

CAPITOLO 5 – ANALISI DELLE TENDENZE

5.1 SCENARI DI RIFERIMENTO PER LA QUALITÀ DELL'ARIA

Nel paragrafo [2.3.3](#) e nel [Capitolo 3](#), è stato estesamente delineato il quadro della qualità dell'aria a livello regionale, con chiara indicazione delle criticità e delle emergenze ambientali.

Sebbene il rischio di fenomeni di inquinamento acuto sia prevalentemente significativo per ozono e PM₁₀, il rischio legato all'esposizione della popolazione sul lungo periodo permane anche per inquinanti come NO₂ e benzene, mentre si ritiene che gli accorgimenti tecnologici per ridurre l'emissione da fonti mobili, energetiche ed industriali, nonché il miglioramento della qualità dei combustibili, abbiano sensibilmente ridotto l'inquinamento da SO₂ e CO.

L'analisi finora condotta è stata focalizzata sui nuovi standard di qualità dell'aria, introdotti dal DM 60/02 e dalla direttive 2002/03/CE sull'ozono. Per completare la valutazione dello stato, in base al quale focalizzare le azioni di risanamento e/o mantenimento, si presentano di seguito le elaborazioni condotte sulle serie storiche registrate presso il set di stazioni di [Tabella 45](#) del [Capitolo 3](#), per la verifica dei limiti di legge ancora in vigore, fino a completo recepimento delle nuove normative europee.

In particolare, fino al raggiungimento dei valori limite in senso stretto (senza margine di tolleranza) previsti dal DM 60/2002, per SO₂, PTS, CO, NO₂ e O₃ restano in vigore gli standard di qualità della Tabella A, Allegato I del DPCM 28/03/83, modificati in valori limite dal DPR 203/88.

Per l'**SO₂** fino al 1° gennaio 2005 devono essere rispettati i seguenti valori limite:

- 80 µg/m³ per la mediana delle concentrazioni medie di 24 ore nell'arco dell'anno ecologico (1 apr - 31 mar);
- 250 µg/m³ per il 98° percentile concentrazioni medie di 24 ore nell'arco dell'anno ecologico (1 apr - 31 mar);
- 130 µg/m³ per la mediana delle concentrazioni medie di 24 ore rilevata durante l'inverno (1 ott - 31 mar);

Come evidenziato in [Tabella 88](#), tali standard sono stati ampiamente rispettati in quasi tutta la regione già dal 1996; inoltre, il trend negativo che caratterizza gli andamenti di questo inquinante in tutte le centraline della rete di monitoraggio permette di stimare un rischio di superamento estremamente basso.

Escludendo le stazioni di Malcontenta (VE) e Thiene (VI), che registrano i livelli di SO₂ più elevati, i range di variabilità per i parametri statistici calcolati sono:

- tra 2 e 26 µg/m³ per la mediana annuale;
- tra 2 e 78 µg/m³ per 98° percentile;
- tra 2 a 31 µg/m³ per la mediana invernale.

La stazione di Malcontenta che, come già indicato nel [Capitolo 2](#), è situata in zona di ricaduta industriale rispetto al Polo di Porto Marghera, registra per gli anni dal 1996 al 1999 punte massime più alte rispetto alla maggior parte delle altre stazioni (come dimostrano i valori del 98° percentile variabili tra 24 e 126 µg/m³), ma mantiene i valori medi e di mediana annuali all'interno dei range tipici monitorati nel territorio regionale.

Per quanto riguarda Thiene (per la quale la mediana annuale 1999-2000, pari a 79 µg/m³, è prossima al limite e il 98° percentile varia tra 80 e 121 µg/m³), si ritiene che il microposizionamento non conforme a quanto previsto dall'Allegato VIII del DM 60/02 incida significativamente sul monitoraggio. Questa stazione, ubicata fino al luglio 2001 lungo la S.S. 349, è stata attualmente riposizionata in un'area più rappresentativa dei livelli medi di inquinamento del territorio comunale.

Tabella 88 - Verifica dei valori limite per SO₂

| Stazione | Provincia | 96-97 | | | 97-98 | | | 98-99 | | | 99-00 | | | 00-01 | | |
|------------------------|-----------|-------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|
| | | med. | 98° perc. | med. Inv. |
| Belluno | BL | 16 | 26 | 18 | 18 | 50 | 27 | 21 | 37 | 27 | 14 | 37 | 6 | 4 | 12 | 3 |
| Feltre | BL | 24 | 41 | 28 | 26 | 37 | 29 | 17 | 42 | 20 | 17 | 35 | 25 | 4 | 19 | 2 |
| Zona Industriale | PD | 19 | 33 | 18 | 18 | 36 | 20 | 19 | 41 | 22 | 16 | 45 | 17 | 15 | 37 | 13 |
| Cittadella | PD | 10 | 14 | 9 | 3 | 11 | 4 | 6 | 15 | 9 | 6 | 15 | 6 | 3 | 10 | 3 |
| Este | PD | 5 | 16 | 3 | 5 | 24 | 6 | 12 | 31 | 17 | 7 | 13 | 7 | 3 | 13 | 4 |
| Monseice | PD | 11 | 30 | 6 | 4 | 24 | 2 | 6 | 22 | 9 | 9 | 15 | 9 | 3 | 13 | 4 |
| Piove di Sacco | PD | 11 | 31 | 9 | 9 | 40 | 12 | 10 | 34 | 16 | 4 | 18 | 7 | 7 | 23 | 8 |
| Mandria | PD | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5 | 13 | 6 | 4 | 13 | 4 |
| Adria | RO | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 7 | 2 |
| Borsea | RO | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 | 14 | 3 |
| Castelnuovo B. | RO | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12 | 2 | 28 |
| Porto Tolle | RO | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 11 | 3 | 31 |
| Mestre - via Bissuola | VE | 11 | 32 | 10 | 13 | 51 | 21 | 10 | 34 | 12 | 13 | 39 | 11 | 8 | 25 | 8 |
| Venezia - Sacca Fisola | VE | 9 | 57 | 12 | - | - | - | - | - | - | 11 | 38 | 14 | 6 | 29 | 5 |
| Maerne | VE | 8 | 29 | 10 | 6 | 32 | 11 | 7 | 35 | 9 | 4 | 18 | 8 | 7 | 34 | 8 |
| Mira | VE | 10 | 61 | 10 | - | - | - | - | - | - | 10 | 32 | 11 | 7 | 30 | 8 |
| Malcontenta | VE | 29 | 126 | 29 | 26 | 115 | 27 | 29 | 110 | 38 | 18 | 63 | 10 | 7 | 24 | 7 |
| S.Bonifacio | VR | 6 | 30 | 5 | 4 | 9 | 6 | 5 | 15 | 5 | 3 | 14 | 6 | 3 | 12 | 3 |
| Bovolone | VR | 2 | 8 | 2 | 13 | 32 | 16 | 6 | 45 | 22 | 11 | 43 | 11 | 3 | 13 | 3 |
| Legnago | VR | 9 | 24 | 10 | 12 | 30 | 14 | 8 | 28 | 12 | 5 | 12 | 4 | 5 | 15 | 5 |
| S.Martino Buonalbergo | VR | 8 | 17 | 8 | 7 | 15 | 8 | 10 | 17 | 9 | 5 | 17 | 3 | 2 | 8 | 3 |
| S.Giacomo | VR | 5 | 24 | 8 | 4 | 18 | 6 | 6 | 22 | 8 | 4 | 23 | 6 | 3 | 10 | 3 |
| Verona - Corso Milano | VR | 5 | 22 | 9 | 4 | 15 | 6 | 3 | 13 | 4 | 3 | 10 | 5 | 3 | 7 | 3 |
| Villafranca | VR | - | - | - | - | - | - | 16 | 25 | 17 | 11 | 19 | 10 | 6 | 11 | 6 |
| Bassano | VI | 9 | 55 | 12 | 6 | 26 | 8 | 6 | 20 | 8 | 6 | 22 | 9 | - | - | - |
| Schio | VI | 23 | 65 | 25 | 19 | 60 | 22 | 21 | 78 | 22 | 25 | 49 | 26 | 16 | 45 | 9 |
| Thiene | VI | 35 | 80 | 45 | 56 | 105 | 63 | 66 | 114 | 72 | 79 | 121 | 86 | 40 | 107 | 21 |
| Valdagno | VI | 19 | 50 | 23 | 12 | 42 | 19 | 14 | 47 | 19 | 12 | 39 | 21 | 8 | 19 | 6 |

Il valore limite di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 98° percentile delle concentrazioni orarie di NO_2 rilevate nell'arco dell'anno solare (1 gen – 31 dic) resterà in vigore fino al 1° gennaio 2010, come previsto dal DM 60/2002. In [Tabella 89](#) sono riportati i valori di questo parametro calcolati per le postazioni di monitoraggio considerate.

Tabella 89 - 98° percentile delle concentrazioni medie orarie di NO_2 rilevate nel corso dell'anno

| Stazione | Provincia | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | Valore limite DPCM 30/83 |
|---------------------------|-----------|------------|------|------|------|------|------|--------------------------|
| Belluno | BL | 90 | 115 | 110 | 145 | 98 | 94 | 200 |
| Padova - Arcella | PD | 98 | 123 | 141 | 178 | 198 | 188 | 200 |
| Cittadella | PD | 63 | 117 | 152 | 145 | 134 | 120 | 200 |
| Este | PD | 155 | 157 | 152 | 132 | 157 | 136 | 200 |
| Padova - Zona Industriale | PD | 121 | 117 | 125 | 148 | 128 | 148 | 200 |
| Padova - Mandria | PD | - | - | - | 103 | 116 | 97 | 200 |
| Monselice | PD | 85 | 126 | 130 | 109 | 89 | 82 | 200 |
| Piove di Sacco | PD | 87 | 115 | 113 | 156 | 136 | 117 | 200 |
| Adria | RO | - | - | - | - | 67 | 73 | 200 |
| Borsea | RO | - | - | - | - | 52 | 44 | 200 |
| Castelnovo B. | RO | - | - | - | - | 87 | 66 | 200 |
| Porto Tolle | RO | - | - | - | - | 62 | 56 | 200 |
| Rovigo | RO | - | - | - | - | - | 115 | 200 |
| Treviso | TV | - | - | - | - | - | 195 | 200 |
| Mestre - via Bissuola | VE | 121 | 157 | 124 | 119 | 172 | 77 | 200 |
| Venezia - Sacca Fisola | VE | 114 | 133 | - | 79 | 77 | 85 | 200 |
| Maerne | VE | 86 | 114 | 129 | 85 | 68 | 60 | 200 |
| Mira | VE | 126 | 161 | - | 102 | 183 | 93 | 200 |
| Malcontenta | VE | 301 | 177 | 85 | 58 | 77 | 50 | 200 |
| S.Bonifacio | VR | 117 | 73 | 89 | 97 | 141 | 115 | 200 |
| Bovolone | VR | 137 | 102 | 98 | 94 | 84 | 85 | 200 |
| Cason | VR | 92 | 103 | 113 | 102 | 103 | 84 | 200 |
| Verona - corso Milano | VR | 11 | 123 | 109 | 113 | 115 | 93 | 200 |
| S.Giacomo | VR | 96 | 135 | 141 | 136 | 128 | 95 | 200 |
| Legnago | VR | 116 | 140 | 113 | 100 | 120 | - | 200 |
| S.Martino Buonalb. | VR | 130 | 130 | 121 | 147 | 119 | 120 | 200 |
| Villafranca | VR | - | - | 68 | 101 | 139 | 117 | 200 |
| Bassano | VI | 68 | 88 | 87 | 87 | 87 | 76 | 200 |
| Montebello Vicentino | VI | 105 | 114 | 69 | 97 | 106 | 84 | 200 |
| Montecchio Maggiore | VI | 105 | 113 | 108 | 112 | 104 | 91 | 200 |
| Vicenza - parco Querini | VI | - | 79 | 110 | 86 | 81 | 91 | 200 |
| Vicenza - q. Italia | VI | - | - | - | - | 96 | 100 | 200 |
| Schio | VI | 85 | 89 | 100 | 102 | 73 | 75 | 200 |
| Thiene | VI | 80 | 86 | 106 | 97 | 95 | 87 | 200 |
| Valdagno | VI | 69 | 86 | 91 | 84 | 75 | 70 | 200 |

Nel periodo 1996-2001 il limite di legge è stato superato per la sola stazione di Malcontenta nel 1996 (in grassetto in Tabella 89); è da sottolineare comunque come negli anni successivi i livelli di NO_2 monitorati si siano ampiamente ridotti.

Nonostante non si evidenzino ulteriori superamenti, è interessante notare che alcune postazioni registrano valori prossimi alla soglia, in particolare in anni recenti, facendo ipotizzare un potenziale rischio di superamento di questo standard. Le postazioni con range più elevati sono posizionate nei comuni di Padova (la stazione in località Arcella mostra valori tra 178 e 198 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nel periodo 1999-2001), Treviso (con 195 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nel 2001) e Mira (che mostra valori particolarmente alti nel 2000, con 98° percentile pari a 183 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Per il CO i valori limite in vigore fino al 31 dicembre 2001 sono:

- 10 mg/m^3 per la concentrazione media di 8 ore (per 4 fasce orarie nel corso della giornata);
- 40 mg/m^3 per la concentrazione media oraria.

Il superamento del limite relativo alla media di 8 ore si è verificato in un numero limitato di stazioni e generalmente in anni non recenti, come riportato in [Tabella 90](#). Le stazioni interessate da episodi di superamento sono posizionate a Belluno, a Piove di Sacco, a Spinea, a Mestre e a S.Giacomo nel Comune di Verona, per quanto si ritenga che in queste aree non sussista un reale rischio di peggioramento della qualità dell'aria a causa questo inquinante.

Il superamento del valore limite orario è stato registrato per la sola stazione di corso Milano a Verona nel 1996: dato che la media 8 ore comprendente l'ora di superamento della soglia di 40 mg/m³ resta comunque sotto il valore limite di 10 mg/m³, si può considerare l'episodio di limitata importanza sia spaziale che temporale.

Tabella 90 - Verifica valori limite per CO

| Stazione | Provincia | Anno | N° superamenti CO soglia di 10 mg/m ³ (medie 8 ore) | N° superamenti CO soglia di 40 mg/m ³ (medie orarie) |
|-------------------------------|-----------|------|--|---|
| Belluno | BL | 1996 | 1 | 0 |
| Belluno | BL | 1999 | 4 | 0 |
| Piove di Sacco | PD | 1996 | 1 | 0 |
| Piove di Sacco | PD | 1997 | 3 | 0 |
| Piove di Sacco | PD | 1998 | 1 | 0 |
| Piove di Sacco | PD | 1999 | 1 | 0 |
| Spinea | VE | 1996 | 1 | 0 |
| Spinea | VE | 1997 | 1 | 0 |
| Mestre - via Circonvallazione | VE | 1996 | 4 | 0 |
| Mestre - via Circonvallazione | VE | 1998 | 1 | 0 |
| S.Giacomo | VR | 1998 | 1 | 0 |
| Verona - Corso Milano | VR | 1996 | 0 | 1 |

Gli standard di qualità per limitare l'esposizione cronica alle **particelle sospese totali** restano in vigore fino al 1° gennaio 2005, data dalla quale dovranno essere rispettati i valori limite previsti dal DM60/2002 per il PM₁₀; tali limiti sono:

- 150 µg/m³ per la media delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco dell'anno ecologico (1 apr – 31 mar)
- 300 µg/m³ per il 95° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco dell'anno ecologico (1 apr – 31 mar).

Come riportato in [Tabella 91](#), le serie storiche registrate presso le diverse stazioni nel territorio regionale manifestano un generalizzato rispetto dei limiti. I range di variabilità si mantengono tra 23 e 87 µg/m³ per la media annuale, e tra 29 e 146 µg/m³ per il 95° percentile.

A tal proposito occorre sottolineare che i limiti maggiormente restrittivi previsti dal DM 60/2002 per il PM₁₀ sono determinati dalla maggiore pericolosità per la salute della frazione fine rispetto al particolato totale. E' quindi comprensibile che sebbene i valori medi annuali delle PTS si dimostrino conformi agli standard di qualità, per il PM₁₀ si configuri una condizione di generalizzato superamento dei nuovi limiti

Tabella 91 - Verifica degli standard di qualità per le PTS

| Stazione | Provincia | 96-97 | | 97-98 | | 98-99 | | 99-00 | | 00-01 | |
|-------------------------------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|
| | | media | 95° perc. |
| Belluno | BL | 61 | 125 | 62 | 108 | 62 | 97 | 61 | 108 | 51 | 76 |
| Feltre | BL | 60 | 126 | 67 | 124 | 62 | 108 | 63 | 114 | 45 | 70 |
| Arcella | PD | 34 | 57 | 35 | 51 | 38 | 59 | 49 | 89 | 86 | 131 |
| Zona Industriale | PD | 56 | 95 | 59 | 86 | 66 | 89 | 52 | 117 | 63 | 128 |
| Cittadella | PD | 39 | 62 | 29 | 47 | 78 | 137 | 68 | 118 | 52 | 93 |
| Este | PD | 37 | 78 | 45 | 98 | 49 | 105 | 41 | 71 | 74 | 116 |
| Monselice | PD | 39 | 65 | 25 | 49 | 28 | 56 | 44 | 92 | 47 | 97 |
| Piove di Sacco | PD | 39 | 80 | 45 | 81 | 40 | 90 | 57 | 142 | 40 | 86 |
| Mandria | PD | - | - | - | - | - | - | 56 | 126 | 48 | 92 |
| Adria | RO | - | - | - | - | - | - | - | - | 44 | 88 |
| Borsea | RO | - | - | - | - | - | - | - | - | 32 | 58 |
| Castelnovo B. | RO | - | - | - | - | - | - | - | - | 28 | 55 |
| Porto Tolle | RO | - | - | - | - | - | - | - | - | 31 | 61 |
| Mestre - via Bissuola | VE | 67 | 118 | 55 | 95 | 66 | 118 | 57 | 107 | 42 | 75 |
| Mestre - via Circonvallazione | VE | 77 | 146 | 77 | 141 | 46 | 80 | 59 | 101 | 59 | 99 |
| Venezia - Sacca Fisola | VE | 32 | 55 | - | - | - | - | 76 | 111 | 27 | 59 |
| Maerne | VE | 40 | 70 | 26 | 39 | 73 | 129 | 54 | 117 | 36 | 106 |
| Mira | VE | 53 | 131 | 29 | 63 | - | - | 46 | 99 | - | - |
| Mira | VE | - | - | - | - | - | - | - | - | 58 | 110 |
| Spinea | VE | 38 | 64 | 43 | 65 | - | - | 63 | 108 | 48 | 81 |
| S.Bonifacio | VR | 61 | 135 | 54 | 108 | 40 | 84 | 33 | 67 | 40 | 69 |
| Bovolone | VR | 59 | 130 | 65 | 128 | 67 | 106 | 62 | 100 | 63 | 101 |
| Cason | VR | 58 | 115 | 37 | 74 | 30 | 62 | 34 | 64 | 40 | 100 |
| Legnago | VR | 86 | 145 | 85 | 145 | 87 | 137 | 75 | 116 | 51 | 74 |
| S.Martino Buonalbergo | VR | 60 | 107 | 66 | 102 | 62 | 109 | 47 | 87 | 45 | 85 |
| S.Giacomo | VR | 60 | 135 | 23 | 29 | 39 | 78 | 27 | 54 | 39 | 99 |
| Verona - Corso Milano | VR | 53 | 103 | 50 | 84 | 50 | 92 | 34 | 70 | 37 | 95 |
| Villafranca | VR | - | - | - | - | 60 | 108 | 71 | 108 | 52 | 90 |
| Bassano | VI | 55 | 144 | 48 | 103 | 42 | 72 | 44 | 82 | 35 | 53 |
| Montecchio Maggiore | VI | 80 | 134 | 81 | 132 | 69 | 110 | 74 | 115 | 84 | 120 |
| Schio | VI | 45 | 73 | 40 | 65 | 37 | 63 | 40 | 72 | 33 | 51 |
| Thiene | VI | 61 | 133 | 42 | 75 | 38 | 106 | 40 | 62 | - | - |
| Valdagno | VI | 61 | 137 | 61 | 123 | 61 | 113 | 50 | 81 | - | - |

Per quanto riguarda l'O₃, il frequente superamento dei valori limite attualmente in vigore (fino a recepimento della direttiva 2002/03/CE) è ancora una volta sintomatico di un inquinamento diffuso a scala regionale, per il quale non è possibile prevedere misure di contenimento a scala locale.

Il valore limite orario previsto dal DPCM 28/03/83 di 200 µg/m³ da non superare più di una volta al mese, non viene rispettato in quasi tutte le stazioni provviste di analizzatore di O₃ nel periodo marzo-ottobre (tipicamente nei mesi più caldi da maggio ad agosto). Dall'analisi delle serie storiche risulta una maggior frequenza di episodi acuti negli anni 1998 e 2000, probabilmente a causa di una maggiore presenza di condizioni meteorologiche favorevoli alla formazione fotochimica di questo inquinante, ma in [Tabella 92](#) si può notare come il superamento di tale valore limite si sia manifestato in tutto il periodo indagato.

Tabella 92 - Verifica valore limite per O₃

| Stazione | Provincia | Anno | O ₃ - mesi in cui si verifica più di 1 superamento soglia di 200 µg/m ³ | | | | | | | |
|------------------------|-----------|------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | mar | apr | mag | giu | lug | ago | set | ott |
| Arcella | PD | 1997 | - | - | - | - | - | - | 7 | - |
| Arcella | PD | 1998 | - | - | - | - | 14 | - | - | - |
| Arcella | PD | 2000 | - | - | - | - | - | 8 | - | - |
| Zona Industriale | PD | 1998 | - | - | - | - | 9 | - | - | - |
| Zona Industriale | PD | 2000 | - | - | - | 6 | - | - | - | - |
| Zona Industriale | PD | 2001 | - | - | 15 | - | - | - | - | - |
| Cittadella | PD | 1996 | - | - | - | 8 | - | - | - | - |
| Cittadella | PD | 1998 | 2 | 2 | 11 | 19 | 46 | 3 | - | - |
| Cittadella | PD | 1999 | - | - | 2 | 10 | - | - | - | - |
| Cittadella | PD | 2000 | - | - | 3 | 54 | 11 | 19 | - | - |
| Cittadella | PD | 2001 | - | - | 25 | 16 | 10 | 29 | - | - |
| Este | PD | 1996 | - | - | - | 4 | - | 27 | - | - |
| Este | PD | 1998 | - | - | - | 6 | - | - | - | - |
| Este | PD | 2000 | - | - | 3 | 12 | - | - | - | - |
| Este | PD | 2001 | - | - | 14 | 8 | 3 | 6 | - | - |
| Monselice | PD | 1997 | - | 6 | 8 | - | - | - | - | - |
| Monselice | PD | 1998 | - | - | - | - | 5 | - | - | - |
| Monselice | PD | 2001 | - | - | - | - | - | 7 | - | - |
| Piove di Sacco | PD | 1996 | - | - | - | 3 | - | - | - | - |
| Piove di Sacco | PD | 1998 | - | - | 4 | 3 | 6 | - | - | - |
| Piove di Sacco | PD | 1999 | - | - | 10 | 2 | 3 | - | - | - |
| Piove di Sacco | PD | 2000 | - | - | - | 5 | - | 4 | - | - |
| Piove di Sacco | PD | 2001 | - | - | 9 | - | 3 | 22 | - | - |
| Mandria | PD | 1999 | - | - | 10 | 2 | 7 | 4 | - | - |
| Mandria | PD | 2000 | - | - | - | - | - | 4 | - | - |
| Mandria | PD | 2001 | - | - | 8 | - | - | 2 | - | - |
| Borsea | RO | 2000 | - | - | - | - | - | 2 | - | - |
| Borsea | RO | 2001 | - | - | 6 | - | - | 2 | - | - |
| Mestre - via Bissuola | VE | 1997 | - | - | - | - | - | 5 | - | - |
| Mestre - via Bissuola | VE | 1998 | - | - | - | - | 10 | 8 | - | - |
| Mestre - via Bissuola | VE | 1999 | - | - | - | - | - | - | 3 | - |
| Venezia - Sacca Fisola | VE | 1996 | - | - | - | 28 | 9 | 9 | - | - |
| Venezia - Sacca Fisola | VE | 1997 | - | 2 | 2 | - | 4 | - | - | - |
| Venezia - Sacca Fisola | VE | 1999 | - | - | - | 4 | 3 | - | - | - |
| Venezia - Sacca Fisola | VE | 2000 | - | - | - | 5 | - | - | - | - |
| Maerne | VE | 1996 | - | - | - | - | 5 | - | - | - |
| Maerne | VE | 1998 | - | 3 | - | - | 35 | 54 | - | - |
| Maerne | VE | 2000 | - | - | - | - | - | 5 | - | - |
| Maerne | VE | 2001 | - | - | - | - | - | 17 | - | - |
| Mira | VE | 1997 | - | - | - | - | 4 | - | - | - |
| Mira | VE | 1999 | 2 | - | - | 2 | - | 2 | 4 | 7 |
| S. Bonifacio | VR | 1998 | - | - | - | 3 | 28 | 15 | - | - |
| S. Bonifacio | VR | 1999 | - | - | - | 8 | - | - | - | - |
| S. Bonifacio | VR | 2000 | - | - | 2 | 10 | 3 | 6 | - | - |

Tabella 92 - (cont.)

| Stazione | Provincia | Anno | O_3 - mesi in cui si verifica più di 1 superamento soglia di $200 \mu g/m^3$ | | | | | | | |
|-------------------------|-----------|------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | mar | apr | mag | giu | lug | ago | set | ott |
| Cason | VR | 1996 | - | 2 | - | 29 | - | - | - | - |
| Cason | VR | 1997 | 3 | - | - | - | 10 | - | 3 | - |
| Cason | VR | 1998 | - | - | - | - | 6 | 5 | - | - |
| Cason | VR | 1999 | - | - | - | 4 | 2 | - | - | - |
| Cason | VR | 2000 | - | - | - | 13 | - | 6 | - | - |
| Cason | VR | 2001 | - | - | 8 | - | - | 2 | - | - |
| Legnago | VR | 1998 | - | - | - | - | 36 | 35 | 2 | - |
| Legnago | VR | 1999 | - | - | - | 2 | - | - | - | - |
| S.Martino Buonalbergo | VR | 1998 | - | - | - | - | 3 | 5 | - | - |
| S.Martino Buonalbergo | VR | 2001 | - | - | 5 | - | - | - | - | - |
| Bassano | VI | 1996 | - | - | - | 64 | 17 | 10 | - | - |
| Bassano | VI | 1997 | - | - | - | - | 3 | 2 | - | - |
| Bassano | VI | 1998 | - | - | 3 | 4 | 19 | 7 | - | - |
| Bassano | VI | 1999 | - | - | - | - | 3 | - | - | - |
| Bassano | VI | 2000 | - | - | - | 27 | 2 | - | - | - |
| Bassano | VI | 2001 | - | - | 11 | - | 3 | 15 | - | - |
| Vicenza - parco Querini | VI | 1997 | - | - | - | 2 | - | 3 | - | - |
| Vicenza - parco Querini | VI | 1998 | - | - | - | 14 | 30 | 12 | - | - |
| Vicenza - parco Querini | VI | 1999 | - | - | - | 12 | - | 2 | - | - |
| Vicenza - parco Querini | VI | 2000 | - | - | 4 | 26 | 7 | 30 | - | - |
| Vicenza - parco Querini | VI | 2001 | - | - | 24 | 10 | 5 | 24 | - | - |
| Montecchio Maggiore | VI | 1996 | - | - | - | 9 | 4 | - | - | - |
| Montecchio Maggiore | VI | 1997 | - | - | 4 | 5 | 13 | 8 | - | - |
| Montecchio Maggiore | VI | 1998 | - | - | - | 5 | 35 | 20 | - | - |
| Montecchio Maggiore | VI | 1999 | - | - | - | 5 | 16 | - | - | - |
| Montecchio Maggiore | VI | 2000 | - | - | - | 23 | 6 | 28 | - | - |
| Montecchio Maggiore | VI | 2001 | - | - | 7 | - | - | 5 | - | - |
| Schio | VI | 1996 | - | - | 2 | 67 | 20 | 8 | - | - |
| Schio | VI | 1997 | - | - | 4 | - | 3 | 2 | 2 | - |
| Schio | VI | 1998 | - | - | 4 | - | 31 | 17 | - | - |
| Schio | VI | 1999 | - | - | - | - | 4 | - | - | - |
| Schio | VI | 2000 | - | - | 2 | 32 | 5 | - | - | - |
| Schio | VI | 2001 | - | - | 11 | 9 | 4 | 19 | - | - |
| Valdagno | VI | 1996 | - | - | 3 | 40 | 2 | 6 | - | - |
| Valdagno | VI | 1997 | - | - | 6 | 4 | - | 4 | 8 | - |
| Valdagno | VI | 1998 | - | - | - | - | 34 | 19 | - | - |
| Valdagno | VI | 1999 | - | - | 2 | 5 | 6 | - | - | - |
| Valdagno | VI | 2000 | - | - | 3 | 26 | 6 | 2 | - | - |
| Valdagno | VI | 2001 | - | - | 12 | 6 | 3 | 6 | - | - |

Oltre al valore limite previsto dal DPCM 28/03/83, il DM 25/11/94 definisce i livelli di attenzione e di allarme per l'ozono, rispettivamente pari a 180 e $360 \mu g/m^3$. In [Tabella 93](#) si evidenziano numerosi superamenti del livello di attenzione verificatisi nel periodo 1996-2001, mentre sono limitati ad episodi isolati registrati a Venezia – Sacca Fisola e Mira (VE) i superamenti del livello di allarme.

Il DM 16/05/96 definisce livelli di concentrazione di ozono nell'aria, distinguendo:

- il livello di protezione per la salute di $110 \mu g/m^3$ per la media di 8 ore;
- il livello di protezione degli ecosistemi di $200 \mu g/m^3$ per la concentrazione media oraria;
- il livello di protezione degli ecosistemi di $65 \mu g/m^3$ per la concentrazione media giornaliera.

Per quanto riguarda il livello di protezione della salute, il decreto prevede che la media sia “mobile trascinata” (calcolata ogni ora h sulla base degli 8 valori relativi agli intervalli $h - h-8$), o al minimo su 4 intervalli di 8 ore parzialmente sovrapposti.

Nella [Tabella 94](#) vengono riportati i superamenti della soglia di $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valutati rispetto alla media mobile trascinata, che si dimostrano essere in numero elevato in quasi tutte le stazioni.

In [Tabella 95](#) vengono quindi presentati i superamenti dei livelli di protezione della vegetazione, registrati praticamente presso tutte le postazioni di misura dotate di analizzatore per l'ozono.

Tabella 93 - Verifica limiti di attenzione e allarme per O_3

| Stazione | Provincia | O_3 - livello di attenzione $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | | | | | | O_3 - livello di allarme $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | | | | | |
|---------------------------|-----------|---|------|------|------|------|------|--|------|------|------|------|------|
| | | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
| Padova - Arcella | PD | 3 | 30 | 35 | 16 | 43 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Padova - Zona Industriale | PD | 0 | 0 | 18 | 3 | 60 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Padova - Mandria | PD | - | - | - | 75 | 28 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cittadella | PD | 33 | 2 | 153 | 37 | 198 | 196 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Este | PD | 54 | 0 | 7 | 0 | 37 | 128 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Monselice | PD | 8 | 25 | 8 | 6 | 1 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Piove di Sacco | PD | 19 | 0 | 42 | 63 | 55 | 125 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Adria | RO | - | - | - | - | - | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Borsea | RO | - | - | - | - | 24 | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mestre - via Bissuola | VE | 19 | 23 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Venezia - Sacca Fisola | VE | 59 | 18 | - | 13 | 43 | 15 | 16 | 2 | - | 0 | 0 | 7 |
| Maerne | VE | 15 | 0 | 169 | 4 | 21 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mira | VE | 6 | 6 | - | 25 | 4 | 0 | 0 | 2 | - | 1 | 2 | 0 |
| Cason | VR | 72 | 67 | 66 | 28 | 84 | 42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Legnago | VR | 0 | 0 | 165 | 15 | 0 | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S.Bonifacio | VR | - | - | 143 | 23 | 99 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S.Martino Buonalbergo | VR | - | - | 23 | 1 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bassano | VI | 156 | 30 | 98 | 30 | 83 | 63 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Vicenza - parco Querini | VI | - | 34 | 145 | 44 | 149 | 162 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Montecchio Maggiore | VI | 66 | 70 | 154 | 51 | 130 | 55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Schio | VI | 117 | 51 | 107 | 15 | 118 | 92 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Valdagno | VI | 106 | 79 | 110 | 46 | 101 | 88 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabella 94 - Superamenti del limite di protezione della salute per l' O_3

| Stazione | Provincia | N° superamenti soglia $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media mobile 8 ore) | | | | | |
|-------------------------|-----------|---|------|------|------|------|------|
| | | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
| Belluno | BL | - | - | 9 | 0 | 21 | - |
| Arcella | PD | 92 | 332 | 351 | 490 | 559 | 188 |
| Zona Industriale | PD | 0 | 103 | 322 | 373 | 536 | 424 |
| Cittadella | PD | 548 | 105 | 839 | 629 | 1307 | 1248 |
| Este | PD | 310 | 56 | 216 | 9 | 434 | 1062 |
| Monselice | PD | 226 | 327 | 210 | 482 | 63 | 237 |
| Piove di Sacco | PD | 344 | 29 | 581 | 853 | 809 | 1265 |
| Mandria | PD | - | - | - | 641 | 433 | 396 |
| Adria | RO | - | - | - | - | - | 197 |
| Borsea | RO | - | - | - | - | 600 | 781 |
| Mestre - via Bissuola | VE | 401 | 371 | 348 | 446 | 46 | 0 |
| Venezia - Sacca Fisola | VE | 155 | 473 | - | 304 | 732 | 293 |
| Maerne | VE | 157 | 200 | 1026 | 203 | 223 | 738 |
| Mira | VE | 106 | 77 | - | 80 | 187 | 84 |
| S.Bonifacio | VR | - | - | 794 | 288 | 749 | 326 |
| Cason | VR | 550 | 691 | 688 | 471 | 695 | 663 |
| Legnago | VR | 78 | 54 | 752 | 548 | 339 | - |
| S.Martino Buonalbergo | VR | - | - | 276 | 113 | 145 | 182 |
| Bassano | VI | 824 | 652 | 1040 | 559 | 1002 | 902 |
| Vicenza - parco Querini | VI | - | 732 | 757 | 493 | 876 | 902 |
| Montecchio Maggiore | VI | 598 | 808 | 948 | 712 | 1035 | 820 |
| Schio | VI | 1059 | 746 | 1062 | 340 | 1231 | 1177 |
| Valdagno | VI | 530 | 735 | 827 | 544 | 1024 | 872 |

Tabella 95 - Superamenti del limite di protezione degli ecosistemi per l'O₃

| Stazione | Provincia | N° superamenti soglia di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media oraria) | | | | | | N° superamenti soglia di 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media 24 ore) | | | | | |
|-------------------------|-----------|--|------|------|------|------|------|---|------|------|------|------|------|
| | | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
| Belluno | BL | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - | - | 15 | 1 | 15 | - |
| Arcella | PD | 0 | 8 | 21 | 2 | 8 | 0 | 15 | 51 | 62 | 11 | 97 | 39 |
| Zona Industriale | PD | 0 | 0 | 9 | 1 | 13 | 15 | 3 | 29 | 67 | 82 | 71 | 69 |
| Cittadella | PD | 8 | 0 | 83 | 13 | 92 | 80 | 91 | 12 | 106 | 126 | 190 | 157 |
| Este | PD | 31 | 0 | 6 | 0 | 15 | 31 | 45 | 8 | 62 | 27 | 90 | 179 |
| Monselice | PD | 1 | 14 | 5 | 0 | 0 | 7 | 42 | 60 | 42 | 120 | 12 | 75 |
| Piove di Sacco | PD | 5 | 0 | 14 | 15 | 9 | 34 | 71 | 1 | 115 | 164 | 161 | 241 |
| Mandria | PD | - | - | - | 23 | 5 | 10 | - | - | - | 114 | 72 | 68 |
| Adria | RO | - | - | - | - | - | 0 | - | - | - | - | - | 68 |
| Borsea | RO | - | - | - | - | 2 | 8 | - | - | - | - | 86 | 129 |
| Mestre - via Bissuola | VE | 2 | 6 | 18 | 5 | 0 | 0 | 65 | 63 | 55 | 64 | 27 | 0 |
| Venezia - Sacca Fisola | VE | 47 | 8 | - | 7 | 5 | 1 | 28 | 107 | - | 58 | 108 | 79 |
| Maerne | VE | 6 | 0 | 93 | 1 | 5 | 18 | 22 | 15 | 138 | 60 | 38 | 114 |
| Mira | VE | 1 | 6 | - | 17 | 2 | 0 | 11 | 9 | - | 15 | 33 | 19 |
| S.Bonifacio | VR | - | - | 46 | 8 | 22 | 0 | - | - | 101 | 44 | 94 | 50 |
| Cason | VR | 34 | 18 | 11 | 6 | 19 | 10 | 75 | 99 | 102 | 72 | 92 | 90 |
| Legnago | VR | 0 | 0 | 74 | 3 | 0 | - | 25 | 20 | 73 | 104 | 100 | - |
| S.Martino Buonalbergo | VR | - | - | 8 | 0 | 0 | 5 | - | - | 41 | 26 | 29 | 41 |
| Bassano | VI | 91 | 5 | 33 | 4 | 29 | 29 | 78 | 131 | 137 | 114 | 137 | 128 |
| Vicenza - parco Querini | VI | - | 5 | 57 | 14 | 67 | 63 | - | 116 | 81 | 67 | 100 | 102 |
| Montecchio Maggiore | VI | 14 | 30 | 60 | 21 | 57 | 12 | 91 | 140 | 118 | 132 | 158 | 113 |
| Schio | VI | 97 | 11 | 52 | 4 | 39 | 43 | 106 | 158 | 140 | 85 | 147 | 143 |
| Valdagno | VI | 51 | 23 | 53 | 13 | 37 | 27 | 64 | 131 | 110 | 98 | 144 | 117 |

I dati registrati mostrano come l'ozono rappresenti uno dei problemi di maggiore rilevanza per il territorio regionale veneto.

Le concentrazioni soglia fissate al fine di tutelare la salute umana, la vegetazione e gli ecosistemi vengono frequentemente superate nella maggior parte delle stazioni di misura, confermando il carattere diffuso e trans-regionale del problema.

In generale, le emissioni dei più importanti precursori dell'ozono, quelle degli ossidi di azoto e di composti organici volatili non metanici (NMVOC), sono dovute al settore dei trasporti e all'industria.

5.2 SCENARI DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI

Per valutare una possibile riduzione delle emissioni inquinanti prodotte in atmosfera dal traffico veicolare, è importante considerare alcuni scenari sia tendenziali, in atto o previsti, sia da attuare.

Sul fronte tecnologico, gli scenari che possono ridurre, in modo generalizzato, le emissioni in atmosfera sono individuabili in:

1. miglioramento del parco circolante prodotto dal rinnovo con motori più ecocompatibili (mantenendo invariato il tipo di alimentazione)
2. impiego di carburanti più puliti (gasolio e benzine con specifiche obbligatorie dal 2005, o meglio ancora dal 2009, e carburanti modificati – biodiesel, gasolio bianco, etc.)
3. modifica del tipo di alimentazione, privilegiando l'alimentazione a gas (GPL e metano) ed elettrica (o ibrida)
4. miglioramento del parco circolante mediante frequente e accurata revisione (revisione periodica obbligatoria e bollino blu).

Tutte queste azioni sono in grado di realizzare un sicuro miglioramento della qualità dell'aria e meritano di essere perseguite, per quanto possibile.

Nei paragrafi che seguono sono stati considerati due possibili scenari: il primo si riferisce al punto 1., il secondo si riferisce invece, ma solo parzialmente, allo scenario 2. (in quanto sono considerati solo gli autobus pubblici e solo l'alimentazione con gasolio modificato).

5.2.1 Scenari per eventuali riduzioni delle emissioni a partire dallo scenario di riferimento

Al fine di valutare le possibili riduzioni delle emissioni di inquinanti in atmosfera originate dal traffico veicolare si riportano i risultati di due applicazioni della metodologia COPERT III, con diversi scenari del parco circolante, pubblicate nel Rapporto Annuale sulla qualità dell'aria nel Comune di Padova, anno 2001 (ARPAV DAP PD-ORAR, 2002).

La scelta di presentare tali risultati è dovuta al fatto che il Comune di Padova dispone di un Sistema Semaforico Computerizzato, detto “*Cartesio*”, per il monitoraggio in continuo dei flussi di traffico su circa 120 sezioni stradali dell'area urbana di Padova; tale sistema è gestito dal Settore Traffico e Mobilità e consente il conteggio classificato del traffico in funzione di quattro classi di lunghezza dei veicoli, con risoluzione su base oraria.

La disponibilità di una buona base dati di traffico, con flussi veicolari e velocità medie di percorrenza suddivise per categoria veicolare, unita alla conoscenza degli archi stradali appartenenti alla rete viaria urbana ed alla composizione del parco veicolare circolante (fonte ACI), ha consentito l'applicazione della metodologia COPERT III per la stima delle emissioni da trasporto stradale a differenti scenari urbani.

La **prima applicazione** consiste nella stima delle emissioni da traffico veicolare con metodologia COPERT III considerando la quota di veicoli convenzionali (non catalizzati) del parco veicolare circolante nella Provincia di Padova nell'anno 1999 sostituita con veicoli catalizzati.

La **seconda applicazione** consiste nella stima delle emissioni da traffico veicolare con metodologia COPERT III considerando la quota mezzi di trasporto pubblico (autobus con alimentazione a gasolio) del parco veicolare circolante sostituita con veicoli che utilizzano un combustibile alternativo detto “*gasolio bianco*”: una miscela di gasolio (88%), acqua (10.3%) ed additivi (1.7%) che permette una significativa riduzione delle emissioni di ossidi di azoto, monossido di carbonio, polveri ed anidride carbonica.

5.2.2 Stima delle emissioni da traffico veicolare con un differente scenario del parco veicolare circolante per anzianità dei veicoli

Lo **scenario di riferimento** per l'analisi dei flussi di traffico nella rete stradale urbana del Comune di Padova è stato costruito sulla base dei rilievi di traffico per un **giorno feriale tipo 2001**.

La stima delle emissioni con metodologia COPERT III ha considerato un parco veicolare circolante avente le seguenti caratteristiche:

- Autovetture pari al 78.8% del totale del parco;
- Veicoli commerciali leggeri pari al 6.5% del totale del parco;
- Veicoli commerciali pesanti e autoarticolati pari al 2.4% del totale del parco;
- Bus urbani ed interurbani pari allo 0.2% del totale del parco;
- Ciclomotori e moto pari al 12.1% del totale del parco;

- Veicoli convenzionali pari al 53.8% del totale del parco;
- Veicoli catalizzati pari al 46.2% del totale del parco;

- Veicoli a benzina convenzionali pari al 54% del totale veicoli a benzina;
- Veicoli a benzina catalizzati pari al 46% del totale veicoli a benzina;

- Veicoli a gasolio convenzionali pari al 34% del totale veicoli a gasolio;
- Veicoli a ecodiesel pari al 66% del totale veicoli a gasolio.

Gli **scenari alternativi** allo scenario di riferimento si differenziano solo per la composizione del parco veicolare circolante (volumi di traffico e velocità media di percorrenza sono uguali), sostituendo la quota di veicoli convenzionali (non catalizzati) con un uguale numero di veicoli catalizzati, che rispettano limiti più restrittivi in materia di emissioni in atmosfera. Tali scenari sono detti “Euro I-II” ed “Euro III” e rappresentano “ipotesi di lavoro” fittizie che non trovano un effettivo riscontro nel normale processo di rinnovo del parco circolante ma sono utili per ottenere indicazioni di tendenza sulla possibile riduzione delle emissioni dovuta al progresso tecnologico (ARPAV-DAP PD e ORAR)

In particolare:

per lo **scenario di riferimento “2001”** si considerano le seguenti tipologie di veicoli:

- “conventional” o “non catalizzati” che comprende le classi “PRE ECE”, “ECE 15/00-01”, “ECE 15/02”, “ECE 15/03”, “ECE 15/04”, per le immatricolazioni dal 1900 al 1991 (veicoli diesel), dal 1900 al 1992 (veicoli a benzina), dal 1900 al 1998 (ciclomotori e motoveicoli);
- “non conventional” o “catalizzati” che comprende le classi “EURO I” ed “EURO II” per le immatricolazioni dal 1992 (veicoli diesel), dal 1993 (veicoli a benzina), dal 1999 (ciclomotori e motoveicoli);

per lo **scenario “EURO I-II”** si ipotizza la sostituzione dei veicoli appartenenti alle classi “conventional” con veicoli conformi agli standard europei sulle emissioni “EURO I” ed “EURO II”; questo scenario simula un rinnovo parziale del parco veicolare ipotizzando che vi sia la sostituzione dei veicoli non catalizzati con veicoli catalizzati ma non di nuova produzione (sostituzione con un “usato catalizzato”);

per lo **scenario “EURO III”** si ipotizza invece la sostituzione dei veicoli appartenenti alle classi “conventional” con veicoli conformi agli standard europei sulle emissioni “EURO III” (nuove immatricolazioni dal 2001). Per i ciclomotori (<50 cm³) e le moto (2 tempi >50 cm³, 4 tempi > 50 cm³) gli standard di emissione per le nuove immatricolazioni sono definiti rispettivamente dai riferimenti legislativi europei 97/24/EC Stage II e 97/24/EC. Questo scenario simula un *rinnovo totale* del parco ipotizzando la sostituzione dei veicoli non catalizzati con veicoli catalizzati di ultima generazione (sostituzione con un “nuovo veicolo catalizzato”).

Il confronto delle emissioni è quindi riferito a tre distinti scenari di valutazione:

- 2001: sulla base del parco veicolare circolante 1999 (dati ACI);
- EURO I-II: veicoli “conventional” sostituiti con EURO I e EURO II;
- EURO III: veicoli “conventional” sostituiti con EURO III.

Di seguito ([Tabella 96](#)) sono confrontate le stime del carico emissivo giornaliero di CO, NO_x, COV, PM₁₀ per i tre scenari sopra considerati (per brevità, le stime delle emissioni di benzene e polveri totali non sono riportate perché le variazioni percentuali sono le stesse dei composti organici volatili e delle polveri fini).

Come risulta dalla Tabella seguente le ipotesi di rinnovo del parco circolante secondo gli scenari “EURO I-II” ed “EURO III” comportano, rispetto allo scenario “2001” (stato attuale), un sostanziale abbattimento delle emissioni totali giornaliere di inquinanti.

In particolare, le emissioni totali giornaliere degli scenari “EURO I-II” ed “EURO III” vengono ridotte rispetto allo scenario “2001” per:

- il monossido di carbonio dal 32% al 44%;
- gli ossidi di azoto dal 47% al 64%;
- i composti organici volatili dal 57% al 68%;
- le polveri fini dal 40% al 62 %.

Una forte riduzione delle emissioni di inquinanti si riscontra anche osservando i contributi relativi alle singole classi veicolari.

Il dato finale che emerge dal confronto dei tre scenari proposti è la constatazione che il miglioramento tecnologico indotto dall’adeguamento dei nuovi veicoli ai regolamenti europei comporta un significativo e sostanziale abbattimento delle emissioni inquinanti. Sulla base delle stime sopra riportate il rinnovo del parco circolante può quindi rappresentare, in prospettiva futura, una efficace iniziativa per il miglioramento della qualità dell’aria in ambito urbano (ARPAV-DAP PD e ORAR, 2002).

Tabella 96: Emissioni di monossido di carbonio, ossidi di azoto, composti organici volatili e polveri fini con differenti scenari del parco circolante; lo scenario "EURO I-II" ipotizza la sostituzione dei mezzi "conventional" con veicoli EURO I ed EURO II, lo scenario "EURO III" solo con mezzi EURO III (elaborazione ARPAV-DAP PD)

| Stima COPERT emissioni | 2001 | EURO I - II | | EURO III | |
|---------------------------|-----------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|
| | Kg/die | Kg/die | var. % | Kg/die | var. % |
| CO | | | | | |
| <i>Moto e ciclomotori</i> | 9.696,2 | 8.969,7 | -7% | 8.103,8 | -16% |
| <i>Auto</i> | 30.053,9 | 18.242,1 | -39% | 14.569,6 | -52% |
| <i>Comm. leg.</i> | 576,8 | 201,6 | -65% | 196,3 | -66% |
| <i>Comm. pes.</i> | 560,6 | 324,5 | -42% | 235,6 | -58% |
| <i>Articolati</i> | 47,1 | 30,2 | -36% | 23,4 | -50% |
| <i>Bus</i> | 133,0 | 81,8 | -39% | 57,0 | -57% |
| <i>Pullman</i> | 27,7 | 16,2 | -41% | 11,8 | -58% |
| Totale | 41.095,4 | 27.866,1 | -32% | 23.197,5 | -44% |
| NOx | | | | | |
| <i>Moto e ciclomotori</i> | 26,5 | 23,0 | -13% | 22,0 | -17% |
| <i>Auto</i> | 3.401,8 | 1.485,0 | -56% | 947,2 | -72% |
| <i>Comm. leg.</i> | 347,6 | 250,5 | -28% | 215,3 | -38% |
| <i>Comm. pes.</i> | 881,7 | 611,2 | -31% | 404,6 | -54% |
| <i>Articolati</i> | 185,8 | 114,1 | -39% | 86,0 | -54% |
| <i>Bus</i> | 434,0 | 300,8 | -31% | 203,1 | -53% |
| <i>Pullman</i> | 104,1 | 57,4 | -45% | 40,5 | -61% |
| Totale | 5.381,6 | 2.842,0 | -47% | 1.918,7 | -64% |
| COV | | | | | |
| <i>Moto e ciclomotori</i> | 1.667,6 | 1.022,0 | -39% | 909,9 | -45% |
| <i>Auto</i> | 3.402,5 | 1.008,0 | -70% | 583,6 | -83% |
| <i>Comm. leg.</i> | 74,4 | 44,3 | -40% | 31,4 | -58% |
| <i>Comm. pes.</i> | 319,8 | 244,0 | -24% | 180,3 | -44% |
| <i>Articolati</i> | 27,1 | 18,4 | -32% | 14,7 | -46% |
| <i>Bus</i> | 61,8 | 45,7 | -26% | 33,2 | -46% |
| <i>Pullman</i> | 16,5 | 11,0 | -33% | 8,2 | -50% |
| Totale | 5.569,7 | 2.393,4 | -57% | 1.761,2 | -68% |
| PM₁₀ | | | | | |
| <i>Moto e ciclomotori</i> | 0,0 | 0,0 | = | 0,0 | = |
| <i>Auto</i> | 83,9 | 62,4 | -26% | 39,8 | -53% |
| <i>Comm. leg.</i> | 55,8 | 20,6 | -63% | 15,7 | -72% |
| <i>Comm. pes.</i> | 91,6 | 55,2 | -40% | 33,4 | -64% |
| <i>Articolati</i> | 12,0 | 6,5 | -46% | 4,1 | -66% |
| <i>Bus</i> | 17,6 | 11,8 | -33% | 7,6 | -57% |
| <i>Pullman</i> | 5,4 | 2,3 | -57% | 1,3 | -76% |
| Totale | 266,3 | 158,9 | -40% | 101,9 | -62% |

5.2.3 Stima delle emissioni da traffico veicolare con un differente scenario del parco veicolare circolante per tipo di alimentazione

La stima delle emissioni da traffico veicolare con metodologia COPERT III è stata svolta focalizzando l'attenzione sulla categoria veicolare "mezzi di trasporto pubblico" (autobus) confrontando due diverse tipologie di alimentazione dei mezzi: gasolio tradizionale e "gasolio bianco".

Come si è detto il "gasolio bianco" è una miscela di gasolio (88%), acqua (10.3%) ed additivi (1.7%) che permette, secondo quanto pubblicizzato, una significativa riduzione delle emissioni di

ossidi di azoto, monossido di carbonio, polveri ed anidride carbonica. Per la definizione dei fattori di emissione degli autobus nello scenario di utilizzo del combustibile alternativo “*gasolio bianco*” è stata considerata la stima di riduzione ricavata con test al banco e su strada in condizioni standard (<http://www.gasoliobianco.com/>): fino al 30% per gli ossidi di azoto e fino al 50% per il monossido di carbonio e le polveri. Poiché si tratta di dati ottenuti in condizioni di funzionamento non completamente sovrapponibili al regime medio di conduzione e alla composizione del parco mezzi considerato dal presente caso studio è stata ipotizzata in via cautelativa una efficienza di abbattimento degli inquinanti pari al 15% per gli ossidi di azoto e al 25% per il monossido di carbonio e le polveri (corrispondente cioè alla metà della percentuale teorica-standard dichiarata). (ARPAV-DAP PD e ORAR, 2002).

Lo **scenario di riferimento** per la stima delle emissioni con metodologia COPERT III considera la quota di autobus appartenente al parco veicolare circolante funzionante con alimentazione a *gasolio tradizionale*; lo **scenario alternativo** considera la stessa quota di veicoli funzionante con il combustibile alternativo “*gasolio bianco*”.

Tabella 97: Fattori medi di emissione di CO, NO_x e PTS con differenti scenari del parco autobus; con veicoli alimentati a gasolio tradizionale e con veicoli alimentati a gasolio bianco (elaborazione ARPAV-ORAR)

| Stima COPERT fattori medi di emissione | gasolio tradizionale | gasolio bianco | var. % |
|---|----------------------|----------------|-------------|
| | g/Km | g/Km | |
| CO | | | |
| <i>Moto e ciclomotori</i> | 36.75 | 36.75 | 0% |
| <i>Auto</i> | 10.06 | 10.06 | 0% |
| <i>Comm. leg.</i> | 2.79 | 2.79 | 0% |
| <i>Comm. pes.</i> | 2.99 | 2.99 | 0% |
| <i>Articolati</i> | 2.60 | 2.60 | 0% |
| Bus | 6.95 | 5.21 | -25% |
| <i>Pullman</i> | 2.93 | 2.93 | 0% |
| NOx | | | |
| <i>Moto e ciclomotori</i> | 0.11 | 0.11 | 0% |
| <i>Auto</i> | 1.14 | 1.14 | 0% |
| <i>Comm. leg.</i> | 1.68 | 1.68 | 0% |
| <i>Comm. pes.</i> | 4.69 | 4.69 | 0% |
| <i>Articolati</i> | 10.28 | 10.28 | 0% |
| Bus | 20.01 | 17.01 | -15% |
| <i>Pullman</i> | 11.01 | 11.01 | 0% |
| PTS | | | |
| <i>Moto e ciclomotori</i> | 0.00 | 0.00 | 0% |
| <i>Auto</i> | 0.03 | 0.03 | 0% |
| <i>Comm. leg.</i> | 0.28 | 0.28 | 0% |
| <i>Comm. pes.</i> | 0.51 | 0.51 | 0% |
| <i>Articolati</i> | 0.69 | 0.69 | 0% |
| Bus | 0.95 | 0.72 | -25% |

A causa della mancanza di dati attendibili sui fattori medi di emissione per veicoli alimentati a GPL o metano, appartenenti ad ogni categoria veicolare del parco circolante, e, a maggior ragione su quelli per veicoli alimentati con idrogeno a tutt’oggi ancora futuribili, non sono state possibili elaborazioni di scenari alternativi con la previsione di utilizzo di tali combustibili.

Qualora si disponesse di tali informazioni verranno effettuate le seguenti elaborazioni:

- stima delle emissioni con sostituzione dei veicoli convenzionali (non catalizzati), alimentati a benzina o gasolio, con veicoli alimentati a GPL/metano o a idrogeno;

- stima delle emissioni prodotte da veicoli commerciali (leggeri e pesanti) alimentati a GPL/metano o a idrogeno e valutazione della riduzione ottenuta rispetto all'uso di carburanti tradizionali;
 - stima delle emissioni prodotte da mezzi di trasporto pubblico (bus urbani ed interurbani) alimentati a GPL/metano o a idrogeno e valutazione della riduzione ottenuta rispetto agli scenari proposti (con l'uso di gasolio tradizionale e di "gasolio bianco");
- con l'obiettivo di valutare i miglioramenti dello stato attuale della qualità dell'aria e la riduzione dell'inquinamento atmosferico originato dal traffico veicolare.