

**RELAZIONE ANNUALE SULLA QUALITA' DELL'ARIA NEL
COMUNE DI PERUGIA**



ANNO - 2000

**RELAZIONE ANNUALE SUI DATI RILEVATI DALLA RETE DI
MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA NEL
COMUNE DI PERUGIA**

ANNO - 2000

A cura di:

Dott. Mario Mossone (Resp. Laboratorio ARPA-Perugia)

Dott. Mario Segoni (Resp. Sez. Tematica Atmosfera)

Dott.ssa Eugenia Peirone

P.I. Sergio Salciarini

T.A. Marco Pompei

T.A. Mirco Areni

Laboratorio ARPA - Perugia

INDICE

1) PRESENTAZIONE	pag. 3
2) RIFERIMENTI NORMATIVI	pag. 3
3) RETE DI RILEVAMENTO COMUNE DI PERUGIA	pag. 5
4) PARAMETRI METEOCLIMATICI	pag. 14
5) INQUINANTI MONITORATI E LORO CARATTERISTICHE	pag. 18
6) RISULTATI DEGLI INQUINANTI MONITORATI CON RIFERIMENTO AI LIMITI DI LEGGE	pag. 29
7) CONCLUSIONI	pag. 46

PRESENTAZIONE

Questa pubblicazione contiene i dati rilevati dalle stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria nel Comune di Perugia, nel corso dell'anno 2000.

I dati riguardano sia parametri chimici che meteorologici elaborati graficamente e confrontati con i limiti di legge; per i più significativi ed interessanti, il confronto è stato fatto anche con i dati rilevati nello scorso anno per fornire indicazioni sull'andamento temporale della qualità dell'aria negli ultimi due anni.

L'analisi dei dati ci mostra, per tutti gli inquinanti, una tendenza discendente che per alcuni, come monossido di carbonio (CO), polveri totali sospese (PTS), e biossido di zolfo (SO₂) risulta molto marcata; mentre per biossido di azoto (NO₂), ozono (O₃), frazione respirabile delle particelle sospese (PM₁₀) e benzene, la diminuzione seppur presente risulta meno marcata e non può rappresentare una sicura indicazione di miglioramento della qualità dell'aria per questi parametri anche in considerazione delle differenti condizioni meteorologiche registrate nei primi tre mesi del 2000 rispetto allo stesso periodo del 1999.

RIFERIMENTI NORMATIVI

La legislazione nazionale relativa all'inquinamento atmosferico presenta una stratificazione temporale di numerosi provvedimenti che si sono succeduti nel tempo e non fornisce ancora un corpo legislativo razionale ed organico; è tutt'oggi in evoluzione in quanto sono in continuo sviluppo sia le conoscenze che gli strumenti di intervento e controllo.

I decreti più importanti in materia di qualità dell'aria sono il DPCM 28/03/83, il DPR 203/88, il DM 20/05/91 e i decreti specifici per le aree urbane: il DM 12/11/92, il DM 15/04/94, il DM 25/11/94, il DM 16/05/96 ed infine il DM 23/10/98 meglio noto come "Decreto sul Benzene", sostituito e modificato nella forma ma non nella sostanza, dal più recente DM 21/04/99

Il **DPCM 28/03/83** definisce i **limiti** massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad un gruppo di inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno; definisce i metodi di misura ed introduce il concetto di "**standard di qualità dell'aria**", a questi limiti si sono aggiunti i **valori guida** di qualità dell'aria in ambiente esterno ed i relativi metodi di campionamento e analisi, introdotti con il **DPR 203/88**.

La conoscenza dello stato e della dinamica della qualità dell'aria viene acquisita attraverso l'organizzazione e la gestione di un sistema di monitoraggio della qualità dell'aria così come definito nel **DM 20/05/91** che, all'art. 1 stabilisce anche gli obiettivi di una rete di rilevamento; essi sono :

- 1) individuare le cause che determinano i fenomeni di inquinamento ;
- 2) fornire, attraverso la misura di specie inquinanti e di parametri meteorologici, un insieme di dati rappresentativi relativi ai processi di inquinamento atmosferico al fine di avere un quadro conoscitivo che consenta una più efficace tutela della salute pubblica e del territorio ;
- 3) verificare la rispondenza di modelli fisico-matematici a rappresentare la dinamica spazio-temporale dei fenomeni dispersivi degli inquinanti in situazioni specifiche ;
- 4) fornire indicazioni sia per la valutazione sistematica dei livelli di inquinamento sia per la previsione di situazioni di emergenza ;

5) documentare il rispetto ovvero il superamento degli standard di qualità dell'aria nel territorio interessato

Questi obiettivi, che conglobano quelli previsti dal DPCM 28/03/83 e dal DPR 203/88 e cioè rispettivamente la tutela igienico-sanitaria delle persone o comunità esposte e la protezione dell'ambiente, non si limitano alla sola verifica del rispetto o meno degli standard di qualità dell'aria ma spaziano dalla previsione di episodi critici, alla verifica di modelli fisico-matematici, alla verifica dell'efficacia dei piani di risanamento e delle politiche ambientali.

Il decreto indica anche il numero e la collocazione delle stazioni di monitoraggio, che vengono suddivise in 4 tipologie (A, B, C, D), con riferimento alle caratteristiche della zona monitorata.

L'art.9 del **DM 20/05/91** introduce per la prima volta i **livelli di attenzione e di allarme** che sono stati successivamente definiti nei decreti del Novembre 92, aggiornati nell'Aprile 94, poi nel Novembre 94 ed ancora nell'Aprile 96.

Questi livelli, se superati, determinano lo stato di attenzione o di allarme a seguito del quale l'autorità competente (Sindaco), adotta i provvedimenti finalizzati a limitare l'inquinamento e l'esposizione della popolazione.

Il **DM 25/11/94** prescrive inoltre il monitoraggio di tre nuovi inquinanti: **Benzene**, Idrocarburi policiclici aromatici (**IPA**), frazione respirabile del particolato atmosferico (polveri di piccolissimo diametro che possono essere inalate) indicata con la sigla **PM10**.

Per questi inquinanti vengono indicati degli **obiettivi di qualità**, privi però di una precisa definizione giuridica.

Infine il **DM 23/10/98** (decreto sul Benzene), sostituito dal più recente **DM 21/04/99**, che fissa i criteri ambientali e sanitari in base ai quali i sindaci adottano misure di limitazione della circolazione, fornisce il supporto giuridico necessario, modificando gli obiettivi di qualità in **limiti di concentrazioni** medie (mobili) annuali che non devono essere superate.

Nonostante quest'ultimo decreto faccia un po' di chiarezza nell'interpretazione degli obiettivi di qualità, molti dubbi rimangono nella comprensione del rapporto tra i livelli di attenzione e di allarme da un lato e gli standard di qualità dell'aria dall'altro.

Sembra ovvio supporre che gli standard di qualità siano collegati alla prevenzione su periodi medi e lunghi, mentre i livelli di attenzione e allarme servano a prevenire situazioni di inquinamento acuto, anche di breve durata.

Tutto ciò non trova però conferma nelle incongruenze che si riscontrano per il monossido di carbonio, tra il livello di allarme (30 mg/m³) e lo standard di qualità (40 mg/m³), quest'ultimo nettamente più elevato del primo

RETE DI RILEVAMENTO COMUNE DI PERUGIA

Su iniziativa dell'Amministrazione Comunale, sostenuta dalla Regione dell'Umbria, è stata realizzata la rete di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico della città di Perugia.

Il progetto è stato approvato nell'ambito del Piano Triennale per la tutela Ambientale (PTTA 1994-96) ed è stato eseguito dalla Philips Automation S.p.A., che si è aggiudicata la gara europea indetta dal Comune di Perugia.

Tale progetto rappresenta il risultato di un'importante e funzionale sinergia tra i diversi Enti che, in ambito locale e nazionale, svolgono la loro attività in materia di ricerca, analisi e controllo della qualità dell'aria ed operano per garantirne l'effettivo miglioramento.

La rete di monitoraggio operante sul territorio Comunale è costituita da **4 centraline fisse** per la rilevazione in continuo della qualità dell'aria nel contesto urbano della città di Perugia.

Tutte le centraline sono collegate, tramite linea telefonica dedicata, ad una **centrale operativa**, ubicata presso il *Laboratorio del Dipartimento di Perugia dell' A.R.P.A.- Umbria*.

Successivamente, i dati validati sono trasferiti giornalmente, con un collegamento diretto, al *Comune di Perugia ed alla Regione dell'Umbria*.

E' stata attivata anche una postazione per l'informazione diretta alla cittadinanza, ubicata presso l'ufficio Infocom del Comune di Perugia in Piazza IV Novembre.

Inoltre i dati sono quotidianamente trasferiti su televideo regionale - RAI3 e possono essere riportati sul sito Internet del Comune di Perugia e dell' A.R.P.A. - Umbria.

La tipologia delle centraline e delle strumentazioni è stata scelta in riferimento alle vigenti normative (D.M. 20.5.1991).

Con l'attivazione della rete di monitoraggio, anche alla luce del recente DM del 21/04/1999, ci si prefigge principalmente di :

- a) documentare il rispetto ovvero il superamento degli standard di qualità dell'aria nel territorio posto sotto controllo.
- b) fornire indicazioni sia per la valutazione sistematica dei livelli di inquinamento sia per la previsione di situazioni di emergenza
- c) individuare le cause che determinano i fenomeni di inquinamento atmosferico
- d) fornire un insieme di dati rappresentativi relativi ai processi di inquinamento atmosferico, al fine di avere un quadro conoscitivo che consenta una più efficace tutela della salute pubblica e del territorio.

Il progetto, come detto, è stato elaborato e realizzato con riferimento alla normativa vigente in materia di controllo della qualità dell'aria, ai criteri di rilevamento ed elaborazione dei dati forniti dall'Istituto Superiore della Sanità (ISTISAN 87/5 e 87/6) ed alle indicazioni dello stesso Istituto relativamente alla progettazione ed alla gestione di una rete di rilevamento (ISTISAN 89/10).

Caratteristiche della rete

Così come richiesto dalla Regione Umbria (DGR n. 296 del 26.1.1994) la rete di rilevamento è articolata su quattro stazioni di cui, secondo quanto stabilito dal D.M.A. 20.5.1991,

n. 1 di tipo A (**Parco Cortonese**) (*“sulla quale misurare tutti gli inquinanti primari e secondari ed i parametri meteorologici di base nonché inquinanti non convenzionali. Tali postazioni debbono essere preferenzialmente localizzate in aree non direttamente interessate dalle sorgenti di emissione urbana”*); gli inquinanti ed i parametri monitorati sono i seguenti:

Polveri totali sospese (PTS), Biossido di Zolfo (SO₂), Ossido di carbonio (CO), Ossidi di azoto (NO, NO₂, NO_x), Ozono (O₃), Meteo completo (DV/ VV; T; P; UR%; RST/N; RUVA) Pioggia.

n. 1 di tipo B (**Via della Scuola Ponte San Giovanni**) (*“situata in zona ad elevata densità abitativa nella quale misurare la concentrazione di alcuni inquinanti primari e secondari con particolare riferimento a NO₂, idrocarburi, materiale particellare in sospensione”*); gli inquinanti ed i parametri monitorati sono i seguenti:

Polveri totali sospese/respirabili (PTS/PM₁₀), Ossidi di azoto (NO, NO₂, NO_x), Ozono (O₃), Meteo (DV/VV).

n. 2 di tipo C (**Fontivegge e Porta Pesa**)

Postazione di **Fontivegge - Centralina di tipo C** (*“situata in zona ad elevato traffico per la misura degli inquinanti emessi direttamente dal traffico autoveicolare - CO, idrocarburi volatili - situata in zona ad alto rischio espositivo quali strade ad elevato traffico e bassa ventilazione”*) gli inquinanti ed i parametri monitorati sono i seguenti:

Frazione respirabile delle polveri (PM₁₀), Ossidi di azoto (NO, NO₂, NO_x), Ossido di carbonio (CO), Benzene (BTX), Meteo (DV/VV, RUVA; RST/N)

Postazione di **Porta Pesa - Centralina di tipo C** (*“idem come sopra”*) gli inquinanti ed i parametri monitorati sono i seguenti:

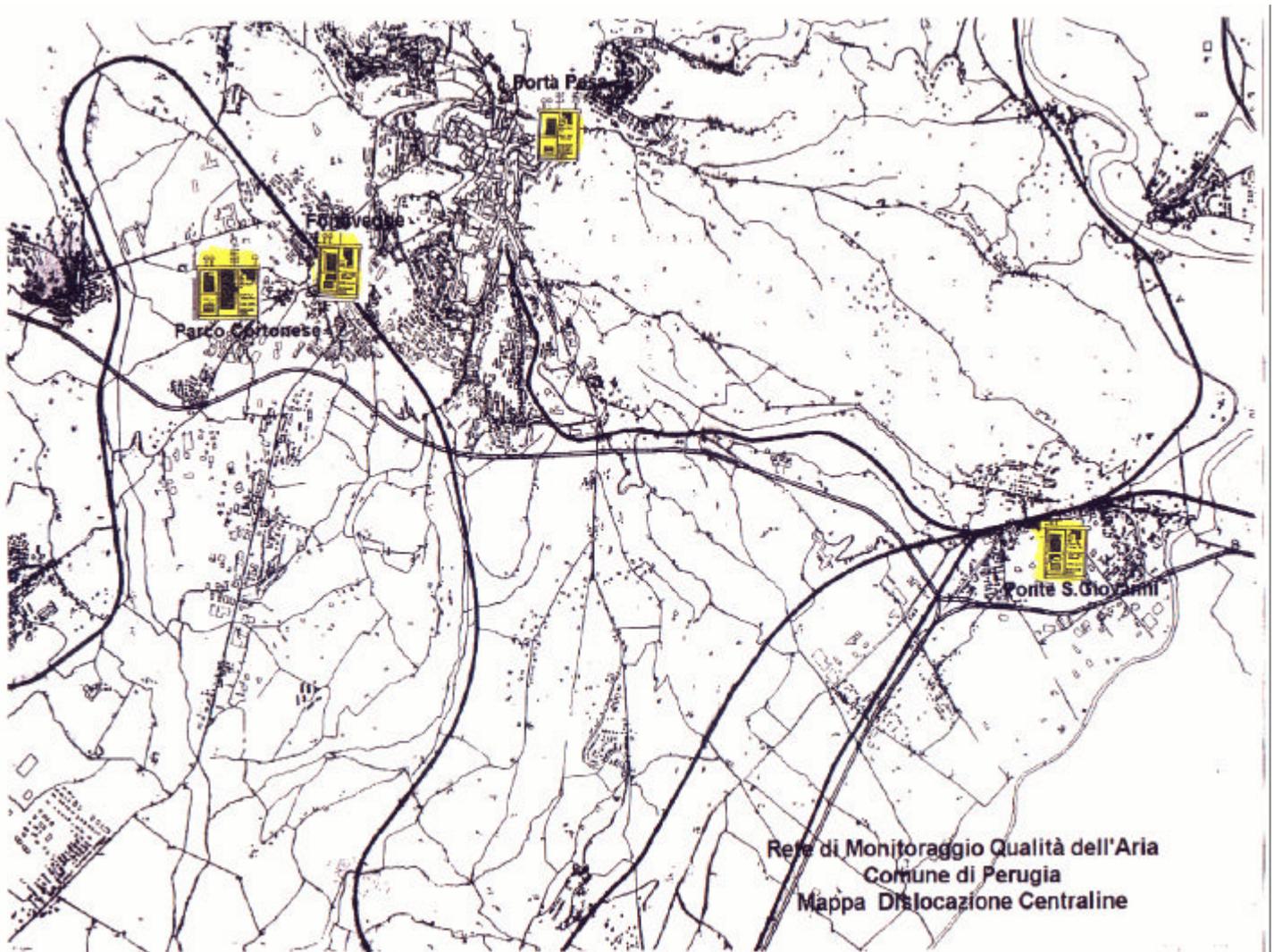
Polveri totali sospese (PTS), Ossidi di azoto (NO, NO₂, NO_x), Ossido di carbonio (CO), Idrocarburi non metanici (HCNM), Metano (CH₄), Meteo (DV/VV).

Tutte le centraline sono collegate con una unità centrale di raccolta ed elaborazione dei dati.

Il Centro di elaborazione dati (CED) della rete di monitoraggio rappresenta il supervisore di tutto ciò che accade in periferia. dal centro è possibile controllare il funzionamento delle stazioni e visualizzare in tempo reale l'andamento dei parametri monitorati.

La Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria nel Comune di Perugia.

Perugia





Parco Cortonese



Ponte S. Giovanni



Fontivegge





La configurazione del CED prevede 3 personal computer collegati in rete locale:

1. unità di gestione rete e data base (server), con sistema operativo SCOUNIX, con dispositivi per la gestione delle linee di trasmissione dati, interfaccia per rete locale e gruppo di continuità per gestire le interruzioni di alimentazione;
2. unità di supervisione e presentazione dati (client), in ambiente Windows, da cui è possibile validare ed elaborare i dati ambientali raccolti ed organizzarli in grafici e tabelle;
3. un personal computer di regia con compiti di presentazione dei dati al pubblico, in postazioni remote dotate di CD interattivo.

Il sistema adottato permette di misurare i seguenti inquinanti: Biossido di zolfo (SO_2), - .Monossido di carbonio (CO), - Ossidi di azoto (NO_x), -.Polveri totali sospese (PTS), - Piombo (Pb) - Ozono - (O_3) -.Metano (CH_4) -.Idrocarburi non metanici (NMHC) - Benzene - PM10, riferibili sostanzialmente alle emissioni causate dal traffico cittadino ed alle attività di riscaldamento domestico, e tutti i parametri meteo-climatici.

La posizione delle centraline è stata scelta tenendo conto delle numerose variabili connesse alle condizioni del traffico, alla densità abitativa, alle caratteristiche orografiche e meteorologiche della città di Perugia.

Delle quattro postazioni, una è collocata a ridosso della zona ZTL (Porta Pesa), una nella zona di più recente urbanizzazione (Ponte San Giovanni), una in corrispondenza di

un'area ad elevata densità di traffico (Fontivegge) ed una, infine, all'interno di un parco urbano (parco Cortonese).

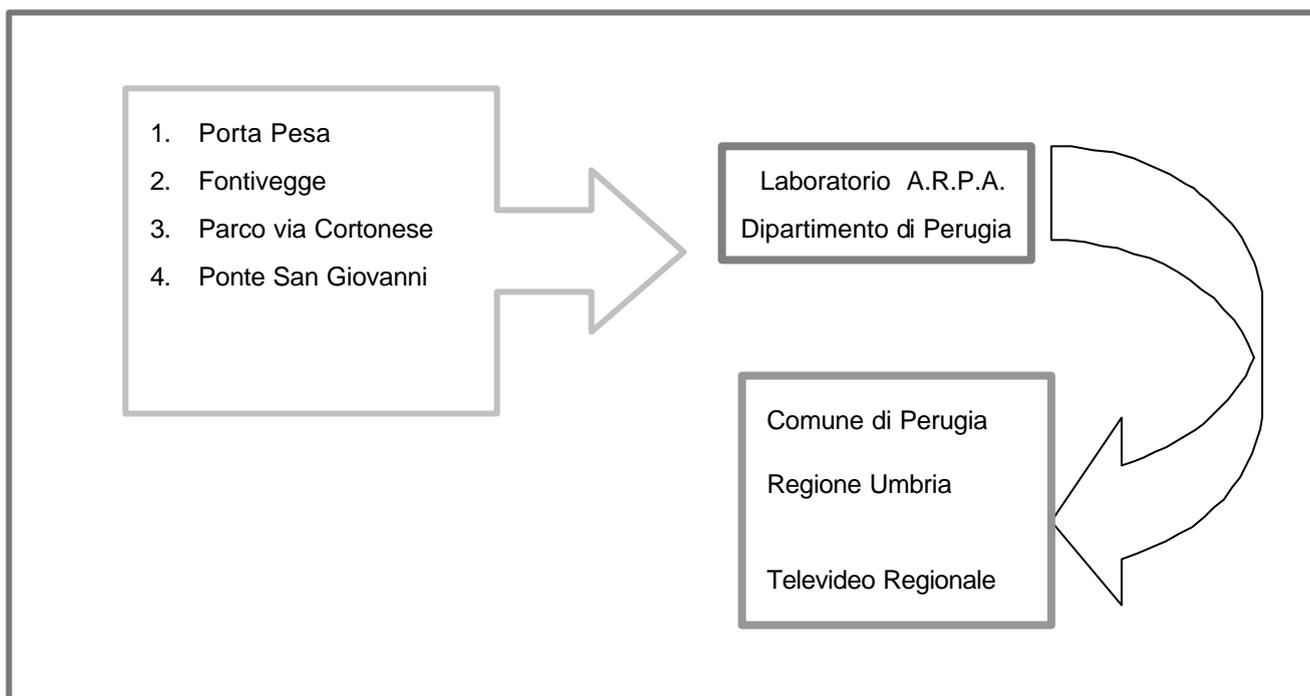
Esse possono essere considerate ampiamente rappresentative della complessa situazione della città riuscendo ad evidenziare chiaramente i diversi livelli di eventuale degrado della qualità dell'aria nelle diverse zone.

La centralina di parco Cortonese è stata inserita nella rete nazionale di rilevamento di qualità dell'aria in quanto ritenuta rappresentativa, per completezza di strumentazione e per localizzazione, di un territorio molto più vasto.

La collocazione del CED (per la raccolta ed elaborazione dei dati ed il controllo della funzionalità delle strumentazioni) all'interno del *Laboratorio del Dipartimento di Perugia dell' A.R.P.A.- Umbria*, garantisce la qualità dei dati, che giornalmente sono validati da tecnici di tale struttura.

Il Laboratorio ha al suo interno personale altamente qualificato, che gestisce sistemi di rilevazione della qualità dell'aria e che ha partecipato ad un corso di preparazione all'uso dei sistemi (strumentazioni e software) fornito dalla Philips Automation S.p.A.

SCHEMA DI FLUSSO DEI DATI



Contestualmente all'attivazione della rete e per dare piena attuazione agli indirizzi normativi, si è provveduto a definire **i criteri per l'individuazione degli stati di attenzione e di allarme**, utili per l'attività dell'Amministrazione Comunale ai fini dell'informazione alla popolazione sugli episodi di superamento dei limiti, sui provvedimenti adottati, sulle relative motivazioni, sulla loro prevedibile durata e sugli eventuali comportamenti da adottare per limitare l'esposizione dei gruppi più sensibili.

Con Riferimento all'allegato I, tabella I del D.M. 15/04/94 come modificata dal D.M. 25/11/94 sono definiti i seguenti stati di attenzione e di allarme.

La tabella II dell'allegato I al D.M. 15/04/94 è applicabile alla rete del Comune di Perugia con riferimento alle tipologie A, B e C delle stazioni di rilevamento :

	Livello di attenzione	Livello di allarme	Lo stato di attenzione o allarme è raggiunto se il superamento avviene
Biossido di Azoto $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media oraria	200	400	nel 50% delle stazioni di tipo A e B (Cortonese e Ponte San Giovanni)
Ossido di Carbonio mg/m^3 media oraria	15	30	nel 50% delle stazioni di tipo A e C (Cortonese, Fontivegge, Porta Pesa)
Particelle sospese $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media 24 ore	150	300	nel 50% delle stazioni di tipo A, B e C (Cortonese, P. San Giovanni, Porta Pesa)
Biossido di Zolfo $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media 24 ore	125	250	nel 50% delle stazioni di tipo A, B e C (Cortonese)
Ozono $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media oraria	180	360	in una qualsiasi stazione di tipo A o D (Cortonese)

- Gli stati di Attenzione e di Allarme vengono raggiunti quando si verifica, nel corso del ciclo di rilevamento di 24 ore, il superamento, anche non contemporaneo, dei relativi livelli in un numero e tipo di postazioni uguale o superiore a quello indicato.
- Per l'inquinante ozono, lo stato di attenzione e di allarme viene dichiarato al raggiungimento di concentrazioni in aria, **pari** o superiori ai rispettivi livelli (DM.16 maggio 1996).

Lo stato di Attenzione e di Allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane sono così definiti all'art.2 del DM. 14/04/94 :

- **Stato di Attenzione** : una situazione di inquinamento atmosferico che, se persistente, determina il rischio che si raggiunga lo stato di allarme.

- **Stato di Allarme** : una situazione di inquinamento atmosferico suscettibile di determinare una condizione di rischio ambientale e sanitario.

➤ Per quanto concerne l'informazione quotidiana ai cittadini è stato adottato il seguente giudizio sintetico di Qualità dell'Aria, diffuso attraverso INFOCOM e ad eventuali altri mezzi di informazione.

<i>GIUDIZIO SINTETICO DI QUALITÀ DELL'ARIA</i>					
		Buona	Accettabile	Scadente	Pessima
CO	mg/m ³ *	< 7,5	< 15	< 30	> 30
NO₂	ug/m ³ *	< 100	< 200	< 400	> 400
O₃	ug/m ³ *	< 90	< 180	< 360	> 360
SO₂	ug/m ³ °	< 60	< 80	< 125	> 125
PTS	ug/m ³ °	< 40	< 150	< 300	> 300
PM10	ug/m ³ °	< 40	< 60	< 150	> 150
Benzene	mg/m ³ °	< 10	< 15	< 30	> 30

* valore max. orario

° valore medio giornaliero

Gli inquinanti scelti per esprimere il giudizio sintetico di qualità dell'aria sono quelli per i quali la normativa nazionale fissa i livelli di Attenzione e di Allarme, come CO, NO₂, O₃, PTS, SO₂ e quelli per i quali sono stati definiti i valori obiettivo di qualità, come Benzene e PM10.

PARAMETRI METEOCLIMATICI

Radiazione solare

La radiazione solare è uno dei parametri più significativi per la definizione del grado di instabilità atmosferica che caratterizza il PBL (Planetary Boundary Layer).

In generale una maggiore intensità della radiazione solare innalza il livello di turbolenza convettiva che favorisce il rimescolamento degli inquinanti.

La radiazione solare è inoltre un ottimo catalizzatore per una numerosa serie di reazioni chimiche che subiscono gli inquinanti presenti in atmosfera.

In particolare l'intensità dei fenomeni di inquinamento secondario di origine fotochimica aumenta all'aumentare dell'intensità della radiazione solare.

E' noto che le più alte concentrazioni di ozono ed i più alti rapporti tra le concentrazioni di biossido di azoto e quelle del monossido di azoto si verificano nei mesi di massima insolazione.

L'anno 2000 presenta massime intensità nel mese di giugno con $23,7 \text{ mW/cm}^2$ e minime intensità nel mese di dicembre con $4,4 \text{ mW/cm}^2$, che corrispondono ai mesi di massima e minima energia media fornita dal sole, unitamente alla maggiore estensione temporale del periodo di luce nel mese estivo rispetto al mese di dicembre.

Inoltre si evidenzia che le intensità di radiazione più elevate si registrano in corrispondenza dell'intervallo orario compreso tra le 14.00 e le 15.00, con valori compresi tra 75 e 93 mW/cm^2 .

Campo anemologico

Il campo anemologico presente nella città di Perugia è determinato in modo significativo sia dalla natura delle perturbazioni a scala sinottica che dai regimi di brezza a scala locale data la sua estensione verticale che passa dai 270 metri di Pian di Massiano ai 493 metri di Porta Sole.

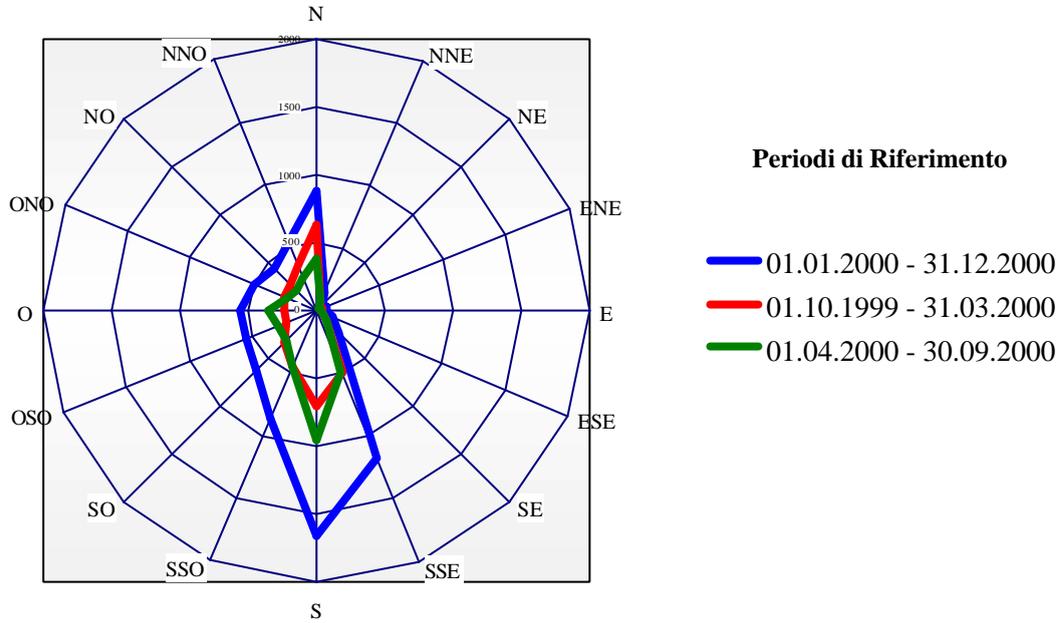
Nel periodo monitorato il regime del vento si è caratterizzato per due direzioni preferenziali :

- con direttrice **Nord - Sud**, con prevalenza della direzione da **Sud** sia nel semestre estivo che in quello invernale, nella postazione di Parco Cortenese ;

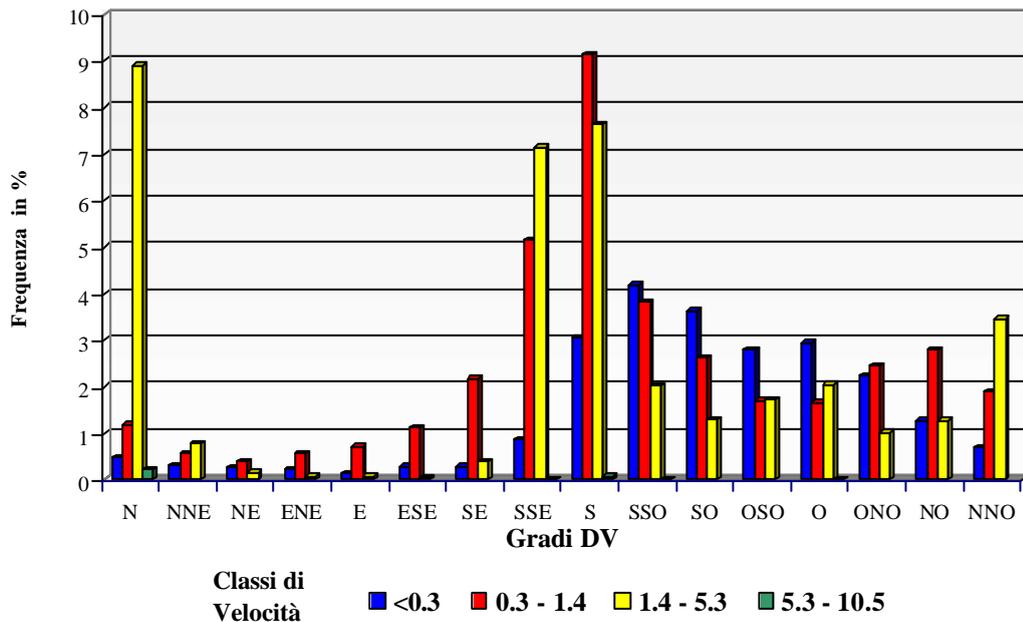
■ con direttrice **nordest - sudovest**, con prevalenza della direzione da **nordest** anche in questo caso in entrambi i semestri.

Le classi di intensità più frequente del vento sono risultate quelle con valori di velocità fino a 1,5 m/s, per Ponte S. Giovanni e per Il Parco Cortonese, con regime di brezze leggere e con circa il 24% di ore di **calma** di vento nell'anno (circa un quarto).

MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA PERUGIA
Frequenza Direzione Vento



MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA PERUGIA
DV e VV - Distribuzione Frequenze



La Temperatura

La temperatura dell'aria influenza in diversi modi i fenomeni di inquinamento atmosferico.

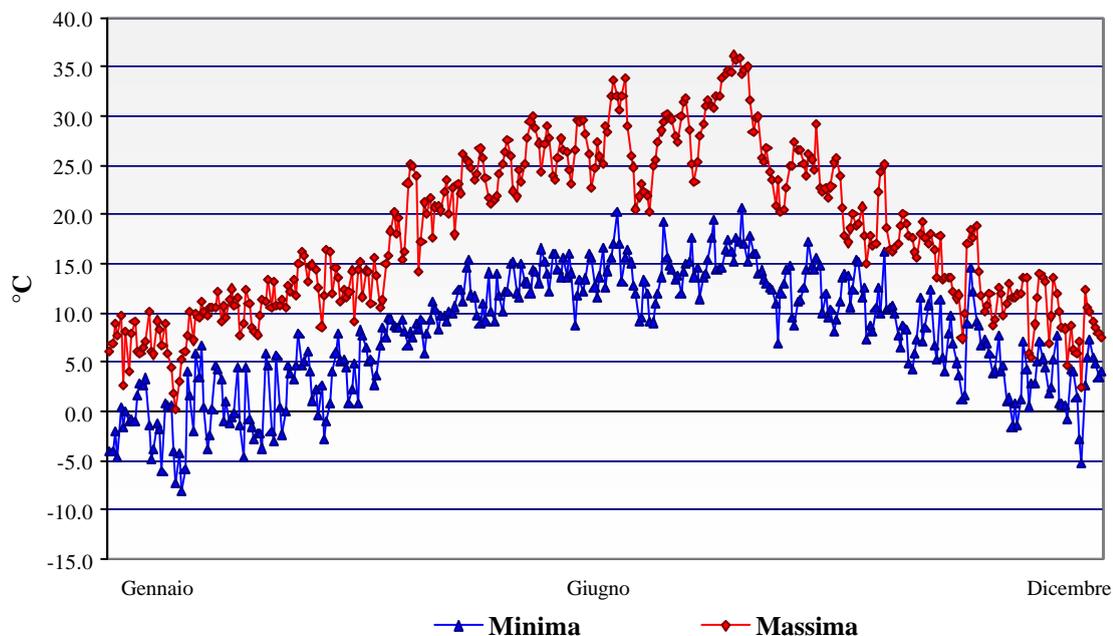
In primo luogo nel periodo invernale si ha un aumento delle emissioni derivanti dagli impianti termici per il riscaldamento degli edifici ; inoltre in corrispondenza di temperature più fredde si possono avere emissioni più elevate di alcuni inquinanti quali il monossido di carbonio che nelle aree urbane è emesso principalmente dal traffico autoveicolare.

La temperatura ambiente influenza infine in modo determinante un serie di trasformazioni chimiche quali il passaggio in soluzione acquosa degli inquinanti atmosferici e le velocità di numerose reazioni chimiche che contribuiscono a modificare l'andamento delle concentrazioni degli inquinanti presenti in atmosfera.

A causa della sua estensione verticale, le inversioni termiche nella stagione invernale, evidenziate dallo strato di nebbia che si può osservare dai punti panoramici del centro storico, sono un fenomeno molto frequente per la città di Perugia.

Nel periodo monitorato è stata rilevata una temperatura minima invernale di -8.2°C (27/01/2000) ed una temperatura massima estiva di 36.2°C (21/08/2000).

MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA PERUGIA
Andamento Temperatura Anno 2000



Umidità Relativa

Il ruolo dell'umidità relativa nell'influenzare i fenomeni di inquinamento atmosferico, non è ancora sufficientemente definito.

Nelle aree urbane interessate da elevati livelli di inquinamento atmosferico in presenza di elevata umidità relativa, soprattutto in corrispondenza di condizioni di nebbia, si verificano significativi trasferimenti di massa per alcuni inquinanti dalla fase gassosa alla fase acquosa.

Queste nebbie costituiscono una delle modalità con cui si possono verificare le così dette "*deposizioni occulte*".

Queste deposizioni, cariche di inquinanti reattivi presenti nelle soluzioni acquose delle goccioline, venendo a contatto con le foglie delle piante e con i materiali degli edifici e dei monumenti possono essere causa di processi di deterioramento anche consistenti.

Pressione Atmosferica

La pressione atmosferica, con riferimento all'altitudine del punto di misura rispetto al livello del mare, ha una variabilità spaziale più limitata rispetto alla temperatura, all'umidità relativa e al campo anemologico.

La pressione atmosferica fornisce informazioni su scala più vasta e quindi di carattere sinottico.

In particolare la sua variazione temporale è uno degli indici principali su cui si basano le previsioni sull'evoluzione dei fenomeni meteorologici, che sono fondamentali per effettuare anche delle previsioni sull'evoluzione dell'inquinamento atmosferico.

Stabilità atmosferica

Le condizioni di stabilità ovvero di turbolenza atmosferica sono fondamentali per la dispersione o meno degli inquinanti emessi.

La turbolenza può essere di natura convettiva e quindi indotta dall'irraggiamento solare della superficie terrestre; oppure di natura meccanica, dovuta all'interazione tra il campo anemologico e la superficie terrestre.

Le condizioni di stabilità atmosferica sono definite attraverso l'attribuzione di differenti categorie di stabilità (Pasquill Gifford).

In particolare, secondo questa classificazione, alle categorie utilizzate corrispondono le seguenti condizioni:

Categoria di Pasquill **A**: - condizioni di forte instabilità tipica dei pomeriggi estivi con elevato irraggiamento **solare** e bassa ventosità.

Categoria di Pasquill **B**: - condizioni di moderata instabilità tipica dei pomeriggi invernali assolati e delle stagioni intermedie con moderata ventosità.

Categoria di Pasquill **C**: - condizioni di debole instabilità atmosferica, più frequente in presenza di debole irraggiamento solare ovvero di elevata ventosità.

Categoria di Pasquill **D** : - condizioni di neutralità, più frequente nelle ore notturne con cielo coperto e moderata ventosità.

Categoria di Pasquill **E** : - condizioni di debole stabilità tipica delle notti con cielo prevalentemente sereno.

Categoria di Pasquill **F** : - condizioni di forte stabilità atmosferica tipica delle notti serene con leggera ventosità.

INQUINANTI MONITORATI E LORO CARATTERISTICHE

Particolato Totale Sospeso (PTS)

Le polveri totali sospese (particolato) sono costituite da un miscuglio di particelle carboniose, fibre, silice, metalli, particelle liquide le quali a loro volta possono essere costituite da inquinanti allo stato liquido o sciolti in acqua (NOx, SOx).

La presenza di particolato è in gran parte dovuta a processi di combustione incompleta di derivati del petrolio, sia di origine industriale che domestica che da traffico autoveicolare.

Per quanto riguarda gli agglomerati urbani e la città di Perugia in particolare, le due fonti da considerare sono l'origine domestica (riscaldamento) e il traffico autoveicolare.

Il particolato sospeso in aria costituisce un aerosol di cui la frazione contenente particelle con diametro inferiore a 30 µm può raggiungere le prime vie respiratorie mentre quella contenente particelle di diametro inferiore a 2,5 - 3,0 µm è più propriamente detta respirabile, in quanto può raggiungere gli alveoli polmonari e qui causare danni più o meno importanti a seconda della natura del particolato.

La frazione infine che contiene particelle di diametro inferiore a 0,5 µm non si deposita ma viene riemessa durante la fase di espirazione.

La frazione di particolato che più facilmente può essere trattenuta nei polmoni, è quella costituita da particelle di diametro di circa 1 µm e la cui potenziale pericolosità per la salute è rappresentata dall'azione indiretta del particolato, che può fungere da veicolo per altri microinquinanti come nel caso di particelle carboniose, le quali possono contenere adsorbiti idrocarburi cancerogeni, che aggravano il rischio di patologie respiratorie.

Valori limite di qualità dell'aria

150 (microgrammi/m³) media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno: (1 aprile - 31 marzo)

300 (microgrammi/m³) 95° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno: (1 aprile - 31 marzo)

Livello di attenzione

150 (microgrammi/m³) media giornaliera

Livello di allarme

300 (microgrammi/m³) media giornaliera

Valori guida

media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno:
da 40 a 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 aprile - 31 marzo)

media giornaliera: da 100 a 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Ossido di Carbonio (CO).

L'ossido di carbonio è un gas inodore che deriva dalla combustione incompleta dei combustibili ; è un tipico inquinante da traffico autoveicolare, è un potente veleno ad elevate concentrazioni, gli effetti sull'uomo sono legati alla caratteristica di interferenza sul trasporto di ossigeno (formazione di carbossemoglobina) ai tessuti, in particolare al sistema nervoso centrale.

Non sono stati riscontrati effetti particolari nell'uomo per concentrazioni di carbossemoglobina inferiori al 2% corrispondente ad un'esposizione per 90' a 47 mg/m^3 ; se l'esposizione sale ad 8 ore, concentrazioni di CO di 23 mg/m^3 non possono essere considerate ininfluenti per particolari popolazioni a rischio, quali soggetti con malattie cardiovascolari e donne in gravidanza.

E' raccomandabile quindi un valore limite non superiore a 10-11 mg/m^3 su 8 ore, a protezione della salute in una popolazione generale e di 7-8 mg/m^3 su 24 ore(CCTN, 1995).

Nelle aree urbane l'ossido di carbonio è emesso in prevalenza dal traffico autoveicolare, esso viene considerato come il tracciante di riferimento durante tutto il corso dell'anno, per questo tipo di inquinamento.

L'ossido di carbonio è un inquinante primario con un tempo di permanenza in atmosfera relativamente lungo (circa quattro mesi) e con una bassa reattività chimica; pertanto le concentrazioni in aria di questo inquinante sono ben correlate all'intensità del traffico in vicinanza del punto di rilevamento.

Inoltre la concentrazione spaziale su piccola scala del CO risente in modo rilevante dell'interazione tra le condizioni micrometeorologiche e la struttura topografica delle strade.

L'intensità e la direzione del vento rispetto all'asse stradale e rispetto all'altezza degli edifici ai bordi della strada e la larghezza della stessa, possono influenzare in maniera determinante i valori di concentrazione dell'ossido di carbonio (effetto Canyon).

Valori limite di qualità dell'aria

10 mg/m^3 media di 8 ore

40 mg/m^3 media oraria

Livello di attenzione

15 mg/m^3 media oraria

Livello di allarme

30 mg/m^3 media oraria

Ossidi di Azoto (NO_x)

Numerosi sono i rapporti di combinazione dell'azoto con l'ossigeno per formare una serie di ossidi che vengono classificati in funzione dello stato di ossidazione dell'azoto.

N ₂ O	Ossido di diazoto (Protossido di azoto).
NO	Ossido di azoto.
N ₂ O ₃	Triossido di diazoto (Anidride nitrosa).
NO ₂	Biossido di azoto.
N ₂ O ₄	Tetrossido di diazoto (Ipoazotide).
N ₂ O ₅	Pentossido di diazoto (Anidride nitrica).

Le specie chimiche presenti in aria come inquinanti naturali ed antropogenici e che destano maggiori preoccupazioni in termini di inquinamento atmosferico, sono essenzialmente ossido e biossido di azoto (NO ed NO₂).

Ossido di Azoto (NO).

L'ossido di azoto è un inquinante primario che si genera in parte direttamente nei processi di combustione per reazione diretta tra azoto ed ossigeno dell'aria che, a temperature maggiori di 1200°C, producono principalmente NO ed in misura ridotta NO₂; in parte da emissioni naturali come eruzioni vulcaniche, incendi, fulmini ed emissioni dal suolo dovute a processi biologici.

Le principali emissioni antropogeniche di NO sono dovute ad attività civili ed industriali che comportano processi di combustione come nei trasporti (veicoli con motore diesel, benzina, GPL, ecc.) e nella produzione di calore ed elettricità.

Biossido di Azoto (NO₂).

Il biossido di azoto si forma come prodotto secondario per reazione dell' NO con l'aria in presenza di ozono.

Il tempo di permanenza medio degli ossidi di azoto nell'atmosfera è breve, circa tre giorni per l'NO₂ e circa quattro giorni per l' NO.

La formazione di ossidi di azoto è strettamente correlata agli elevati valori di pressione e temperatura che si realizzano all'interno delle camere di combustione dei motori.

L'NO₂ è tra gli ossidi di azoto l'unico ad avere rilevanza tossicologica, è infatti un irritante delle vie respiratorie e degli occhi, tale gas è in grado di combinarsi con l'emoglobina modificandone le proprietà chimiche e fisiologiche con formazione di metaemoglobina che non è più in grado di trasportare ossigeno ai tessuti.

In presenza di O₃ e idrocarburi, dà luogo a reazioni fotochimiche che portano alla formazione del così detto smog fotochimico con accentuazione degli effetti sulle funzioni respiratorie e la manifestazione di forme di allergie ed irritazioni.

Gli ossidi di azoto, in presenza di umidità, si trasformano in acido nitrico contribuendo così al manifestarsi del fenomeno delle piogge acide con conseguenze importanti sugli ecosistemi terrestri ed acquatici

Valori limite di qualità dell'aria

200 microgrammi/m³ 98° percentile delle concentrazioni medie di un'ora rilevate nell'arco di un anno: (1 gennaio - 31 dicembre)

Livello di attenzione

Livello di allarme

200 microgrammi /m³ media oraria 400 microgrammi /m³ media oraria

Valori guida

50 microgrammi / m³ 50° percentile (mediana) delle concentrazioni medie di un'ora rilevate nell'anno: (1 gennaio - 31 dicembre)

135 microgrammi /m³

98° percentile delle concentrazioni medie di un'ora rilevate nell'anno:(1 gennaio - 31 dicembre)

Biossido di zolfo (SO₂)

Il biossido di zolfo si produce per combustione di ogni materiale contenente zolfo, in questo processo insieme al biossido o anidride solforosa (SO₂), si produce anche anidride solforica (SO₃).

I due composti SO₂ ed SO₃ (indicati con il termine generale SO_x), sono i principali inquinanti atmosferici da ossidi di zolfo e le loro caratteristiche principali sono l'assenza di colore, l'odore pungente, la reattività con l'umidità dell'aria, che porta alla formazione di acido solforico presente nelle piogge acide.

Il biossido di zolfo è un forte irritante delle vie respiratorie; l'esposizione prolungata a concentrazioni di alcuni mg/mc di SO₂ possono comportare incremento di faringiti, affaticamento e disturbi a carico dell'apparato sensorio.

E' accertato un effetto irritativo sinergico in caso di esposizione combinata con il particolato, dovuto probabilmente alla capacità di quest'ultimo di veicolare l' SO₂ nelle zone respiratorie del polmone profondo interferendo con le funzioni dell'epitelio ciliare.

Le principali fonti di inquinamento sono costituite dai processi di combustione di combustibili in cui lo zolfo è presente come impurezza (carbone, olio combustibile, gasolio).

Valori limite di qualità dell'aria

80 microgrammi/m³

mediana delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno: (1 aprile - 31 marzo)

250 microgrammi /m³

98° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'anno:(1 aprile - 31 marzo)

130 microgrammi /m³

mediana delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate durante l'inverno: (1 ottobre - 31 marzo)

Livello di attenzione

Livello di allarme

125 microgrammi /m³

media giornaliera

250 microgrammi /m³

media giornaliera

Valori guida

da 40 a 60 microgrammi /m³ media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco dell'anno:1 aprile - 31 marzo)

da 100 a 150 microgrammi /m³ valore medio delle 24 ore (dalle 00 alle 24 di ciascun giorno)

Ozono (O₃)

L'ozono è un inquinante secondario che raramente viene emesso direttamente da fonti civili o industriali.

Esso si presenta in concentrazioni rilevanti nel periodo estivo a seguito di reazioni fotochimiche, favorite dalla presenza di precursori quali ossidi di azoto e idrocarburi, emessi essenzialmente da traffico autoveicolare, sotto l'azione di radiazioni UV con lunghezza d'onda minore di 420nm.

L'ozono è un gas incolore dal forte potere ossidante e di odore caratteristico percettibile già a concentrazioni di 100µg/m³.

E' un inquinante molto tossico per l'uomo, è un irritante per tutte le membrane mucose ed una esposizione critica e prolungata può causare tosse, mal di testa e perfino edema polmonare.

L'ozono è, fra gli inquinanti atmosferici, quello che svolge una marcata azione fitotossica nei confronti degli organismi vegetali, con effetti immediatamente visibili di necrosi fogliare ed effetti meno visibili come alterazioni enzimatiche e riduzione dell'attività di fotosintesi.

Gli inquinanti primari che contribuiscono alla formazione di ozono sono anche quelli che, attraverso una complessa catena di reazioni fotochimiche favorite da un elevato irraggiamento solare, ne possono provocare la rapida distruzione.

E' per questa ragione che l'ozono viene prevalentemente monitorato in zone suburbane e parchi ove, per la minore presenza di inquinamento, la sostanza è più stabile e la concentrazione raggiunge i valori più elevati.

Valore limite di qualità dell'aria

200 (microgrammi/ m³)

concentrazione media di un ora da non raggiungere più di una volta al mese

Livello di attenzione

Livello di allarme

180 (microgrammi/ m³) media oraria

360 (microgrammi/ m³) media oraria

Soglia per la protezione della salute

110 (microgrammi/ m³) concentrazione media di 8 ore

Soglia per la protezione della vegetazione

200 (microgrammi/ m³) concentrazione media di 1 ora
65 (microgrammi/ m³) concentrazione media di 24 ore

Piombo (Pb)

Il piombo di provenienza autoveicolare è emesso esclusivamente da motori a benzina in cui è contenuto sotto forma di piombo tetraetile e/o tetrametile con funzioni di antidetonante.

Alla benzina sono aggiunti composti alogenati che reagendo con l'antidetonante inibiscono la formazione di ossidi di piombo che potrebbero danneggiare il motore ; in tal modo nell'ambiente vengono introdotti un numero notevole di derivati del piombo (cloruri, bromuri, ossidi).

Negli agglomerati urbani tale sorgente rappresenta pressochè la totalità delle emissioni di piombo e la granulometria dell'aerosol che lo contiene si colloca quasi integralmente nella frazione respirabile.

La conoscenza dell'azione tossica del piombo e del saturnismo come fenomeno più grave ed evidente, ha portato ad una drastica riduzione delle possibili fonti di intossicazione, sia nel campo industriale che in quello civile.

L'esposizione al piombo presente nelle atmosfere urbane e di provenienza autoveicolare, essendo un fenomeno quotidiano e protratto per l'intero corso della vita, può determinare a causa del suo accumulo all'interno dell'organismo, effetti registrabili come forma patologica.

Il legislatore è intervenuto in questo campo abbassando il contenuto di piombo nelle benzine ad un valore di 0.15 g/l, con una conseguente riduzione del 63% delle emissioni di piombo per litro di benzina.

L'adozione generalizzata della benzina "verde" (0.013 g/l di Pb) dal 1° gennaio 2002, potrebbe portare questa riduzione al 97% col che verrebbe praticamente eliminato il contributo della circolazione autoveicolare alla concentrazione in aria di questo metallo.

Valore limite di qualità dell'aria

2 (microgrammi/ m³) media aritmetica delle concentrazioni
giornaliere rilevate nell'arco dell' anno

Idrocarburi non metanici (NMHC)

Gli idrocarburi non metanici costituiscono un insieme di specie e di classi di natura organica caratterizzate da basse tensioni di vapore e quindi presenti in aria in fase gassosa a temperatura ambiente.

Il numero di sostanze organiche osservate in atmosfera è molto alto e comprende sia idrocarburi propriamente detti (contenenti solo carbonio e idrogeno), che sostanze ossigenate come aldeidi, chetoni, acidi, alcoli ecc.

Le emissioni antropogeniche sono dovute a combustioni incomplete ed alla evaporazione di carburanti e solventi.

Le emissioni naturali, che a livello globale sono dello stesso ordine di grandezza delle emissioni antropogeniche, sono dovute alla degradazione di materiale organico (acidi organici) ed all'emissione diretta della vegetazione, come i monoterpeni e l'isoprene.

Questi composti hanno un ruolo molto importante nella produzione di specie ossidanti che in atmosfera conducono alla formazione di inquinanti secondari, responsabili dello smog fotochimico.

Valore limite di qualità dell'aria

200 (microgrammi/ m³)

concentrazione media di 3 ore consecutive (in un periodo del giorno da specificarsi secondo le zone e da adottarsi solo se si siano verificati superamenti *significativi* dello standard di qualità per l'ozono).

Frazione Respirabile delle Particelle Sospese (PM10)

Con la sigla PM10 si definisce il materiale particellare (particolato), costituito da polvere, fumo, microgocce di inquinanti liquidi, trasportati dal vento e di dimensioni minori di 10 μm , che può essere inalato e che può raggiungere il polmone profondo ed interferire con l'attività respiratoria dei bronchioli e degli alveoli polmonari.

Le fonti di emissione di questa frazione fine in aree urbane sono imputabili quasi esclusivamente al traffico.

La loro pericolosità per la salute è esaltata dal fatto che queste polveri fini spesso contengono adsorbiti numerosi microinquinanti molto nocivi per l'uomo, come ad esempio metalli pesanti in traccia ed idrocarburi policiclici aromatici, che possono causare infiammazioni, fibrosi e neoplasie.

Inoltre possono comportare un'alterazione delle proprietà fisiche dell'atmosfera come ad esempio influire sulle caratteristiche di visibilità per diametri delle particelle maggiori di 1 μm , intercettando o disperdendo la luce in proporzione alla loro sezione.

Se invece il loro diametro è inferiore a 0.1 μm possono causare rifrazione della luce alla lunghezza d'onda del visibile.

Valore limite obiettivo di qualità dell'aria

40 (microgrammi/ m^3)

media mobile delle concentrazioni medie di
24 ore rilevate nell'arco di un anno

Benzene

Il benzene è un composto aromatico presente nelle benzine in concentrazioni variabili fino a qualche punto percentuale.

In Italia dal 1 luglio 1998, la concentrazione del benzene nei carburanti non può superare il valore dell' 1%.

Il benzene è un composto molto volatile e può disperdersi nell'aria sia per evaporazione dai serbatoi che durante il rifornimento, tuttavia la massima parte del benzene che viene emesso dagli autoveicoli deriva sia dalla combustione incompleta di questa sostanza nel motore sia dalla produzione della stessa per sintesi, a partire da altri composti organici costituenti la benzina, durante il processo di combustione.

La sola riduzione del tenore di benzene nelle benzine non è pertanto sufficiente a ridurre le emissioni, ma è necessario completare il processo di combustione delle frazioni incombuste prima dello scarico, attraverso l'uso di marmitte catalitiche in grado di abbattere le emissioni fino a 7 volte rispetto agli autoveicoli non catalizzati.

Negli ambienti chiusi, il contributo maggiore all'esposizione è attribuibile al fumo di tabacco.

A causa della accertata cancerogenicità di questo composto, lo IARC lo ha classificato nel gruppo 1 dei cancerogeni per l'uomo e pertanto non è possibile raccomandare una soglia di sicurezza per la sua concentrazione in aria.

L'esposizione a questa sostanza deve essere ridotta al massimo possibile poiché da studi condotti dall' E.P.A. e dall' O.M.S., risulterebbero da 4 a 10 casi aggiuntivi di leucemia, per milione di persone esposte alla concentrazione di 1 µg/mc per tutta la vita.

Valore limite obiettivo di qualità dell'aria

10 (microgrammi/m³)

media mobile delle concentrazioni medie di
24 ore rilevate nell'arco di un anno

Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).

Gli idrocarburi policiclici aromatici sono sostanze organiche costituite per definizione da due o più anelli benzenici concatenati ; sono caratterizzati da un basso grado di solubilità in acqua, elevata persistenza e capacità di aderire al materiale organico.

Gli IPA derivano principalmente da processi di incompleta combustione di combustibili fossili : in particolare benzopirene, dibenzopirene, dibenzoantracene ed altri IPA, sono stati identificati nei gas di scarico degli autoveicoli con motore diesel.

Le proprietà tossicologiche variano in funzione della disposizione spaziale e del numero di anelli condensati; la maggiore tossicità è attribuita al benzo(a)pirene - B(a)P -per il quale è fissato il valore obiettivo di qualità.

Poiché i rapporti di concentrazione misurati in area urbana tra B(a)P e gli altri IPA sono ragionevolmente costanti, lo stesso B(a)P viene considerato un attendibile indicatore di potenziale rischio cancerogeno complessivo, per la presenza in aria di IPA derivanti da elevato traffico autoveicolare.

Valore limite *obiettivo di qualità* dell'aria

1 (nanogrammo/ m³)

media mobile delle concentrazioni giornaliere rilevate nell'arco di un anno

RISULTATI DEGLI INQUINANTI MONITORATI CON RIFERIMENTO AI LIMITE DI LEGGE

Per il secondo anno consecutivo la performance di prestazione della Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria, si è attestata su di un livello decisamente elevato, con una percentuale di dati validi sul totale rilevabile dell'88% che riconferma il dato dello scorso anno.

Questa elevata prestazione, frutto dell'impegno del gruppo di tecnici che opera sulla Rete e del buon livello qualitativo del sistema, si posiziona oggi decisamente sopra alla percentuale minima richiesta che è del 75% di dati validi sul totale dei dati rilevabili.

Nonostante ciò, nel prossimo futuro questo livello di prestazione potrebbe non essere sufficiente se verrà recepita la nuova percentuale minima del 90% di dati validi sul totale dei dati rilevabili; per raggiungere questo livello di efficienza occorrerà intervenire con investimenti importanti in termini di strumentazione sostitutiva immediatamente disponibile sul posto, in caso di guasto e per ogni parametro monitorato, al fine di ridurre al minimo i tempi di interruzione del rilevamento.

Postazione	Strumento	% Dati Validi
Parco Cortonese	SO₂	80
	NO_x	78
	CO	91
	O₃	89
	PTS	85
	Meteo	94
Ponte San Giovanni	NO_x	94

	O₃	92
	PTS	92
	Meteo	99
Fontivegge	NO_x	84
	CO	94
	O₃	91
	PM10	95
	BTX	49
	Meteo	92
Porta Pesa	NO_x	78
	CO	96
	PTS	96
	HC	89
	Meteo	97
Totale		88

Particolato Totale Sospeso

I dati delle polveri totali sospese (PTS) sono stati elaborati per l'anno ecologico, (01 aprile 1999 – 31 marzo 2000) e l'anno solare (01 gennaio - 31 dicembre 2000) .

I dati rilevati mostrano il rispetto degli Standard di Qualità dell'Aria in tutte le postazioni, con valori di Media e 95° Percentile tra il 30 e il 50% del valore limite; si sono invece avuti dei superamenti del valore indicato come Soglia di Attenzione, rispettivamente per 19 giorni (anno ecologico) e 13 giorni (anno solare) nella postazione di Ponte S.Giovanni. Nelle tabelle e grafici seguenti si riportano tali valori suddivisi per postazione:

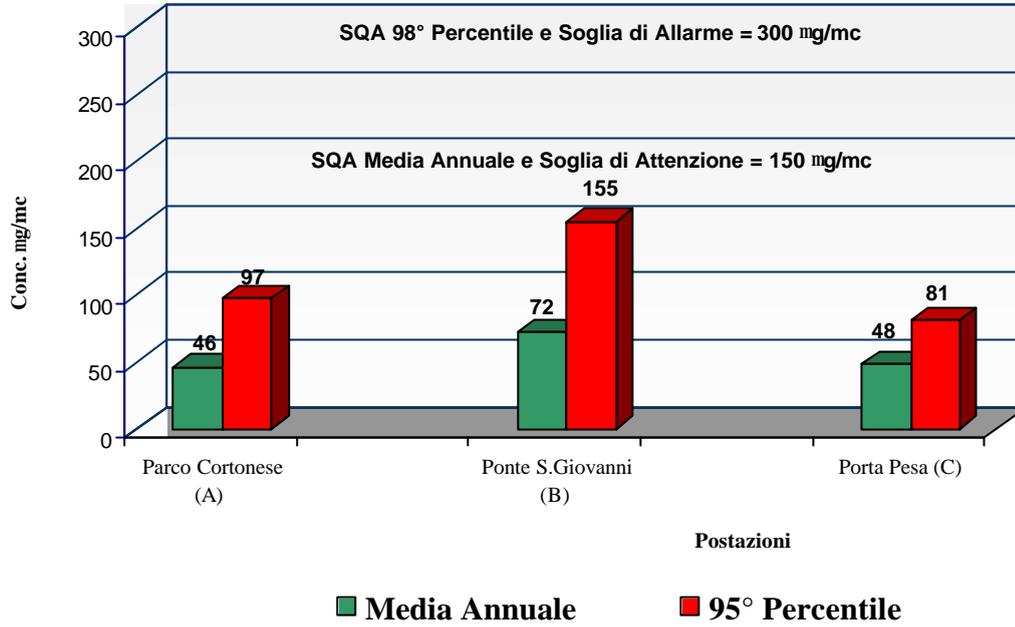
MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA CITTA' DI PERUGIA STANDARDS DI QUALITA' DELL'ARIA Particolato Totale Sospeso - PTS Anno Ecologico 1999 (01 Aprile 1999 - 31 Marzo 2000)

Postazione	Media Annuale µg/mc (SQA=150)	95° Percentile µg/mc (SQA=300)	Superamenti Soglie	
			Attenzione (150 µg/mc)	Allarme (300 µg/mc)
Parco Cortonese (A)	46	97	0	0
Ponte S.Giovanni (B)	72	155	19	0
Porta Pesa (C)	48	81	0	0

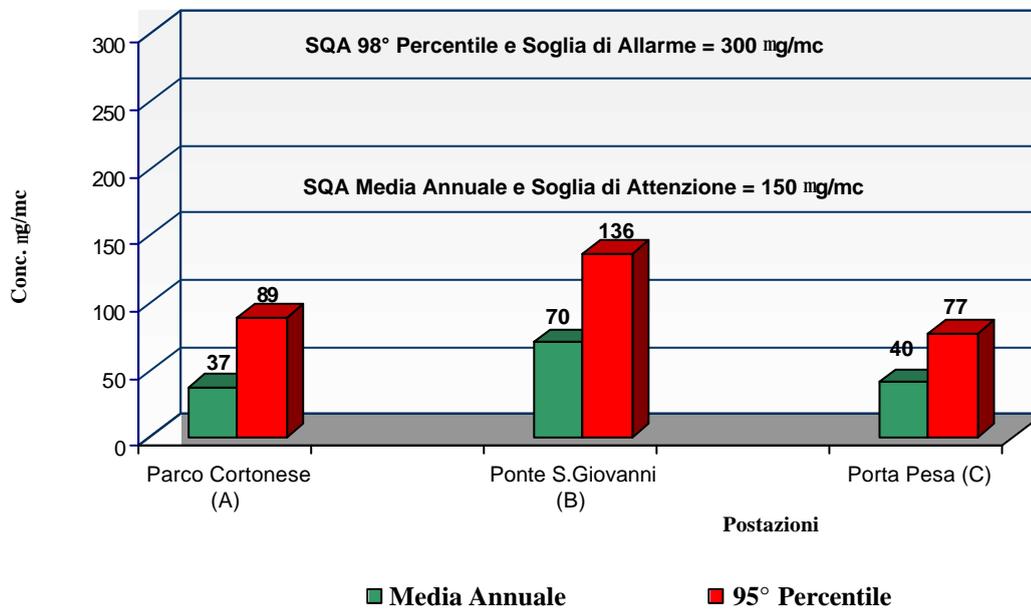
MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA CITTA' DI PERUGIA STANDARDS DI QUALITA' DELL'ARIA Particolato Totale Sospeso - PTS Anno Solare 2000 (01 Gennaio 2000 - 31 Dicembre 2000)

Postazione	Media Annuale µg/mc (SQA=150)	95° Percentile µg/mc (SQA=300)	Superamenti Soglie	
			Attenzione (150 µg/mc)	Allarme (300 µg/mc)
Parco Cortonese (A)	37	89	0	0
Ponte S.Giovanni (B)	70	136	13	0
Porta Pesa (C)	40	77	0	0

MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA PERUGIA
Particolato Totale Sospeso - PTS - Confronto con gli SQA
Anno Ecologico 1999 (01Aprile 1999 - 31Marzo 2000)



MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA PERUGIA
Particolato Totale Sospeso - PTS - Confronto con gli SQA
Anno Solare 2000 (01 Gennaio 2000 - 31 Dicembre 2000)



Biossido di Azoto

L'elaborazione dei dati di NO₂ mostra il rispetto degli SQA nelle postazioni di Parco Cortonese, di Ponte S.Giovanni e Porta Pesa, con valori prossimi o al di sotto del 50% dei limiti sia del 98° Percentile che del 50° Percentile (Valore Guida); in queste postazioni non si hanno superamenti dei livelli di attenzione e pertanto nemmeno dei livelli di allarme.

Per la postazione di Fontivegge invece pur essendo ampiamente rispettato il limite del 98° percentile, si sono registrati 3 (tre) superamenti del livello di attenzione (medie orarie) mentre non viene mai raggiunta la soglia di allarme.

Il confronto con i dati di NO₂ rilevati nel 1999, mostra per questa postazione un evidente miglioramento.

Mentre si confermano i buoni risultati per le altre postazioni.

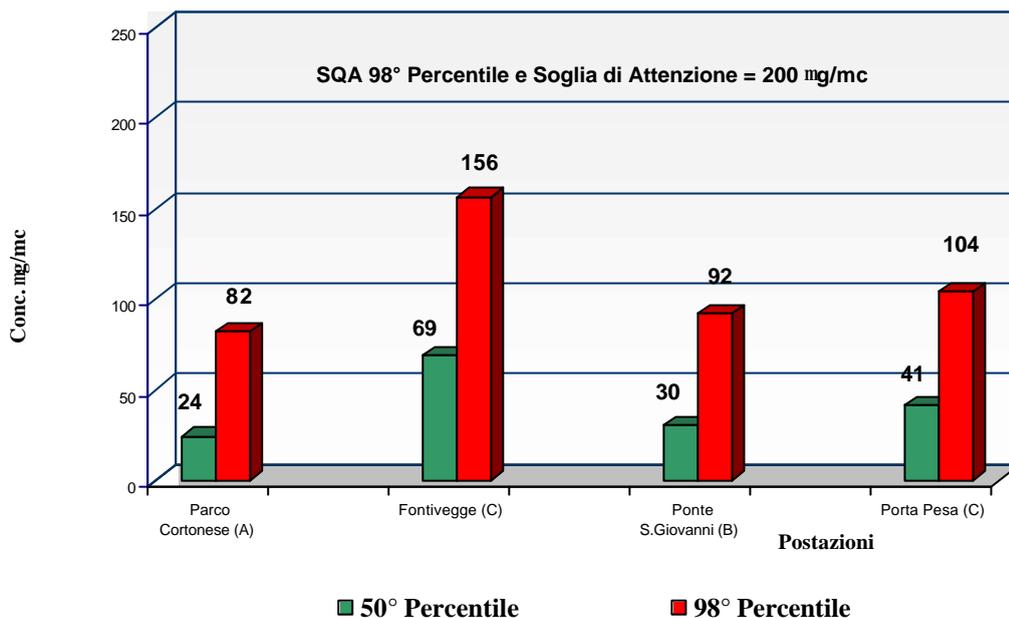
Nella tabella seguente si rappresenta l'andamento descritto per ogni postazione:

MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA CITTA' DI PERUGIA STANDARDS DI QUALITA' DELL'ARIA Biossido di Azoto - NO₂ Anno Solare 2000 (01 Gennaio 2000 - 31 Dicembre 2000)

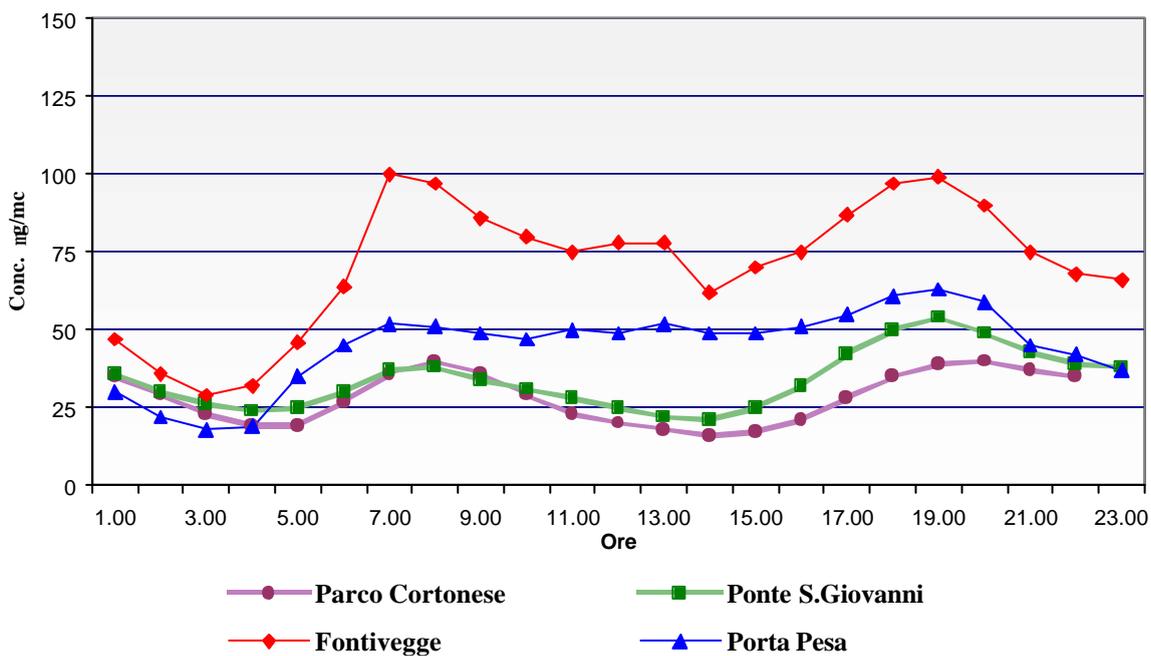
Postazione	50° Percentile µg/mc (SQA=50 µg/mc)	98° Percentile µg/mc (SQA=200 µg/mc)	Superamenti Soglie	
			Attenzione (200 µg/mc)	Allarme (400 µg/mc)
Parco Cortonese (A)	24	82	0	0
Fontivegge (C)	69	156	3	0
Ponte S.Giovanni (B)	30	92	0	0
Porta Pesa (C)	41	104	0	0

Nei grafici successivi si riportano rispettivamente le elaborazioni degli standard di qualità dell'aria per le quattro postazioni (grafico), l'andamento in ogni postazione delle concentrazioni di NO₂ del Giorno Tipo, il confronto 1999 - 2000 per la postazione di Fontivegge :

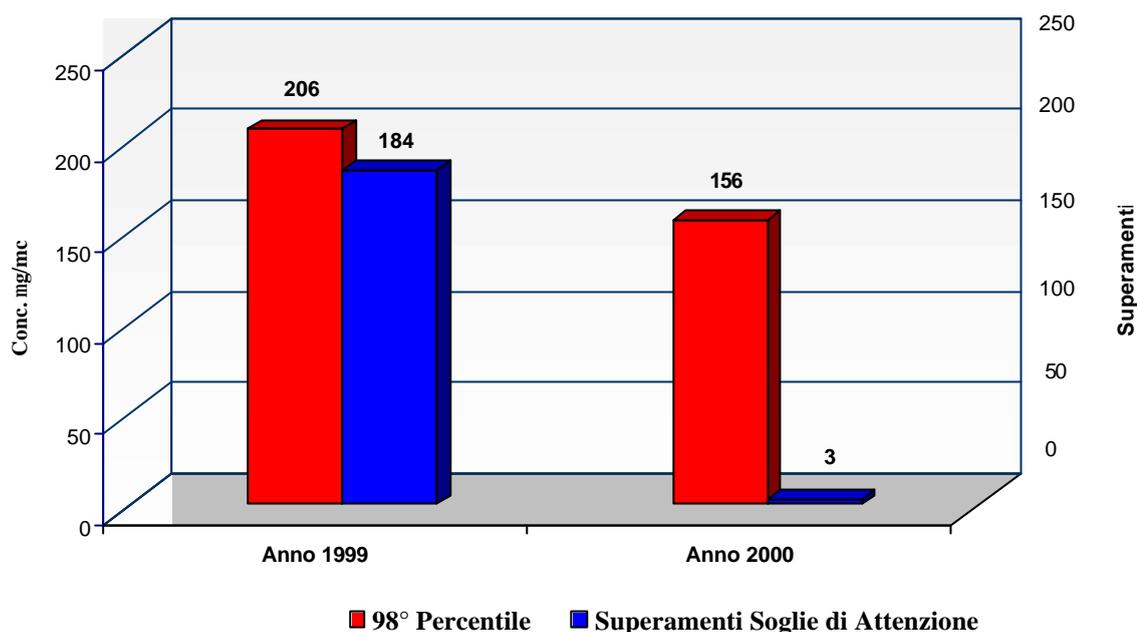
MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA PERUGIA
Biossido di Azoto- NO₂ - Confronto con gli SQA



MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA PERUGIA
Biossido di Azoto - NO₂ - Giorno Tipo



MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA PERUGIA
Biossido di Azoto- NO₂ - Postazione di Fontivegge
Confronto 1999 - 2000



Monossido di Carbonio (CO)

Per quanto riguarda il monossido di carbonio analogamente all'NO₂ nelle postazioni di Parco Cortonese e Porta Pesa i valori delle concentrazioni riscontrate rispettano ampiamente i limiti stabiliti come SQA sia per le medie di 1 ora che per quelle di 8 ore, senza superamenti né delle Soglie di Allarme né delle Soglie di Attenzione.

Per quanto riguarda Fontivegge, pur evidenziando il superamento per questo inquinante del limite di SQA, per le medie di 8 ore, con 11 superamenti della Soglia di Attenzione per le concentrazioni di 1 ora, il confronto con i dati rilevati lo scorso anno mostra un evidente miglioramento della qualità dell'aria per questo inquinante.

Nella tabella seguente è rappresentato la sintesi dei valori di SQA registrati e il numero di superamenti per ogni postazione:

MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA CITTA' DI PERUGIA

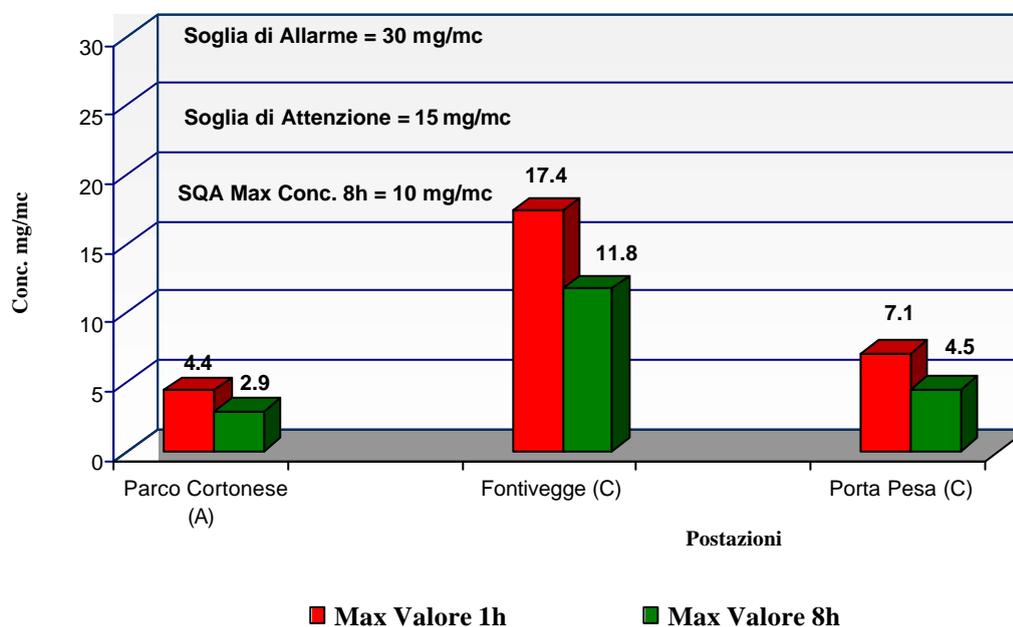
STANDARDS DI QUALITA' DELL'ARIA Monossido di Carbonio - CO

Anno Solare 2000 (01Gennaio 2000 - 31 Dicembre 2000)

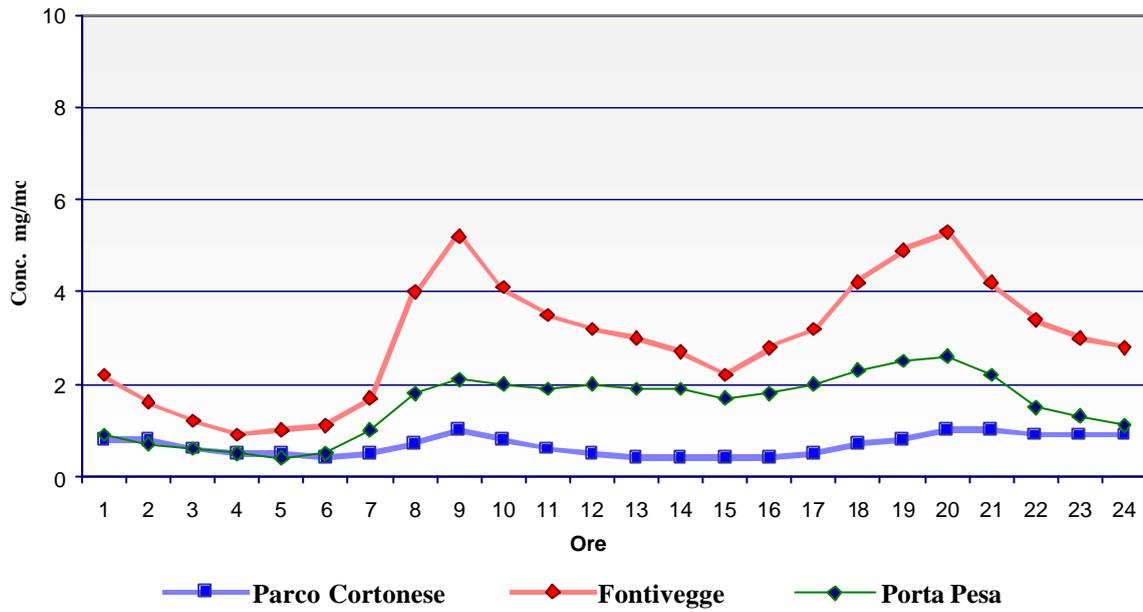
Postazione	Max Valore 1h mg/mc (SQA=40 mg/mc)	Max Valore 8h mg/mc (SQA=10 mg/mc)	Superamenti Soglie	
			Attenzione (15 mg/mc)	Allarme (30 mg/mc)
Parco Cortonese (A)	4.4	2.9	0	0
Fontivegge (C)	17.4	11.8	11	0
Porta Pesa (C)	7.1	4.5	0	0

Nei grafici che seguono sono riportati rispettivamente i valori di SQA elaborati per le postazioni in cui è presente il parametro CO, il confronto 1999 - 2000 per Fontivegge e l'andamento delle concentrazioni elaborate secondo il Giorno Tipo ,

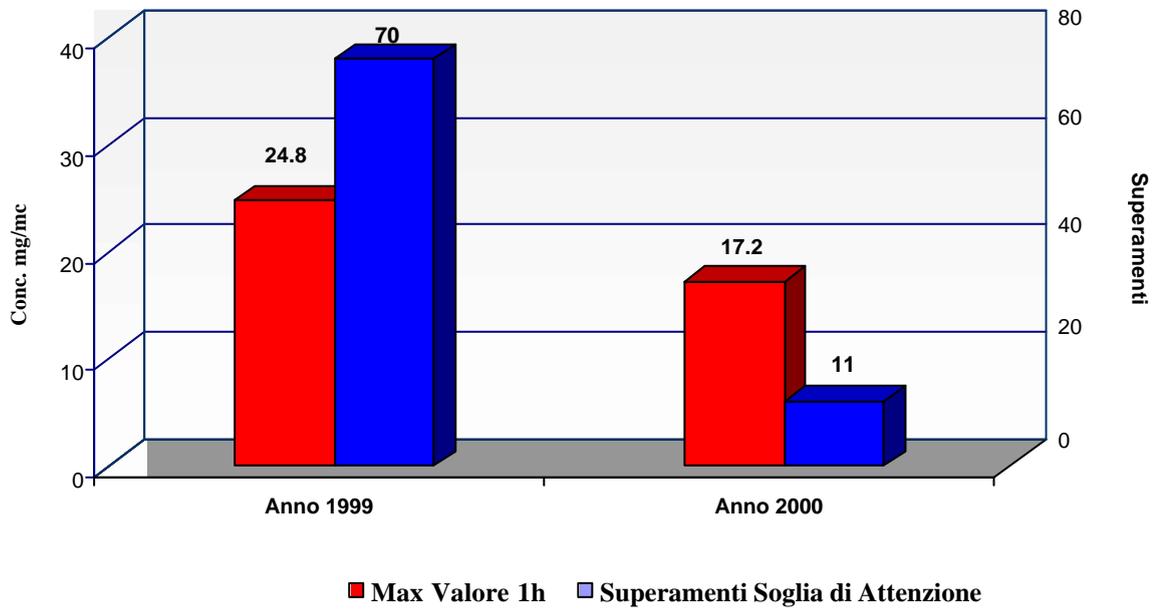
MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA PERUGIA Monossido di Carbonio - CO - Confronto con gli SQA



MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA PERUGIA
Monossido di Carbonio - CO - Giorno Tipo



MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA PERUGIA
Monossido di Carbonio - CO - Postazione Fontivegge
Confronto Anni 1999 - 2000



Ozono (O3)

Per questo parametro non è stato superato il limite di SQA (Valore massimo di 1h); così come non si è avuto alcun superamento della Soglia di Attenzione nell'anno 2000 (a fronte dei 6 superamenti registrati nel corso del 1999).

Mentre è stato superato il limite soglia di protezione della salute per le medie di 8 ore nelle due postazioni di Parco Cortonese e di Ponte San Giovanni, mentre il limite di 1ora non è mai stato raggiunto nelle tre postazioni di rilevamento;

Nella tabella che segue si riporta l'andamento descritto nelle postazioni monitorate

MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA CITTA' DI PERUGIA

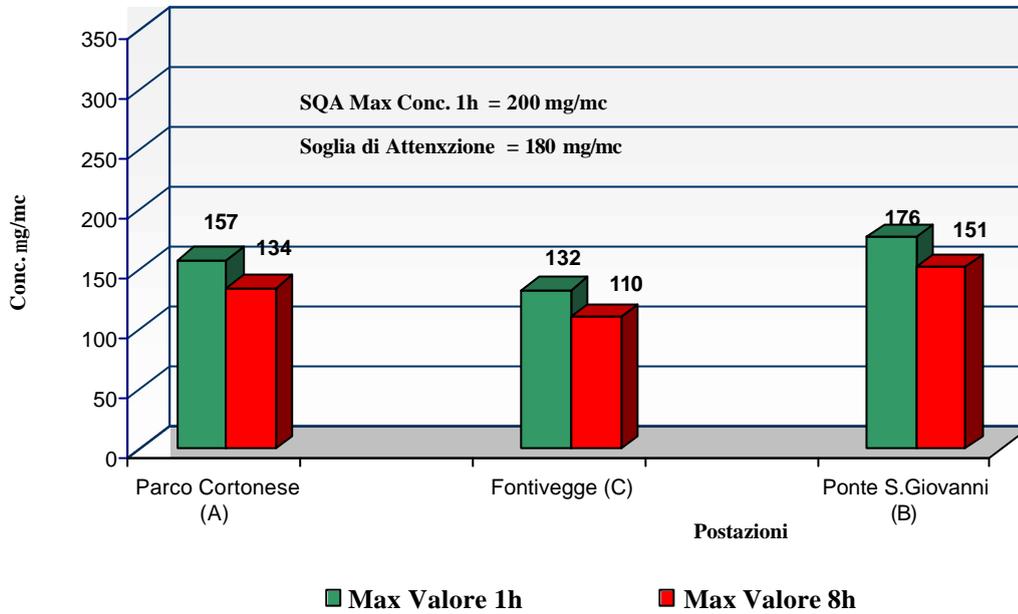
STANDARDS DI QUALITA' DELL'ARIA Ozono - O3

Anno Solare 2000 (01 Gennaio 2000 - 31 Dicembre 2000)

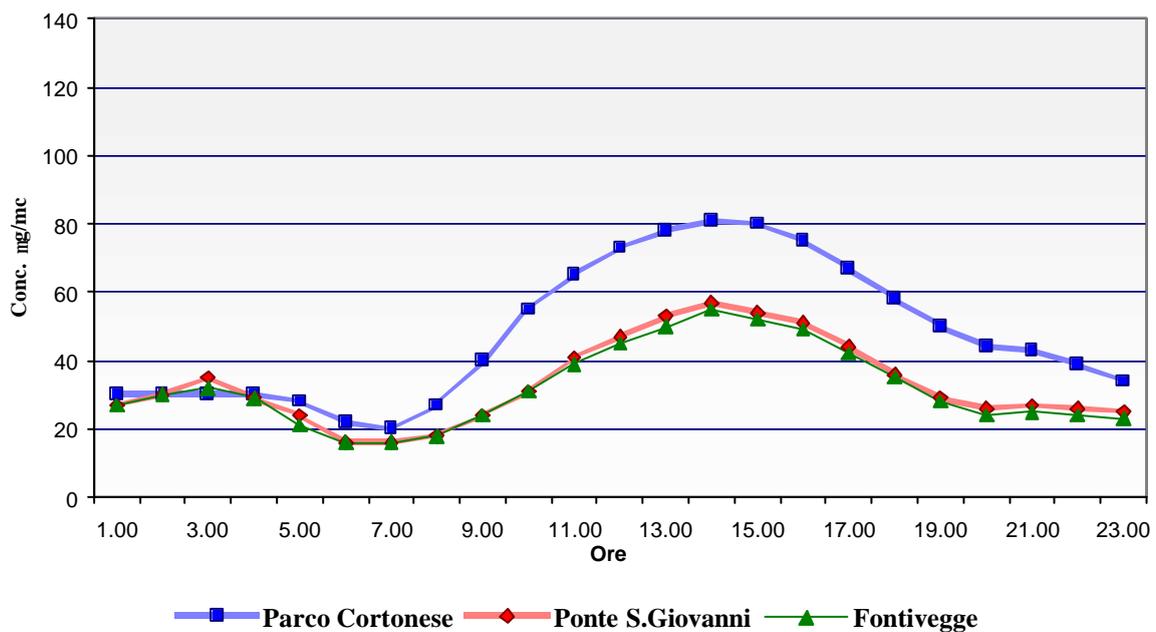
Postazione	Max Valore 1h $\mu\text{g}/\text{mc}$ (SQA=200 $\mu\text{g}/\text{mc}$)	Max Valore 8h $\mu\text{g}/\text{mc}$ (Soglia Protezione Popolazione = 110 $\mu\text{g}/\text{mc}$)	Superamenti Soglie	
			Attenzione (180 $\mu\text{g}/\text{mc}$)	Allarme (360 $\mu\text{g}/\text{mc}$)
Parco Cortonese (A)	157	134	0	0
Fontivegge (C)	132	110	0	0
Ponte S.Giovanni (B)	176	151	0	0

I grafici seguenti riportano rispettivamente i valori di SQA e l'andamento delle concentrazioni del Giorno Tipo

MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA PERUGIA
Ozono - O₃ - Confronto con gli SQA



MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA PERUGIA
Ozono - O₃ - Giorno Tipo



Biossido di Zolfo (SO₂)

I valori riscontrati per il biossido di zolfo sono ampiamente al di sotto sia dei Valori Limite che dei Valori Guida di SQA, anche il confronto con le Soglie di Attenzione e di Allarme riconfermano la scarsa influenza di questo inquinante sulla qualità dell'aria del Comune di Perugia, essendo i valori di oltre un ordine di grandezza inferiore delle soglie stesse.

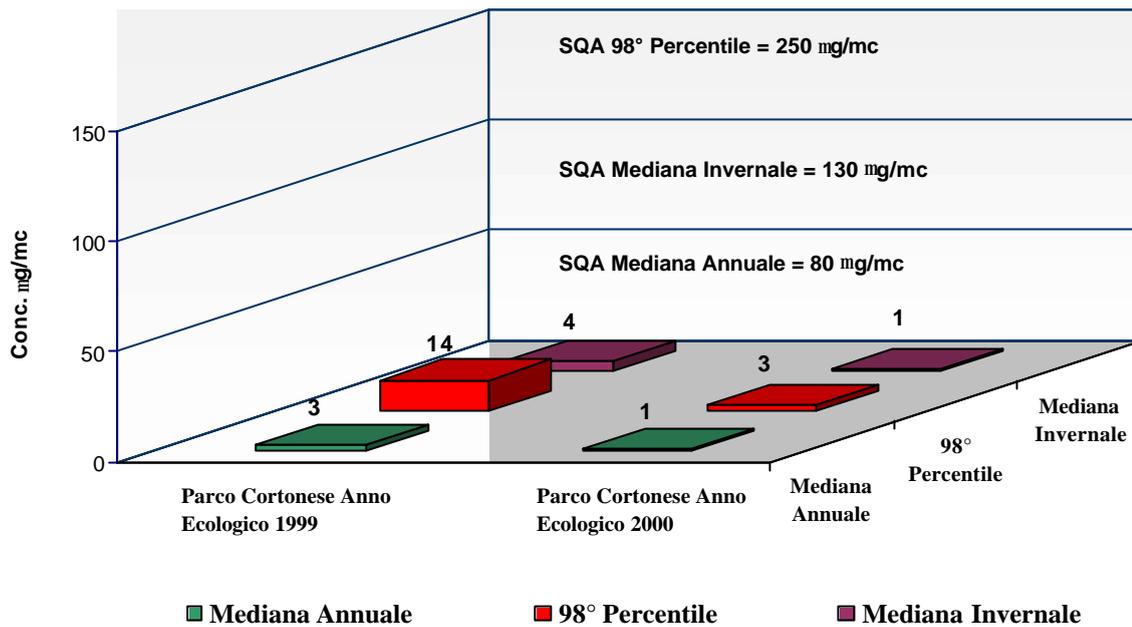
Il confronto tra il 1999 e il 2000 mostra una ulteriore riduzione di concentrazione a livelli prossimi al limite di rilevabilità dell'analizzatore.

Nella tabella e grafico seguenti si riporta il valore elaborato secondo gli SQA dell'SO₂ rilevato nella Postazione di Parco Cortonese:

MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA CITTA' DI PERUGIA STANDARDS DI QUALITA' DELL'ARIA - Biossido di Zolfo SO₂

Postazione Parco Cortonese (A)	Mediana Annuale ug/mc (SQA=80)	98° Percentile Anno ug/mc (SQA=250)	Mediana Invernale ug/mc (SQA=130)
Anno ecologico			
1999	3	14	4
2000	1	3	1

MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA PERUGIA
Biossido di Zolfo - SO₂ - Confronto con gli SQA



Frazione Respirabile delle Particelle Sospese (PM10)

Le polveri “sottili”, come vengono sempre più frequentemente indicate le frazioni respirabili delle particelle sospese (PM10), sono state rilevate nella postazione di Fontivegge e dal 28 agosto anche nella postazione di Ponte San Giovanni.

Le concentrazioni in aria di questo inquinante elaborate separatamente per le due postazioni: come media mobile annuale per Fontivegge e come media per Ponte San Giovanni, mostrano in entrambi i casi il superamento del valore “obiettivo di qualità”; anche se per la postazione di Fontivegge il confronto con lo scorso anno mostra un leggero miglioramento.

L’analisi del giorno tipo elaborato per il trimestre ottobre – dicembre 2000, per le due postazioni evidenzia con estrema chiarezza che mentre per Fontivegge l’andamento della concentrazione in aria di PM10 è prevalentemente influenzata dai volumi di traffico della zona, per Ponte San Giovanni la concentrazione in aria di PM10 è prevalentemente influenzata da condizioni meteorologiche di maggiore stabilità, che si realizzano nelle ore serali e notturne, che intrappolano l’inquinante rallentandone la dispersione.

Nella tabella si riportano i dati relativi al PM10:

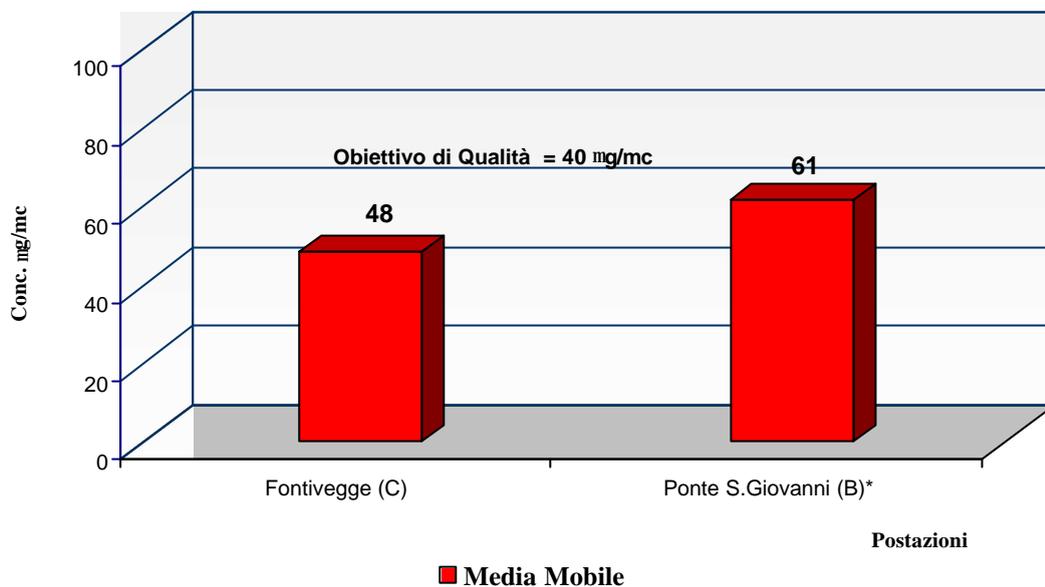
MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA CITTA' DI PERUGIA
OBIETTIVO DI QUALITA' Frazione Respirabile del Particolato Totale Sospeso - PM10
Anno Solare 2000 (01 Gennaio 2000 - 31 Dicembre 2000)

Postazione	Valori Riscontrati $\mu\text{g}/\text{mc}$ Media Mobile	Obiettivi di Qualità $\mu\text{g}/\text{mc}$ Media Mobile
Fontivegge (C)	48	40
Ponte S.Giovanni (B)*	61	

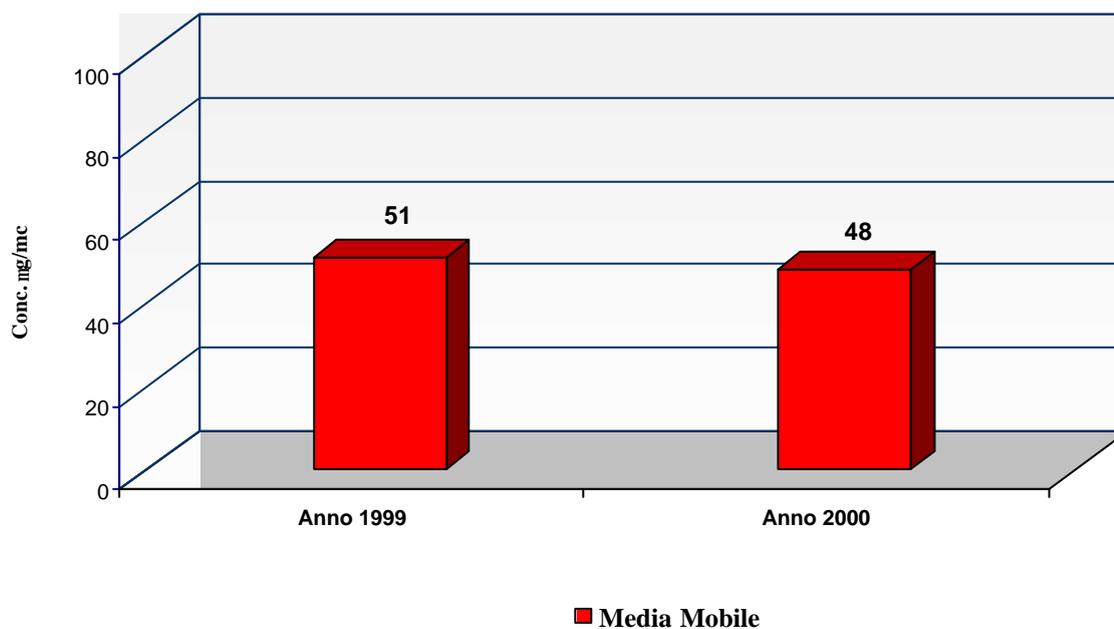
* Periodo 28 Agosto - 31 Dicembre 2000

Nei grafici seguenti si riportano rispettivamente i valori Obiettivi di Qualità per le due postazioni, il confronto 1999- 2000 nella postazione di Fontivegge e l'andamento del Giorno Tipo nel periodo 28 agosto - 31 dicembre 2000.

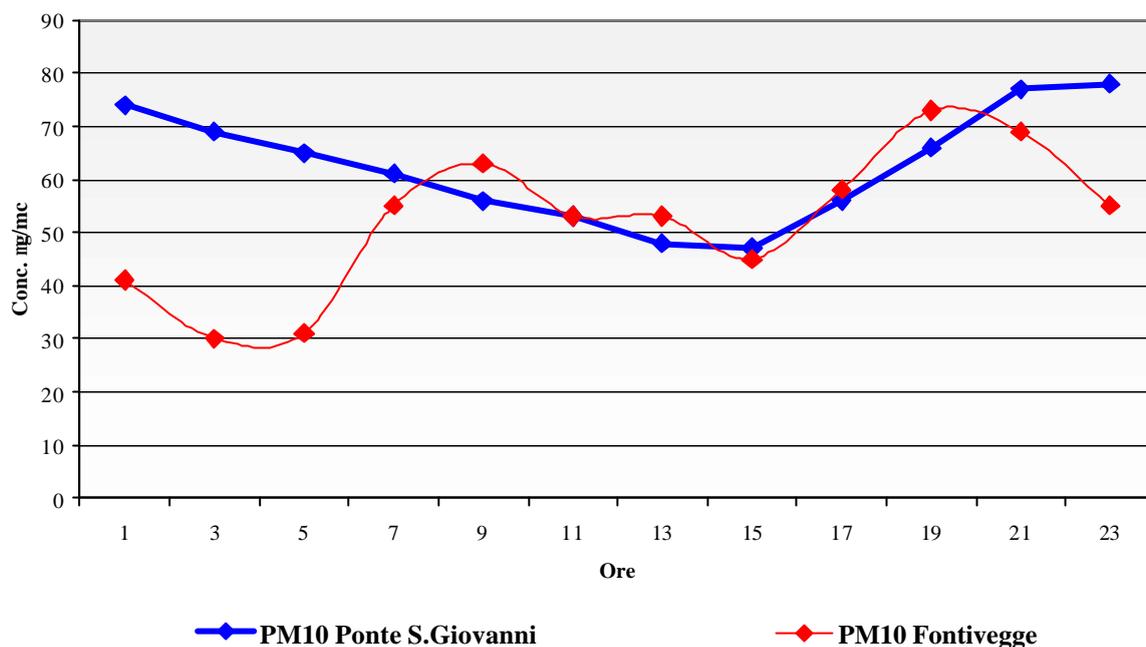
MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA PERUGIA
Frazione Respirabile del Particolato Totale Sospeso - PM10
Confronto con gli Obiettivi di Qualità



MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA PERUGIA
PM10 Fontivegge - Confronto 1999 - 2000



MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA PERUGIA
Parametro PM10 - Giorno Tipo
 (Valori Biorari periodo 28.08 - 31.12.2000)



Benzene

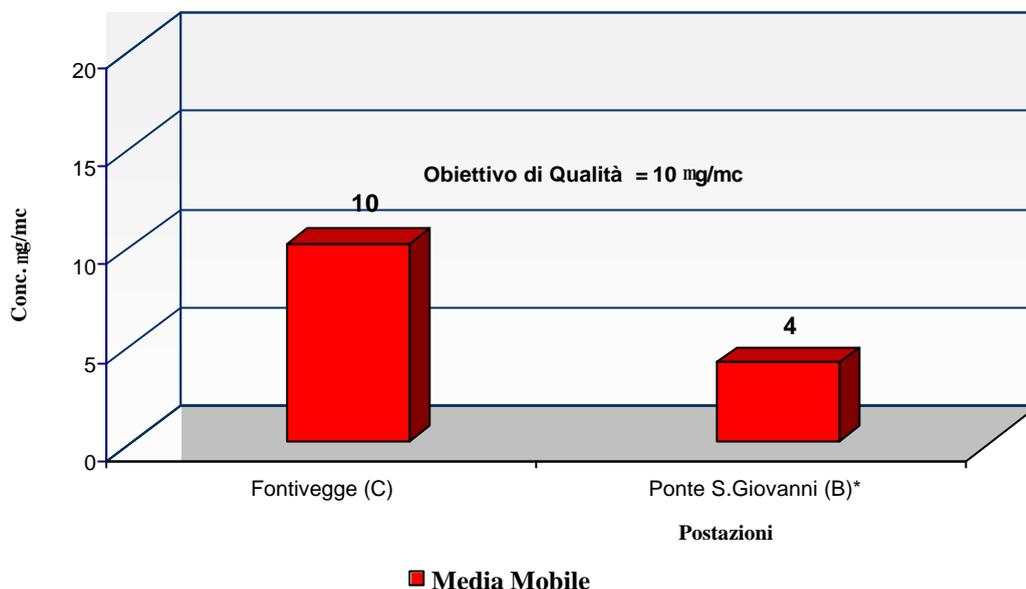
I risultati di questo secondo anno di monitoraggio sulle concentrazioni di Benzene in aria, effettuato nelle tre postazioni dell'anno precedente, precisamente: Fontivegge, P.S.Giovanni e P.zza Matteotti, sono rappresentati nella Tabella e nei grafici di seguito riportati:

MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA CITTA' DI PERUGIA
OBIETTIVO DI QUALITA' - Benzene
 Anno Solare 2000 (01 Gennaio 2000 - 31 Dicembre 2000)

Postazione	Valori Ricontrati $\mu\text{g}/\text{mc}$ Media Mobile	Obiettivi di Qualità $\mu\text{g}/\text{mc}$ Media Mobile
Fontivegge (C)	10	10
Ponte S.Giovanni (B)*	4	

* Periodo 26 Maggio 1999 - 23 Maggio 2000

MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA PERUGIA
Parametro Benzene
Confronto con gli Obiettivi di Qualità



Per la postazione di Fontivegge si è avuto nel 2000 un andamento, come valori medi giornalieri, molto simile a quello del 1999, con punte massime (tra 25 e 30 ug/mc) nel periodo invernale e minime (tra 2 e 3 ug/mc) nel periodo estivo e un numero di superamenti giornalieri del valore obiettivo di qualità pari a 72 volte.

In generale si è avuto un leggero decremento del valore obiettivo di qualità che da 11 ug/mc è passato a 10 ug/mc, spiegabile con un diverso andamento delle condizioni meteorologiche e ad un cambiamento del parco macchine utilizzate.

Per la postazione di P.S.Giovanni la situazione per quanto riguarda la concentrazione di benzene si è mantenuta costante, nonostante si sia monitorato questa volta anche il periodo invernale, in cui si sono avuti 2 superamenti giornalieri del valore obiettivo di qualità.

Infatti la media mobile di un anno di monitoraggio ha dato un valore di 4 ug/mc, abbondantemente al di sotto del valore obiettivo di qualità di 10 ug/mc e comunque al di sotto del valore previsto per il 2005 di 5 ug/mc.

Per la postazione di P.zza Matteotti il monitoraggio si è protratto nei giorni successivi al 22 settembre, "Giornata Europea: in città senza la mia auto, in quanto mancanti i dati delle giornate precedenti per problemi tecnici di strumentazione relativa al campionamento.

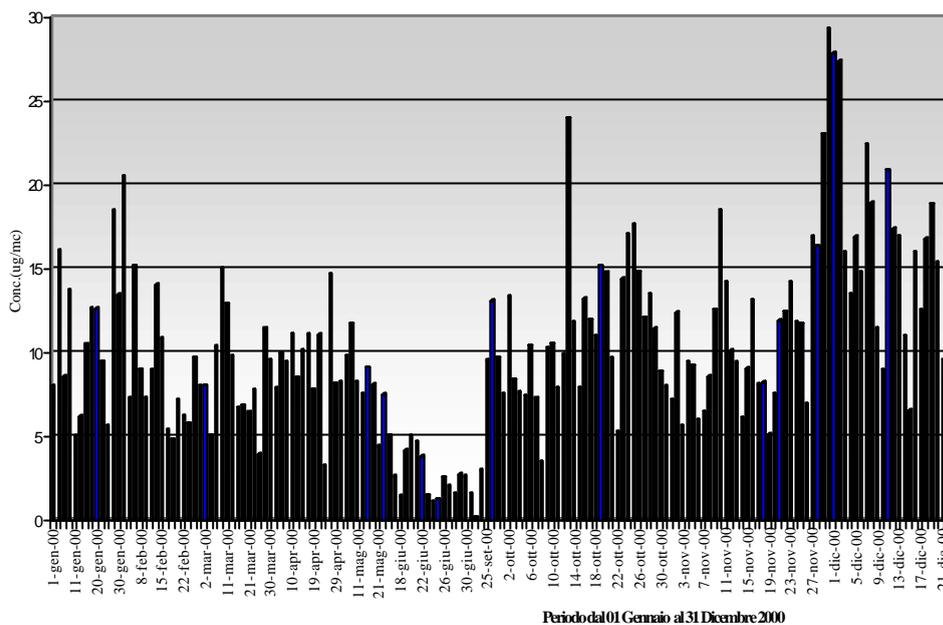
Dal confronto con l'anno precedente (v. grafico) si evidenzia una riduzione della concentrazione media giornaliera di benzene, riconducibile probabilmente non tanto al cambiamento delle condizioni meteorologiche quanto ad un maggior controllo del traffico nell'area intorno alla postazione del mezzo mobile di rilevamento della qualità dell'aria.

Dal grafico dei valori medi giornalieri si mette sempre in evidenza, come durante la giornata del 22 settembre, ci sia stata una riduzione di circa il 20-30% del valore medio giornaliero.

MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA PERUGIA

Concentrazioni medie giornaliere di Benzene

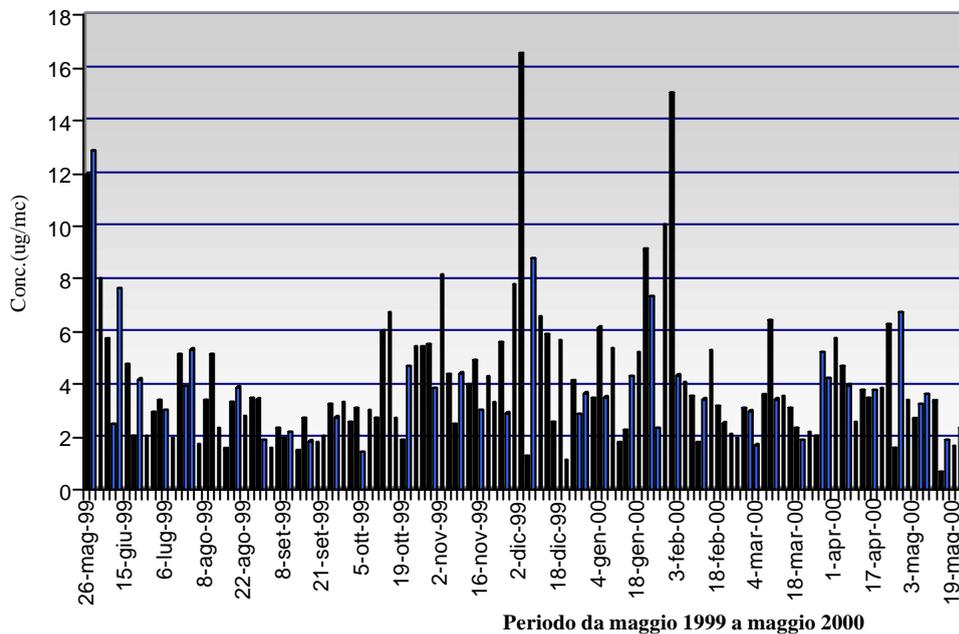
Postazione Fontivegge



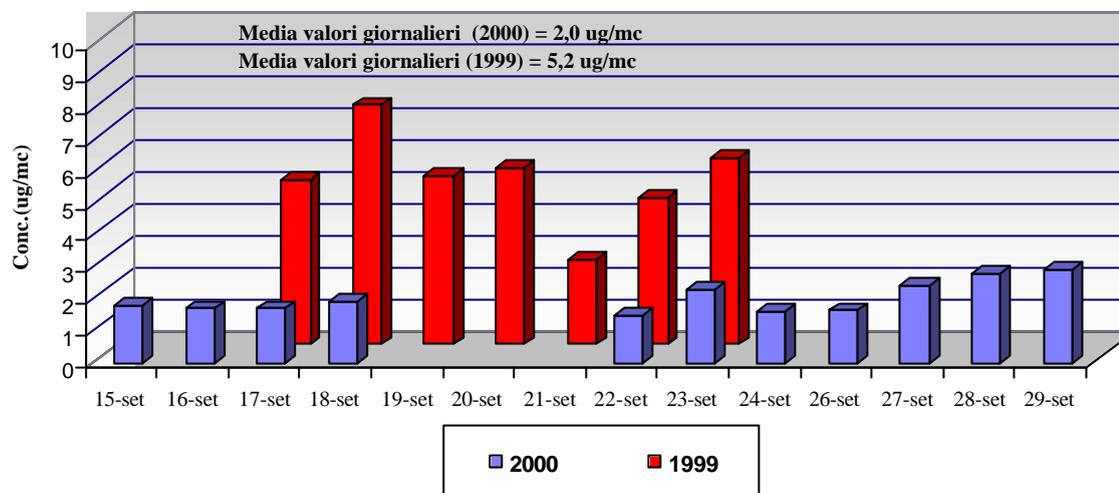
MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA PERUGIA

Concentrazioni medie giornaliere di Benzene

Postazione P.S.Giovanni



**Concentrazioni medie giornaliere di Benzene
Postazione P.zza Matteotti**



CONCLUSIONI

Questo secondo anno di rilevamento con la rete di monitoraggio del Comune di Perugia, che ha permesso una migliore definizione della situazione ambientale rispetto ai rilevamenti precedenti, evidenzia una sostanziale conferma della discreta qualità generale dell'aria e al contempo la presenza di alcune situazioni di degrado in corrispondenza sia dei punti di più intenso traffico veicolare, che di particolari condizioni orografiche e meteorologiche.

Prendendo in esame alcuni specifici inquinanti, si trovano differenze significative tra le zone di Perugia che mettono in evidenza l'incidenza della diversa natura delle emissioni diffuse e/o puntuali presenti nell'intorno delle postazioni stesse.

Si vede, infatti, che se da un lato nella postazione di Parco Cortonese risultano rispettati tutti gli standard di Qualità dell'Aria, nella postazione di Fontivegge si hanno superamenti, anche se più contenuti rispetto allo scorso anno, sia dei Limiti di SQA sia delle Soglie di Attenzione per NO₂ e CO nonché degli Obiettivi di Qualità per PM10 e Benzene.

Quanto detto fa emergere che per ottenere significativi miglioramenti nella qualità dell'aria, nella zona di Fontivegge e in quelle assimilabili per volume di traffico, gli interventi da prevedere dovranno incidere significativamente sul livello di emissioni correlate essenzialmente al traffico veicolare.

Dall'esame puntuale dei dati ottenuti si evidenzia che per quanto riguarda il Particolato Totale Sospeso, per il quale sono rispettati gli SQA in tutte le postazioni, si hanno superamenti del livello di attenzione (per 19 volte) nella sola postazione di Ponte San Giovanni.

Le concentrazioni di Biossido di Azoto (**NO₂**), riconducibili essenzialmente al traffico autoveicolare, risultano più elevate nella postazione di Fontivegge con il superamento, sia dello SQA per la mediana annuale che del livello di attenzione, con una tendenza complessiva ad un leggero miglioramento in questa zona, della qualità dell'aria

Dall'esame del giorno tipo del periodo invernale, per la postazione di Fontivegge, si notano chiaramente tre massimi di concentrazione, coincidenti con le ore di massima intensità di traffico.

Il confronto con il giorno tipo del 1999 mostra una riduzione di questi valori massimi di circa il 10%.

Anche per le concentrazioni di ossido di carbonio(**CO**), i valori più elevati, si sono riscontrati nella postazione di Fontivegge, con 11 superamenti del livello di attenzione.

Anche per questo inquinante l'esame del giorno tipo invernale mostra chiaramente i massimi di concentrazione, coincidenti con le ore di punta del traffico.

Il confronto con il giorno tipo del 1999 mostra anche per questo parametro una riduzione nei valori massimi intorno al 20%.

Delle considerazioni particolari devono essere fatte per l'inquinante Ozono (**O₃**), che ha superato i limiti di concentrazione per le medie di 8 ore, nelle postazioni di Parco Cortonese e Ponte San Giovanni mentre non è mai stato raggiunto il livello di attenzione, contrariamente a quanto accaduto nel 1999 in cui il livello di attenzione è stato superato per 6 volte nella postazione di Parco Cortonese.

L'ozono troposferico è un inquinante estivo, decisamente influenzato dalla intensità della radiazione UV solare e quindi anche dalle caratteristiche meteorologiche del periodo considerato.

L'esame del giorno tipo del periodo estivo, soprattutto per la postazione del Parco Cortonese ove per la minore presenza di inquinamento l'ozono è più stabile, conferma che le massime concentrazioni in aria di O₃ vengono raggiunte nelle ore centrali e più assolate della giornata.

Le dinamiche di formazione, trasporto e rimozione dell'ozono troposferico e degli altri inquinanti secondari dello smog fotochimico, sono molto complesse e sono ancora limitate le conoscenze sui meccanismi che ne influenzano le concentrazioni al suolo; pertanto interventi contingenti a carattere locale, tesi a limitare la concentrazione in aria di questi inquinanti, non sono sufficienti ma è necessario ricorrere ad interventi che agiscano sui precursori nel medio e lungo periodo, tenendo anche conto della possibilità del trasporto a lunga distanza.

Relativamente agli inquinanti non convenzionali, **Benzene, PM10** possiamo affermare che, per quanto riguarda il **PM10**, monitorato a Fontivegge e Ponte San Giovanni, il valore "obiettivo di qualità" è significativamente superato in entrambe le postazioni.

Per l'inquinante **Benzene**, i dati a disposizione consentono di affermare che è raggiunto ma non superato il valore "obiettivo di qualità" di **10** ug/mc come media mobile annua di concentrazione in aria, per la postazione di Fontivegge.

Mentre è sicuramente rispettato per la postazione di Ponte S. Giovanni, ove la concentrazione di benzene in aria si è quasi sempre mantenuta significativamente al di sotto di questo limite.

In conclusione, si conferma per l'anno 2000 un miglioramento generale della qualità dell'aria che però non può essere considerato acquisito in quanto molta parte in ciò l'hanno giocata le condizioni meteorologiche di maggiore stabilità che si è determinata nel primo trimestre 1999 rispetto allo stesso periodo del 2000.

Il confronto tra i due periodi mostra per il 2000 63 giornate con pressione più elevata e 44 giorni con temperatura più alta.

Per quanto riguarda la velocità del vento, nel solo mese di gennaio '99 si sono registrate ben 13 giornate consecutive di calma di vento a fronte di velocità del vento tra 1.5 e 4.5m/s, come media giornaliera, rilevate nello stesso periodo dell'anno 2000.

I dati che la rete potrà fornire in futuro (implementati con risultati di specifiche campagne di misure effettuate con l'utilizzo delle tre unità mobili a disposizione), saranno comunque utili a prevenire da un lato episodi di inquinamento acuto e dall'altro a verificare l'effetto di eventuali provvedimenti futuri sulla qualità dell'aria.

