

CAPITOLO 2 – ELEMENTI DI SINTESI SULL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

2.1 FONTI DI EMISSIONE DI INQUINANTI NELL'ARIA: STIME ANPA

Alla data di approvazione del presente Piano, il Veneto non dispone di un inventario delle emissioni a livello regionale secondo quanto previsto dall'allegato 2 del DM 261/2002. Tale importante strumento è comunque in avanzato stato di progettazione da parte di ARPAV, titolare della competenza ai sensi della L.R. 11/2001 (art. 81).

La sua realizzazione dovrà essere comunque completata entro il 31.12.2006.

Mancando tale fonte informativa si è proceduto a delineare un quadro delle principali fonti di emissione nel territorio regionale avvalendosi delle stime prodotte periodicamente da APAT e rese disponibili nel sito <http://www.sinanet.apat.it/>.

La stima delle emissioni in aria di gas inquinanti, gas serra, composti organici persistenti e metalli pesanti si basa su una metodologia consolidata, rispetto alla quale la ricerca continua ad affinare strumenti e metodi. Il progetto CORINAIR (COoRdination-INformation-AIR), promosso e coordinato dalla Comunità Europea nell'ambito del programma sperimentale CORINE (COoRdinated Information on the Environment in the European Community), ne è l'asse portante dal 1985, anno in cui è stato realizzato il primo inventario italiano armonizzato a livello europeo.

Il principale obiettivo della prima fase delle attività di tale progetto, al quale hanno partecipato tutti i Paesi membri della Comunità, è stato la realizzazione di un inventario prototipo delle emissioni di Ossidi di Zolfo (SO_x), Ossidi di Azoto (NO_x) e Composti Organici Volatili (COV) riferito all'anno 1985, da utilizzare come base scientifica per la scelta delle politiche ambientali in materia di inquinamento atmosferico.

L'inventario del '90 ha opportunamente rivisto la metodologia applicata nel 1985, estendendo il numero di inquinanti considerati e cioè SO₂, CO, CO₂, NH₃, N₂O, NO_x, CH₄, composti organici volatili non metanici (COVNM), ampliando il numero di attività censite ed armonizzando ulteriormente i metodi di stima delle emissioni in Europa.

La classificazione delle fonti di emissione, adottata nell'ambito del progetto è definita in termini di "Macrosettori". Ciascuna delle 11 voci di questo livello è suddivisa in settori (in tutto 76) che sono a loro volta suddivisi in attività (in tutto 375).

Gli 11 Macrosettori CORINAIR sono:

1. Centrali Elettriche Pubbliche, Cogenerazione e Teleriscaldamento
2. Combustione Terziario ed Agricoltura
3. Combustione nell'industria
4. Processi produttivi
5. Estrazione e distribuzione di combustibili fossili
6. Uso di solventi
7. Trasporto su strada
8. Altre fonti mobili
9. Trattamento e smaltimento rifiuti
10. Agricoltura e silvicoltura e cambiamento del suolo
11. Natura

La suddivisione territoriale utilizzata nel progetto CORINAIR considera quattro livelli di unità territoriali e individua, per l'Italia, le entità geografico-amministrative corrispondenti:

- livello 1: gruppi di regioni (Italia settentrionale, centrale, meridionale e insulare);
- livello 2: regioni;
- livello 3: province;

– livello 4: comuni.

Il progetto CORINAIR, nelle versioni '90 e '95, realizza l'inventario delle emissioni per le unità territoriali di livello 3. La disaggregazione a livello provinciale per la versione '95 è tuttora in corso di realizzazione da parte dell'ANPA. Di seguito si presentano le stime ANPA regionali di [CH₄](#), [CO](#), [CO₂](#), [COVNM](#), [N₂O](#), [NH₃](#), [NO_x](#) e [SO₂](#) relative agli anni 1985 e 1990 (1999 solo per [CO₂](#), [NO_x](#) e [SO₂](#)), consultabili nel sito web www.sinanet.anpa.it. Non è invece disponibile una stima a livello regionale delle polveri PM.

In linea generale si osserva che, a partire dalla metà degli anni '80, le emissioni di biossido di zolfo sono state fortemente ridotte, grazie all'introduzione negli usi civili ed industriali di combustibili a basso tenore di zolfo e del gas naturale, praticamente privo di zolfo. Questo, insieme ad altre misure di intervento sui processi (miglioramento dell'efficienza, processi meno inquinanti) e/o sulle emissioni (abbattimento degli inquinanti ai camini) ha portato, a partire dalla seconda metà degli anni '80, ad un generalizzato contenimento delle emissioni da fonti fisse di altri inquinanti, tra cui gli ossidi di azoto, il monossido di carbonio, i composti organici.

Relativamente alle emissioni dal settore trasporti, l'aumento del numero di veicoli e dei chilometri percorsi ha controbilanciato l'effetto positivo dovuto alla diffusione di veicoli meno inquinanti; questo, oltre ad aumentare le situazioni di congestione con i connessi disagi, ha fatto permanere i problemi legati alle emissioni di inquinanti caratteristici del traffico.

2.1.1 Emissioni di metano (CH₄)

L'analisi dei dati ANPA mostra come, a livello regionale, i macrosettori di maggiore rilevanza per le emissioni di CH₄ siano rappresentati da (anno 1985 e anno 1990):

- agricoltura (52% - 47%);
- trattamento e smaltimento dei rifiuti (36% - 38%);
- estrazione, distribuzione combustibili fossili (8% - 11%);
- natura (3% - 3%).

Tabella 3: emissioni CH₄, stima ANPA 1985, 1990

MacroSettore	Emissioni 85 (ton/anno)	Emissioni 90 (ton/anno)	Peso % anno 1985	Peso % anno 1990
Agricoltura	178,929	167,496	52	47
Trattamento e Smaltimento Rifiuti	123,437	135,755	36	38
Estrazione, distribuzione combustibili fossili	27,672	38,816	8	11
Natura	11,430	11,119	3	3
Trasporti Stradali	1,451	1,700	0	0
Combustione Terziario ed Agricoltura	1,196	1,180	0	0
Combustione Industria	321	389	0	0
Centr.Elettriche Pubbl., Cogeneraz., Telerisc.	278	530	0	0
Altre Sorgenti Mobili	272	275	0	0
Processi Produttivi	238	140	0	0
Totale emissioni	345,223	357,398	100	100

La stima riferita al 1990 mostra un lieve decremento delle emissioni di agricoltura e natura, ed un incremento per i macrosettori trattamento/smaltimento dei rifiuti ed estrazione/distribuzione combustibili fossili.

2.1.2 Emissioni di monossido di carbonio (CO)

L'analisi dei dati ANPA mostra come, a livello regionale, i macrosettori di maggiore rilevanza per le emissioni di CO siano rappresentati da (anno 1985 e anno 1990):

- trasporti stradali (54% - 53%);
- trattamento e smaltimento dei rifiuti (29% - 28%);
- processi produttivi (4% - 6%);
- altre sorgenti mobili (6% - 5%).

Tabella 4: emissioni CO, stima ANPA 1985, 1990

MacroSettore	Emissioni 85 (ton/anno)	Emissioni 90 (ton/anno)	Peso % anno 1985	Peso % anno 1990
Trasporti Stradali	344,904	347,425	54	53
Trattamento e Smaltimento Rifiuti	187,592	184,380	29	28
Processi Produttivi	28,354	40,994	4	6
Altre Sorgenti Mobili	39,167	35,561	6	5
Combustione Industria	24,780	27,161	4	4
Combustione Terziario ed Agricoltura	15,696	14,931	2	2
Centr.Elettriche Pubbl., Cogeneraz., Telerisc.	1,630	2,705	0	0
Agricoltura	2,316	1,762	0	0
Natura	70	182	0	0
Totale emissioni	644,509	655,101	100	100

La stima riferita al 1990 mostra una sostanziale stazionarietà delle emissioni prodotte dai trasporti e dal trattamento/smaltimento dei rifiuti, ed una variazione di segno opposto per i processi produttivi (in aumento) e delle altre sorgenti mobili (in diminuzione).

2.1.3 Emissioni di anidride carbonica (CO₂)

L'analisi dei dati ANPA mostra come, a livello regionale, i macrosettori di maggiore rilevanza per le emissioni di CO₂ siano rappresentati da (anno 1985, anno 1990, anno 1999):

- centrali termoelettriche, cogenerazione e teleriscaldamento (30% - 35% - 50%);
- combustione nell'industria + processi produttivi (25% - 24% - 11%);
- combustione terziario ed agricoltura (22% - 17% - 16%);
- trasporti stradali (14% - 16% - 20%).

Tabella 5: emissioni CO₂, stima ANPA 1985, 1990

MacroSettore	Emissioni 85 (ton/anno)	Emissioni 90 (ton/anno)	Emissioni 99 (ton/anno)	Peso % anno 1985	Peso % anno 1990	Peso % anno 1999
Centr.Elettriche Pubbl., Cogeneraz., Telerisc.	10,070,163	14,747,584	22,270,404	30	35	50
Combustione Industria + Processi Produttivi	8,569,297	10,274,651	4,975,151	25	24	11
Combustione Terziario ed Agricoltura	7,452,688	7,295,075	7,012,923	22	17	16
Trasporti Stradali	4,812,148	6,544,766	8,739,712	14	16	20
Altre Sorgenti Mobili	1,315,584	1,692,520	1,500,990	4	4	3
Natura	876,703	897,302	-	3	2	-
Trattamento e Smaltimento Rifiuti	565,912	686,766	-	2	2	-
Totale emissioni	33,662,495	42,138,664	44,499,180	100	100	100

La stima riferita al 1999 mostra un incremento sostenuto delle emissioni prodotte dalle centrali termoelettriche, di cogenerazione e teleriscaldamento, una sensibile diminuzione nel macrosettore

della combustione nell'industria (sommata al contributo derivante dai processi produttivi) e nel macrosettore della combustione nel terziario e nell'agricoltura, mentre i trasporti stradali mostrano un andamento crescente (dal 1985 al 1999).

2.1.4 Emissioni di composti organici volatili non metanici (COVNM)

L'analisi dei dati ANPA mostra come, a livello regionale, i macrosettori di maggiore rilevanza per le emissioni di COVNM siano rappresentati da (anno 1985, anno 1990):

- trasporti stradali (30% - 31%);
- uso di solventi (26% - 26%);
- agricoltura (19% - 17%);
- estrazione, distribuzione combustibili fossili (7%-6%).

Tabella 6: emissioni COVNM, stima ANPA 1985, 1990

MacroSettore	Emissioni 85 (ton/anno)	Emissioni 90 (ton/anno)	Peso % anno 1985	Peso % anno 1990
Trasporti Stradali	54,245	61,240	30	31
Uso di solventi	48,366	55,623	26	28
Agricoltura	35,675	33,752	19	17
Trattamento e Smaltimento Rifiuti	11,961	11,898	7	6
Estrazione, distribuzione combustibili fossili	7,897	9,618	4	5
Altre Sorgenti Mobili	9,040	8,997	5	5
Processi Produttivi	8,555	8,420	5	4
Natura	4,943	4,686	3	2
Combustione Terziario ed Agricoltura	1,350	1,377	1	1
Combustione Industria	690	746	0	0
Centr.Elettriche Pubbl., Cogeneraz., Telerisc.	272	478	0	0
Totale emissioni	182,993	196,834	100	100

La stima riferita al 1990 mostra un leggero incremento delle emissioni prodotte dal traffico veicolare, dall'uso di solventi ed dall'estrazione, distribuzione combustibili fossili ed un leggero decremento per quanto concerne il macrosettore agricoltura.

2.1.5 Emissioni di protossido di azoto (N₂O)

L'analisi dei dati ANPA mostra come, a livello regionale, i macrosettori di maggiore rilevanza per le emissioni di N₂O siano rappresentati da (anno 1985, anno 1990):

- agricoltura (36% - 36%);
- centrali termoelettriche, cogenerazione e teleriscaldamento (19% - 26%);
- natura (18% - 16%);
- combustione industria (9%-9%).

La stima riferita al 1990 mostra una lieve riduzione delle emissioni dei macrosettori agricoltura, natura; di segno opposto la variazione della % attribuita a centrali termoelettriche, cogenerazione e teleriscaldamento.

Tabella 7: emissioni N_2O , stima ANPA 1985, 1990

MacroSettore	Emissioni 85 (ton/anno)	Emissioni 90 (ton/anno)	Peso % anno 1985	Peso % anno 1990
Agricoltura	3,124	3,108	36	32
Centr.Elettriche Pubbl., Cogeneraz., Telerisc.	1,639	2,464	19	26
Natura	1,563	1,539	18	16
Combustione Industria	795	900	9	9
Combustione Terziario ed Agricoltura	931	742	11	8
Altre Sorgenti Mobili	371	425	4	4
Trasporti Stradali	179	249	2	3
Trattamento e Smaltimento Rifiuti	161	158	2	2
Totale emissioni	8,764	9,586	100	100

2.1.6 Emissioni di ammoniaca (NH_3)

L'analisi dei dati ANPA mostra come, a livello regionale, i macrosettori di maggiore rilevanza per le emissioni di NH_3 siano rappresentati da (anno 1985, anno 1990):

- agricoltura (76% - 80%);
- processi produttivi (22% - 18%);
- trattamento e smaltimento rifiuti (2% - 2%).

Tabella 8: emissioni NH_3 stima ANPA 1985, 1990

MacroSettore	Emissioni 85 (ton/anno)	Emissioni 90 (ton/anno)	Peso % anno 1985	Peso % anno 1990
Agricoltura	41,972	39,969	76	80
Processi Produttivi	12,342	9,227	22	18
Trattamento e Smaltimento Rifiuti	891	981	2	2
Trasporti Stradali	36	49	0	0
Centr.Elettriche Pubbl., Cogeneraz., Telerisc.	28	26	0	0
Combustione Industria	3	4	0	0
Altre Sorgenti Mobili	2	3	0	0
Combustione Terziario ed Agricoltura	0	-	0	-
Totale emissioni	55,274	50,258	100	100

La stima riferita al 1990 mostra un lieve incremento delle emissioni derivanti dal macrosettore agricoltura; di segno opposto la variazione della % attribuita ai processi produttivi.

2.1.7 Emissioni di ossidi di azoto (NO_x)

L'analisi dei dati ANPA mostra come, a livello regionale, i macrosettori di maggiore rilevanza per le emissioni di NO_x siano rappresentati da (anno 1985, anno 1990, anno 1999):

- trasporti stradali (36% - 39% - 47%);
- centrali termoelettriche, cogenerazione e teleriscaldamento (30% - 27% - 22%);
- combustione industria + processi produttivi (15% - 15% - 9%);
- altre sorgenti mobili (12% - 13% - 16%).

Tabella 9: emissioni NO_x stima ANPA 1985, 1990, 1999

MacroSettore	Emissioni 85 (ton/anno)	Emissioni 90 (ton/anno)	Emissioni 99 (ton/anno)	Peso % anno 1985	Peso % anno 1990	Peso % anno 1999
Trasporti Stradali	56,153	75,050	60,781	36	39	47
Centr.Elettriche Pubbl., Cogeneraz., Telerisc.	45,831	51,672	28,749	30	27	22
Combustione Industria + Processi Produttivi	23,924	29,013	11,321	15	15	9
Altre Sorgenti Mobili	18,441	24,252	21,264	12	13	16
Combustione Terziario ed Agricoltura	6,577	6,322	6,973 *	4	3	5
Trattamento e Smaltimento Rifiuti	3,628	3,664	-	2	2	-
Agricoltura	43	33	-	0	0	-
Natura	1	2	-	0	0	-
Totale emissioni	154,597	190,007	129,087	100	100	100

* dato risultante dalla somma delle emissioni nel domestico-terziario e incenerimento rifiuti agricoli all'aperto

La stima riferita al 1999 mostra un sensibile incremento delle emissioni derivanti dai macrosettori trasporti stradali e altre sorgenti mobili; di segno opposto la variazione della % attribuita alle centrali termoelettriche, cogenerazione e teleriscaldamento ed alla combustione nell'industria.

2.1.8 Emissioni di biossido di zolfo (SO₂)

L'analisi dei dati ANPA mostra come, a livello regionale, i macrosettori di maggiore rilevanza per le emissioni di SO₂ siano rappresentati da (anno 1985, anno 1990, anno 1999):

- centrali termoelettriche, cogenerazione e teleriscaldamento (65% - 66% - 87%);
- combustione industria + processi produttivi (21% - 22% - 8%);
- combustione terziario ed agricoltura (9% - 5% - 1%);
- trasporti stradali (3% - 5% - 2%).

Tabella 10: emissioni SO₂ stima ANPA 1985, 1990, 1999

MacroSettore	Emissioni 85 (ton/anno)	Emissioni 90 (ton/anno)	Emissioni 99 (ton/anno)	Peso % anno 1985	Peso % anno 1990	Peso % anno 1999
Centr.Elettriche Pubbl., Cogeneraz., Telerisc.	116,618	108,401	129,916	65	66	87
Combustione Industria + Processi Produttivi	37,825	35,478	12,327	21	22	8
Combustione Terziario ed Agricoltura	16,948	8,345	2,090	9	5	1
Trasporti Stradali	5,898	8,013	2,429	3	5	2
Altre Sorgenti Mobili	2,655	3,155	2,963	1	2	2
Trattamento e Smaltimento Rifiuti	200	308	-	0	0	-
Totale emissioni	180,143	163,700	149,726	100	100	100

La stima riferita al 1999 mostra un sensibile incremento delle emissioni derivanti dal macrosettore centrali termoelettriche, cogenerazione e teleriscaldamento, ed un decremento per tutti i rimanenti macrosettori.

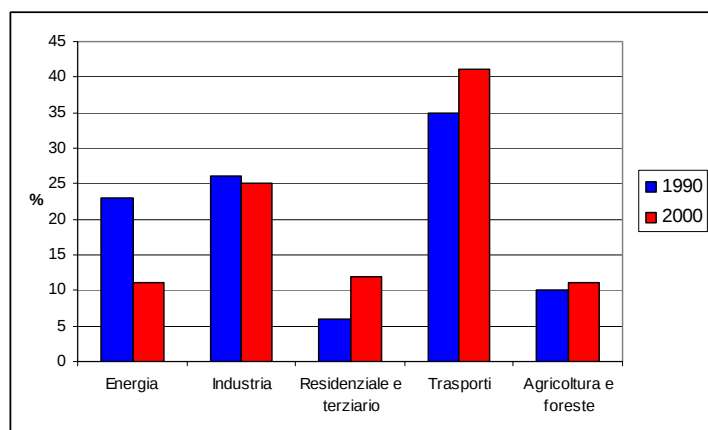
2.1.8.1 Emissioni a livello nazionale di Polveri fini (PM₁₀)

Nell'ambito della realizzazione dell'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera, oltre agli inquinanti e alle sostanze che contribuiscono ai processi di acidificazione, di eutrofizzazione e di formazione di ozono troposferico come gli ossidi di zolfo (SO_x), gli ossidi di azoto (NO_x), i composti organici volatili non metanici (COVNM), l'ammoniaca (NH₃), e ai cambiamenti climatici come l'anidride carbonica (CO₂), il metano (CH₄), il protossido di azoto (N₂O) e i gas fluorurati, sono state stimate da APAT le emissioni di particolato di dimensione inferiore a 10 µm (PM₁₀),

seguendo la metodologia CORINAIR (rif. Emissioni di PM₁₀ in Italia dal 1990 al 2000. Nota Tecnica Febbraio 2003, R. De Lauretis, M. Ilacqua, D. Romano).

Nel grafico successivo è riportata la distribuzione percentuale per settore sul totale delle emissioni di polveri fini PM₁₀ in Italia, rispettivamente per gli anni 1990 e 2000. Si può osservare come nel 2000 le emissioni dovute ai trasporti sono pari al 41%, il settore industriale pesa per il 25% sul totale, mentre gli altri settori pesano ciascuno circa 11-12 % del totale.

Figura 6bis: Distribuzione percentuale delle emissioni di PM₁₀ in Italia per settore negli anni 1990 e 2000



In confronto al 1990 il peso percentuale è rimasto invariato per i settori Industria e Agricoltura e Foreste, mentre è stato riscontrato un notevole incremento sia per il settore Residenziale e terziario che per quello dei Trasporti, a fronte di una considerevole riduzione del settore relativo alla Produzione di energia.

Per quanto riguarda l'attribuzione delle emissioni all'interno diversi settori, è necessario specificare che, considerando la classificazione SNAP97, nel settore Energia sono incluse le emissioni derivanti dalla combustione per la produzione di energia elettrica e le emissioni dell'industria di trasformazione. La riduzione del 65%, in questo settore, dei livelli di emissione del 2000 rispetto al 1990 è dovuta per la quasi totalità ad una diminuzione delle emissioni di PM₁₀ dalle centrali elettriche ed, in minore percentuale, dalle raffinerie, in applicazione del rispetto dei limiti di emissione al camino di PM dai grandi impianti di produzione energetica sia attraverso l'utilizzo di combustibili migliori che l'installazione di tecnologie di abbattimento delle emissioni.

Le emissioni sotto la voce industria racchiudono, invece, le quote originate dai processi di combustione, dai processi produttivi, dall'estrazione/distribuzione combustibili fossili e dall'uso di solventi. Tra questi un peso preponderante, sul totale di settore, si osserva per la combustione industriale e per i processi produttivi, con una diminuzione relativa dal 1990 al 2000 per la combustione industriale ed una crescita di importanza, in termini emissivi, dei processi produttivi.

Anche in questo settore le emissioni si sono ridotte negli anni novanta in conseguenza dell'applicazione ai grossi impianti di combustione della normativa precedentemente citata.

Il settore terziario e residenziale, che include il riscaldamento nel terziario, residenziale e agricoltura, presenta come già accennato, dal 1990 al 2000, un incremento delle emissioni di oltre il 40%, dovuto essenzialmente al settore residenziale le cui emissioni aumentano notevolmente in conseguenza sia di un generale incremento dei consumi energetici. Si deve sottolineare che il Bilancio Energetico Nazionale pubblicato dal Ministero delle Attività Produttive, che è la fonte ufficiale di riferimento per tali consumi, riporta solo i dati di biomassa commercializzate escludendo una parte rilevante dei consumi di biomassa che alcuni studi hanno valutato pari a tre volte i dati ufficiali. D'altra parte i fattori di emissione della combustione di biomassa nelle stufe e nei camini domestici sono affetti da una elevata incertezza.

Nel settore agricoltura e foreste sono incluse le emissioni da incendi delle foreste, la combustione dei residui e rifiuti agricoli, l'incenerimento dei rifiuti solidi urbani e le emissioni derivanti dall'allevamento di suini e avicoli. La variabilità della serie di dati è sostanzialmente dovuta alle emissioni dagli incendi forestali.

2.1.9 Emissioni inquinanti nei centri urbani della Regione Veneto

La qualità dell'aria nei centri urbani rappresenta uno dei temi di maggiore criticità ambientale, la cui causa va ricercata nelle emissioni prodotte dal traffico, dai riscaldamento domestici e dalle attività produttive. Attualmente, in corrispondenza delle aree urbane, i trasporti costituiscono, su base annua, la principale fonte di emissione di inquinanti come ossidi di azoto, composti organici volatili tra cui benzene, monossido di carbonio, polveri PM, in particolare PM₁₀, e CO₂. Questo, unitamente al fatto che i veicoli emettono praticamente al livello del suolo, li rende le fonti di impatto più importanti a scala locale. Peculiare è la situazione in Val Padana, dove le condizioni meteorologiche sono spesso favorevoli alla stagnazione dell'aria: vengono così favoriti i processi di accumulo degli inquinanti nonché le reazioni chimiche che portano alla formazione di inquinanti secondari come l'ozono e la componente secondaria del PM₁₀.

A conferma di quanto esposto sopra, si riportano le stime delle emissioni in atmosfera, per gli inquinanti primari [CO](#), [NO_x](#), [SO₂](#) e [NMVOC](#) (Composti Organici Volatili Non Metanici), nelle città con popolazione superiore ai 50.000 abitanti (Padova, Rovigo, Treviso, Chioggia, Venezia, Verona e Vicenza), realizzate a partire dai dati provinciali CORINAIR 1990 e da 46 indicatori statistici (ISTAT censimento 1991), secondo quanto indicato nelle linee guida della metodologia top-down della European Topic Centre on Air Emission (ETC/AE) dell'EEA. Le stime non prendono in considerazione i grandi impianti di combustione (> 50 MW; MW = milioni di watt), in pratica i grandi impianti industriali e le centrali termoelettriche.

L'elaborazione dei dati relativi ai sette Comuni del Veneto interessati dalla stima, dà un'utile indicazione circa il peso talvolta assai rilevante dell'inquinamento prodotto dal traffico veicolare nelle aree urbane (v. [Tabella 11](#)).

Tabella 11: inquinanti emessi in atmosfera nelle sette città del Veneto con popolazione maggiore di 50.000 abitanti (stima CORINAIR, 1990)

Inquinanti emessi:	CO (t/anno)	COVNM (t/anno)	NO _x (t/anno)	SO ₂ (t/anno)
Totale	70,034	27,134	8,728	2,963
Traffico stradale	65,646	12,753	4,518	563
Traffico stradale / totale	94%	47%	52%	19%

Per quanto concerne i veicoli a motore, due sono le principali tipologie di emissioni in atmosfera: quelle generate dalla combustione e quelle prodotte dall'evaporazione del carburante, soprattutto dai veicoli con motore a benzina.

Le emissioni evaporative, che per le città considerate rappresentano una quota pari al 36% delle emissioni di NMVOC emesse da traffico (circa 4565 tonnellate/anno), sono dovute quasi esclusivamente alle benzine (con e senza piombo). Esse si manifestano prevalentemente nel periodo estivo e sono una causa importante della formazione dello smog fotochimico, che si manifesta con valori di concentrazione in aria molto elevati, soprattutto nelle ore centrali della giornata. I composti organici volatili, in gran parte idrocarburi, sono emessi nell'atmosfera per evaporazione del carburante dai serbatoi degli autoveicoli (ma anche dei ciclomotori e motoveicoli), ovvero nel corso delle consegne alle stazioni di servizio e durante il rifornimento dei veicoli a motore. Emissioni evaporative si verificano anche durante l'esercizio, ad esempio, dal carburatore.

2.1.10 Il Parco Veicolare Circolante nella Regione Veneto

L'entità e la consistenza del parco veicolare circolante sul territorio regionale e la sua evoluzione negli anni rappresenta un dato fondamentale per la valutazione dell'inquinamento atmosferico generato dal trasporto stradale.

I dati elaborati sono stati forniti dall'ACI (Automobile Club d'Italia) e dall'ANCMA (Associazione Nazionale Ciclo Motociclo Accessori), quest'ultima relativamente ai soli ciclomotori, e riassumono la variazione del parco nel triennio 1998-1999-2000.

2.1.10.1 Il Parco Veicolare Circolante suddiviso per categoria veicolare

Di seguito si analizza ([Tabella 12](#)) il parco veicolare circolante regionale negli anni 1998-1999-2000 con la suddivisione in categorie veicolari, si confronta la composizione percentuale del parco regionale e nazionale nell'anno 2000, successivamente si analizza il parco circolante provinciale e la variazione percentuale negli anni 1998-1999-2000, infine per ogni categoria veicolare si rappresenta l'andamento del parco provinciale nel triennio considerato.

Tabella 12: veicoli circolanti nella Regione Veneto negli anni 1998-1999-2000 suddivisi per categoria veicolare (fonte ACI-ANCMA elaborazione ARPAV-ORAR)

CATEGORIA VEICOLARE	1998	1999	2000	var 98-99	var 99-2000	var 98-2000
AUTOVETTURE	2.575.070	2.556.860	2.607.337	-1%	2%	1%
VEICOLI COMMERCIALI LEGGERI	223.447	205.715	202.214	-8%	-2%	-10%
VEICOLI COMMERCIALI PESANTI	94.684	71.576	52.567	-24%	-27%	-44%
BUS E PULLMAN	6.290	6.629	6.928	5%	5%	10%
CICLOMOTORI E MOTO	857.262	938.555	983.985	9%	5%	15%
TOTALE VENETO	3.756.753	3.779.335	3.853.031	1%	2%	3%
TOTALE ITALIA	38.221.545	39.627.179	40.743.777	4%	3%	7%

La [Tabella 13](#) pone a confronto la composizione percentuale del parco veicolare circolante regionale e nazionale (dato ACI 2000).

Tabella 13: composizione percentuale del parco veicolare circolante nel 2000 in Veneto e in Italia (fonte ACI-ANCMA elaborazione ARPAV-ORAR)

CATEGORIA VEICOLARE	Regione Veneto	Italia
AUTOVETTURE	67.7	82.5
VEICOLI COMMERCIALI LEGGERI	5.2	8.6
VEICOLI COMMERCIALI PESANTI	1.4	
BUS E PULLMAN	0.2	0.2
CICLOMOTORI E MOTO	25.5	8.7
TOTALE	100.0	100.0

L'analisi del parco circolante provinciale negli anni 1998-2000 evidenzia una maggiore presenza di veicoli in provincia di Padova (pari al 20% del totale regionale), a seguire Verona e Vicenza (pari rispettivamente al 19% del totale regionale), Treviso (17% del totale regionale), Venezia (16% del totale regionale), infine le province di Rovigo e Belluno (rispettivamente il 5% e il 4% del totale regionale).

La successiva [Tabella 14](#) riporta i valori assoluti della composizione del parco veicolare della regione Veneto, suddiviso per provincia, e la variazione percentuale nel triennio considerato.

Tabella 14: veicoli circolanti nelle province della Regione Veneto negli anni 1998-1999-2000 (fonte ACI-ANCMA elaborazione ARPAV-ORAR)

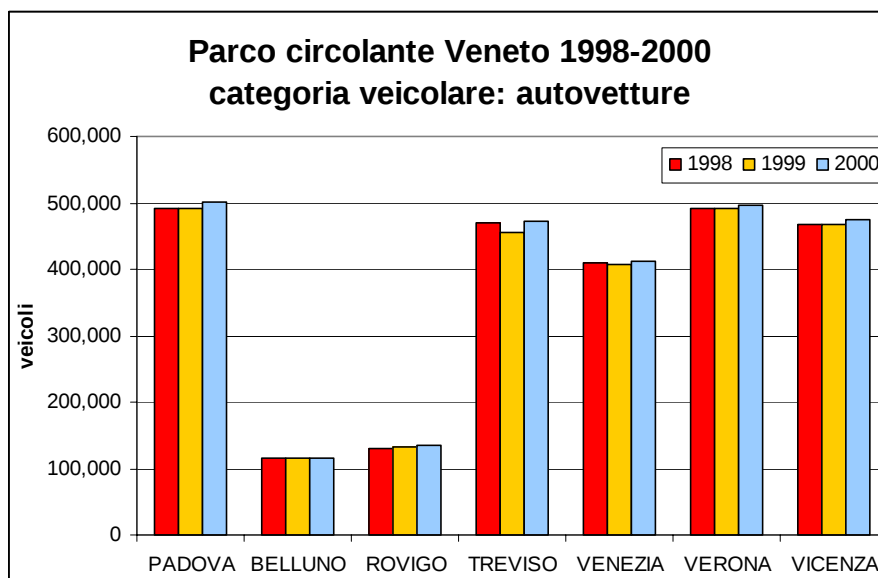
ANNO	PADOVA	BELLUNO	ROVIGO	TREVISO	VENEZIA	VERONA	VICENZA
1998	733.687	167.325	199.747	649.891	591.458	713.101	701.544
1999	744.525	165.956	202.994	644.039	592.375	719.761	709.685
2000	761.425	166.117	206.995	669.828	597.866	731.235	719.565
var 98-99	1%	-1%	2%	-1%	0%	1%	1%
var 99-2000	2%	0%	2%	4%	1%	2%	1%
var 98-2000	4%	-1%	4%	3%	1%	3%	3%

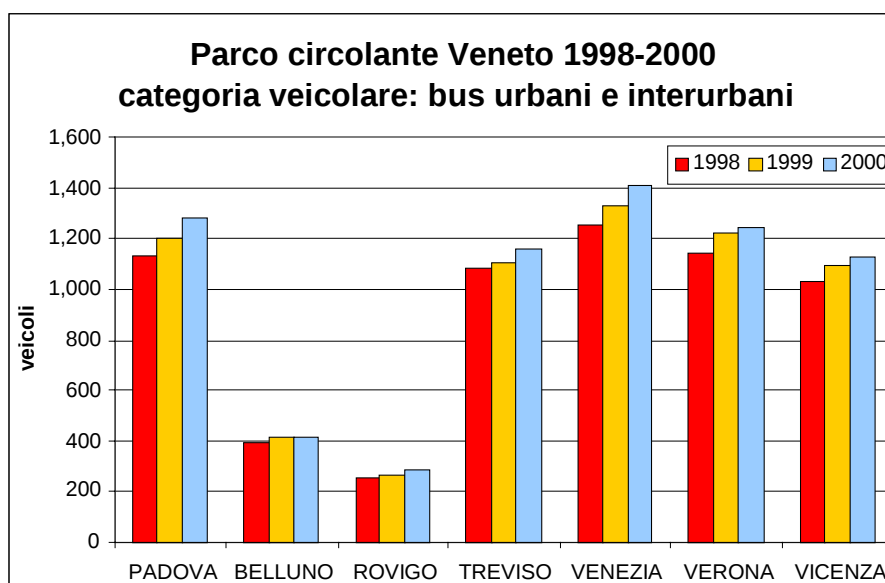
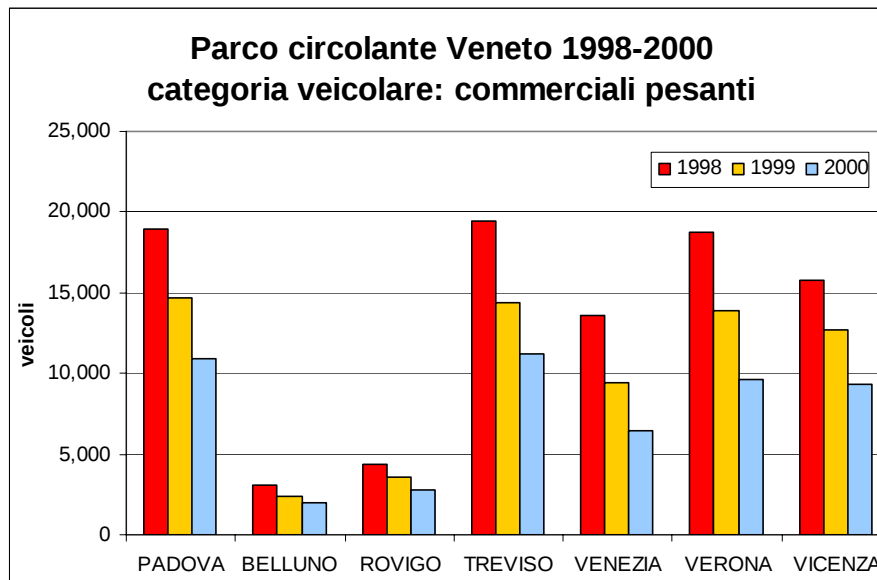
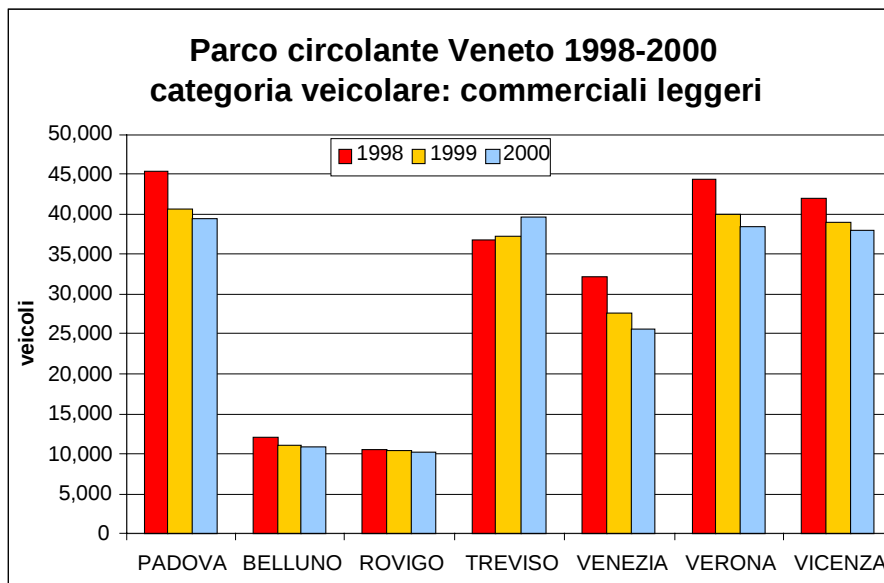
Complessivamente **nel triennio 1998-2000** si è verificato un incremento del 4% nel parco veicolare circolante nelle province di Padova e Rovigo; del 3% nel parco delle province di Treviso, Verona e Vicenza; dell'1% nel parco della provincia di Venezia; infine nella provincia di Belluno il parco si è ridotto dell'1%.

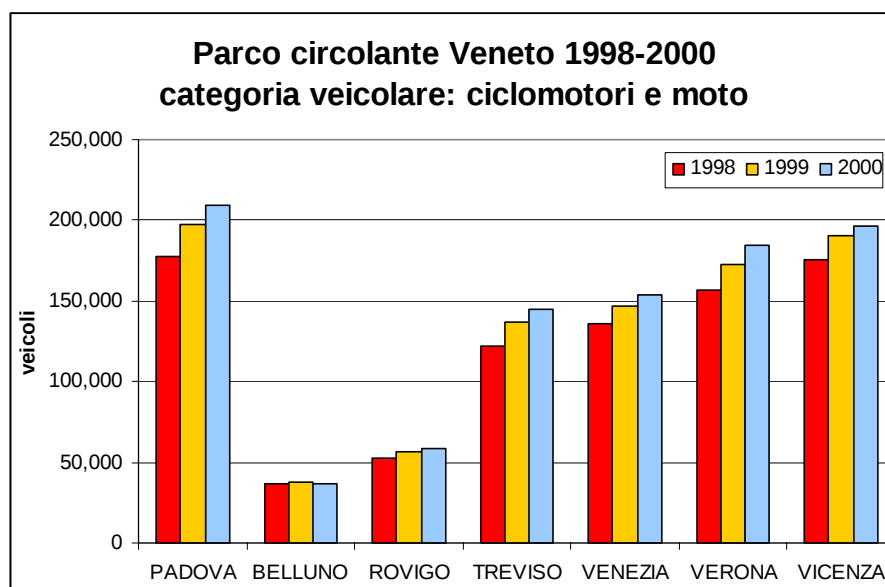
Nello stesso periodo l'incremento del parco veicolare nazionale è stato del 6% (calcolato sul totale delle categorie veicolari).

La [Figura 7](#) scomposta in più immagini seguenti rappresenta l'andamento del parco circolante provinciale per categoria veicolare ([autovetture](#), [commerciali leggere](#), [commerciali pesanti](#), [bus urbani e interurbani](#), [ciclomotori e moto](#)), negli anni 1998-2000.

Figura 7: andamento del parco circolante provinciale per categoria veicolare negli anni 1998-1999-2000 (fonte ACI-ANCMA elaborazione ARPAV-ORAR)







L'andamento del parco circolante provinciale negli anni 1998-2000 mostra quanto segue:

- categoria veicolare [autovetture](#): in ognuna delle 7 province si nota un aumento del parco veicolare negli anni 1998-2000, ad eccezione della provincia di Treviso con una diminuzione del parco tra il 1999 e il 2000. Il parco regionale aumenta dell'1% mentre quello nazionale aumenta del 4.7%;
- categoria veicolare [commerciali leggeri](#): in ognuna delle 7 province si nota una diminuzione del parco negli anni 1998-2000, ad eccezione della provincia di Treviso con un aumento dell'1% tra il 1998 e il 1999 e del 6% tra il 1999 e il 2000. Il parco regionale presenta un decremento del 10% nel triennio considerato, di segno contrario la variazione di quello nazionale, che vede un aumento dell'8%;
- categoria veicolare [commerciali pesanti](#): in ognuna delle 7 province si nota un forte decremento tra il 1998 e il 2000; complessivamente il parco regionale registra una riduzione del 44% nel triennio considerato contro una variazione nazionale in positivo del 12% circa;
- categoria veicolare [bus urbani ed interurbani](#): in ognuna delle 7 province si nota un progressivo aumento negli anni 1998-2000 (minimo nella provincia di Belluno) per un incremento totale (nel triennio) pari al 10% del parco regionale. Nello stesso periodo il parco nazionale aumenta del 5%;
- categoria veicolare [ciclomotori e moto](#): in ognuna delle 7 province si nota un progressivo aumento negli anni 1998-2000 (molto lieve nelle province di Belluno e Rovigo) per un incremento totale (nel triennio) pari al 15% del parco regionale. Il dato nazionale vede un incremento superiore, pari al 17.6%.

Il dato fino a qui presentato sotto forma di parco provinciale è stato successivamente aggregato a livello regionale.

La [Tabella 15](#) pone a confronto la variazione del parco circolante regionale e nazionale, distinto per categoria veicolare, espresso come variazione percentuale tra gli anni 1998-1999, 1999-2000, 1998-2000.

Tabella 15: variazione percentuale del parco circolante regionale e nazionale per categoria veicolare negli anni 1998-1999-2000 (fonte ACI-ANCMA elaborazione ARPAV-ORAR)

CATEGORIA VEICOLARE	var 98-99		var 99-2000		var 98-2000	
	Veneto	Italia	Veneto	Italia	Veneto	Italia
AUTOVETTURE	-1%	3.1%	2%	1.7%	1%	4.7%
VEICOLI COMMERCIALI LEGGERI	-8%	3.9%	-2%	4.4%	-10%	8.1%
VEICOLI COMMERCIALI PESANTI	-24%	6.4%	-26%	6.0%	-44%	12%
BUS E PULLMAN	5%	2.6%	5%	2.5%	10%	5%
CICLOMOTORI E MOTO	9%	8%	5%	10.4%	15%	17.6%
TOTALE	1%	4%	2%	3%	3%	2%

2.1.10.2 Il Parco Veicolare Circolante suddiviso per anno di immatricolazione

Il parco veicolare circolante è stato successivamente analizzato in funzione dell'anno di immatricolazione dei veicoli, al fine di definire lo stato di anzianità dei mezzi (ricavato dalla data di prima immatricolazione) e stabilire l'ammontare dei mezzi conformi ai regolamenti legislativi europei di riduzione delle emissioni (i cosiddetti veicoli "Euro").

Si definiscono "*conventional*" ("convenzionali" o "non catalizzati") e "*non conventional*" ("non convenzionali" o "catalizzati") le tipologie di veicoli che rispondono ai seguenti criteri:

- sono detti "*conventional*" o "non catalizzati" se immatricolati dal 1900 al 1991 (per i veicoli ad alimentazione diesel), dal 1900 al 1992 (per i veicoli ad alimentazione a benzina e GPL), dal 1900 al 1998 (per ciclomotori e motoveicoli);
- sono detti "*non conventional*" o "catalizzati" appartenenti alla classe "EURO I" se immatricolati a partire dal 1992 (per i veicoli diesel), dal 1993 (per i veicoli a benzina e GPL);
- sono detti "*non conventional*" o "catalizzati" appartenenti alla classe "EURO II" se immatricolati dal 1997 al 2000 (per i veicoli diesel, GPL e benzina);
- sono detti "*non conventional*" o "catalizzati" appartenenti alla classe "EURO III" se veicoli leggeri immatricolati dal 2001 al 2004 (per alimentazione diesel, GPL e benzina), se veicoli pesanti immatricolati dal 2001 al 2005;
- sono detti "*non conventional*" o "catalizzati" appartenenti alla classe "EURO IV" se veicoli leggeri immatricolati a partire dal 2005 (per alimentazione diesel, GPL e benzina), se veicoli pesanti immatricolati dal 2006 al 2008;
- sono detti "*non conventional*" o "catalizzati" appartenenti alla classe "EURO V" se veicoli pesanti immatricolati dopo il 2008;
- sono detti "*non conventional*" o "catalizzati" appartenenti alla classe "97/24/EC Stage I" se ciclomotori o motocicli immatricolati a partire dal 1999;
- sono detti "*non conventional*" o "catalizzati" appartenenti alla classe "97/24/EC Stage II" se ciclomotori immatricolati dopo il 2001.

La [Tabella 16](#) riassume la suddivisione del parco veicolare regionale in convenzionali (non catalizzati) e catalizzati (Euro I-II), negli anni 1998-1999-2000.

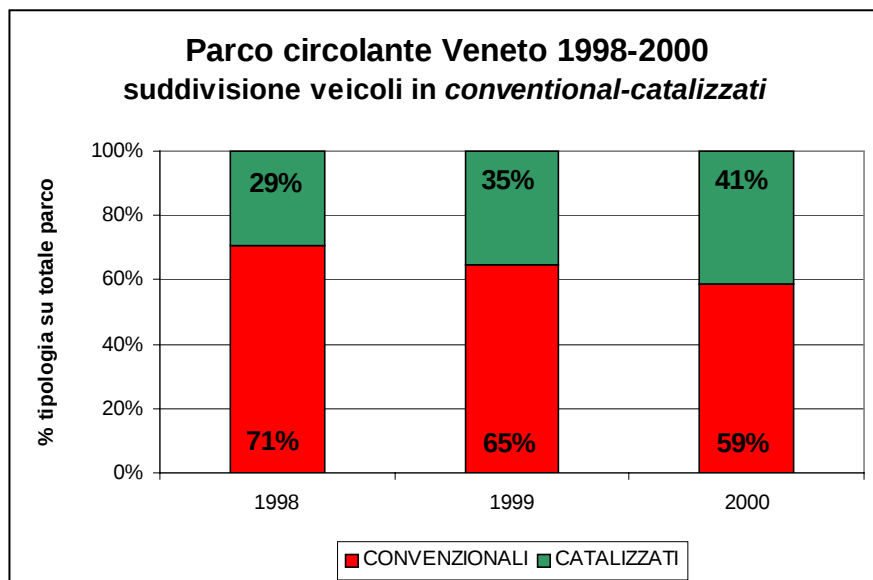
Si può notare una diminuzione della quota di veicoli convenzionali del 15% ed un aumento della quota di veicoli catalizzati del 45% .

Tabella 16: parco circolante nella Regione Veneto negli anni 1998-1999-2000 suddiviso in convenzionali e catalizzati (fonte ACI-ANCMA elaborazione ARPAV-ORAR)

TIPOLOGIA VEICOLI PARCO REGIONALE						
TIPOLOGIA	1998	1999	2000	var 98-99	var 99-2000	var 98-2000
CONVENZIONALI	2.660.900	2.442.880	2.263.926	-8%	-7%	-15%
CATALIZZATI	1.095.853	1.336.455	1.589.105	22%	19%	45%
TOTALE	3.756.753	3.779.335	3.853.031	1%	2%	3%

Negli ultimi tre anni ([Figura 8](#)) si è verificato un parziale rinnovo del parco veicolare circolante nella Regione Veneto ma la situazione all'anno 2000 vede ancora una quota considerevole di veicoli non catalizzati, pari al 59% del totale, rispetto ai veicoli catalizzati, pari al rimanente 41% del parco.

Figura 8: composizione percentuale del parco circolante nella Regione Veneto negli anni 1998-1999-2000 suddiviso in convenzionali e catalizzati (fonte ACI-ANCMA elaborazione ARPAV-ORAR)



La composizione percentuale del parco circolante regionale nell'anno 2000, convenzionale e catalizzato, suddiviso in categorie veicolari, è la seguente:

non catalizzato:

- autovetture 53%;
- veicoli commerciali leggeri 5%;
- veicoli commerciali pesanti 2%;
- bus urbani ed interurbani < 1%;
- ciclomotori e moto 40%;

catalizzato:

- autovetture 89%;
- veicoli commerciali leggeri 6%;
- veicoli commerciali pesanti 1%;
- bus urbani ed interurbani < 1%;
- ciclomotori e moto 5%.

Figura 9: parco circolante nella Regione Veneto anno 2000, percentuale di veicoli convenzionali e catalizzati per ogni categoria veicolare (fonte ACI-ANCMA elaborazione ARPAV-ORAR)

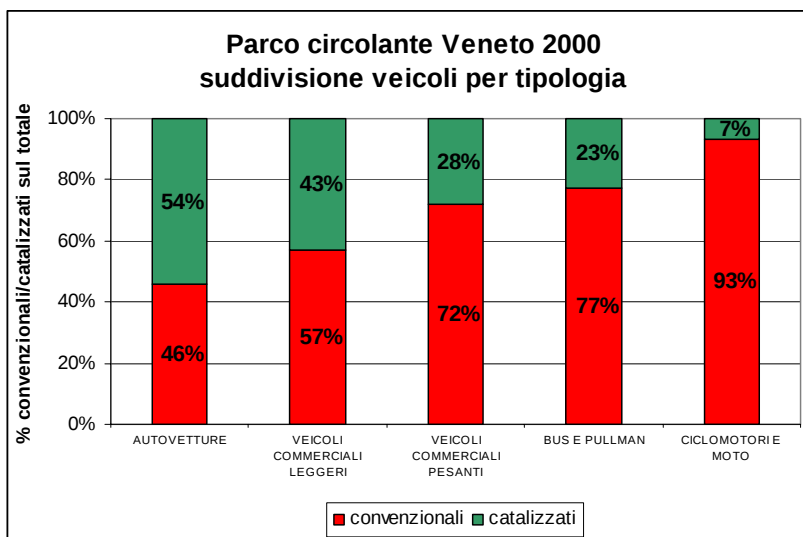


Figura 10: parco circolante nella Regione Veneto negli anni 1998-1999-2000 con suddivisione dei veicoli convenzionali per tipologia (fonte ACI-ANCMA elaborazione ARPAV-ORAR)

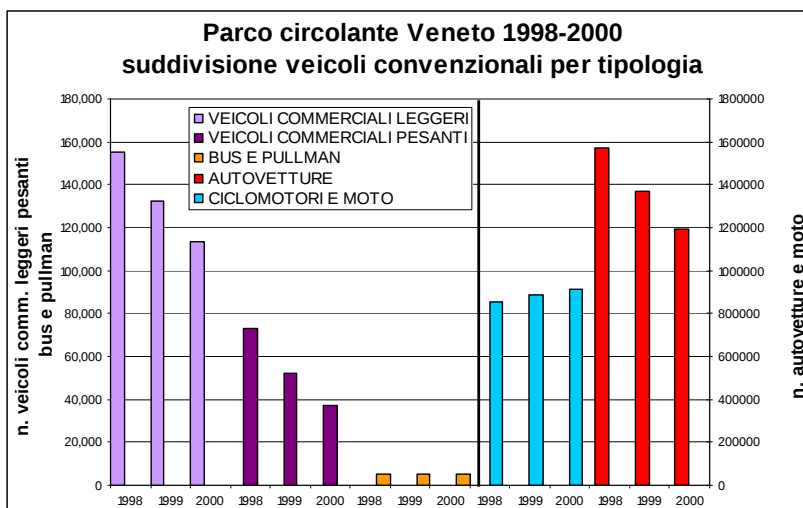
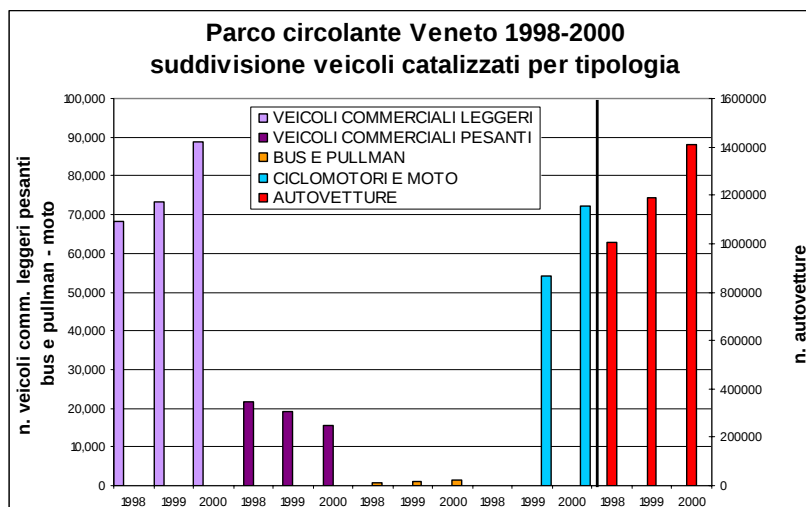


Figura 11: parco circolante nella Regione Veneto negli anni 1998-1999-2000 con suddivisione dei veicoli catalizzati per tipologia (fonte ACI-ANCMA elaborazione ARPAV-ORAR)



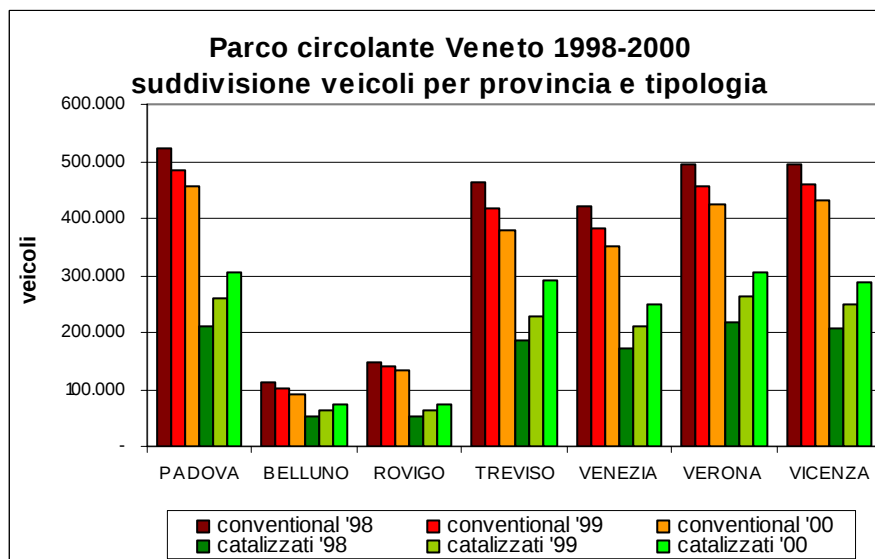
Dall'analisi del parco circolante nella regione Veneto, suddiviso per singola provincia, si può notare come ad una progressiva diminuzione di veicoli cosiddetti "convenzionali" (non catalizzati) corrisponda il seguente aumento di veicoli catalizzati (Euro I-II):

- tra il 1998 e il 1999 i veicoli convenzionali diminuiscono dell'8% mentre i catalizzati aumentano del 22%;
- tra il 1999 e il 2000 i veicoli convenzionali diminuiscono del 7% mentre i catalizzati aumentano del 19%;
- complessivamente nel triennio 1998-2000 i veicoli convenzionali diminuiscono del 15% ed i veicoli catalizzati aumentano del 45%.

Il comportamento degli ultimi tre anni delinea un quadro di potenziale rinnovo del parco circolante che al 2000 non si è ancora completato: 59% di veicoli convenzionali e 41% di veicoli catalizzati.

E' attualmente in corso l'elaborazione dei dati relativi al parco veicolare circolante nazionale e regionale riferiti all'anno 2001 (fonte ACI).

Figura 12: variazione del parco provinciale negli anni 1998-1999-2000 suddiviso per provincia e tipologia, convenzionale e catalizzato (fonte ACI-ANCMA elaborazione ARPAV-ORAR)



Le province con il numero maggiore di veicoli risultano essere Padova, Verona e Vicenza, di poco inferiori le province di Treviso e Venezia, infine Rovigo e Belluno.

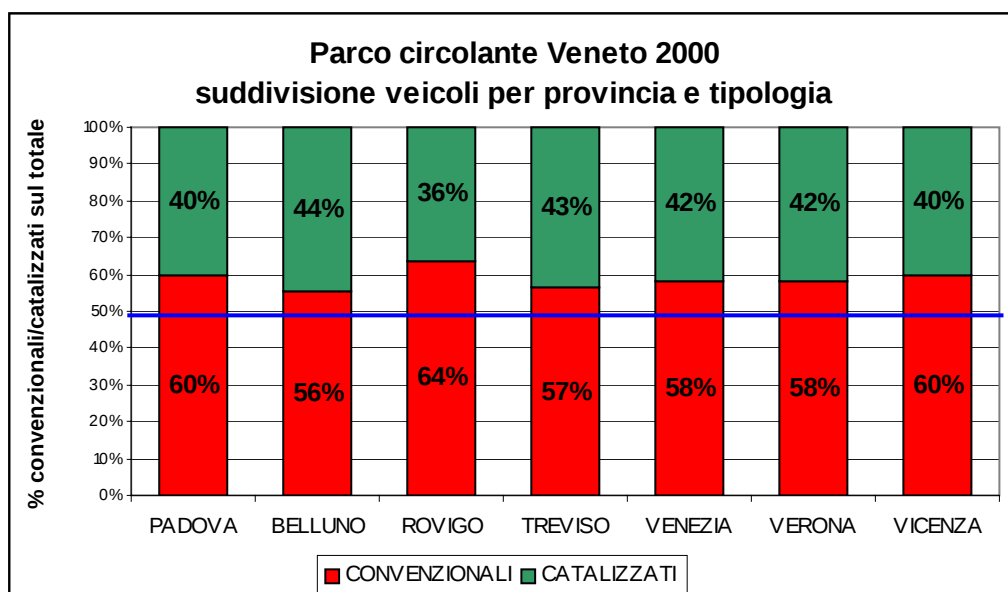
Nel 1998 la provincia del Veneto con la quota maggiore di veicoli convenzionali (non catalizzati) nella composizione del parco circolante risulta essere Rovigo (75%), quella con la quota minore è Belluno (68%). La media regionale è pari al 75%.

Nel 1999 la provincia del Veneto con la quota maggiore di veicoli convenzionali (non catalizzati) nella composizione del parco circolante è ancora Rovigo (69%), quella con la quota minore è Belluno (62%), entrambe presentano una riduzione rispetto all'anno precedente. La media regionale è pari al 65%.

Nel 2000 continua ad essere Rovigo la provincia del Veneto con la quota maggiore di veicoli convenzionali (non catalizzati) nella composizione del parco circolante (64%), mentre la quota minore si registra in provincia di Belluno (56%). La media regionale è pari al 59%.

Nell'anno 2000 la quota di veicoli catalizzati o "non convenzionali" è inferiore alla metà dei veicoli circolanti. Le percentuali maggiori si registrano nelle province di Belluno (44%), Treviso (43%), Venezia e Verona (entrambe 42%), Padova e Vicenza (entrambe 40%). La quota minore di veicoli catalizzati si registra in provincia di Rovigo (36%). Il valore medio regionale all'anno 2000 è pari al 41%.

Figura 13: composizione percentuale parco circolante nella Regione Veneto 2000, veicoli convenzionali e catalizzati per provincia (fonte ACI-ANCMA elaborazione ARPAV-ORAR)



2.1.10.3 Il Parco Veicolare Circolante suddiviso per tipo di alimentazione

Il parco circolante nella regione Veneto è stato analizzato in funzione del tipo di alimentazione dei veicoli che lo compongono: benzina, gasolio, GPL o metano.

Le tabelle rappresentano:

- la variazione del parco regionale complessivo dei veicoli alimentati a benzina/gasolio/GPL-metano nel triennio 1998-2000 ([Tabella 17](#));
- la variazione del parco veicolare regionale alimentato a benzina/gasolio/GPL-metano nel triennio 1998-2000, suddiviso per tipologia veicolare ([Tabelle 18](#), [19](#), [20](#));

— il parco provinciale complessivo dei veicoli alimentati a benzina/gasolio/GPL-metano nell'anno 2000 ([Tabella 21](#)).

Tabella 17: parco circolante nella Regione Veneto negli anni 1998-1999-2000 suddiviso per tipo di alimentazione (fonte ACI-ANCMA elaborazione ARPAV-ORAR)

TIPO DI ALIMENTAZIONE VEICOLI PARCO REGIONALE						
ALIMENTAZIONE	1998	1999	2000	var 98-99	var 99-2000	var 98-2000
BENZINA	3.006.170	3.032.592	3.048.312	1%	1%	1%
GASOLIO	576.483	574.480	629.757	0%	10%	9%
GPL-METANO	174.100	172.263	174.962	-1%	2%	0%
TOTALE	3.756.753	3.779.335	3.853.031	1%	2%	3%

Dall'analisi del parco circolante regionale suddiviso per tipo di alimentazione emerge che l'80% dei veicoli è alimentato a benzina, il 15% è alimentato a gasolio, il rimanente 5% a GPL o metano. Tra il 1998 e il 2000 una piccola quota del parco è passata dai veicoli alimentati a benzina ai veicoli a gasolio, generando un incremento del parco veicoli diesel del 9%.

Tabella 18: parco circolante nella Regione Veneto negli anni 1998-1999-2000 suddiviso per tipologia, con alimentazione a benzina (fonte ACI-ANCMA elaborazione ARPAV-ORAR)

VEICOLI PARCO REGIONALE A BENZINA PER TIPOLOGIA						
TIPOLOGIA	1998	1999	2000	var 98-99	var 99-2000	var 98-2000
AUTOVETTURE	2.128.337	2.076.899	2.049.606	-2%	-1%	-4%
VEICOLI COMMERCIALI LEGGERI	19.819	16.608	14.413	-16%	-13%	-27%
VEICOLI COMMERCIALI PESANTI	752	530	308	-30%	-42%	-59%
BUS E PULLMAN	0	0	0			
CICLOMOTORI E MOTO	857.262	938.555	983.985	9%	5%	15%
TOTALE	3.006.170	3.032.592	3.048.312	1%	1%	1%

Tutte le categorie veicolari alimentate a benzina subiscono una riduzione nel triennio considerato, minima per le autovetture ma molto significativa per i veicoli commerciali leggeri e addirittura del 59% per i veicoli commerciali pesanti. Si registra un incremento, rispetto a questo tipo di alimentazione, esclusivamente per i veicoli a due ruote.

Tabella 19: parco circolante nella Regione Veneto negli anni 1998-1999-2000 suddiviso per tipologia, con alimentazione a gasolio (fonte ACI-ANCMA elaborazione ARPAV-ORAR)

VEICOLI PARCO REGIONALE A GASOLIO PER TIPOLOGIA						
TIPOLOGIA	1998	1999	2000	var 98-99	var 99-2000	var 98-2000
AUTOVETTURE	272.632	307.698	382.769	13%	24%	40%
VEICOLI COMMERCIALI LEGGERI	203.628	189.107	187.801	-7%	-1%	-8%
VEICOLI COMMERCIALI PESANTI	93.932	71.046	52.259	-24%	-26%	-44%
BUS E PULLMAN	6.290	6.629	6.928	5%	5%	10%
CICLOMOTORI E MOTO	0	0	0			
TOTALE	576.483	574.480	629.757	0%	10%	9%

Le autovetture alimentate a gasolio subiscono un incremento del 40% dal 1998 al 2000, al contrario i veicoli commerciali leggeri e ancor più quelli pesanti registrano una notevole riduzione, per i mezzi di trasporto pubblico si verifica un aumento del 10%.

Tabella 20: parco circolante nella Regione Veneto negli anni 1998-1999-2000 suddiviso per tipologia, con alimentazione a GPL-metano (fonte ACI-ANCMA elaborazione ARPAV-ORAR)

VEICOLI PARCO REGIONALE A GPL-METANO PER TIPOLOGIA						
TIPOLOGIA	1998	1999	2000	var 98-99	var 99-2000	var 98-2000
AUTOVETTURE	174,100	172,263	174,962	-1%	2%	0%
TOTALE	174,100	172,263	174,962	-1%	2%	0%

I veicoli alimentati a GPL o metano subiscono una riduzione tra il 1998 e il 1999 e un aumento tra il 1999 e il 2000, lasciando immutata la situazione nel triennio.

Tabella 21: parco circolante nella Regione Veneto nell'anno 2000 suddiviso per provincia e per tipo di alimentazione (fonte ACI-ANCMA elaborazione ARPAV-ORAR)

TIPO DI ALIMENTAZIONE VEICOLI PARCO PROVINCIALE							
ALIMENTAZIONE	PADOVA	BELLUNO	ROVIGO	TREVISO	VENEZIA	VERONA	VICENZA
BENZINA	608.730	131.728	151.239	519.648	487.142	572.098	577.419
GASOLIO	116.239	30.862	32.133	124.079	80.833	129.167	116.444
GPL-METANO	36.378	3.512	23.609	26.043	29.852	29.920	25.648
TOTALE	761.347	166.102	206.981	669.770	597.827	731.185	719.511

Nel triennio considerato il parco circolante provinciale con la percentuale maggiore di **veicoli alimentati a benzina** è quello relativo alla provincia di Venezia (82% del totale nel 1998, 81% del totale nel 2000), la percentuale minore si riscontra nel parco della provincia di Rovigo (75% del totale nel 1998, 73% del totale nel 2000).

Il parco circolante provinciale con la percentuale maggiore di **veicoli alimentati a gasolio** è quello relativo alla provincia di Treviso (17% del totale nel 1998, 19% del totale nel 2000), la percentuale minore si riscontra nel parco della provincia di Venezia (13% del totale nel 1998, 14% del totale nel 2000).

Il parco circolante provinciale con la percentuale maggiore di **veicoli alimentati a GPL o metano** è quello relativo alla provincia di Rovigo (11% del totale negli anni 1998-2000), la percentuale minore si presenta nel parco della provincia di Belluno (2% del totale nel 1998 e nel 2000).

Figura 14: composizione percentuale parco circolante nella Regione Veneto nell'anno 2000 suddiviso per provincia e per tipo di alimentazione (fonte ACI-ANCMA elaborazione ARPAV-ORAR)

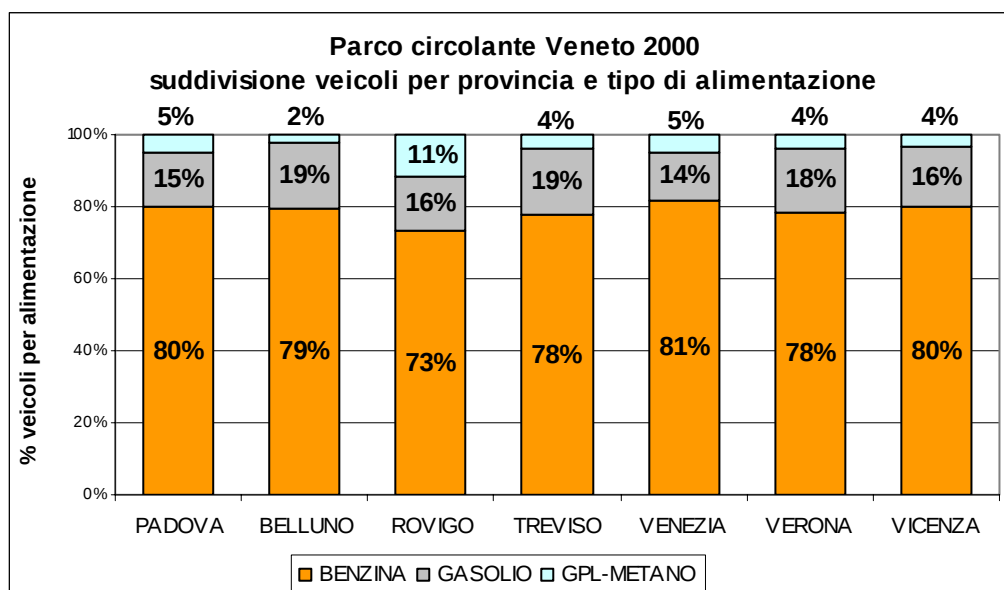
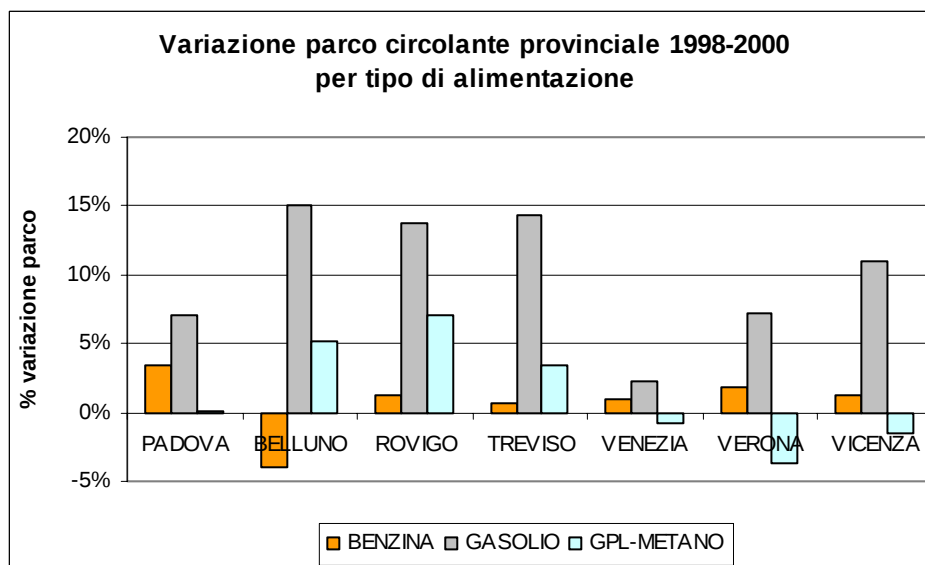


Figura 15: variazione percentuale parco circolante provinciale negli anni 1998-2000 per tipo di alimentazione (fonte ACI-ANCMA elaborazione ARPAV-ORAR)



Nel **triennio 1998-2000**, in tutte le province del Veneto, si è verificato un aumento percentuale del parco circolante alimentato a gasolio notevolmente maggiore di quello alimentato a benzina (in diminuzione peraltro nella provincia di Belluno); la variazione del parco alimentato a GPL-metano non è omogenea, registrando un incremento a Belluno-Rovigo-Treviso e un decremento a Venezia-Verona-Vicenza ([Figura 15](#)).

2.1.10.4 Nuove immatricolazioni Euro II nel Parco circolante nella Regione Veneto

Si ricorda che nel nostro paese gli standard europei di riduzione delle emissioni Euro I sono entrati in vigore negli anni 1992-93, gli standard Euro II nel 1997 (per ciclomotori e moto nel 1999), gli standard Euro III nel 2001.

Nel presente paragrafo si analizza l'andamento delle nuove immatricolazioni di veicoli Euro II, verificatesi dal 1998 al 2000, al fine di valutare l'orientamento del parco verso i nuovi veicoli a minor impatto ambientale e le categorie veicolari che ne sono state maggiormente coinvolte.

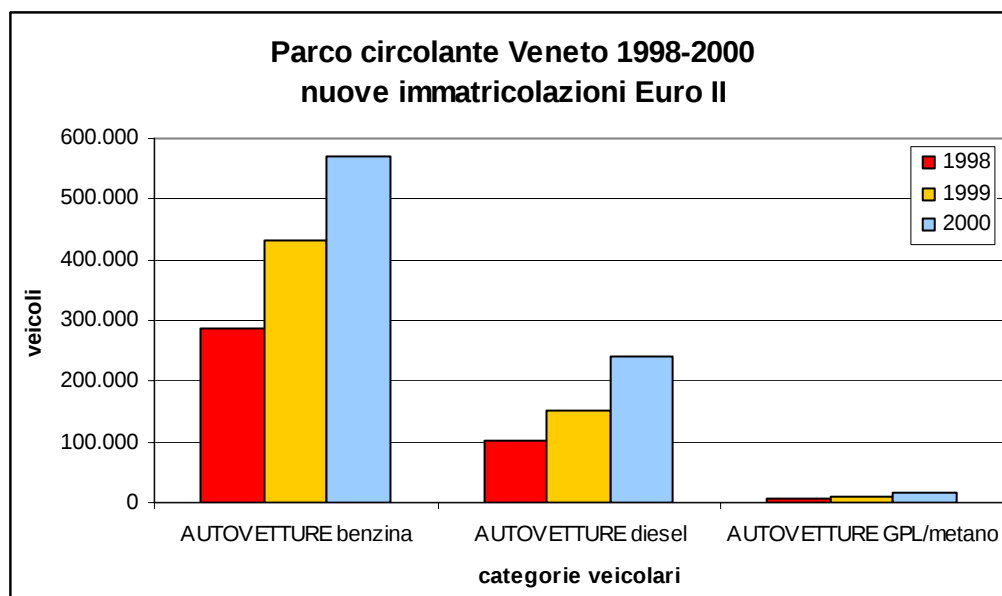
Tabella 22: andamento nuove immatricolazioni Euro II negli anni 1998-1999-2000 suddivise per categoria veicolare (fonte ACI elaborazione ARPAV-ORAR)

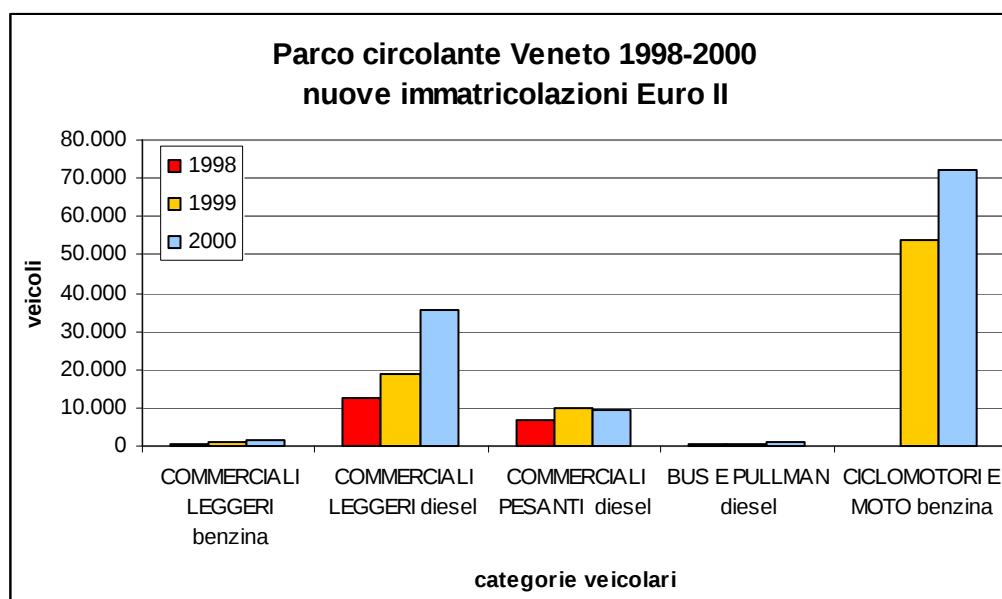
CATEGORIA VEICOLARE	1998	1999	2000	var 98-99	var 99-2000	var 98-2000
AUTOVETTURE	396.569	594.853	829.138	50%	39%	109%
VEICOLI COMMERCIALI LEGGERI	13.268	19.902	36.934	50%	86%	178%
VEICOLI COMMERCIALI PESANTI	6.806	10.071	9.654	48%	-4%	42%
BUS E PULLMAN	374	699	1.104	87%	58%	195%
CICLOMOTORI E MOTO	0	53.973	72.083		34%	
TOTALE	417.017	679.498	948.913	63%	40%	128%

Dalla [Tabella 22](#) emerge che le immatricolazioni di veicoli Euro II più consistenti interessano le categorie veicolari autovetture, veicoli commerciali leggeri, bus urbani ed interurbani; sono inferiori ma comunque significative per commerciali pesanti e veicoli a due ruote (questi ultimi in commercio dal 1999).

Le figure seguenti ([Figura 16a](#) e [16b](#)) rappresentano le nuove immatricolazioni Euro II nel triennio 1998-2000 suddivise per categoria veicolare e tipo di alimentazione, benzina gasolio e GPL/metano.

Figure 16a e 16b: nuove immatricolazioni negli anni 1998-1999-2000 nella Regione Veneto suddivise per categoria veicolare e tipo di alimentazione (fonte ACI elaborazione ARPAV-ORAR)





I veicoli di nuova immatricolazione alimentati a **benzina** sono pari al 69% del totale immatricolato nel 1998, al 72% del totale immatricolato nel 1999, al 68% del totale immatricolato nel 2000.

I veicoli di nuova immatricolazione alimentati a **gasolio** sono pari al 29% del totale immatricolato nel 1998, al 27% del totale immatricolato nel 1999, al 30% del totale immatricolato nel 2000.

I veicoli di nuova immatricolazione alimentati a **GPL/metano** sono pari all'1.7% del totale immatricolato nel 1998, all'1.6% del totale immatricolato nel 1999, all'1.9% del totale immatricolato nel 2000.

2.1.11 Stima delle emissioni inquinanti in atmosfera dai consumi di carburante per autotrazione nella regione Veneto

Per la stima delle emissioni di inquinanti atmosferici da trasporto stradale è stata utilizzata la metodologia COPERT (*COmputer Programme to calculate Emissions from Road Traffic*) versione III (Ntziachristos & Samaras, 1999), proposta e consigliata dall'Agenzia Europea per l'Ambiente come strumento per la valutazione delle emissioni da trasporto stradale nell'ambito del programma CORINAIR (CORINAIR, 1998; EMEP/CORINAIR, 1999), che prevede la realizzazione dell'inventario nazionale delle emissioni prodotte da 11 Macrosettori, di cui uno relativo ai trasporti stradali.

2.1.11.1 La metodologia COPERT III per la stima delle emissioni da trasporto stradale

La metodologia COPERT III parte dal concetto che il fattore di emissione di un veicolo, ovvero la quantità di inquinante emesso, dipenda da una serie di variabili:

- categoria del veicolo (autovetture passeggeri, veicoli commerciali leggeri, veicoli commerciali pesanti, ciclomotori e motoveicoli, bus urbani ed interurbani)
- tipo di combustibile utilizzato (benzina, gasolio, GPL);
- anno di immatricolazione (in relazione alle normative europee che introducono dispositivi di riduzione delle emissioni);
- cilindrata (per auto e veicoli a 2 ruote) e peso complessivo (per i veicoli commerciali);
- regime medio di conduzione del veicolo (in area urbana, in ambito rurale, in autostrade o strade a grande velocità);

- percorrenza media annua;
- velocità media di percorrenza;
- consumi di combustibile;
- condizioni climatiche (temperatura ambiente).

La metodologia COPERT distingue le emissioni totali prodotte da veicoli stradali considerando le principali componenti emissive:

1) emissioni da combustione:

- emissioni a caldo (*hot emission*) prodotte dai veicoli in marcia con funzionamento del motore a regime normale (temperatura = 90°C circa);
- emissioni a freddo (*cold over-emission*) originate dai veicoli in marcia durante la fase di riscaldamento del veicolo;

2) emissioni evaporative, che si verificano soli per i COV, da cui si derivano quelle per il Benzene, distinte in:

- diurne, da veicolo spento a motore freddo;
- *hot soak*, da veicolo caldo appena spento;
- *running losses*, da veicolo in marcia.

3) emissioni a caldo degradate, calcolate dalle emissioni a caldo moltiplicate per un coefficiente di degradazione, determinato dall'età del veicolo e dalla percorrenza media; tale componente considera la degradazione della marmitta catalitica (e quindi l'incremento delle emissioni dovute all'invecchiamento dei veicoli catalizzati).

I veicoli sono classificati in 105 classi COPERT a seconda della tipologia del mezzo, della cilindrata per i veicoli leggeri o del peso per quelli pesanti, del tipo di alimentazione, della data di immatricolazione; al fine di ricostruire tutte le possibili tipologie veicolari presenti nel parco circolante.

Ad ogni classe e per ciascun inquinante sono associate delle funzioni di stima delle emissioni e dei consumi dipendenti dalla velocità. Tali funzioni rappresentano le *curve medie di emissione e di consumo di carburante* e si riferiscono a nove inquinanti e/o gas serra: ossidi di zolfo, ossidi di azoto, composti organici volatili non metanici, metano, monossido di carbonio, anidride carbonica, protossido di azoto, ammoniaca, particolato fine; e a sette metalli pesanti: cadmio, cromo, rame, nickel, piombo, selenio, zinco.

Per l'applicazione della metodologia COPERT III sono necessarie informazioni specifiche:

- parco veicolare circolante (fonte ACI);
- percorrenze medie annue;
- flussi veicolari e velocità medie di percorrenza;
- consumi annui di combustibile.

2.1.11.2 Stima delle emissioni da trasporto stradale con metodologia COPERT III nella Regione Veneto

La stima delle emissioni inquinanti in atmosfera nella regione Veneto è stata effettuata con l'applicazione della *metodologia COPERT III riferita ai consumi di carburante per autotrazione*.

I **fattori di emissione** sono stati calcolati rapportando il valore di emissione di ogni categoria di veicoli al corrispondente dato di consumo di carburante (benzina, gasolio o GPL). Il valore stimato esprime quindi la quantità di inquinante emessa (espressa in grammi) per ogni Kg di carburante consumato dal veicolo. Questo indicatore permette di evidenziare, in un confronto tra categorie omogenee di veicoli, il contributo specifico di emissione di ciascuno di essi, in relazione al consumo di carburante (ANPA, 12/2000).

Le informazioni necessarie sono state tratte dalle seguenti fonti:

- parco veicolare circolante: ACI-ANCMA (per ciclomotori);
- percorrenze medie annue: ANPA;
- fattori di emissione medi di carburante consumato: ANPA-TNO-IIASA (per PM);
- consumi annui di combustibile: Regione Veneto – Ufficio Carburanti.

La stima delle emissioni da traffico negli anni 1998-2001 per CO, NMVOC, NO_x, PM, PM₁₀ e PM_{2,5} nelle province del Veneto ha seguito una metodologia di tipo "top-down".

I dati provinciali delle vendite totali di carburante (noti per gli anni 1999-2001, e stimati sulla base del trend di questi tre anni per il 1998) sono stati ridistribuiti sulla base delle 34 categorie veicolari considerate, derivate dalla sintesi dell'elenco completo delle 105 classi previste dalla metodologia COPERT III.

A livello provinciale si è stimato il consumo di carburante di ciascuna delle 34 categorie veicolari moltiplicando il numero di veicoli immatricolati nella provincia per la percorrenza media annua di quella specifica categoria ed infine per il suo consumo medio. Il dato provinciale delle principali tipologie di carburante venduto (benzina, gasolio e GPL) è stato così attribuito alle diverse categorie veicolari attraverso il valore stimato del consumo per ciascuna categoria. Noto il carburante consumato da ciascuna delle 34 categorie veicolari e moltiplicato per il fattore di emissione (in grammi di inquinante per Kg di carburante) si sono potute stimare le emissioni.

Si noti che nel caso dei gas sono stati utilizzati fattori di emissione medi per le differenti categorie derivati dalla metodologia COPERT II (ANPA), e modificati sulla base delle indicazioni della versione COPERT III per le nuove categorie veicolari (Euro II e III, Stage II e III).

Per la stima delle emissioni di *Particolato Totale PM* i fattori di emissione dovuti a combustione di gasolio sono stati calcolati con lo stesso metodo; per le emissioni da combustione di benzina o GPL sono stati utilizzati i fattori di emissione del TNO. Le emissioni di particolato dovute a fenomeni di abrasione e consunzione legati al traffico (freni, gomme e manto stradale) sono state stimate sulla base della percorrenza annua stimata a partire dai consumi di carburante di ciascuna delle 34 categorie veicolari. I fattori di emissione utilizzati sono una media dei fattori di emissione IIASA e TNO.

Per la stima delle emissioni di *PM₁₀* e *PM_{2,5}* si è applicata al fattore di emissione del PM una percentuale di riduzione pari a quella utilizzata dallo IIASA per la stessa categoria emissiva.

Gli inquinanti stimati sono: Monossido di Carbonio (CO), Ossidi di Azoto (NO_x), Composti Organici Volatili non Metanici (NMVOC), Polveri Totali (PM), Polveri Fini (PM₁₀ e PM_{2,5}).

Il dato relativo al carburante venduto è fornito in Kg/anno per gli anni 1998-1999-2000, i fattori di emissione sono espressi in grammi di inquinante per Kg di carburante, le emissioni sono espresse in tonnellate/anno.

Le emissioni stimate sono suddivise per provincia e per categorie veicolari: autovetture, veicoli commerciali leggeri, veicoli commerciali pesanti e bus, ciclomotori, moto.

2.1.11.3 Vendita di carburante per autotrazione nella Regione Veneto negli anni 1997-2001

Il dato relativo al carburante per autotrazione venduto nella regione Veneto, suddiviso per provincia e per tipo (benzina, gasolio, GPL) è stato fornito dalla Regione Veneto in diversi formati:

- per gli anni 1997-1998: solo per la rete stradale ordinaria, senza comprendere gli impianti extrarete e quelli autostradali ([Tabella 24](#));
- per gli anni 1999-2000-2001: per l'intera rete stradale e autostradale ([Tabella 26](#)).

Tabella 23: numero di impianti di distribuzione di carburante nella Regione Veneto negli anni 1997-1998 (fonte REGIONE VENETO elaborazione ARPAV-ORAR)

Province	Numero impianti 1997				Numero impianti 1998			
	Totale	Benzine	Gasolio	GPL	Totale	Benzine	Gasolio	GPL
Verona	411	410	341	39	407	407	341	38
Vicenza	377	373	312	31	368	365	309	31
Belluno	140	139	118	9	135	134	118	9
Treviso	405	401	298	34	395	390	300	36
Venezia	335	334	255	24	331	330	260	26
Padova	409	407	299	38	376	374	296	39
Rovigo	155	150	118	18	152	149	123	20
Veneto	2.232	2.214	1.741	193	2.164	2.149	1.747	199

(*) I dati riguardano la rete stradale ordinaria e non comprendono gli impianti extrarete e quelli autostradali

Tra il 1997 e il 1998 vengono eliminati dalla rete stradale ordinaria regionale 68 impianti, pari ad una riduzione del 3%, minima nelle province di Verona e Venezia, massima in quella di Padova. Nel 1997 gli impianti di benzina sono il 99% del totale, gli impianti di gasolio sono il 78% del totale, gli impianti di GPL sono il 9% del totale.

Tabella 24: carburante venduto nella Regione Veneto negli anni 1997-1998 (fonte REGIONE VENETO elaborazione ARPAV-ORAR)

Province	Carburante venduto 1997 (in migliaia di litri)				Carburante venduto 1998 (in migliaia di litri)			
	Totale	Benzine	Gasolio	GPL	Totale	Benzine	Gasolio	GPL
Verona	554.167	361.254	159.006	33.907	568.448	365.911	172.360	30.177
Vicenza	528.601	351.466	134.175	42.960	542.420	355.932	145.523	40.965
Belluno	146.706	102.660	36.850	7.196	147.155	100.757	39.766	6.632
Treviso	523.633	311.137	171.235	41.261	541.530	349.057	151.539	40.934
Venezia	442.968	295.679	112.887	34.402	458.220	301.048	121.634	35.538
Padova	562.912	367.992	145.030	49.890	567.702	363.180	157.805	46.717
Rovigo	155.530	87.213	43.231	25.086	158.621	91.371	42.910	24.340
Veneto	2.914.517	1.877.401	802.414	234.702	2.984.096	1.927.256	831.537	225.303

(*) I dati riguardano la rete stradale ordinaria e non comprendono gli impianti extrarete e quelli autostradali

Dal 1997 al 1998 negli impianti della rete stradale ordinaria regionale la vendita di carburante vede un incremento di 69.579 migliaia di litri, pari ad un aumento del 2%, costante in tutte le province ad eccezione di Belluno e Padova.

Negli anni 1997 e 1998 la vendita di benzine è pari al 64% del carburante totale venduto, la vendita di gasolio è pari al 28% del totale, la vendita di GPL è pari all'8% del totale venduto.

Figura 17: carburante venduto nella Regione Veneto negli anni 1997-1998, suddivisione per provincia (fonte REGIONE VENETO elaborazione ARPAV-ORAR)

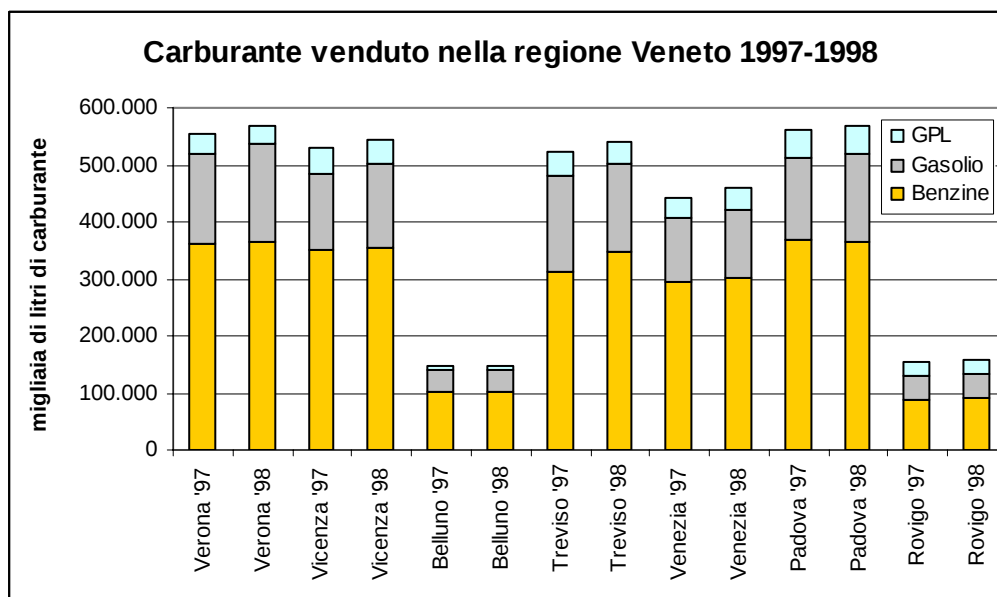


Tabella 25: numero di impianti di distribuzione di carburante nella Regione Veneto negli anni 1999-2000-2001 (fonte REGIONE VENETO elaborazione ARPAV-ORAR)

Province	Numero impianti 1999				Numero impianti 2000				Numero impianti 2001			
	Totale	Benzine	Gasolio	GPL	Totale	Benzine	Gasolio	GPL	Totale	Benzine	Gasolio	GPL
Belluno	127	126	113	9	124	123	113	10	113	112	105	9
Padova	363	361	305	43	358	361	307	42	338	337	301	44
Rovigo	144	141	123	26	140	137	120	26	134	132	117	27
Treviso	371	366	305	40	363	358	303	44	337	333	296	42
Venezia	330	329	262	33	336	335	270	37	308	307	268	36
Verona	400	399	344	44	377	376	335	47	353	353	323	51
Vicenza	352	348	302	33	338	334	298	34	322	318	288	40
Veneto	2.087	2.070	1.754	228	2.036	2.024	1.746	240	1.905	1.892	1.698	249
(*) Impianti stradali e autostradali												

Tra il 1999 e il 2000 vengono eliminati dalla rete stradale e autostradale regionale 182 impianti, pari ad una riduzione del 9%, minima nelle province di Padova Rovigo e Venezia, massima in quella di Verona.

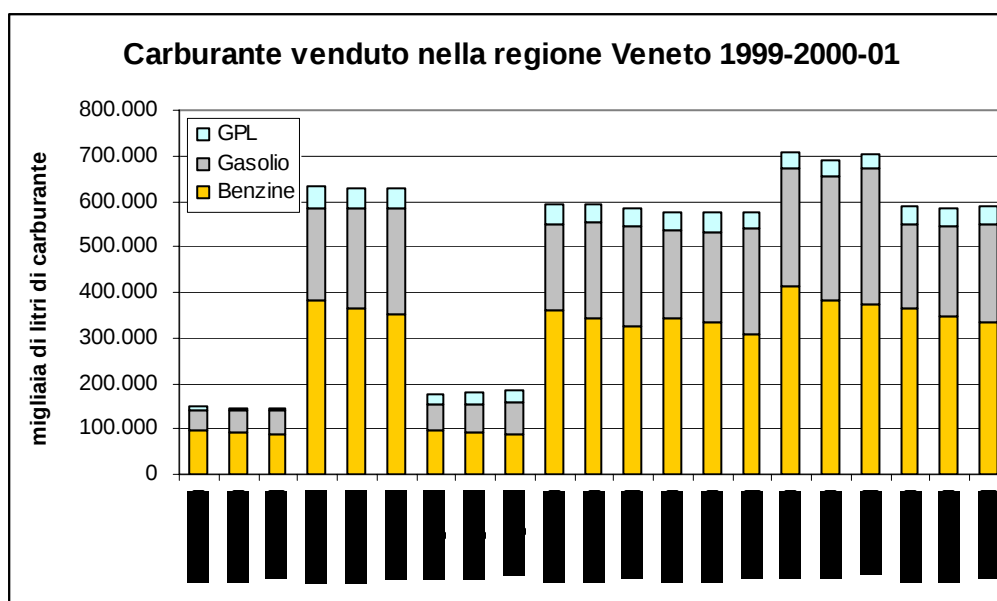
Nei tre anni considerati gli impianti di benzina sono il 99% del totale, gli impianti di gasolio passano dall'84% del totale nel 1999 all'89% del totale nel 2001, gli impianti di GPL passano dall'11% del totale nel 1999 al 13% del totale nel 2001.

Tabella 26: carburante venduto nella Regione Veneto negli anni 1999-2000-2001 (fonte REGIONE VENETO elaborazione ARPAV-ORAR)

Province	Carburante venduto 1999				Carburante venduto 2000				Carburante venduto 2001			
	Totale	Benzine	Gasolio	GPL	Totale	Benzine	Gasolio	GPL	Totale	Benzine	Gasolio	GPL
<i>(in migliaia di litri)</i>												
Belluno	148.077	97.312	44.782	5.983	145.819	91.740	48.039	6.040	144.398	86.177	52.559	5.661
Padova	631.070	380.307	203.598	47.165	628.853	363.767	219.333	45.753	628.349	350.855	234.786	42.708
Rovigo	176.934	97.268	54.729	24.937	180.629	91.990	63.225	25.414	182.661	90.109	69.029	23.523
Treviso	591.250	360.567	188.909	41.774	593.916	343.274	208.591	42.051	584.024	325.970	219.616	38.438
Venezia	575.682	345.048	189.187	41.447	574.561	332.941	199.504	42.115	576.470	309.826	228.912	37.732
Verona	707.160	413.612	258.175	35.373	689.468	382.316	274.324	32.829	704.147	375.478	296.933	31.737
Vicenza	589.964	367.016	182.791	40.157	583.096	345.063	199.032	39.001	587.138	332.698	217.137	37.303
Veneto	3.420.137	2.061.130	1.122.171	236.836	3.396.342	1.951.091	1.212.048	233.203	3.407.187	1.871.113	1.318.972	217.102
(*) Impianti stradali e autostradali												

Dal 1999 al 2001 negli impianti della rete stradale e autostradale regionale la vendita di carburante vede un decremento di 12.950 migliaia di litri, pari a meno dell'1%, costante in tutte le province ad eccezione di Rovigo, dove la vendita aumenta del 3%.

Dal 1999 al 2001 la vendita di benzine passa dal 60% al 55% del carburante totale venduto, la vendita di gasolio passa dal 33% al 39% del carburante totale venduto, la vendita di GPL passa dal 7% al 6% del totale venduto.

Figura 18: carburante venduto nella Regione Veneto negli anni 1999-2000-2001, suddivisione per provincia (fonte REGIONE VENETO elaborazione ARPAV-ORAR)

2.1.11.4 Fattori medi di emissione riferiti ai consumi di carburante nella regione Veneto

Successivamente all'aggregazione delle classi previste dalla metodologia COPERT III sono stati elaborati i fattori medi di emissione riferiti ai consumi di carburante per ogni veicolo delle 34 classi considerate. Come si è detto i *fattori di emissione* sono stati calcolati rapportando il valore di emissione di ogni categoria di veicoli al corrispondente dato di consumo di carburante (benzina, gasolio o GPL) ed esprimono la quantità di inquinante emessa (espressa in grammi) per ogni Kg di carburante consumato dal veicolo.

Di seguito si rappresentano i fattori medi di emissione per le 34 classi veicolari e per ogni inquinante stimato. I diversi colori indicano le 5 categorie ottenute: autovetture, veicoli commerciali leggeri, veicoli commerciali pesanti e bus, ciclomotori, motoveicoli; ognuna delle quali è suddivisa in funzione delle classi di cilindrata, del tipo di alimentazione, dell'anno di immatricolazione.

Il confronto delle singole grandezze permette di determinare il contributo specifico di emissione di ogni categoria veicolare in relazione al consumo di carburante.

Figura 19: Fattori medi di emissione di Monossido di Carbonio riferiti ai consumi di carburante, veicoli suddivisi in 34 classi COPERT III (fonte ANPA-IIASA-TNO elaborazione ARPAV-ORAR)

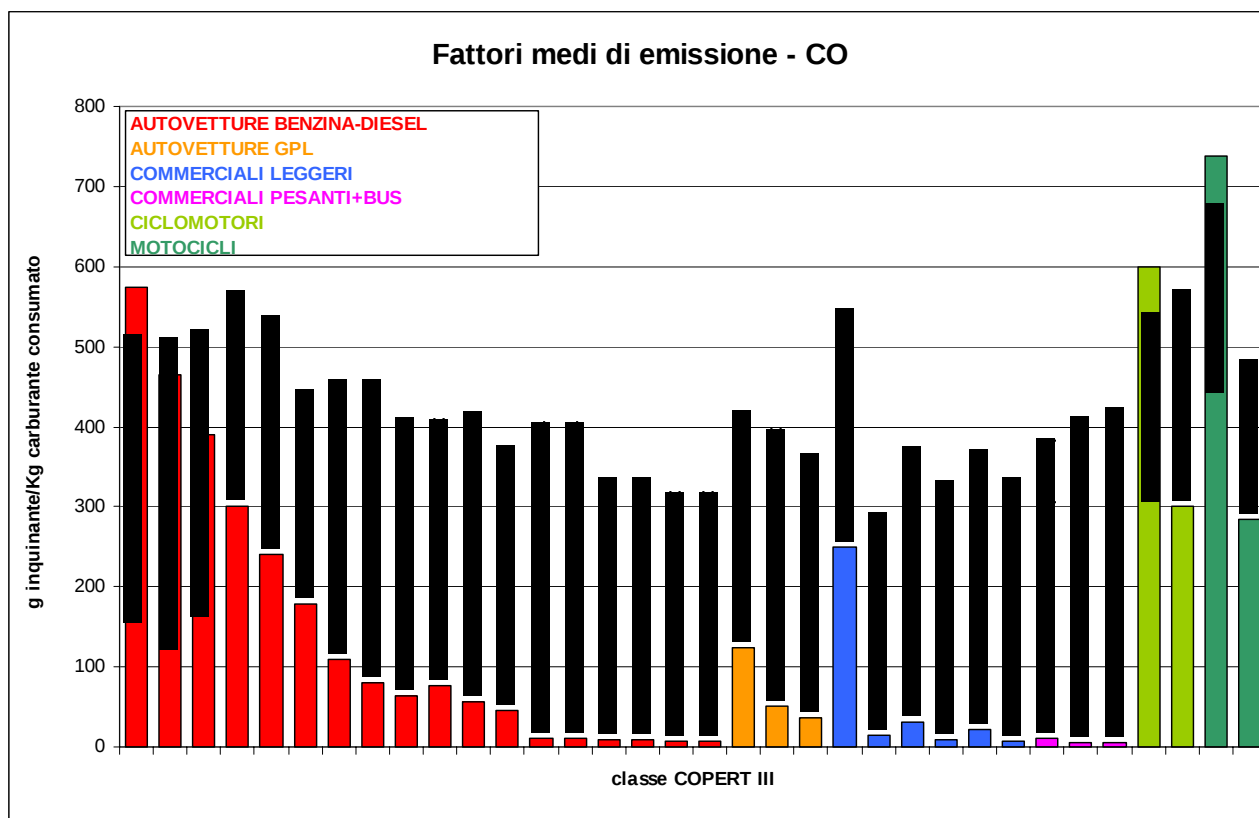


Figura 20: Fattori medi di emissione di Ossidi di Azoto riferiti ai consumi di carburante, veicoli suddivisi in 34 classi COPERT III (fonte ANPA-IIASA-TNO elaborazione ARPAV-ORAR)

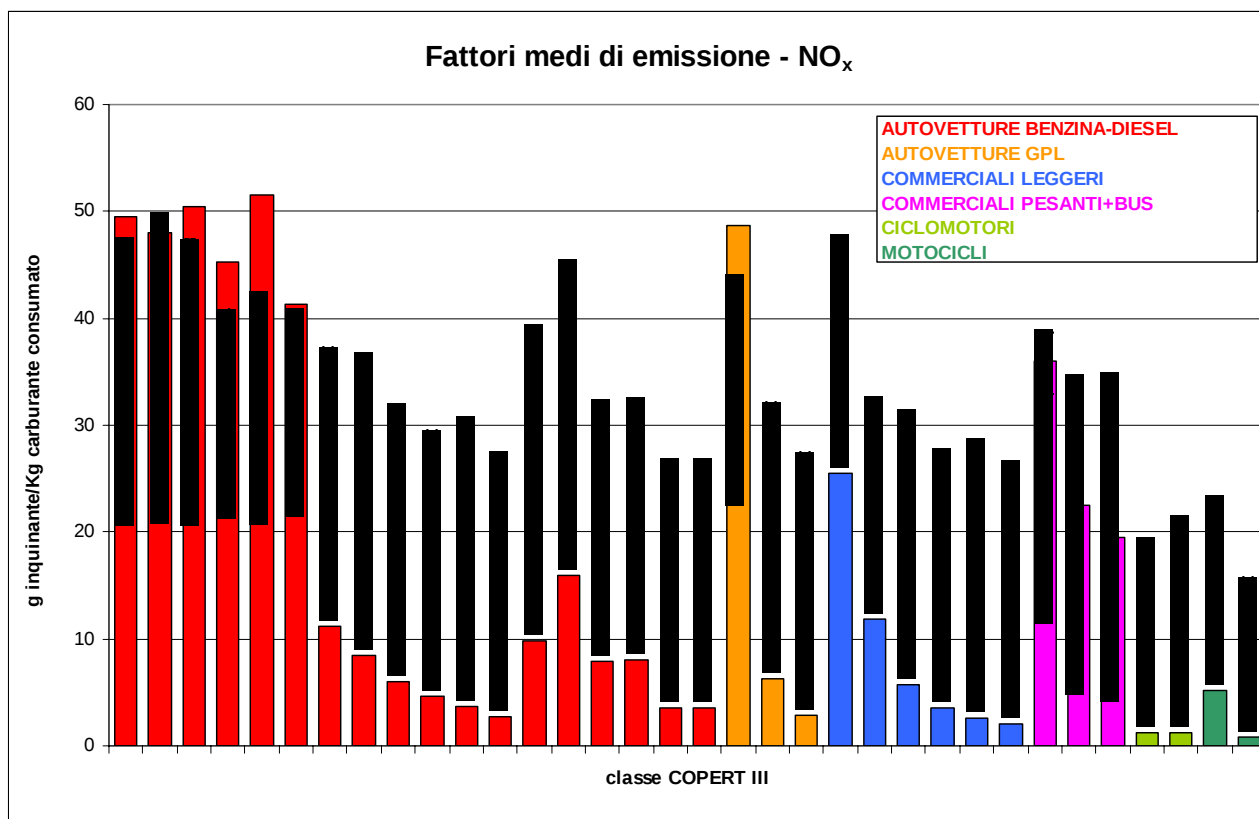


Figura 21: Fattori medi di emissione di Composti Organici Volatili non Metanici riferiti ai consumi di carburante, veicoli suddivisi in 34 classi COPERT III (fonte ANPA-IIASA-TNO elaborazione ARPAV-ORAR)

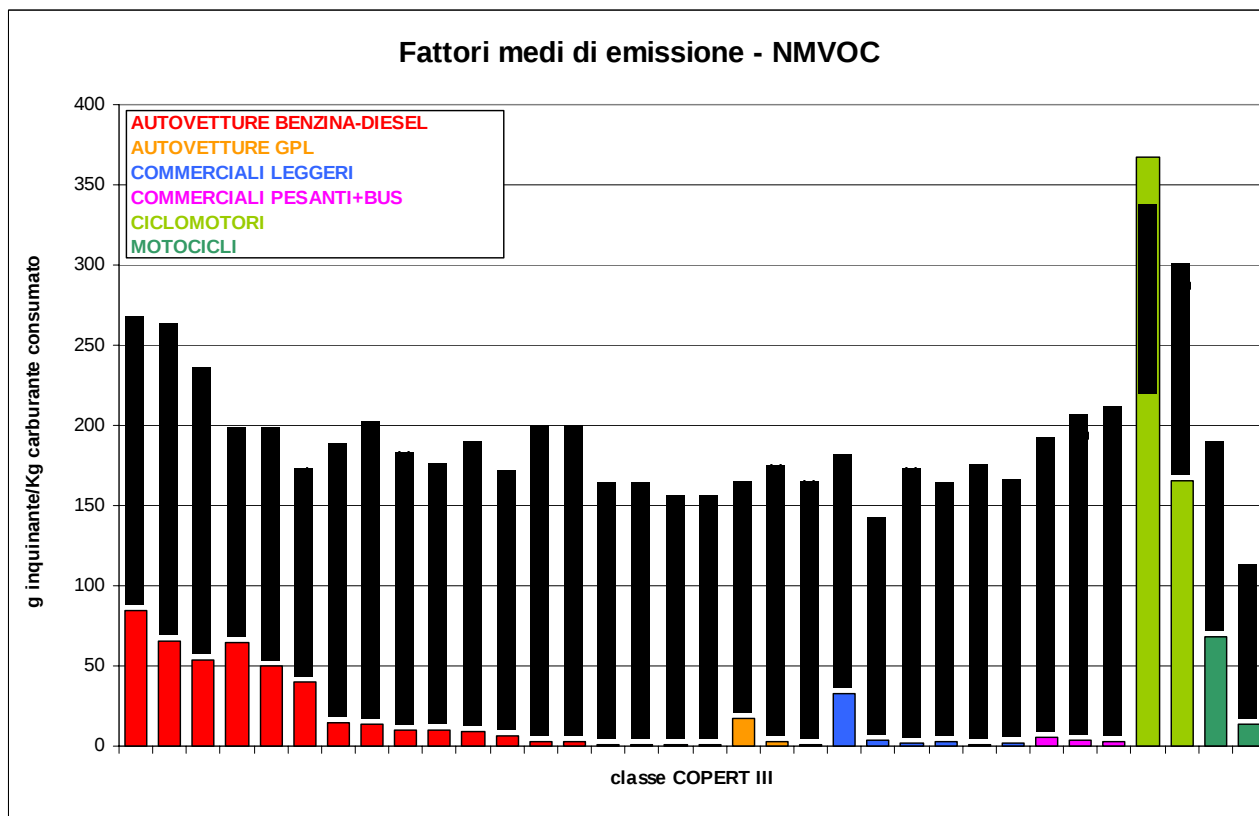


Figura 22: Fattori medi di emissione di Polveri PM riferiti ai consumi di carburante, veicoli suddivisi in 34 classi COPERT III (fonte ANPA-IIASA-TNO elaborazione ARPAV-ORAR)

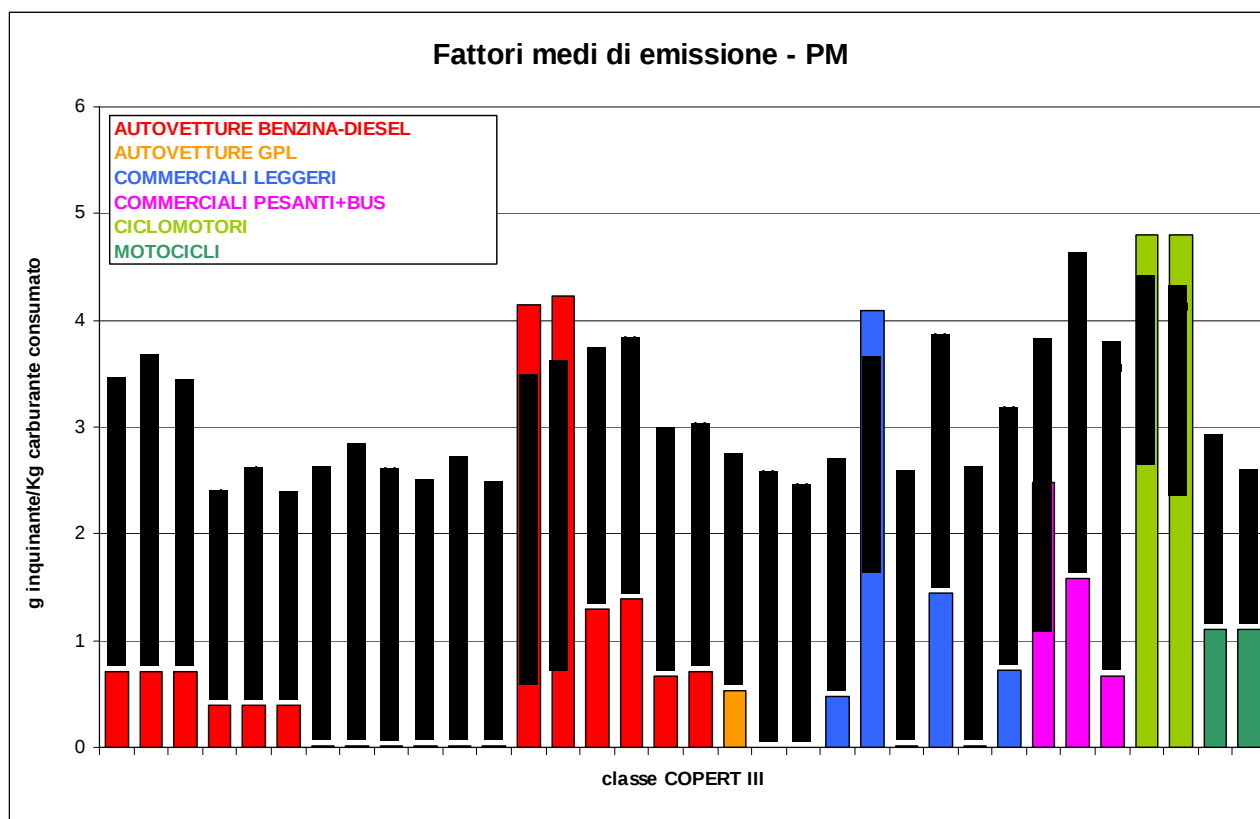


Figura 23: Fattori medi di emissione di Polveri Fini PM₁₀ riferiti ai consumi di carburante, veicoli suddivisi in 34 classi COPERT III (fonte ANPA-IIASA-TNO elaborazione ARPAV-ORAR)

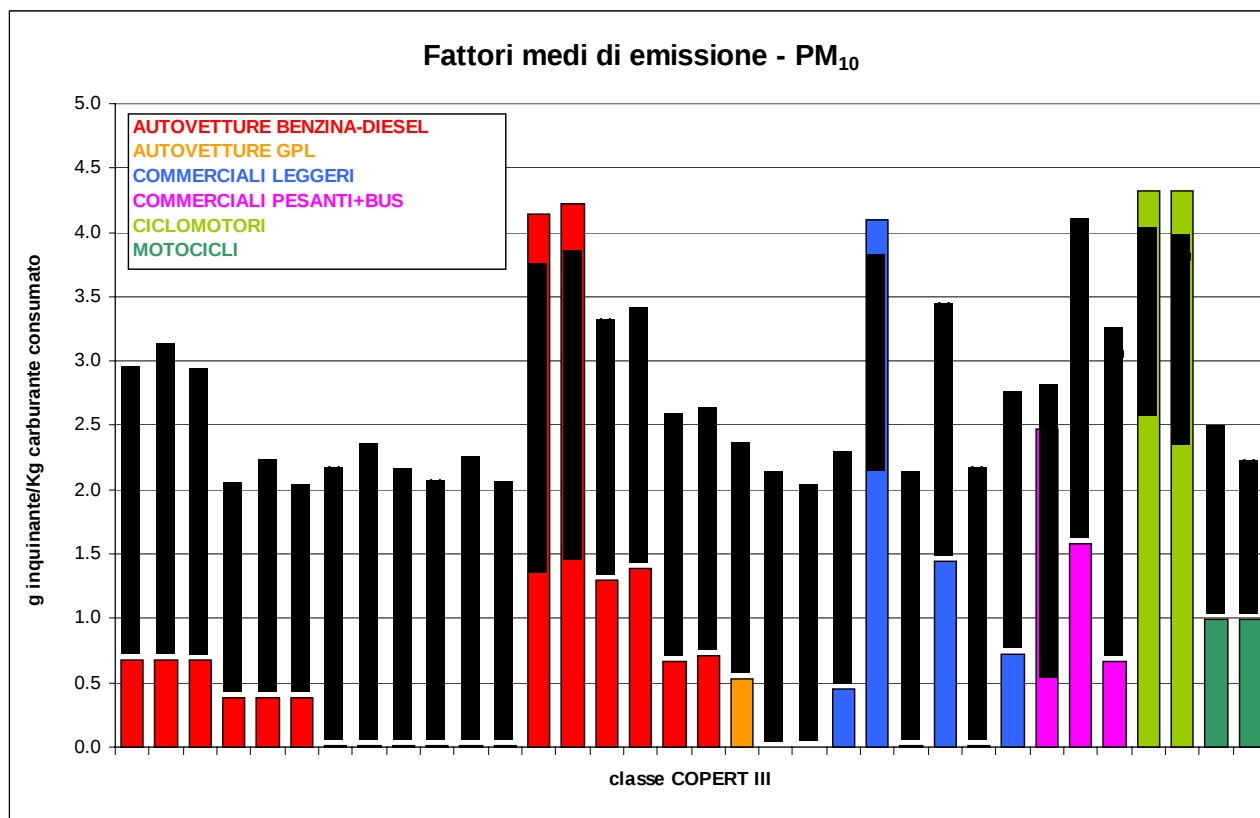
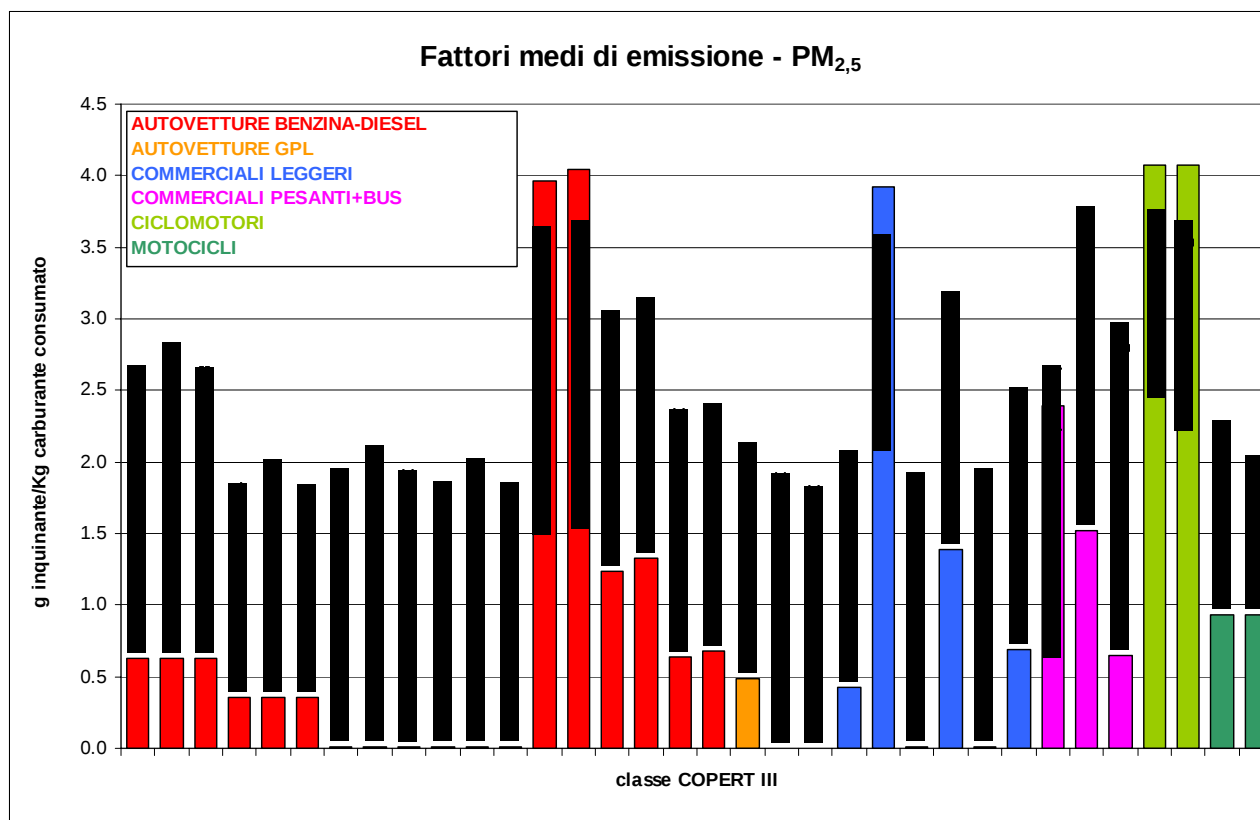


Figura 24: Fattori medi di emissione di Polveri Fini $PM_{2,5}$ riferiti ai consumi di carburante, veicoli suddivisi in 34 classi COPERT III (fonte ANPA-IIASA-TNO elaborazione ARPAV-ORAR)



I grafici evidenziano come le diverse categorie veicolari presentino *fattori medi di emissione* molto diversificati:

- per **Monossido di Carbonio** le categorie veicolari che presentano fattori medi di emissione più elevati sono i motocicli convenzionali (non catalizzati), i ciclomotori convenzionali, le autovetture a benzina convenzionali (di tutte le cilindrata), i veicoli commerciali leggeri a benzina convenzionali;
- per **Ossidi di Azoto** le categorie veicolari che presentano fattori medi di emissione più elevati sono le autovetture a benzina convenzionali (di tutte le cilindrata), le autovetture a GPL/metano convenzionali, i veicoli commerciali pesanti/bus convenzionali alimentati a gasolio, i veicoli commerciali leggeri a benzina non catalizzati, i veicoli commerciali pesanti/bus Euro I alimentati a gasolio;
- per **Composti Organici Volatili non Metanici** le categorie veicolari che presentano fattori medi di emissione più elevati sono i ciclomotori convenzionali e catalizzati, i motocicli convenzionali, le autovetture a benzina convenzionali (di tutte le cilindrata), i veicoli commerciali leggeri a benzina non catalizzati, le autovetture a GPL/metano convenzionali. Si noti come la categoria ciclomotori presenti un fattore medio di emissione pari a quattro volte di quello delle auto;
- per **Polveri Totali PM** e **Polveri Fini PM_{10} - $PM_{2,5}$** le categorie veicolari che presentano fattori medi di emissione più elevati sono i ciclomotori convenzionali e catalizzati, le autovetture alimentate a gasolio convenzionali (di tutte le cilindrata), i veicoli commerciali leggeri e pesanti a gasolio convenzionali, i veicoli commerciali pesanti a gasolio Euro I, i veicoli commerciali leggeri a gasolio Euro I, le autovetture a gasolio Euro I. Il fattore medio di emissione dei veicoli convenzionali è, inoltre, pari a 3 volte il fattore medio di emissione degli stessi veicoli Euro I.

Con la dicitura “motocicli e ciclomotori non conformi alla direttiva 97/24/CE” si intendono i veicoli motorizzati a due ruote immatricolati precedentemente al 1999 (in passato impropriamente chiamati “convenzionali”) a differenza della dicitura “motocicli e ciclomotori conformi alla direttiva 97/24/CE” con la quale si intendono i veicoli motorizzati a due ruote immatricolati a partire dal 1999 (in passato impropriamente chiamati “catalizzati”).

Le terminologie convenzionale/catalizzato, infatti, sono corrette se riferite a veicoli che comportano l'assenza/presenza di un catalizzatore, quindi non sono utilizzabili per definire i veicoli motorizzati a due ruote.

La suddivisione della categoria veicolare “motoveicoli” è stata fatta esclusivamente sulla base dell'anno di immatricolazione dei mezzi (distinguendo conformi/non conformi alla direttiva 97/24/CE quindi post 1999/pre 1999) e non sulla base della tipologia del motore (2 tempi, 4 tempi) o della cilindrata (>50 cc, 50-250 cc, 250-750 cc, >750 cc). Tale suddivisione deriva dall'implementazione della metodologia COPERT III a partire dai consumi di combustibile (e non dalle percorrenze) che considera rappresentative 35 classi, anziché le 105 classi COPERT tradizionali.

2.1.11.5 Emissioni inquinanti in atmosfera nella regione Veneto

Di seguito vengono presentati i risultati delle stime delle emissioni di inquinanti in atmosfera elaborate a partire dai fattori di emissione riferiti ai consumi di carburante, considerando il carburante venduto nella regione Veneto negli anni 1997-2001.

Il dato relativo al carburante venduto negli anni 1997-1998, disponibile esclusivamente per gli impianti della rete stradale ordinaria, esclusi quindi gli impianti extrarete e quelli autostradali, è stato stimato per la rete stradale complessiva sulla base del trend dei consumi negli anni 2000-2001 (che comprendevano sia gli impianti stradali che quelli autostradali).

È emerso che le vendite di carburante, nella rete stradale e autostradale, rispondono alle seguenti percentuali:

- **benzine:** 90% del venduto in ambito urbano, 10% in ambito autostradale;
- **gasolio:** 81% del venduto in ambito urbano, 19% in ambito autostradale;
- **GPL:** 91% del venduto in ambito urbano, 9% in ambito autostradale.

Di seguito si riportano le emissioni stimate per gli inquinanti:

- Monossido di Carbonio (CO),
- Ossidi di Azoto (NO_x),
- Composti Organici Volatili non Metanici (NMVOC),
- Polveri Totali (PM),
- Polveri Fini (PM₁₀ - PM_{2,5});

esprese in tonnellate/anno e suddivise per provincia (rispettivamente [Tabelle 27](#), [28](#), [29](#), [30](#), [31](#) e [32](#)) e per categoria veicolare:

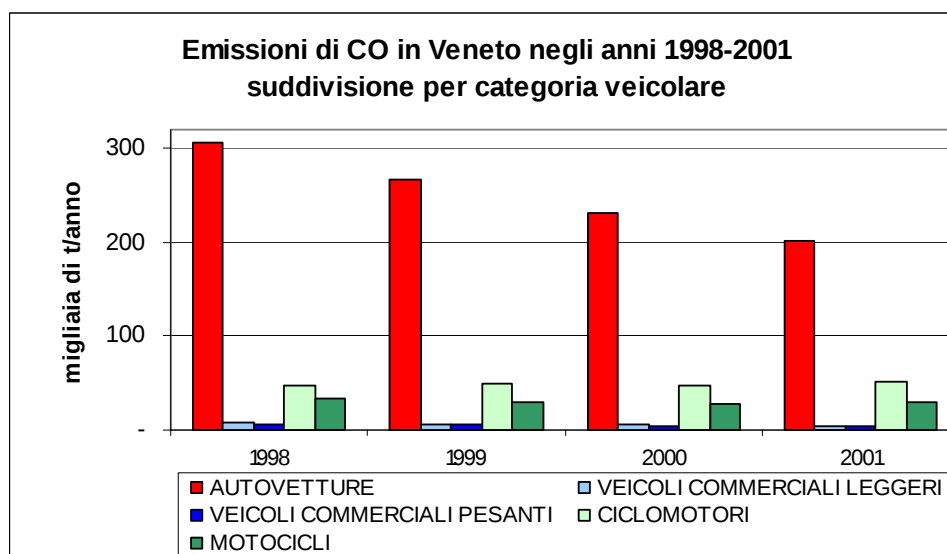
- autovetture,
- veicoli commerciali leggeri,
- veicoli commerciali pesanti compresi bus,
- ciclomotori,
- motocicli

([Figura 25](#) per CO, [26](#) per NO_x, [27](#) per NMVOC, [28](#) per PM, [29](#) per PM₁₀, [30](#) per PM_{2,5}).

Tabella 27: stima delle emissioni di Monossido di Carbonio nella Regione Veneto negli anni 1998-2001 con suddivisione per provincia (fonte ANPA elaborazione ARPAV-ORAR)

EMISSIONI DI MONOSSIDO DI CARBONIO NELLA REGIONE VENETO								
PROVINCE	Emissioni 1998	Emissioni 1999	Emissioni 2000	Emissioni 2001	VAR % 98-99	VAR % 99-00	VAR % 00-01	VAR % 98-01
	ton/anno	ton/anno	ton/anno	ton/anno				
PADOVA	73,609	66,196	59,584	55,300	-10%	-10%	-7%	-25%
BELLUNO	18,268	15,994	14,071	12,490	-12%	-12%	-11%	-32%
ROVIGO	20,789	18,901	17,028	16,087	-9%	-10%	-6%	-23%
TREVISO	70,279	62,263	53,726	48,291	-11%	-14%	-10%	-31%
VENEZIA	66,842	58,507	52,774	46,754	-12%	-10%	-11%	-30%
VERONA	78,487	70,873	61,972	58,382	-10%	-13%	-6%	-26%
VICENZA	71,026	63,841	56,690	52,519	-10%	-11%	-7%	-26%
TOTALE	399,300	356,575	315,844	289,823	-11%	-11%	-8%	-27%

Figura 25: stima delle emissioni di Monossido di Carbonio nella Regione Veneto negli anni 1998-2001 con suddivisione per categoria veicolare (fonte ANPA elaborazione ARPAV-ORAR)



Il contributo maggiore alle **emissioni di CO** è dato dalle categorie veicolari autovetture (dal 77% del totale nel 1998 al 69% del totale nel 2001) e ciclomotori (dal 12% del totale nel 1998 al 17% del totale nel 2001), a seguire dalla categoria motocicli (dall'8% del totale nel 1998 al 10% del totale nel 2001), ed in misura minore dalle categorie commerciali leggeri (dall'1.9% del totale nel 1998 all'1.7% del totale nel 2001) e commerciali pesanti-bus (1.3% del totale).

Nei quattro anni considerati le emissioni di CO prodotte dalle diverse categorie veicolari sono variate nel seguente modo:

- per le autovetture sono diminuite del 34%,
- per i veicoli commerciali leggeri sono diminuite del 36%,
- per i veicoli commerciali pesanti e bus sono diminuite del 29%,
- per le moto sono diminuite del 12%,
- **per i ciclomotori sono aumentate del 7%.**

Il contributo delle singole province alle emissioni di CO nella Regione Veneto nell'anno 2001 è il seguente:

- provincia di Verona pari al 22% del totale regionale;
- provincia di Padova pari al 19% del totale regionale;
- provincia di Venezia e Vicenza pari al 17% del totale regionale;
- provincia di Treviso pari al 16% del totale regionale;
- provincia di Rovigo pari al 6% del totale regionale;
- provincia di Belluno pari al 4% del totale regionale.

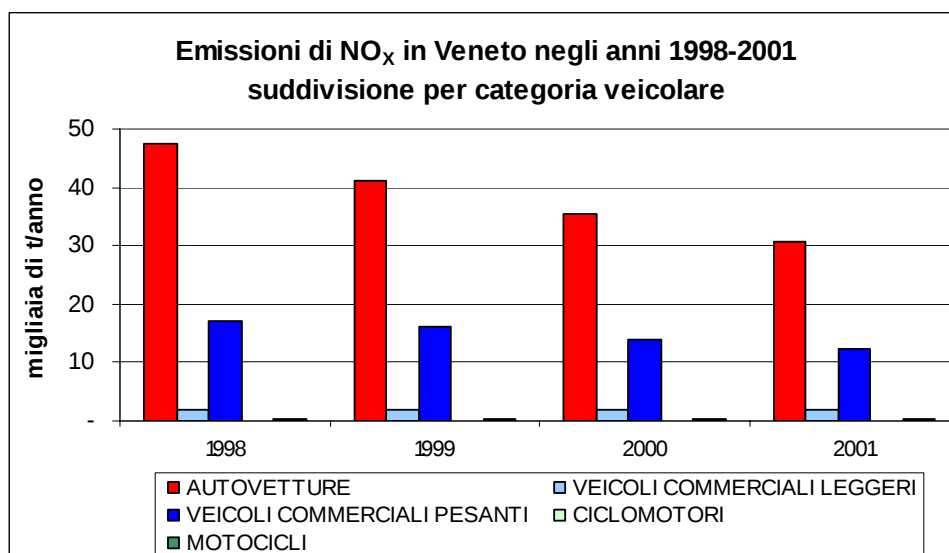
Tutte le province hanno mostrato un trend negativo delle emissioni di CO nei quattro anni considerati, in particolare le diminuzioni maggiori si sono verificate in provincia di Belluno (-32%), Treviso (-31%) e Venezia (-30%); quelle minori si sono verificate nelle province di Verona e Vicenza (-26%), Padova (-25%) e Rovigo (-23%).

Complessivamente le emissioni di CO nella regione Veneto negli anni 1998-2001 sono diminuite del 27%.

Tabella 28: stima delle emissioni di Ossidi di Azoto nella Regione Veneto negli anni 1998-2001 con suddivisione per provincia (fonte ANPA elaborazione ARPAV-ORAR)

EMISSIONI DI OSSIDI DI AZOTO NELLA REGIONE VENETO								
PROVINCE	Emissioni 1998	Emissioni 1999	Emissioni 2000	Emissioni 2001	VAR % 98-99	VAR % 99-00	VAR % 00-01	VAR % 98-01
	ton/anno	ton/anno	ton/anno	ton/anno				
PADOVA	12,300	10,993	9,653	8,446	-11%	-12%	-13%	-31%
BELLUNO	2,790	2,455	2,136	1,852	-12%	-13%	-13%	-34%
ROVIGO	3,428	3,140	2,861	2,572	-8%	-9%	-10%	-25%
TREVISIO	12,195	10,728	9,126	7,776	-12%	-15%	-15%	-36%
VENEZIA	11,291	10,041	8,741	7,545	-11%	-13%	-14%	-33%
VERONA	13,444	12,044	10,307	9,112	-10%	-14%	-12%	-32%
VICENZA	11,258	10,104	8,857	7,825	-10%	-12%	-12%	-30%
TOTALE	66,707	59,504	51,681	45,129	-11%	-13%	-13%	-32%

Figura 26: stima delle emissioni di Ossidi di Azoto nella Regione Veneto negli anni 1998-2001 con suddivisione per categoria veicolare (fonte ANPA elaborazione ARPAV-ORAR)



Il contributo maggiore alle **emissioni di NO_x** è dato dalle categorie veicolari autovetture (dal 71% del totale nel 1998 al 68% del totale nel 2001) e veicoli commerciali pesanti-bus (dal 26% del totale nel 1998 al 27% del totale nel 2001), a seguire dalla categoria commerciali leggeri (dal 3% del totale nel 1998 al 4% del totale nel 2001). Le categorie meno influenti sono i motocicli (dallo 0.3% del totale nel 1998 allo 0.4% del totale nel 2001) e i ciclomotori (dallo 0.1% del totale nel 1998 allo 0.2% del totale nel 2001).

Nei quattro anni considerati le emissioni di NO_x prodotte dalle diverse categorie veicolari sono variate nel seguente modo:

- per le autovetture sono diminuite del 35%,
- per i veicoli commerciali leggeri sono diminuite dell'8%,
- per i veicoli commerciali pesanti e bus sono diminuite del 28%,
- per le moto sono diminuite del 18%,
- **per i ciclomotori sono aumentate del 10%.**

Il contributo delle singole province alle emissioni di NO_x nella Regione Veneto nell'anno 2001 è il seguente:

- provincia di Verona pari al 20% del totale regionale;
- provincia di Padova pari al 19% del totale regionale;
- provincia di Treviso, Venezia e Vicenza pari al 17% del totale regionale;
- provincia di Rovigo pari al 6% del totale regionale;
- provincia di Belluno pari al 4% del totale regionale.

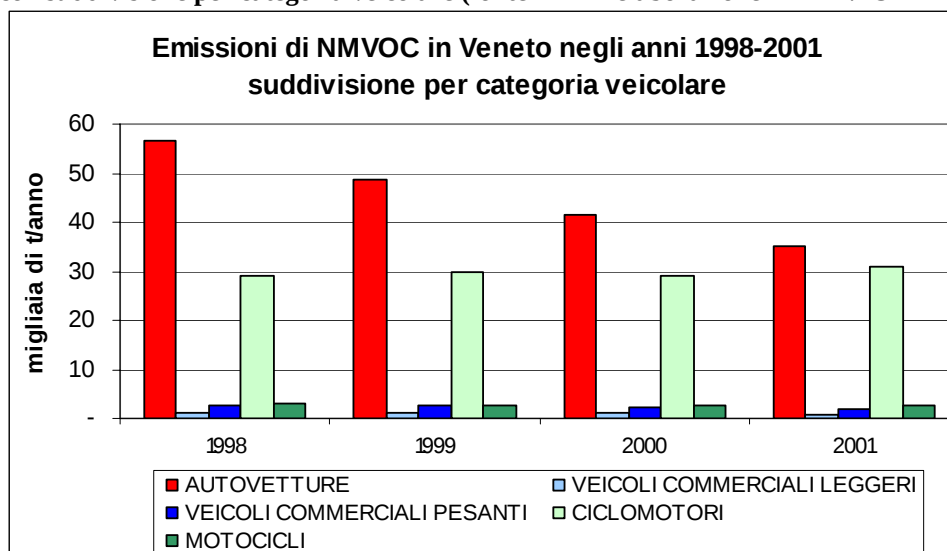
Tutte le province hanno mostrato un trend negativo delle emissioni di NO_x nei quattro anni considerati, in particolare le diminuzioni maggiori si sono verificate in provincia di Treviso (-36%), Belluno (-34%), Venezia (-33%), Verona (-32%), Padova (-31%) e Vicenza (-30%); quelle minori si sono verificate in provincia di Rovigo (-25%).

Complessivamente le emissioni di NO_x nella regione Veneto negli anni 1998-2001 sono diminuite del 32%.

Tabella 29: stima delle emissioni di Composti Organici Volatili non Metanici nella Regione Veneto negli anni 1998-2001 con suddivisione per provincia (fonte ANPA elaborazione ARPAV-ORAR)

EMISSIONI DI COMPOSTI ORGANICI VOLATILI NON METANICI NELLA REGIONE VENETO								
PROVINCE	Emissioni 1998	Emissioni 1999	Emissioni 2000	Emissioni 2001	VAR % 98-99	VAR % 99-00	VAR % 00-01	VAR % 98-01
	ton/anno	ton/anno	ton/anno	ton/anno				
PADOVA	17,458	16,074	14,646	13,852	-8%	-9%	-5%	-21%
BELLUNO	3,970	3,565	3,199	2,907	-10%	-10%	-9%	-27%
ROVIGO	5,103	4,790	4,396	4,296	-6%	-8%	-2%	-16%
TREVISIO	15,697	14,295	12,468	11,410	-9%	-13%	-8%	-27%
VENEZIA	15,596	13,998	12,809	11,612	-10%	-8%	-9%	-26%
VERONA	17,999	16,703	14,827	14,224	-7%	-11%	-4%	-21%
VICENZA	16,587	15,371	13,912	13,223	-7%	-9%	-5%	-20%
TOTALE	92,411	84,795	76,257	71,525	-8%	-10%	-6%	-23%

Figura 27: stima delle emissioni di Composti Organici Volatili non Metanici nella Regione Veneto negli anni 1998-2001 con suddivisione per categoria veicolare (fonte ANPA elaborazione ARPAV-ORAR)



Il contributo maggiore alle **emissioni di NMVOC** è dato dalle categorie veicolari autovetture (dal 61% del totale nel 1998 al 49% del totale nel 2001) e ciclomotori (dal 31% del totale nel 1998 al 43% del totale nel 2001), a seguire dalla categoria motocicli (dal 3% del totale nel 1998 al 4% del totale nel 2001), ed in misura minore dalle categorie commerciali pesanti-bus (dal 2.9% del totale nel 1998 al 2.7% del totale nel 2001) e commerciali leggeri (dall'1.3% del totale nel 1998 all'1.2% del totale nel 2001).

Nei quattro anni considerati le emissioni di NMVOC prodotte dalle diverse categorie veicolari sono variate nel seguente modo:

- per le autovetture sono diminuite del 38%,
- per i veicoli commerciali leggeri sono diminuite del 27%,
- per i veicoli commerciali pesanti e bus sono diminuite del 28%,
- per le moto sono diminuite del 16%,
- **per i ciclomotori sono aumentate del 7%.**

Il contributo delle singole province alle emissioni di NMVOC nella Regione Veneto nell'anno 2001 è il seguente:

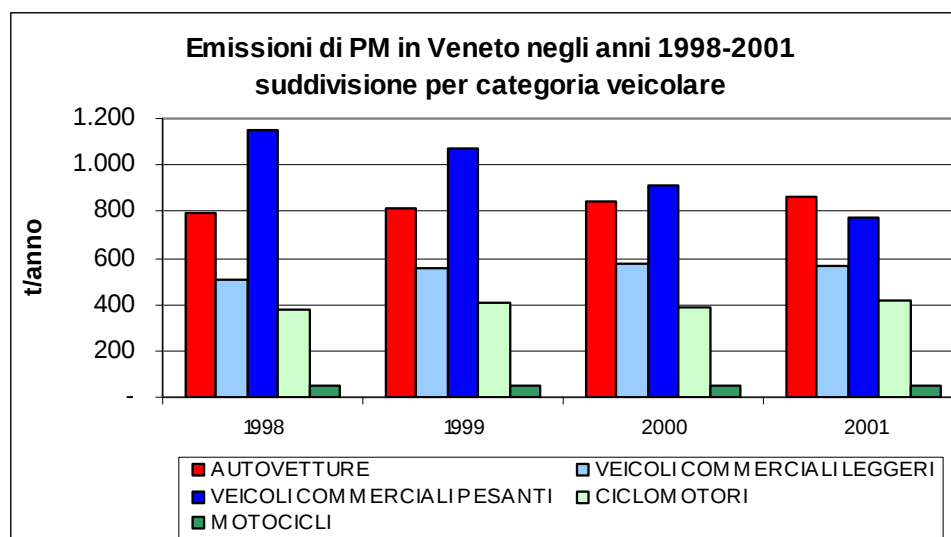
- provincia di Verona pari al 20% del totale regionale;
- provincia di Padova pari al 19% del totale regionale;
- provincia di Vicenza pari al 18% del totale regionale;
- provincia di Treviso e Venezia pari al 16% del totale regionale;
- provincia di Rovigo pari al 6% del totale regionale;
- provincia di Belluno pari al 4% del totale regionale.

Tutte le province hanno mostrato un trend negativo delle emissioni di NMVOC nei quattro anni considerati, in particolare le diminuzioni maggiori si sono verificate in provincia di Treviso e Belluno (-27%), Venezia (-26%); quelle minori si sono verificate in provincia di Padova e Verona (-21%), Vicenza (-20%) e Rovigo (-16%).

Complessivamente le emissioni di NMVOC nella regione Veneto negli anni 1998-2001 sono diminuite del 23%.

Tabella 30: stima delle emissioni di Polveri PM nella Regione Veneto negli anni 1998-2001 con suddivisione per provincia (fonte ANPA-IIASA-TNO elaborazione ARPAV-ORAR)

EMISSIONI DI POLVERI PM NELLA REGIONE VENETO								
PROVINCE	Emissioni 1998	Emissioni 1999	Emissioni 2000	Emissioni 2001	VAR % 98-99	VAR % 99-00	VAR % 00-01	VAR % 98-01
	ton/anno	ton/anno	ton/anno	ton/anno				
PADOVA	538	535	515	499	-1%	-4%	-3%	-7%
BELLUNO	116	115	108	104	-1%	-6%	-4%	-11%
ROVIGO	149	154	157	157	3%	2%	0%	6%
TREVISO	496	491	464	431	-1%	-6%	-7%	-13%
VENEZIA	479	489	458	455	2%	-6%	-1%	-5%
VERONA	625	624	595	582	0%	-5%	-2%	-7%
VICENZA	477	478	463	455	0%	-3%	-2%	-5%
TOTALE	2.879	2.886	2.761	2.682	0%	-4%	-3%	-7%

Figura 28: stima delle emissioni di Polveri PM nella Regione Veneto negli anni 1998-2001 con suddivisione per categoria veicolare (fonte ANPA-IIASA-TNO elaborazione ARPAV-ORAR)

Il contributo maggiore alle **emissioni di Polveri PM** è dato dalle categorie veicolari commerciali pesanti-bus (dal 40% del totale nel 1998 al 29% del totale nel 2001), autovetture (dal 28% del totale nel 1998 al 32% del totale nel 2001) e commerciali leggeri (dal 18% del totale nel 1998 al 21% del totale nel 2001), a seguire dalla categoria ciclomotori (dal 13% del totale nel 1998 al 16% del totale nel 2001), ed in misura minore dalla categoria motocicli (dall'1.7% del totale nel 1998 all'1.9% del totale nel 2001).

Nei quattro anni considerati le emissioni di PM prodotte dalle diverse categorie veicolari sono variate nel seguente modo:

- **per le autovetture sono aumentate del 9%,**
- **per i veicoli commerciali leggeri sono aumentate del 12%,**
- per i veicoli commerciali pesanti e bus sono diminuite del 32%,
- **per le moto sono aumentate dell'11%,**
- **per i ciclomotori sono aumentate del 5%.**

Il contributo delle singole province alle emissioni di PM nella Regione Veneto nell'anno 2001 è il seguente:

- provincia di Verona pari al 22% del totale regionale;
- provincia di Padova pari al 19% del totale regionale;
- provincia di Vicenza e Venezia pari al 17% del totale regionale;
- provincia di Treviso pari al 16% del totale regionale;
- provincia di Rovigo pari al 6% del totale regionale;
- provincia di Belluno pari al 4% del totale regionale.

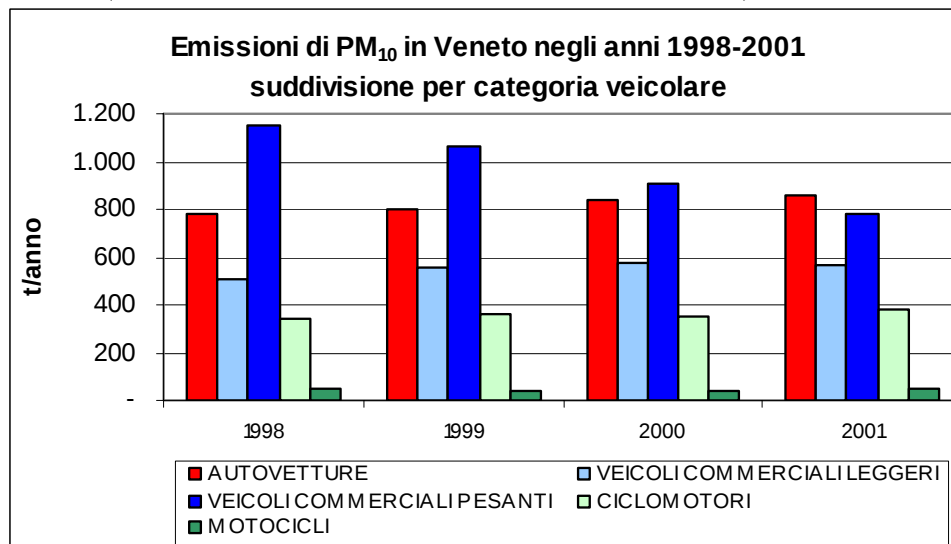
Quasi tutte le province hanno mostrato un trend negativo delle emissioni di PM nei quattro anni considerati, in particolare le diminuzioni maggiori si sono verificate in provincia di Treviso (-13%), Belluno (-11%), Padova e Verona (-7%); quelle minori si sono verificate in provincia di Venezia e Vicenza (-5%). Nella provincia di Rovigo si è verificato un aumento delle emissioni di PM dal 1998 al 2001 (+6%).

Complessivamente le emissioni di PM nella regione Veneto negli anni 1998-2001 sono diminuite del 7%.

Tabella 31: stima delle emissioni di Polveri Fini PM₁₀ nella Regione Veneto negli anni 1998-2001 con suddivisione per provincia (fonte ANPA-IIASA-TNO elaborazione ARPAV-ORAR)

EMISSIONI DI POLVERI PM ₁₀ NELLA REGIONE VENETO								
PROVINCE	Emissioni 1998	Emissioni 1999	Emissioni 2000	Emissioni 2001	VAR % 98-99	VAR % 99-00	VAR % 00-01	VAR % 98-01
	ton/anno	ton/anno	ton/anno	ton/anno				
PADOVA	527	524	504	488	-1%	-4%	-3%	-7%
BELLUNO	114	113	106	102	-1%	-6%	-4%	-11%
ROVIGO	145	150	153	153	3%	2%	0%	6%
TREVISO	487	482	456	422	-1%	-5%	-7%	-13%
VENEZIA	469	480	449	446	2%	-6%	-1%	-5%
VERONA	614	612	585	571	0%	-4%	-2%	-7%
VICENZA	466	467	453	445	0%	-3%	-2%	-5%
TOTALE	2.822	2.829	2.707	2.627	0%	-4%	-3%	-7%

Figura 29: stima delle emissioni di Polveri Fini PM₁₀ nella Regione Veneto negli anni 1998-2001 con suddivisione per categoria veicolare (fonte ANPA-IIASA-TNO elaborazione ARPAV-ORAR)



Il contributo maggiore alle **emissioni di Polveri Fini PM₁₀** è dato dalle categorie veicolari commerciali pesanti-bus (dal 41% del totale nel 1998 al 30% del totale nel 2001), autovetture (dal 28% del totale nel 1998 al 33% del totale nel 2001) e commerciali leggeri (dal 18% del totale nel 1998 al 21.5% del totale nel 2001), a seguire dalla categoria ciclomotori (dal 12% del totale nel 1998 al 14% del totale nel 2001), ed in misura minore dalla categoria motocicli (dall'1.6% del totale nel 1998 all'1.8% del totale nel 2001).

Nei quattro anni considerati le emissioni di PM₁₀ prodotte dalle diverse categorie veicolari sono variate nel seguente modo:

- **per le autovetture sono aumentate del 10%,**
- **per i veicoli commerciali leggeri sono aumentate del 12%,**
- per i veicoli commerciali pesanti e bus sono diminuite del 32%,
- **per le moto sono aumentate dell'11%,**
- **per i ciclomotori sono aumentate del 5%.**

Il contributo delle singole province alle emissioni di PM₁₀ nella Regione Veneto nell'anno 2001 è il seguente:

- provincia di Verona pari al 22% del totale regionale;
- provincia di Padova pari al 19% del totale regionale;
- provincia di Vicenza e Venezia pari al 17% del totale regionale;
- provincia di Treviso pari al 16% del totale regionale;
- provincia di Rovigo pari al 6% del totale regionale;
- provincia di Belluno pari al 4% del totale regionale.

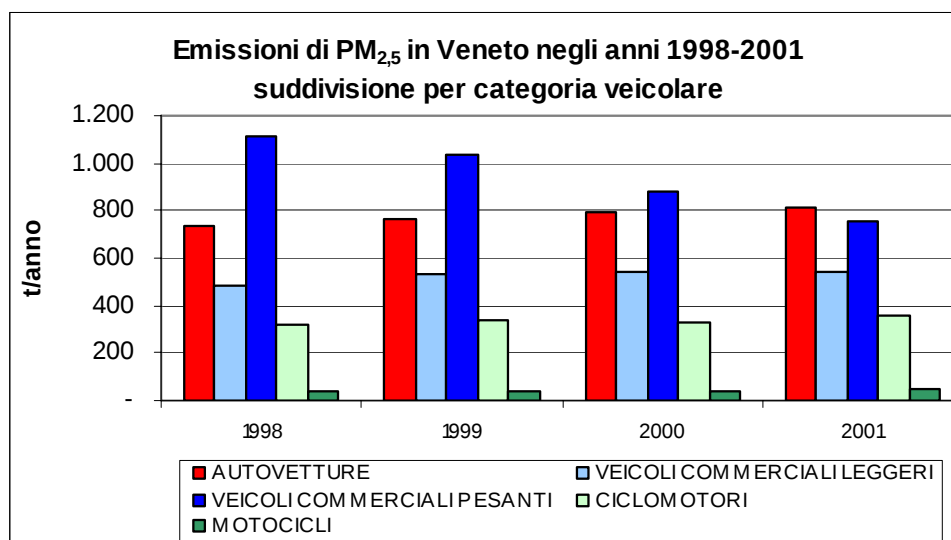
Quasi tutte le province hanno mostrato un trend negativo delle emissioni di PM₁₀ nei quattro anni considerati, in particolare le diminuzioni maggiori si sono verificate in provincia di Treviso (-13%), Belluno (-11%), Padova e Verona (-7%); quelle minori si sono verificate in provincia di Venezia e Vicenza (-5%). Nella provincia di Rovigo si è verificato un aumento delle emissioni di PM₁₀ dal 1998 al 2001 (+6%).

Complessivamente le emissioni di PM₁₀ nella regione Veneto negli anni 1998-2001 sono diminuite del 7%.

Tabella 32: stima delle emissioni di Polveri Fini PM_{2,5} nella Regione Veneto negli anni 1998-2001 con suddivisione per provincia (fonte ANPA-IIASA-TNO elaborazione ARPAV-ORAR)

EMISSIONI DI POLVERI PM _{2,5} NELLA REGIONE VENETO								
PROVINCE	Emissioni 1998	Emissioni 1999	Emissioni 2000	Emissioni 2001	VAR % 98-99	VAR % 99-00	VAR % 00-01	VAR % 98-01
	ton/anno	ton/anno	ton/anno	ton/anno				
PADOVA	503	501	482	466	-1%	-4%	-3%	-7%
BELLUNO	109	108	101	97	-1%	-6%	-4%	-11%
ROVIGO	138	143	146	146	3%	2%	0%	6%
TREVISIO	466	461	436	404	-1%	-5%	-7%	-13%
VENEZIA	448	459	429	426	2%	-6%	-1%	-5%
VERONA	587	586	559	545	0%	-4%	-3%	-7%
VICENZA	445	446	433	425	0%	-3%	-2%	-5%
TOTALE	2.697	2.704	2.587	2.509	0%	-4%	-3%	-7%

Figura 30: stima delle emissioni di Polveri Fini $PM_{2,5}$ nella Regione Veneto negli anni 1998-2001 con suddivisione per categoria veicolare (fonte ANPA-IIASA-TNO elaborazione ARPAV-ORAR)



Il contributo maggiore alle **emissioni di Polveri Fini $PM_{2,5}$** è dato dalle categorie veicolari commerciali pesanti-bus (dal 41% del totale nel 1998 al 30% del totale nel 2001), autovetture (dal 27% del totale nel 1998 al 33% del totale nel 2001) e commerciali leggeri (dal 18% del totale nel 1998 al 21.5% del totale nel 2001), a seguire dalla categoria ciclomotori (dal 12% del totale nel 1998 al 14% del totale nel 2001), ed in misura minore dalla categoria motocicli (dall'1.6% del totale nel 1998 all'1.7% del totale nel 2001).

Nei quattro anni considerati le emissioni di $PM_{2,5}$ prodotte dalle diverse categorie veicolari sono variate nel seguente modo:

- **per le autovetture sono aumentate del 10%,**
- **per i veicoli commerciali leggeri sono aumentate del 12%,**
- per i veicoli commerciali pesanti e bus sono diminuite del 32%,
- **per le moto sono aumentate dell'11%,**
- **per i ciclomotori sono aumentate del 5%.**

Il contributo delle singole province alle emissioni di $PM_{2,5}$ nella Regione Veneto nell'anno 2001 è il seguente:

- provincia di Verona pari al 22% del totale regionale;
- provincia di Padova pari al 19% del totale regionale;
- provincia di Vicenza e Venezia pari al 17% del totale regionale;
- provincia di Treviso pari al 16% del totale regionale;
- provincia di Rovigo pari al 6% del totale regionale;
- provincia di Belluno pari al 4% del totale regionale.

Tutte le province del Veneto hanno mostrato lo stesso trend negativo delle emissioni di $PM_{2,5}$ visto per le emissioni di PM_{10} .

Complessivamente le emissioni di $PM_{2,5}$ nella regione Veneto negli anni 1998-2001 sono diminuite del 7%.

Le emissioni di particolato, presentate per PM , PM_{10} e $PM_{2,5}$, sono relative alle sole **emissioni da combustione**. Le emissioni totali di particolato sono state derivate sommando alle emissioni da combustione il contributo originato da **abrasione** e **consumazione** di freni, gomme e manto stradale.

Di seguito si rappresentano i **fattori medi di emissione** stimati per [PM](#), [PM₁₀](#) e [PM_{2,5}](#) e per categoria veicolare. Il confronto delle singole grandezze permette di determinare il contributo specifico di ogni categoria veicolare in relazione alle componenti freni, gomme, manto stradale.

Figura 31: Fattori di emissione di Polveri PM suddivisi in categorie veicolari e tipologia emissiva (fonte ANPA-IIASA-TNO elaborazione ARPAV-ORAR)

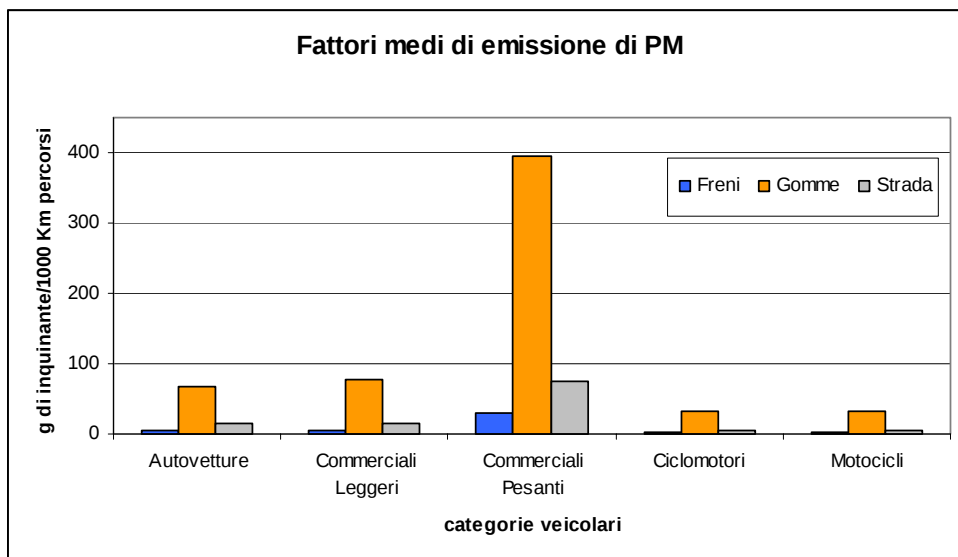


Figura 32: Fattori di emissione di Polveri Fini PM₁₀ suddivisi in categorie veicolari e tipologia emissiva (fonte ANPA-IIASA-TNO elaborazione ARPAV-ORAR)

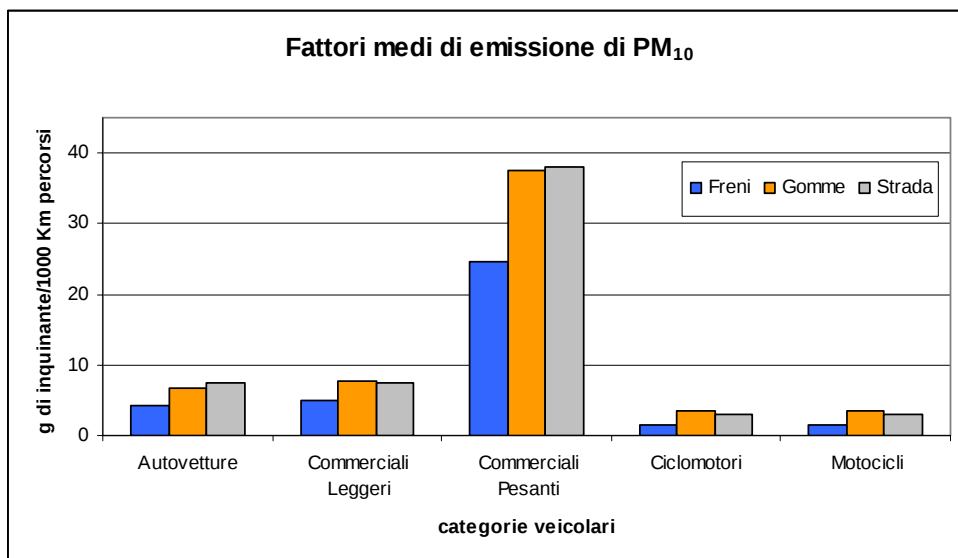
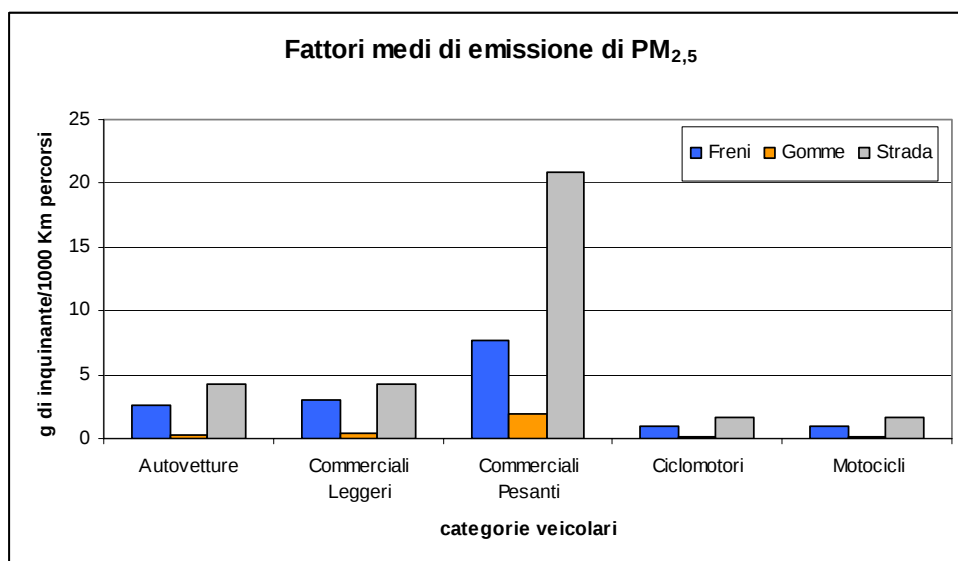


Figura 33: Fattori di emissione di Polveri Fini $PM_{2,5}$ suddivisi in categorie veicolari e tipologia emissiva (fonte ANPA-IIASA-TNO elaborazione ARPAV-ORAR)



I grafici evidenziano come le diverse categorie veicolari abbiano *fattori di emissione* molto diversificati a seconda della tipologia emissiva originaria del Particolato:

- per **Polveri Totali PM** la categoria veicolare che presenta fattori di emissione più elevati è rappresentata dai veicoli commerciali pesanti che presentano valori 6 volte maggiori di autovetture e commerciali leggeri e addirittura 12 volte maggiori di ciclomotori e motocicli. La componente emissiva prevalente è rappresentata dalla consumzione dei pneumatici (gomme);
- per **Polveri Fini PM_{10}** la categoria veicolare che presenta fattori di emissione più elevati è rappresentata dai veicoli commerciali pesanti che presentano valori 5 volte maggiori di autovetture e commerciali leggeri e addirittura 12 volte maggiori di ciclomotori e motocicli. La componente emissiva prevalente è rappresentata dalla consumzione dei pneumatici (gomme) e dall'abrasione del manto stradale (strada); il contributo dovuto al logoramento dei freni è circa la metà di quello dovuto a gomme e strada;
- per **Polveri Fini $PM_{2,5}$** la categoria veicolare che presenta fattori di emissione più elevati è rappresentata dai veicoli commerciali pesanti che presentano valori 5 volte maggiori di autovetture e commerciali leggeri e addirittura 13 volte maggiori di ciclomotori e motocicli. La componente emissiva prevalente è rappresentata dall'abrasione del manto stradale (strada) ed in misura minore dalla consumzione dei freni (freni). Il contributo dovuto al logoramento dei freni è circa un terzo di quello dovuto ad abrasione stradale.

Si riportano le **stime delle emissioni di particolato**, Polveri Totali PM, Polveri Fini PM_{10} e $PM_{2,5}$, elaborate nelle seguenti forme:

- emissioni totali di [PM](#), [\$PM_{10}\$](#) e [\$PM_{2,5}\$](#) nella regione Veneto negli anni 1998-2001 suddivise per processo (consumzione di freni, consumzione di gomme, abrasione del manto strada, combustione);
- emissioni totali di [PM](#), [\$PM_{10}\$](#) e [\$PM_{2,5}\$](#) nella regione Veneto nell'anno 2001 suddivise per provincia e per processo (freni, gomme, strada, combustione) e contributo percentuale del tipo di emissione sul totale di ogni provincia;
- emissioni totali di [PM](#), [\$PM_{10}\$](#) e [\$PM_{2,5}\$](#) nella regione Veneto nell'anno 2001 suddivise per categoria veicolare e per processo (freni, gomme, strada, combustione).

Figura 34: Emissioni di Polveri Totali PM nella regione Veneto negli anni 1998-2001 suddivise per processo emissivo (fonte ANPA-IIASA-TNO elaborazione ARPAV-ORAR)

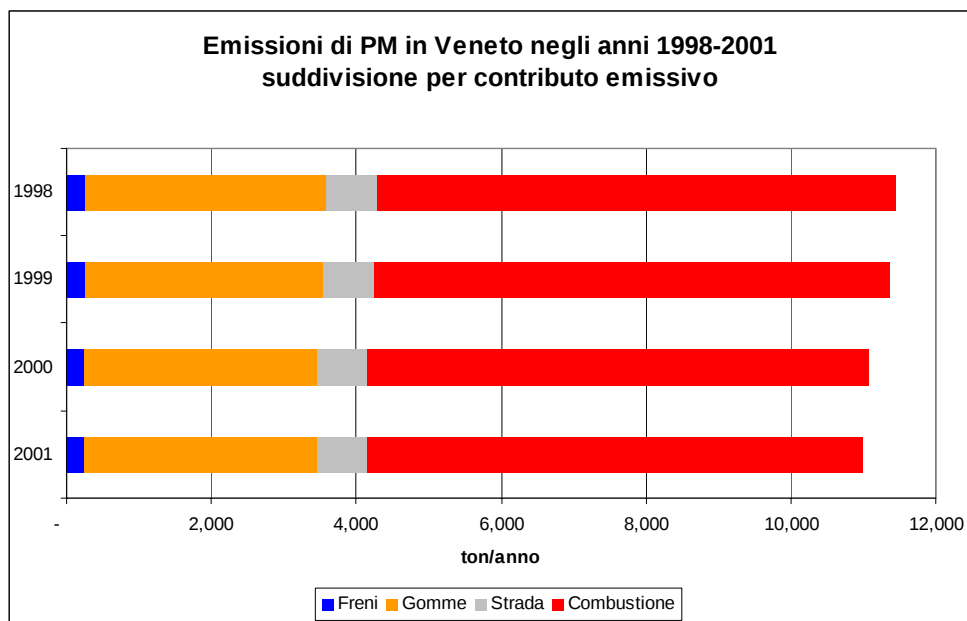


Figura 35: Emissioni di Polveri Fini PM₁₀ nella regione Veneto negli anni 1998-2001 suddivise per processo emissivo (fonte ANPA-IIASA-TNO elaborazione ARPAV-ORAR)

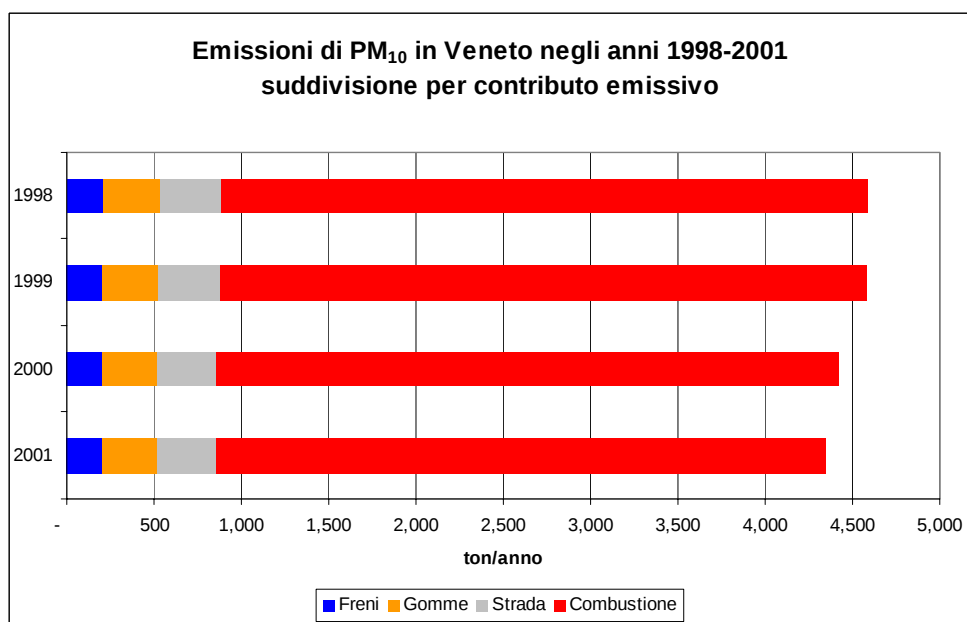
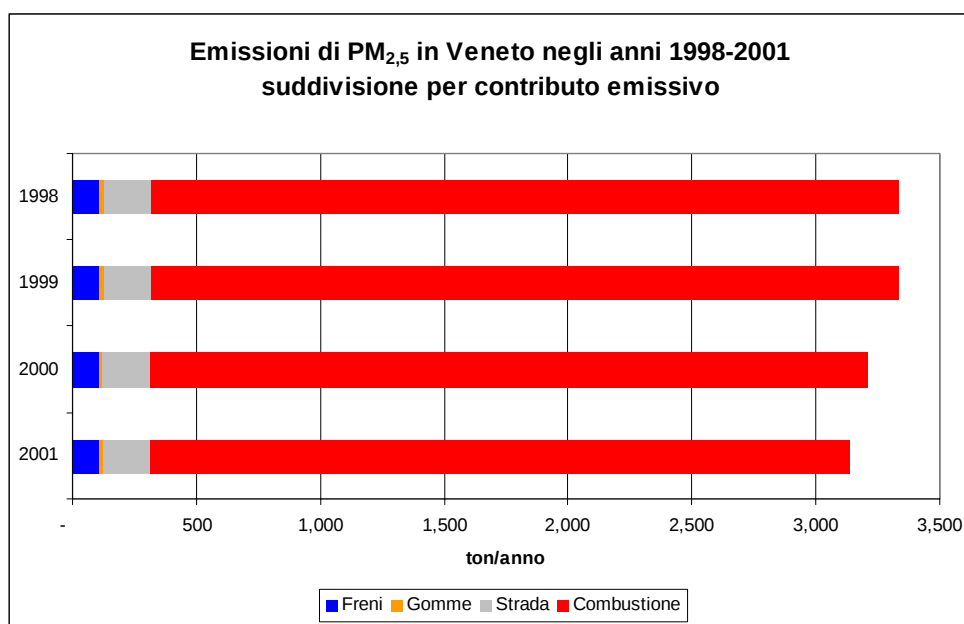


Figura 36: Emissioni di Polveri Fini PM_{2,5} nella regione Veneto negli anni 1998-2001 suddivise per processo emissivo (fonte ANPA-IIASA-TNO elaborazione ARPAV-ORAR)

L'analisi delle emissioni di particolato (Polveri Totali PM, Polveri Fini PM₁₀ e PM_{2,5}) prodotte dal traffico veicolare mostra una diminuzione, nel corso dei quattro anni considerati, a carico prevalentemente del processo emissivo da combustione.

Si evidenzia che le Polveri Fini PM_{2,5} presentano una emissione annua pari a circa ¼ delle Polveri Totali e sono raffrontabili, come ordine di grandezza, alle emissioni di Polveri Fini PM₁₀.

Tabella 33: Emissioni di Polveri Totali PM nella regione Veneto nell'anno 2001 suddivise per province e processo emissivo (fonte ANPA-IIASA-TNO elaborazione ARPAV-ORAR)

PROVINCE	EMISSIONI TOTALI DI PM (ton/anno)					CONTRIBUTO PERCENTUALE SUL TOTALE				
	Freni	Gomme	Strada	Combustione	Totale	% Freni	% Gomme	% Strada	% Combustione	% Totale
PADOVA	45	596	126	499	1,266	4%	47%	10%	39%	100%
BELLUNO	10	133	28	104	275	4%	48%	10%	38%	100%
ROVIGO	13	178	38	157	386	3%	46%	10%	41%	100%
TREVISO	42	554	117	431	1,143	4%	48%	10%	38%	100%
VENEZIA	42	548	116	455	1,161	4%	47%	10%	39%	100%
VERONA	50	665	141	582	1,437	4%	46%	10%	40%	100%
VICENZA	42	551	117	455	1,165	4%	47%	10%	39%	100%
VENETO	244	3,224	682	2,682	6,832	4%	47%	10%	39%	100%

Tabella 34: Emissioni di Polveri Fini PM₁₀ nella regione Veneto nell'anno 2001 suddivise per province e processo emissivo (fonte ANPA-IIASA-TNO elaborazione ARPAV-ORAR)

PROVINCE	EMISSIONI TOTALI DI PM10 (ton/anno)					CONTRIBUTO PERCENTUALE SUL TOTALE				
	Freni	Gomme	Strada	Combustione	Totale	% Freni	% Gomme	% Strada	% Combustione	% Totale
PADOVA	37	58	63	488	647	6%	9%	10%	75%	100%
BELLUNO	8	13	14	102	137	6%	10%	10%	74%	100%
ROVIGO	11	17	19	153	201	5%	9%	9%	76%	100%
TREVISO	34	54	59	422	570	6%	10%	10%	74%	100%
VENEZIA	34	54	58	446	592	6%	9%	10%	75%	100%
VERONA	41	65	70	571	748	6%	9%	9%	76%	100%
VICENZA	34	54	58	445	592	6%	9%	10%	75%	100%
VENETO	200	316	341	2,627	3,485	6%	9%	10%	75%	100%

Tabella 35: Emissioni di Polveri Fini PM_{2,5} nella regione Veneto nell'anno 2001 suddivise per province e processo emissivo (fonte ANPA-IIASA-TNO elaborazione ARPAV-ORAR)

PROVINCE	EMISSIONI TOTALI DI PM2,5 (ton/anno)					CONTRIBUTO PERCENTUALE SUL TOTALE				
	Freni	Gomme	Strada	Combustione	Totale	% Freni	% Gomme	% Strada	% Combustione	% Totale
PADOVA	20	3	35	466	524	4%	1%	7%	89%	100%
BELLUNO	5	1	8	97	110	4%	1%	7%	88%	100%
ROVIGO	6	1	10	146	164	4%	0%	6%	89%	100%
TREVISO	18	3	33	404	457	4%	1%	7%	88%	100%
VENEZIA	18	2	32	426	479	4%	1%	7%	89%	100%
VERONA	22	3	39	545	610	4%	0%	6%	89%	100%
VICENZA	19	3	33	425	478	4%	1%	7%	89%	100%
VENETO	108	15	190	2,509	2,822	4%	1%	7%	89%	100%

Le emissioni relative all'anno 2001 sono state analizzate con un maggiore grado di dettaglio per evidenziare il contributo di ogni processo emissivo:

- per Polveri Totali (PM) il contributo prevalente è dato dall'usura dei pneumatici (47% del totale) e dal processo di combustione (39% del totale);
- per Polveri Fini PM₁₀ è preponderante la quota dovuta al processo di combustione (75% del totale);
- per Polveri Fini PM_{2,5} l'89% dell'emissione totale è originato dal processo di combustione.

Come già citato in precedenza le differenze dei contributi provinciali sono dovute alla diversa composizione del parco veicolare.

Figura 37: Emissioni di Polveri Totali PM nella regione Veneto nell'anno 2001 suddivise per categoria veicolare e processo emissivo (fonte ANPA-IIASA-TNO elaborazione ARPAV-ORAR)

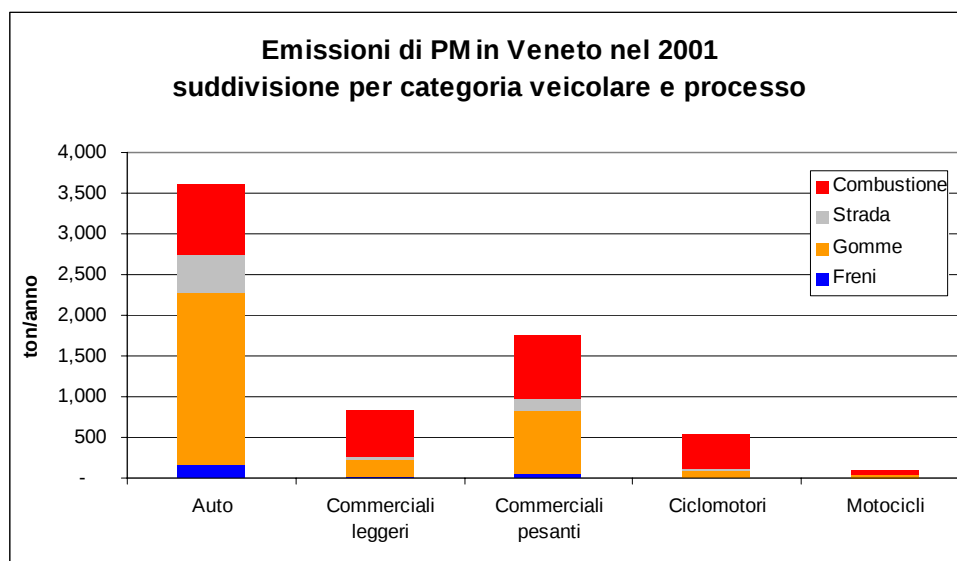


Figura 38: Emissioni di Polveri Fini PM₁₀ nella regione Veneto nell'anno 2001 suddivise per categoria veicolare e processo emissivo (fonte ANPA-IIASA-TNO elaborazione ARPAV-ORAR)

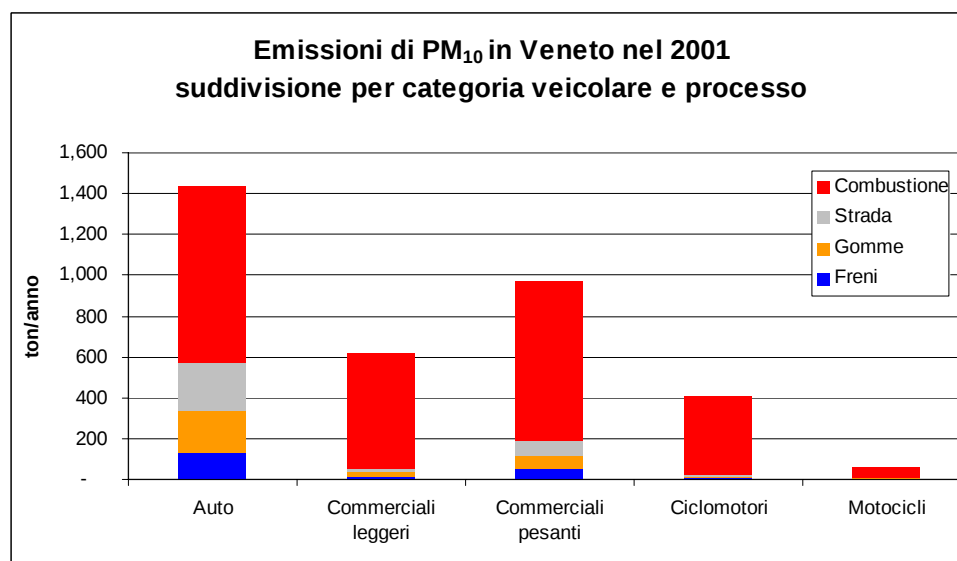
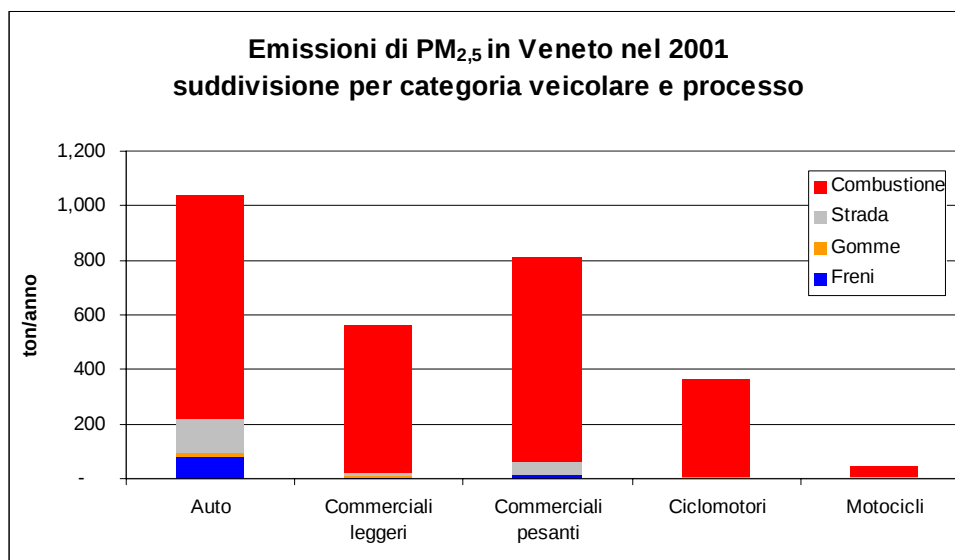


Figura 39: Emissioni di Polveri Fini PM_{2,5} nella regione Veneto nell'anno 2001 suddivise per categoria veicolare e processo emissivo (fonte ANPA-IIASA-TNO elaborazione ARPAV-ORAR)



I dati di emissione di particolato relativi all'anno 2001 evidenziano anche il peso delle diverse categorie veicolari rispetto all'emissione annua complessiva, assegnando, sia per le Polveri Totali (PM) che per le due frazioni fini (PM₁₀ e PM_{2,5}) una maggiore responsabilità a carico degli autoveicoli, seguiti dai veicoli commerciali pesanti e bus, dai veicoli commerciali leggeri e dai ciclomotori.

Il forte peso della categoria autovetture è data dall'elevata numerosità di tale tipologia nel parco veicolare regionale, rispetto ai veicoli commerciali leggeri e pesanti e ai mezzi di trasporto pubblico.

Si ricorda, infatti, che i veicoli commerciali (soprattutto pesanti) presentano fattori di emissione per le Polveri fino a 6 volte maggiori di quelli degli autoveicoli ma la loro consistenza nel parco veicolare è ridotta a meno del 2% del totale, contro le autovetture che rappresentano il 68% del totale.

2.1.12 Inquinamento proveniente da altre aree esterne

Molti dei fenomeni atmosferici di maggiore rilevanza ambientale e sanitaria sono connessi all'inquinamento fotochimico da ozono e dal materiale particolato, in particolare nelle frazioni fine PM_{10} ed ultrafine $PM_{2,5}$. Recenti studi hanno messo in evidenza il peso determinante dei processi di produzione secondaria delle polveri, analoghi a quelli che portano alla formazione dell'ozono. Sia l'ozono troposferico che il materiale particolato sono quindi manifestazioni del medesimo problema di inquinamento, esteso a larga scala.

A tal fine ARPA ER si è fatta promotrice di un tavolo di coordinamento tecnico che, in sinergia con il Centro Tematico Nazionale - Aria, Clima ed Emissioni (CTN-ACE) e le Agenzie Ambientali di Veneto, Lombardia, Piemonte, Liguria, Toscana e Marche, porti all'avvio di un progetto per la realizzazione di un servizio di valutazione, previsione e supporto alla gestione della qualità dell'aria a scala di Bacino Padano Adriatico (BPA). Tale sistema, utilizzando metodi di modellazione, combinati con la meteorologia, gli inventari delle emissioni ed i sistemi di misurazione, consentirà di:

- eseguire con continuità una valutazione della qualità dell'aria estesa a tutto il territorio, individuando gli agglomerati e le zone dove gli obiettivi di qualità dell'aria non sono rispettati;
- prevedere l'evoluzione degli episodi di inquinamento;
- eseguire l'analisi degli scenari a lungo termine e su larga scala ed a breve termine su scala limitata.

Il tavolo tecnico sul BPA è attivo dal mese di ottobre 2002: ARPA Veneto intende condividere la conoscenza e gli strumenti che implementati nell'ambito del SIMAGE – vedi [paragrafo 7.1.1](#) –, progetto triennale finanziato dalla Regione Veneto (2002-2005), avente l'obiettivo di stimare il carico atmosferico di microinquinanti e macroinquinanti organici ed inorganici addotti alla Laguna di Venezia da Porto Marghera e dal Bacino Scolante e di delineare un primo sistema di monitoraggio (sistema pilota) delle emergenze e del rischio industriale per Porto Marghera.

2.1.13 Inquinamento generato da eventi naturali

L'inquinamento atmosferico ascrivibile ad eventi di tipo naturale rileva, nel caso del territorio regionale, uno specifico interesse rispetto allo studio dell'aerosol marino.

Recentemente l'Università di Venezia, nell'ambito del Progetto CORILA “Ruolo dell'aerosol e dell'inquinamento secondario nella contaminazione chimica della laguna di Venezia”, ha realizzato nel bacino lagunare alcuni campionamenti di aria e di polveri, attivando l'aspirazione dell'aria solo quando il vento soffiava in determinate direzioni, al fine di distinguere tre situazioni emissive diversificate: urbano+industriale, indifferenziato, aerosol marino.

Risultati preliminari mostrano come i flussi medi giornalieri di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA, in $mg/m^2 \cdot d$) e Policlorobifenili (PCB, in $\mu g/m^2 \cdot d$), registrati nel sito di campionamento dell'aerosol marino, siano comparabili a quelli del sito “indifferenziato”, e solo 3 volte inferiori a quello urbano+industriale.

La composizione delle polveri ha inoltre dimostrato come gli elementi di origine antropica (ad esempio il Vanadio) siano legate preferenzialmente alla frazione fine ed ultra fine del particolato atmosferico.

2.2 ANALISI DEI DATI METEOCLIMATICI

2.2.1 Rete di rilevamento e sue finalità

L'Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione Ambientale del Veneto, tramite il Centro Meteorologico di Teolo (PD), gestisce una rete di rilevamento dei parametri climatici e, costituita da circa 200 stazioni automatiche, distribuite su tutto il territorio regionale (v. [figura in allegato](#)).

Tale rete opera, mediamente dall'anno 1992, per garantire il monitoraggio in continuo dei principali parametri agro-idro-meteorologici del territorio Veneto con un'adeguata risoluzione spaziale e temporale, allo scopo di:

- caratterizzare il territorio dal punto di vista climatico in un'ottica di lungo periodo (studio, pianificazione territoriale e progettazione, analisi statistica);
- supportare l'attività meteorologica ed agrometeorologica nelle sue azioni quotidiane;
- supportare talune scelte decisionali di enti preposti alla gestione o all'utilizzo del territorio quali Consorzi di Bonifica, Comunità Montane, Genio Civile, Operatori agricoli, ecc.;
- supportare l'azione di organismi di pronto intervento nella gestione delle situazioni di allerta meteorologica, idrologica ed ambientale.

La rete pertanto deve costituire un adeguato compromesso in grado di assolvere alle molteplici esigenze di varie categorie di utenti.

Nell'anno 2001 la rete di monitoraggio ha conseguito la certificazione di qualità ISO 9002 per un nucleo di 30 stazioni campione, distribuite sull'intero territorio regionale (certificato: CERT-09208-2001-AQ-VEN-SINCERT). Tale certificazione ha lo scopo di:

- garantire l'affidabilità dei dati e dei prodotti elaborati;
- migliorare il servizio verso l'utenza;
- favorire l'omogeneità dei comportamenti del personale preposto alle attività di manutenzione stazioni, acquisizione, validazione e diffusione dei dati.

La rete è composta da:

- stazioni periferiche di rilevamento;
- rete di telecomunicazione;
- centro di acquisizione elaborazione dati con sede a Teolo (PD).

Le stazioni periferiche di rilevamento e la rete di telecomunicazione costituiscono la rete di telemisura.

Le stazioni si suddividono essenzialmente in 4 categorie:

- stazioni agro-meteorologiche;
- stazioni meteorologiche;
- stazioni idrometriche;
- stazioni idrometeorologiche.

Le 78 stazioni agro-meteorologiche, dislocate nella zona di pianura e pedemontana, sono a loro volta divise in:

- n° 14 stazioni agro-meteorologiche principali, la cui dotazione strumentale media è costituita da 15 sensori:

velocità vento (2 e 10m)	radiazione solare a onde lunghe (globale e riflessa)
direzione vento da (2 e 10m)	temperatura suolo (0, -10, -20, -30)
umidità relativa (0.5 e 2m)	bagnatura foglie
temperatura aria (0.5 e 2 m)	precipitazione
radiazione solare a onde corte (globale e riflessa)	pressione atmosferica (presente in casi particolari)
	evaporazione (presente solo in siti particolari)

- n° 64 stazioni agro-meteorologiche secondarie dotate generalmente di 8 sensori:

velocità vento (2m)	radiazione solare a onde corta (globale)
direzione vento (2m)	temperatura suolo (0, -10, -20, -30)
temperatura aria (2m)	bagnatura foglie
umidità relativa (2m)	precipitazione

Le stazioni meteorologiche, dislocate essenzialmente nella zona montana, in totale sono 82; presentano una dotazione strumentale variabile da un minimo di 2 sensori (temperatura e precipitazione) ad un massimo di 6 sensori (v. [Tabella 36](#)):

velocità vento (2m)	umidità relativa (2m)
direzione vento (2m)	radiazione solare ad onde corte (globale)
temperatura aria (2m)	precipitazione

Le stazioni idrometriche, dislocate prevalentemente nella zona montana, sono 30, dotate di un sensore di livello che rileva l'altezza, rispetto al fondo del corso d'acqua, dei volumi liquidi che transitano nella sezione di riferimento.

Le 4 stazioni idrometeorologiche, ubicate in aree montane, sono dotate di 7 sensori, uno di livello e sei meteorologici.

Da ultimo 18 stazioni fungono da ripetitori radio garantendo le telecomunicazioni dei dati.

Il personale del Centro Meteorologico di Teolo provvede quotidianamente alle operazioni di acquisizione ed archiviazione dei dati monitorati dalle periferiche della rete nel corso del giorno precedente, verificandone l'integrità e la consistenza temporale ed analizzando i valori con l'ausilio di programmi che evidenziano: ripetitività dei dati, superamento di valori soglia e presenza di aberrazioni. Ulteriori controlli vengono operati confrontando anche graficamente la consistenza e l'evoluzione temporale dei fenomeni tra stazioni circostanti o tra diversi parametri meteorologici correlati.

Sempre a cura del personale del Centro Meteorologico di Teolo sono periodicamente eseguiti presso la stazione meteorologica gli interventi di manutenzione atti a garantire il corretto funzionamento dei sensori, la loro sostituzione in caso di guasto, o il loro controllo in caso di dubbio funzionamento.

Tabella 36: dotazione sensoristica delle stazioni meteorologiche standard

	Grandezza fisica	Tipo di sensore	Caratteristiche metrologiche	Registrazione
	Temperatura °C	Termistore lineare	Campo di misura -30 + 50 °C Risoluzione 0,1 °C	Intervallo di acquisizione 15 minuti Tipo di elaborazione Dato istantaneo
	Umidità relativa %	Capacitivo	Campo di misura 0 - 100 % Risoluzione 1%	Intervallo di acquisizione 15 minuti Tipo di elaborazione Dato istantaneo
	Pioggia mm	A doppia vaschetta oscillante con contatto magnetico	Campo di misura Illimitato Risoluzione 0,2 mm	Intervallo di acquisizione 5 minuti Tipo di elaborazione Dato cumulato
	Direzione vento Gradi Nord	Banderuola con encoder ottico	Campo di misura 0 - 360 gradi Risoluzione 3 gradi	Intervallo di acquisizione 10 minuti Tipo di elaborazione Dato mediato nei 10 minuti
	Velocità vento m/s	Mulinello a 3 coppe	Campo di misura 0- 50 m/sec. Risoluzione 0.1 m/sec	Intervallo di acquisizione 10 minuti Tipo di elaborazione Dato mediato nei 10 minuti
	Radiazione globale W/m ²	Termopila	Campo di misura 0,3 - 3 µm Risoluzione 1 W/m ²	Intervallo di acquisizione 15 minuti Tipo di elaborazione Dato mediato nei 15 minuti
	Pressione hPa	Capsule aneroidi	Campo di misura 850 - 1050 hPa Risoluzione 0,1 hPa	Intervallo di acquisizione 30 minuti Tipo di elaborazione Dato istantaneo

2.2.2 Brevi considerazioni climatiche sul Veneto

Il clima del Veneto, pur rientrando nella tipologia mediterranea, presenta proprie peculiarità, dovute principalmente al fatto di trovarsi in una posizione, dal punto di vista del clima, di transizione e quindi subire varie influenze: l'azione mitigatrice delle acque mediterranee, l'effetto orografico della catena alpina e la continentalità dell'area centro-europea. In ogni caso mancano alcune delle caratteristiche tipicamente mediterranee quali l'inverno mite (in montagna, ma anche nell'entroterra, prevalgono effetti continentali) e la siccità estiva a causa dei frequenti temporali di tipo termoconvettivo.

Si distinguono: a) le peculiari caratteristiche termiche e pluviometriche della regione alpina con clima montano di tipo centro-europeo; b) il carattere continentale della Pianura Veneta, con inverni rigidi. In quest'ultima regione climatica si differenziano due sub-regioni a clima più mite: quella lacustre nei pressi del Lago di Garda, più limitata, e quella litoranea della fascia costiera adriatica.

2.2.2.1 Caratteristiche generali

Il Veneto è incluso in quella fascia di latitudine in cui dominano gli effetti dell'Anticiclone delle Azzorre: l'area di alta pressione al centro dell'oceano Atlantico, quasi alla stessa latitudine del bacino Mediterraneo, determinata dalla presenza di acque oceaniche più fredde, contornate dalle correnti calde, quali la Corrente del Golfo e la Corrente Equatoriale del Nord.

D'estate, quando l'Anticiclone si estende, la regione entra nella zona delle alte pressioni. La prima conseguenza è che vengono a cessare i venti dominanti e a stabilirsi venti locali, quali le brezze. La seconda riguarda il regime delle precipitazioni, che possono essere solo di origine termoconvettiva (a carattere temporalesco) tipicamente nelle ore centrali della giornata, quando il contenuto di vapore è in quantità sufficiente a raggiungere la saturazione durante la risalita convettiva delle bolle d'aria riscaldate a contatto col suolo caldo. Nella fascia costiera la temperatura inferiore del mare nelle ore centrali della giornata tende a stabilizzare le masse d'aria e ad impedire lo sviluppo di celle temporalesche. Al contrario, nella fascia più continentale, particolarmente umida per la ricchezza d'acqua e di vegetazione le masse d'aria vengono sia abbondantemente umidificate dal basso sia sufficientemente riscaldate dal suolo per dar luogo a precipitazioni termoconvettive.

D'inverno, l'anticiclone delle Azzorre riduce la propria zona d'influenza e la distribuzione del campo barico porta masse d'aria marittima polare con i venti occidentali che talvolta trasportano perturbazioni Atlantiche; o venti settentrionali con masse d'aria di origine artica, che perdendo generalmente l'umidità come precipitazioni sul versante settentrionale della catena alpina, determinano gli episodi di föhn, vento caldo e secco che incanalandosi nelle valli arriva a velocità elevate e porta bruschi aumenti della temperatura; talvolta sfociano con violenza anche masse d'aria polare continentale, fredda e secca che portano agli episodi di 'bora chiara'. Tuttavia, il promontorio di alta pressione che si stabilisce sull'Europa, congiungendo l'Anticiclone delle Azzorre con l'Anticiclone continentale Russo - Siberiano (che si forma nell'inverno per il raffreddamento delle grandi superfici continentali) costituisce un blocco alle perturbazioni che scendono da nord, e provoca la mancanza di precipitazioni nel cuore dell'inverno.

Nelle stagioni intermedie, quando l'Anticiclone delle Azzorre non si è ancora ben sviluppato o sta regredendo e manca l'anticiclone Russo - Siberiano, le perturbazioni atlantiche non trovano alcun impedimento ad invadere la regione portando piogge abbondanti, particolarmente nel periodo autunnale.

2.2.2.2 Il settore alpino

Il clima della regione alpina, di tipo continentale con forti escursioni diurne e piogge piuttosto abbondanti, è condizionato dall'altitudine e dall'esposizione, che variano fortemente da luogo a luogo.

La temperatura non è governata solo dalla normale diminuzione con la quota. Infatti a questa si associa anche il fenomeno dell'inversione termica, per cui l'aria più fredda e quindi più pesante tende a raccogliersi a fondovalle, specialmente durante l'inverno.

L'aria più rarefatta e trasparente determina una intensa radiazione globale che nel periodo estivo è causa di una maggiore nuvolosità rispetto alla pianura, per lo sviluppo di cumuli di origine termoconvettiva che spesso portano precipitazioni sotto forma di locali rovesci. L'inverno è caratterizzato da maggiore serenità.

La neve che permane a lungo a quote più elevate prolunga il periodo invernale.

2.2.2.3 Il litorale adriatico

La particolarità di quest'area è determinata dalla vicinanza al mare, la cui influenza e i cui venti umidi e le brezze penetrano abbastanza nell'interno del territorio. L'azione mitigatrice delle acque è comunque limitata, da una parte in quanto si è in presenza di un mare interno, stretto e poco profondo, dall'altra per la loro posizione, in grado di mitigare solo le masse d'aria provenienti dai settori sud-orientale e orientale. Così le temperature invernali, pur mitigate, risultano comunque basse, in particolare per le incursioni della bora, fredda e asciutta da NE.

L'alternanza delle brezze nella fascia litoranea è tipica del periodo caldo in situazioni prevalentemente anticicloniche, quando l'assenza di correnti di circolazione generale, attiva le circolazioni locali dovute alle discontinuità termiche fra mare e terra. Durante il giorno si sviluppa la brezza di mare che raggiunge la massima intensità nelle ore pomeridiane e soffia generalmente da SE. La brezza notturna, che generalmente soffia da NE, non è perpendicolare alla costa come normalmente accade, ma ad essa parallela, poiché l'interazione avviene a scala più ampia fra la catena alpina e il Mare Adriatico.

2.2.2.4 La pianura veneta

Prevale in quest'area un notevole grado di continentalità con inverni rigidi ed estati calde. Ma il dato più caratteristico è l'elevata umidità, specialmente sui terreni irrigui, che rende afosa l'estate e dà origine a nebbie frequenti e fitte durante l'inverno. Le precipitazioni sono distribuite abbastanza uniformemente durante l'anno, ad eccezione dell'inverno che risulta la stagione più secca: nelle stagioni intermedie prevalgono le perturbazioni atlantiche, mentre in estate vi sono temporali assai frequenti e spesso grandinigeni. Prevale in inverno una situazione di inversione termica, accentuata dalla ventosità limitata, con accumulo di aria fredda in prossimità del suolo. Sono allora favoriti l'accumulo dell'umidità che dà luogo alle nebbie e la concentrazione degli inquinanti rilasciati al suolo che arrivano di frequente a valori elevati nelle aree urbane.

2.2.2.5 La precipitazione

La **precipitazione media annua** ([Figura 40](#)), considerando i dati del **periodo 1961-90** (fonti: Ufficio Idrografico di Venezia, Aeronautica Militare ed al.), varia da poco meno di 700 mm riscontrabili nella parte più meridionale della Regione Veneto (provincia di Rovigo) fino ad oltre 2.000 nella zona di Recoaro nelle Prealpi Vicentine.

L'andamento delle precipitazioni medie annuali si può ritenere crescente da Sud a Nord, almeno fino al primo ostacolo orografico costituito dalla fascia prealpina; nella pianura, infatti, via via che ci si sposta verso Nord si passa dai circa 700 mm medi annui riscontrabili a Rovigo fino ai 1.200 di Bassano del Grappa o ai quasi 1.300 di Conegliano. La variazione è di circa 500-600 mm annui in circa 80-90 km di distanza lineare fra stazioni considerabili ancora di pianura.

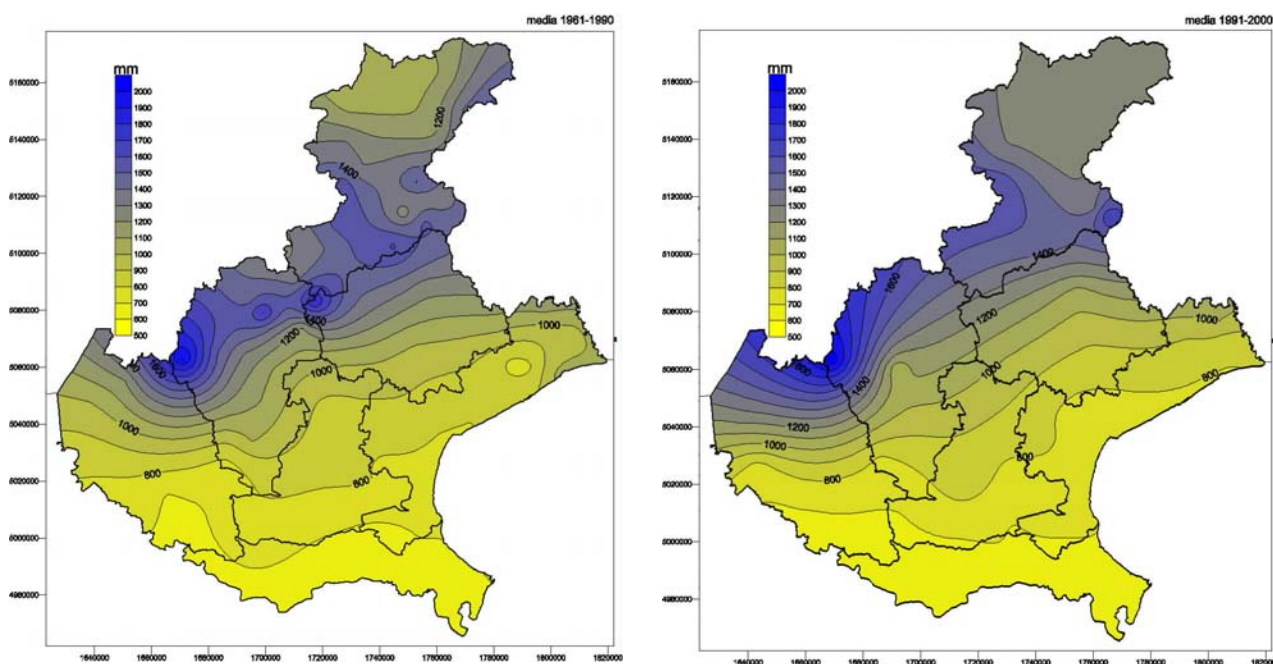
Alla relativa uniformità della pianura, si contrappone una notevole variabilità riscontrabile nella fascia pedemontana e montana. Notevole, come si è detto, è l'effetto imputabile ai rilievi prealpini: fra le stazioni di Isola Vicentina e Recoaro, ad esempio, distanti meno di 20 km l'una dall'altra e con un dislivello di meno di 400 m, si passa da una piovosità media annua di meno di 1.300 ad una di circa 2.000 mm. Analogamente, fra Bassano e Monte Grappa distanti fra loro circa 15 km, si

passa da poco meno di 1.200 ad oltre 1.800 mm annui. Il dislivello, in questo caso, è però di circa 1.500 m.

La zona mediamente più piovosa, pertanto, risulta compresa nella fascia che va dai Monti Lessini, dai Massicci del Carega e dal Pasubio, passando attraverso le pendici meridionali dell'Altopiano di Asiago e Monte Grappa per giungere alla fine tra il Cansiglio e l'Alpago, ai confini fra le province di Treviso e Belluno; in questa fascia, appunto, mediamente vengono raggiunti i 1.500 mm annui, con punte, come si è detto, anche più elevate.

Superata la prima linea displuviale e proseguendo quindi in direzione Nord-Nord-Ovest, si assiste ad una generale diminuzione dell'ammontare annuo di precipitazione, connesso anche ad una diminuzione del livello altimetrico delle stazioni: per quanto riguarda il bacino dell'alto Brenta, ad esempio, se a Tonezza del Cimone si superano i 1.600 mm, ad Asiago si raggiungono quasi i 1.500, a Pedavena e a Cison del Grappa si resta intorno ai 1.400, già ad Arsìe ci si avvicina ai 1.300 mm.

Figura 40: distribuzione delle precipitazioni medie annue per i periodi 1961-1990 e 1991-2000



La tendenza ad una relativa diminuzione della piovosità media annua spostandosi verso Nord, continua a manifestarsi anche nel bellunese e quindi nelle stazioni afferenti al bacino del Piave: si passa dai 1.200 - 1.300 mm di Agordo, Cencenighe e Forno di Zoldo, ai 1.000 circa riscontrabili ad Andraz e a Cortina d'Ampezzo.

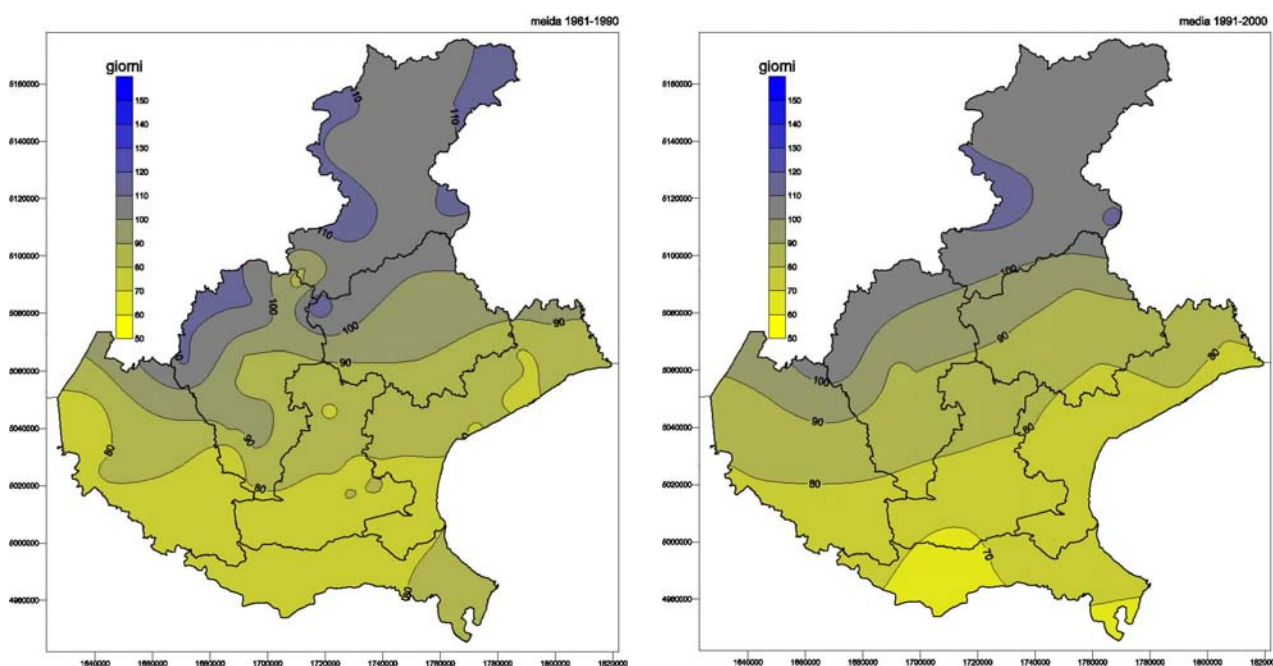
La **precipitazione media annua** considerando i dati del **periodo 1991-2000** (fonte: ARPAV Centro Meteorologico di Teolo), conferma i tratti fondamentali della distribuzione delle piogge nel territorio così come evidenziata dall'analisi storica. Le differenze più evidenti fra le due distribuzioni sono dovute all'utilizzo di diverse stazioni di misura: appare quindi una mancanza di dati significativi sul territorio compreso fra l'Altipiano di Asiago e Feltre, mentre è migliorata la descrizione del settore dolomitico settentrionale dove si osserva un aumento delle precipitazioni procedendo verso nord.

Per quanto riguarda la **precipitazione media stagionale**, come già osservato, il regime pluviometrico viene definito da due principali fattori: la penetrazione delle perturbazioni atlantiche in primavera e in autunno e i temporali estivi di origine termoconvettiva. Più rare sono le precipitazioni invernali associate ai venti sciroccali o all'incontro tra masse d'aria fredda polare o artica e l'aria più calda e umida stagnante localmente sul Mediterraneo.

Dal confronto fra i dati degli ultimi anni e i dati storici appare come gli ultimi inverni siano stati decisamente meno piovosi con gran parte della regione al di sotto dei 150 mm in tre mesi.

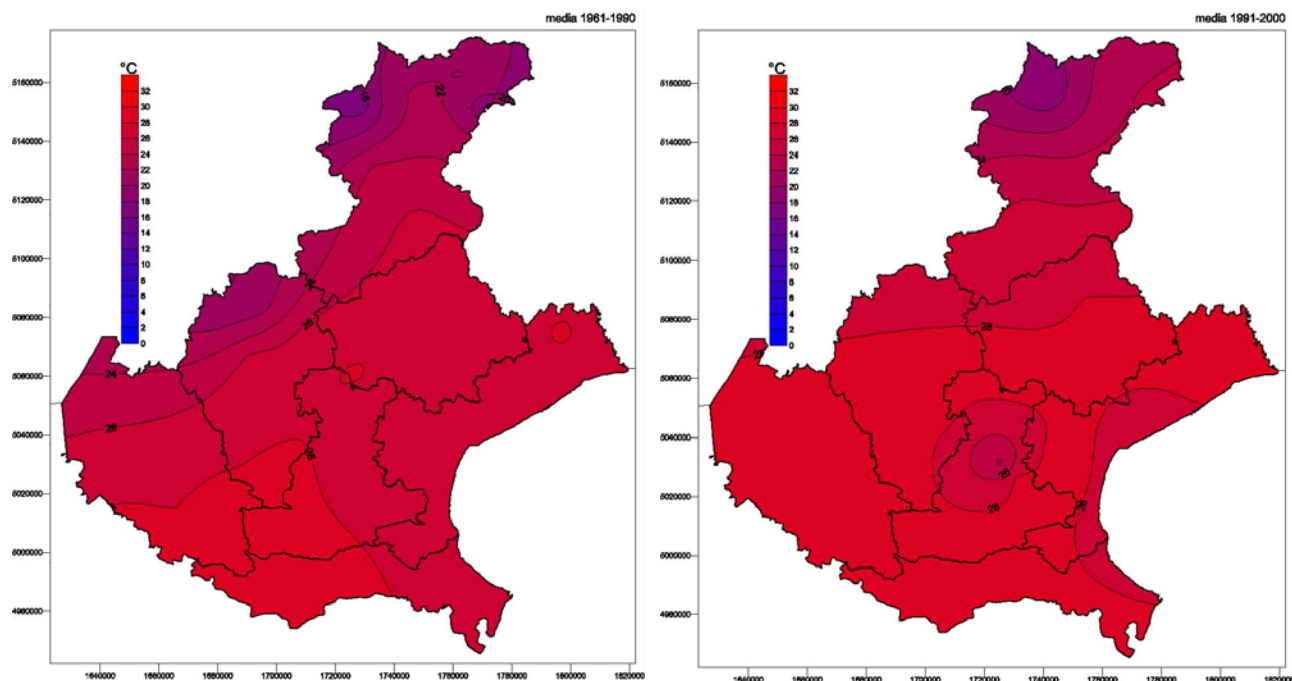
Il **numero di giorni piovosi annui** ([Figura 41](#)) assume un andamento sul territorio simile a quello delle precipitazioni ossia crescente verso nord fino alla barriera prealpina, con valori compresi tra i 70-80 giorni nella pianura meridionale, tra gli 80 e i 100 giorni nella fascia della pianura centrale fino alla pedemontana e generalmente superiori ai 100 giorni nelle zone montane.

Figura 41: distribuzione dei giorni piovosi medi annui per i periodi 1961-1990 e 1991-2000



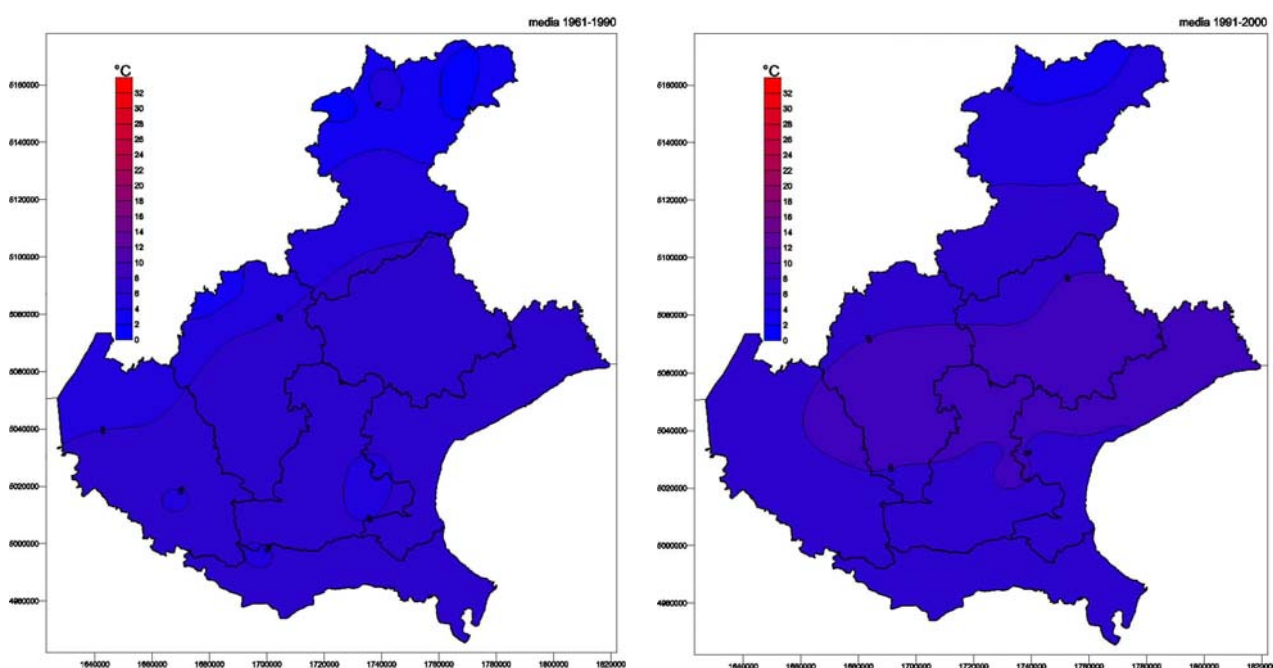
2.2.2.6 La temperatura

Dalla distribuzione dei valori di temperatura su base stagionale si evince che, per quanto riguarda i valori massimi in estate ([Figura 42](#)), le temperature più elevate vengono misurate nelle pianure veronese e vicentina, nella bassa padovana e nel Polesine occidentale, con valori medi superiori a 28°C in estate. Queste sono zone prevalentemente continentali con debole circolazione. Valori leggermente inferiori si osservano lungo il litorale e nelle zone dell'entroterra che beneficiano della brezza di mare. Un altro settore più fresco è la fascia pedemontana, a nord della quale la temperatura diminuisce abbastanza regolarmente con la quota.

Figura 42: distribuzione della media delle temperature massime estive per i periodi 1961-1990 e 1991-2000

In autunno e in inverno ([Figura 43](#)) l'area a temperature massime più alte si sposta sulla fascia pedemontana dato che le zone meridionali e occidentali sono interessate dalle nebbie e subiscono quindi un riscaldamento inferiore. Nel semestre freddo si evidenzia anche la zona del Garda con valori leggermente più elevati delle aree circostanti.

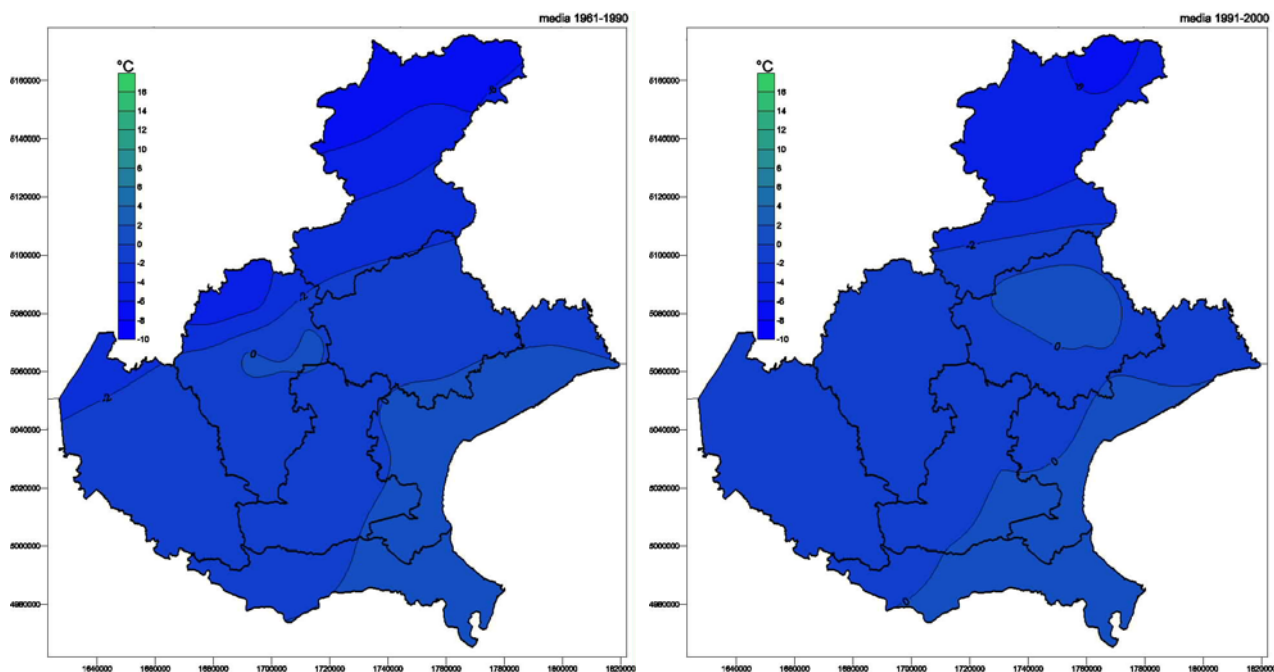
Si osserva che le temperature massime invernali nel periodo 1995-99 risultano generalmente più elevate di quelle misurate nel trentennio 1961-90.

Figura 43: distribuzione della media delle temperature massime invernali per i periodi 1961-1990 e 1991-2000

In inverno ([Figura 44](#)) le temperature minime risultano più elevate nelle stazioni litoranee. Le più basse minime si osservano sui rilievi al di sopra di una certa quota ed in pianura. A quote

intermedie prevale l'effetto dell'inversione termica notturna per cui le aree collinari hanno temperature più elevate della pianura circostante. Ben visibili appaiono quindi le "isole" più calde dei Colli Euganei, dei Monti Berici, dei Lessini e delle colline del trevigiano.

Figura 44: distribuzione della media delle temperature minime invernali per i periodi 1961-1990 e 1991-2000



2.2.2.7 Peculiarità del clima veneto

Abbondanti precipitazioni della fascia prealpina

La distribuzione delle precipitazioni nel territorio veneto è in gran parte determinato dalla particolare configurazione orografica che influenza il regime delle precipitazioni, anche per quanto riguarda la loro intensità.

Dal punto di vista meteorologico la situazione che dà origine agli eventi di maggiore precipitazione è la presenza, a scala sinottica, di un fronte di origine atlantica che, ostacolato dall'arco alpino, rallenta nella sua parte settentrionale, mentre quella meridionale continua ad avanzare dando origine ad una ciclogenesi sul golfo Ligure. La regione in questi casi è di norma investita da correnti umide a componente meridionale o sud-orientale che, incontrando i rilievi montuosi, sono costrette a sollevarsi e nella maggior parte dei casi ad originare precipitazioni più intense nella zona pre-alpina, specie in quella vicentina dove il vento si incanala a causa della particolare disposizione delle vallate. In pianura le precipitazioni sono meno intense o addirittura assenti.

Nebbie e inversione termica durante l'inverno

La nebbia è un fenomeno tipico della pianura Padano-Veneta durante il semestre freddo da ottobre a marzo. Le cause del fenomeno sono da ricondurre alla particolare configurazione geografica, al grado di umidità dei bassi strati e alle tipiche configurazioni bariche su scala sinottica.

Le situazioni anticicloniche, tipiche del periodo invernale e caratterizzate in genere da cielo sereno e da debole circolazione, favoriscono un intenso irraggiamento notturno accompagnato dalla formazione di inversioni termiche con base al suolo sotto le quali tende a ristagnare ed accumularsi progressivamente il vapore acqueo ed eventuali sostanze inquinanti. L'abbondanza di acque superficiali, le condizioni di ristagno dell'aria e il raffreddamento notturno favoriscono il raggiungimento di condizioni di saturazione che portano alla formazione di goccioline aerodisperse nei bassi strati e alla conseguente diminuzione della visibilità e aumento della concentrazione di

inquinanti. La notevole durata della notte nel periodo invernale favorisce la formazione della nebbia (visibilità inferiore a 1 km) che può estendersi fino a circa 200-300 m d'altezza. Tale strato viene eroso per l'evaporazione indotta dalla radiazione solare diurna e spesso la nebbia scompare nelle ore centrali della giornata. Non mancano tuttavia occasioni in cui la nebbia persiste per l'intera giornata, ed anzi la notevole persistenza è una delle peculiari caratteristiche dell'area Padano-Veneta.

Anche i fondovalle montani appaiono interessati dal fenomeno, che talvolta viene accentuato dall'inversione termica dovuta all'accumulo di aria più fredda e pesante al fondo delle vallate ma la persistenza per l'intera giornata è fenomeno alquanto raro.

Elevate temperature estive e afa

Le barriere naturali dell'arco alpino a nord e a ovest e della catena appenninica a sud difendono in generale la pianura dai venti della circolazione generale e nelle aree di pianura più continentali si registra una predominanza della calma di vento e dei venti deboli. Se nel periodo invernale la debolezza dei venti e il grado di umidità delle masse d'aria presenti nei bassi strati delle aree di pianura, favoriscono la formazione della nebbia e l'aumento della concentrazione di sostanze inquinanti nei bassi strati dell'atmosfera, nel periodo estivo favoriscono condizioni di afa (atmosfera calda e umida) e di conseguente disagio fisico. L'aumento delle temperature e dell'insolazione favoriscono inoltre la crescita di pericolosi inquinanti secondari quali l'ozono.

Attività temporalesca estiva, grandine e trombe d'aria

La pianura veneta è particolarmente umida e in grado di umidificare abbondantemente le masse d'aria che transitano in essa. Nel periodo estivo, inoltre, i bassi strati ricevono un notevole riscaldamento da parte del suolo surriscaldato, a sua volta, dalla radiazione solare, e diventano instabili dando spesso luogo a celle temporalesche. L'attività temporalesca più intensa viene osservata quando masse d'aria fredda irrompono da nord al di sopra delle Alpi e incontrando l'aria calda e umida della Pianura Padana accentuano l'instabilità dell'atmosfera, sviluppando celle temporalesche di notevole spessore e dando luogo a temporali accompagnati spesso da grandine.

Con i moti verticali connessi ai forti temporali e con l'azione di richiamo dell'aria dalla regione circostante la nube verso la base della nube stessa, possono prodursi fenomeni di tipo vorticoso come le trombe d'aria, che non sono da considerarsi rare nella nostra pianura. Queste ultime sono caratterizzate in generale da una azione ristretta, ma risultano di notevole interesse per la loro violenza.

2.2.2.8 Precipitazioni di massima intensità e loro frequenza probabile

L'analisi degli eventi pluviometrici intensi è stata eseguita elaborando i dati annui di precipitazione di massima intensità per le durate di 1 ora e 1 giorno, delle serie storiche dal 1956 al 1994. La legge utilizzata per rappresentare la distribuzione empirica delle frequenze delle piogge massime è quella del valore estremo di Gumbel, ricorrentemente impiegata nella regolarizzazione delle stesse. L'elaborazione statistico-probabilistica ha permesso di stimare le altezze massime di precipitazione per assegnati tempi di ritorno che, come noto, rappresentano il numero medio di anni entro cui il valore di pioggia calcolato, viene superato una sola volta. In conclusione è stato possibile redigere le carte regionali della piovosità per le durate ed i tempi di ritorno esaminati ovvero delle altezze di pioggia che, per le durate di 1 ora e 1 giorno, ci si attende non vengano superate, a meno di un rischio valutato attraverso il tempo di ritorno (10, 50 e 100 anni).

La distribuzione delle **precipitazioni di massima intensità per la durata di un'ora** ([Figura 45](#)) segue tendenzialmente quella delle precipitazioni medie annue, seppure con qualche eccezione soprattutto nella fascia sud-orientale della regione, tra le province di Padova e Venezia.

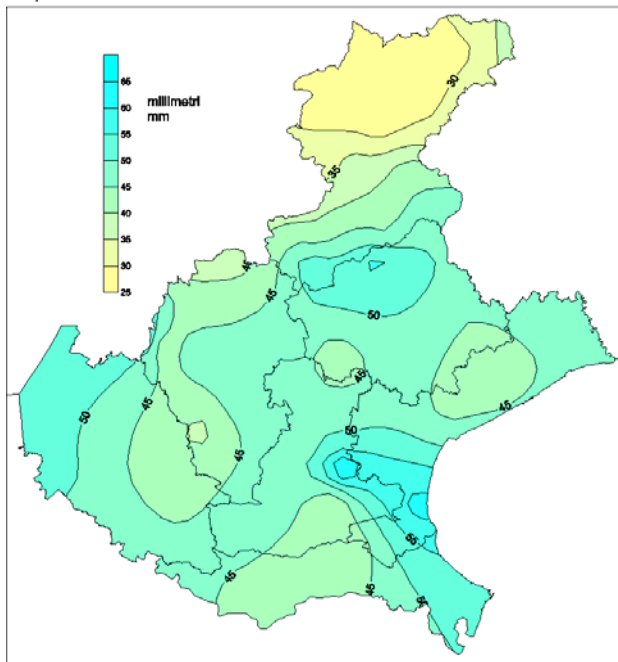
Le zone con elevate intensità orarie di precipitazione interessano principalmente le prealpi bellunesi e la pedemontana trevigiana, mentre in pianura risulta bene evidente un nucleo particolarmente intenso al confine meridionale tra le province di Padova e Venezia dove per i tempi di ritorno esaminati di 10, 50 e 100 anni si raggiungono rispettivamente i 65mm, 95 mm e 105 mm in 1 ora.

In questa zona si concentrano pertanto eventi pluviometrici intensi di breve durata tipici delle stagioni primaverile ed estiva.

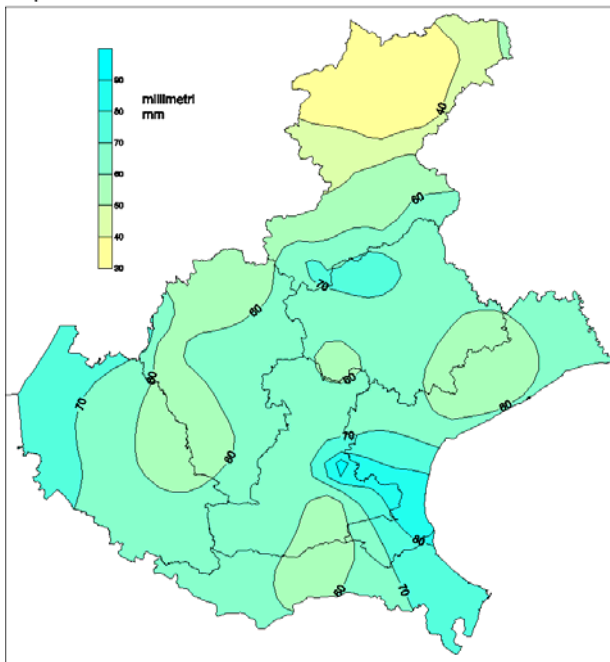
Procedendo verso nord, nella zona più interna dei rilievi alpini, le intensità diminuiscono fino a raggiungere i valori minimi nelle Dolomiti settentrionali.

Figura 45: distribuzione delle precipitazioni massime di durata orari con tempi di ritorno di 10 e 50 anni

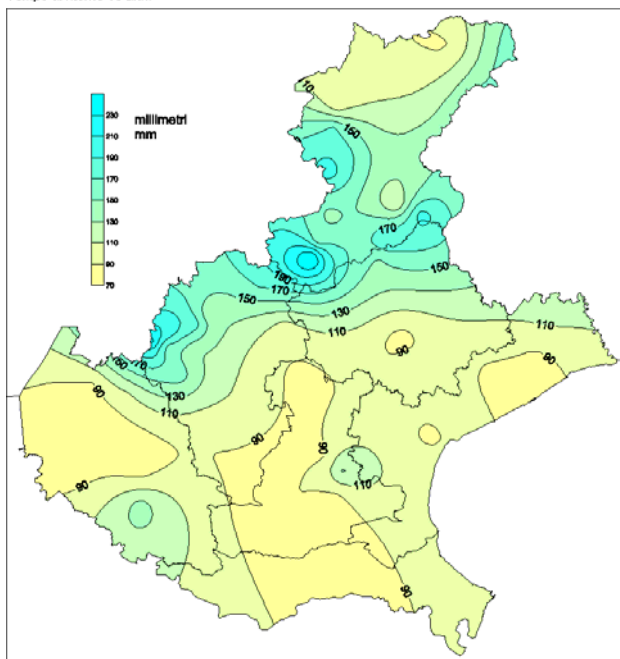
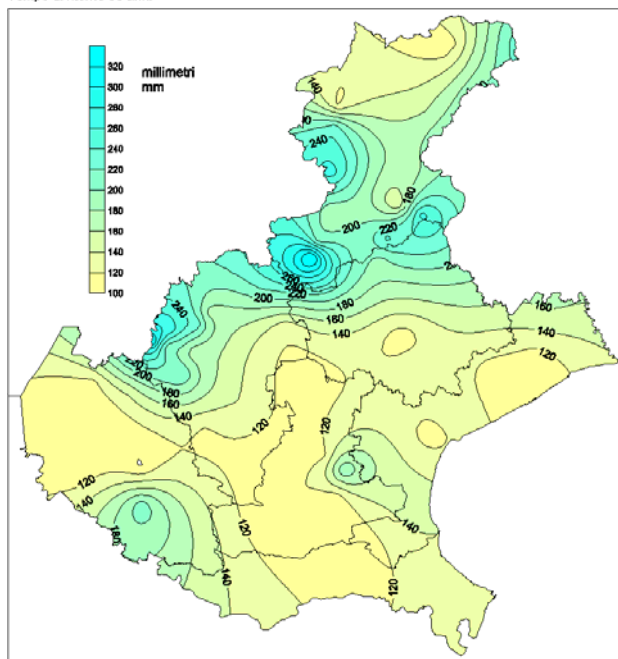
Precipitazioni di massima intensità di durata 1 ora
Tempo di ritorno 10 anni



Precipitazioni di massima intensità di durata 1 ora
Tempo di ritorno 50 anni

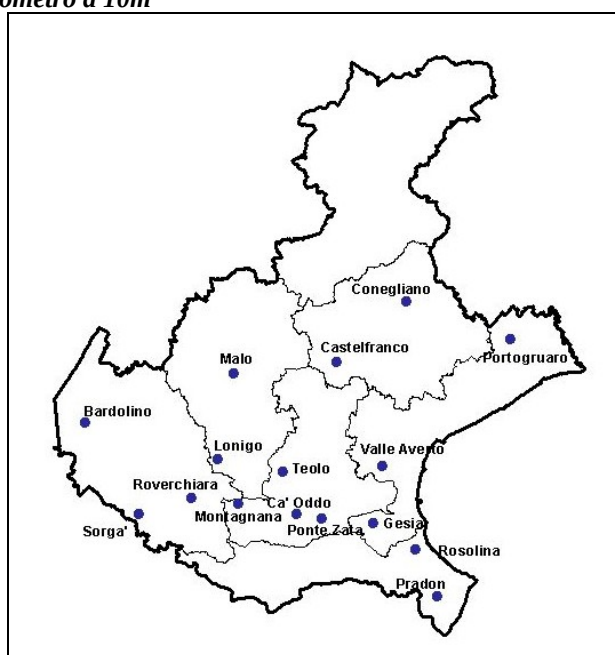


La distribuzione delle **massime intensità di precipitazione giornaliera** ([Figura 46](#)) segue, a differenza delle durate inferiori, un andamento più fedele a quello delle precipitazioni medie annuali. Gli eventi intensi di durata almeno giornaliera sono in genere riconducibili a situazioni sinottiche caratterizzate dalla presenza di un minimo depressionario sul bacino del Mediterraneo e da corrispondenti flussi di aria umida meridionale o sud-occidentale che scontrandosi con i rilievi prealpini determinano spesso un effetto stau (condensazione del vapore acqueo contenuto in masse d'aria forzate alla risalita in presenza di rilievi). Tutta la fascia prealpina rimane dunque la più piovosa con alcune punte di intensità giornaliera particolarmente elevate nella zona dell'alto vicentino, del Feltrino e dell'Alpago, in provincia di Belluno. La parte centro-meridionale della pianura e le estreme propaggini settentrionali della regione rappresentano le zone meno piovose con valori massimi giornalieri inferiori di oltre 100 o 200 mm rispetto alla fascia prealpina.

Figura 46: distribuzione delle precipitazioni massime di durata giornaliera con tempi di ritorno di 10 e 50 anniPrecipitazioni di massima intensità di durata 1 giorno
Tempo di ritorno 10 anniPrecipitazioni di massima intensità di durata 1 giorno
Tempo di ritorno 50 anni

2.2.2.9 Individuazione e caratterizzazione delle condizioni meteorologiche tipiche e/o frequenti sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti

Il Centro Meteorologico di Teolo (CMT) gestisce numerose stazioni automatiche presenti in tutto il territorio regionale; di queste, 15 vengono classificate come stazioni meteorologiche e posseggono anemometri posizionati a 10 m metri sul piano di campagna ([Figura 47](#)). Nel seguito i dati di direzione e velocità del vento rilevati da questi strumenti sono utilizzati per la derivazione di parametri micrometeorologici secondari (in particolare: *stabilità atmosferica*) e per lo studio delle caratteristiche di ventilazione delle varie zone della regione.

Figura 47: stazioni con anemometro a 10m

Le classi di stabilità (Pasquill modificate) riportate nel seguito, sono state calcolate nell'ambito di uno studio condotto sui dati delle suddette stazioni per gli anni 1998-2000, in collaborazione tra il CMT e l'Osservatorio Aria dell'ARPAV (¹), secondo la [Tabella 37](#) (la nuvolosità notturna è stata stimata a partire dai dati delle stazioni sinottiche):

Tabella 37: metodologia di calcolo delle classi di stabilità atmosferica

vento(m/s)	Giorno							Notte		
	Radiazione solare W/m ²						Tramonto Alba	Nuvolosità ottavi		
	>750	600<<750	450<<600	300<<450	150<<300	<150		0-3	4-7	8
0<<1	A	A	A	B	B	C	D	F	F	D
1<<2	A	A	B	B	B	C	D	F	F	D
2<<3	A	B	B	B	C	C	D	F	E	D
3<<4	B	B	B	B	C	C	D	E	D	D
4<<5	B	B	C	C	C	C	D	E	D	D
5<<6	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D
>6	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D

Tipicamente le classi stabili (E e F) favoriscono la formazione di inquinanti primari e sono collegate a scarsa ventilazione e a notti serene con forte inversione termica; le classi neutre (D) sono collegate ad situazioni ventose e/o con cielo coperto, favorevoli alla dispersione degli inquinanti; le classi instabili (A, B e C) sono causate da forte irraggiamento solare e scarsa ventilazione, sono situazioni di rimescolamento atmosferico, che però possono essere collegate a formazione di inquinanti secondari se accompagnati da scarsa ventilazione.

Tabella 38: metodologia di calcolo delle classi di stabilità atmosferica

NOME STAZIONE	F	E	D	C	B	A	Num. dati
Castelfranco	40	1	18	13	18	10	25905
Roverchiara	38	2	18	14	18	10	26014
Malo	38	1	19	14	19	9	26190
Montagnana	37	2	19	14	18	10	25889
Portogruaro	37	1	19	13	19	9	26209
Conegliano	37	3	19	13	20	8	26158
Sorgà	36	4	20	14	17	9	26205
Gesia	35	2	21	15	18	8	23410
Valle Averso	35	4	21	16	19	5	23881
Pradon-P.Tolle	35	3	22	12	18	7	25271
Cà Oddo	34	4	21	16	17	8	23952
Lonigo	34	4	21	14	17	9	26233
Ponte Zata	33	4	20	17	17	8	23916
Bardolino	32	7	21	14	17	10	26197
Rosolina	32	5	23	17	18	5	26200
Teolo	30	7	23	16	18	7	26304

¹ Presentato al corso "Modellistica di Inquinamento di Origine Industriale" per i Dipartimenti ARPAV Provinciali, 24-26/10/2001.

La [Tabella 38](#) riporta i risultati dello studio citato, nell'ambito del quale sono state calcolate le classi di stabilità per ogni dato orario disponibile e per ogni stazione citata tra il 1998 e il 2000.

In [Figura 48](#), [Figura 49](#), [Figura 50](#) si propone un'idea della distribuzione geografica delle classi di stabilità atmosferica, nei limiti del numero di dati e stazioni considerate.

Figura 48: distribuzione percentuale della classe stabile (F)

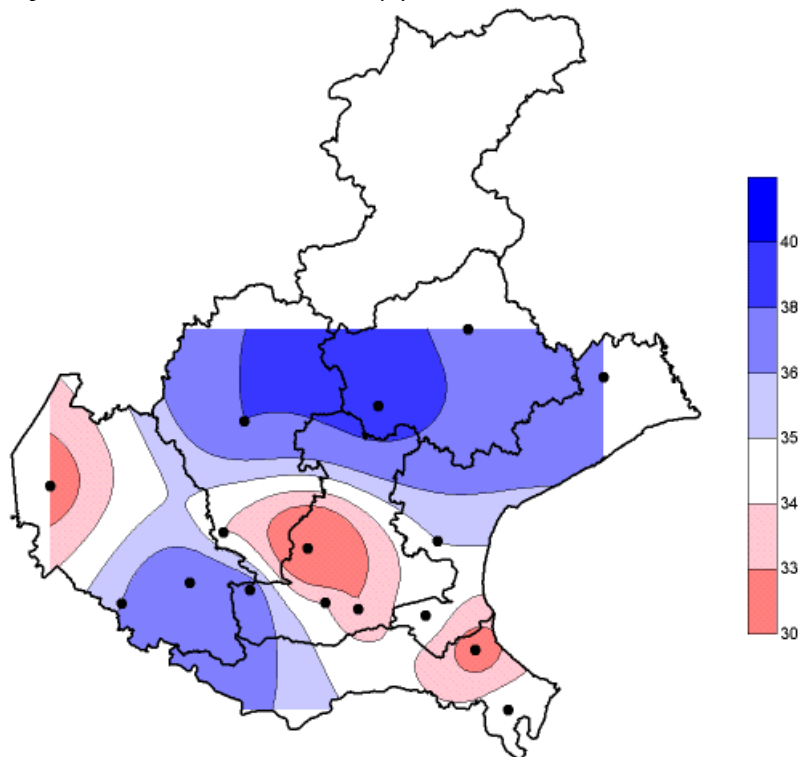


Figura 49: distribuzione della classe neutra (D)

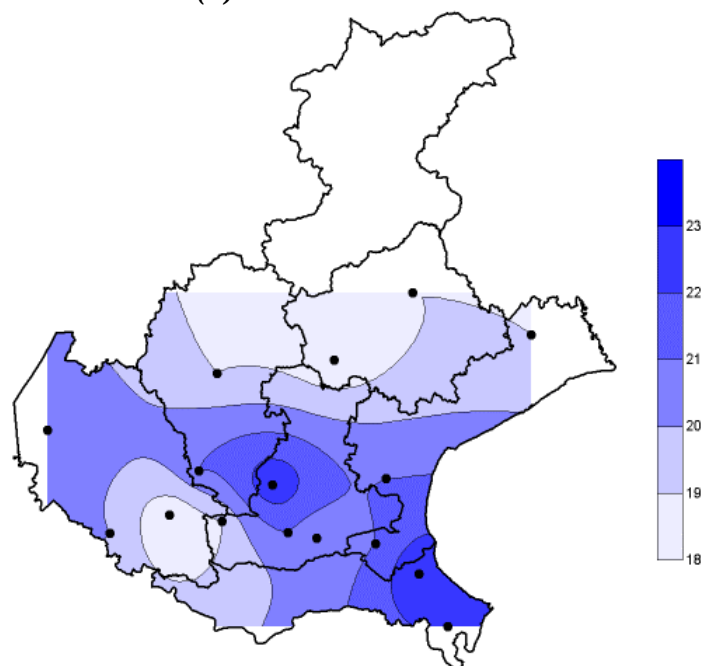
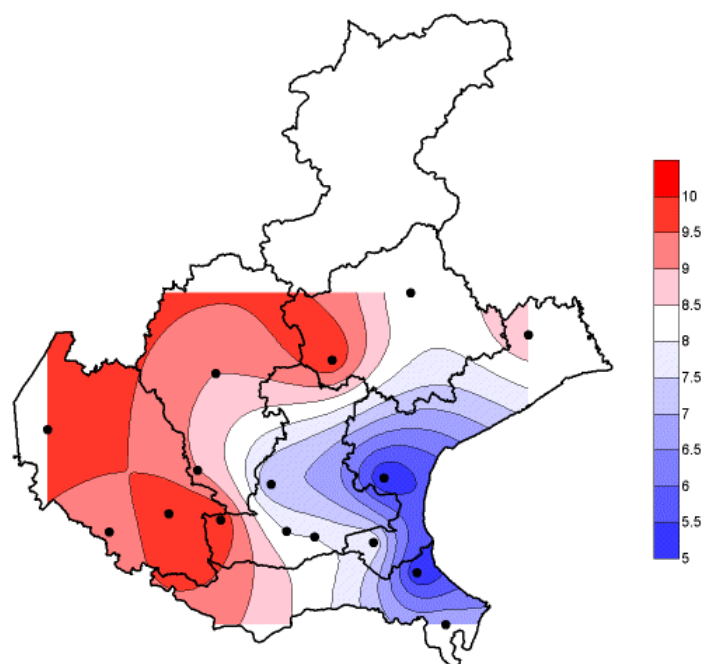


Figura 50: distribuzione della classe instabile (A)

In [Tabella 39](#) si riportano i dati riassuntivi sulla ventilazione media e sulla percentuale di calme per le varie stazioni. Le elaborazioni sono basate su dati orari estemporanei, mediati sugli ultimi 10' dell'ora (vento medio e direzione prevalente su 10'), per gli anni 1998-2001.

Tabella 39: dati riassuntivi ventilazione media e calme di vento

NOME STAZIONE	Calme (%)	Vento medio	0.5-1.5 m/s(%)	1.5-2.5 m/s(%)	2.5-3.5 m/s(%)	3.5-4.5 m/s(%)	4.5-5.5 m/s(%)	>5.5 m/s(%)	Num. dati
Castelfranco	9.6	1.35	51.7	28.1	7.3	2.3	0.6	0.3	34702
Roverchiara	9.2	1.60	41.3	32.1	11.2	4.4	1.2	0.6	34803
Malo	6.3	1.48	43.3	39.0	7.8	2.4	0.8	0.5	34642
Montagnana	8.5	1.52	46.0	29.2	10.5	4.1	1.1	0.6	34676
Portogruaro	6.6	1.59	42.7	35.1	9.4	3.9	1.4	0.8	34598
Conegliano	10.0	1.63	36.4	36.2	11.8	3.9	1.0	0.3	34508
Sorgà	6.1	1.89	36.3	32.9	13.0	6.4	2.7	2.6	34820
Gesia	6.7	1.90	37.5	31.7	12.6	6.1	2.4	3.0	32335
Valle Averso	4.3	2.11	30.9	33.6	15.4	8.5	3.6	3.6	30493
Pradon-P.Tolle	9.1	2.10	30.7	31.2	14.6	7.0	3.4	4.0	34580
Cà Oddo	6.4	1.99	31.8	32.8	15.9	7.8	3.0	2.3	32681
Lonigo	7.6	1.90	33.4	31.7	16.0	7.2	2.5	1.6	34545
Ponte Zata	4.3	2.01	27.7	36.8	19.6	7.6	2.5	1.4	31931
Bardolino	5.0	2.13	27.9	35.0	17.2	8.8	3.1	2.9	34749
Rosolina	2.6	2.44	21.0	36.1	20.1	10.4	3.8	5.5	34911
Teolo	1.9	2.32	21.0	36.8	22.2	10.6	4.1	3.3	34890

Le classi stabili sono molto frequenti presso tutte le stazioni della regione e corrispondono, in particolare, alle stazioni con percentuali maggiori di calme di vento e con scarsa ventilazione media, (ovvero con meno classi D). Per queste stesse stazioni si ha generalmente un maggior numero di classi A con forte irraggiamento e scarsa ventilazione, e condizioni possibilmente più favorevoli anche alla formazione di inquinanti secondari.

Si possono individuare due aree con alte percentuali di calme e bassa ventilazione media:

- la prima è quella della zona Trevigiana pedemontana, lontana da sbocchi di grandi vallate alpine, lontana dal mare e dall'influenza della brezza, e coperte dall'orografia per quanto riguarda le manifestazioni più intense di Bora e per i venti occidentali che spazzano la pianura specie in Inverno;
- la seconda risulta quella compresa tra Roverchiara e Montagnana, per le quali la presenza dei Colli Euganei causa una schermatura dei venti più intensi e delle brezze dai quadranti orientali.

Sorgà risulta una stazione di pianura piuttosto libera, sia rispetto alla Bora che rispetto ai venti occidentali.

Portogruaro, Gesia, Cà Oddo, Ponte Zata e Valle Averso sembrano rappresentare tipiche stazioni in prossimità della costa, che risentono della presenza del mare. In particolare è interessante notare che i venti occidentali riescono a interessare la stazione di Gesia, sono già attenuati su Valle Averso e scompaiono quasi completamente all'altezza di Portogruaro.

Malo, Lonigo, Bardolino e Teolo sono influenzate dall'orografia locale, risentendo anche fortemente (come Teolo) dell'incanalamento del vento; inoltre la stazione di Bardolino risente evidentemente della presenza del lago di Garda e quella di Malo della brezza di valle (che si nota vagamente anche su Lonigo e Conegliano).

Il litorale meridionale sembra ben esposto a tutti i venti che interessano la regione, come si vede nella stazione di Rosolina; la stazione di Pradon-PortoTolle risulta particolare per l'alto numero di calme, nonostante i frequenti episodi di vento forte e l'influenza del mare vicino: questo può far nascere dei sospetti sull'effettiva rappresentatività della stazione per venti deboli.

In [Allegato](#) si riportano le rose dei venti per le 15 stazioni meteorologiche di cui alla [Figura 47](#).

2.2.2.10 Condizioni meteorologiche tipiche e/o frequenti favorevoli alla formazione di inquinanti secondari

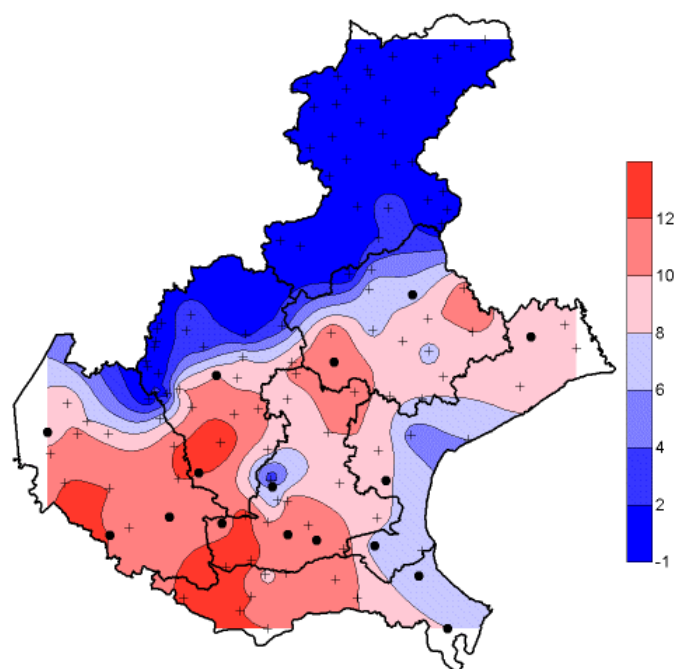
Nel documento EPA "Guideline for developing an Ozone Forecasting Program" del Luglio 1999 si propongono vari metodi per la previsione degli episodi acuti di concentrazione di Ozono. Tra i più semplici c'è il metodo dei "Criteri" (4.1.3), che suggerisce di partire dall'individuazione di alcuni parametri meteorologici correlati ai superamenti di determinate soglie di inquinamento.

Come primo criterio si ricorda che spesso la temperatura al di sopra di una certa soglia è ben correlata con i massimi di concentrazione di Ozono, e si individua la soglia in 28°C. Tale valore è solo indicativo in quanto bisognerebbe trovare i valori più adeguati per ogni zona e ogni mese e valutare contemporaneamente la ventilazione.

In base a quanto riportato in precedenza risulta evidente che nel Veneto le zone con ventilazione più scarsa sono anche le più esposte al raggiungimento di temperature estive elevate. Una prima stima dell'esposizione delle varie aree della regione a concentrazioni elevate di ozono può quindi essere una valutazione della frequenza con cui una soglia di temperatura elevata (28°C per esempio) viene superata nel semestre più caldo.

In [Figura 51](#) sono stati utilizzati tutti i dati orari disponibili nel database CMT per il periodo 1998-2002 (la valutazione è preliminare in quanto il database presenta ancora molti dati mancanti), dove risultano meglio definite le aree che corrispondono alle stazioni meno ventilate di cui alla [Figura 48](#), [Figura 49](#), [Figura 50](#), e in particolare quella relativa alla distribuzione della classe A. Si evidenziano le discontinuità create dai colli Euganei e dalle Prealpi, in cui la temperatura viene misurata a quote superiori, mentre non sono presenti stazioni sui colli Berici; è interessante valutare l'influsso di mitigazione del mare, più uniforme rispetto a quanto visto per il vento.

Figura 51: % dati > 28°C, per i dati orari nel semestre mag-ott 1998-2002



2.3 ELEMENTI DI SINTESI RELATIVI ALLA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

La Regione del Veneto, a partire dal 1983, ha aderito alla richiesta al programma di monitoraggio europeo sulla qualità dell'aria e sugli inquinanti soggetti a trasporto transfrontaliero (Progetto EMEP). L'analisi statistica del data set storico (1983-2000), realizzata dall'Università di Venezia e presentata al [Paragrafo 2.3.5](#), riguarda i dati delle 9 stazioni di fondo per la misura delle ricadute umide e secche, ed è stata utilizzata in modo preliminare per la stesura del Progetto preliminare di riqualificazione e ottimizzazione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria del Veneto.

2.3.1 Rete di monitoraggio della qualità dell'aria

I livelli di concentrazione in aria degli inquinanti sono monitorati presso le stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria, facenti parte della più ampia e complessa rete di controllo della qualità dell'aria presente in ambito regionale e gestita quasi esclusivamente dall'ARPAV attraverso i suoi 7 Dipartimenti Provinciali.

Il DM 20/05/1991 (abrogato dal D.Lgs. 351/99) definiva le caratteristiche delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria, classificandone le stazioni di misura secondo quattro tipologie di localizzazione:

- A: background urbano
- B: residenziale non direttamente influenzate dal traffico veicolare
- C: traffico
- D: extraurbane per studiare l'inquinamento fotochimico

La rete fissa di rilevamento della qualità dell'aria del Veneto è attualmente costituita da 60 stazioni (v. [Figura 52](#)), delle quali 31 sono localizzate in punti di monitoraggio assimilabili a posizioni di misura dell'inquinamento atmosferico derivante dal traffico veicolare e 29 dell'inquinamento atmosferico di fondo o di *background*, distribuite territorialmente come segue in [Tabella 40](#).

Figura 52: stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria in ambito regionale (gestione ARPAV)



Tabella 40: configurazione dell'attuale rete di monitoraggio della qualità dell'aria del Veneto

Provincia	Stazioni di traffico	Stazioni di fondo	Totale
Padova	5	3	8
Verona	7	4	11
Vicenza	4	7	11
Venezia	9	7	16
Belluno	3	0	3
Rovigo	1	5	6
Treviso	1	2	3
TOTALE REGIONE	30	27	57

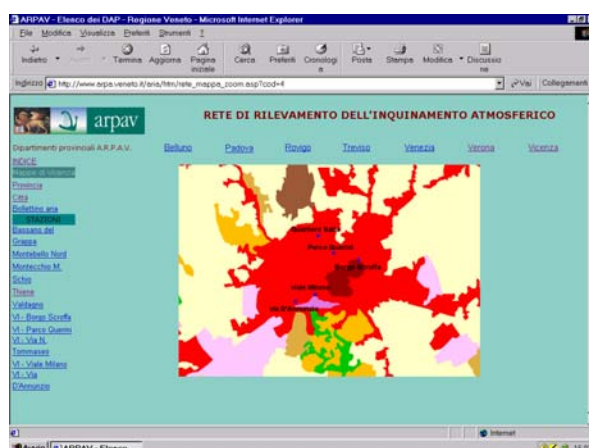
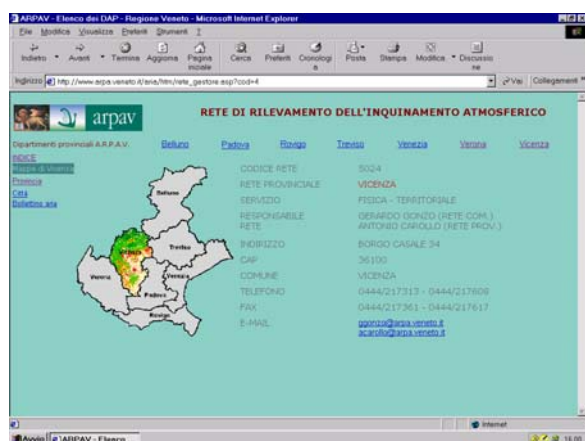
Dalla [Tabella 40](#) risulta subito evidente l'elevato numero di stazioni di traffico nelle reti di Verona e Venezia e l'assoluta mancanza di stazioni di fondo nella rete di Belluno.

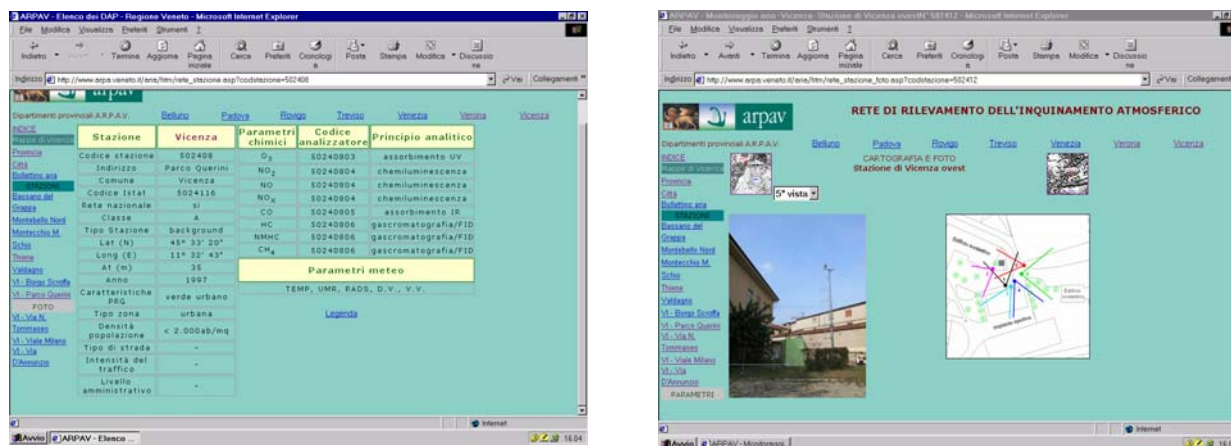
Oltre alle stazioni della rete fissa ogni Dipartimento è dotato di mezzi mobili ([Tabella 41](#)) utilizzati per la realizzazione di campagne specifiche su tutte le parti del territorio regionale.

Tabella 41: dotazione dei mezzi mobili presenti nei Dipartimenti ARPAV Provinciali

Provincia	Mezzi mobili
Padova	2
Verona	2
Vicenza	1
Venezia	2
Belluno	1
Rovigo	1
Treviso	1
TOTALE REGIONE	10

Il sito web di ARPAV (www.arpa.veneto.it) presenta il data base in rete delle stazioni di monitoraggio del Veneto, e contiene le informazioni anagrafiche e tecniche delle stazioni di monitoraggio, suddivise per ambito territoriale provinciale, come visibili nelle videate successive:



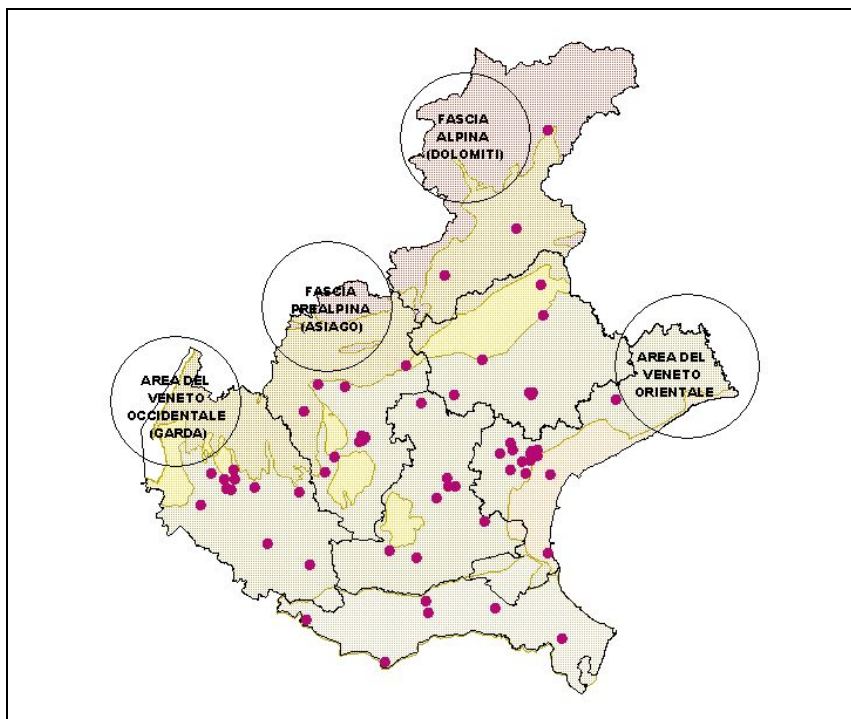


Le Direttive 99/30/CE e 00/69/CE, recepite dal DM 2 aprile 2002, n. 60, forniscono indicazioni circa il numero minimo di punti di campionamento per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle, il piombo, il monossido di carbonio e il benzene.

La determinazione del numero dei siti deve fare riferimento a due parametri: la protezione della salute umana e della vegetazione.

La Direttiva 02/3/CE sull'ozono individua invece almeno quattro tipologie di stazioni dipendenti dalla finalità della misurazione: stazioni di tipo urbano, di tipo suburbano, ai margini di agglomerati urbani e in stazioni di tipo rurale, al fine di individuare la dinamica di formazione e trasporto di questo inquinante.

Figura 53: copertura del territorio della rete di monitoraggio della qualità dell'aria attualmente esistente



La [Figura 53](#) illustra la dislocazione delle centraline sul territorio regionale: alcune zone risultano completamente "scoperte" (fascia alpina, fascia prealpina, area del Garda e del Veneto Orientale, altre invece, come ad esempio le aree urbane di Mestre, Padova, Verona e Venezia presentano un numero eccessivo di siti di misura.

Per ovviare a tali lacune e al fine di rispondere ai requisiti richiesti dalla nuova normativa in tema di monitoraggio della qualità dell'aria, la Regione Veneto ha recentemente approvato e finanziato (nell'ambito dei finanziamenti DOCUP) il piano di ottimizzazione della rete di monitoraggio regionale ([paragrafo 7.1.2](#)).

2.3.2 I principali inquinanti atmosferici

Nel presente paragrafo si propone in forma tabellare un riassunto dei livelli medi dei principali inquinanti atmosferici monitorati presso differenti realtà ambientali e le linee guida di esposizione stilate dall'OMS per escludere significativi effetti sulla salute umana (WHO, 1999; <http://www.who.int>; <http://www.who.nl>).

Si tratta di una raccolta eterogenea di dati provenienti da paesi e situazioni differenti, monitorati secondo tempi e metodiche diverse e quindi aggregati e confrontati con un certo grado di arbitrarietà. Lo scopo principale è di fornire, in mancanza di dati più precisi e attendibili, un quadro sintetico della situazione di massima che è presumibile attendersi in differenti contesti ambientali (livelli naturali, zone rurali, aree di fondo e urbane di differenti realtà socio-economiche).

Le linee guida stilate dall'OMS, ed elencate nella [Tabella 42](#), rappresentano i livelli medi di esposizione (a breve, medio e lungo termine) al di sotto dei quali non sono riscontrabili significativi effetti sulla popolazione. Si tratta di valori di esposizione definiti in condizioni standard sulla base di ricerche epidemiologiche e che quindi come tali non sono direttamente confrontabili con i valori ambientali medi registrati dal sistema di monitoraggio di uno specifico contesto ambientale.

Il superamento nel breve periodo dei valori indicati nelle linee guida OMS non implica che gli effetti negativi ad essi associati vengano necessariamente riscontrati ma determina solo un incremento del rischio relativo. Si ricorda inoltre che le linee guida non sono limiti *per sé*, e quindi normativa vincolante, ma rappresentano *standard* a cui gli stati fanno riferimento tenendo conto anche di fattori addizionali quali il livello prevalente di esposizione, i livelli naturali di fondo, le condizioni ambientali medie e gli aspetti socio-economici (WHO, 1999).

2.3.2.1 Ossidi di zolfo (SO_x)

Sono costituiti essenzialmente da biossido di zolfo (SO_2) e in minima parte da anidride solforica (SO_3); rappresentano i tipici inquinanti delle aree urbane e industriali dove l'elevata densità degli insediamenti ne favorisce l'accumulo soprattutto in condizioni meteorologiche di debole ricambio delle masse d'aria. Le situazioni più serie sono spesso verificate nei periodi invernali ove alle normali fonti di combustione si aggiunge il contributo del riscaldamento domestico. E' comunque da notare che in seguito alla diffusa metanizzazione degli impianti di riscaldamento domestici il contributo inquinante degli ossidi di zolfo è notevolmente diminuito nel corso degli anni.

Il biossido di zolfo (SO_2) è un gas dal caratteristico odore pungente; le emissioni di origine antropica di sono dovute prevalentemente all'utilizzo di combustibili solidi e liquidi e correlate al contenuto di zolfo, sia come impurezze, sia come costituenti nella formulazione molecolare del combustibile (gli oli). A causa dell'elevata solubilità in acqua l' SO_2 viene assorbito facilmente dalle mucose del naso e del tratto superiore dell'apparato respiratorio (solo piccolissime quantità raggiungono la parte più profonda del polmone). L' SO_2 reagisce facilmente con tutte le principali classi di biomolecole: *in vitro* sono state dimostrate interazioni con gli acidi nucleici, le proteine, i lipidi e varie altre componenti biologiche. Fra gli effetti acuti imputabili all'esposizione ad alti livelli di SO_2 sono compresi: un aumento della resistenza al passaggio dell'aria a seguito l'inturgidimento delle mucose delle vie aeree, l'aumento delle secrezioni mucose, bronchite, tracheite, spasmi bronchiali e/o difficoltà respiratoria negli asmatici. Fra gli effetti a lungo termine ricordiamo le alterazioni della funzionalità polmonare e l'aggravamento delle bronchiti croniche, dell'asma e dell'enfisema. I gruppi più sensibili sono costituiti dagli asmatici e dai bronchitici. E' stato accertato un effetto irritativo sinergico in seguito all'esposizione combinata con il particolato,

probabilmente dovuto alla capacità di quest'ultimo di veicolare l'SO₂ nelle zone respiratorie profonde del polmone.

2.3.2.2 Ossidi di azoto (NO_x)

Comprendono il monossido (NO) e il biossido di azoto (NO₂). L'ossido di azoto è un gas inodore e incolore che costituisce il componente principale delle emissioni di ossidi di azoto nell'aria e viene gradualmente ossidato a NO₂. Il biossido di azoto ha un colore rosso-bruno ed è caratterizzato ad alte concentrazioni da un odore pungente e soffocante. Le fonti antropiche, rappresentate da tutte le reazioni di combustione, comprendono principalmente gli autoveicoli, le centrali termoelettriche e il riscaldamento domestico.

L'NO₂ è circa 4 volte più tossico dell'NO. I meccanismi biochimici mediante i quali l'NO₂ induce i suoi effetti tossici non sono del tutto chiari anche se è noto che provoca gravi danni alle membrane cellulari a seguito dell'ossidazione di proteine e lipidi. Gli effetti acuti comprendono: infiammazione delle mucose, decremento della funzionalità polmonare, edema polmonare. Gli effetti a lungo termine includono: aumento dell'incidenza delle malattie respiratorie, alterazioni polmonari a livello cellulare e tissutale, aumento della suscettibilità alle infezioni polmonari batteriche e virali. Il gruppo a maggior rischio è costituito dagli asmatici e dai bambini.

La pericolosità degli ossidi di azoto e in particolare del biossido, è legata anche al ruolo che essi svolgono nella formazione dello smog fotochimico. In condizioni meteorologiche di stabilità e di forte insolazione, le radiazioni ultraviolette possono determinare la dissociazione del biossido di azoto e la formazione di ozono, che può ricombinarsi con il monossido di azoto e ristabilire una situazione di equilibrio. In presenza di altri inquinanti, quali per esempio gli idrocarburi, l'ozono e altri radicali liberi prodotti per reazioni di fotodissociazione, possono innescare un complesso di reazioni chimiche che portano alla formazione dello smog fotochimico. I costituenti principali di tale smog, oltre all'ozono, sono le aldeidi e i perossiacilnitrati (PAN), composti altamente tossici, che risultano essere intermedi di reazione o prodotti secondari. La produzione di smog fotochimico dipende quindi dalle concentrazioni in atmosfera degli ossidi di azoto e degli idrocarburi ed è strettamente legata alle emissioni dovute al traffico veicolare.

2.3.2.3 Monossido di carbonio (CO)

Gas incolore e inodore, viene prodotto dalla combustione incompleta delle sostanze contenenti carbonio. Le fonti antropiche sono costituite dagli scarichi delle automobili, soprattutto a benzina, dal trattamento e smaltimento dei rifiuti, dalle industrie e raffinerie di petrolio, dalle fonderie.

Il CO raggiunge facilmente gli alveoli polmonari e quindi il sangue dove compete con l'ossigeno per il legame con l'emoglobina. La carbossemoglobina così formata è circa 250 volte più stabile dell'ossiemoglobina e quindi riduce notevolmente la capacità del sangue di portare ossigeno ai tessuti. Gli effetti sanitari sono essenzialmente riconducibili ai danni causati dall'ipossia a carico del sistema nervoso, cardiovascolare e muscolare. Comprendono i seguenti sintomi: diminuzione della capacità di concentrazione, turbe della memoria, alterazione del comportamento, confusione mentale, alterazione della pressione sanguigna, accelerazione del battito cardiaco, vasodilatazione e vasopermeabilità con conseguenti emorragie, effetti perinatali. I gruppi più sensibili sono gli individui con malattie cardiache e polmonari, gli anemici e le donne in stato di gravidanza.

2.3.2.4 Ozono (O₃)

E' un gas bluastro dall'odore leggermente pungente che non viene emesso come tale dalle attività umane. E' infatti un tipico inquinante secondario che si forma nell'atmosfera in seguito alle reazioni fotochimiche a carico di inquinanti precursori prodotti dai processi di combustione (NO_x, idrocarburi, aldeidi). Le concentrazioni ambientali di O₃ tendono pertanto ad aumentare durante i periodi caldi e soleggiati dell'anno. Nell'arco della giornata, i livelli sono bassi al mattino (fase di

innesco del processo fotochimico) raggiungono il massimo nel primo pomeriggio e si riducono progressivamente nelle ore serali con il diminuire della radiazione solare.

A livello cellulare l'O₃ agisce ossidando i gruppi sulfidrilici presenti in enzimi, coenzimi, proteine e acidi grassi insaturi interferendo così con alcuni processi metabolici fondamentali e provocando il danneggiamento delle membrane degli organelli cellulari. Il bersaglio principale dell'O₃ è l'apparato respiratorio dove i danni principali sono a carico dei macrofagi e delle pareti delle piccole arterie polmonari. Gli effetti acuti comprendono secchezza della gola e del naso, aumento della produzione di muco, tosse, faringiti, bronchiti, diminuzione della funzionalità respiratoria, dolori toracici, diminuzione della capacità battericida polmonare, irritazione degli occhi, mal di testa. Le conseguenze a seguito di esposizioni a lungo termine (croniche) sono: fibrosi, effetti teratogeni, effetti sulla paratiroide e sul sistema riproduttivo. Il ruolo dell'O₃ nell'eziologia dei tumori polmonari non è stato ancora completamente chiarito.

2.3.2.5 Particolato atmosferico (PM)

Viene così identificato l'insieme di tutte le particelle solide o liquide che restano in sospensione nell'aria. Il particolato sospeso totale rappresenta un insieme estremamente eterogeneo di sostanze la cui origine può essere primaria (emesse come tali) o derivata (da una serie di reazioni fisiche e chimiche). Una caratterizzazione esauriente del particolato sospeso si basa oltre che sulla misura della concentrazione e l'identificazione delle specie chimiche coinvolte anche sulla valutazione della dimensione media delle particelle. Le particelle di dimensioni maggiori (diametro > 10 µm) hanno un tempo medio di vita nell'atmosfera che varia da pochi minuti ad alcune ore e la possibilità di essere aerotrasportate per una distanza massima di 1-10 Km. Le particelle di dimensioni inferiori hanno invece un tempo medio di vita da pochi giorni fino a diverse settimane e possono venire veicolate dalle correnti atmosferiche per distanze fino a centinaia di Km. La principale conseguenza ambientale per una data regione geografica è che la concentrazione di particelle grossolane è meno uniforme di quelle più fini. La dimensione media delle particelle determina inoltre il grado di penetrazione nell'apparato respiratorio e la conseguente pericolosità per la salute umana. Il monitoraggio ambientale del particolato con diametro inferiore a 10 µm (PM₁₀) può essere considerato un indice della concentrazione di particelle in grado di penetrare nel torace (frazione inalabile). La determinazione delle particelle con diametro inferiore a 2,5 µm, frazione respirabile (PM_{2,5}), è inoltre un indice della concentrazione di una serie molto eterogenea di composti chimici primari o derivati in grado di raggiungere la parte più profonda del polmone. Tra i composti primari, cioè emessi come tali, vi sono le particelle carboniose derivate dalla combustione di legname e dai fumi dei motori diesel; nella seconda categoria, cioè tra i composti prodotti da reazioni secondarie, rientrano le particelle carboniose originate durante la sequenza fotochimica che porta alla formazione di ozono, di particelle di solfati e nitrati derivanti dall'ossidazione di SO₂ e NO₂ rilasciati in vari processi di combustione.

Le fonti antropiche di particolato sono essenzialmente le attività industriali ed il traffico veicolare. Stime preliminari dell'ANPA a livello nazionale (con riferimento al 1994) indicano per i trasporti un contributo alle emissioni intorno al 30% rispetto al totale; gli impianti di riscaldamento contribuiscono per circa il 15%; le emissioni da fonte industriale (inclusa la produzione di energia elettrica) danno conto di quasi il 50% delle emissioni di PM₁₀. Per quanto riguarda le emissioni di polveri da traffico, sono soprattutto i veicoli diesel a contribuire alle emissioni allo scarico, e tali emissioni nei centri urbani risultano grosso modo equiripartite tra auto e veicoli commerciali leggeri da una parte, e bus e veicoli commerciali pesanti dall'altra. Un'altra fonte significativa di emissione di PM da attribuire al traffico è quella dovuta all'usura di freni, gomme, asfalto stradale.

Sempre nei centri urbani, una frazione variabile, che può raggiungere il 60-80% in massa del particolato fine presente in atmosfera è di origine secondaria, ovvero è il risultato di reazioni chimiche che, partendo da inquinanti gassosi sia primari (cioè emessi direttamente in atmosfera come gli idrocarburi e altri composti organici, gli ossidi di azoto, gli ossidi di zolfo, il monossido di

carbonio, l'ammoniaca) che secondari (frutto di trasformazioni chimiche come l'ozono e altri inquinanti fotochimici), generano un enorme numero di composti in fase solida o liquida come solfati, nitrati e particelle organiche.

Nella maggior parte delle città si registra un incremento percentuale significativo della frazione PM₁₀, anche in presenza di una diminuzione della quantità totale di particolato. Nelle città in cui sono monitorate entrambe le frazioni di particolato (PST e PM₁₀), e in alcuni casi studio specifici, è stato registrato un rapporto percentuale del PM₁₀ sul particolato totale variabile dal 40 all'80%. La concentrazione media della frazione respirabile PM_{2,5} risulta essere generalmente pari al 45-60% della frazione inalabile PM₁₀.

Ai fini degli effetti sulla salute è quindi molto importante la determinazione delle dimensioni e della composizione chimica delle particelle. Le dimensioni determinano il grado di penetrazione all'interno del tratto respiratorio mentre le caratteristiche chimiche determinano la capacità di reagire con altre sostanze inquinanti (IPA, metalli pesanti, SO₂). Le particelle che si depositano nel tratto superiore o extratoracico (cavità nasali, faringe e laringe) possono causare effetti irritativi locali quali secchezza e infiammazione; quelle che si depositano nel tratto tracheobronchiale (trachea, bronchi e bronchioli) possono causare costrizione e riduzione della capacità epurativa dell'apparato respiratorio, aggravamento delle malattie respiratorie croniche (asma, bronchite ed enfisema) ed eventualmente neoplasie. Le particelle con un diametro inferiore ai 5-6 µm possono depositarsi nei bronchioli e negli alveoli e causare infiammazione, fibrosi e neoplasie. Il particolato fine può anche indurre indirettamente effetti sistemici su specifici organi bersaglio a seguito del rilascio nei fluidi biologici degli inquinanti da esso veicolati. I gruppi più sensibili sono costituiti dagli asmatici e dai bronchitici. E' stato accertato un effetto sinergico in seguito all'esposizione combinata di particelle sospese e SO₂.

2.3.2.6 Idrocarburi (HC e NMHC)

E' un complesso insieme di composti organici che si trovano nell'aria in fase gassosa e/o particolata. Le fonti antropiche sono costituite soprattutto dagli autoveicoli, dagli impianti termici, dalle centrali termoelettriche e dagli inceneritori di rifiuti. In genere si usa distinguere tra metano (CH₄) e gli altri composti organici, genericamente definiti come idrocarburi non metanici (NMHC). All'interno della grande ed eterogenea classe degli idrocarburi non metanici sono compresi anche gli inquinanti non convenzionali quali il benzene e gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA).

2.3.2.7 Benzene (C₆H₆)

E' un liquido incolore e dotato di un odore caratteristico. Il benzene è un idrocarburo aromatico tipico costituente delle benzine. Gli autoveicoli rappresentano quindi la principale fonte di emissione: in particolare, circa l'85% viene immesso nell'aria con i gas di scarico e il 15% rimanente per evaporazione del combustibile e durante le operazioni di rifornimento.

L'intossicazione di tipo acuto è dovuta all'azione del benzene sul sistema nervoso centrale. A concentrazioni moderate i sintomi sono stordimento, eccitazione e pallore seguiti da debolezza, mal di testa, respiro affannoso, senso di costrizione al torace. A livelli più elevati si registrano eccitamento, euforia e ilarità, seguiti da fatica e sonnolenza e, nei casi più gravi, arresto respiratorio, spesso associato a convulsioni muscolari e infine a morte. Fra gli effetti a lungo termine vanno menzionati interferenze sul processo emopoietico (con riduzione progressiva di eritrociti, leucociti e piastrine) e l'induzione della leucemia nei lavoratori maggiormente esposti. Il benzene è stato inserito da *International Agency for Research on Cancer (IARC)* nel gruppo 1 cioè tra le sostanze che hanno un accertato potere cancerogeno sull'uomo.

2.3.2.8 Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Sono costituiti da due o più anelli aromatici condensati e derivano dalla combustione incompleta di numerose sostanze organiche. La fonte più importante di origine antropica è rappresentata dalle emissioni veicolari seguita dagli impianti termici, dalle centrali termoelettriche e dagli inceneritori. Gli idrocarburi policiclici aromatici sono molto spesso associati alle polveri sospese. In questo caso la dimensione delle particelle del particolato aerodisperso rappresenta il parametro principale che condiziona l'ingresso e la deposizione nell'apparato respiratorio e quindi la relativa tossicità. Presenti nell'aerosol urbano sono generalmente associati alle particelle con diametro aerodinamico minore di 2 micron e quindi in grado di raggiungere facilmente la regione alveolare del polmone e da qui il sangue e quindi i tessuti. Oltre ad essere degli irritanti di naso, gola ed occhi sono riconosciuti per le proprietà mutagene e cancerogene. E' accertato il potere cancerogeno di tutti gli IPA a carico delle cellule del polmone, e tra questi anche del benzo(a)pirene (BaP) (gli IPA sono stati inseriti nel gruppo 1 della classificazione *IARC*). Poiché è stato evidenziato che la relazione tra BaP e gli altri IPA, detto profilo IPA, è relativamente stabile nell'aria delle diverse città, la concentrazione di BaP viene spesso utilizzata come indice del potenziale cancerogeno degli IPA totali.

2.3.2.9 Metalli Pesanti

Alla categoria dei metalli pesanti appartengono circa 70 elementi (con densità $> 5 \text{ g/cm}^3$), anche se quelli rilevanti da un punto di vista ambientale sono solo una ventina. Tra i più importanti ricordiamo: Ag, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Hg, Mn, Pb, Mo, Ni, Sn, Zn.

Le fonti antropiche responsabili dell'incremento della quantità naturale di metalli sono principalmente l'attività mineraria, le fonderie e le raffinerie, la produzione energetica, l'incenerimento dei rifiuti e l'attività agricola. I metalli pesanti sono presenti in atmosfera sotto forma di particolato aerotrasportato; le dimensioni delle particelle a cui sono associati e la loro composizione chimica dipende fortemente dalla tipologia della sorgente di emissione. Le concentrazioni in aria di alcuni metalli nelle aree urbane e industriali può raggiungere valori 10-100 volte superiori a quelli delle aree rurali.

2.3.2.10 Piombo (Pb)

La principale fonte di inquinamento atmosferico è costituita dagli scarichi dei veicoli alimentati con benzina super (il piombo tetraetile veniva usato come additivo antidetonante). Con il definitivo abbandono della benzina "rossa" i livelli di piombo nell'aria urbano dovrebbero quindi diminuire in modo significativo. Le altre fonti antropiche derivano dalla combustione del carbone e dell'olio combustibile, dai processi di estrazione e lavorazione dei minerali che contengono Pb, dalle fonderie, dalle industrie ceramiche e dagli inceneritori di rifiuti.

Il Pb assorbito attraverso l'epitelio polmonare entra nel circolo sanguigno e si distribuisce in quantità decrescenti nelle ossa, nel fegato, nei reni, nei muscoli e nel cervello. L'intossicazione acuta è rara e si verifica solo in seguito all'ingestione o all'inalazione di notevoli quantità di Pb. La tossicità del Pb può essere spiegata in parte dal fatto che, legandosi ai gruppi sulfidrilici delle proteine o sostituendo ioni metallici essenziali, interferisce con diversi sistemi enzimatici. Tutti gli organi costituiscono potenziali bersagli e gli effetti sono estremamente vari (anemia, danni al sistema nervoso centrale e periferico, ai reni, al sistema riproduttivo, cardiovascolare, epatico, endocrino, gastro-intestinale e immunitario). I gruppi maggiormente a rischio sono costituiti dai bambini e dalle donne in gravidanza. Il livello di piombo nel sangue è l'indicatore più attendibile delle esposizioni ambientali a questo inquinante e le linee guida dell'OMS propongono un valore critico pari ad una concentrazione di $100 \mu\text{g/l}$. Alcuni studi condotti su bambini indicano che una ricaduta al suolo giornaliera superiore a $250 \mu\text{g/m}^2$ è responsabile di un significativo incremento di piombo nel sangue.

Tabella 42: linee guida OMS

	SO ₂ µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	CO mg/m ³	PTS µg/m ³	PM ₁₀ µg/m ³	PM _{2.5} µg/m ³	O ₃ µg/m ³	C ₆ H ₆ µg/m ³	IPA ng/m ³	Pb µg/m ³
Livelli naturali		0.4-9.4	0.06-0.14				40-70		~ 0	6 *10 ⁻⁴
Aree isolate o di fondo										
- media 24 h								0,51		
- media anno	< 5								< 1 ⁽²⁾	
Aree rurali										
- max 1 h							200-520			
- media 7 h							40-100			
- media 24 h								1.5		
- media anno	5-25				(1)	(1)		1-5		
Aree urbane città europee										
- max 1 h			< 60				300-400			
- media 8 h			< 20							
- media 24 h	< 500			200-400			< 120	1-10		
- media anno	< 100			50-150	20-98				3-6 ⁽²⁾	
Aree urbane paesi industrializzati										
- media 1 h		940					60-100			0,17-0,18 ⁽³⁾
- max 1 h		75-1000					< 400			
- media 24 h		400					< 120	2,8-40		
- media anno	< 100	20-90			18-47	11-30			1-6 ⁽²⁾	
Aree urbane paesi via di sviluppo										
- media 24 h	< 125									
- media anno	20-40	> 200		> 300	> 100					
Note (1) a causa della notevole capacità di dispersione delle polveri fini i valori medi registrati nelle aree rurali sono spesso comparabili con i valori minimi delle adiacenti aree urbane (fino a 100 Km di distanza); (2) la maggior parte delle misurazioni si riferiscono al benzo(a)pirene (BaP) assunto come indicatore del profilo IPA; (3) si tratta di “misurazioni spot” in differenti città europee e statunitensi e non riferibili con precisione ad un tempo di mediazione di 1 ora.										

	SO ₂ μg/m ³	NO ₂ μg/m ³	CO mg/m ³	PTS μg/m ³	PM ₁₀ μg/m ³	PM _{2.5} μg/m ³	O ₃ μg/m ³	C ₆ H ₆ μg/m ³	IPA ng/m ³	Pb μg/m ³
Linee guida OMS										
- media 10 min	500									
- media 15 min			100							
- media 30 min			60							
- media 1 h		200	30				150-200 ⁽³⁾			
- media 8 h			10				120			
- media 24 h	125									
- media anno	50	40								0.5 ⁽⁵⁾
- altro				(1)	(1) (2)	(2)		(4)	(4)	
Note (1) non esistono indicazioni precise sul tempo minimo di esposizione per evitare significativi effetti sulla salute; (2) il valore di PM_{2.5} (polveri inalabili) è considerato il miglior indicatore per prevenire eventuali rischi sanitari: non sono state fornite precise linee guida a breve o a lungo termine ma è raccomandata la minor esposizione possibile con elevata presenza di SO₂ e metalli pesanti aerodispersi; (3) raccomandato nell'edizione del 1987; le più recenti ricerche considerano questa linea guida superflua perché il livello di protezione per la media di 8 h è preventivo anche nei confronti di eventuali esposizioni a breve termine (e quindi comprensivo anche della media di 1 h); (4) non applicabile: benzene e benzo(a)pirene (BaP) sono stati inseriti da IARC (<i>International Agency for Research on Cancer</i>) nel gruppo 1 cioè tra le sostanze ad accertato potere cancerogeno per cui non è possibile definire i livelli minimi accettabili di esposizione; (5) il livello di Pb nel sangue è l'indicatore più attendibile delle esposizioni ambientali; le linee guida indicano un valore critico di concentrazione nel sangue pari a 100 μg/l e quindi su questa base è stata proposta la stima del valore di concentrazione media annuale in aria.										

2.3.3 Dati storici di qualità dell'aria: gli ambiti urbani ed extra-urbani

Come già descritto in precedenza, la qualità dell'aria negli ambiti urbani ed extra-urbani è monitorata attraverso:

- reti di monitoraggio della qualità dell'aria regionale, dotate di postazioni fisse di misura (descritta al [paragrafo 2.3.1](#));
- laboratori mobili che svolgono campagne periodiche di verifica della qualità dell'aria in ambiti territoriali non serviti dalla rete fissa;
- campagne di biomonitoraggio e bioaccumulo;
- mappature del territorio con campionatori passivi (nella maggioranza dei casi per la misura del benzene).

L'analisi dei dati relativi ai livelli di concentrazione in aria degli inquinanti, registrati negli ultimi 5 anni (1996-2001), è stata condotta su un numero limitato di stazioni di misura, equamente distribuite nel territorio regionale, ritenute significative non solo rispetto a quanto previsto dal citato [Progetto Regionale di ottimizzazione della rete di monitoraggio](#), ma anche in quanto rappresentative delle seguenti tipologie territoriali ed emissive:

- stazioni di monitoraggio di background urbano:

Stazione	DAP	tipologia	Parametri monitorati
Parco Bissuola	VENEZIA	Background- urbano	NOx, CO, O ₃ , SO ₂ , PM10, IPA, benzene
Sacca Fisola	VENEZIA	Background- urbano	NOx, O ₃ , SO ₂
Feltre	BELLUNO	Background-urbano	NOx, CO, O ₃ , PM10
Quartiere Italia	VICENZA	Background- urbano	NOx, , PM10, benzene
Parco Querini ²	VICENZA	Background- urbano	NOx, CO, O ₃ , benzene
Borsea	ROVIGO	Background- urbano	NOx, CO, O ₃ , SO ₂ , PTS
Adria	ROVIGO	Background- urbano	NOx, CO, O ₃ , SO ₂
Mandria	PADOVA	Background-suburbano	NOx, CO, O ₃ , SO ₂ , PTS, PM10, IPA, benzene
Cason	VERONA	Background-urbano	NOx, O ₃ , PTS, benzene
San Bonifacio	VERONA	Background-urbano	NOx, CO, SO ₂ , O ₃
Conegliano	TREVISO	Background-urbano	SO ₂ , PM10

- stazioni di monitoraggio ad elevato traffico veicolare:

Stazione	DAP	tipologia	Parametri monitorati
Via Circonvallazione	VENEZIA	Traffico-urbano	CO, PM10, IPA, benzene
La Cerva	BELLUNO	Traffico-urbano	NOx, CO, O ₃ , SO ₂ , PM10
Viale Milano	VICENZA	Traffico-urbano	CO, benzene
Via Martiri	ROVIGO	Traffico-urbano	NOx, CO, O ₃ , SO ₂ , PTS
Arcella	PADOVA	Traffico-urbano	NOx, CO, PM10, IPA, benzene
San Giacomo	VERONA	Traffico-urbano	NOx, CO, SO ₂ , PTS, PM10, benzene
Via Sauro	TREVISO	Traffico-urbano	NOx, CO, O ₃ , SO ₂ , PM10, benzene

² Parco Querini pur non essendo una stazione prevista dal Progetto di ottimizzazione della rete di monitoraggio della qualità dell'aria è stata inserita perché è l'unico sito a Vicenza nel quale avviene il monitoraggio dell'ozono. Occorrerebbe in alternativa inserire l'analizzatore di ozono nell'altra stazione di background- urbano, Quartiere Italia.

– stazioni di monitoraggio extra-urbane o di background extraurbano:

Stazione	DAP	tipologia	Parametri monitorati
Mira	VENEZIA	Background- urbano	NO _x , O ₃ , SO ₂
Maerne ³	VENEZIA	Background- suburbano	NO _x , O ₃ , PTS, SO ₂ ,
Bassano	VICENZA	Background- urbano	NO _x , O ₃ , PTS
Castelnuovo Bariano	ROVIGO	Background-suburbano	NO _x , SO ₂ , PTS
Porto Tolle	ROVIGO	Background-suburbano	NO _x , SO ₂ , PTS
Cittadella	PADOVA	Background-urbano	NO _x , CO, O ₃ , SO ₂ , PTS
Este	PADOVA	Background-urbano	NO _x , CO, O ₃ , SO ₂ , PTS
Bovolone	VERONA	Background-suburbano	NO _x , CO, SO ₂

Al fine di ottenere una rappresentazione di sintesi, sono stati mediati e rappresentati su grafico i valori dei parametri statistici sopra indicati per categoria di stazioni: background urbano, di traffico ed extra-urbane, per gli inquinanti convenzionali e non.

Le elaborazioni prodotte hanno l'obiettivo di:

- evidenziare, in modo sintetico e comprensibile, l'andamento temporale dei livelli di inquinamento registrati negli ultimi cinque anni presso le stazioni di monitoraggio della regione Veneto, utilizzando due indicatori statistici di base: la media annuale ed il 98° percentile (indice del valore massimo);
- caratterizzare, inquinante per inquinante, i livelli di concentrazione media che si registrano nel corso dell'anno-tipo, rispetto alle tre tipologie di stazioni di misura individuate.

2.3.3.1 Media annuale e 98° percentile nel quinquennio 1996-2001: biossido di zolfo

Il biossido di zolfo mostra un andamento decrescente sia nel valore della media annuale sia del 98° percentile. Tale decremento delle concentrazioni si registra non solo negli ambiti urbani (più o meno esposti al traffico veicolare), ma anche in quelli extra-urbani.

Tale decremento può essere attribuito all'introduzione negli usi civili ed industriali di combustibili e carburanti a basso tenore di zolfo e del gas naturale, praticamente privo di zolfo.

Per le stazioni di background urbano i livelli di concentrazione medi annuali vanno da 14 a 6 µg/m³, mentre il 98° percentile varia tra 44 e 16 µg/m³. Le stazioni soggette alle emissioni da traffico veicolare presentano medie annuali variabili tra 15 e 5 µg/m³ e il 98° percentile oscilla tra 36 e 12 µg/m³. Le stazioni extra-urbane presentano valori medi annuali compresi tra 10 e 5 µg/m³, e valori di 98° percentile variabili tra 34 e 15 µg/m³.

³ Maerne non fa parte delle stazioni previste dal Progetto di ottimizzazione della rete di monitoraggio della qualità dell'aria; può essere preso in considerazione in attesa che la stazione di Chioggia o di San Donà vengano implementate con i nuovi parametri.

Figura 54: biossido di zolfo, 1996-2001, stazioni di background urbano

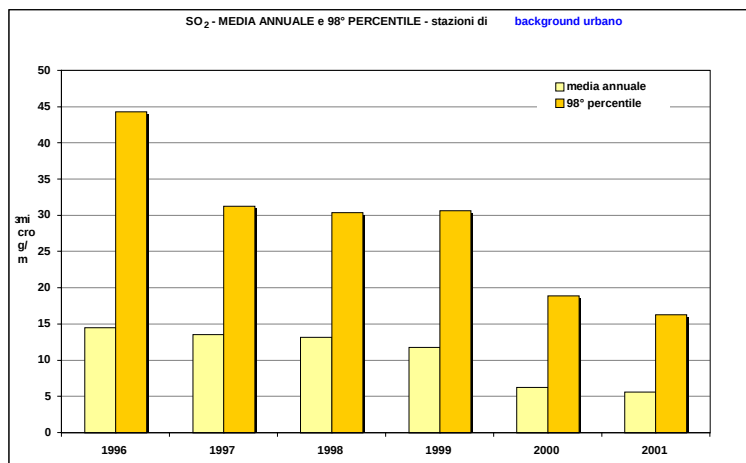


Figura 55: biossido di zolfo, 1996-2001, stazioni di traffico urbano

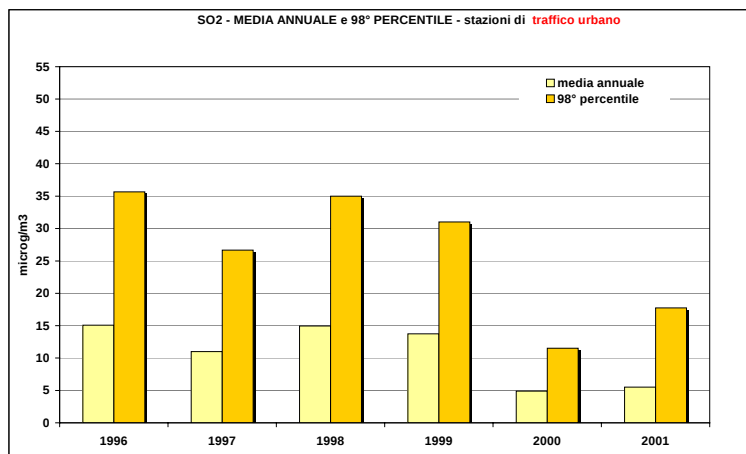
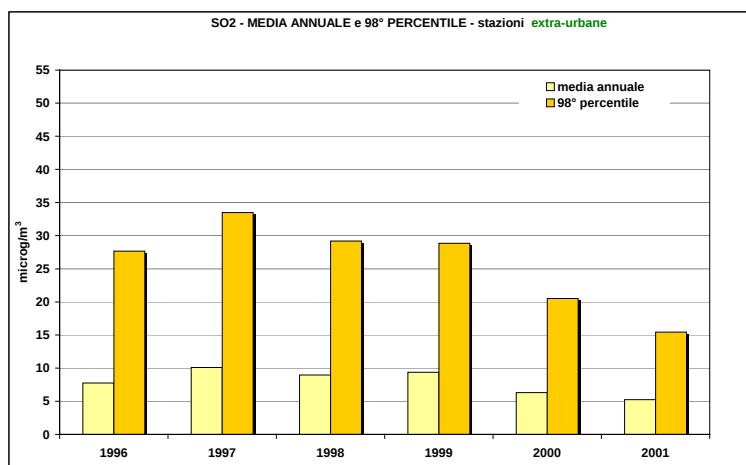


Figura 56: biossido di zolfo, 1996-2001, stazioni extra-urbane



2.3.3.2 Media annuale e 98° percentile nel quinquennio 1996-2001: polveri totali sospese

Le **polveri totali sospese** mostrano un andamento variabile sia nel valore della media annuale sia del 98° percentile. Tale andamento si registra per tutte le tipologie di stazioni di misura.

Per le stazioni di **background urbano** i livelli di concentrazione medi annuali vanno da 41 a 58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre il 98° percentile varia tra 134 e 99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Le stazioni soggette alle emissioni da **traffico** veicolare presentano medie annuali variabili tra 63 e 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e il 98° percentile oscilla tra 149 e 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Le stazioni **extra-urbane** presentano valori medi annuali compresi tra 38 e 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, e valori di 98° percentile variabili tra 132 e 89 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Polveri Totali Sospese hanno un'origine ed un comportamento in parte differenziato rispetto alla frazione fine denominata PM_{10} . Il DM 60/2002, (art. 38) indica comunque la possibilità di valutare il livello di polveri totali sospese partendo dai dati di PM_{10} e moltiplicando gli stessi per un fattore pari a 1.2.

Figura 57: polveri totali sospese, 1996-2001, stazioni di background urbano

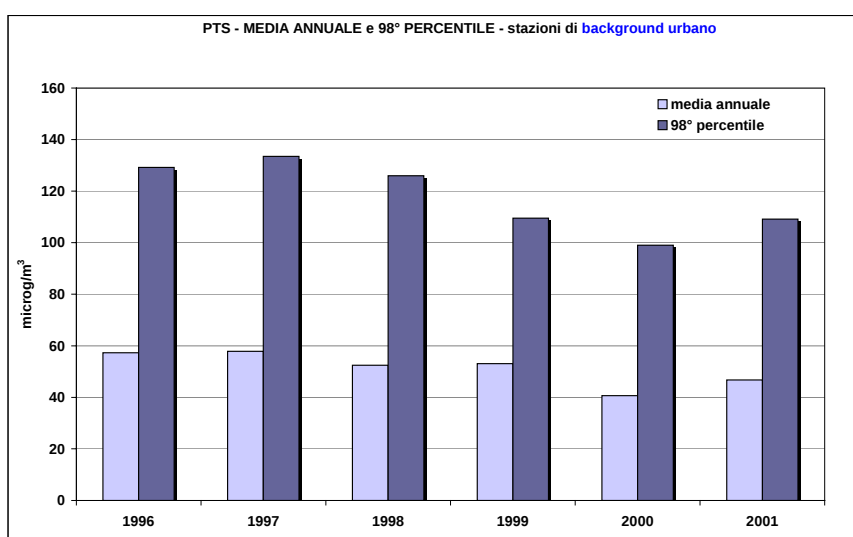


Figura 58: polveri totali sospese, 1996-2001, stazioni di traffico urbano

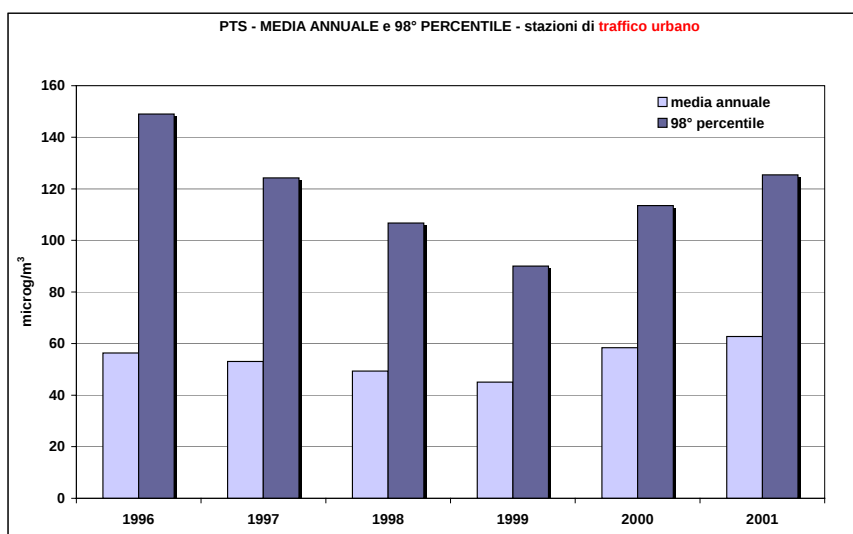
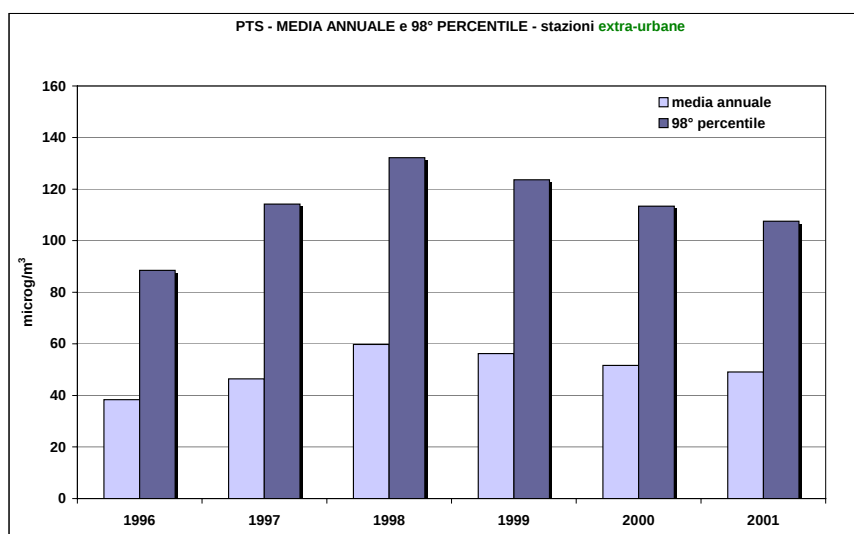


Figura 59: polveri totali sospese, 1996-2001, stazioni extra-urbane

2.3.3.3 Media annuale e 98° percentile nel quinquennio 1996-2001: biossido di azoto

Il **biossido di azoto** mostra un andamento stazionario sia nel valore della media annuale sia del 98° percentile. Tale andamento si registra per tutte le stazioni di background urbano ed extra-urbano. Quelle di traffico mostrano invece, fino all'anno 2000, un andamento crescente.

Per le stazioni di **background urbano** i livelli di concentrazione medi annuali vanno da 38 a 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre il 98° percentile varia tra 111 e 85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Le stazioni soggette alle emissioni da **traffico** veicolare presentano medie annuali variabili tra 72 e 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e il 98° percentile oscilla tra 163 e 97 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Le stazioni **extra-urbane** presentano valori medi annuali compresi tra 47 e 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, e valori di 98° percentile variabili tra 124 e 87 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

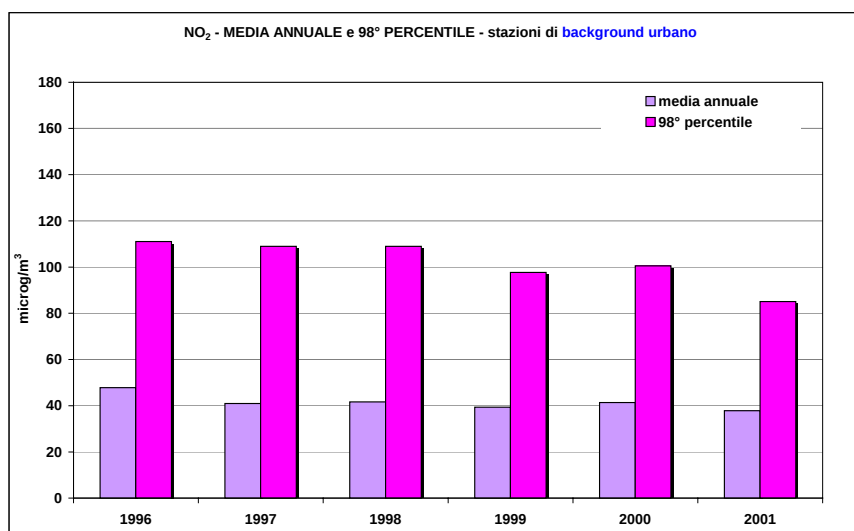
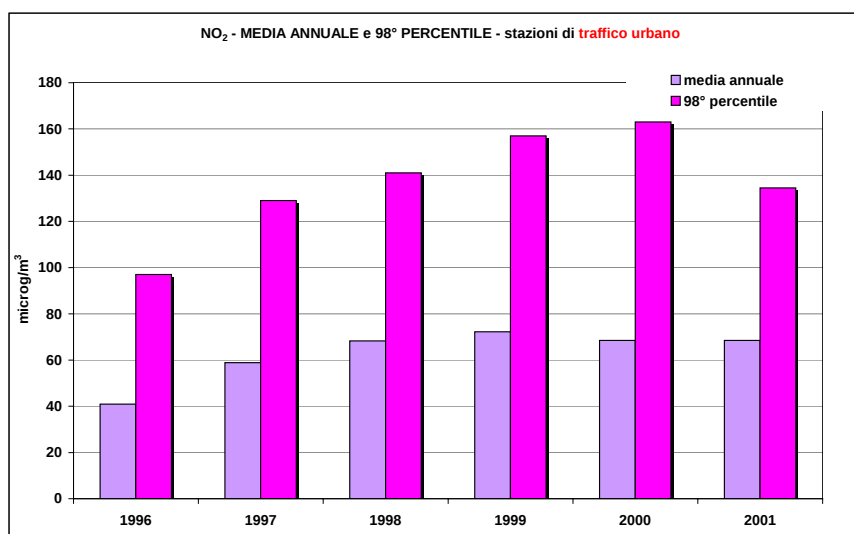
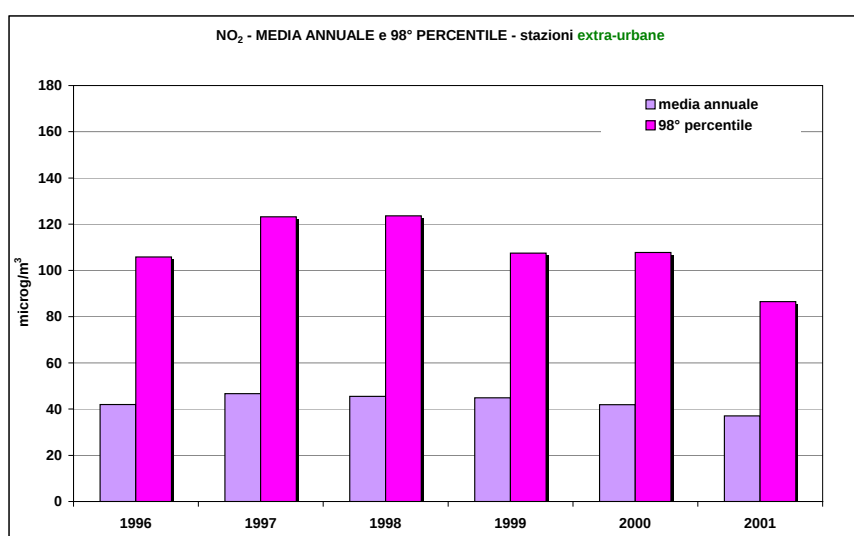
Figura 60: biossido di azoto, 1996-2001, stazioni di background urbano

Figura 61: biossido di azoto, 1996-2001, stazioni di traffico urbano**Figura 62: biossido di azoto, 1996-2001, stazioni extra-urbane**

2.3.3.4 Media annuale e 98° percentile nel quinquennio 1996-2001: ossidi di azoto

Gli ossidi di azoto mostrano un andamento decrescente sia nel valore della media annuale sia del 98° percentile per le stazioni di background urbano, mentre è di tipo variabile per le rimanenti due tipologie.

Per le stazioni di background urbano i livelli di concentrazione medi annuali vanno da 72 a 46 ppb, mentre il 98° percentile varia tra 291 e 188 ppb. Le stazioni soggette alle emissioni da traffico veicolare presentano medie annuali variabili tra 114 e 76 ppb e il 98° percentile oscilla tra 422 e 312 ppb. Le stazioni extra-urbane presentano valori medi annuali compresi tra 99 e 26 ppb, e valori di 98° percentile variabili tra 369 e 118 ppb.

Figura 63: ossidi di azoto, 1996-2001, stazioni di background urbano

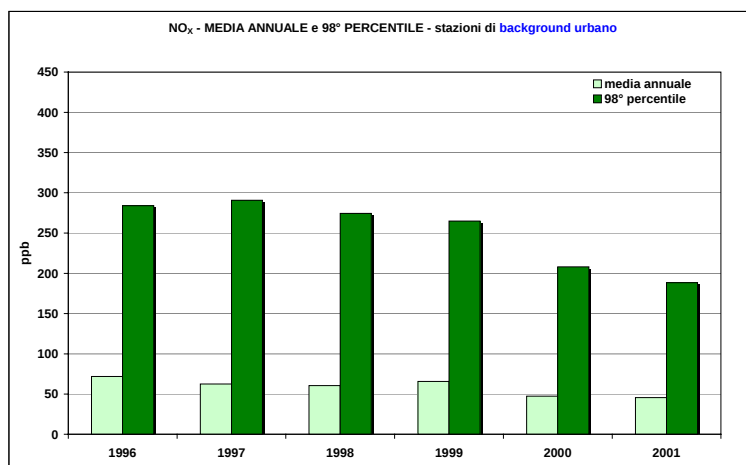


Figura 64: ossidi di azoto, 1996-2001, stazioni di traffico urbano

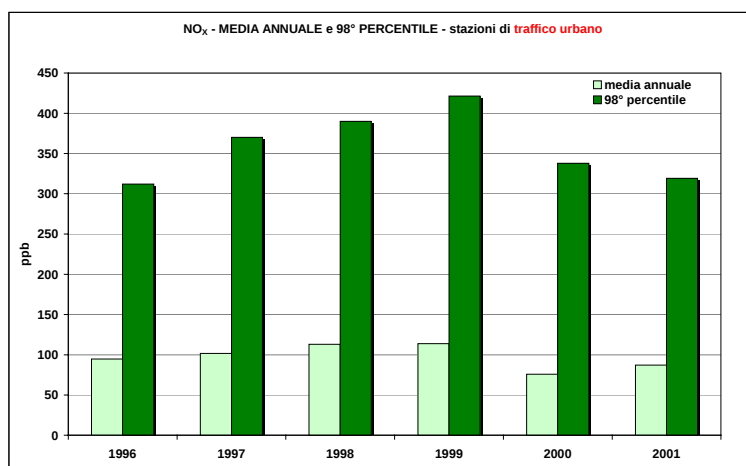
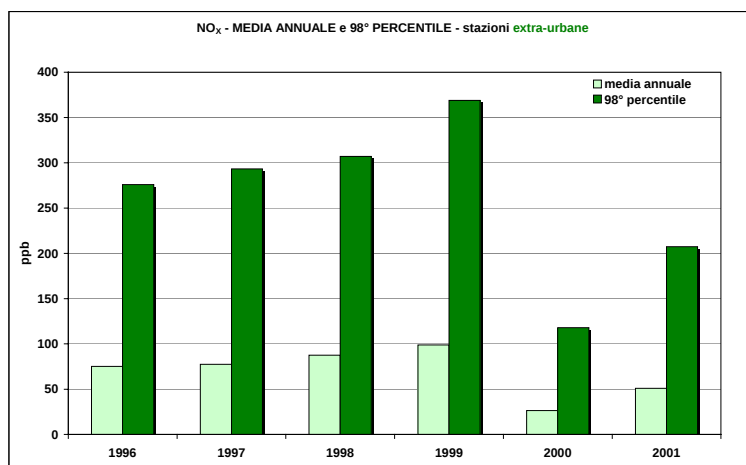


Figura 65: ossidi di azoto, 1996-2001, stazioni extra-urbane



2.3.3.5 Media annuale e 98° percentile nel quinquennio 1996-2001: ozono

L'**ozono** mostra un andamento variabile sia nel valore della media annuale sia del 98° percentile per tutte le tipologie di stazione di misura.

Per le stazioni di **background urbano** i livelli di concentrazione medi annuali vanno da 44 a 39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre il 98° percentile varia tra 164 e 128 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Le stazioni soggette alle emissioni da **traffico** veicolare presentano medie annuali variabili tra 55 e 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e il 98° percentile oscilla tra 149 e 115 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Le stazioni **extra-urbane** presentano valori medi annuali compresi tra 56 e 39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, e valori di 98° percentile variabili tra 166 e 128 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figura 66: ozono, 1996-2001, stazioni di background urbano

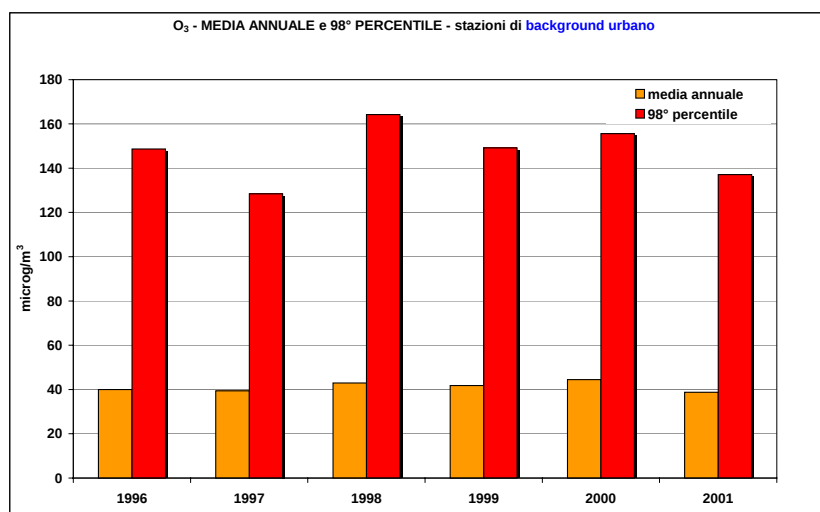


Figura 67: ozono, 1996-2001, stazioni di traffico urbano

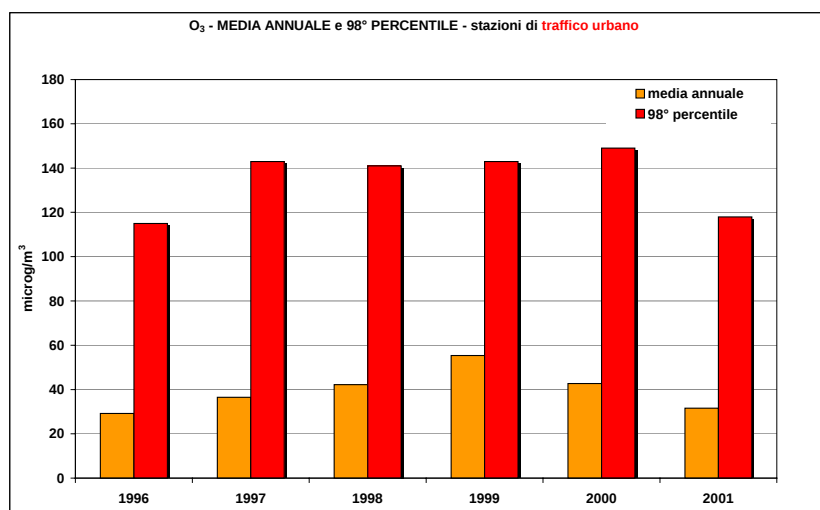
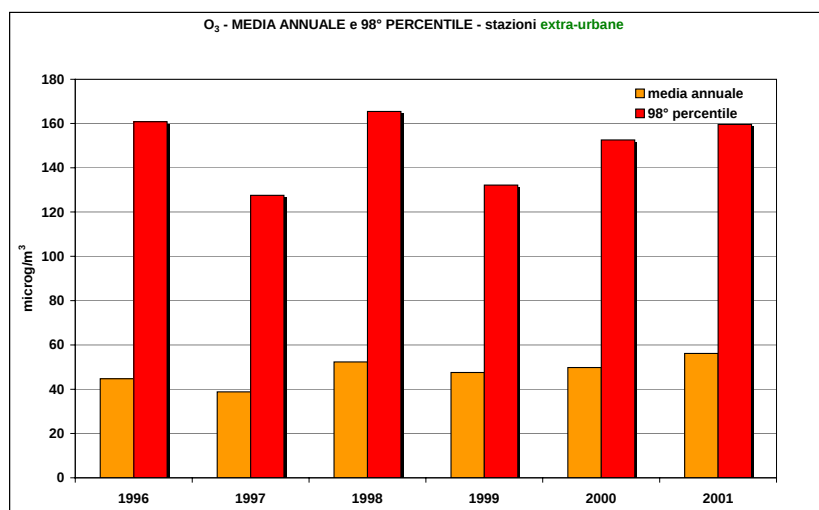


Figura 68: ozono, 1996-2001, stazioni extra-urbane

2.3.3.6 Media annuale e 98° percentile nel quinquennio 1996-2001: monossido di carbonio

Il monossido di carbonio mostra un andamento stazionario sia nel valore della media annuale sia del 98° percentile per tutte le tipologie di stazione di misura.

Per le stazioni di background urbano i livelli di concentrazione medi annuali vanno da 1.1 a 0.7 mg/m³, mentre il 98° percentile varia tra 4.4 e 2.4 mg/m³. Le stazioni soggette alle emissioni da traffico veicolare presentano medie annuali variabili tra 1.8 e 1.4 mg/m³ e il 98° percentile oscilla tra 6.0 e 4.2 mg/m³. Le stazioni extra-urbane presentano valori medi annuali compresi tra 1.5 e 0.6 mg/m³, e valori di 98° percentile variabili tra 4.4 e 2.5 mg/m³.

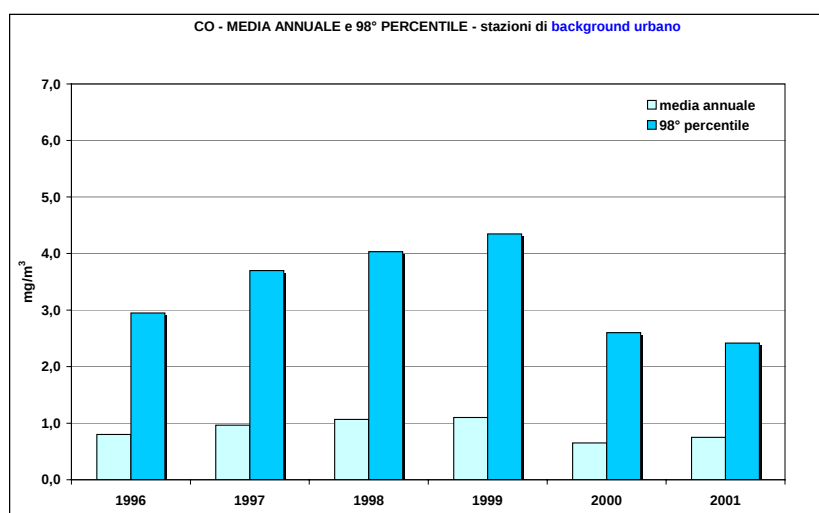
Figura 69: monossido di carbonio, 1996-2001, stazioni di background urbano

Figura 70: monossido di carbonio, 1996-2001, stazioni di traffico urbano

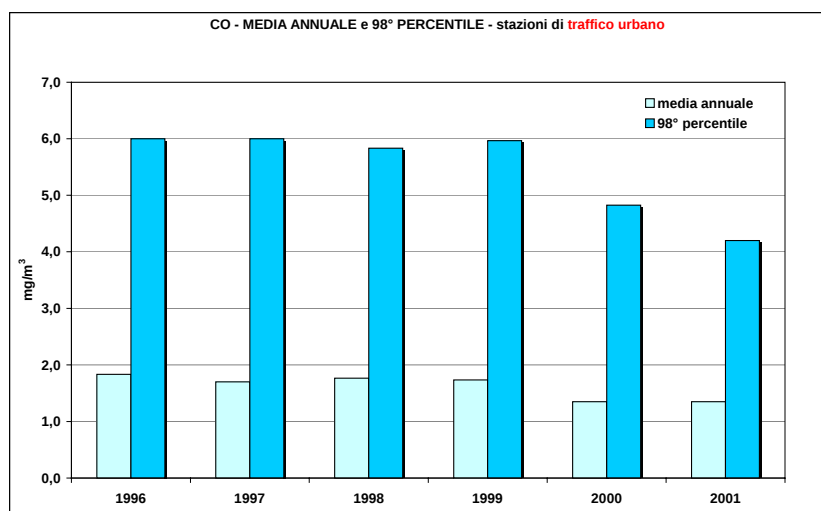
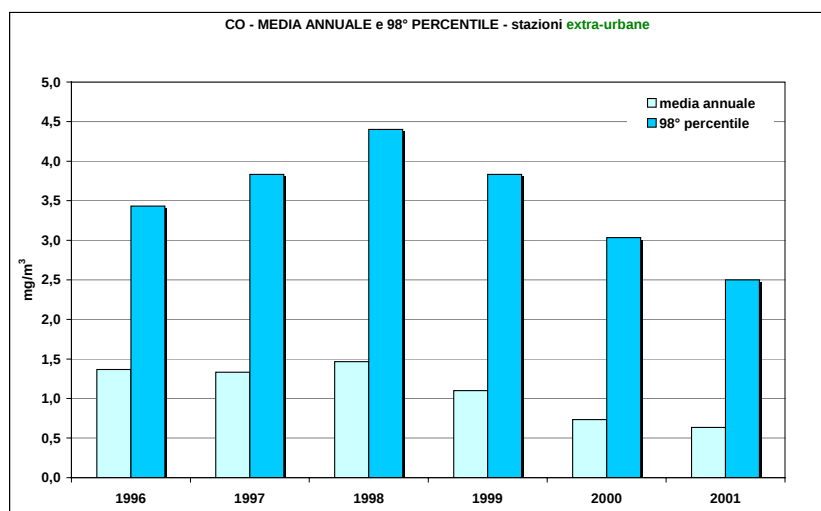


Figura 71: monossido di carbonio, 1996-2001, stazioni extra-urbane



In sintesi, dall'analisi dell'andamento dei livelli medi e massimi (espressi attraverso il 98° percentile) degli inquinanti atmosferici misurati presso le stazioni fisse della rete di monitoraggio ARPAV negli ultimi 5 anni, si desume:

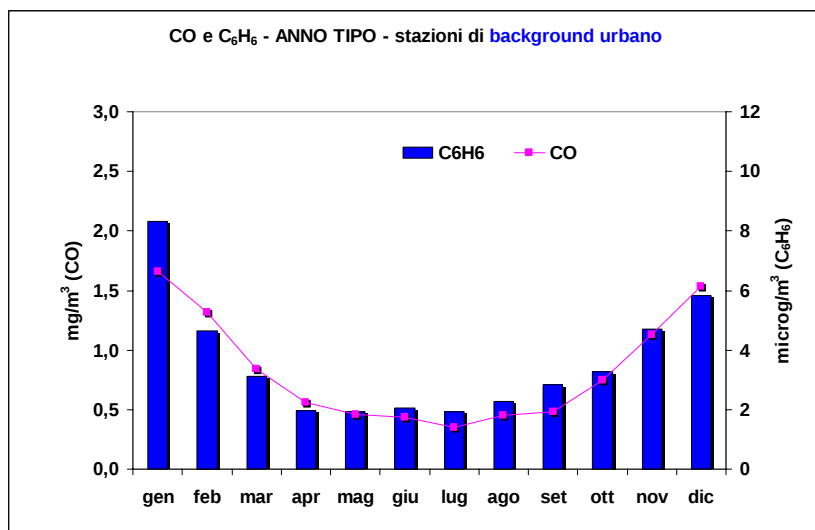
- una evidenza certa nel decremento graduale e costante dei livelli di biossido di zolfo e (in misura meno accentuata) di monossido di carbonio;
- una variabilità non chiaramente identificabile come tendenza all'aumento o alla riduzione per gli altri inquinanti (biossido e ossidi di azoto, ozono e polveri totali sospese), dipendente, in larga misura dalle condizioni meteorologiche manifestatesi nei cinque anni in esame.

2.3.3.7 Anno-tipo: monossido di carbonio e benzene

L'elaborazione dell'anno-tipo per i due inquinanti primari, dovuti alle emissioni del traffico veicolare (da cui deriva l'ottima correlazione nell'andamento temporale delle concentrazioni delle due sostanze in aria), è stata effettuata solo per le stazioni di background urbano e di traffico

urbano, al fine di evidenziare i differenti livelli che si registrano mediamente nel corso dell'anno solare.

Figura 72: anno-tipo CO e C₆H₆, stazioni di background urbano

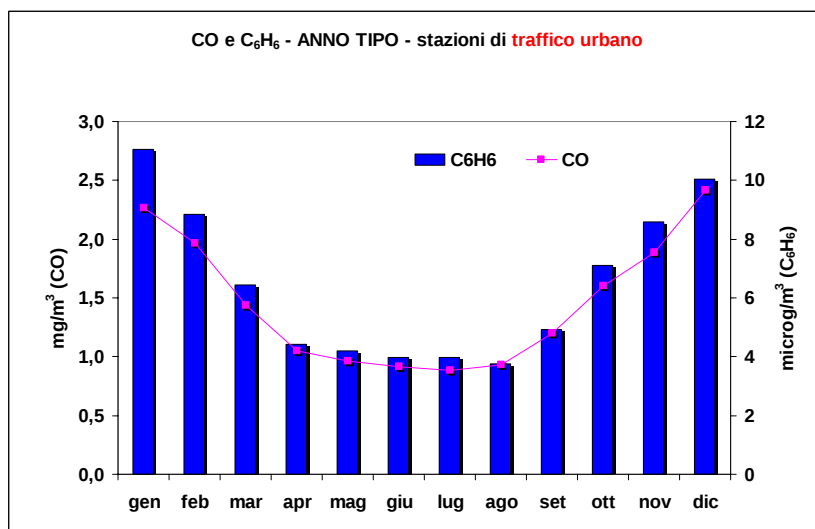


Per la stazioni di *background urbano* le concentrazioni più elevate si manifestano nei mesi invernali, raggiungendo valori di 1.7 mg/m³ per il CO e di 8 µg/m³ per il C₆H₆.

In primavera/estate si registra invece un notevole decremento, con il minimo del CO a 0.4 mg/m³ e di 2 µg/m³ per il benzene.

Nelle stazioni di *traffico urbano* l'andamento è pressoché il medesimo, con livelli di concentrazione quasi raddoppiati (inverno: 2.4 mg/m³ per il CO e di 11 µg/m³ per il C₆H₆; estate: 0.9 mg/m³ per il CO e di 4 µg/m³ per il C₆H₆).

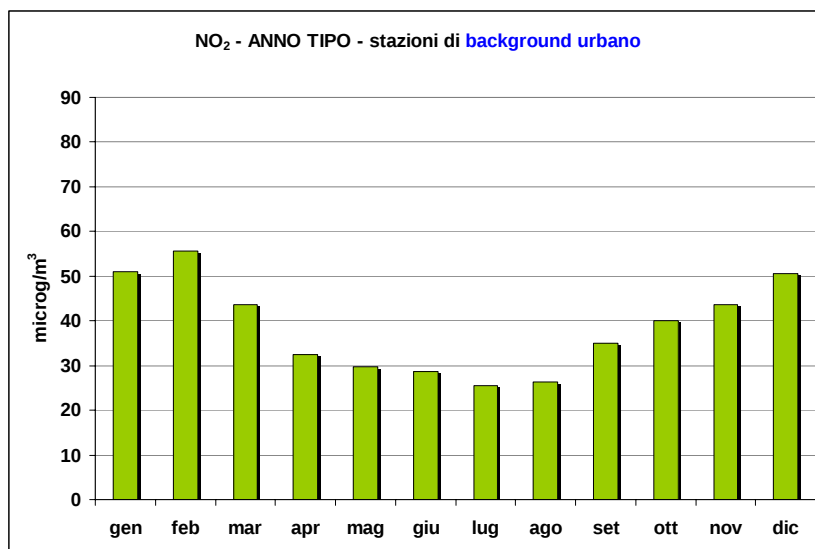
Figura 73: anno-tipo CO e C₆H₆, stazioni di traffico urbano



2.3.3.8 Anno-tipo: biossido di azoto

L'elaborazione dell'anno-tipo per il biossido di azoto, derivante in parte dalle emissioni del traffico ed in parte dai riscaldamenti domestici, è stata effettuata solo per le stazioni di background urbano e di traffico urbano, al fine di evidenziare i differenti livelli che si registrano mediamente nel corso dell'anno solare.

Figura 74: anno-tipo biossido di azoto, stazioni di background urbano

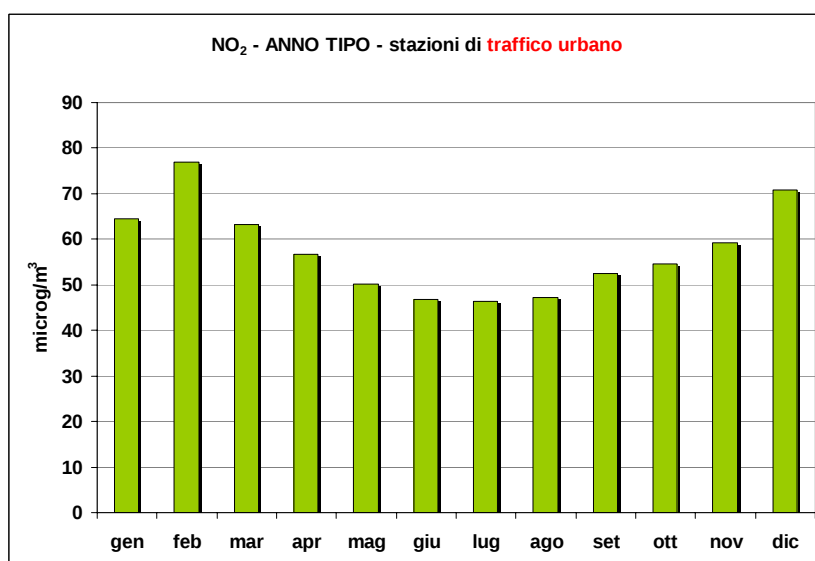


Per la stazioni di *background urbano* le concentrazioni più elevate si manifestano nei mesi invernali, raggiungendo valori di 56 µg/m³.

In primavera/estate si registra invece un notevole decremento, con un minimo di 25 µg/m³.

Nelle stazioni di *traffico urbano* l'andamento è pressoché il medesimo, con livelli di concentrazione del 20-30% più elevati (inverno: 77 µg/m³; estate: 46 µg/m³).

Figura 75: anno-tipo biossido di azoto, stazioni di traffico urbano

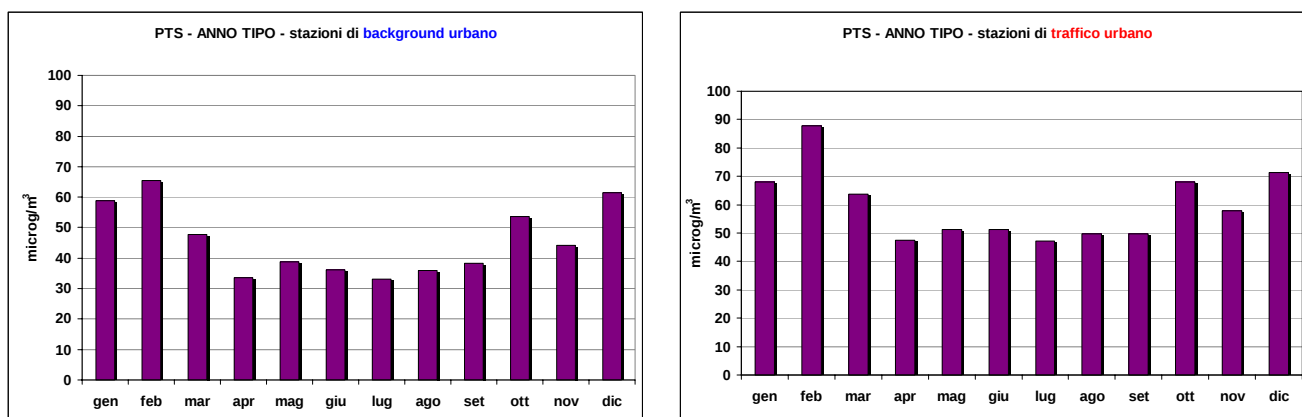


2.3.3.9 Anno-tipo: polveri totali sospese e polveri fini PM₁₀

Anche l'elaborazione dell'anno-tipo per le polveri totali sospese e le polveri fini PM₁₀, è stata effettuata solo per le stazioni di *background urbano* e di *traffico urbano*, al fine di evidenziare i differenti livelli che si registrano mediamente nel corso dell'anno solare.

Le differenze nei livelli registrati (talvolta le polveri fini superano in concentrazione le totali) è da attribuirsi non solo al differente metodo di misura, difficilmente comparabile, ma sembra confermare l'importanza del contributo dei meccanismi di formazione secondaria per le polveri inalabili PM₁₀.

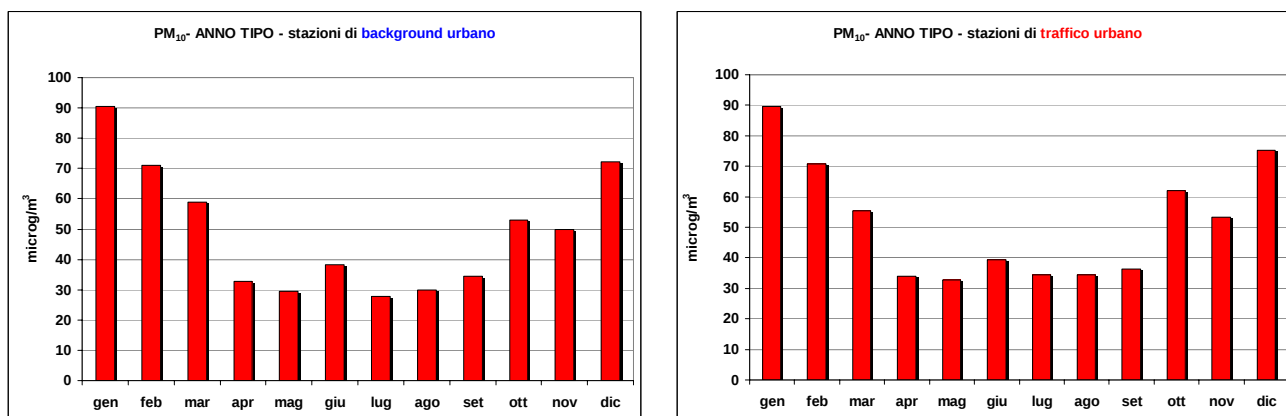
Figura 76: anno-tipo polveri totali sospese, stazioni di background e di traffico urbano



Anche in questo caso, nei mesi invernali le concentrazioni di PM₁₀ si attestano su valori ben al di sopra dei valori medi annuali prescritti dalla normativa, con una persistenza che si protrae per tutti i sei mesi autunnali ed invernali e con un elevato grado di omogeneità tra le stazioni di background e di traffico urbano (in gennaio rispettivamente di 91 e 90 µg/m³).

In estate i livelli si attestano leggermente al di sotto di tale soglia (stazioni di *background urbano*: 28 µg/m³; stazioni di *traffico urbano*: 34 µg/m³).

Figura 77: anno-tipo polveri fini PM₁₀, stazioni di background e di traffico urbano

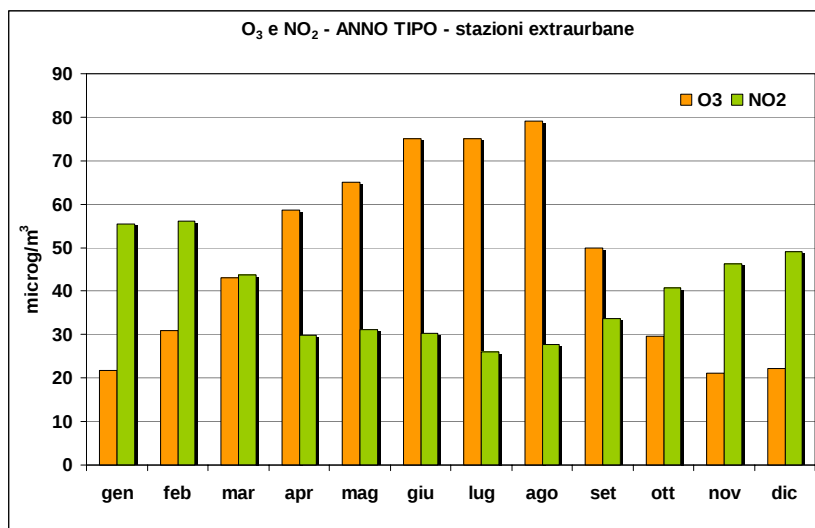


2.3.3.10 Anno-tipo: ozono e biossido di azoto nelle aree extraurbane

L'anno-tipo dell'ozono è stato posto in raffronto con quello del biossido di azoto nelle stazioni extra-urbane. La dinamica di formazione e trasformazioni dei due inquinanti è strettamente

connessa e nota: in condizioni meteorologiche di stabilità e di forte insolazione, le radiazioni ultraviolette possono determinare la dissociazione del biossido di azoto e la formazione di ozono, che può ricombinarsi con il monossido di azoto e ristabilire una situazione di equilibrio.

Figura 78: anno-tipo ozono e biossido di azoto, stazioni extra-urbane



Nei mesi invernali le concentrazioni di ozono sono minime, con un rapido aumento già nei mesi primaverili fino a raggiungere il valore massimo nei mesi di luglio ed agosto; il biossido di azoto presenta un andamento perfettamente simmetrico ed opposto.

2.3.4 Dati storici di qualità dell'aria: gli ambiti produttivi

La conoscenza ad oggi acquisita sulla qualità dell'aria nei distretti produttivi ed industriali necessita di alcuni approfondimenti, specie per quegli ambiti territoriali che sono ritenuti prioritari, ovvero:

- l'area del polo industriale di Marghera
- il polo conciario del Vicentino
- area dei Cementifici (Comuni di Este e Monselice)
- area del Delta del Po
- i distretti del mobile (Mottense-Opitergino-Quartiere del Piave, Bovolone-Cerea)

Per quanto riguarda l'area del veneziano si segnala la stazione di monitoraggio ARPAV posizionata sotto vento rispetto all'area industriale di Porto Marghera, e precisamente in località Malcontenta. Ai fini del progetto di riqualificazione delle rete di monitoraggio e del SIMAGE I e II Lotto (v. [Capitolo 7](#)), tale postazione di monitoraggio sarà aggiornata per meglio seguire l'andamento degli inquinanti tipici dell'area di Porto Marghera.

Nel corso degli anni più recenti, come sintetizzato in [Tabella 43](#), i Dipartimenti ARPAV Provinciali hanno avviato alcune campagne di misura degli inquinanti nelle aree del territorio veneto nelle quali sono presenti le attività produttive di maggiore rilevanza.

Tabella 43: campagne di misura nelle aree interessate dalla presenza di insediamenti produttivi sopra menzionate

Provincia	Località	Periodo	Inquinanti monitorati	Documentazione
PD	Este (4 loc.)	24/01/02 - 15/05/02	SO ₂ , NO ₂ , O ₃ , PTS, CO, NMHC	Elaborato tecnico di sintesi
VE	Marghera, Piazzale F.lli Parmesan	03/06/02 - 15/07/02	CO, SO ₂ , NO _x , O ₃ , NMHC, CH ₄ , BTEX, PM ₁₀ , IPA	Elaborato tecnico di sintesi
VE	Marghera, Via dell'Elettricità	07/05/01 - 28/05/01	CO, SO ₂ , NO _x , O ₃ , NMHC, PTS, BTEX, PM ₁₀ , IPA	Elaborato tecnico di sintesi
VE	Marghera, Banchina dell'Azoto	02/05/01 - 23/05/01	CO, SO ₂ , NO _x , O ₃ , NMHC, PTS	Elaborato tecnico di sintesi
VE	Mira	04/11/96 - 05/12/96	CO, SO ₂ , NO ₂ , NO _x , PTS, O ₃ , NMHC, TOTHC	Elaborato tecnico di sintesi
VE	Mira	05/12/96 - 19/12/96	CO, SO ₂ , NO ₂ , NO _x	Elaborato tecnico di sintesi
VE	Mira	08/11/96 - 22/12/96	CO, SO ₂ , NO ₂ , NO _x , PTS, O ₃ , NMHC, TOTHC	Elaborato tecnico di sintesi
VE	Mira (Malcontenta)	19/12/96 - 06/02/97	CO, SO ₂ , NO ₂ , NO _x , PTS, O ₃ , NMHC, TOTHC	Elaborato tecnico di sintesi
VE	Mira (Malcontenta)	22/12/96 - 05/02/97	CO, SO ₂ , NO ₂ , NO _x , PTS, O ₃ , NMHC, TOTHC	Elaborato tecnico di sintesi
VE	Mira (Oriago)	10/10/96 - 08/11/96	CO, SO ₂ , NO ₂ , NO _x , PTS, O ₃ , NMHC, TOTHC	Elaborato tecnico di sintesi
VI	Chiampo	03/11/88 - 19/01/89	SO ₂ , NO, NO ₂ , CO, PTS, O ₃ , NMHC, CH ₄	Elaborato tecnico di sintesi
VI	Trissino	16/02/90 - 11/03/90	SO ₂ , NO, NO ₂ , CO, PTS, O ₃ , NMHC, CH ₄	Elaborato tecnico di sintesi
VI	Chiampo	06/11/91 - 20/11/91	SO ₂ , NO, NO ₂ , CO, PTS, O ₃ , NMHC, CH ₄	Elaborato tecnico di sintesi
VI	Altavilla	15/06/92 - 30/06/92	SO ₂ , NO, NO ₂ , CO, PTS, O ₃ , NMHC, CH ₄	Elaborato tecnico di sintesi
VI	Lonigo	29/08/96 - 18/11/96	SO ₂ , NO, NO ₂ , CO, PTS, O ₃ , NMHC, CH ₄	Elaborato tecnico di sintesi
VI	Arzignano	19/11/96 - 12/01/97	SO ₂ , NO, NO ₂ , CO, PTS, O ₃ , NMHC, CH ₄	Elaborato tecnico di sintesi
VI	Lonigo	08/07/97 - 08/10/97	H ₂ S, NO, NO ₂ , CO, PTS, NMHC	Elaborato tecnico di sintesi
VI	Chiampo	12/12/98 - 16/03/99	H ₂ S, SO ₂ , NO, NO ₂ , CO, PTS, NMHC, CH ₄ , BTX	Elaborato tecnico di sintesi
VI	Chiampo – Arso	anni 2000 - 2001	H ₂ S, SO ₂ , NO, NO ₂ , CO, O ₃ , PTS, NMHC, CH ₄ , BTX	Elaborato tecnico di sintesi
VI	Montecchio M. V.le Europa	anni 2000 - 2001	H ₂ S, SO ₂ , NO, NO ₂ , CO, O ₃ , PTS, NMHC, CH ₄ , BTX	Elaborato tecnico di sintesi
VI	Comuni del polo conciario	10/00 - 07/01	BTX, composti organici volatili	Elaborato tecnico di sintesi

In particolare, si riporta quanto è in corso per l'area della concia del vicentino (a cura del Dipartimento ARPAV Provinciale di Vicenza)

Nella zona sono presenti le seguenti centraline fisse:

Stazione	Inquinanti monitorati	Parametri meteo misurati
Montebello Vicentino	biossido di azoto monossido di azoto idrogeno solforato	velocità del vento direzione del vento pioggia temperatura
Montecchio Maggiore	biossido di azoto monossido di azoto ozono	velocità del vento direzione del vento temperatura umidità relativa pressione atmosferica radiazione solare totale pioggia

Dal 08/01/2002 è inoltre presente un laboratorio mobile, denominato laboratorio n. 2, appositamente attrezzato per misurare i seguenti inquinanti tipici della zona:

- idrogeno solforato;
- benzene;
- toluene;
- etilbenzene;
- xileni.

In precedenza, il monitoraggio veniva eseguito con un altro laboratorio mobile, denominato laboratorio n. 1, attrezzato per la misura dei seguenti inquinanti:

- biossido di zolfo o idrogeno solforato;
- monossido di carbonio;
- monossido e biossido di azoto;
- ozono;
- metano e idrocarburi non metanici;
- benzene;
- toluene;
- etilbenzene;
- xileni.

Nella tabella sottostante sono riportati tutti i siti controllati con i due laboratori mobili:

Sito monitorato		Periodo di monitoraggio		N° laboratorio
Comune	Località	dal	al	
Arzignano	loc. Tezze	29/08/02	19/09/02	2
	via Monte Ortigara	18/11/96	02/12/96	1
	Z.I.-II strada	19/09/02	10/10/02	2
	zona Industriale	02/12/96	13/01/97	1
Chiampo	località Portinari	24/01/02	07/02/02	2
	via Bellini	11/12/98	02/03/99	1
	via Pieve	07/02/02	28/02/02	2
	via Puccini	28/02/02	21/03/02	2
	via Veneto	09/08/00	18/09/00	1
	via Veneto	20/12/00	10/01/01	1
	via Veneto	16/03/01	04/04/01	1
	via Veneto	08/06/01	04/07/01	1
	via Volta	02/03/99	16/03/99	1
Lonigo	via Ca' Bandia	29/08/96	18/11/96	1
	via della Vittoria	07/09/99	28/09/99	1
	via della Vittoria	21/12/99	11/01/00	1
	via della Vittoria	17/03/00	07/04/00	1
	via della Vittoria	16/06/00	06/07/00	1
	via Pietro dalla Torre	08/07/97	08/10/97	1
	via Pietro dalla Torre	16/05/02	06/06/02	2
Montebello	p.le del Donatore	21/03/02	04/04/02	2
	p.le del Donatore	02/05/02	16/05/02	2
	via Zin	27/06/02	18/07/02	2
Montecchio Maggiore	viale Europa	28/11/00	19/12/00	1
	viale Europa	20/02/01	15/03/01	1
	viale Europa	17/05/01	07/06/01	1
	viale Europa	04/09/01	19/11/01	1
Trissino	via Stazione	08/01/02	24/01/02	2
	via Stazione	04/04/02	23/04/02	2
	via Stazione	18/07/02	08/08/02	2
Zermeghedo	via Marconi	06/06/02	27/06/02	2
	via Marconi	08/08/02	29/08/02	2
	via Marconi	10/10/02	31/10/02	2

Infine negli anni 2001-02 è stata condotta un'apposita campagna di rilevamento utilizzando i campionatori passivi e rilevando i seguenti inquinanti:

- benzene;
- toluene;

- xileni;
- etilbenzene;
- acetato di etile;
- metiletilchetone;
- acetato di butile;
- isobutanolo;
- 1 metossi 2 propanolo.

I punti monitorati sono i seguenti:

N.	PUNTI DI PRELIEVO
1	CRESPADORO - CENTRO PRESSO LA CHIESA PARROCCHIALE
2	CRESPADORO - LOCALITÀ FERRAZZA
3	ALTISSIMO - CENTRO PRESSO LA CHIESA PARROCCHIALE
4	SAN PIETRO MUSSOLINO - SAN PIETRO VECCHIO PRESSO LA CHIESA PARROCCHIALE
5	SAN PIETRO MUSSOLINO - STRADA STATALE
6	NOGAROLE - CENTRO PRESSO IL MUNICIPIO
7	CHIAMPO - LOCALITÀ ARSO PRESSO LA SCUOLA ELEMENTARE
8	CHIAMPO - PRIMA LATERALE DESTRA OLTRE DITTA S.I.C.IT., SCENDENDO DAL CENTRO
9	CHIAMPO - CENTRO PRESSO IL MUNICIPIO
10	CHIAMPO - ZONA CAMPO SPORTIVO A SUD
11	CHIAMPO - LOCALITÀ PORTINARI PRESSO LA SCUOLA MATERNA/ELEMENTARE
12	CHIAMPO - LA PIEVE
13	ARZIGNANO - LOCALITÀ CASTELLO
14	ARZIGNANO - LOCALITÀ SAN ZENONE
15	ARZIGNANO - OSPEDALE
16	ARZIGNANO - CENTRO ZONA PIAZZA DEL MERCATO
17	ARZIGNANO - CHIESA S. GIOVANNI BATTISTA (DEL MICHELUCCI)
18	ARZIGNANO - LOCALITÀ TEZZE
19	ARZIGNANO - LIMITE EST DELLA ZONA INDUSTRIALE SUD
20	ARZIGNANO - ZONA INDUSTRIALE SUD - ZONA SUD
21	ARZIGNANO - VIA ENRICO FERMI, 22
22	MONTORSO - ZONA INDUSTRIALE
23	MONTORSO - CENTRO STORICO - ZONA CHIESA
24	MONTORSO - LOCALITÀ VALDAME ALTO
25	ZERMEGHEDO - ZONA IMPIANTI SPORTIVI
26	ZERMEGHEDO - ZONA INDUSTRIALE
27	MONTEBELLO - AGUGLIANA
28	MONTEBELLO - ZONA NORD DELL'ABITATO
29	MONTEBELLO - ZONA SUD NEI PRESSI DEL PALAZZETTO DELLO SPORT
30	MONTEBELLO - ZONA INDUSTRIALE
31	MONTEBELLO - ZONA INDUSTRIALE A SUD DELL' ABITATO E AL DI LÀ DELL'AUTOSTRADA
32	GAMBELLARA - LOCALITÀ SORIO
33	GAMBELLARA - ZONA INDUSTRIALE - VIA EUROPA
34	LONIGO - LOCALITÀ ALMISANO
35	LONIGO - ZONA RETROSTANTE L'OSPEDALE VERSO EST
36	LONIGO - ZONA A NORD DEL CENTRO ABITATO
37	LONIGO - PIAZZA 25 APRILE
38	LONIGO - LOCALITÀ BAGNOLO
39	LONIGO - ZONA CONGERIE
40	ALONTE - CENTRO ABITATO
41	ALONTE - ZONA INDUSTRIALE
42	SAREGO - LOCALITÀ CROSARA
43	SAREGO - LOCALITÀ MELEDO - ZONA CHIESA
44	BRENDOLA - ZONA SUD-EST - PIAZZA DEL MERCATO
45	MONTECCHIO MAGGIORE - PIAZZA CARLI
46	MONTECCHIO MAGGIORE - ZONA A NORD DELL'OSPEDALE
47	MONTECCHIO MAGGIORE - LOCALITÀ S. URBANO
48	TRISSINO - DEPURATORE
49	TRISSINO - ZONA CHIESA NUOVA DI SAN PIETRO
50	CASTELGOMBERTO - ZONA SCUOLA/CAMPO SPORTIVO

2.3.5 Rete di monitoraggio delle piogge acide e delle polveri totali (ex EMEP)

2.3.5.1 Caratterizzazione della Rete EMEP

Nel quadro più generale del programma EMEP (Environmental Monitoring European Program), approvato dallo Stato Italiano con Legge 27 Aprile 1982, n. 289, avente come oggetto la caratterizzazione delle precipitazioni atmosferiche al livello europeo, la Giunta Regionale del Veneto con varie deliberazioni ha stabilito la partecipazione al programma, secondo le direttive del Ministero della Sanità. E' stato conseguentemente previsto:

- l'acquisto di apparecchiature per il controllo di inquinati aeriformi (stazione "zero" - Monte Chertz, installata nel 1986),
- l'acquisto di n. 8 stazioni meteorologiche,
- l'acquisto di n. 8 stazioni per il controllo dell'inquinamento di fondo (stazioni "piogge acide"),
- l'acquisto di strumentazione analitica per le analisi dei campioni provenienti dalle stazioni di controllo,
- una serie di Convenzioni con l'Università di Venezia per l'esecuzione delle analisi chimiche e l'elaborazione dei dati raccolti nei periodi della durata delle singole Convenzioni,
- una Convenzione con l'Università di Venezia per la creazione della banca dati contenete gli esiti delle analisi dei campioni delle precipitazioni atmosferiche, raccolti per l'intero periodo dal 1989 fino al 2000, cioè per tutti i periodi di funzionamento della Rete EMEP; tale Convenzione prevede, inoltre, una elaborazione statistica dei dati per individuare gli eventuali trend temporanei della qualità delle precipitazioni atmosferiche e la verifica della possibilità di utilizzare le ex-stazioni EMEP nel progetto di riqualificazione e ottimizzazione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria nel Veneto.

Nel 1988 sono state installate le stazioni così dette "di fondo"; con l'inizio del 1989 erano in funzione le sette delle otto stazioni di fondo. I siti scelti per l'ubicazione delle stazioni di fondo sono: Comune di Erbè (Verona), Badia Polesine - località Villafora (Rovigo), Carrara S. Stefano (Padova), Castelfranco (Treviso), Monte Cesen - Valdobbiadene (Treviso), Cesiomaggiore - località Pez (Belluno), Piazzola sul Brenta - località Campodoro (Padova). A queste, nel 1990, è stata aggiunta l'ultima stazione, situata a Caorle. La [Figura 79](#) mostra la dislocazione delle stazioni della rete ex-EMEP sul territorio Regionale.

Le stazioni di controllo dell'inquinamento di fondo sono ubicate in ambiti che rispettano le seguenti condizioni:

- distanti da autostrade;
- distanti almeno 20 Km da sorgenti industriali di inquinamento atmosferico;
- distanti almeno 20 Km da aree intensamente abitate (popolazione maggiore di 50.000 abitanti);
- distanti almeno 5 km da centri con più di 5.000 abitanti;
- distanti almeno 100 – 200 m da singole abitazioni;
- distanti almeno 4 –5 volte l'altezza di qualsiasi ostacolo vicino.

Inquadramento geografico e geologico delle Stazioni

I sopralluoghi, effettuati in loco nel 1999 hanno permesso di individuare e rilevare le caratteristiche geografiche delle aree di ubicazione delle stazioni, definendo la loro posizione rispetto ai grossi centri urbani e produttivi e verificando, per mezzo di carte topografiche 1:50000, l'ubicazione di eventuali rilievi nelle vicinanze delle stazioni stesse.

L'indagine geologica è stata condotta utilizzando carte geologiche a varia scala (1:100000 1:50000) e la Carta Geologica d'Italia 1:500000 Foglio 1.

La stazione zero è posta su un altopiano in località Piani del Monte Cherz (BL) a 2082 m s.l.m. ed è circondata da monti da Nord a Sud-Est. Sul luogo è presente un solo edificio, un locale pubblico aperto solo nella stagione invernale, quando sono attive le piste sciistiche situate all'intorno. Ai piedi dell'altopiano, in direzione Sud-Ovest rispetto al sito di campionamento, vi è l'abitato di Arabba collegato al paese di Corvara attraverso una strada che corre in direzione Nord-Sud.

La stazione è ubicata su depositi clastici di natura prevalentemente conglomeratico arenaci. I monti che attorniano la stazione da Nord a Sud-Est sono costituiti da calcari selciferi, calcari marnosi e dolomie cristalline. Il fondovalle è invece caratterizzato da dolomie calcari ed arenarie con evaporiti e da calcari detritici ed organogeni.

La stazione 1 si trova in località Pez-Cesiomaggiore, in provincia di Belluno, a 278 m s.l.m., in prossimità di un'area cimiteriale, unica costruzione nel raggio di 200 m. I terreni adiacenti sono utilizzati per la produzione di foraggio, visto che l'abitato di Cesiomaggiore è situato a circa 3 Km a Nord della stazione. In direzione Nord-Est, Sud-Ovest scorre il fiume Piave.

Il sito si compone di calcari marnosi e arenarie marnose misti ad arenarie e conglomerati marnosi con presenza di dolomie cristalline nella zona Nord. Nella zona da Sud-Est a Sud-Ovest si trovano accumuli detritici alluvionali e fluvio-lacustri con presenza di calcari marnosi.

La stazione 2 è posta in località Pianezze Monte Cesen, in provincia di Treviso, ad un'altezza di 1050 m s.l.m. Una vasta estensione boschiva caratterizza il sito, attorniato da rilievi montuosi che si estendono da Nord a Sud-Est.

L'abitato più vicino è quello di Valdobbiadene, a meno di 2 Km a Sud-Ovest dall'area della stazione.

I rilievi da Nord a Sud-Est sono composti da calcari, calcari marnosi e marne selcifere, mentre a Sud vi sono arenarie e conglomerati con presenza di argille. Calcari e calcari marnosi, spesso con selce oltre alla dolomia cristallina, caratterizzano le aree adiacenti.

La stazione 3 è collocata in un'area prevalentemente agricola in località Toresan-Castelfranco, in provincia di Treviso, all'altezza di 46 m s.l.m. Il sito è interessato da coltivazioni intensive di cereali. In prossimità della cabina di campionamento è situato lo stabile dell'ARPAV, mentre in direzione Sud-Ovest, a circa 1,5 Km, si trova l'abitato di Castelfranco Veneto.

Da Est ad Ovest con orientamento a Nord è posta una zona con accumuli detritici ed alluvionali, mentre nelle rimanenti zone si aggiungono detriti ed accumuli alluvionali e fluviolacustri.

La stazione 4, in località Brussa-Caorle, in provincia di Venezia, a circa -0.1 m s.l.m. è collocata in un'area a prevalente vocazione agricola; a poche centinaia di metri dal mare. Quest'ultimo si trova a Sud della stazione, mentre in direzione Nord-Ovest e Sud-Ovest si estende la laguna di Caorle.

La geologia della zona è molto omogenea con accumuli detritici, depositi alluvionali e fluvioalluvionali e depositi eolici a Sud-Est.

La stazione 5 è situata a Campodoro, provincia di Padova, a 24 m s.l.m. a poche decine di metri da un'area cimiteriale circondata da coltivazione di mais.

La situazione geologica è caratterizzata da accumuli detritici alluvionali e depositi lacustri e fluviolacustri ad Est.

La stazione 6, di Due Carrare, in provincia di Padova, posta a 9 m s.l.m., è collocata in prossimità di un cimitero e circondata da coltivazioni di mais. Ad Est, a circa 2,5 Km dall'area di campionamento, si trova l'abitato di Battaglia Terme, mentre l'arco da Nord-Ovest a Sud-Ovest è interessato dal complesso dei colli Euganei (400 m s.l.m. max circa). Questi ultimi sono costituiti essenzialmente da formazioni vulcaniche paleogeniche con lave riolitiche, latitiche e trachitiche. Queste formazioni sono intramezzate da marne, calcari marnosi e calcari rosei, rossi e grigi.

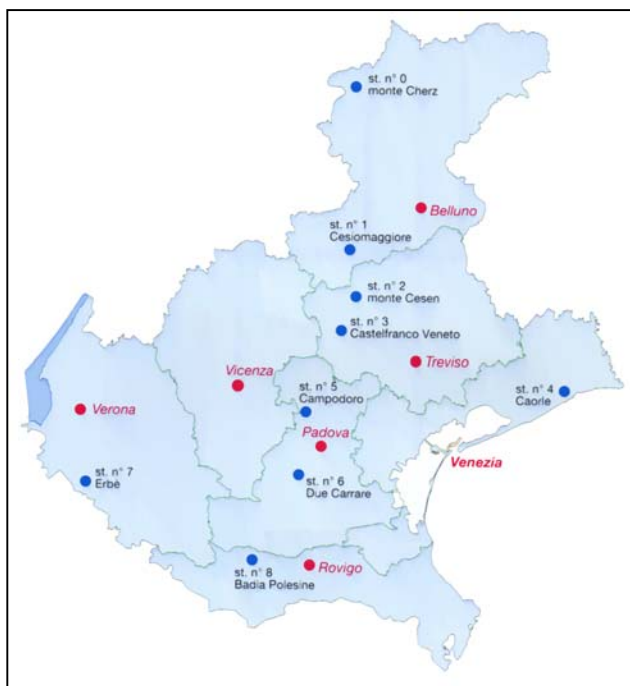
La stazione 7, presso Erbè, in provincia di Verona, a 29 m s.l.m., è circondata da colture di ortaggi e cereali. In loco è presente un unico edificio, adibito all'allevamento dei bovini, mentre a Sud-Ovest si trova il paese di Erbè, e in direzione Ovest, a circa 18 Km, è posta la città di Mantova.

Tutta l'area è dominata da accumuli detritici e da depositi alluvionali e fluviolacustri.

La stazione 8 si trova in località Badia Polesine, in provincia di Rovigo, a 9 m s.l.m., in prossimità di un campo da calcio e circondata da colture foraggiere e di mais. Nel sito non sono presenti rilievi, mentre nella zona Nord scorre il fiume Adige.

Tutta l'area è coperta da accumuli detritici alluvionali e fluviolacustri.

Figura 79: Dislocazione delle stazioni di campionamento e il periodo della loro entrata in funzione



St. N°0	anno di installazione 1985 in località Piani del Monte Cherz BL (alt. 2082 m s.l.m.)
St. N°1	anno di installazione 1987/88 in località Pez-Cesiomaggiore BL (alt. 278 m s.l.m.)
St. N°2	anno di installazione 1987/88 in località Pianezze Monte Cesen TV (alt. 1050 m s.l.m.)
St. N°3	anno di installazione 1987/88 in località Toresan-Castelfranco TV (alt. 46 m s.l.m.)
St. N°4	anno di installazione 1989/90 in località Brussa-Caorle VE (alt. -0.1 m s.l.m.)
St. N°5	anno di installazione 1988/89 in località Campodoro PD (alt. 24 m s.l.m.)
St. N°6	anno di installazione 1988 in località Due Carrare PD (alt. 9 m s.l.m.)
St. N°7	anno di installazione 1988 in località Erbe VR (alt. 29 m s.l.m.)
St. N°8	anno di installazione 1988 in località Badia Polesine RO (alt. 9 m s.l.m.)

Struttura delle stazioni e i parametri analizzati

Le stazioni sono costituite da una cabina, termostata e coibentata, ove sono alloggiate le apparecchiature per la misura dei seguenti parametri meteorologici:

- temperatura (principio di misura: termoresistenza; range -30°C/+50°C; sensibilità 0.1°C),
- umidità relativa (principio di misura: variazione capacitiva; range 0/100%; sensibilità 1%),
- velocità del vento (principio di misura: dinamo tachimetrica; range 0/50 m/s; sensibilità 0.25 m/s),
- direzione del vento (principio di misura: variazione resistiva; range 0°/540°; sensibilità 0.1°),
- pressione atmosferica (principio di misura: cella barometrica; range 950/1080 mbar; sensibilità 0.2 bar),

- quantità delle precipitazioni (ml),
- e dei seguenti parametri chimico-fisici delle precipitazioni:
- pH (con compensazione della temperatura),
 - conducibilità.

Un sistema computerizzato memorizza e gestisce i dati rilevati.

Le stazioni sono inoltre dotate di:

- un sistema per il campionamento delle polveri, costituito da una pompa con regolazione automatica di flusso (mediamente 10 litri d'aria/min), 8 portafiltri per l'uso di filtri di nitrato di cellulosa del diametro di 47 mm e porosità 0.8 micron, utilizzati per il prelievo delle polveri per l'analisi successiva degli ioni solubili in acqua,
- un porta-filtro per l'uso di filtri di nitrato di cellulosa del diametro di 47 mm e porosità 0.45 micron, utilizzato per il prelievo delle polveri per l'analisi di metalli pesanti,
- un sistema per il campionamento del gas, provvisto di una pompa di prelievo a flusso costante e di 8 gorgogliatori (utilizzato nelle campagne di monitoraggio fino al 1995),
- un sistema per la raccolta delle precipitazioni umide, costituito da un campionatore di tipo *wet*, di autonomia inizialmente di 8 giorni, successivamente portata a 12 giorni, termostato, e da un pluviometro con coperchio automatico con chiusura e apertura comandate da un sensore di bagnatura.

I parametri analizzati per ogni singolo campione delle deposizioni umide sono stati: volume, pH, conducibilità e concentrazione di: solfati, nitrati, cloruri, ammonio, calcio, magnesio, sodio e potassio.

Il reperimento e l'organizzazione dei dati analitici, elaborati presso il laboratorio dell'Università di Venezia, costituisce una delle fasi più importanti e significative del lavoro di ricerca svolto fino ad oggi.

Nella [Tabella 44](#) è riportato il numero di campioni singoli eventi piovosi ed il numero complessivo di parametri analizzati presso il laboratorio dell'Università per ogni singola stazione fino al Settembre 2000. Si consideri che l'anno di inizio delle analisi può essere diverso dall'anno di attivazione della stazione stessa.

Tabella 44: numero di campioni e di parametri analizzati

Stazione	Anno d'inizio della raccolta dati	Numero di campioni analizzati	Numero totale di parametri analizzati
0	1994	316	3792
1	1989	587	7044
2	1989	570	6840
3	1989	513	6156
4	1990	389	4668
5	1989	431	5172
6	1989	429	5148
7	1989	468	5616
8	1989	481	5772
TOTALE		4184	50208

2.3.5.2 Informazioni quali/quantitative sulle deposizioni umide e secche raccolte ed analizzate nel periodo 1989 - 2000.

Oltre alle misure effettuate in laboratorio per le piogge e per le polveri, sono stati raccolti anche dei parametri meteorologici provenienti dai singoli siti di campionamento.

Tutti i dati sono stati organizzati in quattro tipi di file: file “piogge”, file “polveri”, file “meteo”, file “bascule” ed infine file “metalli pesanti”. I formati dei file citati, diversi fra loro a causa dell'utilizzo di diversi software per la raccolta dei dati, sono stati, in primo luogo, resi omogenei e trasformati in file dbf (DATA BASE FILE). I dati, espressi con unità di misura diverse, sono stati uniformati per poter essere utilizzati nelle successive analisi statistiche e per poter essere confrontati fra loro. E' da ricordare che la campagna di raccolta e analisi delle piogge è stata sospesa più volte; in particolare dal Maggio 1995 al Giugno 1996 ed in seguito dal Gennaio 1999 al Settembre 1999. Successivamente è stata verificata la completezza dei dati. Frequenti sono stati, infatti, i casi in cui la misure risultavano parzialmente mancanti.

Rispetto al data set riguardante le precipitazioni umide, l'insieme dei dati relativi alle deposizioni secche risulta meno consistente, visto che la raccolta e l'analisi dei campioni delle polveri ha avuto inizio solo nell'anno 1998, e che il numero di parametri analizzati per le polveri è inferiore da quelli considerati per le deposizioni umide. In particolare le analisi di laboratorio prevedevano la determinazione, sulla parte solubile delle polveri contenute nelle membrane filtranti, di soli tre parametri: solfati, nitrati e ione ammonio.

Di seguito sono riportati i grafici relativi ai parametri caratteristici delle precipitazioni atmosferiche e alle polveri. I grafici mostrano i valori delle mediane, dei minimi e massimi, nonché l'intervallo attorno alla mediana all'interno del quale ricadono il 50% dei dati raccolti relativamente ai parametri analizzati nel corso dell'intero periodo di monitoraggio (dal 1989 fino al settembre 2000). Infine sono riportati i dati relativi ai valori di concentrazione dei metalli pesanti nelle polveri. Tali dati sono relativi solo ad un periodo di tempo breve, se confrontato con la durata del campionamento delle piogge e delle polveri totali.

Deposizioni umide

Figura 80: Boxplot delle mediane dei volumi per le singole stazioni (1989- 2000)

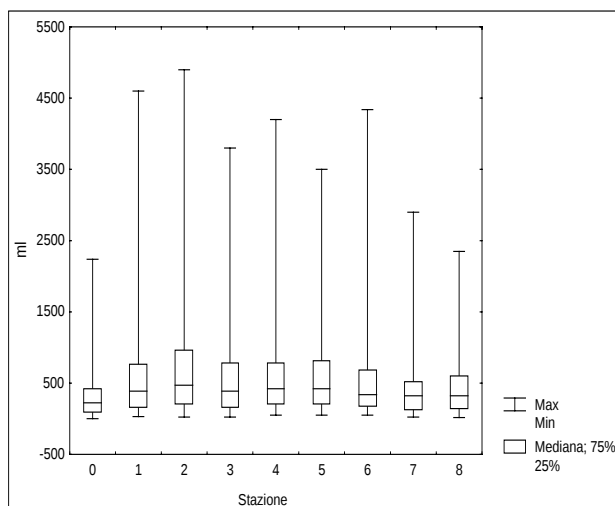


Figura 81: Boxplot delle mediane della concentrazione degli ioni idrogeno per le singole stazioni (1989 - 2000)

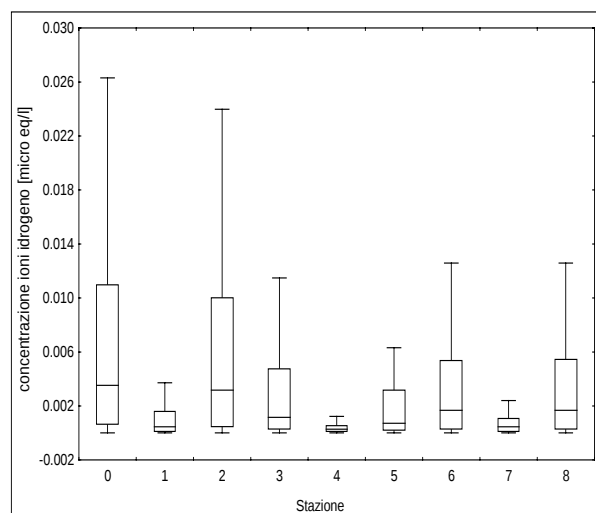


Figura 82: Boxplot delle mediane della concentrazione dei cloruri per le singole stazioni (1989 - 2000)

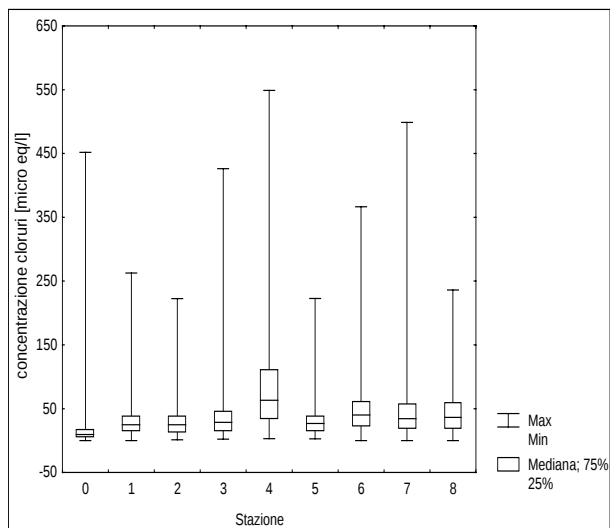


Figura 83: Boxplot delle mediane della concentrazione dei nitrati per le singole stazioni (1989 -2000)

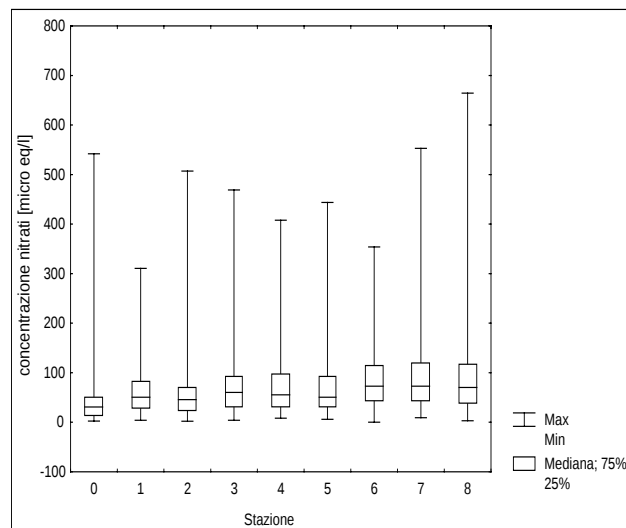


Figura 84: Boxplot delle mediane della concentrazione dei solfati per le singole stazioni (1989 - 2000)

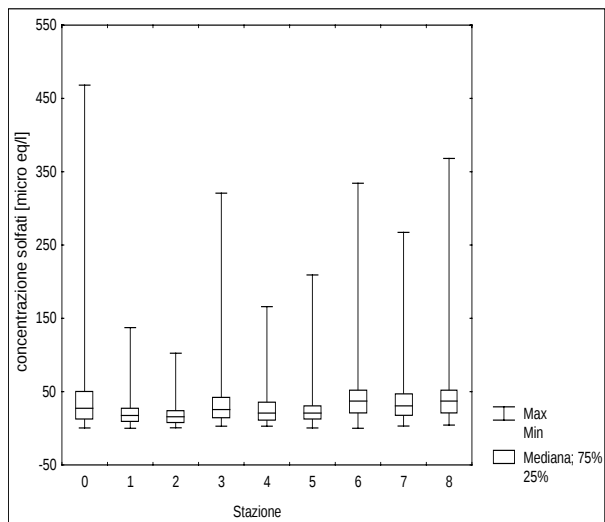


Figura 85: Boxplot delle mediane della concentrazione dei carbonati per le singole stazioni (1989 - 2000) (per la stazione N° 7 è stato tralasciato il valore massimo di 3329 µeq/l per rendere più leggibile il grafico)

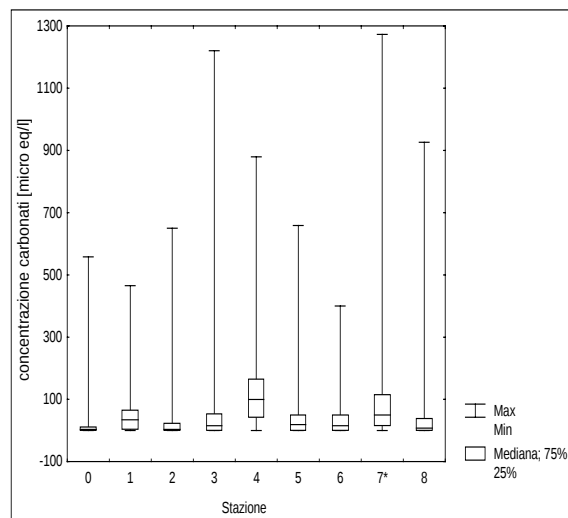


Figura 86: *Boxplot delle mediane della concentrazione dell'ammonio per le singole stazioni (1989 - 2000)*

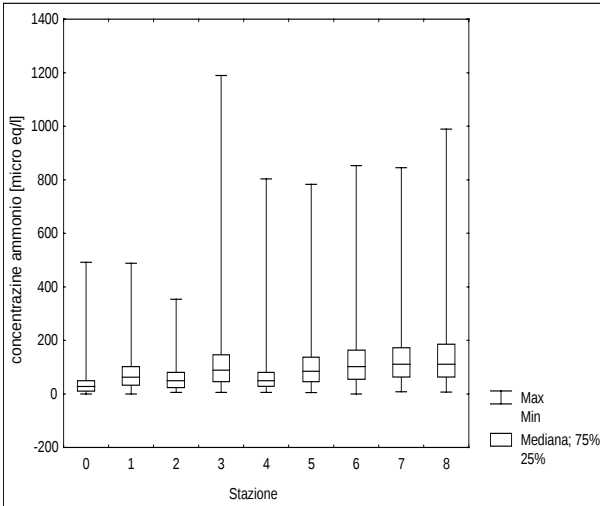


Figura 87: *Boxplot delle mediane della concentrazione del sodio per le singole stazioni (1989 - 2000)*

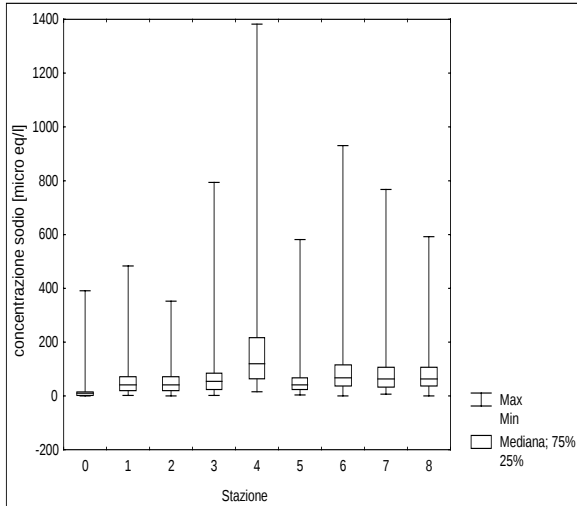


Figura 88: *Boxplot delle mediane della concentrazione del potassio per le singole stazioni (1989 - 2000)*

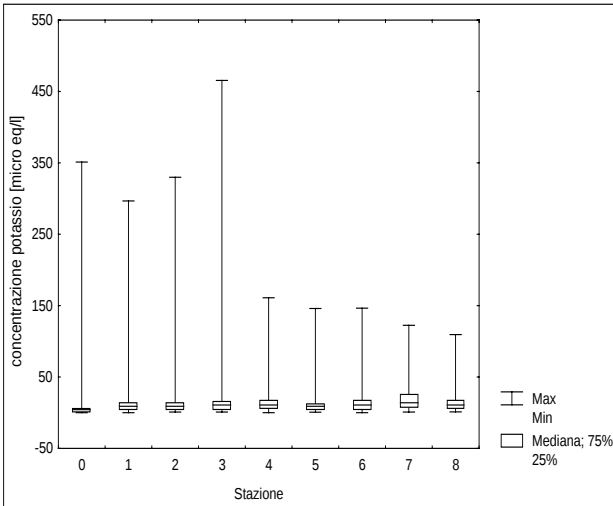


Figura 89: *Boxplot delle mediane della concentrazione del calcio per le singole stazioni (1989 - 2000)*

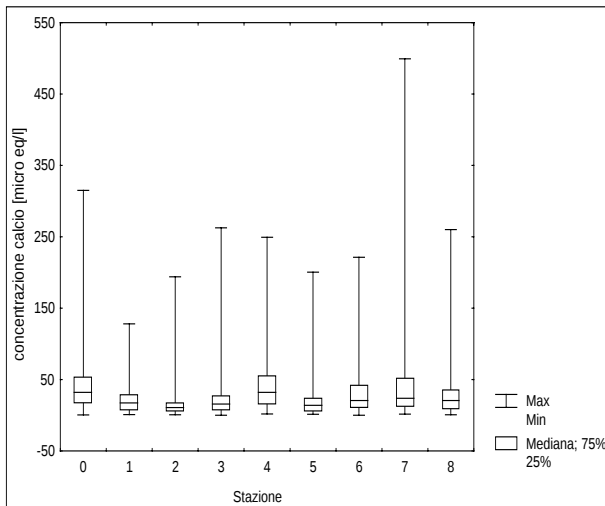


Figura 90: Boxplot delle mediane della concentrazione del magnesio per le singole stazioni (1989 - 2000)

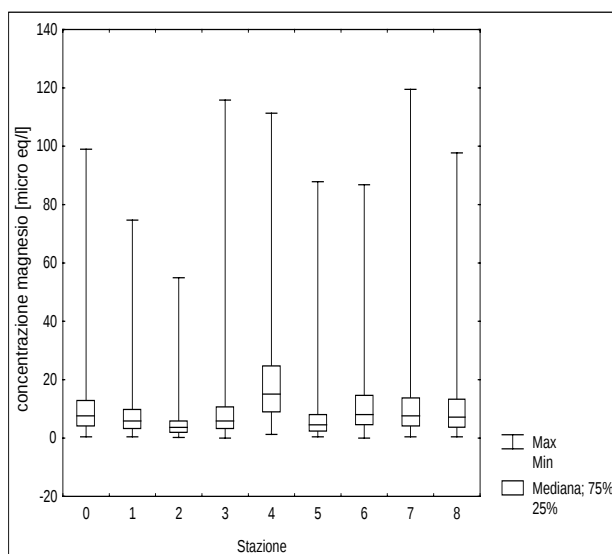
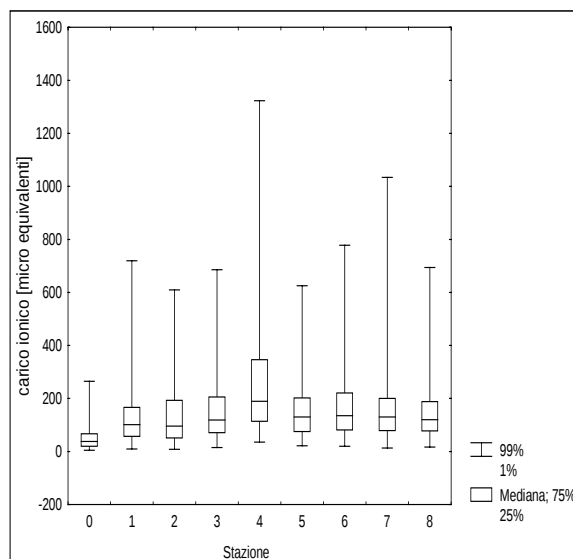


Figura 91: Boxplot delle mediane della concentrazione del carico ionico per le singole stazioni (1989 - 2000)



Deposizioni secche (polveri totali)

Figura 92: Boxplot delle mediane della concentrazione delle polveri totali in aria per le singole stazioni (1989 - 2000)

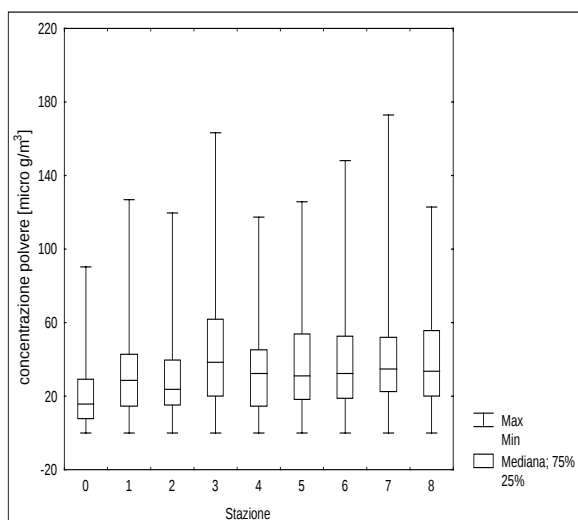


Figura 93: Boxplot delle mediane della concentrazione dei solfati nelle polveri per le singole stazioni (1989 - 2000)

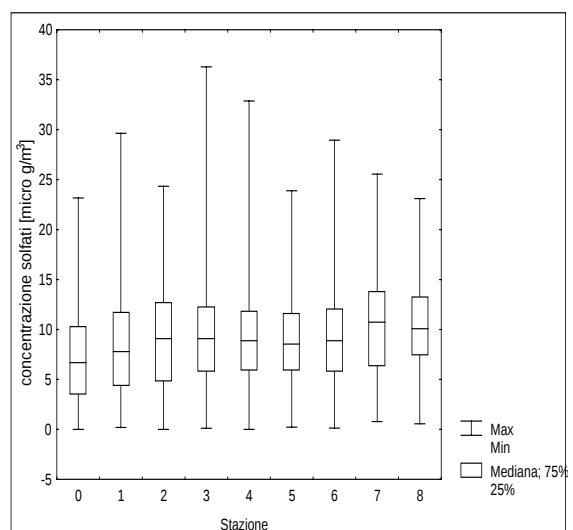


Figura 94: Boxplot delle mediane della concentrazione dei nitrati nelle polveri per le singole stazioni (1989 - 2000)

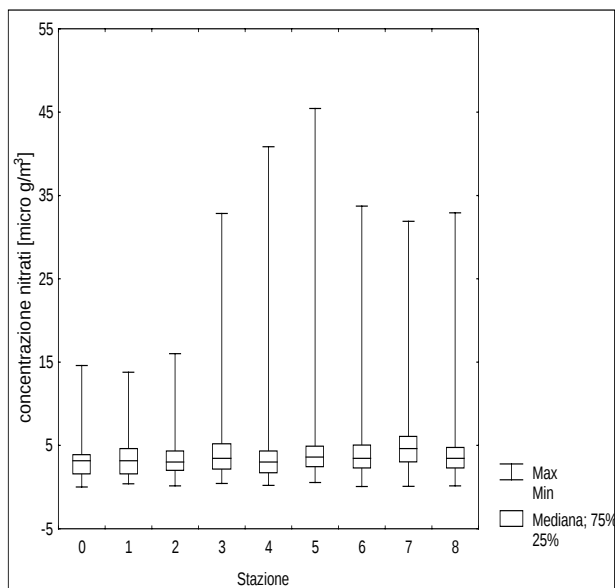
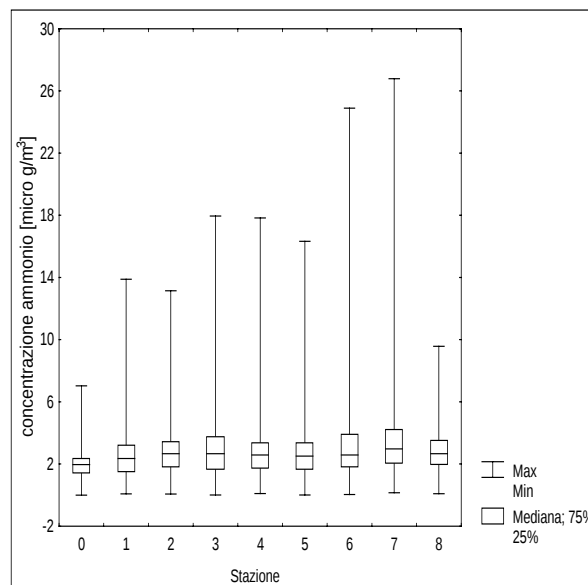


Figura 95: Boxplot delle mediane della concentrazione dello ione ammonio nelle polveri per le singole stazioni (1989 - 2000)



Metalli nelle polveri

Figura 96: Istogramma delle concentrazioni medie per stazione di Al, Fe, Pb, Cu e Zn.

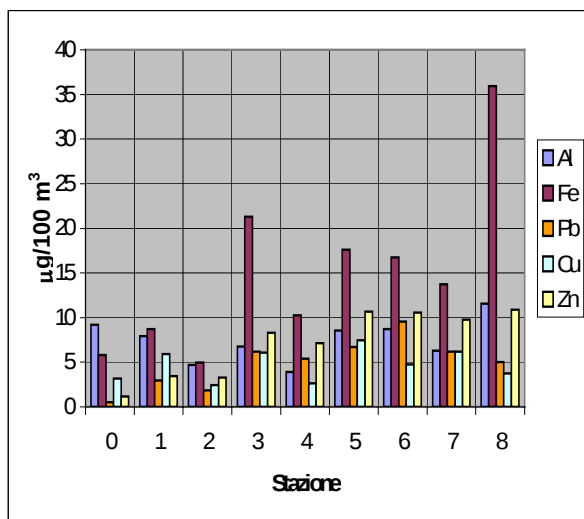
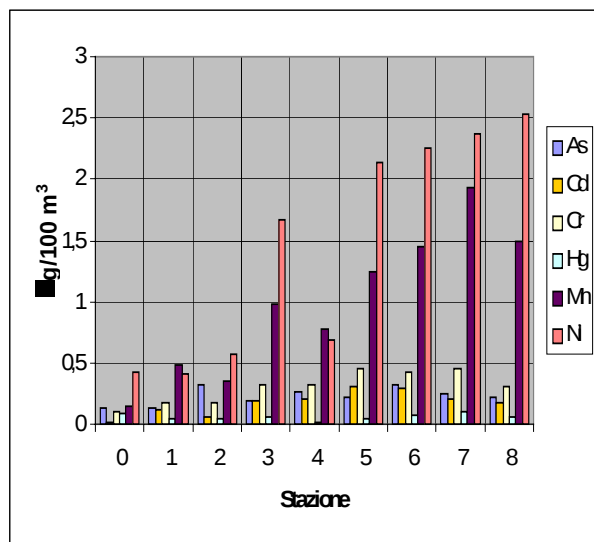


Figura 97: Istogramma delle concentrazioni medie per stazione di As, Cd, Cr, Hg, Mn e Ni.



Lo studio condotto dalla Regione Veneto e dall'Università di Venezia nel periodo 1989 - 2000 sui campioni raccolti nella stazione "zero" a Monte Chertz e nelle 8 stazioni "di fondo", appartenenti alla rete di monitoraggio, distribuita sull'intero territorio regionale, ha permesso di svolgere un lavoro sistematico della caratterizzazione delle precipitazioni meteorologiche e della qualità dell'aria. La caratteristica più saliente del regime delle precipitazioni è la loro variabilità temporale e spaziale. Le stazioni situate nella zona nord della Regione sono risultate più piovose.

L'acidità delle piogge, espressa come valore calcolato della concentrazione dello ione idrogeno, variava nel tempo e nello spazio, con i valori minimi determinati nelle stazioni di Monte Chertz e Monte Cesen, situate nelle zone montagnose del Nord della Regione. In ogni caso, generalmente, l'acidità delle piogge sull'intero territorio regionale può essere considerata medio-bassa.

La forza ionica (calcolata come somma di tutti i cationi e anioni) è la più bassa nella stazione di Monte Chertz e cresce considerevolmente per le stazioni verso il Sud della Regione.

Per tutte le stazioni i principali componenti dei campioni delle precipitazioni umide sono rappresentati da solfati, nitrati e ammonio.

Come si poteva aspettare, solfati sono risultati presenti nelle concentrazioni più alte dei nitrati durante i periodi invernali, nel Sud della Regione. Nelle stazioni di Carrara, Erbè e Badia Polesine le concentrazioni di solfati, nitrati e dell'ammonio sono risultate più elevate che in altre località.

L'influenza dell'aerosol marino è chiaramente evidenziata nella stazione di Caorle.

In Erbè il carbonato di calcio, risultato particolarmente elevato nelle piogge, può essere attribuito alle attività legate agli scavi di marmo.

L'elaborazione statistica dettagliata e l'analisi dei gruppi, condotte sull'intera banca dati creata per il periodo 1989 - 2000, attualmente in corso all'Università di Venezia, permetteranno di evidenziare le similitudini tra diversi siti della ex-Rete EMEP.