo è il periodo nel quale la qualità dell'aria rispetto all'ozono è meno buona.

Grafico 36: Permanenze del superamento del livello di protezione della vegetazione, del livello di protezione della salute umana (media dalle 0 alle 8, dalle 8 alle 16, dalle 16 alle 24 pari a $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e del livello di attenzione di O_3 nell'anno 2002.



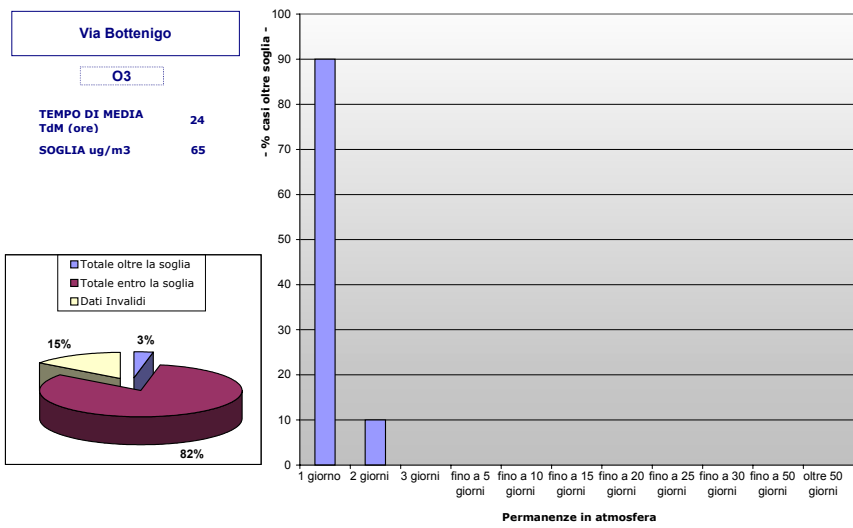
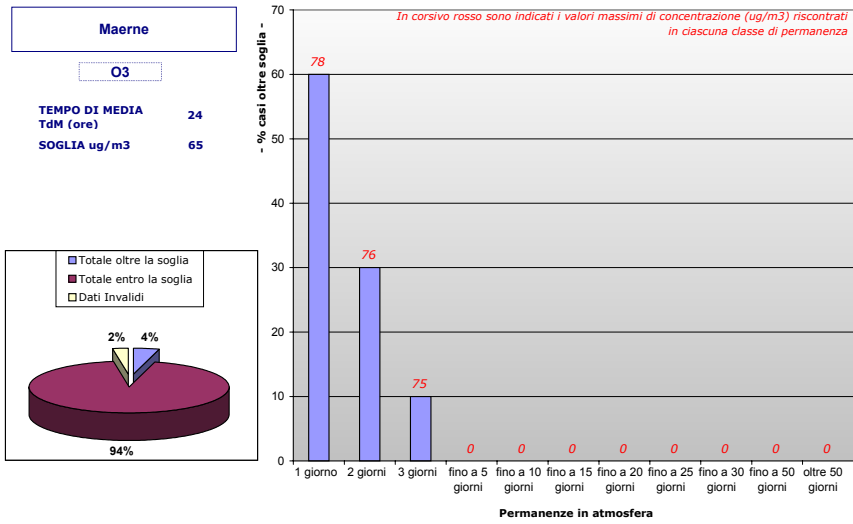
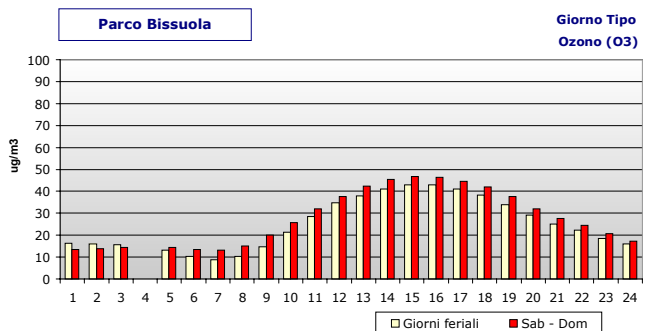
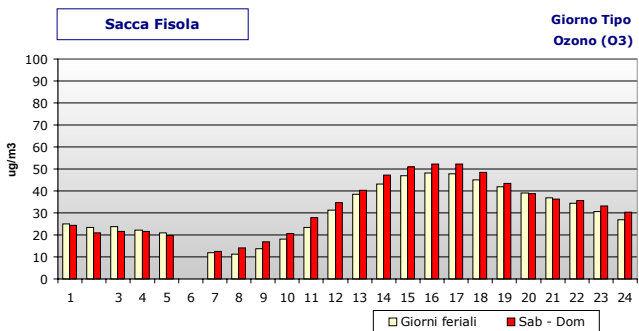
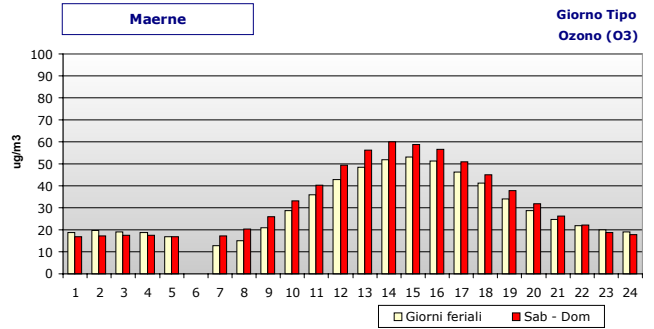
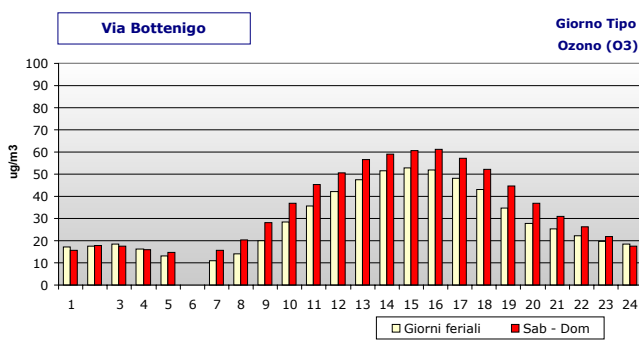


Grafico 37: Giorno tipo anno 2002.



L'analisi dei giorni tipo (Grafico 37) elaborati sull'anno 2002 conferma l'elevata analogia fra le stazioni, anche relativamente al valore delle concentrazioni massime che si attestano tutte intorno a 50 - 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; fa eccezione Parco Bissuola che presenta valori massimi inferiori a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ma l'andamento della concentrazione nell'arco del giorno tipo mostra, anche in questa stazione, l'escursione diurna tipica dell'ozono, con il picco massimo attorno alle ore 15.00 e valori minimi notturni.

Da notare che in tutte le stazioni dalle ore 7.00 alle ore 22.00 la concentrazione di ozono misurata di sabato e domenica è superiore a quella misurata nei giorni feriali; al contrario dalle ore 1.00 alle ore 4.00 prevale la concentrazione di ozono misurata nei giorni feriali.

3.2.9. *Composti Organici Volatili (COV)*

Siti di misura. Le stazioni della rete dotate di analizzatori automatici di idrocarburi (THC/CH₄/NMHC) sono 8:

Parco Bissuola (A); via Bottenigo (A); viale San Marco (B); Sacca Fisola (B); via Antonio Da Mestre (B); via F.lli Bandiera (C); via Circonvallazione (C); Corso del Popolo (C).

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 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 µg/m³, particolarmente nei pressi di strade ad alta densità di traffico.

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

La loro tossicità è funzione della quantità e della qualità dei componenti individuali, mentre l'importanza ambientale è ascrivibile al fatto che essi partecipano alle reazioni che portano alla formazione di ossidanti fotochimici.

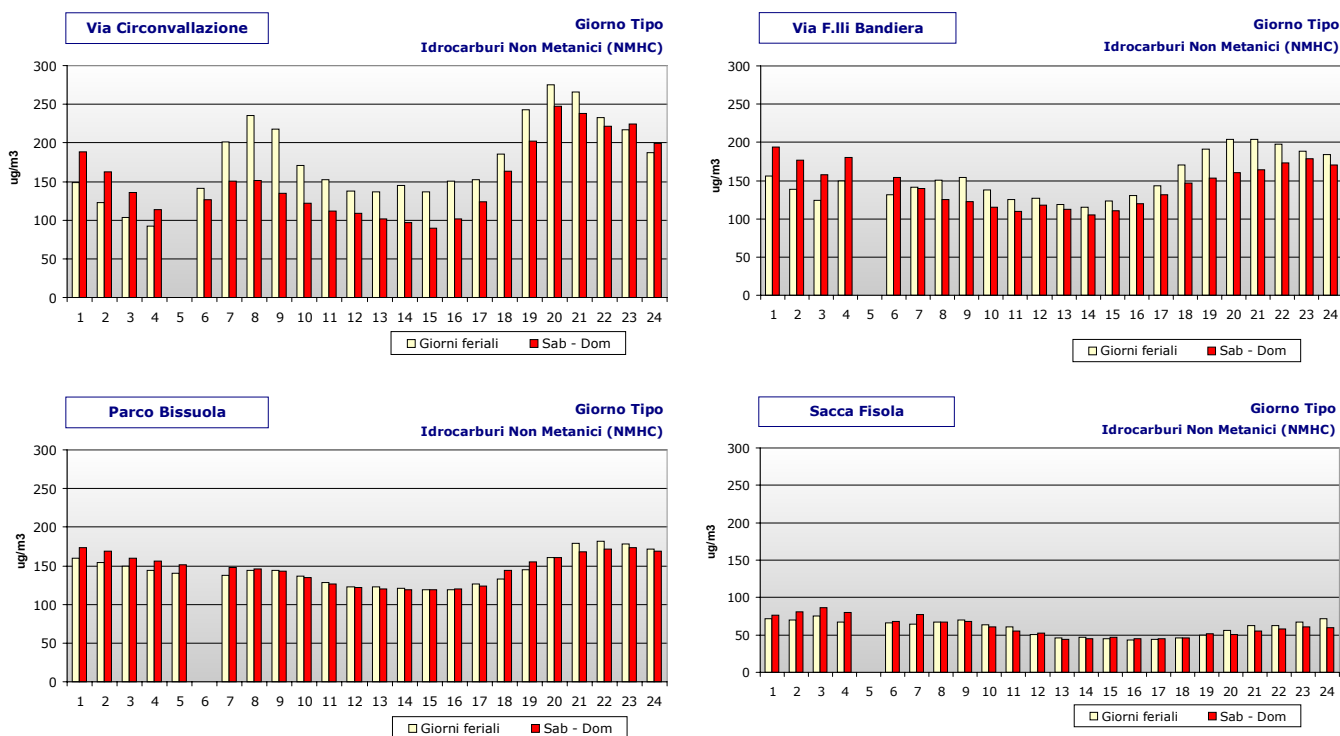
All'interno di questa classe di composti sono compresi anche gli inquinanti non convenzionali benzene ed idrocarburi policiclici aromatici (IPA).

Le concentrazioni tipiche sopra delineate sono state effettivamente riscontrate presso le stazioni di monitoraggio di Mestre - via Antonio Da Mestre, via Circonvallazione, via F.lli Bandiera, Parco Bissuola - in contrapposizione al sito posto a Sacca Fisola dove il valore medio annuale è effettivamente molto più basso (Allegato 1 e Grafico 38). In ogni caso si tratta di un fenomeno alquanto diffuso.

Gli NMHC sono inquinanti atmosferici che hanno perso significatività a vantaggio di altri, quali il benzene e gli IPA.

Il superamento del valore limite di 200 µg/m³ per gli NMHC deve essere segnalato solo qualora si siano verificati superamenti dello standard per l'ozono, fissato in 200 µg/m³ dal DPCM 28/03/83, contemporaneamente nelle stazioni di Parco Bissuola e Maerne. Durante tutto l'anno 2002, a Maerne e Parco Bissuola non si sono verificati superamenti di tale limite per l'ozono; di conseguenza, ai sensi del DPCM 28/03/83 non si sono verificati superamenti del valore limite attualmente in vigore per gli NMHC (Tabella 5).

Grafico 38: Giorno tipo anno 2002.



I grafici del giorno tipo per le stazioni dell'area urbana hanno andamenti simili: presentano massimi intorno alle ore 8.00 e alle ore 20.00, in corrispondenza di un incremento dei flussi di traffico urbano. 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 $275 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in via Circonvallazione intorno alle ore 20.00 (Grafico 38). In quest'ultima stazione, durante il giorno, la concentrazione misurata nei giorni feriali è molto maggiore di quella misurata di sabato e domenica, al contrario durante la notte prevale la concentrazione misurata nel fine settimana.

Presso la stazione di Parco Bissuola (tipo A) l'andamento della concentrazione nel giorno tipo è piuttosto stabile, senza picchi degni di nota, tuttavia si misurano valori generalmente elevati di NMHC. La stazione di Sacca Fisola ha fatto registrare concentrazioni basse e stabili durante tutta la giornata.

3.2.9.1. Benzene (C₆H₆)

Siti di misura. Le stazioni della rete dotate di analizzatori automatici di benzene (C₆H₆) nell'anno 2002 sono:

Parco Bissuola (A); via Antonio Da Mestre (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 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).

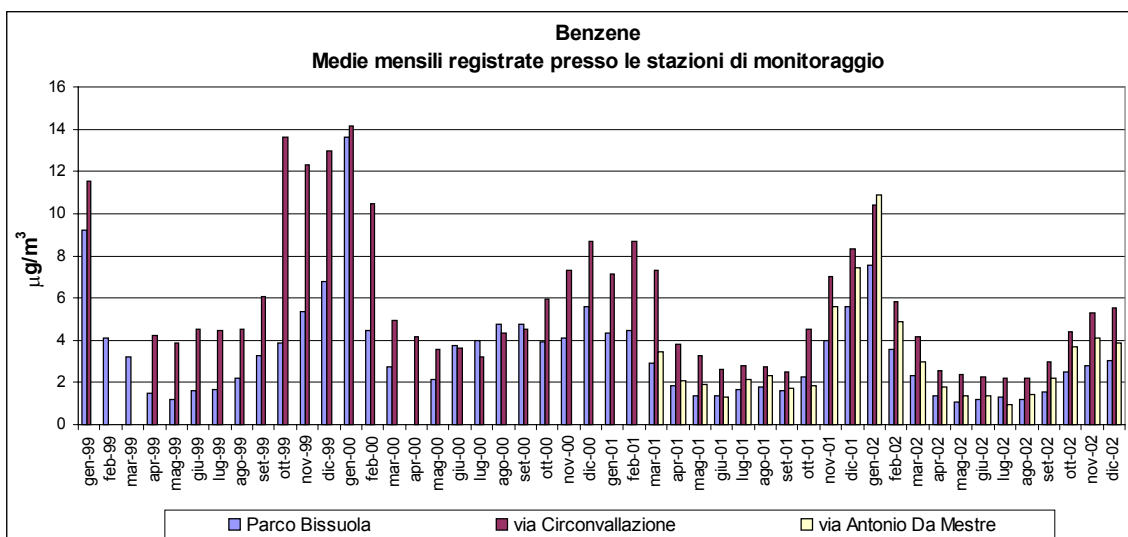
Il benzene è un composto altamente volatile: per questo motivo, l'emissione in atmosfera associata all'evaporazione da serbatoi degli autoveicoli e dei distributori di carburante può essere notevole. Tuttavia, le emissioni autoveicolari derivano solo per una frazione dal processo evaporativo; la maggior 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 sensibilmente inferiori alle emissioni degli autoveicoli non catalizzati.

Il benzene nel 2002: analisi spaziali e temporali

Dal 28 aprile 2002 non è più in vigore l'obiettivo di qualità per il benzene fissato dal DM 25/11/94 poiché è entrato in vigore il Decreto ministeriale 2 aprile 2002, n° 60 che individua il valore limite annuale per la protezione della salute umana da raggiungere al 1 gennaio 2010 (Tabella 5).

L'andamento delle medie mensili, rappresentate nel Grafico 39 a partire dal 1999, evidenzia un picco di concentrazione nei mesi autunnali ed invernali, con una netta tendenza al superamento del valore limite annuale di 5 µg/m³ fissato dal DM 60/02. Nella Tabella 5 si riportano i valori limite che il DM 60/02 prevede debbano essere raggiunti entro la data prevista per gli inquinanti non convenzionali ed i valori aumentati del margine di tolleranza riferiti alla fase transitoria (28 aprile 2002 – 31 dicembre 2009).

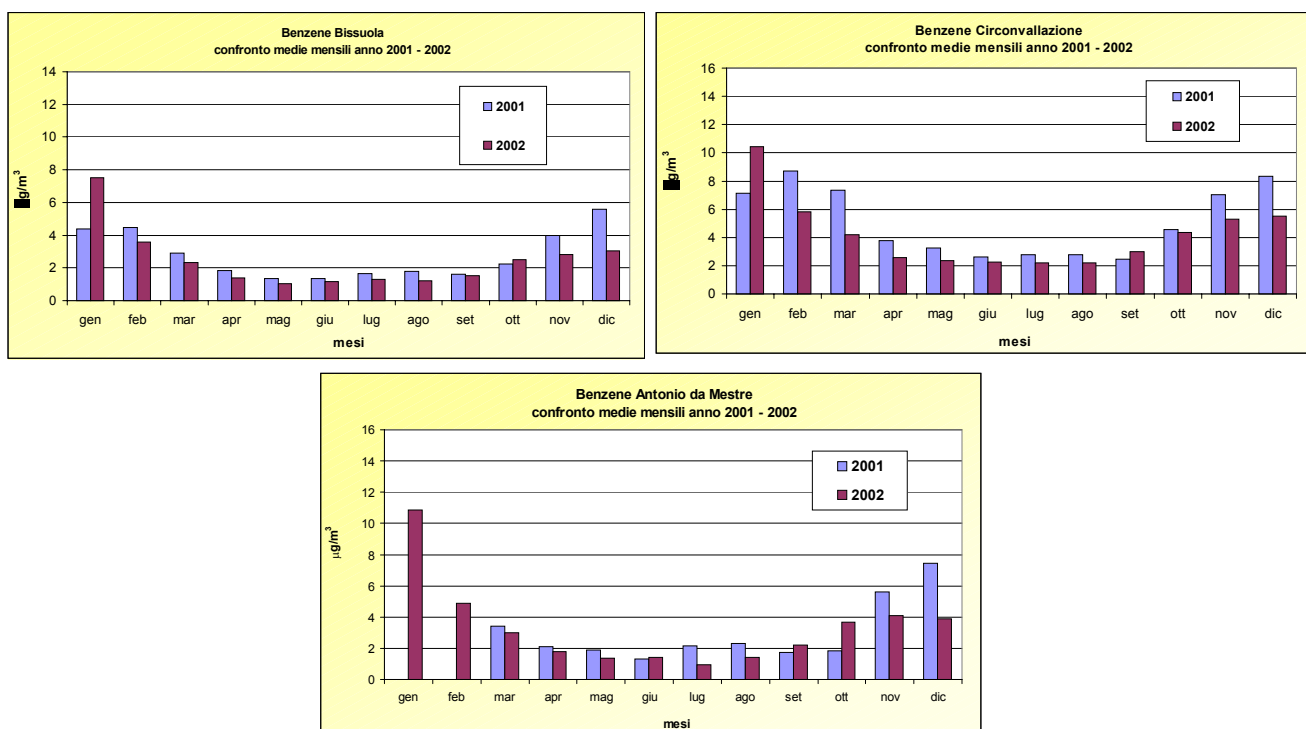
Grafico 39: Medie mensili di benzene registrate presso le stazioni di monitoraggio da gennaio 1999 a dicembre 2002.



Nel mese di gennaio 2002 la concentrazione media mensile di benzene risulta molto maggiore rispetto al precedente anno 2001, come evidenziato nel Grafico 40; mentre le altre concentrazioni medie mensili del 2002 sono generalmente inferiori a quelle del 2001.

Complessivamente nel 2002 è possibile notare una evidente diminuzione delle concentrazioni medie mensili rispetto al precedente anno, in accordo con la diminuzione osservata anche dal 2000 al 2001 (Rapporto Annuale 2001).

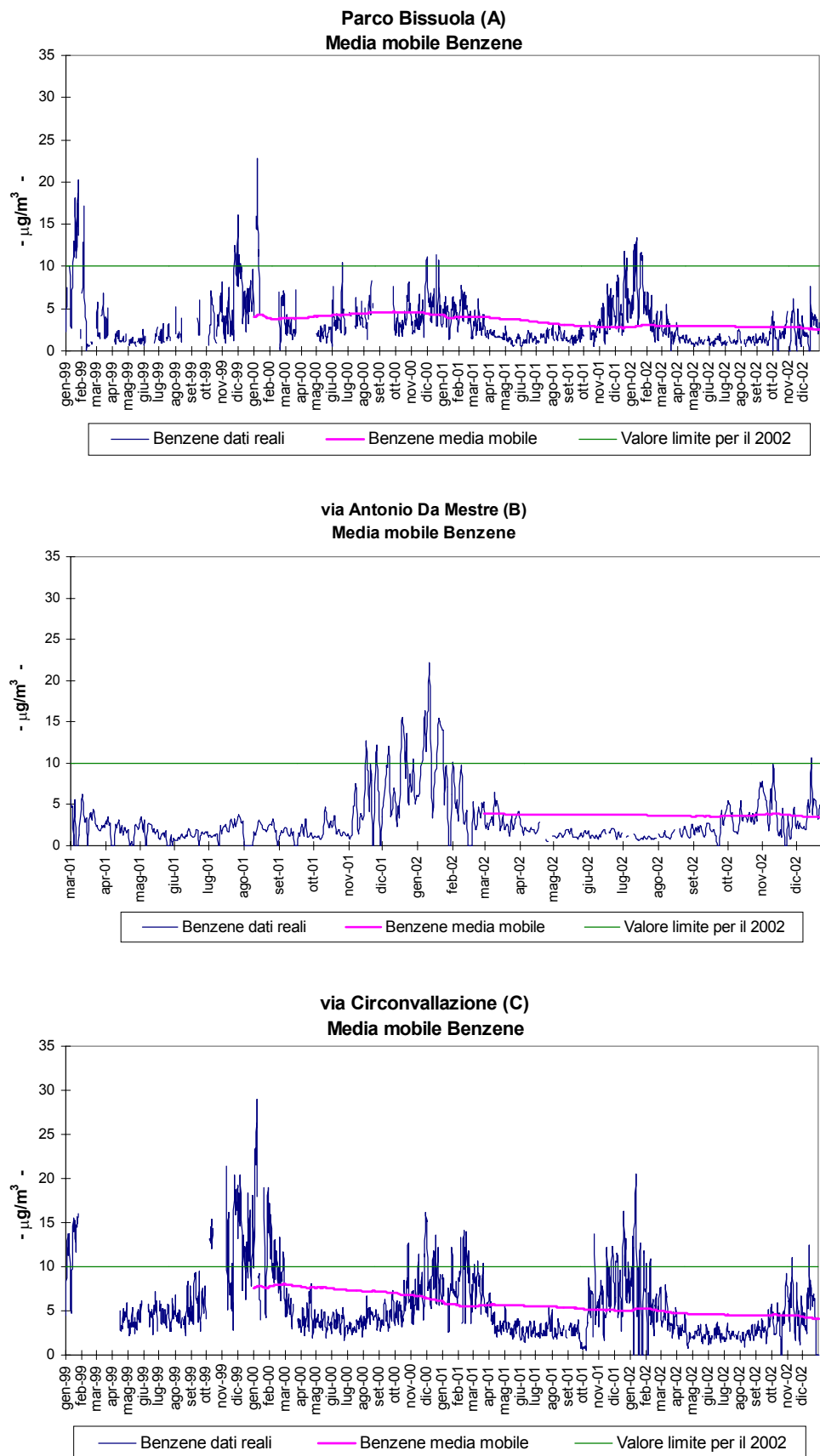
Grafico 40: Confronto delle medie mensili di benzene registrate durante l'anno 2001 e 2002 presso le tre stazioni di monitoraggio.



Pur non essendo più in vigore l'obiettivo di qualità, da calcolare come media mobile annuale, è interessante osservare l'andamento nel tempo della serie dei dati giornalieri e della media mobile

annuale nelle tre stazioni, a confronto con il valore limite annuale aumentato del margine di tolleranza previsto per il 2002 e pari a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Grafico 41).

Grafico 41: Confronto media mobile annuale benzene – valore limite annuale aumentato del margine di tolleranza per il 2002 nelle tre stazioni di monitoraggio.



Le medie annuali del 2002, come media delle medie giornaliere, della concentrazione di benzene in via Circonvallazione ($4 \mu\text{g}/\text{m}^3$), via Antonio Da Mestre ($3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e Parco Bissuola ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) risultano entro il valore limite annuale aumentato del margine di tolleranza fissato per il 2002 dal DM 60/02 ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

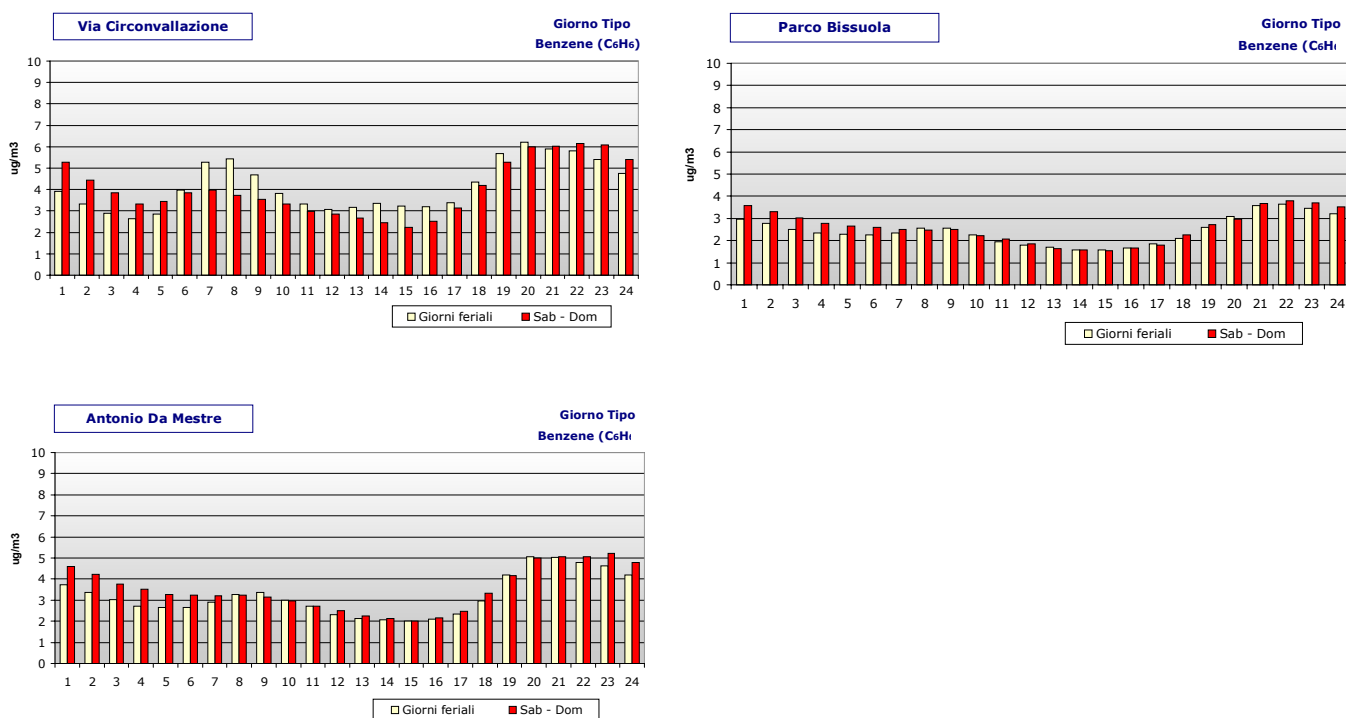
Tali valori indicano una certa differenziazione dell'inquinamento a seconda dell'area di monitoraggio, con una maggiore incidenza nell'area di traffico (via Circonvallazione).

La media di area dell'anno 2002 per il benzene è di $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, inferiore a quella calcolata nel precedente anno 2001, pari a $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabella 31), in accordo con la diminuzione osservata anche dal 2000 al 2001 (Rapporto Annuale 2001).

L'analisi dei giorni tipo (Grafico 42) del benzene elaborati sull'anno 2002 dimostra che la stazione di via Circonvallazione, situata presso un'importante arteria urbana, è caratterizzata da concentrazioni maggiori rispetto a quelle che si riscontrano in via Antonio Da Mestre ed al Parco Bissuola, con picchi prossimi a $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ alle ore 8.00 ed alle ore 20.00. Queste due punte di concentrazione nettamente visibili coincidono con gli orari di traffico intenso e sono evidenti in tutte le stazioni. Le concentrazioni minime si registrano attorno alle ore 15.00.

Dalle ore 6.00 alle ore 20.00 le concentrazioni di benzene del giorno tipo lavorativo sono superiori a quelle del fine settimana, durante le ore serali e notturne prevalgono le concentrazioni misurate di sabato e domenica, in particolare in via Circonvallazione, come osservato precedentemente per gli idrocarburi non metanici in genere (paragrafo 3.2.9).

Grafico 42: Giorno tipo anno 2002.



3.2.9.2. Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Siti di misura. Le stazioni della rete urbana presso le quali è stato effettuato il monitoraggio degli IPA, per l'anno 2002, sono:

Parco Bissuola (A); via Antonio Da Mestre (B); via Circonvallazione (C).

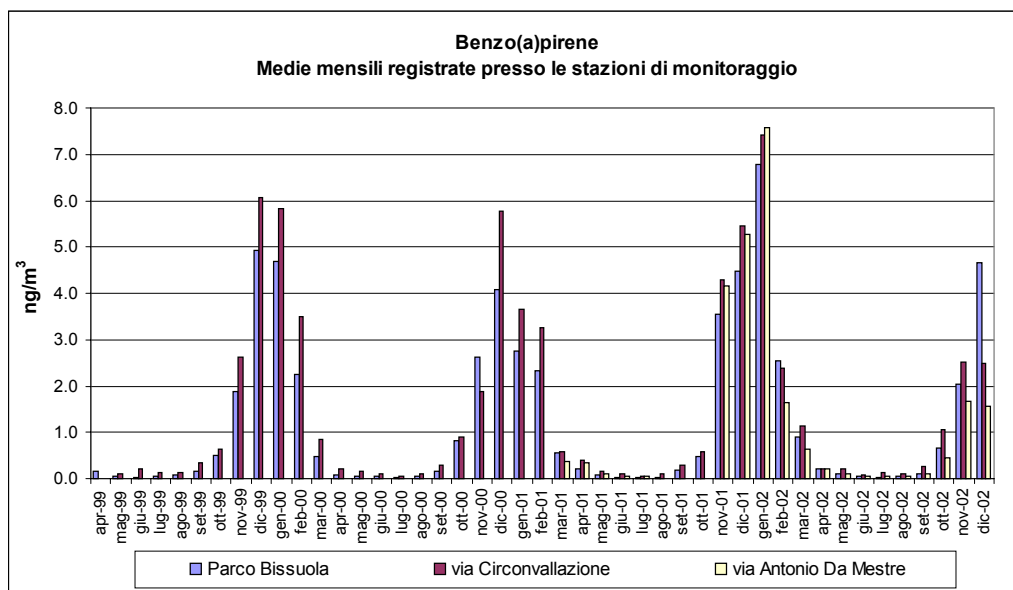
Caratteristiche generali. Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono una classe di idrocarburi la cui composizione è data da due o più anelli benzenici condensati. La classe degli IPA è perciò costituita da un insieme piuttosto eterogeneo di sostanze, caratterizzate da differenti proprietà tossicologiche. L'Agenzia di Protezione dell'Ambiente statunitense (US EPA) ha stilato un elenco di IPA di maggiore tossicità tra i 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.

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) nel 2002: analisi spaziali e temporali

Grafico 43: Medie mensili di benzo(a)pirene registrate presso le stazioni di monitoraggio da aprile 1999 a dicembre 2002.



Osservando l'andamento delle medie mensili del benzo(a)pirene, rappresentate nel Grafico 43, si evidenziano i picchi di concentrazione nella stagione fredda, con una netta tendenza al superamento dell'obiettivo di qualità pari a 1 ng/m^3 , definito dal DM 25/11/94 come media mobile annuale.

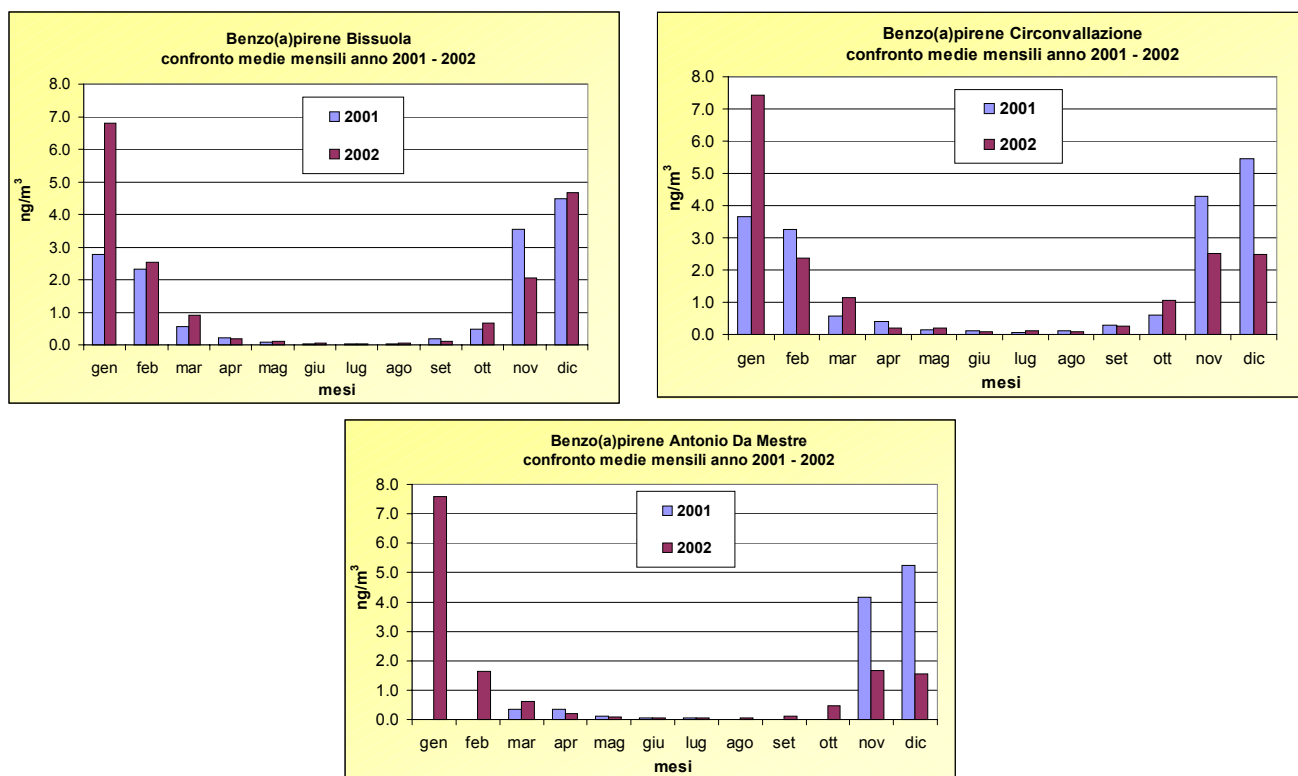
A differenza di quanto osservato per il benzene, non è possibile notare una diminuzione generalizzata delle concentrazioni medie mensili rispetto al precedente anno; nel

Grafico 44 sono messe a confronto tali medie mensili.

Nel mese di gennaio 2002 la concentrazione media mensile di benzo(a)pirene risulta doppia rispetto al precedente anno 2001, come evidenziato nel

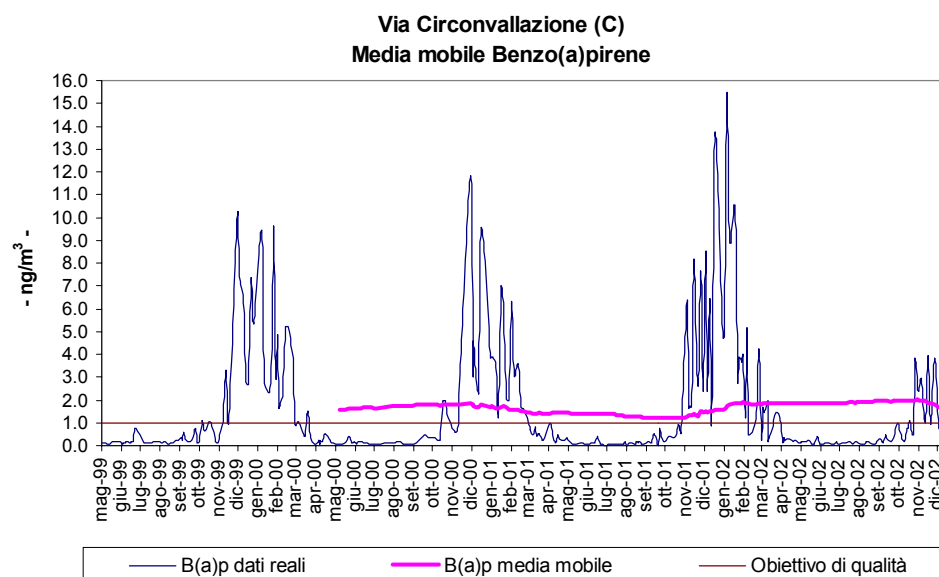
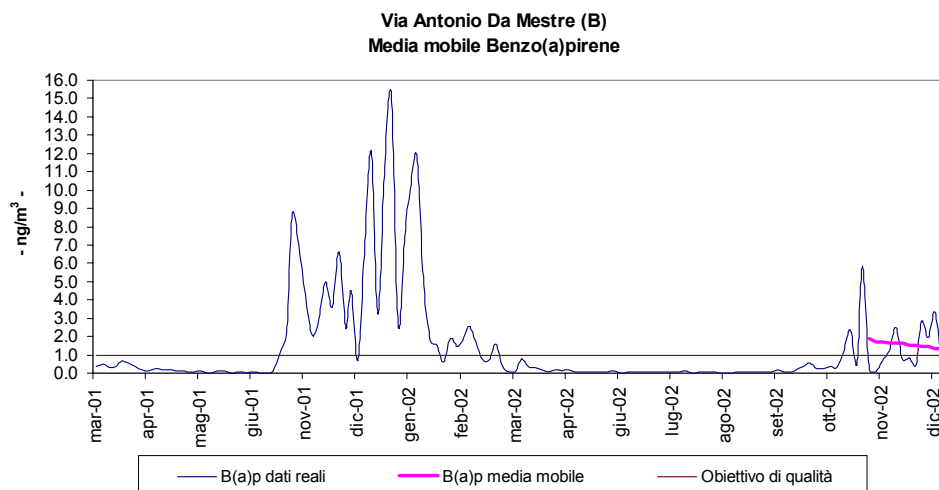
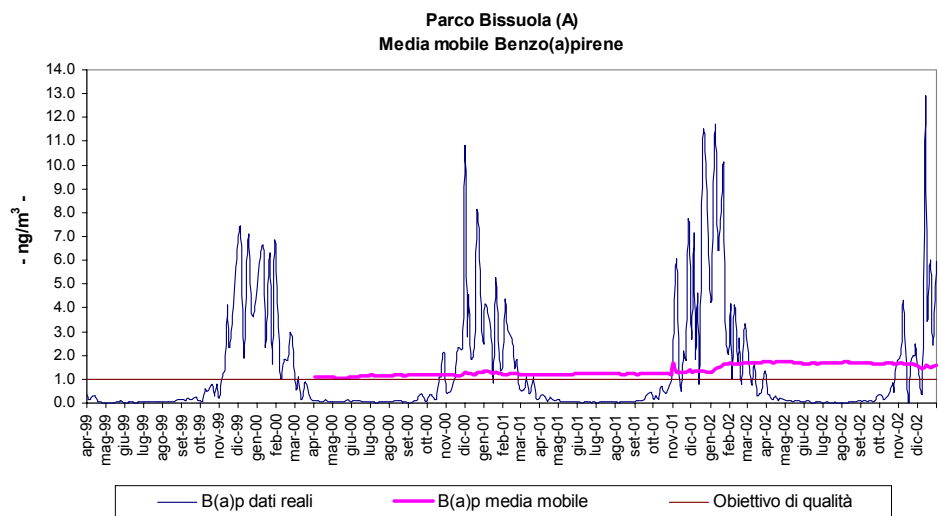
Grafico 44; mentre le altre concentrazioni medie mensili del 2002 sono solamente a volte inferiori a quelle del 2001.

Grafico 44: Confronto delle medie mensili di benzo(a)pirene registrate durante l'anno 2001 e 2002 presso le stazioni di monitoraggio.



Il Grafico 45 riporta la serie dei dati giornalieri e la media mobile per le stazioni di Parco Bissuola, via A. Da Mestre e via Circonvallazione.

Grafico 45: Confronto media mobile benzo(a)pirene – obiettivo di qualità nelle stazioni di monitoraggio.



La media mobile annuale, prevista dal DM 25/11/94 come strumento di valutazione del benzo(a)pirene (Tabella 5), fornisce risultati soddisfacenti solo qualora i dati siano omogeneamente distribuiti nell'arco dei mesi osservati. Pertanto si è ritenuto preferibile utilizzare, come miglior stima della media annuale della concentrazione di benzo(a)pirene, la media delle medie mensili, che risente meno della disomogeneità della distribuzione delle rilevazioni nei diversi periodi dell'anno e pertanto permette di pesare in modo equilibrato ciascun periodo stagionale.

Le medie mobili aggiornate a dicembre 2002, calcolate come media delle medie mensili, della concentrazione di benzo(a)pirene assumono il valore di 1,5 ng/m³ per la stazione di Parco Bissuola, 1,2 ng/m³ per la stazione di via A. Da Mestre e di 1,5 ng/m³ per la stazione di via Circonvallazione, superiori quindi all'obiettivo di qualità di 1 ng/m³.

Tali valori stanno ad indicare un inquinamento "di area" per il benzo(a)pirene, che presenta una diffusione pressoché omogenea nel centro urbano.

La media di area dell'anno 2002, come media delle medie annuali delle tre diverse stazioni, è di 1,4 ng/m³; mentre la media delle medie annuali della stazione di Parco Bissuola (tipo A) e via Circonvallazione (tipo C) è di 1,5 ng/m³, uguale a quella calcolata nel precedente anno 2001 (Tabella 31).

Quindi la tendenza alla riduzione complessiva della media annuale di area del benzo(a)pirene registrata durante l'anno 2001 (1,5 ng/m³) rispetto all'anno 2000 (1,8 ng/m³), non sembra confermata nell'anno 2002.

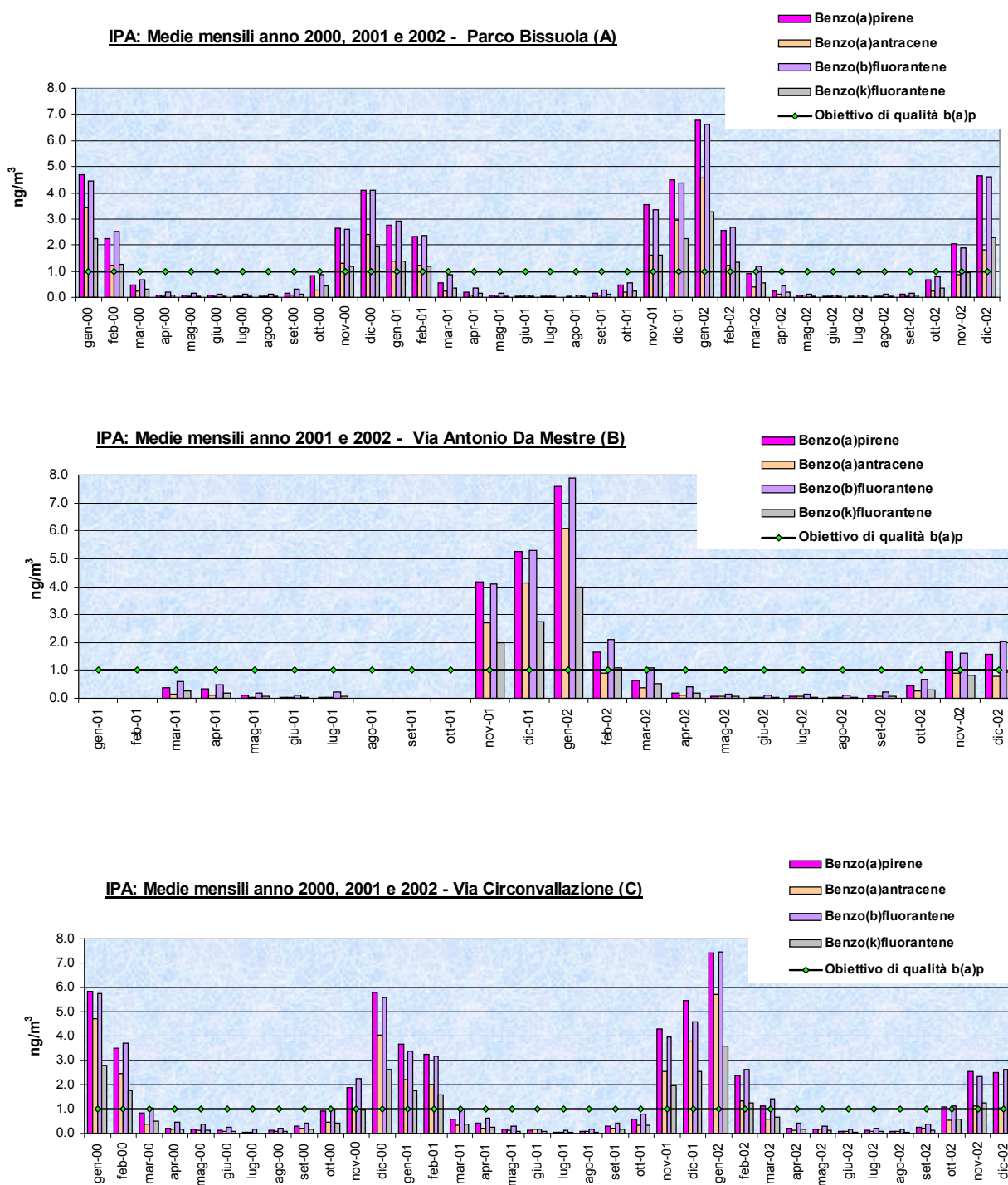
L'importanza ambientale degli idrocarburi policiclici aromatici deriva dall'accertata azione cancerogena di alcuni di essi, con maggiore riguardo a quelli condensati nel particolato atmosferico.

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).

L'andamento delle medie mensili del benzo(a)pirene, benzo(a)antracene, benzo(b)fluorantene e benzo(k)fluorantene, rappresentate nel Grafico 46, evidenzia un picco di concentrazione nei mesi autunnali ed invernali, e, come già osservato, una netta tendenza al superamento dell'obiettivo di qualità per il benzo(a)pirene pari a 1 ng/m^3 , definito dal DM 25/11/94 come media mobile annuale.

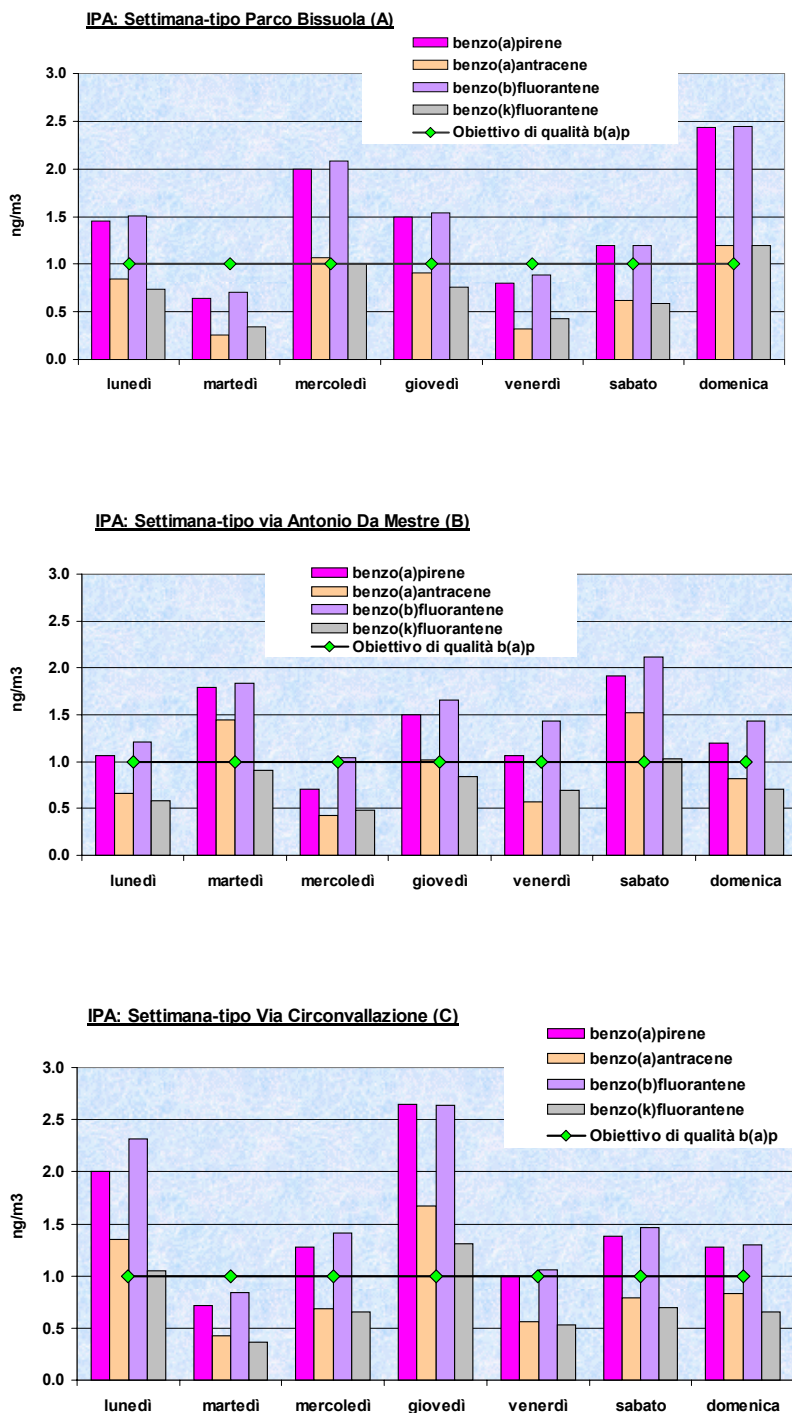
Grafico 46: Medie mensili dei diversi Idrocarburi Policiclici Aromatici misurati nelle stazioni di Parco Bissuola, via Antonio Da Mestre e via Circonvallazione.



I grafici che raffigurano la settimana tipo per benzo(a)pirene, benzo(a)antracene, benzo(b)fluorantene e benzo(k)fluorantene a Parco Bissuola, via Antonio Da Mestre e via Circonvallazione (Grafico 47) sembrano indicare come il giorno della settimana non influenzi particolarmente i valori medi di questi inquinanti. Le concentrazioni maggiori in assoluto si misurano il giovedì in via Circonvallazione e la domenica al Parco Bissuola.

Un comportamento analogo era stato osservato nella settimana – tipo della concentrazione di PM₁₀ (Grafico 33).

Grafico 47: Settimana – tipo dei diversi Idrocarburi Policiclici Aromatici misurati nelle stazioni di Parco Bissuola, via Antonio Da Mestre e via Circonvallazione.



3.2.10. Metalli

Siti di misura. Durante l'anno 2002 sono stati analizzati i metalli nel particolato atmosferico (PM₁₀) in tre diverse stazioni della rete urbana di Mestre:

Parco Bissuola (A); via Antonio Da Mestre (B); via Circonvallazione (C).

Caratteristiche generali. La contaminazione dell'atmosfera urbana da parte di metalli pesanti (cfr. paragrafo 1.3) rappresenta un fenomeno di notevole impatto per la salute umana. Tra i metalli pesanti che si trovano nel particolato atmosferico il maggiormente studiato è senz'altro il piombo. Il cadmio, ben noto per la sua tossicità e la sua capacità di accumularsi nell'organismo, è classificato dallo IARC (International Agency for Research on Cancer) nel gruppo 2B (carcinogeno dimostrato per gli animali). Il nichel presenta proprietà cancerogene riconosciute ed è classificato dallo IARC nel gruppo 2A, per tale ragione la sua concentrazione deve essere attentamente valutata. Il mercurio, inalato ad elevate concentrazioni, può provocare un danno permanente al sistema nervoso con possibilità di morte. Riguardo all'arsenico, mentre studi sperimentali non hanno dimostrato con sicurezza un potenziale effetto cancerogeno di questo elemento, indagini epidemiologiche svolte in ambienti di lavoro indicano che esso può indurre il cancro.

Sono di seguito riportate le principali fonti di generazione di piombo, nichel, cadmio, arsenico e mercurio (WHO - AIR QUALITY GUIDERLINES FOR EUROPE 2000 e ANPA, Il rischio in Italia da sostanze inorganiche).

Tabella 23: Provenienza e caratteristiche dei cinque metalli analizzati

PIOMBO (Pb)	
Provenienza	<ul style="list-style-type: none">▪ Gas di scarico veicoli.▪ Attività industriali (colorifici ceramici, fonderie, officine metallurgiche, inceneritori).▪ Componente delle vernici.
Caratteristiche	<ul style="list-style-type: none">▪ Si deposita al suolo e sulle acque e penetra nell'organismo principalmente attraverso la catena alimentare.▪ Si trova nell'aria in forma di fini particelle, in genere di dimensioni inferiori a 1 µm e penetra attraverso le vie respiratorie.
NICHEL (Ni)	
Provenienza	<p><u>Sorgenti naturali:</u></p> <ul style="list-style-type: none">▪ Molto diffuso in natura (crosta terrestre, suoli per agricoltura, contenuto in carbone ed olio grezzo).▪ Polveri trasportate dal vento.▪ Emissioni vulcaniche.▪ Attività biologiche naturali. <p><u>Sorgenti antropogeniche:</u></p> <ul style="list-style-type: none">▪ Residui di combustione di oli.▪ Gas di scarico veicoli, combustione di benzina e carbone.▪ Attività industriali (produzione di batterie, estrazione e raffinazione del nichel, leghe contenenti nichel-acciai industriali, catalizzatori, inceneritori).▪ Fumo di tabacco.
Caratteristiche	<ul style="list-style-type: none">▪ Si deposita al suolo e penetra nell'organismo principalmente attraverso la catena alimentare.▪ Si trova nell'aria in forma di fini particelle e penetra attraverso le vie respiratorie.

CADMIO (Cd)	
Provenienza	<p><u>Sorgenti naturali (10%):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Emissioni vulcaniche. <p><u>Sorgenti antropogeniche (90%):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gas di scarico veicoli (soprattutto diesel). ▪ Attività industriali (produzione di batterie, produzione metalli non ferrosi, industria delle vernici, inceneritori, industria della plastica, attività di zincatura, manifatturiere del cemento, componente fondamentale delle nuove tecnologie come elettronica, comunicazione, generazione di energia, industrie aerospaziali). ▪ Fumo di tabacco.
Caratteristiche	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Si deposita al suolo e penetra nell'organismo principalmente attraverso la catena alimentare. Con il fumo di 20 sigarette si inalano circa 3 µg di cadmio, dei quali 1 µg viene assorbito. ▪ Si trova nell'aria in forma di fini particelle, in genere di dimensioni inferiori a 1 µm e penetra attraverso le vie respiratorie.
ARSENICO (As)	
Provenienza	<p><u>Sorgenti naturali:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Emissioni vulcaniche. ▪ Polveri risospese dal vento. ▪ Attività biologica naturale. ▪ Incendi di foreste. <p><u>Sorgenti antropogeniche (3 volte superiori alle naturali):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Combustione di olio combustibile, carbon fossile. ▪ Attività industriali (fusione di metalli, stabilizzanti del legno, industria farmaceutica, industrie del vetro, manifatturiere tessili, conservazione del cuoio, produzione di elementi semiconduttori, optoelettronica). ▪ Uso di pesticidi in agricoltura. ▪ Incenerimento rifiuti. ▪ Estrazione mineraria.
Caratteristiche	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Si trova nel particolato atmosferico, generalmente in forma inorganica, principalmente un misto di forma tri e pentavalente. ▪ Il trasferimento di arsenico all'uomo da fonti ambientali avviene principalmente per via inalatoria e per ingestione di alimenti ed acqua.
MERCURIO (Hg)	
Provenienza	<p><u>Sorgenti naturali:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Emissione di gas dalla superficie terrestre (degassificazione). ▪ Attività biologica naturale. ▪ Aerosol marino. <p><u>Sorgenti antropogeniche:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Combustione carbon fossile. ▪ Scavo e fusione del cinabro. ▪ Attività industriali (impianti cloro-soda, stabilizzanti o pigmenti in pitture, sistemi di accensione elettrica e batterie, sistemi di misura e controllo, catalizzatori, lampade luminescenti ed al quarzo, produzione di inneschi di esplosivi, amalgami per la cura dentale). ▪ Uso di fungicidi e germicidi in agricoltura.
Caratteristiche	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Il ciclo del mercurio prevede scambio continuo tra la superficie terrestre o marina e l'atmosfera. ▪ Generalmente solo l'1% dell'assunzione totale di mercurio inorganico proviene dall'acqua potabile, mentre l'84% deriva dalla dieta (20-85% dal pesce).

I metalli nel 2002: analisi spaziali e temporali

Relativamente ai metalli, i provvedimenti normativi rilevanti per il controllo dell'inquinamento atmosferico sono il D. Lgs. 351/99 e il DM 60/02, che abroga il DM 20/05/91 e il DM 25/10/94. Il DM 60/02 individua i nuovi limiti e i relativi margini di tolleranza per il piombo. Parallelamente fino alla data di entrata in vigore dei valori limite "puri" (quelli non aumentati del margine di tolleranza) restano in vigore anche i valori limite di cui all'allegato I, tabella A del DPCM 28/03/83 (Tabella 24).

Il Decreto Legislativo 351/99 (Allegato I) fa riferimento anche ad altri metalli, quali Cd, As, Ni e Hg, da considerare nel quadro della valutazione e della gestione della qualità dell'aria ambiente, senza definirne i valori limite. I valori limite per questi metalli saranno argomento di una nuova direttiva europea attualmente in preparazione, di cui è disponibile una bozza non definitiva a cui si è fatto riferimento per la valutazione delle rilevazioni sperimentali (Tabella 29). Per questi ultimi elementi sono state prese a confronto anche le linee guida di qualità dell'aria dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO).

Tabella 24: Limiti di legge in vigore per i metalli.

INQUINANTE	TIPOLOGIA	VALORE	RIFERIMENTO LEGISLATIVO	SCADENZA
Piombo	Media annuale delle medie giornaliere (anno civile)	2 µg /m ³	DPCM 28/03/83	Fino 31/12/2004
Piombo	Valore limite annuale per la protezione della salute umana Anno civile	1 gennaio 2002: 0.8 µg /m ³ 1 gennaio 2003: 0.7 µg /m ³ 1 gennaio 2004: 0.6 µg /m ³ 1 gennaio 2005: 0.5 µg /m ³	DM 60/02	

Oltre al Piombo quindi, in accordo con l'Amministrazione Comunale, si è ritenuto di proseguire il monitoraggio anche degli altri quattro metalli citati al fine di approfondire preliminarmente la conoscenza, nell'arco dell'intero anno, della loro concentrazione nell'area veneziana, in attesa dell'approvazione della Direttiva Europea e del suo recepimento a livello nazionale.

Tra gli obiettivi dell'indagine di monitoraggio si annoverano i seguenti:

- confronto della concentrazione di metalli misurabile in tre stazioni di Mestre
- individuazione di eventuali superamenti dei valori limite
- analisi dell'andamento stagionale dei diversi metalli monitorati
- paragone dei risultati attuali con quelli di una precedente indagine iniziata nel settembre 2000 (cfr. Rapporto Annuale 2001).

I metalli oggetto di studio presenti nella frazione PM₁₀ (As, Cd, Ni, Pb) sono stati analizzati in laboratorio mediante Spettrometria di massa con plasma ad accoppiamento induttivo (ICP-MS) e, nel caso del mercurio, con Assorbimento atomico a vapori freddi (FIMS).

Tabella 25: Valori limite non ancora in vigore, proposti nella bozza di direttiva europea in preparazione.

Inquinante	Tipologia	Valore	Riferimento legislativo
Ni	Valore limite Anno civile	30 ng/m ³ 2006: 28 ng/m ³ 2007: 26 ng/m ³ 2008: 24 ng/m ³ 2009: 22 ng/m ³ 2010: 20 ng/m ³	Direttiva in preparazione
Hg	Valore limite Anno civile	1.5 ng/m ³ 2006: 1.4 ng/m ³ 2007: 1.3 ng/m ³ 2008: 1.2 ng/m ³ 2009: 1.1 ng/m ³ 2010: 1.0 ng/m ³	Direttiva in preparazione
As	Valore limite Anno civile	9 ng/m ³ 2005: 8.5 ng/m ³ 2006: 8 ng/m ³ 2007: 7.5 ng/m ³ 2008: 7 ng/m ³ 2009: 6.5 ng/m ³ 2010: 6 ng/m ³	Direttiva in preparazione
Cd	Valore limite Anno civile	7.5 ng/m ³ 2006: 7 ng/m ³ 2007: 6.5 ng/m ³ 2008: 6 ng/m ³ 2009: 5.5 ng/m ³ 2010: 5 ng/m ³	Direttiva in preparazione

Dal 01 gennaio al 31 dicembre 2002 nelle stazioni di Parco Bissuola, via A. Da Mestre e via Circonvallazione sono stati analizzati sui filtri giornalieri delle PM₁₀, rispettivamente, 79, 108 e 119 campioni di metalli, per un totale di 306 campioni.

I punti di monitoraggio Parco Bissuola (tipo A), via A. Da Mestre (tipo B) e via Circonvallazione (tipo C) consentono di distinguere il contributo della sorgente traffico (Circonvallazione) nell'aerosol urbano di fondo (Parco Bissuola).

In Allegato 4 (Tabelle 1, 2 e 3) si riportano media, mediana ed intervallo dei dati (minimo - massimo) della serie di dati di concentrazione giornaliera dei metalli dell'anno 2002, rispettivamente per via Circonvallazione, Parco Bissuola e via A. Da Mestre, espressi in ng/m³.

E' importante sottolineare che quando il valore ottenuto dall'analisi è risultato inferiore al limite di rilevabilità, secondo una prassi statistica utilizzata dal Servizio Laboratori del Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia è stato inserito in tutte le tabelle dei dati la metà del valore del limite di rilevabilità (Tabella 26).

In Allegato 4 sono riportati anche i grafici degli andamenti delle concentrazioni giornaliere dei cinque metalli per ogni stazione considerata, relative all'anno 2002.

Tabella 26: Limiti di rilevabilità analitica dei diversi metalli.

	As (ng/m3)	Cd (ng/m3)	Hg (ng/m3)	Ni (ng/m3)	Pb (ng/m3)
Limite rilevabilità	2	1	0.2	2	2
Se determinazione analitica < limite rilevabilità sostituzione con	1	0.5	0.1	1	1

Da quanto illustrato dalla Tabella 27 alla Tabella 30 e nel Grafico 48 si possono esprimere le seguenti osservazioni:

- La concentrazione media annuale del piombo è inferiore al valore limite di 0,5 µg/m³ fissato dal DM 60/02 e da raggiungere al 1 gennaio 2005 in tutte e tre le stazioni.
- Le concentrazioni medie annuali degli altri quattro metalli analizzati (As, Cd, Hg, Ni) sono inferiori ai valori limite proposti dalla direttiva europea in preparazione in tutte e tre le stazioni.
- La concentrazione media di arsenico del primo semestre 2002 è risultata piuttosto elevata, tuttavia è diminuita notevolmente nel secondo semestre dell'anno (Tabella 29).
- In tutte e tre le stazioni considerate il comportamento più "stagionale" si può osservare per il piombo con aumento della concentrazione in autunno ed in inverno. Nel Grafico 48 sono rappresentate le concentrazioni medie mensili dei cinque metalli.
- L'analisi dei dati delle tre stazioni considerate evidenzia come il traffico veicolare incida sulla distribuzione dei metalli, infatti la stazione di via Circonvallazione (tipo C) ad intenso traffico presenta i valori più elevati di piombo.

Le concentrazioni medie annuali di nichel e mercurio sono massime in via A. Da Mestre mentre quelle di arsenico e cadmio sono massime al Parco Bissuola (Tabella 27).

- In Tabella 29 sono confrontate le concentrazioni medie ottenute nelle tre stazioni considerate rispetto a quelle indicate da WHO⁶ per aree urbane (principalmente europee) ed aree remote, indicative di concentrazioni di background.

Le concentrazioni di cadmio e piombo attualmente presenti nell'atmosfera veneziana analizzata ricadono nell'intervallo di concentrazione indicato da WHO come tipico delle aree urbane, nettamente superiore allo stato naturale e quindi prevalentemente di origine antropogenica. La concentrazione annuale di nichel e arsenico è invece tipica di situazioni di background e inferiore a quella indicata da WHO per le aree urbane, in accordo con quanto evidenziato nel Rapporto Annuale 2001, Appendice 2. Infine, le concentrazioni di mercurio potrebbero essere tipiche sia di una realtà urbana che di una situazione di background.

- Per le stazioni di Parco Bissuola e via Circonvallazione è possibile confrontare i dati ottenuti nel primo semestre 2001 con quelli dello stesso semestre del 2002 sempre mediante analisi con ICP-MS (Tabella 30). Sembrerebbe evidenziarsi una generale tendenza di riduzione delle concentrazioni dei metalli.

In particolare per il piombo si osserva un dimezzamento della concentrazione in via Circonvallazione rispetto all'anno scorso. Questo risultato è in accordo con quanto rilevato nel precedente Rapporto Annuale, Appendice 2, in cui si era evidenziato un dimezzamento della

⁶ WHO - AIR QUALITY GUIDELINES FOR EUROPE 2000, Capitolo 6.1, 6.3, 6.7, 6.9, 6.10.

concentrazione del piombo dal 1995 al 2001, giustificato dall'utilizzo della benzina verde (non addizionata con piombo).

Si sottolinea comunque che la riduzione dei valori osservati potrebbe essere casuale e dipendere dalla limitatezza del periodo temporale di confronto (un semestre) o dalla differente numerosità dei dati disponibili nei due periodi; inoltre, si rammenta che i campioni da analizzare nel 2001 sono stati scelti in funzione di condizioni meteorologiche particolarmente favorevoli al ristagno delle polveri sulle quali i metalli vengono determinati (bassa velocità del vento, assenza di precipitazioni e condizioni di stabilità atmosferica) mentre nel 2002 sono stati distribuiti nel tempo con criteri del tutto casuali.

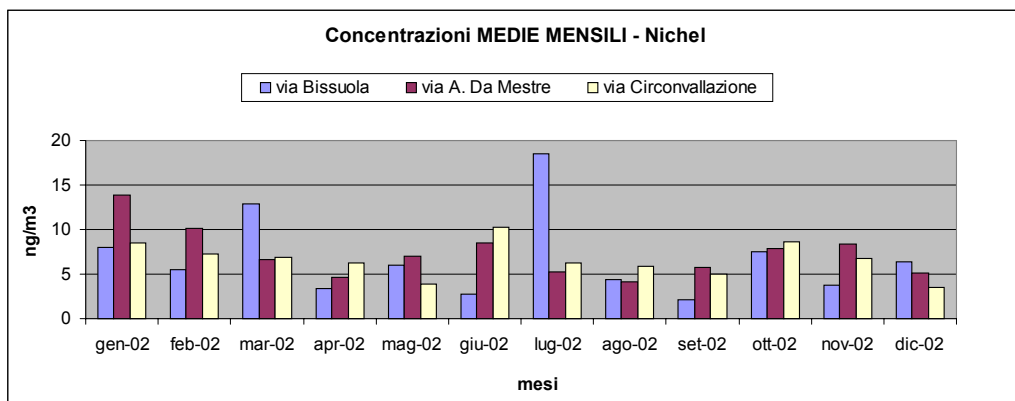
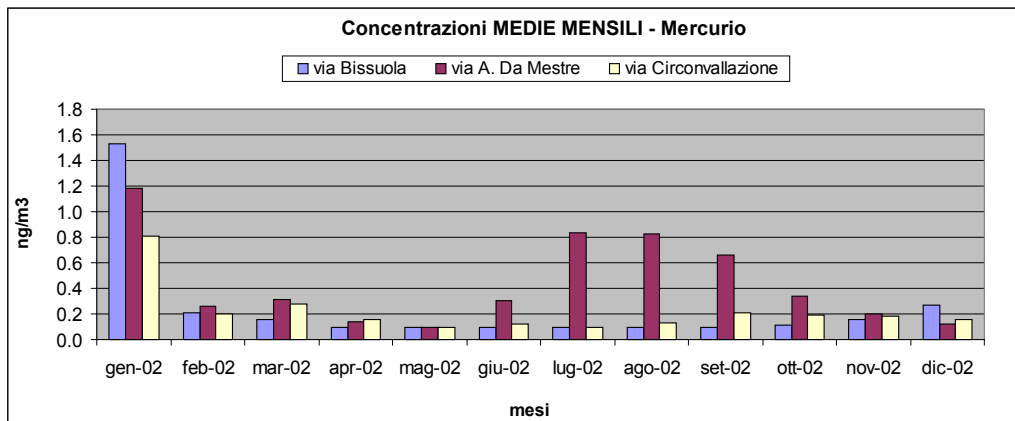
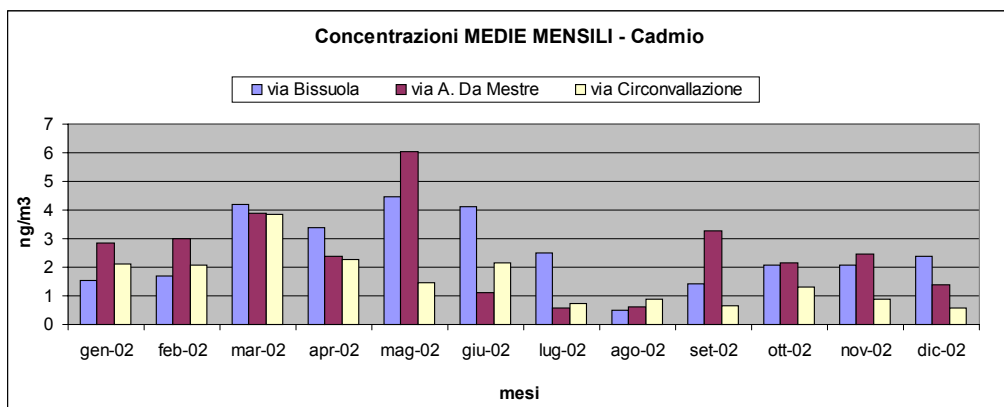
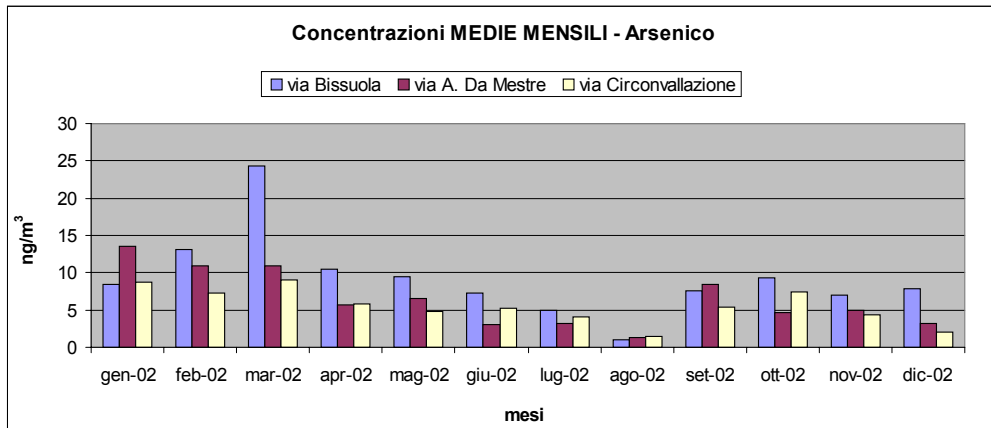
Tabella 27: Concentrazione MEDIA ANNUALE in ng/m³ dei metalli determinati nel PM₁₀ presso le tre stazioni considerate. La media annuale è relativa al numero di campioni analizzati nell'arco dell'anno.

ANALITA	CIRCONVALLAZIONE	BISSUOLA	A. DA MESTRE
N° di misure	119	79	108
As	5.5	8.4	5.7
Cd	1.6	2.5	2.4
Hg	0.2	0.2	0.4
Ni	6.6	5.7	6.7
Pb	32.5	30.5	30.2

Tabella 28: Concentrazione MEDIA MENSILE in ng/m³ dei metalli determinati nel PM₁₀ presso le tre stazioni considerate.

ANALITA	CIRCONVALLAZIONE											
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
N° di misure	11	10	9	10	10	10	9	11	10	10	10	9
As	8.7	7.3	9.0	5.8	4.8	5.2	4.1	1.4	5.5	7.4	4.4	2.1
Cd	2.1	2.1	3.8	2.3	1.5	2.1	0.7	0.9	0.7	1.3	0.9	0.6
Hg	0.8	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2
Ni	8.5	7.2	6.9	6.3	3.9	10.3	6.2	5.9	5.0	8.6	6.7	3.4
Pb	76.2	59.0	31.0	26.8	16.5	23.5	17.2	15.2	28.9	33.2	27.8	30.5
	BISSUOLA											
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
N° di misure	4	4	2	8	7	8	4	5	8	10	9	10
As	8.5	13.1	24.3	10.4	9.5	7.4	5.0	1.0	7.6	9.4	7.0	7.9
Cd	1.5	1.7	4.2	3.4	4.5	4.1	2.5	0.5	1.4	2.1	2.1	2.4
Hg	1.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3
Ni	8.0	5.5	12.8	3.3	6.0	2.7	18.5	4.4	2.1	7.5	3.7	6.4
Pb	66.4	47.0	46.1	20.6	27.2	17.8	17.5	17.5	17.2	29.5	31.6	49.2
	A. DA MESTRE											
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
N° di misure	2	9	8	10	9	10	11	9	10	10	10	10
As	13.5	11.0	10.9	5.7	6.6	3.0	3.3	1.4	8.4	4.7	4.9	3.2
Cd	2.8	3.0	3.9	2.4	6.1	1.1	0.6	0.6	3.3	2.2	2.5	1.4
Hg	1.2	0.3	0.3	0.1	0.1	0.3	0.8	0.8	0.7	0.3	0.2	0.1
Ni	13.9	10.2	6.6	4.6	7.1	8.5	5.3	4.1	5.8	7.8	8.4	5.1
Pb	42.8	52.5	39.6	21.1	21.2	22.0	18.6	16.1	33.8	28.3	45.1	33.9

Grafico 48: Concentrazioni medie mensili dei cinque metalli presso le tre stazioni di monitoraggio.



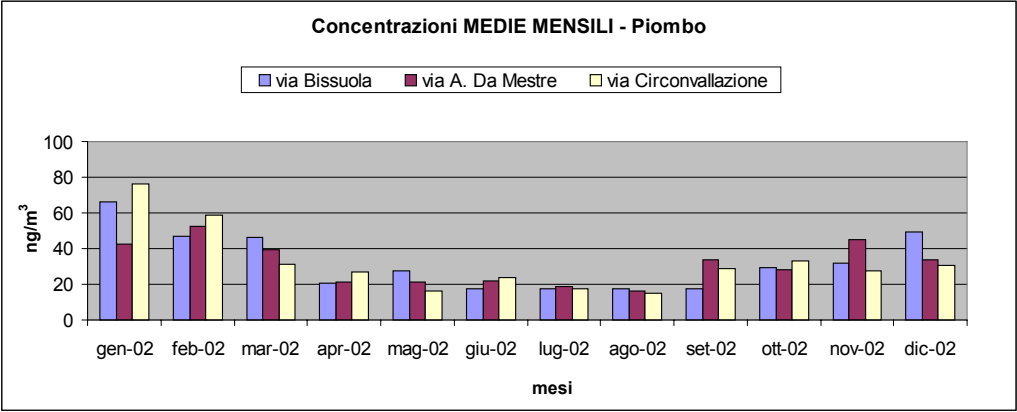


Tabella 29: Confronto delle concentrazioni medie semestrali ed annuali dei metalli analizzati con le indicazioni WHO - 2000, valori limite in vigore per il piombo e valori limite proposti nella direttiva europea in preparazione per arsenico, cadmio, mercurio e nichel.

	MEDIE DI PERIODO (ng/m ³)			Indicazioni WHO (ng/m ³)		VALORI LIMITE (ng/m ³)			
	1° SEMESTRE 2002	2° SEMESTRE 2002	ANNO 2002	Livello di background *	Aree urbane	IN VIGORE - DM 60/02		PROPOSTI - Diret. Europea	
						Anno 2002	Anno 2010	Anno 2002	Anno 2010
Par o Bissuola (Tipo A)									
As	10.4	7.0	8.4	1 - 3	20 - 30	-	-	9	6
Cd	3.4	1.9	2.5	0.1	1 - 10	-	-	7.5	5
Hg	0.3	0.2	0.2	2	0.1 - 5	-	-	1.5	1
Ni	5.1	6.1	5.7	1	9 - 60	-	-	30	20
Pb	31.6	29.6	30.5	0.6	5 - 500	800	500	-	-
Via Antonio Da Mestre (Tipo B)									
As	7.5	4.4	5.7	1 - 3	20 - 30	-	-	9	6
Cd	3.2	1.8	2.4	0.1	1 - 10	-	-	7.5	5
Hg	0.3	0.5	0.4	2	0.1 - 5	-	-	1.5	1
Ni	7.6	6.0	6.7	1	9 - 60	-	-	30	20
Pb	31.2	29.4	30.2	0.6	5 - 500	800	500	-	-
Via Circonvallazione (Tipo C)									
As	6.8	4.1	5.5	1 - 3	20 - 30	-	-	9	6
Cd	2.3	0.9	1.6	0.1	1 - 10	-	-	7.5	5
Hg	0.3	0.2	0.2	2	0.1 - 5	-	-	1.5	1
Ni	7.2	6.0	6.6	1	9 - 60	-	-	30	20
Pb	39.6	25.3	32.5	0.6	5 - 500	800	500	-	-

* Stato naturale o livello di background o concentrazione in aree remote

Tabella 30: Confronto tra la concentrazione media del primo semestre 2001 e quella dello stesso semestre 2002.

	Medie di periodo (ng/m ³)	
	1° SEMESTRE 2001	1° SEMESTRE 2002
Parco Bissuola (Tipo A)		
Cd	3.6	3.4
Hg	0.3	0.3
Ni	5.9	5.1
Pb	48.9	31.6
Via Circonvallazione (Tipo C)		
Cd	3.6	2.3
Hg	0.3	0.3
Ni	8.0	7.2
Pb	84.6	39.6
Via A. da Mestre (Tipo B)		
Cd	-	3.4
Hg	-	0.3
Ni	-	5.1
Pb	-	31.6
Sacca Fisola (Tipo B) *		
Cd	3.7	-
Hg	0.2	-
Ni	2.6	-
Pb	32.7	-

* media di periodo solo su 11 dati raccolti dal 10 gennaio all'8 aprile 2001

3.2.11. Livelli di concentrazione in aria degli inquinanti non convenzionali nelle principali aree urbane del Veneto

Al fine di descrivere lo stato dell'inquinamento atmosferico urbano nella realtà regionale relativamente agli inquinanti non convenzionali che destano le maggiori preoccupazioni (PM₁₀ e benzo(a)pirene) e ai soli comuni capoluogo, si è operata una raccolta dei valori medi annuali, relativi agli anni 2001 e 2002.

Per estendere lo stesso confronto su scala regionale agli anni 1999 e 2000, è utile fare riferimento al Rapporto Annuale 2001, paragrafo 3.2.10.

PM₁₀

Nei capoluoghi di Provincia le concentrazioni di PM₁₀ durante i mesi di luglio e agosto risultano tendenzialmente inferiori al valore limite giornaliero aumentato del margine di tolleranza fissato per l'anno 2002 dal Decreto Ministeriale 2 aprile 2002, n.60 e pari a 65 µg/m³. Da settembre, invece, l'instaurarsi di condizioni atmosferiche meno favorevoli alla dispersione degli inquinanti, la ripresa delle attività produttive e l'aumento del traffico hanno determinato un progressivo incremento nei valori di PM₁₀, portando a diversi superamenti del limite giornaliero di 65 µg/m³.

Se si considera il più restrittivo valore limite orario di 50 µg/m³ fissato per l'anno 2005, si può notare come il numero dei superamenti in tutte le stazioni aumenti considerevolmente rispetto ai superamenti osservati per il limite di 65 µg/m³.

Considerando i dati di PM₁₀ relativi a tutto l'anno 2002 è possibile ricavare la media annuale per tutte le stazioni considerate e commentarne l'andamento a livello regionale. Solo nelle stazioni di Belluno (ricordando che per Belluno il dato si riferisce alla sola stazione "sovraesposta" di località "la Cerva") e Treviso le concentrazioni di PM₁₀ sono inferiori al valore limite di 44.8 µg/m³ fissato dal D.M. 60/02 per l'anno 2002, mentre se si considera il valore limite di 40 µg/m³ stabilito per l'anno 2005 tutti i capoluoghi ne presentano il superamento (Grafico 49).

Nel caso di Padova, Verona, Venezia e Vicenza in cui sono presenti più punti per la misura del PM₁₀, il valore riportato nel grafico è stato ottenuto calcolando la media delle concentrazioni nelle diverse stazioni. Come si può vedere dal grafico, la situazione risulta maggiormente critica a Padova e a Verona, dove vengono raggiunti valori della media annuale pari rispettivamente a 57 e 52 µg/m³. Anche a Vicenza e Venezia le medie annuali per le stazioni considerate superano il limite di 44.8 µg/m³ raggiungendo nel primo caso i 50 µg/m³ e nel secondo 46 µg/m³.

Nella provincia di Rovigo il monitoraggio del PM₁₀ è stato effettuato nelle stazioni di Castelnovo Bariano e Melara. Anche in questo caso il valore riportato nel Grafico 49 rappresenta la media dei valori medi annui registrati nei due siti pari a 50 µg/m³, più alto quindi del valore limite annuale pari a 44.8 µg/m³ fissato per il 2002.

Migliore è la situazione del capoluogo di Treviso, dove la media annuale si è attestata a 41 µg/m³, inferiore quindi al limite di legge.

Occorre tenere presente che il valore limite annuale sarà ridotto nel 2003 a 43.2 µg/m³, nel 2004 a 41.6 µg/m³, fino a che nel 2005 entrerà in vigore il valore limite effettivo di 40 µg/m³.

Rispetto al 2001 si può osservare un trend di crescita della media annuale di PM_{10} (Grafico 50) nelle stazioni di Venezia, Padova e Verona, le uniche per le quali è possibile il confronto, avendo a disposizione anche i dati relativi al 2001. Questa situazione è dovuta in modo sostanziale ai valori molto elevati registrati nei mesi di gennaio e febbraio 2002, causata dalla persistenza di condizioni atmosferiche sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti (alta pressione e condizioni di stabilità).

Per quanto riguarda le polveri fini PM_{10} , complessivamente nel Veneto la situazione non è delle migliori ed è del tutto paragonabile a quella riscontrata nelle altre Regioni del bacino padano-adriatico. I dati relativi a Comuni capoluogo di Provincia di queste Regioni, paragonabili per dimensioni e tessuto socio-economico ai capoluoghi veneti, presentano un panorama qualitativo del tutto simile o addirittura peggiore (dati APAT-Sinanet) rispetto a quello presentato nel presente Rapporto.

Ribadendo la natura dualistica del PM_{10} , in parte riconducibile a sorgenti stazionarie e mobili (frazione primaria) e in parte dovuto, soprattutto nella frazione PM_{10} , a ricombinazioni chimiche di composti gassosi (frazione secondaria), e considerato inoltre che aerosol di questo tipo possono spostarsi anche per distanze superiori a 100 chilometri e persistere in atmosfera per diversi giorni o settimane, occorre prestare molta cura nello scegliere azioni correttive mirate e di adeguata copertura spazio-temporale. In particolare, come previsto nella bozza di Piano di Risanamento e Tutela dell'Atmosfera che la Giunta Regionale si appresta a varare, occorre mirare le azioni contenitive verso fonti stazionarie significative (grandi impianti di combustione non funzionanti a gas naturale o GPL), fonti areali estese (impianti di riscaldamento non funzionanti a gas naturale o GPL facenti parte di agglomerati significativi), o fonti mobili numerose e inquinanti, quali mezzi pesanti (compresi bus urbani ed extraurbani) funzionanti a gasolio e di immatricolazione precedente al 1996 (non EuroStage 2), mezzi commerciali immatricolati prima di ottobre 1997 (non Euro 2), autoveicoli a gasolio immatricolati prima del 1 gennaio 1997 (non Euro 2), motocicli a due tempi prima di giugno 1999 (non catalizzati). Azioni più drastiche potranno prevedere anche le altre categorie veicolari a partire dagli autoveicoli a benzina pre-1997 (non Euro 2). Queste azioni, per avere una certa efficacia, dovrebbero avere una durata opportuna ed essere coordinate almeno a livello regionale (meglio sarebbe un coordinamento interregionale su scala di bacino padano-adriatico, le Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale interessate si stanno muovendo in tal senso).

Grafico 49: PM₁₀ - medie annuali per l'anno 2002 nei capoluoghi del Veneto.

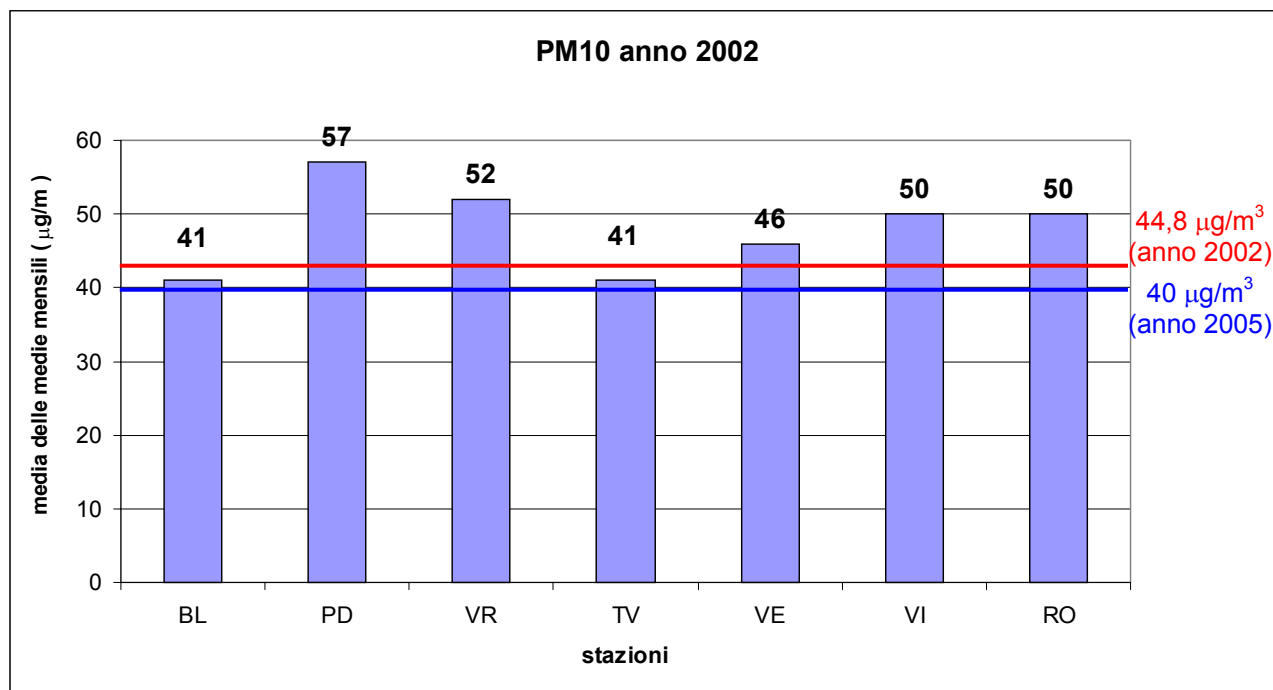
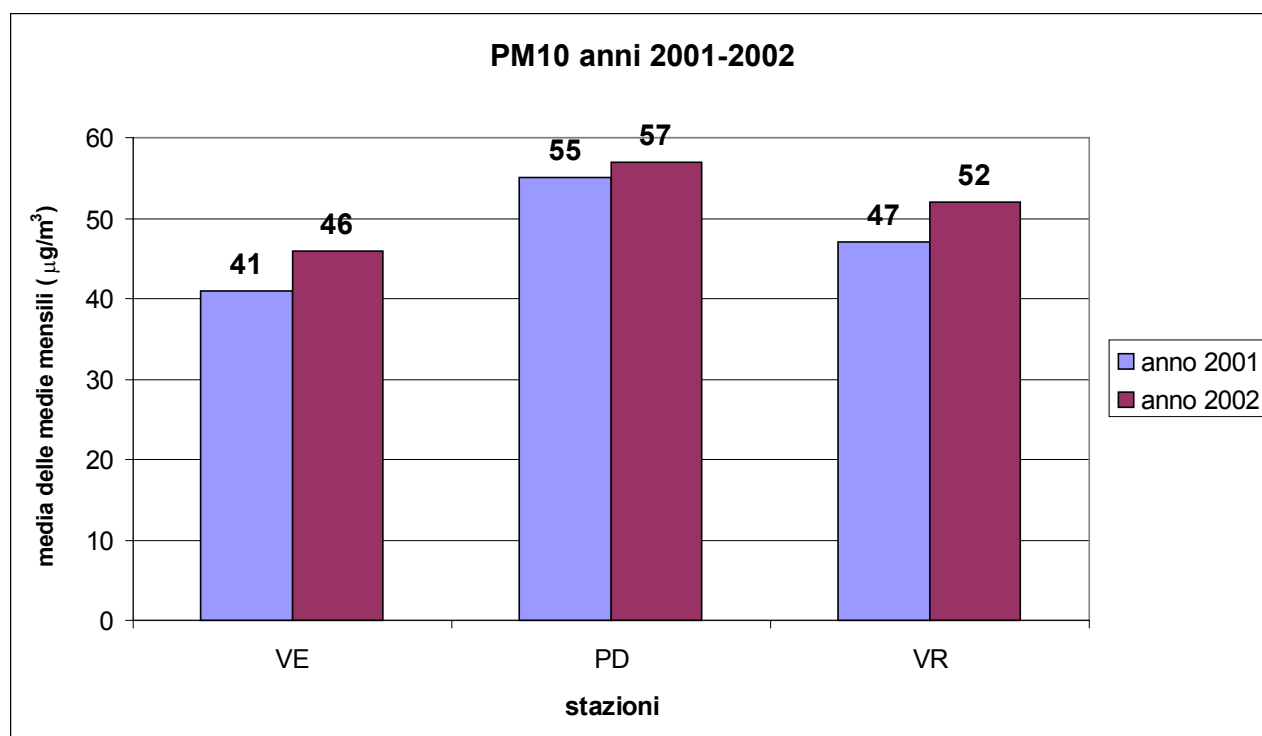


Grafico 50: PM₁₀ - confronto tra le medie annuali nel 2001 e 2002.



IPA

I valori di concentrazione degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), ed in particolare del benzo-(a)-pirene, per le stazioni di Padova, Vicenza, Verona e Venezia (città obbligate al monitoraggio ai sensi del DM 25/11/94) sono stati confrontati con l'obiettivo di qualità pari a 1 ng/m³ fissato dal suddetto decreto, sebbene sia in fase di preparazione una direttiva a livello comunitario che fissa il valore limite annuale in 1.5 ng/m³.

Si è riscontrato un superamento generalizzato dell'obiettivo di qualità e un trend in peggioramento rispetto agli anni precedenti.

3.2.12. *Trend storici: analisi temporali*

Al fine di raffigurare l'andamento storico dei parametri convenzionali misurati presso le stazioni della rete ARPAV della qualità dell'aria, si è scelto di riportare la mediana ed il 98° percentile, rispettivamente quali indici dell'andamento del valore medio e del massimo annuale, a partire dal 1996 (per alcune stazioni dal 1994).

La situazione più confortante è quella in cui entrambi gli indicatori (mediana e 98° percentile) sono decrescenti col trascorrere del tempo e solo in questo caso si può ipotizzare un reale miglioramento; anche per poter definire un peggioramento è necessario che esista accordo tra i due indici.

L'elaborazione è stata estesa alle stazioni di misura che compaiono nella tabella quotidiana sulla qualità dell'aria, ed in particolare:

- Parco Bissuola (A): parametri SO₂, PTS, NO₂, CO, O₃ (anni 1996 – 2002);
- viale San Marco (B): parametri SO₂, PTS, NO₂ (anni 1994 – 2002);
- via Circonvallazione (C): parametri PTS, CO (anni 1994 – 2002);
- Corso del Popolo (C): parametri PTS, CO (anni 1994 – 2002);
- via Da Verrazzano (C): parametri PTS, NO₂, CO (anni 1996 – 2001);
- Maerne (D): parametri SO₂, PTS, NO₂, O₃ (anni 1994 – 2002).

La stazione di via Da Verrazzano è stata danneggiata a luglio 2001 e successivamente disattivata, quindi per questa stazione si riportano i trend storici solamente fino all'anno 2001.

Nel Grafico 51, Grafico 52 e Grafico 53 sono rappresentati la mediana ed il 98° percentile.

In sintesi, considerando che per poter definire un peggioramento è necessario che esista accordo tra i due indici (mediana e 98° percentile), nell'anno 2002 le situazioni degne di nota sono:

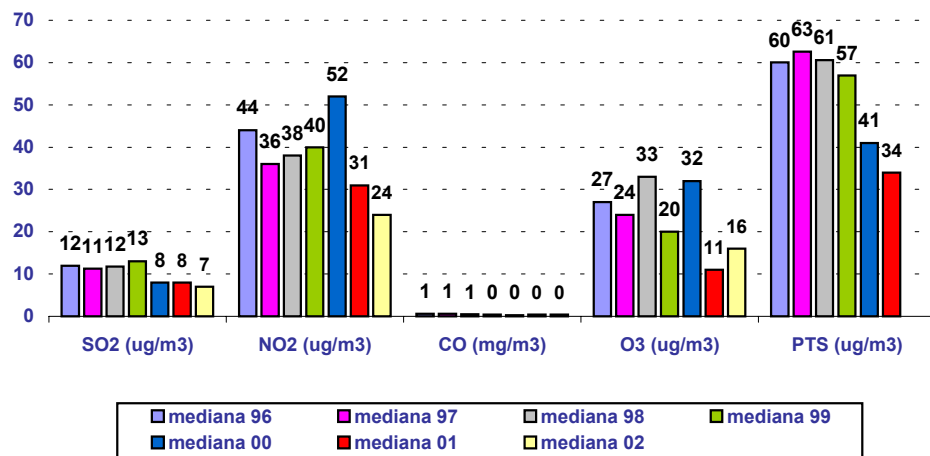
- aumento della concentrazione di SO₂ in viale San Marco;
- aumento della concentrazione di NO₂ in viale San Marco e Maerne;
- aumento della concentrazione di PTS in viale San Marco e Maerne;
- aumento della concentrazione di O₃ al Parco Bissuola.

Negli altri casi si ha un miglioramento o una situazione complessivamente stazionaria.

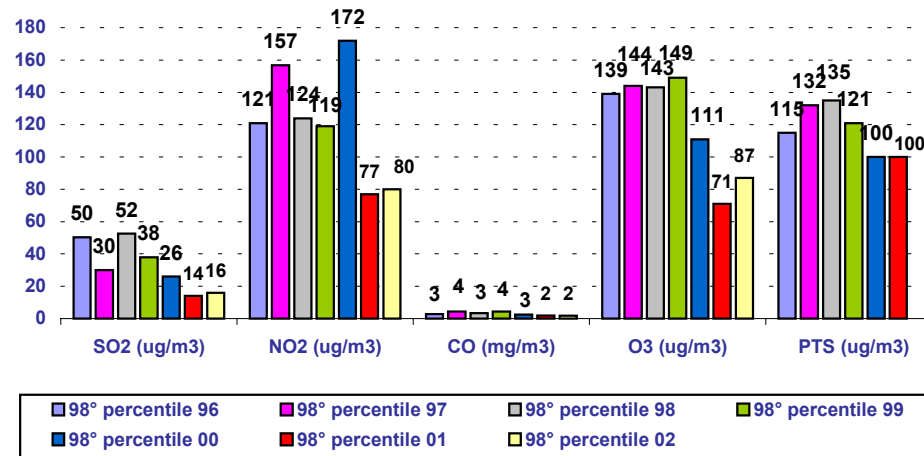
Per gli inquinanti non convenzionali benzene, PM₁₀ e benzo(a)pirene, invece, sono stati confrontati vari aggiornamenti del valore della media annuale (Tabella 31).

Grafico 51: Serie storica parametri convenzionali di Parco Bissuola e viale San Marco. Per la stazione di Parco Bissuola la mediana ed il 98° percentile di PTS dell'anno 2002 non sono riportati, in quanto non rappresentativi dell'intero anno.

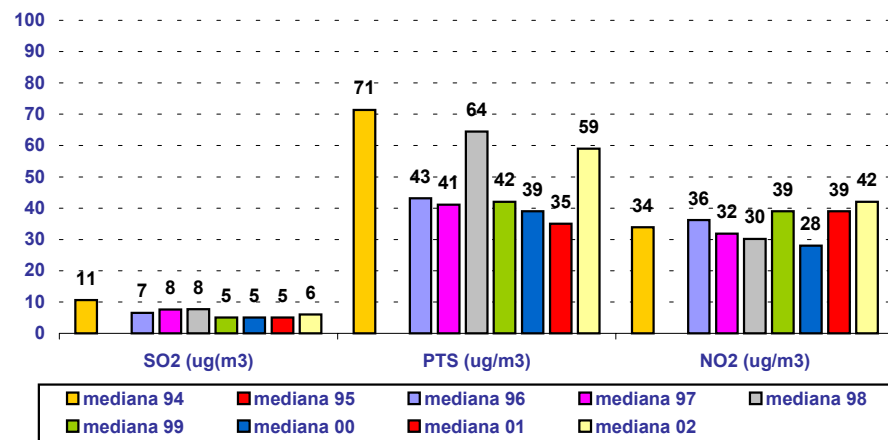
Parco Bissuola: mediana 1996-2002



Parco Bissuola: 98° percentile 1996-2002



Viale San Marco: mediana 1994-2002



Viale San Marco: 98° percentile 1994-2002

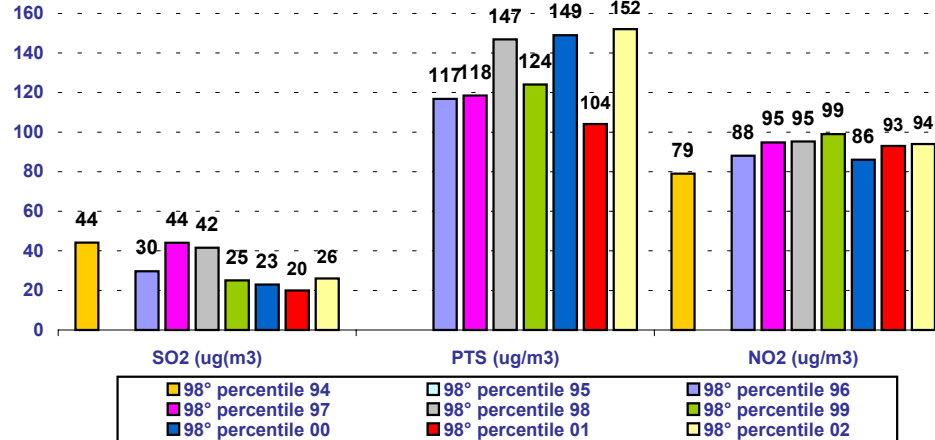
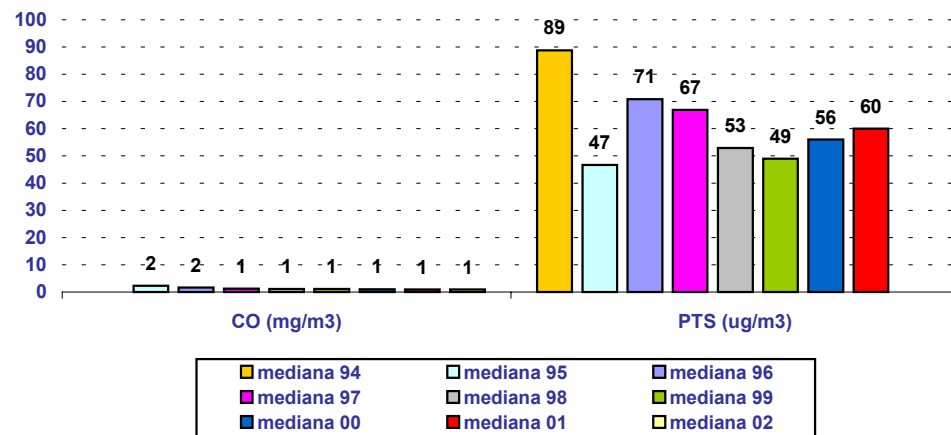
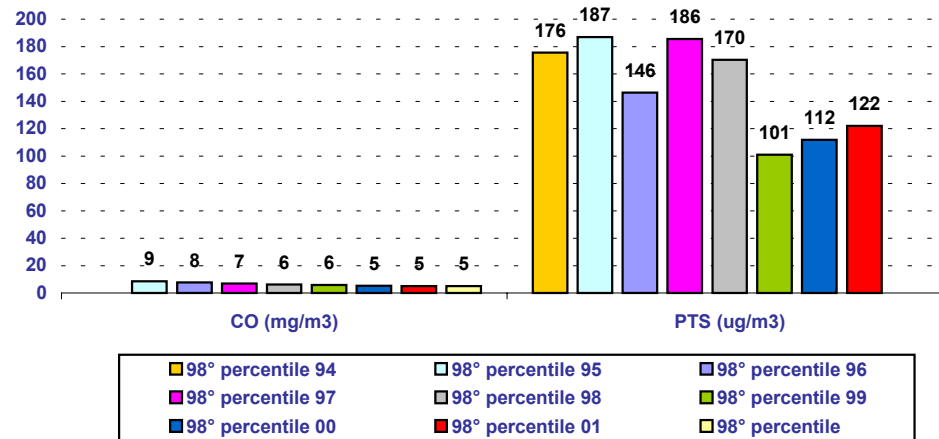


Grafico 52: Serie storica parametri convenzionali di via Circonvallazione e Corso del Popolo. Per la stazione di via Circonvallazione la mediana ed il 98° percentile di PTS dell'anno 2002 non sono riportati, in quanto non rappresentativi dell'intero anno.

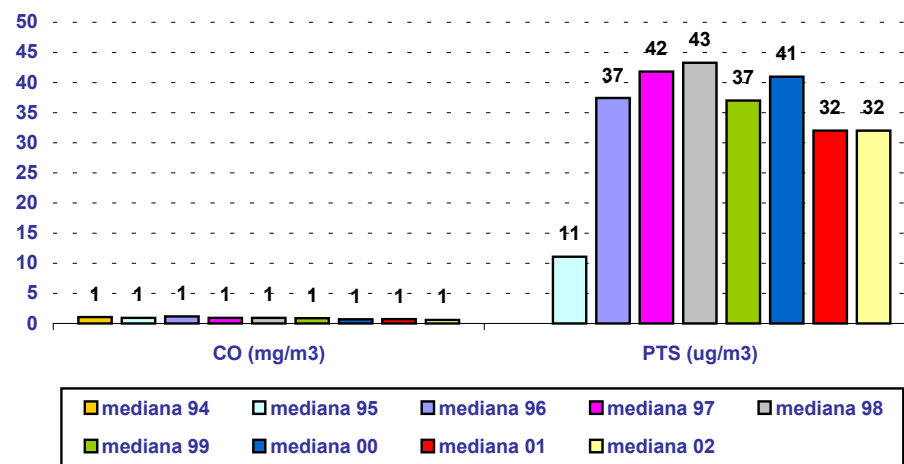
Via Circonvallazione: mediana 1994-2002



Via Circonvallazione: 98° percentile 1994-2002



Corso del Popolo: mediana 1994-2002



Corso del Popolo: 98° percentile 1994-2002

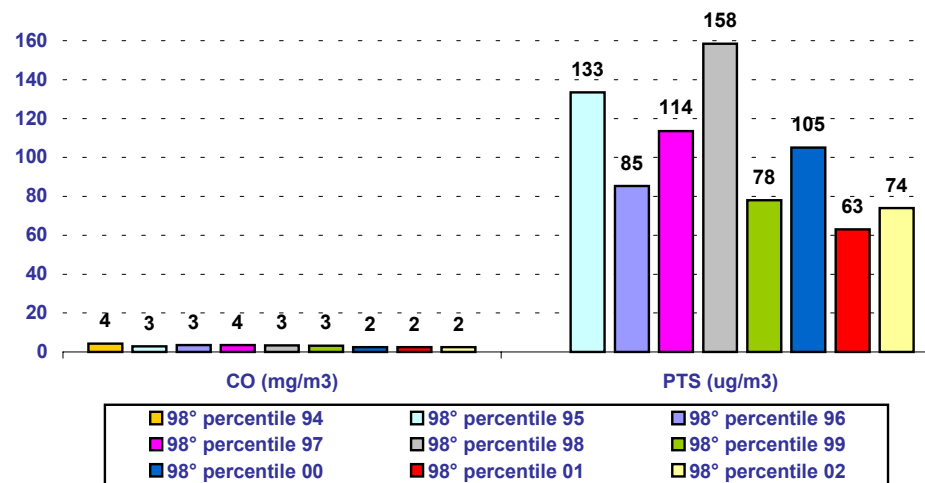
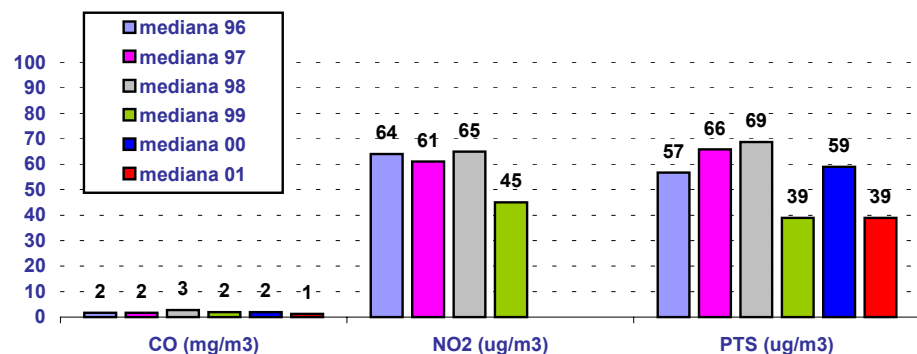
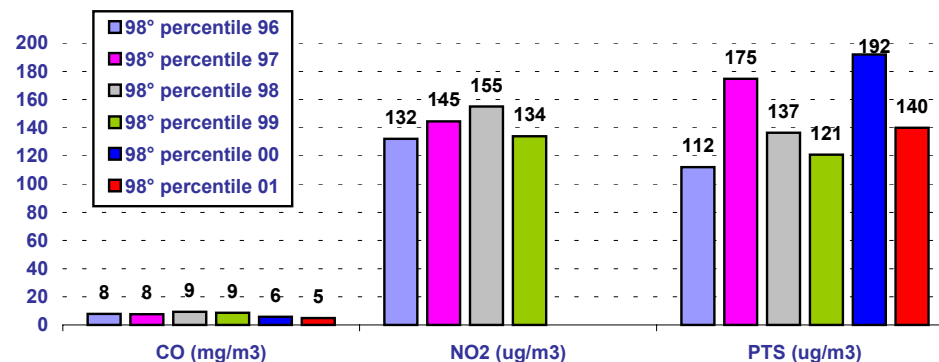


Grafico 53: Serie storica parametri convenzionali di via Da Verrazzano e Maerne. Per la stazione di via Da Verrazzano la mediana ed il 98° percentile dell'anno 2001 sono relativi al periodo 01/01/01 – 16/07/01, data di smantellamento della stazione fissa.

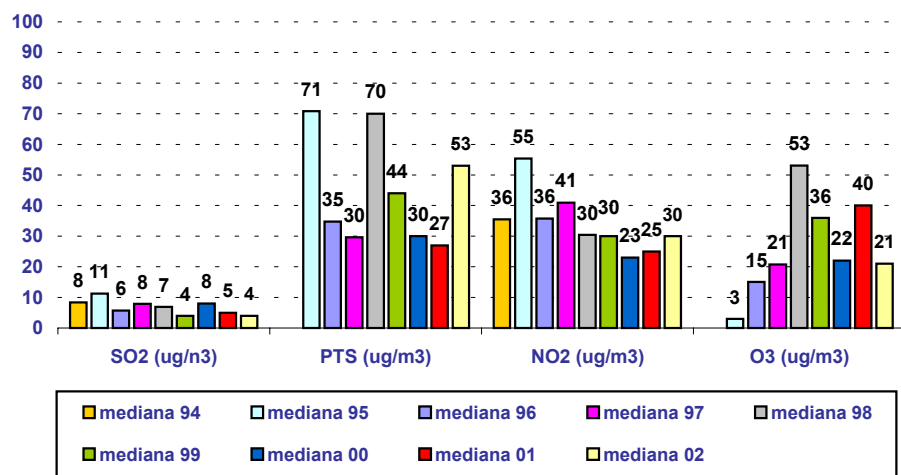
Via Da Verrazzano: mediana 1996-2001



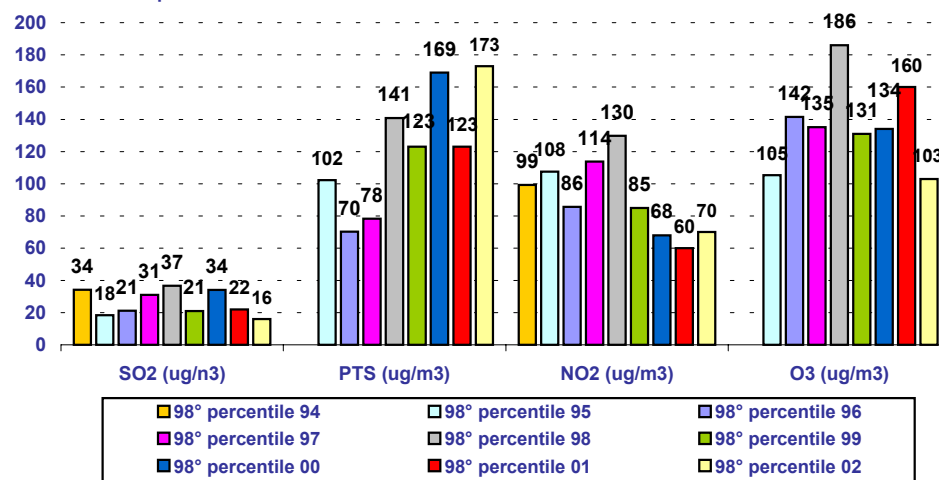
Via Da Verrazzano: 98° percentile 1996-2001



Maerne: mediana 1994-2002



Maerne: 98° percentile 1994-2002



Trend storico del biossido di zolfo

Per le stazioni di Parco Bissuola (ambito urbano, A), viale San Marco (ambito urbano, B) e di Maerne (cintura urbana, D) 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 9 anni di misure (1994 – 2002).

Per il biossido di zolfo si può parlare di un complessivo miglioramento presso tutte le stazioni sia in termini di mediana che di 98° percentile fino al 1999; negli ultimi due anni questo miglioramento è stato più evidente a Maerne, mentre altrove la situazione è risultata stazionaria. Nel 2002 è da segnalare un lieve incremento della concentrazione di SO₂ in viale San Marco.

Trend storico del biossido di azoto

Per le stazioni di Parco Bissuola, viale San Marco e Maerne, l'andamento di mediana e 98° percentile anche del biossido di azoto sono stati calcolati sui dati rilevati nel corso di 9 anni di misure (1994 – 2002).

Gli istogrammi evidenziano negli anni scorsi un miglioramento complessivo solo per la stazione di Maerne, mentre per le altre stazioni si sono presentate condizioni di sostanziale stazionarietà. Negli ultimi due anni, si osserva un progressivo peggioramento sia in viale San Marco che a Maerne, in controtendenza rispetto a quanto era stato rilevato in quest'ultima stazione dal 1997 al 2000.

Trend storico del monossido di carbonio

Per le stazioni di Parco Bissuola, Corso del Popolo e via Circonvallazione (ambito urbano, rispettivamente A, e due C) è stato analizzato l'andamento di mediana e 98° percentile calcolati sui dati rilevati nel corso di 9 anni di misure (1994 – 2002).

L'istogramma evidenzia un andamento progressivamente decrescente sia della mediana che del 98° percentile della concentrazione in aria di CO per tutte le stazioni di misura. Negli ultimi quattro anni questo miglioramento si è stabilizzato.

Trend storico delle polveri totali sospese

Per le stazioni di viale San Marco, Corso del Popolo e Maerne è stato analizzato l'andamento di mediana e 98° percentile calcolati sui dati rilevati nel corso di 9 anni di misure (1994 – 2002).

L'istogramma evidenziava un andamento complessivamente decrescente sia della mediana sia del 98° percentile della concentrazione in aria di PTS per la stazione di Parco Bissuola e di via Circonvallazione fino al 1999, successivamente il miglioramento è proseguito in modo costante e sostanziale al Parco Bissuola, ma si è arrestato in via Circonvallazione, dove nei successivi tre anni la mediana della concentrazione di polveri totali sospese è progressivamente aumentata.

Dal 1998 al 2001 nella stazione di Maerne si è osservato un miglioramento continuo delle condizioni, mentre sono state trovate situazioni altalenanti in Corso del Popolo, via Da Verrazzano e viale San Marco.

Nell'ultimo anno si è verificato quasi un raddoppio della mediana della concentrazione di PTS sia in viale San Marco che a Maerne, in controtendenza rispetto al decremento rilevato negli anni precedenti.

Trend storico dell'ozono

Per le stazioni di Parco Bissuola (ambito urbano, A) e di Maerne (cintura urbana, D) è stato analizzato l'andamento di mediana e 98° percentile dell'O₃, calcolati sui dati rilevati nel corso di 8 anni di misure (1995 – 2002).

L'istogramma evidenzia un picco evidente della concentrazione in aria di ozono in corrispondenza dell'anno 1998 ed una successiva diminuzione nel 1999 sia per la stazione di Parco Bissuola che per quella di Maerne. Successivamente, nell'anno 2000, il miglioramento ha riguardato solo la stazione di Maerne e nell'anno 2001 la tendenza si è invertita, facendo misurare un miglioramento al Parco Bissuola ed un peggioramento a Maerne.

Nel 2002 la tendenza è cambiata ancora con un miglioramento a Maerne ed un peggioramento al Parco Bissuola.

Trend storico degli inquinanti non convenzionali: benzene, PM₁₀ e benzo(a)pirene

La Tabella 31 riporta la media annuale aggiornata a fine mese del benzene (come media delle 365 medie giornaliere precedenti alla data di aggiornamento), PM₁₀ (come media delle 12 medie mensili precedenti alla data di aggiornamento) e benzo(a)pirene (come media delle 12 medie mensili precedenti alla data di aggiornamento) per le stazioni di Parco Bissuola, via Antonio Da Mestre e via Circonvallazione.

Nel 2002, le medie annuali delle *polveri inalabili* PM₁₀ assumono i valori di 45 µg/m³ in via Circonvallazione, 45 µg/m³ in via Antonio Da Mestre e 47 µg/m³ in Parco Bissuola. Risultano quindi oltre il valore limite annuale aumentato del margine di tolleranza fissato per il 2002 dal DM 60/02 (44.8 µg/m³).

Tali valori indicano un inquinamento “di area” per le polveri inalabili (PM₁₀), che presentano una diffusione pressoché omogenea nel centro urbano. La media di area dell'anno 2002 è di 46 µg/m³, superiore a quella calcolata nel precedente anno 2001, pari a 41 µg/m³.

Nella stazione di via Antonio Da Mestre i dati di polveri PM₁₀ sono disponibili in modo continuativo da ottobre 2001, di conseguenza è stato possibile eseguire il calcolo della media annuale di PM₁₀ ed il confronto con il corrispondente valore limite a partire da ottobre 2002.

Nel 2002, la media annuale del *benzene* non mostra per nessuna delle tre stazioni il superamento del valore limite annuale, aumentato del margine di tolleranza, per la protezione della salute umana fissato dal Decreto Ministeriale 2 aprile 2002, n° 60, pari a 10 µg/m³ (Tabella 31).

Le medie annuali assumono i valori di 2 µg/m³ per la stazione di Parco Bissuola, 3 µg/m³ per la stazione di via A. Da Mestre e di 4 µg/m³ per la stazione di via Circonvallazione. Tali valori indicano, in qualche misura, una certa differenziazione dell'inquinamento a seconda dell'area di monitoraggio, con una maggiore incidenza nell'area di traffico (via Circonvallazione).

La media di area dell'anno 2002 per il benzene è di 3 µg/m³, inferiore a quella calcolata nell'anno 2001, pari a 4 µg/m³.

Nella stazione di via Antonio Da Mestre i dati di benzene sono disponibili in modo continuativo da febbraio 2001, di conseguenza è stato possibile eseguire il calcolo della media annuale del benzene ed il confronto con il corrispondente valore limite a partire da febbraio 2002.

Le medie annuali della concentrazione di *benzo(a)pirene* aggiornate a dicembre 2002 assumono il valore di 1,5 ng/m³ per la stazione di Parco Bissuola, 1,2 ng/m³ per la stazione di via Antonio Da Mestre e di 1,5 ng/m³ per la stazione di via Circonvallazione, superiori quindi all'obiettivo di qualità di 1 ng/m³ (Tabella 31).

Tali valori stanno ad indicare un inquinamento "di area" per il benzo(a)pirene, che presenta una diffusione pressoché omogenea nel centro urbano. La media di area dell'anno 2002, come media delle medie annuali delle tre diverse stazioni, è di 1,4 ng/m³; mentre la media delle medie annuali della stazione di Parco Bissuola (tipo A) e via Circonvallazione (tipo C) è di 1,5 ng/m³, uguale a quella calcolata nel precedente anno 2001 (Tabella 31).

Nella stazione di via Antonio Da Mestre i dati di benzo(a)pirene sono disponibili in modo continuativo da ottobre 2001, di conseguenza è stato possibile eseguire il calcolo della media annuale di benzo(a)pirene ed il confronto con il corrispondente obiettivo di qualità a partire da ottobre 2002.

Tabella 31: Confronto delle medie ANNUALI di PM₁₀, benzene e benzo(a)pirene (aggiornate di mese in mese durante l'anno 2002) con i valori limite aumentati del margine di tolleranza e con gli obiettivi di qualità, rispettivamente.

MEDIA ANNUALE	Mese aggiornamento													
	gennaio-02	febbraio-02	marzo-02	aprile-02	maggio-02	giugno-02	luglio-02	agosto-02	settembre-02	ottobre-02	novembre-02	dicembre-02		
Parco Bissuola (Tipo A)													Valori limite (DM 60/02 e DM 25/1/94)	
PM10 (ug/m3)	46	46	47	47	46	47	46	46	47	47	47	47		45
Benzo(a)pirene (ng/m3)	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5		1
Benzene (ug/m3)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2		10
Via Circonvallazione (Tipo C)														
PM10 (ug/m3)	45	43	43	43	41	42	43	42	44	46	47	45		45
Benzo(a)pirene (ng/m3)	1.9	1.8	1.9	1.8	1.9	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9	1.7	1.5		1
Benzene (ug/m3)	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4		10
Via Antonio Da Mestre (Tipo B)														
PM10 (ug/m3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	48	45		45
Benzo(a)pirene (ng/m3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7	1.5	1.2	1	
Benzene (ug/m3)	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	10	

Media di area (A + C)	gennaio-02	febbraio-02	marzo-02	aprile-02	maggio-02	giugno-02	luglio-02	agosto-02	settembre-02	ottobre-02	novembre-02	dicembre-02
PM10 (ug/m3)	46	45	45	45	44	45	45	44	46	47	47	46
Benzo(a)pirene (ng/m3)	1.8	1.7	1.8	1.7	1.8	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	1.6	1.5
Benzene (ug/m3)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3

Media di area (A + B + C)	gennaio-02	febbraio-02	marzo-02	aprile-02	maggio-02	giugno-02	luglio-02	agosto-02	settembre-02	ottobre-02	novembre-02	dicembre-02
PM10 (ug/m3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	47	46
Benzo(a)pirene (ng/m3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7	1.6	1.4
Benzene (ug/m3)	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3

Trend storico del benzene misurato con campionatori passivi radiello

Nella Tavola 2 allegata al presente Rapporto Annuale (Allegato 5) sono indicati alcuni siti “storici” di campionamento con radiello che sono stati controllati negli anni 1999, 2000, 2001 e 2002.

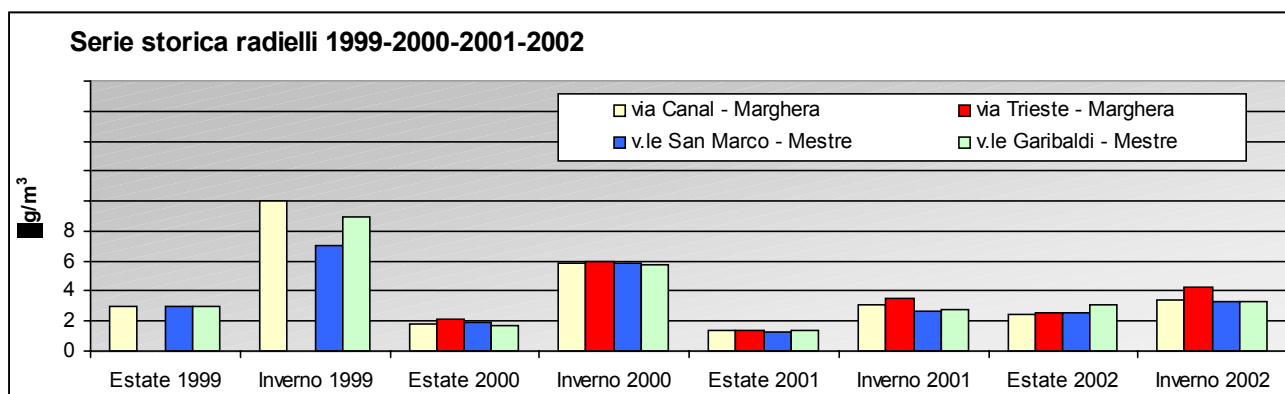
Nel Grafico 54 sono riportate le concentrazioni medie di benzene misurate nelle campagne estive ed invernali con campionatori passivi nei quattro anni successivi 1999, 2000, 2001 e 2002.

In accordo con quanto osservato precedentemente nei trend storici del benzene misurato con analizzatore in continuo (BTEX), l’analisi evidenzia che in tutti i siti la concentrazione di benzene diminuisce progressivamente nel tempo, fino ai valori minimi misurati nell’anno 2001.

Mentre nell’anno 2002, nella maggior parte dei siti storici, si è verificato un lieve aumento della concentrazione media del benzene, in particolare nell’estate 2002 rispetto all’estate 2001 (Grafico 63), al contrario di quanto rilevato in continuo nelle stazioni fisse.

Tutti gli anni si sono misurati i valori maggiori nelle campagne invernali.

Grafico 54: Serie storica delle concentrazioni medie di benzene ottenute dalle campagne con campionatori passivi nei siti ripetuti negli anni 1999-2000-2001-2002.



3.2.13. *Confronto tra determinazione della concentrazione di PM₁₀ con metodo gravimetrico e con metodo automatico*

A partire dal 31 gennaio 2002, come da accordi con l'Amministrazione Comunale, ARPAV ha reso disponibili, presso la stazione di via Circonvallazione, anche i dati di PM₁₀ ottenuti mediante **analizzatore automatico**, appositamente installato a scopo sperimentale.

Questo analizzatore, basato sul metodo dell'assorbimento di radiazione beta, consente di conoscere, in continuo, la concentrazione di PM₁₀ senza dover attendere i risultati delle analisi di laboratorio sui filtri. Consente quindi di valutare più rapidamente eventuali benefici dei provvedimenti di limitazione del traffico adottati dall'Amministrazione comunale o di evidenziare, con prontezza, situazioni di deterioramento della qualità dell'aria.

Nelle more dell'individuazione ufficiale, da parte dell'ente certificatore, degli strumenti di misurazione automatica equivalenti al metodo di riferimento che consiste nella determinazione gravimetrica delle polveri inalabili, è stato ritenuto opportuno valutare l'affidabilità della misurazione automatica delle PM₁₀.

A tale scopo dal giorno 01/02/02 sono state preliminarmente confrontate le serie di dati ottenute con le due tecniche di misura:

- concentrazioni giornaliere di PM₁₀ misurate con metodo gravimetrico in via Circonvallazione, via A. Da Mestre e Parco Bissuola dal 01/02/02 al 31/12/02;
- media giornaliera delle concentrazioni orarie misurate con metodo automatico in via Circonvallazione dal 01/02/02 al 31/12/02.

Il confronto è stato effettuato avvalendosi anche di indici statistici quali il coefficiente di correlazione di Pearson (PCC), l'errore quadratico medio, l'errore quadratico medio normalizzato (NMSE) e la differenza media tra coppie di valori misurati (BIAS) (Tabella 32).

L'errore quadratico medio normalizzato (NMSE), definito come (Mosca et al.)

$$NMSE = \frac{1}{N} \sum_i \frac{(P_i - M_i)^2}{PM}$$

dove

$$\bar{P} = \frac{1}{N} \sum_i P_i \quad \bar{M} = \frac{1}{N} \sum_i M_i$$

(P_i e M_i sono rispettivamente la i-esima misura con metodo automatico e gravimetrico) fornisce informazioni sulle **deviazioni** tra i due metodi di misura ed è molto sensibile alle differenze tra i valori misurati.

Il coefficiente di correlazione di Pearson (**PCC**) è il coefficiente di **correlazione lineare**. Esso varia tra -1 e +1. La completa correlazione positiva si ha per PCC=+1 e corrisponde a tutte le coppie di dati misurati giacenti su una linea retta, con pendenza positiva, nel diagramma di dispersione. La correlazione completamente negativa (PCC=-1) corrisponde a tutte le coppie giacenti su una linea

retta con pendenza negativa. Il valore PCC prossimo a zero indica l'assenza di correlazione tra due variabili (da Mosca et al.).

L'indice **BIAS** (B) è definito come la **differenza media** tra coppie di valori misurati:

$$B = \frac{1}{N} \sum_i B_i$$

dove N è il numero di coppie (M_i, P_i) e

$$B_i = P_i - M_i.$$

L'indice BIAS può essere positivo o negativo e, a seconda del segno, è una stima della generale sovrastima o sottostima delle misure automatiche rispetto a quelle gravimetriche. L'ideale sarebbe avere BIAS=0 ma ciò non implica che le misure siano sempre perfettamente in accordo; alcuni valori potrebbero essere sovrastimati e altri sottostimati.

L'**errore quadratico medio** del metodo automatico rispetto al dato gravimetrico è definito come segue:

$$\sqrt{\frac{\sum_i (P_i - M_i)^2}{n - 1}}$$

Le elaborazioni statistiche effettuate evidenziano una capacità abbastanza buona dell'analizzatore automatico di valutare la concentrazione di PM₁₀ (Tabella 32).

Tabella 32: indici statistici di confronto tra determinazione gravimetrica e automatica delle polveri inalabili PM₁₀.

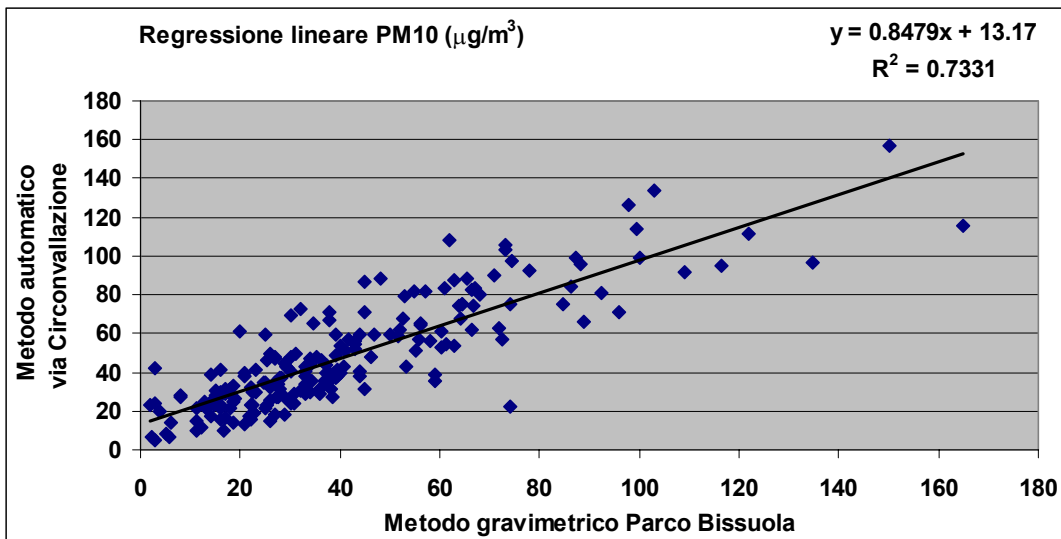
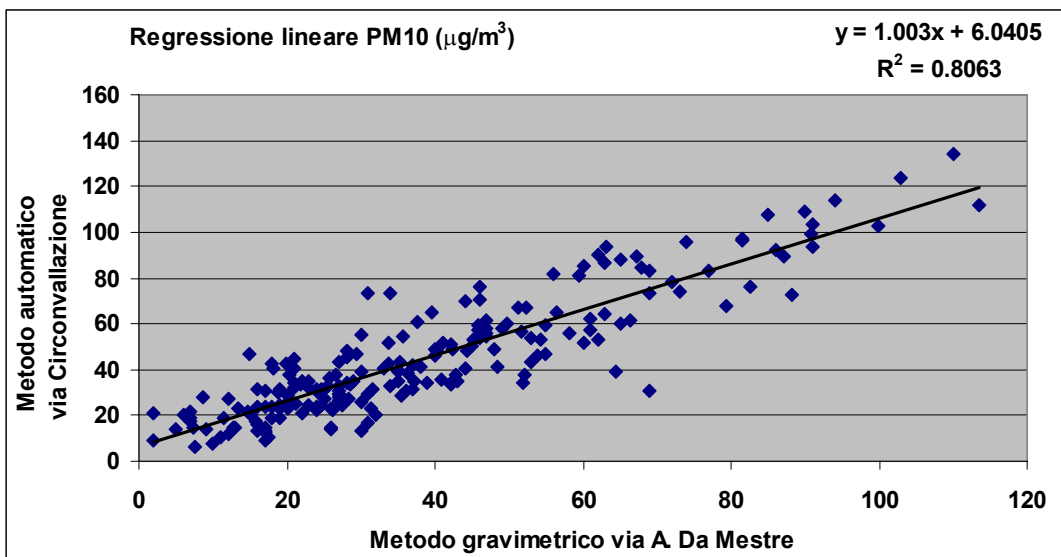
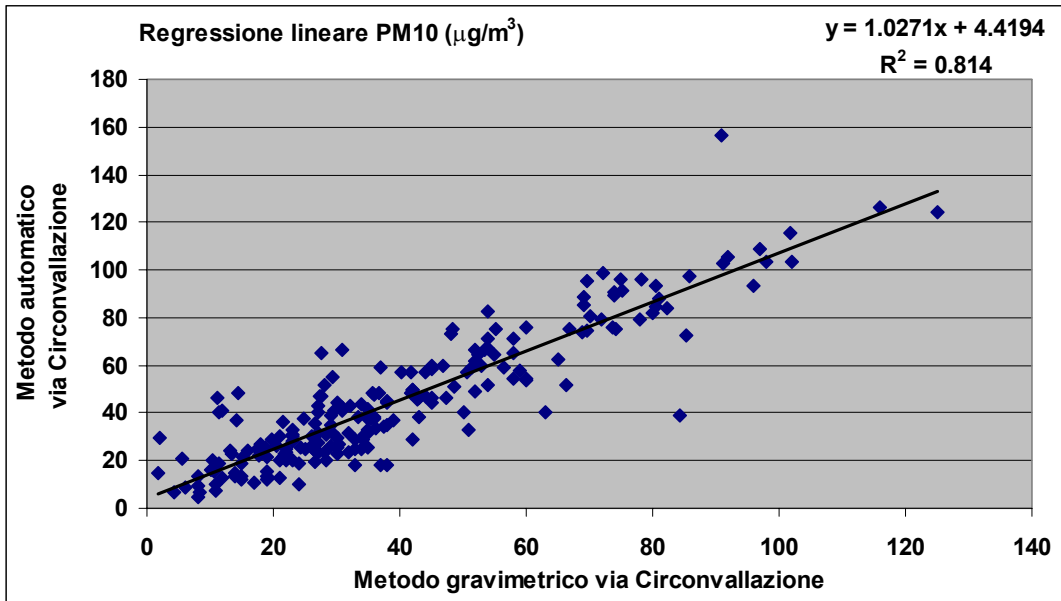
	Correlazione di Pearson (R)	Errore quadratico medio (ug/m3)	NMSE	BIAS (ug/m3)
via Circonvallazione	0.902	14	0.10	5.3
via A. Da Mestre	0.898	15	0.13	5.4
o Bissuola	0.856	18	0.17	6.3

Le misure gravimetriche risultano ben correlate con quelle automatiche (PCC > 0,85) e la differenza media tra le due misure (BIAS) di circa 6 µg/m³ indica che l'analizzatore automatico in genere sovrastima leggermente la misura.

Il Grafico 55 riporta la regressione lineare tra le serie storiche citate. Si possono fare le seguenti osservazioni:

- la correlazione (coefficiente R) è massima tra le due serie di misure ottenute con metodi diversi nello stesso sito, cioè in via Circonvallazione, e si riduce leggermente allontanandosi progressivamente da questa stazione (rispettivamente via A. Da Mestre e Parco Bissuola);
- il coefficiente angolare delle regressioni lineari è prossimo all'unità ed è presente un'intercetta positiva che rappresenta la tendenziale sovrastima delle misure automatiche di alcuni µg/m³ rispetto a quelle gravimetriche.

Grafico 55: regressione lineare tra la misurazione automatica in via Circonvallazione e quelle gravimetriche nelle tre stazioni di monitoraggio



Anche se tendenzialmente la determinazione automatica sovrastima quella gravimetrica, confrontando giorno per giorno le serie storiche si riscontra comunque circa il 31% dei casi di sottostima della determinazione automatica rispetto alla gravimetrica (Grafico 56).

Non è stato individuato un collegamento particolare con il periodo stagionale.

Grafico 56: confronto determinazione automatica – gravimetrica; percentuale di casi di sovrastima e sottostima giornaliera per ciascun mese del 2002

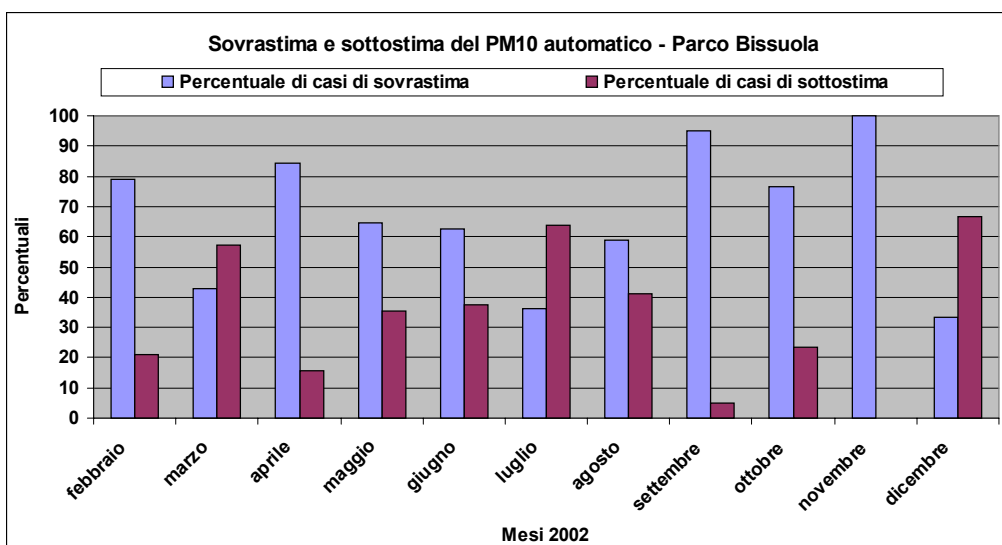
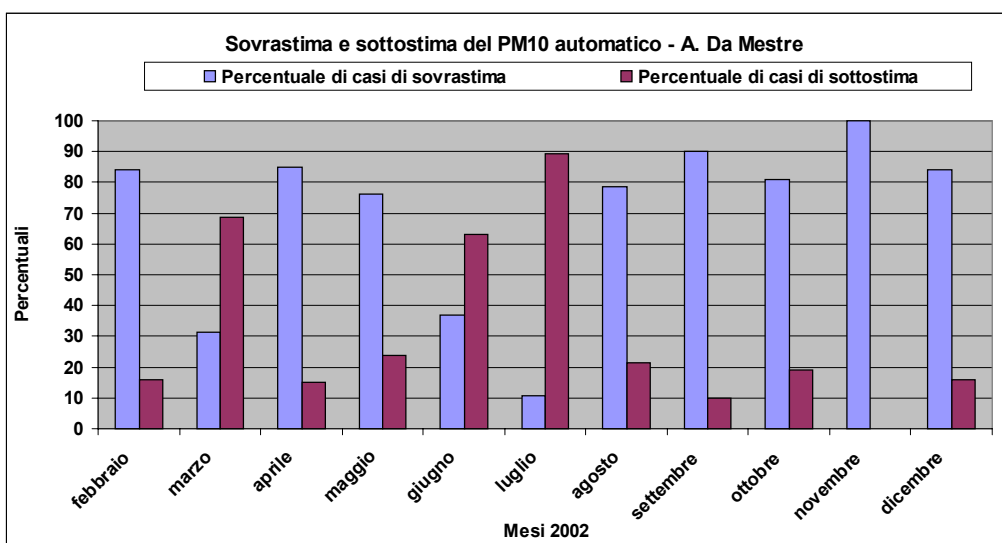
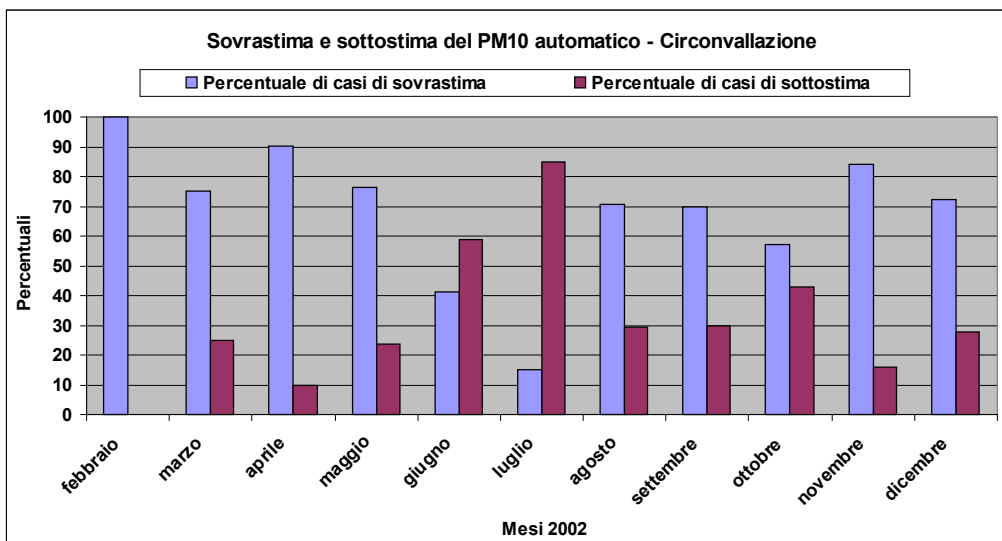
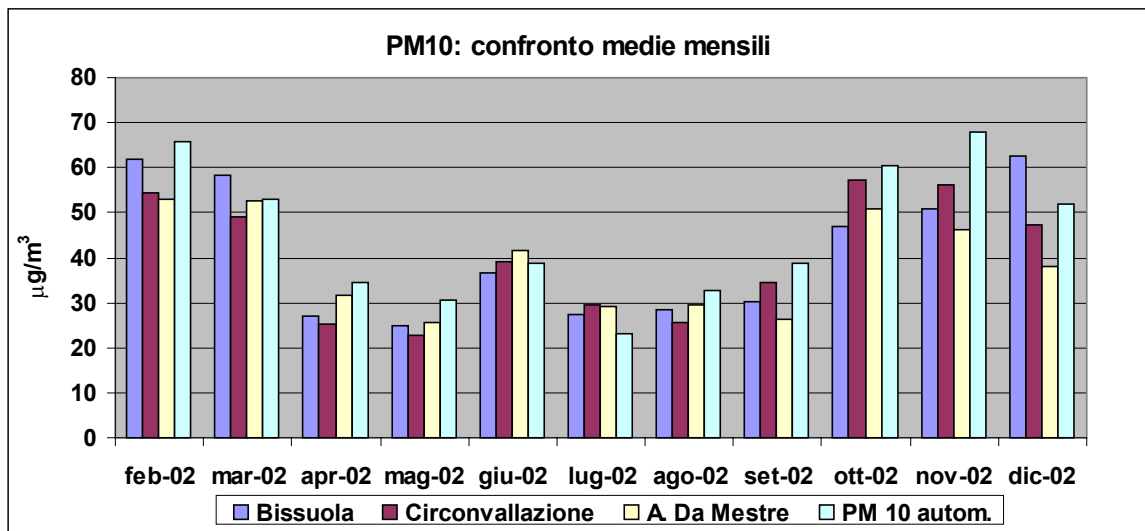


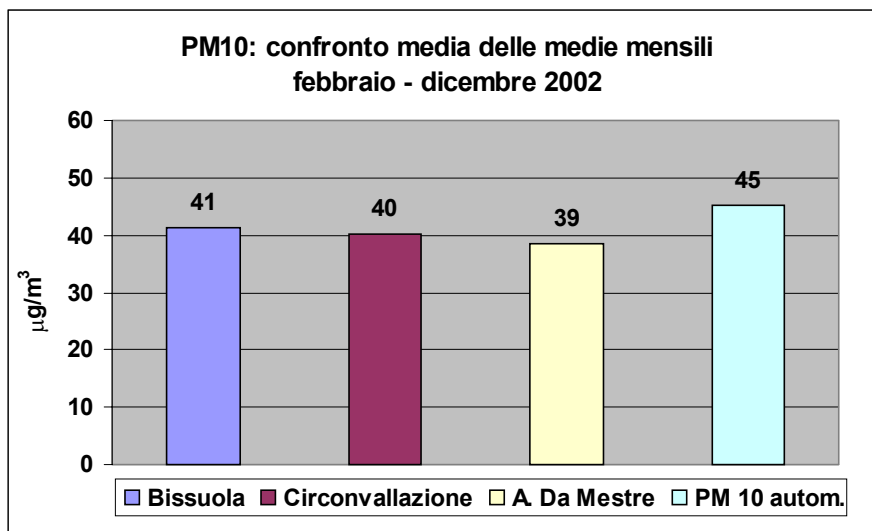
Grafico 57: confronto delle medie mensili della concentrazione di PM₁₀ determinate con misura automatica in via Circonvallazione e con misura gravimetrica in tutte e tre le stazioni



La media mensile della concentrazione di PM₁₀ misurata con determinazione automatica in via Circonvallazione è in genere superiore alle medie mensili delle concentrazioni di PM₁₀ misurate con determinazione gravimetrica in tutte e tre le stazioni (Grafico 57), ad eccezione dei mesi di marzo, giugno, dicembre e soprattutto luglio 2002.

La media delle medie mensili delle quattro serie di dati è riportata nel Grafico 58. Si osserva che la media delle misure automatiche è maggiore rispetto alle altre di alcuni µg/m³.

Grafico 58: confronto delle media delle medie mensili della concentrazione di PM₁₀ nel 2002



In conclusione la determinazione automatica delle PM₁₀ in via Circonvallazione è risultata nel 2002 un metodo di misura in grado di fornire dati affidabili sul lungo periodo, anche se mediamente superiori rispetto a quelli gravimetrici e quindi comunque cautelativi.

3.3. Mappatura del benzene mediante campionatori passivi ad integrazione dei rilievi condotti presso le stazioni della rete fissa

Il “Guidance Report on Preliminary Assessment under EC Air Quality Directives” è stato assunto quale riferimento per la pianificazione della campagna di mappatura del benzene in Comune di Venezia, realizzata con campionatori passivi, in posizioni diverse da quelle controllate dagli analizzatori della rete fissa. Tale documento tecnico fa riferimento alla Direttiva 96/62/CE recepita a livello italiano dal D.Lgs. 351/99; per maggiori dettagli si veda anche il Rapporto Annuale 2000 (paragrafo 3-3.2).

Il “campionamento passivo” è una tecnica di monitoraggio così definita in quanto la cattura dell’inquinante avviene per diffusione molecolare della sostanza attraverso il campionario; non richiede quindi l’impiego di un dispositivo per l’aspirazione dell’aria. Il tipo di campionario adottato, denominato radiello®, raffigurato nella Grafico 59, è un sistema dotato di simmetria radiale al cui interno viene inserita una cartuccia adsorbente specifica a seconda dell’inquinante di interesse.

Per i dettagli su tale metodica si rimanda all’analogo paragrafo contenuto nel Rapporto Annuale 1999 sulla qualità dell’aria nel Comune di Venezia.

Grafico 59: Campionario passivo radiello della Fondazione Salvatore Maugeri di PD utilizzato per la mappatura nel Comune di Venezia.



All’interno delle linee guida citate viene suggerito di eseguire una mappatura delle posizioni prescelte per un tempo corrispondente a circa il 20% del periodo annuale, programmando l’esecuzione di campagne, a scelta, come segue:

- n° 2 campagne della durata di 5 settimane da eseguire rispettivamente nel semestre estivo e nel semestre invernale;
- n° 5 campagne della durata di 2 settimane ciascuna, equidistribuite nell’arco dell’anno.

I siti di campionamento devono corrispondere a posizioni realisticamente di vita e vanno quindi evitate le posizioni immediatamente a ridosso delle vie di circolazione stradale o di parcheggi (cosiddetti “hot spots”). Gli eventuali “hot spots” non devono essere utilizzati nel calcolo dell’esposizione media ma solo come indicazione di valori di punta.

Il numero complessivo dei siti che sono stati controllati, con campionatori passivi, sia nel semestre estivo che in quello invernale dell’anno 2002, è pari a 15.

E’ stato valutato di eseguire 2 campagne della durata di 5 settimane per ciascuna posizione, nei seguenti periodi:

- 4 giugno 2002 – 9 luglio 2002 (semestre estivo);
- 17 ottobre 2002 – 22 novembre 2002 (semestre invernale).

Le posizioni prescelte sono situate a Marghera, Mestre e Venezia e sono riportate nelle tabelle successive.

Alcune posizioni sono state monitorate anche l’anno scorso (MA1, MA3, MA25, ME11,ME12, ME14, ME30, VE21), altre sono “storiche” (1999: MA4, ME7, ME8, ME15), altre ancora sono nuove (MA38, ME36, ME37); questo al fine di poter eseguire un confronto con il passato, rilevando eventuali trend, e di estendere la mappatura anche a nuove zone della città (Tavola 2, Allegato 5).

Tabella 33: Posizionamento dei campionatori passivi nelle due campagne del 2002, estiva ed invernale.

Area	Sito	Località	Posizione
Marghera	MA1	via Canal, 5	Scuola "F. Grimani"
	MA3	via della Rinascita, 156	Sede Provincia Venezia
	MA4	via Scattolin, 6	Scuola "G. Capuozzo"
	MA25	via Trieste, 203 - Catene	Scuola "C. Baseggio"
	MA38	via De Marchi, 7	Palo illuminaz. pubblica
Mestre	ME11	v.le San Marco, 67	Scuola "G. Leopardi"
	ME12	v.le Garibaldi, 155	Villa Franchin
	ME14	via Circonvallazione	Stazione monitoraggio ARPAV
	ME30	via Fradeletto, 31	Palo illuminaz. pubblica
	ME7	via dell'Edera, 7 - Chirignago	Asilo nido "Colibri"
	ME8	via V. Volpi, 22 - Gazzera	Scuola "Salvo D'Acquisto", ex "Don Milani"
	ME15	via Monte Cervino - Favaro Veneto	Scuola "D. Valeri"
	ME36	via Tiepolo, 8 - Zelarino	Scuola "E. Fermi"
	ME37	Strada Motorizzazione	Comando VV.FF.
ezia	VE21	p.le Roma - Santa Croce, 458/A	Agenzia n. 9 Ca.Ri.Ve.

Al fine di condurre un *controllo di qualità* sulle misure di benzene è stato pianificato di posizionare un radiello presso la stazione fissa di via Circonvallazione, in modo da potere confrontare i risultati con l’analizzatore in continuo BTEX; si è ritenuto opportuno effettuare controlli sulla ripetibilità e accuratezza dei dati prodotti, posizionando, anche in molte altre posizioni, due radielli prossimi l’uno all’altro, detti radielli “in doppio”.

Nel seguito si riportano i risultati ottenuti per i campionamenti eseguiti nei due periodi stagionali.

Tabella 34: Campagna estiva 2002 con campionatori passivi: ordinamento crescente delle concentrazioni medie di 5 settimane successive. Nei siti di via della Rinascita e viale Garibaldi i radielli esposti dal 4 al 11/06/02 sono stati danneggiati e risultati inutilizzabili.

Campagna estiva radiello benzene di 5 settimane: 4 giugno - 9 luglio 2002

Sito	Località	INIZIO	FINE	Concentrazione media C6H6 (ug/m3)
VE21	VE21 - VENEZIA - CA.RI.VE - P.LE ROMA	04-giu-02	09-lug-02	2
ME15	ME15 - MESTRE - SC EL FAVARO 2 - VIA MONTE CERVINO	04-giu-02	09-lug-02	2
ME37	ME37 - MESTRE - COMANDO VIG DEL FUOCO	04-giu-02	09-lug-02	2
MA1	MA1 - MARGHERA - SC. EL. GRIMANI - VIA CANAL 5	04-giu-02	09-lug-02	2
MA4	MA4 - MARGHERA - SC. MAT. CAPUOZZO - VIA SCATTOLIN 6	04-giu-02	09-lug-02	3
ME36	ME36 - MESTRE - SC MEDIA FERMI - VIA TIEPOLO 8	05-giu-02	09-lug-02	3
ME7	ME7 - MESTRE - ASILO NIDO COLIBRI - VIA DELL'EDERA 7	05-giu-02	09-lug-02	3
ME8	ME8 - MESTRE - SC MEDIA DON MILANI - VIA DEI VOLPI	05-giu-02	09-lug-02	3
MA25	MA25 - MARGHERA - SC MAT BASEGGIO - VIA TRIESTE	04-giu-02	09-lug-02	3
ME11	ME11 - MESTRE - SC EL LEOPARDI - VIALE SAN MARCO	04-giu-02	09-lug-02	3
MA3	MA3 - MARGHERA - PROVINCIA - VIA DELLA RINASCITA 6	11-giu-02	09-lug-02	3
MA38	MA38 - MARGHERA - PALO ILL PUBBLICA - VIA DE MARCHI	05-giu-02	09-lug-02	3
ME12	ME12 - MESTRE - VILLA FRANCHIN - VIALE GARIBALDI	11-giu-02	09-lug-02	3
ME14	ME14 - MESTRE - STAZIONE ARPAV - VIA CIRCONVALLAZIONE	04-giu-02	09-lug-02	3
ME30	ME30 - MESTRE - PALO ILL PUBBLICA - VIA FRADELETTO	04-giu-02	09-lug-02	5

Grafico 60: Campagna estiva 2002 con campionatori passivi: ordinamento crescente delle concentrazioni medie di 5 settimane successive.

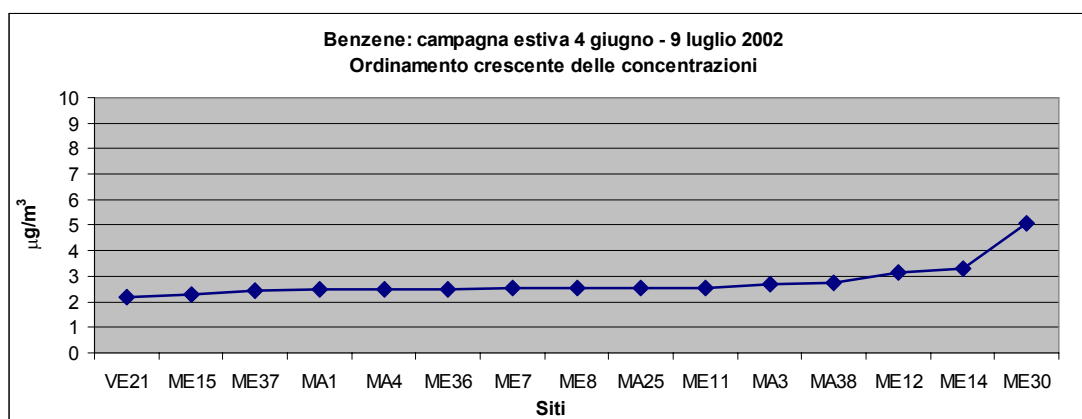
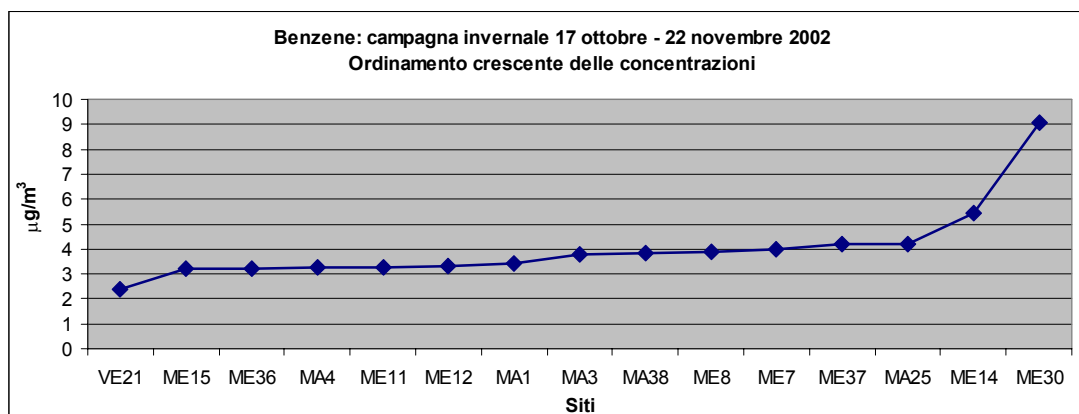


Tabella 35: Campagna invernale 2002 con campionatori passivi: ordinamento crescente delle concentrazioni medie di 5 settimane successive.

Campagna invernale radiello benzene di 5 settimane: 17 ottobre - 22 novembre 2002

Sito	Località	INIZIO	FINE	Concentrazione media C6H6 (ug/m3)
VE21	VE21 - VENEZIA - CA.RI.VE - P.LE ROMA	17-ott-02	22-nov-02	2
ME15	ME15 - MESTRE - SC EL FAVARO 2 - VIA MONTE CERVINO	17-ott-02	22-nov-02	3
ME36	ME36 - MESTRE - SC MEDIA FERMI - VIA TIEPOLO 8	17-ott-02	22-nov-02	3
MA4	MA4 - MARGHERA - SC. MAT. CAPUOZZO - VIA SCATTOLIN 6	17-ott-02	22-nov-02	3
ME11	ME11 - MESTRE - SC EL LEOPARDI - VIALE SAN MARCO	17-ott-02	22-nov-02	3
ME12	ME12 - MESTRE - VILLA FRANCHIN - VIALE GARIBALDI	17-ott-02	22-nov-02	3
MA1	MA1 - MARGHERA - SC. EL. GRIMANI - VIA CANAL 5	17-ott-02	22-nov-02	3
MA3	MA3 - MARGHERA - PROVINCIA - VIA DELLA RINASCITA 6	17-ott-02	22-nov-02	4
MA38	MA38 - MARGHERA - PALO ILL PUBBLICA - VIA DE MARCHI	17-ott-02	22-nov-02	4
ME8	ME8 - MESTRE - SC MEDIA DON MILANI - VIA DEI VOLPI	17-ott-02	22-nov-02	4
ME7	ME7 - MESTRE - ASILO NIDO COLIBRI - VIA DELL'EDERA 7	17-ott-02	22-nov-02	4
ME37	ME37 - MESTRE - COMANDO VIG DEL FUOCO	17-ott-02	22-nov-02	4
MA25	MA25 - MARGHERA - SC MAT BASEGGIO - VIA TRIESTE	17-ott-02	22-nov-02	4
ME14	ME14 - MESTRE - STAZIONE ARPAV - VIA CIRCONVALLAZIONE	17-ott-02	22-nov-02	5
ME30	ME30 - MESTRE - PALO ILL PUBBLICA - VIA FRADELETTO	17-ott-02	22-nov-02	9

Grafico 61: Campagna invernale 2002 con campionatori passivi: ordinamento crescente delle concentrazioni medie di 5 settimane successive.



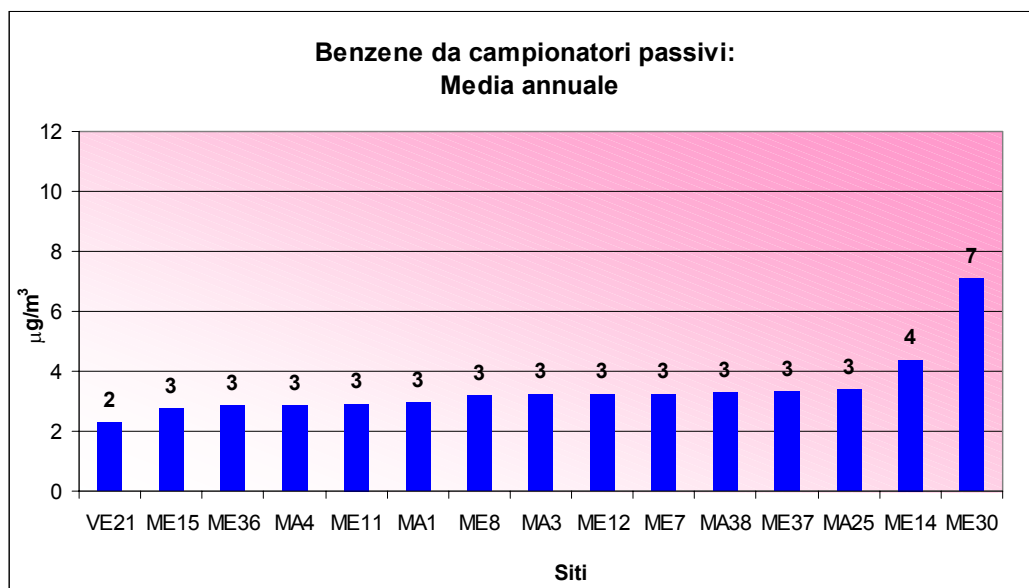
Dalla campagna estiva con campionatori passivi è emerso che in via Fradeletto e via Circonvallazione si trovano le concentrazioni maggiori di benzene. La campagna invernale ha portato alla stessa conclusione.

A partire dai valori rilevati, è stata calcolata anche la media annuale.

Tabella 36: Media annuale 2002 di benzene da campionatori passivi: ordinamento crescente.

Sito	Località	Concentrazione media annuale C6H6 (ug/m3)
VE21	VENEZIA - CA.RI.VE - SANTA CROCE, 458/A - P.LE ROMA	2
ME15	MESTRE - SC EL FAVARO 2 - VIA MONTE CERVINO	3
ME36	MESTRE - SC. MEDIA FERMI - VIA TIEPOLO, 8	3
MA4	MARGHERA - SC. MAT. CAPUOZZO - VIA SCATTOLIN, 6	3
ME11	MESTRE - SC. EL. LEOPARDI - VIALE SAN MARCO, 67	3
MA1	MARGHERA - SC. EL. GRIMANI - VIA CANAL, 5	3
ME8	MESTRE - SC. MEDIA DON MILANI - VIA DEI VOLPI, 22	3
MA3	MARGHERA - PROVINCIA - VIA DELLA RINASCITA, 156	3
ME12	MESTRE - VILLA FRANCHIN - VIALE GARIBALDI, 155	3
ME7	MESTRE - ASILO NIDO COLIBRI' - VIA DELL'EDERA, 7	3
MA38	MARGHERA - PALO ILL. PUBBLICA - VIA DE MARCHI, 7	3
ME37	MESTRE - COMANDO VIG. DEL FUOCO	3
MA25	MARGHERA - SC. MAT. BASEGGIO - VIA TRIESTE, 203	3
ME14	MESTRE - STAZIONE ARPAV - VIA CIRCONVALLAZIONE	4
ME30	MESTRE - PALO ILL. PUBBLICA - VIA FRADELETTO, 31	7

Grafico 62: Media annuale 2002 di benzene da campionatori passivi: ordinamento crescente.



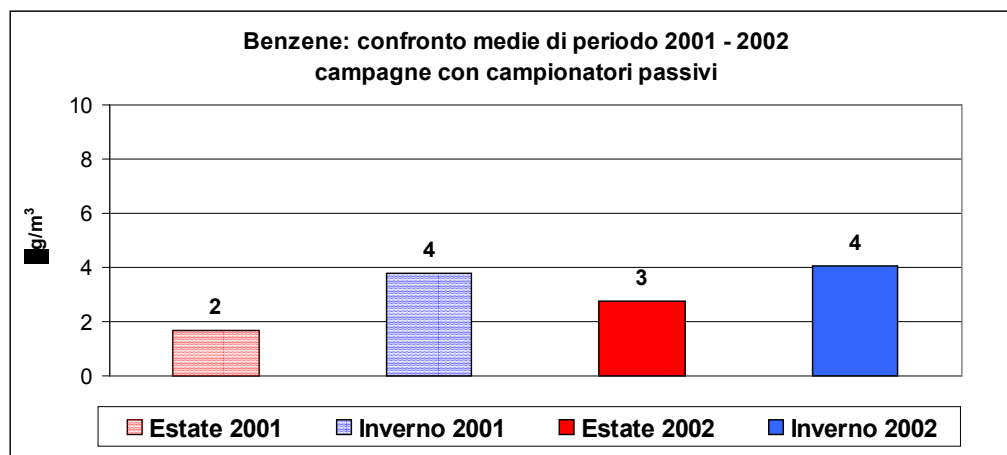
Il Grafico 62 presenta i valori medi annuali di benzene nel 2002 per i siti controllati con campionatori passivi.

Il sito che nell'anno 2002 ha presentato mediamente concentrazioni maggiori di benzene è via Fradeletto con 7 µg/m³, seguito da via Circonvallazione con 4 µg/m³, in accordo con quanto rilevato l'anno scorso (Rapporto Annuale 2001).

Inoltre in via Fradeletto la concentrazione media annuale di benzene è aumentata da 6 µg/m³ del 2001 a 7 µg/m³ del 2002; invece la concentrazione media misurata in via Circonvallazione negli ultimi due anni è rimasta costante (4 µg/m³).

Nel Grafico 63 si riporta il confronto tra la media di periodo, di 5 settimane, calcolata su tutti i siti di campionamento relativamente alla campagna estiva ed invernale del 2001 e del 2002.

Grafico 63: Confronto tra semestre estivo e semestre invernale del 2001 e del 2002.



Si osserva come la media del periodo estivo 2002 ($3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sia minore rispetto alla media del periodo invernale 2002 ($4 \mu\text{g}/\text{m}^3$), in accordo con quanto osservato anche nell'analisi in continuo del benzene effettuata dalle stazioni della rete fissa (paragrafo 3.2.9.1).

Inoltre la media estiva 2001 è minore della media estiva 2002, mentre le medie invernali coincidono.

A rigore, secondo le linee guida citate, i siti di campionamento "hot spots" non dovrebbero essere utilizzati nel calcolo, per dare un'indicazione dell'esposizione media, ma solo come indicatori dei valori di punta. I valori medi annuali e stagionali effettivamente più rappresentativi di un'esposizione media della popolazione risulterebbero quindi inferiori a quelli presentati nel Grafico 62 e Grafico 63.

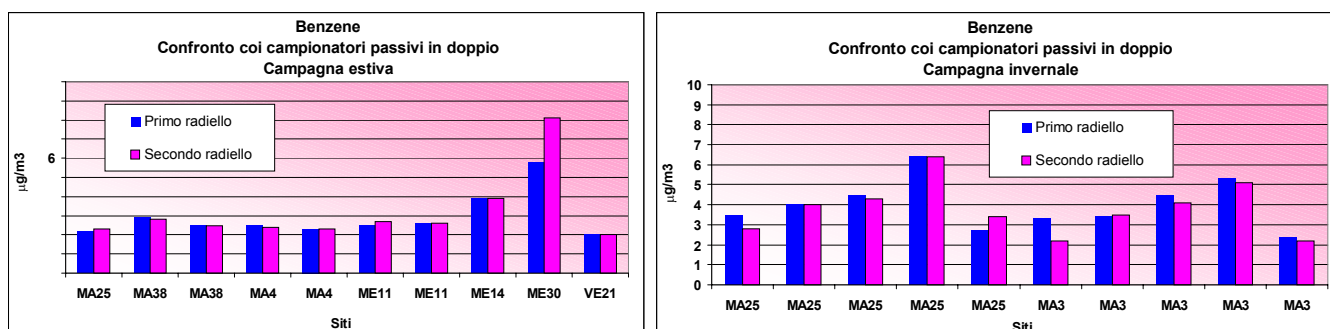
Al fine di condurre un controllo della qualità delle misure con i campionatori passivi, in molti siti di campionamento sono stati posti radielli "in doppio", per una o più settimane. In alcuni siti la prova è stata fatta più volte, in periodi diversi (Tabella 37).

Tabella 37: Posizione e durata dei radielli "in doppio".

STAZIONI RADIELLI 2002	Campagna Estiva					Campagna Invernale				
	1ª settimana	2ª settimana	3ª settimana	4ª settimana	5ª settimana	1ª settimana	2ª settimana	3ª settimana	4ª settimana	5ª settimana
MA1 - MARGHERA - SC. EL. GRIMANI - VIA CANAL 5										
MA3 - MARGHERA - PROVINCIA - VIA DELLA RINASCITA 6	NP					doppio	doppio	doppio	doppio	doppio
ME7 - MESTRE - ASILO NIDO COLIBRI - VIA DELL'EDERA 7										
ME8 - MESTRE - SC MEDIA DON MILANI - VIA DEI VOLPI										
MA4 - MARGHERA - SC. MAT. CAPUOZZO - VIA SCATTOLIN 6		doppio		doppio						
MA25 - MARGHERA - SC MAT BASEGGIO - VIA TRIESTE	doppio					doppio	doppio	doppio	doppio	doppio
ME30 - MESTRE - PALO ILL. PUBBLICA - VIA FRADELETTO				doppio						
ME11 - MESTRE - SC EL LEOPARDI - VIALE SAN MARCO		doppio			doppio					
ME12 - MESTRE - VILLA FRANCHIN - VIALE GARIBALDI	NP									
ME14 - MESTRE - STAZIONE ARPAV - VIA CIRCONVALLAZIONE				doppio						
ME15 - MESTRE - SC EL FAVARO 2 - VIA MONTE CERVINO										
VE21 - VENEZIA - CA.RI.VE - P.LE ROMA	doppio									
ME36 - MESTRE - SC MEDIA FERMI - VIA TIEPOLO 8										
ME37 - MESTRE - COMANDO VIG DEL FUOCO										
MA38 - MARGHERA - PALO ILL. PUBBLICA - VIA DE MARCHI		doppio		doppio						

Nel Grafico 64 sono riportate le concentrazioni misurate dai radielli in doppio e si osserva come le concentrazioni siano effettivamente confrontabili. L'errore quadratico medio tra le concentrazioni di benzene misurate dai radielli in doppio è pari a $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nella campagna estiva e $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nella campagna invernale.

Grafico 64: Concentrazione di benzene per i radielli collocati "in doppio" per almeno una settimana nei diversi siti.



In via Circonvallazione è stato possibile confrontare i dati di concentrazione di benzene ottenuti con campionatori passivi, con la media di periodo dei dati orari misurati dall'analizzatore in continuo di BTEX, posto nella stazione fissa della rete.

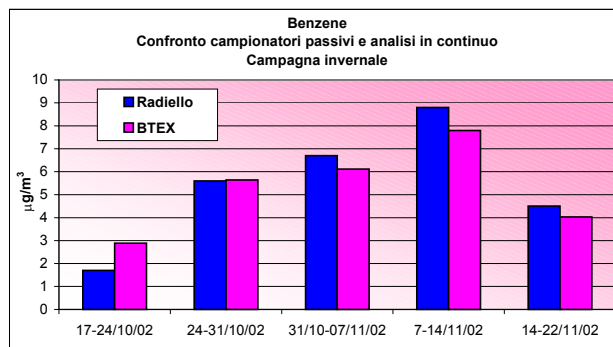
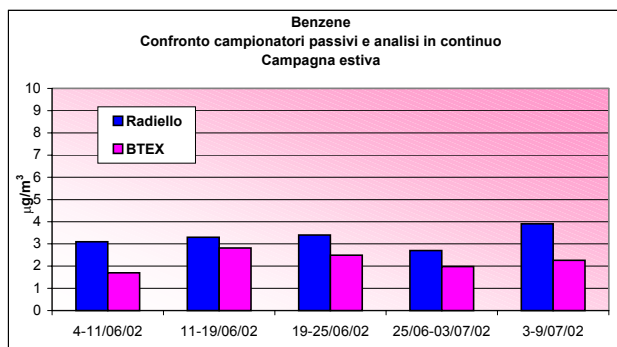
Grafico 65: Confronto tra concentrazioni di benzene ottenute con campionatori passivi e quelle misurate dalla stazione fissa di via Circonvallazione. Campagna estiva e campagna invernale.

Benzene - Campagna estiva

Via Circonvallazione		Radiello	BTEX
inizio	fine	µg/mc	µg/mc
04/06/02 h 13:15	11/06/02 h 12:45	3	2
11/06/02 h 12:45	19/06/02 h 12:00	3	3
19/06/02 h 12:00	25/06/02 h 12:10	3	2
25/06/02 h 12:10	03/07/02 h 13:50	3	2
03/07/02 h 13:50	09/07/02 h 12:10	4	2
Media di periodo		3	2
Scarto quadratico medio		1	

Benzene - Campagna invernale

Via Circonvallazione		Radiello	BTEX
inizio	fine	µg/mc	µg/mc
17/10/02 h 16.00	24/10/02 h 15.45	2	3
24/10/02 h 15.45	31/10/02 h 15.40	6	6
31/10/02 h 15.40	07/11/02 h 15.45	7	6
07/11/02 h 15.45	14/11/02 h 15.40	9	8
14/11/02 h 15.40	22/11/02 h 13.30	5	4
Media di periodo		5	5
Scarto quadratico medio		1	



Nel periodo estivo, la media di periodo della concentrazione di benzene misurata dalla stazione della rete fissa risulta pari a 2 µg/m³, contro il valore di 3 µg/m³ misurato con i campionatori passivi; lo scarto quadratico medio dei valori è pari a 1 µg/m³.

Nel periodo invernale, la media di periodo della concentrazione di benzene misurata dalla stazione della rete fissa è uguale a quella misurata con i campionatori passivi e pari a 5 µg/m³; anche in questo periodo lo scarto quadratico medio dei valori è pari a 1 µg/m³.

3.4. Campagne di misura realizzate mediante stazioni rilocabili

Nel corso del 2002, in Comune di Venezia, sono state realizzate alcune campagne di monitoraggio mediante stazioni rilocabili dislocate in diversi punti del territorio comunale non interessate dalla presenza di stazioni fisse di misura (Tavola 3, Allegato 5). Tali campagne, insieme alla mappatura per il benzene condotta con i campionatori passivi, hanno avuto lo scopo di valutare la qualità dell'aria nell'area non interessata dalla presenza di stazioni fisse della rete.

Le due stazioni rilocabili, denominate stazione bianca e stazione verde, sono state utilizzate per caratterizzare la qualità dell'aria nelle località indicate in Tabella 38.

Tabella 38: elenco campagne con stazioni rilocabili in Comune di Venezia

Campagne con stazioni rilocabili in Comune di Venezia - ANNO 2002				
INIZIO	FINE	COMUNE	LOCALITA'	UNITA' MOBILE
27/12/01	31/01/02	Venezia	via del Gazzato, loc. Cipressina - Mestre	Bianca
13/02/02	18/03/02	Venezia	via Pertini, deposito ACTV - Mestre	Bianca
15/03/02	09/10/02	Venezia	via Da Verrazzano - Mestre	Verde
03/06/02	15/07/02	Venezia	p.le Parmesan - Marghera	Bianca
23/10/02	25/11/02	Venezia	p.zza San Giorgio - Chirignago	Bianca
19/11/02	09/01/03	Venezia	via Mandricardo - Campalto	Verde

I parametri monitorati dalle due diverse stazioni rilocabili sono riassunti in Tabella 15.

La Tabella 39 illustra la percentuale dei superamenti dei livelli di attenzione e di protezione della salute umana e della vegetazione (ex DPR 203/88, DM 15/04/94, DM 25/11/94 e DM 16/05/96) per le due campagne di misura effettuate prima dell'entrata in vigore del DM 60/02 (28/04/02).

La Tabella 40 illustra la percentuale dei superamenti dei valori limite aumentati del margine di tolleranza previsto per l'anno 2002 e del livello di protezione della salute umana e della vegetazione dall'ozono (DM 60/02 e DM 16/05/96) per le campagne di misura effettuate dopo l'entrata in vigore del DM 60/02 (28/04/02).

Nella campagna di monitoraggio in via Pertini – Mestre non sono state misurate le polveri totali sospese, poiché il giorno 08/02/02 l'analizzatore è stato trasferito nella stazione fissa di via A. Da Mestre.

Nella campagna di monitoraggio in via Da Verrazzano – Mestre gli inquinanti non convenzionali, quali benzene, polveri inalabili PM₁₀ e benzo(a)pirene non sono stati monitorati vista la vicinanza del sito con le stazioni fisse di monitoraggio della qualità dell'aria situate in via Antonio Da Mestre e via Circonvallazione che misurano routinariamente ed in continuo i suddetti inquinanti.

L'analisi dei dati evidenzia come le situazioni più acute di inquinamento dell'aria corrispondano ad episodi di superamento del:

- livello di attenzione di biossido di azoto (NO₂) presso via del Gazzato – Mestre (Tabella 39);
- livello di protezione della salute umana e della vegetazione da ozono (O₃) presso via Da Verrazzano – Mestre (Tabella 40);

- valore limite aumentato del margine di tolleranza per il 2002 di polveri inalabili PM₁₀ presso p.zza San Giorgio – Chirignago (Tabella 40).

Tabella 39: percentuale dei superamenti di alcuni limiti in vigore prima del 28 aprile 2002

		Percentuale dei superamenti dei livelli di attenzione e del livello di protezione della salute umana e della vegetazione (ex DPR 203/88, DM 25/11/94, DM 16/05/96)						
		SO ₂ µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	CO mg/m ³	O ₃ µg/m ³	O ₃ µg/m ³	PTS µg/m ³	
Località	Periodo	Liv. att. 125	Liv. att. 200	Liv. att. 15	Prot. sal. 110	Prot. veg. 65	Liv. att. 150	
<i>Mestre</i>	via del Gazzato	27/12/01 - 31/01/02	0%	3%	0%	0%	0%	0%
<i>Mestre</i>	via Pertini	13/02/02 - 18/03/02	0%	0%	0%	0%	0%	n.m.

n.m. = non misurato

Tabella 40: percentuale dei superamenti di alcuni limiti in vigore dopo il 28 aprile 2002

		Percentuale dei superamenti dei valori limite aumentati del margine di tolleranza per il 2002 (DM 60/02) e del livello di protezione della salute umana e della vegetazione per l'ozono (DM 16/05/96)						
		SO ₂ µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	CO mg/m ³	O ₃ µg/m ³	O ₃ µg/m ³	PM ₁₀ µg/m ³	
Località	Periodo							
	via Da Verrazzano	16/03/02 - 08/10/02					n.m.	
	p.le Parmesan	03/06/02 - 15/07/02						
	p.zza San Giorgio	23/10/02 - 25/11/02						
	via Mandricardo	19/11/02 - 09/01/03	La relazione tecnica è in corso di elaborazione.					

n.m. = non misurato

Per gli inquinanti non convenzionali, quali benzene, polveri inalabili PM₁₀ e benzo(a)pirene, di più recente introduzione nel novero degli inquinanti monitorati in ambito urbano, la normativa fissa un limite di concentrazione **mediato su base annua**.

Questi inquinanti sono stati misurati in tutte le campagne di monitoraggio condotte con la stazione rilocabile bianca e nella campagna condotta a Campalto con stazione rilocabile verde. E' stata calcolata la **media di periodo** delle concentrazioni misurate (Tabella 41). Particolarmente elevate risultano le concentrazioni di inquinanti non convenzionali misurate nel periodo invernale (campagne di monitoraggio svolte in via del Gazzato, via Pertini e Chirignago).

Si rammenta comunque che l'obiettivo di qualità per il benzo(a)pirene ed il valore limite per benzene e PM₁₀ rappresenta un valore di concentrazione mediato su base annua; di conseguenza il confronto con una media di periodo può fornire indicazioni puramente indicative.

Solo per le polveri inalabili esiste un valore limite di concentrazione giornaliero introdotto dal DM 60/02; i superamenti di questo limite sono stati segnalati nella Tabella 40.

Tabella 41: media di periodo di benzene, PM₁₀ e benzo(a)pirene misurati nel corso delle campagne di misura con stazioni rilocabili svolte nel 2002 in Comune di Venezia

Località	Periodo	Unità mobile	C6H6 µg/m ³		PM 10 µg/m ³		Benzo(a)pirene ng/m ³		
			Media di periodo	Valore limite + marg.toll.2002	Media di periodo	Valore limite + marg.toll.2002	Media di periodo	Obiettivo Qualità	
<i>Mestre</i>	via del Gazzato	27/12/2001 - 31/01/02	Bianca	12	10*	111	44.8*	9.1	1.0*
<i>Mestre</i>	via Pertini	13/02/2002 - 18/03/02	Bianca	3		52		1.7	
<i>Mestre</i>	via Da Verrazzano	16/03/2002 - 08/10/02	Verde	n.m.		n.m.		n.m.	
<i>Marghera</i>	p.le Parmesan	03/06/2002 - 15/07/02	Bianca	3		40		0.1	
<i>Chirignago</i>	p.zza San Giorgio	23/10/2002 - 25/11/02	Bianca	9		81		4.2	
<i>Campalto</i>	via Mandricardo	19/11/2002 - 09/01/03	Verde	-		-		-	

* L'obiettivo di qualità per il benzo(a)pirene ed i valori limite per benzene e polveri inalabili rappresentano valori di concentrazione mediati su base annua, di conseguenza il confronto con una media su un periodo generalmente inferiore ai 30 giorni può fornire informazioni esclusivamente indicative.

Le relazioni tecniche di tutte le campagne di monitoraggio svolte nel 2002 sono riportate in Appendice 1 al presente Rapporto Annuale.

3.4.1. Approfondimento sulle polveri respirabili PM_{2,5}

Durante la campagna di monitoraggio di qualità dell'aria svolta a Chirignago, oltre alle polveri inalabili PM₁₀ sono state campionate anche le polveri più sottili, denominate PM_{2,5}, aventi diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µm (Grafico 9 e Tabella G, Relazione tecnica della campagna di Chirignago in Appendice 1).

Sono attualmente in corso di esecuzione una serie di studi a livello europeo ed italiano finalizzati all'individuazione, entro l'anno 2005, dei limiti relativi alle concentrazioni in aria delle polveri PM_{2,5}, secondo i tempi ed i modi indicati dalla Direttiva Europea 99/30/CE, recepita con il DM 60/02.

Nonostante tra PM₁₀ e PM_{2,5} vi sia una certa sovrapposizione dimensionale, le due classi sono generalmente ben distinte sia in termini di sorgenti di emissione e di processi di formazione che per quanto riguarda la composizione chimica ed il comportamento nell'atmosfera. Le polveri PM₁₀ sono costituite per circa il 60-80% dalla frazione più sottile denominata PM_{2,5}.

Le polveri PM_{2,5} risultano potenzialmente pericolose poiché veicolano in profondità le sostanze inquinanti, quali solfati, metalli tossici e particelle carboniose. Infatti i metalli tossici come piombo, cadmio e nichel si concentrano generalmente di più nella frazione PM_{2,5} rispetto al particolato di dimensioni maggiori. Le particelle carboniose prodotte durante la combustione della benzina possono veicolare sostanze chimiche cancerogene come il benzo(a)pirene e consentirgli il libero accesso nei polmoni.

Perciò si è ritenuto di particolare interesse studiare l'eventuale correlazione tra le concentrazioni di PM_{2,5} e quelle di benzo(a)pirene determinato sulle PM₁₀.

L'indagine è stata condotta congiuntamente dal Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia, che si è occupato di analizzare le polveri PM₁₀ e gli idrocarburi policiclici aromatici sulle PM₁₀ (tra cui il benzo(a)pirene), e l'Università di Venezia Dipartimento di Scienze Ambientali Sezione di Geo-Mineralogia, che si è occupata di determinare le polveri PM_{2,5}.

Dall'analisi dei dati è risultato che:

- la concentrazione di $PM_{2,5}$ è mediamente pari all'80% della concentrazione di PM_{10} , confermando quanto atteso;
- le concentrazioni di PM_{10} e $PM_{2,5}$ sono risultate ben correlate linearmente (coefficiente di correlazione lineare di Pearson, R, pari a 0,92);
- la serie di dati di benzo(a)pirene determinato sulle PM_{10} risulta maggiormente correlata con la serie di dati di $PM_{2,5}$ ($R = 0,60$) piuttosto che con quella di PM_{10} ($R = 0,39$), consolidando l'ipotesi che le particelle carboniose, come il benzo(a)pirene, potrebbero essere contenute prevalentemente nella frazione più fina delle polveri.

3.5. Provvedimenti di limitazione del traffico urbano

Nel corso del 2002 il Comune di Venezia ha aderito a tutte le iniziative sperimentali di riduzione del traffico, promosse per le maggiori città italiane dal Ministero dell'Ambiente; oltre alla giornata europea del 22 settembre 2002 (realizzata nella medesima data rispetto al 1999, 2000 e 2001) si sono svolte due domeniche ecologiche (12/05/02 e 16/06/02).

In corrispondenza a tali iniziative il Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia ha provveduto a trasmettere all'amministrazione comunale, entro la giornata successiva, le elaborazioni sui dati di qualità dell'aria registrati dalla propria rete di monitoraggio.

Come per il 1999, 2000 e 2001 l'obiettivo principale delle manifestazioni è stato quello di sensibilizzare i cittadini sui problemi connessi all'inquinamento atmosferico, prodotto in ambito urbano dal traffico veicolare, stimolando le amministrazioni comunali ad elaborare soluzioni alternative alla mobilità privata, a vantaggio del trasporto pubblico. L'esperienza di analisi dei dati sulla qualità dell'aria dimostra che la chiusura del traffico, limitatamente a brevi periodi e non a tutte le arterie a traffico elevato (es. tangenziale di Mestre), non può certamente determinare una significativa riduzione nei livelli di inquinamento atmosferico.

Va messo in evidenza, comunque, come talvolta alcuni inquinanti primari come il benzene e il monossido di carbonio abbiano registrato una riduzione, in corrispondenza al periodo di chiusura del traffico.

Si rammenta inoltre che, a seguito della rilevazione di valori particolarmente elevati per le polveri inalabili PM₁₀, l'amministrazione comunale ha deciso una chiusura ampia della città al traffico domenica 20/01/02, mentre nel periodo compreso tra il 28/11/02 ed il 28/02/03, tutti i giovedì e venerdì (esclusi venerdì 29/11/02 e giovedì 26/12/02) dalle ore 9.00 alle ore 18.00, nel centro urbano è stata imposta la circolazione a targhe alterne e vietata la circolazione ai veicoli non catalizzati.

In corrispondenza a tali iniziative il Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia ha provveduto a trasmettere all'amministrazione comunale, entro la settimana successiva, le elaborazioni sui dati di qualità dell'aria registrati dalla propria rete di monitoraggio.

Dal 21/01/02 al 02/06/02 e dal 01/11/02 al 29/12/02 il Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia ha elaborato 26 aggiornamenti settimanali delle informazioni relative alle polveri inalabili PM₁₀ e alcuni aggiornamenti mensili (giugno, luglio, agosto, settembre ed ottobre 2002).

Contemporaneamente sono state rese disponibili al sito www.arpa.veneto.it le concentrazioni medie giornaliere di PM₁₀ misurate in via Circonvallazione mediante determinazione automatica e le medie annuali degli inquinanti non convenzionali, aggiornate di mese in mese, per rendere possibile il confronto con i valori limite annuali senza dover aspettare la fine dell'anno.

3.6. Considerazioni conclusive sullo stato e problematiche emergenti

L'analisi dei dati raccolti nel 2002 dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria del Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia ed il raffronto con i dati degli ultimi anni, porta ad alcune valutazioni di tendenza. Nel seguito, queste vengono illustrate con particolare riferimento sia agli inquinanti cosiddetti convenzionali che ai non convenzionali, il cui controllo è entrato oramai a regime, per il territorio veneziano, da alcuni anni.

Relativamente al **biossido di zolfo (SO₂)**, si può confermare che anche quest'anno la sua concentrazione nell'aria urbana è rimasta significativamente inferiore ai valori limite annuali. Nel 2002 è continuato il miglioramento evidenziato a Maerne (stazione di tipo D) ed il peggioramento evidenziato a Sacca Fisola (stazione di tipo B), dove sono stati registrati i valori più elevati e gli unici superamenti del valore limite orario.

Per il **biossido di azoto (NO₂)** si conferma la sua presenza diffusa nel territorio, nel rispetto dei valori limite annuali al 2002, con un leggero peggioramento per la stazione di Malcontenta (stazione di tipo I/B), Maerne, Sacca Fisola e viale San Marco (stazione di tipo B).

Il **monossido di carbonio (CO)** presenta valori sempre inferiori ai valori limite in tutte le stazioni, risultando ovviamente più elevato in quelle di tipo C (via Circonvallazione) immediatamente esposte al traffico veicolare.

Dopo le concentrazioni particolarmente elevate del 1998, l'**ozono (O₃)** ha fatto registrare negli anni successivi valori inferiori; rispetto all'anno precedente, nel 2002 si riscontra un miglioramento generale, in particolare a Maerne, e un peggioramento a Parco Bissuola (stazione di tipo A). La dipendenza di questo inquinante da alcune variabili meteorologiche, temperatura e radiazione solare in particolare, ne giustifica la variabilità da un anno all'altro, pur in un quadro di vasto inquinamento diffuso.

Le **polveri totali sospese (PTS)** mostrano un andamento complessivamente crescente in quasi tutte le stazioni. In qualche caso il peggioramento è notevole, come per la stazione di Maerne e viale San Marco; comunque le polveri totali presentano complessivamente valori inferiori al valore limite annuale (DPCM 28/03/83).

Significativa la situazione per quanto concerne la **frazione inalabile delle polveri PM₁₀**. La media di area dell'anno 2002 è di 46 µg/m³, superiore al valore limite annuale pari a 44.8 µg/m³ e nettamente superiore a quella calcolata nel 2001 (41 µg/m³). I valori indicano un inquinamento "di area" per le polveri inalabili (PM₁₀), che presentano una diffusione pressoché omogenea nel centro urbano. In tutte e tre le stazioni di misura è stato superato il numero di giorni consentiti dal DM 60/02 per il superamento del valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana.

Il **benzo(a)pirene**, sostanza guida di maggior tossicità degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), determinata analiticamente sulla frazione inalabile delle polveri, presenta una media di area dell'anno 2002 di 1,4 ng/m³, superiore all'obiettivo di qualità pari a 1 ng/m³ e leggermente inferiore a quella calcolata nel 2001 (1,5 ng/m³).

Il **benzene (C₆H₆)**, pur confermandosi più elevato nelle stazioni immediatamente prospicienti le vie ad elevato traffico (via Circonvallazione), presenta valori medi annuali sempre inferiori al

valore limite annuale aumentato del margine di tolleranza per il 2002 ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$). La media di area dell'anno 2002 per il benzene è di $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, inferiore a quella calcolata nel 2001, pari a $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Proseguendo l'attività degli anni scorsi, nel 2002 il monitoraggio dei metalli determinati sulle polveri inalabili PM_{10} è stato sistematizzato in modo da disporre di dati di concentrazione di piombo (Pb), cadmio (Cd), mercurio (Hg), nichel (Ni) e arsenico (As) uniformemente durante tutto l'anno. Per il piombo la concentrazione è risultata ben al di sotto del valore limite ($0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e per gli elementi Cd, Hg, Ni e As i valori ottenuti sono al di sotto dei criteri di qualità della bozza di Direttiva Europea non ancora approvata.

E' stata avviata sperimentalmente la determinazione della polvere respirabile $\text{PM}_{2,5}$ a valle della tangenziale di Mestre ed ulteriori approfondimenti sono già programmati per il 2003. Nonostante a livello europeo non siano ancora disponibili dei valori limite per le $\text{PM}_{2,5}$, il monitoraggio ha confermato che una percentuale molto elevata (80% circa) delle PM_{10} è costituita da polveri respirabili $\text{PM}_{2,5}$, potenzialmente ancora più pericolose in quanto veicolano più in profondità le sostanze inquinanti.

Dall'insieme dei dati sulla qualità dell'aria urbana in Comune di Venezia presentati nella relazione e qui sopra brevemente sintetizzati, emerge un quadro piuttosto critico specialmente per ciò che riguarda le polveri inalabili e gli IPA, anche se i valori medi annuali sono confrontabili con quelli riscontrati in altre grandi città venete.

Non possono quindi che essere confermate tutte le strategie e le iniziative per il contenimento dell'inquinamento atmosferico, già suggerite nella relazione dello scorso anno.

Assai rilevante, ai fini del miglioramento della qualità dell'aria urbana, sarebbe la velocizzazione della realizzazione della metropolitana regionale, per modificare sensibilmente i criteri di spostamento del pendolarismo verso la terraferma Veneziana (dai comuni dell'area tra Padova, Treviso e Veneto Orientale) e l'adozione delle soluzioni più rapide ed efficaci per eliminare il traffico autostradale, specie quello pesante, dal percorso della tangenziale.

Proseguendo lungo il percorso intrapreso negli scorsi anni di stima delle emissioni derivanti dal traffico veicolare, nel 2003 verrà stimato il contributo alla concentrazione dei principali inquinanti proveniente dalla tangenziale di Mestre.

Particolare attenzione verrà dedicata anche allo studio dei flussi di traffico acqueo originati dalle diverse tipologie dei veicoli a motore circolanti nella Laguna di Venezia in relazione alle serie storiche degli inquinanti registrate nelle stazioni poste in zona lagunare.

CARATTERIZZAZIONE DELLA RISPOSTA

“GLI INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA”

Premessa

In questo capitolo prenderemo in considerazione le azioni realizzate nel corso del 2002 e previste nel prossimo futuro particolarmente significative per il loro contributo alla riduzione dell'inquinamento atmosferico nel territorio comunale.

Individuare le azioni da intraprendere per migliorare la qualità dell'aria non è cosa semplice. L'approccio corretto per arrivare ad una loro definizione parte innanzi tutto da un'analisi dell'insieme delle fonti di “pressione” ambientale che insistono nel territorio le quali, ciascuna con modalità e proporzioni diverse, contribuiscono a determinare lo “stato” di qualità dell'aria.

In realtà le pressioni che insistono sul territorio veneziano e che determinano a vario titolo la presenza di inquinanti nell'aria che respiriamo, sono molteplici e, principalmente: il traffico veicolare urbano, quello in tangenziale, le attività industriali di Porto Marghera e altre attività produttive di carattere artigianale (significative quelle di Murano). Questo quadro, anche se estremamente sintetico, fornisce già un'idea della molteplicità delle attività e dei soggetti che esercitano, ciascuno secondo la propria peculiarità, una pressione negativa sulla qualità dell'aria e, di conseguenza, della difficoltà di individuare una facile soluzione per ridurre l'inquinamento atmosferico.

Sicuramente, la soluzione non sta in un'unica “ricetta” ma in azioni che devono essere esercitate da più parti e a vari livelli. Si va dalla costruzione di nuove infrastrutture che permetteranno di ridurre il numero di veicoli circolanti in territorio comunale, alla promozione dell'uso di mezzi di trasporto a minor impatto ambientale, ad interventi per ammodernare le tecnologie produttive sostituendo quelle più obsolete.

Di alcune azioni che verranno descritte qui di seguito si è già parlato nelle “Relazioni sulla qualità dell'aria” degli anni precedenti; in questi casi viene riportato un aggiornamento sullo stato di fatto. Altre azioni invece costituiscono delle vere e proprie novità.

1. Interventi riguardanti il traffico veicolare.

Le azioni possibili per ridurre l'inquinamento generato dal traffico veicolare si possono distinguere a più livelli:

- nuove infrastrutture che riducano in origine la domanda di mobilità con veicoli privati;
- interventi di contenimento della circolazione tramite un miglioramento della gestione del traffico, disincentivandone la presenza nei centri urbani;
- limitazione del traffico programmata nel corso di ciascun anno al fine di centrare gli obiettivi di qualità dell'aria;
- cura nella manutenzione dei veicoli circolanti;
- rinnovo del parco veicolare e sostegno alla diffusione di combustibili e motori puliti.

Il nodo tangenziale

Nella parte relativa alla descrizione delle pressioni ambientali che insistono sul territorio comunale è stata citata la tangenziale di Mestre, già indicata nelle precedenti relazioni sulla qualità dell'aria come la principale fonte di inquinamento della terraferma veneziana.

Pur essendo la tangenziale il fattore di pressione dominante nel determinare la qualità dell'aria nel territorio comunale, rimane un elemento di difficile controllo da parte dell'Amministrazione locale dal momento che la gestione di questa arteria viaria non compete al Comune ma alla Società delle Autostrade di Venezia e Padova S.p.A. e ad Autovie Venete S.p.A..

A fronte di questo dato, l'Amministrazione non si è arresa ma ha assunto un atteggiamento propositivo, sia nella ricerca di soluzioni per mitigare l'impatto del traffico veicolare della tangenziale, sia per favorire l'acquisizione di nuove informazioni sul tipo di inquinamento da essa determinato.

Nel mese di Novembre 2002 è stato costituito un **Tavolo Permanente dei Sindaci** dei Comuni di Venezia e limitrofi, un primo tentativo di coordinamento, assieme ad altre figure istituzionali, di una serie di interventi per limitare il traffico in tangenziale, migliorare la circolazione e di conseguenza ridurre l'inquinamento ad essa associato.

Questo Tavolo Permanente si propone di facilitare la realizzazione di quegli interventi che porterebbero ad un significativo contributo per la riduzione dell'inquinamento atmosferico nel territorio Comunale ma che possono essere intrapresi soltanto attraverso il coinvolgimento e la partecipazione diretta dei Comuni contermini. In particolare ci riferiamo ad interventi infrastrutturali come il passante di Mestre, il Sistema Ferroviario Metropolitano Regionale, le autostrade viaggianti (un sistema di trasporto dei mezzi pesanti su ferrovia allo scopo di bypassare la tangenziale).

Sono inoltre previsti l'individuazione di limiti di transito per i mezzi pesanti, l'istituzione di giornate di circolazione a targhe alterne, il divieto di circolazione per i veicoli senza bollino blu, nonché un migliore coordinamento della gestione della viabilità e il potenziamento dei sistemi di controllo e dei sistemi di informazione. Un'altra idea posta al vaglio dei Sindaci è stata quella di esplorare le procedure per far dichiarare dalla Unione Europea l'area del Veneto interessata dal Valico di Mestre "area sensibile" ai sensi del Libro Bianco UE sulla politica dei trasporti nella quale si possano testare nuovi sistemi di tariffazione per l'uso delle infrastrutture.

Tutti i punti sopraelencati sono stati formalizzati in una bozza di Protocollo d'Intesa per l'Unità di Crisi della Tangenziale che costituirà la base dei futuri lavori del Tavolo costituito.

Sul piano più strettamente operativo, nel 2002 è stata condotta una **campagna per il controllo delle emissioni da mezzi pesanti in tangenziale**, in collaborazione con la Polizia Municipale, Polizia Stradale, Motorizzazione Civile, che ha permesso di discriminare le tipologie di veicoli responsabili della quota maggiore di inquinamento.

Gli esiti della prima fase del monitoraggio (Aprile – Maggio 2002) hanno evidenziato che tra i mezzi circolanti in tangenziale la categoria dei "veicoli commerciali e leggeri ed autocarri" è quella che più spesso non è a norma con le emissioni di sostanze inquinanti in atmosfera. Infatti circa il 15% dei veicoli appartenenti a questa categoria e sottoposti a controllo superano i limiti di emissione nei fumi. Nella categoria "articolati" la percentuale si riduce a 9% e nella categoria "autotreni" è praticamente trascurabile.

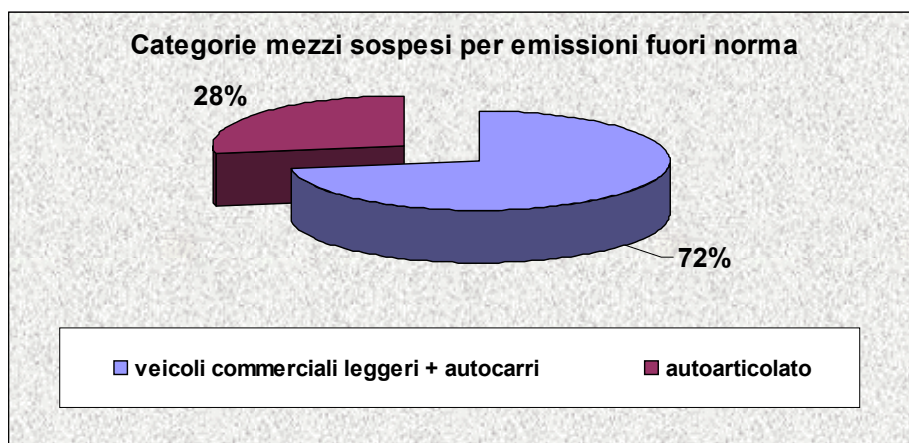


Fig. 1 Ripartizione delle sospensioni per emissioni non a norma tra categorie di veicoli (campagna Aprile – Maggio 2002).

La campagna è proseguita in più fasi fino a Marzo 2003, portando a 977 il numero complessivo dei mezzi pesanti controllati. Di questi, ben 113 (quasi il 12%) sono stati sospesi dalla circolazione perché non a norma con le emissioni dei gas di scarico.

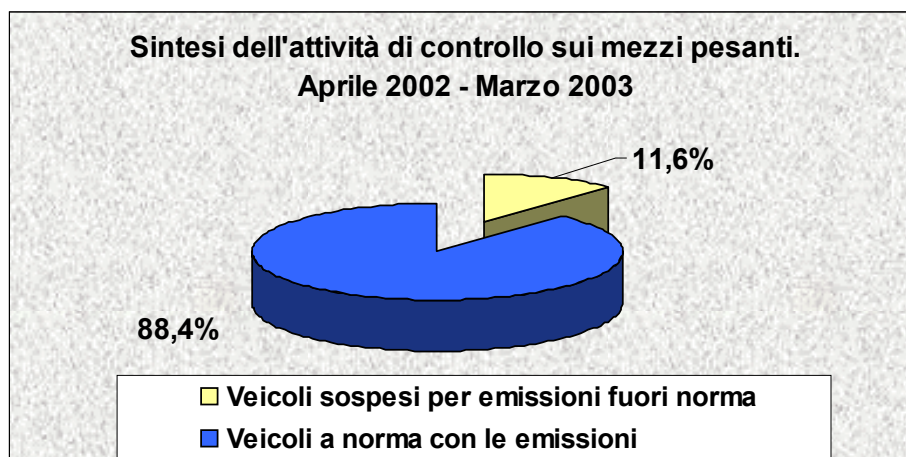


Fig. 2 Percentuale dei veicoli controllati e sospesi perché non a norma con le emissioni.

Sempre nel 2002 sono state compiute, in collaborazione con ARPAV, tre **campagne di monitoraggio con la stazione rilocabile** in prossimità o comunque in punti che risentono particolarmente degli inquinanti provenienti dalla tangenziale, al fine di integrare ulteriormente un quadro conoscitivo sull'impatto di tale infrastruttura sulla qualità dell'aria. I dati dei rilevamenti, effettuati a gennaio in via del Gazzato in località Cipressina, a giugno – luglio in p.le Parmesan a Marghera e a novembre in p.zza S. Giorgio a Chirignago sono riportati nel paragrafo 3.4.

Inoltre, sempre in collaborazione con ARPAV sta per essere avviato uno studio che, utilizzando opportuni modelli matematici, definisce le modalità di dispersione degli inquinanti attraverso l'incrocio dei dati relativi alle emissioni determinate dal flusso di veicoli con i dati meteorologici. Il prodotto sarà una "**mappa del rischio**", ovvero una mappa che identifica le aree in cui risiede la popolazione maggiormente esposta all'inquinamento dalla tangenziale.

Particolare attenzione sarà dedicata alle aree limitrofe alla tangenziale anche in occasione di uno studio per il quale è stato incaricato il Dipartimento di Scienze Ambientali dell'Università Ca' Foscari che ha come obiettivo l'**approfondimento delle origini delle polveri sottili** - PM10 e PM2.5 - queste ultime molto pericolose in quanto possono penetrare sino agli alveoli polmonari.

Nel 2002 è stata completata la sperimentazione di "**Ecoexplorer**", un sistema di monitoraggio dinamico in grado di misurare l'inquinamento atmosferico (ma anche acustico ed elettromagnetico) mediante strumentazione che viene agilmente installata su mezzi mobili che percorrono tratti stradali urbani ed extraurbani. In questo modo lo strumento installato riesce ad effettuare fino a un rilevamento ogni 4 secondi; in un'ora di monitoraggio quindi, mantenendo una velocità di circa 30 Km/h, si registrano

mediamente 900 dati per ciascun inquinante misurato (benzene, CO e NOx), ovvero circa 7000 valori nell'arco di una normale giornata lavorativa di 8 ore.

I dati acquisiti vengono inviati, in tempo reale, ad una Centrale operativa e successivamente elaborati sottoforma di mappe tematiche. L'informazione fornita da Ecoexplorer non va certo a sostituirsi a quella del tradizionale sistema di monitoraggio con centraline fisse, ma ne costituisce sicuramente una valida integrazione.

In occasione della sperimentazione è stata percorsa anche la tangenziale, in più giornate e ad orari diversificati. Le mappe elaborate hanno confermato come i valori delle concentrazioni degli inquinanti da traffico sono sostanzialmente associati alla velocità di transito con picchi molto elevati nei momenti di stop and go.

I risultati di questa campagna sperimentale sono stati presentati di recente al pubblico e sarà cura dell'Amministrazione Comunale valutare le future applicazioni di questa metodologia.

1.1 Nuove infrastrutture viarie

Il 2005 dovrebbe costituire l'anno di svolta per un radicale riordino della mobilità nella terraferma veneziana. In quell'anno dovrebbero entrare in funzione il Sistema Ferroviario Metropolitano Regionale e il Tram.

Il **Sistema Ferroviario Metropolitano Regionale** (SFMR) del Veneto, il cui progetto è in fase di realizzazione, costituisce un'iniziativa strategica per il rilancio del trasporto collettivo di massa a scala regionale. Il progetto riguarda da vicino l'area comunale con le tratte che collegano Mestre con Venezia S. Lucia, Quarto d'Altino, Treviso, Oriago e Castelfranco. Gli interventi previsti riguardano sia il sistema ferroviario, sia il sistema urbano, con la chiusura di alcuni passaggi al livello, il rinnovo delle Stazioni di S.Lucia, Porto Marghera, Mestre centrale e la realizzazione di 6 nuove fermate. Per quanto attiene lo stato di avanzamento del progetto, sono state approvate le varianti urbanistiche richieste dai progetti definitivi dei sottopassi lungo via Castellana; sono state apportate le modifiche ai progetti definitivi delle stazioni Gazzera, Olimpia, Terraglio, Carpenedo e Porto Marghera per migliorare la loro integrazione con il territorio circostante, l'accesso pedonale e ciclabile e l'interscambio con modi di trasporto collettivo; entro il 2003 saranno appaltati i lavori.

Il **Sistema Tranviario Mestre-Venezia** è invece un progetto finalizzato a soddisfare la mobilità collettiva nella terraferma veneziana e consiste in due linee di tram: Favaro-Venezia e Mestre-Marghera, per uno sviluppo complessivo di circa 20 km.

Per quanto attiene allo stato di avanzamento del progetto, che il Comune di Venezia ha affidato all'Azienda Consorzio Trasporti Veneziana (ACTV), dopo aver ottenuto la conferma dei finanziamenti statali, sono state avviate le procedure relative a varianti del PRG, valutazione di impatto ambientale, conferenza di servizi, espropri. Il bando di gara per l'assegnazione del progetto esecutivo, dei lavori di realizzazione dell'opera e di fornitura del materiale rotabile sarà emesso entro i primi mesi del 2003. Allo stato

attuale vi è la seguente previsione dei tempi di avanzamento: individuazione dell'aggiudicatario entro i primi mesi del 2004 e avvio lavori entro la fine del 2004.

Il progetto del sistema tranviario prevede che parallelamente all'introduzione del tram sia attuata una revisione della rete di trasporto pubblico finalizzata principalmente ai seguenti obiettivi:

- eliminazione delle linee autobus il cui percorso si sovrappone a quello tranviario;
- limitazione delle linee extraurbane a Mestre e interscambio con il tram per Venezia;
- servizio di distribuzione verso i principali poli attrattori del centro urbano mediante linee circolari.

L'ipotesi di ristrutturazione, ancorché a livello di progettazione preliminare, porta a stimare una riduzione di circa 2.700.000 Km/anno per la rete bus di cui 2.300.000 verrebbero sostituiti dalla produzione del sistema tranviario e 450.000 sarebbero recuperati grazie ad una diversa pianificazione del servizio (in particolare la razionalizzazione dei collegamenti Mestre-Venezia). E' importante evidenziare che, a fronte di una minor percorrenza complessiva, la nuova rete tram più bus riuscirà ad offrire un maggiore numero di posti/km.

Da un punto di vista della qualità dell'aria il beneficio sarà legato alla riduzione delle emissioni inquinanti in atmosfera dovuta sia all'utilizzo del tram (con emissioni praticamente nulle, trattandosi di veicolo elettrici) sia alla riduzione dei mezzi della rete autobus che verrebbero sostituiti dal tram.

1.2 Miglioramento della capacità di gestione del traffico.

La congestione del traffico, secondo i dati presentati alla Conferenza Nazionale dell'Energia, organizzata dall'ENEA a Roma nel Novembre 1998, disperde un volume di risorse compreso tra il 4 ed il 10 % dei PIL di ogni paese. Le esperienze di successo europee hanno dimostrato che il "governo della domanda di mobilità" è diventato un fattore strategico per garantire sia la qualità della vita delle città che la redditività del sistema di imprese. Le politiche di "mobility management", pertanto, devono essere incoraggiate anche alla luce della considerazione che queste azioni consentono di ridurre i livelli più elevati della congestione del traffico con costi 10-15 volte inferiori rispetto alla costruzione di nuove infrastrutture.

E' all'interno di quest'ottica che nel mese di Marzo 2002, attraverso una convenzione tra Comune e Provincia di Venezia, è stato costituito l'**Ufficio del Mobility Manager d'Area Provinciale**. Compito di questo ufficio sarà quello di supportare con azioni di divulgazione, formazione e di indirizzo e di coordinare i responsabili della mobilità, i cosiddetti "Mobility Manager d'Azienda", individuati nelle aziende o negli altri enti come previsto dal Decreto sulla Mobilità Sostenibile nelle Aree Urbane (D.M. 27 Marzo 1998).

Tale decreto infatti prevede che le strutture produttive commerciali ed amministrative con più di 300 addetti e le imprese con più unità locali nella stessa città che complessivamente superano gli 800 addetti debbano individuare i propri responsabili

della mobilità aziendale che si occupino della redazione dei Piani degli Spostamenti casa – lavoro del personale dipendente con la finalità di ridurre il ricorso all'impiego del mezzo di trasporto privato a favore di mezzi di trasporto collettivo.

Anche il Comune di Venezia, in base a questo decreto, ha recentemente individuato il proprio **Mobility Manager Comunale**, il quale si attiverà per conoscere i bisogni di mobilità dei propri dipendenti con appropriate indagini interne.

Con delibera di Consiglio Comunale del maggio 2002 è stato approvato il primo **Piano Generale del Traffico Urbano di Mestre e Marghera** (PGTU). Il PGTU concentra prioritariamente la propria attenzione sull'area più densa ed attrattiva di terraferma, Mestre centro e rinvia alla stesura di Piani Particolareggiati di quartiere interventi di riordino, riqualificazione e mitigazione degli impatti negativi su tutto il territorio comunale, compresi nuclei esterni come Trivignano, Dese, Malcontenta, Tessera.

Fra gli obiettivi qualificanti confermati all'atto dell'approvazione del PGTU vi sono anche la riduzione degli impatti ambientali negativi in primo luogo tramite provvedimenti di interdizione puntuale del traffico, di sua redistribuzione, di incentivazione nell'uso del trasporto collettivo e delle biciclette, di ottimizzazione delle regolazioni semaforiche.

Le attività avviate nel corso del secondo semestre del 2002 sono sintetizzabili come segue:

- Avvio dei Piani Particolareggiati del traffico urbano per ciascun quartiere e Municipalità di terraferma. Le attività di pianificazione sono divise in tre fasi. Una prima fase conoscitiva, già parzialmente conclusa, dedicata all'analisi della congestione stradale, dell'incidentalità, della sosta, della ciclabilità e pedonalità, mantenendo la massima attenzione a valorizzare i siti di pregio storico, architettonico e ambientale. Una seconda fase di esplorazione – in corso – delle soluzioni possibili per la moderazione del traffico, il riordino della sosta, la fattibilità di nuovi percorsi ciclabili e pedonali. Una terza fase di sintesi, con la partecipazione degli organi decentrati dell'Amministrazione Comunale e di definizione conclusiva delle scelte progettuali da privilegiare sul breve-medio periodo. La stesura definitiva dei Piani Particolareggiati del traffico è attesa per l'estate 2003.
- E' in corso di definizione un progetto per la moderazione del traffico nell'area del Piraghetto, che prevede una limitazione delle velocità di transito, un nuovo sistema di gestione delle soste e un aumento degli spazi pedonali.
- E' in corso di perfezionamento il sistema centralizzato semaforico che, svolto un primo collaudo, si avvia ad essere pienamente sfruttato per ridurre la congestione stradale ed aumentare la sicurezza degli utenti. In particolare, è in corso di valutazione una profonda revisione delle regolazioni semaforiche in vista della prima fase di attuazione del PGTU, che prevede la chiusura di via S.Pio X, la realizzazione di corsie riservate ai bus lungo via Cappuccina e via Cà Rossa, una prima risistemazione di piazza XXVII Ottobre, la sperimentazione dell'apertura di via Sansovino – Ancona.

- Sull'asse Verrazzano-Fradeletto-Vespucci è stato redatto ed approvato uno studio di fattibilità che precisa come intervenire a breve termine per ridurre gli impatti negativi da traffico. Elemento qualificante del progetto è l'inserimento di una rotatoria all'intersezione Verrazzano-S.Maria dei Battuti con lo scopo di moderare la velocità dei veicoli in arrivo, consentire manovre sicure in tutte le direzioni, inserire collegamenti ciclabili mancanti nonché ridare forma agli spazi pedonali circostanti. E' prevista inoltre la riduzione ad una corsia per senso di marcia dell'asse stradale, da via Bissuola a viale Garibaldi, fatta eccezione per gli spazi di accumulo alle intersezioni, che si mantengono semaforizzate per meglio filtrare eventuali eccessi di traffico.
- E' in costante sviluppo la rete ciclabile. Sono stati perfezionati i progetti delle piste Pertini, Calvi, Durando, Terraglio, Risorgimento, alcuni dei quali risultano già appaltati. E' stato approvato un progetto preliminare per l'estensione della pista Pertini fino al Parco Albanese e servire così altri istituti scolastici ed agevolare i movimenti da/per il centro di Carpenedo. Nella revisione del progetti delle stazioni SFMR di Gazzera, Olimpia, Terraglio e Porto Marghera sono stati predisposti ampi sottopassi di stazione transitabili dai ciclisti per dare continuità a percorsi fondamentali fra parti di città.
- L'introduzione delle Zona a traffico limitato per i bus turistici ha permesso nel 2002 di introdurre una regolazione ai flussi turistici in arrivo a Venezia, tramite strutture inizialmente provvisorie. Per il 2003 si intende consolidare il sistema, con le forme di gestione adottate.
- E' stato aggiornato e risistemato dall'Ufficio Mobilità il modello di simulazione EMME/2, che sarà utilizzato nei prossimi mesi per valutare scenari d'intervento strategico sulla mobilità. Al primo posto fra i motivi d'interesse, la valutazione dello scenario di nuovo Passante autostradale esterno e di relative opere complementari nell'area veneziana. Altrettanto utili potranno essere verifiche modellistiche sul riassetto della circolazione nei quartieri, su modifiche della rete bus in presenza delle nuove linee tranviarie, su nuovi sistemi di trasporto per i collegamenti interni di terraferma con SFMR e fra terraferma e città antica.

1.3 Contenimento del traffico

Oltre agli aspetti legati alla possibilità di migliorare la capacità di gestione del traffico è altresì opportuno incrementare tutte quelle azioni che consentono di ridurre l'uso e la presenza dei veicoli, in particolare nei centri urbani.

Una particolare importanza va riservata ai cosiddetti "**parcheggi scambiatori**", ovvero dei parcheggi posti in area periurbana o periferica, collocati nei pressi di una strada di accesso al centro urbano, grazie ai quali viene intercettato il traffico diretto in città.

Gli automobilisti una volta parcheggiata la vettura proseguono il viaggio verso la propria destinazione con il mezzo pubblico; si tratta di parcheggi destinati soprattutto a quegli utenti che prevedono soste di lunga durata (pendolari per motivi di studio o lavoro, turisti etc.).

Questo tipo di parcheggi è fondamentale per favorire lo scambio modale, dal trasporto privato a quello collettivo ed allentare, quindi, i fenomeni congestivi nelle aree centrali o critiche, liberando inoltre posti parcheggio nelle aree centrali per la sosta operativa di breve durata (ad esempio per svolgere commissioni urgenti, acquisti, pratiche burocratiche etc.).

L'utilizzo dei parcheggi scambiatori, la cui gestione è affidata ad ASM, ha registrato un incremento nelle giornate di circolazione a targhe alterne, con valori che in alcune occasioni hanno superato il 60% rispetto alle giornate di circolazione aperta a tutti i veicoli.

Sicuramente l'incremento dei posti disponibili e una buona pratica della gestione della sosta potranno favorire un maggiore successo di questa iniziativa.

I primi due parcheggi scambiatori, S. Maria dei Battuti e Marghera B, sono stati realizzati e aperti al pubblico nel corso del 2002, rendendo disponibili 333 posti. Entro la fine del 2003, con l'ampliamento di S.Maria dei Battuti e la costruzione dei nuovi parcheggi Miranese A-B, Castellana A, Terraglio A, Favaro A-B, Ceccherini A verranno messi a disposizione ulteriori 1618 posti auto e, a partire dal 2004, ulteriori parcheggi forniranno oltre 3000 posti auto in aggiunta a quelli già disponibili.

Per quanto riguarda la gestione della sosta, ASM prevede, entro l'anno 2003 la riorganizzazione del sistema tariffario in modo tale da incentivare il più possibile l'utilizzo del sistema di parcheggi scambiatori attraverso un aumento dei costi in modo graduale man mano che ci si avvicina al centro. (fonte: **ASM**)

Il **Car Sharing** è un servizio che consiste nel poter disporre comodamente di un'autovettura, su prenotazione, senza fare fronte a tutte le incombenze ed i costi che ne conseguirebbero se l'auto fosse propria (assicurazione, bollo, manutenzione, pulizia, costo carburante, eventuale affitto del garage, etc.). Il servizio è iniziato nel 2001; dal 2002 è stato sostituito il sistema di gestione, in coordinamento con quello applicato a livello nazionale. Attualmente i clienti che hanno sottoscritto un abbonamento grazie al quale possono accedere al servizio sono 257 e possono disporre di un parco mezzi di 22 autovetture, di cui 5 alimentate con combustibili puliti. (fonte: **ASM**)

L'Amministrazione Comunale, con la collaborazione della Provincia e ASM, sta avviando uno studio per definire un progetto preliminare di fattibilità di un nuovo sistema di trasporto delle merci all'interno del centro urbano. L'idea di questo progetto, che prende il nome di **Logistic City Center** e che è già stato realizzato in altre città, nasce dalla constatazione che i mezzi di trasporto più inquinanti sono quelli che appartengono alle categorie dei furgoncini per trasporto merci i quali, circolando nel cuore della città con il maggior numero di fermate e ripartenze e in assenza di una razionalizzazione degli accessi, determinano una consistente quota dell'inquinamento.

Il Logistic City Center consisterà nell'individuare una grande piattaforma fuori città cui fare arrivare le merci da distribuire poi in modo razionale e con mezzi ecologici, con ricadute positive sulla qualità dell'aria e, non di meno, con una maggiore efficienza ed economia nel rifornimento delle merci.

1.4 Limitazione del traffico

Nell'ottica di dover garantire il rispetto e il raggiungimento degli obiettivi di qualità dell'aria l'Amministrazione Comunale ha adottato dei provvedimenti di limitazione al traffico nell'area urbana di Mestre, che sono consistiti nella individuazione di giornate a targhe alterne o di chiusura totale al traffico nei periodi invernali durante i quali, com'è noto, è più alta la probabilità che condizioni meteorologiche favorevoli al ristagno degli inquinanti determinino il verificarsi di "impennate" nei valori di alcuni parametri (in particolare il PM10).

In particolare è stato disposto il blocco totale della circolazione dei veicoli la domenica del 20 gennaio 2002 e la circolazione a targhe alterne nei giorni 24-25 Gennaio 2002, 14-15-16-17 Marzo 2002, 5-6-12-13 Dicembre 2002.

Durante l'estate è stato adottato un atto di indirizzo della Giunta Comunale che ha previsto l'adozione della misura delle targhe alterne in modo "programmato": tutti i giovedì e venerdì a partire dalla fine di novembre fino a febbraio 2003, a prescindere dai livelli di inquinamento rilevati nelle stazioni di monitoraggio.

Inoltre, preso atto che anche all'inizio del 2003 i dati rilevati da ARPAV evidenziano il frequente superamento dei valori limite delle concentrazioni di PM 10 e che non è stato ancora emanato da parte della Regione il Piano di Risanamento dell'Aria, questa Amministrazione ritiene di proseguire nella linea di contenimento e di prevenzione degli episodi acuti di inquinamento atmosferico individuando delle ulteriori limitazioni al traffico anche nel corso dei prossimi mesi del 2003.

1.5 Cura nella manutenzione dei veicoli già circolanti

Continua l'operazione Bollino Blu, con la quale tutti gli autoveicoli immatricolati nella Provincia di Venezia e/o di proprietà di persone o enti aventi residenza o sede nella Provincia di Venezia, con portata fino a 35 q, immatricolati da più di 4 anni, vengono sottoposti ad un periodico controllo per attestare la loro conformità con le normative sul regolamento delle emissioni inquinanti. I controlli effettuati nel 2002 all'interno del Comune di Venezia sono stati 54.500, in linea con i precedenti anni.

Tuttavia, è stato accertato che i veicoli di più vecchia immatricolazione, seppure in regola con i parametri richiesti dalla Motorizzazione Civile, producono emissioni gassose comunque incompatibili con l'obiettivo di un'accettabile qualità dell'aria.

1.6 Rinnovo del parco veicolare e sostegno alla diffusione di combustibili e motori puliti

A novembre 2002 il Comune di Venezia ha aderito al "**Progetto Metano**", fondato sull'Accordo di Programma sottoscritto in data 5 dicembre 2001 dal Ministero dell'Ambiente, Fiat S.p.A. e Unione Petrolifera. Tale progetto ha lo scopo di promuovere lo sviluppo del metano per autotrazione presso gli operatori commerciali e gli esercenti di servizi di trasporto persone e cose, nonché lo sviluppo della rete di distribuzione del metano.

L'obiettivo è quello di incentivare l'uso di un combustibile più pulito rispetto alla benzina e al gasolio con una forte riduzione delle emissioni di taluni inquinanti, in particolare PM10, ossidi di zolfo e benzene.

Sono previsti incentivi (mediante erogazione di contributi) per l'acquisto o l'acquisizione in leasing di veicoli di nuova immatricolazione con alimentazione a metano dedicata o bi-combustibile metano – benzina purché appartenenti ad aziende o privati che svolgono attività commerciale nel Comune di Venezia. Sono previsti incentivi anche per la realizzazione di nuovi impianti di distribuzione del metano per autotrazione o l'ampliamento di quelli esistenti. A tale proposito l'Amministrazione sta collaborando con Actv per realizzare il Progetto di costruzione di una stazione di rifornimento di metano che alimenterà sia un gruppo di autobus che svolgeranno servizio di linea in Comune di Venezia, sia autoveicoli privati. Questo progetto costituisce un passo fondamentale nonché il presupposto essenziale a fronte della recente decisione di Actv di introdurre un certo numero di autobus a metano, la quale rappresenta una scelta strategica che deve essere valutata in un'ottica non solo aziendale, ma più estesamente nell'ambito delle strategie comunali, in relazione anche alle altre iniziative messe in atto per combattere l'inquinamento atmosferico.

I benefici ambientali sostanzialmente si concretizzano nella mancanza, allo scarico, del particolato, e nella riduzione sostanziale delle emissioni di NOx.

Un'altra iniziativa del Comune di Venezia è stata l'adesione al Progetto “**Iniziativa Carburanti a Basso Impatto**” (ICBI) grazie alla quale il privato cittadino proprietario di un'auto non catalizzata immatricolata tra il 1988 e 1995 poteva beneficiare di incentivi per la trasformazione della propria auto a GPL o metano. L'ammontare dell'incentivo per ogni trasformazione è di 309,87 Euro (600.000 lire), questo ovviamente sulla base della verifica di disponibilità dei fondi messi a disposizione dal Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio che devono essere ripartiti tra i diversi comuni aderenti all'iniziativa. Ad oggi sono 43 i cittadini Veneziani che hanno richiesto di beneficiare di tali incentivi.

Una certa valenza assumono anche tutte le iniziative che riguardano il **rinnovo del parco mezzi**, o l'utilizzo di **nuovi combustibili a minor impatto**, da parte delle Aziende che operano quotidianamente nel territorio comunale impiegando un'ampia flotta di veicoli. Ci riferiamo, oltre che ai mezzi dell'Amministrazione Comunale, ai mezzi di trasporto pubblico dell'Azienda del Consorzio Trasporti Veneziano (ACTV), e quelli per la raccolta di rifiuti urbani di Venezia Servizi Territoriali Ambientali (VESTA).

Per quanto riguarda il servizio di trasporto urbano di terraferma, a partire dal 1998 **ACTV** ha intensificato il **rinnovo degli autobus**, operazione che ha consentito, negli ultimi 5 anni, di abbassare l'età media del parco mezzi al di sotto dei 10 anni. Per mantenere questo valore anche in futuro l'Azienda ha in previsione dei nuovi acquisti. Questi riguarderanno 24 nuovi autobus da destinare al settore del Lido e 4 nuovi autosnodati per il settore di Mestre da acquistarsi nel corso del 2003.

Per quanto riguarda invece gli autobus del servizio extraurbano, che comunque interessano parzialmente l'area urbana con le linee che toccano Venezia e Mestre, sono stati recentemente acquistati 17 nuovi autobus, abbassando così l'età media della flotta a 10 anni circa. Le previsioni per il futuro, sulla base dei finanziamenti regionali ad oggi stabiliti, riguardano complessivamente l'acquisto di almeno 90 autobus tra il 2003 e il 2004.

Inoltre, dal mese di novembre 2002 sono in esercizio 3 minibus ibridi, ovvero mezzi in cui coesistono due sistemi di trazione, uno diesel e uno elettrico che ne assicurano il moto. Questi mezzi, pur presentando una tecnologia tale da determinare emissioni a basso tenore di inquinanti, non hanno i problemi di autonomia limitata tipica di quelli esclusivamente elettrici che devono essere fermati per caricare le batterie ogni poche ore. La fase di sperimentazione non può considerarsi ancora conclusa benché fino ad oggi non siano sorti particolari problemi nell'esercizio. La portata limitata di tali mezzi (40 persone) richiede una particolare attenzione sulle linee e sulle fasce orarie nelle quali gli stessi vengono impiegati, al fine di evitare disservizi per carenza di offerta. Nei prossimi mesi si procederà gradualmente per arrivare ad un impiego completo dei mezzi ibridi acquistati per un numero di sei.

A partire dalla fine di gennaio 2002, ACTV ha iniziato la sperimentazione dell'utilizzo di **gasolio emulsionato (GECAM)** su 45 autobus di vecchia generazione (livello di emissioni Euro 1) impiegati nel servizio urbano di Mestre. Poiché durante questo periodo non si sono riscontrati particolari inconvenienti sugli apparati meccanici, si sta sperimentando l'utilizzo anche ad autobus di nuova generazione (livelli di emissione Euro 3). Si ricorda come il gasolio emulsionato determini una sostanziale riduzione nelle emissioni di ossidi di azoto, particolato, monossido di carbonio, idrocarburi incombusti e anidride carbonica.

E' stato inoltre introdotto l'utilizzo di **olio lubrificante sintetico** che, da prove di laboratorio, risulta abbattere di oltre il 10% le emissioni di particolato e di circa il 7% quelle di idrocarburi rispetto al lubrificante tradizionale¹. Tali riduzioni si sommano a quelle ottenute tramite l'impiego di gasolio a basso tenore di zolfo, già utilizzato da ACTV per tutti i rifornimenti che avvengono all'interno dei propri depositi, o a quelle ottenute tramite l'impiego di gasolio emulsionato.

Nel 2002 **VESTA** ha completato un processo già avviato nell'anno precedente di rinnovo del parco mezzi, introducendo motorizzazioni di ultima generazione, con emissioni assai contenute e procedendo parimenti alla dismissione di attrezzature divenute obsolete o incompatibili con i nuovi parametri operativi.

Per evidenziare i benefici ambientali dell'operazione è stato effettuato un confronto tra gli esiti di due campagne di monitoraggio, per gli anni 2001 e 2002, dell'opacità dei gas di scarico, dal quale emerge una situazione sostanzialmente migliore nel 2002, con

¹ I benefici ambientali legati all'utilizzo di questo lubrificante sono determinate dal fatto che il lubrificante contribuisce ad un migliore funzionamento del motore.

valori mediamente più che accettabili e l'azzeramento della percentuale dei mezzi fuori norma.

Nel corso del 2002 è stata inoltre avviata una seria riflessione sulle possibilità di miglioramento delle emissioni per effetto dell'utilizzo di carburanti migliorativi, secondo le possibilità disponibili sul mercato di nicchia. In particolare sono stati avviati due progetti di sperimentazione, di cui uno - sull'utilizzo di biodiesel - è già operativo e l'altro - per l'utilizzo di GECAM - è pronto per entrare in fase operativa, non appena sarà avviato il nuovo distributore carburanti del Centro di Terraferma.

2. Risparmio Energetico: l'Agenzia A.G.I.R.E. e il Piano Energetico Comunale.

Nell'ambito delle scelte di politica ambientale condotte dall'Amministrazione Comunale vanno sicuramente sottolineate alcune azioni le quali, pur non riguardando direttamente la qualità dell'aria in quanto riferite al tema dell'energia, presentano comunque un valore positivo per la definizione di scenari futuri in cui una riduzione dei consumi energetici e l'applicazione di nuove tecnologie si accompagnerebbe, com'è ovvio, ad una riduzione delle emissioni di alcune sostanze inquinanti e di gas climalteranti in atmosfera.

In particolare nel corso del 2002 gli sforzi si sono concentrati per accelerare il percorso che finalmente ha portato alla costituzione della "Agenzia per la Gestione di Iniziative finalizzate al Risparmio Energetico" - (A.G.I.R.E.) e all'elaborazione del Piano Energetico Comunale - (P.E.C.).

A.G.I.R.E. costituirà lo strumento operativo per l'elaborazione, la promozione e la realizzazione delle buone pratiche e delle azioni necessarie a raggiungere gli obiettivi di efficienza energetica, contenimento dei consumi energetici, utilizzo di energie rinnovabili da parte di una molteplicità di soggetti presenti sul territorio comunale.

Il P.E.C. si pone l'obiettivo di definire le condizioni idonee allo sviluppo di un sistema energetico che dia priorità alle fonti rinnovabili ed al risparmio energetico come mezzi per una maggior tutela ambientale. Concettualmente si basa sullo studio delle caratteristiche del sistema energetico attuale, sulla definizione degli obiettivi di sostenibilità al 2010, intesi primariamente in termini di contenimento dei consumi e delle emissioni di gas climalteranti, sull'identificazione delle corrispondenti azioni per il loro raggiungimento, sull'analisi degli strumenti da utilizzare per la realizzazione delle azioni stesse e su un fondamentale processo di coinvolgimento di quei soggetti (pubblici e privati) che, nel proprio agire quotidiano, interferiscono col raggiungimento dei suddetti obiettivi di sostenibilità.

Alcuni interventi che il P.E.C. riferisce come "finalizzati al risparmio energetico" sono nella realtà degli ottimi esempi di applicazione delle migliori tecnologie attraverso le quali conseguire la riduzione delle emissioni di sostanze inquinanti in atmosfera (e non solo dei gas climalteranti che vedremo meglio nel paragrafo successivo).

Ad esempio, parlare di centrali termoelettriche a ciclo combinato che bruciano il gas naturale e indicarle come le "migliori tecnologie per la produzione di energia" non significa soltanto sottolineare la loro elevatissima efficienza di produzione energetica,

ma anche indicarle come quelle che determinano il minor impatto in termini di emissioni di sostanze inquinanti: le polveri e gli ossidi di zolfo, ad esempio, associate alla combustione del gas naturale sono praticamente nulli se confrontati con le emissioni associate alla combustione del carbone, ancora oggi la principale fonte che alimenta le centrali di Porto Marghera.

Oppure l'ipotesi di installazione di tecnologie per una produzione energetica di tipo sostenibile, come ad esempio quella dell'accoppiamento di tetti fotovoltaici – celle a combustibile sull'Isola della Certosa -, si configura non soltanto come un intervento finalizzato a rendere autonomo da approvvigionamenti energetici esterni un piccolo insediamento abitativo, ma costituisce anche un esempio di una tecnologia estremamente pulita, ad “emissione zero”. Azioni di questo tipo, oltre a portare dei benefici diretti, sono da considerarsi delle azioni dimostrative, soprattutto se appoggiate dal Comune e ben pubblicizzate, in grado di agire da stimolo per altri settori e coinvolgere quindi un numero crescente di soggetti e realtà locali.

2.1 Un breve cenno alle emissioni di gas serra

All'interno del P.E.C. le analisi svolte sul sistema energetico sono state accompagnate da analoghe analisi sull'evoluzione delle emissioni dei gas ad effetto serra ad esso associate. A questo punto riportiamo una breve sintesi di quanto è emerso al riguardo, per sottolineare come il PEC sia uno strumento con il quale è stato possibile stimare il contributo “locale” che la città di Venezia determina nei confronti di un fenomeno, l'”effetto serra”, che ha invece una valenza “globale”.

Le considerazioni che seguono, quindi, hanno un peso che ricade solo in minima parte sulla qualità dell'aria nell'ambito urbano veneziano; essendo invece più importanti per quanto riguarda effetti di surriscaldamento dell'intero pianeta.

Le emissioni di sostanze “ad effetto serra” sono interpretate mediante l'equivalente di anidride carbonica, che considera il contributo aggregato, mediante opportuni coefficienti, dei singoli gas di serra. Per il calcolo delle emissioni conseguenti all'utilizzo delle fonti energetiche, ci si è basati sull'analisi globale di queste ultime, prendendo in considerazione tutti i passi tecnologici che, direttamente o indirettamente, si inseriscono nel ciclo di vita di un vettore energetico, considerando la sua produzione, la sua distribuzione ed il suo consumo.

Le emissioni complessive associate ai consumi finali nel 2000 ammontano a quasi 4.000.000 di tonnellate. Nel 1990 erano di circa 4.600.000 tonnellate, cosicché si è avuto un calo di circa il 13%.

Le emissioni annue per abitante ammontano attualmente ad oltre 14 tonnellate, corrispondenti a circa il doppio della media nazionale.

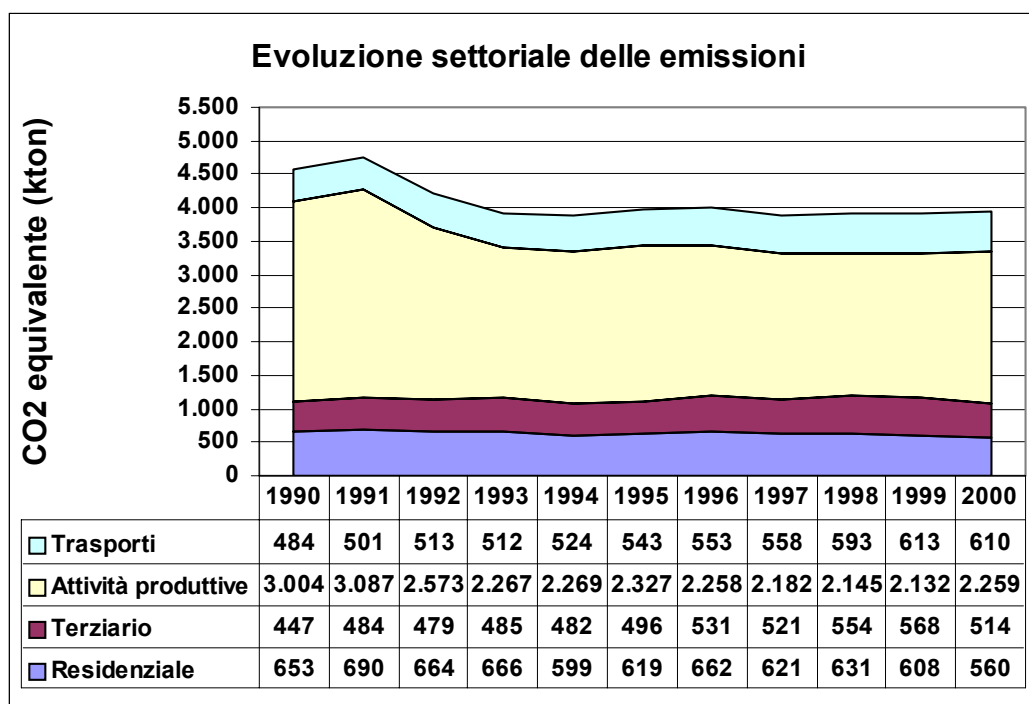


Fig. 3. Evoluzione settoriale delle emissioni

Come per il consumo energetico, anche per le emissioni il peso maggiore è rappresentato dal settore produttivo. Anzi, in questo caso la quota del settore produttivo è oltre il 55% del totale, a causa dell'elevato consumo di energia elettrica. La quota relativa agli altri settori è attorno al 15% per ognuno.

Le emissioni dei gas di serra sono quindi dominate dalle attività produttive, che le portano a livelli molto alti rispetto ad un contesto urbano medio. E' anche evidente che il peso di poche ma grosse realtà produttive può fare cambiare in poco tempo le tendenze in atto, come si è visto con la riduzione dei consumi e delle emissioni avvenuta durante i primi anni '90 proprio a seguito dell'interruzione di alcuni processi produttivi ad alta intensità energetica.

Escludendo il settore produttivo, le emissioni complessive relative al settore residenziale, terziario e trasporti vedono incrementi, durante il decennio, del 6% (in realtà, se si considera che il territorio del Comune di Venezia ha diminuito la propria estensione nel 1999, con la separazione di Cavallino Treponti, e se si vuole escludere l'influenza delle variazioni climatiche stagionali, l'incremento sarebbe di circa il 14%).

L'andamento delle emissioni dovute alle centrali termoelettriche presenti nel territorio comunale, le quali sono state considerate in maniera separata rispetto alle altre attività produttive², è risultato in aumento, passando dagli 8.000.000 di tonnellate del 1990 agli 11.000.000 di tonnellate del 2000.

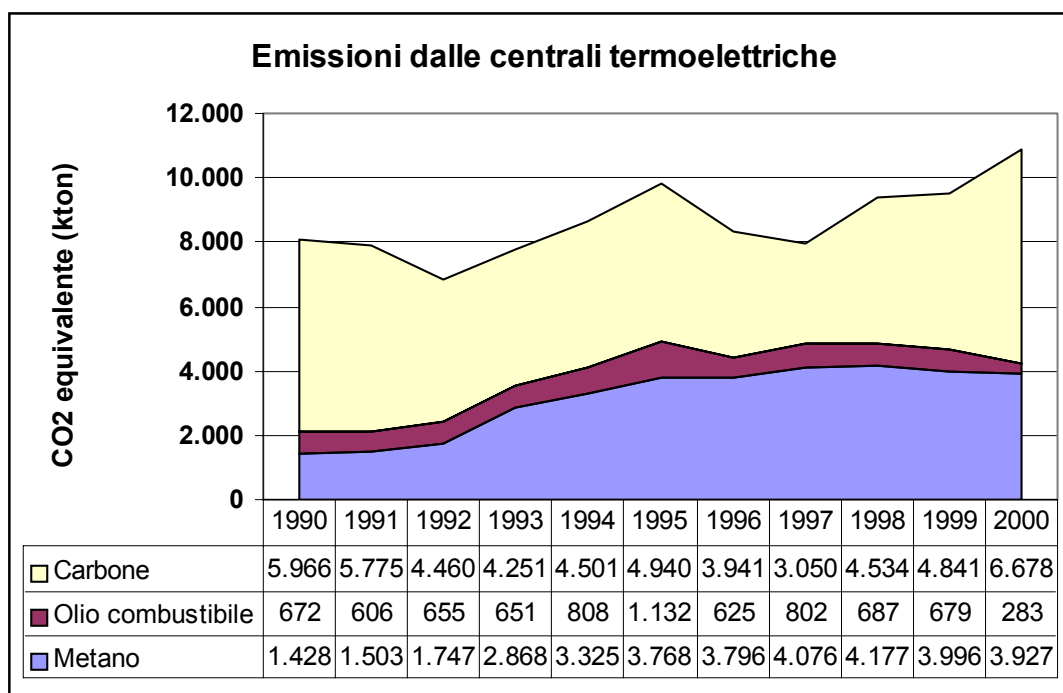


Fig. 4. Emissioni dalle centrali termoelettriche.

Il P.E.C. procede nella sua analisi prevedendo che, se non saranno messe in atto particolari azioni finalizzate a cambiare le dinamiche energetiche, nel 2010 si registrerà un incremento di circa il 6% nei consumi finali di energia parallelamente al quale si verificherà comunque una diminuzione (-4% rispetto alla situazione attuale) di emissioni dei gas ad effetto serra. Ciò si deve in gran parte al fatto che l'energia elettrica utilizzata sarà prodotta tendenzialmente con sistemi più efficienti ed utilizzando fonti primarie caratterizzate da un minor contenuto di carbonio.

Se si esclude il settore produttivo, l'insieme dei settori residenziale, terziario e dei trasporti vedrà un incremento tendenziale dei consumi pari a circa il 10% al quale si accompagnerà un incremento delle emissioni pari a circa il 6% rispetto ai livelli attuali.

² Questi dati vengono riportati in forma separata da quelli precedentemente trattati in quanto non vengono attribuiti completamente alla città stessa, benché ricadenti sul proprio territorio. In effetti, viene attribuita alla città solo la porzione derivante dall'energia elettrica prodotta localmente e qui consumata; il resto va in esportazione. Tale principio è coerente con la quota di emissioni associata all'energia importata che, chiaramente, è stata attribuita alla città.

Per quanto riguarda la produzione termoelettrica, si prevede un ulteriore incremento della produzione che porterà i consumi di fonti primarie ad un aumento tendenziale di circa il 7% rispetto al 2000, con un corrispondente aumento delle emissioni.

La definizione di interventi e strumenti con lo specifico scopo di portare ad una riduzione dei consumi finali e delle emissioni associate, costituisce la base per la costruzione di scenari di sostenibilità energetica. In questa sede si sono considerati i seguenti aspetti:

- nel settore civile si punta essenzialmente all'individuazione di interventi di coibentazione degli edifici esistenti ed alla definizione di standard costruttivi, per i nuovi edifici, tali da garantire livelli di consumo specifico inferiori a quelli attuali. Ugualmente, si vogliono introdurre sistemi più efficienti di utilizzo finale di energia basandosi sul principio delle migliori tecnologie disponibili (ad esempio caldaie a condensazione ad altissima efficienza o elettrodomestici di classe energetica A);
- per il settore produttivo sono stati presi in considerazione alcuni interventi puntuali in alcune attività strategiche che, per la loro entità, potrebbero avere interessanti ripercussioni sull'intero sistema energetico cittadino;
- per i trasporti sono stati considerati (e tradotti in termini di consumo di energia) gli interventi già previsti all'interno degli strumenti di pianificazione settoriale (ad esempio la realizzazione del tram di Mestre) oltre che altri interventi soprattutto di carattere tecnologico (come l'impiego di bus ibridi).

L'attuazione degli interventi sopra citati, in base ad un potenziale esclusivamente tecnico, porterebbe a livelli di risparmio considerevoli, valutati attorno al 20% dei consumi dello scenario tendenziale, mentre le emissioni potrebbero ridursi del 15% rispetto a quanto previsto tendenzialmente.

Tale riduzione può essere ulteriormente incrementata se si aggiunge il potenziale derivante dal recupero energetico di parte del calore dissipato nella produzione termoelettrica, mediante la realizzazione di una rete di teleriscaldamento.

Considerando solamente i settori residenziale, terziario e dei trasporti, questo scenario porterebbe ad una riduzione delle emissioni del 17% rispetto al 1990.

Per quanto riguarda il comparto della produzione termoelettrica, invece, può essere interessante considerare che, nel caso si utilizzassero le migliori tecnologie attualmente esistenti (centrali a gas a ciclo combinato), a parità di produzione termoelettrica, i consumi di fonti primarie diminuirebbero del 17% rispetto allo scenario tendenziale, mentre le emissioni si ridurrebbero alla metà.

Ulteriori riduzioni di emissioni di gas di serra sono state stimate non in relazione ad interventi sul settore energetico, ma in relazione ad una diversa gestione dei rifiuti solidi urbani.

E' evidente che il potenziale tecnico di riduzione dei consumi e delle conseguenti emissioni descrive una situazione limite che deve però confrontarsi con l'effettiva possibilità a realizzare quanto teoricamente possibile. Tra lo scenario tendenziale e lo scenario potenziale si possono quindi definire numerosi scenari, ognuno dei quali corrispondente a diversi livelli di impegno.

Nello studio del P.E.C. è stato delineato uno di questi scenari, che prevede una riduzione dei consumi finali e delle emissioni associate di quasi il 10% rispetto allo scenario tendenziale e sono state avviate le linee strategiche per raggiungere questi obiettivi. Il primo passo è stato quello di definire dei Protocolli d'Intesa con i soggetti privati/pubblici legati ai settori di intervento "prioritari" come trasporto pubblico, logistica distribuzione merci, edilizia pubblica, edilizia privata, grande distribuzione (produttori e rivenditori di elettrodomestici), settore ricettivo (alberghi, camping...) con i quali non soltanto sono stati condivisi gli obiettivi strategici di lunga durata, ma anche è stato definito un "Piano di Azione" cioè un documento che specifichi – su un arco temporale breve (due anni) – quali saranno le iniziative concretamente avviate, chi ne sarà responsabile e quale beneficio di risparmio energetico/riduzione delle emissioni produrranno.

STATISTICHE DESCRITTIVE

Statistiche descrittive		SO₂	PTS	NO₂	CO	O₃	NMHC
VIA BOTTENIGO		ug/m3	ug/m3	ug/m3	mg/m3	ug/m3	ug/m3
	% dati validi	88	*	91	91	86	87
	Media	9	-	42	1	31	67
	25° percentile	4	-	26	0	7	9
	mediana	7	-	41	1	19	36
	75° percentile	11	-	55	1	51	91
	98° percentile	37	-	86	3	107	346
	Mediana semestre freddo	6	-	-	-	-	-
	95° percentile	24	-	75	2	91	239

*La percentuale di dati validi per le PTS non è sufficiente per poter considerare rappresentative le corrispondenti statistiche descrittive.

Statistiche descrittive		SO₂	PTS	NO₂	CO	O₃	NMHC
PARCO BISSUOLA		ug/m3	ug/m3	ug/m3	mg/m3	ug/m3	ug/m3
	% dati validi	90	*	91	78	92	84
	Media	7	-	29	1	26	145
	25° percentile	5	-	14	0	5	67
	mediana	7	-	24	0	16	147
	75° percentile	9	-	38	1	43	203
	98° percentile	16	-	80	2	87	374
	Mediana semestre freddo	8	-	-	-	-	-
	95° percentile	13	-	68	1	74	300

*La percentuale di dati validi per le PTS non è sufficiente per poter considerare rappresentative le corrispondenti statistiche descrittive.

Statistiche descrittive		SO₂	PTS	NO₂	CO	O₃	NMHC
VIALE SAN MARCO		ug/m3	ug/m3	ug/m3	mg/m3	ug/m3	ug/m3
	% dati validi	97	98	94	n.m.	n.m.	94
	Media	7	63	44	n.m.	n.m.	101
	25° percentile	3	53	28	n.m.	n.m.	28
	mediana	6	59	42	n.m.	n.m.	62
	75° percentile	10	65	56	n.m.	n.m.	124
	98° percentile	26	152	94	n.m.	n.m.	491
	Mediana semestre freddo	8	-	-	-	-	-
	95° percentile	20	95	81	n.m.	n.m.	327

Statistiche descrittive		SO₂	PTS	NO₂	CO	O₃	NMHC
VENEZIA - SACCA FISOLA		ug/m3	ug/m3	ug/m3	mg/m3	ug/m3	ug/m3
	% dati validi	94	*	92	n.m.	87	83
	Media	23	-	41	n.m.	31	60
	25° percentile	11	-	22	n.m.	5	20
	mediana	19	-	41	n.m.	20	39
	75° percentile	29	-	56	n.m.	44	71
	98° percentile	78	-	94	n.m.	122	279
	Mediana semestre freddo	22	-	-	-	-	-
	95° percentile	59	-	82	n.m.	104	188

*La percentuale di dati validi per le PTS non è sufficiente per poter considerare rappresentative le corrispondenti statistiche descrittive.

n.m. = non misurato

Statistiche descrittive		SO₂	PTS	NO₂	CO	O₃	NMHC
VIA CIRCONVALLAZIONE		ug/m3	ug/m3	ug/m3	mg/m3	ug/m3	ug/m3
	% dati validi	n.m.	*	n.m.	93	n.m.	91
	Media	n.m.	-	n.m.	1	n.m.	170
	25° percentile	n.m.	-	n.m.	1	n.m.	57
	mediana	n.m.	-	n.m.	1	n.m.	124
	75° percentile	n.m.	-	n.m.	2	n.m.	223
	98° percentile	n.m.	-	n.m.	5	n.m.	679
	Mediana semestre freddo	n.m.	-	-	-	-	-
	95° percentile	n.m.	-	n.m.	4	n.m.	484

*La percentuale di dati validi per le PTS non è sufficiente per poter considerare rappresentative le corrispondenti statistiche descrittive.

Statistiche descrittive		SO₂	PTS	NO₂	CO	O₃	NMHC
CORSO DEL POPOLO		ug/m3	ug/m3	ug/m3	mg/m3	ug/m3	ug/m3
	% dati validi	n.m.	95	n.m.	94	n.m.	91
	Media	n.m.	35	n.m.	1	n.m.	65
	25° percentile	n.m.	25	n.m.	1	n.m.	19
	mediana	n.m.	32	n.m.	1	n.m.	45
	75° percentile	n.m.	41	n.m.	1	n.m.	85
	98° percentile	n.m.	74	n.m.	2	n.m.	272
	Mediana semestre freddo	n.m.	-	-	-	-	-
	95° percentile	n.m.	58	n.m.	2	n.m.	190

Statistiche descrittive		SO₂	PTS	NO₂	CO	O₃	NMHC
VIA F.LLI BANDIERA		ug/m3	ug/m3	ug/m3	mg/m3	ug/m3	ug/m3
	% dati validi	n.m.	94	n.m.	92	n.m.	86
	Media	n.m.	42	n.m.	1	n.m.	150
	25° percentile	n.m.	28	n.m.	1	n.m.	43
	mediana	n.m.	39	n.m.	1	n.m.	108
	75° percentile	n.m.	52	n.m.	1	n.m.	205
	98° percentile	n.m.	90	n.m.	4	n.m.	613
	Mediana semestre freddo	n.m.	-	-	-	-	-
	95° percentile	n.m.	78	n.m.	3	n.m.	468

Statistiche descrittive		SO₂	PTS	NO₂	CO	O₃	NMHC
MAERNE		ug/m3	ug/m3	ug/m3	mg/m3	ug/m3	ug/m3
	% dati validi	96	92	94	n.m.	95	n.m.
	Media	5	65	32	n.m.	31	n.m.
	25° percentile	2	40	21	n.m.	8	n.m.
	mediana	4	53	30	n.m.	21	n.m.
	75° percentile	6	82	41	n.m.	47	n.m.
	98° percentile	16	173	70	n.m.	103	n.m.
	Mediana semestre freddo	4	-	-	-	-	-
	95° percentile	12	136	60	n.m.	86	n.m.

Statistiche descrittive		SO₂	PTS	NO₂	CO	O₃	NMHC
MALCONTENTA		ug/m3	ug/m3	ug/m3	mg/m3	ug/m3	ug/m3
	% dati validi	96	89	93	n.m.	n.m.	n.m.
	Media	14	30	35	n.m.	n.m.	n.m.
	25° percentile	5	24	16	n.m.	n.m.	n.m.
	mediana	11	28	35	n.m.	n.m.	n.m.
	75° percentile	21	33	48	n.m.	n.m.	n.m.
	98° percentile	47	56	77	n.m.	n.m.	n.m.
	Mediana semestre freddo	14	-	-	-	-	-
	95° percentile	38	43	68	n.m.	n.m.	n.m.

Statistiche descrittive		SO₂	PTS	NO₂	CO	O₃	NMHC
VIA ANTONIO DA MESTRE		ug/m3	ug/m3	ug/m3	mg/m3	ug/m3	ug/m3
	% dati validi	91	81	85	n.m.	n.m.	85
	Media	6	32	38	n.m.	n.m.	181
	25° percentile	1	24	21	n.m.	n.m.	102
	mediana	4	27	33	n.m.	n.m.	139
	75° percentile	9	34	50	n.m.	n.m.	212
	98° percentile	25	76	104	n.m.	n.m.	630
	Mediana semestre freddo	6	-	-	-	-	-
	95° percentile	20	65	86	n.m.	n.m.	455

CONFRONTO DEGLI INDICI STATISTICI CON I VALORI LIMITE ANNUALI
DPCM 28/03/83 e s.m.i. e DM 60/02

	Indici statistici	Valore limite	Rif. Normativo	
Parco Bissuola - Mestre (Tipo A)				
SO ₂ (ug/m ³)	mediana annuale	7	80	DPCM 28/03/83
SO ₂ (ug/m ³)	98° percentile	16	250	
SO ₂ (ug/m ³)	mediana invernale	8	130	
PTS (ug/m ³)	media annuale	41*	150	
PTS (ug/m ³)	95° percentile	85*	300	
NO ₂ (ug/m ³)	98° percentile	80	200	
NO ₂ (ug/m ³)	media annuale	29	56	DM 60/02

PROTEZIONE ECOSISTEMI

SO ₂ (ug/m ³)	media annuale	7	20	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	media invernale	8	20	
NO _X (ug/m ³)	media annuale	36	30	

Via Bottenigo - Marghera (Tipo A)				
SO ₂ (ug/m ³)	mediana annuale	7	80	DPCM 28/03/83
SO ₂ (ug/m ³)	98° percentile	37	250	
SO ₂ (ug/m ³)	mediana invernale	6	130	
PTS (ug/m ³)	media annuale	65*	150	
PTS (ug/m ³)	95° percentile	128*	300	
NO ₂ (ug/m ³)	98° percentile	86	200	
NO ₂ (ug/m ³)	media annuale	42	56	DM 60/02

PROTEZIONE ECOSISTEMI

SO ₂ (ug/m ³)	media annuale	9	20	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	media invernale	9	20	
NO _X (ug/m ³)	media annuale	55	30	

Viale San Marco - Mestre (Tipo B)				
SO ₂ (ug/m ³)	mediana annuale	6	80	DPCM 28/03/83
SO ₂ (ug/m ³)	98° percentile	26	250	
SO ₂ (ug/m ³)	mediana invernale	8	130	
PTS (ug/m ³)	media annuale	63	150	
PTS (ug/m ³)	95° percentile	95	300	
NO ₂ (ug/m ³)	98° percentile	94	200	
NO ₂ (ug/m ³)	media annuale	44	56	DM 60/02

PROTEZIONE ECOSISTEMI

SO ₂ (ug/m ³)	media annuale	8	20	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	media invernale	9	20	
NO _X (ug/m ³)	media annuale	59	30	

Sacca Fisola - Venezia C.S. (Tipo B)				
SO ₂ (ug/m ³)	mediana annuale	19	80	DPCM 28/03/83
SO ₂ (ug/m ³)	98° percentile	78	250	
SO ₂ (ug/m ³)	mediana invernale	22	130	
PTS (ug/m ³)	media annuale	34*	150	
PTS (ug/m ³)	95° percentile	85*	300	
NO ₂ (ug/m ³)	98° percentile	94	200	
NO ₂ (ug/m ³)	media annuale	41	56	DM 60/02

PROTEZIONE ECOSISTEMI

SO ₂ (ug/m ³)	media annuale	23	20	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	media invernale	28	20	
NO _X (ug/m ³)	media annuale	47	30	

		Indici statistici	Valore limite	Rif. Normativo
Via Antonio Da Mestre (Tipo B)				
SO ₂ (ug/m3)	mediana annuale	4	80	DPCM 28/03/83
SO ₂ (ug/m3)	98° percentile	25	250	
SO ₂ (ug/m3)	mediana invernale	6	130	
PTS (ug/m3)	media annuale	32	150	
PTS (ug/m3)	95° percentile	65	300	
NO ₂ (ug/m3)	98° percentile	104	200	
NO ₂ (ug/m3)	media annuale	38	56	DM 60/02

PROTEZIONE ECOSISTEMI

SO ₂ (ug/m3)	media annuale	6	20	DM 60/02
SO ₂ (ug/m3)	media invernale	7	20	
NO _x (ug/m3)	media annuale	44	30	

Corso del Popolo - Mestre (Tipo C)				
SO ₂ (ug/m3)	mediana annuale	-	80	DPCM 28/03/83
SO ₂ (ug/m3)	98° percentile	-	250	
SO ₂ (ug/m3)	mediana invernale	-	130	
PTS (ug/m3)	media annuale	35	150	
PTS (ug/m3)	95° percentile	58	300	
NO ₂ (ug/m3)	98° percentile	-	200	
NO ₂ (ug/m3)	media annuale	-	56	DM 60/02

PROTEZIONE ECOSISTEMI

SO ₂ (ug/m3)	media annuale	-	20	DM 60/02
SO ₂ (ug/m3)	media invernale	-	20	
NO _x (ug/m3)	media annuale	-	30	

Via Circonvallazione - Mestre (Tipo C)				
SO ₂ (ug/m3)	mediana annuale	-	80	DPCM 28/03/83
SO ₂ (ug/m3)	98° percentile	-	250	
SO ₂ (ug/m3)	mediana invernale	-	130	
PTS (ug/m3)	media annuale	**	150	
PTS (ug/m3)	95° percentile	**	300	
NO ₂ (ug/m3)	98° percentile	-	200	
NO ₂ (ug/m3)	media annuale	-	56	DM 60/02

PROTEZIONE ECOSISTEMI

SO ₂ (ug/m3)	media annuale	-	20	DM 60/02
SO ₂ (ug/m3)	media invernale	-	20	
NO _x (ug/m3)	media annuale	-	30	

Via F.lli Bandiera - Marghera (Tipo C)				
SO ₂ (ug/m3)	mediana annuale	-	80	DPCM 28/03/83
SO ₂ (ug/m3)	98° percentile	-	250	
SO ₂ (ug/m3)	mediana invernale	-	130	
PTS (ug/m3)	media annuale	42	150	
PTS (ug/m3)	95° percentile	78	300	
NO ₂ (ug/m3)	98° percentile	-	200	
NO ₂ (ug/m3)	media annuale	-	56	DM 60/02

PROTEZIONE ECOSISTEMI

SO ₂ (ug/m3)	media annuale	-	20	DM 60/02
SO ₂ (ug/m3)	media invernale	-	20	
NO _x (ug/m3)	media annuale	-	30	

		Indici statistici	Valore limite	Rif. Normativo
Maerne (Tipo D)				
SO ₂ (ug/m ³)	mediana annuale	4	80	DPCM 28/03/83
SO ₂ (ug/m ³)	98° percentile	16	250	
SO ₂ (ug/m ³)	mediana invernale	4	130	
PTS (ug/m ³)	media annuale	65	150	
PTS (ug/m ³)	95° percentile	136	300	
NO ₂ (ug/m ³)	98° percentile	70	200	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	media annuale	32	56	

PROTEZIONE ECOSISTEMI

SO ₂ (ug/m ³)	media annuale	5	20	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	media invernale	5	20	
NO _x (ug/m ³)	media annuale	39	30	

Malcontenta (zona a ricaduta industriale)				
SO ₂ (ug/m ³)	mediana annuale	11	80	DPCM 28/03/83
SO ₂ (ug/m ³)	98° percentile	47	250	
SO ₂ (ug/m ³)	mediana invernale	14	130	
PTS (ug/m ³)	media annuale	30	150	
PTS (ug/m ³)	95° percentile	43	300	
NO ₂ (ug/m ³)	98° percentile	77	200	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	media annuale	35	56	

PROTEZIONE ECOSISTEMI

SO ₂ (ug/m ³)	media annuale	14	20	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	media invernale	17	20	
NO _x (ug/m ³)	media annuale	43	30	

* Presso le stazioni di Mirano (dal 23/07/02), via Bottenigo (dal 25/07/02), Parco Bissuola (dal 31/07/02) e Sacca Fisola (dal 01/08/02) l'analizzatore di polveri sospese totali (PTS) è stato sostituito con l'analizzatore automatico di polveri inalabili PM₁₀. Dunque i valori medi annuali non possono essere considerati rappresentativi dell'intero anno 2002 e sono riportati a scopo puramente indicativo; non possono essere confrontati direttamente coi valori guida e limite riportati nella tabella.

** Presso la stazione di via Circonvallazione, a partire dal 31/01/02, l'analizzatore di polveri sospese totali (PTS) è stato sostituito con l'analizzatore automatico di polveri inalabili PM₁₀. Dunque i valori medi annuali non sono disponibili.

NUMERO DI SUPERAMENTI DEI VALORI LIMITE

		N superamenti		N giorni consentiti	Rif. Normativo
		N eventi	N giorni		
Parco Bissuola - Mestre (Tipo A)					
SO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 500	0			DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2002: 440	0		24/anno	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2005: 350	0		24/anno	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite media 24 ore dal 2005: 125	0		3/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 400	0			DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2002: 280	0		18/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2005: 250	0		18/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2010: 200	1	1	18/anno	DM 60/03
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore al 2002: 16	0			DM 60/02
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore al 2005: 10	0			DM 60/02
CO (mg/m ³)	limite media 8 ore: 10	0			DPCM 28/03/83
CO (mg/m ³)	limite media 1 ora: 40	0			DPCM 28/03/83
O ₃ (ug/m ³)	limite media 1 ora: 200	0		1/mese	DPCM 28/03/83
O ₃ (ug/m ³)	livello attenzione: 180	1	1		DM 25/11/94
O ₃ (ug/m ³)	livello allarme: 360	0			DM 25/11/94
O ₃ (ug/m ³)	limite media 8 ore: 110	0			DM 16/05/96
PROTEZIONE ECOSISTEMI					
O ₃ (ug/m ³)	limite media 24 ore: 65	1	1		DM 16/05/96
O ₃ (ug/m ³)	limite media 1 ora: 200	0			DM 16/05/96
Via Bottenigo - Marghera (Tipo A)					
		N superamenti		N giorni consentiti	Rif. Normativo
		N eventi	N giorni		
SO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 500	0			DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2002: 440	0		24/anno	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2005: 350	0		24/anno	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite media 24 ore dal 2005: 125	0		3/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 400	0			DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2002: 280	0		18/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2005: 250	0		18/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2010: 200	0		18/anno	DM 60/03
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore al 2002: 16	0			DM 60/02
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore al 2005: 10	0			DM 60/02
CO (mg/m ³)	limite media 8 ore: 10	0			DPCM 28/03/83
CO (mg/m ³)	limite media 1 ora: 40	0			DPCM 28/03/83
O ₃ (ug/m ³)	limite media 1 ora: 200	0		1/mese	DPCM 28/03/83
O ₃ (ug/m ³)	livello attenzione: 180	0			DM 25/11/94
O ₃ (ug/m ³)	livello allarme: 360	0			DM 25/11/94
O ₃ (ug/m ³)	limite media 8 ore: 110	11	9		DM 16/05/96
PROTEZIONE VEGETAZIONE					
O ₃ (ug/m ³)	limite media 24 ore: 65	11	11		DM 16/05/96
O ₃ (ug/m ³)	limite media 1 ora: 200	0			DM 16/05/96
Viale San Marco - Mestre (Tipo B)					
		N superamenti		N giorni consentiti	Rif. Normativo
		N eventi	N giorni		
SO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 500	0			DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2002: 440	0		24/anno	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2005: 350	0		24/anno	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite media 24 ore dal 2005: 125	0		3/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 400	0			DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2002: 280	0		18/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2005: 250	0		18/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2010: 200	0		18/anno	DM 60/03
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore al 2002: 16	-			DM 60/02
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore al 2005: 10	-			DM 60/02
CO (mg/m ³)	limite media 8 ore: 10	-			DPCM 28/03/83
CO (mg/m ³)	limite media 1 ora: 40	-			DPCM 28/03/83
O ₃ (ug/m ³)	limite media 1 ora: 200	-		1/mese	DPCM 28/03/83
O ₃ (ug/m ³)	livello attenzione: 180	-			DM 25/11/94
O ₃ (ug/m ³)	livello allarme: 360	-			DM 25/11/94
O ₃ (ug/m ³)	limite media 8 ore: 110	-			DM 16/05/96
PROTEZIONE VEGETAZIONE					
O ₃ (ug/m ³)	limite media 24 ore: 65	-			DM 16/05/96
O ₃ (ug/m ³)	limite media 1 ora: 200	-			DM 16/05/96

Sacca Fisola - Venezia C.S. (Tipo B)		N superamenti		N giorni consentiti	Rif. Normativo
		N eventi	N giorni		
SO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 500	0			DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2002: 440	2	2	24/anno	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2005: 350	4	3	24/anno	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite media 24 ore dal 2005: 125	2	2	3/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 400	0			DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2002: 280	0		18/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2005: 250	0		18/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2010: 200	0		18/anno	DM 60/03
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore al 2002: 16	-			DM 60/02
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore al 2005: 10	-			DM 60/02
CO (mg/m ³)	limite media 8 ore: 10	-			DPCM 28/03/83
CO (mg/m ³)	limite media 1 ora: 40	-			DPCM 28/03/83
O ₃ (ug/m ³)	limite media 1 ora: 200	0		1/mese	DPCM 28/03/83
O ₃ (ug/m ³)	livello attenzione: 180	3	1		DM 25/11/94
O ₃ (ug/m ³)	livello allarme: 360	0			DM 25/11/94
O ₃ (ug/m ³)	limite media 8 ore: 110	49	31		DM 16/05/96
PROTEZIONE VEGETAZIONE					
O ₃ (ug/m ³)	limite media 24 ore: 65	46	46		DM 16/05/96
O ₃ (ug/m ³)	limite media 1 ora: 200	0			DM 16/05/96

Via Antonio Da Mestre - Mestre (Tipo B)		N superamenti		N giorni consentiti	Rif. Normativo
		N eventi	N giorni		
SO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 500	0			DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2002: 440	0		24/anno	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2005: 350	0		24/anno	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite media 24 ore dal 2005: 125	0		3/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 400	0			DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2002: 280	0		18/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2005: 250	0		18/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2010: 200	0		18/anno	DM 60/03
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore al 2002: 16	-			DM 60/02
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore al 2005: 10	-			DM 60/02
CO (mg/m ³)	limite media 8 ore: 10	-			DPCM 28/03/83
CO (mg/m ³)	limite media 1 ora: 40	-			DPCM 28/03/83
O ₃ (ug/m ³)	limite media 1 ora: 200	-		1/mese	DPCM 28/03/83
O ₃ (ug/m ³)	livello attenzione: 180	-			DM 25/11/94
O ₃ (ug/m ³)	livello allarme: 360	-			DM 25/11/94
O ₃ (ug/m ³)	limite media 8 ore: 110	-			DM 16/05/96
PROTEZIONE VEGETAZIONE					
O ₃ (ug/m ³)	limite media 24 ore: 65	-			DM 16/05/96
O ₃ (ug/m ³)	limite media 1 ora: 200	-			DM 16/05/96

Corso del Popolo - Mestre (Tipo C)		N superamenti		N giorni consentiti	Rif. Normativo
		N eventi	N giorni		
SO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 500	-			DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2002: 440	-		24/anno	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2005: 350	-		24/anno	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite media 24 ore dal 2005: 125	-		3/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 400	-			DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2002: 280	-		18/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2005: 250	-		18/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2010: 200	-		18/anno	DM 60/03
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore al 2002: 16	0			DM 60/02
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore al 2005: 10	0			DM 60/02
CO (mg/m ³)	limite media 8 ore: 10	0			DPCM 28/03/83
CO (mg/m ³)	limite media 1 ora: 40	0			DPCM 28/03/83
O ₃ (ug/m ³)	limite media 1 ora: 200	-		1/mese	DPCM 28/03/83
O ₃ (ug/m ³)	livello attenzione: 180	-			DM 25/11/94
O ₃ (ug/m ³)	livello allarme: 360	-			DM 25/11/94
O ₃ (ug/m ³)	limite media 8 ore: 110	-			DM 16/05/96
PROTEZIONE VEGETAZIONE					
O ₃ (ug/m ³)	limite media 24 ore: 65	-			DM 16/05/96
O ₃ (ug/m ³)	limite media 1 ora: 200	-			DM 16/05/96

Via Circonvallazione - Mestre (Tipo C)		N superamenti		N giorni consentiti	Rif. Normativo
		N eventi	N giorni		
SO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 500	-			DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2002: 440	-		24/anno	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2005: 350	-		24/anno	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite media 24 ore dal 2005: 125	-		3/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 400	-			DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2002: 280	-		18/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2005: 250	-		18/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2010: 200	-		18/anno	DM 60/03
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore al 2002: 16	0			DM 60/02
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore al 2005: 10	0			DM 60/02
CO (mg/m ³)	limite media 8 ore: 10	0			DPCM 28/03/83
CO (mg/m ³)	limite media 1 ora: 40	0			DPCM 28/03/83
O ₃ (ug/m ³)	limite media 1 ora: 200	-		1/mese	DPCM 28/03/83
O ₃ (ug/m ³)	livello attenzione: 180	-			DM 25/11/94
O ₃ (ug/m ³)	livello allarme: 360	-			DM 25/11/94
O ₃ (ug/m ³)	limite media 8 ore: 110	-			DM 16/05/96
PROTEZIONE VEGETAZIONE					
O ₃ (ug/m ³)	limite media 24 ore: 65	-			DM 16/05/96
O ₃ (ug/m ³)	limite media 1 ora: 200	-			DM 16/05/96
Via F.lli Bandiera - Marghera (Tipo C)		N superamenti		N giorni consentiti	Rif. Normativo
		N eventi	N giorni		
SO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 500	-			DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2002: 440	-		24/anno	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2005: 350	-		24/anno	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite media 24 ore dal 2005: 125	-		3/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 400	-			DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2002: 280	-		18/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2005: 250	-		18/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2010: 200	-		18/anno	DM 60/03
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore al 2002: 16	0			DM 60/02
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore al 2005: 10	0			DM 60/02
CO (mg/m ³)	limite media 8 ore: 10	0			DPCM 28/03/83
CO (mg/m ³)	limite media 1 ora: 40	0			DPCM 28/03/83
O ₃ (ug/m ³)	limite media 1 ora: 200	-		1/mese	DPCM 28/03/83
O ₃ (ug/m ³)	livello attenzione: 180	-			DM 25/11/94
O ₃ (ug/m ³)	livello allarme: 360	-			DM 25/11/94
O ₃ (ug/m ³)	limite media 8 ore: 110	-			DM 16/05/96
PROTEZIONE VEGETAZIONE					
O ₃ (ug/m ³)	limite media 24 ore: 65	-			DM 16/05/96
O ₃ (ug/m ³)	limite media 1 ora: 200	-			DM 16/05/96

Maerne (Tipo D)		N superamenti		N giorni consentiti	Rif. Normativo
		N eventi	N giorni		
SO₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 500	0			DM 60/02
SO₂ (ug/m ³)	limite orario al 2002: 440	0		24/anno	DM 60/02
SO₂ (ug/m ³)	limite orario al 2005: 350	0		24/anno	DM 60/02
SO₂ (ug/m ³)	limite media 24 ore dal 2005: 125	0		3/anno	DM 60/02
NO₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 400	0			DM 60/02
NO₂ (ug/m ³)	limite orario al 2002: 280	0		18/anno	DM 60/02
NO₂ (ug/m ³)	limite orario al 2005: 250	0		18/anno	DM 60/02
NO₂ (ug/m ³)	limite orario al 2010: 200	0		18/anno	DM 60/03
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore al 2002: 16	-			DM 60/02
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore al 2005: 10	-			DM 60/02
CO (mg/m ³)	limite media 8 ore: 10	-			DPCM 28/03/83
CO (mg/m ³)	limite media 1 ora: 40	-			DPCM 28/03/83
O₃ (ug/m ³)	limite media 1 ora: 200	0		1/mese	DPCM 28/03/83
O₃ (ug/m ³)	livello attenzione: 180	0			DM 25/11/94
O₃ (ug/m ³)	livello allarme: 360	0			DM 25/11/94
O₃ (ug/m ³)	limite media 8 ore: 110	12	8		DM 16/05/96
PROTEZIONE VEGETAZIONE					
O₃ (ug/m ³)	limite media 24 ore: 65	15	15		DM 16/05/96
O₃ (ug/m ³)	limite media 1 ora: 200	0			DM 16/05/96

Malcontenta (zona a ricaduta industriale)		N superamenti		N giorni consentiti	Rif. Normativo
		N eventi	N giorni		
SO₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 500	0			DM 60/02
SO₂ (ug/m ³)	limite orario al 2002: 440	0		24/anno	DM 60/02
SO₂ (ug/m ³)	limite orario al 2005: 350	0		24/anno	DM 60/02
SO₂ (ug/m ³)	limite media 24 ore dal 2005: 125	0		3/anno	DM 60/02
NO₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 400	0			DM 60/02
NO₂ (ug/m ³)	limite orario al 2002: 280	0		18/anno	DM 60/02
NO₂ (ug/m ³)	limite orario al 2005: 250	0		18/anno	DM 60/02
NO₂ (ug/m ³)	limite orario al 2010: 200	0		18/anno	DM 60/03
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore al 2002: 16	-			DM 60/02
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore al 2005: 10	-			DM 60/02
CO (mg/m ³)	limite media 8 ore: 10	-			DPCM 28/03/83
CO (mg/m ³)	limite media 1 ora: 40	-			DPCM 28/03/83
O₃ (ug/m ³)	limite media 1 ora: 200	-		1/mese	DPCM 28/03/83
O₃ (ug/m ³)	livello attenzione: 180	-			DM 25/11/94
O₃ (ug/m ³)	livello allarme: 360	-			DM 25/11/94
O₃ (ug/m ³)	limite media 8 ore: 110	-			DM 16/05/96
PROTEZIONE VEGETAZIONE					
O₃ (ug/m ³)	limite media 24 ore: 65	-			DM 16/05/96
O₃ (ug/m ³)	limite media 1 ora: 200	-			DM 16/05/96

NOTA

Il DM 16/05/96 non specifica l'intervallo al quale applicare la media di 24 ore da confrontare con il limite di protezione della vegetazione fissato per l'ozono a 65 µg/m³. E' stata utilizzata la media giornaliera.

STATISTICHE DESCRITTIVE DELLE CONCENTRAZIONI GIORNALIERE DI METALLI

Tabella 1: Statistiche descrittive in ng/m3 dei metalli misurati nel PM10 presso la STAZIONE di VIA CIRCONVALLAZIONE (119 filtri campionati sulle 24 ore)

ELEMENTO	As	Cd	Hg	Ni	Pb
peso atomico	75	112	201	59	207
media	5.5	1.6	0.2	6.6	32.5
mediana	4.1	0.5	0.2	6.1	24.5
min	1.0	0.0	0.1	1.0	2.0
max	27.6	24.0	1.8	24.2	227.2

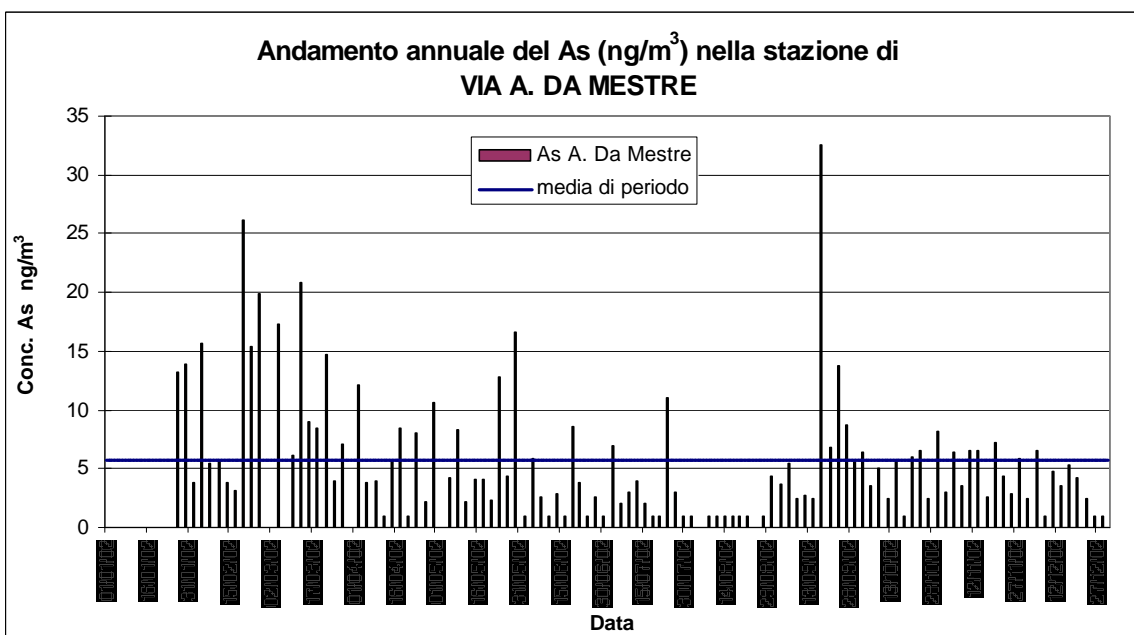
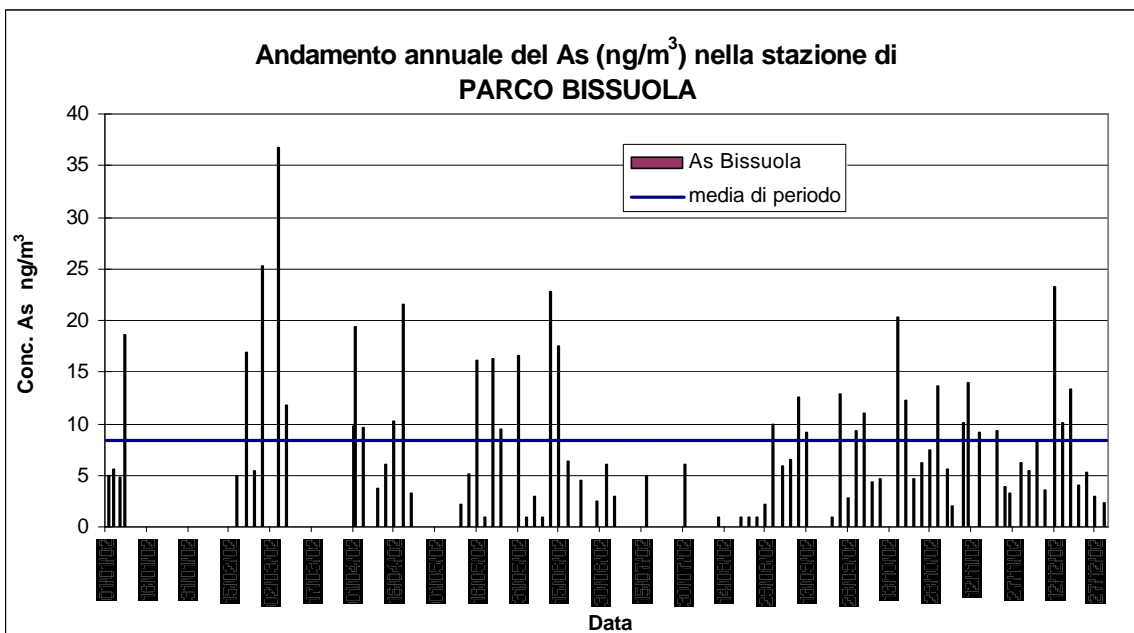
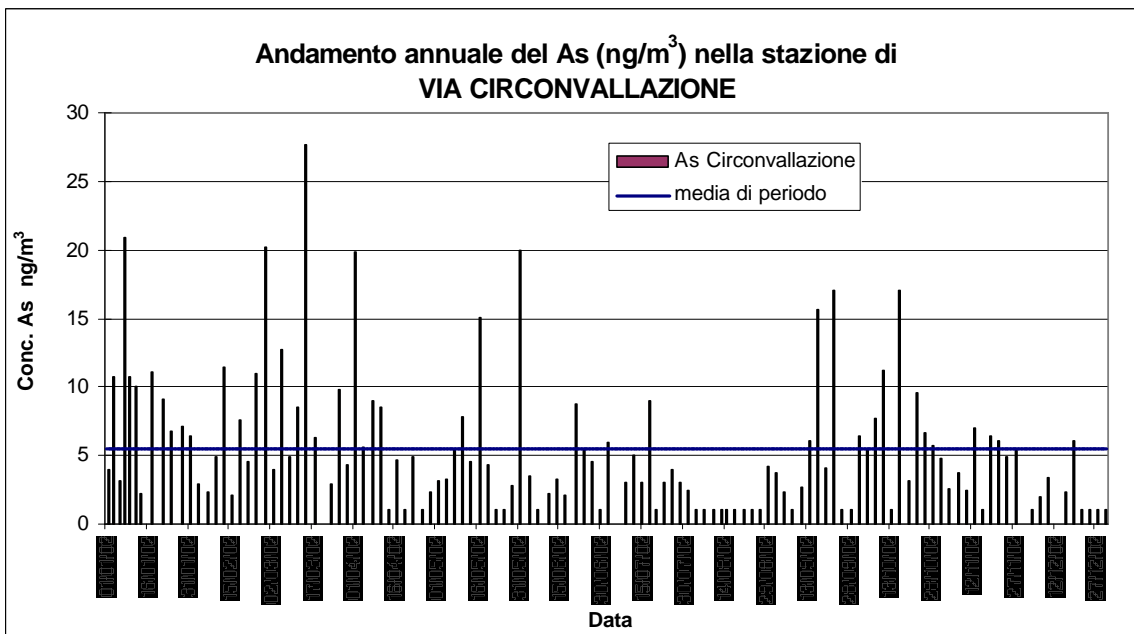
Tabella 2: Statistiche descrittive in ng/m3 dei metalli misurati nel PM10 presso la STAZIONE di PARCO BISSUOLA (79 filtri campionati sulle 24 ore)

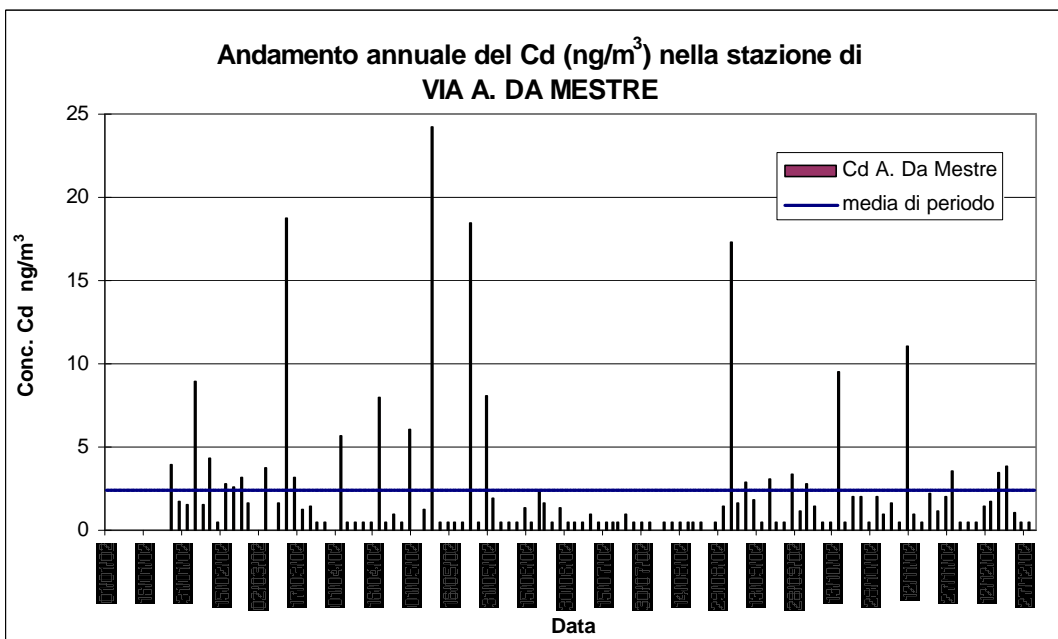
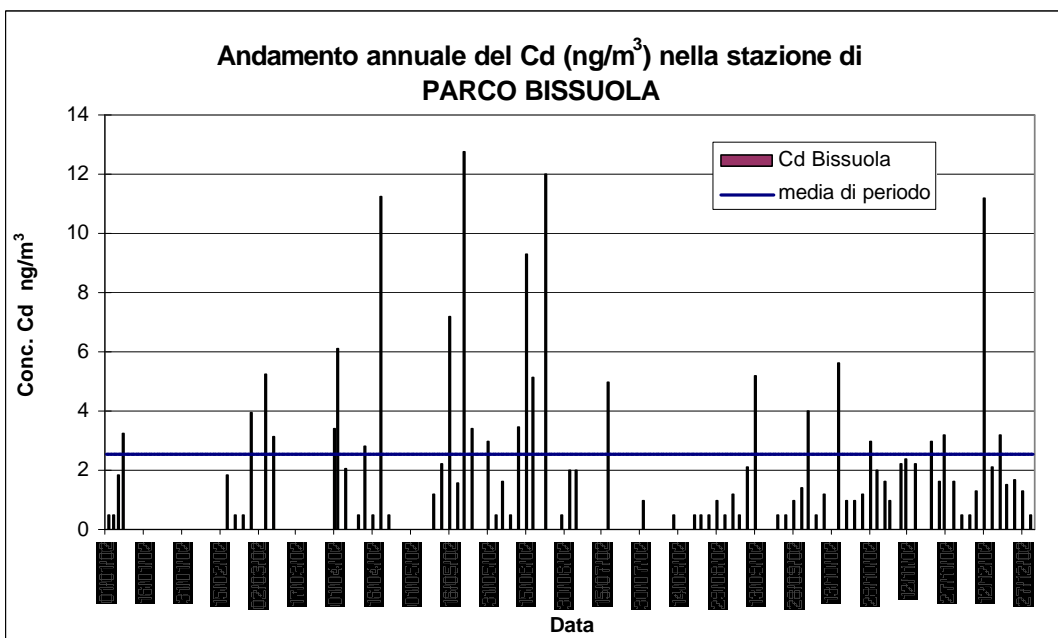
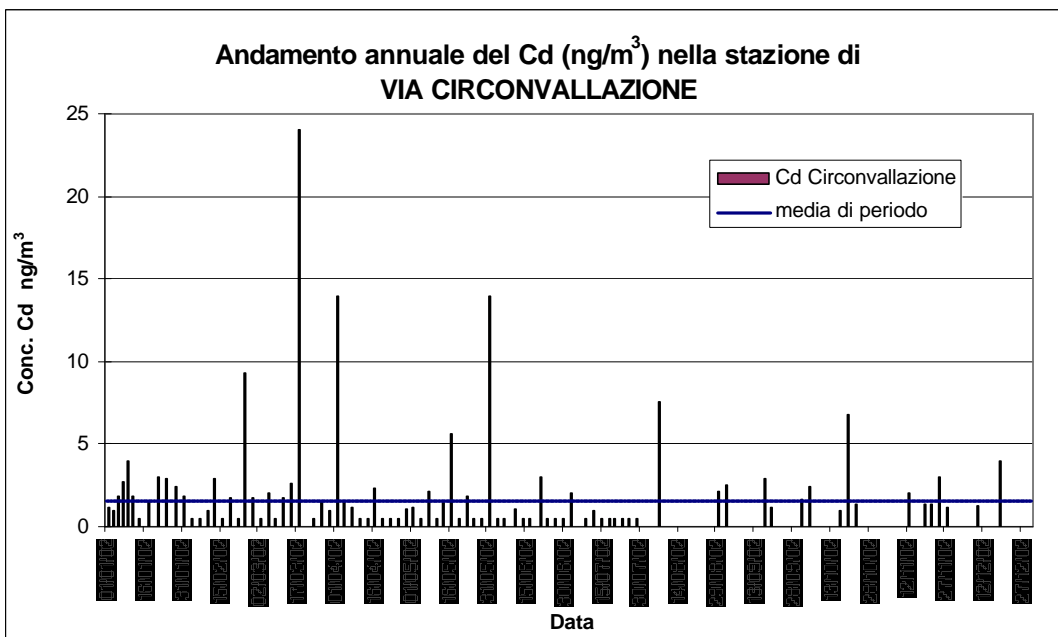
ELEMENTO	As	Cd	Hg	Ni	Pb
peso atomico	75	112	201	59	207
media	8.4	2.5	0.2	5.7	30.5
mediana	6.0	1.6	0.1	4.0	24.8
min	1.0	0.5	0.1	1.0	1.0
max	36.8	12.7	2.1	35.7	94.2

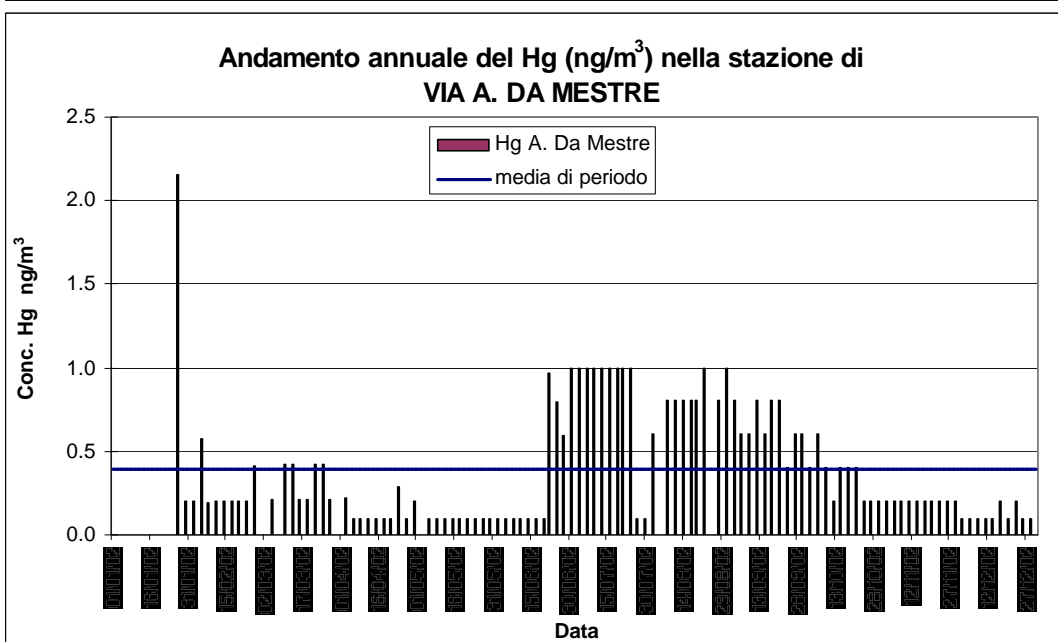
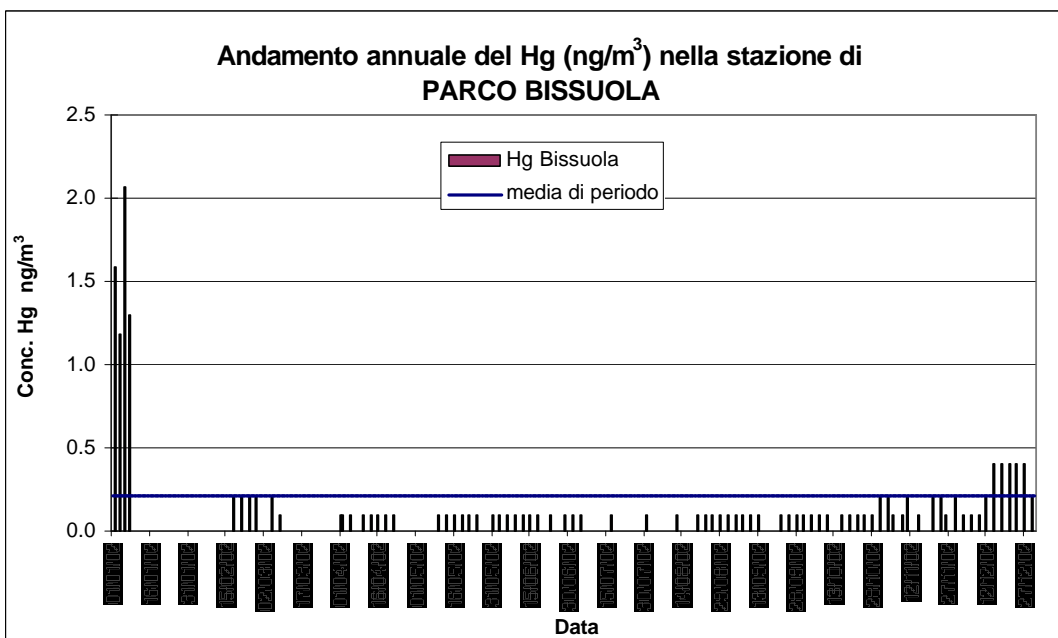
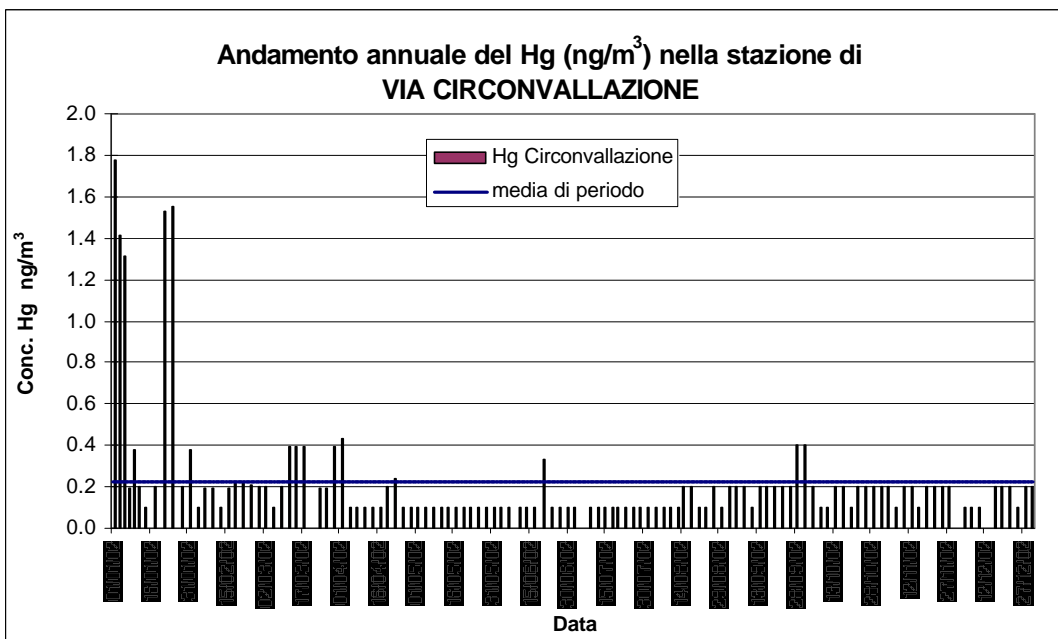
Tabella 3: Statistiche descrittive in ng/m3 dei metalli misurati nel PM10 presso la STAZIONE di VIA A. DA MESTRE (108 filtri campionati sulle 24 ore)

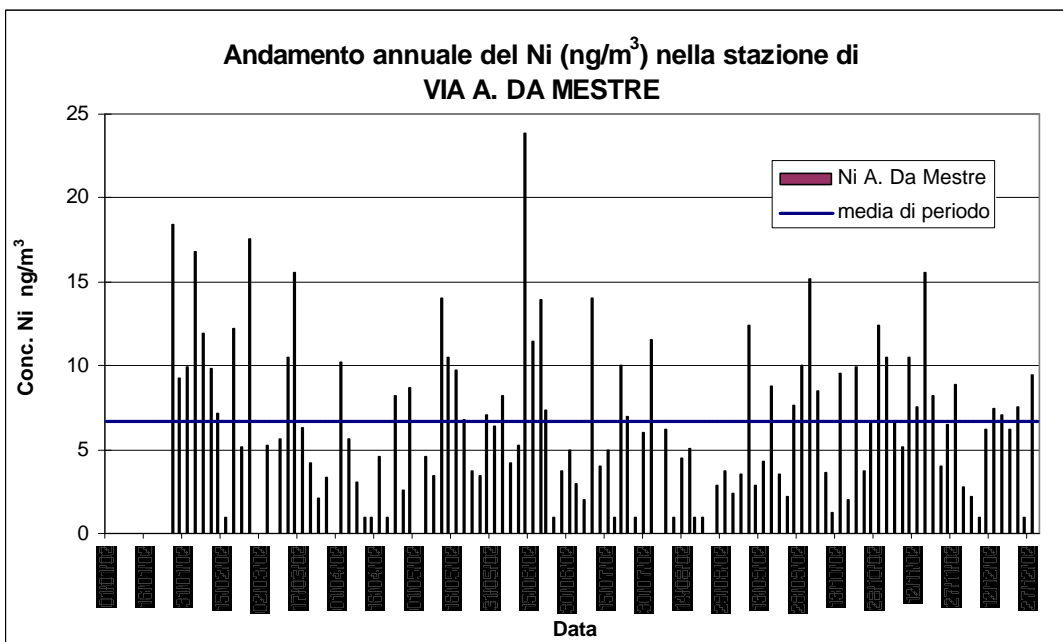
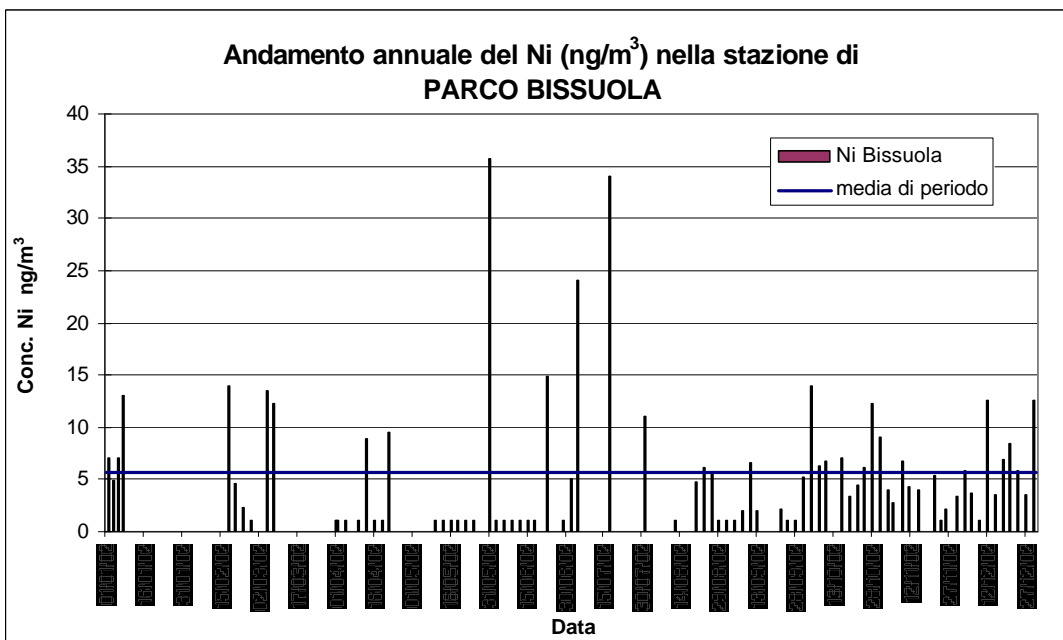
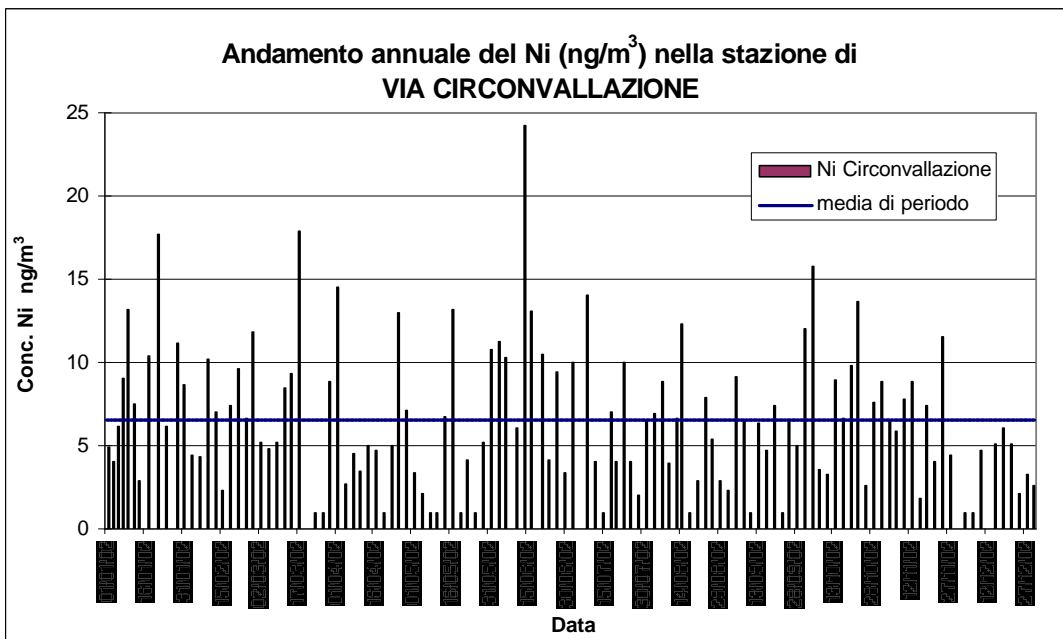
ELEMENTO	As	Cd	Hg	Ni	Pb
peso atomico	75	112	201	59	207
media	5.7	2.4	0.4	6.7	30.2
mediana	4.0	1.0	0.2	6.2	23.8
min	1.0	0.5	0.1	1.0	2.5
max	32.5	24.3	2.2	23.9	88.2

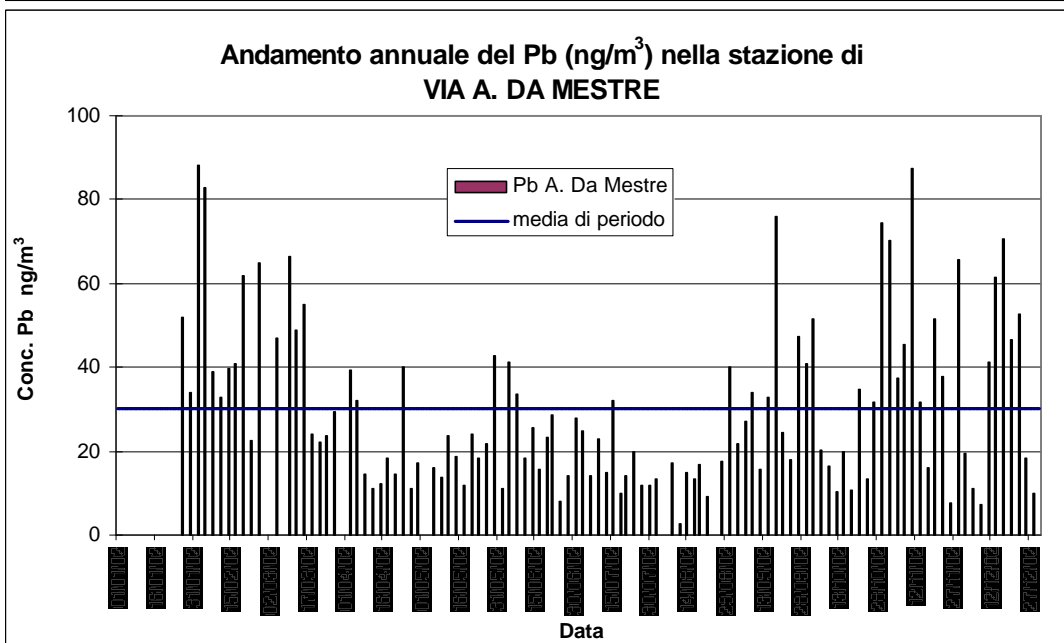
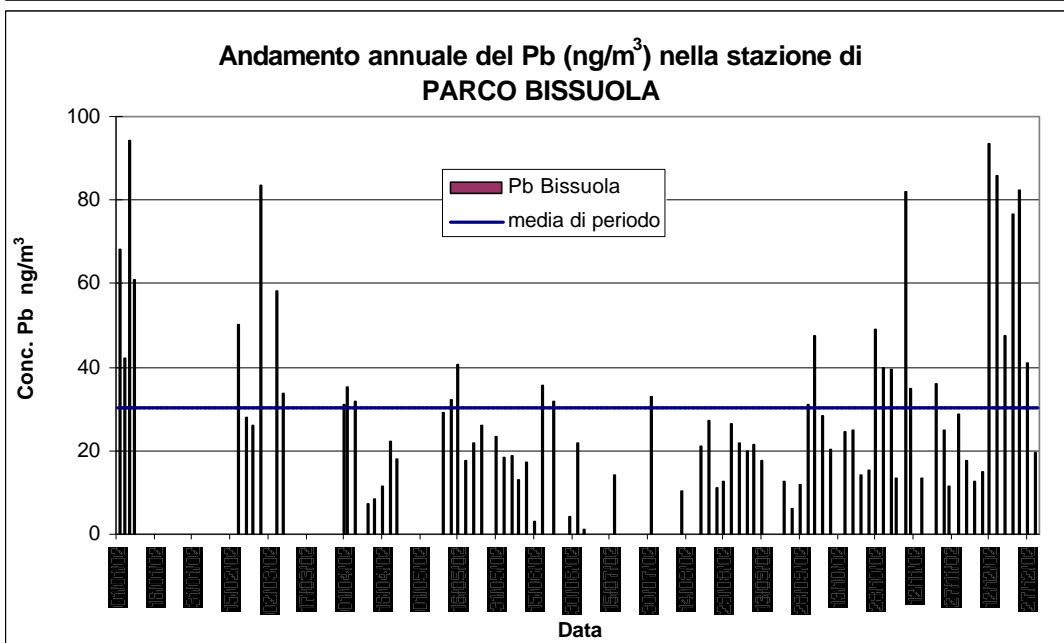
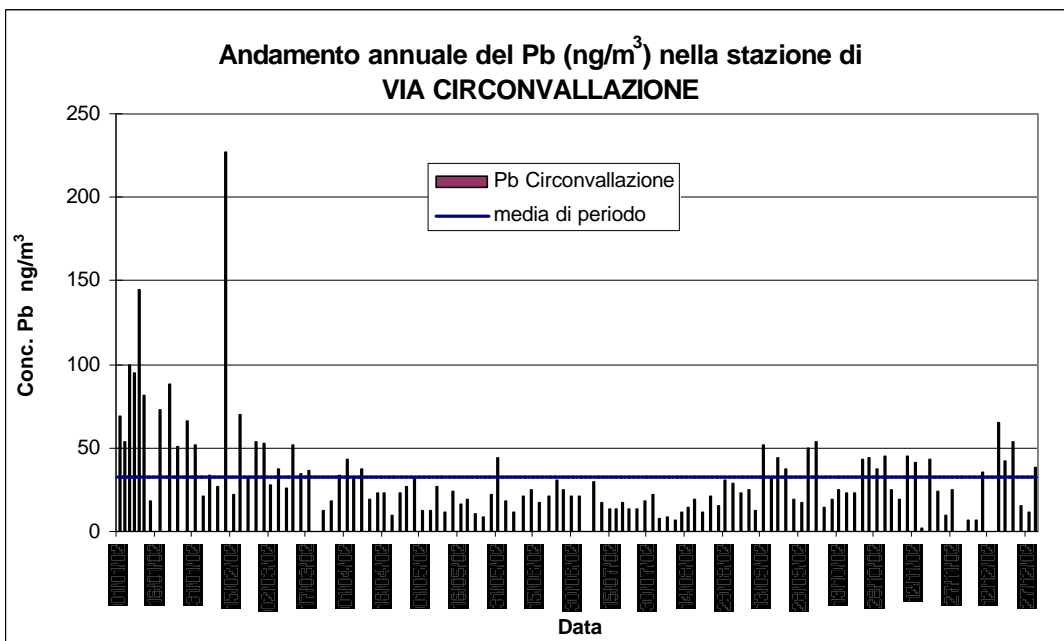
GRAFICI DELLE CONCENTRAZIONI GIORNALIERE DI METALLI











Tav. 1 Localizzazione stazioni di misura inquinamento atmosferico

Legenda:

Rete Ente Zona Industriale

- ▲ meteo
- ▲ SO₂
- ▲ SO₂, NO_x, THC, O₃
- ▲ SO₂, polveri
- ▲ SO₂, polveri
- ▲ SO₂, polveri, NO_x, O₃

Rete ARPAV

- ★ Tipo A
- ★ Tipo B
- ★ Tipo C
- ★ Tipo I

∩ viabilità

■ edificato



Rapporto Annuale 2002
sulla Qualità dell'Aria
nel Comune di Venezia

A.R.P.A.V.
Febbraio 2003

Scala 1: 45.000

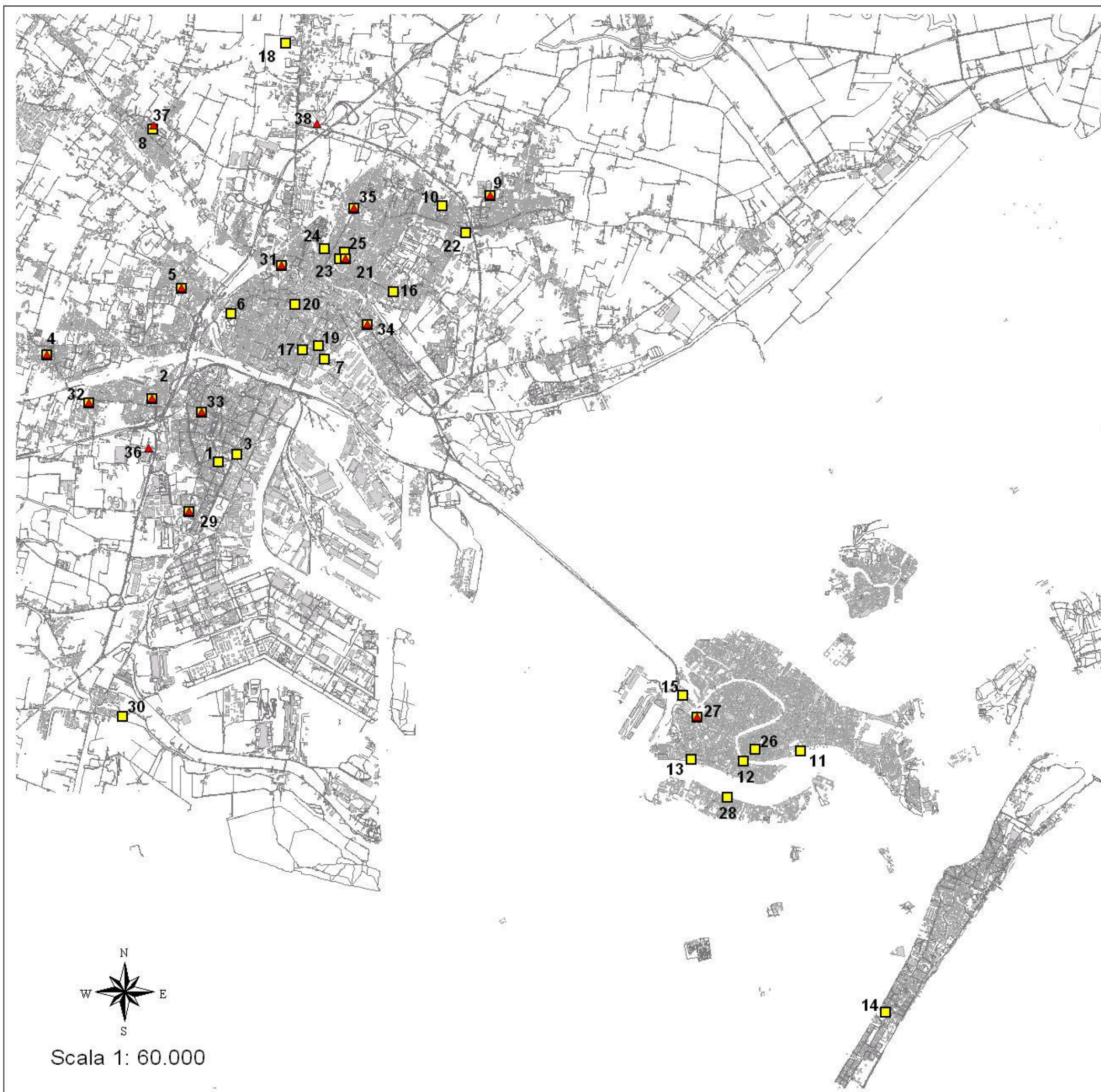
Tav. 2 Localizzazione campionatori passivi

Legenda:

- ▲ Siti 2002
 - 2 Catene - Marghera
 - 4 Chirignago
 - 5 Gazzera - Mestre
 - 9 Favaro
 - 21 via Fradeletto - Mestre
 - 27 p.le Roma - Venezia
 - 29 via Della Rinascita - Marghera
 - 31 via Circonvallazione - Mestre
 - 32 via Trieste - Marghera
 - 33 via Canal - Marghera
 - 34 v.le S. Marco - Mestre
 - 35 v.le Garibaldi - Mestre
 - 36 via De Marchi - Marghera
 - 37 via Tiepolo - Zelarino
 - 38 Strada Motorizzazione - Mestre
- Siti precedenti
- ~ viabilità
- edificato

Rapporto Annuale 2002
sulla Qualità dell'Aria
nel Comune di Venezia


A.R.P.A.V.
Febbraio 2003



Scala 1: 60.000

Tav. 3
Campagne di monitoraggio
dell'inquinamento atmosferico
con stazioni rilocabili

Legenda:

 **Posizione stazione rilocabile**



Rapporto Annuale 2002
sulla Qualità dell'Aria
nel Comune di Venezia

A.R.P.A.V.
Febbraio 2003

BIBLIOGRAFIA

1. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), 1985. Particle size-selective sampling in the workplace. Report of the ACGIH Technical Committee on Air Sampling Procedures, Cincinnati, Ohio.
2. ANCMA, Associazione Nazionale Ciclo Motociclo Accessori, sito internet: <http://ancma.mall.it/ancma/>
3. ANPA, sito internet: <http://www.sinanet.anpa.it/>
4. ANPA, 1999. Il rischio in Italia da sostanze inorganiche. Fondo naturale incontaminato e contaminato. A cura di G. Bressa e F. Cima. Serie *Documenti n.1/1999*.
5. ANPA, 1999. Emissioni in atmosfera e Qualità dell'Aria in Italia. Primo Rapporto sugli indicatori di pressione e di stato dell'ambiente atmosferico. Serie *Stato dell'Ambiente n.6/1999*.
6. ANPA, 2000. Le emissioni in atmosfera da trasporto stradale. I fattori di emissione medi per il parco circolante. A cura di S. Saija, M. Contaldi, R. De Lauretis, M. Ilacqua e R. Liburdi. Serie *Stato dell'Ambiente n.12/2000*.
7. ARPA Sezione Provinciale di Forlì – Cesena, Provincia di Forlì – Cesena Assessorato Ambiente, 2000. Report 2000. La qualità dell'aria nella Provincia di Forlì – Cesena.
8. ARPAV Osservatorio Regionale Aria, 2001. Progetto di riqualificazione e ottimizzazione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria del Veneto.
9. ARPAV Osservatorio Regionale Aria, 2001. Breve relazione sulla ridefinizione dei criteri e degli strumenti per il controllo della qualità dell'aria nel territorio veneziano.
10. Avella, F., Rolla, A., 1996. Caratteristiche delle emissioni degli autoveicoli in relazione alle condizioni di circolazione nei centri urbani. Atti del Convegno AIDII "Traffico e Ambiente" a cura di R. Vistocco, Corvara, Marzo 1996.
11. Bassanino, M., Castofino, G., Tamponi, M., 1992. Parametri Meteorologici per il Controllo della Qualità dell'Aria, *Aria* (3):35-42.
12. Belluco, U., Saia, B., Boschi, G., 1991. Inquinamento dell'aria da processi industriali e da impianti di riscaldamento. In: *Inquinamento Ambientale e Rischi per la Salute* a cura di M. Crepet, B. Saia., Editoriale Programma, Padova, pp 169-190.
13. Cirillo, M.C., De Lauretis, R., Del Ciello, R., 1996. Review Study on European Urban Emission Inventories, EEA Topic Report 30/1996. EEA, Copenhagen.
14. Clonfero, E., 1996. Tossicologia del particolato urbano. Atti del Convegno AIDII "Traffico e Ambiente" a cura di R. Vistocco, Corvara, Marzo 1996, pp 61-70.
15. Comune di Venezia, ARPAV, 2000. Qualità dell'aria nel Comune di Venezia. Rapporto Annuale 1999 (DM 21 aprile 1999, n. 163).
16. Comune di Venezia, ARPAV, 2001. Qualità dell'aria nel Comune di Venezia. Rapporto Annuale 2000 (DM 21 aprile 1999, n. 163).

17. Comune di Venezia, ARPAV, 2002. Qualità dell'aria nel Comune di Venezia. Rapporto Annuale 2001 (DM 21 aprile 1999, n. 163).
18. Formenton, W., 1988. *L'aria e l'azienda*. Associazione Artigiani della Provincia di Vicenza, Vicenza, 702 pp.
19. EEA, 2000. COPERT III v2.1 – Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport. User's Manual (Version 2.1). Ed. by C. Kouridis, L. Ntziachristos and Z. Samaras.
20. EMEP/CORINAIR, 1996. Atmospheric Emission Inventory Guidebook (2 volumes). EEA, Copenhagen. Sito internet: <http://www.eea.eu.int/>.
21. Ente Zona Industriale di Porto Marghera, aprile 1999. Rete di controllo della qualità dell'aria. Presentazione dei rilevamenti dell'Anno Ecologico 1998-1999.
22. Ente Zona Industriale di Porto Marghera, aprile 2000. Rete di controllo della qualità dell'aria. Presentazione dei rilevamenti dell'Anno Ecologico 1999-2000.
23. Ente Zona Industriale di Porto Marghera, aprile 2001. Rete di controllo della qualità dell'aria. Presentazione dei rilevamenti dell'Anno Ecologico 2000-2001.
24. Ente Zona Industriale di Porto Marghera, aprile 2002. Rete di controllo della qualità dell'aria. Presentazione dei rilevamenti dell'Anno Ecologico 2001-2002.
25. EPA. Sito: <http://www.epa.gov/airnow/publications.html/> Air Quality Index. "A guide to Air quality and your Health".
26. EPA, 1995. User's Guide for the Industrial Source Complex (ISC3) Dispersion Models (Volume I-II, User Instructions). Office of Air Quality Planning and Standards Emissions, Monitoring and Analysis Division.
27. Gruppo di Lavoro IARC (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro), 1989. *Aggiornamento delle Monografie IARC (Vol. 1-42) sulla Valutazione dei Rischi Cancerogeni per l'uomo - Valutazioni complessive di cancerogenicità*. EDIESSE, Roma, 393 pp.
28. Gruppo di lavoro Istituto Superiore di Sanità "Reti di rilevamento per il controllo della qualità dell'aria", 1989. *Progettazione e gestione di una rete di rilevamento per il controllo della qualità dell'aria*, ISTISAN 89/10.
29. Laboratorio di Igiene e Tossicologia Industriale AULSS 12 Veneziana, 1998. Monitoraggio in ambiente urbano di benzene, particolato PM₁₀ ed Idrocaburi Policiclici Aromatici. Campagna di primavera aprile-maggio 1998.
30. Mosca S., Graziani G., Klug W., Bellasio R., Bianconi R., 1998, A statistical methodology for the evaluation of long-range dispersion models: an application to the etex exercise, Atmospheric Environment Vol.32, N° 24, pp. 4307-4334.
31. Presidio Multizonale di Prevenzione – ULSS 12, Sezione di Fisica Ambientale, 1996. Ricerca sulle variabili meteorologiche per la previsione dell'inquinamento atmosferico (Convenzione tra Comune di Venezia e Sezione Fisica Ambientale – PMP – ULSS12). Rapporto Finale – Parte 1 e 2.
32. Provincia di Venezia, 1999. Relazione annuale sulla qualità dell'aria nella Provincia di Venezia – Anno 1998/1999.

33. Provincia di Venezia, ARPAV, 2000. Relazione annuale sulla qualità dell'aria nella Provincia di Venezia – Anno 1999/2000.
34. Provincia di Venezia, ARPAV, 2001. Relazione annuale sulla qualità dell'aria nella Provincia di Venezia – Anno 2000/2001.
35. Provincia di Venezia, ARPAV, 2002. Relazione annuale sulla qualità dell'aria nella Provincia di Venezia – Anno 2001/2002.
36. Rapporto ISTISAN 91/27, "Idrocarburi policiclici aromatici: basi scientifiche per la proposta di linee guida", Istituto Superiore di Sanità, 1991.
37. W.H.O., 1999 Air quality guidelines for Europe W.H.O Regional publications, European series, World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen (in Press). Sito internet: [http:// www.who.org/](http://www.who.org/).
38. W.H.O., 2000 Air quality guidelines for Europe.
39. DPCM 28 marzo 1983 n. 30. *Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno*. SUPPL. ORD. G.U. 28.5.1983 n. 145.
40. DPR 24 maggio 1988 n. 203. *Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'articolo 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183*. SUPPL. ORD. G.U. 16.6.1988 n. 53.
41. Decreto Ministeriale 20 maggio 1991. *Criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria*. G.U. 31.5.1991 n. 126.
42. Decreto Ministeriale 6 maggio 1992. *Definizione del sistema nazionale finalizzato al controllo ed assicurazione di qualità dei dati di inquinamento atmosferico ottenuti dalle reti di monitoraggio*. G.U. 14.5.1992 n. 111.
43. Decreto Ministeriale 12 novembre 1992. *Criteri generali per la prevenzione dell'inquinamento atmosferico nelle grandi zone urbane e disposizioni per il miglioramento della qualità dell'aria*. G.U. 8.11.1992 n. 272.
44. Decreto Ministeriale 15 aprile 1994. *Norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane, ai sensi degli articoli 3 e 4 del Decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203, e dell'articolo 9 del Decreto Ministeriale 20 maggio 1991*. G.U. 10.5.1994 n. 107.
45. Decreto Ministeriale 25 novembre 1994. *Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al Decreto Ministeriale 15 aprile 1994*. SUPPL. ORD. G.U. 13.12.1994 n. 290.
46. Decreto Ministeriale 16 maggio 1996. *Attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono*. G.U. 13.7.1996 n. 163.
47. Decreto Ministeriale 27 marzo 1998. *Mobilità sostenibile nelle aree urbane*. G.U. 03.8.1998 n. 179.

48. Decreto Ministeriale 21 aprile 1999 n. 163. *Individuazione dei criteri ambientali e sanitari in base ai quali i sindaci adottano le misure di limitazione della circolazione.*
49. Decreto Ministeriale 2 aprile 2002 n. 60. *Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio.* SUPPL. ORD. G.U. 13.4.2002 n. 87.
50. Decreto Ministeriale 1 ottobre 2002 n. 261. *Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351.* G.U. 20.11.2002 n. 272.
51. Decreto Legislativo 04 agosto 1999 n. 351. *Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.*
52. Direttiva CEE 27 settembre 1996 n. 62. *Direttiva in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.*
53. Direttiva 2002/3/CE del Parlamento europeo e del consiglio del 12 febbraio 2002 relativa all'ozono nell'aria. G.U. delle Comunità europee 9.3.2002, L67/14.