

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente

Settore tecnico
U.O. tutela dell'aria e agenti fisici
Rete provinciale di controllo della qualità dell'aria



I – 38100 TRENTO

Via Mantova, 16 tel. +39.4461.497745 fax +39.0461.497729

e-mail: agentifici@provincia.tn.it aria.appa@provincia.tn.it <http://www.aria-agf.net> <http://www.appa.provincia.tn.it>

Campagna di misura della qualità dell'aria

Trento – frazione Meano S.P.76
23 giugno – 16 agosto 2007



Risultati delle misure

Documento n. MTN0507

Questo lavoro può essere liberamente utilizzato senza omissioni o aggiunte. Per eventuali riproduzioni, ristampe o utilizzo di estratti, deve essere richiesta l'autorizzazione all'A.P.P.A.

Indice

1.	Introduzione	pag. 2
2.	Descrizione del sito di misura	pag. 3
3.	Risultati del rilevamento	pag. 4
3.	Valutazioni finali e conclusioni	pag. 12

Allegati:

- Allegato 1: normativa di riferimento	pag. 13
- Allegato 2: descrizione parametri chimici e meteorologici	pag. 16
- Riferimenti bibliografici	pag. 20

Realizzazione a cura di:

- *misure e stesura del rapporto finale a cura dell'Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente:*
- *coordinamento e redazione:* *Gabriele Tonidandel*
- *hanno collaborato nelle analisi:* *Walter Lenzi, Giuseppe Cadrobbi*
Settore Laboratorio e Controlli
- *supervisione:* *Giancarlo Anderle*

1. Introduzione

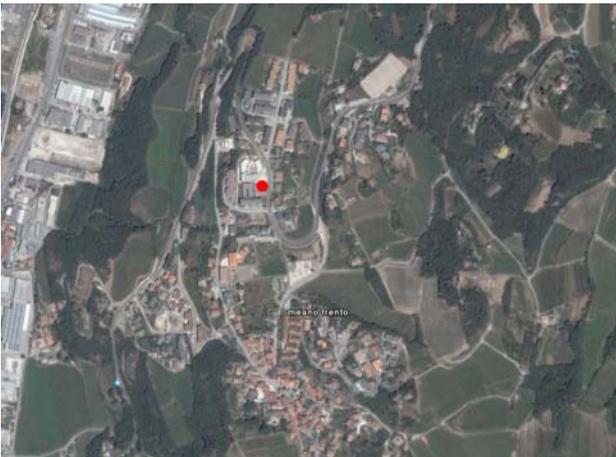
Il presente lavoro descrive l'indagine sulla qualità dell'aria effettuata a **Meano di Trento**, in via delle Sugarine all'altezza del Centro Civico quindi a margine della S.P.76, dal 23 giugno al 16 agosto 2007.

La campagna di rilevamento è stata eseguita con una stazione mobile in grado di rilevare gli inquinanti presenti in maniera diffusa nell'aria, a livello del suolo, e provenienti da più fonti.

Nella stazione vengono utilizzati strumenti predisposti per la misura, continua ed automatica, degli inquinanti previsti dalla normativa al fine di rappresentare correttamente lo stato della *qualità dell'aria*.

I rilievi, l'elaborazione dei dati e la valutazione dei risultati sono stati eseguiti secondo quanto previsto dal Decreto Ministeriale n.60 del 2 aprile 2002 (Decreto del Ministero dell'Ambiente che recepisce le direttive comunitarie 1999/30/CE e 2000/69/CE), del Decreto Legislativo n.351 del 4 agosto 1999 e, per la parte non abrogata, dal Decreto del Ministero dell'Ambiente del 25 novembre 1994.

2. Descrizione sito di campionamento

Nome Postazione	Stazione mobile 1 – Meano - S.P. 76 – Centro civico Via Sugarine	
Coordinate Geografiche Gauss Boaga	46° 07' 36,15" N – 11° 07' 00.01" E	
Altitudine (metri s.l.m.)	340	
Misure effettuate (vedi Allegato 2)	CO, SO2, PM10, NOx, NO, NO2, O3, Meteo	
Classificazione della stazione		
Tipo di area	Tipo di stazione	Caratteristica dell'area
Urbana	Background (alcuni elementi di <i>traffico</i>)	Residenziale/Commerciale
		
		

Rispetto a quanto previsto dalle Linee Guida A.P.A.T per il posizionamento delle stazioni di tipo background in area urbana, la stazione presenta le seguenti caratteristiche:

Elemento di valutazione	Valutazione	Giudizio di conformità
Distanza da sorgente di traffico >2.500 veicoli/giorno	< 50 metri	Conforme*
Distanza da sorgenti industriali puntuali	Non presenti	Conforme
Distanza linea gocciolamento alberi	> 10 metri	Conforme
Riscaldamento domestico con combustibili vari	> 50 metri	Conforme
Inquinanti monitorati	CO, SO ₂ , PM ₁₀ , NO _x , NO, NO ₂ , O ₃ , Meteo	Conforme

* Per una stazione di puro background la distanza è prevista superiore a 50m. In questo caso, essendo inferiore, si tende verosimilmente a sovrastimare il contributo del traffico (peraltro elemento di particolare interesse in ragione della richiesta di monitoraggio volta ad individuare gli effetti del traffico, in particolare di quello pesante, sulla S.P.76).

3. Risultati del rilevamento

I risultati analitici completi della campagna, in riferimento ai limiti previsti dalla normativa, sono riassunti nella tabella sottostante (*per il dettaglio vedere Allegato 3*):

Tab. 3.1 - DM n.60 del 2 aprile 2002 (Allegati I,II,III,IV,V,VI DM 60)

INQUINANTE		Massimo valore misurato	Limite
Biossido di zolfo SO₂ (µg/mc)	Media oraria	6,7	350
	Media 3 ore consecutive - Soglia di allarme	6	500
	Media giornaliera	5	125
	Media della campagna	3	20 (1)
Biossido di azoto NO₂ (µg/mc)	Media oraria	115	200
	Media 3 ore consecutive - Soglia di allarme	113	400
	Media della campagna	39	40 (2)
Ossidi di azoto (NO_x) come NO ₂ (µg/mc)	Media della campagna	54	30 (1)
Monossido di Carbonio CO (mg/mc)	Media di 8 ore consecutive	1,3	10
	Media della campagna	0,36	**
Particelle sospese PM₁₀ (µg/mc)	Massima media giornaliera	29	50
	n° superamenti limite media giornaliera	0	35 (2)
	Media della campagna	14	40 (2)

(1) Il limite è previsto come **media annuale** (media di 365 medie giornaliere) ed è valido **solo per gli ecosistemi**

(2) Il limite è previsto come **media annuale** (media di 365 medie giornaliere) o **annuale** (n° di superamenti e soglie di valutazione)

Tab. 3.2- D.Lgs. n.183 del 21.05.2004 (Soglie di informazione e di allarme)

INQUINANTE		Massimo valore misurato	Limite soglia di informazione	Limite soglia di allarme
Ozono ($\mu\text{g}/\text{mc}$)	Media oraria	208	180	240

Indice sintetico di inquinamento

L'indice sintetico di inquinamento di queste campagne di misura, calcolato secondo le modalità di cui all'Allegato 1, è risultato:

Tab. 3.3

	Indice complessivo	Indice senza Ozono	Indice senza PM10
<i>Meano</i> dal 23 giugno al 16 agosto 2007	116	58	116

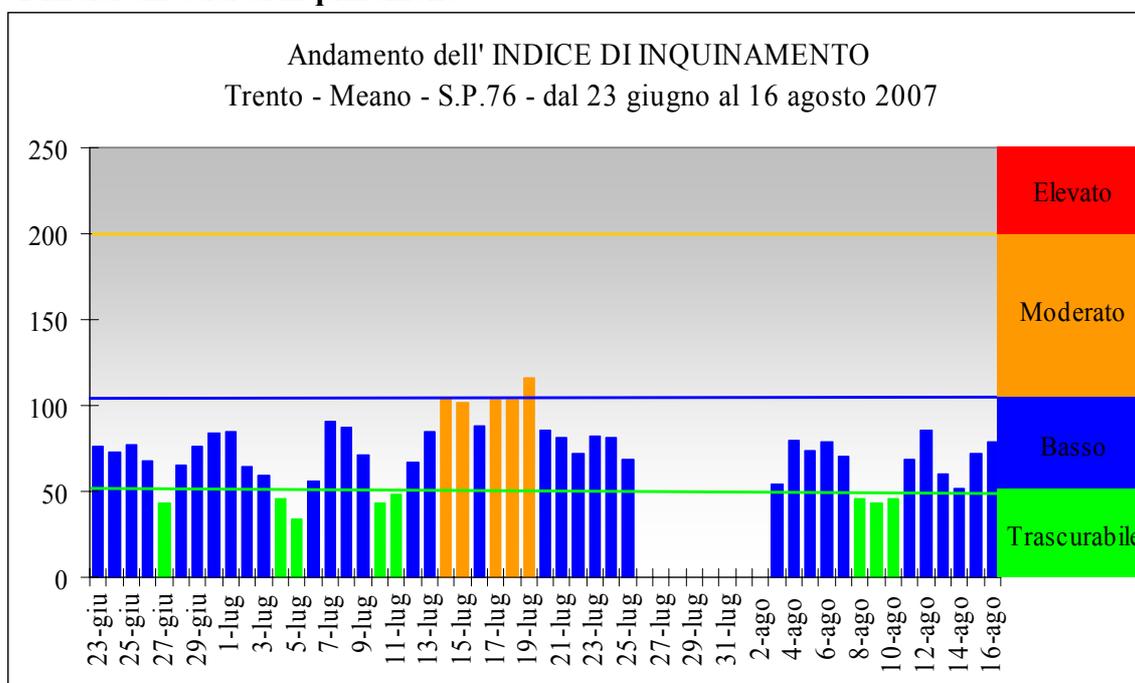
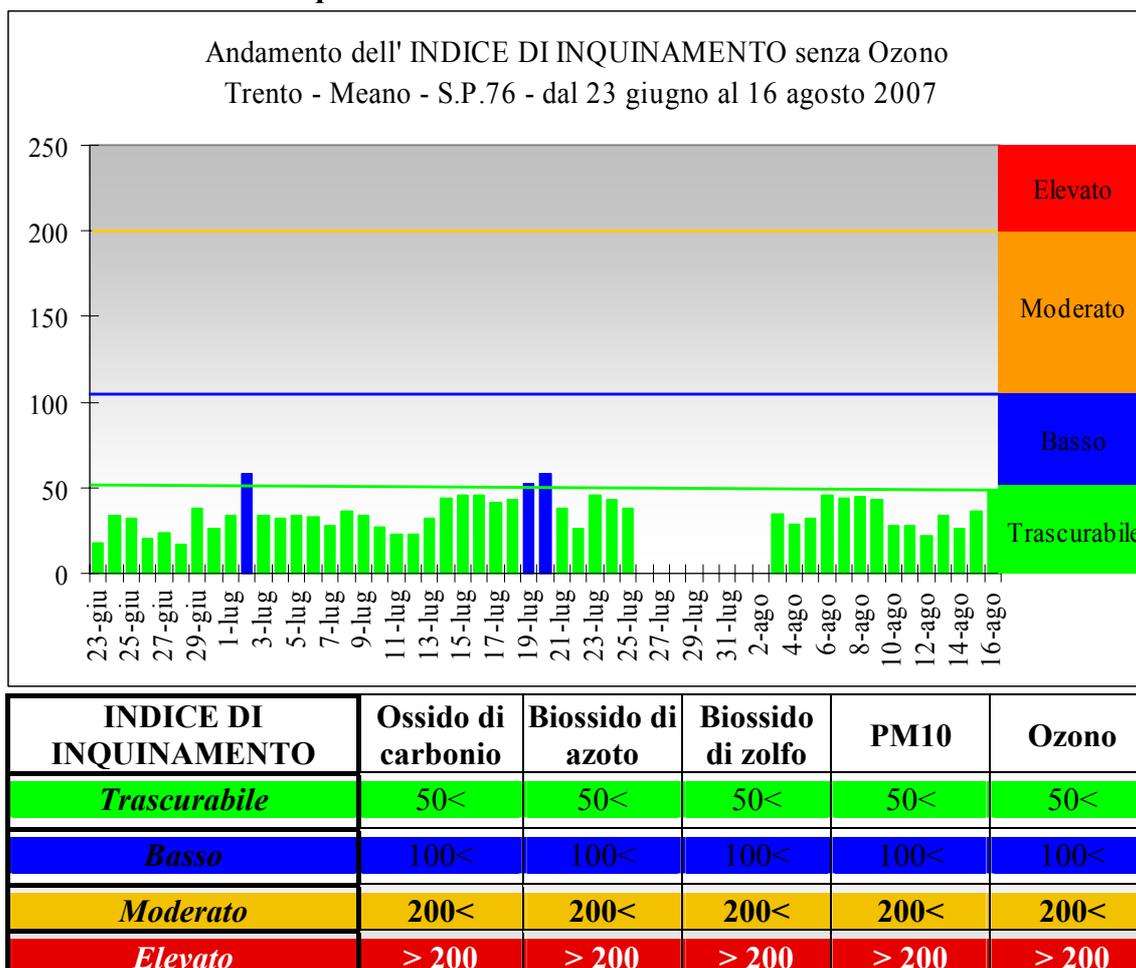
Fig. 3.1 Indici sintetici di inquinamento

Fig. 3.2 Indici sintetici di inquinamento senza Ozono

Le classi – *Trascurabile*, *Basso*, *Moderato*, *Elevato* - sono state individuate sulla base della stima del rischio per la salute derivante dall'esposizione alle diverse concentrazioni di inquinanti. Le valutazioni di qualità dell'aria sono state formulate tenendo conto:

- delle "Linee Guida di qualità dell'aria per l'Europa" dell'Organizzazione mondiale della Sanità, aventi la finalità di protezione della salute pubblica dagli effetti sfavorevoli dell'inquinamento atmosferico;
- dalla normativa italiana;
- dei più recenti studi epidemiologici sull'argomento.

Le valutazioni sono espresse sulle concentrazioni medie orarie e/o giornaliere per gli inquinanti ossido di carbonio, biossido di azoto, biossido di zolfo e PM10 in rapporto ai limiti e/o alle soglie di informazione (ozono).

Polveri fini PM10, ossidi di azoto, Ozono

Nei mesi invernali le polveri fini PM10 ed il biossido di azoto costituiscono i parametri più importanti fra quelli controllati.

Per questi inquinanti esistono infatti le maggiori evidenze del superamento, o del rischio di superamento, delle concentrazioni massime consentite ai fini della tutela della salute delle persone.

In particolare, in Trentino i dati di qualità dell'aria sino ad ora disponibili hanno determinato la definizione di una zona - IT0401 - all'interno della quale esistono evidenze certe del superamento dei limiti, zona che comprende 30 comuni compresi fra la Valle dell'Adige, l'Alta Valsugana ed il Basso Sarca.

La restante parte del territorio è invece inserita in una seconda zona - IT0402 - all'interno della quale i limiti per tutti gli inquinanti si considerano rispettati.

Come previsto dalla normativa di riferimento, tale valutazione può e deve essere periodicamente rivista per confermare o modificare i confini delle zone qualora nuovi dati forniscano indicazioni diverse dalle precedenti.

Polveri fini PM10

La valutazione delle concentrazioni di particolato fine PM10 prevede il confronto con due limiti, uno di media annuale ed uno di media giornaliera ma con un conteggio complessivo anch'esso su base annuale.

I dati raccolti in campagne di misura con una durata di alcune settimane non consentono quindi il confronto immediato con i limiti così come definiti ed è pertanto necessario individuare delle modalità di confronto indirette.

In proposito, una possibilità è offerta dal confronto dei dati raccolti a Meano e quelli contemporaneamente raccolti dalla rete di monitoraggio a Trento.

All'interno di una stessa valle o di uno stesso bacino aereologico, la distribuzione del particolato sottile PM10 è spesso relativamente omogenea e questo consente, individuato opportunamente il sito di misura, di considerare i dati di concentrazione raccolti in un unico punto rappresentativi dell'intero abitato od anche di un'area più estesa.

Oltre alla valutazione dei dati raccolti a Meano ed al loro confronto con i relativi limiti, di particolare interesse è quindi il confronto con i dati contemporaneamente raccolti dalle stazioni della rete fissa di monitoraggio a Trento. Solo infatti se i dati si discostano in maniera evidente, con concentrazioni misurate sicuramente maggiori, da quelli raccolti in zone considerate "omogenee", è possibile ipotizzare o individuare sorgenti locali.

In particolare, rispetto al periodo oggetto della campagna, si possono evidenziare le seguenti conclusioni:

- a) nessun campione medio giornaliero ha valori superiori al limite di media giornaliera con un valore massimo di $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (limite 50);
- b) il valore medio dell'intero periodo è stato di $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mentre la media di tutte le altre stazioni di Trento è stata di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (-30%);

- c) esiste una sostanziale sovrapposizione degli andamenti di concentrazione fra i dati di Meano ed il dato medio rilevato nei siti di misura di Trento;
- d) la correlazione è molto significativa con valori di correlazione R pari a 0,8636 e R^2 pari a 0,7458;

Fig. 3.3 Retta di correlazione polveri fini PM10 - Meano – stazioni rete fissa Trento
(media stazioni)

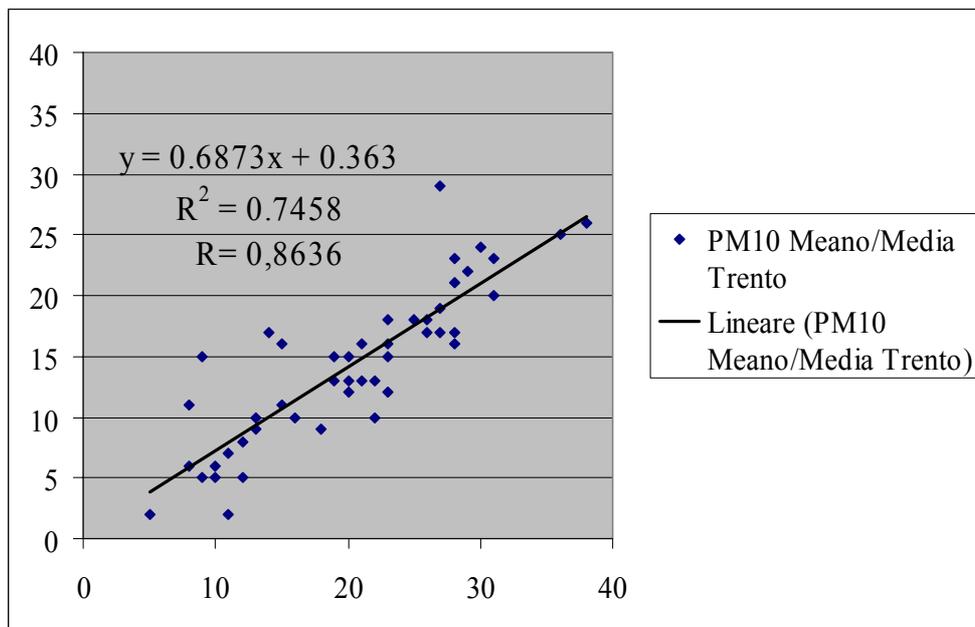
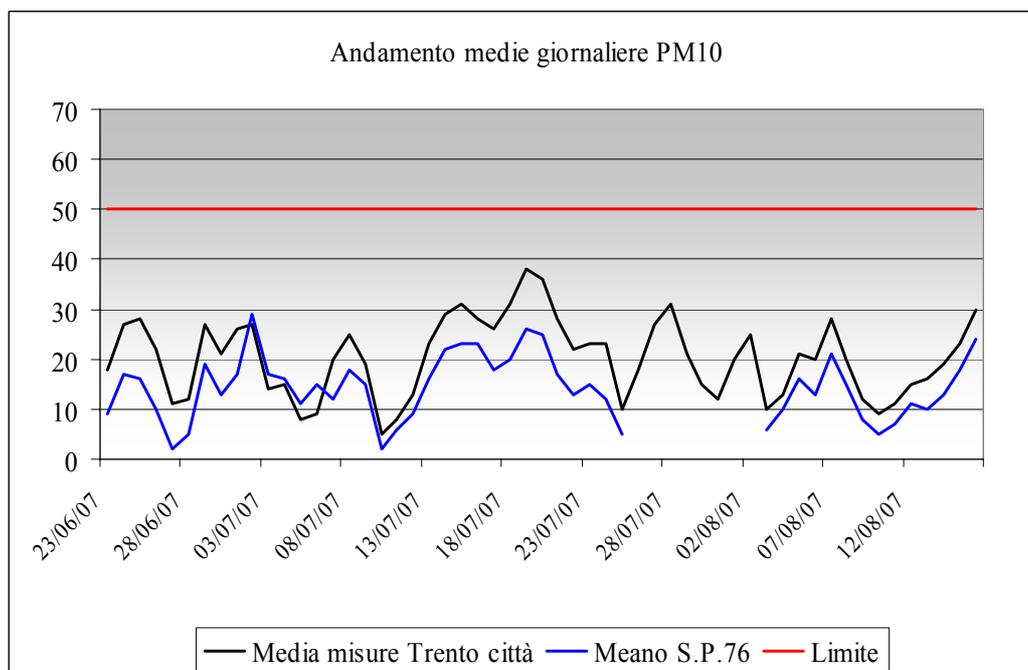


Fig. 3.4 Andamento concentrazioni media giornaliera polveri fini PM10 - Meano – stazioni rete fissa Trento (media stazioni)



Biossido di azoto – NO₂

Analogamente a quanto evidenziato per le polveri sottili PM₁₀, anche per gli ossidi di azoto identica è la zonizzazione sin qui adottata in Trentino con la zona “IT0401” relativa a 30 comuni compresi fra la Valle dell’Adige, l’Alta Valsugana ed il Basso Sarca all’interno della quale esistono evidenze del superamento dei limiti, e la zona “IT0402” relativa a tutta la restante parte del territorio all’interno della quale i limiti si ritengono rispettati.

Come fatto per le polveri sottili PM₁₀, di seguito si propone il confronto dei dati di NO₂ rilevati a Meano e presso le stazioni della rete fissa PAT, confronto che propone considerazioni sostanzialmente uguali rispetto al PM₁₀.

In particolare:

- il limite relativo alla media oraria viene sempre rispettato;
- il valore medio dell’intero periodo è stato di 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mentre la media delle stazioni Trento è stata leggermente inferiore e pari a 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- esiste una sostanziale sovrapposizione degli andamenti di concentrazione fra i dati di Meano ed il dato medio rilevato nei siti di misura di Trento;
- la correlazione è molto significativa con valori di correlazione R pari a 0,8107 e R^2 pari a 0,6573;

Fig. 3.5 Retta di correlazione NO₂ . Meano – stazioni rete fissa Trento (media stazioni)

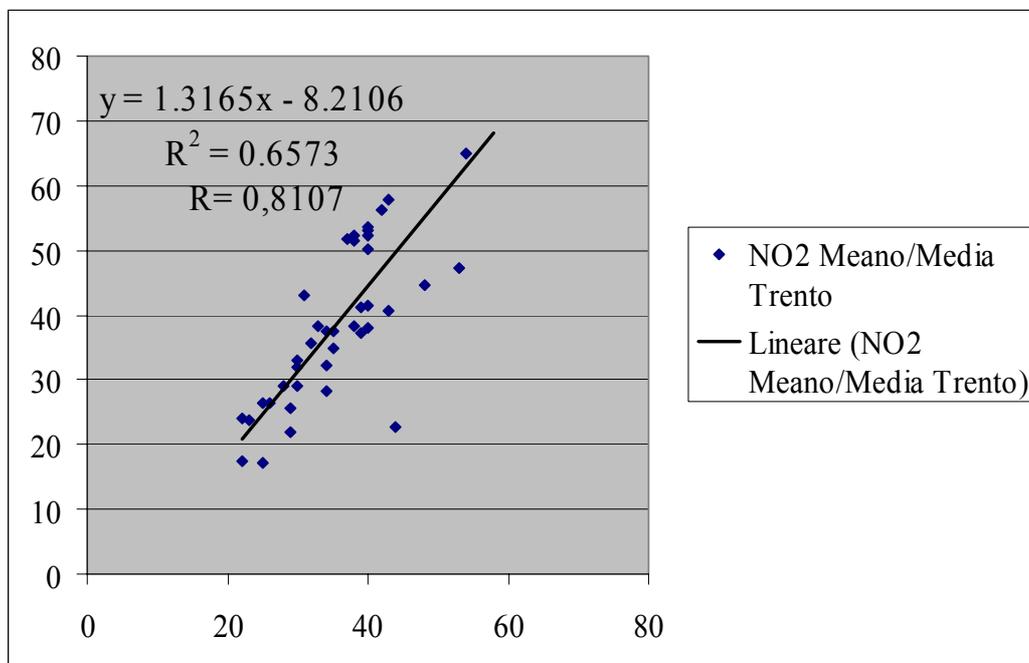
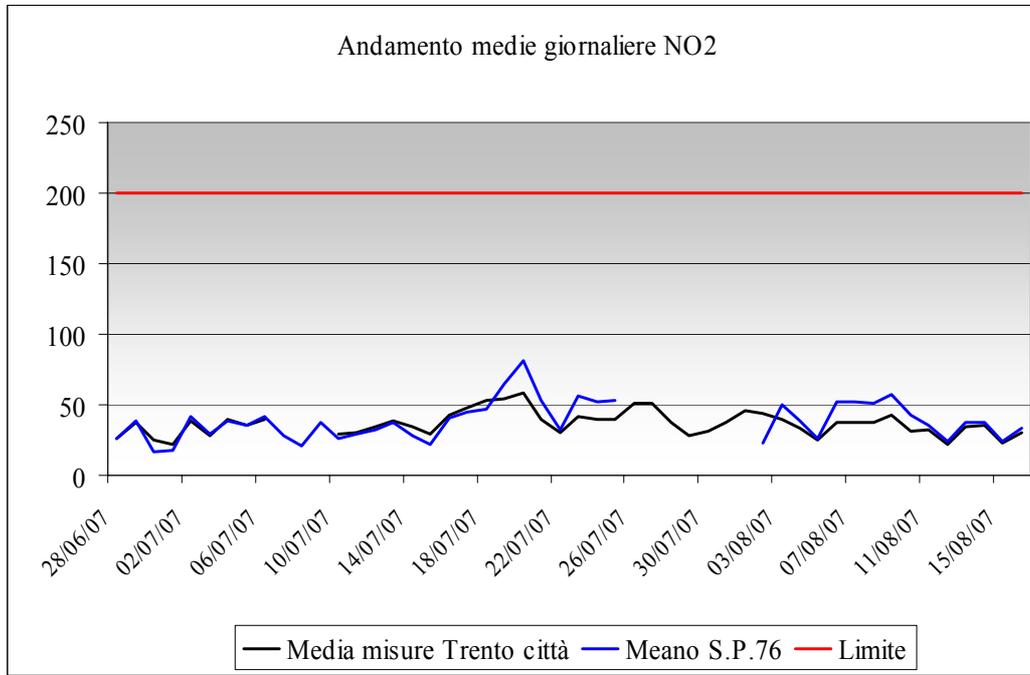


Fig. 3.6 Andamento concentrazioni media giornaliera NO₂ - Meano – stazioni rete fissa Trento (media stazioni)



Ozono- O₃

Per quanto riguarda l'ozono, dal punto di vista analitico è l'inquinante che ha evidenziato i valori più interessanti, a tratti anche superiori al primo limite previsto e definito "soglia di informazione". Come noto l'ozono è però inquinante secondario che non può in alcun modo essere correlato ad emissioni localizzate di inquinanti primari. Anzi, qualora vi fossero importanti sorgenti di inquinamento la sua presenza verrebbe sostanzialmente ridimensionata al punto che la misura è raccomandata proprio nei siti remoti, lontani dalle sorgenti di inquinamento, e non prevista nei siti caratterizzati dal traffico. I dati che di seguito vengono riassunti evidenziano una situazione di normale presenza di ozono per il periodo (l'ozono è inquinante solo estivo), del tutto in linea e compatibile con quella che ha caratterizzato praticamente l'intero bacino della valle dell'Adige e per nulla influenzata da locali emissioni di inquinanti primari (da traffico o altro).

Fig. 4.7 Retta di correlazione O₃ - Meano – stazioni rete fissa Trento (media stazioni)

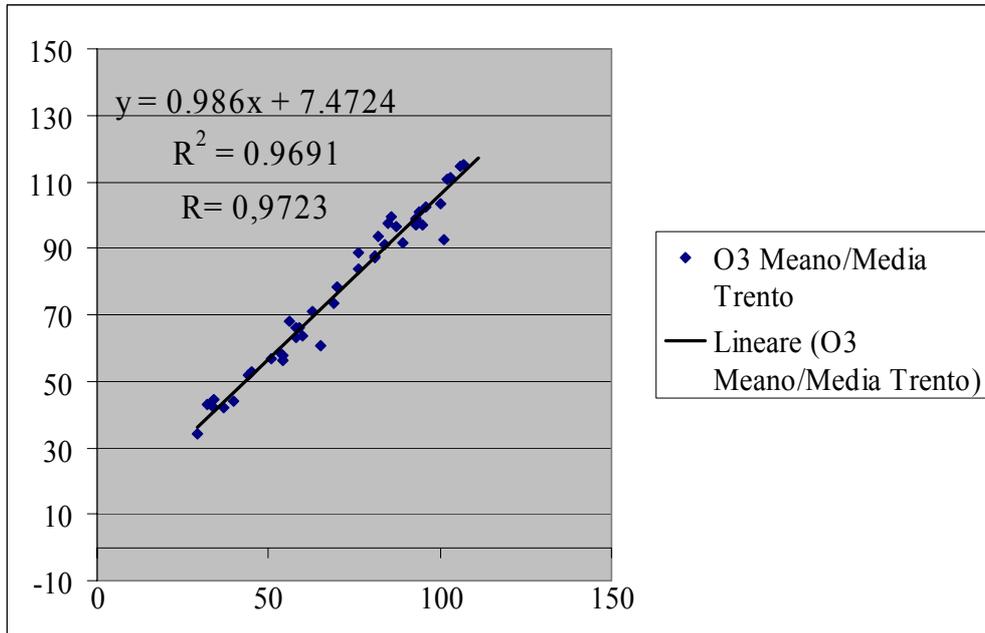
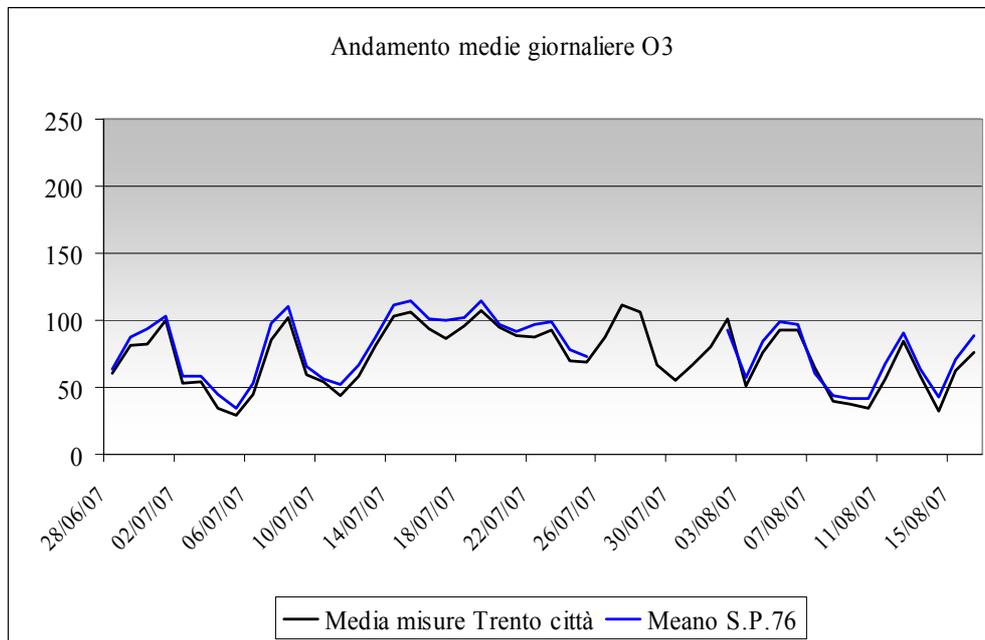


Fig. 4.8 Andamento concentrazioni media giornaliera O₃ - Meano – stazioni rete fissa Trento (media stazioni)



4. *Valutazioni finali e conclusioni*

L'analisi dei dati raccolti nei 50 giorni di misura permette le seguenti considerazioni:

- nel periodo tutti gli inquinanti primari (da sorgenti locali) monitorati hanno abbondantemente rispettato i limiti previsti dall'attuale normativa.
- il dato medio delle polveri fini PM10 è stato inferiore (-30%) rispetto a quello medio contemporaneamente misurato nelle stazioni fisse di monitoraggio dislocate Trento (14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Meano, 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media stazioni rete fissa di Trento);
- le concentrazioni delle polveri fini PM10 misurate a Meano sono risultate correlate in maniera statisticamente significativa con i valori medi giornalieri delle stazioni di misura della rete fissa di Trento con valori di R pari a 0,8636 e R^2 pari a 0,7458;
- i dati del biossido di azoto-NO₂, sono risultati leggermente superiori rispetto a quelli misurati dalle stazioni fisse della rete di Trento - nell'intero periodo il dato medio è stato di 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Meano contro i 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ medi di Trento;
- le concentrazioni del biossido di azoto-NO₂ misurate a Meano sono risultate correlate in maniera statisticamente significativa con i valori medi giornalieri delle stazioni di misura della rete fissa di Trento con valori di R pari a 0,8107 e R^2 pari a 0,6573;
- per quanto riguarda l'ozono, inquinante tipico dei mesi primaverili ed estivi, le sue concentrazioni sono a tratti risultate superiori al valore previsto per la "soglia di informazione" ma mai superiori alla "soglia di allarme";
- le concentrazioni di ozono misurate a Meano sono risultate correlate in maniera statisticamente molto significativa con i valori medi giornalieri delle stazioni di misura della rete fissa di Trento con valori di R pari a 0,9723 e R^2 pari a 0,9691, praticamente andamenti e concentrazioni uguali a quelle dell'intera area del comune di Trento;
- anche tutti gli altri inquinanti misurati, in particolare ossido di carbonio e biossido di zolfo, hanno abbondantemente rispettato i limiti.

Alla luce di queste indicazioni si deve concludere che le informazioni e valutazioni raccolte in questa campagna poco si discostano da quelle raccolte nelle precedenti campagne di misura.

La significativa correlazione statistica del PM10, del biossido di azoto e dell'ozono confermano, una volta di più, la bontà delle valutazioni che impongono di considerare il problema della qualità dell'aria a Trento e nella valle dell'Adige come un problema di area e non di singolo sito (come peraltro prevede la normativa).

Nella sostanza anche a Meano, come nel resto della città di Trento, esistono problemi di qualità dell'aria legati principalmente al particolato sottile PM10 (e per altri aspetti all'ozono) ma, anche in ragione dei risultati di questa campagna di misura, non emergono livelli di concentrazione tali da poter evidenziare una significativa sorgente locale di inquinamento.

Trento, dicembre 2007

Allegato 1 : Normativa di riferimento

Il quadro normativo di riferimento per la misura della qualità dell'aria ambiente è costituito dal Decreto Ministeriale n.60 del 2 aprile 2002 (Decreto del Ministero dell'Ambiente di recepimento delle direttive comunitarie 1999/30/CE e 2000/69/CE) e dal Decreto Legislativo n.351 del 4 agosto 1999 (recepimento della direttiva 96/62/CE del Consiglio in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria).

In particolare nel DM n.60, all'art.1, vengono stabiliti per gli inquinanti biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, materiale particolato, piombo, benzene e monossido di carbonio:

- i valori limite e le soglie di allarme;
- i criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria ambiente;
- la soglia di valutazione superiore, la soglia di valutazione inferiore e i criteri di verifica della classificazione delle zone e degli agglomerati;
- le modalità per l'informazione da fornire al pubblico sui livelli registrati di inquinamento atmosferico ed in caso di superamento delle soglie di allarme.

Nella seguente tabella vengono riassunti i valori limite e le soglie di allarme:

TABELLA "A" : VALORI LIMITE E SOGLIE DI ALLARME

<i>INQUINANTE</i>		
<i>Biossido di zolfo</i> SO ₂	Media oraria	350 µg/m ³
	Media 3 ore consecutive - <i>Soglia di allarme</i>	500 µg/m ³
	Media giornaliera	125 µg/m ³
	Media annua (<i>solo per ecosistemi</i>)	20 µg/m ³
<i>Biossido di azoto</i> NO ₂	Media oraria	200 µg/m ³
	Media 3 ore consecutive - <i>Soglia di allarme</i>	400 µg/m ³
	Media annua	40 µg/m ³
Ossidi di azoto (NO _x) espressi come NO ₂	Media annua (<i>solo per ecosistemi</i>)	30 µg/m ³
<i>Monossido di Carbonio</i> CO	Concentrazione media di 8 ore consecutive	10 mg/m ³
<i>Piombo</i>	Media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate in 1 anno	0,5 µg/m ³
<i>Particelle sospese</i> PM ₁₀	Media giornaliera	50 µg/m ³
	Media annua	40 µg/m ³
<i>Benzene</i>	Media annua	5 µg/m ³

In relazione al Decreto Legislativo n.351, i dati raccolti in campagne di misura di breve durata sono di particolare interesse quale ausilio alla classificazione delle zone per quanto riguarda la qualità dell'aria ambiente.

In particolare le concentrazioni "soglia" sono disciplinate all'art.6 del D.Lgs. n.351 ed all'art.4 del DM n.60 mentre i valori di riferimento sono invece contenuti nell'Allegato IIV del DM n.60:

TABELLA "B" : SOGLIE DI VALUTAZIONE INFERIORE E SUPERIORE

(per la sola parte riguardante la protezione umana)

<i>INQUINANTE</i>		Soglia di valutazione superiore	Soglia di valutazione inferiore
<i>Biossido di zolfo SO₂</i>	Media giornaliera	75 µg/m ³ (3 superamenti annui ammessi)	50 µg/m ³ (3 superamenti annui ammessi)
<i>Biossido di azoto NO₂</i>	Media oraria	140 µg/m ³ (18 superamenti annui ammessi)	100 µg/m ³ (18 superamenti annui ammessi)
	Media annuale	32 µg/m ³	26 µg/m ³
<i>Monossido di Carbonio CO</i>	Media oraria	7 mg/m ³	5 mg/m ³
<i>Piombo</i>	Media annuale	0.35 µg/m ³	0.25 µg/m ³
<i>Particelle sospese PM10</i>	Media giornaliera**	30 µg/m ³ (7 superamenti annui ammessi)	20 µg/m ³ (7 superamenti annui ammessi)
	Media annuale**	14 µg/m ³	10 µg/m ³
<i>Benzene</i>	Media annuale	3.5 µg/m ³	2 µg/m ³

**** da raggiungere e rispettare con il 2010**

Il confronto dei dati raccolti con queste "soglie di valutazione", unitamente ad altre considerazioni, consente agli organi competenti, nella fattispecie le regioni e/o le provincie autonome, di effettuare la valutazione dell'aria ambiente per una determinata zona e/o agglomerato.

Per l' inquinante *ozono* il riferimento è il D.Lgs. n.184 del 21 maggio 2004 che fissa, fra le altre, le soglie di "informazione" e di "allarme".

TABELLA "C" : LIVELLI DI INFORMAZIONE E DI ALLARME (D.L. 183/2004)

<i>Inquinante</i>	Soglia di informazione	Soglia di allarme	Periodo di riferimento
Ozono O ₃	180 µg/m ³	240 µg/m ³	Media oraria

CRITERI PER LA DEFINIZIONE DELL'INDICE SINTETICO DI INQUINAMENTO (ISI)

Per una valutazione integrata dei differenti inquinanti viene adattato alla normativa nazionale l'indice PSI (Pollutant standard index) sviluppato dall'US-EPA (United States - Environmental Protection Agency) per fornire un indicatore accurato, veloce e facilmente comprensibile del livello di inquinamento (EPA, 1994).

L'indice di inquinamento ISI viene costruito nel modo seguente. In primo luogo si calcola un indice specifico per ogni inquinante:

$$I_i = C_i^* / S_i * 100$$

dove:

i è l'inquinante,

C_i^* è dato dalla concentrazione oraria e/o giornaliera misurata (il riferimento temporale è quello utilizzato nella definizione dei vari limiti);

S_i è la concentrazione prevista dai relativi limiti (per l'ozono la soglia di attenzione);

L'indice I_i così costruito vale 100 quando la concentrazione è pari al valore limite (alla soglia di attenzione per l'ozono).

Una volta calcolati i differenti indici I_i per ogni inquinante si sceglie tra i differenti indici il massimo:

$$ISI = \max_i I_i$$

In questo modo si ha una caratterizzazione del livello di inquinamento a prescindere dall'inquinante preso in considerazione. Ad esempio in inverno si potrà verificare che l'inquinante più critico siano le PM10, il CO o l'NO_x per il contributo del traffico automobilistico mentre in estate si potrà verificare un indice più alto per l'ozono.

Per facilitare la comprensione dei fenomeni, particolarmente nell'esecuzione di campagne limitate nel tempo, vengono anche riprodotti degli indici parziali con esclusione dal calcolo di uno o più inquinanti.

Allegato 2: descrizione dei parametri chimici e meteorologici rilevati**PARAMETRI CHIMICI**

PARAMETRO	SIMBOLOGIA	UNITA' DI MISURA
monossido di carbonio	CO	mg/m ³
polveri PM10	PM10	µg/m ³
monossido di azoto	NO	µg/m ³
biossido di azoto	NO2	µg/m ³
ossidi di azoto totali	NOx	µg/m ³
biossido di zolfo	SO2	µg/m ³
ozono	O3	µg/m ³
IPA	Benzo(a)Pirene, e altri...	ng/m ³
**	mg/m ³	milligrammi/metrocubo
**	µg/m ³	microgrammi/metrocubo
**	ng/m ³	nanogrammi/metrocubo

OSSIDO DI CARBONIO - CO - espresso in mg/m³ (d'aria)

Il monossido di carbonio (CO) è un gas incolore, insapore, inodore ed è un po' più leggero dell'aria. Esso rappresenta l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera. Il monossido di carbonio si forma principalmente dalla combustione incompleta degli idrocarburi presenti in carburanti e combustibili. Quando la combustione avviene in condizioni ideali si forma esclusivamente anidride carbonica (CO₂) mentre quando la quantità di Ossigeno a disposizione è insufficiente, si forma anche CO. La principale sorgente di questa sostanza è rappresentata dal traffico veicolare (circa l'80% della produzione complessiva; in ambito urbano anche fino al 90 – 95%), in particolare dai gas di scarico dei veicoli a benzina.

La concentrazione di CO emessa dagli scarichi dei veicoli è strettamente correlata alle condizioni di funzionamento del motore: si registrano concentrazioni più elevate con motore a bassi regimi ed in fase di decelerazione, condizioni tipiche di traffico urbano intenso e rallentato. Altre sorgenti sono gli impianti termici e alcuni processi industriali, come ad esempio la produzione di acciaio.

OSSIDI D'AZOTO - NOx, NO, NO2 - espressi in µg/m³

Il Biossido di Azoto è un gas di colore rosso bruno, di odore forte e pungente, altamente tossico ed irritante.

In generale gli ossidi di azoto (NO, N₂O, NO₂ ed altri) sono generati da i processi di combustione, qualunque sia il combustibile utilizzato, per reazione diretta tra l'azoto e l'ossigeno dell'aria ad alta temperatura (> 1.200 °C).

I processi di combustione (centrali termoelettriche, riscaldamento, motori a combustione interna) emettono quale componente principale monossido di azoto (NO) che, nelle emissioni di un motore a combustione interna, rappresenta circa il 98 % delle emissioni totali di ossidi di azoto. Successivamente il monossido di azoto (NO) in presenza di ozono si trasforma in biossido di azoto. La formazione diretta di NO₂ dai processi di combustione è strettamente correlata agli elevati valori di pressione e temperatura che si realizzano all'interno delle camere di combustione dei motori. I fumi di scarico degli autoveicoli contribuiscono enormemente all'inquinamento da NO; la quantità di emissioni dipende dalle caratteristiche del motore e dalla modalità del suo utilizzo (velocità, accelerazione, ecc.). In generale, la presenza di NO aumenta quando il motore lavora ad elevato numero di giri (arterie urbane a scorrimento veloce, autostrade, ecc.).

Il biossido di azoto può essere originato anche da processi produttivi senza combustione, come ad esempio la produzione di acido nitrico, fertilizzanti azotati, ecc..., ed anche da sorgenti naturali (attività batterica, eruzioni vulcaniche, incendi).

POLVERI SOTTILI - PM10 - espresse in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Con il termine polveri atmosferiche, o materiale particellare, si intende un insieme eterogeneo di particelle solide e liquide che, a causa delle ridotte dimensioni, tendono a rimanere sospese in aria. Le singole particelle sono anche molto diverse tra loro per dimensione, forma, composizione chimica e processo di formazione.

L'insieme delle particelle sospese in atmosfera è definito come particolato sospeso P.T.S. (Polveri Totali Sospese) o P.M. (dall'inglese "Particulate Matter", materiale particellare).

Generalmente tali particelle sono costituite da una miscela di elementi quali: Carbonio (organico ed inorganico), fibre, silice, metalli (Ferro, Rame, Piombo, Nichel, Cadmio, ...), nitrati, solfati, composti organici (idrocarburi, acidi organici, I.P.A., ...), materiale inerte (frammenti di suolo, spore, pollini ...), particelle liquide. Tale composizione dipende essenzialmente dal processo di formazione delle stesse particelle e dalle sostanze con cui sono giunte a contatto nella loro permanenza in atmosfera (ad esempio possono fungere da veicolanti di metalli pesanti).

Il diametro è compreso tra $0,005 \mu\text{m}$ e $150 \mu\text{m}$ (lo spessore di un capello umano è di circa $100 \mu\text{m}$); all'interno di questo intervallo le polveri atmosferiche sono suddivise in:

- particelle grossolane: con diametro superiore ai $10 \mu\text{m}$;
- particelle fini (PM10): con diametro fino a $10 \mu\text{m}$;
- particelle finissime (PM2,5): con diametro inferiore ai $2,5 \mu\text{m}$.

OZONO - O3 - espresso in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

L'ozono è un gas formato da tre atomi di ossigeno (O_3) di odore pungente, altamente reattivo, dotato di un elevato potere ossidante e ad elevate concentrazioni di colore blu/azzurro.

In natura è presente negli strati alti dell'atmosfera terrestre, in particolare in una porzione della stratosfera ad un'altezza compresa fra i 30 e i 50 km dal suolo, detta anche ozonosfera, ed ha la funzione importante di proteggere la superficie terrestre dalle radiazioni ultraviolette emesse dal sole che sarebbero dannose per la vita degli esseri viventi. L'ozono è dunque indispensabile alla vita sulla Terra perché impedisce il passaggio dei raggi pericolosi per la nostra salute. L'assenza di questo composto nella stratosfera è chiamata generalmente "buco dell'ozono".

Negli strati bassi dell'atmosfera invece, la cosiddetta "troposfera" (al di sotto dei 10-15 km di altezza dal suolo), esso è presente naturalmente in basse concentrazioni, per effetto del naturale scambio con la stratosfera. Tale concentrazione può però aumentare in alcune aree a causa del cosiddetto "smog fotochimico", che si origina soprattutto nei mesi estivi in concomitanza di un intenso irraggiamento solare e di un'elevata temperatura.

Se dunque il "buco dell'ozono" si riferisce all'assottigliamento dello strato di ozono di cui abbiamo bisogno per proteggerci dalle radiazioni ultraviolette, l'inquinamento da Ozono si riferisce all'aumento della sua presenza nell'aria che respiriamo, soprattutto nei periodi estivi, e che può avere effetti dannosi sulla salute dell'uomo e sull'ambiente.

BIOSSIDO DI ZOLFO - SO2 - espresso in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Il biossido di zolfo (SO_2) è un gas incolore, dall'odore pungente e irritante. In atmosfera la presenza di biossido di zolfo è accompagnata da quella del triossido di zolfo (SO_3); infatti il biossido (SO_2) può essere trasformato in triossido (SO_3) mediante processi indotti dall'irraggiamento solare.

In atmosfera la presenza di SO_3 come tale è a sua volta condizionata dalla concentrazione di vapore acqueo; in combinazione con questo essa forma infatti facilmente acido solforico (H_2SO_4).

BENZENE (C₆H₆) e IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI – IPA – espressi in ng/m³

Il benzene (C₆H₆) è il più semplice degli idrocarburi aromatici ed è uno dei composti organici più utilizzati. È un liquido incolore, molto volatile, poco stabile in acqua e presenta un caratteristico odore aromatico pungente, che diventa irritante a concentrazioni elevate. La soglia di concentrazione per la percezione olfattiva è di 5 mg/m³ (Air Quality Guidelines for Europe, WHO 1987).

A temperatura ambiente è volatile, scarsamente solubile in acqua e miscibile invece con composti organici come alcool, cloroformio e tetracloruro di carbonio. Prodotto attraverso processi di raffinazione del petrolio, il benzene trova impiego principalmente nella chimica, come antidetonante nella benzina, come solvente e come materia prima per numerosi composti aromatici, che a loro volta vengono utilizzati per produrre plastiche, resine, detergenti e pesticidi.

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (I.P.A.) costituiscono un numeroso gruppo di composti organici formati da uno o più anelli benzenici. In generale si tratta di sostanze solide a temperatura ambiente, sostanze scarsamente solubili in acqua, degradabili in presenza di radiazione ultravioletta ed altamente affini ai grassi presenti nei tessuti viventi.

Il composto più studiato e rilevato è il benzo(a)pirene che ha una struttura con cinque anelli aromatici condensati

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici sono contenuti nel carbone e nei prodotti petroliferi (particolarmente nel gasolio e negli olii combustibili). Essi vengono emessi in atmosfera come residui di combustioni incomplete in alcune attività industriali (cokerie, produzione e lavorazione grafite, trattamento del carbon fossile) e nelle caldaie (soprattutto quelle alimentate con combustibili solidi e liquidi pesanti); inoltre sono presenti nelle emissioni degli autoveicoli (sia diesel che benzina). In generale l'emissione di I.P.A. nell'ambiente risulta molto variabile a seconda del tipo di sorgente, del tipo di combustibile e della qualità della combustione.

La presenza di questi composti nei gas di scarico degli autoveicoli è dovuta sia alla frazione presente come tale nel carburante, sia alla frazione che per pirosintesi ha origine durante il processo di combustione.

METALLI (Cd,Ni,Pb,Cu,V,Zn,Cr) - espressi in µg/m³

Nel particolato atmosferico sono presenti metalli di varia natura. I principali sono Cadmio, Zinco, Rame, Nichel, Piombo e Ferro.

I metalli presenti nel particolato atmosferico provengono da una molteplice varietà di fonti: il cadmio e lo zinco sono originati prevalentemente da processi industriali, il rame ed il nichel provengono dalla combustione, il piombo dalle emissioni autoveicolari. Il ferro proviene dall'erosione dei suoli, dall'utilizzo di combustibili fossili e dalla produzione di leghe ferrose.

In particolare, il piombo di provenienza autoveicolare è emesso quasi esclusivamente da motori a benzina in cui è contenuto sotto forma di piombo tetraetile e/o tetrametile con funzioni di antidetonante. Negli agglomerati urbani tale sorgente rappresenta pressoché la totalità delle emissioni di piombo e la granulometria dell'aerosol che lo contiene si colloca quasi integralmente nella frazione respirabile (PM10). L'adozione generalizzata della benzina "verde" (0,013 g/l di Pb) dal 1 gennaio 2002, ha portato una riduzione delle emissioni di Piombo del 97%; in conseguenza di ciò è praticamente eliminato il contributo della circolazione autoveicolare alla concentrazione in aria di questo metallo.

PARAMETRI METEOROLOGICI

PARAMETRO	SIMBOLOGIA	UNITA' DI MISURA
direzione del vento	DV	°N
velocità del vento	VV	m/s
temperatura	TEM	°C
radiazione solare	IRS	w/mq
pressione atmosferica	PA	mbar
umidità relativa	UR	%
pioggia	PLU	mm
**	°N	gradi Nord
**	m/s	metri al secondo
**	°C	gradi centigradi
**	w/mq	watts x metroquadro
**	mbar	millibar
**	%	percentuale
**	mm	millimetri

DIREZIONE E VELOCITA' DEL VENTO - DV e VV - la velocità e direzione del vento (misurate in gradi Nord direzione di provenienza e metri al secondo - °N e m/s) sono importanti in quanto normalmente maggiore è la ventosità e migliore è la qualità dell'aria. Conoscere inoltre la direzione di provenienza permette di capire la posizione del punto di prelievo dell'aria da analizzare rispetto alle fonti di emissione degli inquinanti (ad esempio sopra o sottovento).

TEMPERATURA - TEM - la temperatura (misurata in gradi centigradi - °C) contribuisce, fra l'altro, a caratterizzare il grado di stabilità atmosferica; normalmente inoltre minore è la temperatura, minore è lo strato di rimescolamento e maggiore è il rischio di inversioni termiche e quindi, potenzialmente, l'accumulo di sostanze inquinanti al suolo.

RADIAZIONE SOLARE - IRS - la radiazione solare (misurata in watts x metroquadrato - °C) contribuisce, come evidentemente la temperatura, a caratterizzare il grado di stabilità atmosferica; importante inoltre la sua quantità e intensità nel permettere l'instaurarsi di fenomeni di smog fotochimico e conseguente formazione di inquinanti secondari quali l'ozono o il biossido di azoto.

PRESSIONE ATMOSFERICA - PA - (misurata in millibar - mbar) la pressione atmosferica è normalmente indice, assieme ad altri indicatori, della situazione complessiva dell'atmosfera e del suo grado di stabilità ovvero del possibile approssimarsi di fronti perturbati in grado di produrre ricambi dell'aria al suolo con conseguente miglioramento della qualità dell'aria.

UMIDITA' RELATIVA - UR - (misurata in %) - questo parametro è spesso associato alla presenza o meno di pioggia o di aria più o meno secca e/o fredda. Il grado di umidità dell'aria è molto importante nelle situazioni di smog fotochimico nelle quali spesso si combinano alte temperature ed alta umidità dell'aria (afa), ad alte concentrazioni di ozono.

PIOGGIA - PLU - (misurata in millimetri - mm) la presenza di pioggia è normalmente associata a condizioni di qualità dell'aria, a parità di condizioni emissive, migliori rispetto al normale. La presenza di pioggia è infatti associata a passaggi di fronti perturbati con associati ricambi dell'aria al suolo, cui si deve aggiungere l'azione fisica di "lavaggio" dell'aria particolarmente per quanto riguarda le polveri.

Riferimenti bibliografici

(per il testo completo : <http://www.appa-agf.net/article/archive/21/>)

Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Sanità n.60 del 2 aprile 2002 - "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" - G.U. n.87 del 13 aprile 2002

Decreto Legislativo n.351 del 4 agosto 1999 - "Recepimento della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente" - G.U. n.241 del 13 ottobre 1999

Decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988 n.° 203 - "Attuazione delle direttive CEE 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'art. 15 della legge 16 aprile 1987, n.° 183" - Suppl. ord. G.U. n.° 140 del 16 giugno 1988

Decreto Legislativo n.183 del 21 maggio 2004 attuativo della direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria.

Piano provinciale di risanamento della qualità dell'aria della Provincia Autonoma di Trento - 2007 – Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente