

**Area Tecnico-Scientifica
Area Ricerca e Informazione**
Via Matteotti, 27
35137 Padova Italy
Tel. +39 049 8767610-633
Fax +39 049 8767670
e-mail: ats@arpa.veneto.it
e-mail: ari@arpa.veneto.it

**Servizio Centro Meteorologico di Teolo
Osservatorio Regionale Aria**
Responsabile del Procedimento: Dr. Alessandro Benassi
Via Marconi, 55 35037 Teolo (PD)
Tel. +39 049 9998150-51 / 041 5445549-46
Fax +39 049 9925622 / 041 5445500
e-mail: abenassi@arpa.veneto.it
e-mail: orar@arpa.veneto.it

RELAZIONE REGIONALE DELLA QUALITA' DELL'ARIA
ai sensi della L.R. n. 11/2001 art.81

- Anno di riferimento: 2005 -

Il presente documento è stato redatto da:
G. Marson (Osservatorio Regionale Aria)

I dati qualità dell'aria presentati sono stati forniti dai Dipartimenti ARPAV Provinciali.

Il commento meteo-climatico e l'analisi di episodi acuti di inquinamento è a cura di:
R. Millini, A. Barbi, M.E. Ferrario, M.Sansone, D.Pernigotti, A.Rossa (Centro Meteorologico di Teolo)

Hanno collaborato inoltre:
F. Liguori, K.Lorenzet (Osservatorio Regionale Aria)

Dirigente Responsabile Servizio Centro Meteorologico di Teolo e Osservatorio Regionale Aria : A. Benassi

Direttore Area Tecnico Scientifica: S. Boato

Direttore Generale ARPAV: A. Drago

INDICE

1. Introduzione.....	p. 4
2. Normativa di riferimento e indicatori di sintesi.....	p. 4
3. Biossido di zolfo, Biossido di azoto, Ossidi di azoto, Monossido di carbonio, Ozono.....	p. 8
4. Particolato PM ₁₀ , Benzene, Benzo(a)pirene.....	p. 14
5. Piombo, Arsenico, Nichel, Cadmio, Mercurio.....	p. 22
6. Commento meteo-climatologico dell'anno 2005.....	p. 26
6.1 Episodi interessanti per il PM ₁₀ : 15-20 marzo, 28 ottobre e 19-26 dicembre 2005..	p. 32
6.2 Episodi di inquinamento acuto da Ozono nel 2005.....	p. 38
7. Normativa di riferimento in materia di controllo alle emissioni ed autorizzazioni.....	p. 39
8. Inventario delle emissioni: stato dell'arte.....	p. 40
9. Conclusioni.....	p. 41
Allegati 1a, 1b, 1c	

1. Introduzione

Il presente documento nasce come risposta alla Legge Regionale n.11/2001¹, che all'art. 81 assegna ad ARPAV le funzioni di formazione e aggiornamento dell'elenco regionale delle fonti di emissione e quella di predisposizione della Relazione Annuale sulla qualità dell'aria che deve essere trasmessa alla Regione e alle Province.

Internamente ad ARPAV tali compiti sono stati assegnati per motivi organizzativi e per competenza, all'Osservatorio Regionale Aria.

L'anno a cui si riferiscono le elaborazioni è il 2005 e tutti i dati presentati sono stati forniti dai Dipartimenti ARPAV Provinciali. Al fine di facilitare la raccolta delle informazioni, sono stati preventivamente preparate alcune tabelle contenenti gli indicatori di sintesi ricavati dalla normativa vigente. Tali tabelle sono state compilate a cura dei Dipartimenti e successivamente inviate all'Osservatorio Regionale Aria che ha provveduto a realizzare le elaborazioni. Per una migliore contestualizzazione dei valori registrati, è stato inserito anche un commento meteo-climatico dell'anno 2005 con la segnalazione di episodi di inquinamento acuto da PM10 e da ozono avvenuti nel corso dell'anno.

Nel documento, inoltre, alla luce di quanto richiesto dall'art. 81 sopraccitato, viene delineato anche lo stato dell'arte sull'inventario delle emissioni a livello regionale e un aggiornamento relativamente alla normativa in materia di controllo delle emissioni.

2. Normativa di riferimento e indicatori di sintesi

In questo documento si è volontariamente scelto di considerare tutti i parametri inquinanti, compresi quelli che attualmente sono normati solo da legislazione comunitaria.

La normativa di riferimento è costituita dal DM 60/02 per quanto riguarda il biossido di zolfo (SO₂), il biossido di azoto (NO₂), gli ossidi di azoto (NO_x), il monossido di carbonio (CO), il particolato (PM₁₀), il piombo (Pb) e il benzene (C₆H₆); dal D.Lgs. 183/04 per l'ozono (O₃); dalla Direttiva Europea 2004/107/CE per quanto riguarda il cadmio (Cd), il nichel (Ni), il mercurio (Hg), l'arsenico (As) e il benzo(a)pirene; quest'ultimo inquinante è normato a livello nazionale ma solo transitoriamente (fino al recepimento della Direttiva previsto per gennaio 2007) anche dal DM 25/11/94. Si precisa, inoltre, che per il solo parametro NO₂, rimangono in vigore, fino al 31 dicembre 2009, anche i valori limite stabiliti dal DPCM 28/03/83, come modificato dal DPR 203/88 e dai successivi aggiornamenti ed integrazioni. In Tabella 1a si riporta l'elenco dei valori limite in vigore, suddivisi per inquinante. Per alcuni di essi (NO₂, C₆H₆) permane il margine di tolleranza sul valore limite individuato; per l'ozono l'entrata in vigore del valore bersaglio per la protezione della salute umana e per la protezione della vegetazione è fissata per il 2013 (Tabella 1b). Infine si ricorda che i valori limite per Cd, Ni, Hg e As devono ancora essere recepiti a livello nazionale, così come il valore obiettivo per il benzo(a)pirene (Tabella 1c).

Gli indicatori di sintesi selezionati a partire dai valori di legge sono riportati in Allegato 1, costituito da tre tabelle (Allegato 1a, Allegato 1b, Allegato 1c). L'analisi derivante dalle tabelle viene riportata nei paragrafi seguenti. L'elenco delle stazioni per le quali sono stati calcolati gli indicatori e la relativa tipologia secondo le definizioni della Decisione 2001/752/CE è riportato in Tabella 2, mentre nella Figura 1 è illustrata la macrolizzazione delle stesse stazioni sul territorio regionale. Si è scelto di considerare una selezione significativa delle stazioni che permettessero di ottenere la massima quantità di informazione possibile relativamente alla qualità dell'aria della nostra regione; per i capoluoghi di provincia a più elevato numero di abitanti (Venezia, Verona e Padova) sono stati considerati da due fino ad un massimo di tre punti di campionamento.

¹ "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi alle autonomie locali in attuazione del Decreto Legislativo 31 Marzo 1998, n. 112".

Tabella 1a. Valori limite per la protezione della salute umana e della vegetazione.

Valori Limite per la protezione della salute umana e della vegetazione					
Inquinante	Nome limite	Parametro statistico	Valore	Note	Riferimento legislativo
SO₂	Limite per la protezione degli ecosistemi	Media annuale e Media invernale	20 µg/m ³		DM 60/02
	Soglia di allarme	superamento per 3h consecutive del valore soglia	500 µg/m ³		DM 60/02
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	350 µg/m ³	Da non superare più di 24 volte per anno civile	
	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h	125 µg/m ³	Da non superare più di 3 volte per anno civile	
NO_x	Limite per la protezione della vegetazione	Media annuale	30 µg/m ³		DM 60/02
NO₂	Soglia di allarme	superamento per 3h consecutive del valore soglia	400 µg/m ³		DM 60/02
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	250 µg/m ³ (2005)	Da non superare più di 18 volte per anno civile	DM 60/02
			240 µg/m ³ (2006)		
			230 µg/m ³ (2007)		
			220 µg/m ³ (2008)		
			210 µg/m ³ (2009)		
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	50 µg/m ³ (2005)		DM 60/02
			48 µg/m ³ (2006)		
			46 µg/m ³ (2007)		
			44 µg/m ³ (2008)		
42 µg/m ³ (2009)					
		40 µg/m ³ (dal 2010)			
Limite annuale	98° percentile delle concentrazioni orarie	200 µg/m ³		DPCM 28/03/83	
PM₁₀	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h	50 µg/m ³	Da non superare più di 35 volte per anno civile	DM 60/02
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³		DM 60/02
CO	Limite per la protezione della salute umana	Max giornaliero delle Media mobile 8h	10 mg/m ³		DM 60/02
Pb	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	0.5 µg/m ³		DM 60/02
BaP	Obiettivo di qualità	Media mobile annuale delle medie giornaliere	1 ng/m ³		DM 25/11/94
Benzene	Limite per la protezione della salute umana	Media annuale	10 µg/m ³ (2005)		DM 60/02
			9 µg/m ³ (2006)		
			8 µg/m ³ (2007)		
			7 µg/m ³ (2008)		
			6 µg/m ³ (2009)		
		5 µg/m ³ (dal 2010)			
O₃	Soglia di informazione	superamento del valore orario	180 µg/m ³		D.Lgs. 183/04
	Soglia di allarme	superamento del valore orario	240 µg/m ³		
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	120 µg/m ³		
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	6000 µg/m ³ · h		

Tabella 1b. Valori limite per la protezione della salute umana e della vegetazione (non ancora in vigore).

Inquinante	Nome limite	Parametro statistico	Valore	Note	Riferimento legislativo
O ₃	Valore bersaglio per la protezione della salute umana	Media su 8 h massima giornaliera	120 µg/m ³	da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni	D.Lgs. 183/04. In vigore dal 2010 (prima verifica nel 2013)
O ₃	Valore bersaglio per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	18000 µg/m ³ h	da calcolare come media su 5 anni (altrimenti su 3 anni)	D.Lgs. 183/04. In vigore dal 2010 (prima verifica nel 2015)

Tabella 1c. Valori limite per la protezione della salute umana (Direttiva in recepimento).

Inquinante	Nome Limite	Tipologia	Valore	Riferimento legislativo
Ni	Valore obiettivo	Media Annuale	20 ng/m ³	Direttiva 2004/107/EC da recepire
Hg	Valore obiettivo	Media Annuale	Non ancora definito	Direttiva 2004/107/EC da recepire
As	Valore obiettivo	Media Annuale	6 ng/m ³	Direttiva 2004/107/EC da recepire
Cd	Valore obiettivo	Media Annuale	5 ng/m ³	Direttiva 2004/107/EC da recepire
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo	Media Annuale	1 ng/m ³	Direttiva 2004/107/EC da recepire

Figura 1. Macrolocalizzazione delle stazioni considerate ai fini della presente valutazione.



Tabella 2. Elenco delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria considerate nella presente valutazione.

Stazione	Provincia	Tipologia	Inquinanti
VE_Parco Bissuola	VENEZIA	Background- urbano	NO _x , CO, O ₃ , SO ₂ , PM ₁₀ , IPA, C ₆ H ₆ , Pb, Cd, Hg, Ni, As
VE_Via Circonvallazione	VENEZIA	Traffico-urbano	NO _x , CO, PM ₁₀ , IPA, C ₆ H ₆ , Pb, Cd, Hg, Ni, As
VE_Sacca Fisola	VENEZIA	Background- urbano	NO _x , O ₃ , SO ₂ , PM ₁₀
Mira	VENEZIA	Traffico- urbano	NO _x , SO ₂ , CO
Mirano	VENEZIA	Background- urbano	NO _x , SO ₂
Chioggia	VENEZIA	Background- urbano	NO _x , CO, O ₃
San Donà di Piave	VENEZIA	Background- urbano	NO _x , CO, O ₃
VI_Viale Milano	VICENZA	Traffico-urbano	CO, PM ₁₀ , IPA
VI_Quartiere Italia	VICENZA	Background- urbano	NO _x , PM ₁₀ , C ₆ H ₆
VI_Parco Querini	VICENZA	Background- urbano	NO _x , CO, O ₃ , C ₆ H ₆
Bassano	VICENZA	Background- urbano	NO _x , O ₃
Montebello	VICENZA	Industriale	NO _x
Montecchio	VICENZA	Background- urbano	NO _x , O ₃
Thiene	VICENZA	Traffico-urbano	NO _x , CO, SO ₂
Schio	VICENZA	Background- urbano	NO _x , O ₃ , SO ₂ , PM ₁₀ , CO
RO_Centro	ROVIGO	Traffico-urbano	NO _x , CO, O ₃ , SO ₂ , PM ₁₀ , C ₆ H ₆ , IPA
RO_Borsea	ROVIGO	Background- urbano	NO _x , CO, O ₃ , SO ₂ , PM ₁₀ , C ₆ H ₆ , IPA
Adria	ROVIGO	Background- urbano	NO _x , CO, O ₃ , SO ₂
Castelnuovo Bariano	ROVIGO	Background-suburbano	NO _x , SO ₂ , PM ₁₀
Porto Tolle	ROVIGO	Background-urbano	NO _x , SO ₂ , PM ₁₀
PD_Arcella	PADOVA	Traffico-urbano	NO _x , CO, PM ₁₀ , IPA, SO ₂ , C ₆ H ₆ , O ₃ , Pb, Cd, Hg, Ni, As
PD_Mandria	PADOVA	Background-urbano	NO _x , CO, O ₃ , SO ₂ , PM ₁₀ , IPA, C ₆ H ₆ , Pb, Cd, Hg, Ni, As
PD_Granze	PADOVA	Industriale	IPA, Pb, Cd, Hg, Ni, As
Monselice	PADOVA	Industriale	NO _x , CO, O ₃ , SO ₂
Cittadella	PADOVA	Traffico-urbano	NO _x , CO, O ₃ , SO ₂
Este	PADOVA	Traffico-urbano	NO _x , CO, O ₃ , SO ₂
VR_Corso Milano	VERONA	Traffico-urbano	PM ₁₀ , C ₆ H ₆ , CO, SO ₂ , IPA
VR_Cason	VERONA	Background-rurale	NO _x , O ₃ , PM ₁₀
Legnago	VERONA	Background-urbano	NO _x , CO, O ₃ , SO ₂
Villafranca	VERONA	Traffico-urbano	NO _x , CO, SO ₂
San Martino B. A.	VERONA	Traffico-urbano	NO _x , CO, SO ₂
San Bonifacio	VERONA	Background-urbano	NO _x , CO, SO ₂ , O ₃
Bovolone	VERONA	Background-suburbano	NO _x , CO, SO ₂
TV_Via Lancieri	TREVISO	Background-urbano	NO _x , CO, O ₃ , SO ₂ , PM ₁₀ , C ₆ H ₆ , IPA, Pb, Cd, Hg, Ni, As
Conegliano	TREVISO	Background-urbano	NO _x , CO, SO ₂ , PM ₁₀ , O ₃ , C ₆ H ₆
Castelfranco	TREVISO	Background-rurale	NO _x , CO, O ₃
Mansuè	TREVISO	Background-rurale	NO _x , CO, O ₃
Vittorio Veneto	TREVISO	Traffico- urbano	NO _x , CO, SO ₂
BL_città	BELLUNO	Traffico-urbano	NO _x , CO, O ₃ , SO ₂ , PM ₁₀ , IPA, C ₆ H ₆ , Pb, Cd, Hg, Ni, As
Feltre	BELLUNO	Background-urbano	NO _x , CO, O ₃ , PM ₁₀ , SO ₂ , C ₆ H ₆ , IPA, Pb, Cd, Hg, Ni, As

3. Biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, monossido di carbonio e ozono.

La determinazione di questi inquinanti viene effettuata alla temperatura di riferimento di 20°C, come richiesto dal DM 60/02 e dal D.Lgs. 183/2004. Come evidenziato in Allegato 1a per il biossido di zolfo (SO₂) non vi sono stati superamenti della soglia di allarme di 500 µg/m³, nè superamenti del valore limite orario (350 µg/m³) e nemmeno superamenti del valore limite giornaliero (125 µg/m³). Il biossido di zolfo si conferma, come già evidenziato dall'analisi svolta nel Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera, un inquinante primario non critico; tutto ciò grazie alle sostanziali modifiche dei combustibili avvenute negli ultimi decenni (da gasolio a metano, oltre alla riduzione del tenore di zolfo in tutti i combustibili, in particolare nei combustibili diesel).

Analogamente non destano preoccupazione le concentrazioni di monossido di carbonio (CO) rilevate a livello regionale: in tutti i punti di campionamento non ci sono stati superamenti del limite di 10 mg/m³, calcolato come massima media mobile otto ore.

Considerati i livelli di SO₂ e di CO rilevati e tenuto conto di quanto stabilito dall'art. 6 del D.Lgs. 351/99, si potrà gradualmente ridurre il numero di punti di campionamento per questi due inquinanti, a condizione che le concentrazioni rilevate nell'arco di un quinquennio siano inferiori alle soglie di valutazione inferiore (rispettivamente di 5 mg/m³ per il CO e di 8 µg/m³ per l'SO₂, considerando per quest'ultimo il calcolo della soglia a partire dal valore limite per la protezione degli ecosistemi).

Rivolgendo l'attenzione ai parametri secondari (NO₂ e O₃) che non originano direttamente dalle fonti emissive, ma che a partire dagli inquinanti direttamente emessi, subiscono in atmosfera delle trasformazioni, si evidenziano invece dei superamenti dei valori limite.

Per la valutazione dei livelli di NO₂, sono stati considerati 37 punti di campionamento distribuiti sul territorio regionale; di queste 24 sono le stazioni di background (ulteriormente suddivise in background urbano, suburbano e rurale) e 13 sono stazioni di hot-spot (stazioni di traffico oppure di tipo industriale).

Considerando le stazioni di background (Grafico 1a) si verifica come, il valore limite annuale più margine di tolleranza, complessivamente pari a 50 µg/m³, è rispettato in tutte le stazioni; invece, il valore limite da rispettare entro il 2010 e pari a 40 µg/m³ viene superato a: PD_Mandria, San Bonifacio, Bovolone, VI_Quartiere Italia, Montecchio Maggiore. Le medie di NO₂ più elevate si sono registrate a Bovolone (48 µg/m³), San Bonifacio (44 µg/m³) e a Montecchio Maggiore (43 µg/m³), mentre la concentrazione media annuale più bassa è stata quella di Feltre (18 µg/m³).

Per quanto riguarda le stazioni di traffico e di tipo industriale (grafico 1b), si riscontra che su 13 stazioni, 7 superano il valore limite annuale da rispettare entro il 2010: **PD_Arcella (55 µg/m³)**, Este (49 µg/m³), **Villafranca (59 µg/m³)**, **San Martino B.A. (58 µg/m³)**, RO_centro (43 µg/m³), **VE_Via Circonvallazione (54 µg/m³)** e Mira (43 µg/m³); per alcune di queste, indicate in grassetto, viene superato anche il valore limite aumentato del margine di tolleranza (50 µg/m³) che dovrebbe essere rispettato entro il 2005. Analogamente a quanto evidenziato per le stazioni di background le concentrazioni medie annue più basse sono state registrate, in provincia di Belluno, presso la stazione di BL_città (27 µg/m³) e in provincia di Treviso, a Vittorio Veneto (15 µg/m³).

Per l'inquinante NO₂, si è verificato, inoltre, se, vi sono stati dei superamenti del valore limite orario di 200 µg/m³ (il margine di tolleranza per l'anno 2005 è di 50 µg/m³) da non superare per più di 18 volte l'anno: presso la stazione di PD_Arcella, vi sono stati 2 superamenti del valore limite, mentre presso la stazione di Mira sono stati registrati 7 superamenti del valore limite e uno di questi valori è risultato maggiore anche del valore limite aumentato del margine di tolleranza (250 µg/m³). In nessun punto di campionamento si sono raggiunti i 18 superamenti consentiti.

Grafico 1a. Medie annuali registrate per l'inquinante NO₂ nelle stazioni di background e confronto con il valore limite di 40 µg/m³.

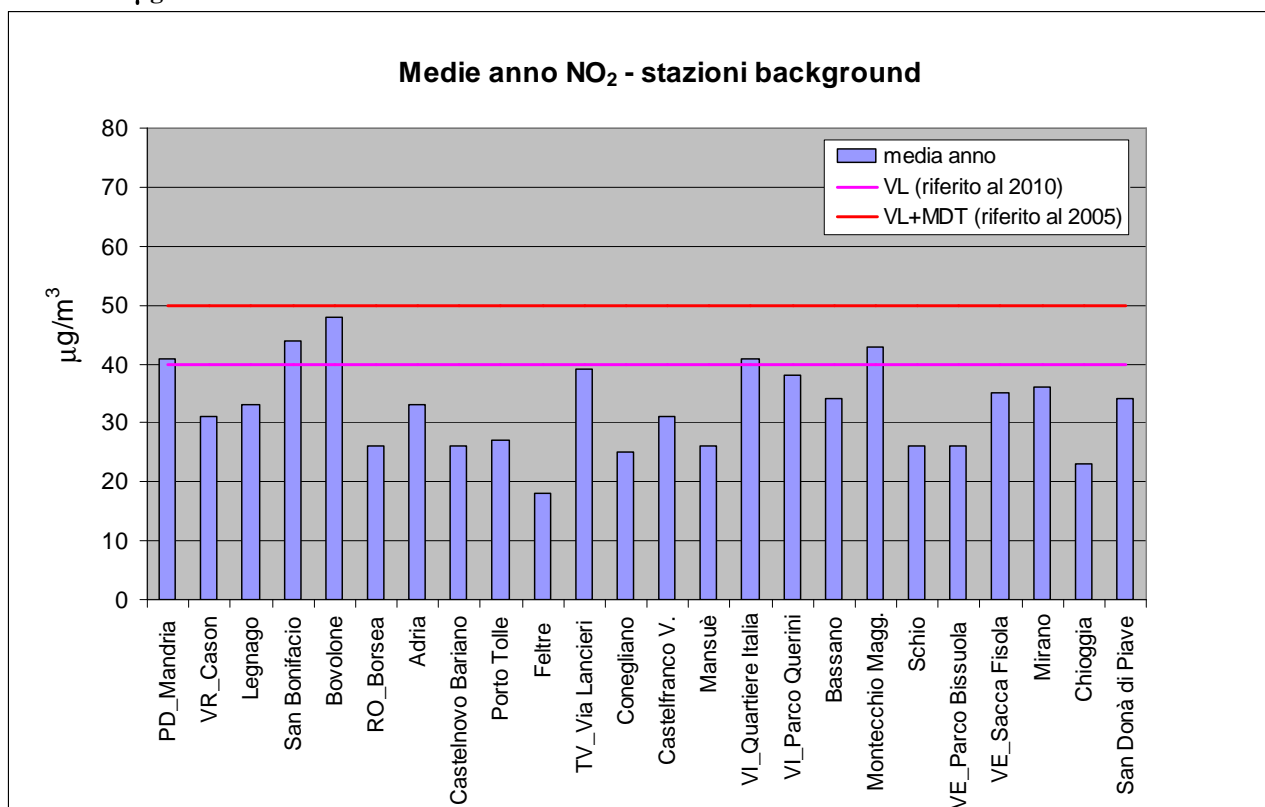
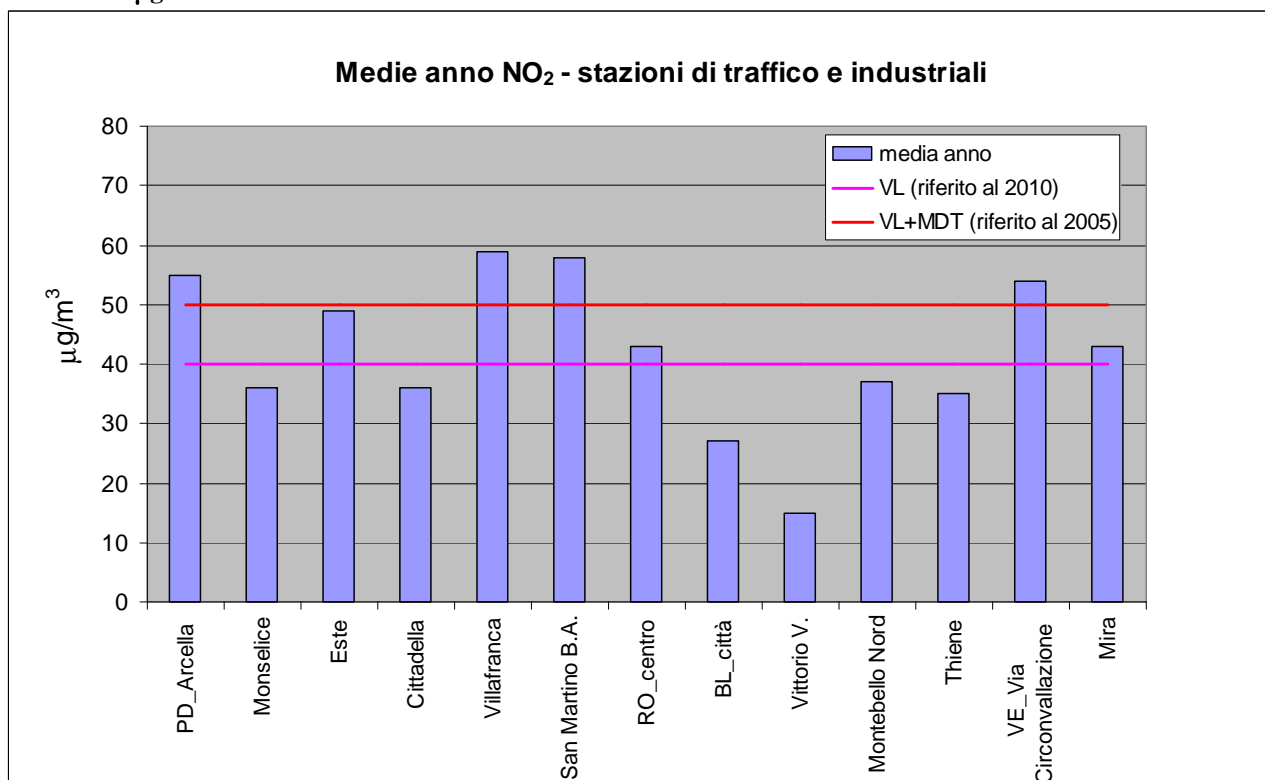


Grafico 1b. Medie annuali registrate per l'inquinante NO₂ nelle stazioni di traffico e industriali e confronto con il valore limite di 40 µg/m³.



Come riportato in Tabella 1a, fino al recepimento dei valori limite, previsto per il 1° gennaio 2010, per l'NO₂, rimane in vigore anche il valore limite di 200 µg/m³ calcolato come 98° percentile delle concentrazioni medie di un'ora, rilevate nell'arco di un anno, dal 1° gennaio al 31 dicembre.

Il 98° percentile è stato calcolato per tutte le stazioni, suddivise in stazioni di background e di traffico; in nessun caso il valore limite è stato superato (Grafici 2a, 2b).

Grafico 2a. 98° percentile delle concentrazioni orarie di NO₂ nelle stazioni di background: verifica del rispetto del valore limite.

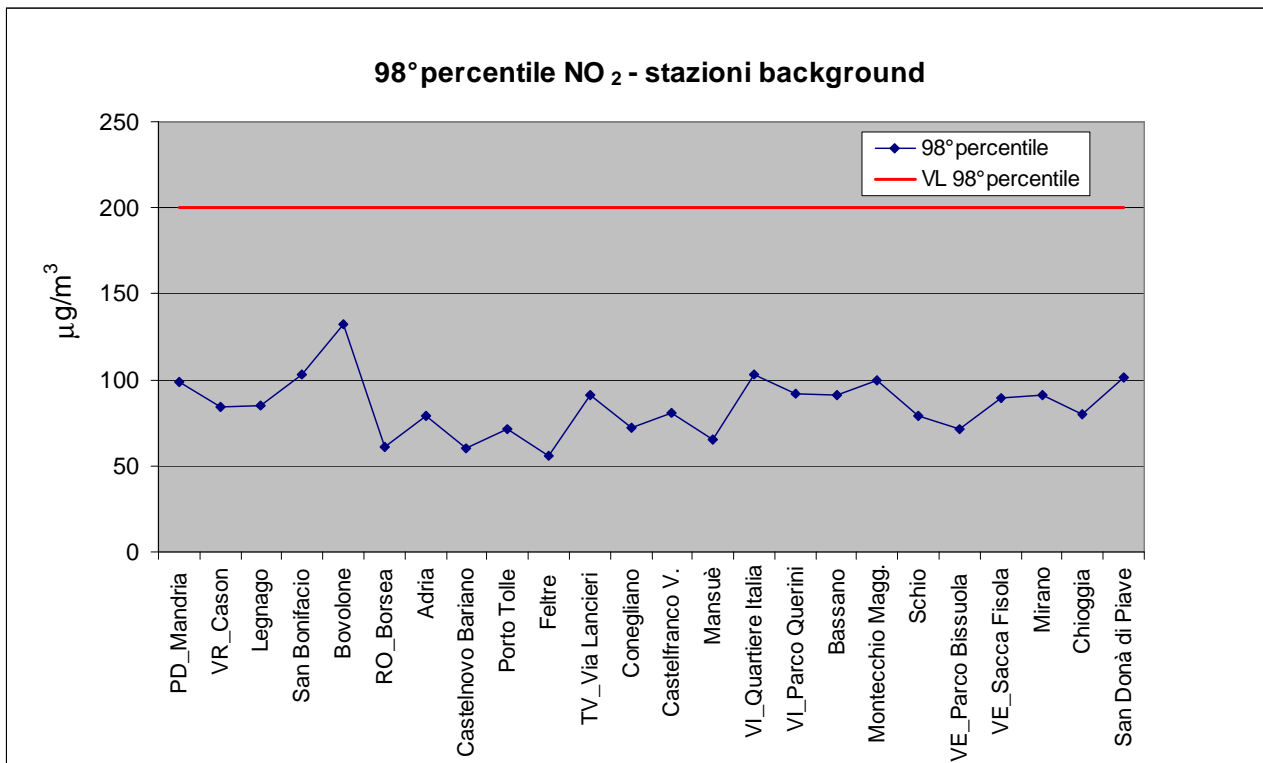
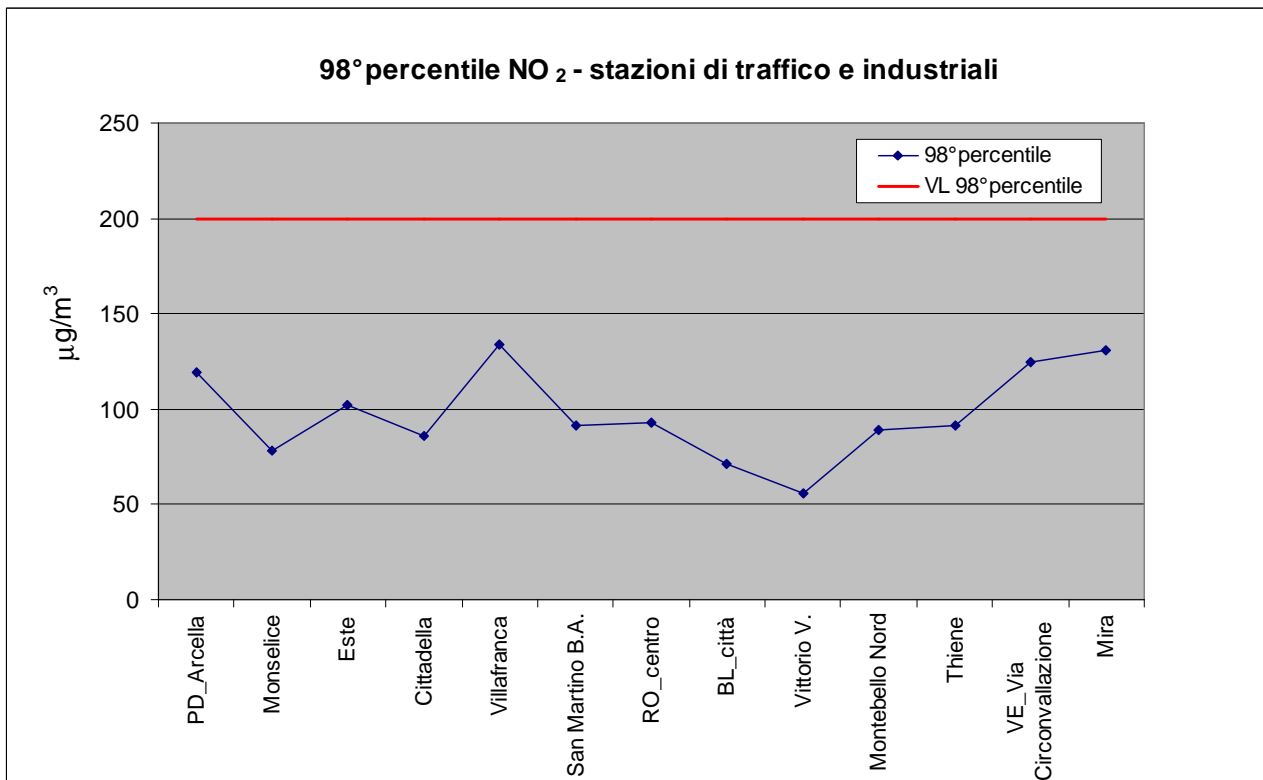


Grafico 2b. 98° percentile delle concentrazioni orarie di NO₂ nelle stazioni di traffico: verifica del rispetto del valore limite.



Una conferma che gli ossidi di azoto, prodotti dalle reazioni di combustione costituiscono un problema per la nostra regione, è data dalla constatazione che per gli **NOx** il valore limite annuale per la protezione degli ecosistemi (pari a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e calcolato come media delle concentrazioni orarie dal 1° gennaio al 31 dicembre, da rilevare solo nelle stazioni di tipologia “background rurale”) viene rispettato solo nella stazione di Feltre ($29 \mu\text{g}/\text{m}^3$), stazione di tipologia background urbano, mentre **VR_Cason**, che per l’area in cui è inserita è stata classificata come stazione “background rurale” ed è l’unica per la quale si dovrebbe verificare il rispetto del valore limite, in realtà supera di più del doppio tale valore (**$69 \mu\text{g}/\text{m}^3$**); ciò probabilmente accade perché il sito risente della vicinanza all’agglomerato di Verona e come è noto, gli inquinanti di natura secondaria possono spostarsi anche a decine di km dall’area in cui vi è l’origine dell’emissione.

L’analisi dell’altro parametro secondario, l’ozono, dimostra come nella nostra regione per tale inquinante vi sia una criticità, particolarmente accentuata nella zona centrale, in corrispondenza alle province di Verona, Vicenza e Padova. La Tabella 3 riporta il numero di superamenti della soglia di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) registrati nel corso dell’anno 2005; tale soglia è il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana, in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione e raggiunto il quale occorre comunicare al pubblico una serie dettagliata di informazioni inerenti il luogo, l’ora del superamento, le previsioni per la giornata successiva e le precauzioni da seguire per minimizzare gli effetti di tale inquinante. ARPAV, mediante il sito internet, già da due anni svolge un’opera importante di informazione per la popolazione, fornendo i dati di ozono in tempo reale; oltre a ciò, in caso di superamento della soglia di informazione o di allarme, vi è un servizio di comunicazione, via e-mail, ai Comuni interessati dal superamento, alle ASL e alle Province. Dall’analisi della Tabella 3, si evidenzia che la situazione è stata particolarmente critica nell’area del comune di **Schio**, dove si sono registrati **122 superamenti della soglia di informazione di $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$** e di questi, ben **4** sono stati superamenti anche della **soglia di allarme ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$)**, soglia oltre alla quale vi è un rischio per la salute umana, in caso di esposizione di breve durata, per tutta la popolazione.

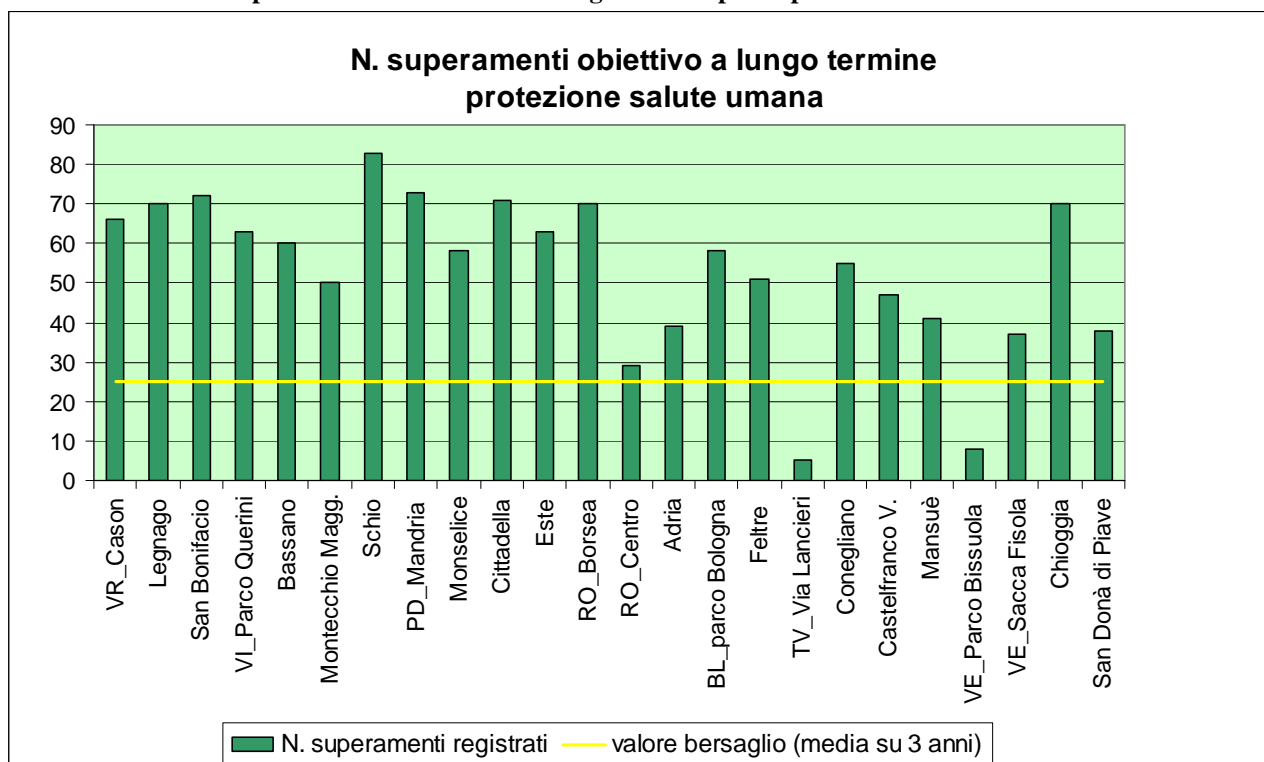
Tabella 3. Ozono. Superamenti registrati della soglia di informazione di $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e della soglia di allarme di $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Provincia	Nome stazione	Tipologia stazione	N. sup. soglia informazione	N. sup. soglia allarme
VR	VR_Cason	BR	59	0
VR	Legnago	BU	51	0
VR	San Bonifacio	BU	62	0
VI	VI_Parco Querini	BU	70	0
VI	Bassano	BU	79	0
VI	Montecchio Magg.	BU	43	0
VI	Schio	BU	122	4
PD	PD_Mandria	BU	20	0
PD	Monselice	IS	10	0
PD	Cittadella	BU	33	0
PD	Este	TU	75	0
RO	RO_Centro	TU	6	0
RO	RO_Borsea	BU	19	0
RO	Adria	BU	7	0
BL	BL_parco Bologna	TU	9	0
BL	Feltre	BU	41	0
TV	TV_Via Lancieri	BU	1	0
TV	Conegliano	BU	17	0
TV	Castelfranco V.	BR	17	0
TV	Mansuè	BR	3	0
VE	VE_Parco Bissuola	BU	0	0
VE	VE_Sacca Fisola	BU	1	0
VE	Chioggia	BU	6	0
VE	San Donà di Piave	BU	4	0

Il Decreto Legislativo 183/04, recependo la Direttiva Europea 2002/3/CE ha fissato gli obiettivi a lungo termine per la protezione della salute umana e della vegetazione. Tale obiettivo rappresenta la concentrazione di ozono al di sotto della quale si ritengono improbabili effetti nocivi diretti sulla salute umana e sulla vegetazione e deve essere conseguito nel lungo periodo al fine di fornire un'efficace protezione della popolazione e dell'ambiente.

Nel grafico 3a si riportano i superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della popolazione registrati nel corso del 2005 nella nostra regione.

Grafico 3a. Ozono. Superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana.



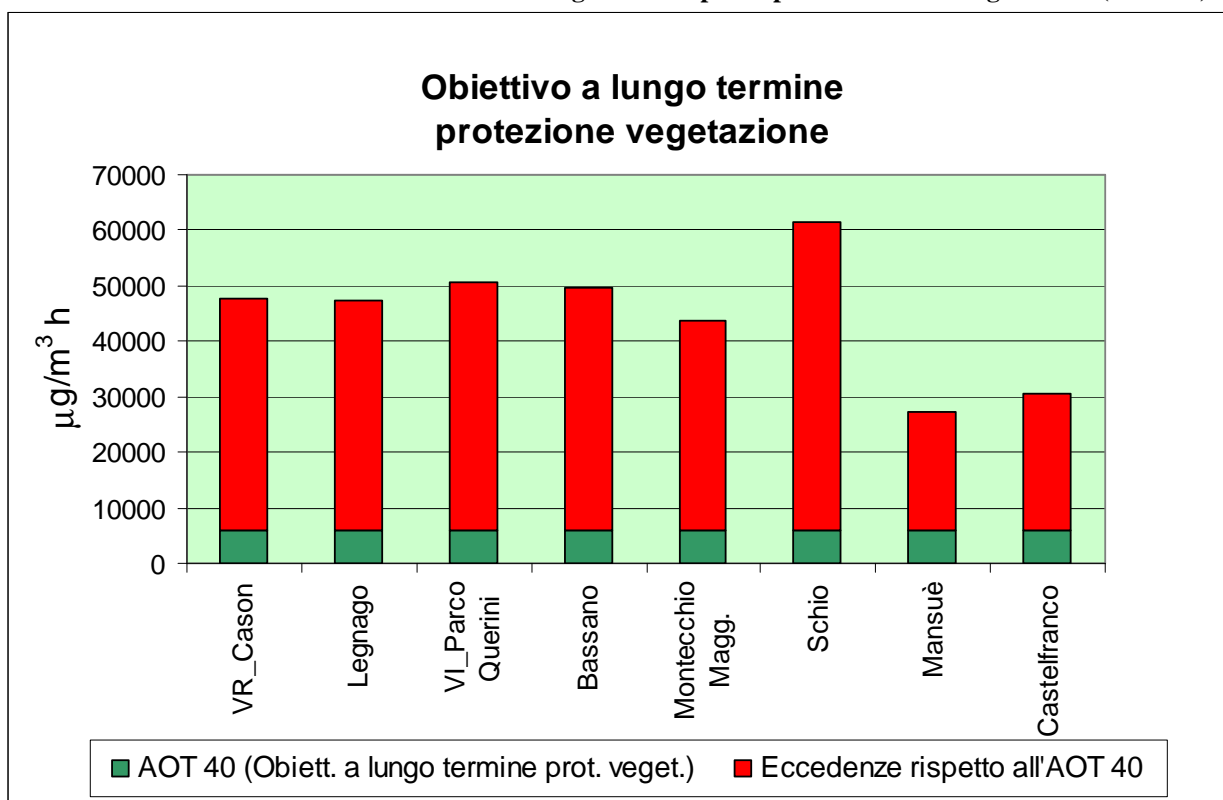
L'obiettivo a lungo termine si considera superato quando la media massima giornaliera su otto ore supera i $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$; la valutazione viene effettuata per anno civile. Nel grafico viene rappresentato anche il valore bersaglio per la protezione della salute umana (linea gialla). Il valore bersaglio è il livello fissato dal Decreto legislativo 183/04 al fine di evitare a lungo termine effetti nocivi sulla popolazione e deve essere conseguito entro la data indicata (Tabella 1b). Tale valore sarà in vigore a partire dal 2013 ed è costituito dai $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 25 giorni per anno civile, come media su 3 anni. Pertanto se nei prossimi anni non ci dovessero essere dei miglioramenti dello stato della qualità dell'aria, mediante misure finalizzate alla riduzione delle emissioni, nel 2013 supereremmo in quasi tutte le stazioni considerate, il valore bersaglio per la protezione della salute umana (Grafico 3a).

L'obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione, rappresentato dall'AOT40 (Accumulation Threshold over 40 ppb) e fissato in $6000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$, rappresenta la somma delle concentrazioni orarie eccedenti i 40 ppb (circa $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ottenuta considerando i valori orari di ozono registrati dalle 8.00 alle 20.00 (ora solare) nel periodo compreso tra il 1° maggio e il 31 luglio. Occorre premettere che l'AOT40 dovrebbe essere calcolato esclusivamente per le stazioni finalizzate alla valutazione dell'esposizione della vegetazione, ossia per le stazioni di tipologia "background rurale". Attualmente nella nostra regione le uniche stazioni di questa tipologia sono: Mansuè, Castelfranco (entrambe background rurale "regional") e VR_Cason. Quest'ultima è una stazione background rurale "near-city", poiché si trova nelle vicinanze dell'agglomerato urbano di

Verona. Sono in fase di attivazione altre stazioni di tipologia background rurale “regional” e “remote”, secondo quanto previsto dal “Progetto di ottimizzazione della Rete di monitoraggio della qualità dell’aria del Veneto”², realizzato a cura di ARPAV, mediante l’utilizzo di finanziamenti regionali e comunitari. L’attivazione di stazioni di tale tipologia è prevista per gli anni 2006 e 2007 e trattasi di: Boscohiesanuova (VR), Concordia Sagittaria (VE), Cinto Euganeo (PD), Cavaso del Tomba (TV), Badia Polesine (RO), Asiago (VI), Livinallongo (BL).

Per l’anno 2005, per avere un’idea dei valori di AOT40 nella regione, si sono considerate anche le stazioni di background urbano (Legnago, VI_parco Querini, Bassano, Montecchio Maggiore, Schio) oltre a quelle di background rurale (VR_Cason, Mansuè, Castelfranco), come riportato nel grafico 3b.

Grafico 3b. Ozono. Valutazione dell’obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione (AOT 40).



La parte degli istogrammi evidenziata in rosso indica che l’obiettivo a lungo termine è stato abbondantemente superato in tutte le stazioni considerate. Si precisa inoltre che il valore bersaglio per la protezione della vegetazione, AOT40 (in vigore dal 2015) pari a 18000 µg/m³ h, calcolato come media su 5 anni, verrebbe allo stesso modo presumibilmente superato, a meno che non siano realizzati interventi strutturali per la riduzione delle emissioni da traffico, industriali e da combustione.

² Il Progetto di ottimizzazione della Rete regionale di controllo della qualità dell’aria del Veneto” è stato presentato a cura di ARPAV- Osservatorio Regionale Aria al Comitato di Indirizzo del 27 Giugno 2002 ed è stato approvato mediante DGR n. 2027 del 26 Luglio 2002.

4. Particolato PM₁₀, Benzene, Benzo(a)pirene

Il particolato atmosferico è costituito da una componente più grossolana di natura primaria e da una componente più fine di natura secondaria. Il PM primario deriva da processi meccanici di usura, macinazione, strofinamento ecc. (es. usura di freni e gomme degli autoveicoli, usura del manto stradale, ecc.) ed è costituito prevalentemente dalla componente superiore a 2,5 micrometri (PM_{10-2,5} particolato grossolano). A questo va aggiunto il PM primario di origine biologica (spore, pollini, muffe, frammenti di origine animale e vegetale) e il PM derivante dall'effetto meccanico della risospensione del particolato dal suolo a causa del transito di veicoli, della presenza del vento; infine vi è il PM primario derivante da processi di combustione (scarichi di autoveicoli, ecc.), caratterizzato anch'esso da granulometrie inferiori a 1-2 micrometri.

Da numerosi studi svolti si è verificato che la maggior parte del PM₁₀ è costituito da particolato PM_{2,5}: una prova di correlazione tra particolato PM₁₀ e PM_{2,5} è stata effettuata nel periodo 1 gennaio - 20 aprile 2005 presso la stazione di PD_Mandria: la correlazione tra le due serie di dati è molto alta ($R^2=0.9473$) e la retta conferma come circa l'80% del PM₁₀ è in realtà PM_{2,5} (Grafico 5).

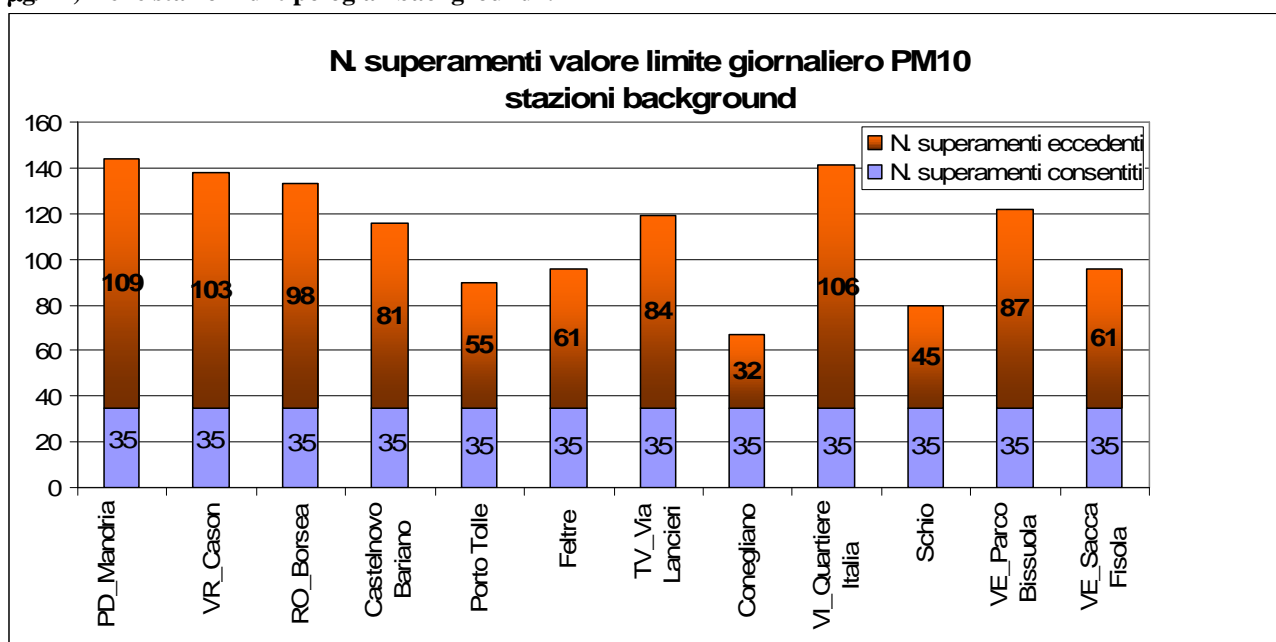
Il PM secondario che si forma in atmosfera per effetto di reazioni chimiche e fisiche a partire dai precursori è caratterizzato da particelle fini (inferiori a 2 micrometri) e ultrafini (inferiori a 0,1 micrometri); chimicamente è costituito da solfati, nitrati, composti organici e ammoniacali.

Il particolato sottile PM₁₀ ha superato i valori limite indicati dal DM 60/02. Mantenendo la suddivisione delle stazioni nelle due tipologie "background" e "hot spot", si sono considerati i superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m³ e del valore limite annuale di 40 µg/m³.

Il numero di superamenti consentiti del limite giornaliero è pari a 35. Nel caso delle stazioni di background il limite è stato superato in tutti i punti di campionamento; il numero di superamenti eccedenti i 35 consentiti sono stati: **109 (PD_Mandria)**, **106 (VI_Quartiere Italia)**, **103 (VR_Cason)**, **98 (RO_Borsea)**, **87 (VE_Parco Bissuola)**, **84 (TV_Via Lancieri)**, **81 (Castelnovo Bariano)**, **61 (Feltre)**, **61 (VE_Sacca Fisola)**, **55 (Porto Tolle)**, **45 (Schio)**, **32 (Conegliano)**, ecc.

Il fenomeno risulta quindi diffuso su tutto il territorio regionale come evidenziato dal grafico 4a.

Grafico 4a. Particolato PM₁₀. Superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana (50 µg/m³) nelle stazioni di tipologia "background".



Nelle stazioni di hot spot i superamenti eccedenti i 35 consentiti sono stati registrati a: **175 (VR_Corso Milano)**, **159 (PD_Arcella)**, **158 (VI_Viale Milano)**, **123 (VE_Via**

Circonvallazione), 87 (RO_centro) (grafico 4b). In controtendenza, presso la stazione di BL_città, si sono verificati solo 19 superamenti del valore limite giornaliero in tutto il 2005.

Grafico 4b. Particolato PM₁₀. Superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana (50 µg/m³) nelle stazioni di tipologia traffico.

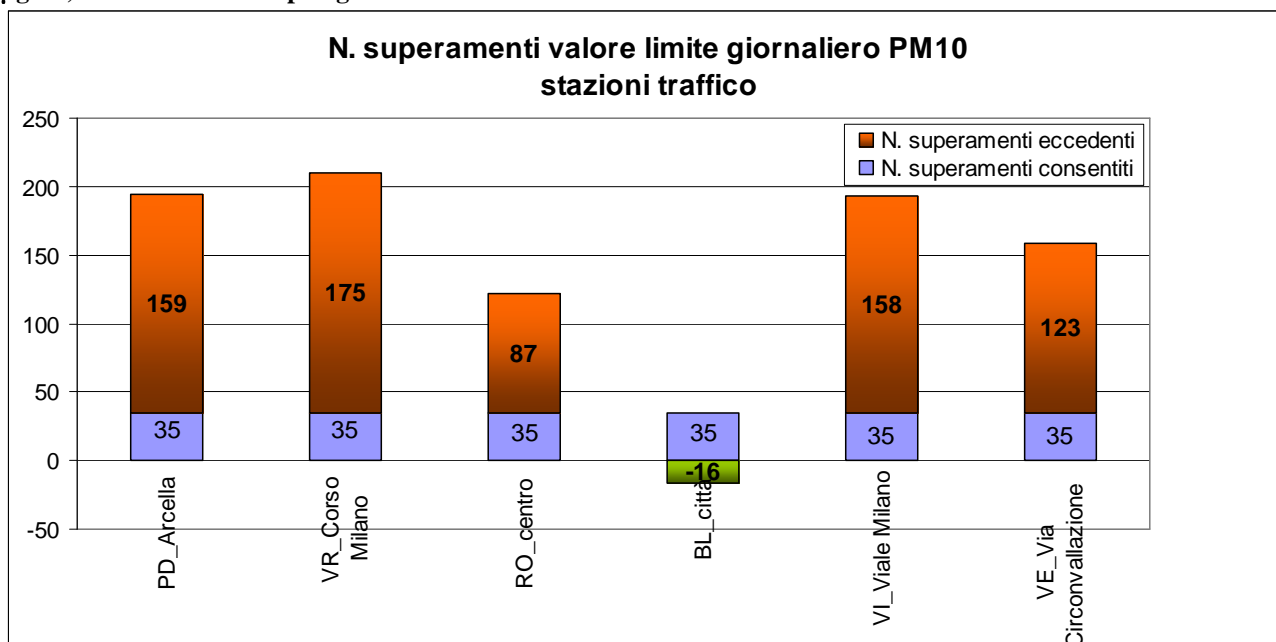
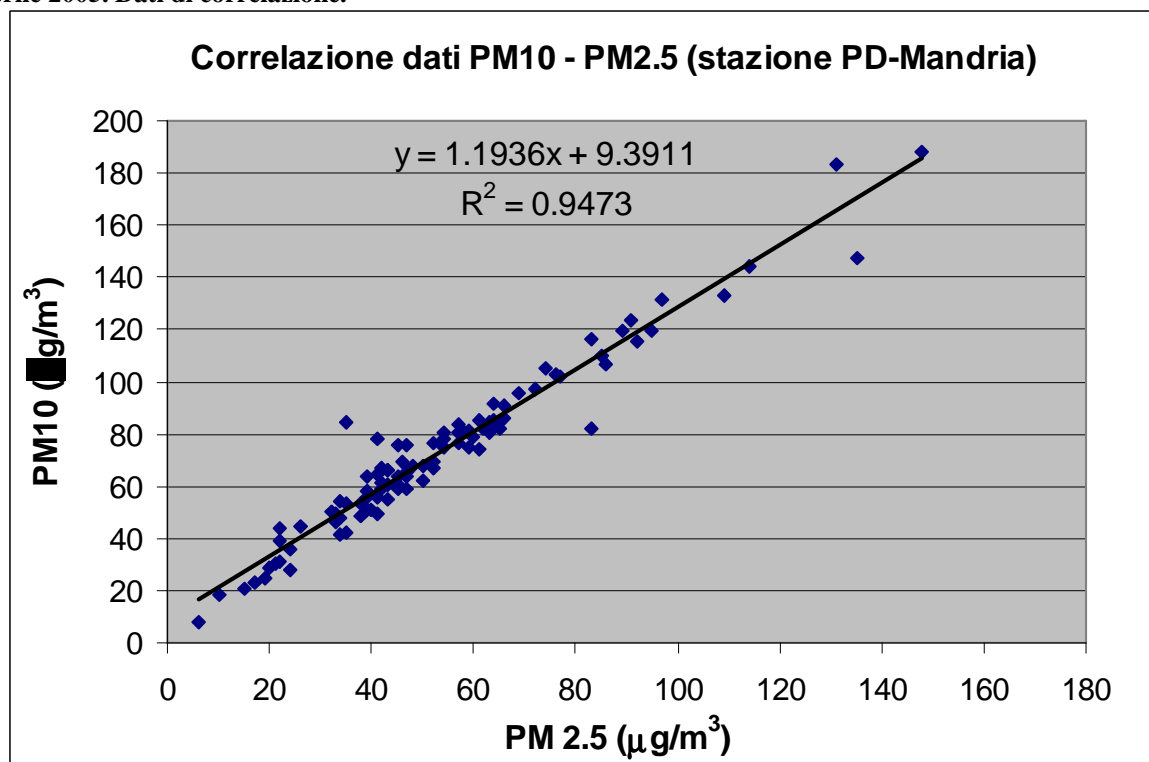


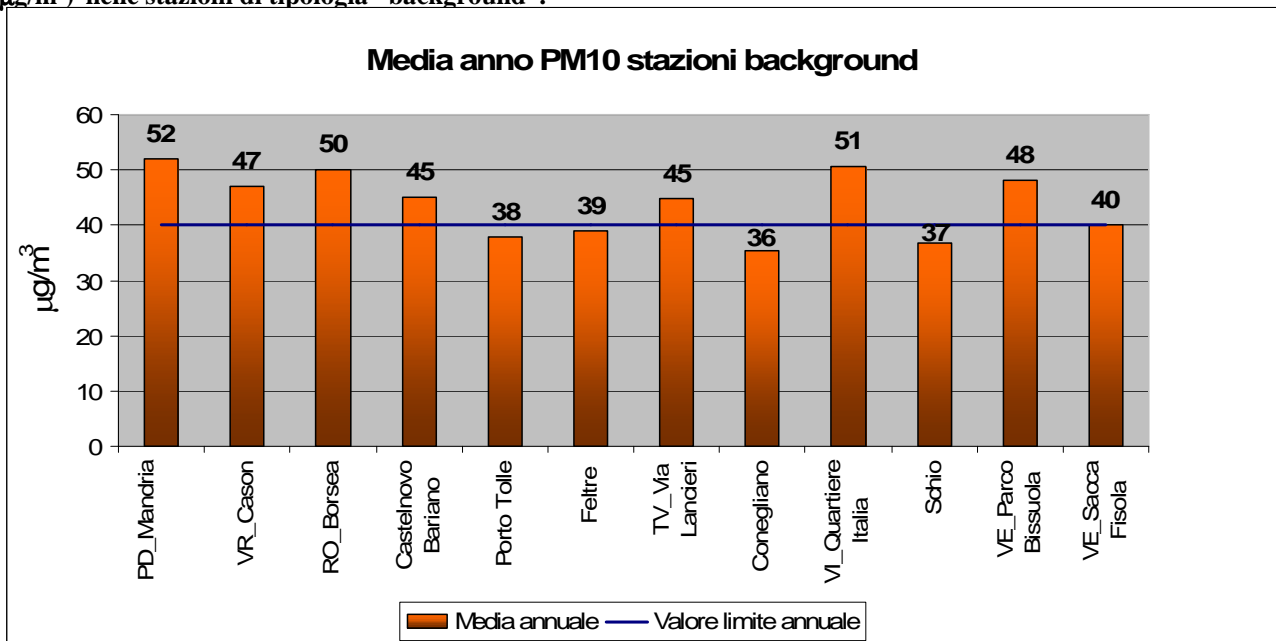
Grafico 5. Misure in parallelo di PM₁₀ e PM_{2.5} presso la stazione di PD_Mandria, nel periodo 1° gennaio-20 aprile 2005. Dati di correlazione.



Le medie annuali registrate sono più alte del valore limite di 40 µg/m³ sia nei siti di background che in quelli di traffico in quasi in tutti i punti di campionamento, come evidenziato dai grafici 6a e 6b.

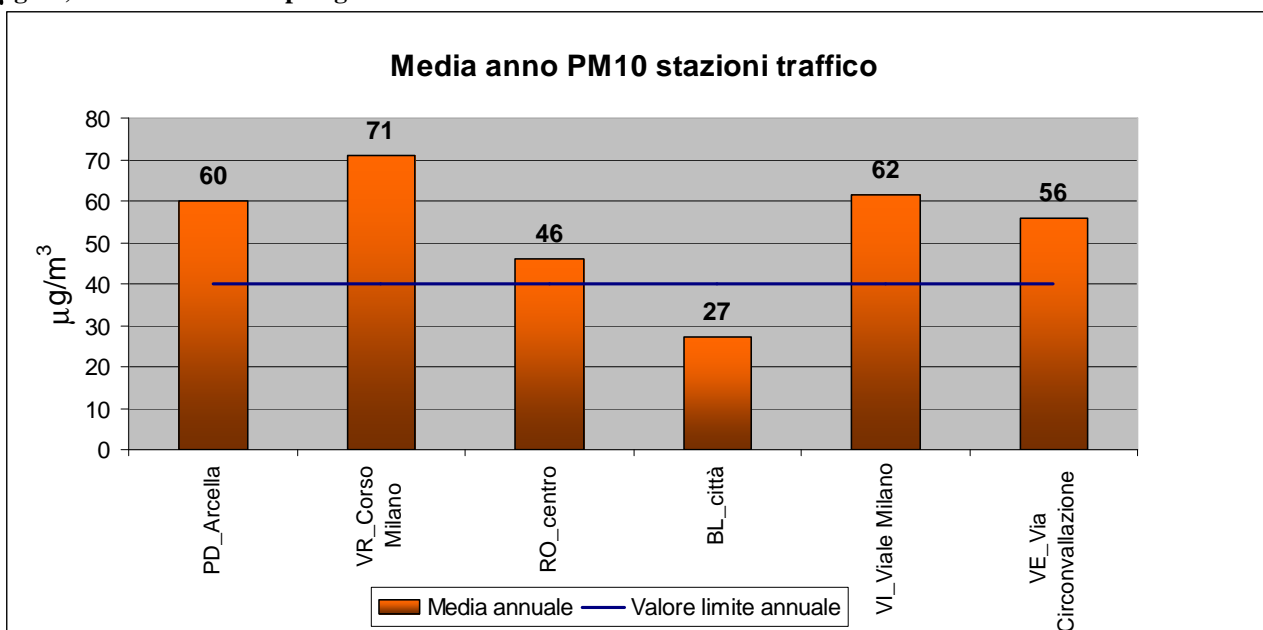
Nei punti di campionamento di background, le medie annuali più elevate sono state quelle di Padova (**PD_Mandria: 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**), Vicenza (**VI_Quartiere Italia: 51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**) e Rovigo (**RO_Borsea: 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**). In questi siti la media annuale ha superato il valore limite di circa il 20%. La media annuale viene rispettata a Porto Tolle (38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) a Feltre (39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), a Conegliano (36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), a Schio (37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e a VE_Sacca Fisola (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Grafico 6a. Particolato PM₁₀. Superamenti del valore limite annuale per la protezione della salute umana (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) nelle stazioni di tipologia “background”.



In corrispondenza alle stazioni di traffico, con l’esclusione di BL_città, dove il valore della media annuale è stato di 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, si sono verificate medie annuali elevate: **fino a 71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a VR_Corso Milano**, **62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a VI_Viale Milano**, **60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a PD_Arcella**, **56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a VE_Via Circonvallazione**, **46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a RO_centro** (grafico 6b).

Grafico 6b. Particolato PM₁₀. Superamenti del valore limite annuale per la protezione della salute umana (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) nelle stazioni di tipologia traffico.



In Tabella 4 è riportato il numero di campioni per anno analizzato presso ciascun sito di campionamento e il metodo analitico utilizzato; per le misure in continuo il DM 60/02 prevede una raccolta minima di dati pari al 90% sull'anno (328 valori giornalieri per anno), per le misure indicative la raccolta minima dei dati è ancora pari al 90%, ma su un periodo minimo di copertura del 14%³ (52 valori giornalieri per anno). Nella stessa tabella è indicata anche la metodica analitica in uso per la determinazione del PM₁₀.

Tabella 4. PM₁₀. Numero di campioni per anno e metodo analitico impiegato.

Nome stazione	N. campioni per anno	Metodo analitico impiegato
PD_Arcella	349	analizzatore automatico (assorbimento β)
PD_Mandria	327	analizzatore automatico (assorbimento β)
VR_Cason	348	analizzatore automatico (assorbimento β)
VR_Corso Milano	327	analizzatore automatico (assorbimento β)
RO_centro	329	analizzatore automatico (assorbimento β)
RO_Borsea	332	campionatore gravimetrico
Castelnovo Bariano	347	campionatore gravimetrico
Porto Tolle	357	analizzatore automatico (assorbimento β)
BL_città	342	analizzatore automatico (assorbimento β)
Feltre	359	analizzatore automatico (assorbimento β)
TV_via Lancieri	347	analizzatore automatico (assorbimento β)
Conegliano	355	campionatore gravimetrico
VI_Viale Milano	341	analizzatore automatico (assorbimento β)
VI_Quartiere Italia	353	campionatore gravimetrico
Schio	345	campionatore gravimetrico
VE_Parco Bissuola	342	campionatore gravimetrico
VE_Via Circonvallazione	352	campionatore gravimetrico
VE_Sacca Fisola	362	analizzatore automatico (assorbimento β)

La situazione illustrata relativamente ai dati di PM₁₀ registrati dalla rete fissa, insieme alle misure effettuate mediante le campagne di monitoraggio su tutto il territorio regionale impone la necessità di intervento al fine della riduzione delle emissioni di particolato in base a quanto richiesto dalla normativa vigente (artt. 7,8,9 D.Lgs. 351/99 e DM 261/2002); da un recente lavoro realizzato a cura di ARPAV⁴ risulta che la ripartizione percentuale delle emissioni di PM₁₀ è data da quanto illustrato nel grafico 7, nel quale viene individuato il contributo di ciascun macrosettore alla produzione di polveri PM₁₀.

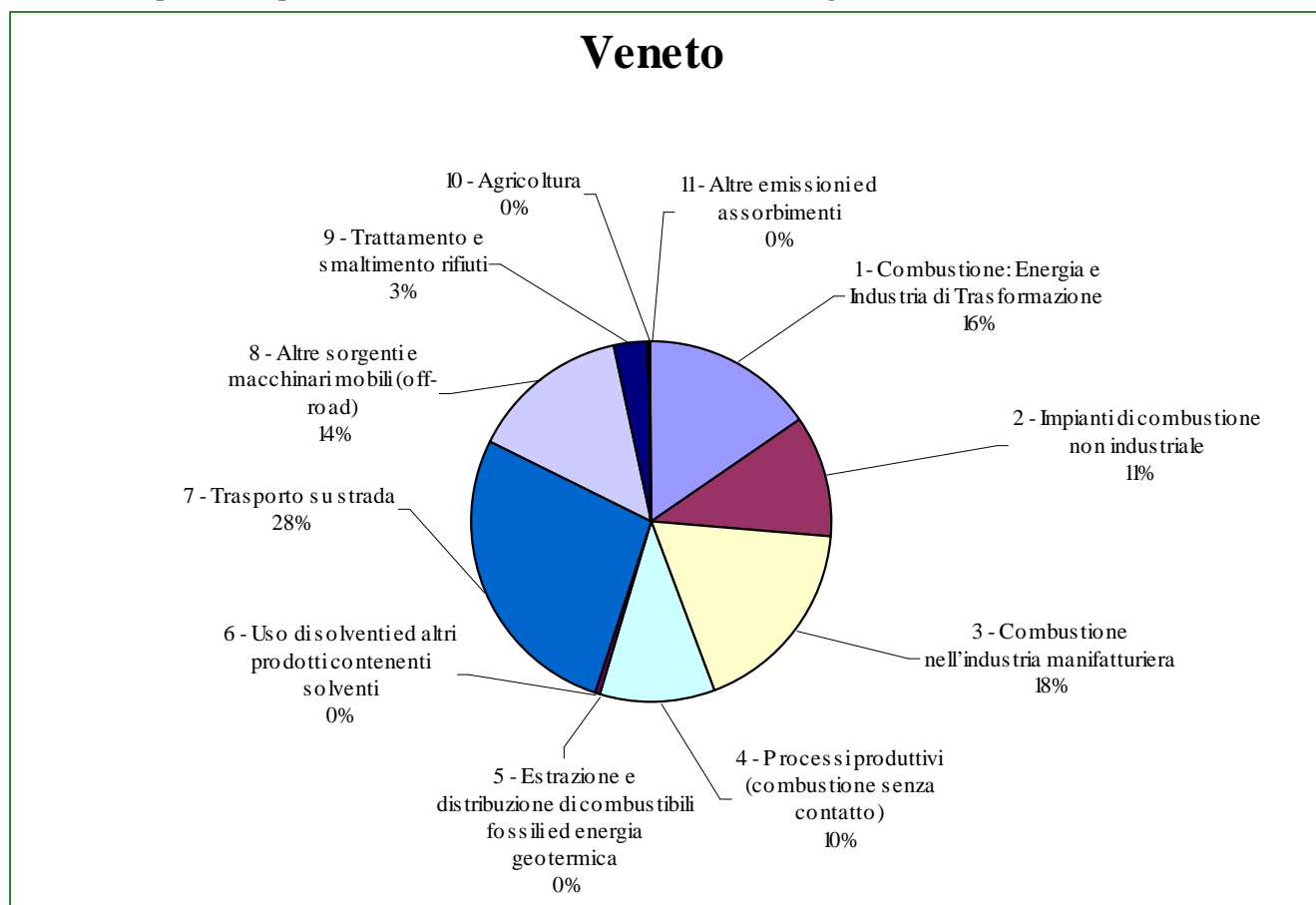
Come si osserva, i contributi più rilevanti sono da attribuirsi al macrosettore 7 “trasporto su strada” (28%), al macrosettore 3 “combustione nell’industria manifatturiera” (18%), al macrosettore 1 “Combustione: energia e industria di trasformazione” (16%) e al macrosettore 8 “altre sorgenti e macchinari mobili (14%). ARPAV sta collaborando con la regione Veneto al fine dell’individuazione delle misure strutturali volte al risanamento della qualità dell’aria⁵.

³ una misurazione in un giorno scelto a caso di ogni settimana in modo che le misure siano uniformemente distribuite durante l’anno, oppure otto settimane di misurazione distribuite in modo regolare nell’arco dell’anno.

⁴ “Primo approccio ad un inventario regionale” – Seminario “Inventari locali di emissioni in atmosfera – strumenti ed esperienze” 28-29 ottobre 2004 – Venezia.

⁵ “Piano Progressivo di Rientro del Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell’Atmosfera per le polveri PM₁₀ Dgr n. 1408 del 16/05/2006.

Grafico 7. Ripartizione percentuale delle emissioni di PM₁₀ in Veneto negli 11 macrosettori Corinair.

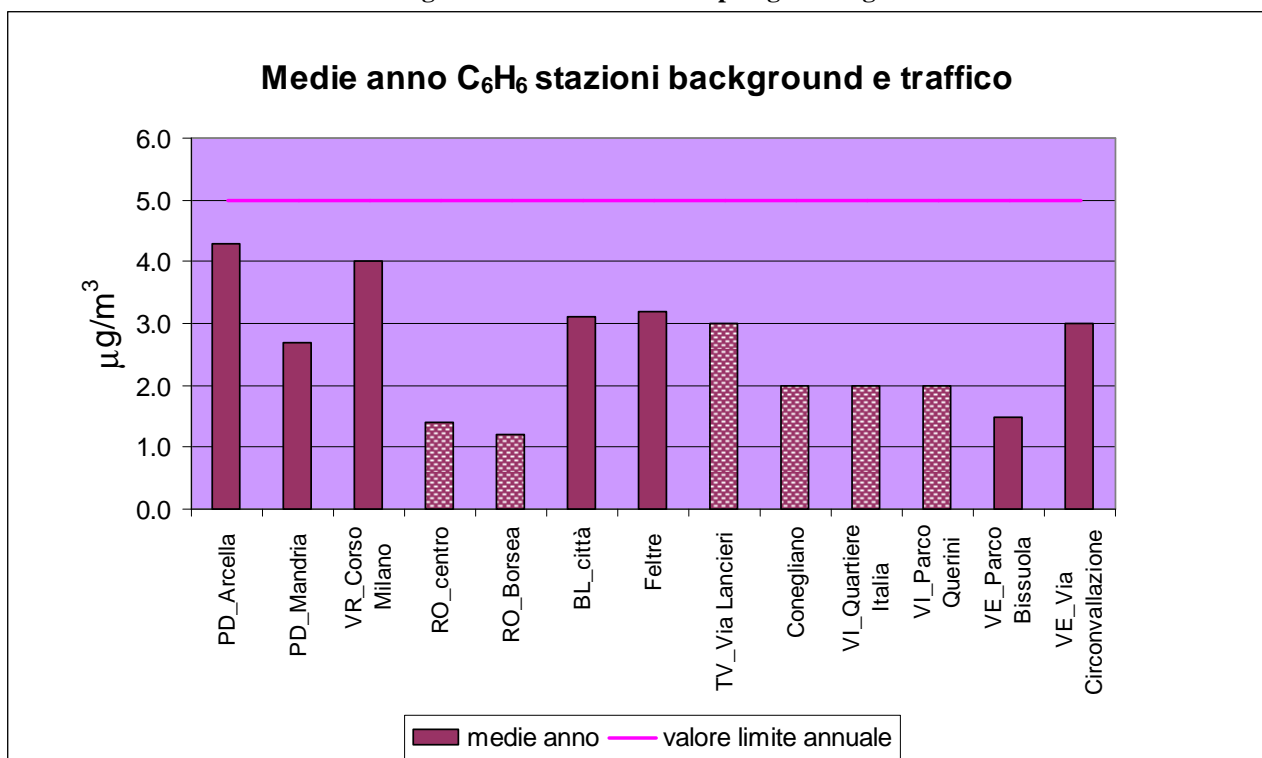


La normativa comunitaria sta ponendo una sempre maggior attenzione al parametro PM_{2.5}, che costituisce circa l'80% del PM₁₀ e che deriva prevalentemente da fonti antropiche. Avendo diametro aerodinamico inferiore al PM₁₀, il particolato PM_{2.5} può penetrare a livello polmonare, creando implicazioni sanitarie sia a livello polmonare che circolatorio. In questo contesto si situa la decisione di definire nuovi limiti e strategie a livello comunitario, al fine della riduzione della concentrazione del PM_{2.5}.

La Direzione Generale Ambiente della Commissione Europea ha proposto una regolamentazione del PM_{2.5} basata su un doppio approccio: da un lato l'applicazione di un tetto di concentrazione annuale di 25 µg/m³, da rispettare entro il 2015 (equivalente a 40 µg/m³ di PM₁₀), e dall'altro la definizione di una percentuale di riduzione della media annuale del valore di fondo urbano (a partire da un valore iniziale stabilito da ogni Stato Membro in base alle proprie medie annuali di fondo urbano). Per esempio, se la media triennale (2008-2010) per uno Stato Membro è di 10 µg/m³, la % di riduzione sarà pari a $(1,5 \times 10) \% = 15\%$, cioè le concentrazioni dovranno essere ridotte di 1,5 µg/m³ ossia da 10 µg/m³ a 8.5 µg/m³. Stabilito il valore di partenza si definisce quindi l'entità della riduzione per la media nazionale del fondo urbano. In ogni caso non è prevista alcuna riduzione per concentrazioni iniziali inferiori a 5 µg/m³ e una riduzione massima di 7 µg/m³ per concentrazioni iniziali maggiori o uguali a 21 µg/m³. Alla data odierna queste indicazioni si stanno concretizzando mediante la proposta di Direttiva Europea per la qualità dell'aria.

Considerando il benzene si evidenzia come il valore limite di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è rispettato in tutti i punti di campionamento considerati. Nel grafico 8 sono distinti con differente riempimento delle barre i valori ottenuti mediante i campionatori passivi settimanali (RO_centro, RO_Borsea, TV_Via Lancieri, Conegliano, VI_Quartiere Italia, VI_Parco Quercini) da quelli ricavati mediante campionamento attivo giornaliero su fiale di carbone (PD_Arcella, PD_Mandria, VR_Corso Milano, BL_città, Feltre) e mediante analizzatore automatico VE_parco Bissuola e VE_Via Circonvallazione.

Grafico 8. Benzene. Medie annuali registrate nelle stazioni di tipologia background e traffico.



Il numero di campioni che la normativa (DM 60/02) richiede è pari a circa 128 valori giornalieri per anno (la copertura richiesta è infatti del 35%), realizzati mediante misure in continuo e misure in siti fissi. Per le stazioni di PD_Arcella, PD_Mandria, VR_Corso Milano, BL_città, Feltre, VE_Parco Bissuola e VE_Via Circonvallazione si ha quindi un numero di campioni/anno sufficiente; per quanto riguarda le misurazioni effettuate nelle altre stazioni si tratta di misurazioni indicative e la % di dati raccolti è inferiore all'obiettivo di qualità del dato previsto e pari al 14% (circa 51 campioni giornalieri).

C'è da sottolineare che qualora le concentrazioni rilevate risultassero inferiori alla soglia di valutazione inferiore, pari a $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per un periodo non inferiore a 5 anni⁶ il monitoraggio di tale inquinante non sarebbe più obbligatorio e quindi potrebbe delinarsi una riduzione dei punti di campionamento.

Per quanto riguarda i metodi di analisi utilizzati, la tabella 5 li descrive in dettaglio.

Dall'esame puntuale dei dati ottenuti per il 2005, si evidenzia che per tutti i punti di campionamento monitorati, la concentrazione di benzene si è mantenuta al di sotto del valore limite, con una tendenza generale al miglioramento rispetto agli anni precedenti. Il trend di riduzione di questo inquinante è evidentemente da porre in relazione alle nuove formulazioni di carburanti, alle attuali tecniche di costruzione dei motori e dei sistemi di abbattimento delle emissioni e all'introduzione della marmitta catalitica.

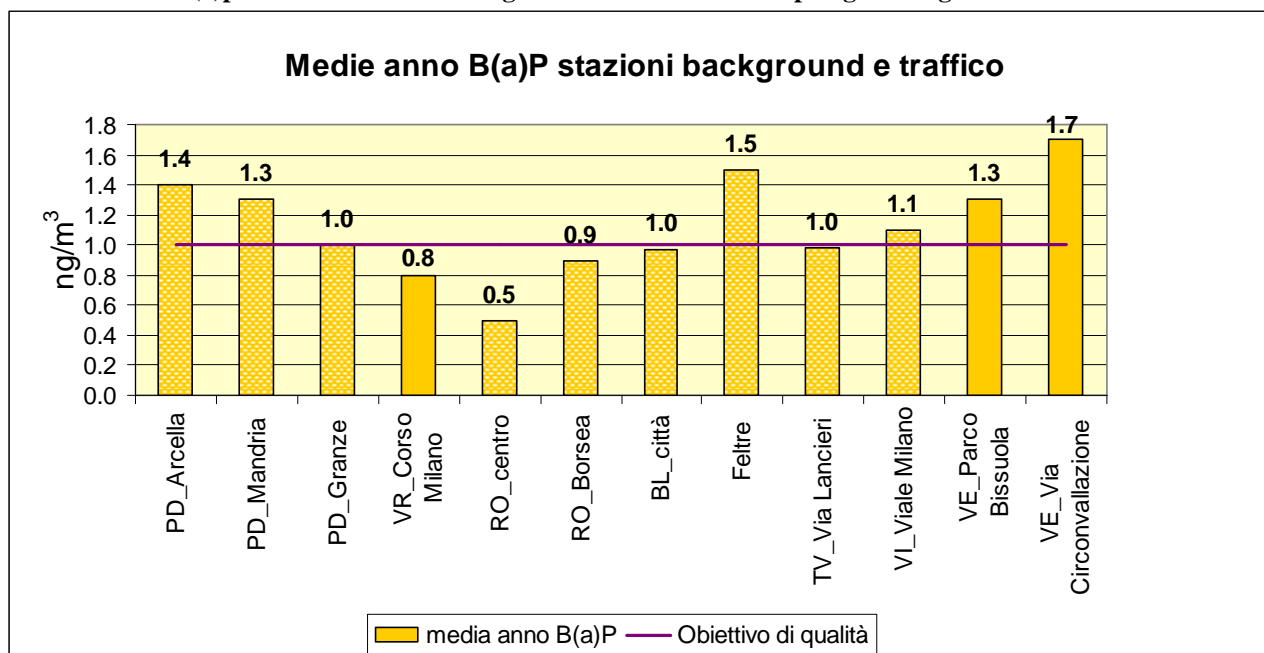
⁶ Art. 6, D.Lgs. 351/99

Tabella 5. Benzene. Numero di campioni per anno e metodo analitico impiegato.

Nome stazione	N. campioni anno	Metodo di campionamento e analisi
PD_Arcella	317	attivo giornaliero (fiala di carbone e gascromatografia)
PD_Mandria	318	attivo giornaliero (fiala di carbone e gascromatografia)
VR_Corso Milano	241	attivo giornaliero (fiala di carbone e gascromatografia)
RO_centro	14	campionatore passivo settimanale e gascromatografia
RO_Borsea	12	campionatore passivo settimanale e gascromatografia
BL_città	329	attivo giornaliero (fiala di carbone e gascromatografia)
Feltre	327	attivo giornaliero (fiala di carbone e gascromatografia)
TV_Via Lancieri	40	campionatore passivo settimanale e gascromatografia
Conegliano	39	campionatore passivo settimanale e gascromatografia
VI_Quartiere Italia	49	campionatore passivo settimanale e gascromatografia
VI_Parco Querini	7	campionatore passivo settimanale e gascromatografia
VE_Parco Bissuola	258	analizzatore automatico BTEX
VE_Via Circonvallazione	269	analizzatore automatico BTEX

Per quanto riguarda il Benzo(a)pirene, si osserva, in linea generale, una tendenza alla riduzione dei livelli di questo inquinante rispetto agli anni precedenti. Le medie annuali registrate (Grafico 9), superano l'obiettivo di qualità 1 ng/m^3 a **PD_Arcella (1.4 ng/m^3)**, **PD_Mandria (1.3 ng/m^3)**, **Feltre (1.5 ng/m^3)**, **VI_Viale Milano (1.1 ng/m^3)**, **VE_Parco Bissuola (1.3 ng/m^3)** e **VE_Via Circonvallazione (1.7 ng/m^3)**. Anche in questo caso nel grafico sono indicati con diverso riempimento delle barre i siti nei viene effettuato il numero minimo di campioni per anno⁷ (**VE_Parco Bissuola**, **VE_Via Circonvallazione**, **VR_Corso Milano**) da quelli per i quali il numero di valori giornalieri per anno varia da un massimo di 53 (PD_Arcella) ad un minimo di 10 (RO_centro, RO_Borsea).

Grafico 9. Benzo(a)pirene. Medie annuali registrate nelle stazioni di tipologia background e di traffico.



⁷ Il DM 25/11/94 stabilisce che il campionamento del Benzo(a)pirene venga effettuato con una frequenza di un campione ogni 6 giorni (Z=6), ossia circa 61 campioni l'anno.

Nella tabella 6 per ogni punto di campionamento è indicato il numero di campioni determinati nel 2005 e le metodiche analitiche adottate.

Tabella 6. Benzo(a)pirene. Numero di campioni per anno e metodo analitico impiegato.

Nome stazione	N. campioni anno	Metodo analitico
PD_Arcella	53	campionamento su PM10 / cromatografia HPLC
PD_Mandria	46	campionamento su PM10 / cromatografia HPLC
PD_Granze	27	campionamento su PM10 / cromatografia HPLC
VR_Corso Milano	137	campionamento su PM10 / cromatografia HPLC
RO_centro	10	campionamento su PM10 / gascromatografia GC-MS
RO_Borsea	10	campionamento su PM10 / gascromatografia GC-MS
BL_città	49	campionamento su PM10 / gascromatografia GC-MS
Feltre	50	campionamento su PM10 / gascromatografia GC-MS
TV_Via Lancieri	43	campionamento su PM10 / cromatografia HPLC
VI_Viale Milano	20	campionamento su PM10 / gascromatografia GC-MS
VE_Parco Bissuola	85	campionamento su PM10 / cromatografia HPLC
VE_Via Circonvallazione	88	campionamento su PM10 / cromatografia HPLC

La determinazione delle concentrazioni di Benzo(a)pirene richiede particolare attenzione per quanto attiene la procedura di campionamento e di conservazione del campione. Tale esigenza è legata alla natura chimica di tale analitica che è facilmente degradabile in presenza di luce solare e di elevate temperature. In attesa del recepimento della Direttiva Europea 2004/107/CE, il metodo di riferimento per la determinazione degli idrocarburi policiclici aromatici è indicato nell'allegato VI del DM 25/11/94: il particolato atmosferico raccolto mediante aspirazione su filtro in fibra di vetro viene sottoposto ad estrazione con cicloesano; si procede quindi alla purificazione mediante cromatografia su strato sottile di gel di silice. A questo punto il campione può essere conservato in frigo ($+4^{\circ}\text{C}$), in attesa dell'analisi che deve essere effettuata entro un mese. L'identificazione e il dosaggio degli idrocarburi policiclici aromatici vengono effettuati per mezzo di analisi gascromatografica con colonna capillare e rivelatore a ionizzazione di fiamma (FID). L'identificazione dei picchi viene ulteriormente confermata mediante gascromatografia-spettrometria di massa.

Come evidenziato dalla Tabella 6, i metodi di analisi impiegati nei Dipartimenti sono essenzialmente la cromatografia HPLC e la gascromatografia accoppiata alla spettrometria di massa. I metodi utilizzati sono equivalenti.

I risultati conseguiti in questi anni di applicazione del DM 25/11/94 sembrano indicare che la normativa è stata relativamente più avanzata rispetto alle possibilità pratiche di adeguamento sul piano nazionale. Una diminuzione delle emissioni di Benzo(a)pirene è attesa nei prossimi anni come conseguenza di vari fattori: in particolare la regolamentazione degli impianti industriali e l'adozione delle misure per conformarsi alla direttiva "IPPC". Le emissioni domestiche di Benzo(a)pirene derivano soprattutto dall'uso di combustibili solidi, principalmente legna e carbone, per cucina e riscaldamento. Le emissioni domestiche rivestono un'evidente importanza nelle aree rurali dove ci può essere un'esposizione diretta della popolazione ad elevati livelli (intorno o superiori a 1 ng/m^3), ma possono averne anche nelle aree urbane: il loro contributo ai livelli di fondo può essere tale da vanificare l'efficacia delle misure adottate per la riduzione delle emissioni veicolari.

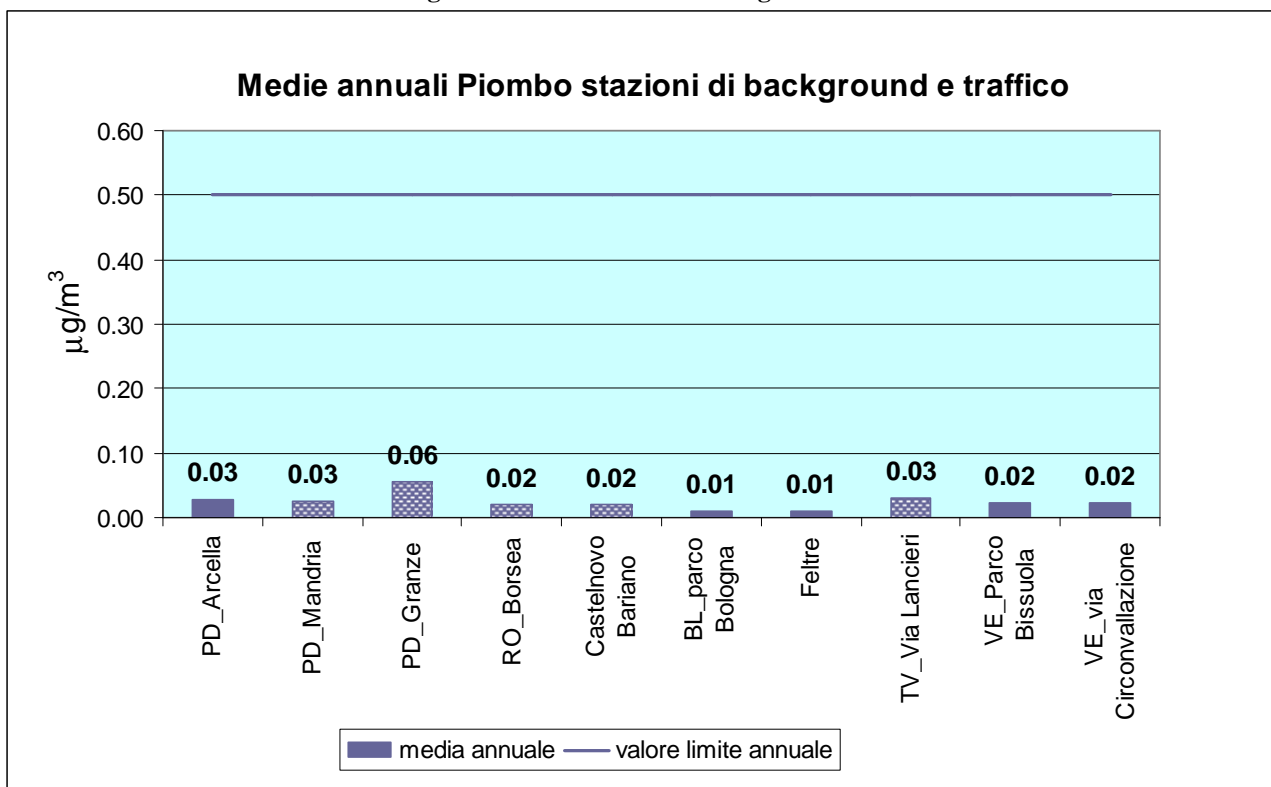
5. Piombo, Arsenico, Nichel, Cadmio, Mercurio

Il DM 60/02 per il Piombo e la Direttiva 2004/107/CE (in fase di recepimento) per l'Arsenico, il Nichel, il Cadmio e il Mercurio fissano i rispettivi valori limite o i valori obiettivo da rispettare per i relativi inquinanti. Il Grafico 10 illustra le concentrazioni medie annuali registrate in tutti i punti di campionamento nel 2005 per il Piombo; come si osserva, tali valori sono inferiori al valore limite di $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e al contempo sono inferiori anche alla soglia di valutazione inferiore di $0.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pertanto se per almeno cinque anni le medie annuali registrate si dovessero attestare su valori simili, non sarebbe più obbligatorio il monitoraggio di tale inquinante.

Il superamento delle soglie di valutazione superiore e inferiore infatti deve essere determinato in base alle concentrazioni dei cinque anni precedenti, sempre che si disponga di un numero di dati sufficienti, secondo quanto fissato dal D.Lgs. 351/99. Una soglia di valutazione viene considerata oltrepassata se essa è stata superata per almeno tre anni civili distinti sui cinque anni precedenti.

Qualora non si disponga di dati sufficienti per i cinque anni precedenti, gli Stati membri possono combinare campagne di misura di breve durata nel periodo dell'anno e nei siti in cui si potrebbero registrare i massimi livelli di inquinamento con le informazioni ricavate dagli inventari delle emissioni e dalla modellizzazione. Si precisa che il monitoraggio del Piombo, obbligatorio ai sensi del DM 60/02 e del D.Lgs. 351/99, è stato effettuato anche nel 2004 e nel 2003, mentre le informazioni relative a questo inquinante per gli anni precedenti sono molto scarse. Da rilevare che il Piombo mostra un decremento nel 2005, confermando una tendenza ad una diminuzione ormai consolidata da diversi anni. I livelli ambientali di questo inquinante, anche in corrispondenza alle stazioni di traffico, sono inferiori (circa 10 volte più basse) del limite previsto dal DM 60/02. Questo grazie alle politiche applicate nel decennio scorso al fine di ridurre le concentrazioni di Piombo nei carburanti.

Grafico 10. Piombo. Medie annuali registrate nelle stazioni di background e di traffico.

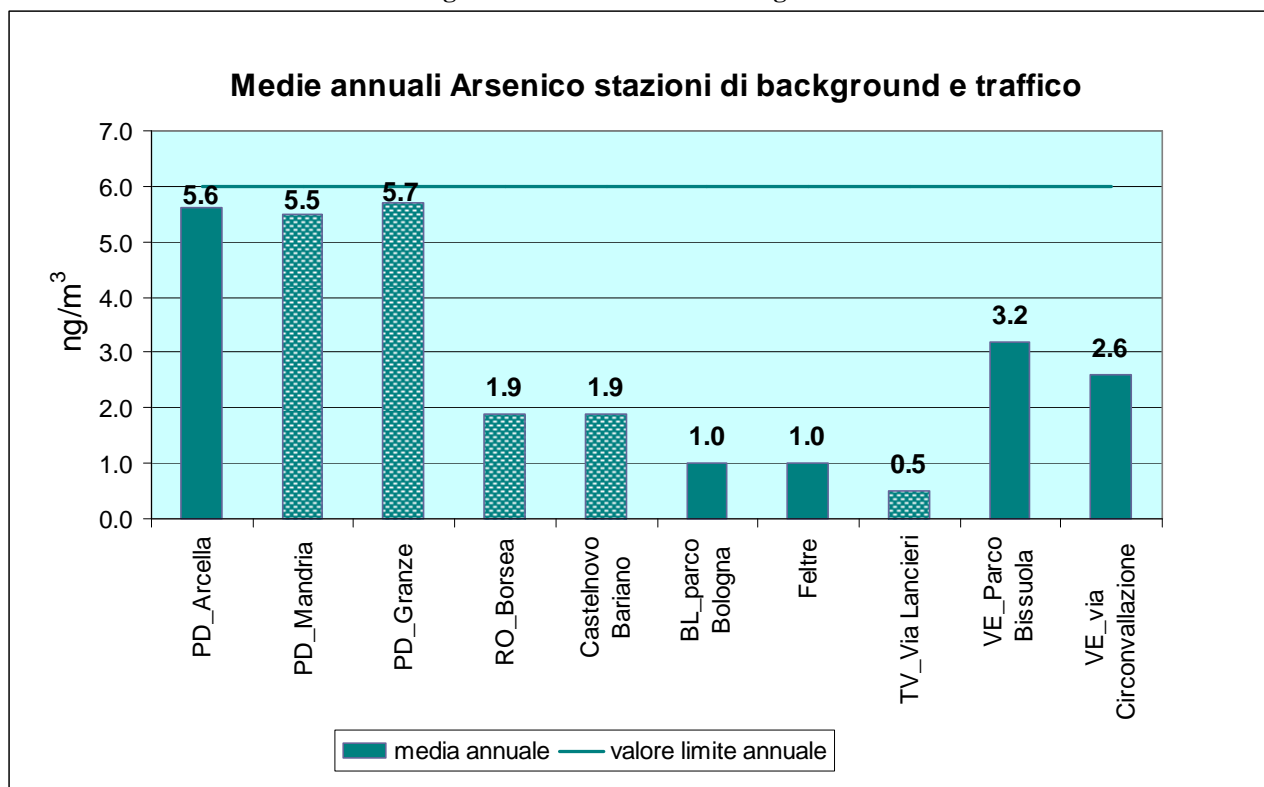


Il Piombo, analogamente agli altri metalli pesanti viene campionato sulla frazione del particolato PM_{10} e a partire da tale frazione viene determinato con le metodiche indicate in Tabella 7.

Gli obiettivi di qualità del dato fissati dal DM 60/02 indicano che per le misure indicative dovrebbe essere rispettata la copertura minima sull'anno del 14% (nota 3); si tratterebbe quindi di circa 52 campioni per anno. Anche in questo caso, il numero di campioni determinato è sufficiente solo per le stazioni di PD_Arcella, BL_città, Feltre, VE_Parco Bissuola, VE_Via Circonvallazione. C'è da sottolineare che mentre il monitoraggio del Piombo è già obbligatorio, non lo è ancora per gli altri metalli: Arsenico, Cadmio, Nichel e Mercurio.

I monitoraggi effettuati per l'Arsenico (Grafico 11) dimostrano che il valore limite di 6 ng/m^3 quale media annuale è rispettato in tutti i punti di campionamento considerati. La soglia di valutazione inferiore di $2,4 \text{ ng/m}^3$ per l'anno 2005 viene superata in 5 punti di campionamento su 10 (in particolare a Padova e a Venezia).

Grafico 11. Arsenico. Medie annuali registrate nelle stazioni di background e di traffico.



Per quanto riguarda il Nichel le misure realizzate (Grafico 12) dimostrano che i valori registrati sono di molto inferiori al valore limite di 20 ng/m^3 e risultano inferiori anche alla soglia di valutazione inferiore di 10 ng/m^3 in tutti i punti di campionamento.

Il valore limite di 5 ng/m^3 per il Cadmio è rispettato ovunque, mentre la soglia di valutazione inferiore (2 ng/m^3) è superata nelle stazioni di Venezia e a Treviso (Grafico 13).

Grafico 12. Nichel. Medie annuali registrate nelle stazioni di background e di traffico.

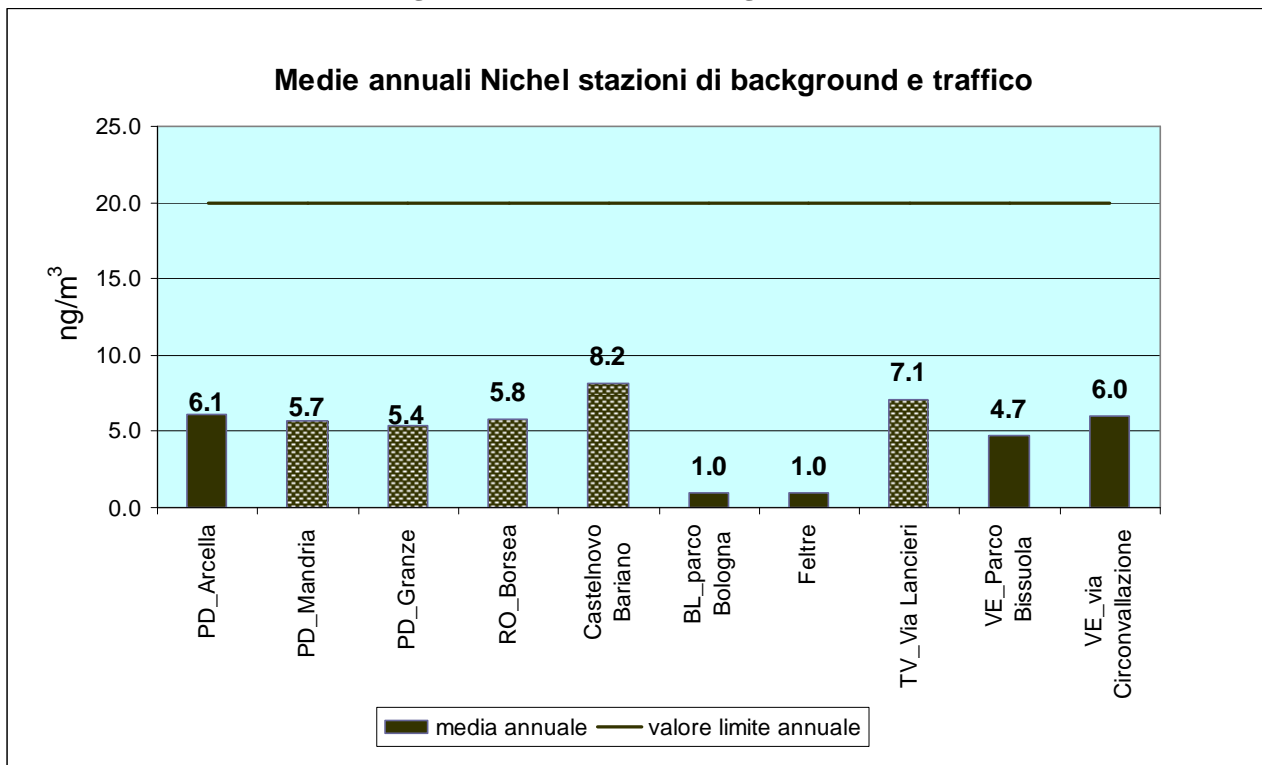


Grafico 13. Cadmio. Medie annuali registrate nelle stazioni di background e di traffico.

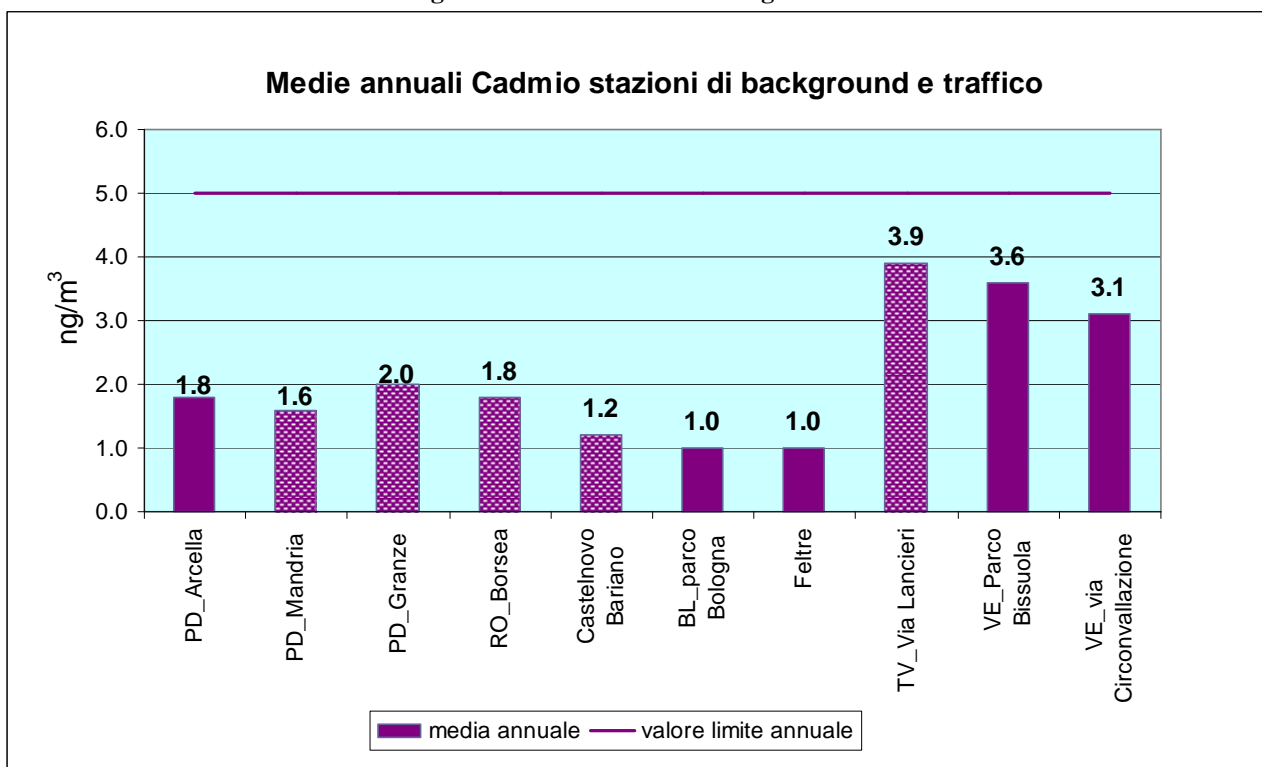
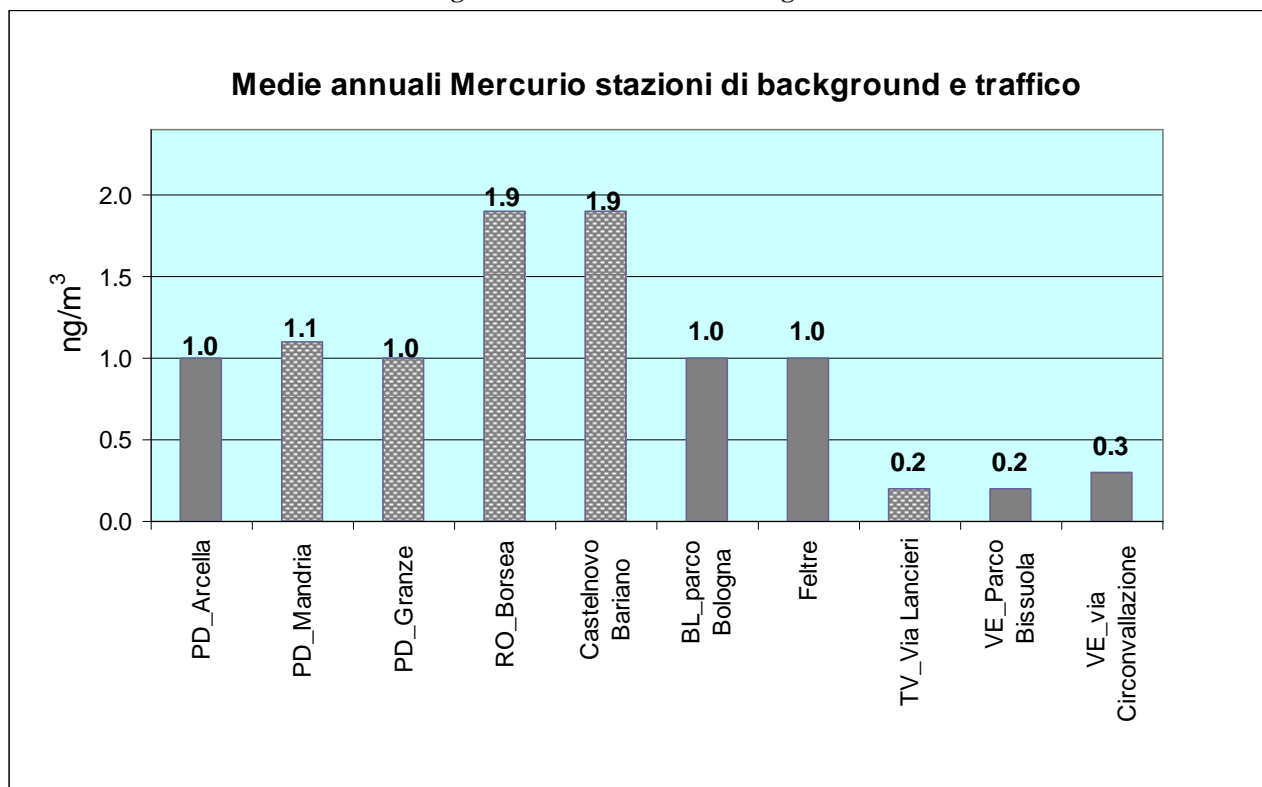


Grafico 14. Mercurio. Medie annuali registrate nelle stazioni di background e di traffico.



Per quanto riguarda il mercurio, non ci sono attualmente riferimenti di legge che indichino un valore limite da rispettare. Le analisi realizzate, tuttavia, ci permettono di stabilire che il range di concentrazioni medie annuali registrate sul territorio regionale è compreso tra 0,2 e 1,9 ng/m³ (Grafico 14). In base a quanto riportato nella Direttiva 2004/107/CE il CEN sta normalizzando il metodo di riferimento per misurare le concentrazioni di Arsenico, Cadmio e Nichel nell'aria ambiente, che si baserà sul campionamento gravimetrico del PM₁₀ in base alla norma EN 12341, con successiva digestione dei campioni e analisi mediante spettrometria ad assorbimento atomico o spettrometria di massa ICP. Il metodo di riferimento per la misura delle concentrazioni di mercurio gassoso totale nell'aria ambiente sarà un metodo automatizzato basato sulla spettrometria ad assorbimento atomico o a fluorescenza atomica. In assenza di un metodo CEN normalizzato, gli Stati Membri sono autorizzati ad impiegare metodi nazionali standard o i metodi ISO standard. La Tabella 7 riporta i metodi analitici utilizzati per la determinazione dei metalli attualmente impiegati dai Dipartimenti ARPAV Provinciali.

Tabella 7. Metalli pesanti. Numero di campioni per anno e metodo analitico impiegato.

Nome stazione	N. campioni anno	Metodo analitico
PD_Arcella	55	campionamento su PM10/spettrometria assorbimento atomico
PD_Mandria	43	campionamento su PM10/spettrometria assorbimento atomico
PD_Granze	27	campionamento su PM10/spettrometria assorbimento atomico
RO_Borsea	20	campionamento su PM10/spettrometria assorbimento atomico
Castelnuovo Bariano	20	campionamento su PM10/spettrometria assorbimento atomico
BL_città	53	campionamento su PM10/analisi ICP-MS
Feltre	55	campionamento su PM10/analisi ICP-MS
TV_Via Lancieri	40	campionamento su PM10/spettrometria assorbimento atomico
VE_Parco Bissuola	83	campionamento su PM10/analisi ICP-MS
VE_Via Circonvallazione	86	campionamento su PM10/analisi ICP-MS

6. Commento meteo-climatologico dell'anno 2005

Riassunto Annuale

Dal punto di vista meteo-climatico l'annata 2005 si caratterizza per un andamento pluviometrico deficitario, rispetto alla media, nel primo semestre, specie nei mesi di gennaio, febbraio, marzo e giugno, ma in buona parte compensato da più frequenti e abbondanti precipitazioni registrate soprattutto nel periodo estivo tra luglio e agosto e in occasione di alcuni episodi autunnali tra ottobre e novembre. L'andamento termico registra valori in prevalenza sotto la media specie nei mesi invernali e parzialmente nei mesi estivi, con brevi ondate di caldo intenso a fine maggio, fine giugno e fine luglio. Nel periodo autunnale invece le temperature si mantengono prevalentemente intorno alla media o superiori, specie nei valori minimi e nel periodo compreso tra l'ultima decade di ottobre e la prima di novembre mentre le piogge risultano complessivamente superiori alla media specie nella pianura centrale e meridionale. Le prime gelate precoci si registrano in pianura soltanto a partire dal 19-20 novembre mentre la neve compare con un episodio nevoso di moderata entità tra il 25 e il 26 novembre.

Qualità dell'aria: dal punto di vista della qualità dell'aria, durante il primo trimestre dell'anno, la carenza di precipitazioni favorisce il ristagno di PM_{10} e si verificano numerosi episodi di inquinamento acuto. Nel periodo primaverile ed estivo, la qualità dell'aria è generalmente buona. Infatti, da una parte, è noto che il ristagno delle polveri sottili è climaticamente sfavorito dal maggior rimescolamento nei mesi più caldi; dall'altra, essendo l'estate del 2005 generalmente un po' meno calda rispetto alla media, la formazione di ozono è stata sfavorita dalle temperature relativamente più basse. Nel periodo autunnale, si riduce nuovamente il rischio di superamenti delle soglie per l'ozono. Negli ultimi quattro mesi dell'anno l'incremento delle concentrazioni di PM_{10} è parzialmente contrastato dal frequente passaggio di perturbazioni, anche se non mancano episodi di inquinamento acuto da polveri sottili soprattutto in ottobre e dicembre.

INVERNO (Gennaio-Febbraio)

Gennaio inizia con giornate in prevalenza soleggiate e limpide, con temperature sopra la media specie in montagna e nei valori massimi; dal giorno 7 si instaurano condizioni di forte stabilità atmosferica che favoriscono la presenza di nebbie estese in pianura, anche persistenti durante il giorno, fino al giorno 18. Tra il 18 e il 19 l'arrivo di una perturbazione nord-atlantica, provoca un repentino peggioramento del tempo con nevicate estese anche in pianura. Nei giorni seguenti il consolidarsi di un'area anticiclonica garantisce condizioni di tempo stabile con giornate in prevalenza limpide e fredde, ventose, specie lungo la costa, tra il 27 e il 31 per la presenza di Bora. **Febbraio** risulta complessivamente rigido con una prima parte stabile e con un'ultima decade che si caratterizza per alcuni episodi di neve anche in pianura e da temperature sempre al di sotto della norma. Gli eventi di neve più significativi risultano quelli del 20-21 con apporti per lo più deboli (intorno ai 5 cm) e del 27-28, a carattere più sparso e più consistenti su bellunese, pedemontana e zone centro-occidentali della pianura.

Qualità dell'aria: La forte stabilità atmosferica e la scarsità delle precipitazioni nei primi due mesi del 2005 (l'inverno è risultato più siccitoso rispetto alla media 1992-2004) sono fattori fortemente favorevoli all'accumulo di polveri sottili.

Il passaggio delle perturbazioni con precipitazioni nevose e gli episodi di Bora hanno favorito temporanei miglioramenti della qualità dell'aria.

PRIMAVERA

Inizia con un clima molto rigido che registra punte minime record tra l'1 e il 2 **Marzo**. Tra il 3 e il 4 il sopraggiungere di una saccatura di origine atlantica apporta nevicate diffuse; nei giorni che seguono, a parte una moderata residua instabilità che porta ancora delle brevi e locali nevicate

specialmente su zone prealpine e pedemontane, le condizioni meteorologiche migliorano e le temperature salgono gradualmente riportandosi su valori prossimi alla media a partire dalla seconda decade del mese. Tra il 13 e il 18 si ha tempo stabile e soleggiato e temperature in deciso rialzo, fino a valori superiori alla media del periodo. Tra il 20 e 21 si registra una maggior variabilità, ma senza precipitazioni, con temperature che si riportano intorno alla norma. Dal 25 il tempo diventa più instabile con precipitazioni sparse e locali rovesci intensi tra il 29 e il 30 e qualche grandinata. **Aprile** si apre con una prima settimana all'insegna del sole, ma dal 7 fino al 25, frequenti circolazioni depressionarie favoriscono condizioni di tempo spesso perturbato, con piogge diffuse anche abbondanti, qualche temporale e grandinata, temperature in prevalenza sotto la norma e qualche giornata ventosa. A fine mese si hanno nuovamente giornate in prevalenza soleggiate o variabili in montagna con temperature in aumento che si riportano sulla media. I primi due giorni di **Maggio** risultano ancora abbastanza soleggiati; dal 3 al 6 si hanno giornate instabili, con forti raffiche di vento notturne tra il 3 e il 4, rovesci e temporali. Dopo due giorni di pausa, tra il 9 e l'11 si hanno nuovamente precipitazioni, anche se sparse; segue una breve fase di tempo variabile, ma dal 16 al 18 si assiste ad un rapido peggioramento del tempo con precipitazioni intense ed abbondanti tra il 17 e il 18. Nell'ultima decade del mese, il tempo diviene sempre più stabile e accompagnato da un graduale aumento delle temperature. Dal 26 i valori termici cominciano a superare ovunque i valori medi del periodo, raggiungendo, domenica 29, punte massime tra i 32 e i 34 °C, valori tra i più elevati registrati nell'ultima decade di maggio dal 1992.

Qualità dell'aria: Nel corso del mese di marzo, il tempo prevalentemente stabile mantiene su livelli alti le concentrazioni di PM₁₀. Nei due mesi successivi, la maggior variabilità favorisce una diminuzione delle concentrazioni di polveri.

ESTATE

Nei primi giorni di **Giugno**, fino al 3, si registrano condizioni di variabilità con precipitazioni sparse, più diffuse su zone prealpine e temperature intorno alla media. Successivamente, dal 4 al 15 si assiste ad una prolungata fase di tempo da variabile a instabile, con clima fresco e ventilato. In seguito si stabiliscono condizioni di stabilità, accompagnate da un graduale rialzo termico che raggiunge, nel corso dell'ultima decade del mese, valori mediamente superiori ai 5-6°C rispetto alla media. Tra i giorni 29 e 30 si registrano fenomeni temporaleschi ad iniziare dalle zone montane ed in parziale estensione alla pianura; tra la serata del 30 e il primo giorno di **Luglio** i fenomeni diventano diffusi e particolarmente intensi specie nella pianura centrale ove si registrano nubifragi, grandinate e forti raffiche di vento (si registrano alcuni eventi eccezionalmente intensi nel vicentino e veronese). In particolare, si segnala un evento eccezionalmente intenso a Montegalda (PD), con raffica di **163 km/h** piogge torrenziali con picco di **27 mm tra le 06:50 e le 06:55**. In sostanza, intensità di precipitazione mai rilevate negli ultimi quarant'anni, con tempi di ritorno superiori ai 200 anni. La prima metà di luglio il tempo è variabile, con temperature intorno alla media e frequenti precipitazioni a prevalente carattere temporalesco. Tra il 14 e il 18 si ha una fase di tempo più stabile e caldo con valori termici che si riportano al di sopra della media. Nei giorni seguenti e fino al 23 prevalgono condizioni di tempo da variabile a instabile, con temporali e locali grandinate. Il mese si conclude con giornate estive con temperature che raggiungono scarti positivi rispetto alla media anche di 4-5°C. Il primo giorno di **Agosto** risulta ancora in prevalenza soleggiato ma in seguito si assiste ad un nuovo peggioramento del tempo, con rovesci e temporali tra il 2 e il 3. Successivamente si alternano brevi periodi di stabilità ad episodi di maltempo con abbassamento delle temperature e piogge anche diffuse, temporali e locali grandinate, specie nei giorni 7-8, 11-12, 13-15 e 20-22. Nel fine settimana del 27-28 agosto una nuova perturbazione provoca condizioni di tempo perturbato specie nelle prime ore di sabato 27 e durante la prima parte di domenica 28, con temporali diffusi, soprattutto in pianura e precipitazioni intense a carattere di nubifragio (Breda di Piave, Crespano del Grappa, Pradon Porto Tolle). Gli ultimi giorni del mese registrano infine condizioni di tempo stabile e soleggiato, dal clima più tipicamente estivo.

Qualità dell'aria: L'estate più fresca e variabile rispetto alla media ha generalmente mantenuto su livelli relativamente bassi le concentrazioni di ozono i cui valori hanno superato i livelli critici solo durante i periodi caratterizzati da ondate di calore a fine Giugno e fine Luglio.

La stagione estiva è climaticamente la più favorevole alla dispersione delle polveri sottili, grazie al maggior rimescolamento innescato dall'insolazione. Tuttavia in corrispondenza delle ondate di calore si segnalano dei picchi anche nell'andamento delle concentrazioni di PM₁₀, dovuto ad un aumento delle polveri secondarie (polveri ultrafini PM_{2,5}) la cui componente principale è di origine fotochimica.

AUTUNNO

Nei primi due giorni di **Settembre** si registrano condizioni di tempo tipicamente estive, soleggiate e calde. Dalla sera del 2 si ha un peggioramento del tempo con rovesci e temporali (nubifragio a Montagnana PD) e temperature in linea con la media del periodo. Dopo un breve periodo di variabilità, tra i giorni 7 e 9 si hanno piogge diffuse, anche intense (alcuni nubifragi nel padovano e trevigiano) e localmente abbondanti specie nel trevigiano il giorno 9. La seconda decade del mese inizia con una fase di variabilità, più soleggiata e caratterizzata da una moderata ripresa delle temperature massime fino al giorno 16 quando una nuova perturbazione introduce un periodo instabile con frequenti piogge e temperature in sensibile diminuzione (tra il 17 e il 18 le temperature massime subiscono mediamente un calo di 10°C). Dal 22 al 26 il tempo è stabile salvo presenza di parziali annuvolamenti di tipo basso e di foschie nelle ore più fredde. A fine mese si hanno nuovamente condizioni di instabilità con precipitazioni intense il giorno 28 nel trevigiano.

Ottobre si apre con una prima decade caratterizzata dalle abbondanti piogge del periodo che va dal 2 al 7. In seguito e per quasi tutta la seconda decade il tempo risulta in prevalenza stabile, un po' più freddo della media e soleggiato, salvo riduzioni della visibilità nelle ore più fredde e temporanei annuvolamenti di tipo basso o stratificato. Dal giorno 20 al 24 si assiste ad un generale rialzo termico con giornate nuvolose e precipitazioni; gli ultimi giorni del mese sono invece caratterizzati da condizioni di tempo stabile, relativamente mite di notte, ma con frequenti nubi basse, foschie o nebbie in pianura e nelle valli che riducono l'escursione termica giornaliera.

Novembre registra una prima decade decisamente più calda della media con un evento pluviometrico importante tra il 5 e il 7 (piogge abbondanti specie tra le province di Padova, Vicenza e Treviso). Successivamente si assiste ad un graduale calo delle temperature che, specie nell'ultima decade, raggiungono valori al di sotto della media con le prime gelate della stagione anche in pianura e episodi di neve diffusa a quote molto basse tra il 25 e il 29. Il mese risulta più piovoso della media in pianura mentre sulle zone montane le precipitazioni risultano più scarse; gli apporti pluviometrici risultano perlopiù concentrati durante l'evento del 5-7 novembre quando si registrano valori totali di 100/130 mm in molte zone della pianura centrale e con punte massime anche di 150 mm (media mensile 80/100 mm).

Qualità dell'aria: Nei primi giorni dell'autunno meteorologico, grazie inizialmente al residuo rimescolamento di origine termica ed in seguito ad episodi di variabilità ed instabilità le concentrazioni di PM₁₀ restano su valori inferiori alla soglia dei 50 µg/m³, salvo locali eccezioni. A partire da metà settembre, la successione di fasi di tempo stabile e passaggi di perturbazioni da luogo ad un'alternanza di incrementi e diminuzioni delle concentrazioni di polveri sottili.

In sintesi, si può affermare che la più alta frequenza di precipitazioni ha fatto sì che la qualità dell'aria fosse migliore rispetto all'anno precedente. Tuttavia si sono verificati degli episodi dei superamenti della soglia dei 100 µg/m³, in corrispondenza delle fasi di maggior stabilità alla metà e alla fine del mese di ottobre.

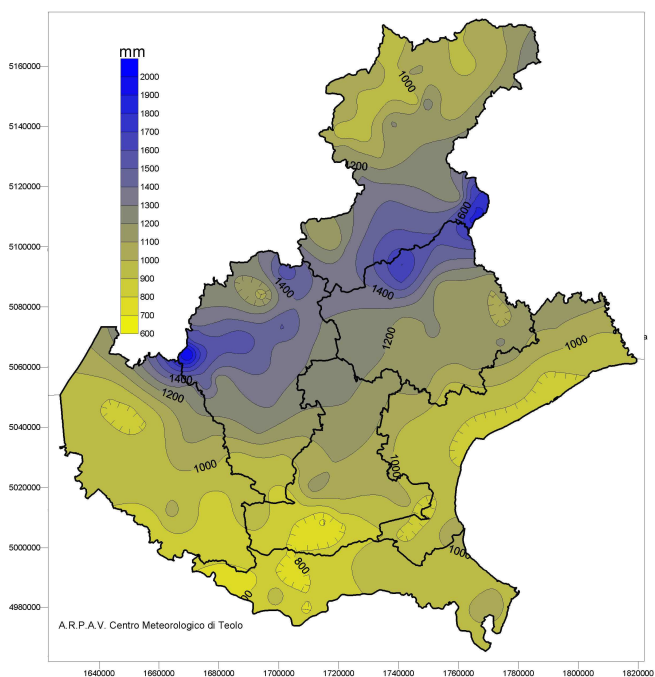
INVERNO

Infine il mese di Dicembre si apre con una prima decade di caratterizzata da una forte influenza di correnti umide e instabili di origine atlantica che determinano condizioni di spiccata variabilità con frequenti precipitazioni, a tratti nevose anche a quote relativamente basse. Tra i giorni 9 e 11 l'affermarsi di un campo di alta pressione a nord delle Alpi favorisce l'ingresso di correnti orientali fredde e asciutte (Bora) foriere di bel tempo e ottima visibilità su tutta la regione. Nei due giorni successivi una temporanea espansione verso Nord di un'ampia depressione influenza anche il Veneto apportando nuvolosità, un aumento delle temperature e moderate precipitazioni, nevose oltre i 1000-1300 m. Dal giorno 14 il tempo è in prevalenza soleggiato con qualche nebbia in pianura tra il 16 e il 17. In seguito la discesa di aria fredda proveniente dalla Scandinavia fa scendere le temperature, ad iniziare dalla montagna, apportando temporanei annuvolamenti in transito da nord, ottima visibilità al suolo e gelate diffuse anche in pianura. L'inizio dell'ultima decade del mese risulta in prevalenza stabile e soleggiato per il rafforzarsi di un campo di alta pressione che però, a causa dell'avvezione calda in quota, favorisce una crescente inversione termica e conseguenti foschie o nebbie in pianura specie tra il 22 e il 24. L'ultima settimana dell'anno risulta invece in prevalenza instabile per la formazione di un'area depressionaria che porta abbondanti nevicate, anche a quote collinari o localmente in pianura, tra il 27 e il 29 e dal pomeriggio del 31.

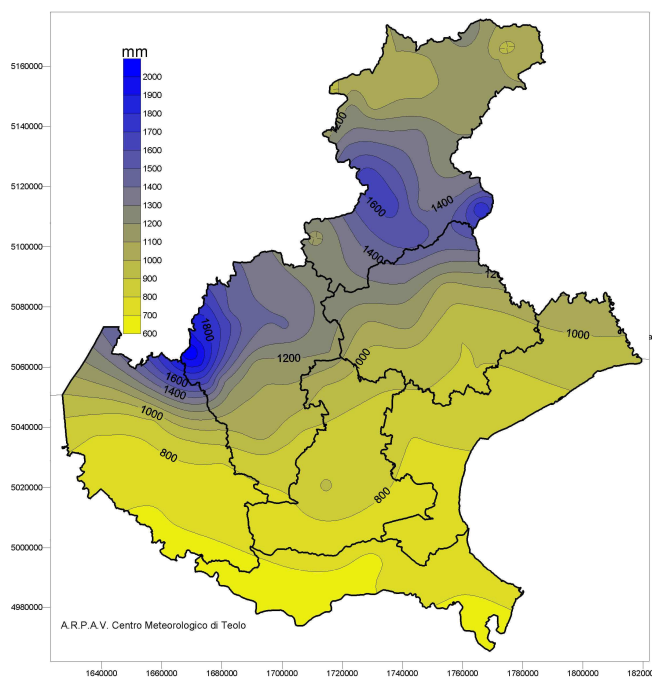
Qualità dell'aria: Nelle prime due decadi del mese, le precipitazioni anche nevose e l'ingresso di correnti settentrionali e nord-orientali mantengono su livelli generalmente prossimi ai $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le concentrazioni di PM_{10} su tutta la regione, fatta eccezione per temporanei incrementi soprattutto sulle zone interne. L'instaurarsi di condizioni di forte stabilità nell'ultima decade determina un repentino aumento delle concentrazioni di polveri fini e l'insorgenza di alcuni episodi di inquinamento acuto, specie nei centri urbani (episodio 20-26 Dicembre).

Figura 2. Precipitazione totale annua nel 2005 a confronto con la media della precipitazione (1992-2004).

Precipitazione totale annua 2005



Precipitazione totale annua (media 1992-2004)



Alcune foto di situazioni meteo 2005



06 Novembre 2005 Allagamenti ad Abano Terme
Foto Abano G. Formentoni



05 Ottobre 2005 Arcobaleno sui Colli Euganei
Foto Arcobaleno M.E. Ferrario



30 Novembre 2005 Cortina d'Ampezzo sotto la neve
Foto Cortina Webcam Cortina (www.Dolomiti.org)



12 Gennaio 2005 Galaverna sugli strumenti meteorologici
Foto Galaverna M.E. Ferrario

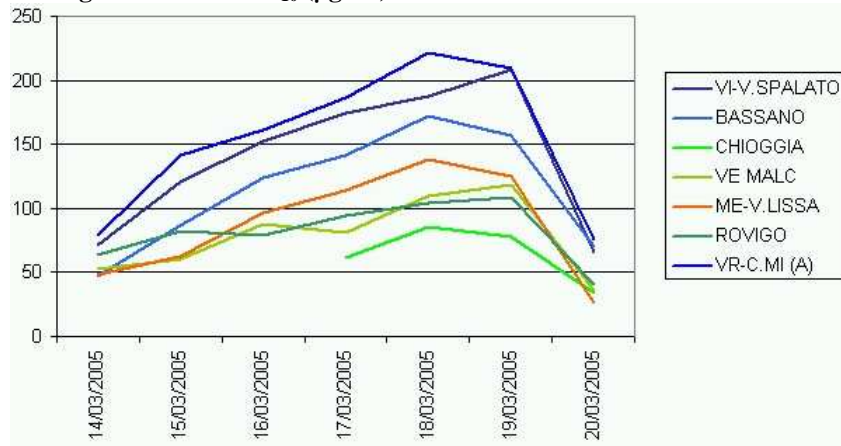
6.1 Episodi interessanti per il PM₁₀: 15-20 marzo, 28 ottobre e 19-26 dicembre 2005

Si ritiene interessante analizzare brevemente gli eventi del 19 marzo, del 28 ottobre e del 23 dicembre in quanto presentano la maggior variabilità spaziale nelle concentrazioni di polveri, dopo il 7 gennaio (data in cui i profilatori di vento e temperatura non erano ancora installati). In particolare l'evento 19-26 dicembre è interessante in quanto presenta la classica evoluzione di un episodio acuto e prolungato sulla regione Veneto.

La Primavera, la brezza e le polveri: evento 15-20 marzo 2005

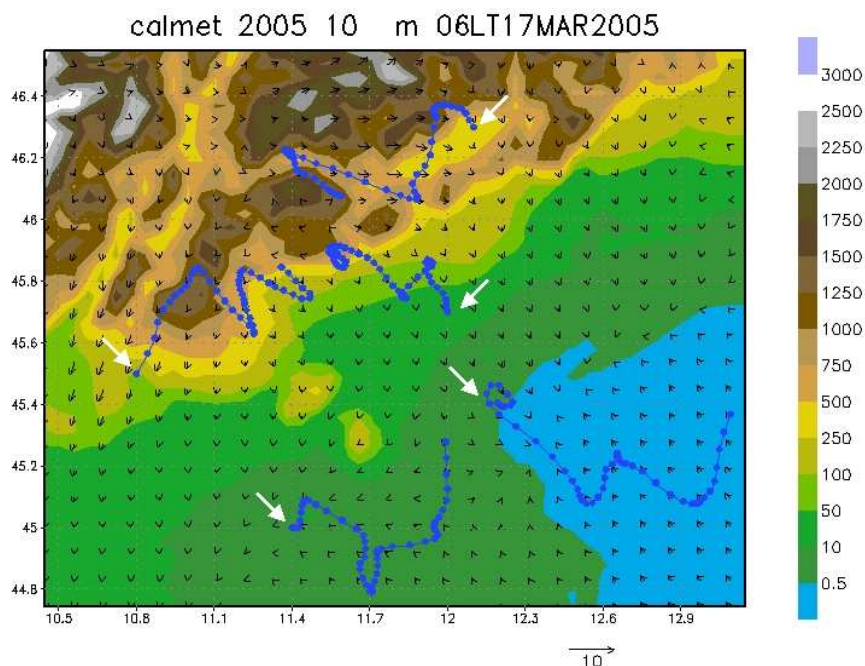
Le concentrazioni di polveri presentano una forte discontinuità tra litorale ed entroterra, ove raggiungono valori particolarmente elevati (anche a Belluno si va oltre i 100 µg/m³) per la presenza di una forte inversione termica diurna che tende anche a smorzare la crescita dell'altezza di rimescolamento (figura 3).

Figura 3. Concentrazioni giornaliere di PM₁₀ (µg/m³)



La permanenza dell'anticiclone favorisce lo sviluppo delle brezze diurne (verso terra), mentre quelle notturne sono più limitate dalla bassa temperatura del mare.

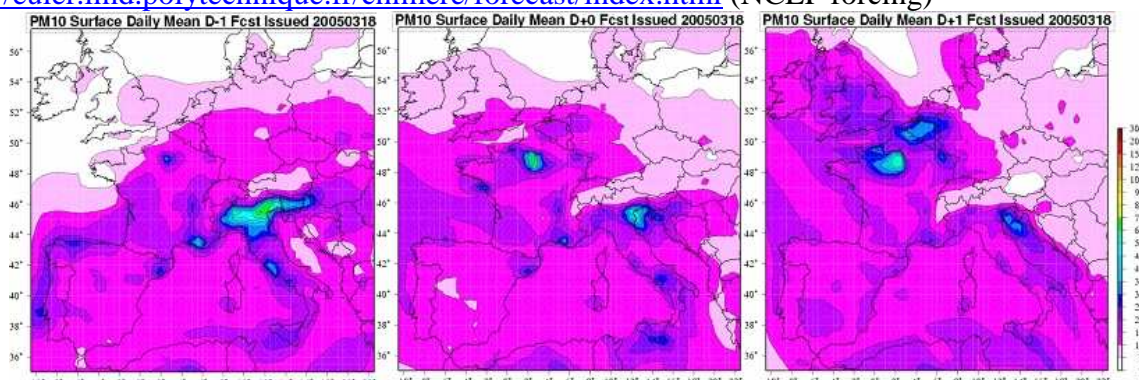
Figura 4. Traiettorie compiute dalle masse d'aria a 10m nelle 48 ore precedenti (data nel titolo) per arrivare ai punti segnati dalle frecce bianche secondo la ricostruzione del modello meteorologico diagnostico CALMET.



Dalla Figura 4 (traiettorie con CALMET) si vede che la discontinuità nelle concentrazioni delle polveri è presumibilmente attribuibile proprio alle brezze, che hanno interessato puntualmente la costa tra le 11:00 e le 21:00 tutti i giorni dal 15 al 20 marzo, confermate anche dalla manifestazione delle nebbie solo sul litorale, specialmente nella notte tra il 15 e il 16 e tra il 16 e il 17 maggio. Tutti i modelli di previsione per il PM₁₀ sottostimano significativamente le concentrazioni nell'entroterra, prevedendo i valori maggiori del 18 sul litorale (nelle figure successive, da destra la prima è la previsione per il 19, la seconda per il 18, la terza se presente è l'analisi per il 17).

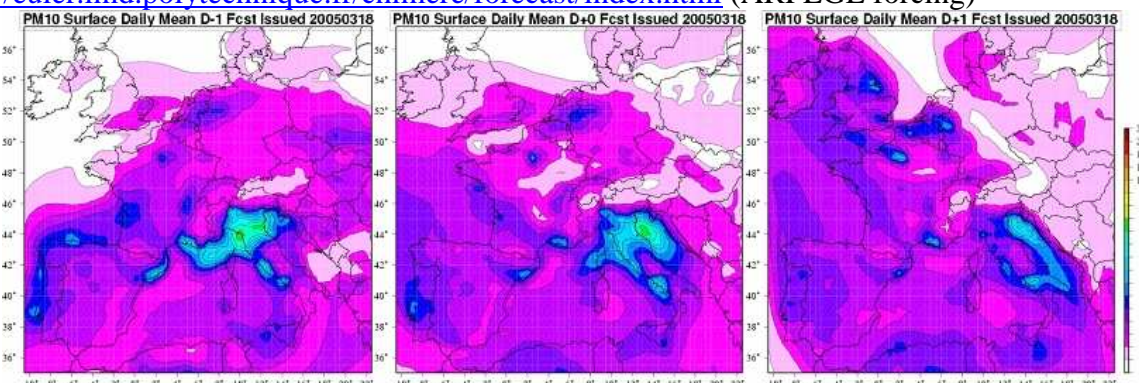
Chimere+MM5

<http://euler.lmd.polytechnique.fr/chimere/forecast/index.html> (NCEP forcing)



Chimere+MM5

<http://euler.lmd.polytechnique.fr/chimere/forecast/index.html> (ARPEGE forcing)

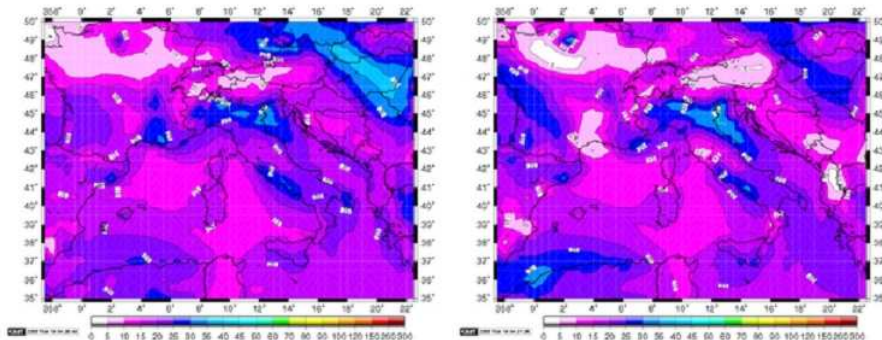


Chimere+MM5 (Università de L'Aquila)

<http://pumpkin.aquila.infn.it/forechem/> (ECMWF forcing, composizione atmosfera MOZART, emissioni combinazione di dati tra: EMEP (Yearly totals), IER (Time variations), TNO (Aerosol emissions), UK Dept of Environment (VOC speciation).)

PM10 mean - 18/03/2005 - CETEMPS

PM10 mean - 19/03/2005 - CETEMPS

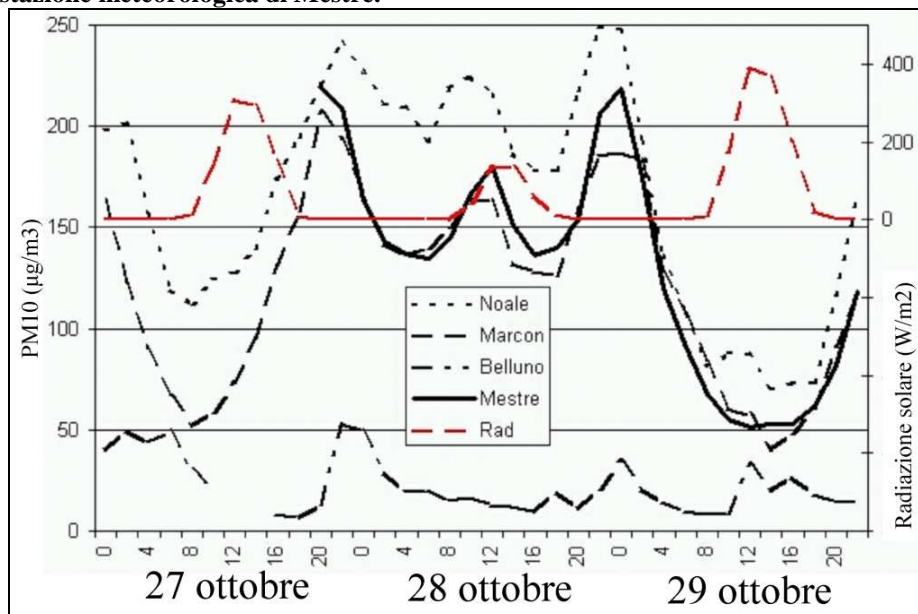


Strano andamento diurno, emissioni o un evento di fumigazione?: evento del 28 ottobre 2005

Nel giorno in esame è interessante notare lo strano andamento diurno delle polveri, che secondo le rilevazioni biorarie (Figura 5) presenta un massimo relativo alle ore 12 a Mestre, momento della giornata in cui solitamente si registra invece un minimo.

Le concentrazioni di Belluno non presentano lo stesso andamento, manifestando il normale andamento diurno, con il minimo delle concentrazioni nelle ore con maggior rimescolamento.

Figura 5. Andamento biorario delle concentrazioni di polvere, in rosso (asse di destra) la radiazione solare misurata dalla stazione meteorologica di Mestre.



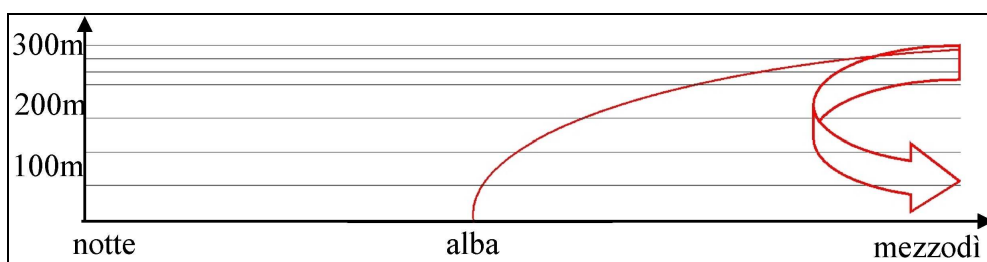
La situazione sinottica descrive l'instaurarsi di un'area anticiclonica, con afflusso di aria mite in quota, che determina una consistente copertura nuvolosa di nubi basse e nebbie nella notte tra il 27 e il 28, fino alla mattinata del 28, in intensificazione nuovamente dalla serata del 28.

Una possibile spiegazione dell'effetto potrebbe risiedere nell'andamento orario delle emissioni, che per quanto dovute al traffico presentano un picco al mattino, tra le 7 e le 8, e un picco alla sera tra le 17 e le 18. Normalmente il picco diurno non viene rilevato nelle concentrazioni di PM_{10} in quanto a quell'ora l'atmosfera è ben rimescolata. Il 28 ottobre l'atmosfera era invece molto stabile e quindi potrebbe esserci un effetto più sensibile dovuto alla variazione oraria delle emissioni da traffico.

Un indizio per una spiegazione meteorologica alternativa del fenomeno si può vedere nella Figura 5, dove si nota che l'aumento di PM_{10} e l'aumento della radiazione solare della mattina del 28 sembrano sincrone (in rosso viene riportata la radiazione solare rilevata dalla stazione meteorologica del CMT installata sul tetto del DAP di Mestre, in corrispondenza della stazione di rilevamento bi-orario di PM_{10}).

Tale andamento suggerisce che si potrebbe essere in presenza di un episodio di fumigazione (Figura 6): le alte concentrazioni di PM_{10} della sera del 27 vengono intrappolate dall'inversione termica che però non è al suolo, ma a una quota molto bassa. All'aumentare della radiazione solare la mattina del 28 il sottile strato di atmosfera tra il suolo e la zona in cui le polveri sono intrappolate viene rimescolato, facendo improvvisamente innalzare le concentrazioni di polveri al suolo.

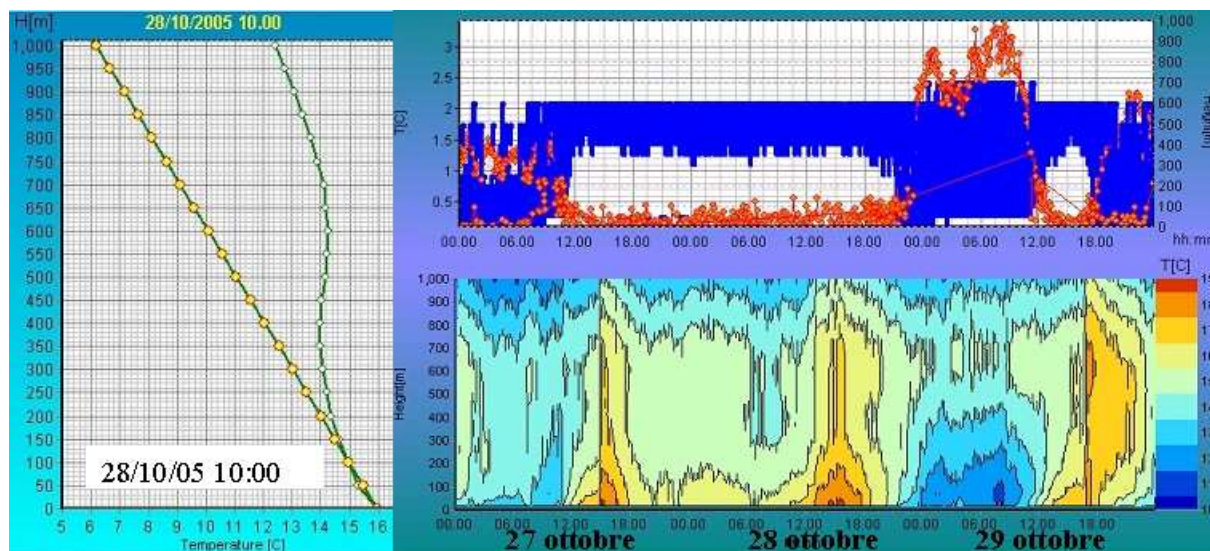
Figura 6. Ipotesi di fumigazione per la mattina del 28 ottobre 2005, le quote e le ore sono indicative.



Dai dati del radiometro di Padova (Figura 7) si nota quanto segue:

- (in alto a destra) dalle 13.00 del 27 alle 21.00 del 28 il profilo termico misurato a Padova è abbastanza stazionario, presentando una debole inversione con base alla quota di 300-400m, associata all'afflusso di aria più calda in quota; la copertura nuvolosa presente previene il normale calo notturno delle temperature, infatti nella notte tra il 27 e il 28 l'inversione termica al suolo non è presente ma il profilo termico tra il suolo e la base dell'inversione risulta comunque stabile. Si ritiene che i dati del radiometro di Padova siano rappresentativi anche per Mestre, in quanto anche qui la temperatura minima non scende sotto i 15°C nella notte tra il 27 e il 28.
- (a sinistra) si vede che alle 10.00 del 28 ottobre il riscaldamento diurno porta a rimescolare termicamente lo strato presente tra il suolo e la base dell'inversione; infatti la retta con i punti gialli rappresenta lo stato di perfetto rimescolamento termico (curva adiabatica).

Figura 7. Dati misurati dal radiometro di Padova: a sinistra il profilo verticale misurato, a destra sopra la forza (rosso) e l'altezza delle inversioni (blu), a destra sotto il profilo verticale di temperatura dal 27 al 29 ottobre 2005.

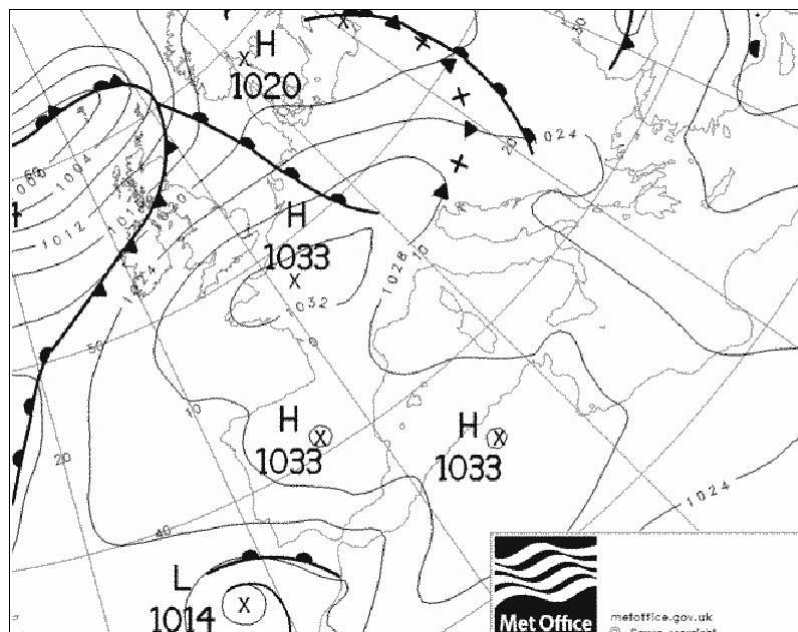


Dalle considerazioni fatte l'ipotesi di fumigazione (Figura 6) sembra ragionevole, anche se sarebbero necessari ulteriori dati (emissioni reali e concentrazioni di PM_{10} in quota) e una simulazione modellistica dell'evento per verificare la bontà dell'assunzione che le concentrazioni di PM_{10} possano avere un picco a una altezza intorno ai 200-300m e per comprendere la dinamica che può portare a una situazione di questo tipo.

Tipico episodio di inquinamento acuto di PM₁₀: 19-26 dicembre 2005

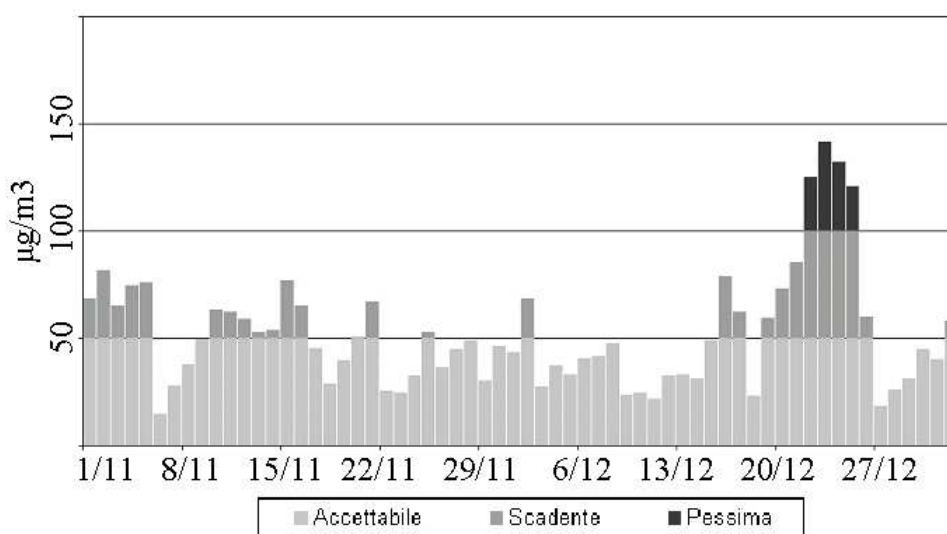
Dalla fine dell'autunno fino all'inizio dell'inverno le concentrazioni di PM₁₀ si sono mantenute relativamente basse a causa delle abbondanti e frequenti precipitazioni.

Figura 8. Carta barica delle 00 del 23 dicembre 2005.



A partire dal 19 dicembre una vasta area anticiclonica interessa tutto il bacino del Mediterraneo, nord Italia compreso. La situazione di blocco culmina con il giorno 23 dove si registrano tra i più alti valori di concentrazioni di polveri sottili dell'inverno 2005-06, dovuti ad avvezione di aria calda in quota che provoca frequenti e forti inversioni termiche in pianura. L'episodio si esaurisce solo il giorno 26 dicembre quando il passaggio di un fronte porta al ricambio della massa d'aria e a precipitazioni a carattere nevoso, localmente anche in pianura.

Figura 9. Valori di PM₁₀ registrati dalle stazioni di qualità dell'aria in pianura.



I dati dei profilatori di temperatura (radiometri) mostrano le inversioni termiche aumentare di intensità e persistenza, fornendo un utile strumento di analisi dell'episodio acuto (figura 10). I SODAR registrano bene l'ingresso del passaggio del fronte con l'intensificazione dei venti in quota che è associato all'abbattimento delle concentrazioni il giorno 26 (figura 11).

Figura 10. Andamento temporale della forza delle inversioni (rosso) e del loro spessore (blu) dal 19 al 26 dicembre 2005.

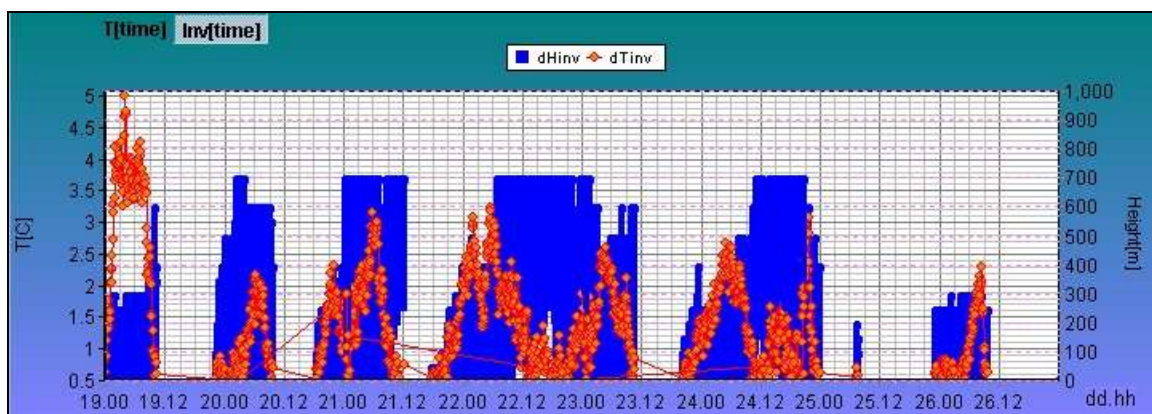
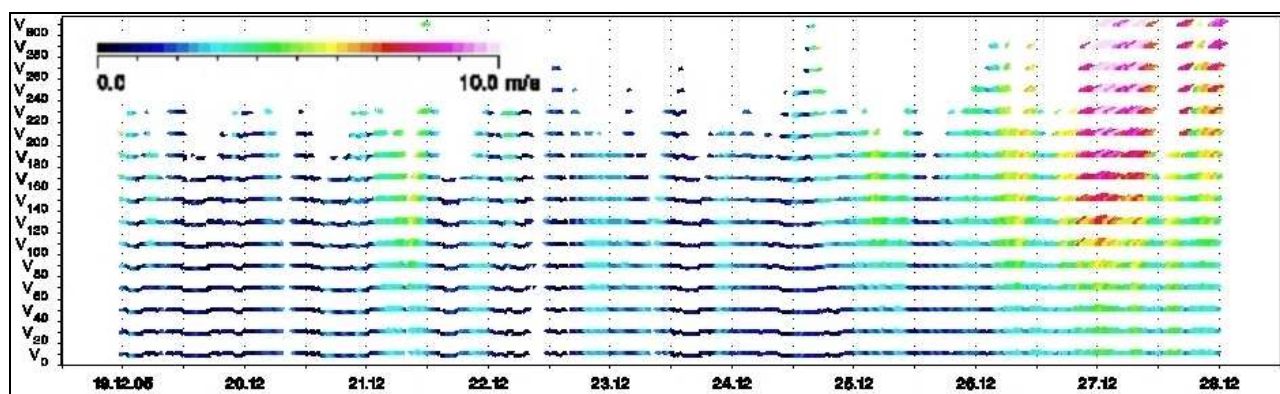


Figura 11. Andamento del vento misurato dal SODAR di Padova fino a 300m dal 19 al 26 dicembre 2005.

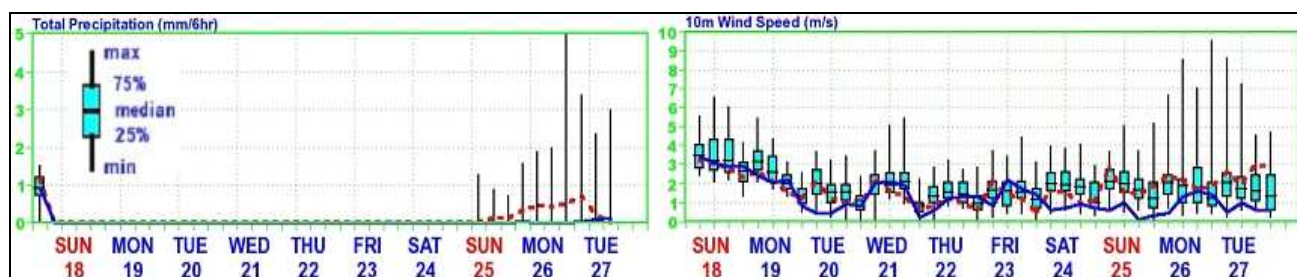


Situazioni meteorologiche prevedibili otto giorni prima: EPS (Ensamble Prediction System)

I più importanti Centro Meteorologici, tra cui quello europeo ECMWF (European Centre for Medium Range Weather Forecasting), negli ultimi anni hanno messo a punto degli strumenti previsionali **probabilistici** (EPS), utili per individuare con un buon margine di anticipo situazioni meteorologiche che potenzialmente potrebbero presentare particolari criticità per precipitazioni (alluvioni), vento o temperature (gelate tardive). Tali strumenti potrebbero essere utilizzati anche per individuare con largo anticipo gli episodi critici e prolungati di concentrazioni di polveri e potrebbero essere un utile strumento per prendere misure adeguate per il contenimento delle stesse (gestione del traffico e delle emissioni in atmosfera in situazioni critiche).

La Figura 12 mostra che la persistenza dell'alta pressione con assenza di precipitazioni e venti deboli, caratteristiche tipiche degli eventi acuti e prolungati di concentrazioni di PM₁₀ sulla regione Veneto, erano stati previsti dal sistema EPS già con una settimana di anticipo.

Figura 12. Previsione probabilistica fatta domenica 18 valida fino a martedì 27, precipitazioni a sinistra e intensità del vento a destra.



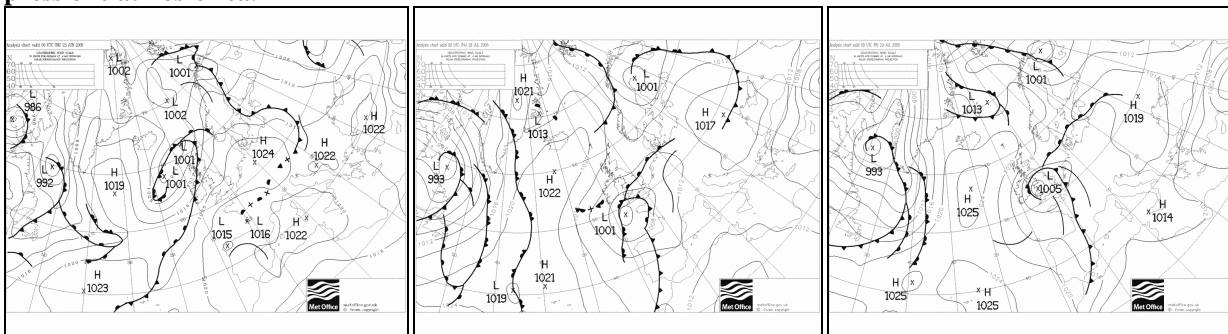
6.2 Episodi di inquinamento acuto da Ozono nel 2005

Le due ondate di calore che si sono presentate nell'estate del 2005 non sono state particolarmente intense rispetto alle annate precedenti (2003), ma comunque sufficienti per creare due ben distinti episodi di inquinamento acuto di ozono.

Le zone della regione Veneto più sensibili sono quelle prealpine poiché i precursori dell'ozono prodotti dalle città di pianura vengono trasportati fino alle zone pedemontane e durante il percorso avvengono le reazioni fotochimiche che portano ad avere le concentrazioni più elevate di questo inquinante. La nuova soglia di allarme per tutta la popolazione secondo la nuova normativa europea è stata abbassata da 360 a 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.Lgs n° 183 del 21/05/04). Nel 2005 il primo episodio acuto è avvenuto alla fine di giugno, il 23 nelle stazioni di qualità dell'aria di Vicenza, Valdagno e Schio con valori tra i 244-261 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Il secondo episodio acuto è avvenuto tra il 28 e il 29 luglio nelle stesse stazioni con valori tra i 241-252 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Si noti in particolare che le concentrazioni massime orarie si sono verificate tra le 14 e le 17 ed in corrispondenza dei massimi giornalieri di temperatura (in tutti i casi oltre i 32.5 °C).

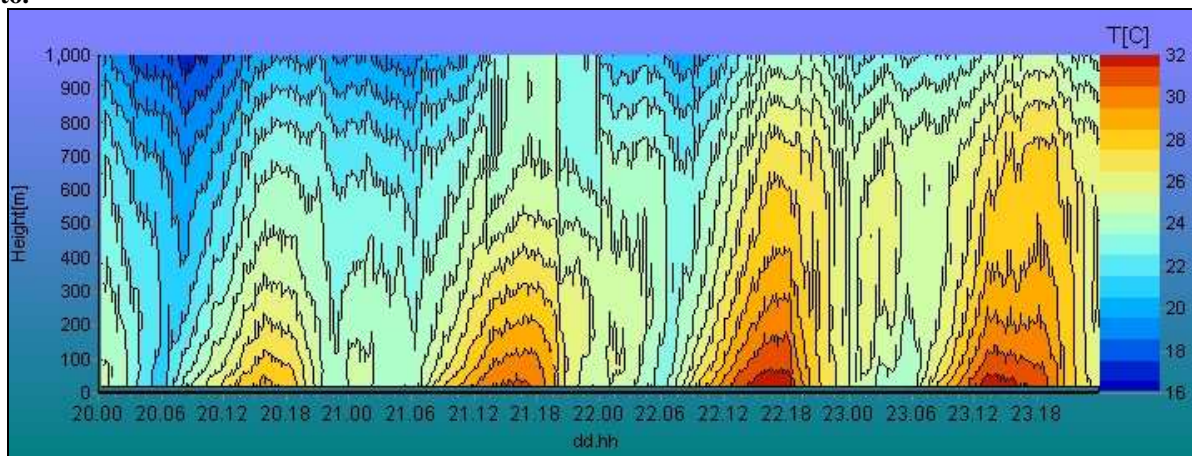
La situazione meteorologica (Figura 13) mostra la presenza, in entrambe le ondate di calore, di un promontorio anticiclonico che persiste da giorni sul bacino del Mediterraneo, il quale porta tempo stabile con debole ventilazione (ad eccezione della costa, dove in questi casi si sviluppa un regime di brezze di mare) stagnazione della massa d'aria ed incremento di inquinanti.

Figura 13. Carte bariche dei giorni 23 Giugno e 28 e 29 Luglio 2005, in cui si evidenziano le aree di alta pressione atmosferica.



I dati forniti dai profilatori di temperatura (radiometri) per lo stesso periodo evidenziano che le temperature rilevate nei primi livelli erano oltre i 32 gradi da diversi giorni ed inoltre che nel giorno del massimo di concentrazione di ozono la zona di caldo si estendeva fino a quasi 1000 metri di quota (Figura 14).

Figura 14. Dati del radiometro di Padova del 23 giugno 2005. Si nota il ciclo diurno del riscaldamento terrestre e nelle ore centrali il superamento dei 32 °C sia nei giorni precedenti che nel giorno dell'episodio di inquinamento acuto.



7. Normativa di riferimento in materia di controllo alle emissioni ed autorizzazioni

Il 3 aprile 2006 è stato emanato il decreto legislativo n. 152 “Norme in materia ambientale” la cui parte V è dedicata alla “Norme in materia di tutela dell’aria e di riduzione delle emissioni”. Tale decreto abroga il DPR 203/88 che rappresentava la “norma quadro” in materia di inquinamento dell’aria prodotto dagli impianti industriali, il DM 12 luglio 1990 che indicava le linee guida per il contenimento delle emissioni e il DPR 25 luglio 1991 che stabiliva per quali impianti con emissioni a ridotto inquinamento potevano essere applicate le procedure semplificate, infine il DM 16 gennaio 2004, n. 44. Il decreto accanto a queste norme abroga anche molte altri decreti⁸ rappresentando una vera rivoluzione nel campo del controllo delle emissioni.

Il decreto si applica a tutti gli impianti, compresi quelli civili ed alle attività che producono emissioni in atmosfera e stabilisce i valori di emissione, le prescrizioni, i metodi di campionamento e di analisi delle emissioni ed i criteri per la valutazione della conformità dei valori misurati ai limiti. Sono esclusi dal campo di applicazione, gli impianti disciplinati dal D.Lgs. 11 maggio 2005, n. 33, in materia di incenerimento dei rifiuti.

Resta fermo, per gli impianti sottoposti ad autorizzazione integrata ambientale⁹, quanto previsto dal D.Lgs. 18 febbraio 2005, n. 59; per tali impianti l’autorizzazione integrata ambientale sostituisce l’autorizzazione alle emissioni prevista dal decreto 152/2006.

Il decreto determina l’attuazione di tutte le più opportune azioni volte a promuovere l’impiego di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili, ai sensi della Direttiva 2001/77/CE e del D.Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387.

Il decreto n. 152/2006 introduce le definizioni di *impianto*¹⁰ e stabilisce la procedura per il rilascio dell’autorizzazione che ha la durata di 15 anni e che deve essere accompagnata dal progetto dell’impianto e dalla relazione tecnica con la descrizione del ciclo produttivo. Il decreto stabilisce, inoltre, l’elenco degli impianti non sottoposti a procedura di autorizzazione.

-
- ⁸ l’art. 4 della legge 4 novembre 1997, n. 413, l’art. 12, comma 8, del D.Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387,
 - il DM 10 marzo 1987 n. 105
 - il DM 8 maggio 1989 (impianti di combustione con potenza termica entro i 50 MW)
 - il DPCM 21 luglio 1989
 - DM 21 dicembre 1995
 - DM 16 maggio 1996
 - DM 20 gennaio 1999, n. 76
 - DM 21 gennaio 2000, n. 107

⁹ Attività energetiche (impianti di combustione con potenza termica di combustione di oltre 50 MW, raffinerie di petrolio e di gas, cokerie, impianti di gassificazione e liquefazione del carbone), produzione e trasformazione dei metalli, industria dei prodotti minerali, impianti chimici per la fabbricazione di prodotti chimici organici ed inorganici di base; impianti per l’eliminazione o il recupero di rifiuti pericolosi, impianti di incenerimento dei rifiuti urbani, impianti per l’eliminazione dei rifiuti non pericolosi, discariche che ricevono più di 10 tonnellate al giorno o con una capacità totale di oltre 25.000 tonnellate, ad esclusione delle discariche per i rifiuti inerti, impianti industriali destinati alla fabbricazione di pasta per carta a partire dal legno o da altre materie fibrose con capacità di produzione superiore a 20 tonnellate al giorno. Altre attività (impianti per il pretrattamento o la tintura di fibre con capacità di trattamento maggiore a 10 tonnellate al giorno; impianti per la concia delle pelli qualora la capacità di trattamento superi le 12 tonnellate al giorno di prodotto finito, macelli aventi una capacità di produzione di carcasse di oltre 50 tonnellate al giorno, trattamento e trasformazione del latte, con un quantitativo di latte ricevuto di oltre 200 tonnellate al giorno, impianti per l’eliminazione o il recupero di carcasse e di residui di animali con una capacità di trattamento di oltre 10 tonnellate al giorno, impianti per l’allevamento intensivo di pollame o di suini).

¹⁰ Macchinario o sistema o insieme di macchinari o di sistemi costituiti da una struttura fissa e dotato di autonomia funzionale in quanto destinato ad una specifica attività; la specifica attività a cui è destinato l’impianto può costituire la fase di un ciclo produttivo più ampio.

L'allegato I alla parte quinta del decreto fissa i valori limite di emissione, con l'indicazione di un valore massimo e di un valore minimo e le prescrizioni per l'esercizio degli impianti anteriori al 1988 e di tutti gli impianti non sottoposti ad autorizzazione.

L'allegato II, alla parte quinta del decreto, indica i valori limite di emissione per i grandi impianti di combustione, inclusi quelli degli impianti multicomcombustibili, le modalità di monitoraggio e di controllo delle emissioni, i criteri di verifica della conformità ai valori limite e le ipotesi di anomalo funzionamento o di guasto degli impianti. Stabilisce, inoltre, che entro il 31 maggio di ogni anno a partire dal 2006, i gestori dei grandi impianti di combustione comunichino ad APAT i dati relativi alle emissioni totali di SO₂, NO_x e polveri relative all'anno precedente, nonché la quantità di energia prodotta dalle biomasse.

La parte quinta del decreto delinea anche la nuova disciplina delle emissioni in atmosfera riguardo gli impianti termici civili. Il decreto fornisce le definizioni di *impianto termico*¹¹, *generatore di calore*¹², *focolare*¹³, *impianto termico civile*¹⁴, stabilisce la procedura di installazione e di modifica, degli impianti, il personale addetto alla conduzione dell'impianto stesso.

Infine, il Titolo III della parte quinta disciplina le caratteristiche merceologiche dei combustibili che possono essere utilizzati negli impianti di cui ai titoli I e II oltre che le caratteristiche merceologiche del gasolio marino. Individua inoltre le condizioni di utilizzo dei combustibili e le prescrizioni finalizzate ad ottimizzare il rendimento di combustione.

8. Inventario delle emissioni: stato dell'arte

Con DGR n. 4190 del 30/12/2005 la Regione Veneto ha aderito alla convenzione tra la Regione Lombardia, le Regioni Veneto, Piemonte, Emilia Romagna e Puglia, l'A.R.P.A. del Friuli Venezia Giulia e l'A.R.P.A. della Lombardia per la gestione e lo sviluppo del software "IN.EM.AR."

IN.EM.AR (INventario EMISSIONI ARia) è un software, basato su un database Oracle, realizzato dalla Regione Lombardia per effettuare l'inventario delle emissioni in atmosfera, ovvero stimare le emissioni a livello comunale dei diversi inquinanti, per ogni tipo di attività (riscaldamento, traffico, agricoltura, industria, secondo la classificazione CORINAIR) e tipo di combustibile.

IN.EM.AR contiene procedure e algoritmi per la stima delle emissioni secondo specifiche metodologie documentate. Per la realizzazione dell'inventario è necessario alimentare il sistema IN.EM.AR con gli specifici dati regionali: indicatori di attività (consumo di combustibili, consumo di vernici, quantità incenerita ed in generale qualsiasi parametro che traccia l'attività dell'emissione), fattori di emissione, dati statistici necessari per la disaggregazione spaziale e temporale delle emissioni.

La Regione Lombardia utilizza da tempo tale strumento; il primo inventario lombardo è stato edito nel 2003 ed è riferito all'anno 2001.

Nel novembre 2005 si è conclusa la prima stima delle emissioni per l'anno 2003, attualmente soggetta a revisione pubblica. Entrambi gli inventari sono disponibili in internet alla pagina: <http://www.ambiente.regione.lombardia.it/inemar/inemarhome.htm>.

La convenzione per la gestione e lo sviluppo di IN.EM.AR a cui ha aderito la Regione Veneto, demandando ad ARPAV la parte realizzativa, si inserisce nell'ambito della creazione di un coordinamento a livello di bacino adriatico-padano che in IN.EM.AR. troverebbe un utile strumento

¹¹ Impianto destinato alla produzione di calore costituito da uno o più generatori di calore e da un unico sistema di distribuzione e utilizzazione di tale calore, nonché da appositi dispositivi di regolazione e controllo.

¹² Qualsiasi dispositivo di combustione alimentato con combustibili al fine di produrre acqua calda o vapore, costituito da un focolare, uno scambiatore di calore e un bruciatore.

¹³ Parte di un generatore di calore nella quale avviene il processo di combustione.

¹⁴ Impianto termico la cui produzione di calore è destinata, anche in edifici ad uso non residenziale, al riscaldamento o alla climatizzazione di ambienti o al riscaldamento di acqua per usi igienici e sanitari; l'impianto termico civile è centralizzato se serve tutte le unità dell'edificio o di più edifici ed è individuale negli altri casi.

per la valutazione di politiche a scala sovraregionale e un momento per coagulare in maniera sinergica competenze e risorse nel campo degli inventari.

La convenzione prevede, oltre all'installazione del sistema presso ciascuna regione, lo sviluppo e l'approfondimento di alcuni moduli del sistema che si ritiene strategico potenziare.

La tempistica per portare a termine il primo inventario IN.EM.AR.-Veneto dipenderà in gran parte dalle risorse disponibili per raccogliere in maniera sistematica i dati con cui alimentare il sistema. Trattasi comunque, come testimoniato dall'esperienza lombarda, di tempi piuttosto lunghi soprattutto nella prima edizione dell'inventario regionale in cui deve essere sistematizzata tutta la moltitudine di dati che vanno a confluire nel sistema.

Per la realizzazione dell'inventario è già stata individuata come strategica la banca dati SIRAV che contiene le informazioni relative agli impianti industriali con emissioni in atmosfera e che alimenterà il modulo "puntuali" di IN.EM.AR.; un'altra importante banca dati da cui estrarre le informazioni da inserire in IN.EM.AR. sarà l'inventario realizzato per il Progetto SIMAGE che sta per essere completato.

9. Conclusioni

La presente valutazione permette di delineare lo stato della qualità dell'aria, rappresentando un quadro sintetico, ma completo. Da quanto descritto, risulta evidente per quanto riguarda il monossido di carbonio, l'anidride solforosa e molto recentemente anche il benzene i valori registrati sono inferiori ai rispettivi valori limite e pertanto non destano preoccupazione.

Un ulteriore sforzo delle politiche volte al risanamento della qualità dell'aria deve invece essere rivolto alla progressiva riduzione del particolato PM₁₀, dell'ozono e del Benzo(a)pirene. Anche gli Ossidi di azoto presentano ancora qualche criticità in molte zone del territorio (provincia di Verona e siti di hot-spot urbano quali: VE_Via Circonvallazione, PD_Arcella). Le politiche di risanamento dovranno quindi puntare alla riduzione delle fonti emmissive ed in particolare degli inquinanti individuati quali precursori dell'ozono, ossia gli ossidi di azoto e i composti organici volatili, responsabili nella stagione estiva dell'inquinamento da ozono ma determinanti anche nella formazione del particolato secondario.

Da uno studio realizzato dall'Università di Bologna (Progetto "POLVERE") si è dimostrato che il 42% della frazione PM₁₀ è costituito da PM_{0,49} (frazione inferiore a 0,49 µg/m³) e che questa frazione è principalmente costituita dai derivati gassosi degli ossidi di azoto e di zolfo, da nitrati e solfati di ammonio, da acido nitrico e solforico.

Sarà necessario quindi ottimizzare i processi di combustione, riducendo la produzione di ossidi di azoto e di composti organici volatili non completamente ossidati. Attenzione dovrà essere rivolta anche alle politiche per la riduzione delle emissioni di Benzo(a)pirene. Con il recepimento della Direttiva 2004/107/CE previsto per il prossimo anno, dovrà essere migliorato il processo di campionamento e monitoraggio dei metalli (Arsenico, Cadmio, Nichel e Mercurio), che diverrà obbligatorio a norma di legge.

Infine l'avvio della realizzazione del progetto IN.EM.AR. rappresenta un passo fondamentale verso la conoscenza dell'origine delle fonti inquinanti sul nostro territorio e in ambito sovraregionale.

