

A cura di:

Francesca Predicatori
Paolo Frontero

Unità Operativa Agenti Fisici

Andrea Salomoni
Silvia Brunelli

Ufficio Reti

Dipartimento Provinciale ARPAV – Verona
Direttore Ing. Giancarlo Cunego

Qualità dell'aria in comune e in provincia di Verona

1 Qualità dell'aria nel Comune di Verona – Introduzione.....	3
2 Biossido di zolfo – SO₂.....	5
3 Biossido di azoto – NO₂.....	7
4 Monossido di carbonio – CO.....	9
5 Ozono- O₃ 11	
6 Materiale particolato – PM₁₀.....	13
7 Materiale particolato – PM_{2.5}.....	14
8 Benzene – C₆H₆.....	15
9 Metalli 15	
10 Idrocarburi policiclici aromatici – IPA.....	16
11 Qualità dell'aria in Provincia di Verona – Introduzione.....	17
12 Biossido di zolfo – SO₂.....	18
13 Biossido di azoto – NO₂.....	21
14 Monossido di carbonio - CO.....	26
15 Ozono- O₃ 28	
16 Materiale particolato – PM₁₀.....	30
17 Benzene – C₆H₆.....	33
18 Breve commento sull'andamento del PM₁₀ a Verona e provincia dal 2004 al 2009.....	34

1 Qualità dell'aria nel Comune di Verona – Introduzione

In questo rapporto vengono analizzati gli andamenti delle concentrazioni dei principali inquinanti in atmosfera nell'anno 2009 misurati dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria in Comune di Verona. I valori di concentrazione sono confrontati con i limiti previsti dall'attuale normativa. A titolo di esempio vengono riportati graficamente gli andamenti delle concentrazioni di ogni inquinante presso alcune postazioni di misure, espressi sia come valore di concentrazione giornaliera sia come giorno tipo e settimana tipo.

1.1 CRITICITÀ

Biossido di zolfo: non vengono superati né i limiti per la protezione della salute umana, né quelli previsti per la protezione degli ecosistemi. I valori più elevati di SO₂ si registrano presso la postazione di via San Giacomo. Vi è una diminuzione nei valori medi giornalieri al sabato ed alla domenica.

Biossido di azoto: Il limite annuale per la protezione della salute umana pari a 40 µg/m³, che entrerà definitivamente in vigore il 1 gennaio 2010, viene **superato** nelle postazioni di San Giacomo, Via Roveggia, Piazza Bernardi. In tutte le postazioni urbane viene **superato** il valore limite per la protezione degli ecosistemi.

Monossido di carbonio: nel corso del 2009 non sono stati registrati superamenti del valore limite per la protezione della salute umana (media massima su 8 ore), né dei valori limiti previsti dal DPCM 28/03/83. Le concentrazioni più elevate si misurano presso le postazioni di via Roveggia, Piazza Bernardi e B.go Milano, i valori più bassi presso la stazione di background urbana di Cason. Si registra una diminuzione dei valori medi giornalieri in estate e nei giorni festivi.

Ozono: dal 21 maggio 2004 è stata recepita con il decreto Legislativo n. 183 la Direttiva Europea 2002/3/CE relativa alle concentrazioni di ozono nell'aria. Per quanto riguarda i limiti volti a contenere l'esposizione acuta a livelli elevati di ozono si segnala il **superamento** della soglia di informazione e del livello di protezione della salute nelle stazioni di Cason e Via Roveggia. L'obiettivo per la protezione della salute prevede un limite al valore massimo giornaliero della media mobile sulle 8 ore pari a 120 µg/m³: tale limite è stato superato presso la stazione di Cason per 89 volte e per 58 volte in Via Roveggia.

Polveri sottili (PM₁₀): sono stati registrati **92 superamenti** del valore limite sulle 24 ore per la protezione della salute in Corso Milano e **80** presso la stazione di Cason. La concentrazione media annua è pari o inferiore in ambedue le postazioni al valore limite di 40 µg/m³ con valori di 38 µg/m³ a Cason e 40 µg/m³ a Borgo Milano. Anche nel corso del 2009 i mesi invernali registrano concentrazioni maggiori di quelli estivi, tuttavia spiccano, come elevata concentrazione media mensile, i mesi di gennaio e febbraio seguiti da marzo e novembre. Si segnala l'episodio acuto dal 27 febbraio al 2 marzo durante il quale sono stati rilevati valori di concentrazione superiori a 150 µg/m³ in tutte le stazioni della provincia.

PM_{2.5}: il valore medio annuo del PM_{2.5} misurato a Cason è risultato pari a 27 µg/m³, **superiore** al valore obiettivo medio annuo di 25 µg/m³, previsto dalla direttiva europea 2009/50/CE in fase di recepimento.

Benzene: la concentrazione media annua misurata presso la postazione di Corso Milano è inferiore al limite di 5 µg/m³, valido fino al 31.12.2009. Dai risultati della campagna di misura effettuata con i radielli nel periodo gennaio – dicembre 2009 si evince che nelle zone residenziali i valori di concentrazione sono inferiori ai 3 µg/m³; presso le arterie di grande traffico, come alla Barriera Borgo Roma, si registrano valori attorno ai 3 µg/m³.

Idrocarburi policiclici aromatici: presso le postazioni di Borgo Milano e Cason il valore medio annuo di concentrazione di benzo(a)pirene è risultato rispettivamente pari a 0.6 e 0.5 ng/m³, **inferiore** al valore dell'obiettivo di qualità previsto dal DM 25/11/94 che è pari a 1.0 ng/m³.

CONCENTRAZIONI MEDIE NELL'ANNO 2009 A VERONA CITTA'							
Postazione	SO ₂ µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	CO mg/m ³	PM10 µg/m ³	PM2.5 µg/m ³	(*)O ₃ µg/m ³	BENZENE µg/m ³
Piazza Bernardi	-	41	0.6				
S.Giacomo	3.5	44	0.5				
B.go Milano	1.4	37	0.6	40			2.6
Via Roveggia	-	50	0.5			58	
Cason	1	34	0.3	38	27	89	
VALORE LIMITE		42	10	40	(**)25		6

(*) n° Superamenti del LIVELLO DI PROTEZIONE (media 8 ore>120µg/m³)

(**) valore obiettivo da direttiva europea 2009/50/CE in fase di recepimento



CONCENTRAZIONI MEDIE NELL'ANNO 2009 IN PROVINCIA						
Postazione	SO ₂ µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	CO mg/m ³	PM10 µg/m ³	(*)O ₃ µg/m ³	BENZENE µg/m ³
Bovolone	2	31	0.4	(**)45	91	
Legnago	-	30	-		61	
S.Bonifacio	4.1	38	0.4	(**)40	88	
S. Martino B.A.	1.5	51	0.4			
Villafranca	-	45	0.4			
Boscochiesanuova	1	14				
Fumane	3	-	-		-	-
VALORE LIMITE		42	10	40		6

(*) n° Superamenti del LIVELLO DI PROTEZIONE (media 8 ore>120µg/m³)

(**) Monitoraggio iniziato a luglio

2 Biossido di zolfo – SO₂

2.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

<i>Tipo di esposizione:</i>		ESPOSIZIONE ACUTA	
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite
Biossido di zolfo (SO₂)	Valore limite orario per la protezione della salute umana (DM 60/02)	1 ora	350 µg/m³ da non superare più di 24 volte per anno civile
	Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (DM 60/02)	24 ore	125 µg/m³ da non superare più di 3 volte per anno civile
	Soglia di allarme (DM 60/02)	500 µg/m³ misurati su tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno 100 Km ² oppure in una intera zona o agglomerato, nel caso siano meno estesi	

<i>Tipo di esposizione:</i>		PROTEZIONE DEGLI ECOSISTEMI	
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite per il 2009
Biossido di zolfo (SO₂)	Valore limite per la protezione degli ecosistemi (DM 60/02)	Anno civile	20 µg/m³

2.2 VALORI MISURATI

<i>Postazione</i>	<i>n° super. Limite orario</i>	<i>n° super. Limite giornaliero</i>	<i>n° super. Soglia allarme</i>	<i>Protezione ecosistemi: media anno</i>	<i>dati validi (%)</i>
S.Giacomo	0	0	0	4 µg/m ³	96
C.so Milano	0	0	0	1 µg/m ³	94
Cason	0	0	0	1 µg/m ³	97

2.3 GRAFICI

Figura 2-1: Giorno tipo delle concentrazioni di SO₂ rilevate nell'anno 2009 nelle stazioni di Cason, Borgo Milano, San Giacomo

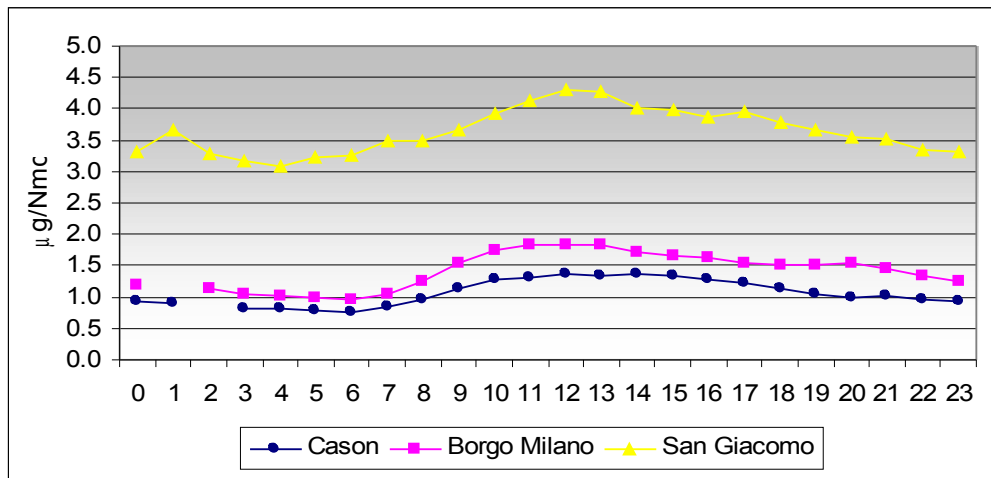


Figura 2-2: andamento delle concentrazioni di SO₂ misurate presso la postazione a San Giacomo nell'anno 2009

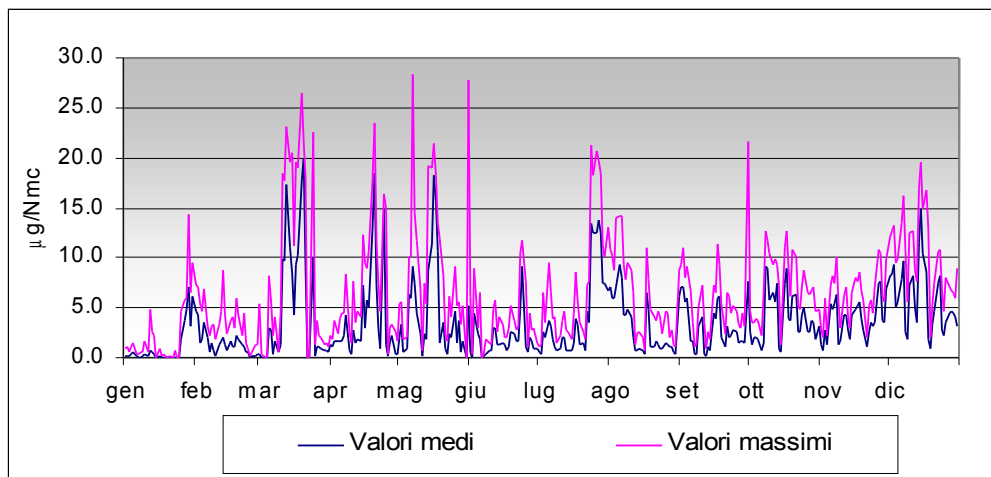
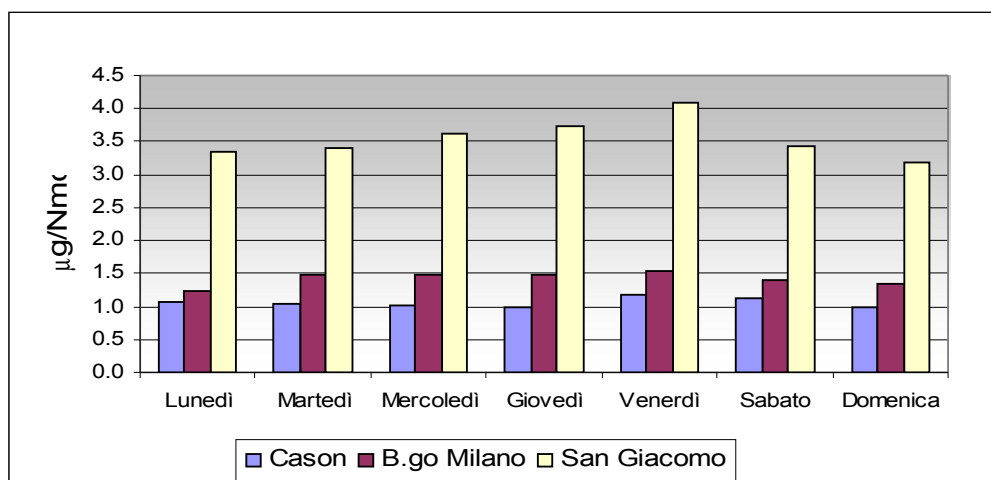


Figura 2-3: settimana tipo delle concentrazioni di SO₂ misurate nell'anno 2009 presso le stazioni di Cason, Borgo Milano, via Roveggia



3 Biossido di azoto – NO₂

3.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

<i>Tipo di esposizione:</i> ESPOSIZIONE ACUTA				
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite	Valore limite (margine toll.)
Biossido di azoto (NO ₂)	Valore limite orario per la protezione della salute umana (DM 60/02)	1 ora	200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno civile	210 µg/m ³ (fino a 31.12.2009)
	Soglia di allarme (DM 60/02)	400 µg/m ³ misurati su tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno 100 Km ² oppure in una intera zona o agglomerato, nel caso siano meno estesi		

<i>Tipo di esposizione:</i> ESPOSIZIONE CRONICA				
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite	Valore limite (margine toll.)
Biossido di azoto (NO ₂)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana (DM 60/02)	Anno civile	40 µg/m ³	42 µg/m ³ (fino a 31.12.2009)

<i>Tipo di esposizione:</i> PROTEZIONE DEGLI ECOSISTEMI				
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite	Tempi di raggiungimento del valore limite
Biossido di azoto (NO ₂)	Valore limite per la protezione della vegetazione (DM 60/02)	Anno civile	30 µg/m ³	

3.2 VALORI MISURATI

NO ₂					
Postazione	n° super. Limite orario	n° super. Soglia allarme	Valore medio annuo	Superamenti valore limite	dati validi (%)
Piazza Bernardi	0	0	41 µg/m ³	no salute si vegetazione	94
S.Giacomo	0	0	44 µg/m ³	si salute si vegetazione	95
B.go Milano	0	0	37 µg/m ³	no salute si vegetazione	95
Via Roveggia	0	0	50 µg/m ³	si salute si vegetazione	98
Cason	0	0	34 µg/m ³	no salute si vegetazione	96

3.3 GRAFICI

Figura 3-4: Giorno tipo delle concentrazioni di NO₂ rilevate nell'anno 2009 presso le stazioni di Via Roveggia, , Borgo Milano, San Giacomo, Cason

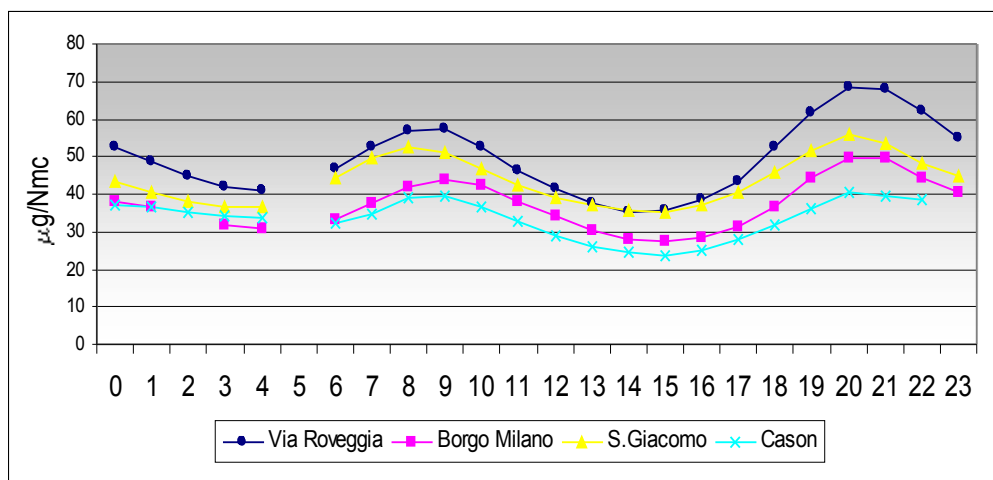


Figura 3-5: andamento delle concentrazioni di NO₂ misurate presso la postazione di via Roveggia nell'anno 2009

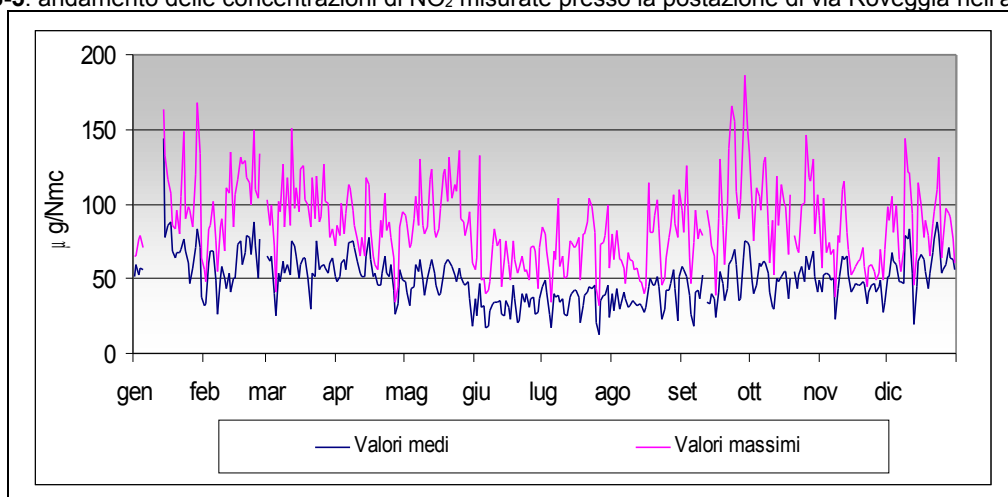


Figura 3-6: andamento delle concentrazioni di NO₂ misurate presso la stazione di San Giacomo nell'anno 2009

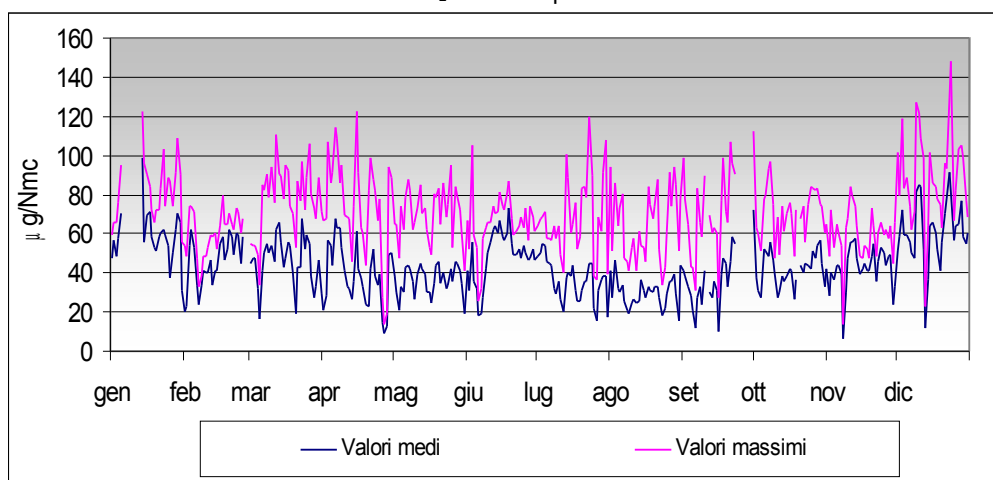
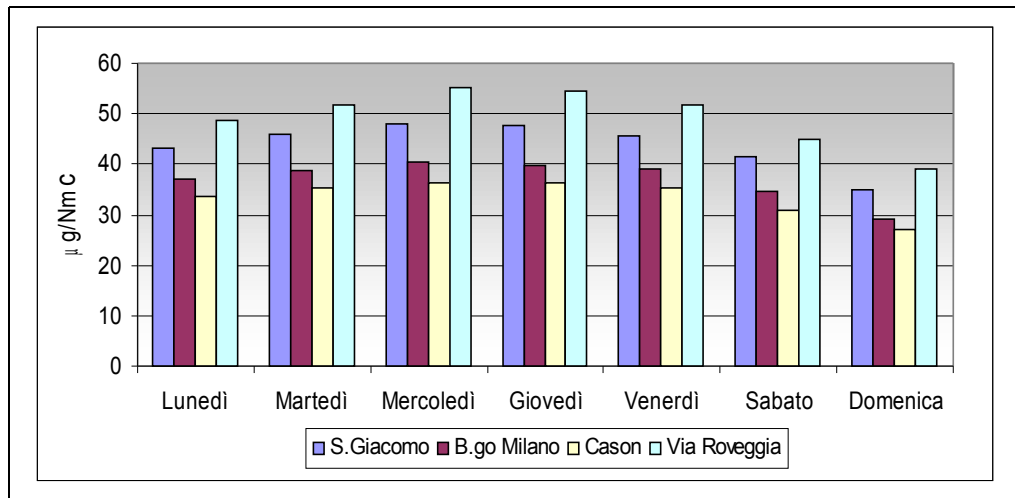


Figura 3-7: settimana tipo delle concentrazioni di NO₂ misurate nell'anno 2009 presso le stazioni di San Giacomo, Borgo Milano, Cason, via Roveggia

4 Monossido di carbonio – CO

4.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

Tipo di esposizione:		ESPOSIZIONE ACUTA	
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite
Monossido di Carbonio (CO)	Valore limite per la protezione della salute umana (DM 60/02)	Media massima giornaliera su 8 ore (medie mobili calcolate in base a dati orari e aggiornate ogni ora)	10 mg/m ³

4.2 VALORI MISURATI

Postazione	CO			
	Concentrazione media annua (mg/m ³)	n° super. limite orario	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h (mg/m ³)	dati validi (%)
Piazza Bernardi	0.6	0	2.5	96
S. Giacomo	0.5	0	2.2	96
C.so Milano	0.6	0	2.1	96
Via Roveggia	0.6	0	2.4	98
Cason	0.3	0	1.6	96

4.3 GRAFICI

Figura 4-8: Giorno tipo delle concentrazioni di CO rilevate nell'anno 2009 presso le stazioni di San Giacomo, Borgo Milano, Cason, via Roveggia

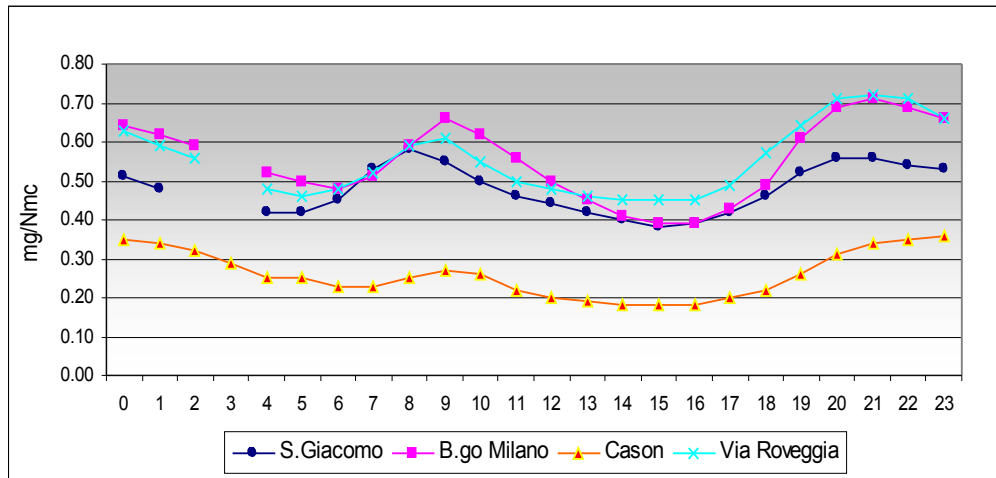


Figura 4-9: andamento delle concentrazioni di CO misurate presso la postazione di Piazza Bernardi nell'anno 2009

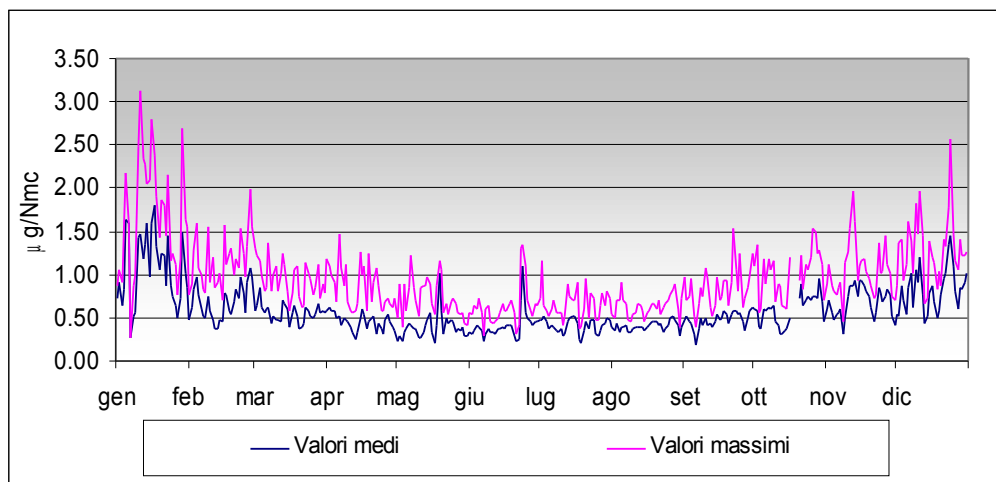
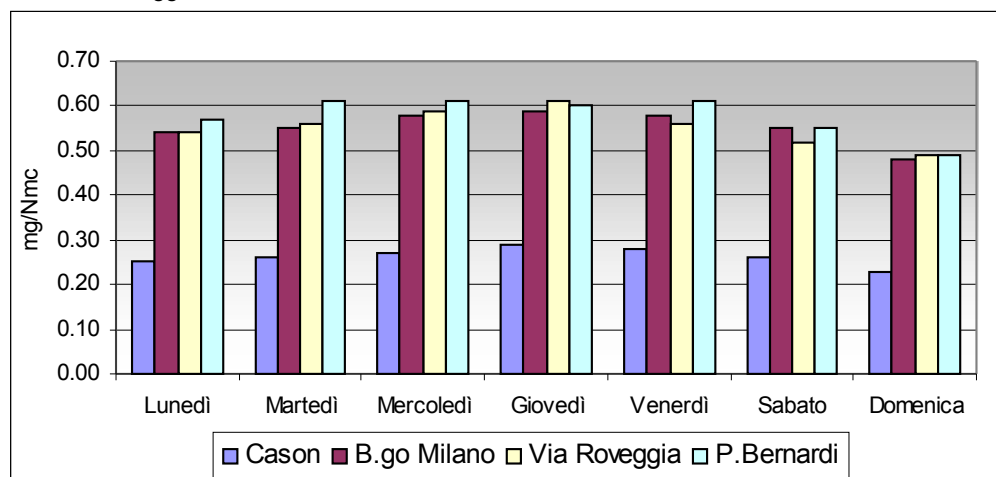


Figura 4-10: settimana tipo delle concentrazioni di CO misurate presso le stazioni di Cason, Piazza Bernardi, Borgo Milano, via Roveggia nell'anno 2009



5 Ozono- O₃

Tabella 5-1

Tipo di esposizione: ESPOSIZIONE ACUTA				
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite	Riferimento legislativo
Ozono (O ₃)	Soglia di informazione	Concentrazione media di 1 ora	180 µg/m ³	DLgs 21 maggio 2004 n. 183
	Soglia di allarme	Concentrazione media di 1 ora	240 µg/m ³	DLgs 21 maggio 2004 n. 183

Tipo di esposizione: ESPOSIZIONE CRONICA				
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite	Riferimento legislativo
Ozono (O ₃)	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute	Concentrazione media su 8 h massima giornaliera	120 µg/m ³	DLgs 21 maggio 2004 n. 183
	Valore bersaglio per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18 000 µg/m ³ ·h come media su 5 anni	DLgs 21 maggio 2004 n. 183

5.1 VALORI MISURATI

Tabella 5-2

O ₃						
Postazione	super. soglia di informazione	super. soglia di allarme	super. livelli protezione salute	Concentrazione max annua della media su 8 h (µg/m ³)	AOT40 (su base annua) (µg/m ³ h)	dati validi (%)
Via Roveggia	8	0	58	181	27987	94
Cason	20	0	89	189	40648	95

5.2 GRAFICI

Figura 5-11: Giorno tipo delle concentrazioni di ozono rilevate nell'anno 2009 presso le postazioni di via Roveggia e Cason,.

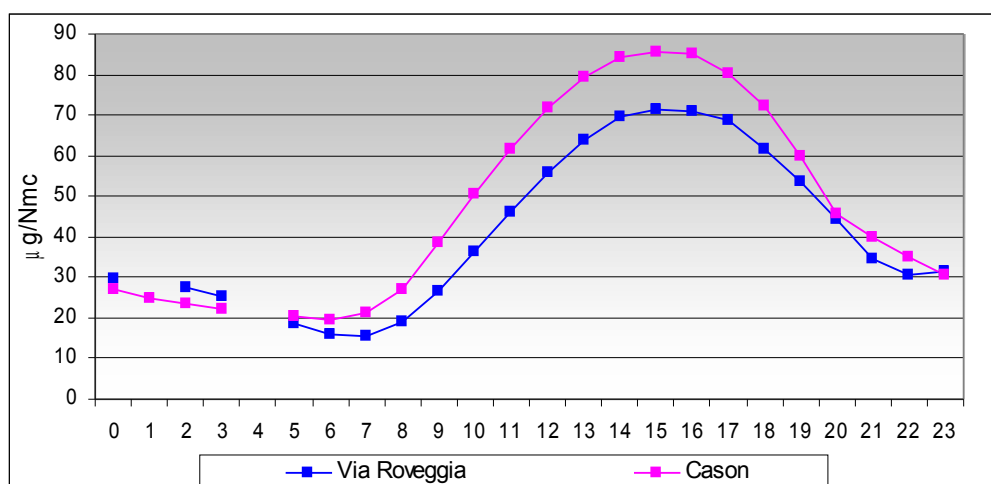


Figura 5-12: settimana tipo delle concentrazioni di ozono misurate presso le stazioni di Via Roveggia, Cason, nell'anno 2009

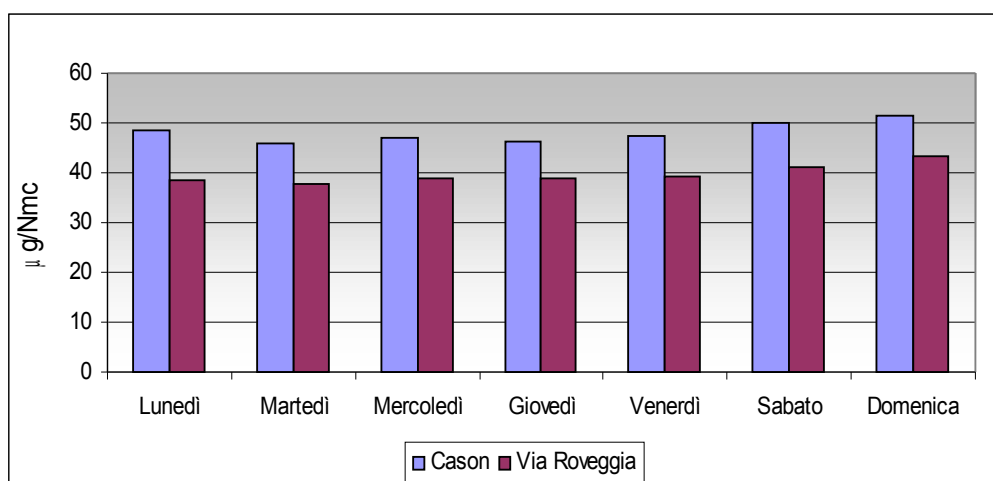


Figura 5-13: andamento delle concentrazioni di ozono misurate presso la postazione di via Cason nell'anno 2009

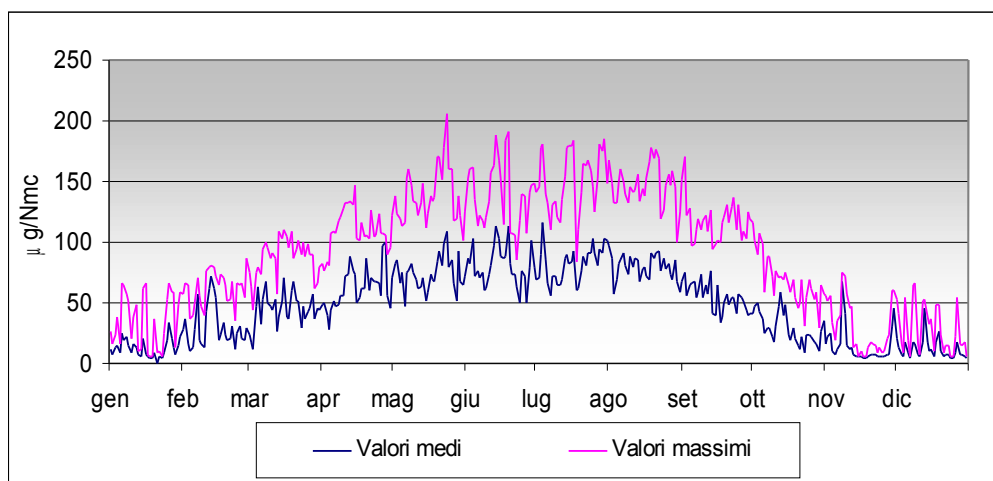
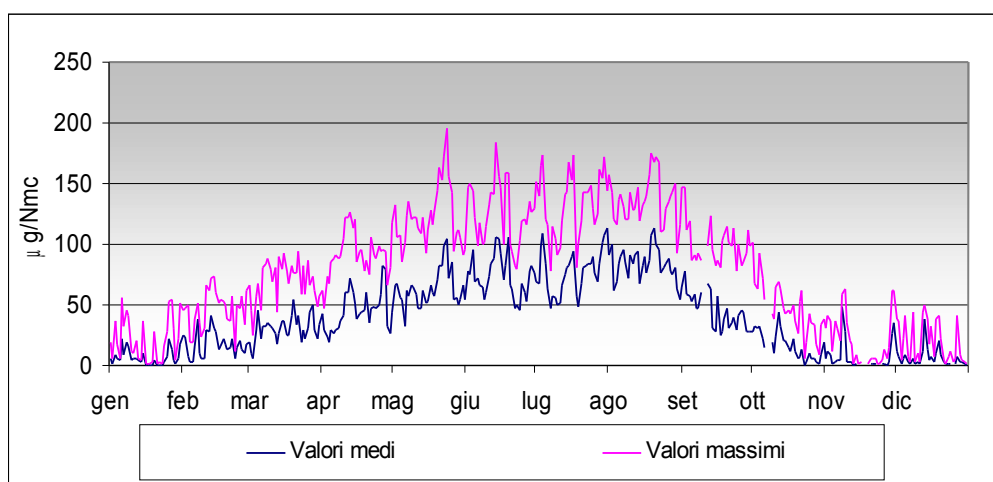


Figura 5-14: andamento delle concentrazioni di ozono misurate presso la postazione di Via Roveggia nell'anno 2009



6 Materiale particolato – PM₁₀

6.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

Tipo di esposizione:		ESPOSIZIONE ACUTA	
parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite 50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile
Materiale particolato (PM ₁₀)	Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (DM 60/02)	24 ore	

Tipo di esposizione:		ESPOSIZIONE CRONICA	
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite 40 µg/m ³
Materiale particolato (PM ₁₀)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana (DM 60/02)	Anno civile	

6.2 VALORI MISURATI

PM10			
Postazione	n° di superamenti limite 24h	concentrazione media annua (µg/m ³)	dati validi(%)
Cason	80	38	98
Borgo Milano	92	40	95

6.3 GRAFICI

Figura 6-15: Andamento delle concentrazioni di PM₁₀ rilevate nell'anno 2009 presso le postazioni di Borgo Milano e Cason

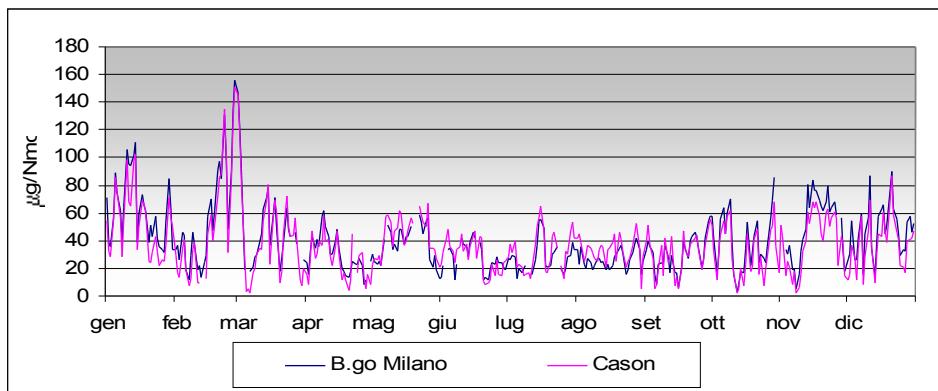


Figura 6-16: settimana tipo delle concentrazioni di PM₁₀ misurate presso le stazioni di Cason e di Borgo Milano nell'anno 2009

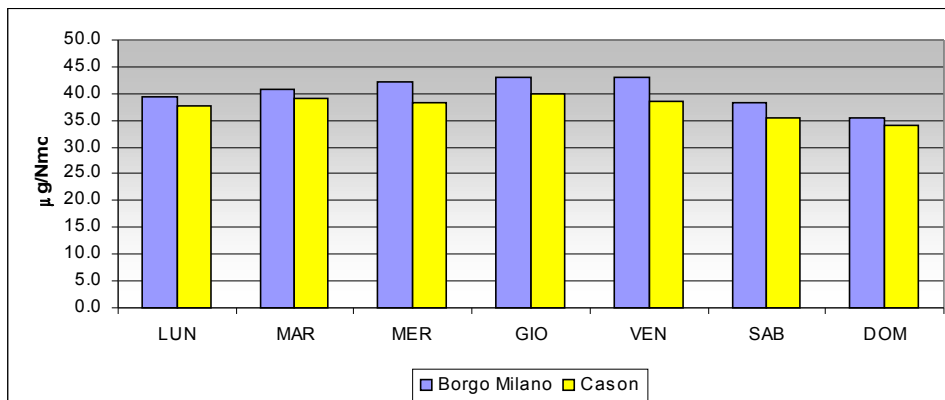
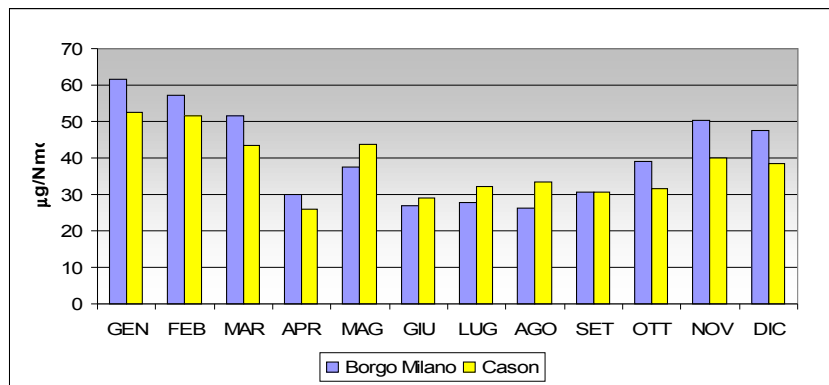


Figura 6-17: Andamento stagionale delle concentrazioni di PM₁₀ rilevate presso le stazioni di Borgo Milano e Cason nel 2009

7 Materiale particolato – PM_{2.5}

7.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

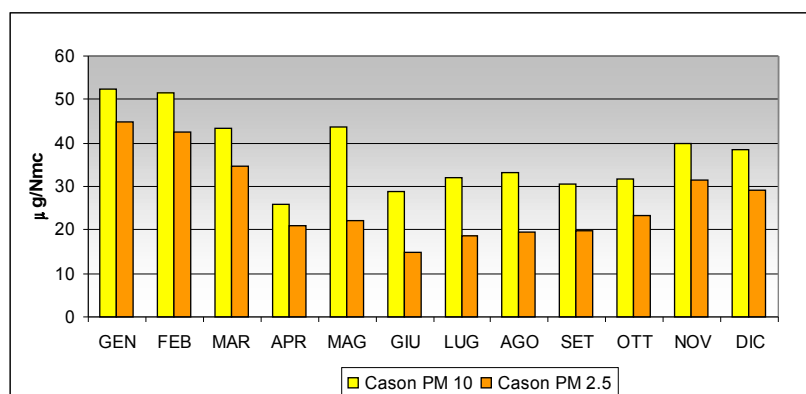
L'11 giugno 2008 è stata pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea la DIRETTIVA 2008/50/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 21 maggio 2008 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa. Tale Direttiva prevede per il materiale particolato PM_{2.5} un valore-obiettivo e un valore limite per la protezione della salute umana.

Tipo di esposizione:		ESPOSIZIONE CRONICA		
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite	
Materiale particolato (PM _{2.5})	Valore obiettivo (Direttiva 2008/50/CE)	Anno civile	25 µg/m ³	Data entro la quale dovrebbe essere raggiunto il valore-obiettivo: 1° gennaio 2010
	Valore limite (Direttiva 2008/50/CE)	Anno civile	25 µg/m ³	Data entro la quale dovrebbe essere raggiunto il valore-obiettivo: 1° gennaio 2015

7.2 VALORI MISURATI

Postazione	concentrazione media annua (µg/m ³)	dati validi(%)
Cason	27	97

La concentrazione di PM_{2.5} costituisce il 66% del materiale particolato (PM₁₀) misurato a Cason. Anche la concentrazione di PM_{2.5} mostra un andamento stagionale analogo a quello del PM₁₀ come si può vedere dal grafico della figura seguente.

Figura 7-18 Andamento stagionale delle concentrazioni di PM₁₀ e PM_{2.5} rilevate presso le stazioni di Cason nel 2009

8 Benzene – C₆H₆

8.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

<i>Tipo di esposizione:</i>		<i>ESPOSIZIONE CRONICA</i>		
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite	Valore limite (margine toll.)
Benzene (C₆H₆)	Valore limite per la protezione della salute umana (DM 60/02)	Anno civile	5 µg/m³	1/1/2009 – 31/12/2009: 6 µg/m ³

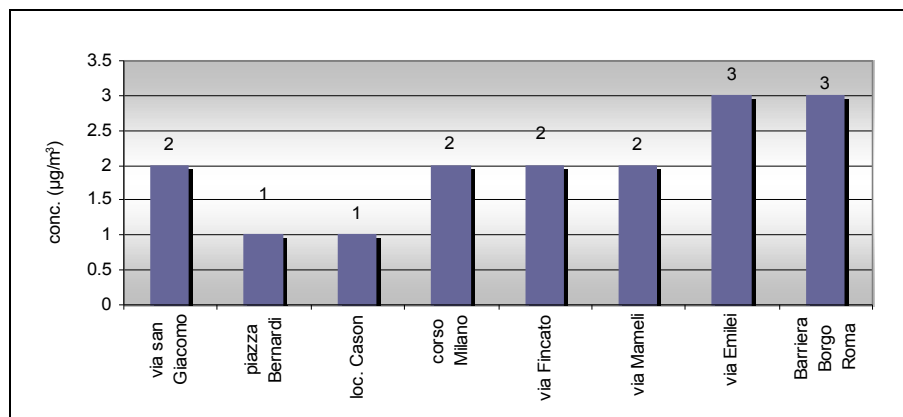
8.2 VALORI MISURATI

Il Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona misura giornalmente la concentrazione di benzene presso la postazione di Corso Milano con campionatori attivi (fiale di carbone attivo) con cadenza di campionamento di 24 ore; inoltre effettua campagne di misura tramite campionatori passivi (radielli) dislocati in vari punti della città (17 punti di campionamento). I risultati delle misure effettuate con i campionatori attivi e passivi sono riportate nelle tabelle e grafici seguenti.

Benzene	
Postazione	concentrazione media annua
Borgo Milano	2,6 µg/m ³

8.3 GRAFICI

Figura 8-19: concentrazioni medie giornaliere di benzene rilevate nel periodo gennaio-dicembre 2009 tramite l'utilizzo di campionatori passivi in diversi punti della città



9 Metalli

Dal 2006 viene misurata la concentrazione di metalli presenti nel particolato atmosferico totale nei filtri prelevati presso a stazione di Borgo Milano. La determinazione di tali metalli è effettuata per rispondere alla normativa vigente, ma anche per aumentare la conoscenza dei processi chimici e fisici che avvengono in atmosfera e che coinvolgono l'aerosol sia di origine antropica che naturale.

9.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

<i>Tipo di esposizione:</i>		<i>ESPOSIZIONE CRONICA</i>	
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite
Piombo	(DM 60/02)	Anno civile	0.5 µg/m ³
Arsenico	Valore obiettivo di qualità (D.Lgs. n° 152 del 03/08/2007)	Anno civile	6 ng/m ³
Cadmio	Valore obiettivo di qualità (D.Lgs. n° 152 del 03/08/2007)	Anno civile	5 ng/m ³
Nichel	Valore obiettivo di qualità (D.Lgs. n° 152 del 03/08/2007)	Anno civile	20 ng/m ³

9.2 VALORI MISURATI

Fra le fonti di nichel sono annoverate: l'utilizzo di olii pesanti e di carbone, catalizzatori, acciaio e leghe non ferrose: le concentrazioni rilevate non superano qualche ng/m^3 . La principale fonte di piombo era rappresentata dall'utilizzo di questo elemento quali antidetonante nelle benzine: l'utilizzo della benzina verde ha portato ad una radicale diminuzione di questo inquinante nell'ambiente. Le rilevazioni effettuate sono inferiori a $80 \text{ ng}/\text{m}^3$. Per quanto riguarda arsenico e cadmio le concentrazioni misurate sono inferiori ai limiti di rilevazione della strumentazione.

Metalli	
Tipo di metallo	Valore medio annuo 2009 ng/m^3
Piombo	15
Arsenico	< 1
Cadmio	< 0.2
Nichel	4

10 Idrocarburi policiclici aromatici – IPA

10.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

Tipo di esposizione:		ESPOSIZIONE CRONICA	
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite
B (a)P	Valore obiettivo di qualità (D.Lgs. n° 152 del 03/08/2007)	Anno civile	1 ng/m^3

10.2 VALORI MISURATI

Si riportano nella tabella sottostante oltre il Benzo(a)pirene anche gli altri componenti dell'IPA analizzati nei laboratori ARPAV di Verona e relativi alle postazioni di Borgo Milano e di Cason

Componente IPA	Borgo Milano	Cason
	concentrazione media annua ng/m^3	concentrazione media annua ng/m^3
Benzo(a)Pirene	0.5	0.5
Benzo(a)Antracene	0.5	0.5
Benzo(b)Fluorantene	0.5	0.4
Benzo(g,h,i)Perilene	0.5	
Benzo(k)Fluorantene	0.3	0.5
Crisene	0.4	0.7
Dibenzo(a,e)Pirene		0.3
Dibenzo(a,h)Antracene	0.1	0.2
Indeno(1,2,3-cd)Pirene	0.4	0.5
Pirene		1.4

11 Qualità dell'aria in Provincia di Verona – Introduzione

In questo rapporto vengono analizzati gli andamenti delle concentrazioni dei principali inquinanti rilevati dalla rete di controllo della qualità dell'aria in provincia di Verona nell'anno 2009. I valori di concentrazione sono confrontati con i limiti previsti dall'attuale normativa. A titolo di esempio vengono riportati graficamente gli andamenti delle concentrazioni di ogni inquinante presso le postazioni di misura, espressi sia come valore di concentrazione giornaliera sia come giorno tipo e settimana tipo.

11.1 CRITICITÀ

- ❖ **Biossido di zolfo**: non vengono superati né i limiti per la protezione della salute umana, né quelli previsti per la protezione degli ecosistemi. Vi è generalmente una diminuzione nei valori medi giornalieri nel periodo estivo e al sabato ed alla domenica.
- ❖ **Biossido di azoto**: si segnala il **superamento** del valore limite più il margine di tolleranza, per la protezione della salute umana nelle postazioni di San Martino Buon Albergo e Villafranca. Sempre nelle stesse stazioni si segnala, inoltre, il **superamento** del valore limite per la protezione della salute umana pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, che entrerà definitivamente in vigore il 1 gennaio 2010. In tutte le stazioni, tranne Legnago e Boscochiesanuova, viene **superato** il valore limite per la protezione degli ecosistemi. Durante la settimana i valori più elevati si registrano il martedì, il mercoledì, il giovedì ed il venerdì. Sono stati, inoltre, misurati **superamenti del limite orario** per la protezione della salute umana, pari a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, presso le stazioni di San Martino Buon Albergo e Villafranca
- ❖ **Monossido di carbonio**: nel corso del 2009 non sono stati registrati superamenti del valore limite per la protezione della salute umana (media massima su 8 ore), né dei valori limiti previsti dal DPCM 28/03/83. Si registra una diminuzione dei valori medi giornalieri in estate e nei giorni festivi.
- ❖ **Ozono**: nelle postazioni di San Bonifacio, Bovolone e Boscochiesanuova sono stati registrati **superamenti** del livello di attenzione (DM 25/11/94), mentre in tutte le stazioni si sono avuti **superamenti** del livello di protezione della salute (DM 16/05/96) e dei livelli previsti per la protezione degli ecosistemi (DM 16/05/96). E' interessante notare la differenza tra la struttura del grafico del giorno tipo della stazione di Boscochiesanuova e quello di San Bonifacio, Bovolone e Legnago, il primo presenta valori più alti e per lo più costanti per tutto il corso della giornata dovuti alla cosiddetta "riserva di ozono" tipica della fascia collinare-pedemontana, mentre il secondo risente del meccanismo di produzione-rimozione con massimo nelle ore di maggior soleggiamento. Infine presso le postazioni di Legnago, Bovolone e San Bonifacio è evidente il cosiddetto "effetto weekend" ovvero un aumento della concentrazione di ozono il sabato e la domenica collegato alla diminuzione delle emissioni di ossidi di azoto, che in assenza di una corrispondente diminuzione delle emissioni dei composti organici volatili favorisce la formazione di ozono.
- ❖ **Benzene**: le concentrazioni medie annuali misurate tramite rilevatori passivi presso le postazioni fisse risultano inferiori a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- ❖ **Polveri sottili (PM₁₀)**: da luglio del 2009 è iniziato il monitoraggio del PM₁₀ anche presso le postazioni di San Bonifacio e Bovolone. Nonostante la disponibilità parziale dei dati, i limiti prescritti dalla normativa sono stati superati: infatti si sono rilevati 41 superamenti del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (la normativa ne consente fino a 35) a San Bonifacio e 57 a Bovolone, con una media annua rispettivamente di 40 e $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$

12 Biossido di zolfo – SO₂

12.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

Tipo di esposizione:		ESPOSIZIONE ACUTA	
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite
Biossido di zolfo (SO ₂)	Valore limite orario per la protezione della salute umana (DM 60/02)	1 ora	350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per anno civile
	Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (DM 60/02)	24 ore	125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile
	Soglia di allarme (DM 60/02)	500 µg/m ³ misurati su tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno 100 Km ² oppure in una intera zona o agglomerato, nel caso siano meno estesi	

Tipo di esposizione:		PROTEZIONE DEGLI ECOSISTEMI	
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite per il 2009
Biossido di zolfo (SO ₂)	Valore limite per la protezione degli ecosistemi (DM 60/02)	Anno civile	20 µg/m ³

12.2 VALORI MISURATI

Postazione	n° super. Limite orario	n° super. Limite giornaliero	n° super. Soglia allarme	Protezione ecosistemi: media anno	dati validi (%)
Bovolone	0	0	0	2 µg/m ³	89
S.Bonifacio	0	0	0	4 µg/m ³	92
S. Martino B.A.	0	0	0	2 µg/m ³	92
Fumane	0	0	0	3 µg/m ³	92
Boscochiesanuova	0	0	0	1 µg/m ³	94

12.3 GRAFICI

Figura 12-20: Giorno tipo delle concentrazioni di SO₂ rilevate nell'anno 2009 nelle stazioni di San Bonifacio, Bovolone, San Martino B.A., Boscochiesanuova

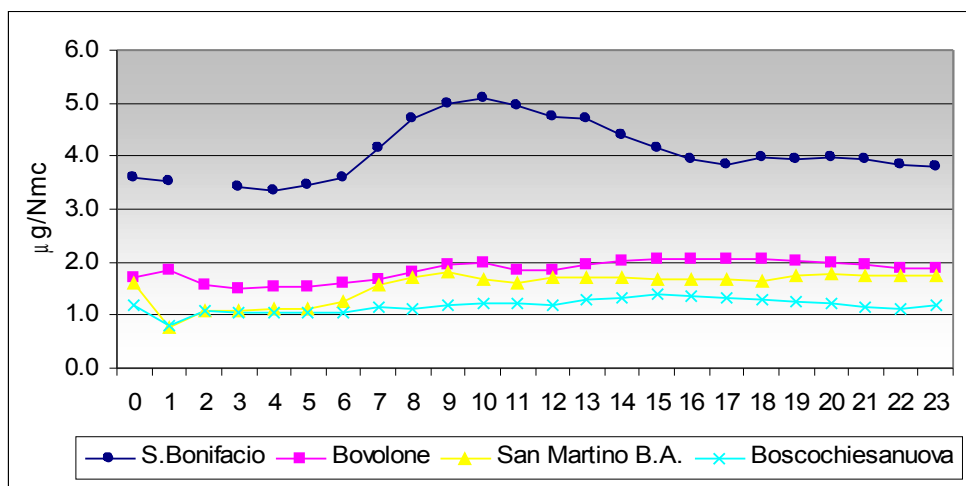


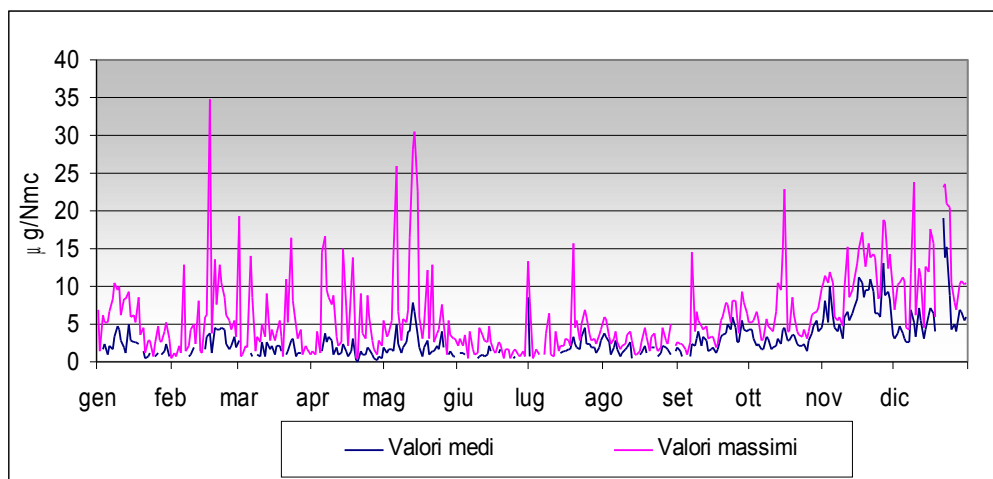
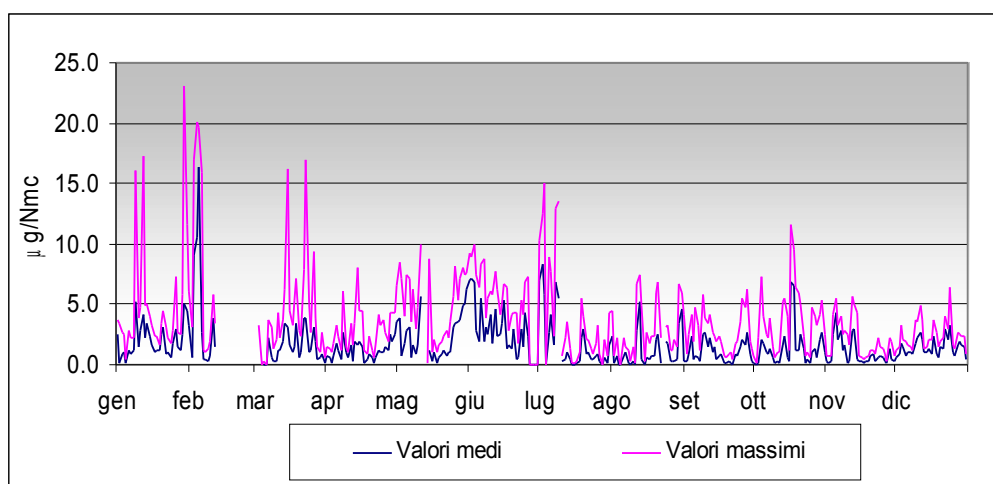
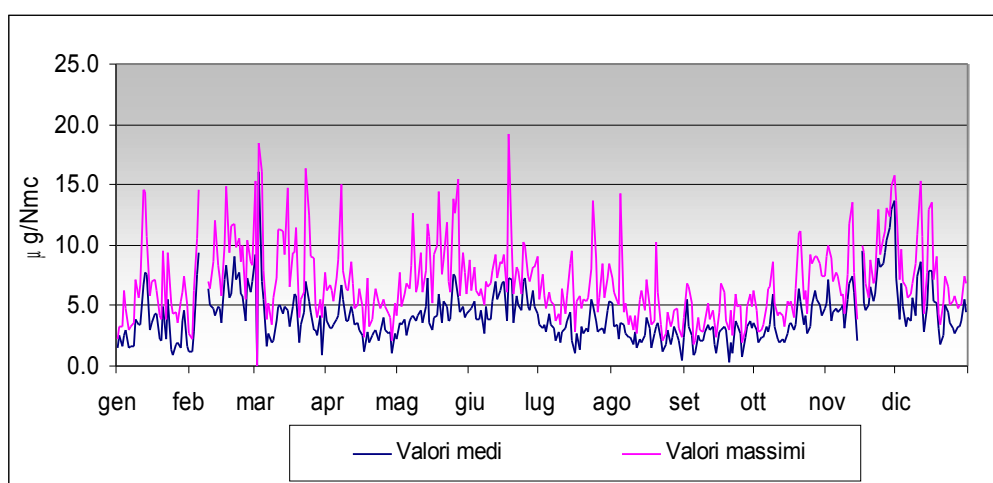
Figura 12-21: andamento delle concentrazioni di SO₂ misurate presso la postazione di Fumane nell'anno 2009**Figura 12-22:** andamento delle concentrazioni di SO₂ misurate presso la postazione di Bovolone nell'anno 2009**Figura 12-23:** andamento delle concentrazioni di SO₂ misurate presso la postazione di San Bonifacio nell'anno 2009

Figura 12-24: andamento delle concentrazioni di SO₂ misurate presso la postazione di San Martino B.A. nell'anno 2009

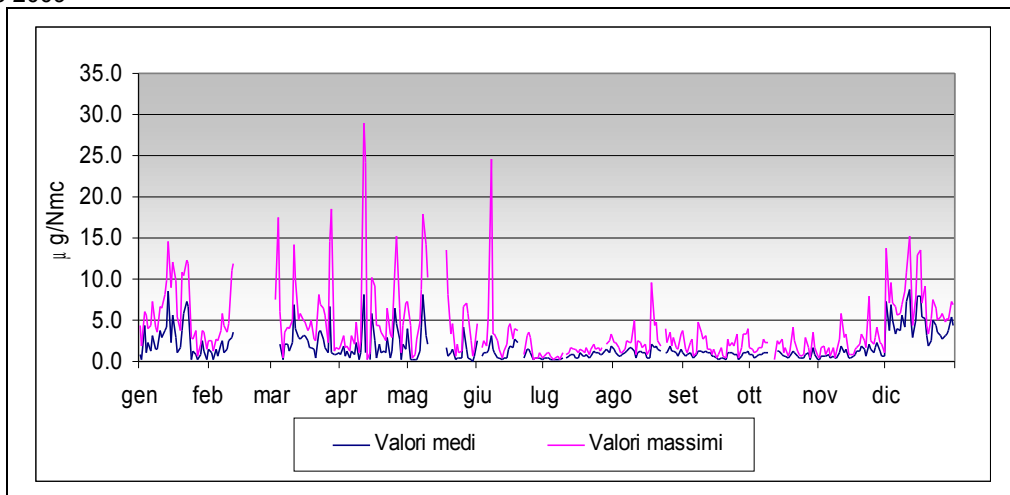
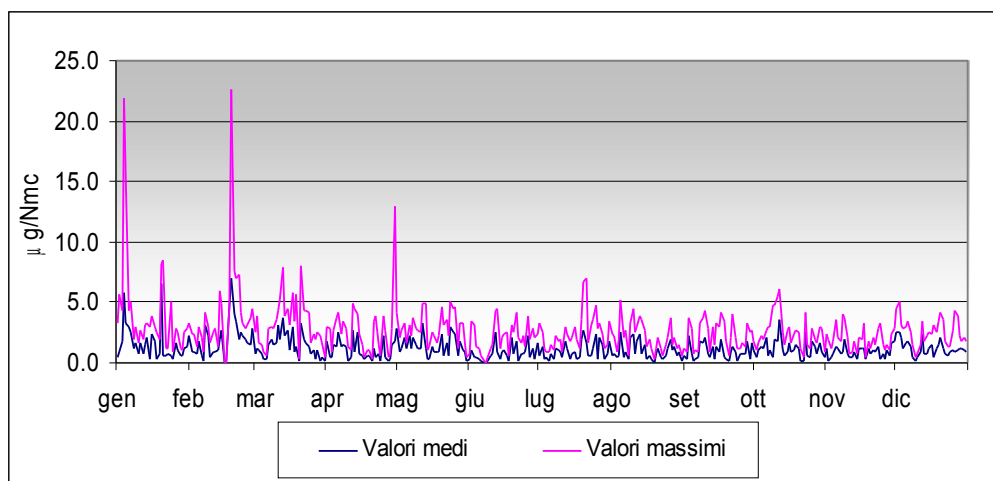


Figura 12-25: andamento delle concentrazioni di SO₂ misurate presso la postazione di Boscochiesanuova nell'anno 2009



13 Biossido di azoto – NO₂

13.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

<i>Tipo di esposizione:</i> ESPOSIZIONE ACUTA				
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite	Valore limite (margine toll.)
Biossido di azoto (NO₂)	Valore limite orario per la protezione della salute umana (DM 60/02)	1 ora	200 µg/m³ da non superare più di 18 volte per anno civile	210 µg/m ³ (fino a 31.12.2009)
	Soglia di allarme (DM 60/02)	400 µg/m³ misurati su tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno 100 Km ² oppure in una intera zona o agglomerato, nel caso siano meno estesi		

<i>Tipo di esposizione:</i> ESPOSIZIONE CRONICA				
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite	Valore limite (margine toll.)
Biossido di azoto (NO₂)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana (DM 60/02)	Anno civile	40 µg/m³	42 µg/m ³ (fino a 31.12.2009)

<i>Tipo di esposizione:</i> PROTEZIONE DEGLI ECOSISTEMI			
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	-Valore limite
Biossido di azoto (NO₂)	Valore limite per la protezione della vegetazione (DM 60/02)	Anno civile	30 µg/m³

13.2 VALORI MISURATI

NO₂					
<i>Postazione</i>	<i>n° super. Limite orario</i>	<i>n° super. soglia allarme</i>	<i>Valore medio annuo (µg/m³)</i>	<i>Superamenti valore limite</i>	<i>Dati validi (%)</i>
Bovolone	0	0	31	si vegetazione no salute	93
Legnago	1	0	30	si vegetazione no salute	95
San Bonifacio	0	0	38	si vegetazione no salute	95
S. Martino B.A.	5	5	51	si vegetazione si salute	96
Villafranca	1	1	45	si vegetazione si salute	93
Boscochiesanuova	0	0	14	no vegetazione no salute	94

13.3 GRAFICI

Figura 13-26: andamento delle concentrazioni di NO₂ misurate presso la postazione di Bovolone nell'anno 2009

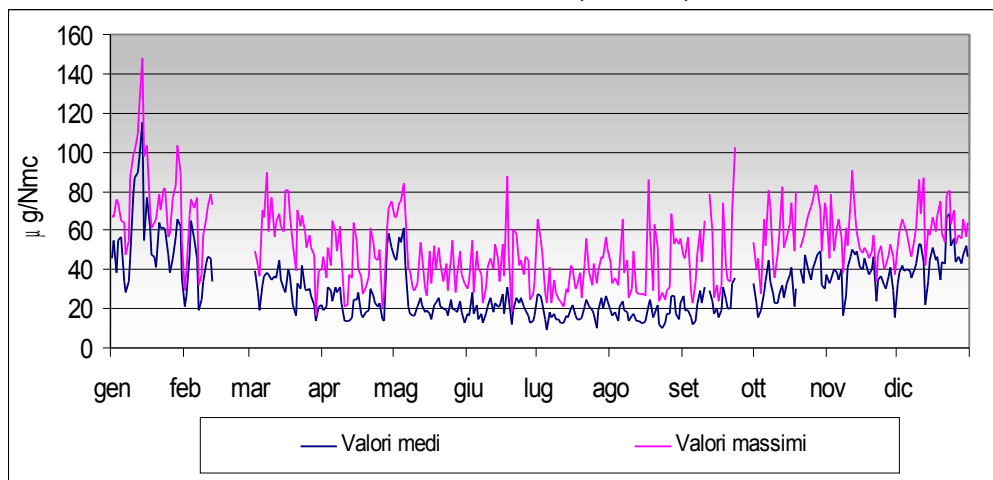


Figura 13-27: settimana tipo delle concentrazioni di NO₂ misurate presso la postazione di Bovolone nell'anno 2009

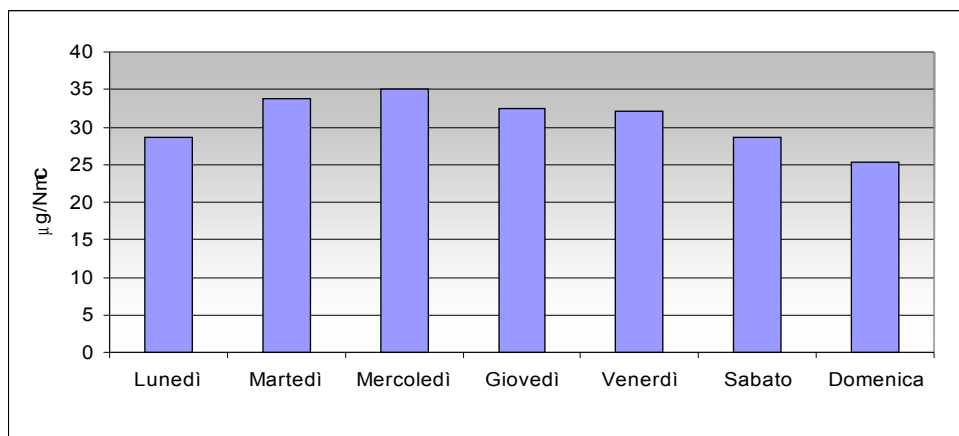


Figura 13-28: andamento delle concentrazioni di NO₂ misurate presso la postazione di Legnago nell'anno 2009

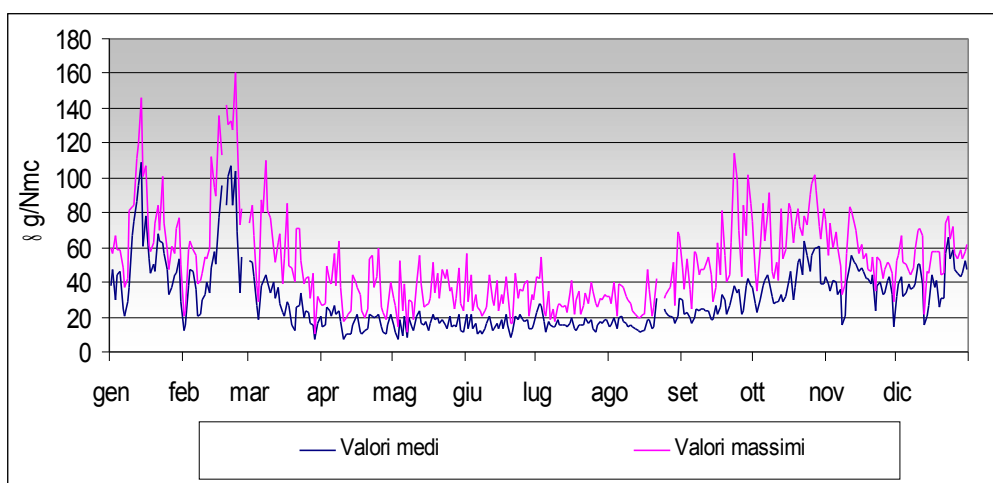


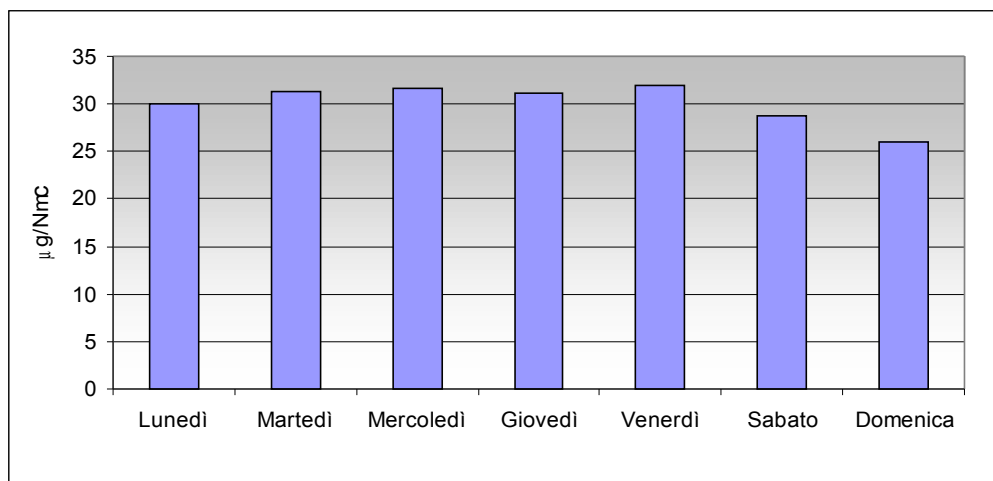
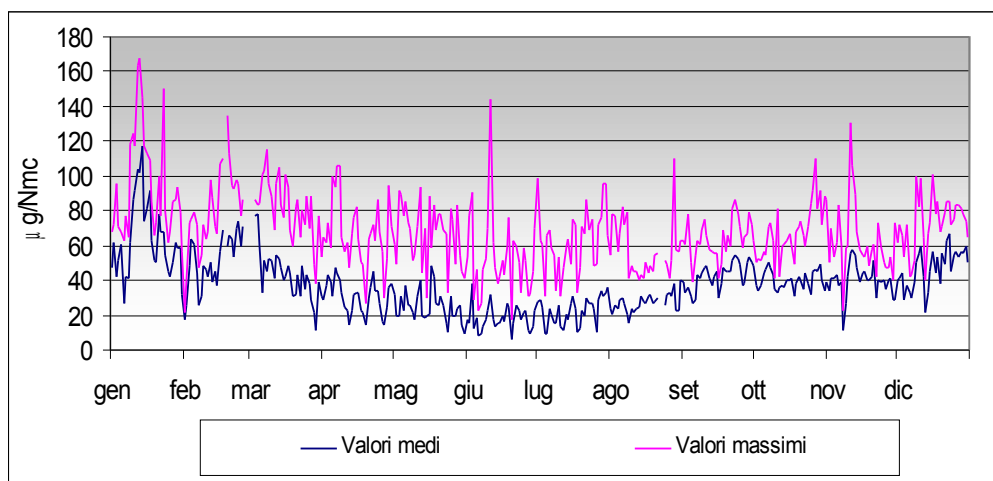
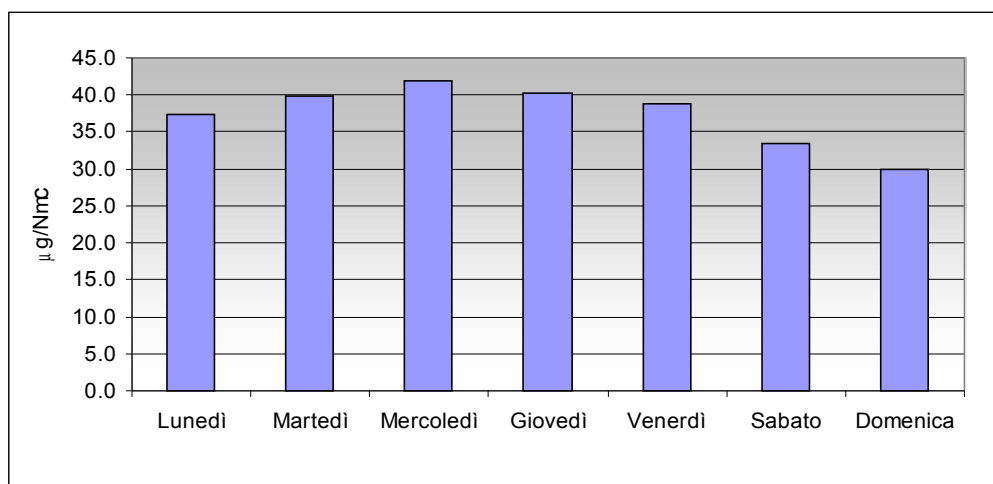
Figura 13-29: settimana tipo delle concentrazioni di NO₂ misurate presso la postazione di Legnago nell'anno 2009**Figura 13-30:** andamento delle concentrazioni di NO₂ misurate presso la postazione di San Bonifacio nell'anno 2009**Figura 13-31:** settimana tipo delle concentrazioni di NO₂ misurate presso la postazione di San Bonifacio nell'anno 2009

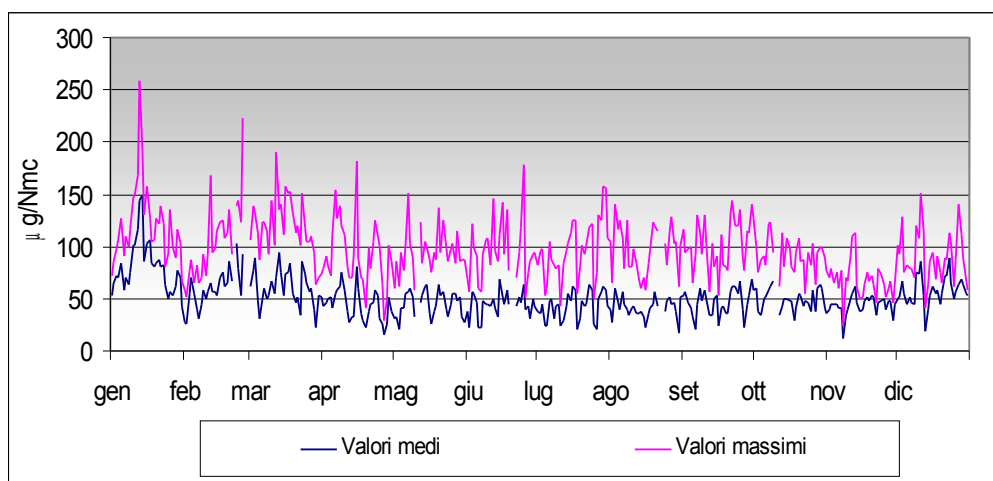
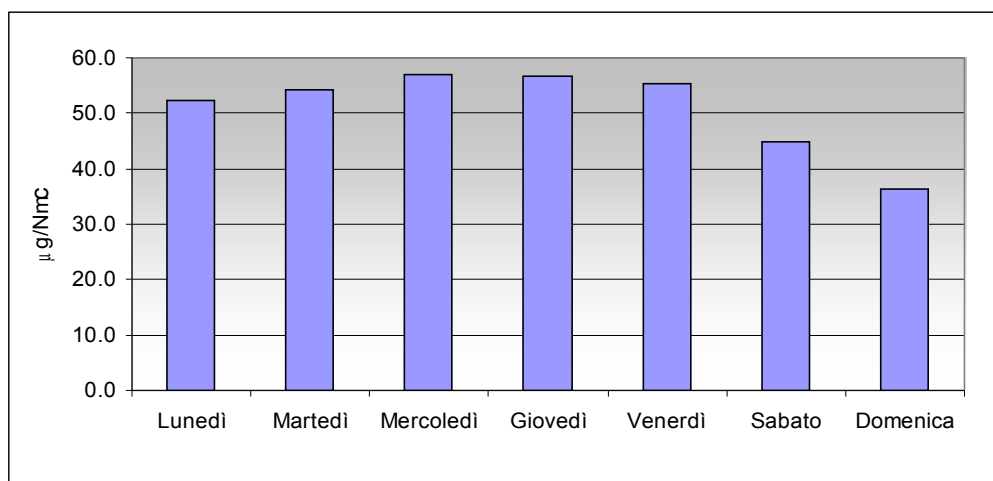
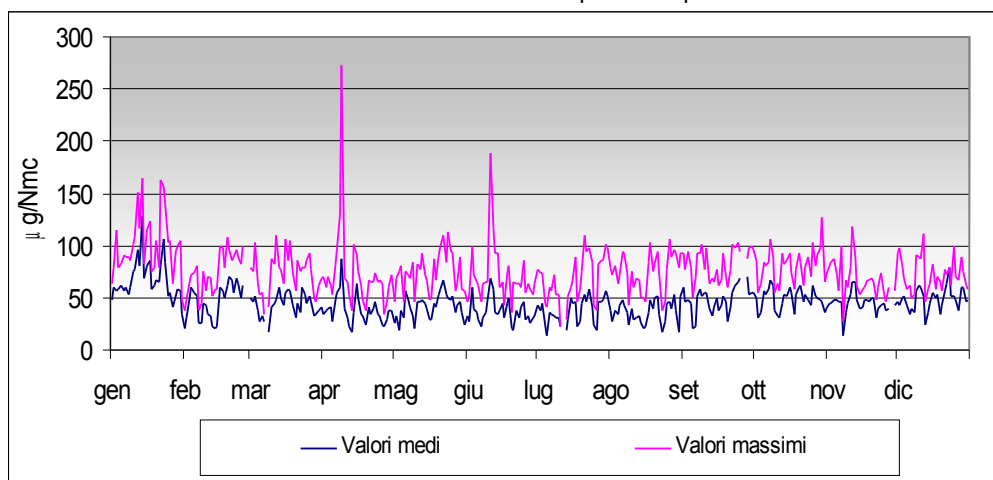
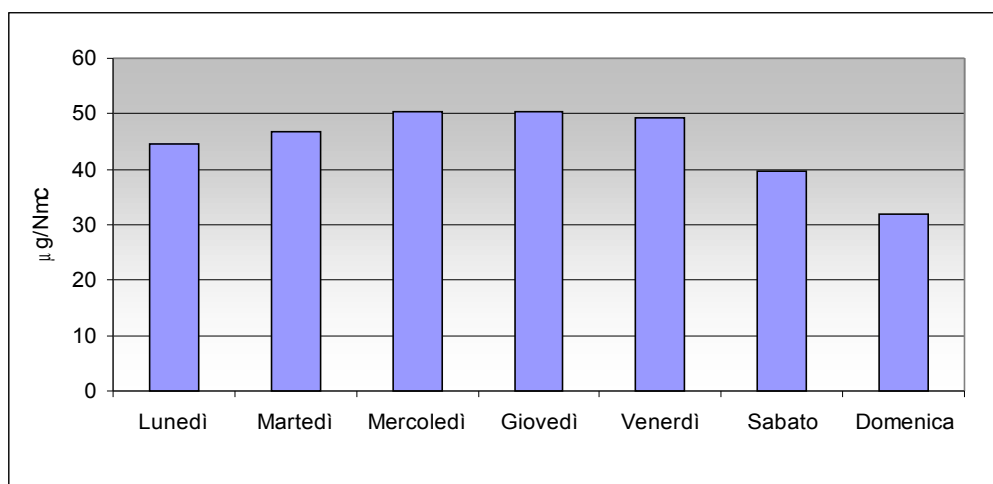
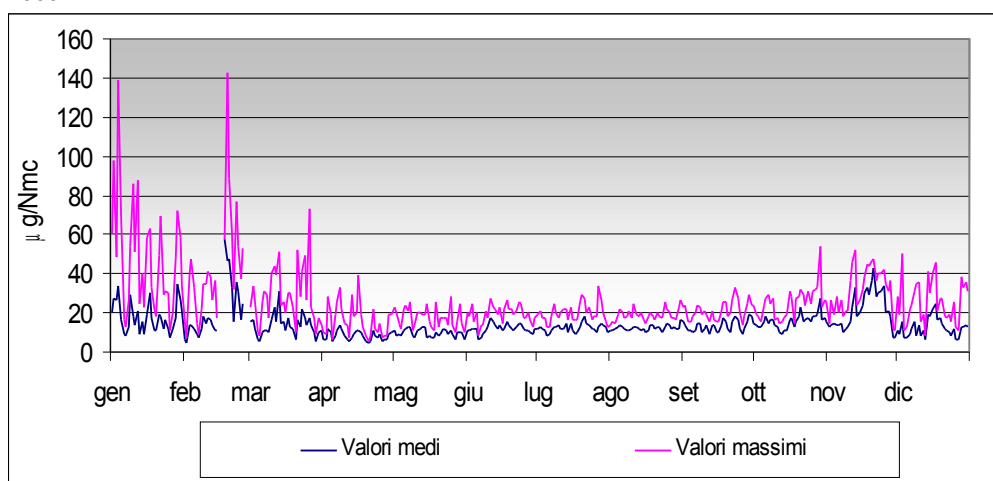
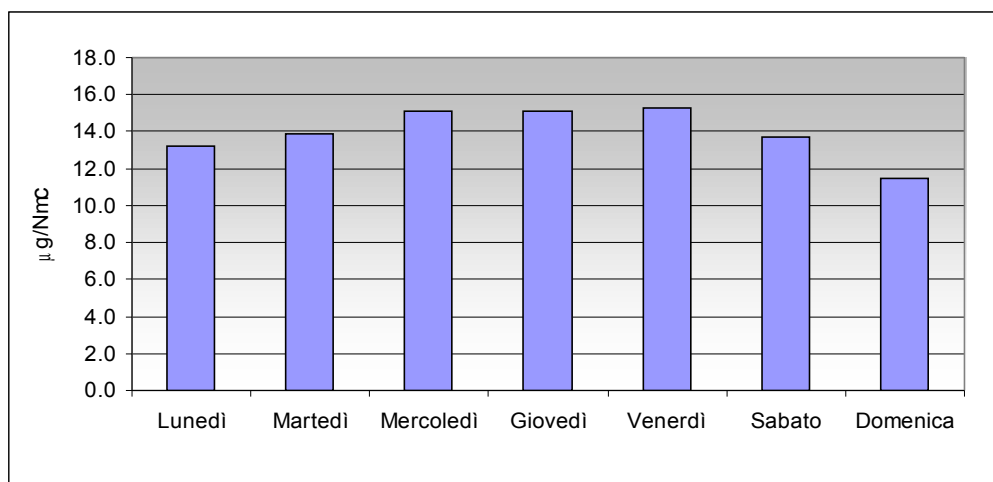
Figura 13-32: andamento delle concentrazioni di NO₂ misurate presso la postazione di San Martino Buon Albergo nell'anno 2009**Figura 13-33:** settimana tipo delle concentrazioni di NO₂ misurate presso la postazione di San Martino Buon Albergo nell'anno 2009**Figura 13-34:** andamento delle concentrazioni di NO₂ misurate presso la postazione di Villafranca nell'anno 2009

Figura 13-35: settimana tipo delle concentrazioni di NO₂ misurate presso la postazione di Villafranca nell'anno 2009**Figura 13-36:** andamento delle concentrazioni di NO₂ misurate presso la postazione di Boscochiesanuova nell'anno 2009**Figura 13-37:** settimana tipo delle concentrazioni di NO₂ misurate presso la postazione di Boscochiesanuova nell'anno 2009

14 Monossido di carbonio - CO

14.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

Tipo di esposizione:		ESPOSIZIONE ACUTA	
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite
Monossido di Carbonio (CO)	Valore limite per la protezione della salute umana (DM 60/02)	Media massima giornaliera su 8 ore (medie mobili calcolate in base a dati orari e aggiornate ogni ora)	10 mg/m ³

14.2 VALORI MISURATI

Postazione	CO				Dati validi (%)
	Concentrazione e media annua (mg/m ³)	n° super. limite orario	n° super. conc. 8h	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h (mg/m ³)	
Bovolone	0.4	0	0	2.1	92
S.Bonifacio	0.4	0	0	2.3	95
S. Martino B.A.	0.4	0	0	1.8	89
Villafranca	0.4	0	0	1.7	96
Boscochiesanuova	0.3	0	0	1.5	93

14.3 GRAFICI

Figura 14-38: Giorno tipo delle concentrazioni di CO rilevate nell'anno 2009 presso la postazioni di Bovolone

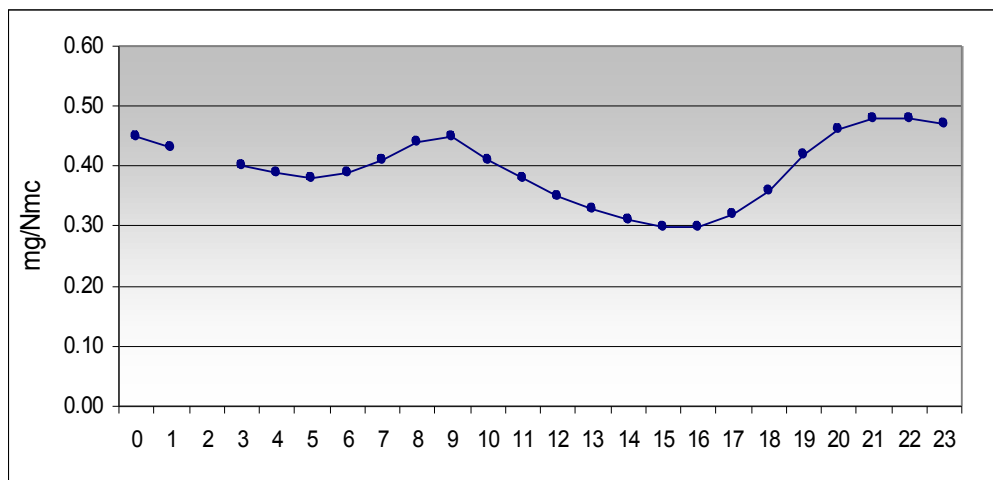


Figura 14-39: andamento delle concentrazioni di CO misurate presso la postazione di Bovolone nell'anno 2009

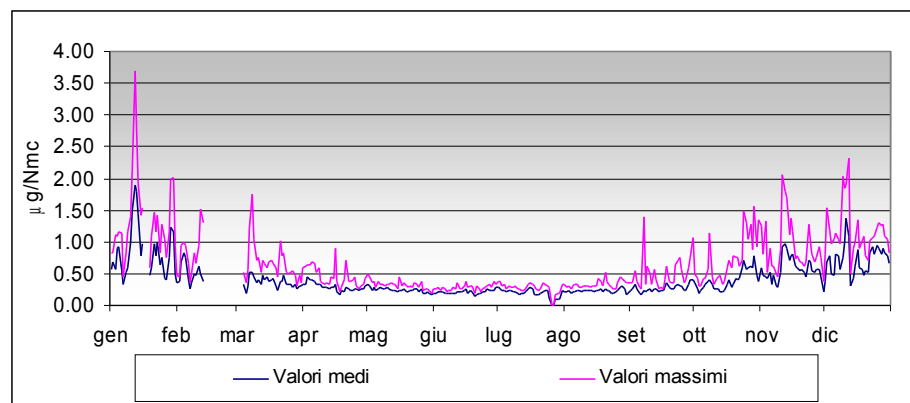


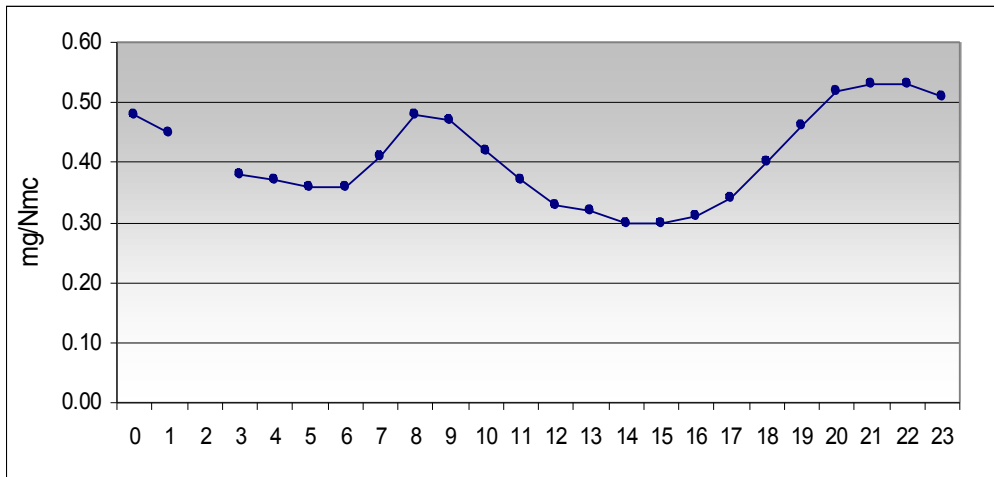
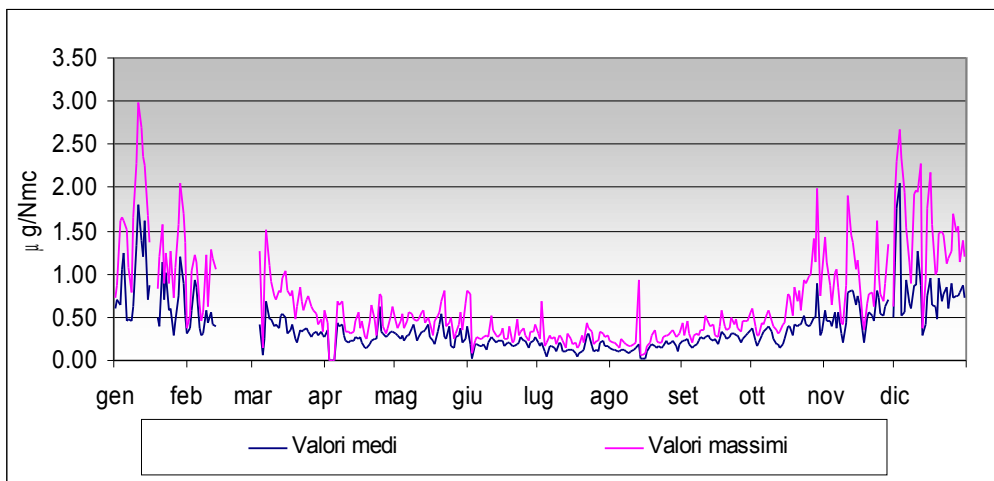
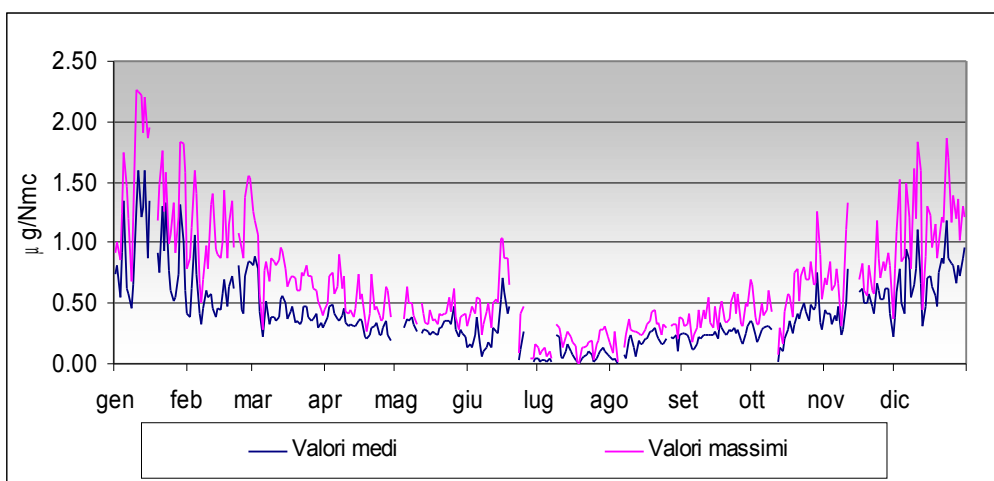
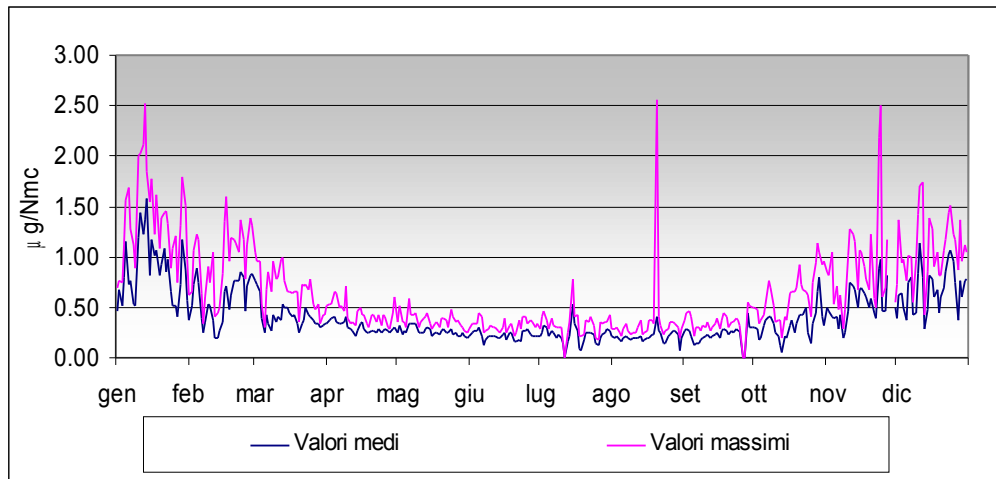
Figura 14-40: Giorno tipo delle concentrazioni di CO rilevate nell'anno 2009 presso la postazioni di San Bonifacio**Figura 14-41:** andamento delle concentrazioni di CO misurate presso la postazione di San Bonifacio nell'anno 2009**Figura 14-42:** andamento delle concentrazioni di CO misurate presso la postazione di S.Martino nell'anno 2009

Figura 14-43: andamento delle concentrazioni di CO misurate presso la postazione di Villafranca nell'anno 2009

15 Ozono- O₃

15.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

Tipo di esposizione:		ESPOSIZIONE ACUTA			
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite	Riferimento legislativo	
Ozono (O ₃)	Soglia di informazione	Concentrazione media di 1 ora	180 µg/m ³	DLgs 21 maggio 2004 n. 183	
	Soglia di allarme	Concentrazione media di 1 ora	240 µg/m ³	DLgs 21 maggio 2004 n. 183	

Tipo di esposizione:		ESPOSIZIONE CRONICA			
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite	Riferimento legislativo	
Ozono (O ₃)	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute	Concentrazione media su 8 h massima giornaliera	120 µg/m ³	DLgs 21 maggio 2004 n. 183	
	Valore bersaglio per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18 000 µg/m ³ -h come media su 5 anni	DLgs 21 maggio 2004 n. 183	

15.2 VALORI MISURATI

Postazione	O ₃					
	super. soglia di informazione	super. soglia di allarme	super. livelli protezione salute	Concentrazione max annua media su 8 h (µg/m ³)	AOT40 su base annua (µg/m ³ h)	Dati validi (%)
Legnago	0	0	61	159	30547	96
San Bonifacio	25	0	88	182	36430	93
Boscochiesanuova	13	0	91	179	40003	91
Bovolone	24	0	45	186	24969	95

15.3 GRAFICI

Figura 15-44: Giorno tipo delle concentrazioni di ozono rilevate nell'anno 2009 presso le postazioni di San Bonifacio, Bovolone, Legnago, Boscochiesanuova

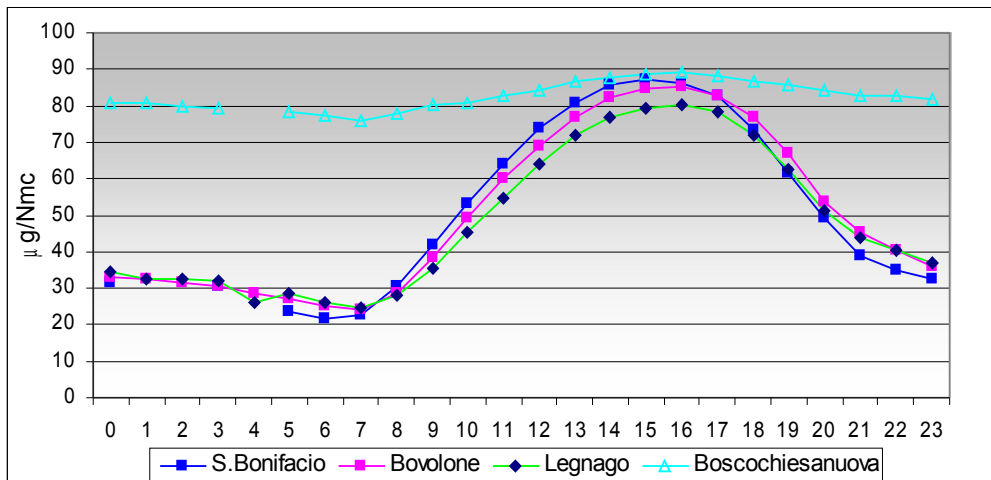


Figura 15-45 andamento delle concentrazioni di ozono misurate presso la postazione di Boscochiesanuova e San Bonifacio nell'anno 2009

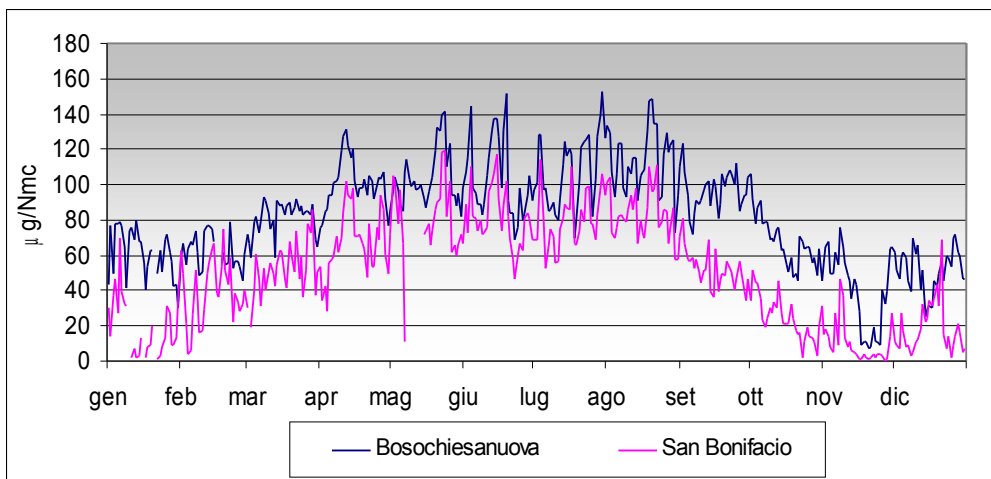
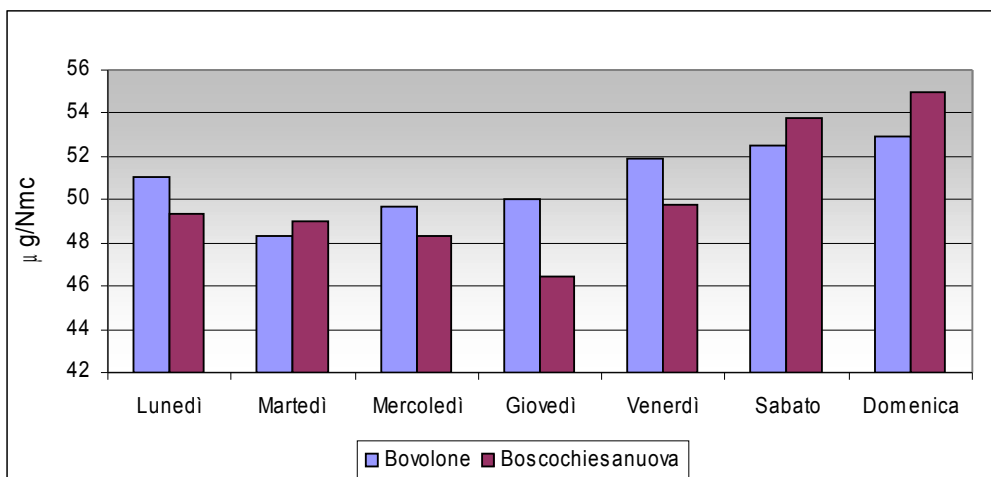


Figura 15-46: settimana tipo delle concentrazioni di ozono misurate presso la postazione di Boscochiesanuova e San Bonifacio nell'anno 2009



16 Materiale particolato – PM₁₀

16.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

<i>Tipo di esposizione:</i> ESPOSIZIONE ACUTA				
parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite	Valore limite (margine toll.)
Materiale particolato (PM₁₀)	Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (DM 60/02)	24 ore	50 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile	50 µg/m ³
<i>Tipo di esposizione:</i> ESPOSIZIONE CRONICA				
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite	Valore limite (margine toll.)
Materiale particolato (PM₁₀)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana (DM 60/02)	Anno civile	40 µg/m³	40 µg/ m ³

16.2 VALORI MISURATI

PM₁₀			
<i>Postazione</i>	<i>n°di superamenti limite 24h</i>	<i>concentrazione media annua (µg/ m³)</i>	<i>Dati validi (%)</i>
Boscochiesanuova	10	20	82
San Bonifacio*	41	40	42
Bovolone*	57	45	45
Fumane	55	34	98

*la misura delle polveri sottili è iniziata in luglio 2009

16.3 GRAFICI

Figura 16-47: Giorno tipo delle concentrazioni di PM₁₀ rilevate nell'anno 2009 presso le postazione di Boscochiesanuova

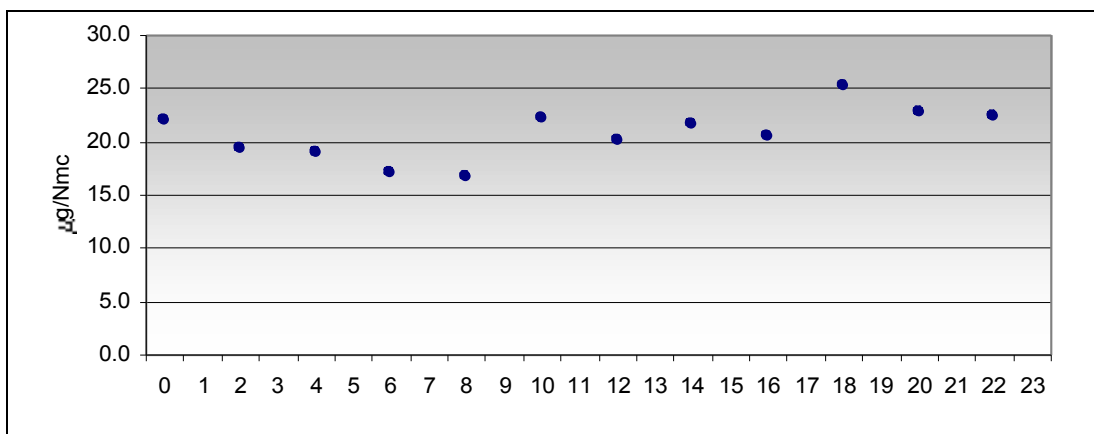


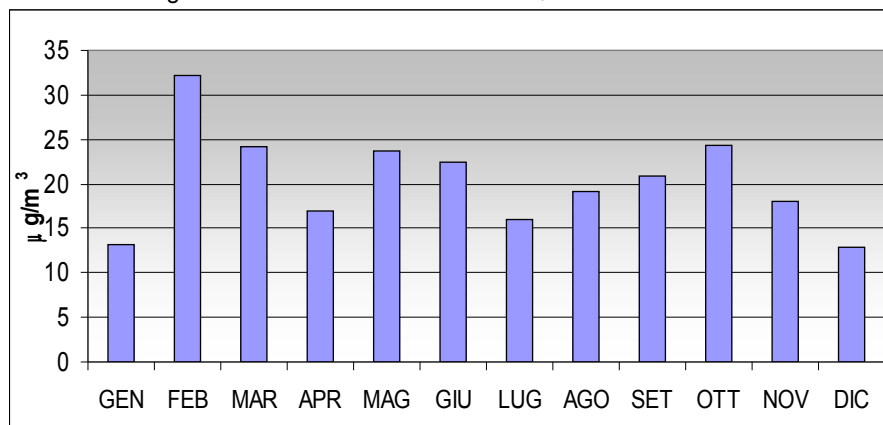
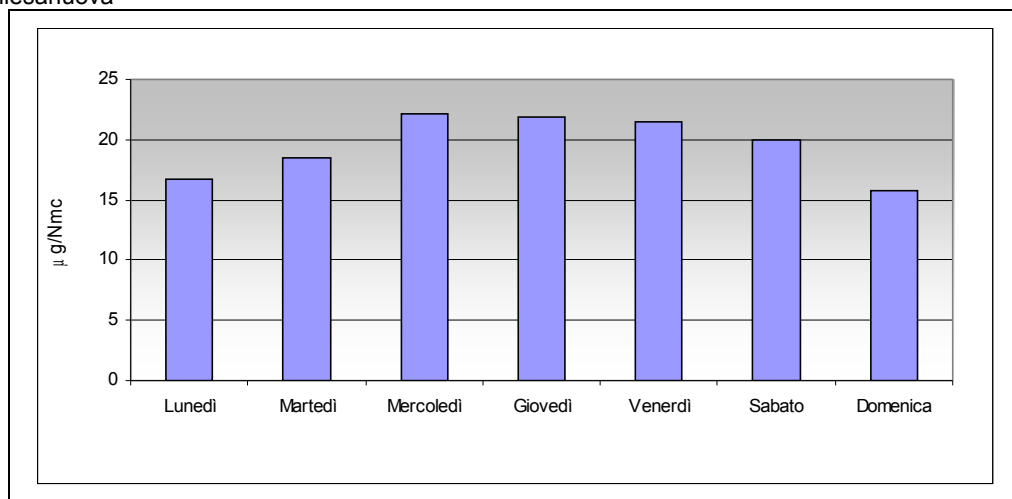
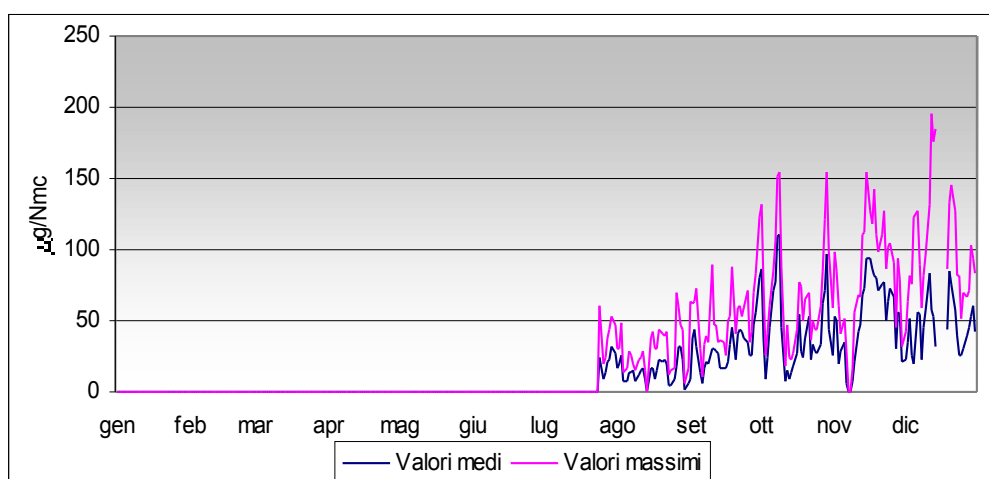
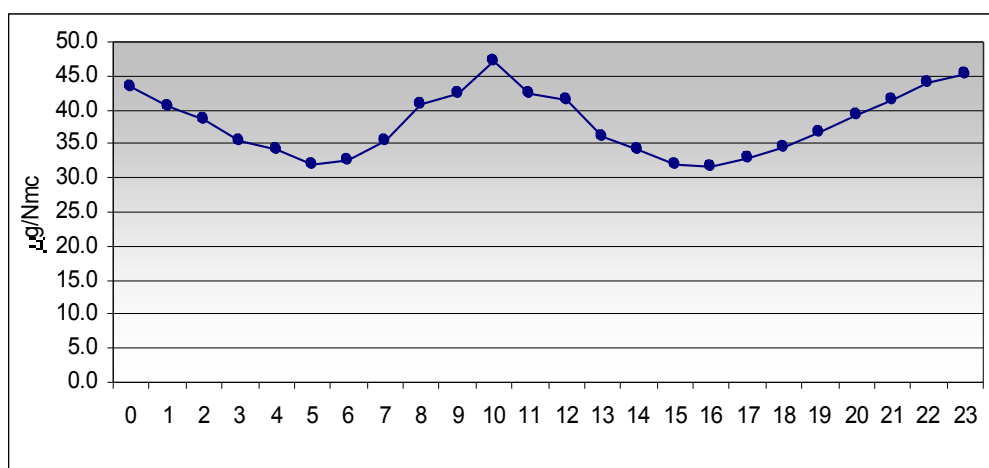
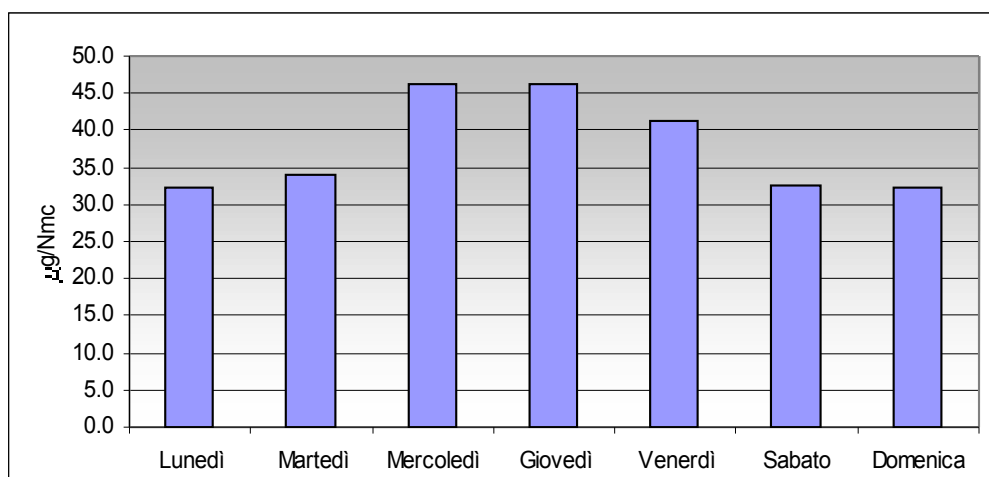
Figura 16-48: Andamento stagionale delle concentrazioni di PM₁₀ a Boscochiesanuova nel 2009**Figura 16-49:** Settimana tipo delle concentrazioni di PM₁₀ rilevate nell'anno 2009 presso le postazione di Boscochiesanuova**Figura 16-50:** andamento delle concentrazioni giornaliere di PM₁₀ misurate presso la postazione di San Bonifacio nell'anno 2009

Figura 16-51: Giorno tipo delle concentrazioni di PM₁₀ rilevate nell'anno 2009 presso le postazione di San Bonifacio**Figura 16-52:** Settimana tipo delle concentrazioni di PM₁₀ rilevate nell'anno 2009 presso le postazione di San Bonifacio

17 Benzene – C₆H₆

17.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

<i>Tipo di esposizione:</i>		<i>ESPOSIZIONE CRONICA</i>		
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite	Valore limite (margine toll.)
Benzene (C₆H₆)	Valore limite per la protezione della salute umana (DM 60/02)	Anno civile	5 µg/m³	1/1/2009 – 31/12/2009: 6 µg/m ³

17.2 VALORI MISURATI

Le concentrazioni di benzene in aria ambiente sono state misurate tramite l'utilizzo di rivelatori passivi (radielli) presso le postazioni fisse della rete provinciale di qualità dell'aria. Nella tabella seguente sono riportate le concentrazioni misurate presso le postazioni fisse.

Tabella 17-3

<i>Postazione</i>	<i>Concentrazione media benzene (µg/m³)</i>	<i>Dati validi (%)</i>
Legnago	1.2	100
San Bonifacio	1.4	100
Villafranca	1.2	100
Bovolone	1.4	100
San Martino Buon Albergo	1.2	100

18 Breve commento sull'andamento del PM₁₀ a Verona e provincia dal 2004 al 2009

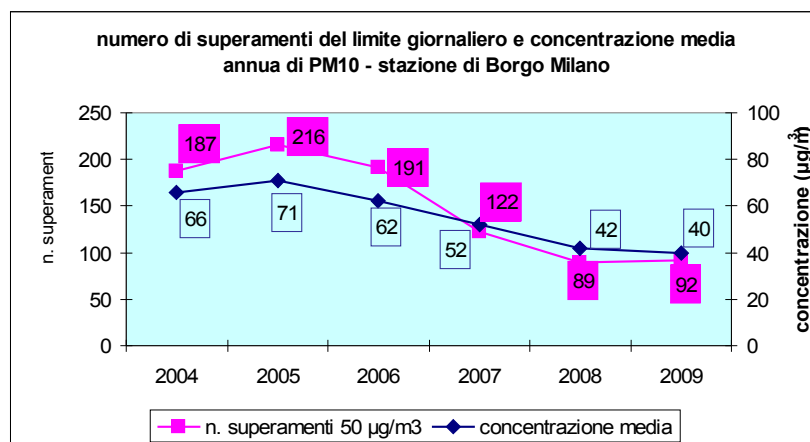
Nell'ambito urbano di Verona sono presenti due stazioni fisse di misura dell'inquinamento atmosferico da polveri sottili: Borgo Milano e Verona Cason. La prima è una stazione di "traffico" nella quale si effettua il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico che caratterizza situazioni urbane a elevata densità abitativa, presso strade con flussi elevati di veicoli. La seconda si trova in una zona suburbana ed è quindi una stazione in cui viene misurata la concentrazione degli inquinanti che caratterizza il fondo urbano; presso questa stazione è attivo da marzo 2007 anche il monitoraggio in continuo del PM_{2.5}. Si riporta nel grafico di Figura 18-53 l'andamento della concentrazione media annua e dei superamenti di legge per il PM₁₀ osservati nelle due stazioni della rete fissa di monitoraggio del Dipartimento Provinciale di Verona dal 2003 al 2009. Si ricorda che la normativa per quanto concerne l'esposizione acuta al PM₁₀ prevede un valore limite giornaliero per la protezione della salute umana (DM 60/02) pari a 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile, mentre per la protezione dall'esposizione cronica non si dovrebbe superare il valore medio annuo di 40 µg/m³.

Presso la stazione di Borgo Milano i valori medi annui nel periodo di monitoraggio considerato sono diminuiti passando da un massimo di 71 µg/m³ nel 2005 al valore di 40 µg/m³ rilevato nel 2009. Analoga riduzione si è avuta nel numero di superamenti del limite giornaliero; per quest'ultimo si è passati da un massimo di 209 superamenti nel 2005 ad un valore di 89 nel 2008, con una riduzione quindi del 42%.

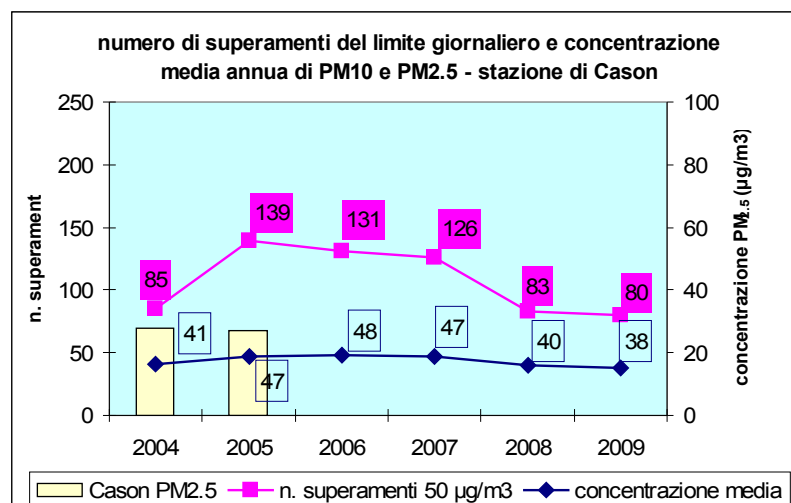
L'andamento dei valori medi di concentrazione e del numero di superamenti rilevati presso la stazione fissa di fondo urbano di Cason è più stabile: i valori medi mostrano variazioni più contenute, il numero di giornate di superamento del valore limite giornaliero rimane pressoché costante nel periodo 2005-2007 per poi ritornare ai valori del 2004 nel 2008.

Figura 18-53: Andamento del PM₁₀ dal 2004 al 2008 a Verona nelle stazioni di Borgo Milano a) e Cason b)

a)



b)



Si fornisce, inoltre, il dato relativo alla concentrazione media di PM_{2,5} rilevato presso la stazione di Cason dal gennaio 2008: mediamente la parte più fine del particolato costituisce a Verona il 66% del particolato misurato. In sono riassunti i valori di concentrazione media di PM₁₀ e il numero di superamenti del valore limite per la protezione della salute, rilevati dal 2004 a oggi nelle stazioni della rete di monitoraggio ARPAV di Verona

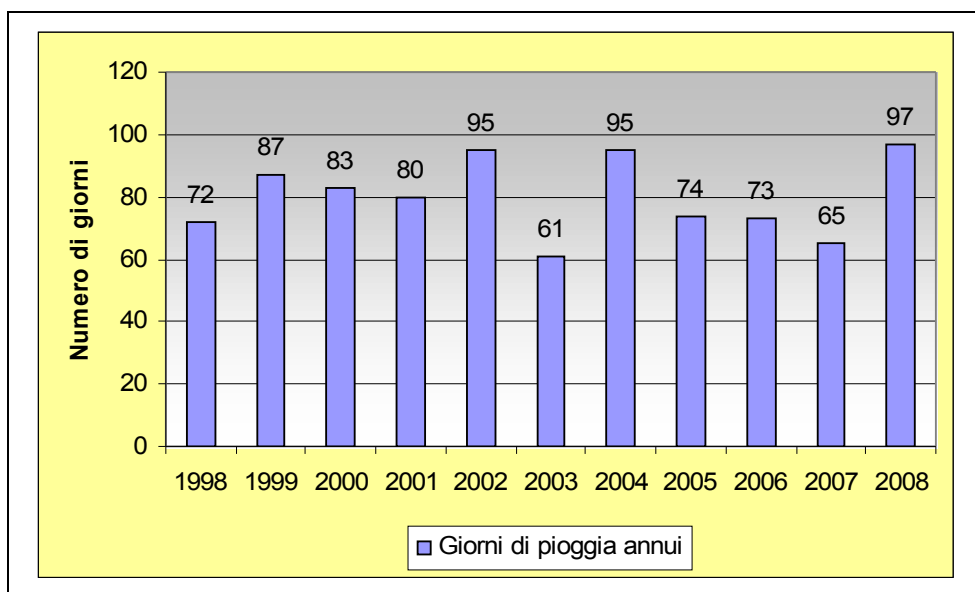
Si è avuta quindi in generale una riduzione nei valori di picco, ma non si è notata un analogo riduzione nei valori di fondo indice che le cause principali dell'inquinamento (trasporto a grande distanza da sorgenti "esterne" alla città e fonti di pressione interne alla città) non si sono modificate in maniera significativa nel periodo considerato.

Tabella 18-4: concentrazioni medie annue e superamenti del valore limite giornaliero per il PM₁₀ rilevato presso le stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria di ARPAV -Verona

corso Milano	2004	2005	2006	2007	2008	2009
n. superamenti 50 µg/m ³	187	216	191	122	89	92
concentrazione media (µg/m ³)	66	71	62	52	42	40
Cason PM_{2,5}						
concentrazione media (µg/m ³)					28	27
Cason PM₁₀						
n. superamenti 50 µg/m ³	85	139	131	126	83	80
concentrazione media (µg/m ³)	41	47	48	47	40	38
Boscochiesanuova						
n. superamenti 50 µg/m ³				19	19	10
concentrazione media (µg/m ³)				20	20	20
Fumane						
n. superamenti 50 µg/m ³					57	55
concentrazione media (µg/m ³)					34	34

Un notevole cambiamento è stato osservato nelle condizioni meteorologiche, in particolare nel 2008 due parametri meteorologici concomitanti hanno contribuito ad una dispersione degli inquinanti. In primis un moderato aumento della ventilazione con un valore medio annuo di 0.9 m/s contro gli 0.7 m/s del 2005, conseguenza di uno spiccato dinamismo meteorologico con il transito di sistemi perturbati sul nord Italia proprio nel tardo autunno e primo inverno, periodi statisticamente favorevoli a situazioni da accumulo di PM₁₀ sulla Vallep Padana. Tale anomalia essendo estesa alla mesoscala ha influenzato non solo Verona, ma anche il restante Veneto nonché il bacino padano-adriatico.

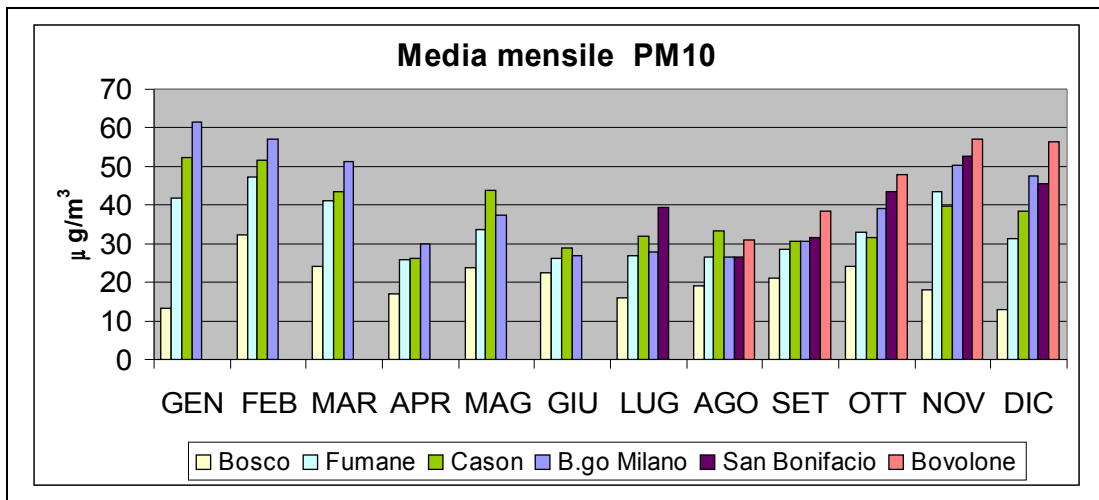
Figura 18-54 Andamento dei giorni di pioggia annui dal 1998 al 2008 nella stazione meteorologica di Verona Villafranca



Se si osserva ad esempio il dato relativo al numero di giornate piovose (Figura 18-54) si nota come il 2008 sia stato caratterizzato da 97 giorni di pioggia, il numero più elevato registrato negli ultimi 10 anni. Nel 2009 si sono avute 84 giornate di pioggia. Nel 2004 si è avuto un numero di giornate piovose confrontabile con quelle che hanno caratterizzato il 2008: anche i valori medi di concentrazione ed il numero di superamenti misurati nella stazione di fondo di Cason nel 2004 e 2008 sono di fatto confrontabili.

Nel luglio 2009 è iniziata la misura giornaliera delle polveri sottili anche presso le stazioni di Bovolone e San Bonifacio. L'andamento mensile confrontato con l'andamento mensile di tutto il 2009 presso le altre stazioni della rete è riportato nel grafico seguente (Figura 18-55).

Figura 18-55 Andamento delle concentrazioni mensili di PM₁₀ misurate presso le centraline ARPAV di Verona Borgo Milano e Verona Cason, e presso le stazioni della provincia nel 2009



L'andamento delle concentrazioni mensili di polveri sottili in provincia è analogo a quello che si misura presso le stazioni di Verona città. Si possono comunque osservare alcune peculiarità, ad esempio:

- il giorno tipo delle concentrazioni di PM₁₀ rilevate presso la stazione di Boscochiesanuova presenta un andamento interessante con un massimo di concentrazione verso le ore 18-20, ed un minimo alle ore 7-8 (Figura 16-47), mentre a San Bonifacio il valore minimo si ha alle 5 e si notano due massimi uno verso le 10 e l'altro verso le 22-23 (Figura 16-51).
- Pur risultando il PM₁₀ un inquinante dalle caratteristiche ubiquitarie, si osserva sempre nella postazione di San Bonifacio, una riduzione a livello locale che interviene nelle giornate di sabato e domenica (Figura 16-52). Analizzando l'andamento della settimana tipo delle concentrazioni, la riduzione rispetto ai giorni tipo più inquinati come il giovedì arriva fino a 12 µg/m³.