

ANALISI DI DETTAGLIO

L'analisi di dettaglio che segue, viene effettuata riproponendo sui dati rilevati nelle singole postazioni, le elaborazioni già effettuate per le zone e per gli agglomerati, così da avere indicazioni sulle singole realtà territoriali monitorate.

In particolare, sui dati delle singole stazioni di monitoraggio della rete sono state effettuate le seguenti elaborazioni.

Analisi delle concentrazioni rilevate nell'anno 2003

Per ogni inquinante monitorato vengono analizzati:

- Le concentrazioni: i valori medi, i massimi e i 98° percentili (95° percentile per le PTS) ;
- Gli andamenti temporali: la settimana tipica ed il giorno tipico annuale, evidenziando per quest'ultimo anche l'andamento delle concentrazioni dei giorni feriali da quelli di sabato, e domenica. La variabilità "stagionale", legata alla meteorologia dell'anno, risulta simile su tutto il territorio ed è già stata analizzata nel capitolo dedicato alla sintesi provinciale.
- Confronto con i limiti normativi definiti dal DM60: anche se la nuova normativa pone l'accento sulla qualità dell'aria nelle zone e negli agglomerati, si è ritenuto utile effettuare un'analisi di dettaglio sui dati rilevati in ogni singola stazione presente nel Comune o nell'area, in modo da verificare il rispetto dei limiti normativi anche in ogni situazioni puntuale monitorata. In questa analisi, si è comunque mantenuto come confronto il dato dell'Agglomerato di riferimento.
- Verifica del rispetto degli standard di qualità fissati (DPCM 28.03.83, DPR 203/88) e dei livelli di protezione della salute e della vegetazione definiti per l'ozono che restano in vigore fino al termine entro il quale i nuovi limiti devono essere raggiunti.

Evoluzione della qualità dell'aria

L'evoluzione della qualità dell'aria nel tempo è stata studiata analizzando:

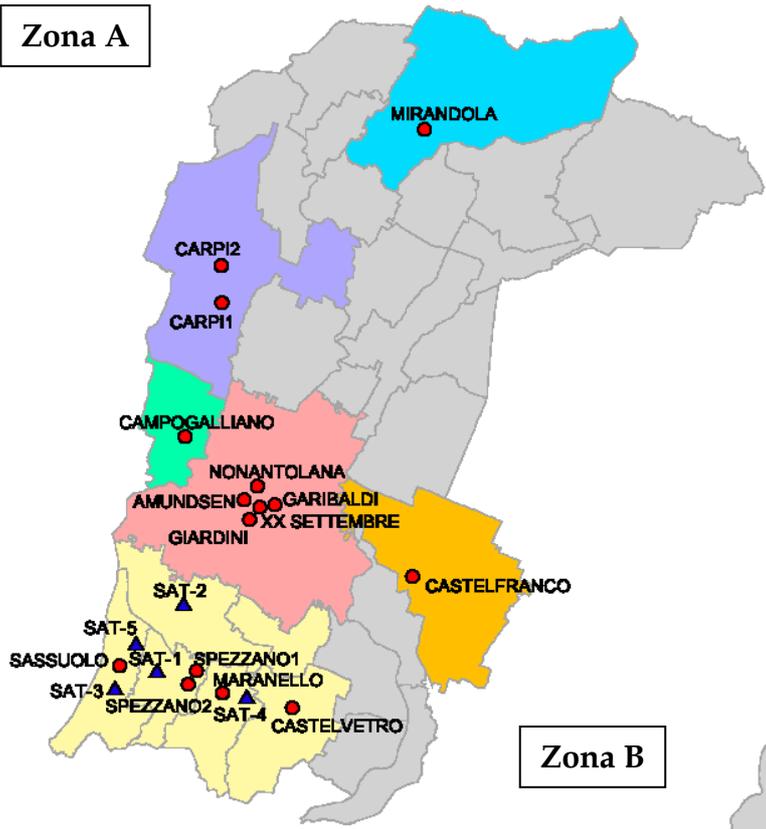
- i trend delle concentrazioni in relazione agli obiettivi imposti dal DM 60: tale valutazione è stata effettuata rielaborando, per ogni singola stazione e per la realtà di riferimento, i dati di concentrazione di CO e NO₂, raccolti dal 1995 ad oggi in base ai parametri indicati dalla nuova normativa. Stessa analisi è stata effettuata, per gli anni a disposizione e nelle realtà dove vengono monitorati, anche per PM₁₀ e benzene. Solo per l'ozono, non trattato dal DM 60, si riporta il trend delle concentrazioni medie dal 1993 al 2003.

Nella cartografia successiva si riportano i Comuni presenti nella Zona A e nella Zona B, con indicate le stazioni presenti sul loro territorio.

Relativamente alla **Zona A**, per maggior chiarezza, l'analisi è stata suddivisa per Comune o per area omogenea (Comune Modena, Carpi, Distretto Ceramico, Mirandola-Castelfranco-Campogalliano), confrontando i dati delle singole stazioni con il dato medio del Comune o dell'agglomerato di appartenenza. Dove disponibili si sono riportati i risultati delle campagne di monitoraggio effettuate per benzene ed IPA.

Per la **Zona B**, l'unico Comune dove si effettua il monitoraggio in continuo della qualità dell'aria è Pavullo. L'analisi dei dati raccolti da questa stazione è quindi stata effettuata con un approfondimento specifico su questa realtà.

Zona A



Zona B



Legenda	
	Comuni presenti nella Zona senza stazioni di monitoraggio
	Stazioni fisse
	Postazioni SAT:
	SAT-1: Fiorano – P.zza Menotti
	SAT-2: Formigine – P.zza Caduti per la Libertà
	SAT-3: Sassuolo – Via Milano
	SAT-4: Maranello – Loc. Gorzano
	SAT-5: Sassuolo – Via Radici in Piano

COMUNE DI MODENA

Nel 2003, il monitoraggio della qualità dell'aria nel Comune di Modena è stato effettuato tramite cinque postazioni della rete fissa, collocate rispettivamente in L.go Garibaldi, Via Giardini, P.zza XX Settembre, Via Nonantolana e via Amundsen. Quest'ultima centralina è attiva da Gennaio 2003 in sostituzione della stazione di corso Cavour disattivata a giugno 2002. La nuova stazione si configura come un sito di "fondo urbano", infatti si trova nel quartiere "Madonnina", su di una strada che serve esclusivamente il vicino polo scolastico.

La struttura della rete con il dettaglio dei parametri monitorati è riportata nel capitolo "La qualità dell'aria".

Valutazione dei dati di qualità dell'aria

I dati rilevati nell'anno 2003

Di seguito si riporta il riassunto dei dati rilevati nel 2003 nelle stazioni di monitoraggio. Questi vengono confrontati con il dato medio della città di Modena, ottenuto mediando i dati orari raccolti nelle diverse postazioni.

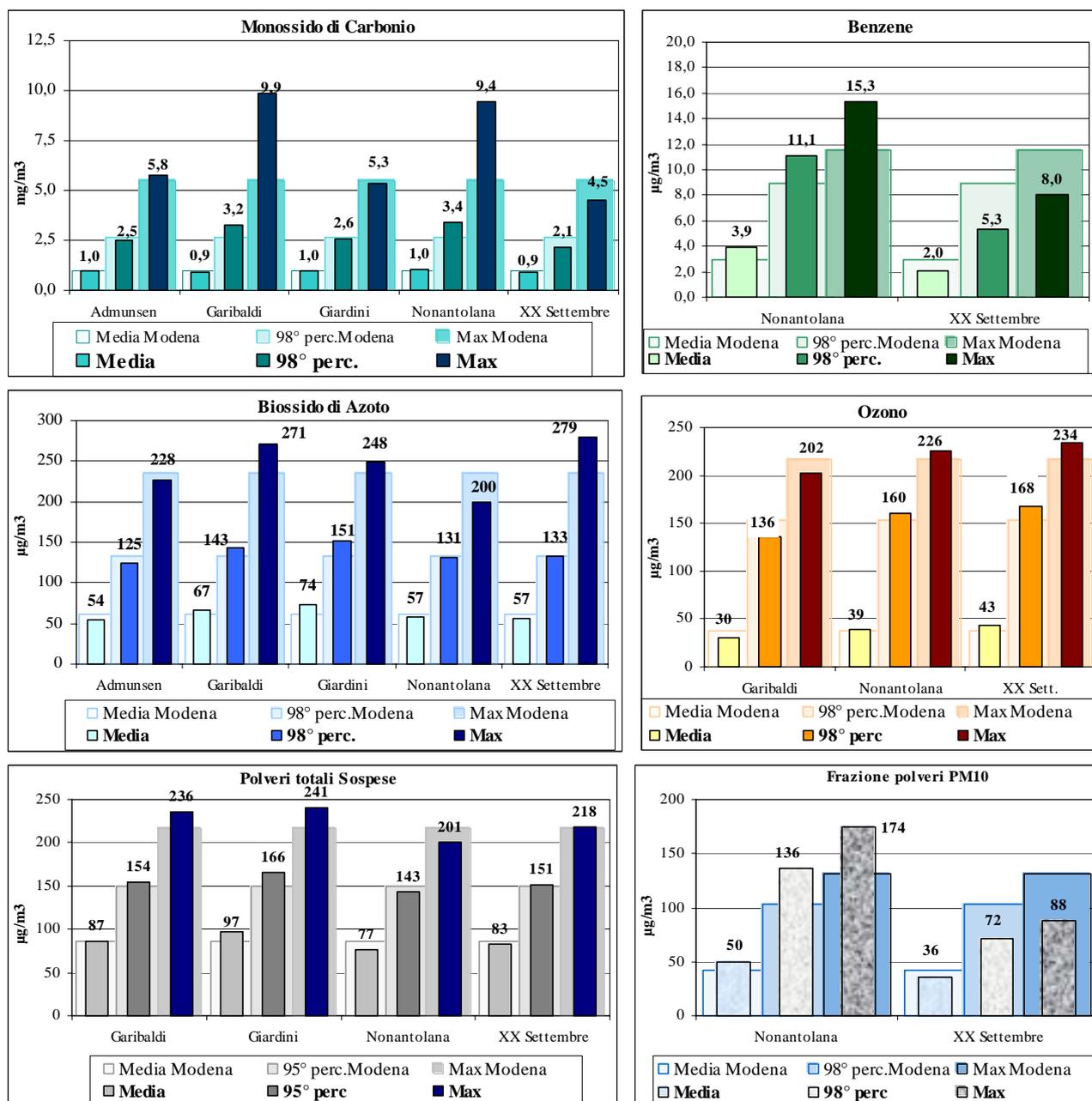


Fig. n° 1: concentrazioni rilevate nell'anno 2003

Se si analizza il dato medio riportato in Fig. n° 1, non emergono evidenti differenze tra i diversi punti di monitoraggio: la variabilità del dato è legata principalmente alla collocazione della stazione, infatti XX Settembre e Amundsen presentano valori leggermente più contenuti. I valori massimi sono invece più differenziati, in particolare per CO, benzene e PM₁₀, mentre per NO₂, ozono e PTS, come per la media, non si notano differenze significative.

L'unico punto di misura dell'SO₂ conferma la situazione registrata negli ultimi anni, con valori ampiamente inferiori ai limiti: il valore medio annuale è pari a 6.7 µg/m³ ed il 98° percentile è di 16.9 µg/m³.

GLI ANDAMENTI TEMPORALI

Gli andamenti settimanali (Fig. n° 2) risultano simili per tutti gli inquinanti e in tutti i punti di monitoraggio: si osserva un leggero aumento nella giornata di venerdì ed un calo evidente durante il fine settimana, che emerge chiaramente anche negli andamenti dei giorni tipici riportati in Fig. n° 3 in cui sono stati considerati i dati medi della città di Modena.

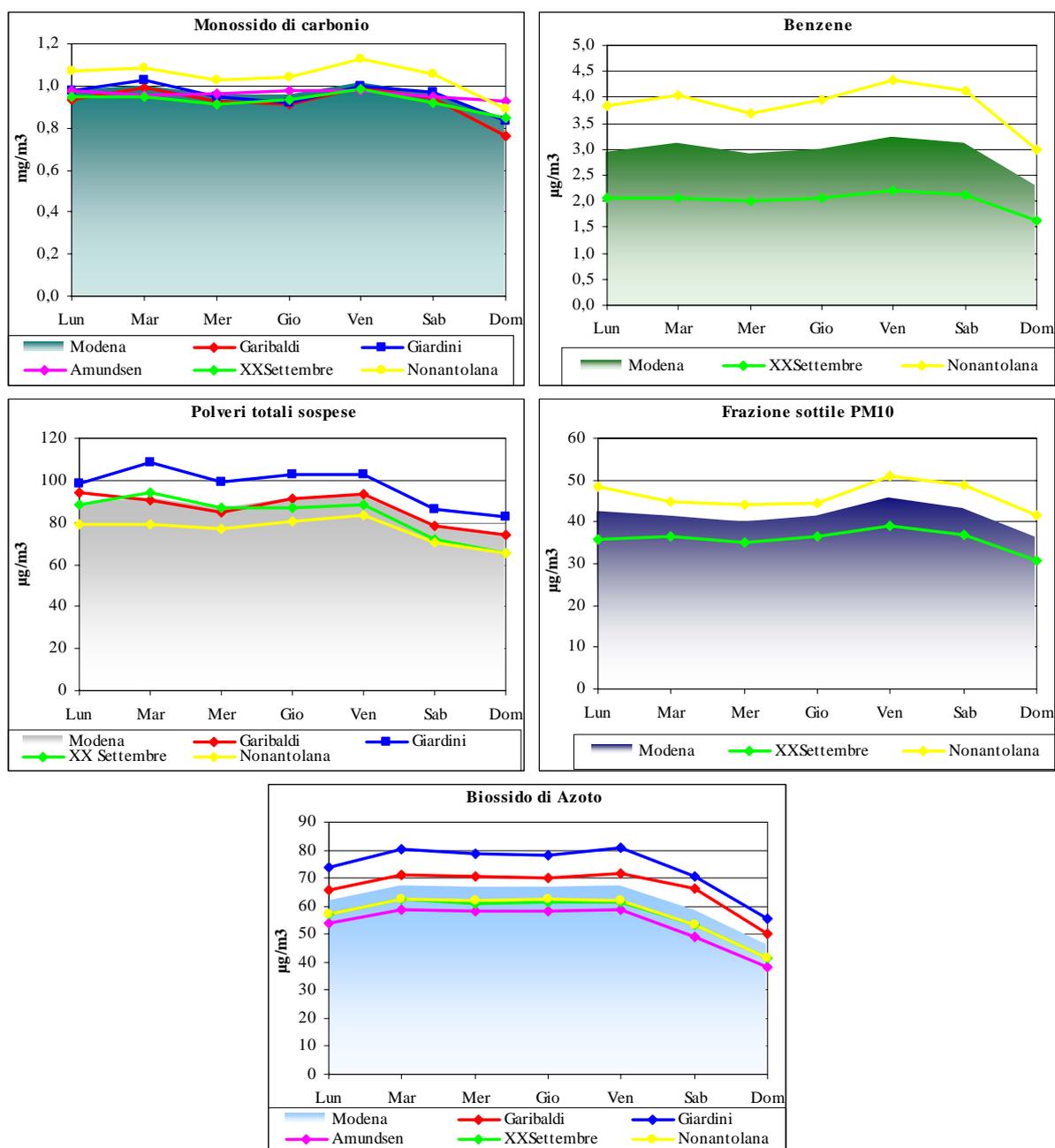


Fig. n° 2: settimana tipica anno 2003

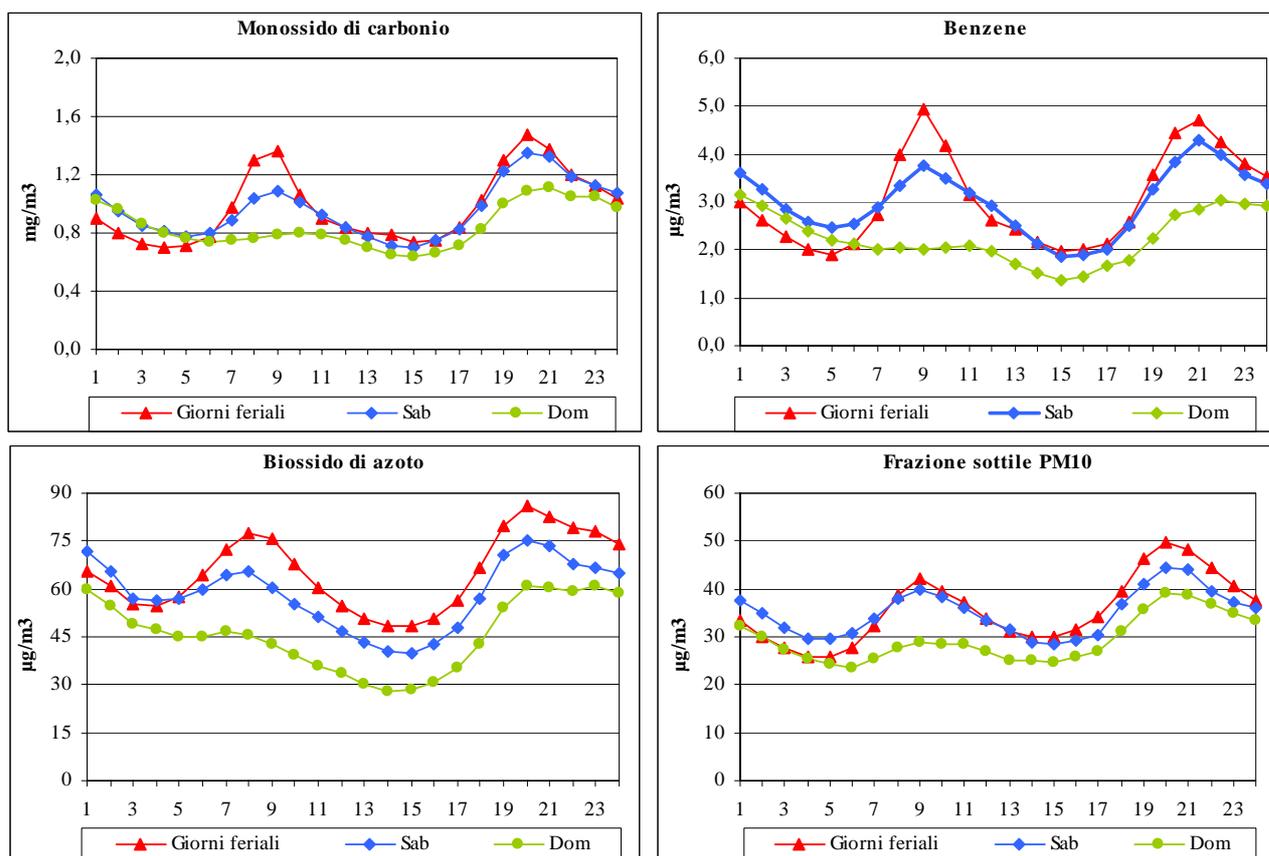


Fig. n° 3: giorno tipico annuale - città di Modena

CONFRONTO CON LA NORMATIVA VIGENTE

Superamenti dei valori limite: DM 60 e Direttiva Europea 2002/3CE

In Tab. n° 1 viene presentata una sintesi dei superamenti registrati nel 2003; il colore delle celle sottolinea la criticità di alcuni inquinanti ad integrazione del dato riportato; in particolare le celle di colore giallo indicano il superamento del valore limite previsto per il 2005, mentre il colore arancione indica il superamento del valore limite aumentato del margine di tolleranza previsto per il 2003.

Le criticità che ne emergono sono simili a quelle già riscontrate nell'analisi dei dati relativi all'agglomerato: le concentrazioni di NO₂, PM₁₀ e O₃ presentano infatti superamenti nella totalità dei punti monitorati. L'NO₂ è maggiormente critico nei valori medi, che si mantengono sempre superiori all'obiettivo previsto per il 2003, mentre il PM₁₀ evidenzia numerosi eventi acuti a fronte di una media annuale più contenuta.

	NO ₂			CO	PM ₁₀			Benzene	O ₃	
	media				max media mobile 8 h (n°superamenti)	media				
	Oraria (N° superamenti)		annuale (µg/m ³)			Giornaliera (N° superamenti)				annuale (µg/m ³)
	VL	di cui >VL+MDT				VL	di cui >VL+MDT			
Modena	5	0	62	0	92	59	43	2,9	74	
Garibaldi	13	1	67	0	***	***	***	***	39	
Giardini	15	0	74	0	***	***	***	2	***	
Nonantolana	0	0	57	0	116	86	50	3,9	82	
XX Settembre	12	2	57	0	51	16	36	***	92	
Amundsen	6	0	54	0	***	***	***	***	***	
Agg.Modena	0	0	59	0	81	48	39	2,7	74	

Tab. n° 1: sintesi dei superamenti dei valori limite e dei valori limite aumentati del margine di tolleranza

Nella mappa che segue viene effettuata una analisi dettagliata di questi eventi acuti, in modo da verificare la persistenza e la diffusione di questi fenomeni.

PM10 (µg/m3) - Mappa dei superamenti del VI e del VL + MDT																																
Mese	Staz.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Gen	Nona										58	62	55	80	106	135	140	154	125		89	105		70				92	95	128	105	92
	XXSet														58	72	75	85	59		62	58							58	70	51	57
Feb	Nona	59	62	88	88			74	88		72	102	64	51	58	73	51		81	93	120	119	71	71	103	118	113	119	138			
	XXSet											54							57	52	54	57				56	58	60	65			
Mar	Nona	174	77	66	69	66	100	92	94	79	128	165	120	94				54	67	60	92	61			64	98	86	102	94	82		54
	XXSet	88									60	83		53								51				55	54	61	56	50		
Apr	Nona														54	51		59						54								
	XXSet																															
Mag	Nona		56				54	62	62	61																						
	XXSet						53		54																							
Giù	Nona											50	58	66	56											55						
	XXSet												55	57	51											53	59					
Lug	Nona																							53								
	XXSet																															
Ago	Nona					51		56					53											58								
	XXSet																															
Sett	Nona																	68	56	62	67	50		67					51			
	XXSet																			54	52		54									
Ott	Nona																								50						51	
	XXSet																															
Nov	Nona			66		82	67						72	100	97	107	77							80	98	61				54		
	XXSet			57							62			66	59										50							
Dic	Nona				74					56			103	91	57			80	107	153	140	109	82			54		129				
	XXSet												56	55				50	78	71	72	70	55				50	86				

Nella mappa si evidenziano episodi di durata limitata, anche di un solo giorno, che in alcuni casi coinvolgono una sola postazione, mentre in altri entrambe le stazioni. Questi possono essere determinati da situazioni locali, come nel primo caso, o da eventi potenzialmente critici, come nel secondo, che rimangono però localizzati nel tempo a causa del mutare delle condizioni meteorologiche.

Quando, invece, la situazione atmosferica rimane sostanzialmente stabile, i superamenti risultano diffusi e soprattutto persistenti.

Superamenti degli standard di qualità e dei limiti di protezione della salute e della vegetazione

Gli standard di qualità previsti dal DPR 203/88 per quanto riguarda SO₂, NO₂, CO e PTS sono stati ovunque rispettati; l'unico parametro che presenta ancora superamenti rispetto alla precedente normativa è l'ozono, come riportato in Tab. n° 2.

Tutti gli analizzatori collocati a Modena hanno infatti registrato, nei mesi estivi, un elevato numero di superamenti dei limiti di protezione della salute e della vegetazione, a cui ha concorso sicuramente la situazione meteorologica che ha caratterizzato la stagione estiva 2003, particolarmente calda e con scarsissime precipitazioni.

Proprio a causa della peculiarità di questo inquinante che reagisce in atmosfera con inquinanti prodotti dai processi di combustione, la situazione con il maggiore numero di superamenti è a carico di XX Settembre, centralina posta in centro storico, in area a traffico limitato.

Stazione	Standard qualità aria	O ₃ : n° superamenti limiti di protezione		
	O ₃ Media 1h	della salute	della vegetazione	
			Media 1h	Media 24h
Garibaldi	SI	284	1	44
Nonantolana	SI	704	15	91
XX Settembre	SI	793	28	104

Tab. n° 2: sintesi dei superamenti degli standard di qualità e dei limiti per l'ozono

L'evoluzione della qualità dell'aria

Il monossido di carbonio, vedi Fig. n° 4 in cui è riportata la massima media mobile rilevata, mostra un calo delle concentrazioni, confermato dal dato dell'ultimo anno. Anche il benzene, sempre riportato nella stessa figura, segue un andamento analogo, particolarmente evidente nella stazione di Nonantolana. Per entrambi gli inquinanti le concentrazioni rilevate nelle singole stazioni risultano negli ultimi due o tre anni inferiori ai valori limite, facendo ritenere raggiungibile l'obiettivo fissato dalla normativa.

Le medie annuali dell' NO_2 , riportate in Fig. n° 5, risultano invece prevalentemente stazionarie in tutte le stazioni con valori sempre superiori al limite, tanto che il dato medio della città si colloca attorno a $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ contro i $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ previsti dalla normativa nel 2010. Solo Amundsen presenta un dato inferiore al limite previsto per il 2003.

Poiché le tendenze attuali non mostrano una diminuzione delle concentrazioni di questo inquinante, l'obiettivo da raggiungere rimane critico anche se diversi anni ci separano ancora dall'orizzonte temporale imposto dalla normativa.

Le polveri fini, Fig. n° 6, dopo un primo calo registrato nella stazione di Nonantolana dal 1998 al 2001, negli ultimi due anni risultano leggermente in crescita, anche nella stazione di XX Settembre caratterizzata da una serie storica più limitata. La media annuale rimane, anche se di poco, inferiore al relativo limite, mentre i superamenti del limite orario sono ampiamente superiori ai 35 giorni previsti, in particolare nella stazione di Nonantolana.

Per l'ozono, Fig. n° 7, non si evidenziano particolari trend in atto; la variabilità delle concentrazioni è prevalentemente correlata alle condizioni meteorologiche della stagione estiva.

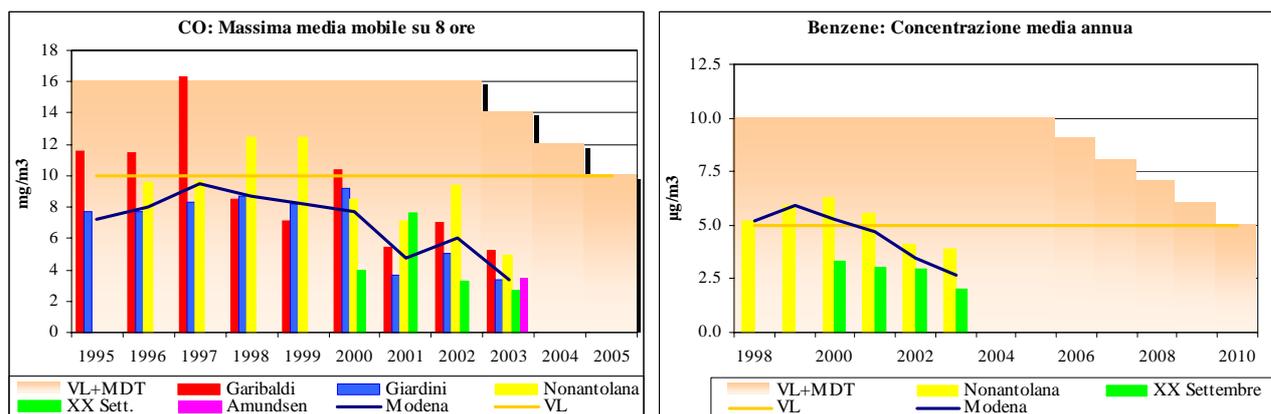


Fig. n° 4: CO e benzene - confronto con limiti fissati dal DM 60

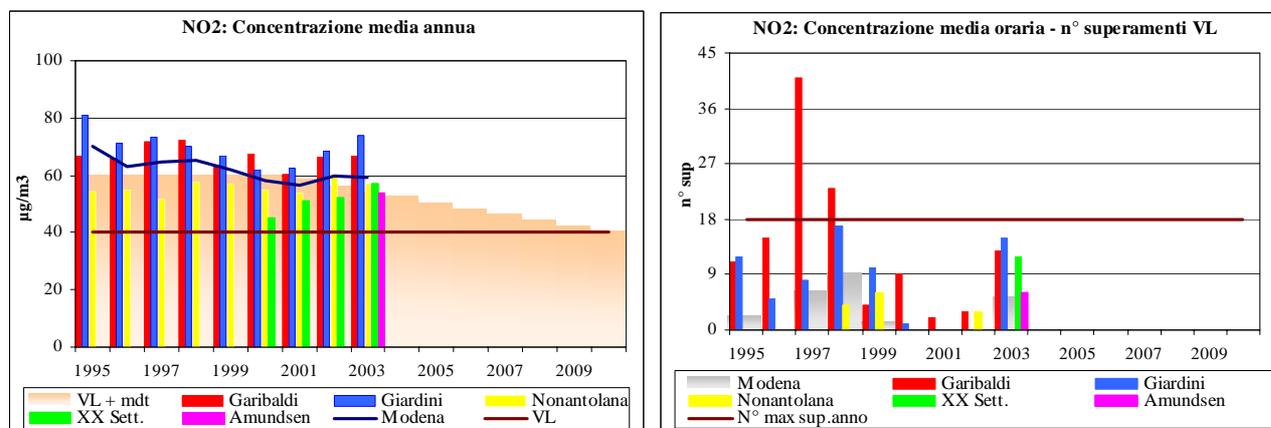


Fig. n° 5: NO_2 - confronto con i limiti fissati dal DM 60

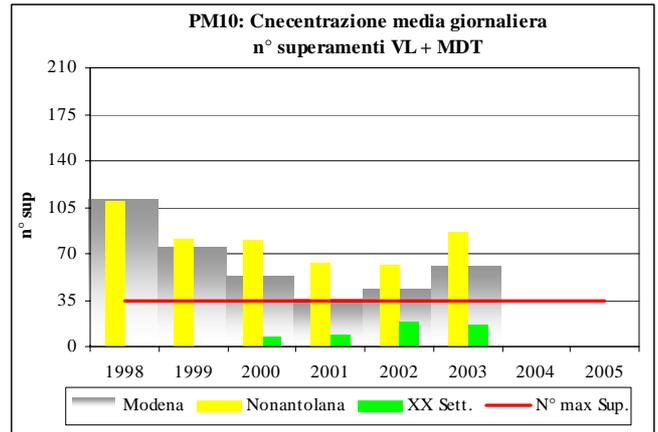
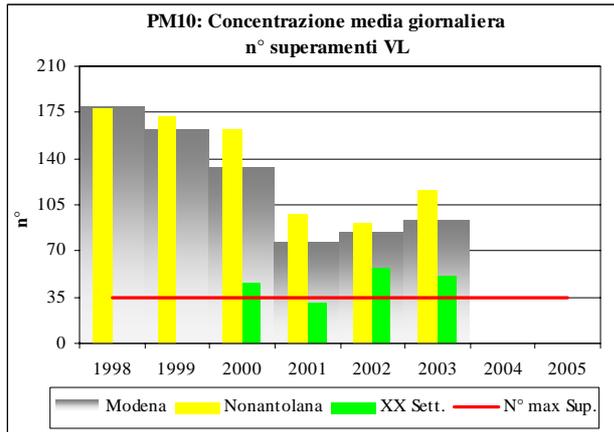
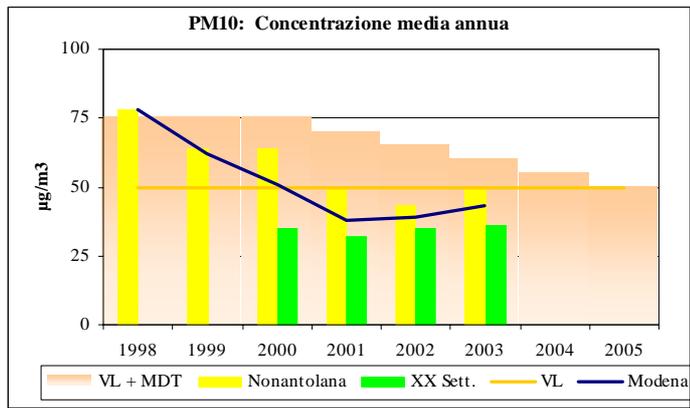


Fig. n° 6: PM₁₀ - confronto con i limiti fissati dal DM 60

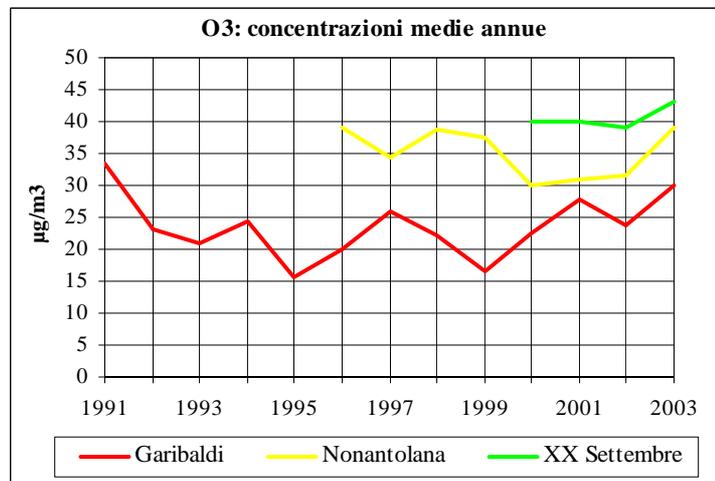


Fig. n° 7: O₃ - trend concentrazioni medie

Le campagne di monitoraggio

Idrocarburi Policiclici Aromatici

Gli IPA vengono rilevati dal mese di aprile 2000 attraverso un monitoraggio sistematico che prevede la determinazione del Benzo(a)Pirene (composto scelto come tracciante delle categoria degli Idrocarburi Policiclici Aromatici) sulle polveri totali sospese campionate nelle postazioni di Via Giardini e Via Nonantolana. Poiché la legislazione prevede, per tale inquinante, un monitoraggio di tipo discontinuo, la determinazione viene eseguita sottoponendo a procedimento analitico le membrane campionate ogni 5 giorni ed esprimendo il risultato su base mensile.

I risultati del monitoraggio degli IPA, espressi come valore medio di Benzo(a)pirene riscontrato nel mese di campionamento, sono riportati in Tab. n° 3.

I risultati ottenuti permettono di stimare una media mobile annua da confrontare con l'obiettivo di qualità di 1 ng/m³. I risultati sono riportati nella Tab. n° 4 e mostrano un sostanziale rispetto di tale obiettivo.

Postazione	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Sett.	Ott.	Nov.	Dic.
Modena-Via Nonantolana	0.78	0.84	0.23	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.24	1.10	1.75
Modena-Via Giardini	1.09	0.81	0.11	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.13	0.65	0.91	2.33

Tab. n° 3: IPA espressi come ng/m³ di Benzo(a)pirene - concentrazioni medie mensili 2003

Postazione	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Sett.	Ott.	Nov.	Dic.
Modena-Via Nonantolana	0.25	0.30	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.32	0.31	0.35	0.43
Modena-Via Giardini	0.17	0.23	0.23	0.24	0.24	0.24	0.23	0.23	0.23	0.28	0.35	0.52

Tab. n° 4: IPA espressi come ng/m³ di Benzo(a)pirene - media mobile annuale 2003

Provvedimenti per il miglioramento della qualità dell'aria nel Comune di Modena

Valutazione degli effetti delle restrizioni alla circolazione veicolare attuate nel periodo ottobre 2003 - marzo 2004 sugli inquinanti atmosferici e flussi di traffico

PREMESSA

In attuazione di quanto concordato a livello regionale nel 2° Accordo di Programma sulla qualità dell'aria, nel periodo ottobre 2003 - marzo 2004 il Comune di Modena ha adottato misure di restrizione della circolazione veicolare preventive e programmate al fine di contenere i casi di superamento dei limiti di qualità dell'aria.

Tali restrizioni competono ai Sindaci dei Comuni a rischio di episodi acuti di inquinamento atmosferico sulla base di una norma dello Stato (D.M. 163/99) la quale riconosce come maggior fonte di inquinamento atmosferico nelle aree urbane il traffico veicolare.

Alle restrizioni della circolazione si associano azioni sulla mobilità a basso impatto e sul trasporto pubblico promosse dal Comune di Modena, così come strumenti di tutela della qualità dell'aria quali il controllo dei gas di scarico degli autoveicoli che a Modena è obbligatorio dal 1992 e il controllo delle emissioni degli impianti di riscaldamento.

L'insieme di queste politiche non impedisce tuttavia il verificarsi di situazioni di criticità, con superamento dei limiti di qualità dell'aria, sempre legate a condizioni meteorologiche di scarso rimescolamento dell'atmosfera tipiche dell'area padana, per affrontare le quali le restrizioni della circolazione costituiscono di fatto le sole azioni possibili nel breve termine.

DESCRIZIONE DEL PROVVEDIMENTO ATTUATO

L'Accordo di Programma sulla qualità dell'aria, sottoscritto in data 14.07.2003, dai Comuni capoluogo dell'Emilia Romagna, dalle Province e dalla Regione stabiliva che fossero adottate le seguenti limitazioni:

- 1) nei periodi 02.10.2003 - 10.12.2003 e 07.01.2004 - 31.03.2004, nelle giornate di giovedì, nelle fasce orarie 8.30 - 12.30 e 14.30 - 19.30:
 - a. circolazione a targhe alterne per tutti i veicoli;
 - b. divieto di circolazione per i veicoli non catalizzati, non ecodiesel e per i ciclomotori con motore a due tempi non catalizzati che non hanno effettuato il controllo dei gas di scarico;
- 2) nel periodo 02.10.2003 - 31.03.2004, nelle giornate di lunedì, martedì, mercoledì e venerdì, divieto di circolazione per i veicoli non catalizzati, non ecodiesel e per i ciclomotori con motore a due tempi non catalizzati nelle fasce orarie 8.30 - 10.30 e 17.30 - 19.30, anche se in regola con il controllo dei gas di scarico.

Relativamente a quanto previsto al precedente punto 1, il Comune di Modena, restando in linea con quanto stabilito con le restrizioni degli anni scorsi, ha vietato la circolazione, nelle fasce orarie indicate, ai veicoli non catalizzati, non ecodiesel e ai ciclomotori con motore a due tempi non catalizzati anche se in regola con il controllo dei gas di scarico.

Tale decisione è stata dettata dal fatto che tali veicoli, anche se correttamente mantenuti e revisionati sono molto più inquinanti di quelli catalizzati: dal raffronto tra i fattori di emissione, infatti, risulta che un'auto diesel non catalizzata emette polveri sottili da 3 a 7 volte in più rispetto ad una catalizzata e che un'auto a benzina non catalizzata inquina, per il monossido di carbonio e gli ossidi di azoto, da 2 a 4 volte in più rispetto ad una catalizzata.

L'area urbana interessata da questi provvedimenti è quella individuata in Fig. n° 8; all'interno della stessa, che ha dimensioni di poco inferiori all'anello delle tangenziali, sono comprese tutte quelle strade nelle quali, a seguito di simulazione condotta in collaborazione con ARPA, risultano probabili superamenti dell'obiettivo di qualità per il benzene.



Fig. n° 8: area soggetta alle limitazioni della circolazione

Nell'Accordo di Programma era, inoltre, contemplata la possibilità da parte delle singole Amministrazioni, in caso di eventi meteorici di durata e di intensità tali da far prevedere un abbassamento significativo delle concentrazioni di inquinanti nell'aria, di revocare le restrizioni programmate e, viceversa, di adottare ordinanze contingibili e urgenti in caso di consistente incremento delle concentrazioni degli inquinanti atmosferici.

Per tali ragioni, nelle giornate di giovedì 27.11.2003, 26.02.2004 e 11.03.2004 è stata revocata la circolazione a targhe alterne, mentre nelle giornate di mercoledì 11.02.2004 e venerdì 19.03.2004 sono state disposte le restrizioni della circolazione normalmente riguardanti la sola giornata di giovedì.

LA SITUAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA A MODENA

Come emerge dall'analisi precedente, effettuata sui dati delle stazioni di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico presenti sul territorio del Comune di Modena, negli ultimi anni sono state rilevate particolari criticità per quanto riguarda il biossido d'azoto (NO_2), le polveri sottili (PM_{10}) e, nella stagione estiva, l'ozono (O_3).

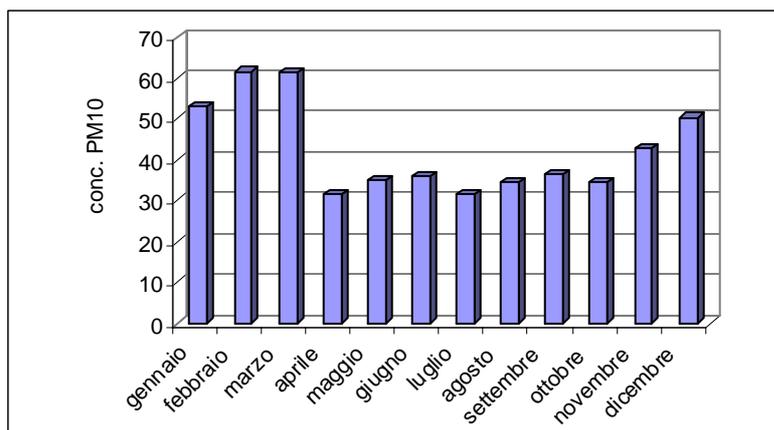
Nel corso del 2003, sono stati rilevati due superamenti del valore limite orario per l' NO_2 ($270 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nella stazione di P.zza XX Settembre e uno solo nella stazione di Largo Garibaldi, quindi non è stata superata la soglia dei 18 superamenti consentiti dalla normativa; è stato, invece, superato il valore limite annuale: infatti, la concentrazione media di NO_2 nell'anno 2003 è risultata pari a $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$, contro il valore di riferimento di $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per quanto riguarda le polveri sottili, considerando la media delle stazioni di P.zza XX Settembre e via Nonantolana, la concentrazione media annuale è risultata pari a $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pertanto entro il valore limite annuale previsto per il 2003, mentre il numero complessivo di superamenti del valore limite giornaliero è stato di 59, quindi superiore ai 35 consentiti.

Nella Tab. n° 5 sono riportati il numero di superamenti mensili, ottenuti considerando la media dei valori rilevati dalle stazioni di monitoraggio di via Nonantolana e P.zza XX Settembre, e nel grafico di Fig. n° 9 sono rappresentate le concentrazioni medie mensili di PM_{10} .

Dall'esame degli stessi, risulta che i mesi più critici nei quali si rileva il maggior numero di superamenti e dove la concentrazione media di PM_{10} è più elevata sono quelli di gennaio, febbraio e marzo; superamenti del valore limite sono stati rilevati anche nei mesi di novembre e dicembre.

gennaio	13	luglio	0
febbraio	13	agosto	0
marzo	15	settembre	0
aprile	0	ottobre	1
maggio	0	novembre	6
giugno	1	dicembre	10
TOTALE			59



Tab. n° 5: n° superamenti mensili del valore limite per il PM₁₀ (anno 2003)

Fig. n° 9: concentrazione media mensile di PM₁₀ (anno 2003)

Per quanto riguarda il 2004, limitando l'analisi della situazione alle sole polveri sottili, la media giornaliera delle concentrazioni rilevate dalle centraline di monitoraggio di via Nonantolana e P.zza XX Settembre è risultata, fino al 30 aprile, per 36 volte superiore al valore limite (che per il 2004 corrisponde a 55 µg/m³), pertanto è già stata superata la soglia dei 35 superamenti consentiti.

Nei grafici di Fig. n° 10 è rappresentata, mese per mese, la distribuzione di tali superamenti rispetto al valore limite di 50 µg/m³ (che entrerà in vigore nel 2005), al valore limite attuale di 55 µg/m³ e, infine, al valore di riferimento per il 2003 (60 µg/m³).

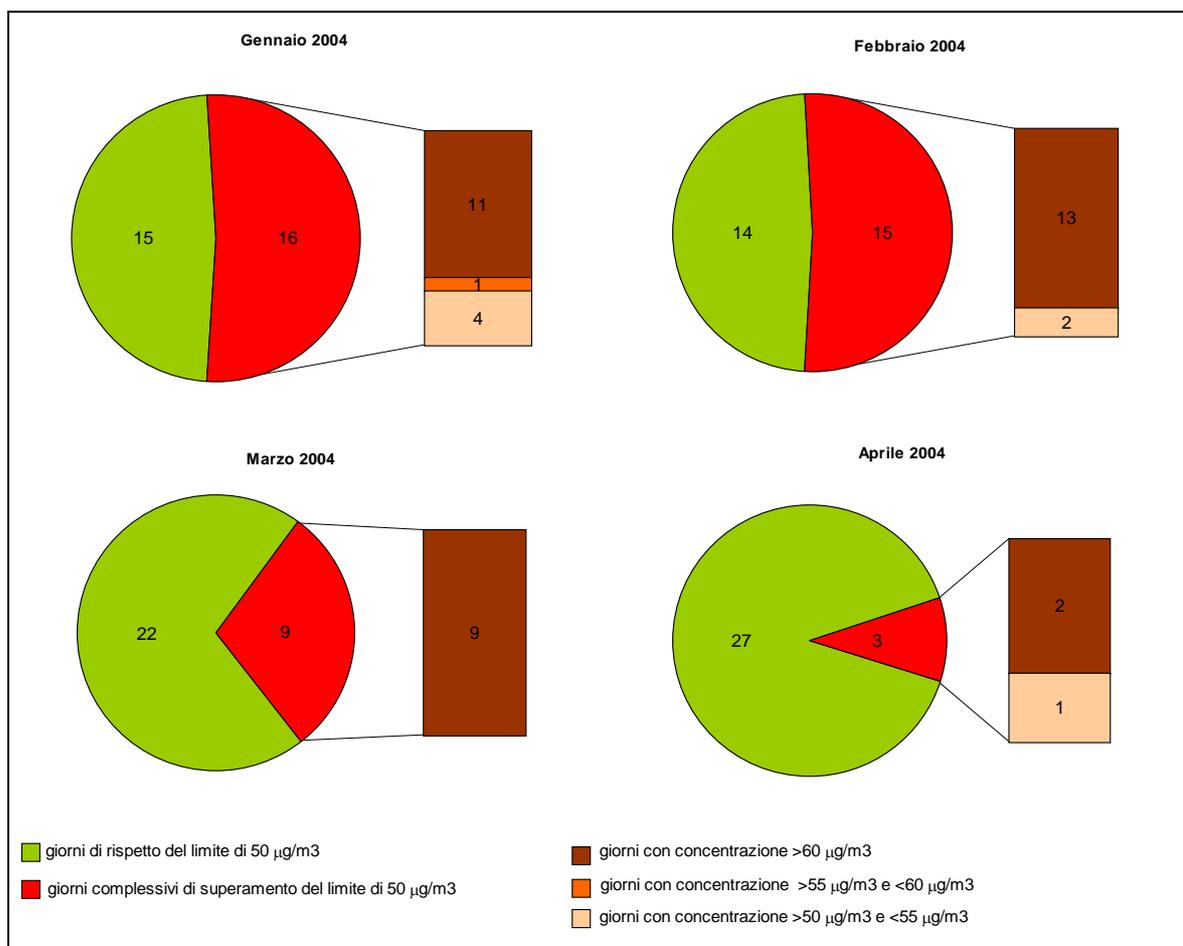


Fig. n° 10: distribuzione dei superamenti di PM₁₀ rilevati nel periodo gennaio - aprile 2004 (media delle stazioni di Modena)

EFFETTI DELLA MANOVRA ANTINQUINAMENTO 2003 – 2004 SULLE CONCENTRAZIONI DEGLI INQUINANTI ATMOSFERICI RILEVATE DALLE STAZIONI DI MONITORAGGIO

La manovra antinquinamento è stata attuata nel periodo in cui, come precedentemente descritto, si rileva il maggior numero di superamenti dei valori limite di qualità dell'aria proprio perché, agendo sui momenti di massima criticità, si riduce maggiormente l'immissione di inquinanti in atmosfera.

Nel grafico di Fig. n° 11 vengono posti a confronto gli andamenti della settimana tipica delle concentrazioni di PM₁₀ nei due periodi di attuazione della manovra antinquinamento con quello dell'intero anno 2003.

Dallo stesso, si può notare un generale calo delle concentrazioni di PM₁₀ nella giornata di domenica dovuto al minor numero di veicoli in circolazione rispetto agli altri giorni della settimana; inoltre, emerge che nei primi tre mesi del 2004 le concentrazioni medie di PM₁₀ nelle giornate di lunedì, martedì, mercoledì e giovedì sono risultate nettamente superiori alle concentrazioni medie dei medesimi giorni negli altri periodi.

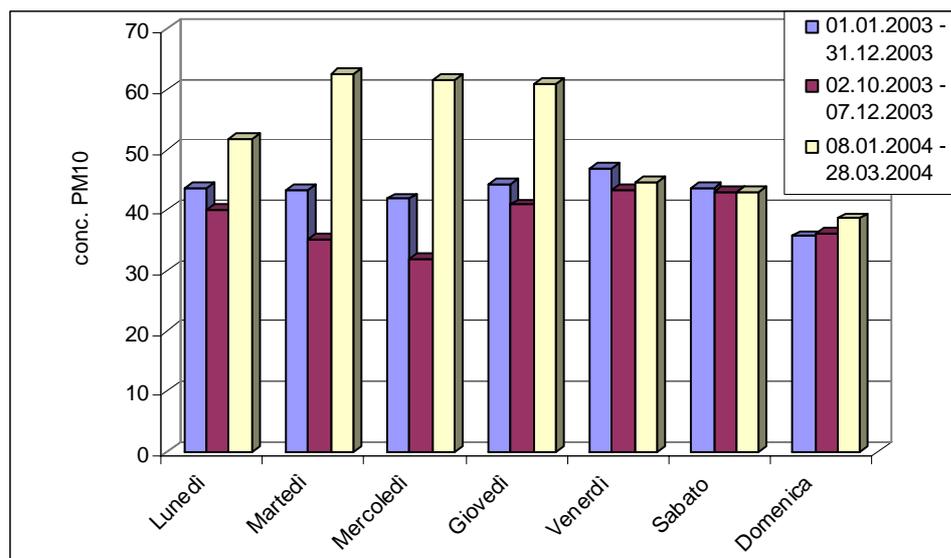


Fig. n° 11: settimana tipica per il PM₁₀ in diversi periodi temporali

Ciò si può spiegare valutando le condizioni meteorologiche avutesi nei due periodi di attuazione della manovra antinquinamento 2003 – 2004 che sono illustrate nei grafici di Fig. n° 12 e Fig. n° 13.

Da tali grafici, si notano lunghi spazi di tempo con assenza di precipitazioni atmosferiche e bassa velocità del vento nei mesi di gennaio e febbraio, con conseguenti innalzamenti delle concentrazioni di PM₁₀.

È evidente, quindi, la stretta correlazione tra le concentrazioni di PM₁₀ e il verificarsi dei fenomeni atmosferici: all'aumento della velocità del vento o in presenza di pioggia si rileva sempre una diminuzione delle concentrazioni di PM₁₀.

Sulla base di quanto sopra riportato e dagli stessi grafici di Fig. n° 12 e Fig. n° 13, in ragione della forte dipendenza delle concentrazioni con la meteorologia, non è, quindi, possibile rilevare quantitativamente la diminuzione delle concentrazioni di PM₁₀ avutasi a seguito del calo dei veicoli in circolazione registrato nelle giornate di giovedì.

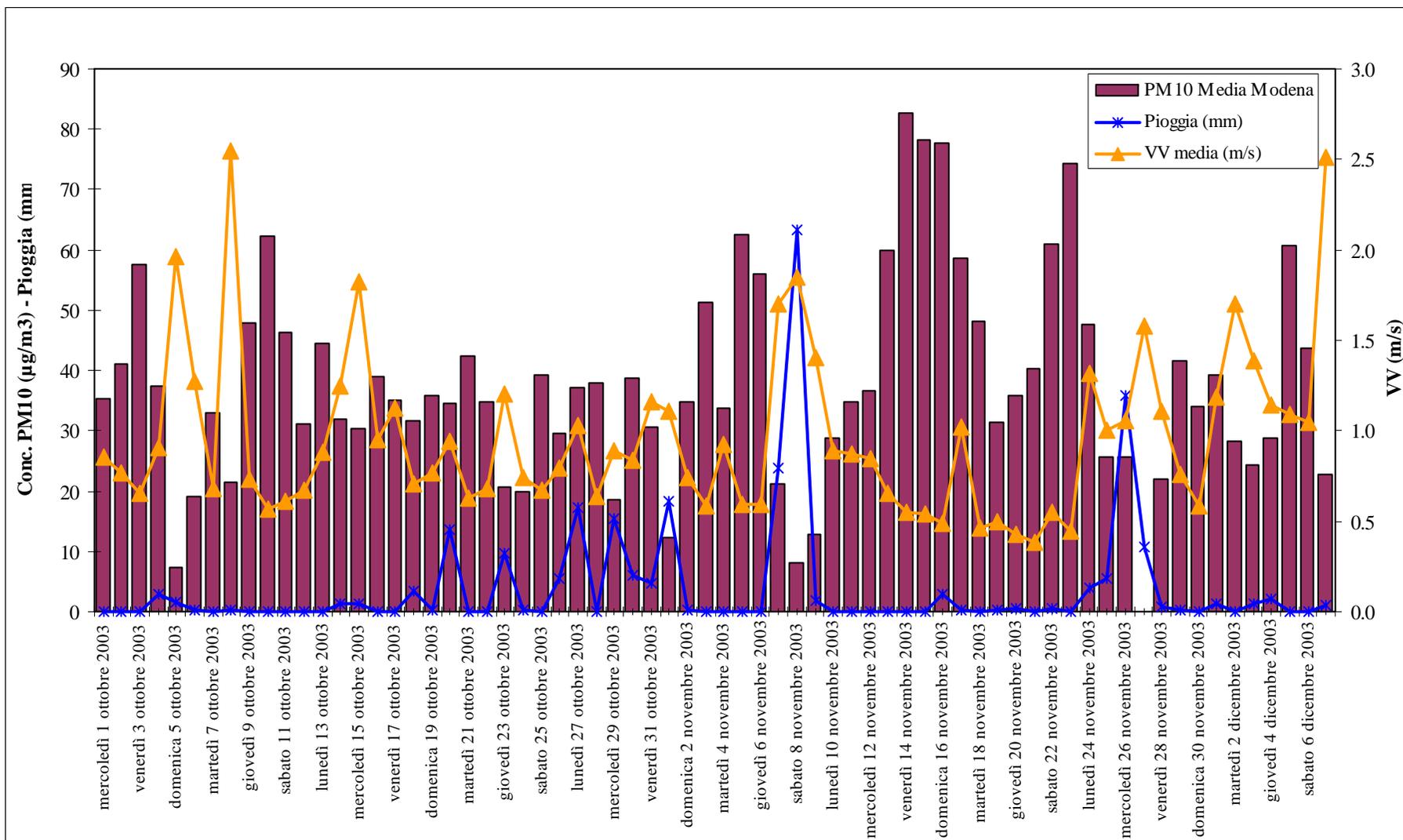


Fig. n° 12: variazione delle concentrazioni di PM₁₀ rispetto alla situazione meteorologica nel periodo ottobre - dicembre 2003

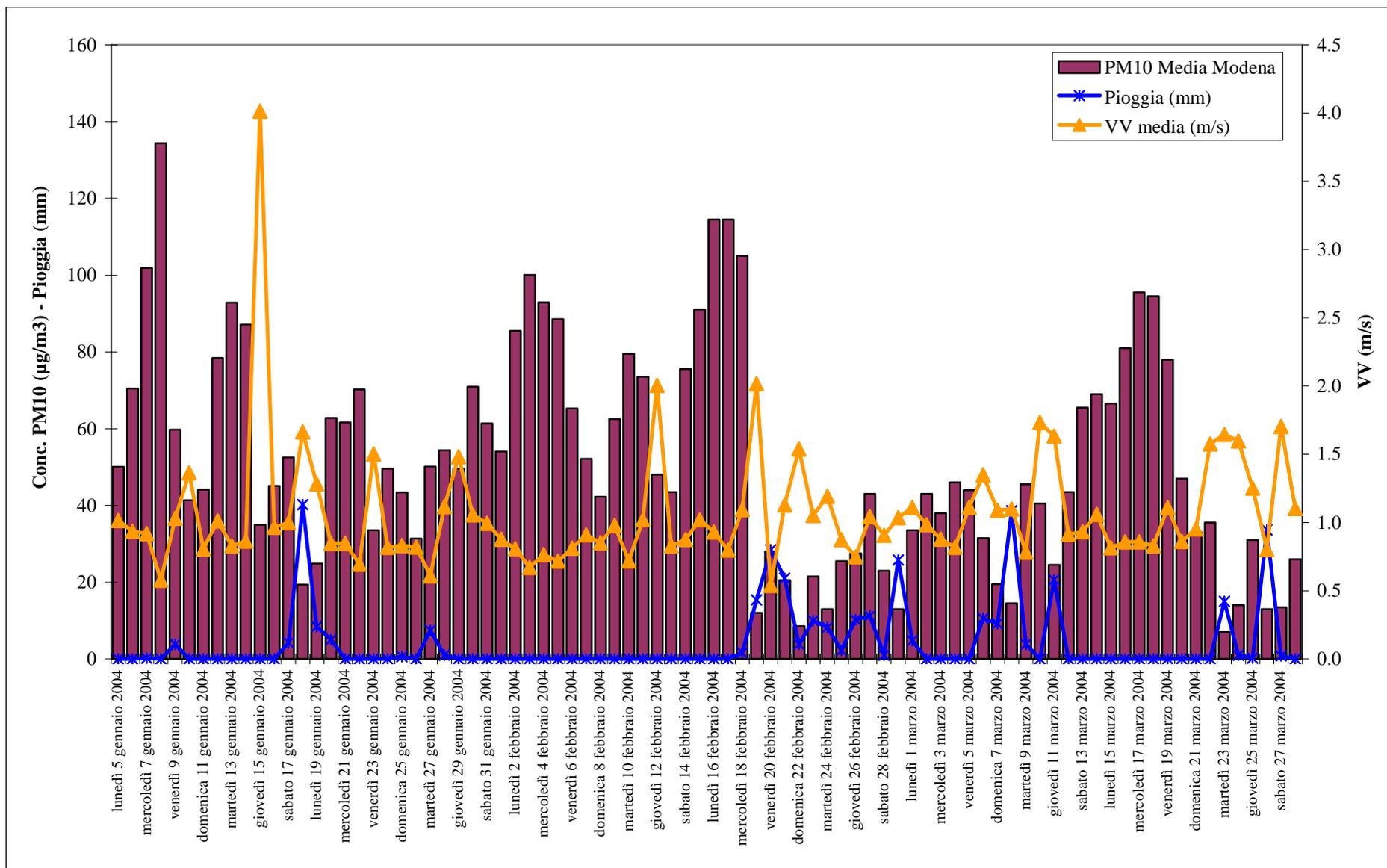


Fig. n° 13: variazione delle concentrazioni di PM₁₀ rispetto alla situazione meteorologica nel periodo gennaio - marzo 2004

MONITORAGGIO DEI FLUSSI DI TRAFFICO

Nel periodo di attuazione della manovra antinquinamento il Settore Mobilità Urbana del Comune di Modena ha effettuato monitoraggi dei flussi di traffico su alcuni assi stradali, mediante appositi strumenti contatraffico.

I dati di traffico sono disponibili per via Giardini e viale Monte Kosica.

La valutazione della riduzione dei flussi di traffico si riferisce alle giornate di giovedì, ove era in vigore la circolazione a targhe alterne per i veicoli catalizzati e il divieto di circolazione per quelli non catalizzati, non ecodiesel e per i ciclomotori con motore a due tempi non catalizzati; il confronto viene effettuato rispetto alle giornate di giovedì in cui il provvedimento non era attivo del 25/9 e dell'11/12, nonché rispetto al valore medio tra queste due giornate.

In particolare, la media sarà utilizzata come riferimento per determinare la riduzione del numero di veicoli a seguito dell'adozione del provvedimento di restrizione in quanto è meglio rappresentativa del periodo di attuazione della manovra (stagione autunno - inverno) rispetto alle due singole giornate che si collocano rispettivamente all'inizio della stagione autunnale e nel periodo pre natalizio.

Via Giardini

Nel grafico di Fig. n° 14 si riporta, per ogni giorno in cui sono stati effettuati i monitoraggi, l'andamento dei flussi di traffico nelle diverse ore della giornata.

Con un tratto più spesso sono state evidenziate le giornate senza restrizione della circolazione (25/9, 11/12 e il valore medio tra queste due giornate).

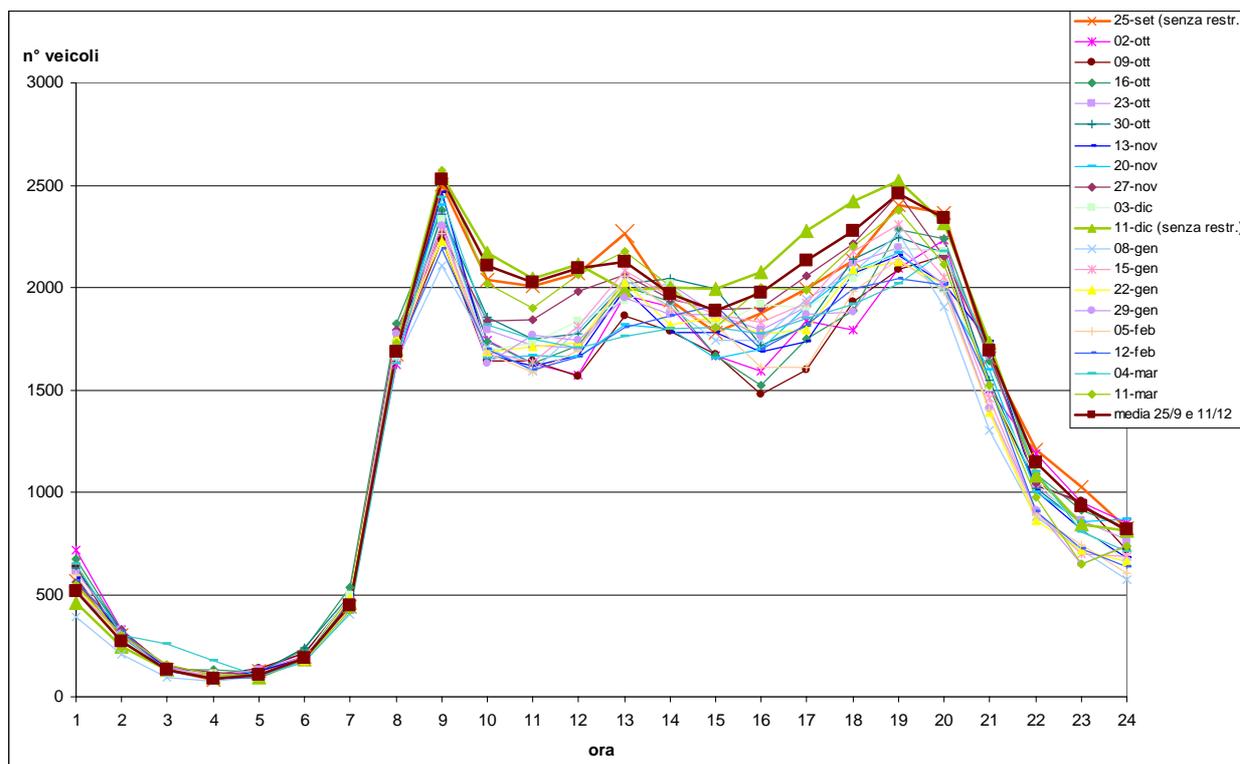


Fig. n° 14: andamento dei flussi di traffico in via Giardini

Dal grafico si può notare che la linea dei giorni con restrizione della circolazione segue, nelle prime ore del mattino, lo stesso andamento delle giornate senza limitazione; in corrispondenza dell'orario di inizio della manovra, il numero di veicoli in circolazione si riduce e rimane inferiore al numero di veicoli circolante nelle giornate di confronto per l'intera fascia oraria mattutina di attuazione del provvedimento. Dalle 12.30 alle 14.30 si riscontra un aumento dei veicoli con avvicinamento ai valori "senza restrizione" e, successivamente, un'ulteriore diminuzione fino al termine della limitazione; nelle ore serali non si nota uno slittamento degli spostamenti veicolari e le linee dei giovedì con manovra si assestano sui livelli delle giornate senza restrizione.

Osservando le linee relative alle giornate del 27/11 e dell'11/03, in cui, come detto, il provvedimento è stato sospeso, si riscontra un maggior numero di veicoli in circolazione, soprattutto nel pomeriggio, rispetto ai giovedì con restrizione, a dimostrazione dell'influenza del provvedimento stesso.

Prendendo come riferimento il valore medio dei flussi veicolari orari, dalla Tab. n° 6 risulta che nelle singole fasce orarie di restrizione della circolazione il calo dei veicoli in circolazione è in media del 15,6% alla mattina e del 12,5% al pomeriggio; si può notare, inoltre, che in alcune giornate, nella fascia oraria 8.30 - 12.30 si hanno riduzioni dei flussi di traffico che sfiorano il 20%.

Nell'arco delle 24 ore la riduzione media dei flussi di traffico è, pertanto, pari a 10,3%.

	Riduzione del n° di veicoli rispetto a 25/9 (%)			Riduzione del numero di veicoli rispetto a 11/12 (%)			Riduzione del n° di veicoli rispetto al valore medio tra 25/9 e 11/12 (%)		
	dalle 8.30 alle 12.30	dalle 14.30 alle 19.30	nelle 24 ore	dalle 8.30 alle 12.30	dalle 14.30 alle 19.30	nelle 24 ore	dalle 8.30 alle 12.30	dalle 14.30 alle 19.30	nelle 24 ore
02-ott	-17,6	-11,3	-9,0	-17,0	-17,7	-10,9	-17,3	-14,6	-10,0
09-ott	-19,9	-14,1	-12,0	-19,3	-20,3	-13,9	-19,6	-17,3	-13,0
16-ott	-15,3	-10,1	-7,1	-14,7	-16,6	-9,1	-15,0	-13,5	-8,1
23-ott	-14,1	-5,3	-5,9	-13,5	-12,1	-7,8	-13,8	-8,9	-6,9
30-ott	-11,7	-6,4	-5,4	-11,0	-13,2	-7,4	-11,4	-9,9	-6,4
13-nov	-17,1	-10,2	-9,3	-16,5	-16,7	-11,2	-16,8	-13,6	-10,3
20-nov	-18,8	-8,6	-9,6	-18,3	-15,2	-11,5	-18,6	-12,1	-10,5
03-dic	-14,1	-5,0	-7,2	-13,5	-11,8	-9,2	-13,8	-8,5	-8,2
08-gen	-14,9	-7,8	-12,5	-14,3	-14,4	-14,3	-14,6	-11,2	-13,4
15-gen	-13,9	-4,4	-8,1	-13,2	-11,3	-10,0	-13,6	-8,0	-9,0
22-gen	-14,6	-9,0	-10,6	-13,9	-15,6	-12,4	-14,2	-12,4	-11,5
29-gen	-15,4	-9,7	-10,3	-14,8	-16,2	-12,2	-15,1	-13,1	-11,3
05-feb	-16,3	-13,4	-12,4	-15,7	-19,7	-14,2	-16,0	-16,7	-13,3
12-feb	-19,4	-11,1	-11,9	-18,8	-17,5	-13,7	-19,1	-14,5	-12,8
04-mar	-16,1	-9,6	-8,2	-15,5	-16,1	-10,1	-15,8	-12,9	-9,2
MEDIA	-15,9	-9,1	-9,3	-15,3	-15,6	-11,2	-15,6	-12,5	-10,3

Tab. n° 6: riduzioni dei flussi di traffico in via Giardini

Nel grafico di Fig. n° 15 sono riportate le riduzioni percentuali del numero di veicoli, ora per ora, nei giovedì con restrizione della circolazione rispetto al valore medio tra il 25/9 e l'11/12.

Dallo stesso emerge che nella quasi totalità dei casi, rispetto al dato preso come riferimento, vi sono meno veicoli in circolazione: la percentuale di riduzione è variabile a seconda delle giornate, ma si possono notare diminuzioni che raggiungono il 25%.

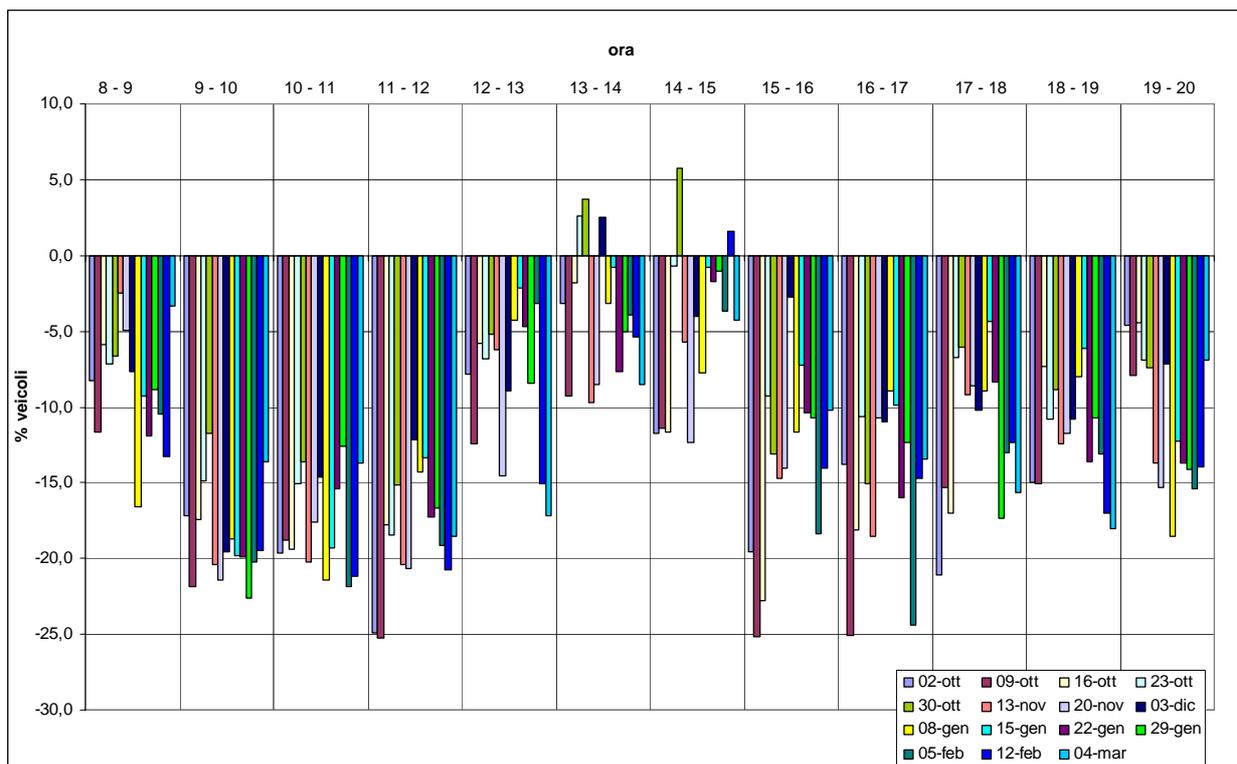


Fig. n° 15: riduzione percentuale dei veicoli in circolazione in via Giardini rispetto al valore medio tra i giovedì senza restrizione del 25/9 e dell'11/12

Viale Monte Kosica

Nel grafico di Fig. n° 16 sono rappresentati i flussi di traffico rilevati in viale Monte Kosica.

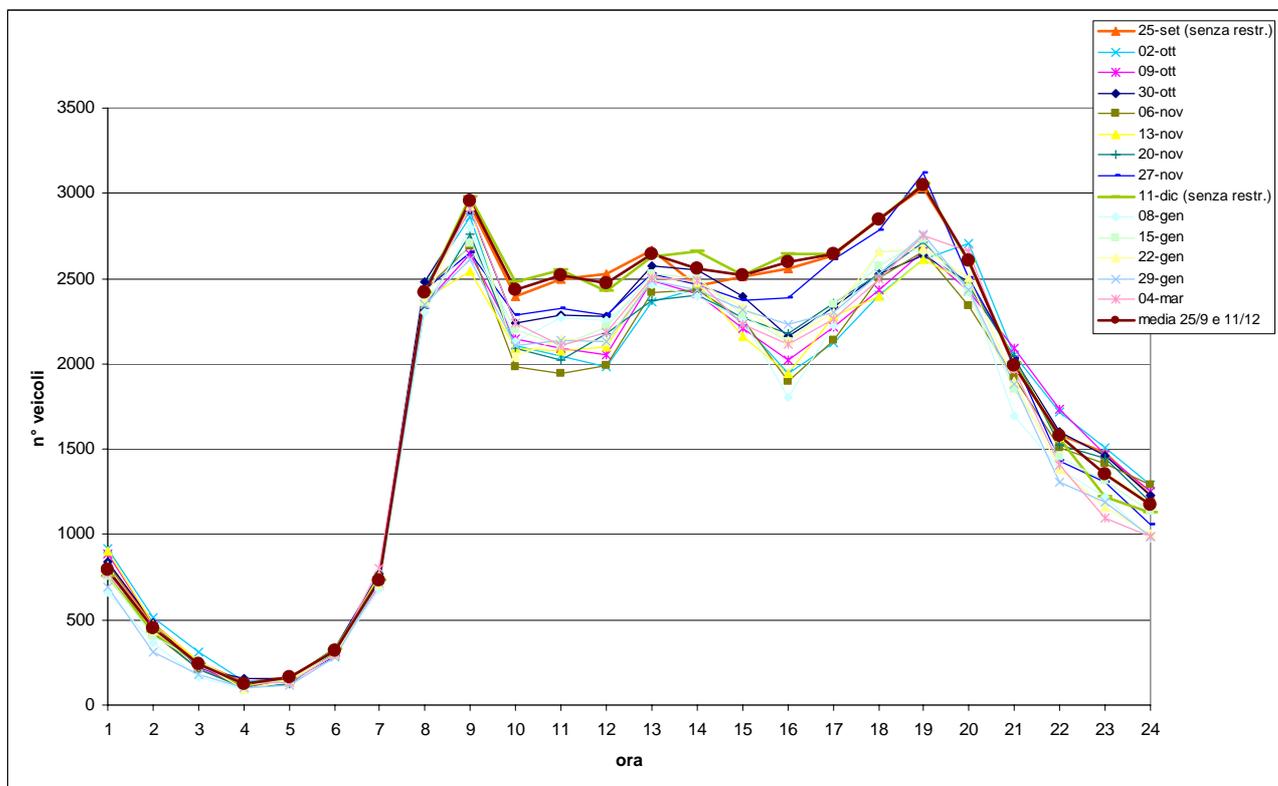


Fig. n° 16: andamento dei flussi di traffico in viale Monte Kosica

Anche in questo caso le linee dei giovedì senza restrizione e del valore medio sono sempre al di sopra di quelle dei giovedì con il provvedimento di restrizione della circolazione in corso. Fa eccezione il 27/11 nel quale, infatti, la manovra è stata sospesa.

	Riduzione del n° di veicoli rispetto a 25/9 (%)			Riduzione del numero di veicoli rispetto a 11/12 (%)			Riduzione del n° di veicoli rispetto al valore medio tra 25/9 e 11/12 (%)		
	dalle 8.30 alle 12.30	dalle 14.30 alle 19.30	Nelle 24 ore	dalle 8.30 alle 12.30	dalle 14.30 alle 19.30	nelle 24 ore	dalle 8.30 alle 12.30	dalle 14.30 alle 19.30	nelle 24 ore
02-ott	-15,7	-13,8	-7,8	-15,7	-14,5	-7,5	-15,7	-14,1	-7,6
09-ott	-12,9	-14,1	-8,6	-12,9	-14,7	-8,3	-12,9	-14,4	-8,4
30-ott	-6,9	-11,3	-4,9	-6,9	-11,9	-4,5	-6,9	-11,6	-4,7
06-nov	-17,3	-15,7	-10,8	-17,3	-16,3	-10,5	-17,3	-16,0	-10,7
13-nov	-12,9	-14,4	-9,5	-12,9	-15,0	-9,2	-12,9	-14,7	-9,3
20-nov	-13,9	-10,7	-8,4	-13,9	-11,3	-8,1	-13,9	-11,0	-8,3
08-gen	-9,5	-13,8	-11,4	-9,5	-14,4	-11,0	-9,5	-14,1	-11,2
15-gen	-10,2	-10,9	-8,6	-10,2	-11,6	-8,3	-10,2	-11,2	-8,4
22-gen	-12,4	-10,3	-8,9	-12,4	-11,0	-8,6	-12,4	-10,6	-8,7
29-gen	-12,0	-10,5	-10,7	-12,0	-11,1	-10,4	-12,0	-10,8	-10,6
04-mar	-10,3	-10,2	-8,3	-10,3	-10,8	-8,0	-10,3	-10,5	-8,2
MEDIA	-12,2	-12,3	-8,9	-12,2	-13,0	-8,6	-12,2	-12,7	-8,7

Tab. n° 7: riduzioni dei flussi di traffico in viale Monte Kosica

I dati riportati in Tab. n° 7 evidenziano le percentuali di riduzione dei flussi di traffico in viale Monte Kosica nelle fasce orarie di attuazione della manovra e nelle 24 ore; considerando il confronto con il dato medio tra le due giornate senza restrizioni della circolazione risulta che la riduzione media percentuale dei flussi di traffico nell'intera giornata è dell'8,7%.

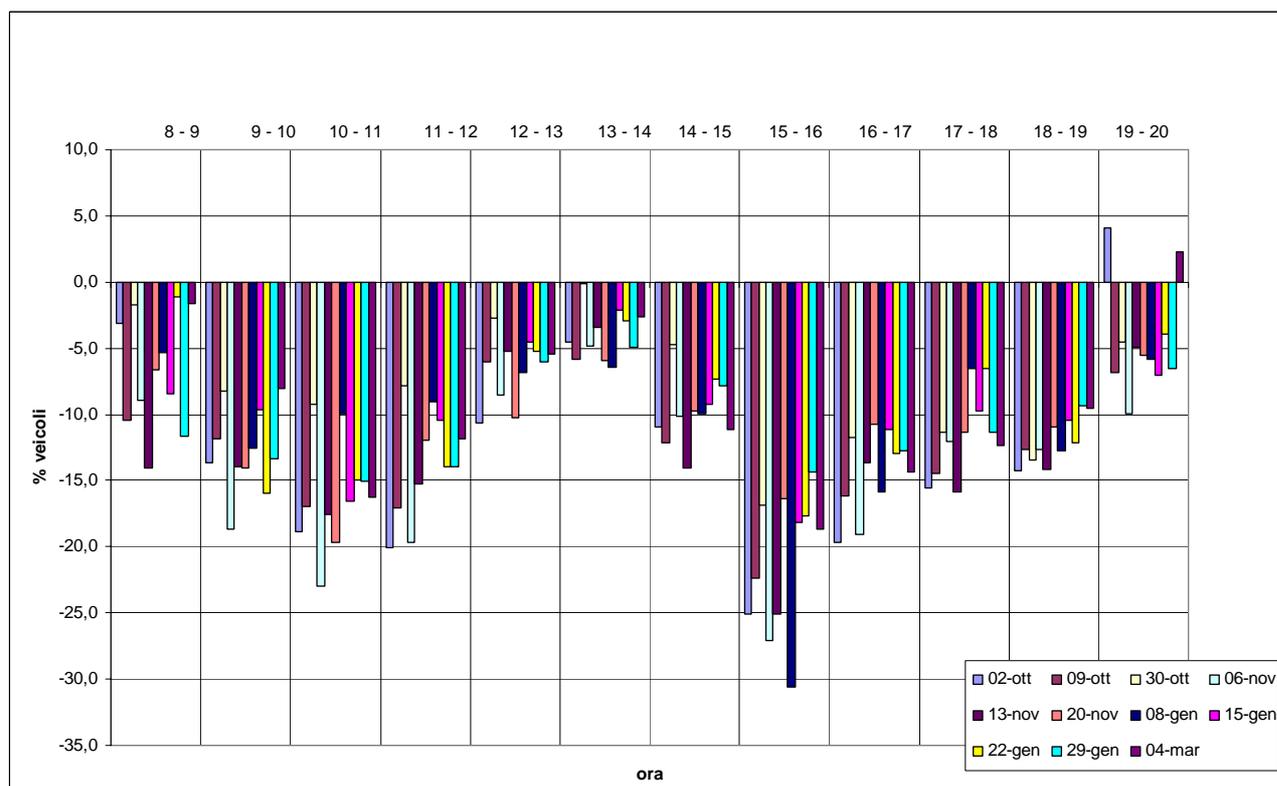


Fig. n° 17: riduzione percentuale dei veicoli in circolazione in via Monte Kosica rispetto al valore medio tra i giovedì senza restrizione del 25/9 e dell'11/12

Le riduzioni orarie dei flussi di traffico raggiungono un massimo del 23% nella fascia oraria di restrizione del mattino e superano, alle ore 15.00 del giorno 08.01.2004, il 30%. Oltre a ciò, dal grafico di Fig. n° 17, si nota che in tutti i giovedì la riduzione oraria dei flussi di traffico è ampiamente apprezzabile.

In conclusione, dai dati relativi ai flussi di traffico rilevati su via Giardini e viale Monte Kosica si ottiene una riduzione media del numero di veicoli in circolazione nei giovedì in cui è stato in vigore il provvedimento di restrizione pari al 9,5% nell'arco delle 24 ore.

STIMA DELLA RIDUZIONE DEI QUANTITATIVI DI INQUINANTI ATMOSFERICI IMMESSI IN ATMOSFERA

La valutazione dei quantitativi di inquinanti non immessi in atmosfera, a seguito della riduzione del numero di veicoli in circolazione nelle giornate con restrizione della circolazione, è stata condotta prendendo

come riferimento il parco veicolare immatricolato al 2003 (dati di fonte ACI - Tab. n° 8) e i fattori di emissione totali, relativi al ciclo di guida urbano, riportati in Tab. n° 9.

Tali fattori indicano i quantitativi di inquinanti prodotti per ogni chilometro percorso dai veicoli in un ciclo di guida urbano, ovvero un intero tragitto che comprende la parte a freddo, a caldo e, nel caso dei COVNM, la quota evaporativa. Essi sono differenziati per le diverse categorie di veicoli oltre che per classi di età, tipo di alimentazione, cilindrata o portata.

Auto benzina non cat.	Auto benzina cat.	Auto diesel non cat.	Auto diesel cat. + ecodiesel	Auto GPL metano	Furgoni benzi - na non cat.	Furgoni benzina cat.	Furgoni diesel non cat.	Furgoni diesel	Furgoni GPL metano	Pesanti diesel	Autobus	Motocicli, Motocarri	Tot. Veicoli
25.519	65.482	2.778	18.815	4.995	596	589	2.824	5.946	138	1.205	706	13.691	143.284
17,8%	45,7%	1,9%	13,1%	3,5%	0,4%	0,4%	2,0%	4,1%	0,1%	0,8%	0,5%	9,6%	100%

Tab. n° 8: composizione del parco veicolare nel Comune di Modena (anno 2003 - Fonte ACI)

Le percorrenze chilometriche, a differenza degli altri anni, sono state ottenute moltiplicando la lunghezza degli archi del grafo stradale per il numero di veicoli circolanti nell'ora di punta del mattino (7.30 - 8.30), calcolato per ogni arco dal Settore Mobilità Urbana mediante il modello previsionale di traffico VISUM: i Km percorsi in tale fascia oraria da tutti gli autoveicoli sono 332.255.

Attraverso misure di flussi di traffico sui medesimi archi stradali è stato ricavato che in tale fascia oraria viene percorso il 5,5% dei Km/die compiuti da tutti gli autoveicoli che, quindi, risultano essere pari a 6.041.000. Tale valore è stato distribuito tra tutti gli autoveicoli proporzionalmente al numero degli stessi.

Per quanto riguarda le percorrenze chilometriche dei furgoni e dei mezzi pesanti è stato stimato che gli stessi effettuino il 10% dei Km percorsi dalle auto.

Tale metodo di stima dei quantitativi di inquinanti immessi dal traffico veicolare in atmosfera si discosta da quello utilizzato negli anni scorsi per quanto riguarda le modalità di calcolo dei Km percorsi dagli autoveicoli che, in questo modo, risultano circa 5 volte superiori a quelli precedentemente determinati.

Questa metodica, basata su dati sperimentali, è stata utilizzata anche da ARPA - Sez. Prov. di Modena per effettuare le stime per il Piano di risanamento della qualità dell'aria della Provincia di Modena; si è, quindi, ritenuto opportuno allinearsi con tale metodo.

Tipologia e anno di immatricolazione del veicolo	Alimentazione e cilindrata	CO	F	NO _x	F	Benzene	F	COVNM	F	PM ₁₀ tot	F	PM ₁₀ gas	F	PM ₁₀ gomme	F	PM ₁₀ freni	F	PM ₁₀ strada	F
		[g/veic*km]	o	[g/veic*km]	n	[g/veic*km]	n	[g/veic*km]	n	[g/veic*km]	n	[g/veic*km]	n	[g/veic*km]	n	[g/veic*km]	n	[g/veic*km]	n
Auto imm. fino al 1992	Benzina < 1.4 l	32,33	1	1,64	1	0,294	2	6,5373	1	0,0895	5	0,0719	5	0,0065	3	0,0036	3	0,0075	3
	Benzina 1.4 -2.0 l	35,07	1	1,97	1	0,381	2	8,4693	1	0,1108	5	0,0932	5	0,0065	3	0,0036	3	0,0075	3
	Benzina > 2.0 l	35,07	1	2,38	1	0,447	2	9,9396	1	0,1269	5	0,1093	5	0,0065	3	0,0036	3	0,0075	3
	Diesel < 2.0 l	1,28	1	0,71	1	0,008	2	0,4232	1	0,5017	1	0,4841	1	0,0065	3	0,0036	3	0,0075	3
	Diesel > 2.0 l	1,28	1	1,09	1	0,008	2	0,4232	1	0,5017	1	0,4841	1	0,0065	3	0,0036	3	0,0075	3
	GPL	10,77	1	1,76	1	0,000	2	2,2286	1	0,0176	1			0,0065	3	0,0036	3	0,0075	3
Auto imm. dal 1993 al 1996	Benzina < 1.4 l	21,19	1	1,29	1	0,127	2	3,6345	1	0,0576	5	0,0400	5	0,0065	3	0,0036	3	0,0075	3
	Benzina 1.4 -2.0 l	16,09	1	1,35	1	0,136	2	3,8755	1	0,0602	5	0,0426	5	0,0065	3	0,0036	3	0,0075	3
	Benzina > 2.0 l	15,15	1	0,97	1	0,114	2	3,2532	1	0,0534	5	0,0358	5	0,0065	3	0,0036	3	0,0075	3
	Diesel < 2.0 l	0,86	1	0,62	1	0,003	2	0,1565	1	0,1306	1	0,1130	1	0,0065	3	0,0036	3	0,0075	3
	Diesel > 2.0 l	0,86	1	0,62	1	0,003	2	0,1565	1	0,1306	1	0,1130	1	0,0065	3	0,0036	3	0,0075	3
	GPL	4,74	1	0,36	1	0,000	2	0,4482	1	0,0176	1			0,0065	3	0,0036	3	0,0075	3
Auto imm. dal 1997	Benzina < 1.4 l	14,82	1	0,55	1	0,083	2	2,3659	1	0,0436	5	0,0260	5	0,0065	3	0,0036	3	0,0075	3
	Benzina 1.4 -2.0 l	11,27	1	0,59	1	0,096	2	2,7415	1	0,0478	5	0,0302	5	0,0065	3	0,0036	3	0,0075	3
	Benzina > 2.0 l	10,61	1	0,43	1	0,092	2	2,6319	1	0,0466	5	0,0290	5	0,0065	3	0,0036	3	0,0075	3
	Diesel < 2.0 l	0,60	1	0,27	1	0,002	2	0,1086	1	0,0687	1	0,0511	1	0,0065	3	0,0036	3	0,0075	3
	Diesel > 2.0 l	0,60	1	0,27	1	0,002	2	0,1086	1	0,0687	1	0,0511	1	0,0065	3	0,0036	3	0,0075	3
	GPL	3,32	1	0,16	1	0,000	2	0,1326	1	0,0176	1			0,0065	3	0,0036	3	0,0075	3
Comm. legg. imm. fino al 1993	Benzina < 3.5 t	65,00	1	1,90	1	0,301	2	8,6102	1	0,1123	5	0,0947	5	0,0065	3	0,0036	3	0,0075	3
	Diesel < 3.5 t	1,97	1	1,31	1	0,014	2	0,6860	1	0,5163	1	0,4987	1	0,0065	3	0,0036	3	0,0075	3
Comm. legg. imm. dal 1994	Benzina < 3.5 t	3,41	1	0,41	1	0,002	2	0,0646	1	0,0183	5	0,0007	5	0,0065	3	0,0036	3	0,0075	3
	Diesel < 3.5 t	1,69	1	0,62	1	0,012	2	0,5772	1	0,2965	1	0,2789	1	0,0065	3	0,0036	3	0,0075	3

Tipologia e anno di immatricolazione del veicolo	Alimentazione e cilindrata	CO [g/veic*km]	Font	NO _x [g/veic*km]	Font	Benzene [g/veic*km]	Font	COVMN [g/veic*km]	Font	PM ₁₀ tot [g/veic*km]	Font	PM ₁₀ gas [g/veic*km]	Font	PM ₁₀ gomme [g/veic*km]	Font	PM ₁₀ freni [g/veic*km]	Font	PM ₁₀ strada [g/veic*km]	Font
Comm. pes. imm. fino al 1992	Diesel > 3.5 t	4,49	1	12,29	1	0,050	2	2,4764	1	1,0226		0,9218	1	0,04	3	0,0228	3	0,0380	3
Comm. pes. imm. dal 1993 al 1996	Diesel > 3.5 t	2,35	1	8,36	1	0,029	2	1,4342	1	0,7614		0,6606	1	0,04	3	0,0228	3	0,0380	3
Comm. pes. imm. dal 1997	Diesel > 3.5 t	1,94	1	6,34	1	0,025	2	1,2555	1	0,4000		0,2992	1	0,04	3	0,0228	3	0,0380	3
BUS		2,81	4	7,64	4	0,008	4			0,4867		0,3859	4	0,04	3	0,0228	3	0,0380	3
Ciclomotori imm. fino al 1997	< 50 cm ³	15,00	1	0,03	1	0,326	2	9,3117	1	0,0067				0,0032	3	0,0005	3	0,0030	3
Motocicli imm. fino al 1997	> 50 cm ³	28,72	1	0,10	1	0,120	2	3,4405	1	0,0067				0,0032	3	0,0005	3	0,0030	3

¹Fonte ANPA "Stato dell'ambiente n. 12/2000" tratti dal catalogo emissioni Corinair;
²Fonte ANPA "Stato dell'ambiente n. 12/2000" tratti dal catalogo emissioni Corinair (COVMN moltiplicati per un fattore 0.045 benzina non cat., 0.035 benzina cat. e 0.02 diesel per ottenere % di benzene come da fonte CORINAIR tab. 9.1);
³Fonte IIASA "PM Emission Factors modello RAINS";
⁴Fonte CORINAIR per "Urban Bus - 91/542/EEC Stage II - Velocità 30 km/h";
⁵Fonte "Hammerle et al. (1992)" (il particolato emesso è stimato in prima approssimazione pari al 1.1% degli Idrocarburi Totali).

Tab. n° 9: fattori di emissione totali per ciclo di guida urbano

Nella successiva Tab. n° 10 sono indicate le emissioni di inquinanti derivanti dal traffico veicolare, stimate per l'arco di tempo di un giorno e di un anno; per quest'ultimo è stato considerato che nelle giornate festive, a seguito della riduzione dei flussi di traffico, vi fosse una riduzione delle emissioni pari a 1/3 rispetto ad un giorno feriale.

Tipo veicolo	n°	km/die percorsi	Emissioni di inquinanti in un giorno					Emissioni di inquinanti nell'anno				
			CO [kg/die]	NO _x [kg/die]	Benzene [kg/die]	COVMN [kg/die]	PM ₁₀ [kg/die]	CO [t/anno]	NO _x [t/anno]	Benzene [t/anno]	COVMN [t/anno]	PM ₁₀ [t/anno]
Auto benzina non cat.	25.493	1.309.963	43.396	2.292	421	9.358	126	14.986	792	145	3.232	44
Auto benzina cat.	65.482	3.364.807	51.955	2.680	338	9.655	165	17.942	926	117	3.334	57
Auto diesel non cat.	2.778	142.748	183	125	1	60	72	63	43	0	21	25
Auto diesel cat. + ecodiesel	18.815	966.813	597	283	2	108	70	206	98	1	37	24
Auto GPL metano	4.995	256.669	1.801	239	-	296	5	622	82	-	102	2
Furgoni diesel	8.700	604.100	1.074	504	7	369	221	327	153	2	112	67
Pesanti diesel	1.249	604.100	2.179	6.245	25	1.239	503	662	1.899	8	377	153
Totale	127.512	7.249.200	101.185	12.368	795	21.086	1.162	34.808	3.992	273	7.215	371

Tab. n° 10: stima dei quantitativi di inquinanti emessi dal traffico veicolare nel territorio del Comune di Modena in un giorno e in un anno

Dai dati riportati in Tab. n° 10, si può osservare che le auto a benzina non catalizzate, che corrispondono al 28% delle autovetture alimentate a benzina, immettono in atmosfera quantitativi di inquinanti solo di poco inferiori a quelli immessi dalle auto catalizzate; da questa analisi risulta, pertanto, che per CO, NO_x, COVMN e PM₁₀ un'auto non catalizzata emette quanto due auto catalizzate, mentre per quanto riguarda la benzene la proporzione aumenta fino a tre.

Anche tra gli autoveicoli diesel si nota la netta differenza tra le emissioni di quelli ecodiesel e non: gli autoveicoli "convenzionali", che sono solo 1/6 rispetto a quelli ecodiesel, immettono quantitativi di PM₁₀ di poco inferiori rispetto a questi ultimi.

A tale proposito, occorrono alcune precisazioni circa i dati emersi dalla campagna di controllo dei gas di scarico 2003 che, in prima lettura, potrebbero risultare in contrasto con la stima appena condotta.

Dall'elaborazione di un campione di tali controlli è risultato, infatti, che un'auto catalizzata a norma al momento del controllo emette, per quanto riguarda gli Idrocarburi, dieci volte in meno rispetto ad un'auto non catalizzata, anch'essa a norma, e venti volte in meno per quanto riguarda il CO ed è apprezzabile un costante calo, negli ultimi anni, del valore medio delle emissioni di inquinanti allo scarico da attribuire al rinnovamento del parco veicolare e al progressivo miglioramento tecnologico perseguito dalle case automobilistiche al fine di ottemperare alle prescrizioni fissate dalla Comunità Europea.

È bene ricordare, però, che vi è una percentuale di veicoli che non adempie all'obbligo di effettuare il controllo e le elaborazioni condotte hanno permesso di stimare che si tratta, per lo più, dei veicoli di vecchia immatricolazione (il 70% di quelli non ecodiesel e il 45% di quelli a benzina non catalizzati) e dei veicoli diesel immatricolati negli ultimi dieci anni (il 50% non effettua il controllo).

Naturalmente il calo delle emissioni inquinanti allo scarico sopra richiamato sarebbe meno evidente se i dati riguardassero anche i veicoli che evadono i controlli.

Inoltre, le emissioni di quasi tutti i veicoli, sia diesel che benzina, sono risultate già entro i limiti stabiliti dalla normativa al momento dell'esecuzione del controllo; tuttavia, ciò non significa che queste auto non inquinano, ma semplicemente che le concentrazioni di inquinanti emesse risultano essere nella norma. È bene ricordare che la prova di controllo dei gas di scarico viene effettuata per legge a motore caldo, ovvero in una condizione in cui le concentrazioni di inquinanti sono meno elevate rispetto alla fase di riscaldamento del veicolo.

Rapportando le emissioni indicate in Tab. n° 10 alla sola area di attuazione della manovra e considerando una riduzione media dei flussi di traffico pari al 9,5%, in ogni giovedì in cui è stato attuato il provvedimento di limitazione della circolazione si stimano i cali delle immissioni di inquinanti riportati in Tab. n° 11.

Nella medesima tabella è indicata anche la riduzione dei quantitativi di inquinanti immessi nell'aria nel periodo di tempo di una settimana considerando che nella stessa vi sia una giornata con circolazione a targhe alterne; in quest'ultimo caso, la positività del risultato è meno evidente rispetto al singolo giorno in quanto l'efficacia si "disperde" tra le giornate a circolazione libera.

	CO	NOx	Benzene	COVMN	PM ₁₀
GIORNO	11%	5%	12%	11%	4%
SETTIMANA	2%	1%	2%	2%	1%

Tab. n° 11: riduzione delle emissioni di inquinanti in una giornata con restrizione della circolazione

Per meglio comprendere la rilevanza del risultato ottenuto in termini di riduzione delle immissioni di inquinanti a seguito della manovra antinquinamento, si propone in Tab. n° 12 la stima della riduzione delle immissioni a seguito del progressivo aggiornamento del parco veicolare partendo dall'anno 2000.

	CO	NOx	Benzene	COVMN	PM ₁₀
2001 rispetto al 2000	7%	5%	9%	8%	2%
2002 rispetto al 2001	5%	4%	7%	6%	0%
2003 rispetto al 2002	6%	4%	8%	7%	3%

Tab. n° 12: riduzione delle emissioni di inquinanti a seguito della variazione della composizione del parco veicolare circolante

Come si può notare, per ottenere le riduzioni delle immissioni che si raggiungono in un giorno di attuazione della manovra antinquinamento, per CO, benzene e composti organici occorre attendere l'aggiornamento del parco veicolare che si ha nell'arco di due anni, mentre per NO_x è sufficiente un anno solo.

Per le polveri, invece, nell'arco di un anno, non si ottiene il risultato raggiunto con l'attuazione della manovra.

Controlli dei gas di scarico degli autoveicoli - anno 2003

PREMESSA

La campagna di controllo dei gas di scarico degli autoveicoli, che nel Comune di Modena si ripete dal 1992, rientra tra le azioni a favore del contenimento dell'inquinamento atmosferico, unitamente alle restrizioni preventive e programmate della circolazione veicolare e alle politiche per incrementare la mobilità a basso impatto.

Attraverso il controllo annuale (o semestrale per i veicoli immatricolati prima del 01.01.1988), vengono individuati quei veicoli le cui emissioni superano i valori limite fissati dalla normativa e sugli stessi vengono effettuati gli opportuni interventi di manutenzione al fine di riportare le emissioni entro la norma.

Ciò determina, pertanto, una riduzione delle emissioni di inquinanti in atmosfera oltre a un minor consumo di carburante.

L'avvenuto superamento positivo della prova di controllo dei gas di scarico è dimostrato dalla "stampata" emessa dallo strumento analitico; questo attestato deve sempre essere tenuto a bordo del veicolo, mentre il bollino blu, anch'esso rilasciato dall'officina che ha effettuato il controllo, costituisce un utile promemoria per il proprietario del veicolo.

Occorre ricordare che l'esecuzione del controllo obbligatorio dei gas di scarico, oltre ad essere un obbligo sancito dal Comune tramite Ordinanza Sindacale, è condizione per poter circolare nelle giornate con restrizione della circolazione veicolare, nel rispetto delle limitazioni stabilite.

I controlli possono essere effettuati presso le officine autorizzate dal Comune di Modena, che, al 31.12.2003, risultano essere complessivamente 161, oppure presso una qualsiasi officina situata sul territorio nazionale purché debitamente autorizzata, riconoscibile attraverso l'apposito contrassegno conforme alla Direttiva del Ministero dei Lavori Pubblici del 07.07.1998.

La percentuale di veicoli che si sottopongono all'esame dei gas di scarico risulta, in questi ultimi anni, stazionaria su livelli piuttosto alti, segno dell'attenzione che ormai tante persone rivolgono a questo provvedimento.

	1998	1999	2000	2001	2002	2003
% di autoveicoli che hanno effettuato il controllo dei gas di scarico rispetto al parco veicolare circolante	76%	71%	75%	85%	85%	85%

Nel 2003 il numero di veicoli che ha effettuato il controllo dei gas di scarico è stato pari a 126.220, di cui 110.534 erano veicoli con alimentazione a benzina, gpl o metano e 15.686 veicoli con alimentazione diesel.

Dalla elaborazione dei dati raccolti dalle officine autorizzate attraverso le schede predisposte dal Comune di Modena sono state ottenute informazioni sulla composizione del campione in base alla data di immatricolazione, alla cilindrata, ai Km percorsi, alla tipologia di carburante utilizzato e alla presenza o meno di un sistema di abbattimento dei gas di scarico.

Da queste elaborazioni è stato stimato che i veicoli che non effettuano i controlli dei gas di scarico sono, per lo più, quelli di vecchia immatricolazione (il 70% di quelli non ecodiesel e il 45% di quelli a benzina non catalizzati) e che anche il 50% dei veicoli diesel immatricolati negli ultimi dieci anni non viene sottoposto a controllo.

Come si leggerà nei capitoli successivi, dai dati elaborati si nota un sostanziale calo dell'opacità nei gas di scarico degli autoveicoli diesel da attribuire al rinnovamento del parco veicolare e al progressivo miglioramento tecnologico perseguito dalle case automobilistiche al fine di ottemperare alle prescrizioni via via più restrittive fissate dalla Comunità Europea.

Naturalmente la tendenza sarebbe meno evidente se i dati riguardassero anche i veicoli che evadono i controlli.

VEICOLI DIESEL

Composizione del campione

Il numero di controlli dei gas di scarico effettuati su autoveicoli diesel utilizzati per effettuare le elaborazioni è stato pari a 1.000 (corrispondente al 6% del numero complessivo di controlli effettuati su questo tipo di veicoli). Dall'esame della composizione secondo la tipologia, risulta che il 37% dello stesso è composto da veicoli commerciali, mentre il restante 63% è costituito da autovetture (Fig. n°18).

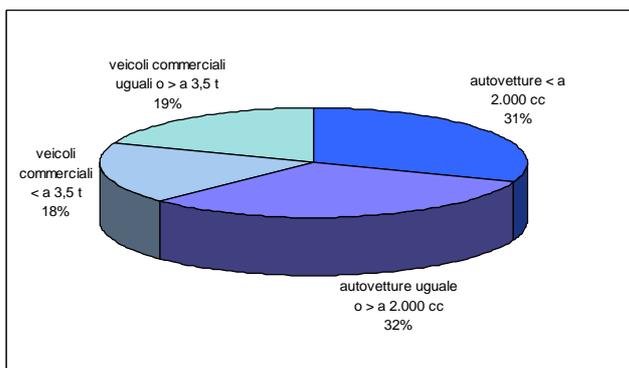


Fig. n°18: composizione del campione di veicoli diesel per tipologia

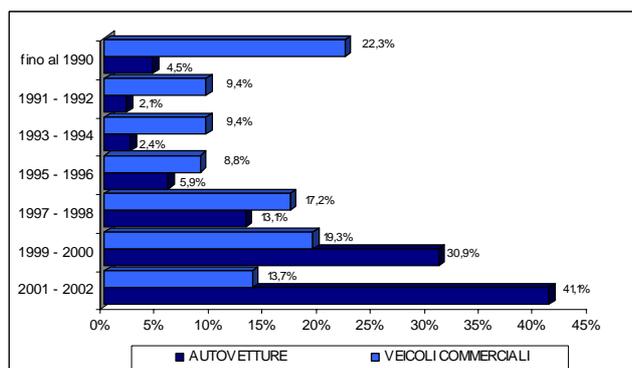


Fig. n° 19: età dei veicoli diesel sottoposti al controllo

Nel grafico di Fig. n° 19 è riportata la suddivisione del campione in base all'anno di immatricolazione: le autovetture con più di dieci anni costituiscono una percentuale molto bassa (8%), mentre una buona parte di veicoli è stata immatricolata negli ultimi 4 - 5 anni (72%). Tra i veicoli commerciali, che hanno "vita" più lunga, il 22,3% risulta essere stato immatricolato prima del 1991, quindi non è ecodiesel, ma si evidenzia una rilevante percentuale di mezzi immatricolati dal 1997 in poi (50,2%).

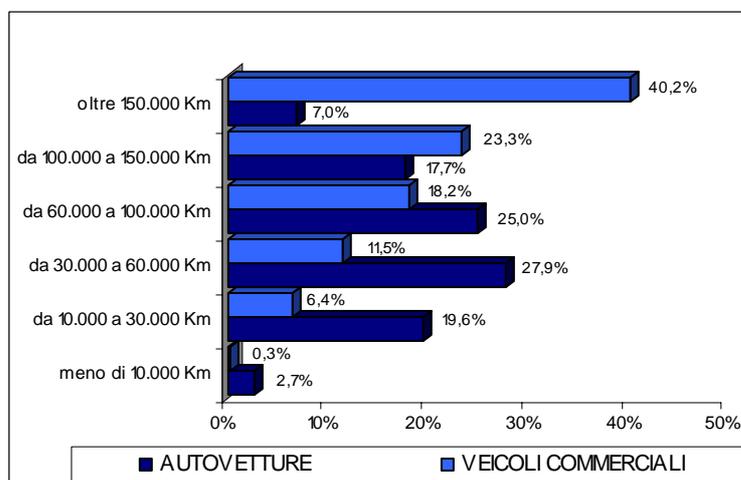


Fig. n° 20: composizione del campione di veicoli diesel in base ai Km percorsi

Per quanto riguarda le percorrenze chilometriche, nel grafico di Fig. n° 20 sono evidenziati distintamente i Km percorsi dalle autovetture e dai veicoli commerciali. Relativamente a questi ultimi, si osserva che in buona parte hanno percorso oltre 150.000 Km e che in generale sono utilizzati per percorrere un elevato numero di Km.

Minore è, invece, il numero di Km percorsi dalle autovetture: il 27,9% ha percorso dai 30.000 ai 60.000 Km e il 25% ha percorso dai 60.000 ai 100.000 Km. Solo il 7% delle autovetture ha percorso più di 150.000 Km.

Esito dei controlli

I controlli dei gas di scarico effettuati sui veicoli diesel sono tesi alla verifica del rispetto dei limiti di opacità fissati dalla legge; l'opacità rappresenta la percentuale di flusso luminoso prodotta dallo strumento analitico (opacimetro) in grado di penetrare attraverso i fumi di scarico.

Per i veicoli aventi motore aspirato il limite di opacità è fissato in $2,5 \text{ m}^{-1}$ (pari al 63% di opacità), mentre per i veicoli con motore sovralimentato la soglia è di 3 m^{-1} (pari al 70% di opacità); per i veicoli di più recente concezione il livello di opacità cui fare riferimento è indicato in un'apposita piastrina collocata all'interno del vano motore.

Nelle tabelle seguenti (Tab. n° 13 e Tab. n° 14) sono riportati gli esiti dei controlli dei gas di scarico effettuati sulle autovetture e sui mezzi commerciali. Esaminando quella relativa alle autovetture, emerge che il 95% delle stesse è risultato già a norma al momento del controllo e, di questi, l'opacità media rilevata è risultata pari a 28%; i veicoli non a norma, invece, sono stati sottoposti a interventi di manutenzione (vedi Fig. n° 21) e, dai successivi controlli, sono tutti risultati entro i valori limite.

Autovetture	n° casi	%	Valore medio opacità (%)	Deviazione standard
Al momento del controllo				
Veicoli GIA' A NORMA al momento del controllo	595	95	28	18
Veicoli NON A NORMA al momento del controllo	32	5	76	8
Dopo la manutenzione				
Veicoli A NORMA dopo la manutenzione	32	100	45	10
Veicoli NON A NORMA dopo la manutenzione	0	-	-	-

Tab. n° 13: esiti dei controlli effettuati sulle autovetture diesel

Veicoli commerciali	n° casi	%	Valore medio opacità (%)	Deviazione standard
Al momento del controllo				
Veicoli GIA' A NORMA al momento del controllo	334	90	31	17
Veicoli NON A NORMA al momento del controllo	39	10	76	8
Dopo la manutenzione				
Veicoli A NORMA dopo la manutenzione	39	100	41	14
Veicoli NON A NORMA dopo la manutenzione	0	-	-	-

Tab. n° 14: esiti dei controlli effettuati sui veicoli commerciali

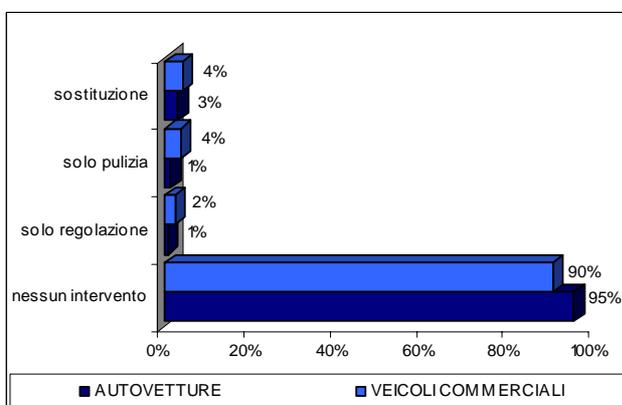


Fig. n° 21: interventi di manutenzione effettuati sul campione di veicoli diesel

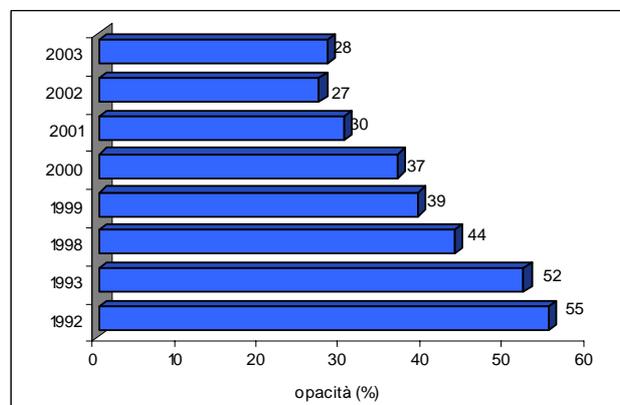


Fig. n° 22: opacità dei fumi dei veicoli a norma al momento del controllo. Confronto negli anni

Anche per quanto riguarda i veicoli commerciali, tutti i veicoli non a norma, a seguito degli interventi di manutenzione, sono rientrati entro i limiti.

Nel grafico di Fig. n° 21 sono riportate le tipologie di interventi effettuati in officina sui veicoli non a norma. Dallo stesso risulta, come precedentemente detto, che il 90% dei veicoli commerciali e il 95% delle autovetture non hanno avuto necessità di alcuna operazione di manutenzione.

Nel grafico di Fig. n° 22 sono riportati i valori medi dell'opacità dei veicoli già a norma al momento del controllo rilevati nel corso delle diverse campagne annuali.

Dallo stesso si nota come l'opacità si sia progressivamente abbassata nel corso degli anni anche sulla base del progressivo rinnovo del parco veicolare circolante.

VEICOLI BENZINA, GPL, METANO

Composizione del campione

Il campione di veicoli con alimentazione a benzina, gpl o metano è costituito da 2.000 controlli dei gas di scarico (corrispondente al 2% del numero complessivo di controlli effettuati su questo tipo di veicoli).

Di questi, il 98% è costituito da autovetture, mentre i veicoli commerciali rappresentano solo una minima parte.

Particolarmente importanti sono le percentuali delle autovetture con cilindrata inferiore a 1.400 cc (47,5%) e quelle con cilindrata compresa tra 1.400 e 2.000 cc (41,1%); non sono numerose le autovetture con cilindrata superiore a 2.000 cc.

Tra i veicoli commerciali, la maggior parte è costituita da veicoli con massa inferiore a 3,5 t definiti "commerciali leggeri" (Fig. n° 23).

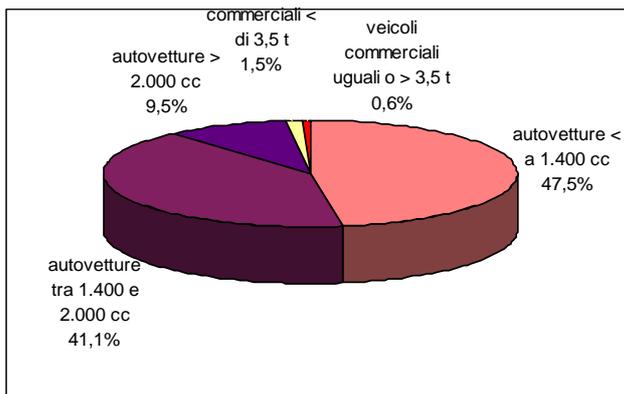


Fig. n° 23: composizione del campione di autoveicoli ad accensione comandata in base alla cilindrata

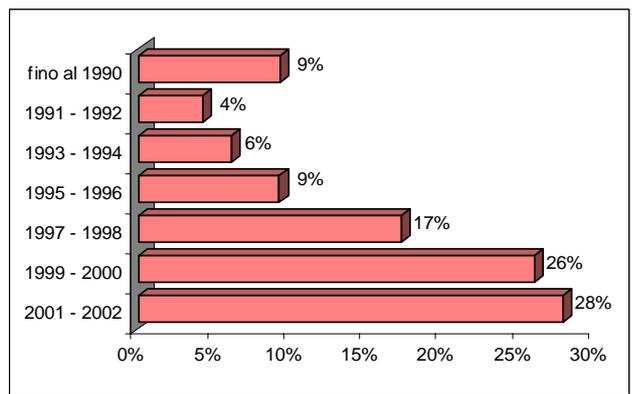


Fig. n° 24: composizione del campione di autoveicoli ad accensione comandata in base all'anno di immatricolazione

Anche il parco veicolare costituito dai veicoli a benzina, gpl o metano risulta essere composto per lo più da veicoli di recente immatricolazione (il 71% dei veicoli "campione" è stato immatricolato dal 1997 in poi); in questo caso i veicoli non catalizzati, ovvero quelli immatricolati prima del 1993, rappresentano il 13% del campione (Fig. n° 24).

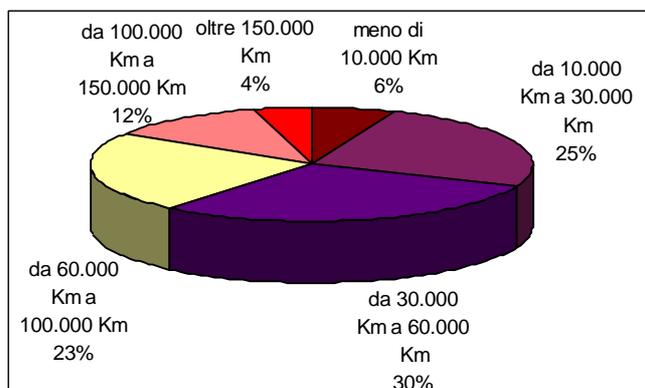


Fig. n° 25: composizione del campione di autoveicoli ad accensione comandata in base ai Km percorsi

La maggior parte dei veicoli ad accensione comandata risulta aver percorso dai 30.000 ai 60.000 Km, il 23% ha percorso dai 60.000 ai 100.000 Km e solo il 12% ha superato i 100.000 Km. Appare quindi evidente che i veicoli alimentati a benzina, gpl, metano percorrono in media un minor numero di Km rispetto ai veicoli diesel (Fig. n° 25).

I grafici di Fig. n° 26 e Fig. n° 27 illustrano la distribuzione del campione in funzione della tipologia di carburante utilizzato e del sistema di abbattimento dei gas di scarico.

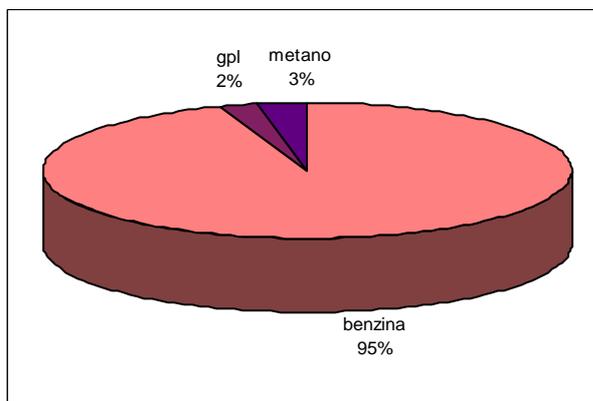


Fig. n° 26: composizione del campione di autoveicoli ad accensione comandata per tipologia di alimentazione

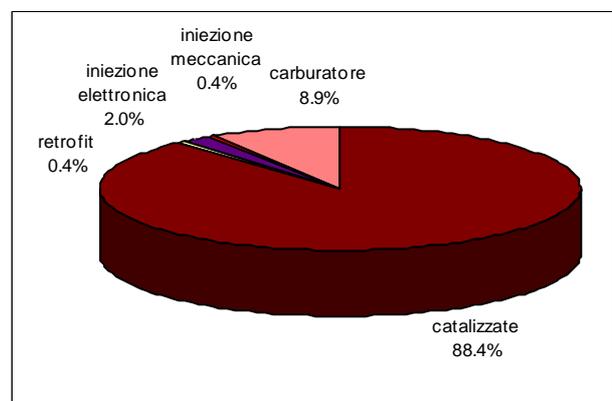


Fig. n° 27: composizione del campione di autoveicoli ad accensione comandata in base ai sistemi di alimentazione e abbattimento delle emissioni degli scarichi

Dal primo grafico risulta evidente che la quasi totalità dei veicoli è alimentato a benzina, mentre dal secondo emerge che l'88,4% è dotato di marmitta catalitica. Tale percentuale risulta essere in aumento rispetto all'anno scorso con conseguente riduzione del numero di veicoli con carburatore.

Esito dei controlli

Per i veicoli ad accensione comandata il controllo dei gas di scarico consiste nella verifica del rispetto dei limiti fissati dalla normativa per il monossido di carbonio (CO) e per gli idrocarburi (HC).

In Tab. n° 15 sono riportati i limiti previsti per le diverse tipologie di veicoli.

Tipologia di autoveicoli (classe)	CO (%)		HC (ppm)	
	minimo	2.500 rpm*	minimo	2.500 rpm*
Metano, gpl, benzina con catalizzatore a tre vie	0,5	0,3	100	100
Metano, retrofit, benzina a iniezione elettronica	1,5	-	200	-
Gpl, benzina con carburatore dopo il 01.10.1986	3,5	-	350	-
Gpl, benzina con carburatore prima del 01.10.1986	4,5	-	450	-

*: giri al minuto

Tab. n° 15: limiti di emissione per i veicoli ad accensione comandata

Dai dati riportati nella Tab. n° 16, si osserva che al momento dell'esecuzione del controllo, il 99% dei veicoli catalizzati è risultato già a norma per quanto riguarda le emissioni di idrocarburi sia con motore in regime di minimo che a 2.500 rpm; inoltre, si può notare come la concentrazione delle emissioni diminuisca all'aumentare dei giri del motore.

Relativamente alle auto non catalizzate, l'89% è risultato a norma al momento del controllo; la concentrazione media di idrocarburi per tali veicoli è di 193 ppm, quasi dieci volte superiore a quella dei veicoli catalizzati a norma al momento del controllo.

Per quanto riguarda i veicoli non a norma al momento del controllo, si nota che, a seguito degli interventi di manutenzione, l'80% dei veicoli catalizzati e l'84% di quelli non catalizzati è rientrato nei limiti fissati dalla normativa.

Dalla Tab. n° 16 emerge, inoltre, che la concentrazione media di idrocarburi dei veicoli non catalizzati a norma dopo la manutenzione è di poco inferiore a quella dei veicoli catalizzati non a norma al momento del controllo, segno della notevole differenza tra le emissioni di queste due tipologie di veicoli.

Idrocarburi	Tipo di veicolo	N° casi A NORMA	%	Emissioni medie mezzi A NORMA (ppm)	D.S. (ppm)	N° casi NON A NORMA	%	Emissioni medie mezzi NON A NORMA (ppm)	D.S. (ppm)	Scostamento medio dal valore limite mezzi NON A NORMA (ppm)
Al momento del controllo										
Al minimo	catalizzate	1752	99	20	26	15	1	257	190	157
	non catalizzate	208	89	193	104	25	11	569	223	144
2.500 rpm	catalizzate	1754	99	13	20	13	1	237	186	137
Dopo la manutenzione										
Al minimo	catalizzate	12	80	30	34	3	20	183	42	83
	non catalizzate	21	84	216	77	4	16	367	69	54
2.500 rpm	catalizzate	11	85	28	32	2	15	115	0	15

Tab. n° 16: emissioni medie di idrocarburi prima e dopo la manutenzione

Per quanto riguarda le emissioni di monossido di carbonio, dalla Tab. n° 17 si nota che il 98% dei veicoli catalizzati e il 90% di quelli non catalizzati sono risultati già entro i limiti di cui alla Tab. n° 15 al momento del controllo dei gas di scarico.

Le operazioni di manutenzione condotte in officina hanno determinato il rientro nella norma per il 96% dei veicoli (sia catalizzati che non). Come per gli idrocarburi, anche le concentrazioni di monossido di carbonio sono inferiori quando aumenta il numero di giri del motore e si può notare che, dopo la manutenzione, i veicoli non catalizzati a norma emettono, in media, quanto i veicoli catalizzati non a norma.

Ossido di Carbonio	Tipo di veicolo	N° casi A NORMA	%	Emissioni medie mezzi A NORMA (%)	D.S. (%)	N° casi NON A NORMA	%	Emissioni medie mezzi NON A NORMA (%)	D.S. (%)	Scostamento medio dal valore limite mezzi NON A NORMA (%)
Al momento del controllo										
Al minimo	catalizzate	1739	98	0,06	0,10	28	2	2,03	1,76	1,53
	non catalizzate	209	90	1,35	0,99	24	10	5,23	1,45	1,82
2.500 rpm	catalizzate	1739	98	0,01	0,06	28	2	1,76	1,73	1,46
Dopo la manutenzione										
Al minimo	catalizzate	27	96	0,09	0,12	1	4	1,3	-	0,8
	non catalizzate	23	96	2,09	0,72	1	4	2,1	-	0,6
2.500 rpm	catalizzate	27	96	0,03	0,05	1	4	0,5	-	0,2

Tab. n° 17: emissioni medie di monossido di carbonio prima e dopo la manutenzione

Dai dati elaborati, relativi alle emissioni di idrocarburi e monossido di carbonio, risultano evidenti differenze tra le emissioni di inquinanti prodotte dai veicoli catalizzati rispetto a quelle dei veicoli non catalizzati.

Tale differenza, che trova giustificazione nella presenza della marmitta catalitica, a partire dal 1993, su tutti i veicoli e nel progressivo miglioramento delle caratteristiche costruttive, non trova apparentemente riscontro nella stima condotta dal Settore Ambiente per la determinazione dei quantitativi di inquinanti immessi in atmosfera dal traffico veicolare dalla quale risulta che per CO, NO_x, COVNM e PM₁₀ un'auto non catalizzata emette quanto due auto catalizzate.

Occorre, tuttavia, precisare che la stima effettuata si basa sull'utilizzo di fattori di emissione totali, ovvero riferiti ad un ciclo di guida urbano comprendente la parte a freddo e quella a caldo, mentre la procedura prevista per il controllo dei gas di scarico stabilisce che la prova sia effettuata a motore già caldo.

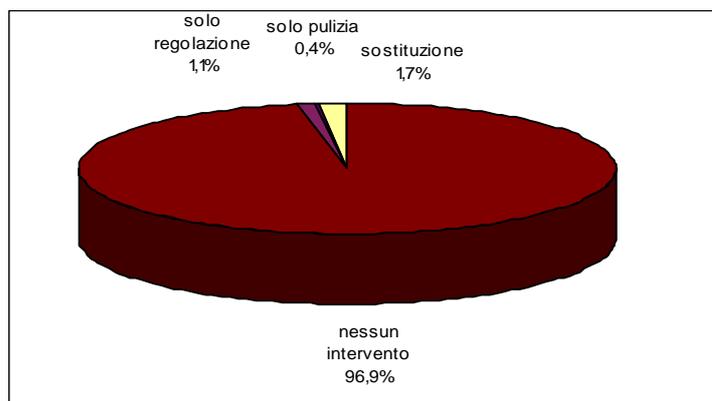


Fig. n° 28: natura dell'intervento effettuato nel controllo dei gas di scarico per i veicoli ad accensione comandata

Pertanto, a differenza di quanto ottenuto attraverso la stima numerica, i dati emersi dall'esecuzione dei controlli dei gas di scarico sono rappresentativi di una situazione in cui i veicoli hanno già percorso alcuni chilometri, sono fermi e il motore è al minimo.

Anche dal grafico di Fig. n° 28 emerge che oltre il 96% dei veicoli non ha avuto necessità di alcun intervento di manutenzione in quanto già a norma al momento del controllo; la restante parte di veicoli, al fine di rientrare nei limiti, è stata sottoposta alla sola regolazione del minimo, oppure a interventi di pulizia o alla

sostituzione di pezzi meccanici.

Nel grafico di Fig. n° 29 sono poste a confronto le emissioni di idrocarburi e di monossido di carbonio dei veicoli a norma al momento del controllo secondo la data di immatricolazione e quindi rispetto alle direttive europee riguardanti il miglioramento tecnologico degli autoveicoli comunemente definite PRE EURO, EURO 1, EURO 2, EURO 3. Dal grafico emerge chiaramente che con l'introduzione della marmitta catalitica come dispositivo di abbattimento dei gas di scarico, le emissioni di sostanze inquinanti si sono ridotte dell'80% per quanto riguarda gli idrocarburi e fino al 90% per il monossido di carbonio.

Infine, si nota una progressiva riduzione delle emissioni, anche nelle successive fasi di introduzione delle direttive europee, legata al miglioramento della concezione dei motori e dei sistemi di abbattimento degli inquinanti.

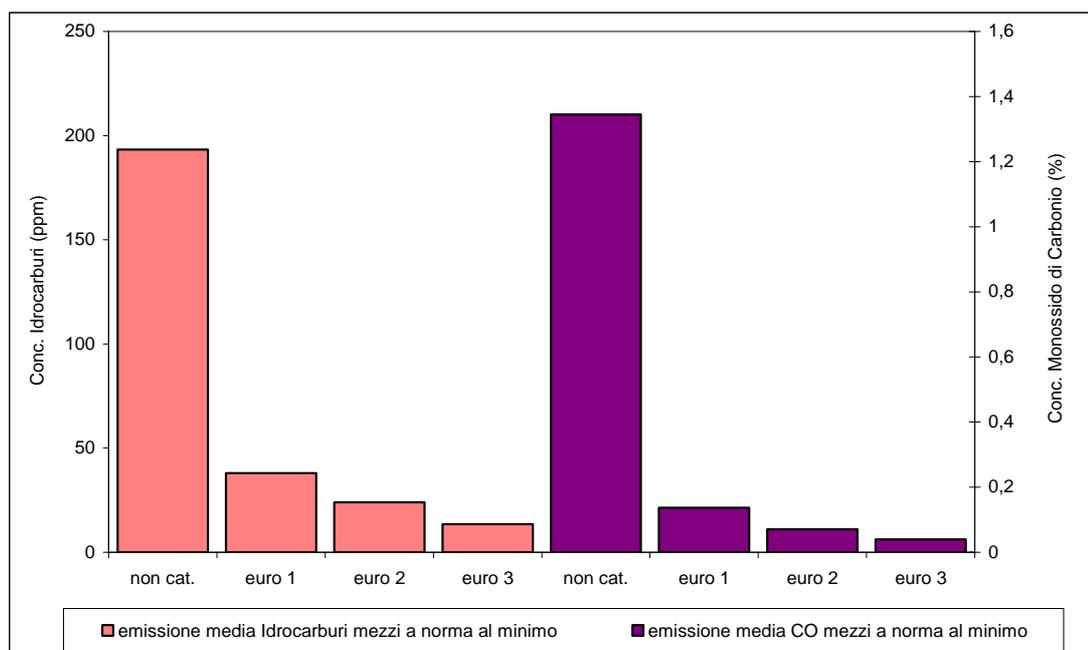


Fig. n° 29 : emissioni di idrocarburi e monossido di carbonio dai veicoli a norma al momento del controllo rispetto alla data di immatricolazione

CONCLUSIONI

I risultati emersi dalle elaborazioni condotte evidenziano che le emissioni dei gas di scarico della quasi totalità dei veicoli, sia diesel che benzina, sono risultate entro i limiti stabiliti dalla normativa già al momento dell'esecuzione del controllo.

Ciò non significa, tuttavia, che queste auto non inquinano, ma semplicemente che le concentrazioni di inquinanti emesse allo scarico risultano essere nella norma.

E' infine necessario sottolineare come nelle aree urbane, in cui un elevato numero di autoveicoli viene utilizzato anche per compiere brevi spostamenti, il traffico veicolare costituisca oggi, pure alla luce degli evidenti progressi sulla qualità delle emissioni e delle politiche di controllo attuate, la principale fonte di inquinamento atmosferico tale da determinare, nelle condizioni meteorologiche della pianura Padana, responsabili del ristagno degli inquinanti, frequenti situazioni di criticità con superamento dei limiti di qualità dell'aria.

Tale situazione comporta l'esigenza, da parte delle Autorità Locali, di intervenire nel medio termine con azioni strutturali a favore della mobilità sostenibile, ma non scongiura, nel breve termine, la necessità di attuare misure di tutela della salute pubblica, quali i provvedimenti di restrizione della circolazione.

