



ARPA
umbria
agenzia regionale per la protezione ambientale

Dipartimento Provinciale di Perugia



UNI EN ISO 9001:2008 per
emissione di pareri tecnici ed
esecuzione di controlli ambientali.
Gestione reti di monitoraggio
della qualità dell'aria.

Relazione Annuale Qualità dell'Aria Santo Chiodo di Spoleto

Anno 2009

Rapporto Tecnico

Marzo 2010



arpa umbria

Pag 01 / Indice

02 / Presentazione

03 / La Rete di Rilevamento

07 / Risultati

07 / Biossido di Azoto – NO₂

09 / Monossido di Carbonio - CO

10 / Ozono – O₃

11 / Particolato PM10

13 / Particolato PM2.5

14 / Metalli Pesanti – Piombo

15 / Metalli Pesanti – Arsenico, Cadmio, Nichel

16 / Idrocarburi Policiclici Aromatici – IPA

17 / Parametri Metereologici

20 / Giudizio di Qualità

22 / Commento ai Risultati

26 / Appendice 1: Riferimenti Normativi

36 / Appendice 2: Parametri Monitorati e Caratteristiche

Relazione Monitoraggio
Qualità dell'Aria Spoleto
Santo Chiodo Anno 2009

Redazione

Dott. Marco Pompei

Collaborazione

Dott. Mirco Areni
Geom. Emanuele Bubù

Versione

Rev. 0

Visto

Dott.ssa Giovanna
Saltamacchia

Contributi

Laboratorio Arpa per Analisi
Metalli, IPA e BTX



PRESENTAZIONE

La presente pubblicazione riporta i dati rilevati nel corso dell'anno 2009 nella Zona Industriale di Santo Chiodo, Comune di Spoleto, della rete di rilevamento della qualità dell'aria costituita da una centralina dotata di analizzatori automatici in continuo e da altre due postazioni per PM10 e Metalli Pesanti rilevati con metodo semiautomatico (prelievo e successiva analisi).

Insieme ai risultati, nel report viene fornita la descrizione della rete di rilevamento, le modalità di visualizzazione dei dati sul sito web dell'Agenzia (www.arpa.umbria.it) e un'analisi della normativa dopo il recepimento delle direttive comunitarie (con il D.M. 2 aprile 2002, n. 60, il D.Lgs. 21 maggio 2004, n. 183 e il D.Lgs. 3 agosto 2007, n. 152).

La relazione fornisce inoltre una descrizione delle principali caratteristiche delle sostanze analizzate, con l'indicazione dei limiti in vigore e un'illustrazione grafica dei dati relativi ai parametri meteorologici e chimici, confrontati anch'essi con i limiti di legge.

I parametri più significativi vengono anche confrontati con gli anni che vanno dal 2000 al 2008, così da avere un'indicazione temporale sull'andamento della qualità dell'aria. Tabelle e grafici illustrano anche i nuovi valori limite per gli inquinanti, i criteri di valutazione e le scadenze temporali per l'entrata in vigore delle direttive in materia.

Per individuare gli scenari futuri in tema di risanamento della qualità dell'aria per la città di Perugia, sono stati infine messi a confronto i dati dei principali inquinanti atmosferici con i valori limite individuati dalla normativa europea, recepita dall'Italia attraverso il D.M. 2 aprile 2002, n. 60 e i D.Lgs. 21 maggio 2004, n. 183 e 3 agosto 2007, n. 152. I valori sono stati anche comparati con le variazioni individuate dalla direttiva 2008/50/CE ("relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", ancora in via di recepimento dall'Italia), attraverso un'analisi statistica dei dati, in accordo con le indicazioni del rapporto ISTISAN 87/6 per quanto riguarda l'elaborazione e la valutazione dei risultati del rilevamento e la verifica del rispetto dei limiti di qualità dell'aria.



RETE DI RILEVAMENTO ZONA INDUSTRIALE SANTO CHIODO

Struttura della rete di monitoraggio

La rete di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico installata nella zona industriale di Santo Chiodo, che è stata realizzata su iniziativa dell'amministrazione comunale, è costituita da tre postazioni fisse indicate ciascuna con le lettere A, B, C (figura 1).

Gli inquinanti monitorati in ogni postazione sono riportati in *tabella 1*, unitamente alla data dell'inizio dell'osservazione.

Nel materiale particellare raccolto sono stati analizzati alcuni Metalli Pesanti quali Piombo (Pb), Cadmio (Cd), Arsenico (As), Nichel (Ni).

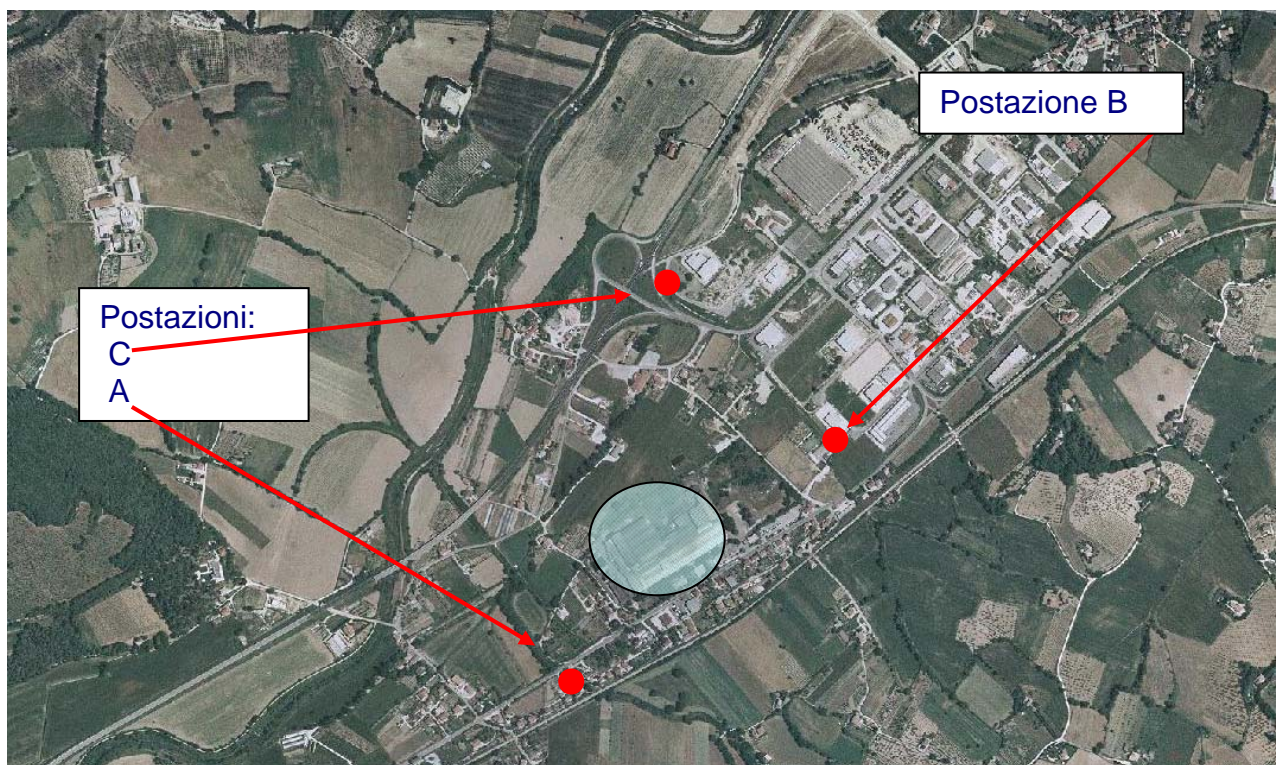


Fig.1: Zona Industriale Santo Chiodo – Scala 1:10000

Postazione	Inquinanti monitorati						Altro
	PM 2.5	PM10	CO	NO	NO ₂	O ₃	METEO
A		01/01/2005					
B	01/02/09	9/10/99	1/8/99	1/8/99	1/8/99	1/8/99	1/8/99
C		01/06/2005					

Tabella 1





Fig.2: Zona Industriale Santo Chiodo – Scala 1:2000



Fig.3.Cabina di monitoraggio Postazione B



Nel periodo di monitoraggio sono stati rilevati nella postazione B i seguenti parametri meteorologici: Velocità del Vento (VV), Direzione del Vento (DV), Umidità Relativa (UR), Temperatura (TA) e Pressione Atmosferica (PA).

La strumentazione impiegata conforme a quanto richiesto dalla normativa vigente per il rilevamento della qualità dell'aria è costituita da analizzatori in continuo per l'analisi dei gas e campionatori sequenziali per il campionamento del materiale particolare, con successiva analisi con metodo gravimetrico.



Fig 4 e 5 .Postazione per rilevamento PM10 (A e C)



Fig.6
Sensori del vento



Fig.7
Analizzatori in continuo



Le centraline sono collegate con una unità centrale operativa di raccolta ed elaborazione dei dati, ubicata presso il **dipartimento di Perugia di ARPA Umbria**. Nel periodo di monitoraggio i dati rilevati sono stati validati, sintetizzati e inseriti giornalmente entro le ore 10 del giorno successivo nel sito Web di Arpa Umbria con la seguente visualizzazione:

ARIA

ENTRA IN ARPA

- L'Agenzia
- Informazioni al pubblico
- Certificazioni ambientali
- Autorità Ambientale
- Eventi
- Pubblicazioni
- Intranet / Extranet

TEMI AMBIENTALI

- Acqua
- Aria
- Energia
- Radiazioni
- Rifiuti
- Rischio tecnologico
- Rumore
- Suolo

Aria

Bollettino della qualità dell'aria: altre stazioni

Stazioni collocate sul territorio con l'obiettivo di valutare eventuali impatti sulla qualità dell'aria prodotti, nelle aree circostanti, da specifiche fonti di emissione come impianti industriali ed altre infrastrutture.

Bollettino del: **08/02/2010** Inquinanti: Biossido Zolfo-Biossido Azoto-Ozono-Ossido Carbonio-PM10

Dati stazioni di monitoraggio fisse

<small>cliccare sul nome delle stazioni o sul simbolo degli inquinanti per visualizzarne le schede descrittive</small>	biossido di zolfo (SO₂) (µg/m ³) media 24h	biossido di zolfo (SO₂) (µg/m ³) max media 1h	biossido di azoto (NO₂) (µg/m ³) max media 1h	ossido di carbonio (CO) (mg/m ³) max media mobile 8h	ozono (O₃) (µg/m ³) max media mobile 8h limiti in vigore dal 2010	ozono (O₃) (µg/m ³) max media 1h limiti attuali	PM10 (µg/m ³) media 24h
Gubbio - Ghigiano	2	9	72	*	*	*	24
Gubbio - Semonte	< 1	1	9	*	*	*	21
Gubbio - Via L. da Vinci	*	*	38	*	*	*	44
Gubbio - Padule	< 1	2	25	*	*	*	21
Perugia - Porta Fesa	*	*	162	1,1	*	*	46
Spoleto - S.to Chiodo	*	*	65	*	55	63	31
Civieto - Ciconia	*	*	38	2,0	73	80	39
Terni - Polymer	*	*	39	*	69	71	*
Terni - Prisciano	*	*	46	*	81	82	34
Terni - Maratta	*	*	55	*	*	*	23
Narni - San Girolamo	4	9	*	*	86	88	*
Narni - Feronia	*	*	19	*	91	95	*
Narni - Montoro	*	*	23	*	82	87	*
Narni - San Liberato	*	*	*	*	*	*	*

Con la legenda per l'interpretazione dei dati:

legenda

Buona	Accettabile	Scadente	Pessima	Allarme
-------	-------------	----------	---------	---------

limiti

Agenti inquinanti (cliccare sul simbolo per visualizzare le caratteristiche generali degli agenti)	Entro Soglia Valutazione Inf.	Entro Limite	Superiore al limite	Limite per l'anno 2007	Superiore Livello di Allarme
SO ₂ biossido di zolfo (µg/m ³) media 24h	≤ 50	≤ 125	>125		
SO ₂ biossido di zolfo (µg/m ³) media 1h	≤ 50	≤ 350	>350		>500*
NO ₂ biossido di azoto NO ₂ (µg/m ³) media 1h	≤ 100	≤ 200	201-230	>230	>400*
CO ossido di carbonio (mg/m ³) media 8h	≤ 5	≤ 10	>10		
PM10 Polveri sottili (µg/m ³) media 24h	≤ 20	≤ 50	>50		

* I livelli di Allarme per SO₂ e NO₂ sono individuati sulla media di 3h
Nota: fatta eccezione per l'ossido di carbonio (CO), la normativa prevede per ciascun inquinante un numero massimo di superamenti annui (DM 60/2002)

limiti ozono

Limiti media 1 h	Soglia di informazione ⁽¹⁾ media 1 h	Soglia di allarme ⁽²⁾ media 1 h
O ₃ ozono (µg/m ³)	180	240



RISULTATI

Nel corso del 2009 il livello di prestazione della Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria della Zona Industriale di Santo Chiodo ha raggiunto e superato il 90% dei dati validi sul totale dei dati rilevati per tutti gli inquinanti, tranne gli Ossidi di Azoto, per i quali si è avuta una avaria dello strumento nel periodo estivo.

Biossido di Azoto (NO₂)

Considerando la non completa disponibilità di dati (67% del totale), ma con la completa copertura del periodo invernale dove le concentrazioni degli ossidi di azoto sono più significativi, i dati di NO₂ mostrano il rispetto dei valori limite; sono rispettati anche i limiti in vigore dal 2010 della media annuale e della media oraria (con nessun superamento del limite); non sono superate le soglie di valutazione della media annuale, mentre per le medie orarie si sono avuti valori inferiori alla soglia di valutazione superiore. Nella tabella si riportano i valori riscontrati confrontati con i limiti relativi:

PARAMETRO BISSIDO DI AZOTO – NO ₂					
LIMITI	VALORI RILEVATI	VALORI LIMITE	VALORI LIMITE+ MARGINE TOLLERANZA	SOGLIA VALUTAZIONE INFERIORE	SOGLIA VALUTAZIONE SUPERIORE
ELABORAZIONE		µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Media Annuale	27	40	44	26	32
Max Media 1h	166	200	210	100	140
Superamenti	0	18			

Tabella 2

Nel grafico viene riportato l'andamento 2000 – 2009 dei valori rilevati confrontato con l'evoluzione dei limiti:



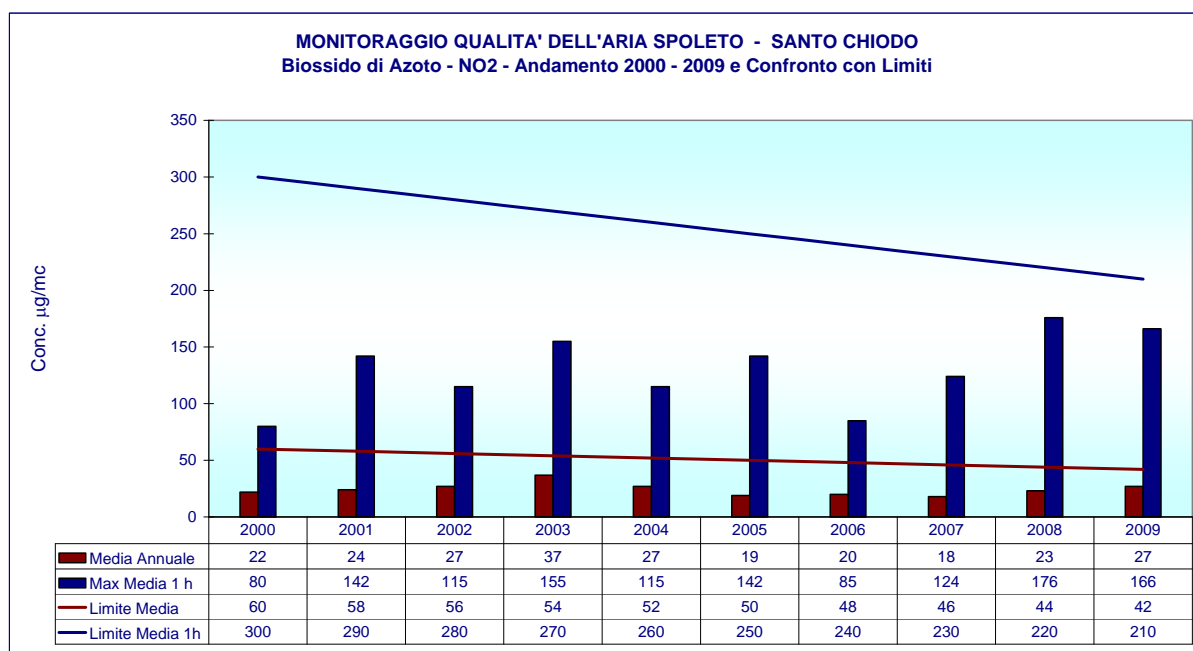


Grafico 1



Monossido di Carbonio (CO)

Per quanto riguarda il monossido di carbonio è rispettato il limite in vigore dal 2005 della media delle 8 ore, non è superata la *soglia di valutazione superiore* e neppure la *soglia di valutazione inferiore*.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i limiti e i valori registrati:

PARAMETRO MONOSSIDO DI CARBONIO – CO				
LIMITE	VALORI RILEVATI	VALORI LIMITE	SOGLIA VALUTAZIONE INFERIORE	SOGLIA VALUTAZIONE SUPERIORE
ELABORAZIONE		mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
Max Media 8h	1,8	10	5	7

Tabella 3

Nel grafico viene riportato l'andamento 2000 – 2009 dei valori rilevati, confrontato con l'evoluzione dei limiti:

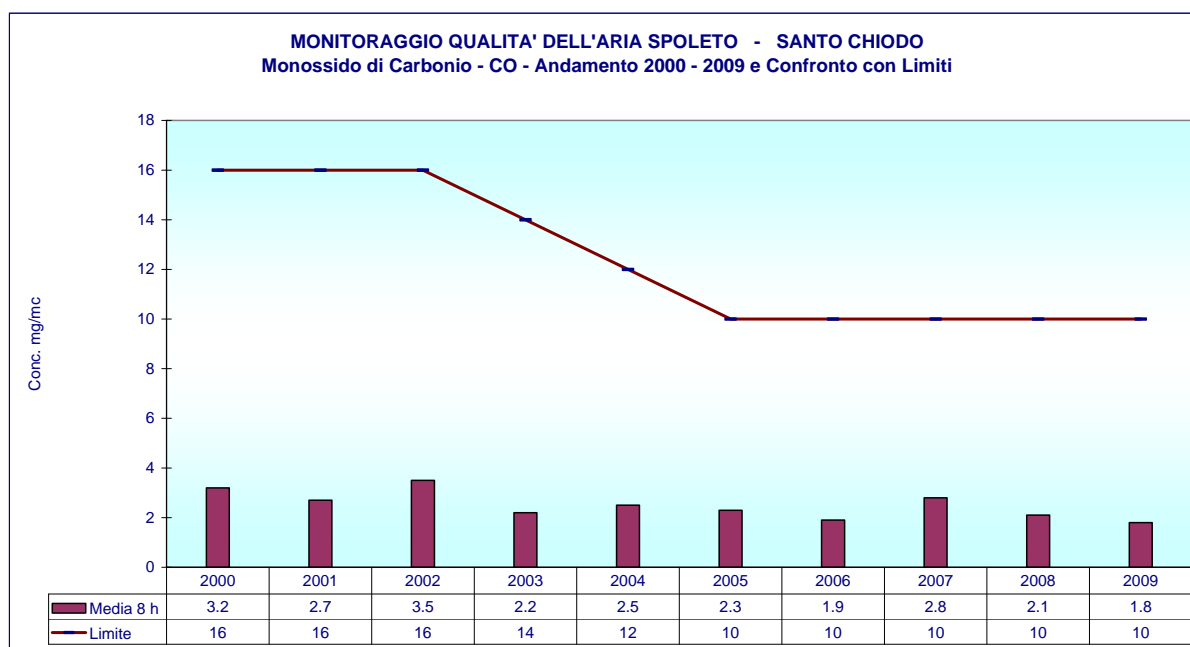


Grafico 2



Ozono (O₃)

Le concentrazioni della media oraria rilevate si sono mantenute sempre entro le soglie *di informazione e di allarme*, mentre è risultato superato il valore limite della media mobile trascinata di 8 ore (Valore bersaglio) per 7 volte, a fronte dei 25 ammessi.

Nella tabella che segue si riportano le elaborazioni delle medie di 1h, di 8h e 24h:

PARAMETRO OZONO -O ₃				
ELABORAZIONE	VALORI RILEVATI	VALORI LIMITE	SOGLIA DI INFORMAZIONE	SOGLIA DI ALLARME
	µg/mc	µg/mc	µg/mc	µg/mc
Nedia Annuale	48		180	240
Max Media 1h	168			
Max Media 8h	144	120		
Superamenti Media 8h	7	25		

Tabella 4

Il grafico seguente riporta l'andamento dei valori registrati nel periodo 2000-2009 raffrontati con l'evoluzione del limite:

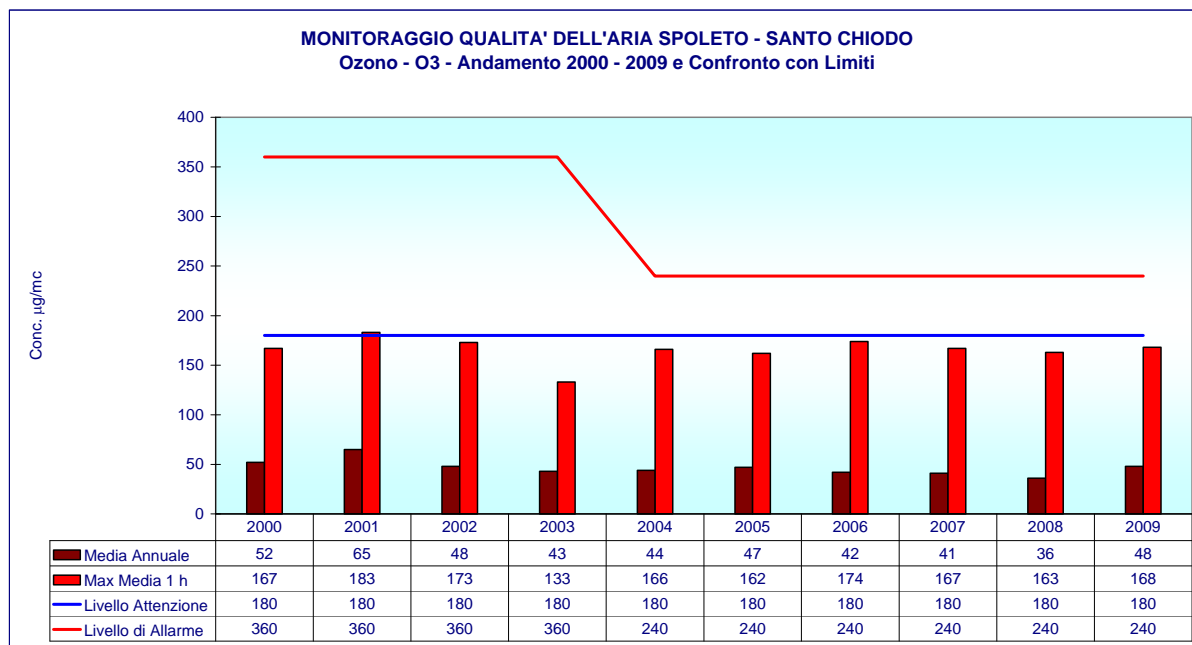


Grafico 3



Particolato PM10

Per quanto riguarda il particolato PM10, si ha il rispetto del *limite della media annuale* nelle tre postazioni di rilevamento, mentre si hanno rispettivamente 7, 14 e 31 superamenti della media di 24 ore, a fronte dei 35 superamenti della media giornaliera individuati dalla normativa. Di seguito vengono riportati i limiti e i risultati ottenuti:

PARAMETRO PARTICOLATO PM10			
ELABORAZIONE	VALORI LIMITE $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SOGLIA VALUTAZIONE INFERIORE $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SOGLIA VALUTAZIONE SUPERIORE $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Media Annuale	40	10	14
Max Media 24 h	50	20	30
Superamenti	35		

Tabella 5

PARAMETRO PARTICOLATO PM 10				
POSTAZIONE	MEDIA ANNUALE $\mu\text{g}/\text{m}^3$	GIORNI SUPERAMENTO MEDIA 24h	DATA RISPETTO LIMITE	RISPETTO LIMITE
Santo Chiodo Post. Fissa (B)	25	7		Si
Santo Chiodo Post. A	26	14	2005	Si
Santo Chiodo Post. C	38	31		Si

Tabella 6

Nel grafico seguente si riporta l'andamento degli anni 2000 - 2009 per la postazione B e l'andamento 2005-2009 per le postazioni A e C, confrontati con i limiti individuati per la media annuale e i superamenti della media di 24h:



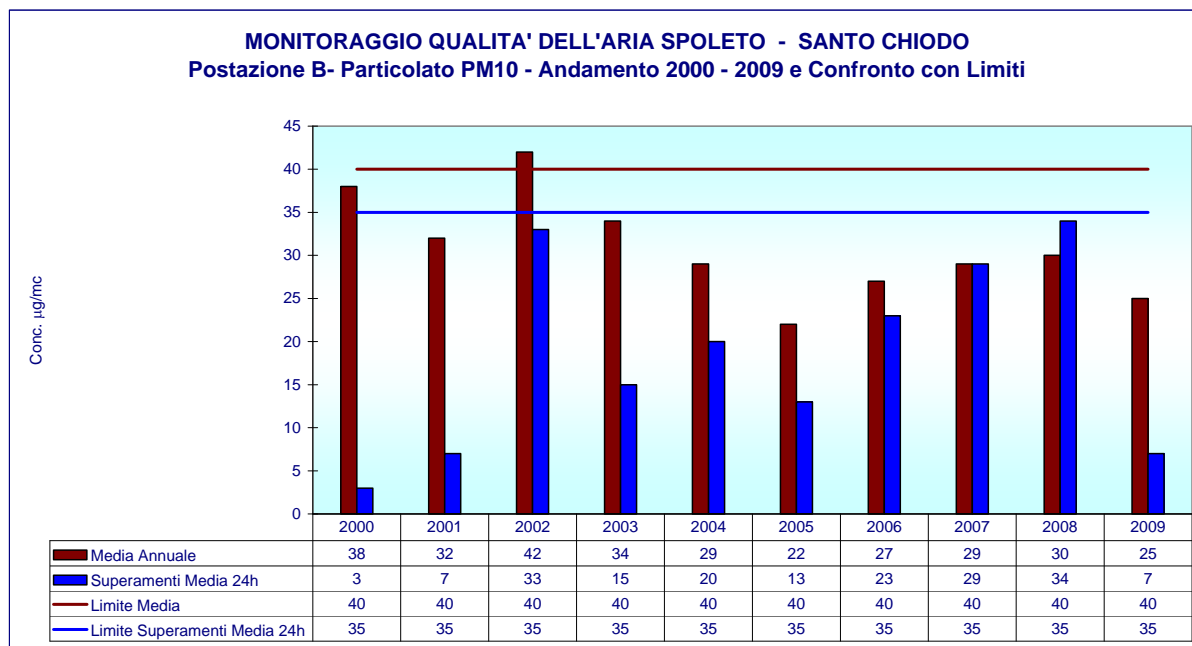


Grafico 4

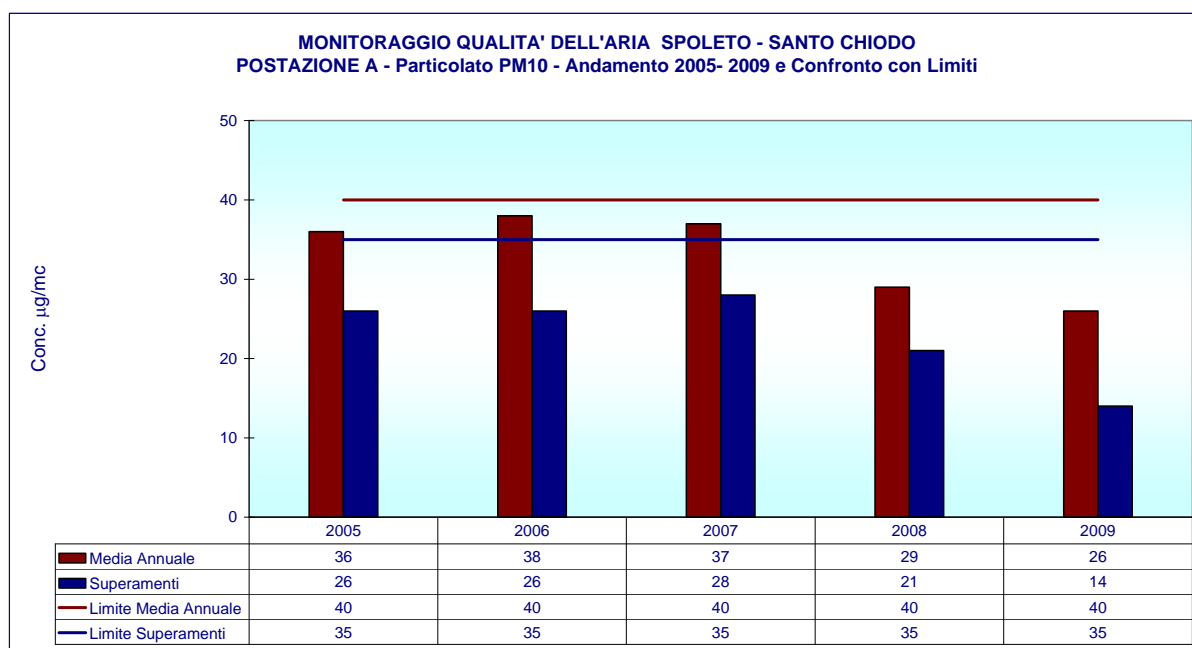


Grafico 5



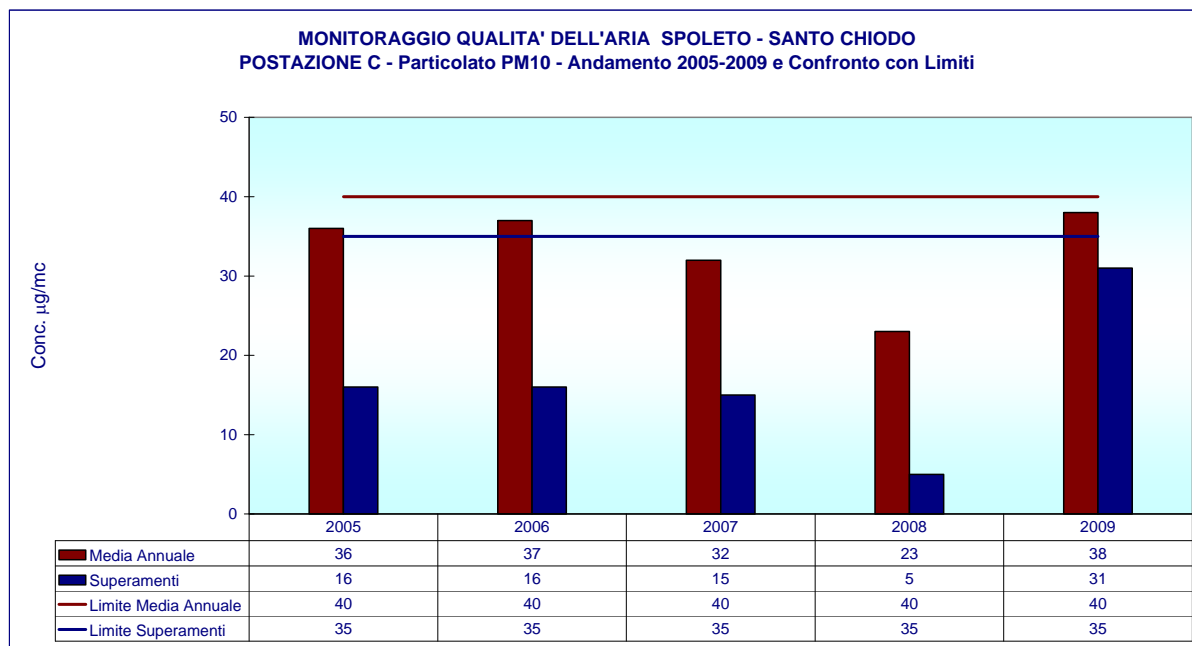


Grafico 6

Particolato PM 2.5

Questo inquinante si è cominciato a rilevare a partire dal febbraio 2009, mediante analizzatori in continuo con verifica di taratura per via gravimetrica.

Per le PM 2.5 vengono riportati i limiti e le soglie di valutazione proposte dalla Direttiva 2008/50/CE "Relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" e i risultati ottenuti:

PARAMETRO PARTICOLATO PM 2.5					
ELABORAZIONE	VALORE LIMITE PROPOSTO AL 2009	VALORE LIMITE PROPOSTO AL 2015	VALORE LIMITE PROPOSTO AL 2020	SOGLIA VALUTAZIONE INFERIORE	SOGLIA VALUTAZIONE SUPERIORE
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Media Annuale 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	28	25	20	7	10

Tabella 7

Si evidenzia il rispetto di tutti i limiti proposti e anche l'obiettivo di qualità indicato dalla direttiva.



Metalli Pesanti

Per quanto riguarda i metalli pesanti, rilevati con metodica semi automatica (prelievo su supporto filtrante e analisi in laboratorio), si sono avute per molti prelievi concentrazioni al di sotto del limite di rilevabilità del metodo impiegato in laboratorio.

Piombo – Pb

La concentrazione rilevata di Piombo, come si vede dalla tabella e dal grafico che riporta l'andamento delle concentrazioni di Pb dal 2002 al 2009 nella postazione B, è risultato abbondantemente sotto il limite:

PARAMETRO PIOMBO - Pb				
POSTAZIONE	MEDIA ANNUALE $\mu\text{g}/\text{m}^3$	LIMITE $\mu\text{g}/\text{m}^3$	DATA RISPETTO LIMITE	RISPETTO LIMITE
Santo Chiodo Post. Fissa (B)	0.0032			Si
Santo Chiodo Post. A	0.0046	0,5	2005	Si
Santo Chiodo Post. C	0.0046			Si

Tabella 8

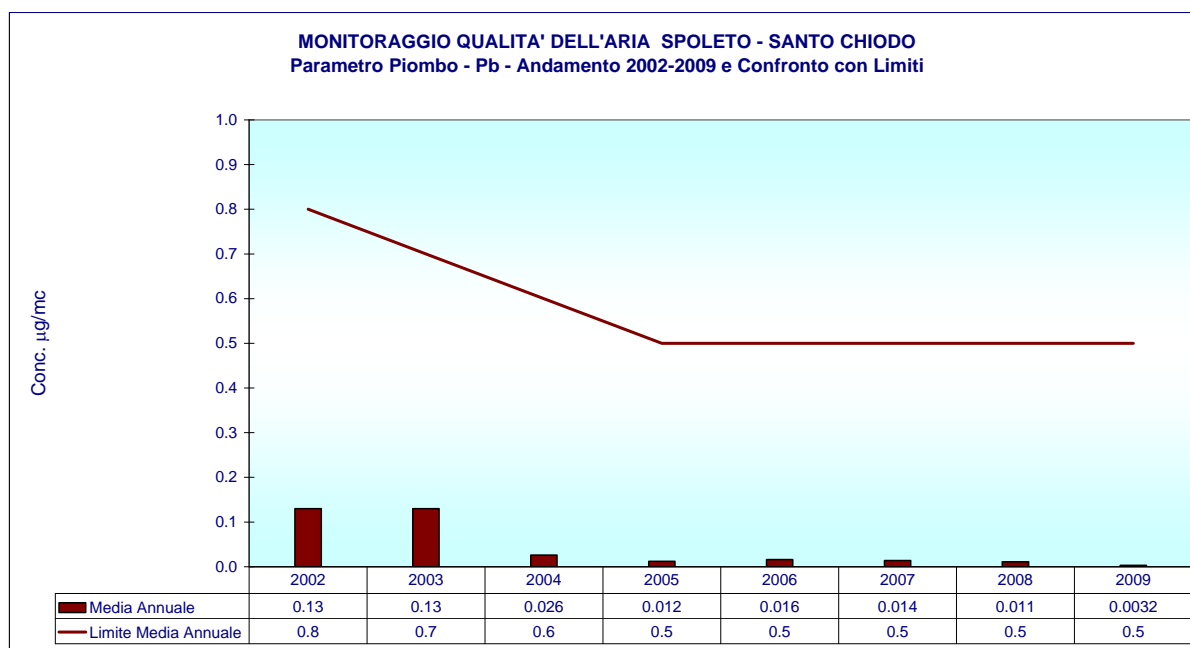


Grafico 7



Arsenico-As, Cadmio-Cd, Nichel-Ni

Per gli altri metalli pesanti la Commissione europea ha fissato dei valori obiettivo da raggiungere entro il 2012 che sono recepiti dalla normativa italiana con il D.Lgs. 152/2007. I valori obiettivo sono riportati nella tabella che segue:

Protezione Salute	Periodo Media	Valore Obiettivo ng/m ³	Soglia di Valutazione Superiore ng/m ³	Soglia di Valutazione e Inferiore ng/m ³	Data Rispetto Valore Obiettivo
Arsenico	Anno Civile	6	3,6	2,4	01/01/2012
Cadmio	"	5	3	2	"
Nichel	"	20	14	10	"

Tabella 9

Nel corso del 2009 i valori rilevati mostrano concentrazioni sempre al di sotto del valore obiettivo:

PARAMETRI CADMIO (Cd), NICHEL (Ni), ARSENICO (As)					
POSTAZIONE	MEDIA ANNUALE Cd ng/m ³	MEDIA ANNUALE Ni ng/m ³	MEDIA ANNUALE As ng/m ³	DATA RISPETTO LIMITE	RISPETTO LIMITE
Santo Chiodo Post. B	0.13	1.60	0.28	2012	Si
Santo Chiodo Post. A	0.09	4.65	0.36		Si
Santo Chiodo Post. C	0.18	2.20	0.062		Si

Tabella 10

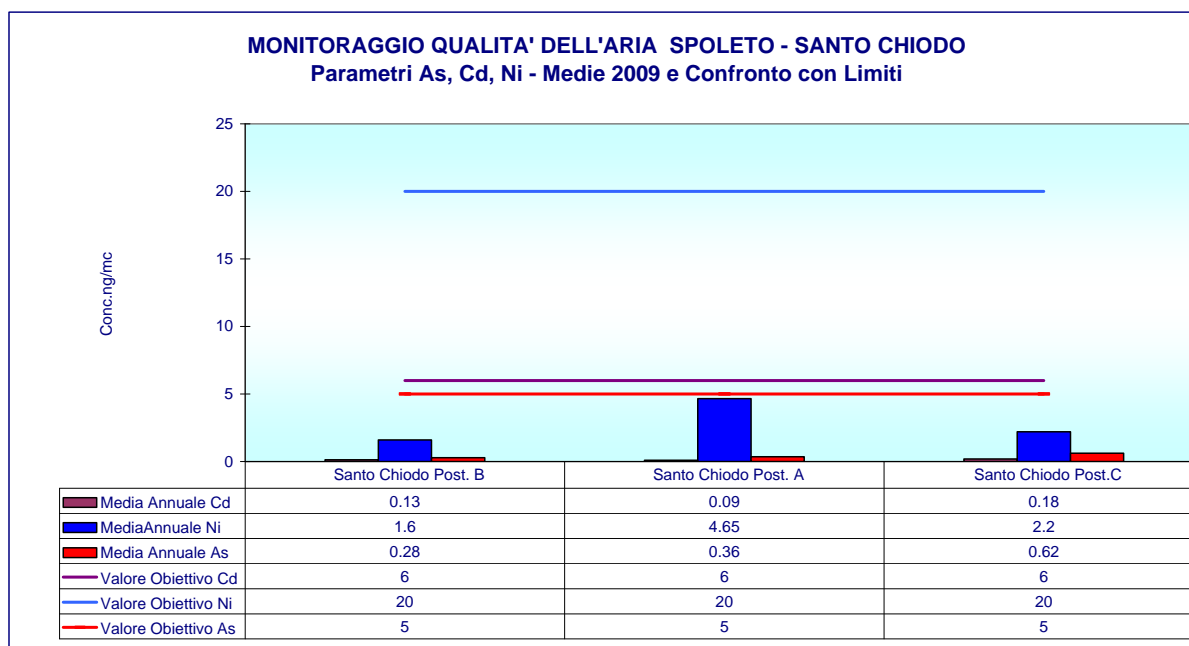


Grafico 8



Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Gli IPA sono stati rilevati nelle tre postazioni con estrazione dai campioni in filtri di fibra di quarzo dagli analizzatori di PM10 e procedendo successivamente alla analisi in laboratorio. Il valore obiettivo di qualità individuato dalla direttiva 2004/107/CE recepita dalla normativa italiana con il D.Lgs. 1527/2007 per questa classe di composti è espresso come concentrazione del benzo-(a)-pirene:

PARAMETRO IPA – Benzo -(a) - Pirene				
ELABORAZIONE	Valore Obiettivo ng/m ³	Soglia di Valutazione Inferiore ng/m ³	Soglia di Valutazione Superiore ng/m ³	Data Rispetto Valore Obiettivo
Media Annuale	1	0,4	0,6	1 gennaio 2012

Tabella 11

Il risultato riportato nella tabella seguente, pertanto, viene riferito a questo parametro che risulta rientrare nei limiti del valore obiettivo in tutte le postazioni:

PARAMETRO Benzo -(a) -Pirene			
POSTAZIONE	MEDIA ANNUALE ng/m ³	DATA RISPETTO LIMITE	RISPETTO LIMITE
Santo Chiodo Post. Fissa (B)	0.28	2012	Si
Santo Chiodo Post. A	0.48		Si
Santo Chiodo Post. C	0.59		Si

Tabella 12

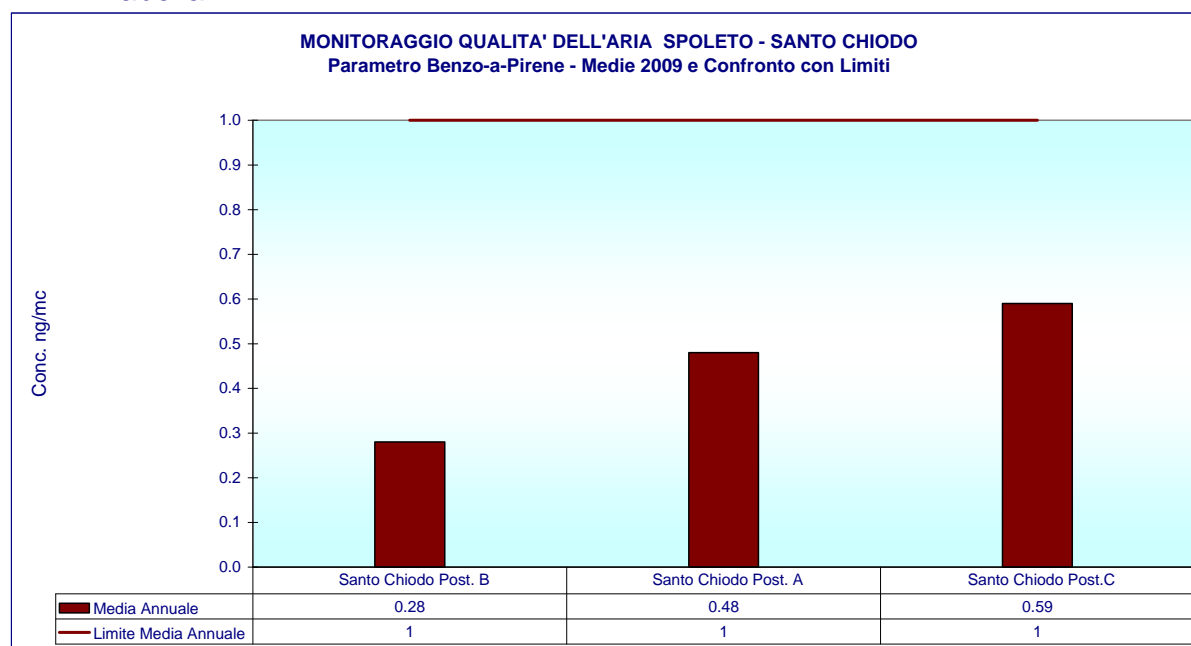


Grafico 9



PARAMETRI METEOCLIMATICI

Campo anemologico

Il campo anemologico presente nella città di Spoleto è determinato in modo significativo sia dalla natura delle perturbazioni a scala sinottica sia dai regimi di brezza a scala locale. Nel periodo monitorato nella zona industriale di Santo Chiodo il regime del vento è influenzato dalla conformazione della parte terminale della Valle Umbra e dal conseguente incanalamento dei venti nella direzione nord-sud.

Nel 2009 il regime del vento si è caratterizzato nella postazione di Santo Chiodo per due direzioni preferenziali:

direttrice da **NordEst** a **SudOvest**, con prevalenza della direzione da **SudOvest**.



Grafico 10



Le classi di intensità del vento più frequenti del vento sono risultate quelle con valori di velocità fino a 1,5 m/s, con regime di brezze leggere prevalente per il 45% e calme di vento per circa il 15% del totale.

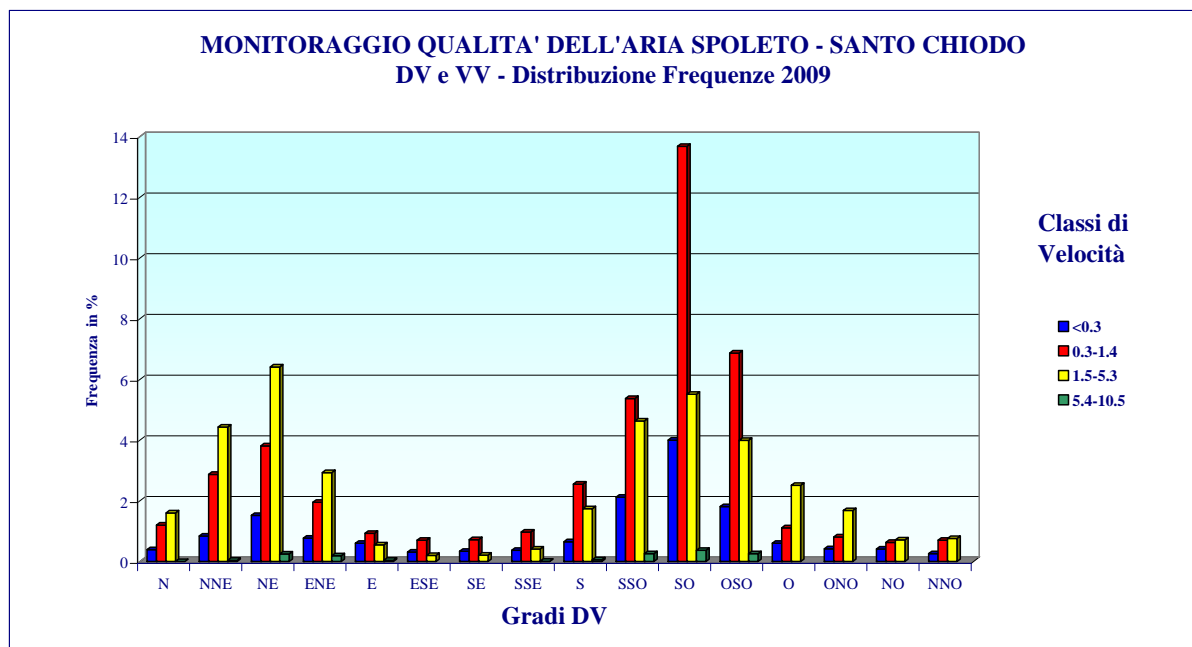


Grafico 11

La Temperatura

La temperatura dell'aria influenza in diversi modi i fenomeni di inquinamento atmosferico. Nel periodo invernale si ha un aumento delle emissioni derivanti dagli impianti termici per il riscaldamento domestico, 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 in modo determinante una 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 Santo Chiodo è stata rilevata una temperatura minima invernale (calcolata come media oraria) di $-8,4^{\circ}\text{C}$ (05/01/2009) e una temperatura massima estiva (sempre come media oraria) di $37,3^{\circ}\text{C}$ (24/07/2009).

A seguire il grafico dell'andamento dei valori minimi, massimi e medi giornalieri riscontrati nel corso del 2009:



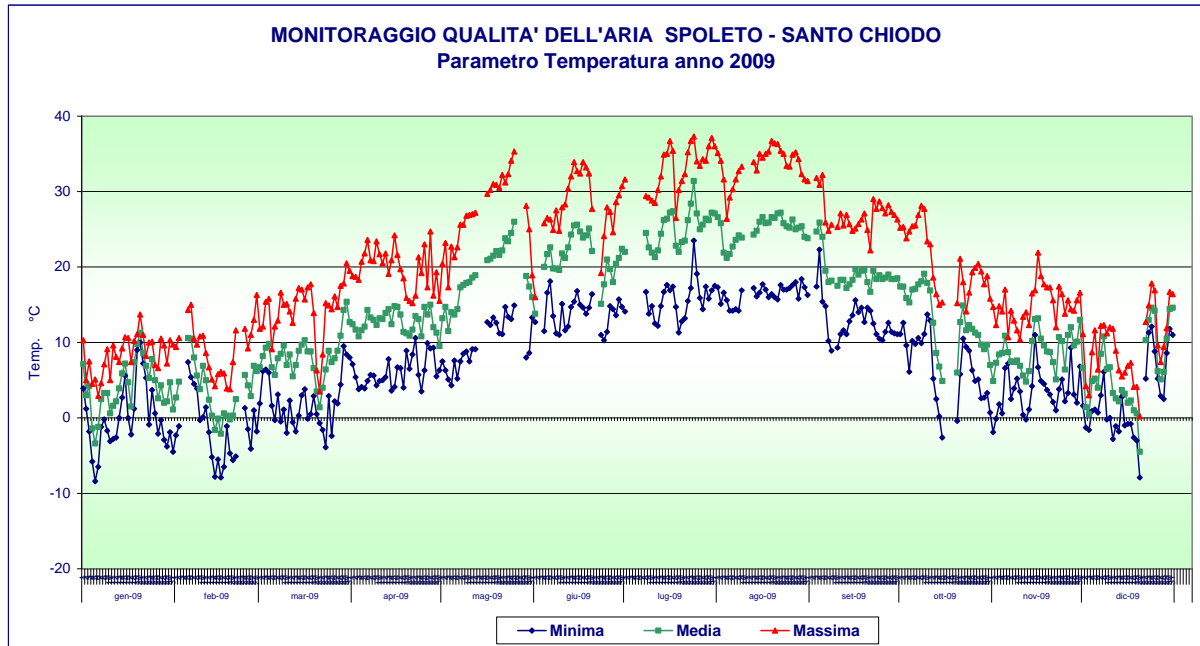


Grafico 12



GIUDIZIO DI QUALITÀ

Per alcuni inquinanti (CO, NO₂, O₃, PM10 e PM2.5) viene espresso quotidianamente un giudizio sintetico di qualità dell'aria, ricavato dai vari limiti espressi dalla normativa, come riportato nella seguente tabella:

MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA SPOLETO - SANTO CHIODO				
Tabella Giudizio di Qualità				
GIUDIZIO DI QUALITA'				
Inquinante	BUONA	ACCETTABILE	SCADENTE	PESSIMA
PM10 (-g/mc)	<20	<50	>50	
PM2.5	<18	<21	>30	
NO₂ (□g/mc)	<100	<200	>210	>400
CO (mg/mc)	<5	<10	<15	>15
O₃ (□g/mc)	<110	<180	<240	>240

Tabella 13

I valori ottenuti nell'arco dell'anno sono stati elaborati secondo questi criteri e i risultati sono riportati nelle tabelle e grafici seguenti, suddivise rispettivamente per classi di inquinanti (concentrazione dei parametri espressi come valori giornalieri e valori orari) e per postazioni:

Santo Chiodo - Tabella Valori Giornalieri										
Periodo di Osservazione: 01 Gennaio 2009 - 31 Dicembre 2009										
Inquinante	N. dati validi		BUONA		ACCETTABILE		SCADENTE		PESSIMA	
			N.dati		N.dati		N.dati		N.dati	
PM10	308	91.1%	123	39.9%	178	57.8%	7	2.3%		
PM2.5	306	90.5%	223	72.9%	65	21.2%	18	5.9%		

Santo Chiodo - Tabella Valori Orari										
Periodo di Osservazione: 01 Gennaio 2009 - 31 Dicembre 2009										
Inquinante	N. dati validi		BUONA		ACCETTABILE		SCADENTE		PESSIMA	
			N.dati		N.dati		N.dati		N.dati	
NO₂	5290	69.0%	5270	99.6%	20	0.4%	0	0%	0	0%
CO	7396	90.1%	7395	99.99%	1	0.01%	0	0%	0	0%
O₃	7465	91.6%	7309	97.9%	156	2.1%	0	0%	0	0%

Tabella 14



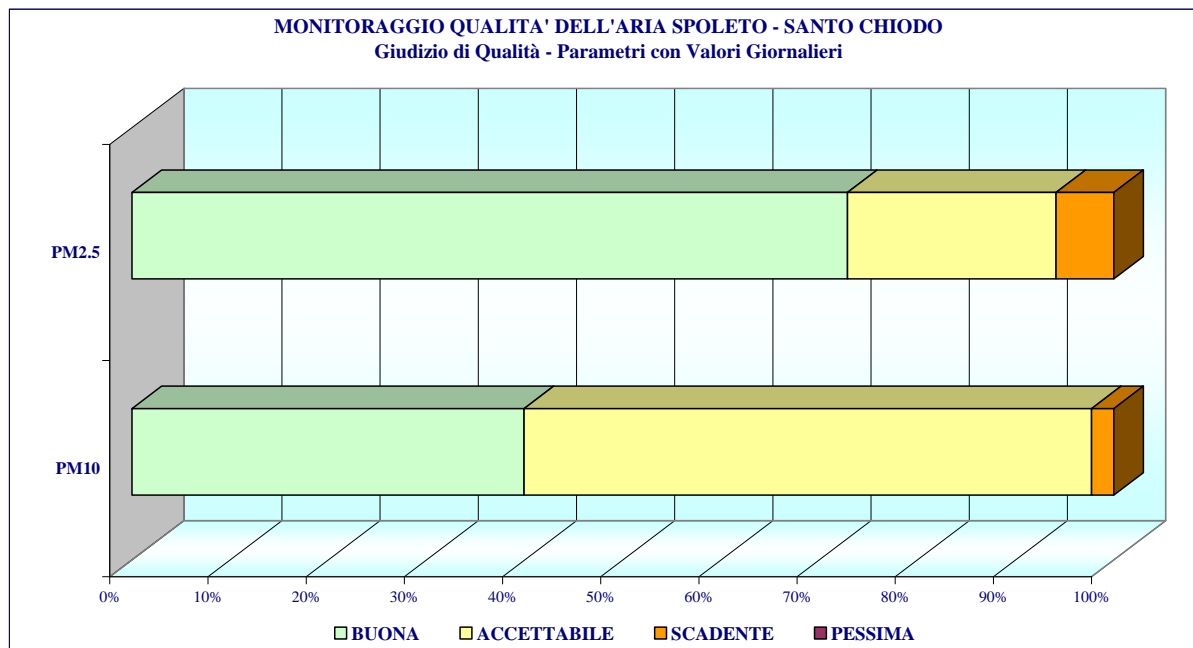


Grafico 13

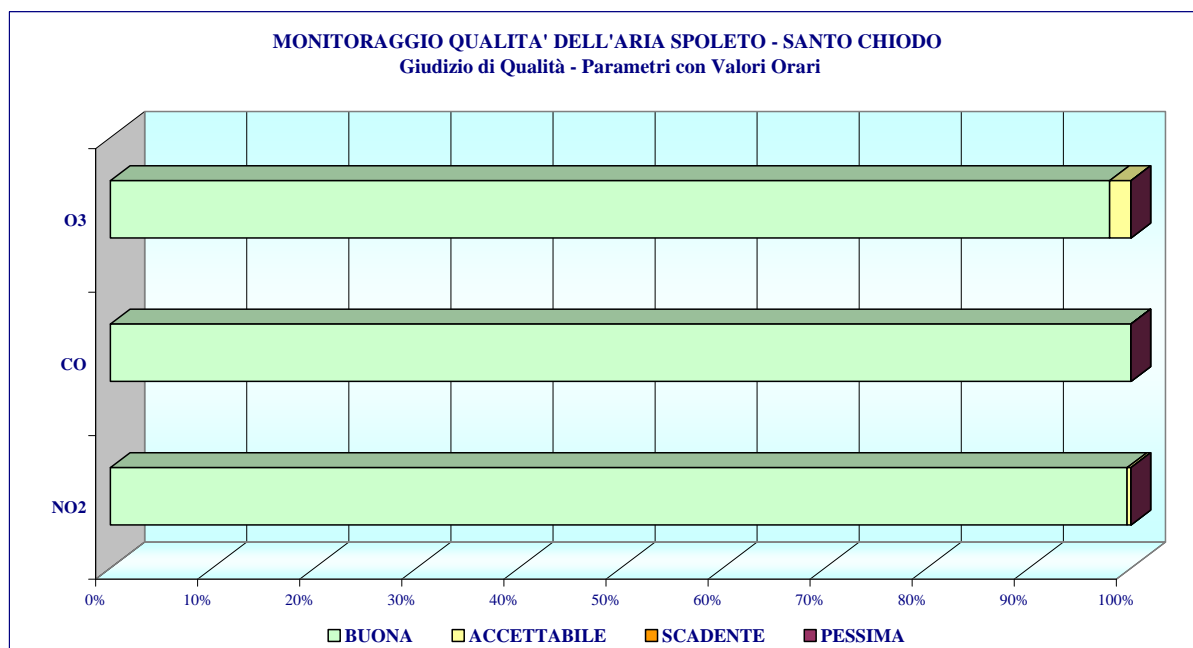


Grafico 14

Le tabelle e i grafici evidenziano anche per il 2009 un basso livello di inquinamento per questi parametri nella zona Industriale di Santo Chiodo.



COMMENTO AI RISULTATI

I dati rilevati nell'anno 2009 mostrano valori di qualità dell'aria che confermano un giudizio di buona qualità complessiva. Tutti i parametri rispettano i limiti individuati dalle norme che si applicano a partire dal 2005. Le condizioni meteorologiche sono risultate nel corso del 2009 generalmente meno favorevoli alla diffusione degli inquinanti (bassa piovosità, frequenti inversioni termiche) e nonostante questo si evidenzia una tendenza alla stabilità dei parametri di inquinamento confermando i livelli dell'anno precedente e con il rispetto dei Limiti per tutti i parametri.

Esaminando ogni singolo inquinante si riporta nelle tabelle lo stato di rispetto o meno del limite (limiti in vigore a partire dal 2005 e quelli che entreranno in vigore a partire dal 2010, 2012 e 2013) e la tendenza con un breve commento, utilizzando le metodiche statistiche individuate dal Rapporto ISTISAN 87/6 in ordine alla elaborazione, valutazione dei risultati del rilevamento e la verifica del rispetto dei limiti di qualità dell'aria.

Tali metodiche individuano l'associazione al valore della singola misura un intervallo all'interno del quale è compreso con elevata probabilità (90%) il valore che si otterrebbe con una serie infinita di misure dello stesso campione; il calcolo degli estremi superiore e inferiore di questo intervallo è effettuato secondo le espressioni:

$$C_{sup} = C + 1,645 * CV * Lim$$

$$C_{inf} = C - 1,645 * CV * Lim$$

In cui C è il valore di concentrazione della singola misura
 DV è coefficiente di variazione del metodo impiegato (assunto uguale a 0.05 per metodi automatizzati e 0.1 per quelli manuali)
 Lim è il valore limite del parametro considerato

Una volta calcolati questi estremi dell'intervallo di variabilità della misura, il confronto con il limite da luogo ad uno dei tre casi:

1. $C_{sup} < Lim$ Il Limite è **Rispettato**
2. $C_{inf} > Lim$ Il Limite è **Superato**
3. $C_{inf} < Lim < C_{sup}$ Si ha un regime di **Incertezza**

Le tabelle seguenti sono costruite quindi attraverso l'applicazione dei criteri sopra riportati.



Per quanto riguarda il **biossido di azoto (NO₂)** a Santo Chiodo si ha rispetto di tutti i limiti, è in stabile la media annuale ed in diminuzione i valori massimi di un ora:

Biossido di Azoto - NO₂	Limiti previsti per il 2005	Limiti previsti per il 2010	Andamento
Spoletto Santo Chiodo – post B	Rispettati	Rispettati	Stabile

Per quanto riguarda il **monossido di carbonio(CO)**, le concentrazioni in aria sono risultate abbondantemente entro il limite previsto con una sostanziale stabilità di valori.

Monossido di Carbonio-CO	Limite previsto per il 2005	Tendenza
Spoletto Santo Chiodo post B	Rispettato	Stabile

L'**Ozono (O₃)**, inquinante tipicamente estivo, nel corso del 2009 non ha mai superato le soglie di attenzione; le concentrazioni medie di 8 ore hanno avuto 7 superamenti del limite a fronte dei 25 ammessi:

Ozono - O₃	Limiti previsti per il 2005	Limiti previsti per il 2013
Spoletto Santo Chiodo post B	Rispettati	Rispettati

Il **Piombo**, per il quale la normativa prevede un limite di concentrazione di 0,5 µg/m³, ha mostrato confermati valori abbondantemente al di sotto dei limiti e poco sopra la rilevabilità strumentale.

Piombo-Pb	Limite previsto per il 2005	Tendenza
Spoletto Santo Chiodo post B	Rispettato	Stabile
Spoletto Santo Chiodo post A	Rispettato	Stabile
Spoletto Santo Chiodo post C	Rispettato	Stabile



La direttiva 2004/107/CE prevede il monitoraggio di Arsenico, Cadmio e Nichel, per tutti abbiamo già oggi il rispetto del limite previsto per il 2012

Arsenico-As	Limite previsto per il 2012	Tendenza
Spoletto Santo Chiodo post B	Rispettato	Stabile
Spoletto Santo Chiodo post A	Rispettato	Stabile
Spoletto Santo Chiodo post C	Rispettato	Stabile

Cadmio-Cd	Limite previsto per il 2012	Tendenza
Spoletto Santo Chiodo post B	Rispettato	Stabile
Spoletto Santo Chiodo post A	Rispettato	Stabile
Spoletto Santo Chiodo post C	Rispettato	Stabile

Nichel - Ni	Limite previsto per il 2012	Tendenza
Spoletto Santo Chiodo post B	Rispettato	Stabile
Spoletto Santo Chiodo post A	Rispettato	Stabile
Spoletto Santo Chiodo post C	Rispettato	Stabile

Anche per il Benzo-a-pirene, parametro degli Idrocarburi Policiclici Aromatici per cui è individuato un limite, si ha il rispetto dell'obiettivo di qualità indicato per il 2012:



Benzo-a-pirene	Limite previsto per il 2012	Tendenza
Spoletto Santo Chiodo post B	Rispettato	Stabile
Spoletto Santo Chiodo post A	Rispettato	Stabile
Spoletto Santo Chiodo post C	Rispettato	Stabile

Per il Particolato **PM10** si ha il rispetto del limite per la media annua prevista per il 2005 in due postazioni mentre la terza individua un regime di incertezza legata all'incompletezza della serie di misure condotte (sostanzialmente concentrate in periodo invernale):

PM10	Limiti previsti per il 2005	Tendenza
Spoletto Santo Chiodo post B	Rispettati	Stabile
Spoletto Santo Chiodo post A	Rispettati	Stabile
Spoletto Santo Chiodo post C	Incertezza	Stabile

Da segnalare che la Direttiva 2008/50/CE "Relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", ancora da recepire dall'Italia, elimina il limite indicato per il 2010 e introduce il parametro Particolato PM2.5.

Per questo parametro la direttiva individua dei limiti di 25 g/m³ a partire dal 2015, un margine di tolleranza di 5 g/m³ (che individuano un limite di 28 g/m³ per il 2009) ed un limite di 20 g/m³ da raggiungere entro il 2020.

Dai dati rilevati nel corso del 2009 c'è da evidenziare che già oggi con il valore di 16 g/m³ viene rispettato sia il limite proposto per il 2009, sia quello proposto per il 2015, sia il limite proposto al 2020.

PM2.5	Limiti previsti per il 2009	Limiti previsti per il 2020	Tendenza
Spoletto Santo Chiodo – post B	Rispettati	Rispettati	Stabile

Il Responsabile Servizio Reti Monitoraggio dell'Aria
Marco Pompei



RIFERIMENTI NORMATIVI

La legislazione nazionale relativa all'inquinamento atmosferico si è allineata alla normativa europea con la seguente successione di provvedimenti: D.M. 2 aprile 2002, n. 60, decreto legislativo 21 maggio 2004, n. 183 e decreto legislativo 3 agosto 2007, n. 152. Consiglio e Parlamento europeo hanno anche approvato una direttiva quadro che raccoglie tutte le precedenti direttive e precisa obiettivi, limiti e strategie di contenimento dell'inquinamento atmosferico.

Di seguito, in ordine cronologico, sono riportate le direttive comunitarie e le norme italiane di recepimento in materia di inquinamento atmosferico.

Direttiva 96/62/CE “Valutazione e gestione della qualità dell’aria ambiente”

Stabilisce il contesto entro il quale operare la valutazione e la gestione della qualità dell’aria secondo criteri armonizzati in tutti i Paesi dell’Unione europea, demandando poi a direttive “figlie” la definizione dei parametri tecnico-operativi specifici per ciascun inquinante.

Direttiva 99/30/CE “Valori limite di qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo”

Stabilisce 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.

Direttiva 00/69/CE “Valori limite di qualità dell’aria ambiente per benzene ed il monossido di carbonio”

Stabilisce i valori limite di qualità dell’aria ambiente per benzene e monossido di carbonio.

Direttiva 2002/3

Riguarda la concentrazione dell’ozono nell’aria ambiente.

Direttiva 2004/107/CE

Riguarda l’arsenico, il cadmio, il nichel, il mercurio e gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) nell’aria ambiente. Individua i valori obiettivo e le soglie di valutazione superiore e inferiore, nonché le modalità di rilevamento e di valutazione della concentrazione di arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici nell’aria ambiente.

Direttiva 2008/50/CE “Relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa”

Include, aggiornandole, tutte le direttive precedenti. In particolare, indica la necessità di individuare dei livelli di responsabilità per quanto riguarda la valutazione della qualità dell’aria, gli organismi di approvazione dei sistemi di misura, la garanzia delle misure, il coordinamento nazionale e con gli organismi comunitari. Indica come obbligatori il rispetto dei limiti e le soglie di allarme per biossido di zolfo e monossido di carbonio; prevede la proroga per il rispetto dei limiti per biossido di azoto e benzene dal 2010 al 2015, con l’obbligo di predisporre piani che dimostrino il rientro nei limiti alla data del 2015. La direttiva prevede inoltre, in presenza di un piano di rientro nei limiti, la proroga per l’applicazione del limite del PM10 stabilito per l’11 giugno 2011.



La norma europea introduce anche la determinazione del PM2.5 con obiettivi di riduzione alla sua esposizione entro il 2020, obbligo del livello di esposizione da rispettare entro il 2015, valore obiettivo da rispettare entro il 2010 e valori limite da rispettare entro il 2015 e il 2020.

La direttiva, inoltre, prevede un regime di sanzioni in caso di violazione delle disposizioni adottate a livello nazionale, indicate come effettive, proporzionate e dissuasive.

Decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351 “Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e gestione della qualità dell’aria”

Recepisce la direttiva 96/62/CE e definisce la nuova strategia di controllo della qualità dell’aria, anche attraverso la successiva emanazione di decreti derivati che cancellano gran parte delle norme pregresse.

Il decreto individua il processo di valutazione della qualità dell’aria nel territorio regionale. Tale processo consiste:

- nell’esecuzione della valutazione preliminare e nel rapporto annuale sulla qualità dell’aria, basato sulle informazioni fornite dai sistemi di rilevamento, dall’inventario delle sorgenti emissive e dall’impiego di modelli di simulazione
- nell’individuazione e classificazione delle aree territoriali in cui sono superati o sono a rischio di superamento i limiti fissati
- nella predisposizione e adozione delle misure di prevenzione finalizzate alla riduzione delle emissioni dalle sorgenti mobili e fisse

D.M. 2 aprile 2002, n. 60 “Recepimento 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 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”

Recepisce le direttive indicate e andrà progressivamente ad abrogare la 203/88 (nella parte in cui tratta di valori limite e valori guida per la qualità dell’aria) e i suoi decreti attuativi. Il decreto, coerentemente con la direttiva quadro, prevede dei margini di tolleranza transitori in relazione ai diversi valori limite e ai termini entro i quali dovranno essere raggiunti.

I margini di tolleranza non sono valori limite, ma rappresentano i livelli di inquinamento fissati secondo una percentuale del valore limite, decrescenti in modo continuo anno dopo anno, fino al raggiungimento del valore limite stesso. Questa condizione fornisce una guida per la velocità con la quale i livelli degli inquinanti devono essere ridotti per raggiungere i valori limite entro i termini fissati.



Il superamento del margine di tolleranza in una zona o in un agglomerato è indicativo della necessità di attuare un piano o un programma di risanamento.

La soglia d'allarme è definita come il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata; raggiunto questo limite gli Stati membri nella Comunità europea devono immediatamente intervenire. La direttiva non fissa la soglia d'allarme per il particolato, dal momento che non sono note concentrazioni che possono provocare particolari effetti. Anche nel caso del piombo non è fissata alcuna soglia, in quanto i rischi per la salute umana - alle concentrazioni dell'aria ambiente - possono aversi solo in caso di esposizione di lunga durata.

Qualora le soglie di allarme vengano superate, gli Stati membri garantiscono l'adozione di misure atte ad informare la popolazione (radio, televisione, stampa, ecc).

I dettagli da fornire al pubblico dovrebbero comprendere come minimo:

- data, ora e luogo del fenomeno e causa scatenante, se nota
- previsioni
- cambiamento nelle concentrazioni (miglioramento, stabilizzazione o peggioramento), motivo del cambiamento previsto
- zona geografica interessata
- durata
- categoria di popolazione potenzialmente sensibile al fenomeno
- precauzioni che la popolazione sensibile deve prendere

Gli Stati membri sono tenuti inoltre a trasmettere alla Commissione europea, entro tre mesi dal rilevamento, i dati relativi ai livelli registrati e alla durata degli episodi di inquinamento.

Il decreto che recepisce la direttiva "figlia" fornisce soglie che determinano il metodo di valutazione (misurazioni continue, misurazioni indicative, modelli, valutazioni obiettive) da adottare in aree con determinate dimensioni e densità di popolazione. Inoltre, fissa i criteri per l'ubicazione dei punti di campionamento e il numero minimo richiesto per tali aree, se la misurazione fissa è l'unica fonte di informazione. Sono previsti, laddove la misurazione in continuo non è obbligatoria, anche altri metodi di valutazione, come misure indicative e uso di modelli.

In ottemperanza al D.Lgs. 351/99, possono essere utilizzate tecniche di modellizzazione e di stima obiettiva validate secondo procedure documentate o certificate da agenzie, organismi o altre istituzioni scientifiche riconosciute a livello nazionale o internazionale.

La direttiva "figlia" detta i metodi di riferimento per valutare le concentrazioni di biossido di zolfo, biossido di azoto, piombo e particelle (PM10 e PM2.5). Fornisce, inoltre, le procedure di equivalenza tra un sistema di campionamento e misura e quello di riferimento.



Il D.Lgs. 351/99 prevede che siano valutati i valori limite e le soglie di allarme su tutto il territorio nazionale. A tale scopo, il territorio deve essere suddiviso in zone e agglomerati. Questi ultimi sono rappresentati da quelle zone con una popolazione superiore a 250.000 abitanti o, se la popolazione è pari o inferiore a 250.000 abitanti, con una densità di popolazione per chilometro quadrato tale da rendere necessaria la valutazione e la gestione della qualità dell'aria.

Per ciascun inquinante sono previsti due livelli di stima: la soglia di valutazione inferiore e la soglia di valutazione superiore. Questi valori determinano il tipo di valutazione necessaria nelle zone e negli agglomerati.

L'individuazione dei due margini, inferiore e superiore, ha lo scopo di garantire una valutazione della qualità dell'aria più intensiva negli agglomerati e nelle zone in cui si ha un alto rischio di superamento dei valori limite e una valutazione meno intensiva laddove i livelli d'inquinamento sono sufficientemente bassi.

Secondo il D.Lgs. 351/99, le Regioni - sulla base della valutazione preliminare in prima applicazione e, successivamente, sulla base della valutazione della qualità dell'aria - devono predisporre dei piani d'azione contenenti le misure da adottare nel breve periodo per le zone in cui i livelli di uno o più inquinanti comportino il rischio di superamento dei valori limite e/o delle soglie d'allarme.

In relazione ai livelli d'inquinamento dell'aria ambiente, gli Stati membri individuano delle azioni.

Spetta inoltre alle Regioni:

- fornire l'elenco delle zone e degli agglomerati nei quali i valori limite del biossido di zolfo o del PM10 sono superati a causa di sorgenti o eventi naturali o, per quanto riguarda il PM10, a causa di spargimento di sabbia sulle strade, fornendo le necessarie giustificazioni a riprova
- attuare i piani d'azione laddove i superamenti di tali inquinanti sono causati da emissioni di origine antropica
- predisporre piani d'azione, laddove c'è stato il superamento del valore limite del PM10, che tendano anche a ridurre le concentrazioni di particelle PM2.5

Per il rispetto dei limiti, agli Stati membri è richiesta la predisposizione di una valutazione preliminare dei livelli di concentrazione degli inquinanti presi in considerazione dalla direttiva quadro, al fine di classificare ogni zona e agglomerato (entro aprile 2003).

Nelle disposizioni transitorie la direttiva prevede che, fino alla data entro la quale devono essere raggiunti i valori limite, restino in vigore i valori limite correnti e i valori guida fissati dalla direttiva 90/779/CEE per il biossido di zolfo e per le particelle sospese (fino al 1 gennaio 2005); dalla direttiva 82/884/CEE per il piombo (fino al 1 gennaio 2005) e dalla direttiva 85/203/CEE per il biossido di azoto (1 gennaio 2010).



Gli Stati membri dovranno valutare le concentrazioni di tali inquinanti, informare la Commissione europea sui superamenti e attuare le misure necessarie fino a quando i valori limite e guida di cui sopra non saranno più in vigore.

Decreto legislativo 31 maggio 2004, n. 183

Recepisce la direttiva 2002/3 relativa all'ozono nell'aria e individua delle soglie di allarme e di informazione per la sua concentrazione. Come per gli altri inquinanti, sono fissati i criteri di informazione, sia nelle condizioni normali che negli stati di allerta, sui livelli di concentrazione di 1 ora e di 8 ore registrati.

Decreto legislativo 3 agosto 2007, n. 152

Recepisce la direttiva 2007/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente, individua modalità di prelievo e analisi e fissa i valori obiettivo e le soglie di valutazione per i parametri sopra descritti.



Di seguito sono riportati i limiti per gli inquinanti rilevati, con le date di entrata in vigore.

Biossido di zolfo

SO ₂ Biossido di zolfo	Periodo media	Valore limite	Tolleranza	Soglia di allarme	Data rispetto limite
1. Protezione salute	1 Ora	350 µg/m³ Non superare più di 24 volte per anno civile	120 µg/m ³ - 2001 90 - 2002 60 - 2003 30 - 2004 0 - 2005	500 µg/m³	1° gennaio 2005
2. Protezione salute	24 ore	75 µg/m³ Non superare più di 3 volte per anno civile	Nessuna		1° gennaio 2005
3. Protezione ecosistemi	Anno civile inverno	20 µg/m³	Nessuna		19 luglio 2001

Biossido di azoto

NO ₂ Biossido di azoto	Periodo media	Valore limite	Tolleranza	Soglia di allarme	Data rispetto limite
1. Protezione salute	1 Ora	200 µg/m³ Non superare più di 18 volte per anno civile	90 µg/m ³ - 2001 80 - 2002 70 - 2003 60 - 2004 50 - 2005 40 - 2006 30 - 2007 20 - 2008 10 - 2009 0 - 2010	400 µg/m³	1° gennaio 2010
2. Protezione salute	Anno civile	40 µg/m³	18 µg/m ³ - 2001 16 - 2002 14 - 2003 12 - 2004 10 - 2005 8 - 2006 6 - 2007 4 - 2008 2 - 2009 0 - 2010		1° gennaio 2010
3. Protezione vegetazione	Anno civile	30 µg/m³ NOx	Nessuna		19 luglio 2001



PM10

PM10 Particelle inalabili	Periodo media	Valore limite	Tolleranza	Soglia di allarme	Data rispetto limite
Protezione salute	24 Ore	50 µg/m³ Non superare più di 35 volte per anno civile	20 µg/m ³ - 2001 15 - 2002 10 - 2003 5 - 2004 0 - 2005		1° gennaio 2005
Protezione salute	Anno civile	40 µg/m³	8 µg/m ³ - 2001 6 - 2002 4 - 2003 2 - 2004 0 - 2005		1° gennaio 2005

PM2.5

PM2.5 particelle respirabili	Periodo media	Valore limite	Tolleranza	Soglia di allarme	Data rispetto limite
Fase 1					
Protezione salute	Anno civile	25 µg/m³	5 µg/m ³ - 2008 4 - 2009 4 - 2010 3 - 2011 2 - 2012 1 - 2013 1 - 2014 0 - 2015		1° gennaio 2015
Fase 2					
Protezione salute	Anno civile	20µg/m³	Nessuna		1° gennaio 2020



Piombo

Pb piombo	Periodo media	Valore limite	Tolleranza	Soglia di allarme	Data rispetto limite
Protezione salute	Anno civile	0.5 µg/m³	0.4 µg/m ³ - 2001 0.3 - 2002 0.2 - 2003 0.1 - 2004 0 - 2005		1° gennaio 2005

Benzene

Benzene	Periodo media	Valore limite	Tolleranza	Soglia di allarme	Data rispetto limite
Protezione salute	Anno civile	5 µg/m³	5 µg/m ³ - 2005 4 - 2006 3 - 2007 2 - 2008 1 - 2009 0 - 2010		1° gennaio 2010

Monossido di carbonio

Monossido di carbonio CO	Periodo media	Valore limite	Tolleranza	Soglia di allarme	Data rispetto limite
Protezione salute	Massima media di 8h	10 mg/m³	4 mg/m ³ - 2003 2 - 2004 0 - 2005		1° gennaio 2005



Ozono

O ₃ Ozono	Periodo media	Valore limite	Soglia di informazione	Soglia di allarme	Data rispetto limite
1. Protezione salute	Massima media mobile di 8h	120 µg/m³ Non superare più di 25 volte come media di 3 anni o 1 anno			1° gennaio 2010
2. Protezione salute	Media di 1 h		180 µg/m³	240 µg/m³	
3. Protezione beni materiali	Anno civile inverno	40 µg/m³	Nessuna		
4. Protezione vegetazione	AOT40 maggio luglio	18000 µg/m³h			1° gennaio 2010

Valori obiettivo e soglie di valutazione per l'arsenico, il cadmio, il nichel e il benzo(a)pirene

Protezione salute	Periodo media	Valore obiettivo	Soglia di valutazione superiore	Soglia di valutazione inferiore	Data rispetto valore obiettivo
Arsenico	Anno civile	6 ng/m³	3,6 ng/m³	2,4 ng/m³	1° gennaio 2012
Cadmio	“	5 ng/m³	3 ng/m³	2 ng/m³	„
Nichel	“	20 ng/m³	14 ng/m³	10 ng/m³	„
Benzo(a)pirene	“	1 ng/m³	0,6 ng/m³	0,4 ng/m³	„





INQUINANTI MONITORATI E LORO CARATTERISTICHE

Monossido di carbonio (CO)

Caratteristiche chimico-fisiche

Il monossido di carbonio è un gas inodore e incolore che si forma dalla combustione incompleta degli idrocarburi presenti in carburanti e combustibili. È un inquinante primario con un tempo di permanenza in atmosfera relativamente lungo (circa quattro mesi) e con una bassa reattività chimica. Le concentrazioni in aria di questo inquinante possono essere 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 (effetto Canyon).

Origine

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

Effetti sull'uomo e sull'ambiente

A elevate concentrazioni è un potente veleno. Gli effetti sull'uomo sono legati alla caratteristica di interferenza sul trasporto di ossigeno (formazione di carbossiemoglobina) ai tessuti e in particolare al sistema nervoso centrale.

Non sono stati riscontrati effetti particolari sull'uomo per concentrazioni di carbossiemoglobina inferiori al 2%, corrispondente a un'esposizione per 90' a 47 mg/m³. Se l'esposizione sale a 8 ore, concentrazioni di CO di 23 mg/m³ non possono essere considerate ininfluenti per particolari popolazioni a rischio, quali soggetti con malattie cardiovascolari e donne in gravidanza.

È raccomandabile quindi un valore limite non superiore a 10-11 mg/m³ su 8 ore, a protezione della salute in una popolazione generale, e di 7-8 mg/m³ su 24 ore (CCTN, 1995).

Limiti D.M. 2 aprile 2002, n. 60

Monossido di carbonio - CO

LIMITE	PERIODO DI RIFERIMENTO	INDICATORE STATISTICO	VALORI DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	MARGINE DI TOLLERANZA	DATA RISPETTO	SOGLIE DI VALUTAZIONE	
							INFERIORE	SUPERIORE
Valore limite protezione salute	8 ore	Media mobile	10 mg/m ³	-	6 mg/m ³	2005	5 mg/m ³	7 mg/m ³



Ossidi di azoto (NO_x)

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

N ₂ O	Ossido di azoto (protossido di azoto)
NO	Ossido di azoto
N ₂ O ₃	Triossido di azoto (anidride nitrosa)
NO ₂	Biossido di azoto
N ₂ O ₄	Tetrossido di azoto (ipoazotide)
N ₂ O ₅	Pentossido di azoto (anidride nitrica)

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

Il termine NO_x indica la somma del monossido di azoto (NO) e del biossido di azoto (NO₂). L'ossido di azoto è un inquinante primario che si forma generalmente dai processi di combustione ad alta temperatura; è un gas a tossicità limitata, al contrario del biossido di azoto. L'NO₂ ha un odore forte, pungente, è irritante e di colore giallo-rosso.

È responsabile, con altri prodotti, del cosiddetto smog fotochimico, in quanto base per la produzione di una serie di inquinanti secondari pericolosi come l'ozono o l'acido nitrico. Contribuisce per circa un terzo alla formazione delle piogge acide.

Origine

Gli ossidi di azoto hanno origine naturale (eruzioni vulcaniche, incendi, processi biologici), ma soprattutto antropica con le combustioni ad alta temperatura, come quelle che avvengono all'interno delle camere di combustione dei motori degli autoveicoli. Altre fonti di ossidi di azoto sono gli impianti termici e le centrali termoelettriche, anche se le quantità emesse sono decisamente più contenute di quelle del traffico veicolare.

L'aumento del traffico veicolare degli ultimi anni ha generato un livello crescente delle concentrazioni di ossidi di azoto, specialmente nelle aree urbane. In caso di inquinamento fortuito da monossido di azoto, la concentrazione decade in 2-5 giorni, ma nel caso di emissioni continue (ad esempio in aree urbane a forte traffico veicolare), si assiste all'attivazione di un ciclo giornaliero che porta alla produzione di inquinanti secondari, quali il biossido di azoto. Il picco si registra nelle ore a traffico più intenso, per poi scendere nelle ore notturne.

Effetti sulla salute e sull'ambiente

Tra gli ossidi di azoto, solo l'NO₂ ha rilevanza tossicologica: provoca irritazione della porzione distale dell'apparato respiratorio - con conseguente alterazione delle funzioni polmonari - bronchiti croniche, asma ed enfisema polmonare.



L'NO₂ ha effetti minori di quelli generati dal biossido di zolfo, anche se può interferire con gli scambi gassosi a livello fogliare, provocando necrosi o clorosi. Il biossido di azoto contribuisce anche alla formazione delle piogge acide e ha conseguenze importanti sugli ecosistemi acquatici e terrestri.

Limiti D.M. 2 aprile 2002, n. 60

Biossido di azoto - NO₂

LIMITE	PERIODO DI RIFERIMENTO	INDICATORE STATISTICO	VALORI DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	MARGINE DI TOLLERANZA	DATA RISPETTO LIMITE	SOGLIE DI VALUTAZIONE	
							INFERIORE	SUPERIORE
Valore limite orario protezione salute	1 ora	Media	200 µg/m ³	18	100 µg/m ³	2010	100 µg/m ³	140 µg/m ³
Valore limite annuale protezione salute	Anno civile	Media	40 µg/m ³	-	20 µg/m ³	2010	26 µg/m ³	32 µg/m ³
Soglia di allarme	3 ore consecutive.	Media	400 µg/m ³	-		-		

Ossidi di azoto – NO_x

LIMITE	PERIODO DI RIFERIMENTO	INDICATORE STATISTICO	VALORI DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	MARGINE DI TOLLERANZA	DATA RISPETTO	SOGLIE DI VALUTAZIONE	
							INFERIORE	SUPERIORE
Valore limite annuale protezione salute	Anno civile	Media	30 µg/m ³	-	-	2001	19,5 µg/m ³	24 µg/m ³



Ossidi di zolfo (SO_x)

Gli ossidi di zolfo presenti in atmosfera sono composti principalmente da anidride solforosa o biossido di zolfo (SO₂) e anidride solforica (SO₃). La SO₂ è un gas incolore e irritante, è uno degli inquinanti atmosferici tra i più diffusi, aggressivi e pericolosi.

Il biossido di zolfo (SO₂) è l'inquinante primario più importante e scaturisce principalmente dall'ossidazione dello zolfo nei processi di combustione di carbone, petrolio e gasolio. Il 90% della produzione è di origine umana ed è per lo più concentrata nei Paesi più industrializzati.

L'ossidazione dell'anidride solforosa produce SO₃ che, reagendo con l'acqua, genera acido solforico, principale responsabile delle piogge acide.

Origine

Le emissioni più rilevanti di SO₂ sono originate dalla combustione di carbone fossile e petrolio greggio per il riscaldamento domestico, la produzione industriale e quella di energia da parte delle centrali termoelettriche.

Altre fonti sono la lavorazione di materie plastiche, la desolforazione dei gas naturali e l'incenerimento dei rifiuti.

Più contenuta invece l'emissione dovuta al traffico veicolare. Sebbene notevolmente ridotte negli ultimi anni grazie agli interventi di miglioramento sui combustibili e alla diffusione del metano per il riscaldamento, le emissioni di biossido di zolfo restano in generale ancora elevate.

Effetti sulla salute e sull'ambiente

L'esposizione prolungata al biossido di zolfo determina effetti a carico dell'apparato respiratorio come tracheiti, bronchiti, polmoniti. In atmosfera l'SO₂ contribuisce all'acidificazione delle precipitazioni, con effetti tossici sui vegetali, acidificazione dei corpi idrici e impatto sulla vita acquatica. A basse concentrazioni provoca un rallentamento della crescita dei vegetali, mentre a dosi più elevate genera alterazioni fisiologiche tali da portare le piante alla morte. Le precipitazioni acide, infine, possono avere effetti corrosivi su diverse tipologie di materiali.



Limiti D.M. 2 aprile 2002, n. 60
Biossido di zolfo - SO₂

LIMITE	PERIODO DI RIFERIMENTO	INDICATORE STATISTICO	VALORI DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	MARGINE DI TOLLERANZA	DATA RISPETTO LIMITE	SOGLIE DI VALUTAZIONE	
							INFERIORE	SUPERIORE
Valore limite orario protezione salute	1 ora	Media	350 µg/m ³	24	150 µg/m ³	2005	-	-
Valore limite giornaliero protezione salute	24 ore	Media	125 µg/m ³	3	10 µg/m ³	2005	50 µg/m ³	75 µg/m ³
Valore limite protezione ecosistemi	Anno civile / inverno	Media	20 µg/m ³	-		19Luglio 2010	8 µg/m ³	12 µg/m ³
Soglia di allarme	3 ore consecutive.	Media	500 µg/m ³	-		-		



Ozono (O₃)

Caratteristiche chimico-fisiche

L'ozono è un gas dotato di un elevato potere ossidante, è di colore azzurro e ha un odore pungente.

Si forma in atmosfera per effetto di reazioni favorite dalla radiazione solare, in presenza dei cosiddetti inquinanti precursori (soprattutto ossidi di azoto NO_x e sostanze organiche volatili COV) che portano alla formazione di molecole costituite da tre atomi di ossigeno (O₃).

La sua presenza al livello del suolo dipende fortemente dalle condizioni meteorologiche e pertanto è variabile sia nel corso della giornata che delle stagioni.

Le concentrazioni di Ozono nei bassi strati dell'atmosfera sono di norma relativamente basse e tali da non creare problemi alla salute delle persone.

In alcune occasioni si hanno invece dei fenomeni che portano alla formazione del cosiddetto **smog fotochimico**, costituito da una miscela di più sostanze: l'ozono è una delle più importanti.

Questi fenomeni si manifestano generalmente su aree geografiche ampie in periodi di forte irraggiamento solare e bassa umidità, prevalentemente in ore pomeridiane.

Origine

Le concentrazioni di ozono più elevate si registrano normalmente nelle zone distanti dai centri abitati ove minore è la presenza di sostanze inquinanti con le quali, a causa del suo elevato potere ossidante, può reagire.

In ambienti interni la concentrazione di ozono è notevolmente inferiore, a causa di questa sua elevata reattività che ne consente la rapida distruzione.

Effetti sull'uomo e sull'ambiente

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

L'ozono è, fra gli inquinanti atmosferici, quello che svolge l'azione fitotossica più marcata 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. Pertanto, in situazioni di "allarme" le persone più sensibili e/o a rischio (anziani, bambini, donne in gravidanza, chi svolge attività lavorativa o fisica all'aperto, persone asmatiche, con patologie polmonari o cardiache) è consigliabile rimangano in casa.



Limiti D.Lgs. n. 183

Ozono – O₃

LIMITE	PERIODO DI RIFERIMENTO	INDICATORE STATISTICO	VALORI DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	DATA RISPETTO LIME
Valore bersaglio protezione salute	24 ore	Massima media mobile 8 ore	120 µg/m ³	25	2010
Soglia di informazione	1 ora	Media	180 µg/m ³		
Soglia di allarme	1 ora	Media	240 µg/m ³		
Protezione beni materiali	Anno civile	Media annuale	40 µg/m ³		
Protezione vegetazione	Maggio luglio	AOT40	18000 µg/m ³ h		2010



Benzene

Caratteristiche chimico-fisiche

Primo termine della serie degli idrocarburi ciclici a carattere aromatico. È un liquido molto volatile derivato dalla distillazione del petrolio, usato come solvente e come materia prima per la preparazione di composti aromatici.

Origine

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 per evaporazione dai serbatoi o durante il rifornimento; tuttavia la massima parte del benzene che è emesso dagli autoveicoli deriva sia dalla combustione incompleta di questa sostanza nel motore, sia dalla produzione della stessa per sintesi durante il processo di combustione, a partire da altri composti organici costituenti la benzina. 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 di più rispetto agli autoveicoli non catalizzati. Negli ambienti chiusi, il contributo maggiore all'esposizione è attribuibile al fumo di tabacco.

Effetti sull'uomo e sull'ambiente

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 nell'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 dai 4 ai 10 casi aggiuntivi di leucemia per milione di persone esposte alla concentrazione di 1 µg/mc per tutta la vita.

Limiti D.M. 2 aprile 2002, n. 60

Benzene

LIMITE	PERIODO DI RIFERIMENTO	INDICATORE STATISTICO	VALORI DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	MARGINE DI TOLLERANZA	DATA RISPETTO LIMITE	SOGLIE DI VALUTAZIONE	
							INFERIORE	SUPERIORE
Valore limite annuale protezione salute	Anno civile	Media	5 µg/m ³	-	5 µg/m ³	2010	2 µg/m ³	3,5 µg/m ³



Piombo (Pb)

Origine

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 vengono 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 pressoché la totalità delle emissioni di piombo e la granulometria dell'aerosol che lo contiene si colloca quasi integralmente nella frazione respirabile. Il legislatore è intervenuto in questo campo abbassando il contenuto di piombo nelle benzine a 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, ha portato a una riduzione al 97%. Questa scelta ha eliminato quasi totalmente il contributo della circolazione autoveicolare alla concentrazione di piombo nell'aria.

Effetti sull'uomo e sull'ambiente

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

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

Limiti D.M. 2 aprile 2002, n. 60

Piombo

LIMITE	PERIODO DI RIFERIMENTO	INDICATORE STATISTICO	VALORI DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	MARGINE DI TOLLERANZA	DATA RISPETTO LIMITE	SOGLIE DI VALUTAZIONE	
							INFERIORE	SUPERIORE
Valore limite annuale protezione salute	Anno civile	Media	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2005	0,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Metalli pesanti genotossici

Dai dati scientifici disponibili prodotti dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, risulta che i metalli pesanti arsenico, cadmio e nichel sono agenti cancerogeni umani genotossici (in grado di modificare all'interno la sequenza nucleotidica o la struttura a doppia elica del Dna) il cui impatto sulla salute è dovuto alle concentrazioni nell'aria ambiente e alla deposizione. A questo proposito, il Consiglio e il Parlamento europeo hanno emanato il 15 dicembre 2004 una direttiva - recepita dal decreto legislativo 3 agosto 2007, n. 152 - in cui si stabiliscono dei valori obiettivo di qualità dell'aria per i metalli As, Cd e Ni, fissando anche le modalità di prelievo nell'aria ambiente e nelle deposizioni e la data di rispetto dei valori indicati.

Valori obiettivo e soglie di valutazione per l'arsenico, il cadmio e il nichel - D.Lgs. 152/2007

Protezione salute	Periodo media	Valore obiettivo ng/m ³	Soglia di valutazione superiore ng/m ³	Soglia di valutazione inferiore ng/m ³	Data rispetto valore obiettivo
Arsenico	Anno civile	6	3,6	2,4	1° gennaio 2012
Cadmio	“	5	3	2	„
Nichel	“	20	14	10	„



Particolato totale sospeso (PTS)

Caratteristiche chimico-fisiche

Le polveri totali sospese (particolato) sono costituite da una miscelazione di particelle carboniose, fibre, silice, metalli e particelle liquide, che a loro volta possono essere costituite da inquinanti allo stato liquido o sciolti in acqua (NO_x, SO_x).

Origine

La presenza di particolato è in gran parte dovuta a processi di combustione incompleta di derivati del petrolio, sia di origine industriale, che domestica o dovuta al traffico autoveicolare. Per quanto riguarda gli agglomerati urbani e la città di Perugia in particolare, le due fonti da considerare sono il riscaldamento domestico e il traffico autoveicolare.

Effetti sull'uomo e sull'ambiente

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, perché può raggiungere gli alveoli polmonari e qui causare danni più o meno importanti secondo la natura del particolato. La frazione che contiene particelle di diametro inferiore a 0,5 µm non si deposita, ma viene emessa nuovamente durante la fase di espirazione. La frazione di particolato che più facilmente può essere trattenuta nei polmoni è quella costituita da particelle di circa 1 µm di diametro e la cui potenziale pericolosità per la salute è rappresentata dall'azione indiretta del particolato, che può fungere da veicolo per altri microinquinanti, come ad esempio le particelle carboniose, le quali possono contenere adsorbiti idrocarburi cancerogeni che aggravano il rischio di patologie respiratorie.

Frazione respirabile delle particelle sospese (PM10)

Caratteristiche chimico-fisiche

Con la sigla PM10 si definisce il materiale particellare (particolato), costituito da polvere, fumo, microgocce di inquinanti liquidi trasportati dal vento e di dimensioni inferiori a 10 µm.

Origine

Le fonti di emissione di questa frazione fine in aree urbane sono imputabili in massima parte al traffico autoveicolare, in parte più marginale ai fenomeni naturali di erosione del suolo, alla presenza di pollini e spore e alle emissioni industriali.

Effetti sull'uomo e sull'ambiente

La loro pericolosità per la salute è dovuta al fatto che queste polveri fini possono essere inalate e raggiungere il polmone profondo, interferendo con l'attività respiratoria dei bronchioli e degli alveoli polmonari. Spesso contengono adsorbiti numerosi microinquinanti molto nocivi per l'uomo, come metalli pesanti in traccia e idrocarburi



poli ciclici aromatici, che possono causare infiammazioni, fibrosi e neoplasie. Le PM10 possono comportare anche un'alterazione delle proprietà fisiche dell'atmosfera: ad esempio possono 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.

Limiti D.M. 2 aprile 2002, n. 60

Particelle PM10

Prima fase

LIMITE	PERIODO DI RIFERIMENTO	INDICATORE STATISTICO	VALORI DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	MARGINE DI TOLLERANZA	DATA RISPETTO LIMITE	SOGLIE DI VALUTAZIONE	
							INFERIORE	SUPERIORE
Valore limite giornaliero protezione salute	24 ore	Media	50 µg/m ³	35	25 µg/m ³	2005	-	-
Valore limite annuale protezione salute	Anno civile	Media	40 µg/m ³	-	8 µg/m ³	2005	-	-

La direttiva 2008/50/CE elimina la seconda fase e introduce il parametro particolato PM2.5, per il quale sono previsti l'obbligo di concentrazione dell'esposizione entro il 2015 e il valore obiettivo entro il 2010 - come illustrato dalla tabella seguente - e il valore limite in due fasi (tabella successiva).

PM2.5	PERIODO DI RIFERIMENTO	INDICATORE STATISTICO	VALORI DI RIFERIMENTO	DATA RISPETTO LIMITE
Valore obbligato	Anno civile	Media	20 µg/m ³	2015
Valore obiettivo	Anno civile	Media	25 µg/m ³	2010



PM2.5	PERIODO DI RIFERIMENTO	INDICATORE STATISTICO	VALORI DI RIFERIMENTO	MARGINE DI TOLLERANZA	DATA RISPETTO LIMITE	SOGLIE DI VALUTAZIONE	
						INFERIORE	SUPERIORE
FASE 1 Valore limite	Anno civile	Media	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20% dal 2008 con riduzione progressiva	2015	12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
FASE2 Valore limite	Anno civile	Media	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	2020	12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

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 e 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.

Si riportano di seguito i valori obiettivo indicati e le soglie di valutazione del decreto legislativo 3 agosto 2007, n. 152.

Benzo(a)pirene

PARAMETRO IPA – Benzo(a)pirene				
ELABORAZIONE	Valore obiettivo ng/m^3 ng/m^3	Soglia di valutazione superiore ng/m^3	Soglia di valutazione inferiore ng/m^3	Data rispetto valore obiettivo
Media annuale	1	0,6	0,4	1 gennaio 2012

