

Castel d'Azzano	2.03	8.97	3.12	0.00	0.00
Castelnuovo del G.	1.56	7.72	279.53	0.00	0.00
Grezzana	138.51	20.55	0.93	0.00	0.00
Lavagno	16.91	0.00	0.00	0.00	0.00
Negrar	1.27	2.41	0.00	0.00	0.00
Pescantina	1.30	3.20	0.30	0.17	0.00
S. Giovanni Lupatoto	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00
S. Martino B.A.	38.41	2.26	18.99	0.00	0.00
S. Ambrogio di V.	30.39	41.52	20.00	0.00	4.25
Sommacampagna	54.26	11.27	247.97	0.07	1.23
Sona	116.97	52.05	77.48	0.00	0.00
Valeggio sul Mincio	53.97	75.47	96.93	0.07	6.32
Verona	65.97	34.77	104.82	0.00	0.00
Villafranca di Verona	40.09	197.76	410.23	0.00	0.00
Zevio	110.47	18.92	241.68	0.00	15.31
<b>TOTALE</b>	<b>712.15</b>	<b>548.25</b>	<b>1505.91</b>	<b>0.31</b>	<b>27.11</b>

 Tabella 2-60: Emissione di ammoniaca (NH<sub>3</sub>) dagli allevamenti zootecnici per le diverse specie animali espresse in t/anno - parte II.

<b>NH<sub>3</sub> - ammoniaca</b>	Galline ovaiole	Maiali da ingrasso	Pecore	Pollastri	Scrofe	Vacche da latte
Bussolengo	0.00	2.17	0.00	32.13	0.00	12.76
Buttapietra	0.00	9.97	0.00	35.97	0.00	20.61
Castel d'Azzano	0.00	0.00	0.00	13.71	0.00	0.00
Castelnuovo del G.	0.00	0.00	0.00	15.92	0.00	20.61
Grezzana	44.27	0.04	0.57	252.50	10.80	64.94
Lavagno	0.00	0.00	0.00	52.76	0.00	0.00
Negrar	42.62	1.41	0.00	32.89	0.00	8.78
Pescantina	545.98	0.00	0.00	9.84	0.00	12.85
S. Giovanni Lupatoto	0.00	68.39	0.69	0.00	12.95	4.41
S. Martino B.A.	1.11	10.06	0.00	64.24	0.00	10.28
S. Ambrogio di V.	5.27	5.88	0.00	69.04	0.00	69.55
Sommacampagna	0.00	152.50	1.58	64.91	29.77	28.71
Sona	0.00	1.95	0.01	71.02	0.28	41.81
Valeggio sul Mincio	16.91	382.98	4.99	111.84	93.88	130.22
Verona	33.89	0.17	0.00	126.69	0.00	69.21
Villafranca di Verona	3.21	19.96	0.16	15.12	3.02	135.95
Zevio	30.35	125.30	5.60	55.27	105.45	56.11
<b>TOTALE</b>	<b>723.61</b>	<b>780.78</b>	<b>13.61</b>	<b>1023.86</b>	<b>256.15</b>	<b>686.81</b>

Tabella 2-61: Emissione di protossido di azoto (N<sub>2</sub>O) dagli allevamenti zootecnici per le diverse specie animali espresse in t/anno - parte I.

<b>N<sub>2</sub>O – protossido di azoto</b>	Altri avicoli	Altri bovini	Bufalini	Cavalli	Conigli
Bussolengo	4.08	6.73	0.38	0.00	0.00
Buttapietra	1.24	0.72	0.00	0.00	0.00
Castel d'Azzano	0.27	0.94	0.30	0.00	0.00
Castelnuovo del G.	0.21	0.81	26.89	0.00	0.00
Grezzana	18.42	2.15	0.09	0.00	0.00
Lavagno	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00
Negrar	0.17	0.25	0.00	0.00	0.00
Pescantina	0.17	0.34	0.03	0.03	0.00
S. Giovanni Lupatoto	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
S. Martino B.A.	5.11	0.24	1.83	0.00	0.00
S. Ambrogio di V.	4.04	4.34	1.92	0.00	0.29
Sommacampagna	7.21	1.18	23.86	0.01	0.08
Sona	15.55	5.45	7.45	0.00	0.00
Valeggio sul Mincio	7.18	7.90	9.33	0.01	0.44
Verona	8.77	3.64	10.09	0.00	0.00
Villafranca di V.	5.33	20.70	39.47	0.00	0.00
Zevio	14.69	1.98	23.25	0.00	1.06
<b>TOTALE</b>	<b>94.68</b>	<b>57.38</b>	<b>144.88</b>	<b>0.06</b>	<b>1.87</b>

Tabella 2-62: Emissione di protossido di azoto (N<sub>2</sub>O) dagli allevamenti zootecnici per le diverse specie animali espresse in t/anno - parte II.

<b>N<sub>2</sub>O – protossido di azoto</b>	Galline ovaiole	Maiali da ingrasso	Pecore	Pollastri	Scrofe	Vacche da latte
Bussolengo	0.00	0.15	0.00	5.86	0.00	1.34
Buttapietra	0.00	0.71	0.00	6.56	0.00	2.16
Castel d'Azzano	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00
Castelnuovo del G.	0.00	0.00	0.00	2.90	0.00	2.16
Grezzana	4.51	0.00	0.09	46.04	0.72	6.82
Lavagno	0.00	0.00	0.00	9.62	0.00	0.00
Negrar	4.34	0.10	0.00	6.00	0.00	0.92
Pescantina	55.59	0.00	0.00	1.79	0.00	1.35
S. Giovanni Lupatoto	0.00	4.84	0.10	0.00	0.86	0.46
S. Martino B.A.	0.11	0.71	0.00	11.71	0.00	1.08
S. Ambrogio di V.	0.54	0.42	0.00	12.59	0.00	7.30
Sommacampagna	0.00	10.80	0.24	11.84	1.98	3.01
Sona	0.00	0.14	0.00	12.95	0.02	4.39

Valeggio sul Mincio	1.72	27.13	0.75	20.39	6.25	13.67
Verona	3.45	0.01	0.00	23.10	0.00	7.26
Villafranca di V.	0.33	1.41	0.02	2.76	0.20	14.27
Zevio	3.09	8.88	0.84	10.08	7.02	5.89
<b>TOTALE</b>	<b>73.67</b>	<b>55.31</b>	<b>2.04</b>	<b>186.70</b>	<b>17.04</b>	<b>72.08</b>

Tabella 2-63: Emissione di composti organici volatili (COV) dagli allevamenti zootecnici per le diverse specie animali espresse in t/anno.

COV	Altri bovini	Bufalini	Cavalli	Maiali da ingrasso	Scrofe	Vacche da latte
Bussolengo	0.18	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02
Buttapietra	0.02	0.00	0.00	0.04	0.00	0.03
Castel d'Azzano	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Castelnuovo del G.	0.02	0.40	0.00	0.00	0.00	0.03
Grezzana	0.06	0.00	0.00	0.00	0.02	0.08
Lavagno	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Negrar	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
Pescantina	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
S. Giovanni Lupatoto	0.00	0.00	0.00	0.25	0.02	0.01
S. Martino B.A.	0.01	0.03	0.00	0.04	0.00	0.01
S. Ambrogio di V.	0.12	0.03	0.00	0.02	0.00	0.09
Sommacampagna	0.03	0.35	0.00	0.55	0.05	0.04
Sona	0.15	0.11	0.00	0.01	0.00	0.05
Valeggio sul Mincio	0.21	0.14	0.00	1.38	0.16	0.16
Verona	0.10	0.15	0.00	0.00	0.00	0.09
Villafranca di V.	0.55	0.58	0.00	0.07	0.00	0.17
Zevio	0.05	0.34	0.00	0.45	0.17	0.07
<b>TOTALE</b>	<b>1.53</b>	<b>2.14</b>	<b>0.00</b>	<b>2.81</b>	<b>0.42</b>	<b>0.85</b>

 Tabella 2-64: Emissione di PM<sub>10</sub> dagli allevamenti zootecnici per le diverse specie animali espresse in t/anno – parte I.

PM <sub>10</sub>	Altri avicoli	Altri bovini	Galline ovaiole	Maiali da ingrasso	Pollastri
Bussolengo	0.96	0.28	0.00	0.03	2.31
Buttapietra	0.29	0.03	0.00	0.12	2.59
Castel d'Azzano	0.06	0.04	0.00	0.00	0.99
Castelnuovo del G.	0.05	0.03	0.00	0.00	1.14
Grezzana	4.33	0.09	2.20	0.00	18.15
Lavagno	0.53	0.00	0.00	0.00	3.79
Negrar	0.04	0.01	2.12	0.02	2.36
Pescantina	0.04	0.01	27.18	0.00	0.71

S. Giovanni Lupatoto	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00
S. Martino B.A.	1.20	0.01	0.06	0.12	4.62
S. Ambrogio di V.	0.95	0.18	0.26	0.07	4.96
Sommacampagna	1.70	0.05	0.00	1.79	4.67
Sona	3.66	0.23	0.00	0.02	5.11
Valeggio sul Mincio	1.69	0.33	0.84	4.50	8.04
Verona	2.06	0.15	1.69	0.00	9.11
Villafranca di V.	1.25	0.86	0.16	0.23	1.09
Zevio	3.45	0.08	1.51	1.47	3.97
<b>TOTALE</b>	<b>22.25</b>	<b>2.40</b>	<b>36.02</b>	<b>9.17</b>	<b>73.61</b>

Tabella 2-65: Emissione di PM<sub>10</sub> dagli allevamenti zootecnici per le diverse specie animali espresse in t/anno – parte II.

<b>PM<sub>10</sub></b>	Scrofe	Vacche da latte
Bussolengo	0.00	0.02
Buttapietra	0.00	0.04
Castel d'Azzano	0.00	0.00
Castelnuovo del G.	0.00	0.04
Grezzana	0.06	0.13
Lavagno	0.00	0.00
Negrar	0.00	0.02
Pescantina	0.00	0.02
S. Giovanni Lupatoto	0.07	0.01
S. Martino B.A.	0.00	0.02
S. Ambrogio di V.	0.00	0.13
Sommacampagna	0.16	0.06
Sona	0.00	0.08
Valeggio sul Mincio	0.51	0.25
Verona	0.00	0.13
Villafranca di V.	0.02	0.26
Zevio	0.57	0.11
<b>TOTALE</b>	<b>1.38</b>	<b>1.33</b>

Tabella 2-66: Emissione di PM<sub>2.5</sub> dagli allevamenti zootecnici per le diverse specie animali espresse in t/anno – parte I.

<b>PM<sub>2.5</sub></b>	Altri avicoli	Altri bovini	Galline ovaiole	Maiali da ingrasso	Pollastri
Bussolengo	0.48	0.08	0.00	0.01	1.16
Buttapietra	0.15	0.01	0.00	0.04	1.29
Castel d'Azzano	0.03	0.01	0.00	0.00	0.49

Castelnuovo del G.	0.02	0.01	0.00	0.00	0.57
Grezzana	2.16	0.03	1.10	0.00	9.08
Lavagno	0.26	0.00	0.00	0.00	1.90
Negrar	0.02	0.00	1.06	0.00	1.18
Pescantina	0.02	0.00	13.59	0.00	0.35
S. Giovanni Lupatoto	0.00	0.00	0.00	0.24	0.00
S. Martino B.A.	0.60	0.00	0.03	0.04	2.31
S. Ambrogio di V.	0.47	0.05	0.13	0.02	2.48
Sommacampagna	0.85	0.01	0.00	0.54	2.33
Sona	1.83	0.07	0.00	0.01	2.55
Valeggio sul Mincio	0.84	0.10	0.42	1.35	4.02
Verona	1.03	0.05	0.84	0.00	4.55
Villafranca di V.	0.63	0.26	0.08	0.07	0.54
Zevio	1.73	0.02	0.76	0.44	1.99
<b>TOTALE</b>	<b>11.13</b>	<b>0.72</b>	<b>18.01</b>	<b>2.75</b>	<b>36.81</b>

Tabella 2-67: Emissione di PM<sub>2.5</sub> dagli allevamenti zootecnici per le diverse specie animali espresse in t/anno – parte II.

<b>PM<sub>2.5</sub></b>	Scrofe	Vacche da latte
Bussolengo	0	0.01
Buttapietra	0	0.01
Castel d'Azzano	0	0
Castelnuovo del G.	0	0.01
Grezzana	0.02	0.04
Lavagno	0	0
Negrar	0	0.01
Pescantina	0	0.01
S. Giovanni Lupatoto	0.02	0
S. Martino B.A.	0	0.01
S. Ambrogio di V.	0	0.04
Sommacampagna	0.05	0.02
Sona	0	0.02
Valeggio sul Mincio	0.15	0.08
Verona	0	0.04
Villafranca di Verona	0	0.08
Zevio	0.17	0.03
<b>TOTALE</b>	<b>0.41</b>	<b>0.4</b>

## Proposta di Piano di Azione e Risanamento della Qualità dell'Aria

Tabella 2-68: Emissione di polveri totali sospese (PTS) dagli allevamenti zootecnici per le diverse specie animali espresse in t/anno – parte I.

PTS	Altri avicoli	Altri bovini	Galline ovaiole	Maiali da ingrasso	Pollastri
Bussolengo	1.37	0.70	0.00	0.06	3.30
Buttapietra	0.42	0.07	0.00	0.29	3.69
Castel d'Azzano	0.09	0.10	0.00	0.00	1.41
Castelnuovo del G.	0.07	0.08	0.00	0.00	1.63
Grezzana	6.18	0.22	3.15	0.00	25.91
Lavagno	0.75	0.00	0.00	0.00	5.41
Negrar	0.06	0.03	3.03	0.04	3.38
Pescantina	0.06	0.04	38.79	0.00	1.01
S. Giovanni Lupatoto	0.00	0.00	0.00	2.01	0.00
S. Martino B.A.	1.71	0.02	0.08	0.30	6.59
S. Ambrogio di V.	1.36	0.45	0.37	0.17	7.08
Sommacampagna	2.42	0.12	0.00	4.47	6.66
Sona	5.22	0.57	0.00	0.06	7.29
Valeggio sul Mincio	2.41	0.82	1.20	11.23	11.48
Verona	2.94	0.38	2.41	0.01	13.00
Villafranca di Verona	1.79	2.16	0.23	0.59	1.55
Zevio	4.93	0.21	2.16	3.68	5.67
<b>TOTALE</b>	<b>31.76</b>	<b>5.99</b>	<b>51.41</b>	<b>22.90</b>	<b>105.06</b>

Tabella 2-69: Emissione di polveri totali sospese (PTS) dagli allevamenti zootecnici per le diverse specie animali espresse in t/anno – parte II.

PTS	Scrofe	Vacche da latte
Bussolengo	0.00	0.06
Buttapietra	0.00	0.10
Castel d'Azzano	0.00	0.00
Castelnuovo del G.	0.00	0.10
Grezzana	0.15	0.31
Lavagno	0.00	0.00
Negrar	0.00	0.04
Pescantina	0.00	0.06
S. Giovanni Lupatoto	0.17	0.02
S. Martino B.A.	0.00	0.05
S. Ambrogio di V.	0.00	0.34
Sommacampagna	0.40	0.14
Sona	0.00	0.20

Valeggio sul Mincio	1.26	0.63
Verona	0.00	0.34
Villafranca di Verona	0.04	0.66
Zevio	1.42	0.27
<b>TOTALE</b>	<b>3.45</b>	<b>3.33</b>

Sommando le emissioni provenienti da tutte le specie animali si ottiene l'emissione totale derivante dal settore dell'allevamento zootecnico in ciascun Comune.

Tabella 2-70: Emissione derivanti dagli allevamenti zootecnici per ciascun Comune, espresse in t/anno.

	<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>NH<sub>3</sub></b>	<b>N<sub>2</sub>O</b>	<b>COV</b>	<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>PM<sub>2.5</sub></b>	<b>PTS</b>
Bussolengo	230.56	145.95	18.54	0.21	3.60	1.73	5.49
Buttapietra	109.15	82.74	11.39	0.08	3.07	1.50	4.58
Castel d'Azzano	36.29	27.82	4.01	0.03	1.09	0.54	1.60
Castelnuovo del G.	634.20	325.34	32.97	0.44	1.27	0.62	1.89
Grezzana	430.05	533.11	78.83	0.16	24.96	12.42	35.92
Lavagno	31.04	69.67	11.87	0.00	4.32	2.16	6.17
Negrar	64.73	89.37	11.78	0.02	4.57	2.28	6.57
Pescantina	251.57	573.64	59.30	0.03	27.96	13.97	39.95
S. Giovanni Lupatoto	129.51	145.35	20.79	0.08	6.02	2.98	8.75
S. Martino B.A.	383.25	245.90	31.45	0.25	6.56	3.20	9.78
S. Ambrogio di V.	160.33	86.72	6.30	0.27	0.88	0.26	2.20
Sommacampagna	972.11	592.26	60.22	1.02	8.42	3.80	14.22
Sona	461.36	361.56	45.95	0.31	9.09	4.48	13.34
Valeggio sul Mincio	1685.54	973.59	94.76	2.04	16.16	6.96	29.04
Verona	570.31	435.54	56.32	0.33	13.15	6.52	19.07
Villafranca di Verona	1726.18	825.50	84.48	1.38	3.88	1.66	7.01
Zevio	1217.62	764.47	76.76	1.09	11.17	5.14	18.33
<b>TOTALE</b>	<b>9093.78</b>	<b>6278.55</b>	<b>705.71</b>	<b>7.76</b>	<b>146.17</b>	<b>70.22</b>	<b>223.90</b>

#### 2.1.5.5.2.3 Confronto con i dati dell'inventario ISPRA disaggregato

Sommando i contributi delle emissioni derivanti dal settore dell'agricoltura e da quello degli allevamenti zootecnici, è possibile ottenere una stima delle emissioni dovute al macrosettore 10 "Agricoltura".

Tabella 2-71: Emissione totali annue derivanti dal macrosettore 10, espresse in t/anno.

	<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>NH<sub>3</sub></b>	<b>N<sub>2</sub>O</b>	<b>COV</b>	<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>PM<sub>2.5</sub></b>
Bussolengo	230.56	168.83	24.44	0.21	3.60	1.73
Buttapietra	109.15	99.76	14.54	0.08	3.07	1.50

Castel d'Azzano	36.29	42.54	6.76	0.03	1.09	0.54
Castelnuovo del G.	634.20	350.24	37.78	0.44	1.27	0.62
Grezzana	430.05	535.52	79.70	0.16	24.96	12.42
Lavagno	31.04	76.17	13.50	0.00	4.32	2.16
Negrar	64.73	93.30	13.46	0.02	4.57	2.28
Pescantina	251.57	578.56	61.03	0.03	27.96	13.97
S. Giovanni Lupatoto	129.51	159.30	23.31	0.08	6.02	2.98
S. Martino B.A.	383.25	268.28	35.66	0.25	6.56	3.20
S. Pietro in C.	0.00	2.93	1.43	0.00	0.00	0.00
S. Ambrogio di V.	160.33	90.39	7.24	0.27	0.88	0.26
Sommacampagna	972.11	624.57	66.83	1.02	8.42	3.80
Sona	461.36	390.62	52.57	0.31	9.09	4.48
Valeggio sul Mincio	1685.54	1038.34	107.45	2.04	16.16	6.96
Verona	570.31	500.47	71.51	0.33	13.15	6.52
Villafranca di Verona	1726.18	876.92	95.51	1.38	3.88	1.66
Zevio	1217.62	820.91	87.81	1.09	11.17	5.14
<b>TOTALE</b>	<b>9093.78</b>	<b>6717.66</b>	<b>800.54</b>	<b>7.76</b>	<b>146.17</b>	<b>70.22</b>

Questi valori di emissioni possono essere confrontati con i corrispondenti dati dell'inventario ISPRA disaggregato che si riferiscono allo stesso macrosettore.

Tabella 2-72: Emissione totali annue derivanti dal macrosettore 10, espresse in t/anno: dato dell'inventario ISPRA disaggregato.

	<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>NH<sub>3</sub></b>	<b>N<sub>2</sub>O</b>	<b>COV</b>	<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>PM<sub>2.5</sub></b>
Bussolengo	159.9	183.6	27.15	0.15	13.95	2.47
Buttapietra	84.1	105.6	19.94	0.1	6.21	1.19
Castel d'Azzano	155.7	242	23.39	0.11	38.2	5.44
Castelnuovo del G.	136.7	149.2	25.03	0.16	7.26	1.63
Grezzana	392.1	587.2	31.26	0.26	122.5	16.57
Lavagno	47.32	134.1	10.72	0.02	28.81	3.81
Negrar	85.95	107.1	6.01	0.06	20.2	2.8
Pescantina	221.7	355.1	20.96	0.13	76.85	10.47
S. Giovanni Lupatoto	52.48	113.7	17.46	0.05	15.39	2.22
S. Martino B.A.	207.8	253	27.58	0.13	33.04	4.88
S. Pietro in C.	93.34	31.62	4.05	0.02	0.22	0.09
S. Ambrogio di V.	326.4	377	39.59	0.23	46.03	7.08
Sommacampagna	434.4	327.9	34.3	0.34	28.18	4.99
Sona	780.2	889.8	84.47	0.54	100.4	15.57
Valeggio sul Mincio	635.4	621.6	77.47	0.74	66.85	10.88

Verona	773.3	631	63.89	0.59	36.17	7.6
Villafranca di Verona	421.5	444.9	60.1	0.35	27.73	5.15
Zevio	9.15	13.64	3.74	0.02	0.1	0.06
<b>TOTALE</b>	<b>5017.44</b>	<b>5568.06</b>	<b>577.1</b>	<b>4.01</b>	<b>668.09</b>	<b>102.9</b>

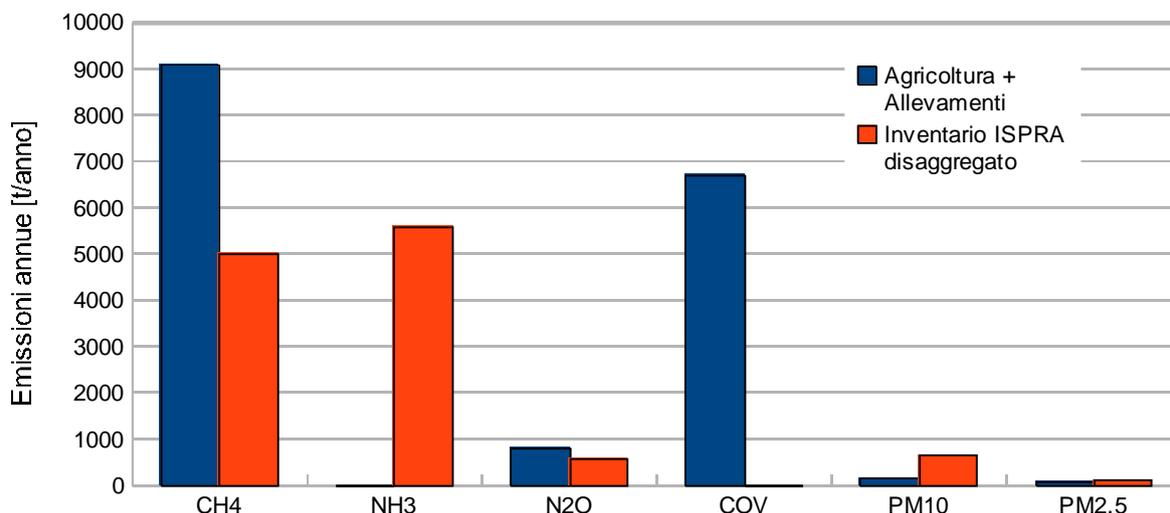


Figura 2-93: Confronto tra le emissioni totali annue derivanti dall'agricoltura e dagli allevamenti e le emissioni del Macrosettore 10 – dato dell'Inventario ISPRA disaggregato (esprese in t/anno).

Come si può osservare, emergono delle discrepanze tra le due stime, specialmente per alcuni inquinanti: per quanto riguarda il metano, che deriva interamente dagli allevamenti, la stima delle emissioni qui valutata è decisamente superiore alla stima dell'inventario ISPRA disaggregato. Questo potrebbe dipendere da diversi fattori di emissione considerati. Il PM<sub>10</sub> invece risulta sottostimato rispetto all'inventario ISPRA disaggregato: in questo caso potrebbe darsi che quest'ultimo si riferisca alle polveri totali (PTS) e non alla frazione PM<sub>10</sub>; questo potrebbe spiegare anche perché la stima di PM<sub>2.5</sub> sia invece abbastanza vicina all'inventario ISPRA disaggregato.

### 2.1.5.6 Analisi della ripartizione delle emissioni

Le emissioni di inquinanti sono state calcolate, come si è visto nei paragrafi precedenti, per ciascun macrosettore SNAP. I macrosettori SNAP sono stati a loro volta aggregati tra di loro per ottenere una stima globale delle emissioni dovute ai macro-comparti più significativi, riassunti in Tabella 2-73.

Le elaborazioni che seguono sono state effettuate sulle emissioni calcolate precedentemente ma, laddove non erano presenti altre informazioni, sono stati utilizzati i dati dell'inventario ISPRA disaggregato. Appare evidente come questo approccio non sia ottimale dal punto di vista teorico, ma è stato ritenuto il metodo migliore per non perdere il dettaglio spaziale

ottenuto grazie all'elaborazione dei dati locali e allo stesso tempo non alterare il risultato globale a causa di informazioni carenti o mancanti.

Sinteticamente questa è la sequenza delle operazioni che è stata effettuata per giungere alle emissioni utilizzate nelle analisi seguenti:

- analisi dell'inventario delle emissioni top-down ISPRA 2005 sulla Provincia di Verona;
- assegnazione di un peso dei diversi settori emissivi nei 18 Comuni del PQA secondo la disaggregazione top-down ISPRA a cura di ORAR;
- valutazione delle fonti emissive locali per tutte le basi di dati disponibili al fine di integrare, bilanciare ed eventualmente correggere la disaggregazione top-down delle emissioni;
- confronto di consistenza per macrosettori con l'inventario top-down ISPRA per eliminare le eventuali incongruenze;
- definizione delle emissioni per Comune, come anche riportato nel capitolo 5.

Si ribadisce altresì che i risultati presentati, per quanto definiti con la maggiore cura possibile, non possono e non devono essere assunti come inventario definitivo delle emissioni, in quanto un inventario dettagliato di tipo bottom-up è attualmente in corso di elaborazione da parte di ORAR.

Tabella 2-73: Classificazione dei macrosettori SNAP e aggregazione utilizzata.

Macrosettore SNAP		Aggregazione utilizzata	
1	Produzione di energia	1+3+4+5+6	Industria
2	Riscaldamento	2	Riscaldamento
3	Industria	7	Traffico
4	Processi produttivi	10	Agricoltura/Allevamento
5	Estrazione	8+9+11	Altro
6	Solventi		
7	Traffico		
8	Altri trasporti		
9	Rifiuti		
10	Agricoltura		
11	Altre sorgenti		

Quest'analisi è stata effettuata per ciascun Comune, in modo da poter valutare localmente la diversa importanza di ciascuna fonte di emissione rispetto alle altre. Una valutazione comparativa tra le diverse sorgenti di emissione è fondamentale per poter valutare quali fonti esercitano la pressione maggiore e di conseguenza per decidere quali azioni intraprendere per migliorare lo stato della qualità dell'aria.

**2.1.5.6.1 Il biossido di zolfo: SO<sub>2</sub>**

 Tabella 2-74: Emissioni di SO<sub>2</sub>, espresse in t/anno, ripartite nei macro-comparti individuati.

<b>Comune</b>	<b>industria</b>	<b>riscaldamento</b>	<b>traffico</b>	<b>agric./allev.</b>	<b>altro</b>	<b>totale</b>
Bussolengo	0.7	3.5	2.7	0.0	0.1	9.8
Buttapietra	2.7	1.2	0.2	0.0	0.1	4.4
Castel d' Azzano	4.1	2.1	0.3	0.0	0.1	6.9
Castelnuovo del Garda	0.1	1.8	2.2	0.0	0.1	6.4
Grezzana	0.3	2.1	0.7	0.0	0.1	3.9
Lavagno	0.4	1.2	2.7	0.0	0.0	7.1
Negrar	0.3	3.3	0.9	0.0	0.1	5.6
Pescantina	0.6	2.5	1.0	0.0	0.1	5.2
San Giovanni Lupatoto	3.8	4.4	4.1	0.0	0.2	9.1
San Martino Buon Albergo	11.7	2.7	5.6	0.0	0.1	22.8
San Pietro in Cariano	0.0	2.6	0.6	0.0	0.1	13.9
Sant' Ambrogio di Valpolicella	0.2	2.0	0.4	0.0	0.1	9.0
Sommacampagna	49.0	2.7	3.4	0.0	0.8	60.4
Sona	0.5	2.9	4.0	0.0	0.1	4.6
Valeggio sul Mincio	0.0	2.2	0.7	0.0	0.1	3.8
Verona	162.3	52.0	21.7	0.0	26.5	278.1
Villafranca di Verona	42.5	6.0	2.5	0.0	3.4	56.9
Zevio	1.0	2.5	1.5	0.0	0.2	6.7
<b>Totale</b>	<b>280.2</b>	<b>97.7</b>	<b>104.6</b>	<b>0.0</b>	<b>32.2</b>	<b>514.6</b>

 Tabella 2-75: Emissione percentuale delle emissioni di SO<sub>2</sub> nei macro-comparti individuati.

<b>Comune</b>	<b>industria</b>	<b>riscaldamento</b>	<b>traffico</b>	<b>agric./allev.</b>	<b>altro</b>	<b>totale</b>
Bussolengo	10.1%	49.5%	38.4%	0.0%	2.1%	100.0%
Buttapietra	64.2%	28.5%	5.8%	0.0%	1.5%	100.0%
Castel d' Azzano	61.8%	31.9%	4.8%	0.0%	1.5%	100.0%
Castelnuovo del Garda	2.3%	42.4%	53.5%	0.0%	1.7%	100.0%
Grezzana	9.0%	64.6%	23.4%	0.0%	2.9%	100.0%
Lavagno	9.3%	28.0%	62.0%	0.0%	0.7%	100.0%
Negrar	6.3%	71.4%	19.5%	0.0%	2.8%	100.0%
Pescantina	14.7%	59.7%	22.9%	0.0%	2.7%	100.0%
San Giovanni Lupatoto	30.4%	35.0%	33.1%	0.0%	1.5%	100.0%
San Martino Buon Albergo	58.3%	13.4%	27.8%	0.0%	0.5%	100.0%
San Pietro in Cariano	0.3%	79.5%	17.3%	0.0%	2.8%	100.0%
Sant' Ambrogio di Valpolicella	7.2%	75.4%	13.9%	0.0%	3.5%	100.0%
Sommacampagna	87.8%	4.8%	6.1%	0.0%	1.4%	100.0%

Sona	6.2%	39.0%	53.2%	0.0%	1.5%	100.0%
Valeggio sul Mincio	0.6%	72.6%	23.4%	0.0%	3.4%	100.0%
Verona	61.8%	19.8%	8.3%	0.0%	10.1%	100.0%
Villafranca di Verona	78.1%	11.1%	4.6%	0.0%	6.2%	100.0%
Zevio	19.1%	47.8%	29.9%	0.0%	3.2%	100.0%

### 2.1.5.6.2 Gli ossidi di azoto: NO<sub>x</sub>

Tabella 2-76: Emissioni di NO<sub>x</sub>, espresse in t/anno, ripartite nei macro-comparti individuati.

Comune	industria	riscaldamento	traffico	agric./allev.	altro	totale
Bussolengo	7.8	20.0	356.7	0.0	47.2	431.7
Buttapietra	20.9	6.8	31.3	0.0	22.1	81.1
Castel d'Azzano	22.1	12.1	40.9	0.0	31.8	106.9
Castelnuovo del Garda	5.0	10.1	298.2	0.0	22.5	335.9
Grezzana	6.2	11.8	96.5	0.0	31.6	146.2
Lavagno	4.4	7.0	357.6	0.0	7.9	376.9
Negrar	4.7	19.1	117.1	0.0	41.0	181.9
Pescantina	7.2	14.6	126.1	0.0	37.9	185.8
San Giovanni Lupatoto	37.5	25.1	538.8	0.0	59.6	169.5
San Martino Buon Albergo	107.9	15.4	736.3	0.0	29.1	691.2
San Pietro in Cariano	2.3	14.7	71.9	0.0	28.8	782.0
Sant' Ambrogio di Valpolicella	3.2	11.4	47.3	0.0	30.2	497.9
Sommacampagna	32.9	15.3	453.1	0.0	97.0	679.5
Sona	43.8	16.8	534.3	0.0	52.5	185.0
Valeggio sul Mincio	6.0	12.9	93.5	0.1	37.9	150.3
Verona	993.4	298.2	2833.3	0.1	165.0	3885.3
Villafranca di Verona	77.1	34.6	332.7	0.1	35.0	479.4
Zevio	11.7	14.2	199.6	0.1	64.5	290.0
Totale	1394.0	560.1	7265.0	0.6	841.5	9656.6

Tabella 2-77: Emissione percentuale delle emissioni di NO<sub>x</sub> nei macro-comparti individuati.

Comune	industria	riscaldamento	traffico	agric./allev.	altro	totale
Bussolengo	1.8%	4.6%	82.6%	0.0%	10.9%	100.0%
Buttapietra	25.7%	8.4%	38.5%	0.0%	27.3%	100.0%
Castel d'Azzano	20.7%	11.3%	38.2%	0.0%	29.8%	100.0%
Castelnuovo del Garda	1.5%	3.0%	88.8%	0.0%	6.7%	100.0%
Grezzana	4.2%	8.1%	66.0%	0.0%	21.6%	100.0%
Lavagno	1.2%	1.9%	94.9%	0.0%	2.1%	100.0%
Negrar	2.6%	10.5%	64.4%	0.0%	22.5%	100.0%
Pescantina	3.9%	7.9%	67.9%	0.0%	20.4%	100.0%

San Giovanni Lupatoto	5.7%	3.8%	81.5%	0.0%	9.0%	100.0%
San Martino Buon Albergo	12.1%	1.7%	82.8%	0.0%	3.3%	100.0%
San Pietro in Cariano	1.9%	12.5%	61.1%	0.0%	24.4%	100.0%
Sant' Ambrogio di Valpolicella	3.4%	12.4%	51.3%	0.0%	32.8%	100.0%
Sommacampagna	5.5%	2.6%	75.7%	0.0%	16.2%	100.0%
Sona	6.8%	2.6%	82.5%	0.0%	8.1%	100.0%
Valeggio sul Mincio	4.0%	8.6%	62.2%	0.1%	25.2%	100.0%
Verona	23.2%	7.0%	66.0%	0.0%	3.8%	100.0%
Villafranca di Verona	16.1%	7.2%	69.4%	0.0%	7.3%	100.0%
Zevio	4.0%	4.9%	68.8%	0.0%	22.2%	100.0%

### 2.1.5.6.3 Il monossido di carbonio: CO

Tabella 2-78: Emissioni di CO, espresse in t/anno, ripartite nei macro-comparti individuati.

Comune	industria	riscaldamento	traffico	agric./allev.	altro	totale
Bussolengo	113.0	9.3	1153.0	1.0	80.7	1357.0
Buttapietra	93.5	3.2	97.1	1.0	39.1	234.0
Castel d' Azzano	20.6	5.6	127.0	0.7	41.8	195.7
Castelnuovo del Garda	49.0	4.7	986.2	1.4	58.4	1099.7
Grezzana	48.9	5.5	299.8	0.1	67.9	422.2
Lavagno	26.9	3.3	1155.2	0.3	27.0	1212.6
Negrar	39.9	8.9	363.8	0.0	76.6	489.2
Pescantina	25.1	6.8	391.7	0.2	60.5	484.3
San Giovanni Lupatoto	348.1	11.7	1704.3	0.6	78.7	586.0
San Martino Buon Albergo	108.0	7.2	2366.8	0.7	59.7	1879.9
San Pietro in Cariano	24.9	6.9	223.3	0.2	55.0	2453.7
Sant' Ambrogio di Valpolicella	11.9	5.3	146.8	0.2	41.6	1561.4
Sommacampagna	139.5	7.1	1502.4	1.3	155.0	2071.7
Sona	49.7	7.8	1768.9	1.0	144.0	426.0
Valeggio sul Mincio	83.8	6.0	290.4	2.3	115.2	497.7
Verona	814.4	139.2	8973.3	3.1	817.0	9465.1
Villafranca di Verona	99.7	16.1	1073.7	1.5	257.8	1448.9
Zevio	91.1	6.6	619.9	2.1	125.3	845.1
Totale	2188.1	261.5	23243.6	17.8	2301.1	26730.2

Tabella 2-79: Emissione percentuale delle emissioni di CO nei macro-comparti individuati.

Comune	industria	riscaldamento	traffico	agric./allev.	altro	totale
Bussolengo	8.3%	0.7%	85.0%	0.1%	5.9%	100.0%
Buttapietra	40.0%	1.4%	41.5%	0.4%	16.7%	100.0%
Castel d' Azzano	10.5%	2.9%	64.9%	0.3%	21.4%	100.0%

## Proposta di Piano di Azione e Risanamento della Qualità dell'Aria

Castelnuovo del Garda	4.5%	0.4%	89.7%	0.1%	5.3%	100.0%
Grezzana	11.6%	1.3%	71.0%	0.0%	16.1%	100.0%
Lavagno	2.2%	0.3%	95.3%	0.0%	2.2%	100.0%
Negrar	8.2%	1.8%	74.4%	0.0%	15.7%	100.0%
Pescantina	5.2%	1.4%	80.9%	0.0%	12.5%	100.0%
San Giovanni Lupatoto	16.2%	0.5%	79.5%	0.0%	3.7%	100.0%
San Martino Buon Albergo	4.2%	0.3%	93.1%	0.0%	2.3%	100.0%
San Pietro in Cariano	8.0%	2.2%	72.0%	0.1%	17.7%	100.0%
Sant' Ambrogio di Valpolicella	5.8%	2.6%	71.3%	0.1%	20.2%	100.0%
Sommacampagna	7.7%	0.4%	83.2%	0.1%	8.6%	100.0%
Sona	2.5%	0.4%	89.7%	0.1%	7.3%	100.0%
Valeggio sul Mincio	16.8%	1.2%	58.3%	0.5%	23.1%	100.0%
Verona	7.6%	1.3%	83.5%	0.0%	7.6%	100.0%
Villafranca di Verona	6.9%	1.1%	74.1%	0.1%	17.8%	100.0%
Zevio	10.8%	0.8%	73.4%	0.3%	14.8%	100.0%

### 2.1.5.6.4 Il metano: CH<sub>4</sub>

Tabella 2-80: Emissioni di CH<sub>4</sub>, espresse in t/anno, ripartite nei macro-comparti individuati.

Comune	industria	riscaldamento	traffico	agric./allev.	altro	totale
Bussolengo	808.4	1.3	11.2	230.6	114.2	1165.9
Buttapietra	3.1	0.4	1.0	109.2	4.9	118.7
Castel d' Azzano	2.4	0.8	1.3	36.3	2.3	43.3
Castelnuovo del Garda	43.8	0.6	9.3	634.2	84.6	792.4
Grezzana	3.7	0.7	3.1	430.1	3.4	441.0
Lavagno	1.1	0.4	11.2	31.0	1.1	44.9
Negrar	3.2	1.2	3.7	64.7	3.3	76.1
Pescantina	5.0	0.9	4.0	251.6	1800.0	2061.5
San Giovanni Lupatoto	7.2	1.6	17.0	129.5	3.1	144.2
San Martino Buon Albergo	1001.1	1.0	23.1	383.3	66.8	1470.6
San Pietro in Cariano	18.4	0.9	2.3	0.0	18.5	61.0
Sant' Ambrogio di Valpolicella	6.0	0.7	1.5	160.3	2.3	183.4
Sommacampagna	474.0	1.0	14.1	972.1	7.5	1488.9
Sona	189.3	1.1	16.7	461.4	21.2	680.7
Valeggio sul Mincio	128.8	0.8	3.0	1685.5	128.8	1953.8
Verona	1032.3	18.9	89.4	570.3	854.9	2560.5
Villafranca di Verona	30.9	2.2	10.4	1726.2	33.8	1832.6
Zevio	5.7	0.9	6.3	1217.6	5.3	1253.1
Totale	3764.4	35.5	228.7	9093.8	3156.0	16372.6

Tabella 2-81: Emissione percentuale delle emissioni di CH<sub>4</sub> nei macro-comparti individuati.

Comune	industria	riscaldamento	traffico	agric./allev.	altro	totale
Bussolengo	69.4%	0.1%	1.0%	19.8%	9.8%	100.0%
Buttapietra	2.6%	0.4%	0.8%	92.0%	4.2%	100.0%
Castel d'Azzano	5.6%	1.8%	3.0%	84.3%	5.3%	100.0%
Castelnuovo del Garda	5.7%	0.1%	1.2%	82.1%	10.9%	100.0%
Grezzana	0.8%	0.2%	0.7%	97.5%	0.8%	100.0%
Lavagno	2.5%	1.0%	25.0%	69.1%	2.4%	100.0%
Negrar	4.2%	1.6%	4.9%	85.0%	4.3%	100.0%
Pescantina	0.2%	0.0%	0.2%	12.2%	87.3%	100.0%
San Giovanni Lupatoto	4.5%	1.0%	10.7%	81.8%	1.9%	100.0%
San Martino Buon Albergo	67.9%	0.1%	1.6%	26.0%	4.5%	100.0%
San Pietro in Cariano	45.9%	2.3%	5.7%	0.0%	46.1%	100.0%
Sant'Ambrogio di Valpolicella	3.5%	0.4%	0.9%	93.9%	1.3%	100.0%
Sommacampagna	32.3%	0.1%	1.0%	66.2%	0.5%	100.0%
Sona	27.4%	0.2%	2.4%	66.9%	3.1%	100.0%
Valeggio sul Mincio	6.6%	0.0%	0.2%	86.6%	6.6%	100.0%
Verona	40.2%	0.7%	3.5%	22.2%	33.3%	100.0%
Villafranca di Verona	1.7%	0.1%	0.6%	95.7%	1.9%	100.0%
Zevio	0.5%	0.1%	0.5%	98.5%	0.4%	100.0%

### 2.1.5.6.5 L'ammoniaca: NH<sub>3</sub>

Tabella 2-82: Emissioni di NH<sub>3</sub>, espresse in t/anno, ripartite nei macro-comparti individuati.

Comune	industria	riscaldamento	traffico	agric./allev.	altro	totale
Bussolengo	0.0	0.0	12.1	168.8	0.0	181.0
Buttapietra	1.3	0.0	1.0	99.8	0.0	102.0
Castel d'Azzano	0.0	0.0	1.3	42.5	0.0	43.9
Castelnuovo del Garda	0.0	0.0	10.4	350.2	0.0	360.6
Grezzana	0.0	0.0	3.2	535.5	0.0	538.7
Lavagno	0.0	0.0	12.2	76.2	0.0	88.3
Negrar	0.0	0.0	3.8	93.3	0.0	97.1
Pescantina	52.7	0.0	4.1	578.6	52.7	688.1
San Giovanni Lupatoto	0.0	0.0	18.0	159.3	0.0	160.9
San Martino Buon Albergo	0.1	0.0	24.9	268.3	0.0	286.3
San Pietro in Cariano	17.5	0.0	2.4	2.9	0.0	45.4
Sant'Ambrogio di Valpolicella	0.0	0.0	1.5	90.4	0.0	106.2
Sommacampagna	0.0	0.0	15.8	624.6	0.0	643.2
Sona	0.0	0.0	18.6	390.6	0.0	393.0

Valeggio sul Mincio	0.0	0.0	3.1	1038.3	0.0	1041.4
Verona	14.2	0.0	94.5	500.5	0.1	595.8
Villafranca di Verona	0.0	0.0	11.3	876.9	0.0	888.2
Zevio	31.5	0.0	6.5	820.9	0.0	859.0
Totale	117.3	0.0	244.8	6717.7	52.9	7119.2

Tabella 2-83: Emissione percentuale delle emissioni di NH<sub>3</sub> nei macro-comparti individuati.

Comune	industria	riscaldamento	traffico	agric./allev.	altro	totale
Bussolengo	0.0%	0.0%	6.7%	93.3%	0.0%	100.0%
Buttapietra	1.2%	0.0%	1.0%	97.8%	0.0%	100.0%
Castel d'Azzano	0.0%	0.0%	3.0%	96.9%	0.0%	100.0%
Castelnuovo del Garda	0.0%	0.0%	2.9%	97.1%	0.0%	100.0%
Grezzana	0.0%	0.0%	0.6%	99.4%	0.0%	100.0%
Lavagno	0.0%	0.0%	13.8%	86.2%	0.0%	100.0%
Negrar	0.0%	0.0%	3.9%	96.0%	0.0%	100.0%
Pescantina	7.7%	0.0%	0.6%	84.1%	7.7%	100.0%
San Giovanni Lupatoto	0.0%	0.0%	10.1%	89.9%	0.0%	100.0%
San Martino Buon Albergo	0.0%	0.0%	8.5%	91.5%	0.0%	100.0%
San Pietro in Cariano	76.8%	0.0%	10.3%	12.8%	0.0%	100.0%
Sant'Ambrogio di Valpolicella	0.0%	0.0%	1.7%	98.3%	0.0%	100.0%
Sommacampagna	0.0%	0.0%	2.5%	97.5%	0.0%	100.0%
Sona	0.0%	0.0%	4.6%	95.4%	0.0%	100.0%
Valeggio sul Mincio	0.0%	0.0%	0.3%	99.7%	0.0%	100.0%
Verona	2.3%	0.0%	15.5%	82.1%	0.0%	100.0%
Villafranca di Verona	0.0%	0.0%	1.3%	98.7%	0.0%	100.0%
Zevio	3.7%	0.0%	0.8%	95.6%	0.0%	100.0%

### 2.1.5.6.6 Le polveri sottili: PM<sub>10</sub>

Tabella 2-84: Emissioni di PM<sub>10</sub>, espresse in t/anno, ripartite nei macro-comparti individuati.

Comune	industria	riscaldamento	traffico	agric./allev.	altro	totale
Bussolengo	18.2	0.2	28.9	3.6	3.9	54.9
Buttapietra	11.1	0.1	2.6	3.1	1.9	18.8
Castel d'Azzano	13.0	0.1	3.4	1.1	2.3	19.9
Castelnuovo del Garda	4.7	0.1	23.9	1.3	2.3	32.3
Grezzana	9.9	0.1	8.0	25.0	2.9	45.9
Lavagno	3.1	0.1	29.0	4.3	0.9	37.3
Negrar	6.2	0.2	9.7	4.6	3.5	24.2
Pescantina	3.0	0.2	10.4	28.0	1.0	42.5
San Giovanni Lupatoto	108.2	0.3	44.1	6.0	4.2	122.6

San Martino Buon Albergo	10.2	0.2	59.8	6.6	2.5	63.5
San Pietro in Cariano	5.3	0.2	5.9	0.0	1.5	66.7
Sant' Ambrogio di Valpolicella	19.4	0.1	3.9	0.9	2.3	58.9
Sommacampagna	31.9	0.2	36.3	8.4	4.1	87.4
Sona	20.8	0.2	42.8	9.1	3.6	39.6
Valeggio sul Mincio	5.8	0.2	7.7	16.2	4.6	34.3
Verona	224.0	3.6	231.6	13.1	33.1	472.4
Villafranca di Verona	10.4	0.4	27.0	3.9	9.3	51.0
Zevio	27.2	0.2	16.5	11.2	6.1	61.1
Totale	532.4	6.7	591.3	146.2	90.0	1333.5

Tabella 2-85: Emissione percentuale delle emissioni di PM<sub>10</sub> nei macro-comparti individuati.

Comune	industria	riscaldamento	traffico	agric./allev.	altro	totale
Bussolengo	33.2%	0.4%	52.6%	6.6%	7.1%	100.0%
Buttapietra	59.1%	0.4%	13.7%	16.3%	10.4%	100.0%
Castel d'Azzano	65.1%	0.7%	16.9%	5.5%	11.7%	100.0%
Castelnuovo del Garda	14.6%	0.4%	73.9%	3.9%	7.2%	100.0%
Grezzana	21.6%	0.3%	17.3%	54.4%	6.3%	100.0%
Lavagno	8.2%	0.2%	77.6%	11.6%	2.4%	100.0%
Negrar	25.8%	0.9%	39.9%	18.9%	14.5%	100.0%
Pescantina	7.1%	0.4%	24.4%	65.7%	2.4%	100.0%
San Giovanni Lupatoto	66.5%	0.2%	27.1%	3.7%	2.6%	100.0%
San Martino Buon Albergo	12.9%	0.2%	75.5%	8.3%	3.1%	100.0%
San Pietro in Cariano	40.9%	1.4%	46.1%	0.0%	11.7%	100.0%
Sant' Ambrogio di Valpolicella	73.0%	0.5%	14.7%	3.3%	8.5%	100.0%
Sommacampagna	39.5%	0.2%	44.8%	10.4%	5.1%	100.0%
Sona	27.2%	0.3%	55.9%	11.9%	4.7%	100.0%
Valeggio sul Mincio	16.8%	0.4%	22.4%	47.0%	13.3%	100.0%
Verona	44.3%	0.7%	45.8%	2.6%	6.5%	100.0%
Villafranca di Verona	20.5%	0.8%	52.9%	7.6%	18.2%	100.0%
Zevio	44.6%	0.3%	26.9%	18.3%	10.0%	100.0%

Per una migliore visione d'insieme, i Comuni sono stati aggregati in quattro gruppi, ciascuno contenente i Comuni affini per localizzazione geografica, caratteristiche del territorio e tipologia di problematiche evidenziate:

- Gruppo 1: Verona, Grezzana;
- Gruppo 2: Castelnuovo del Garda, Sommacampagna, Sona, Valeggio sul Mincio, Villafranca di Verona;

- Gruppo 3: Buttapietra, Castel d'Azzano, Lavagno, S. Giovanni Lupatoto, S. Martino Buon Albergo, Zevio;
- Gruppo 4: Bussolengo, Negrar, Pescantina, S. Pietro in Cariano, Sant'Ambrogio di Valpolicella.

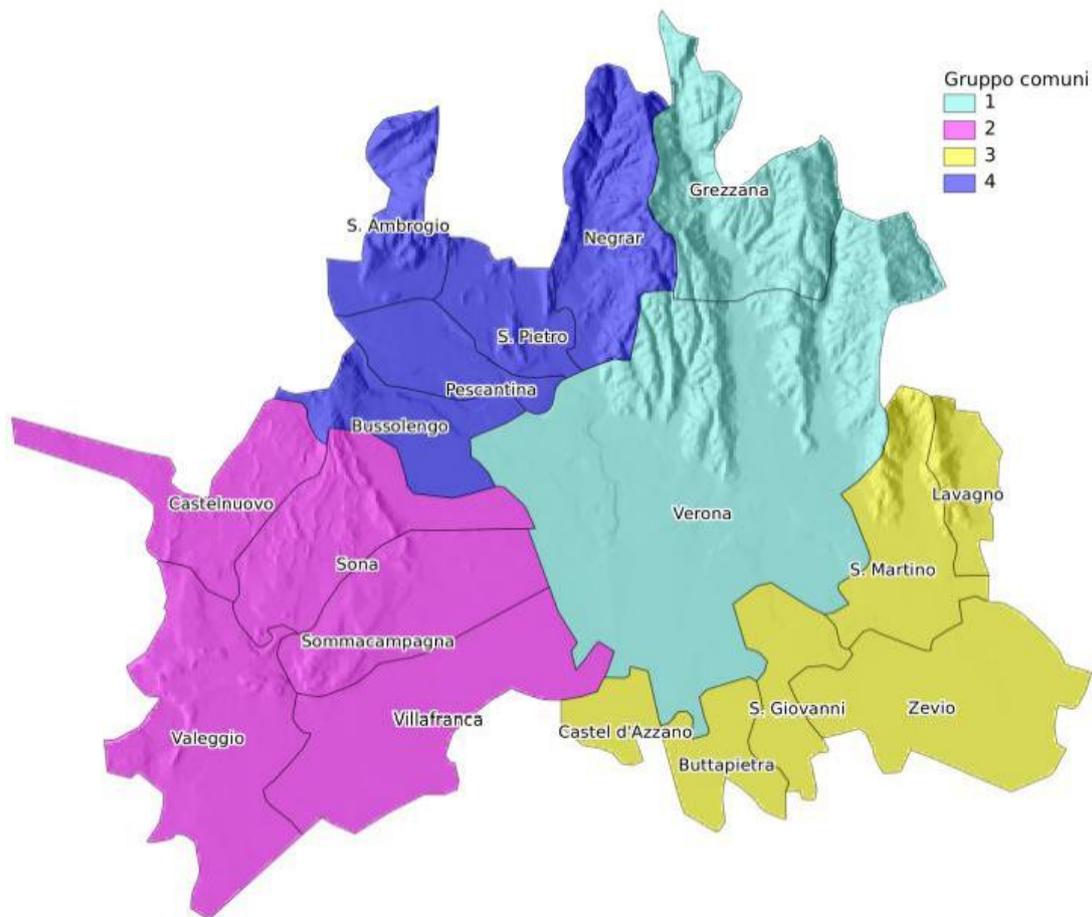


Figura 2-94: Mappa dei 4 gruppi di Comuni individuati.

Per ciascun gruppo, sono state calcolate le emissioni provenienti dai diversi settori sommando quelle dei singoli Comuni che appartengono a ciascun gruppo. I risultati sono mostrati di seguito.

Gruppo 1

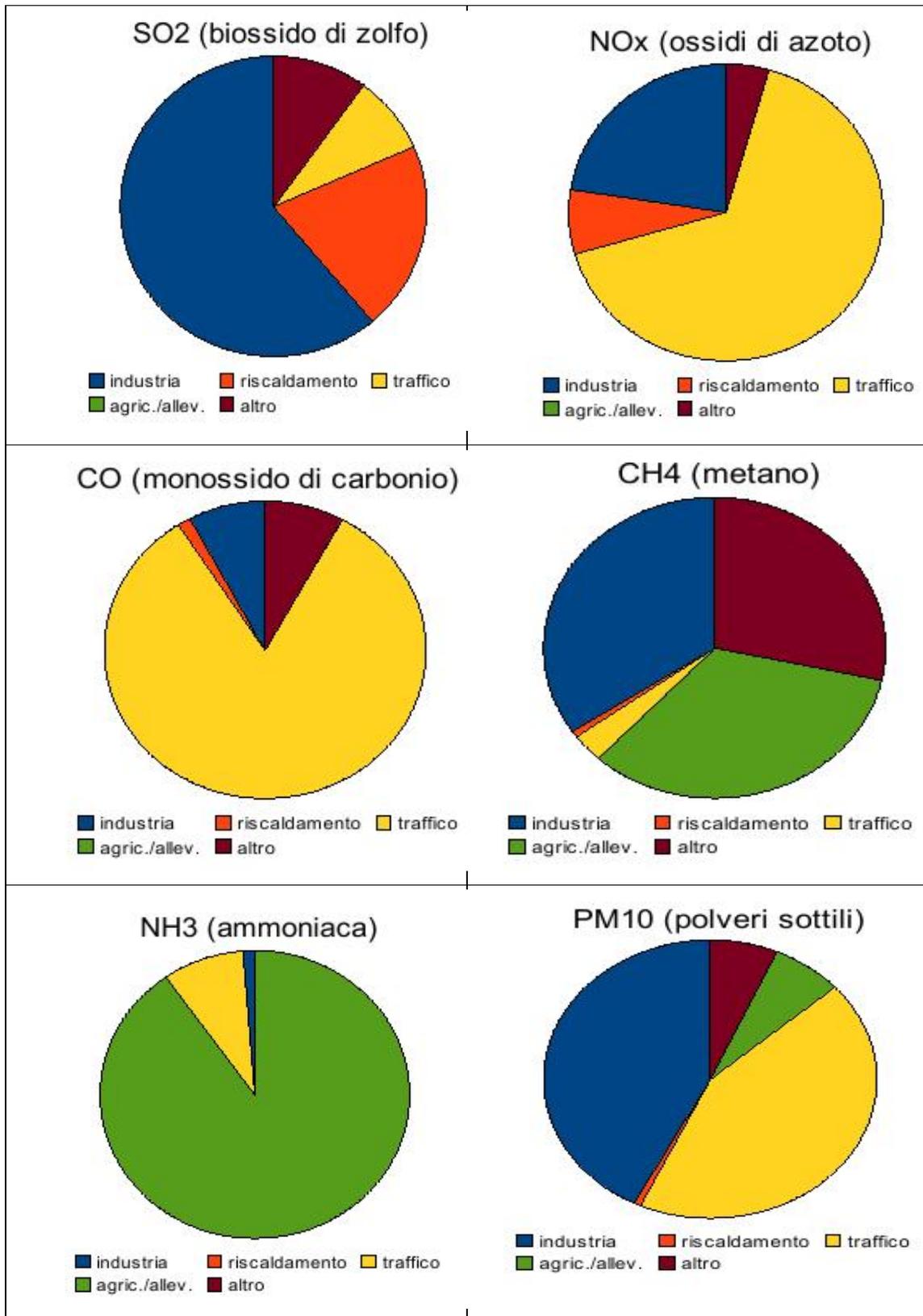


Figura 2-95: Ripartizione delle emissioni nei diversi macrosettori per il gruppo 1.

Come si può osservare dall'analisi dei grafici in Figura 2-95, l'origine del biossido di zolfo è principalmente industriale, mentre gli ossidi di azoto derivano maggiormente dal traffico e in

parte anche dall'industria. Per quanto riguarda il PM<sub>10</sub>, il contributo del traffico e dell'industria sono praticamente equivalenti.

Gruppo 2

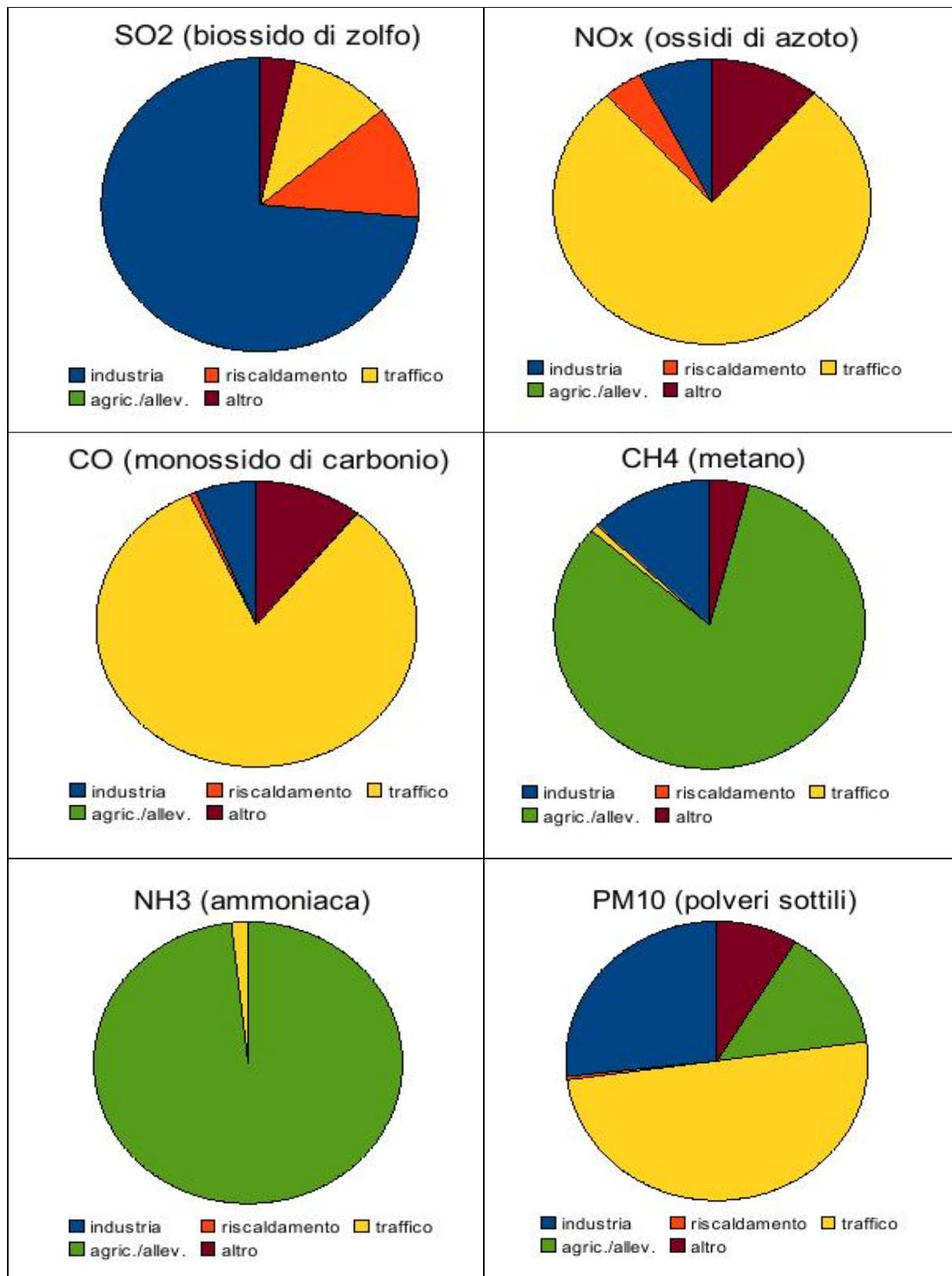
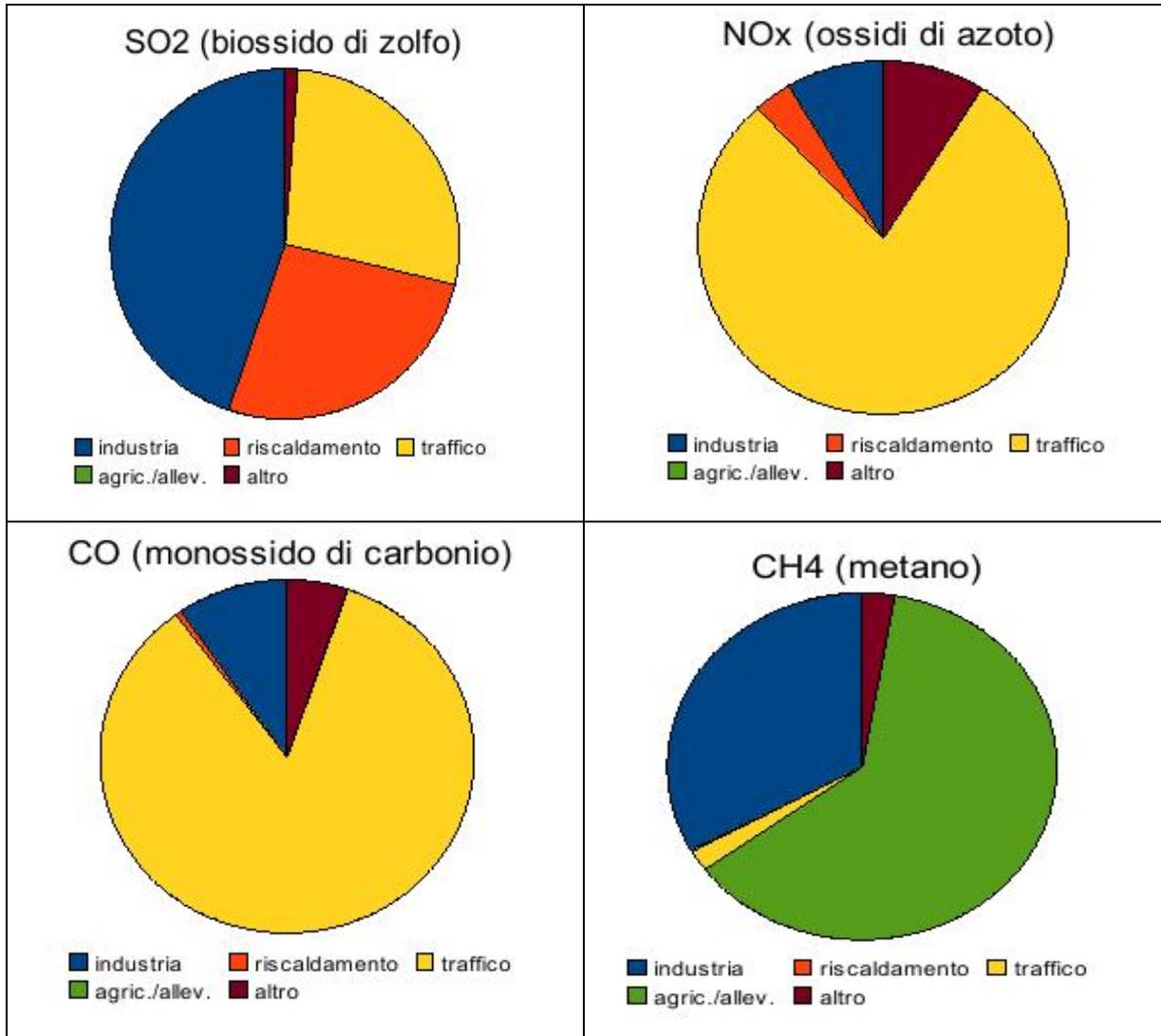


Figura 2-96: Ripartizione delle emissioni nei diversi macrosettori per il gruppo 2.

Come si può osservare dall'analisi dei grafici in Figura 2-96, gli ossidi di azoto derivano in misura preponderante dal traffico e che anche il PM<sub>10</sub> è maggiormente originato dal traffico (circa per il 50%) e in misura minore da industria e allevamenti e agricoltura.

Gruppo 3



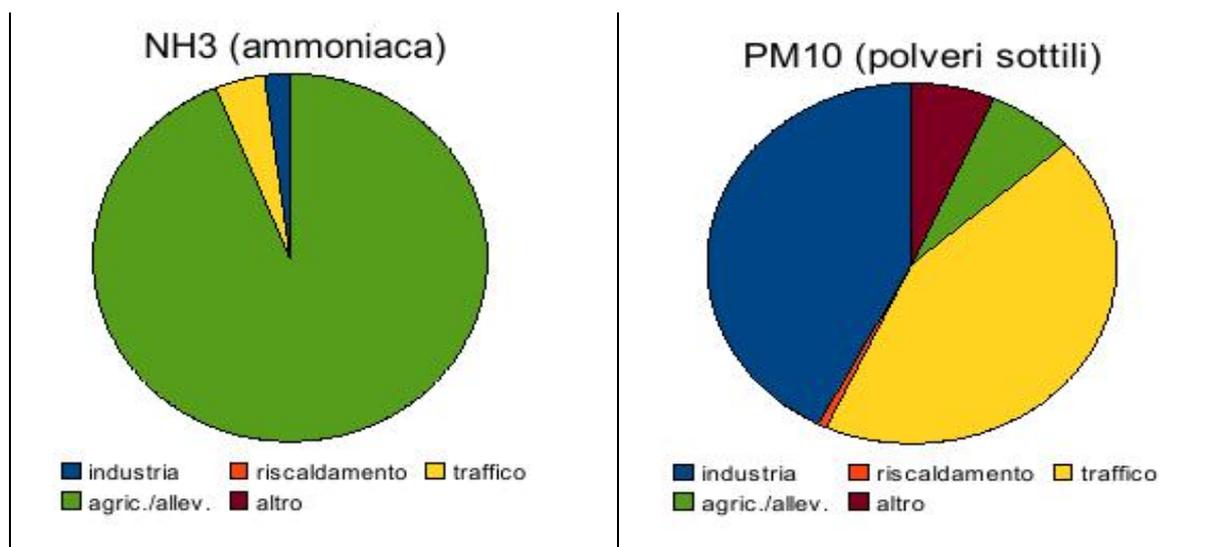
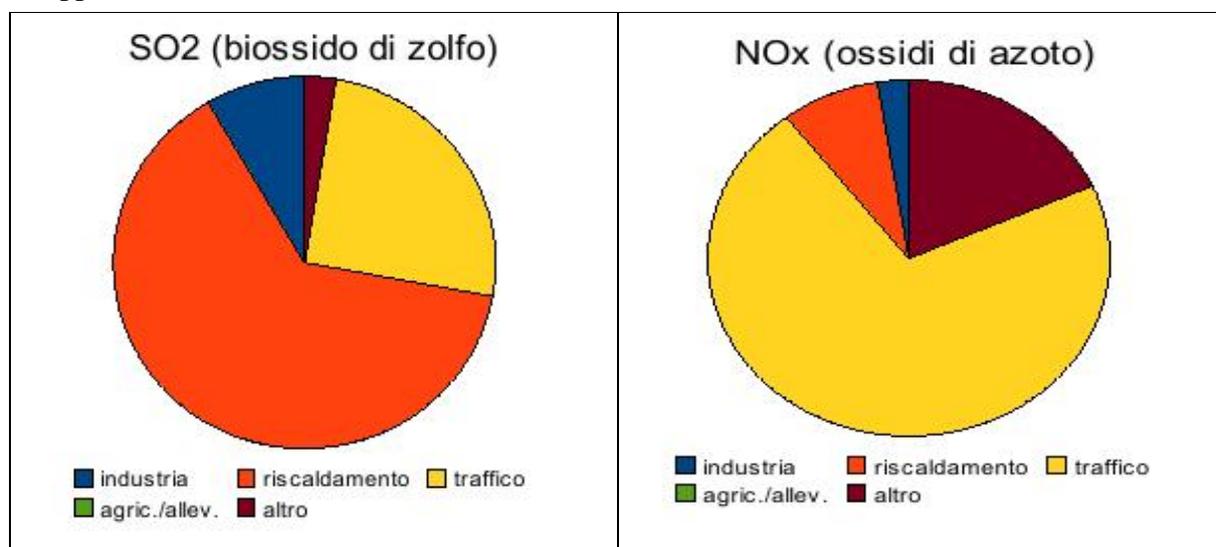


Figura 2-97: Ripartizione delle emissioni nei diversi macrosettori per il gruppo 3.

Come si può osservare dall'analisi dei grafici in Figura 2-97, si è stimato che gli ossidi di azoto derivino in misura preponderante dal traffico mentre il ruolo dell'industria risulta in questo caso marginale. Per il PM<sub>10</sub> invece si osserva che il contributo del traffico e dell'industria sono essenzialmente equivalenti, con una leggera prevalenza dell'industria. Gli allevamenti e l'agricoltura danno un contributo modesto alla formazione di PM<sub>10</sub>.

#### Gruppo 4



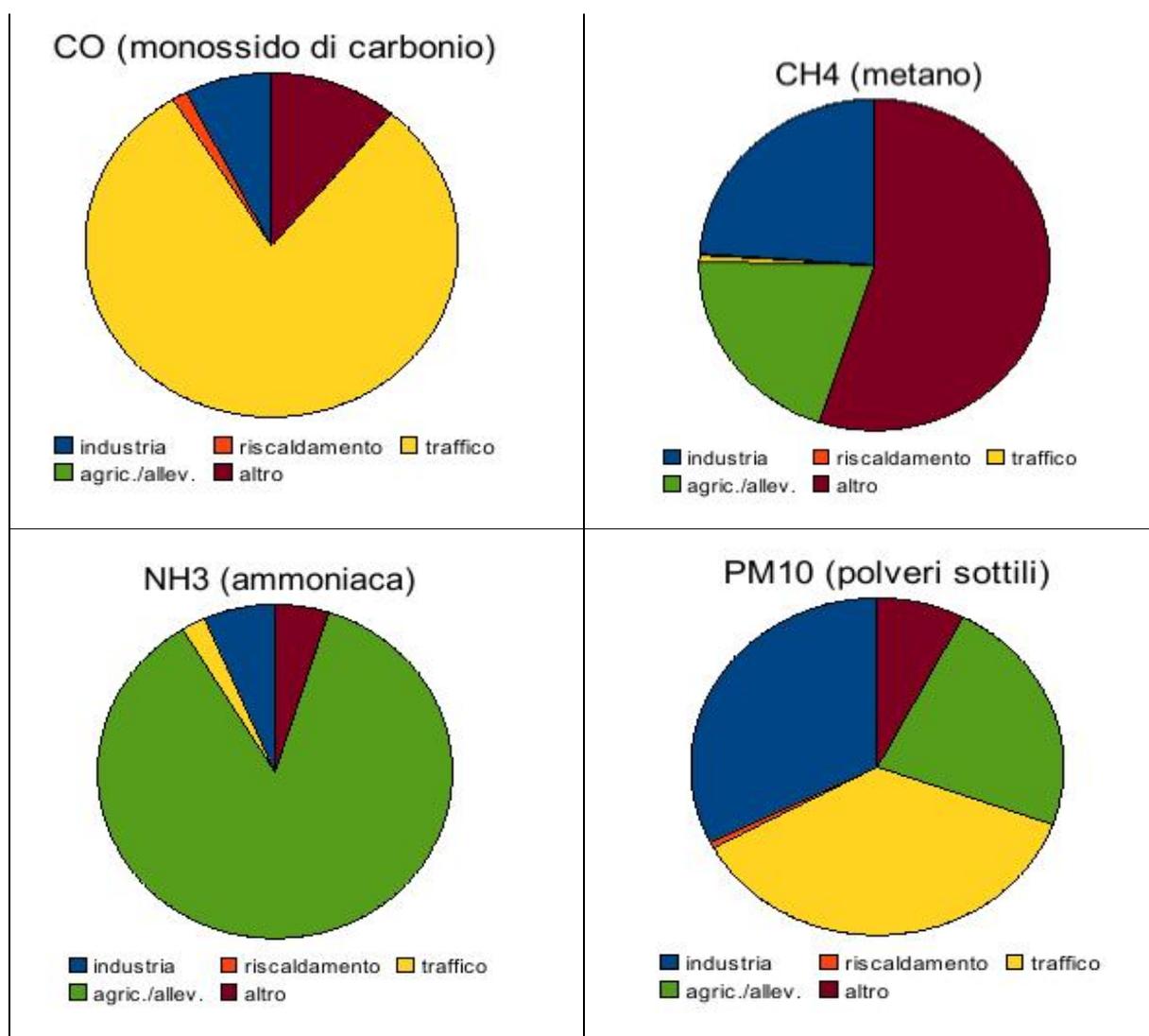


Figura 2-98: Ripartizione delle emissioni nei diversi macrosettori per il gruppo 4.

Come si può osservare dall'analisi dei grafici in Figura 2-98, si è stimato che gli ossidi di azoto derivino in misura preponderante dal traffico mentre il ruolo dell'industria risulta in questo caso marginale. Per il  $PM_{10}$  invece si osserva che il contributo del traffico e dell'industria sono essenzialmente equivalenti, con una leggera prevalenza del traffico. Gli allevamenti e l'agricoltura danno un contributo importante alla formazione di  $PM_{10}$ .

### 2.1.5.7 Inquinamento di fondo diffuso nel bacino della Pianura Padana

Diversi studi sull'argomento, effettuati anche da varie Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente, mostrano che la qualità dell'aria della zona risente fortemente della situazione presente complessivamente nella pianura Padana, specialmente in assenza di venti o in presenza di venti deboli, condizione peraltro molto frequente con particolare riferimento al periodo invernale.

Un piano di qualità dell'aria non è il luogo dove effettuare uno studio dettagliato sul background. Al fine di approfondire e validare questa valutazione sarebbe comunque utile

disporre di dati da campionamenti di inquinanti in siti remoti distribuiti sul territorio provinciale e regionale. Informazioni utili sul possibile apporto di inquinanti da aree esterne al bacino dei 18 Comuni e, più in generale, alla Provincia di Verona, possono essere dedotte dall'analisi dei dati di qualità dell'aria e dei dati meteorologici registrati dalle centraline di ARPAV. In Veneto oltre a Boscochiesanuova ci sono Passo Valles, Parco colli Euganei, Cavaso del Tomba, Asiago Cima Ekart. Tali campionamenti permetterebbero infatti di ricostruire lo scenario della qualità dell'aria di background sul territorio, che è legato prevalentemente alla dispersione su meso-scala degli inquinanti. Di particolare interesse sarebbe il campionamento e l'analisi della composizione chimica del particolato atmosferico in aree remote, il che permetterebbe di ottenere informazioni utili sulla formazione del particolato primario e secondario e sulle possibili sorgenti.

Attualmente, sul territorio della Provincia di Verona esiste una sola stazione fissa di rilevamento degli inquinanti posta in luogo remoto parzialmente rappresentativa di una "vera" situazione di background in un'area ad orografia complessa: si tratta della centralina di Bosco Chiesanuova, nella quale vengono misurati CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> e dove dal 2007 è stata avviata anche la misura del PM<sub>10</sub>.

Il campionamento in siti remoti può permettere anche di identificare, almeno parzialmente, e di seguire l'evoluzione spaziale e temporale di singoli eventi di distribuzione del particolato atmosferico correlato a trasporti a lungo raggio, come la dispersione di polveri di origine desertica o comunque di origine naturale (es. aerosol marino). Il bacino del Mediterraneo rappresenta un'area soggetta a tale tipo di fenomeni in quanto masse d'aria d'origine sahariana, in presenza di condizioni anticicloniche persistenti e forti venti da Sud, possono trasportare sul continente europeo elevate quantità di particolato solido; la distanza coperta è legata al tempo di residenza in atmosfera e tanto più lungo quanto più ridotto è il diametro delle particelle. L'incidenza delle condizioni meteo che portano a questo fenomeno è, per l'Italia settentrionale, dell'ordine di pochi punti percentuali. Ne consegue che il trasporto di inquinanti di origine antropica dal bacino della Pianura Padana, è significativamente più importante in termini di afflusso di massa dalle regioni confinanti (Barnaba e Gobbi, 2004).

Il trasporto di masse d'aria da Sud in presenza di forti situazioni avverse può essere rapportato, almeno in linea di massima, alla rosa dei venti di una stazione più elevata rispetto alla pianura in quota. Verificando quella di Bosco Chiesanuova si evince come valori di vento elevati (> 5 m/s) corrispondano ad una frequenza di accadimento inferiore al 4%. Di questi eventi, peraltro, non tutti corrispondono a condizioni meteorologiche continentali tali da indurre un trasporto di polveri da aree esterne, ma possono essere sufficienti a indurre un afflusso di aria dal bacino padano.

È comunque possibile, in linea teorica, dedurre in maniera più precisa i percorsi delle polveri sottili originatesi sul bacino del Mediterraneo tramite tecniche modellistiche avanzate, che consistono sostanzialmente nell'applicazione di algoritmi di simulazione lagrangiana (backward particle tracking). Il tracciamento all'indietro delle traiettorie, nell'ipotesi di

conoscere le condizioni meteorologiche su tutto il continente con risoluzione spazio temporale adeguato, consente di risalire alle aree di origine del particolato. Altro metodo consiste nell'analisi di foto da satellite, da cui è possibile dedurre lo spessore dello strato di polveri e il loro trasporto nel tempo. Si tratta, in ambedue i casi, di tecniche avanzate e complesse che richiedono elevate risorse di calcolo computerizzato.

Altri aspetti riguardanti l'inquinamento da aree esterne sono riportati nel paragrafo 4.5.

### **2.1.6 Approfondimenti: analisi di alcuni casi pilota selezionati**

Alla base della valutazione dell'impatto sulla salute determinato dalla presenza di inquinanti in atmosfera vi è la valutazione quantitativa delle concentrazioni degli stessi. Particolare importanza riveste a tal fine la stima della presenza di contaminanti nelle masse d'aria che si trovano a più diretto contatto con la popolazione. Il destino delle sostanze inquinanti emesse in un determinato punto è governato da molteplici fattori: le caratteristiche fisiche degli strati d'aria sovrastanti che ne determinano la diffusione, i processi di rimozione che ne influenzano il tempo di permanenza in atmosfera, le trasformazioni chimiche che creano, a loro volta, altre sostanze.

Le tecniche di simulazione mediante modelli numerici rappresentano quindi un notevole strumento che permette di arrivare ad avere una stima realistica della concentrazione di inquinanti in aria, anche in assenza di stazioni di misura. Infatti, simulando i processi fisici e chimici alla base del fenomeno della dispersione atmosferica, è possibile valutare l'impatto di una sorgente sulla qualità dell'aria. Un'applicazione tipica della modellistica è il calcolo a scala locale della diffusione e del trasporto di inquinanti immessi in atmosfera da una sorgente di emissione specifica, sia essa rappresentata da una sorgente puntuale, come un camino, da una sorgente lineare, come una strada, areale o volumetrica, come ad esempio un'area industriale o una discarica.

Alla base della possibilità di avvalersi dello strumento della modellistica nel campo della valutazione della qualità dell'aria vi è la necessità di possedere determinate informazioni in ingresso, come le caratteristiche del territorio in esame (orografia, uso del suolo, rugosità, etc...), la descrizione delle condizioni meteorologiche (vento e turbolenza) e ovviamente la caratterizzazione delle sorgenti emissive (inventario delle emissioni). Le informazioni devono essere il più possibile affidabili e complete affinché il risultato della modellazione risulti verosimile.

Esistono numerose tipologie di modelli utilizzabili: la scelta del modello ottimale dipende da diversi fattori come la scala temporale a cui si fa riferimento, la scala spaziale a cui si osserva il fenomeno e le caratteristiche della sorgente.

Le potenzialità derivanti dall'utilizzo dei modelli di dispersione sono molto elevate, ma è necessario che i dati in ingresso, tra cui quelli relativi alle emissioni, siano completi e affidabili. Per questa ragione, in mancanza di un inventario delle emissioni non è possibile

valutare le concentrazioni sull'intera area in esame, perché si otterrebbero risultati parziali e non attendibili.

Si è perciò ritenuto utile in questo contesto effettuare alcune applicazioni specifiche, per approfondire lo studio di alcuni casi ritenuti particolarmente critici e rappresentativi per quanto riguarda la qualità dell'aria. In particolare si sono analizzate nel dettaglio tre diverse tipologie di sorgenti:

- a. il caso di una emissione da una sorgente puntuale corrispondente ad un'azienda (§2.1.6.1);
- b. il caso di emissione da sorgente lineare corrispondente a un tratto stradale in area urbana (§2.1.6.2);
- c. il caso di emissioni da una sede autostradale avvalendosi dei risultati del progetto europeo Interreg III ALPNAP<sup>7</sup> (che ha visto il coinvolgimento tra gli altri dell'Università di Trento e del Dipartimento ARPAV di Verona) nell'ambito del quale è stato valutato, tra le altre cose, l'impatto di un'importante arteria (l'autostrada A22 Modena Brennero), valutando anche il rischio per la salute umana (§2.1.6.3).

Queste applicazioni selezionate costituiscono casi pilota rappresentativi di una metodologia di studio dettagliata, che potrà essere in futuro applicata in altri contesti analoghi del territorio. I risultati infatti non sono automaticamente trasferibili ad altri casi, per quanto apparentemente "simili": tuttavia si può applicare in maniera analoga, fatti i dovuti adattamenti, la metodologia.

Effettuando analoghe simulazioni - con gli opportuni scenari di traffico, emissioni, condizioni meteorologiche, esposizione della popolazione, ecc. - si possono derivare importanti proiezioni sui livelli di concentrazioni attesi e sul rischio per la salute connesso. In tal senso, queste simulazioni costituiscono un indispensabile strumento di supporto delle decisioni per poter valutare i differenti effetti che i diversi interventi possono determinare a seconda delle condizioni di attuazione. Ciò presuppone necessariamente la disponibilità di un set di dati di input necessari a descrivere in maniera sufficientemente accurata l'emissione degli inquinanti, così come le condizioni che ne determinano la dispersione e la ricaduta al suolo.

Peraltro, non è pensabile che l'applicazione di tali metodologie conoscitive possa essere svolta in proprio dai Comuni: competono piuttosto agli organi tecnici a cui è demandata la valutazione della qualità ambientale e la protezione dell'ambiente e della salute.

Si ricorda ad esempio che il Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona ha utilizzato in passato il modello ADSM Urban, unitamente al software Emit (modulo per la determinazione delle emissioni) per valutare le concentrazioni di inquinanti da traffico in area urbana. ADSM Urban è un modello avanzato che consente la simulazione anche di situazioni complesse come la presenza di "strade a canyon".

---

<sup>7</sup> "Monitoraggio e minimizzazione dell'inquinamento acustico ed atmosferico causato dal traffico veicolare lungo le principali vie di comunicazione alpine". [www.alpnap.org](http://www.alpnap.org)

### 2.1.6.1 Impianto produttivo

Come caso rappresentativo della dispersione degli inquinanti in uscita da una sorgente puntuale si è adottata la Mondadori Printing S.p.A. La scelta è stata motivata, non dal fatto che essa sia per qualche motivo il caso critico più eclatante, bensì per il fatto che per l'impianto in questione risultano disponibili i dati relativi alle emissioni autorizzate con un elevato grado di descrizione. Inoltre essa si trova inserita in un contesto fortemente urbanizzato, per cui la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria può risultare utile nell'ottica di stimare il rischio per la salute dei cittadini. L'obiettivo dell'approfondimento è stato quello di individuare eventuali criticità, relativamente all'esposizione della popolazione agli inquinanti emessi, in funzione di differenti modalità di rilascio in atmosfera.

Per la determinazione delle emissioni si sono utilizzati i dati contenuti nella scheda allegata alla pratica relativa alla autorizzazione alle emissioni in atmosfera dell'impianto.

L'attenzione si è focalizzata in particolare sulle emissioni di ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ ), biossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ ), polveri totali (PTS) e infine di cromo esavalente ( $\text{Cr}^{(\text{VI})}$ ). Questa specie, pur non rientrando in senso stretto nell'ambito degli inquinanti atmosferici (come definiti dal D. Lgs. 351/99 e ss. mm. e richiamati nel Capitolo 1 del presente lavoro) presenta un contributo significativo in termini di rischio per la salute.

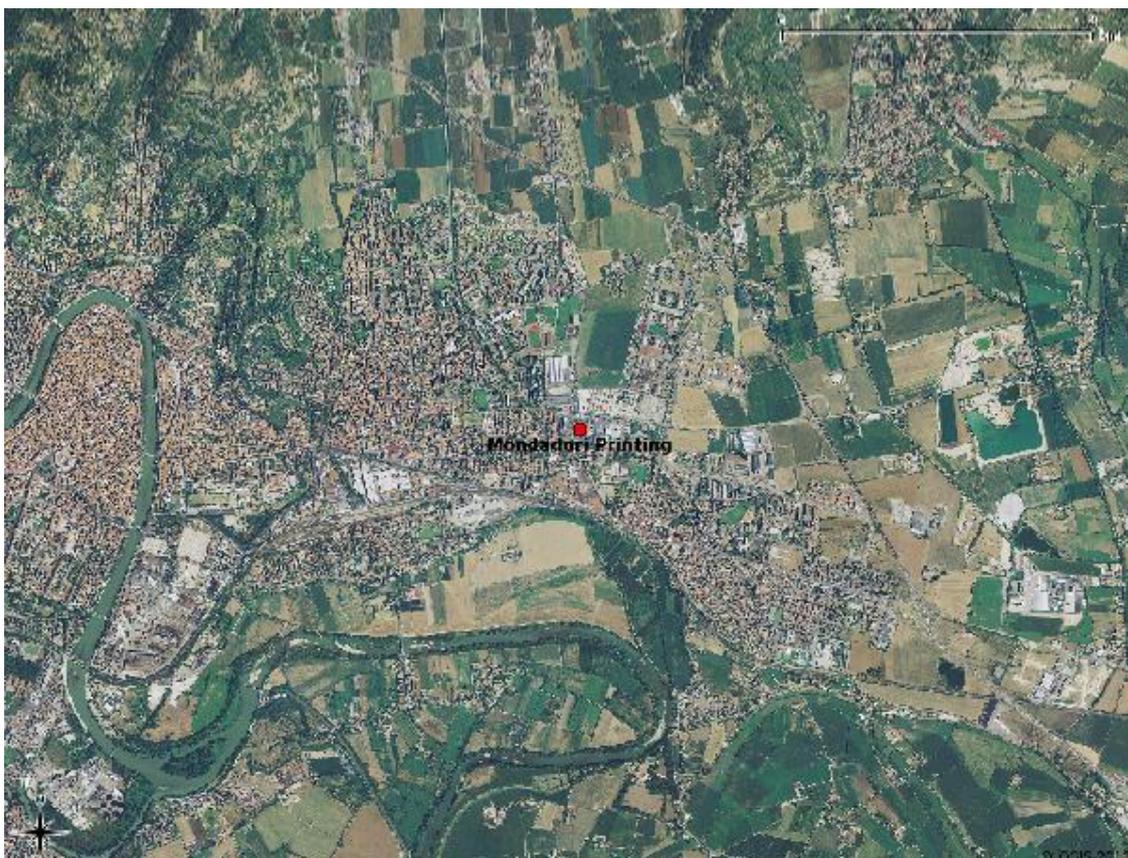


Figura 2-99: Localizzazione dell'impianto della Mondadori Printing.

Dalla documentazione risulta che le emissioni sono localizzate in numerosi punti di emissione, tutti a bassa quota, dal momento che tutti i camini presentano un'altezza inferiore a

25 m. Per gli inquinanti considerati, si sono sommati i contributi di tutti i camini ottenendo le emissioni totali riportate in Tabella 2-86.

Tabella 2-86: Emissioni totali autorizzate: impianto produttivo Mondadori Printing S.p.A.

Sostanza	Emissione annua
NO <sub>x</sub>	70.6 t/anno
SO <sub>2</sub>	12.9 t/anno
PTS	24.4 t/anno
Cr <sup>(VI)</sup>	19.8 kg/anno <sup>(8)</sup>

Per ciascun camino (per un totale di 16 camini), si è tenuto conto della temperatura, della portata dei fumi e del diametro del camino stesso. Si tenga conto che lo scenario evidenziato equivale allo scenario peggiore possibile corrispondente all'ipotesi che le emissioni dell'industria eguagliano costantemente il limite autorizzativo.

La simulazione è stata condotta con il modello ISC, sviluppato e implementato dall'U.S. EPA (United States Environmental Protection Agency). ISC è un modello gaussiano tridimensionale stazionario che fornisce i valori di concentrazione media annua e di deposizione al suolo su base annua dovute alle emissioni sia da sorgenti puntiformi che areali. Il modello è fondato sulla soluzione dell'equazione della convezione-diffusione, con opportune modifiche che consentono di tenere conto in maniera approssimata di condizioni meteorologiche ed orografiche complesse (variazione dell'altimetria e della direzione dei flussi d'aria da punto a punto). Il modello considera la soluzione stazionaria dell'equazione: si ipotizza quindi che le scale temporali di variazione delle condizioni meteorologiche e dei parametri chimico-fisici caratteristici delle emissioni risultino sufficientemente lente e che sia dunque lecito assumere che il campo di concentrazione si adatti istantaneamente alle diverse condizioni meteorologiche che si susseguono nel tempo. Tale ipotesi viene usualmente adottata nei modelli di dispersione di inquinanti e pare del tutto giustificata quando l'obiettivo dello studio, come nel caso in esame, è quello di fornire una valutazione delle concentrazioni su base annua.

Il dominio di calcolo utilizzato è un quadrato di lato pari a 4 km; si è scelta una risoluzione orizzontale di griglia pari a 40 m. I dati meteorologici forniti come input al modello sono quelli della stazione ARPAV di Verona, via Dominutti, relativi all'anno 2007. Il modello utilizza i dati relativi a velocità e direzione del vento, temperatura dell'aria, pioggia e radiazione solare.

---

<sup>8</sup> L'emissione deriva dai camini del reparto cromatura dei cilindri per la stampa rotocalco. L'emissione di tali camini è legata al numero settimanale di cilindri da preparare che a sua volta dipende dal tipo di stampa: grossa tiratura, piccola o media (Comunicazione ARPAV in data 25/03/2010). Il valore in tabella si riferisce al caso limite di funzionamento continuo di tale attività con riferimento al valore di concentrazioni in emissione autorizzato.

Le mappe di concentrazione media annua per ciascun inquinante considerato e ottenute dalla simulazione condotta sul dominio in esame sono riportate di seguito.

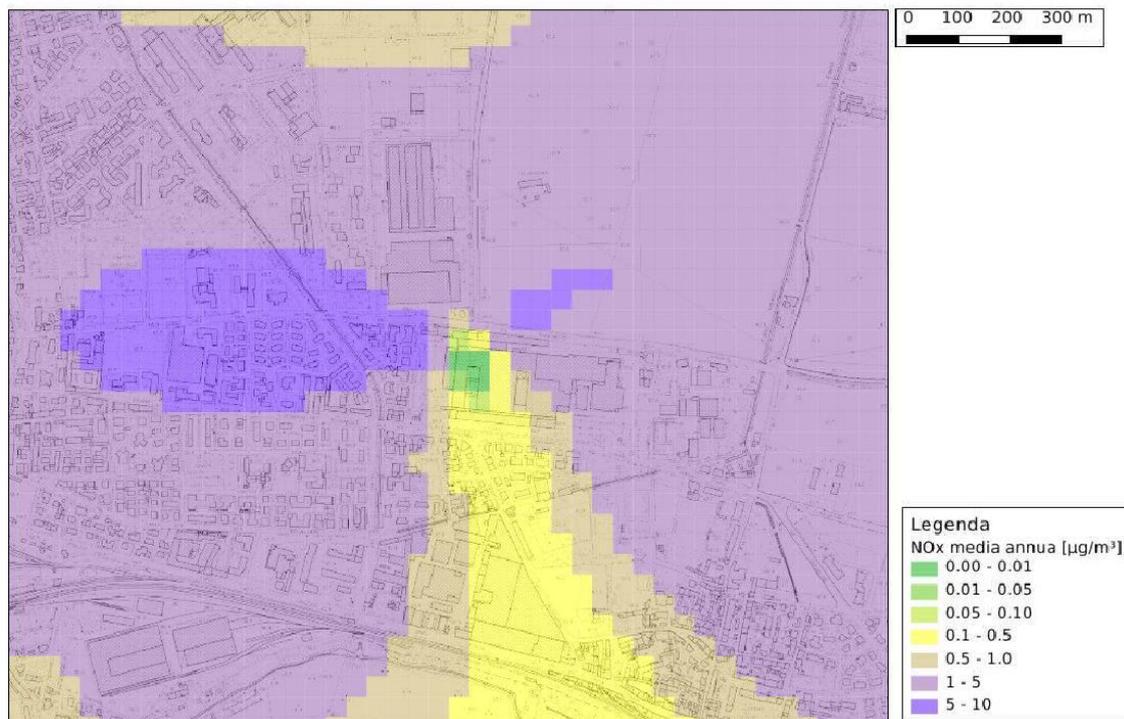


Figura 2-100: Mappa delle concentrazioni medie annue di NO<sub>x</sub> (valori autorizzati).

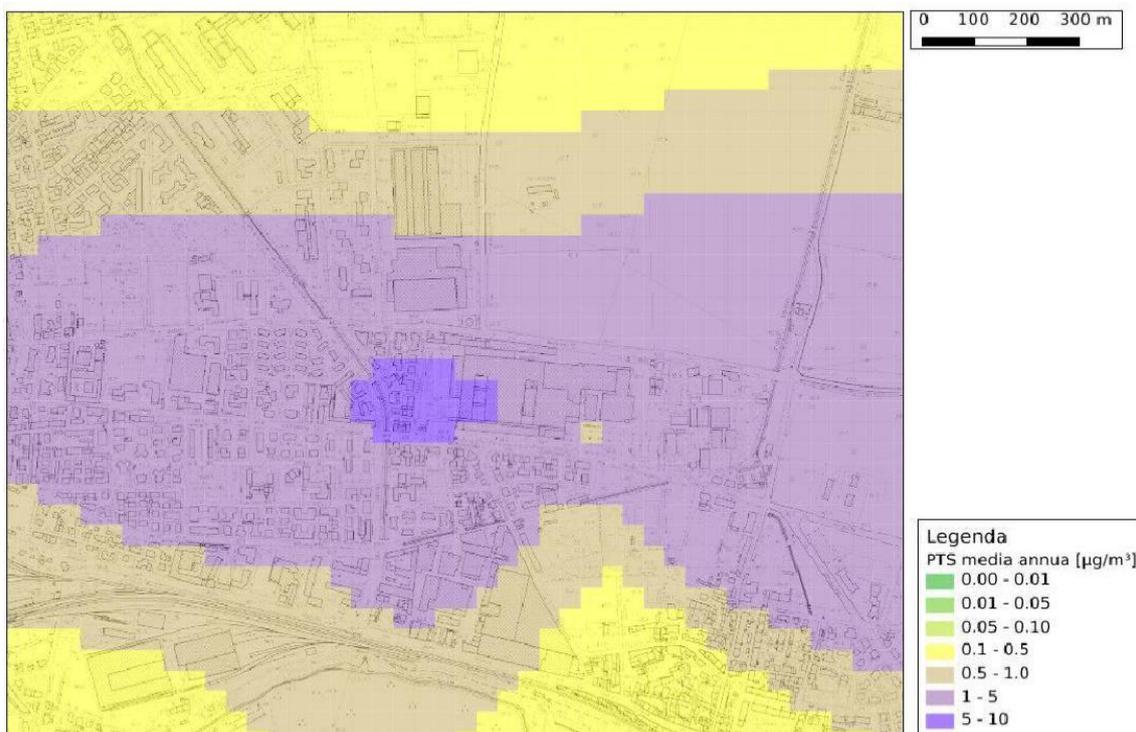


Figura 2-101: Mappa delle concentrazioni medie annue di PTS (valori autorizzati).

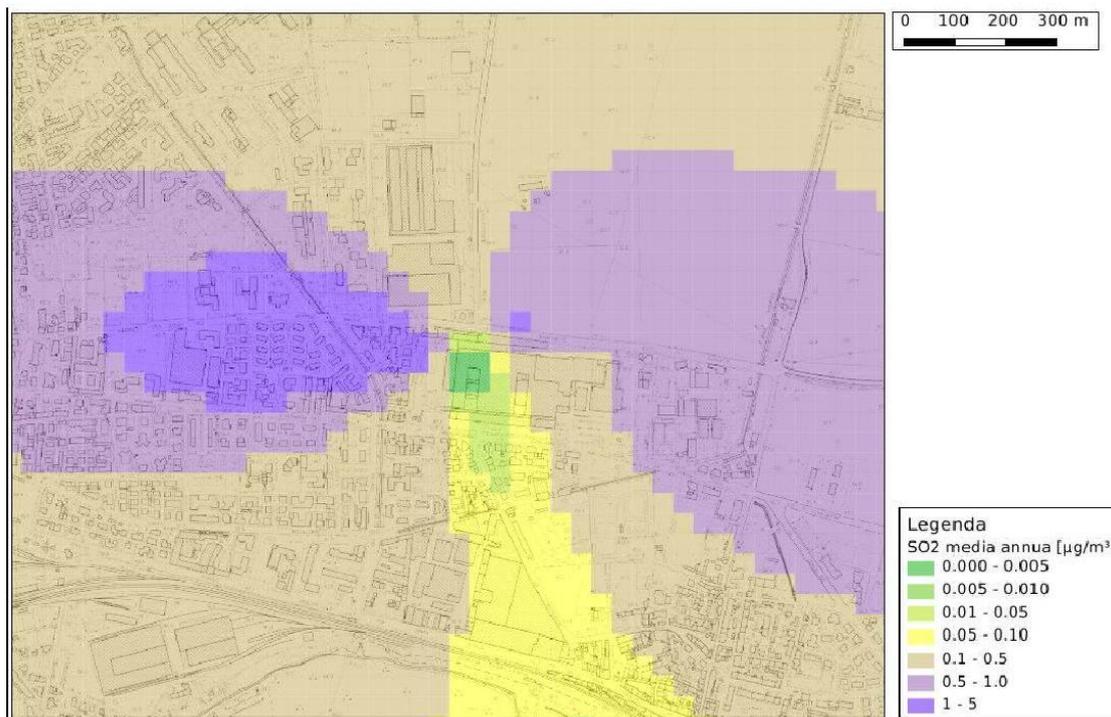


Figura 2-102: Mappa delle concentrazioni medie annue di SO<sub>2</sub> (valori autorizzati).

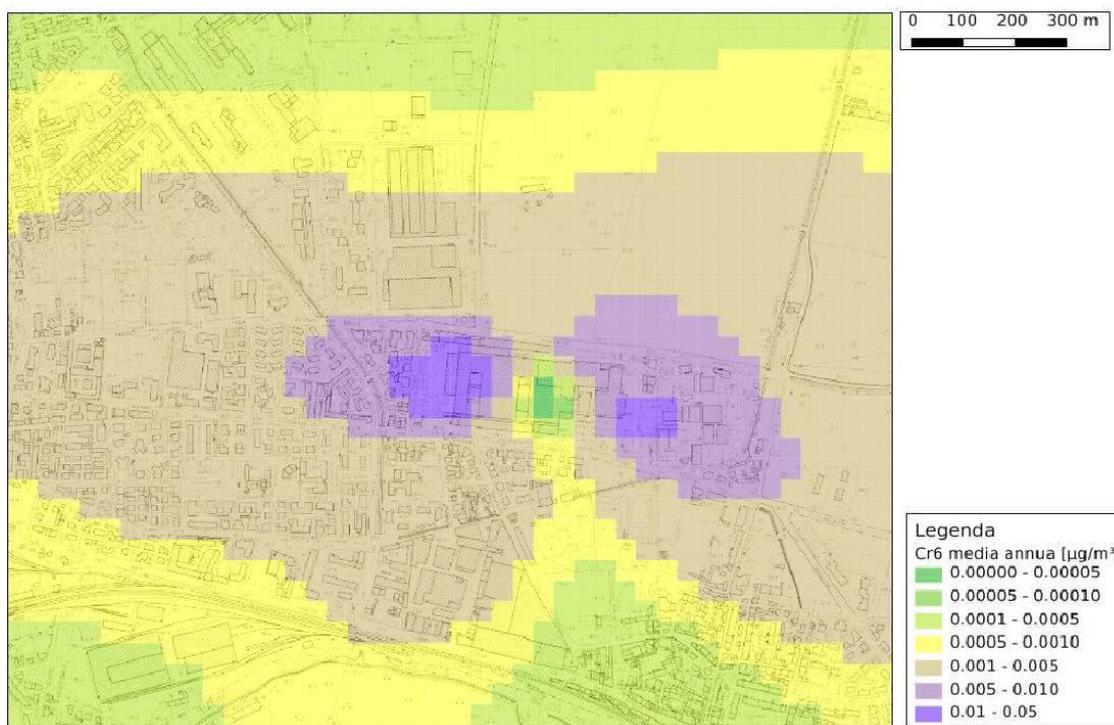


Figura 2-103: Mappa delle concentrazioni medie annue di Cr<sup>(VI)</sup> in caso di emissione continua (valori autorizzati).

Analizzando i risultati ottenuti, si può notare come le concentrazioni medie annue di polveri totali attribuibili all'impianto siano caratterizzate da un valore massimo compreso tra 5 e 10 μg/m<sup>3</sup> in una zona con diametro pari a circa 300 m. Esse assumono invece valori compresi tra 1 e 5 μg/m<sup>3</sup> in una zona piuttosto estesa. L'impatto può sembrare non molto elevato, se

considerato dal punto di vista assoluto, ma si deve tener conto che esso va a sommarsi al contributo di numerose altre sorgenti, come il traffico, il riscaldamento domestico e altre sorgenti puntuali. La concentrazione media annua non deve superare il valore di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (D.M. 60/2002) e il solo impianto fornisce un contributo superiore al 10% del limite in una zona abbastanza ampia. Al riguardo un criterio per la classificazione degli impatti è stato proposto nel 2001 da A.N.P.A.: l'impatto di una sorgente può considerarsi scarsamente significativo se la concentrazione indotta sul territorio è inferiore al 5% della situazione esistente.

Per quanto riguarda il biossido di zolfo, il massimo delle concentrazioni medie annue attribuibili all'impianto è compreso tra 1 e  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Tenendo conto anche del fatto che il biossido di zolfo non rappresenta praticamente più un problema perché negli ultimi 20 anni si è riusciti ad abbatterne le emissioni primarie, riducendo o eliminando il contenuto di zolfo nei combustibili, si può assumere che il contributo dell'impianto non sia significativo.

Per quanto riguarda gli ossidi di azoto, i massimi delle concentrazioni medie annue attribuibili all'impianto sono compresi tra 5 e  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Considerando il valore di  $\text{NO}_x$  assimilabile a  $\text{NO}_2$  (l'approssimazione è a favore di sicurezza ed è comunque accettabile per periodi di tempo lunghi), si verifica che l'impatto non è trascurabile, tenuto conto il limite da normativa per il biossido di azoto sulla media annua pari a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (D.M. 60/2002). Inoltre in una grande percentuale del dominio, le concentrazioni medie annue sono comprese tra  $1-5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Una attenzione particolare va riservata al caso del cromo esavalente perché, nonostante le emissioni autorizzate siano inferiori ai limiti di legge imposti dal D.Lgs. 152/2006 e non esistano dei limiti di legge sulle concentrazioni in atmosfera, esso è una sostanza particolarmente pericolosa per la salute umana. In questo approfondimento si è voluto evidenziare come già in fase progettuale debbano essere ottimizzate le modalità di rilascio degli inquinanti al fine di ridurre gli impatti nella zona di massimo accumulo sotto livelli trascurabili. Se infatti si considera la concentrazione per il  $\text{Cr}^{(\text{VI})}$  in aria ambiente (Ellor e Stemniski, 2007) di  $0.08 \text{ ng}/\text{m}^3$ , per la quale una persona esposta per tutto l'arco della vita subisce un rischio incrementale di insorgenza di un evento tumorale pari a una probabilità su un milione, è chiaro che per il caso in esame l'esposizione può risultare più elevata (il valore dipende comunque dal numero di ore di funzionamento all'anno dell'attività del comparto interessato a tali emissioni). Questo tipo di problema può talvolta essere risolto in fase progettuale applicando il criterio dettato dal Testo Unico Ambientale (D. Lgs. 152/2006) all'art. 270 (convogliamento delle emissioni):

- In sede di autorizzazione, l'autorità competente verifica se le emissioni diffuse di un impianto o di un macchinario fisso dotato di autonomia funzionale sono tecnicamente convogliabili sulla base delle migliori tecniche disponibili e sulla base delle pertinenti prescrizioni dell'Allegato I alla parte quinta del citato decreto e, in tal caso, ne dispone la captazione ed il convogliamento.

- In presenza di particolari situazioni di rischio sanitario o di zone che richiedono una particolare tutela ambientale, l'autorità competente dispone la captazione ed il convogliamento delle emissioni diffuse ai sensi del comma 1 anche se la tecnica individuata non soddisfa il requisito della disponibilità di cui all'articolo 268, comma 1, lettera aa), numero 2).

Dai due commi si deduce l'importanza di promuovere soluzioni con flussi convogliati in maniera ottimizzata, per favorire l'emissione da quote più elevate, in grado di garantire diluizioni più significative e quindi di ridurre efficacemente l'esposizione della popolazione agli inquinanti atmosferici.

Nel caso analizzato il flusso in questione, emesso in due punti di emissione, non è convogliato nel camino principale.

### 2.1.6.2 Traffico urbano

Sulla base delle valutazioni effettuate in seno al Comitato Tecnico si è deciso di esaminare nel dettaglio il tratto di strada statale 11 che attraversa il Comune di Lavagno in località Vago: esso è stato identificato come un tratto particolarmente critico, in quanto molto trafficato e soprattutto caratterizzato dalla presenza ravvicinata di abitazioni che sono disposte lungo l'asse stradale (situazione che si riscontra anche in altre aree del territorio esaminato dal presente elaborato tecnico a servizio del Piano).



Figura 2-104: La SS11 a Vago di Lavagno.

Il modello matematico prescelto per la simulazione è AUSTAL2000 (versione 2.4.7 del 2009), un modello lagrangiano, particolarmente adatto per stimare la concentrazione di inquinanti dovuta alla sola componente del traffico. AUSTAL2000 è un modello tridimensionale e non stazionario, che necessita di un preprocessore meteorologico che calcola il campo di vento tridimensionale (e tutte le altre grandezze necessarie). La diffusione di inquinanti viene simulata tramite l'integrazione della traiettoria di un gran numero di particelle: vengono risolte in modo esplicito le equazioni di Langevin, che tengono conto del moto medio "deterministico" e delle fluttuazioni turbolente. Esso può essere utilizzato su siti pianeggianti così come anche su quelli caratterizzati da orografia complessa o caratterizzati da forte urbanizzazione.

Come input sono stati utilizzati i dati meteorologici della stazione di via Dominutti a Verona relativi all'anno 2007. La scelta è ricaduta su questa stazione nonostante essa si trovi a più di 10 km di distanza dal tratto stradale in esame, perché non esistono stazioni meteorologiche più vicine ad eccezione di quella di Illasi. Quest'ultima però, come si può notare dall'analisi della rosa dei venti, è fortemente influenzata dall'orografia circostante: la direzione prevalente del vento è infatti quella N-S che caratterizza l'andamento della valle. Queste condizioni potrebbero non essere però adatte a descrivere il campo di vento lungo la SS11. Inoltre il vento medio della stazione di Illasi è leggermente maggiore rispetto a quello della stazione di Verona – via Dominutti. Quindi utilizzare il dato di Verona risulta essere a favore di cautela (la dispersione risulta così sottostimata).

Il dominio di calcolo utilizzato è un rettangolo i cui lati hanno dimensioni pari a 1.5 km e 0.6 km. La risoluzione orizzontale adottata è pari a 10 m. È stato utilizzato come input anche la geometria degli edifici (posizione, dimensione orizzontale e altezza), in modo da poter valutare la dispersione all'interno di un dominio tridimensionale a geometria complessa. La risoluzione verticale edifici è pari a 1 m.

Il modello utilizza 25 piani verticali per il calcolo tridimensionale della dispersione, non equispaziati e le cui quote variano tra 0 e 1500 m.

Le emissioni da traffico sono state calcolate mediante il modello COPERT semplificato, secondo le indicazioni di ARPA Lombardia, poiché non era disponibile il dato di velocità sull'arco stradale considerato. La semplificazione consiste di fatto nell'utilizzare un fattore di emissione non variabile con la velocità bensì mediato e variabile solo a seconda della classe di veicolo. Data la presenza di due intersezioni significative, i fattori di emissione sono stati aumentati del 30% per tener conto dell'incremento di emissioni dovuto alle condizioni di "stop & go" Si è inoltre ipotizzato che il 20% dei transiti fosse costituito da mezzi pesanti.

Tabella 2-87: Fattori di emissione utilizzati nella simulazione.

Inquinante	FE utilizzati [g/(km·veh)]
<b>Consumo</b>	62.9
<b>SO<sub>2</sub></b>	0.0062
<b>NO<sub>x</sub></b>	0.8004
<b>COV</b>	0.3302
<b>CH<sub>4</sub></b>	0.0254
<b>CO</b>	2.4864
<b>CO<sub>2</sub></b>	198.2
<b>N<sub>2</sub>O</b>	0.0054
<b>NH<sub>3</sub></b>	0.0262
<b>PM<sub>2.5</sub></b>	0.0517
<b>PM<sub>10</sub></b>	0.0660
<b>PTS</b>	0.0813

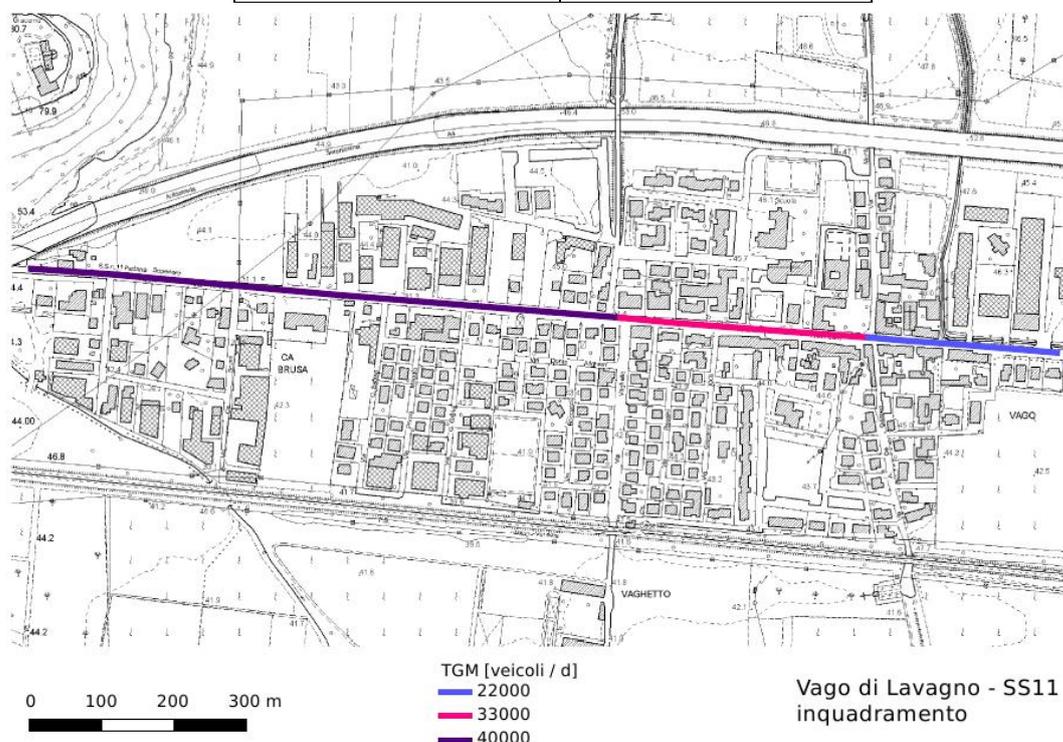


Figura 2-105: Planimetria del tratto di strada in esame e TGM.

Il traffico medio giornaliero (TGM) utilizzato è quello del grafo del PTCP adottato anche nella stima delle emissioni da traffico.

Si è quindi effettuata una simulazione per la durata di un anno, in cui vengono calcolate per ciascuna ora i valori di concentrazione in ciascun punto della griglia di calcolo. Le mappe di concentrazione media annua, ottenute mediando i valori di concentrazione in ciascuna cella relativi a ogni ora dell'anno simulato, per i diversi inquinanti sono riportate di seguito. Il

tratto bianco rappresenta il tracciato della strada ed è stato sovrapposto alle mappe di concentrazione.

In Figura 2-106 è evidenziato il dettaglio della zona centrale di Lavagno, in corrispondenza dell'intersezione della SS11 con la via S. Rocco, dove si evidenzia la situazione più critica. Si tenga tuttavia conto che la simulazione è stata eseguita con dati di traffico stimati (fonte PTCP) e non misurati, per cui è raccomandabile l'effettuazione di un monitoraggio diretto per verificare i risultati forniti dal modello.



Figura 2-106: Dettaglio della zona a maggiore inquinamento secondo la simulazione effettuata.

Tabella 2-88: Valore medio annuo, massimo e minimo orario di NO<sub>x</sub> nei punti indicati in Figura 2-106, in corrispondenza dell'incrocio più trafficato.

Punto	NO <sub>x</sub> media annua [μg/m <sup>3</sup> ]	NO <sub>x</sub> minimo orario [μg/m <sup>3</sup> ]	NO <sub>x</sub> massimo orario [μg/m <sup>3</sup> ]
A (sede stradale)	545	27	3195
B (bordo strada)	140	7	1415
C (10 m dal centro strada)	95	4	1200
D (30 m dal centro strada)	70	5	960

Tabella 2-89: Valore medio annuo, massimo e minimo giornaliero di PM<sub>10</sub> nei punti indicati in Figura 2-106 in corrispondenza dell'incrocio più trafficato.

Punto	PM <sub>10</sub> media annua [µg/m <sup>3</sup> ]	PM <sub>10</sub> minimo giornaliero [µg/m <sup>3</sup> ]	PM <sub>10</sub> massimo giornaliero [µg/m <sup>3</sup> ]
A (centro sede stradale)	40	5	61
B (bordo strada)	9	3	15
C (15 m dal centro strada)	6	1	11
D (35 m dal centro strada)	4	0	8

Il fatto di avere eseguito la simulazione della dispersione di inquinanti con una risoluzione di griglia pari a 10 m ha permesso di tenere conto in maniera esplicita della presenza degli edifici, simulando anche l'effetto di canyon stradale che tende a "intrappolare" gli inquinanti emessi a bassa quota (si veda lo schema in Figura 2-107).

Si tenga conto che gli elevati valori di concentrazione indotti dal traffico secondo la simulazione mostrata sono relativi alla sede stradale. Il confronto con eventuali misure deve essere condotto prendendo come riferimento i valori chiaramente oltre il bordo stradale (es. punto C o D), in maniera tale da considerare un effettivo valore di *immissione* e non una misura / stima di *emissione*. (Italcementi, 2009)

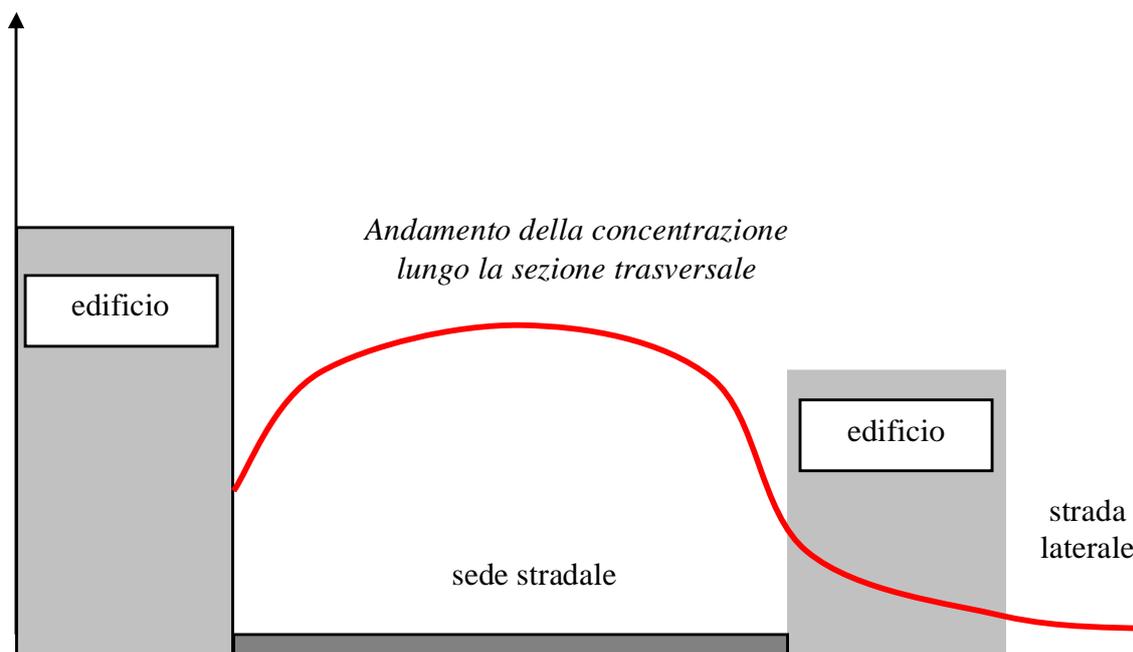


Figura 2-107: Schema indicativo della variazione della concentrazione in corrispondenza di un canyon stradale.

Si osserva che, tipicamente, si ha un'elevata concentrazione in sede stradale all'interno del volume d'aria contenuto tra gli edifici, e una rapida decrescita verso l'esterno o comunque subito alle spalle della prima fila di edifici.

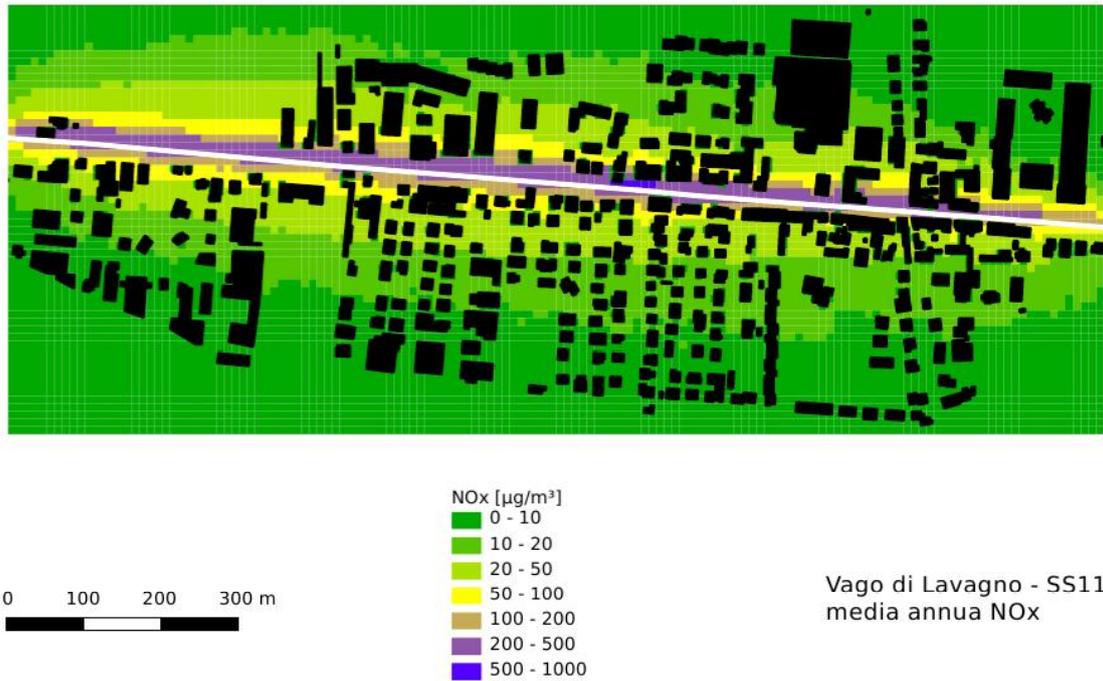


Figura 2-108: Mappa delle concentrazioni medie annue di NO<sub>x</sub>.

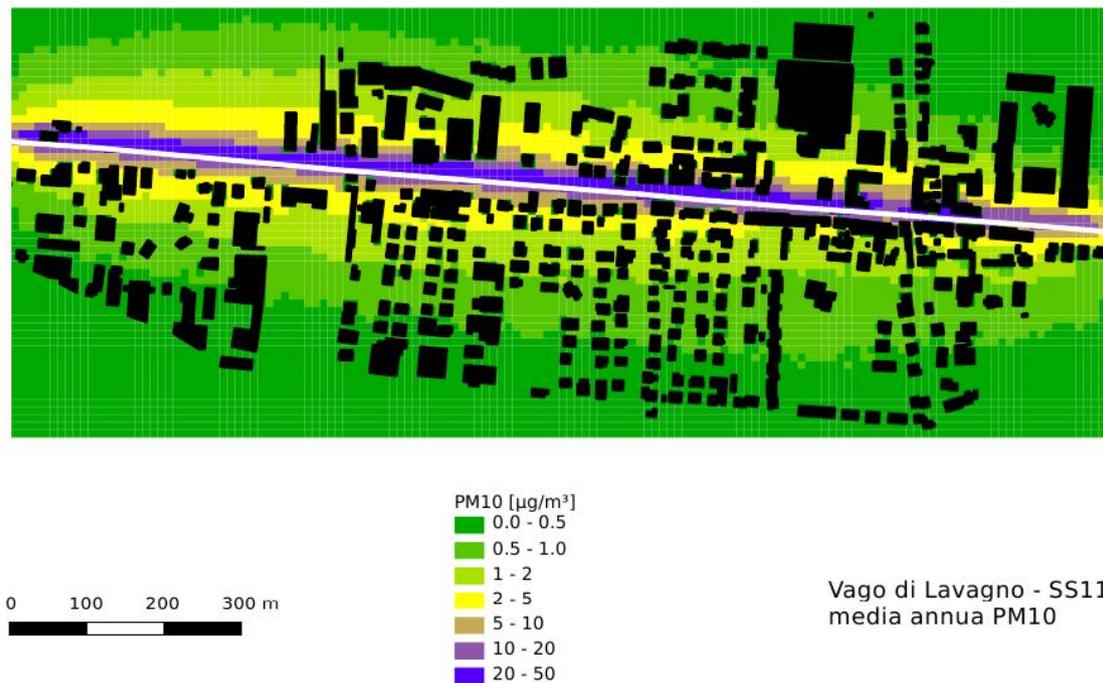


Figura 2-109: Mappa delle concentrazioni medie annue di PM<sub>10</sub>.

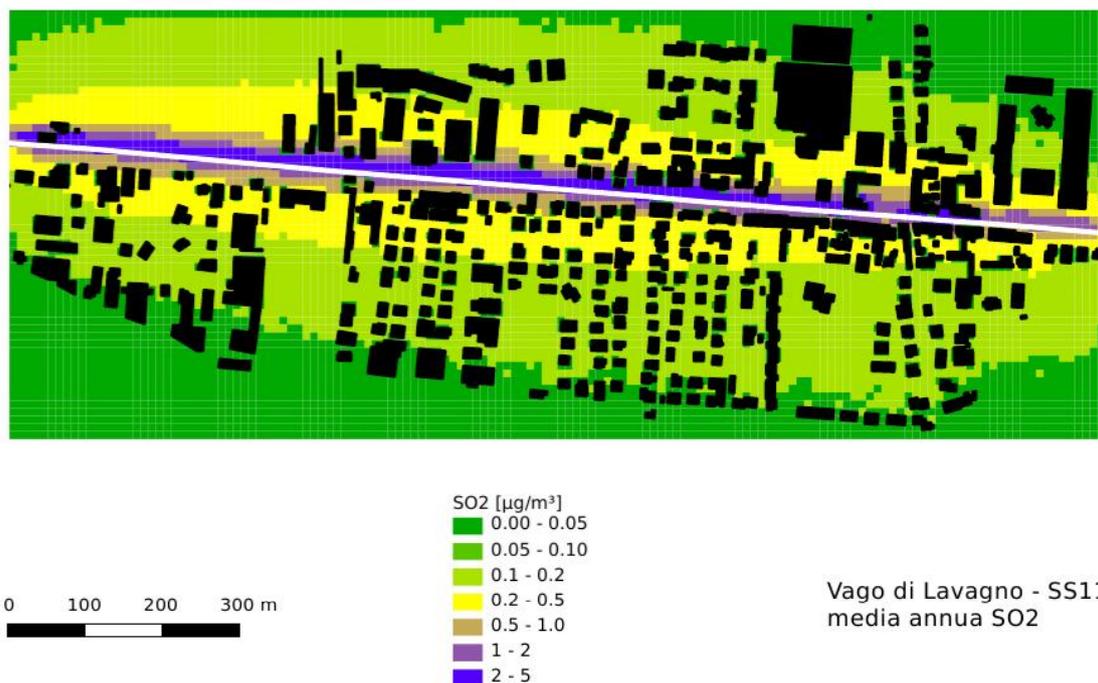


Figura 2-110: Mappa delle concentrazioni medie annue di SO<sub>2</sub>.

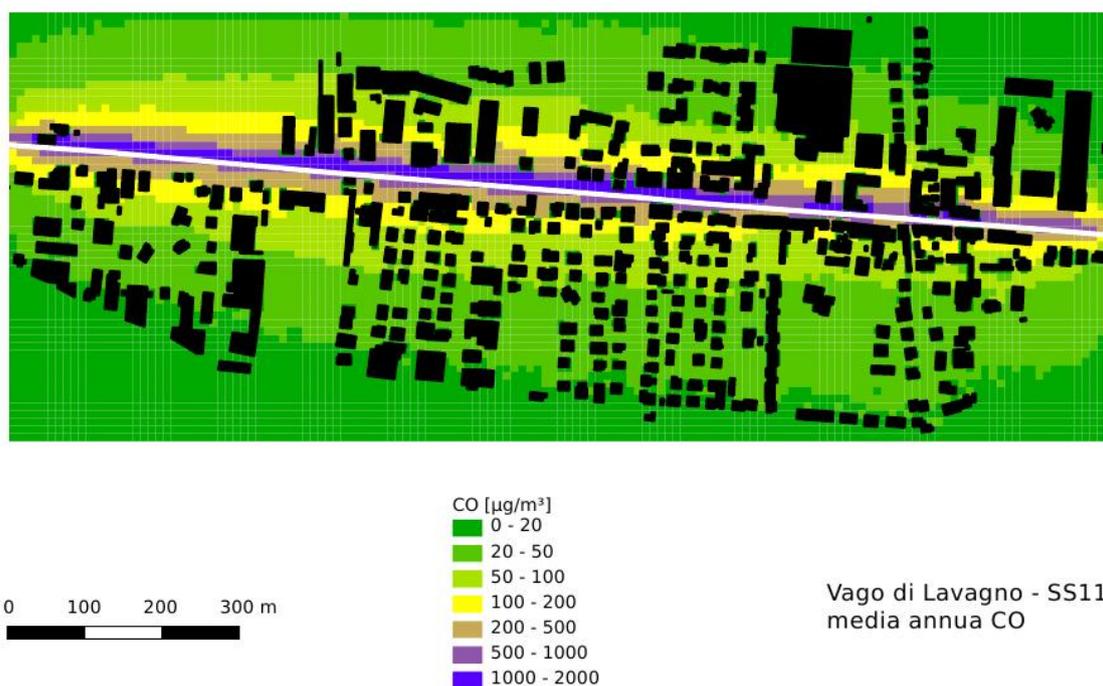


Figura 2-111: Mappa delle concentrazioni medie annue di CO.

Le mappe di concentrazione ottenute mostrano una situazione piuttosto critica, specialmente per quanto riguarda gli ossidi di azoto e il PM<sub>10</sub>. Infatti, se è vero che le concentrazioni tendono a diminuire allontanandosi dall'asse stradale, esistono però molte abitazioni affacciate direttamente sulla strada che sono sottoposte a concentrazioni molto elevate. Ipotizzando il totale degli NO<sub>x</sub> costituito da NO<sub>2</sub>, ipotesi valida su un tempo scala

sufficientemente lungo e comunque cautelativa, si riscontra come, in particolare per gli ossidi di azoto, il problema è decisamente significativo: infatti il limite da normativa per le concentrazioni medie annue è pari a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (D.M. 60/2002), mentre in una fascia di circa 100 m di larghezza a cavallo della strada le concentrazioni stimate dovute al solo contributo della SS11 sono superiori a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Si consideri poi che in questa analisi, focalizzata sugli effetti dell'inquinamento da traffico sulla SS11, non si sono incluse le emissioni determinate dalla vicina autostrada A4, dagli impianti di riscaldamento domestico e industriali, che rappresentano ulteriori e significative fonti di pressione sull'ambiente in esame.

### 2.1.6.3 Traffico extraurbano

Dall'analisi condotta per il caso di una strada con effetto canyon, sviluppata nel paragrafo precedente, è stato possibile evidenziare il notevole impatto locale della sorgente traffico in particolari ambienti urbani. Appaiono di notevole interesse pertanto, analoghi studi condotti a livello scientifico in ambito internazionale, con riferimento ad una strada ad elevati volumi di traffico, come può essere una sede autostradale. A tale fine si riportano alcuni sviluppi e risultati del progetto, recentemente conclusosi, denominato ALPNAP.

L'approccio di seguito descritto risulta essere più ampio di quello sviluppato nel precedente paragrafo in quanto si completa di importanti considerazioni ed elaborazioni che si esplicano una analisi incrociata con riferimento alla popolazione esposta e quindi coinvolge i conseguenti impatti sulla salute umana da esposizione degli inquinanti atmosferici.

Come si vedrà, anche in questo caso la vicinanza ad una strada espone la popolazione ad un impatto non trascurabile tuttavia va evidenziato che i risultati ottenuti per un caso di studio non possono essere estrapolati quantitativamente ad altri casi in quanto i parametri in gioco sono molteplici. I risultati qui riportati non possono essere direttamente applicati in altri contesti, tuttavia le indicazioni che emergono da quanto esposto evidenziano la corretta metodologia da implementare ai fini della valutazione degli impatti presenti anche a supporto di alcune scelte decisionali che riguardano la corretta localizzazione di edifici e strutture destinate ad utenti "sensibili". Il livello di approfondimento ottenibile con questo approccio va comunque oltre quanto solitamente sviluppato nell'ambito di Piani di Qualità dell'Aria.

ALPNAP è un progetto di durata triennale (2005-2007) co-finanziato dal Fondo Europeo per lo Sviluppo Regionale (FESR), svoltosi nell'ambito del programma Interreg IIIB Spazio Alpino che ha coinvolto un gruppo di 11 partners provenienti da Austria, Francia, Germania e Italia; tra i partecipanti al progetto vi è stato il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Trento. Il Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona ha partecipato al progetto mettendo a disposizione proprio personale e un mezzo mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nell'effettuazione delle campagne di misura del progetto (una delle quali in prossimità degli abitati di Peri e Rivalta in Val d'Adige).

Gli obiettivi di ALPNAP sono stati quelli di raccogliere e descrivere i metodi scientifici e più aggiornati per l'osservazione e la previsione dell'inquinamento atmosferico e acustico lungo i

corridoi di transito Alpino e valutarne gli effetti sulla salute e sulla qualità della vita. Tali metodi possono essere utilizzati per stimare le conseguenze indotte da nuove infrastrutture di trasporto (stradale e ferroviario) che si trovino già nella fase di pianificazione, ovvero per valutare l'impatto delle esistenti, progettando quindi adeguate misure, sia amministrative che tecniche, per il contenimento dell'inquinamento atmosferico e acustico.

I risultati del progetto sono pubblicati in un "Rapporto Finale" (Comprehensive Report) ad uso degli esperti di ambiente e di trasporti nelle pubbliche amministrazioni (Heimann D. et al., 2007).

Gli obiettivi di ALPNAP erano quindi descrivere i processi tipici dell'ambiente Alpino che determinano la qualità dell'aria e il rumore all'interno delle valli, e raccogliere strumenti scientifici innovativi e metodi di valutazione che consentano di misurare, stimare e prevedere l'inquinamento atmosferico, il rumore e il loro impatto sulla salute. Tali strumenti e metodi sono stati applicati ad aree appositamente selezionate e in condizioni tali da dimostrare le loro potenzialità e chiarire la complessità dei processi coinvolti. Infine sono state elaborate delle raccomandazioni per le autorità e i consulenti tecnici sulle modalità ottimali di definizione degli impatti delle misure amministrative, degli incentivi e delle nuove infrastrutture, considerando in modo appropriato la complessità dei processi naturali nella regione alpina.

Il valore aggiunto di ALPNAP è stato incrementato dalla cooperazione coordinata con il progetto MONITRAF ("Monitoring of Road-Traffic Related Effects and Common Measures"), costituito da una rete di amministrazioni regionali ambientali e di traffico nelle Alpi. Gli obiettivi di MONITRAF riguardavano lo sviluppo di misure finalizzate alla riduzione degli effetti negativi del traffico stradale migliorando nel contempo la qualità della vita nella regione alpina.

In questa sede si andranno a fornire alcuni elementi di descrizione della procedura nonché i risultati ottenuti dallo studio per il tratto di autostrada A22 da Bolzano fino a Verona.

Di notevole interesse è l'avanzata metodologia, sviluppata nell'ambito del progetto, che consente di ottenere e valutare l'esposizione della popolazione che risiede in prossimità dell'arteria attraverso opportuni indici ambientali, correlandoli a quelli di esposizione, evidenziando quindi situazioni di criticità per la salute umana.

L'analisi presentata considera non solo i processi di emissione dell'inquinamento atmosferico e i fattori di trasporto degli inquinanti, ma anche l'esposizione al rumore e la propagazione dello stesso in funzione delle condizioni meteorologiche, risultando quindi particolarmente complessa ma estremamente completa.

Alcune definizioni importanti (da OECD (1993)), di comune utilizzo nella seguente analisi sono:

- **Indicatori:** un parametro, o un valore derivato da parametri, che punta a fornire informazioni, descrive lo stato di un fenomeno/ambiente/area, con un significato che va al di là di quello strettamente legato al valore di un parametro.

- **Indice:** un insieme di parametri o di indicatori aggregati in modo ponderato.
- **Parametri:** una proprietà che è misurata o osservata.

Gli indici sono spesso rappresentati da un numero adimensionale e vengono più facilmente associati a giudizi qualitativi per una più veloce interpretazione.

Quindi, tre tipi di indicatori sono associati alle tre fasi di analisi:

- **Indicatori di pressione:** stimano le azioni antropiche che hanno potenziali effetti negativi per l'ambiente. Nel contesto del progetto ALPNAP ci si riferisce alle emissioni di inquinanti e di rumore di origine dei sistemi di trasporto via terra (stradali/ferroviari).
- **Indicatori di stato:** sono stati introdotti per fornire informazioni sulle condizioni ambientali, la qualità della vita o la salute delle popolazioni esposte (ad esempio, la concentrazione degli inquinanti, i livelli di rumore).
- **Indicatori di risposta:** introdotti per consentire la quantificazione delle azioni umane aventi come finalità la riduzione della pressione (ad esempio misure di abbattimento del rumore, la regolamentazione del traffico, la politica fiscale, ecc.).

In Tabella 2-90 e Tabella 2-91 vengono riportati i dati grezzi di partenza utilizzati nel corso del progetto ALPNAP.

Tabella 2-90: Dati utilizzati per la valutazione dell'impatto a livello locale, a scala intermedia e a grande scala (Heimann D. et al., 2007).

Dati grezzi	Scala locale	Scala intermedia	Grande scala
Meteorologia	Misure da campagne mobile e stazioni fisse: vento, gradiente di temperatura...	Campi di variabili meteorologiche (vento, temperatura...)	
Topografia	Dati in formato GIS dettagliati, caratteristiche di tunnel, viadotti, mappe 3D, modelli digitali di elevazione con risoluzione orizzontale da 1 a 10 m	Mappe topografiche 3D o 2D, ortofoto, modelli di elevazione digitali con risoluzione orizzontale di circa 100 m	
Uso del suolo	Informazioni dettagliate su aree a copertura agricola, forestale, industriale, aree produttive, in formato GIS	Dati sull'uso del suolo da inventari come CORINNE o USGS	
Popolazione	Distribuzione della popolazione, dati demografici, occupazione.	Data base sulla popolazione, valori di popolazione per unità amministrative	
Traffico	Numero di veicoli per categorie e infrastrutture come funzioni del tempo	Flussi di traffico medi per giorni feriali e festivi, flussi mensili	
Rumore	Emissioni Emissioni Caratteristiche delle		

## Proposta di Piano di Azione e Risanamento della Qualità dell'Aria

		pavimentazioni stradali (livelli di rumore)	
	Immissioni	Livelli di rumore simulati per ogni risorsa, misure su campo	Isofoniche per sorgente
	Emissioni	Sorgenti puntuali dettagliate e validate	Mappatura delle emissioni (fonti fisse e mobili)
Inquinamento dell'aria	Immissioni	Concentrazioni degli inquinanti (elevata risoluzione dei dati da modellazione) – Concentrazioni degli inquinanti da stazioni fisse e mobili	Mappe integrate con dati
Salute		Studi epidemiologici	Funzioni dose-risposta

Tabella 2-91: Dati utilizzati per la valutazione dell'impatto a livello locale, a scala intermedia e a grande scala (Heimann D. et al., 2007).

Indicatori/indici	Scala locale	Scala intermedia	Grande scala
Meteorologia			
Topografia			
Uso del suolo			
Popolazione	Accurata distribuzione della popolazione negli edifici (se disponibile)	Population density distributed in built-up area	
	Emissioni	Confronto con pavimentazioni stradali di riferimento classificazione di pavimentazioni stradali	Mappatura delle zone di emissione di rumore
Rumore	Immissioni	Livelli integrati e pesati di rumore (Lden, Lnight) sulle facciate degli edifici.	Indicatore di fastidio per sorgente e per aggregazione delle sorgenti (treni + strada)
			- media dell'indice di esposizione al rumore – Distribuzione della popolazione con riferimento agli indici – costi esternalizzati dovuti agli effetti da esposizione al rumore
	Emissioni		Mappatura delle emissioni degli inquinanti suddivise per tipologia di inquinante
Inquinamento dell'aria	Immissioni	Indici di inquinamento dell'aria con riferimento alle stazioni di misura	Indici di inquinamento dell'aria (NO2, PM10, NO2+PM10) risultati delle simulazioni, indici di esposizione (incrociando gli indici con la popolazione)
			- media dell'indice di inquinamento dell'aria – Distribuzione della popolazione con riferimento agli indici – costi esternalizzati dovuti agli effetti da esposizione all'inquinamento
Indicatori aggregati			- Indicatore aggregato rumore + indicatore di inquinamento - Esternalizzazione dei costi

### 2.1.6.3.1 Indice di qualità dell'aria

Molti sono gli indici utilizzati per la descrizione della situazione di qualità dell'aria; già a livello europeo, nel 2000, gli indici di qualità dell'aria utilizzati erano non meno di tredici e comunque una quarantina in tutto il mondo (Garcia, 2002). Oltre a ciò, gli indici sono molto difficili da confrontare con ciascun altro, a causa delle diverse scelte di sostanze inquinanti, dei metodi di aggregazione (spaziale e temporale) e delle diverse scale di rappresentazione (numero e limiti delle classi).

L'indice adottato nel progetto ALPNAP è lo stesso preso a riferimento dall'agenzia di Protezione dell'Ambiente svizzera Cercl'Air (Cercl'Air, 2005) che si basa sulle concentrazioni di tre specie inquinanti:  $PM_{10}$ ,  $NO_2$  e  $O_3$ . Di notevole interesse è l'introduzione di un diverso indice con riferimento ad una situazione a breve termine (IPC) e a lungo termine (IPL). L'indice IPC viene calcolato utilizzando le concentrazioni medie giornaliere di  $NO_2$  e  $PM_{10}$ , mentre IPL è derivato dai valori medi annuali con riferimento ai valori di concentrazione limite e a un diverso peso per ciascuna specie. Poiché gli inquinanti tipici dei sistemi di trasporto previsti nell'indice sono  $NO_2$  e  $PM_{10}$ , l'ozono non viene computato nel calcolo dell'indice.

### 2.1.6.3.2 Inquinamento e salute

Il primo passo nella valutazione del rischio della salute è la valutazione dell'esposizione della popolazione alle concentrazioni di inquinanti in atmosfera. A partire dallo scenario di emissione (flusso di traffico, composizione del traffico, i fattori di emissione) e dai dati meteorologici, è possibile ottenere le concentrazioni degli inquinanti utilizzando opportuni modelli di dispersione. L'uso di funzioni di risposta di esposizione consente la quantificazione degli effetti sulla salute e la loro distribuzione sul territorio indagato.

Questo tipo di analisi può essere coerentemente applicata per valutare gli effetti dell'esposizione a macro-inquinanti emessi dai trasporti su strada, come polveri e ossidi di azoto. L'esposizione in questo caso avviene attraverso la sola inalazione quindi non dovranno essere considerati gli altri percorsi di impatto.

Per la quantificazione degli impatti sulla salute, vengono utilizzate le funzioni esposizione-risposta o dose-risposta, fornite da studi epidemiologici e tossicologici. Va considerato che è difficile studiare gli effetti negativi sulla salute dell'inquinamento atmosferico da una fonte specifica, come lo sono i trasporti, in quanto l'esposizione dei soggetti alla miscela aria-inquinamento è determinata da una grande varietà di fonti (Künzli et al., 1999; Ciccone et al., 1998).

Attraverso l'utilizzo di strumenti GIS è possibile effettuare una combinazione dell'informazione sulla popolazione che vive nei pressi di un corridoio di indagine di traffico con quella delle concentrazioni di inquinanti. L'uso successivo di funzioni di risposta di

esposizione consente infine di quantificare gli effetti sulla salute e la loro distribuzione spaziale.

### **2.1.6.3.3 Risultati dell'analisi**

Si riportano in sintesi alcuni risultati del progetto ALPNAP di interesse nell'analoga applicazione ad un generico contesto stradale. Per i risultati completi si rimanda al rapporto conclusivo del progetto (Heimann D. et al., 2007).

È stata riscontrata una correlazione diretta tra la concentrazione di NO e il traffico per le stazioni di qualità dell'aria, vicine all'autostrada, dove gli effetti dei cicli giornalieri di traffico sono facilmente riconoscibili. Quanto evidenziato vale anche per l'NO<sub>2</sub>, sebbene si sia notata una variazione più debole a causa degli effetti inerziali; le concentrazioni di NO misurate, piuttosto basse lontano dalla sorgente lineare, sono principalmente determinate, invece, dalla trasformazione chimica da NO a NO<sub>2</sub>.

Allontanandosi dall'autostrada l'effetto del ciclo giornaliero del traffico è molto meno evidente, a partire dai valori di concentrazione degli inquinanti, a causa della presenza di altre fonti di pressione.

Ulteriori interessanti considerazioni possono essere tratte dalla Figura 2-112 che visualizza i gradienti di concentrazione per le specie NO ed NO<sub>2</sub>; le concentrazioni di NO mostrano una diminuzione abbastanza rapida, in funzione delle distanze crescenti dall'autostrada, mentre le concentrazioni di NO<sub>2</sub> tendono a rimanere più elevate per distanze maggiori, soprattutto a causa delle trasformazioni chimiche che avvengono a vicino e medio raggio. Per ogni ora le concentrazioni ad ogni stazione sono state normalizzate con il valore massimo (registrato nella stazione di qualità dell'aria più vicina all'autostrada), successivamente è stata calcolata la media giornaliera di concentrazione normalizzata e, infine, sono stati valutati i valori medi con le deviazioni standard per tutto il periodo di misura. La barra verticale sul grafico rappresenta la deviazione standard della media intorno ad ogni punto di misurazione ed è principalmente dovuta alla variabilità meteorologica che ha indotto giorno per giorno una certa variazioni nei carichi inquinanti. Vale la pena notare che quanto riportato nella Figura 2-112 è paragonabile ad altri risultati calcolati con riferimento a diversi tratti di autostrada, sottolineando così la validità generale dell'effetto di attenuazione delle concentrazioni di NO ed NO<sub>2</sub> a distanze crescenti dalla sorgente.

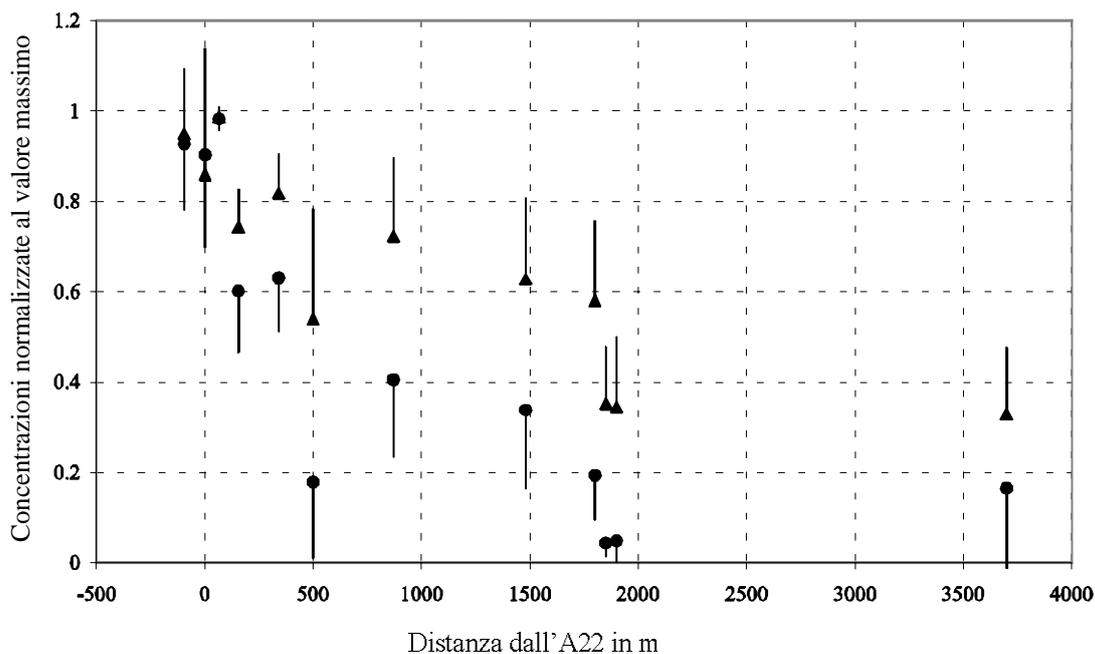


Figura 2-112: Concentrazioni normalizzate di NO (cerchi) e NO<sub>2</sub> (triangoli) per le aree di studio più a sud della A22. Le barre verticali individuano la deviazione standard. (Heimann D. et al., 2007).

Vengono infine riportate alcune mappe di concentrazione che costituiscono degli output di modelli utilizzati nel progetto ALPNAP (Figura 2-113).

Utilizzando un supporto GIS (GRASS nello specifico caso) che riporta l'informazione della popolazione residente nelle vicinanze dell'autostrada è possibile combinare i risultati della simulazione coi dati, prendendo a riferimento la stessa risoluzione spaziale. L'output è rappresentato dalle mappe della distribuzione della popolazione esposta. Il successivo uso di funzioni di esposizione consente la quantificazione dei diversi effetti sulla salute e la valutazione della loro distribuzione sul territorio in esame.

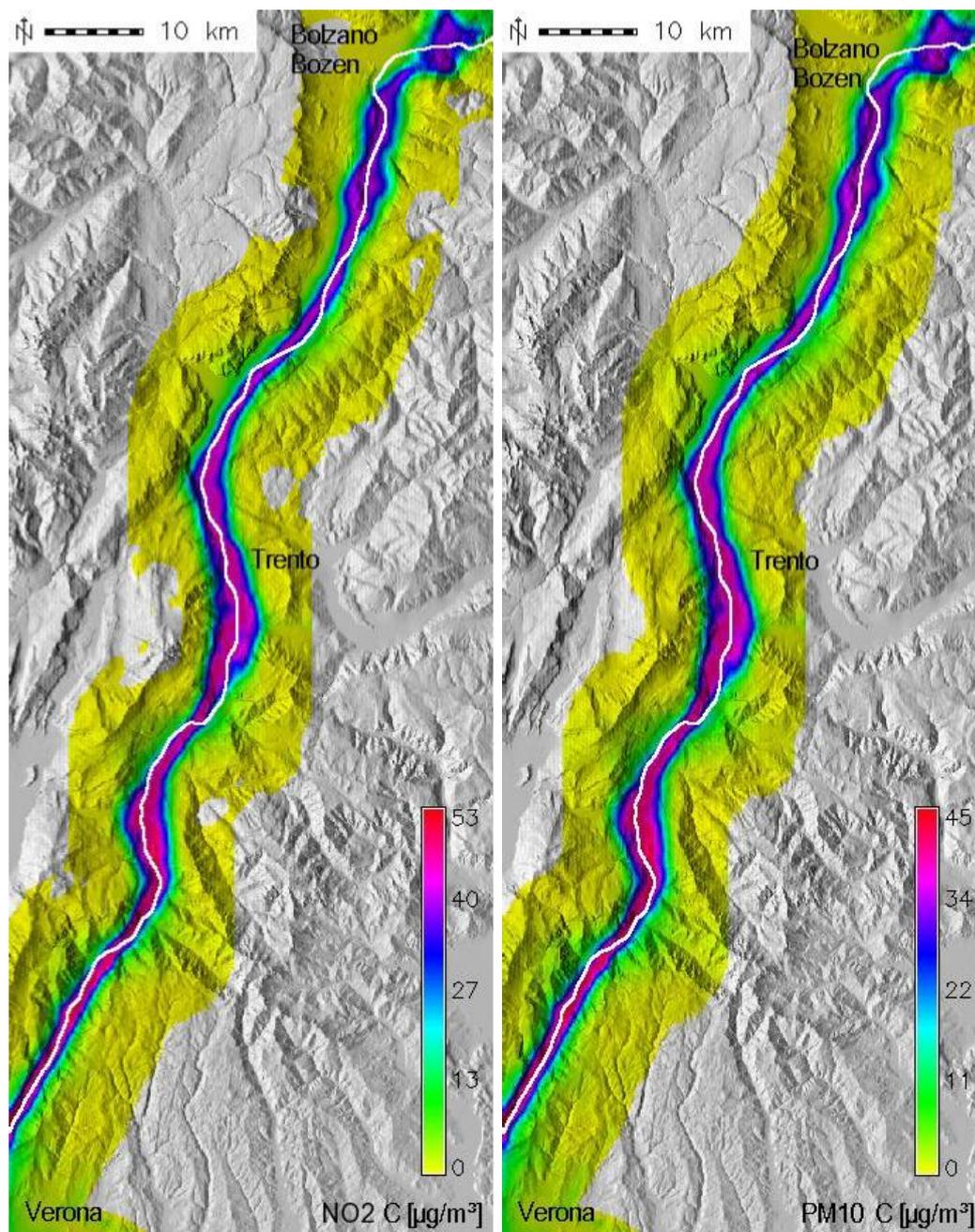


Figura 2-113: Distribuzioni delle concentrazioni medie annue di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub> al suolo determinate dal traffico sull'Autostrada A22 nel tratto compreso tra Verona e Bolzano come risultato della modellazione applicata in ALPNAP. (Heimann D. et al., 2007).



Figura 2-114: Distribuzione della popolazione residente nel tratto inferiore di autostrada A22 analizzato in ALPNAP. (Heimann D. et al., 2007).

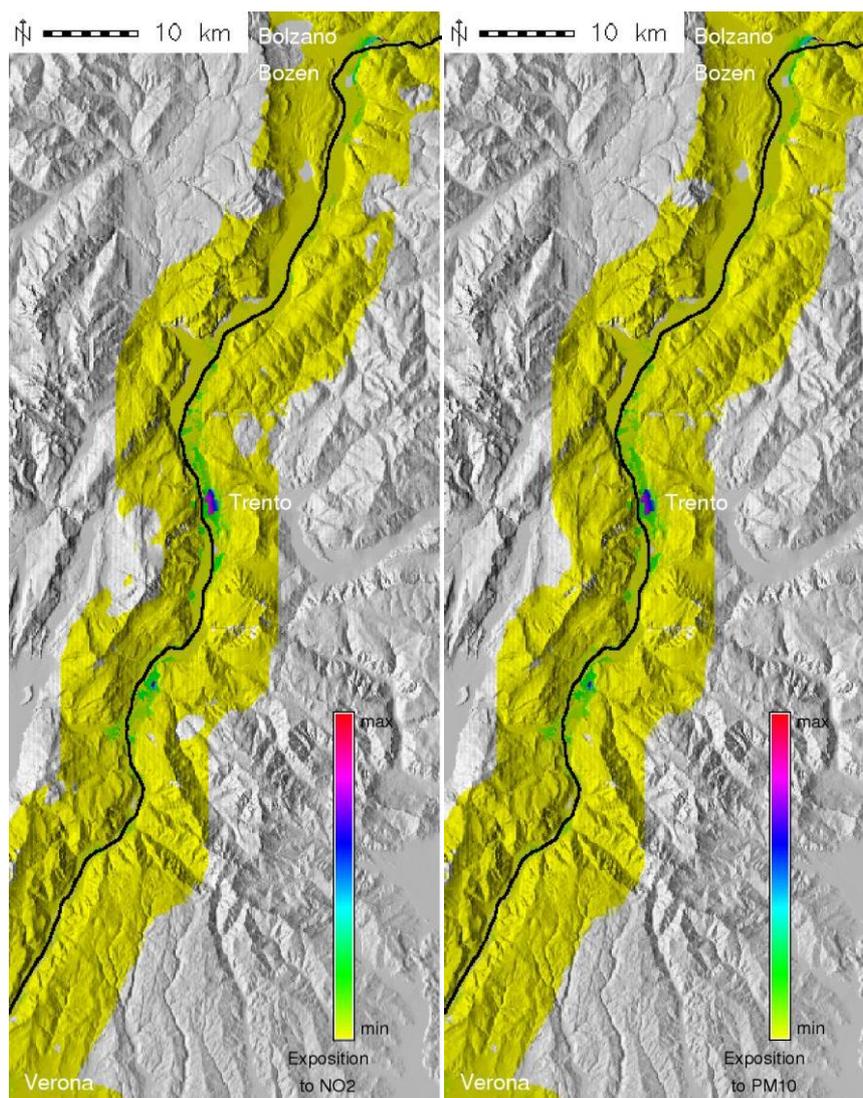


Figura 2-115: Rappresentazione GIS dell'impatto da esposizione da NO<sub>2</sub> (a sinistra) e PM<sub>10</sub> (a destra) nel tratto inferiore dell'A22 analizzato in ALPNAP. (Heimann D. et al., 2007).

## 2.2 SITUAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

### 2.2.1 Introduzione

#### 2.2.1.1 Richiami alla zonizzazione del territorio

Si ricorda che la zonizzazione del territorio della Provincia di Verona attualmente in vigore è stata approvata con delibera della Giunta Regionale del Veneto n. 3195 del 17.10.2006.

Ai fini della verifica della classificazione delle zone, attraverso l'individuazione dei superamenti delle soglie di valutazione, superiore e inferiore, sono utilizzate le concentrazioni degli inquinanti misurate dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria nel quinquennio precedente. Sono stati presi in considerazione tutti i parametri rilevanti della rete (medie annuali, superamenti di valori orari o giornalieri, eccetera), nonché alcune stime modellistiche a partire dall'inventario provinciale delle emissioni. Sono state identificate aree con caratteristiche simili di qualità dell'aria, in termini di superamenti, tipi di sorgenti emmissive,

caratteristiche climatologiche o topografiche, considerando i confini delle amministrazioni locali come limiti delle zone.

### **2.2.1.2 Individuazione e caratterizzazione delle condizioni meteorologiche tipiche favorevoli alla formazione di inquinanti secondari.**

Allo scopo di verificare l'influenza dell'apporto di inquinanti dalle regioni contigue e contemporaneamente eseguire una stima dei tempi scala di formazione del particolato secondario, si è analizzato in dettaglio un bimestre invernale ritenuto rappresentativo (gennaio – febbraio 2008). È stato eseguito lo studio dell'andamento delle concentrazioni di NO<sub>x</sub> e PM<sub>10</sub> registrate nel periodo, anche in relazione alle condizioni meteorologiche. Si rimanda al paragrafo 2.2.6.1.7 per i grafici relativi.

Per quello che riguarda i rilevamenti di ozono, altro inquinante secondario, l'analisi dei dati orari e relativa analisi statistica, ha messo in evidenza quanto segue:

- l'analisi dei dati orari mensili evidenzia un netto ciclo giornaliero, con un massimo assoluto subito successivo alle ore centrali della giornata, intorno alle 15, correlato con la produzione fotochimica, ed un minimo relativo durante le ore notturne, subito prima dell'alba;
- i valori orari più elevati in tutti gli anni sono rilevati, come prevedibile, nei mesi estivi, mentre i valori più contenuti durante i mesi invernali, andamento piuttosto tipico dovuto alla produzione fotochimica legata alla radiazione solare e ai precursori dell'ozono;
- sono evidenziabili in alcuni casi effetti di accumulo "fotochimico" nel periodo estivo; le condizioni meteorologiche associate a tali eventi sono caratterizzate dalla presenza di strutture anticicloniche persistenti, con aumento della temperatura a tutte le quote e subsidenza sia a scala sinottica che locale. In tali condizioni i processi antagonisti alla formazione di ozono durante la notte non risultano efficaci; ne consegue che la produzione fotochimica durante il dì si aggiunge al quantitativo di ozono non distrutto durante la notte, determinando il fenomeno di accumulo.

L'andamento ed il trasporto di ozono nel periodo estivo è legato anche ai regimi di brezza, dominanti a scala locale nel periodo estivo, e caratterizzati dall'alternanza giornaliera tra la circolazione di valle e di monte nella fascia Nord (collina). L'andamento orario della concentrazione di ozono nell'arco della giornata descritto poc'anzi risente di questa variazione nel regime anemologico. Questa constatazione è un esempio di applicazione nell'ambito della gestione della qualità dell'aria della zonizzazione meteo-climatologica di cui al precedente paragrafo 2.1.2.8.

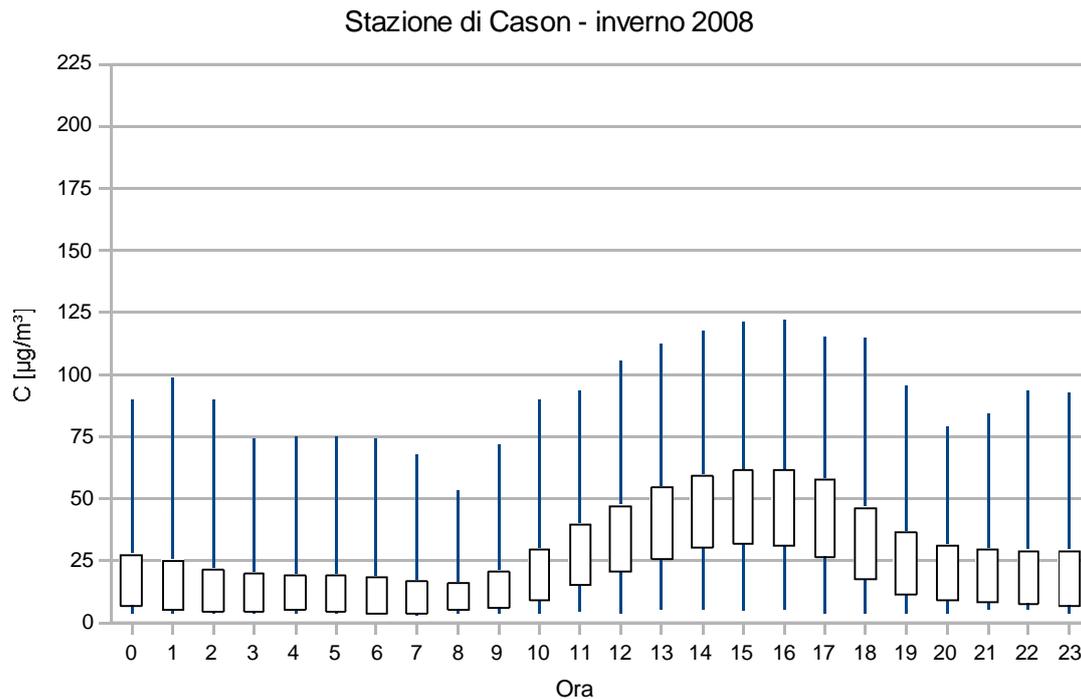


Figura 2-116: Ciclo giornaliero della concentrazione di ozono nella stazione di Verona Cason, relativo all'inverno 2008.

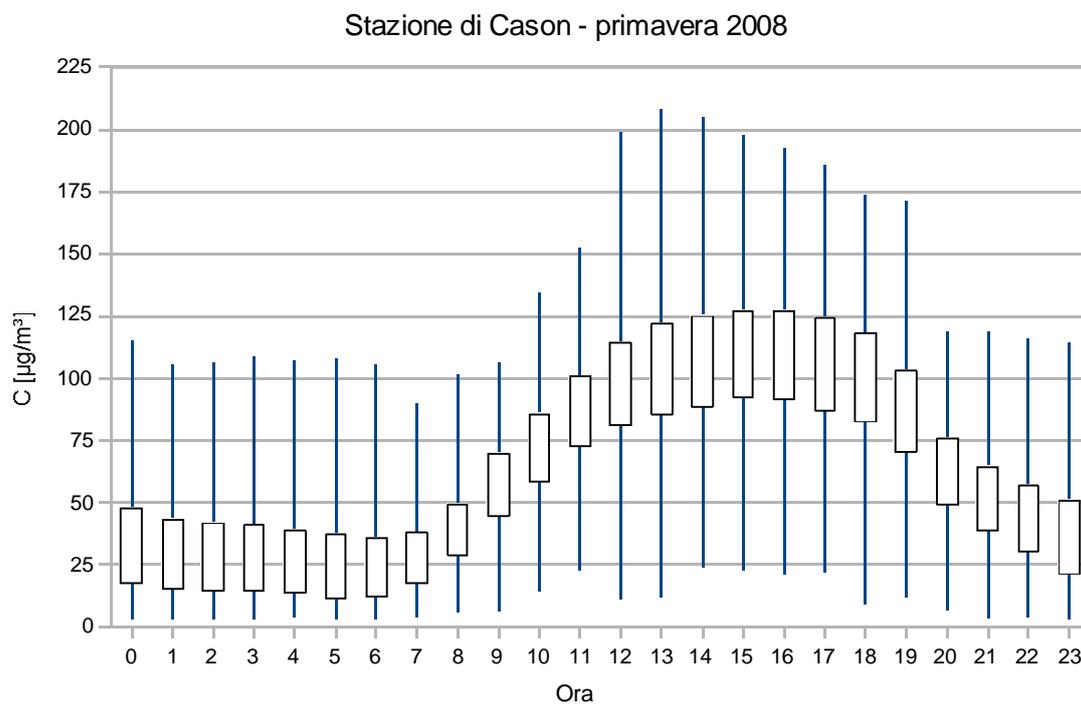


Figura 2-117: Ciclo giornaliero della concentrazione di ozono nella stazione di Verona Cason, relativo alla primavera 2008.

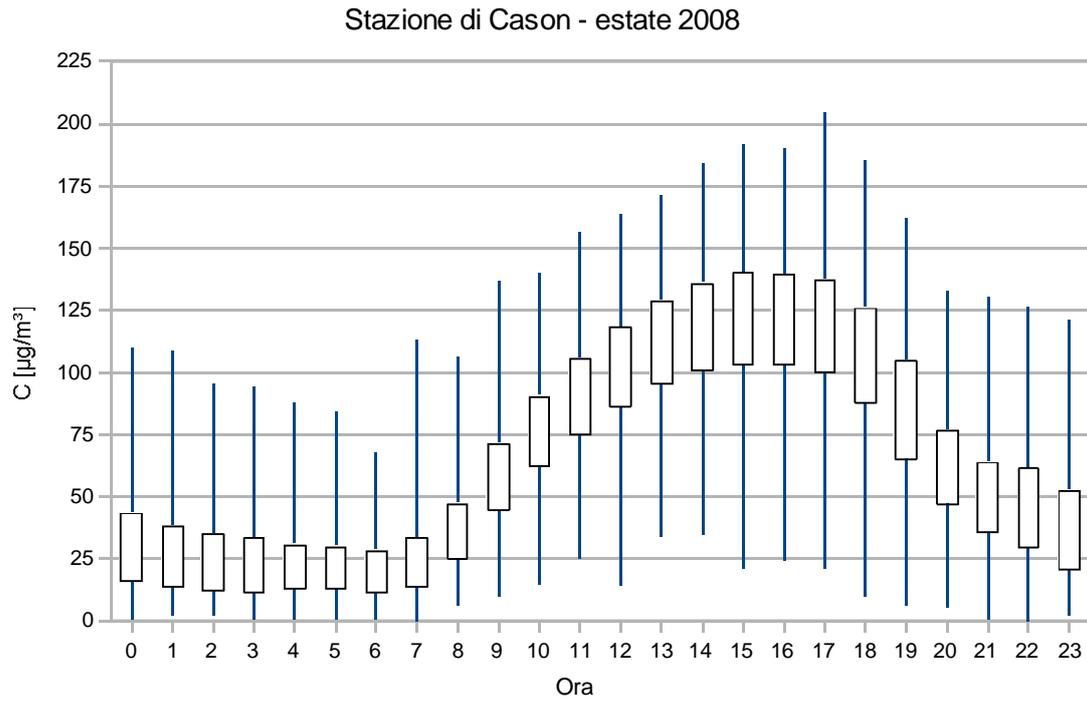


Figura 2-118: Ciclo giornaliero della concentrazione di ozono nella stazione di Verona Cason, relativo all'estate 2008.

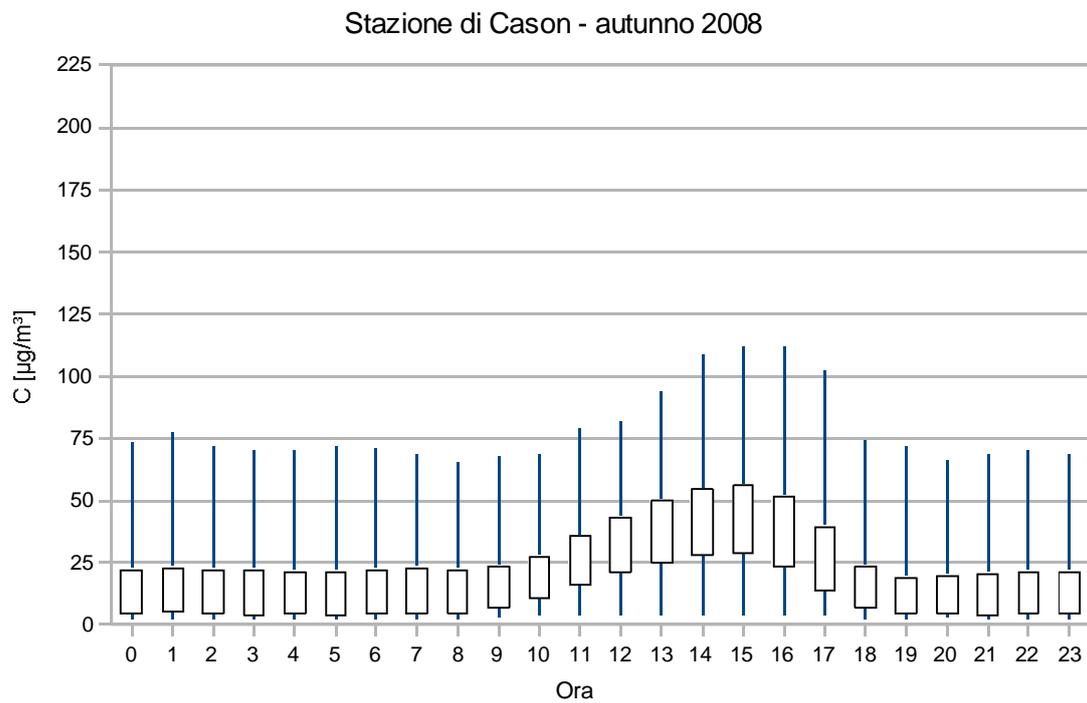


Figura 2-119: Ciclo giornaliero della concentrazione di ozono nella stazione di Verona Cason, relativo all'autunno 2008.

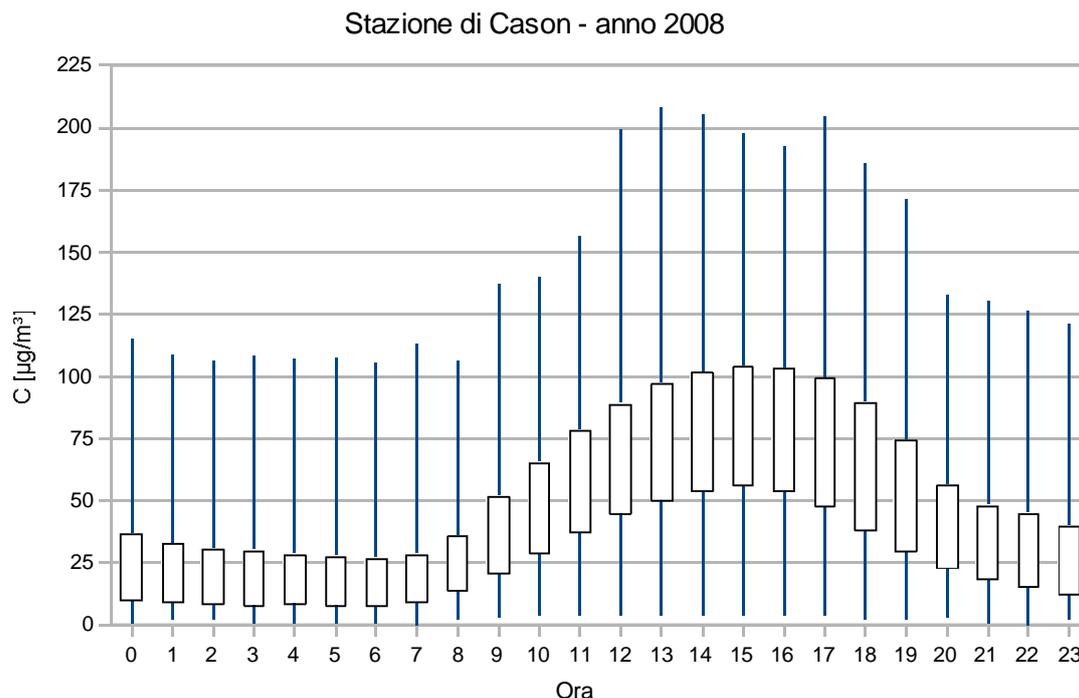


Figura 2-120: Ciclo giornaliero della concentrazione di ozono nella stazione di Verona Cason, relativo all'intero anno 2008.

L'andamento qui riportato è rappresentativo di tutte le stazioni che misurano questo inquinante (Bovolone, Legnago, S. Bonifacio, Verona Torricelle, Ca' del Bue). L'ozono è infatti un inquinante secondario con una dinamica che non dipende solamente dalle emissioni locali, ma anche e soprattutto dalle condizioni di trasformazione e trasporto in atmosfera.

La dinamica di formazione dell'ozono fa sì che grandi masse d'aria possono spostarsi anche su lunghe distanze (centinaia di chilometri), quindi ben lontano dalle fonti emittenti degli inquinanti precursori. Nel periodo estivo le particolari condizioni di alta pressione, elevate temperature associate all'eventuale scarsa ventilazione, favoriscono il ristagno e l'accumulo degli inquinanti. Inoltre il forte irraggiamento solare innesca una serie di reazioni fotochimiche che determinano concentrazioni di ozono più elevate rispetto al fondo naturale. Al contrario in inverno si registrano le concentrazioni più basse. L'ozono urbano può diffondersi anche in aree più periferiche e rurali, in cui la ridotta presenza di inquinanti riducenti (monossido azoto) rende l'ozono più stabile; la concentrazione può dunque rimanere alta e raggiungere dei picchi in aree remote o rurali caratterizzate da basse emissioni.

### 2.2.1.3 Situazione della qualità dell'aria

La qualità dell'aria, specialmente nei contesti urbani, rappresenta una importante e complessa problematica a causa delle conseguenze che essa determina sulla salute umana e sull'ecosistema. Per questa ragione negli ultimi anni è aumentato notevolmente l'interesse riguardo i potenziali effetti dell'inquinamento atmosferico sull'organismo umano.

La normativa italiana definisce l'inquinamento atmosferico "ogni modificazione della normale composizione o stato fisico dell'aria atmosferica, dovuta alla presenza nella stessa di una o più sostanze, in quantità e con caratteristiche tali da alterare le normali condizioni ambientali e di salubrità dell'aria, da costituire pericolo ovvero pregiudizio diretto o indiretto per la salute dell'uomo, da compromettere le attività ricreative e gli altri usi legittimi dell'ambiente, da alterare le risorse e gli ecosistemi ed i beni materiali pubblici e privati" (D.P.R. 203/1988, art. 2, comma 1).

Le sorgenti di inquinamento possono essere di origine naturale (le eruzioni vulcaniche ne sono un esempio) o antropica. Le principali fonti di inquinamento antropico sono rappresentate dagli insediamenti industriali, dal traffico stradale e dagli insediamenti umani. Vengono definiti inquinanti primari quelli emessi direttamente dalle sorgenti tramite processi di combustione; sono esempi di inquinanti primari gli idrocarburi incombusti, il monossido di carbonio, gli ossidi di azoto ed il particolato sospeso. A seguito dell'emissione in atmosfera, gli inquinanti primari sono soggetti a processi di diffusione, trasporto e deposizione, nonché a processi di trasformazione chimico-fisica che possono portare alla formazione di nuove specie inquinanti, che sono dette inquinanti secondari e che possono risultare più tossici e di più vasto raggio d'azione degli inquinanti originari.

Tra le reazioni che avvengono tra gli inquinanti emessi in atmosfera, una particolare importanza è attribuita al processo di formazione dello smog fotochimico. Per smog fotochimico si intende l'insieme degli inquinanti che si vengono a creare in giornate caratterizzate da condizioni meteorologiche di stabilità e di forte insolazione. Infatti, gli ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ ) e i composti organici volatili (VOC), emessi nell'atmosfera da molti processi naturali od antropogenici, vanno incontro ad un complesso sistema di reazioni fotochimiche indotte dalla luce ultravioletta presente nei raggi del sole; il tutto porta alla all'ossidazione del monossido di azoto ( $\text{NO}$ ) a biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ), alla formazione di ozono ( $\text{O}_3$ ), Perossiacetil nitrato (PAN), perossibenzoil nitrato (PBN), aldeidi e centinaia di altre sostanze. Questi inquinanti secondari costituiscono la componente principale dello smog che affligge molte città ed aree industrializzate. Esso è caratterizzato da una tipica colorazione che può variare dal giallo-arancio fino al marroncino, dovuta alla presenza nell'aria di grandi quantità di biossido di azoto. I composti che costituiscono lo smog fotochimico sono sostanze tossiche sia per gli esseri umani, che per gli animali ed anche per i vegetali, inoltre sono in grado di degradare molti materiali diversi per il loro forte potere ossidante.

Dal momento che gli ossidi di azoto ed i composti organici volatili sono fra i componenti principali delle emissioni nelle aree urbane, le città ubicate nelle aree geografiche caratterizzate da radiazione solare intensa e temperatura elevata (come ad esempio le aree mediterranee) costituiscono dei candidati ideali allo sviluppo di episodi di inquinamento fotochimico intenso, specialmente nella stagione estiva. Una volta emessi in atmosfera, gli ossidi di azoto hanno un tempo di permanenza medio che varia da 3 a 5 giorni (ad es. APAT, 2003); in questo periodo di tempo abbastanza lungo essi possono essere trasportati lontano

dalle fonti di emissione e creare problemi di smog fotochimico anche in zone lontane da quelle in cui i precursori sono stati originati.

### **2.2.2 La rete di monitoraggio gestita da ARPAV**

I principali inquinanti vengono monitorati in continuo in diverse stazioni distribuite sul territorio regionale. La rete di rilevamento della qualità dell'aria del Veneto, attualmente gestita da ARPAV, è il risultato del processo di "Ottimizzazione della rete regionale di controllo della qualità dell'aria del Veneto e mappatura aree remote", un progetto finanziato dalla Regione Veneto mediante fondi comunitari (DOCUP) e fondi regionali (ex D.Lgs. 112/98).

La rete è costituita da oltre 50 stazioni di misura, di diversa tipologia, in relazione alla tipologia di emissioni prevalenti nei siti in cui queste sono ubicate, e delle quali si ritengono più rappresentative: emissioni da traffico, emissioni industriali, fondo urbano e fondo rurale. Le stazioni sono dislocate su tutto il territorio regionale e ciascun Dipartimento Provinciale ARPAV gestisce quelle ricadenti sul territorio di propria competenza.

Oltre alle centraline, il rilevamento degli inquinanti atmosferici viene realizzato mediante l'utilizzo di laboratori mobili per campagne di monitoraggio della qualità dell'aria in zone non coperte da rete fissa.

I dati raccolti da ciascuna stazione sono trasmessi, tramite linea telefonica, ai centri operativi provinciali costituiti presso ciascun Dipartimento, presso i quali si effettua la verifica e la validazione quotidiana dei dati.

Per caratterizzare lo stato della qualità dell'aria dell'area di risanamento, sono stati analizzati i dati di tutte le stazioni ubicate all'interno del territorio provinciale. La scelta di includere nell'analisi stazioni al di fuori dell'area in esame ha come finalità la realizzazione di una fotografia il più verosimile possibile dello stato di fatto della qualità dell'aria, tenendo conto che l'inquinamento atmosferico è un fenomeno che non si realizza a scala esclusivamente locale ma può coinvolgere aree vaste. In Tabella 2-92 è riportato l'elenco delle stazioni considerate, con le principali caratteristiche geografiche e la tipologia di stazione e di zona. La classificazione della tipologia di stazione si rifà alla Decisione 1997/101/CEE, alla successiva decisione 2001/752/CEE e ai criteri elencati nel documento "Criteria for Euroairnet" dell'EEA che suddivide le postazioni in:

- B ovvero stazione di background: stazione non influenzata da traffico o dalle attività industriali.
- T ovvero *stazione di traffico*: stazione situata in posizione tale che il livello di inquinamento è influenzato prevalentemente da emissioni provenienti da strade limitrofe.
- I ovvero stazione industriale: stazione situata in posizione tale che il livello di inquinamento è influenzato prevalentemente da singole fonti industriali o zone industriali limitrofe.

mentre le tipologie di zona possibili sono:

- U ovvero urbana: zona edificata in continuo.
- S ovvero suburbana: zona largamente edificata: insediamento continuo di edifici separati mescolati ad aree non urbanizzate (laghi di piccole dimensioni, boschi, terreni agricoli).
- R ovvero rurale: tutte le zone che non soddisfano i criteri relativi alle zone urbane/periferiche.

Tabella 2-92: Elenco delle stazioni di rilevamento della qualità dell'aria ARPAV analizzate.

Nome della stazione	Tipologia di stazione	Tipologia di zona	Coordinata E UTM [m]	Coordinata N UTM [m]	Quota [m s.l.m.]	Dati disponibili dal
Bovolone	B	U	667325.67	5013504.92	21	1996
Legnago	B	U	681525.19	5005829.98	25	2001
San Bonifacio	B	U	678858.36	5029801.16	30	1985
San Martino Buon Albergo	T	U	663236.98	5030894.47	49	1996
Villafranca di Verona	T	U	646059.94	5025387.27	54	1998
VR- Cason	B	R	649428.92	5035994.48	91	1994
VR- Corso Milano	T	U	653513.78	5034194.49	62	1994
VR-Piazza Bernardi	B	U	656966.19	5034089.45	56	2001
VR-San Giacomo	T	U	655671.18	5030434.57	60	1994
VR-Zai	T	U	654081.23	5031072.07	65	1994
VR-Torricelle	B	U				2004
Bosco Chiesanuova	B	R	658888.4	5050425.98	824	2007
Ca' del Bue	T	S	660704.06	5029430.6	42	1999
Matozze	B	S	659945.29	5030473.61	42	1999
San Giovanni Lupatoto	B	S	660108.25	5028614.85	42	1999

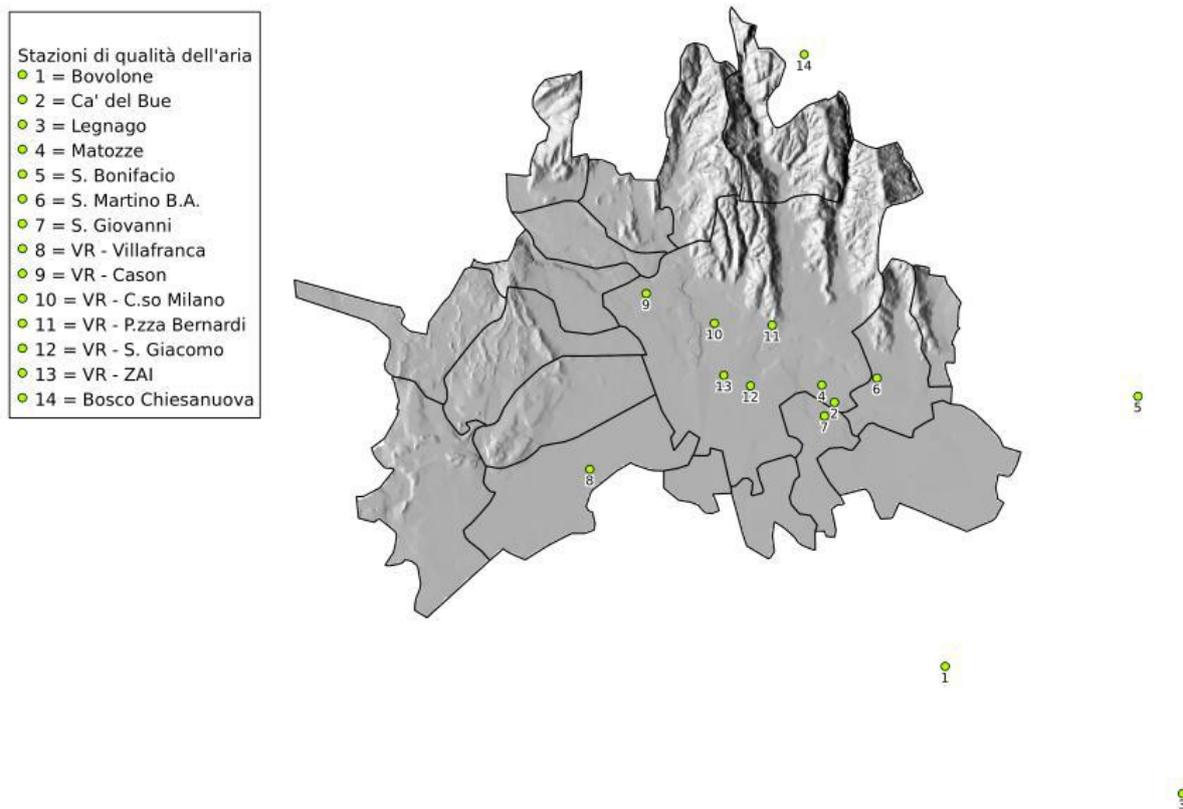


Figura 2-121: Mappa delle stazioni di misura di qualità dell'aria di ARPAV.

Per l'analisi dei parametri di qualità dell'aria, si sono analizzati i dati relativi al quinquennio 2004-2008, lo stesso utilizzato per l'inquadramento climatologico, in modo da poter accoppiare i risultati delle due indagini.

Per ciascuna stazione sono stati analizzati i dati relativi a tutti gli inquinanti monitorati, che sono riassunti in Tabella 2-93.

Tabella 2-93: Elenco delle stazioni di qualità dell'aria ARPAV prese in esame e dei parametri analizzati per ciascuna stazione.

Stazione	NO <sub>2</sub>	NO	NO <sub>x</sub>	CO	O <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	NMHC	SO <sub>2</sub>	PTS	HCL	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
Bovolone	x	x	x	x	x	x	x	x				
Legnago	x	x	x	x	x			x				
San Bonifacio	x	x	x	x	x			x				
San Martino Buon Albergò	x	x	x	x				x		x		
Villafranca di Verona	x	x	x	x				x				
VR-Cason	x	x	x	x	x			x	x		x	x
VR-Corso Milano	x	x	x	x				x			x	x
VR-Piazza Bernardi	x	x	x	x				x				
VR- San Giacomo	x	x	x	x				x				

VR- Zai	x	x	x	x	x			x				
VR- Torricelle	x	x	x	x	x	x	x	x				
Bosco Chiesanuova	x	x	x	x	x			x				x
Ca' del Bue	x	x	x	x	x	x		x				
Matozze	x	x	x	x				x		x		
S. Giovanni Lupatoto	x	x	x	x				x	x	x		

### 2.2.3 Andamento storico dei dati di qualità dell'aria

Analogamente a quanto fatto per i dati meteorologici, in occasione della stesura del presente Piano, anche i dati di qualità dell'aria sono stati analizzati statisticamente e sono stati calcolati i parametri normalmente utilizzati come indici di posizione e indici di dispersione, producendo elaborazioni originali. Inoltre si sono analizzati i valori massimi e minimi delle serie temporali per avere informazioni sull'intervallo di variazione della grandezza misurata.

Gli indicatori statistici sono riassunti nelle tabelle seguenti.

Le stesse statistiche sono state calcolate per ogni singolo anno allo scopo di mettere in luce possibili differenze tra le diverse annate. Inoltre sono stati calcolati eventuali cicli stagionali, tipici ad esempio di inquinanti come ad esempio PM<sub>10</sub> e NO<sub>x</sub>. I cicli settimanali sono stati evidenziati per verificare se le diverse emissioni che si possono avere nei giorni feriali rispetto a quelli festivi possono indurre delle differenze nella qualità dell'aria oppure no.

Si sono quindi ricercate le correlazioni tra le diverse grandezze misurate in ciascuna stazione allo scopo di individuare possibili legami tra i diversi inquinanti. La stessa cosa è stata fatta analizzando il comportamento della concentrazione dello stesso inquinante in diverse stazioni per mettere in luce le omogeneità o le disuniformità dal punto di vista della qualità dell'aria tra le varie zone del territorio provinciale esaminato.

Di seguito si riportano le percentuali di dati validi nel quinquennio 2004-2008 (per la stazione di Bosco Chiesanuova le statistiche si riferiscono al biennio 2007-2008 dal momento che la stazione è stata installata solo nel 2007). Alcuni parametri hanno percentuali piuttosto basse in quanto sono stati misurati solo in alcuni anni. Nelle tabelle sono riportati i coefficienti di correlazione tra le concentrazioni di diversi inquinanti. Tali indicatori statistici sono prossimi a zero quando i valori delle concentrazioni sono statisticamente poco correlati, prossimi a 1 quando sono molto correlati, prossimi a -1 quando sono "molto anticorrelati" (valori molto alti di una si realizzano in concomitanza di valori molto bassi dell'altra).

Tabella 2-94: Percentuale di dati di qualità dell'aria validi nel quinquennio 2004-2008 (parte I).

STAZIONE	Percentuale di dati validi nel quinquennio 2004-2008 (*)					
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	POLV	CO
Bovolone	93.7%	93.5%	88.9%	93.6%		95.7%
Legnago	88.6%	94.8%	94.7%	94.8%	21.3%	68.3%
San Bonifacio	95.2%	94.2%	94.1%	94.2%	21.3%	96.5%

San Martino Buon Albergo	94.3%	94.1%	94.1%	94.1%		96.0%
Villafranca di Verona	90.3%	94.5%	93.5%	94.4%	16.3%	95.5%
VR- Cason	28.3%	93.2%	93.1%	93.1%	15.1%	29.3%
VR- Corso Milano	94.0%	94.5%	94.5%	94.4%		97.4%
VR- Piazza Bernardi	65.9%	93.8%	93.8%	93.5%	20.2%	96.0%
VR- San Giacomo	93.8%	93.3%	93.2%	93.3%	20.4%	96.7%
VR- Zai	90.9%	95.1%	95.1%	95.1%		98.6%
VR- Torricelle	92.9%	91.7%	91.7%	91.6%	33.4%	95.3%
Bosco Chiesanuova	94.9%	95.3%	95.1%	95.3%		94.5%
Ca' del Bue	94.1%	94.8%	94.8%	94.8%	94.9%	94.2%
Matozze	91.0%	91.3%	91.8%	91.3%	90.1%	92.8%
San Giovanni Lupatoto	92.5%	93.1%	93.2%	93.0%	95.1%	92.2%

<sup>(\*)</sup> per la stazione di Bosco Chiesanuova le statistiche si riferiscono al biennio 2007-2008.

Tabella 2-95: Percentuale di dati di qualità dell'aria validi nel quinquennio 2004-2008 (parte II).

STAZIONE	Percentuale di dati validi nel quinquennio 2004-2008 <sup>(*)</sup>					
	O <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	NMHC	HCL	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
Bovolone	29.8%	44.8%	44.7%			
Legnago	95.1%					
San Bonifacio	95.2%	0.7%				
San Martino Buon Albergo				34.4%		
Villafranca di Verona						
VR- Cason	95.1%				92.8%	18.2%
VR- Corso Milano					93.5%	
VR- Piazza Bernardi						
VR- San Giacomo	58.9%					
VR- Zai	97.2%					
VR- Torricelle	94.9%	86.7%	100.0%			
Bosco Chiesanuova	95.6%	0.8%	0.8%		97.2%	
Ca' del Bue	58.3%	54.8%	54.9%	41.2%		
Matozze				52.4%		
San Giovanni Lupatoto	57.9%					

<sup>(\*)</sup> per la stazione di Bosco Chiesanuova le statistiche si riferiscono al biennio 2007-2008.

### 2.2.3.1 Stazione di Bosco Chiesanuova

La stazione di qualità dell'aria è ubicata a circa 850 m sul livello del mare, vicino al confine con Cerro Veronese, ed è classificata come stazione di background rurale.

Tabella 2-96: Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Bosco Chiesanuova.

	2004	2005	2006	2007	2008	2004-2008
<b>SO<sub>2</sub></b>				1.5	1.25	1.38
<b>NO<sub>x</sub></b>				16.95	15.69	16.32
<b>NO</b>				1.62	1.26	1.44
<b>NO<sub>2</sub></b>				14.54	13.77	14.15
<b>CO</b>				0.13	0.3	0.21
<b>O<sub>3</sub></b>				81.59	81.24	81.42
<b>CH<sub>4</sub></b>				784.93		784.93
<b>NMHC</b>				410.25		410.25
<b>PM<sub>10</sub></b>				19.97	19.55	19.75

Tabella 2-97: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Bosco Chiesanuova.

	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>NO</b>	<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>CO</b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>NMHC</b>	<b>PM<sub>10</sub></b>
<b>SO<sub>2</sub></b>	1.00	0.19	0.09	0.22	0.01	0.02	-0.30	-0.25	0.10
<b>NO<sub>x</sub></b>	0.19	1.00	0.79	0.87	0.39	-0.41	-0.13	-0.21	0.40
<b>NO</b>	0.09	0.79	1.00	0.40	0.18	-0.20	0.01	-0.19	0.11
<b>NO<sub>2</sub></b>	0.22	0.87	0.40	1.00	0.44	-0.46	-0.18	-0.19	0.51
<b>CO</b>	0.01	0.39	0.18	0.44	1.00	-0.42	-0.03	-0.07	0.27
<b>O<sub>3</sub></b>	0.02	-0.41	-0.20	-0.46	-0.42	1.00	0.13	0.12	-0.09
<b>CH<sub>4</sub></b>	-0.30	-0.13	0.01	-0.18	-0.03	0.13	1.00	0.73	
<b>NMHC</b>	-0.25	-0.21	-0.19	-0.19	-0.07	0.12	0.73	1.00	
<b>PM<sub>10</sub></b>	0.10	0.40	0.11	0.51	0.27	-0.09			1.00

### 2.2.3.2 Stazione di Bovolone

La stazione di Bovolone, classificata come background urbano, è ubicata nella parte meridionale della Provincia, al di fuori dell'area di risanamento.

Tabella 2-98: Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Bovolone.

	2004	2005	2006	2007	2008	2004-2008
<b>SO<sub>2</sub></b>	2.87	3.13	2.78	1.80	2.14	2.53
<b>NO<sub>x</sub></b>	87.95	92.00	74.67	69.93	86.58	82.12
<b>NO</b>	33.46	28.41	20.18	32.94	34.07	29.62
<b>NO<sub>2</sub></b>	36.60	48.42	43.74	31.87	34.36	38.99
<b>CO</b>	0.39	0.61	0.60	0.51	0.44	0.51
<b>O<sub>3</sub></b>				46.04	38.19	41.06
<b>CH<sub>4</sub></b>	1130.58	1129.09	1009.66			1094.75
<b>NMHC</b>	385.59	298.52	63.68			261.14

Tabella 2-99: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Bovolone.

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	NMHC
SO <sub>2</sub>	1.00	0.47	0.38	0.46	0.48	-0.49	0.24	0.15
NO <sub>x</sub>	0.47	1.00	0.95	0.64	0.65	-0.64	0.42	0.19
NO	0.38	0.95	1.00	0.36	0.56	-0.55	0.33	0.22
NO <sub>2</sub>	0.46	0.64	0.36	1.00	0.56	-0.71	0.40	0.05
CO	0.48	0.65	0.56	0.56	1.00	-0.37	0.37	0.03
O <sub>3</sub>	-0.49	-0.64	-0.55	-0.71	-0.37	1.00		
CH <sub>4</sub>	0.24	0.42	0.33	0.40	0.37		1.00	0.43
NMHC	0.15	0.19	0.22	0.05	0.03		0.43	1.00

### 2.2.3.3 Stazione di Legnago

La stazione è ubicata a sud-est rispetto al Comune di Verona ed è classificata come background urbana.

Tabella 2-100: Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Legnago.

	2004	2005	2006	2007	2008	2004-2008
SO <sub>2</sub>	5.97	2.21	2.00	5.06	3.74	3.75
NO <sub>x</sub>	54.41	53.35	70.34	77.02	67.26	64.43
NO	16.96	13.31	18.40	20.28	17.94	17.37
NO <sub>2</sub>	28.39	32.94	42.12	46.14	39.81	37.84
POLV	62.25	87.69				63.90
CO	0.41	0.47	0.43	0.40		0.43
O <sub>3</sub>	49.19	49.37	53.23	49.53	45.26	49.31

Tabella 2-101: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Legnago.

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	POLV	CO	O <sub>3</sub>
SO <sub>2</sub>	1.00	0.36	0.39	0.12	-0.03	0.26	-0.22
NO <sub>x</sub>	0.36	1.00	0.95	0.65	0.36	0.74	-0.52
NO	0.39	0.95	1.00	0.37	0.31	0.76	-0.43
NO <sub>2</sub>	0.12	0.65	0.37	1.00	0.35	0.32	-0.50
POLV	-0.03	0.36	0.31	0.35	1.00	0.46	-0.42
CO	0.26	0.74	0.76	0.32	0.46	1.00	-0.45
O <sub>3</sub>	-0.22	-0.52	-0.43	-0.50	-0.42	-0.45	1.00

### 2.2.3.4 Stazione di San Bonifacio

La stazione di San Bonifacio si trova a est del Comune di Verona ed è classificata come background urbano.

Tabella 2-102: Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di San Bonifacio.

	2004	2005	2006	2007	2008	2004-2008
<b>SO<sub>2</sub></b>	3.24	3.07	3.17	2.00	1.57	2.61
<b>NO<sub>x</sub></b>	100.32	111.56	110.02	101.37	106.08	105.82
<b>NO</b>	38.10	44.17	41.03	37.51	37.55	39.63
<b>NO<sub>2</sub></b>	41.86	43.85	47.07	44.06	48.55	45.09
<b>POLV</b>	83.11	80.45				82.83
<b>CO</b>	0.57	0.50	0.51	0.42	0.35	0.47
<b>O<sub>3</sub></b>	46.45	42.83	49.80	47.43	40.13	45.34
<b>CH<sub>4</sub></b>	8.88					8.88

Tabella 2-103: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di San Bonifacio.

<b>SO<sub>2</sub></b>	1.00	0.62	0.64	0.31	0.31	0.61	-0.16	-0.07
<b>NO<sub>x</sub></b>	0.62	1.00	0.98	0.68	0.42	0.78	-0.54	-0.09
<b>NO</b>	0.64	0.98	1.00	0.53	0.40	0.77	-0.46	-0.08
<b>NO<sub>2</sub></b>	0.31	0.68	0.53	1.00	0.36	0.51	-0.67	-0.07
<b>POLV</b>	0.31	0.42	0.40	0.36	1.00	0.45	-0.24	0.08
<b>CO</b>	0.61	0.78	0.77	0.51	0.45	1.00	-0.44	-0.22
<b>O<sub>3</sub></b>	-0.16	-0.54	-0.46	-0.67	-0.24	-0.44	1.00	-0.02
<b>CH<sub>4</sub></b>	-0.07	-0.09	-0.08	-0.07	0.08	-0.22	-0.02	1.00

### 2.2.3.5 Stazione di San Martino Buon Albergo

La stazione di San Martino Buon albergo si trova a est del Comune di Verona ed è classificata come stazione di traffico urbano, data la sua collocazione in prossimità di importanti arterie di traffico.

Tabella 2-104: Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di San Martino B.A.

	2004	2005	2006	2007	2008	2004-2008
<b>SO<sub>2</sub></b>	4.39	3.42	3.10	2.83	1.63	3.08
<b>NO<sub>x</sub></b>	160.32	142.77	138.35	131.70	121.63	138.85
<b>NO</b>	67.78	59.31	50.54	50.96	43.57	54.35
<b>NO<sub>2</sub></b>	56.54	52.00	60.82	53.68	54.86	55.60
<b>CO</b>	0.17	0.49	0.49	0.27		1.00
<b>HCl</b>	0.08	0.05	0.05	0.05		0.02

Tabella 2-105: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di San Martino B.A.

	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>NO</b>	<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>CO</b>	<b>HCl</b>
<b>SO<sub>2</sub></b>	1.00	0.20	0.22	0.04	0.17	0.08
<b>NO<sub>x</sub></b>	0.20	1.00	0.98	0.58	0.49	0.05

<b>NO</b>	0.22	0.98	1.00	0.42	0.49	0.05
<b>NO<sub>2</sub></b>	0.04	0.58	0.42	1.00	0.27	0.05
<b>CO</b>	0.17	0.49	0.49	0.27	1.00	0.02
<b>HCI</b>	0.08	0.05	0.05	0.05	0.02	1

### 2.2.3.6 Stazione di Villafranca di Verona

La stazione è situata a sud-ovest di Verona ed è classificata come stazione di traffico urbano.

Tabella 2-106: Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Villafranca di Verona.

	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2004-2008</b>
<b>SO<sub>2</sub></b>	6.76	3.31	4.85	2.20	1.42	3.80
<b>NO<sub>x</sub></b>	133.12	140.56	132.15	121.02	100.27	125.31
<b>NO</b>	52.46	53.04	50.17	45.86	37.35	47.74
<b>NO<sub>2</sub></b>	52.66	59.19	55.17	54.47	43.07	52.89
<b>POLV</b>	65.69					65.69
<b>CO</b>	0.64	0.64	0.55	0.53	0.43	0.56

Tabella 2-107: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Villafranca di Verona.

	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>NO</b>	<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>CO</b>	<b>HCI</b>
<b>SO<sub>2</sub></b>	1	0.63	0.62	0.42	-0.03	0.54
<b>NO<sub>x</sub></b>	0.63	1.00	0.98	0.69	0.09	0.73
<b>NO</b>	0.62	0.98	1.00	0.54	0.04	0.71
<b>NO<sub>2</sub></b>	0.42	0.69	0.54	1.00	0.24	0.51
<b>CO</b>	-0.03	0.09	0.04	0.24	1.00	0.07
<b>HCI</b>	0.54	0.73	0.71	0.51	0.07	1.00

### 2.2.3.7 Stazione di Verona-Cason

La stazione è localizzata nella parte nord ovest del Comune di Verona ed è classificata di background urbano perché si trova in una zona di campagna, ai margini della città. Essa è lontana da sorgenti dirette di inquinanti da traffico come ad esempio gli NO<sub>x</sub> e per questo è utilizzata per valutare i livelli di fondo dell'inquinamento.

Tabella 2-108: Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Verona-Cason.

	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2004-2008</b>
<b>SO<sub>2</sub></b>				1.17	1.01	1.07
<b>NO<sub>x</sub></b>	78.58	68.55	77.72	69.64	70.62	73.04
<b>NO</b>	31.63	24.23	28.12	24.46	23.15	26.32
<b>NO<sub>2</sub></b>	30.03	31.38	34.62	32.22	35.31	32.73
<b>POLV</b>	92.05					92.05

<b>CO</b>				0.46	0.31	0.36
<b>O<sub>3</sub></b>	41.73	42.12	46.70	44.50	43.28	43.65
<b>PM<sub>10</sub></b>	40.8	47.3	48.0	46.9	39.6	44.6
<b>PM<sub>2,5</sub></b>					27.6	27.6

Tabella 2-109: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Verona-Cason.

	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>NO</b>	<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>POLV</b>	<b>CO</b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>PM<sub>2,5</sub></b>
<b>SO<sub>2</sub></b>	1.00	0.27	0.28	0.13		0.17	0.06	0.22	0.18
<b>NO<sub>x</sub></b>	0.27	1.00	0.97	0.74	0.51	0.73	-0.53	0.54	0.50
<b>NO</b>	0.28	0.97	1.00	0.57	0.44	0.70	-0.44	0.47	0.42
<b>NO<sub>2</sub></b>	0.13	0.74	0.57	1.00	0.56	0.50	-0.61	0.56	0.52
<b>POLV</b>		0.51	0.44	0.56	1.00		-0.49	0.62	
<b>CO</b>	0.17	0.73	0.70	0.50		1.00	-0.41	0.49	0.53
<b>O<sub>3</sub></b>	0.06	-0.53	-0.44	-0.61	-0.49	-0.41	1.00	-0.29	-0.31
<b>PM<sub>10</sub></b>	0.22	0.54	0.47	0.56	0.62	0.49	-0.29	1.00	1.00
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	0.18	0.50	0.42	0.52		0.53	-0.31	0.04	0.97

### 2.2.3.8 Stazione di Verona-Corso Milano

La stazione è ubicata in prossimità di Corso Milano, una importante arteria di traffico. Essa è pertanto classificata come stazione di traffico urbano.

Tabella 2-110: Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Verona-Corso Milano.

	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2004-2008</b>
<b>SO<sub>2</sub></b>	2.22	1.79	1.68	1.55	1.91	1.83
<b>NO<sub>x</sub></b>	146.43	137.75	135.95	110.19	85.97	123.29
<b>NO</b>	60.46	55.28	52.79	42.06	28.52	47.83
<b>NO<sub>2</sub></b>	53.57	53.10	54.85	45.77	42.30	49.92
<b>CO</b>	1.01	0.94	0.80	0.62	0.54	0.78
<b>PM<sub>10</sub></b>	66	70.6	61.5	51.6	41.9	58.3

Tabella 2-111: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Verona-Corso Milano.

	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>NO</b>	<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>CO</b>	<b>PM<sub>10</sub></b>
<b>SO<sub>2</sub></b>	1.00	0.42	0.41	0.32	0.4	0.29
<b>NO<sub>x</sub></b>	0.42	1.00	0.99	0.73	0.89	0.6
<b>NO</b>	0.41	0.99	1.00	0.62	0.87	0.56
<b>NO<sub>2</sub></b>	0.32	0.73	0.62	1.00	0.7	0.56
<b>CO</b>	0.40	0.89	0.87	0.70	1	0.63
<b>PM<sub>10</sub></b>	0.29	0.60	0.56	0.56	0.63	1

### 2.2.3.9 Stazione di Verona-Piazza Bernardi

La stazione di Piazza Bernardi è classificata come stazione di background urbano.

Tabella 2-112: Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Verona-Piazza Bernardi.

	2004	2005	2006	2007	2008	2004-2008
<b>SO<sub>2</sub></b>	3.63	1.54	1.18	1.13		1.97
<b>NO<sub>x</sub></b>	94.32	82.16	89.70	80.13	72.19	83.70
<b>NO</b>	32.92	25.73	27.96	26.64	22.22	27.08
<b>NO<sub>2</sub></b>	43.89	42.81	46.78	39.30	38.21	42.22
<b>POLV</b>	84.27					84.27
<b>CO</b>	0.99	0.82	0.70	0.58	0.56	0.73

Tabella 2-113: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Verona-Corso Milano.

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	POLV	CO
<b>SO<sub>2</sub></b>	1.00	0.21	0.18	0.24	0.16	0.21
<b>NO<sub>x</sub></b>	0.21	1.00	0.98	0.78	0.51	0.77
<b>NO</b>	0.18	0.98	1.00	0.64	0.46	0.73
<b>NO<sub>2</sub></b>	0.24	0.78	0.64	1.00	0.57	0.67
<b>POLV</b>	0.16	0.51	0.46	0.57	1.00	0.46
<b>CO</b>	0.21	0.77	0.73	0.67	0.46	1.00

### 2.2.3.10 Stazione di Verona-San Giacomo

La stazione di San Giacomo è ubicata in prossimità di un'arteria di traffico piuttosto importante e per questo classificata come stazione di traffico urbano.

Tabella 2-114: Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Verona-San Giacomo.

	2004	2005	2006	2007	2008	2004-2008
<b>SO<sub>2</sub></b>	3.71	2.70	2.94	2.53	1.86	2.75
<b>NO<sub>x</sub></b>	113.65	79.49	121.75	115.30	90.74	104.05
<b>NO</b>	44.60	27.95	44.59	44.00	31.63	38.48
<b>NO<sub>2</sub></b>	45.17	36.59	53.11	48.08	42.37	45.04
<b>POLV</b>	76.52	61.42				75.75
<b>CO</b>	0.80	0.62	0.67	0.65	0.51	0.65

Tabella 2-115: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Verona-San Giacomo.

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	POLV	CO
<b>SO<sub>2</sub></b>	1.00	0.32	0.30	0.29	0.21	0.27
<b>NO<sub>x</sub></b>	0.32	1.00	0.98	0.76	0.51	0.83
<b>NO</b>	0.30	0.98	1.00	0.63	0.45	0.81

<b>NO<sub>2</sub></b>	0.29	0.76	0.63	1.00	0.59	0.66
<b>POLV</b>	0.21	0.51	0.45	0.59	1.00	0.49
<b>CO</b>	0.27	0.83	0.81	0.66	0.49	1.00

### 2.2.3.11 Stazione di Verona-ZAI

La stazione è ubicata non lontano dagli assi stradali di via Roveggia e via Po e per questo è classificata stazione di traffico urbano.

Tabella 2-116: Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Verona-ZAI.

	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2004-2008</b>
<b>SO<sub>2</sub></b>	4.76	4.91	1.75	2.42	2.40	3.28
<b>NO<sub>x</sub></b>	124.29	166.94	199.98	253.41	212.17	191.55
<b>NO</b>	49.25	68.85	90.90	121.66	89.68	84.16
<b>NO<sub>2</sub></b>	48.73	61.18	60.50	66.76	74.74	62.43
<b>CO</b>	0.92	0.79	0.75	0.67	0.60	0.74
<b>O<sub>3</sub></b>	39.55	42.29	40.81	37.55	34.24	38.91

Tabella 2-117: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Verona-ZAI.

	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>NO</b>	<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>CO</b>	<b>O<sub>3</sub></b>
<b>SO<sub>2</sub></b>	1.00	0.43	0.43	0.23	0.46	-0.23
<b>NO<sub>x</sub></b>	0.43	1.00	0.99	0.52	0.59	-0.52
<b>NO</b>	0.43	0.99	1.00	0.37	0.59	-0.51
<b>NO<sub>2</sub></b>	0.23	0.52	0.37	1.00	0.24	-0.28
<b>CO</b>	0.46	0.59	0.59	0.24	1.00	-0.47
<b>O<sub>3</sub></b>	-0.23	-0.52	-0.51	-0.28	-0.47	1.00

### 2.2.3.12 Stazione di Verona-Torricelle

La stazione ubicata sulla collina delle Torricelle e classificata come background urbano è stata dismessa alla fine del 2006, per cui sono stati analizzati solo tre anni di dati.

Tabella 2-118: Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Verona-Torricelle.

	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2004-2008</b>
<b>SO<sub>2</sub></b>	2.48	2.86	2.05			2.46
<b>NO<sub>x</sub></b>	39.24	33.23	33.88			35.41
<b>NO</b>	16.04	11.46	7.31			11.56
<b>NO<sub>2</sub></b>	14.57	15.66	22.63			17.65
<b>POLV</b>	43.70	44.67				43.76
<b>CO</b>	0.49	0.42	0.39			0.43
<b>O<sub>3</sub></b>	61.46	57.45	67.51			62.03

<b>CH<sub>4</sub></b>	543.80	628.71	861.82			683.07
<b>NMHC</b>	40.96	72.17	77.38			64

Tabella 2-119: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Verona-Torricelle.

	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>NO</b>	<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>POLV</b>	<b>CO</b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>NMHC</b>
<b>SO<sub>2</sub></b>	1.00	0.16	0.15	0.13	0.17	0.14	0.01	-0.06	-0.07
<b>NO<sub>x</sub></b>	0.16	1.00	0.97	0.69	0.32	0.75	-0.50	0.26	0.15
<b>NO</b>	0.15	0.97	1.00	0.49	0.28	0.74	-0.43	0.15	0.11
<b>NO<sub>2</sub></b>	0.13	0.69	0.49	1.00	0.41	0.46	-0.51	0.47	0.19
<b>POLV</b>	0.17	0.32	0.28	0.41	1.00	0.32	-0.11	0.33	0.00
<b>CO</b>	0.14	0.75	0.74	0.46	0.32	1.00	-0.44	0.21	0.12
<b>O<sub>3</sub></b>	0.01	-0.50	-0.43	-0.51	-0.11	-0.44	1.00	-0.14	-0.24
<b>CH<sub>4</sub></b>	-0.06	0.26	0.15	0.47	0.33	0.21	-0.14	1.00	0.24
<b>NMHC</b>	-0.07	0.15	0.11	0.19	0.00	0.12	-0.24	0.24	1.00

### 2.2.3.13 Stazione di Ca' del Bue

La stazione di Ca' del Bue fa parte delle stazioni gestite da ARPAV ma di proprietà di AGSM.

Tabella 2-120: Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Ca' del Bue.

	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2004-2008</b>
<b>SO<sub>2</sub></b>	3.14	3.35	3.47	2.84	4.20	3.40
<b>NO<sub>x</sub></b>	139.45	130.88	126.52	119.50	98.24	122.86
<b>NO</b>	57.70	52.30	53.52	51.07	38.89	50.67
<b>NO<sub>2</sub></b>	50.96	50.64	44.39	41.51	38.64	45.21
<b>POLV</b>	73.98	69.44	69.40	67.86	62.76	68.80
<b>CO</b>	0.91	1.12	0.93	0.43	0.39	0.76
<b>O<sub>3</sub></b>	38.53	41.74	42.95	5.61		40.15
<b>CH<sub>4</sub></b>	1424.36	1350.90	1310.10	1461.72		1365.37
<b>NMHC</b>	378.99	271.78	344.56	255.18		329.16
<b>HCl</b>		0.03	0.00	0.00		0.01

Tabella 2-121: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Verona-Torricelle.

	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>NO</b>	<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>POLV</b>	<b>CO</b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>NMHC</b>	<b>HCl</b>
<b>SO<sub>2</sub></b>	1.00	0.01	0.02	0.00	0.13	0.05	0.19	-0.08	0.05	0.00
<b>NO<sub>x</sub></b>	0.01	1.00	0.99	0.71	0.38	0.52	-0.52	0.62	-0.15	0.00
<b>NO</b>	0.02	0.99	1.00	0.60	0.35	0.49	-0.46	0.63	-0.14	0.00
<b>NO<sub>2</sub></b>	0.00	0.71	0.60	1.00	0.39	0.48	-0.67	0.39	-0.12	0.00

<b>POLV</b>	0.13	0.38	0.35	0.39	1.00	0.36	-0.23	0.36	0.02	0.02
<b>CO</b>	0.05	0.52	0.49	0.48	0.36	1.00	-0.36	0.36	-0.45	0.00
<b>O<sub>3</sub></b>	0.19	-0.52	-0.46	-0.67	-0.23	-0.36	1.00	-0.52	0.21	0.00
<b>CH<sub>4</sub></b>	-0.08	0.62	0.63	0.39	0.36	0.36	-0.52	1.00	0.05	-0.01
<b>NMHC</b>	0.05	-0.15	-0.14	-0.12	0.02	-0.45	0.21	0.05	1.00	-0.01
<b>HCI</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	-0.01	-0.01	1.00

### 2.2.3.14 Stazione di Matozze

La stazione di Matozze fa parte delle stazioni gestite da ARPAV ma di proprietà di AGSM.

Tabella 2-122 - Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Matozze.

	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2004-2008</b>
<b>SO<sub>2</sub></b>	6.15	4.40	4.35	4.25	2.70	4.97
<b>NO<sub>x</sub></b>	96.07	90.64	86.49	92.47	85.20	91.04
<b>NO</b>	38.74	33.99	34.94	40.18	36.54	35.88
<b>NO<sub>2</sub></b>	37.29	38.44	32.21	30.77	29.18	35.97
<b>POLV</b>	67.82	74.00	63.61	56.97	51.57	68.18
<b>CO</b>	0.65	0.64	0.62	0.62	0.55	0.64
<b>HCI</b>	0.18	0.00	0.00			0.07

Tabella 2-123: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Matozze.

	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>NO</b>	<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>POLV</b>	<b>CO</b>	<b>HCI</b>
<b>SO<sub>2</sub></b>	1.00	0.58	0.57	0.32	0.41	0.45	0.00
<b>NO<sub>x</sub></b>	0.58	1.00	0.98	0.49	0.44	0.77	-0.01
<b>NO</b>	0.57	0.98	1.00	0.32	0.38	0.75	-0.01
<b>NO<sub>2</sub></b>	0.32	0.49	0.32	1.00	0.46	0.40	-0.01
<b>POLV</b>	0.41	0.44	0.38	0.46	1.00	0.56	0.04
<b>CO</b>	0.45	0.77	0.75	0.40	0.56	1.00	0.00
<b>HCI</b>	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	0.04	0.00	1.00

### 2.2.3.15 Stazione di San Giovanni Lupatoto

La stazione di San Giovanni Lupatoto fa parte delle stazioni gestite da ARPAV ma di proprietà di AGSM.

Tabella 2-124: Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di San Giovanni Lupatoto.

	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2004-2008</b>
<b>SO<sub>2</sub></b>	1.58	2.95	1.82	1.83	1.89	2.01
<b>NO<sub>x</sub></b>	86.54	87.47	83.05	85.36	69.06	82.27
<b>NO</b>	32.65	31.13	32.71	33.17	23.63	30.63
<b>NO<sub>2</sub></b>	36.42	39.68	32.89	34.56	32.85	35.29

<b>POLV</b>	54.31	62.60	67.41	65.24	58.11	61.51
<b>CO</b>	0.54	0.49	0.48	0.49	0.37	0.47
<b>HCI</b>	0.00	0.32	1.04	1.25		0.49

Tabella 2-125: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di San Giovanni Lupatoto.

	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>NO</b>	<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>POLV</b>	<b>CO</b>	<b>HCI</b>
<b>SO<sub>2</sub></b>	1.00	0.44	0.43	0.33	0.30	0.37	0.04
<b>NO<sub>x</sub></b>	0.44	1.00	0.99	0.70	0.45	0.78	-0.01
<b>NO</b>	0.43	0.99	1.00	0.57	0.40	0.75	0.00
<b>NO<sub>2</sub></b>	0.33	0.70	0.57	1.00	0.46	0.59	-0.07
<b>POLV</b>	0.30	0.45	0.40	0.46	1.00	0.55	0.02
<b>CO</b>	0.37	0.78	0.75	0.59	0.55	1.00	-0.01
<b>HCI</b>	0.04	-0.01	0.00	-0.07	0.02	-0.01	1.00

## 2.2.4 Superamenti dei limiti di legge

Sono stati confrontati i parametri di qualità dell'aria misurati nelle diverse stazioni, allo scopo di evidenziare omogeneità e differenze all'interno dell'area di risanamento in esame.

### 2.2.4.1 SO<sub>2</sub>

Il biossido di zolfo, un gas tossico per l'uomo e dannoso per l'ambiente, non rappresenta un problema per la qualità dell'aria in tutte le stazioni considerate. Le principali emissioni di SO<sub>2</sub> derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (gasolio, olio combustibile, carbone) in cui lo zolfo è presente come impurità, e dai processi metallurgici. La più importante sorgente antropica di SO<sub>2</sub> è rappresentata dagli impianti di riscaldamento domestici; non è comunque trascurabile il contributo del traffico veicolare (6-7%), in particolare dei veicoli con motore diesel. Oggigiorno il biossido di zolfo non è più considerata una specie inquinante problematica in termini di qualità dell'aria poiché negli ultimi anni si è riusciti ad abbatterne le emissioni primarie, riducendo o eliminando il contenuto di zolfo nei combustibili. Il valore medio annuo risulta in tutte le stazioni considerate molto più basso dei valori limite imposti dal D.M. 60/2002.

Tabella 2-126: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il biossido di zolfo per l'anno 2004.

STAZIONE	N° superamenti soglia oraria	N° superamenti soglia giornaliera	N° superamenti soglia allarme	Max media annua/invernale per soglia protezione ecosistema [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Valore limite (D.M.60/2002)	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Num. max. superamenti	<24 ore l'anno	<3 giorni l'anno	< 3 ore consecutive	-
Bovolone	0	0	0	3.85

Legnago	0	0	0	5.97
San Bonifacio	0	0	0	3.95
San Martino Buon Albergo	0	0	0	6.4
Villafranca di Verona	0	0	0	7.88
VR- Cason	0	0	0	
VR- Corso Milano	0	0	0	2.68
VR- Piazza Bernardi	0	0	0	3.63
VR- San Giacomo	0	0	0	3.96
VR- Zai	0	0	0	5.95
VR- Torricelle	0	0	0	3.08
Bosco Chiesanuova	0	0	0	
Ca' del Bue	0	0	0	3.49
Matozze	0	0	0	6.37
San Giovanni Lupatoto	0	0	0	2.93

Tabella 2-127: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il biossido di zolfo per l'anno 2005.

STAZIONE	N° superamenti soglia oraria	N° superamenti soglia giornaliera	N° superamenti soglia allarme	Max media annua/invernale per soglia protezione ecosistema [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Valore limite (D.M.60/2002)	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Num. max. superamenti	<24 ore l'anno	<3 giorni l'anno	< 3 ore consecutive	-
Bovolone	0	0	0	5.15
Legnago	0	0	0	5.37
San Bonifacio	0	0	0	5.13
San Martino Buon Albergo	0	0	0	6.40
Villafranca di Verona	0	0	0	7.88
VR- Cason	0	0	0	
VR- Corso Milano	0	0	0	2.68
VR- Piazza Bernardi	0	0	0	2.20
VR- San Giacomo	0	0	0	3.96
VR- Zai	0	0	0	5.95
VR- Torricelle	0	0	0	3.08
Bosco Chiesanuova	0	0	0	
Ca' del Bue	0	0	0	3.49
Matozze	0	0	0	6.37
San Giovanni Lupatoto	0	0	0	2.95

Proposta di Piano di Azione e Risanamento della Qualità dell'Aria

Tabella 2-128: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il biossido di zolfo per l'anno 2006.

STAZIONE	N° superamenti soglia oraria	N° superamenti soglia giornaliera	N° superamenti soglia allarme	Max media annua/invernale per soglia protezione ecosistema [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Valore limite (D.M.60/2002)	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Num. max. superamenti	<24 ore l'anno	<3 giorni l'anno	< 3 ore consecutive	-
Bovolone	0	0	0	5.13
Legnago	0	0	0	4.69
San Bonifacio	0	0	0	7.11
San Martino Buon Albergo	0	0	0	
Villafranca di Verona	0	0	0	1.92
VR- Cason	0	0	0	1.76
VR- Corso Milano	0	0	0	3.45
VR- Piazza Bernardi	0	0	0	3.26
VR- San Giacomo	0	0	0	2.59
VR- Zai	0	0	0	
VR- Torricelle	0	0	0	3.47
Bosco Chiesanuova	0	0	0	4.77
Ca' del Bue	0	0	0	2.75
Matozze	0	0	0	6.37
San Giovanni Lupatoto	0	0	0	2.95

Tabella 2-129: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il biossido di zolfo per l'anno 2007.

STAZIONE	N° superamenti soglia oraria	N° superamenti soglia giornaliera	N° superamenti soglia allarme	Max media annua/invernale per soglia protezione ecosistema [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Valore limite (D.M.60/2002)	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Num. max. superamenti	<24 ore l'anno	<3 giorni l'anno	< 3 ore consecutive	-
Bovolone	0	0	0	3.85
Legnago	0	0	0	5.87
San Bonifacio	0	0	0	2.51
San Martino Buon Albergo	0	0	0	3.61
Villafranca di Verona	0	0	0	4.67
VR- Cason	0	0	0	1.21
VR- Corso Milano	0	0	0	1.92
VR- Piazza Bernardi	0	0	0	1.34
VR- San Giacomo	0	0	0	3.24
VR- Zai	0	0	0	4.65

VR- Torricelle	0	0	0	4.65
Bosco Chiesanuova	0	0	0	1.50
Ca' del Bue	0	0	0	3.51
Matozze	0	0	0	4.77
San Giovanni Lupatoto	0	0	0	3.00

Tabella 2-130: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il biossido di zolfo per l'anno 2008.

STAZIONE	N° superamenti soglia oraria	N° superamenti soglia giornaliera	N° superamenti soglia allarme	Max media annua/invernale per soglia protezione ecosistema [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Valore limite (D.M.60/2002)	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Num. max. superamenti	<24 ore l'anno	<3 giorni l'anno	< 3 ore consecutive	-
Bovolone	0	0	0	2.14
Legnago	0	0	0	3.74
San Bonifacio	0	0	0	1.57
San Martino Buon Albergo	0	0	0	1.63
Villafranca di Verona	0	0	0	1.42
VR- Cason	0	0	0	1.01
VR- Corso Milano	0	0	0	1.91
VR- Piazza Bernardi	0	0	0	
VR- San Giacomo	0	0	0	1.86
VR- Zai	0	0	0	2.40
VR- Torricelle	0	0	0	
Bosco Chiesanuova	0	0	0	1.25
Ca' del Bue	0	0	0	4.20
Matozze	0	0	0	
San Giovanni Lupatoto	0	0	0	1.89

Come si può osservare dai dati, nessuno dei limiti per il biossido di zolfo imposti dal D.M. 60/2002 per la protezione della salute umana e dell'ecosistema è superato in nessuna stazione esaminata.

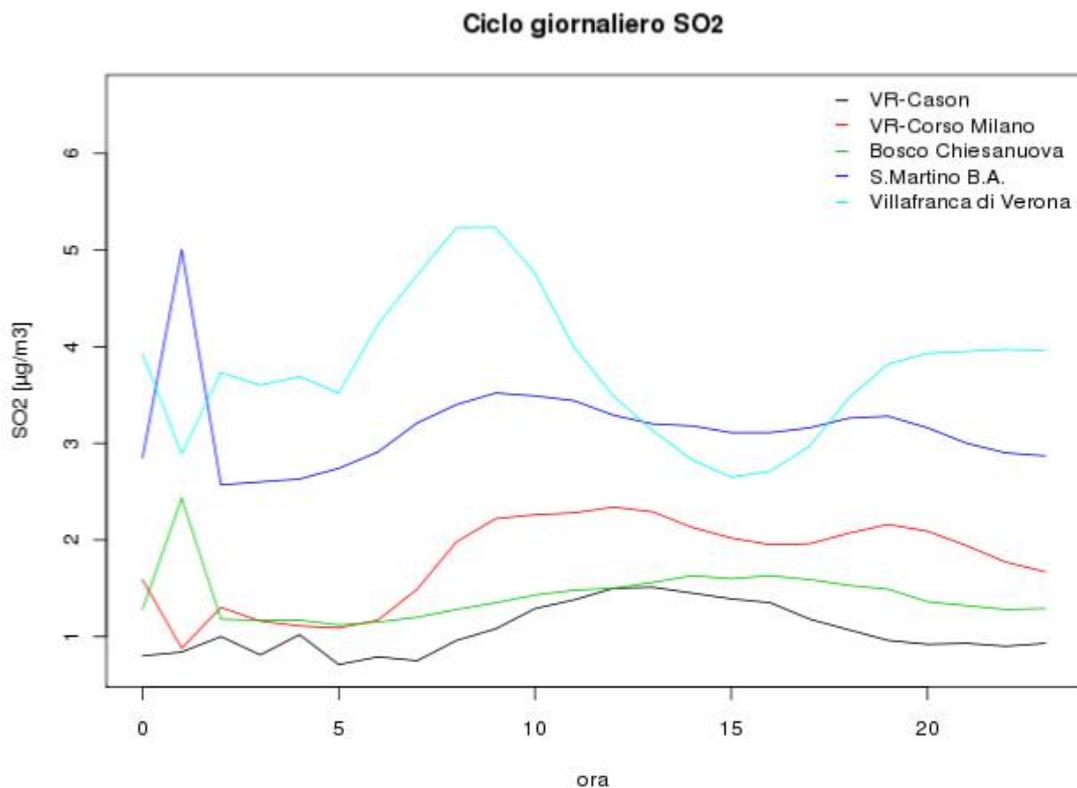


Figura 2-122: Confronto tra cicli diurni del biossido di zolfo in alcune stazioni di misura.

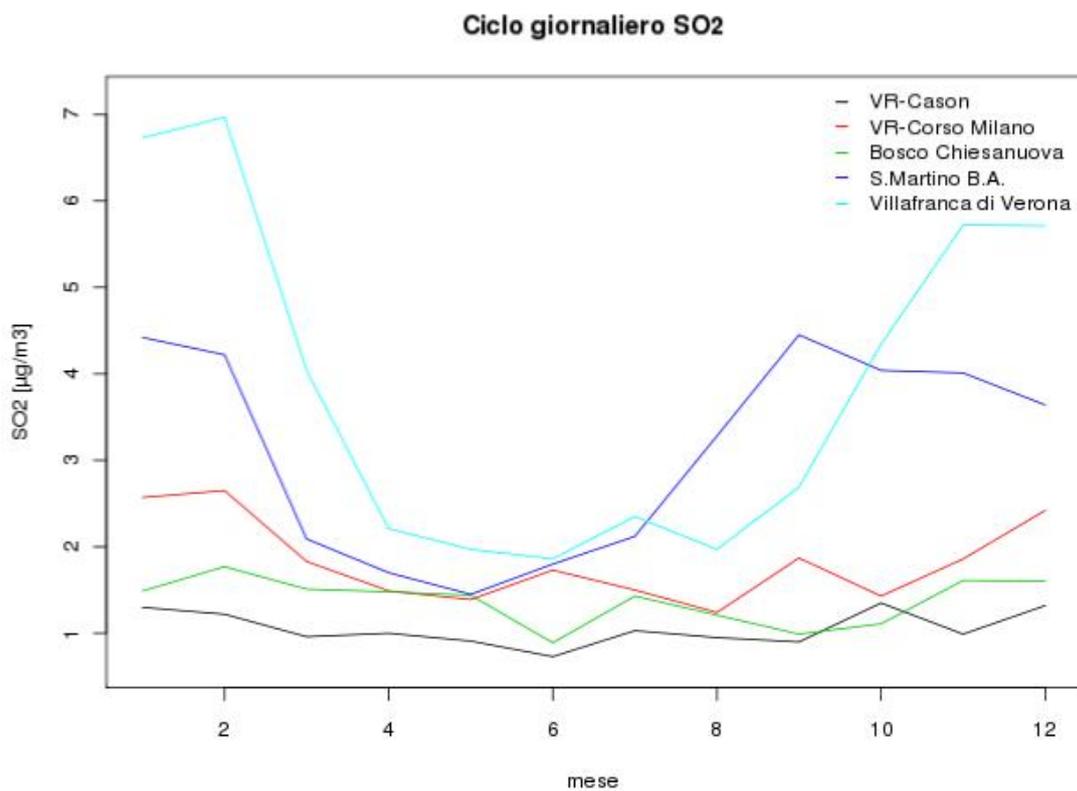


Figura 2-123: Confronto tra cicli annuali del biossido di zolfo in alcune stazioni di misura.

### 2.2.4.2 NO<sub>x</sub>

Gli ossidi di azoto (che comprendono monossido - NO - e biossido - NO<sub>2</sub> - di azoto) rappresentano una delle maggiori criticità nel territorio veronese.

L'ossido di azoto è emesso da qualunque processo di combustione ed è particolarmente difficile abbatterlo negli impianti piccoli, cioè nei motori delle automobili e negli impianti di riscaldamento residenziali, mentre è relativamente più fattibile adottare efficaci sistemi di abbattimento nei grandi impianti. Infatti, mentre per le attività produttive si è osservata negli anni una consistente riduzione di emissioni, altrettanto non si è verificato per le auto e per il riscaldamento, indipendentemente dal combustibile utilizzato. Ciò significa che il contributo percentuale della mobilità e degli impianti di riscaldamento alle emissioni complessive è globalmente aumentato. Gli ossidi di azoto hanno elevate capacità reattive e contribuiscono in modo attivo alla formazione di inquinanti secondari. Il D.M. 60/2002 impone dei valori limite sulla concentrazione del biossido di azoto e un valore per la protezione della vegetazione sulla concentrazione di NO<sub>x</sub>. I valori riportati nelle tabelle seguenti si riferiscono a quelli che sono entrati in vigore il 1.1.2010, in modo da rendere confrontabili i dati dei diversi anni.

Tabella 2-131: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il biossido di azoto per l'anno 2004.

STAZIONE	Valore limite orario	Valore limite annuo	Valore soglia allarme	Valore soglia protezione vegetazione media annuale NO <sub>x</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]
Valore limite (D.M.60/2002)	200 µg/m <sup>3</sup> <sup>(1)</sup>	40 µg/m <sup>3</sup> <sup>(1)</sup>	400 µg/m <sup>3</sup>	30 µg/m <sup>3</sup>
Num. max. superamenti	<18 ore l'anno	-	< 3 ore consecutive	-
Bovolone	0	36.6	0	87.9
Legnago	1	28.4	0	54.4
San Bonifacio	3	41.9	0	100.3
San Martino Buon Albergo	0	56.5	0	160.3
Villafranca di Verona	1	52.7	0	133.1
VR- Cason	0	30.0	0	78.6
VR- Corso Milano	0	53.6	0	146.4
VR- Piazza Bernardi	0	43.9	0	94.3
VR- San Giacomo	0	45.2	0	113.7
VR- Zai	2	48.7	0	124.3
VR- Torricelle	0	14.6	0	39.2
Bosco Chiesanuova			0	
Ca' del Bue	2	51.0	0	139.5
Matozze	0	37.3	0	96.1
San Giovanni Lupatoto	0	36.4	0	86.5

<sup>(1)</sup> Valori di soglia in vigore dal 1.1.2010.

## Proposta di Piano di Azione e Risanamento della Qualità dell'Aria

Tabella 2-132: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il biossido di azoto per l'anno 2005.

STAZIONE	Valore limite orario	Valore limite annuo	Valore soglia allarme	Valore soglia protezione vegetazione media annuale NO <sub>x</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]
Valore limite (D.M.60/2002)	200 µg/m <sup>3</sup> <sup>(1)</sup>	40 µg/m <sup>3</sup> <sup>(1)</sup>	400 µg/m <sup>3</sup>	30 µg/m <sup>3</sup>
Num. max. superamenti	<18 ore l'anno	-	< 3 ore consecutive	-
Bovolone	0	48.4	0	92.0
Legnago	0	32.9	0	53.4
San Bonifacio	1	43.8	0	111.6
San Martino Buon Albergo	8	52.0	0	142.8
Villafranca di Verona	7	59.2	0	140.6
VR- Cason	1	31.4	0	68.6
VR- Corso Milano	0	53.1	0	137.8
VR- Piazza Bernardi	0	42.8	0	82.2
VR- San Giacomo	0	36.6	0	79.5
VR- Zai	0	61.2	0	166.9
VR- Torricelle	0	15.7	0	33.2
Bosco Chiesanuova			0	
Ca' del Bue	0	50.6	0	130.9
Matozze	0	38.4	0	90.6
San Giovanni Lupatoto	2	39.7	0	87.5

<sup>(1)</sup> Valori di soglia in vigore dal 1.1.2010.

Tabella 2-133: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il biossido di azoto per l'anno 2006.

STAZIONE	Valore limite orario	Valore limite annuo	Valore soglia allarme	Valore soglia protezione vegetazione media annuale NO <sub>x</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]
Valore limite (D.M.60/2002)	200 µg/m <sup>3</sup> <sup>(1)</sup>	40 µg/m <sup>3</sup> <sup>(1)</sup>	400 µg/m <sup>3</sup>	30 µg/m <sup>3</sup>
Num. max. superamenti	<18 ore l'anno	-	< 3 ore consecutive	-
Bovolone	5	43.7	0	74.7
Legnago	2	42.1	0	70.3
San Bonifacio	2	47.1	0	110.0
San Martino Buon Albergo	7	60.8	0	138.4
Villafranca di Verona	2	55.2	0	132.1
VR- Cason	0	34.6	0	77.7
VR- Corso Milano	0	54.8	0	135.9
VR- Piazza Bernardi	2	46.8	0	89.7
VR- San Giacomo	0	53.1	0	121.7

VR- Zai	0	60.5	0	200.0
VR- Torricelle	0	22.6	0	33.9
Bosco Chiesanuova			0	
Ca' del Bue	1	44.4	0	126.5
Matozze	0	32.2	0	86.5
San Giovanni Lupatoto	0	32.9	0	83.1

<sup>(1)</sup> Valori di soglia in vigore dal 1.1.2010.

Tabella 2-134: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il biossido di azoto per l'anno 2007.

STAZIONE	Valore limite orario	Valore limite annuo	Valore soglia allarme	Valore soglia protezione vegetazione media annuale NO <sub>x</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Valore limite (D.M.60/2002)	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ <sup>(1)</sup>	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ <sup>(1)</sup>	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Num. max. superamenti	<18 ore l'anno	-	< 3 ore consecutive	-
Bovolone	0	31.9	0	69.9
Legnago	3	46.1	0	77.0
San Bonifacio	2	44.1	0	101.4
San Martino Buon Albergo	1	53.7	0	131.7
Villafranca di Verona	0	54.5	0	121.0
VR- Cason	0	32.2	0	69.6
VR- Corso Milano	0	45.8	0	110.2
VR- Piazza Bernardi	0	39.3	0	80.1
VR- San Giacomo	1	48.1	0	115.3
VR- Zai	0	66.8	0	253.4
VR- Torricelle			0	
Bosco Chiesanuova	0	14.5	0	16.9
Ca' del Bue	0	41.5	0	119.5
Matozze			0	
San Giovanni Lupatoto	0	34.6	0	85.4

<sup>(1)</sup> Valori di soglia in vigore dal 1.1.2010.

Tabella 2-135: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il biossido di azoto per l'anno 2008.

STAZIONE	Valore limite orario	Valore limite annuo	Valore soglia allarme	Valore soglia protezione vegetazione media annuale NO <sub>x</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Valore limite (D.M.60/2002)	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ <sup>(1)</sup>	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ <sup>(1)</sup>	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Num. max. superamenti	<18 ore l'anno	-	< 3 ore consecutive	-

## Proposta di Piano di Azione e Risanamento della Qualità dell'Aria

Bovolone	0	34.4	0	86.6
Legnago	1	39.8	0	67.3
San Bonifacio	0	48.5	0	106.1
San Martino Buon Albergo	0	54.9	0	121.6
Villafranca di Verona	0	43.1	0	100.3
VR- Cason	0	35.3	0	70.6
VR- Corso Milano	0	42.3	0	86.0
VR- Piazza Bernardi	0	38.2	0	72.2
VR- San Giacomo	0	42.4	0	90.7
VR- Zai	123	74.7	0	212.2
VR- Torricelle			0	
Bosco Chiesanuova	0	13.8	0	15.7
Ca' del Bue	0	38.6	0	98.2
Matozze			0	
San Giovanni Lupatoto	0	32.9	0	69.1

Come si può osservare, il numero massimo di superamenti del valore di soglia orario non è mai raggiunto in nessuna stazione esaminata, con l'eccezione della stazione di Verona ZAI nell'anno 2008. Andando ad esaminare l'andamento della concentrazione di NO<sub>2</sub> in questa stazione, si osserva nel primo trimestre un andamento anomalo della concentrazione che presenta valori particolarmente elevati, se confrontato ad esempio con quello di un altro anno (Figura 2-124).

Per quanto riguarda il valore limite medio annuo, invece, sono molte le stazioni nelle quali avviene il superamento, con riferimento a tutto il quinquennio analizzato. Tale tendenza evidenzia come la presenza degli ossidi di azoto rappresenti un problema non trascurabile per la qualità dell'aria.

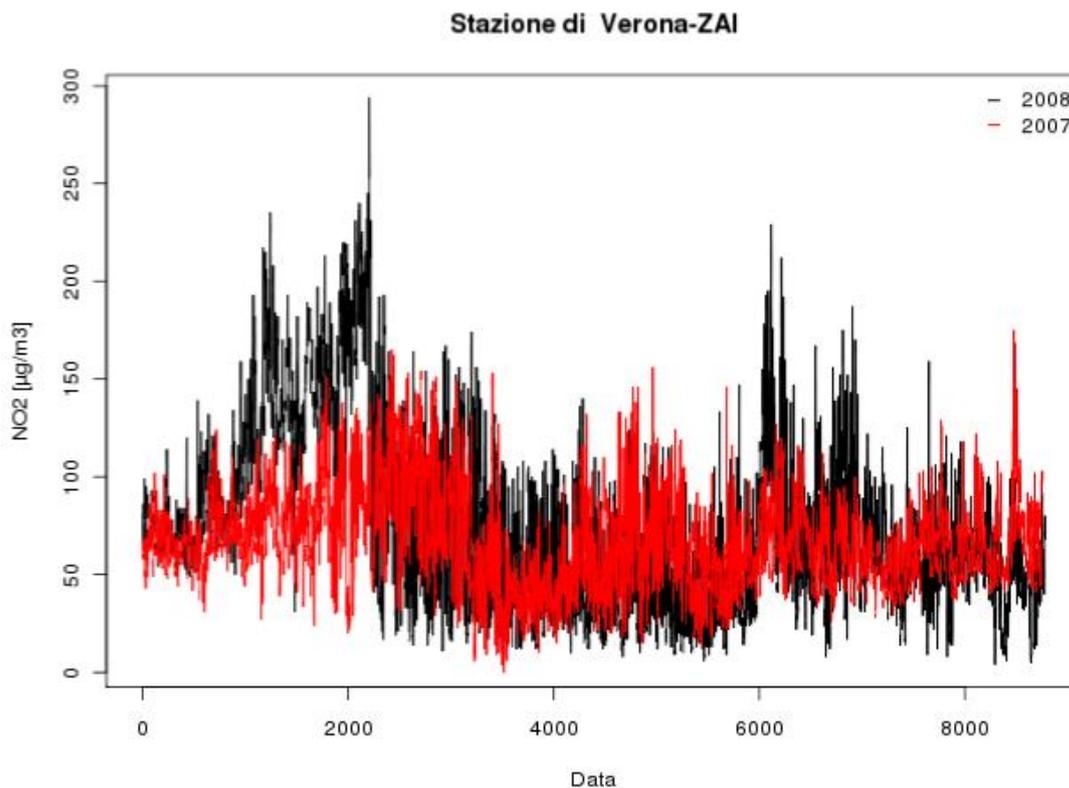


Figura 2-124: Confronto tra andamento della concentrazione oraria di NO<sub>2</sub> del 2008 e quello del 2007 nella stazione di Verona ZAI.

### 2.2.4.3 PM<sub>10</sub>

Le polveri sottili rappresentano una delle maggiori criticità nel territorio veronese.

Il D.M. 60/2002 impone dei valori limite sulla concentrazione di PM<sub>10</sub>, intesi sia come soglia media giornaliera da non superarsi più di 35 volte l'anno che come media annuale. I valori riportati nelle tabelle seguenti si riferiscono a quelli entrati in vigore il 1.1.2005.

Tabella 2-136: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il PM<sub>10</sub> per l'anno 2004.

STAZIONE	N° superamenti soglia giornaliera	Valore limite media annuo
Valore limite (D.M.60/2002)	50 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>
Num. max. superamenti	<35 giorni l'anno	-
VR- Cason	85	40.8
VR- Corso Milano	187	66.0
Bosco Chiesanuova	-	-

Tabella 2-137: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il PM<sub>10</sub> per l'anno 2005.

STAZIONE	N° superamenti soglia giornaliera	Valore limite media annuo
Valore limite (D.M.60/2002)	50 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>
Num. max. superamenti	<35 giorni l'anno	-
VR- Cason	138	47.3

VR- Corso Milano	210	70.6
Bosco Chiesanuova	-	-

Tabella 2-138: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il PM<sub>10</sub> per l'anno 2006.

STAZIONE	N° superamenti soglia giornaliera	Valore limite media annuo
Valore limite (D.M.60/2002)	50 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>
Num. max. superamenti	<35 giorni l'anno	-
VR- Cason	137	48.0
VR- Corso Milano	194	61.5
Bosco Chiesanuova	-	-

Tabella 2-139: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il PM<sub>10</sub> per l'anno 2007.

STAZIONE	N° superamenti soglia giornaliera	Valore limite media annuo
Valore limite (D.M.60/2002)	50 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>
Num. max. superamenti	<35 giorni l'anno	-
VR- Cason	133	46.9
VR- Corso Milano	130	51.6
Bosco Chiesanuova	16	20

Tabella 2-140: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il PM<sub>10</sub> per l'anno 2008.

STAZIONE	N° superamenti soglia giornaliera	Valore limite media annuo
Valore limite (D.M.60/2002)	50 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>
Num. max. superamenti	<35 giorni l'anno	-
VR- Cason	83	39.6
VR- Corso Milano	89	41.9
Bosco Chiesanuova	20	19.6

È utile riportare in un grafico il numero progressivo dei superamenti della soglia giornaliera di PM<sub>10</sub> durante l'anno. Si veda ad esempio il caso della stazione di Verona Cason per l'anno 2008. In questo modo è possibile constatare che già durante il mese di marzo sono stati raggiunti i 35 superamenti annui massimi, ammessi da normativa.

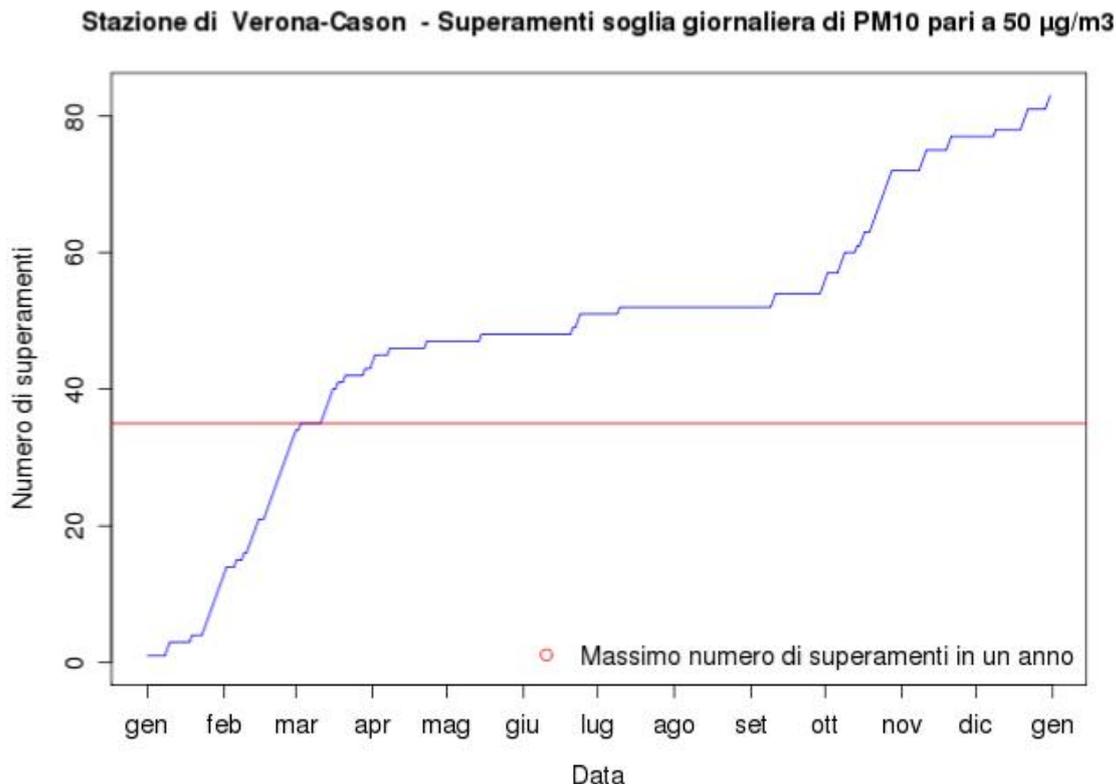


Figura 2-125: Numero progressivo di superamenti della soglia media giornaliera di PM10 nella stazione di Verona Cason per l'anno 2008.

#### 2.2.4.4 Correlazione spaziale tra diverse stazioni

Per ciascun inquinante si è verificata la correlazione tra la concentrazione misurata nelle diverse stazioni. A titolo di esempio si riporta il confronto tra le concentrazioni di NO<sub>2</sub>, in alcune stazioni (Corso Milano, Cason, Piazza Bernardi). La stazione di Corso Milano ha subito nel periodo maggio-giugno 2007 una ricollocazione. Per questa ragione le correlazioni spaziali tra la stazione di Corso Milano e la stazione di Cason vengono rappresentate in tre grafici distinti. Ciacun grafico riporta anche le rette di regressione lineare con l'indicazione dei relativi parametri di adattamento ottimale. Queste vanno interpretate con molta cautela: danno solo una indicazione di massima della variabilità correlata delle concentrazioni di coppie di stazioni. La dispersione della nuvola di punti riflette il fatto che le concentrazioni locali dipendono da diversi fattori (emissioni, meteorologia, ecc.) che possono ripercuotersi in maniera diversa sulle concentrazioni locali. Un'analisi più accurata dovrebbe separare la base di dati in sottoinsiemi omogenei per condizioni al contorno. Dei parametri relativi alle rette di regressione viene anche fornita una stima dell'incertezza, ossia del livello di significatività. Si sottolinea tuttavia che tale incertezza è determinata sulla sola base dei valori numerici delle concentrazioni e della loro dispersione statistica: in altre parole non tiene conto delle incertezze intrinseche dei dati, risultanti dalla somma delle incertezze legate alla precisione dello strumento, alla procedura di media, agli errori accidentali o sistematici.

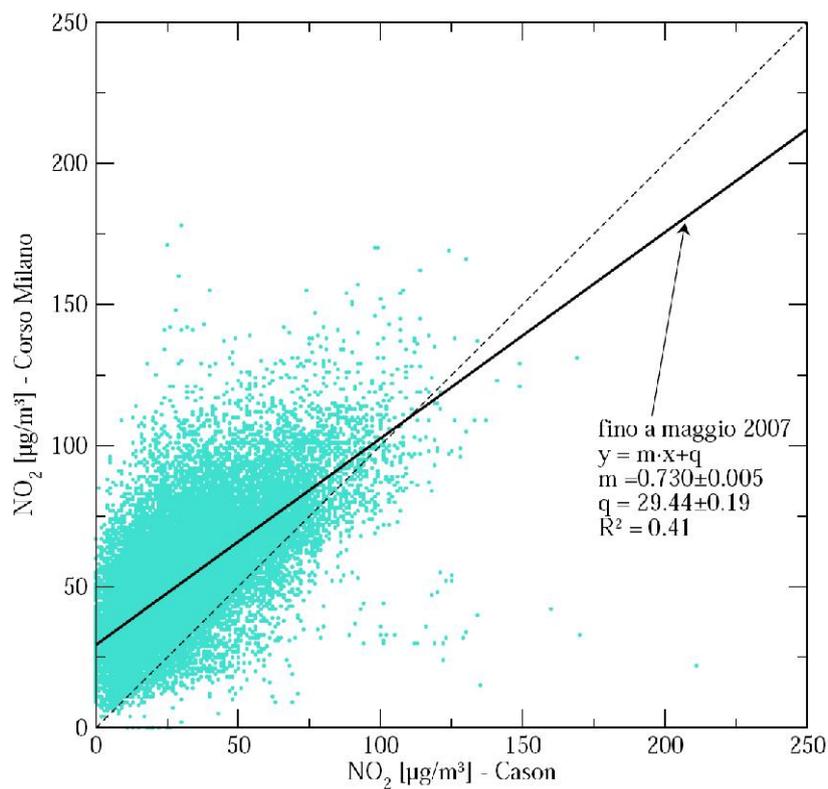


Figura 2-126: Scatter plot tra le concentrazioni medie orarie di NO<sub>2</sub> rilevate nelle stazioni di Corso Milano e Cason fino a maggio 2007.

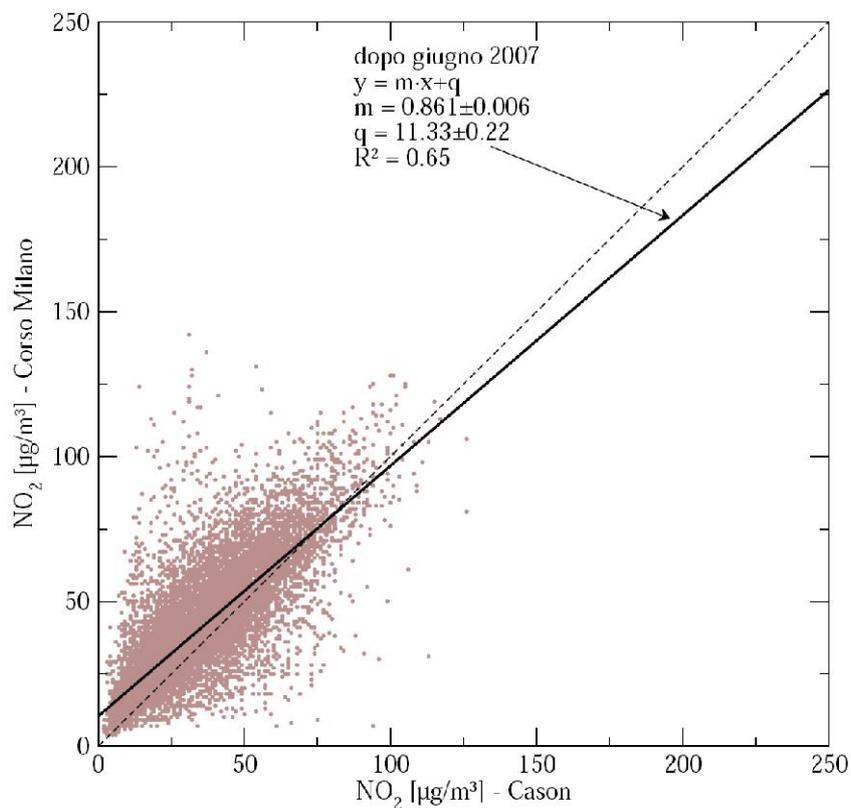


Figura 2-127: Scatter plot tra le concentrazioni medie orarie di NO<sub>2</sub> rilevate nelle stazioni di Corso Milano e Cason da giugno 2007

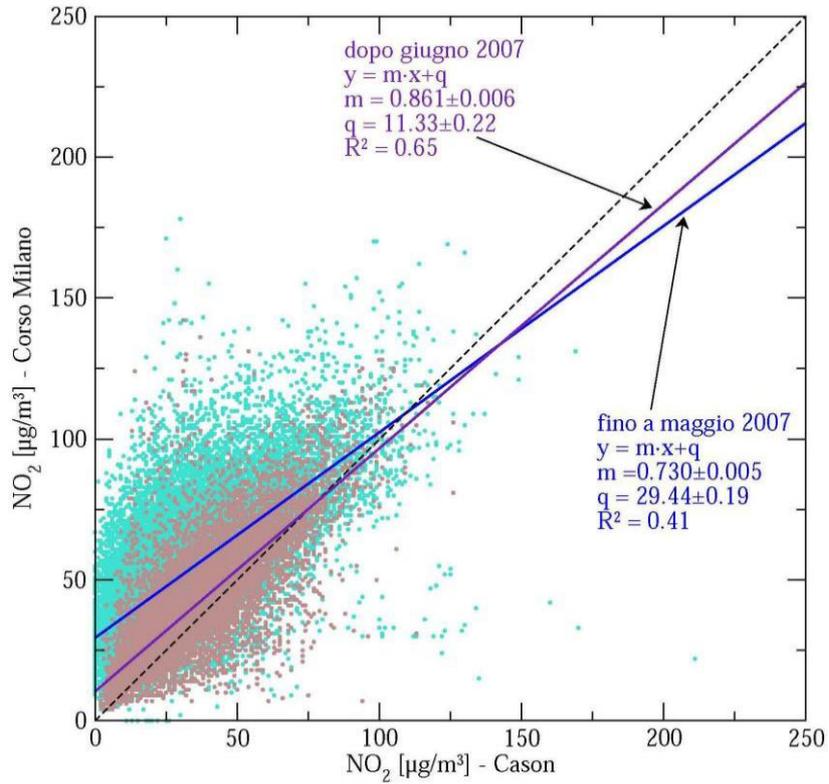


Figura 2-128: Scatter plot tra le concentrazioni medie orarie di  $\text{NO}_2$  rilevate nelle stazioni di Corso Milano e Cason per l'intero periodo 2004-2008.

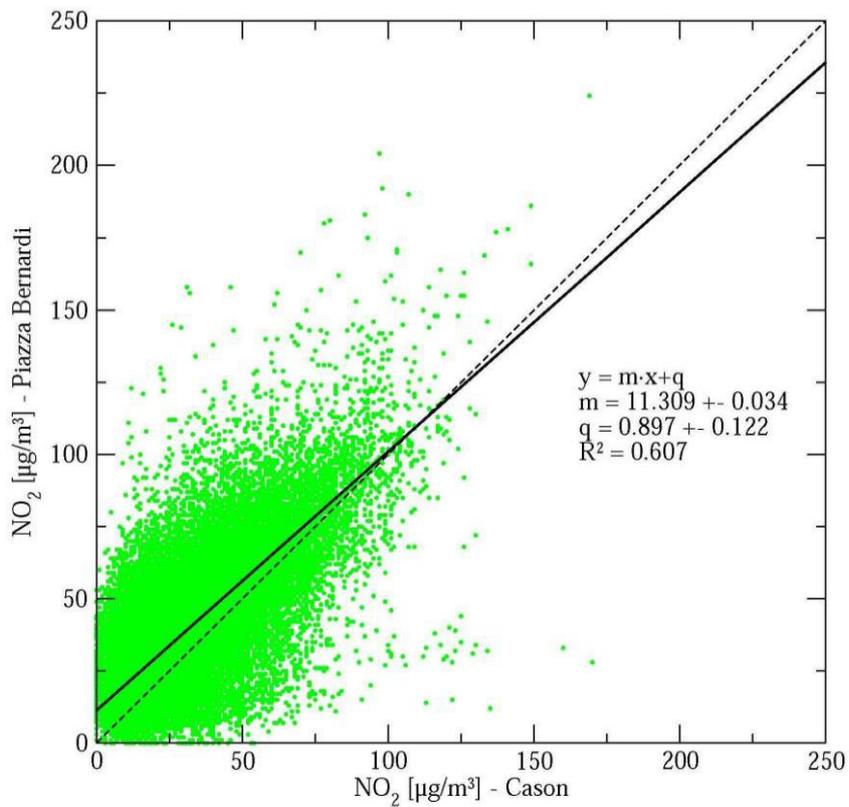


Figura 2-129: Correlazioni tra le concentrazioni oraria di  $\text{NO}_2$  in diverse stazioni.

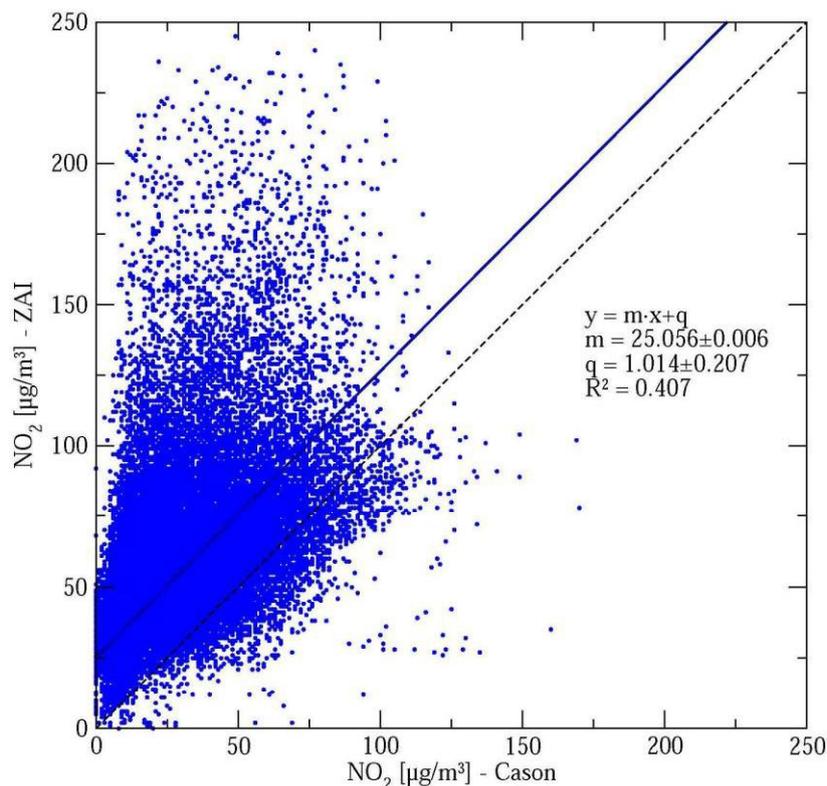


Figura 2-130: Correlazioni tra le concentrazioni oraria di NO<sub>2</sub> in diverse stazioni.

Dai grafici riportati si può dedurre come mediamente nella stazione di Cason si realizzino concentrazioni di NO<sub>2</sub> minori rispetto a quelle della stazione di Corso Milano, ZAI o Piazza Bernardi. La stessa cosa si può ovviamente dedurre anche osservando i parametri statistici come la media o osservando i cicli diurni o annuali nelle diverse stazioni. La correlazione è alta nel primo caso e indica che l'andamento di concentrazione nelle due stazioni è comparabile. Si discosta invece dal riferimento di Cason la stazione di Verona ZAI che è caratterizzata da emissioni industriali unitamente a quelle da traffico.

Si evidenzia ulteriormente, con riferimento al campione utilizzato giornate rappresentative, come nelle stazioni urbane di Corso Milano, Piazza Bernardi e specialmente Verona ZAI si realizzino prevalentemente valori di concentrazioni di NO<sub>2</sub>, più elevati di quelli registrati nella stazione di fondo urbano di Verona Cason. Queste valutazioni consentono una prima quantificazione del rapporto fra quanto classificato come background urbano (Cason) e quanto classificabile come "T" di traffico, e "I" di industriale (con riferimento alla tabella 2-92). Un approfondimento di queste corrispondenze dovrebbe tenere in conto altre variabili (ad esempio condizioni meteorologiche, emissioni) e potrebbe concorrere ad una valutazione quantitativa oggettivamente basata dei diversi effetti di background (come similmente discusso nel paragrafo 2.2.6.1.7 relativamente al PM<sub>10</sub>)."

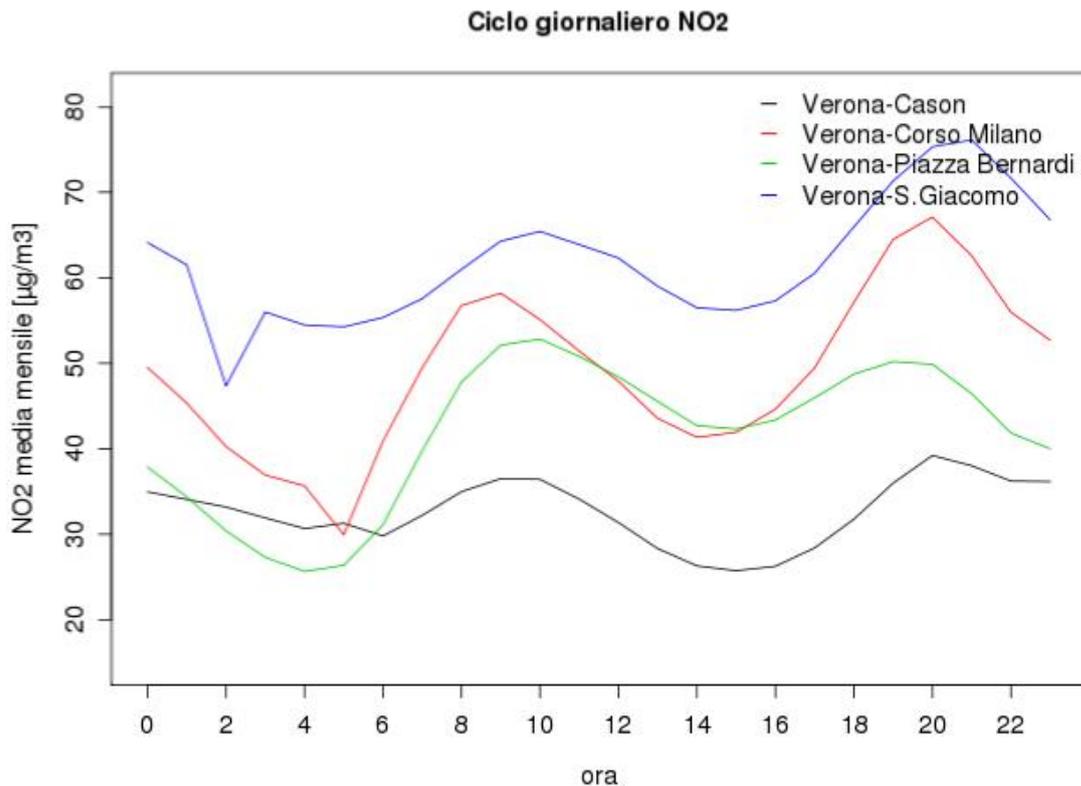


Figura 2-131: Confronto tra cicli diurni della concentrazione oraria di NO<sub>2</sub> in diverse stazioni.

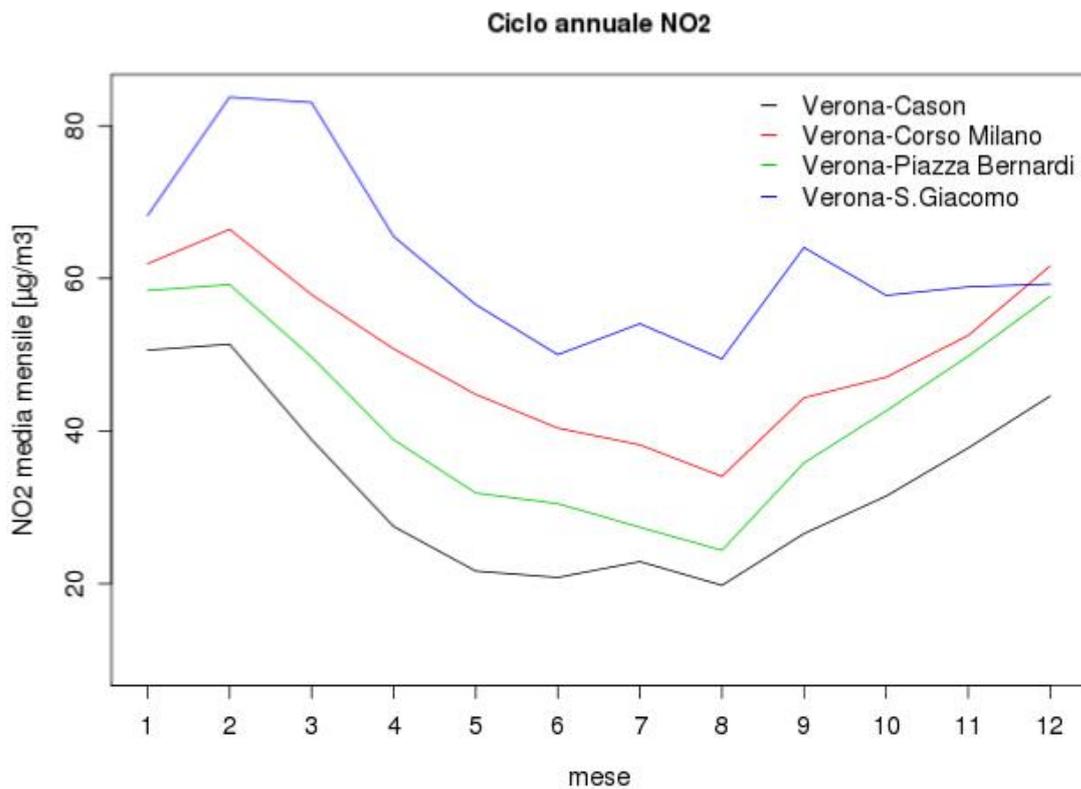


Figura 2-132: Confronto tra cicli annuali della concentrazione oraria di NO<sub>2</sub> in diverse stazioni.

La stessa elaborazione è stata effettuata sui valori orari di concentrazione di ozono. I valori più alti di concentrazione si realizzano in tutte le stazioni nelle prime ore pomeridiane e nei mesi estivi, a causa dei processi fotochimici che necessitano della radiazione solare per avere luogo.

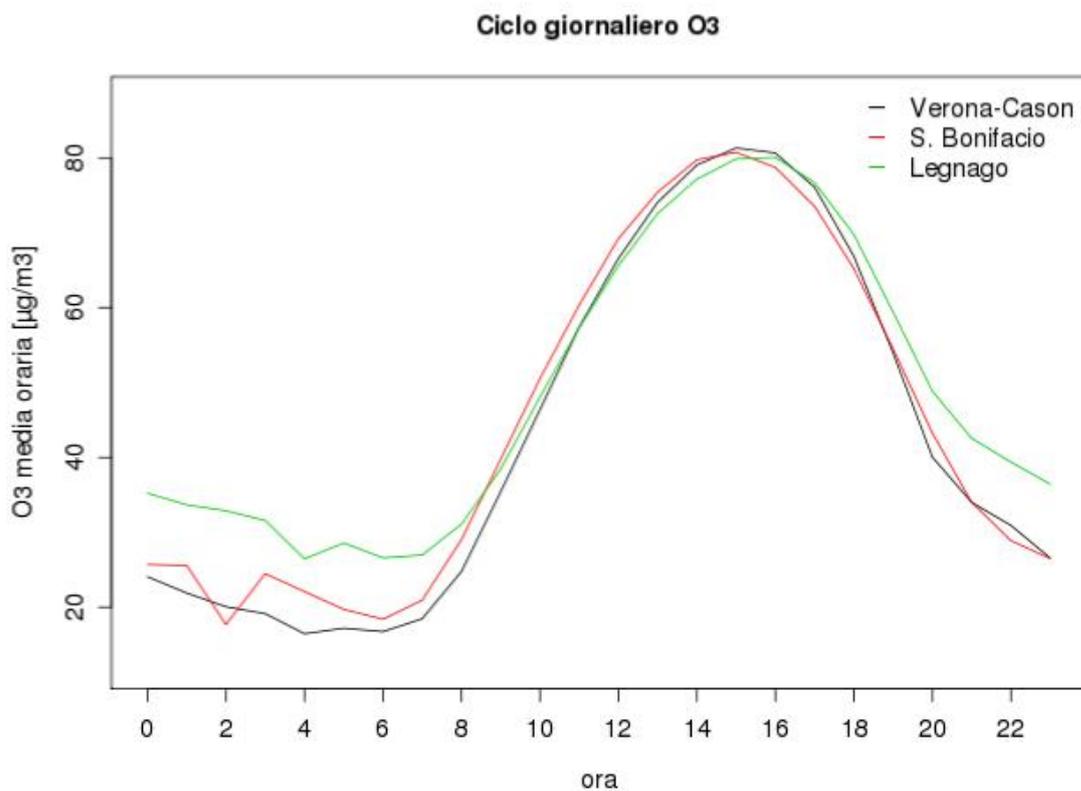


Figura 2-133: Confronto tra cicli diurni della concentrazione oraria di O<sub>3</sub> in diverse stazioni.

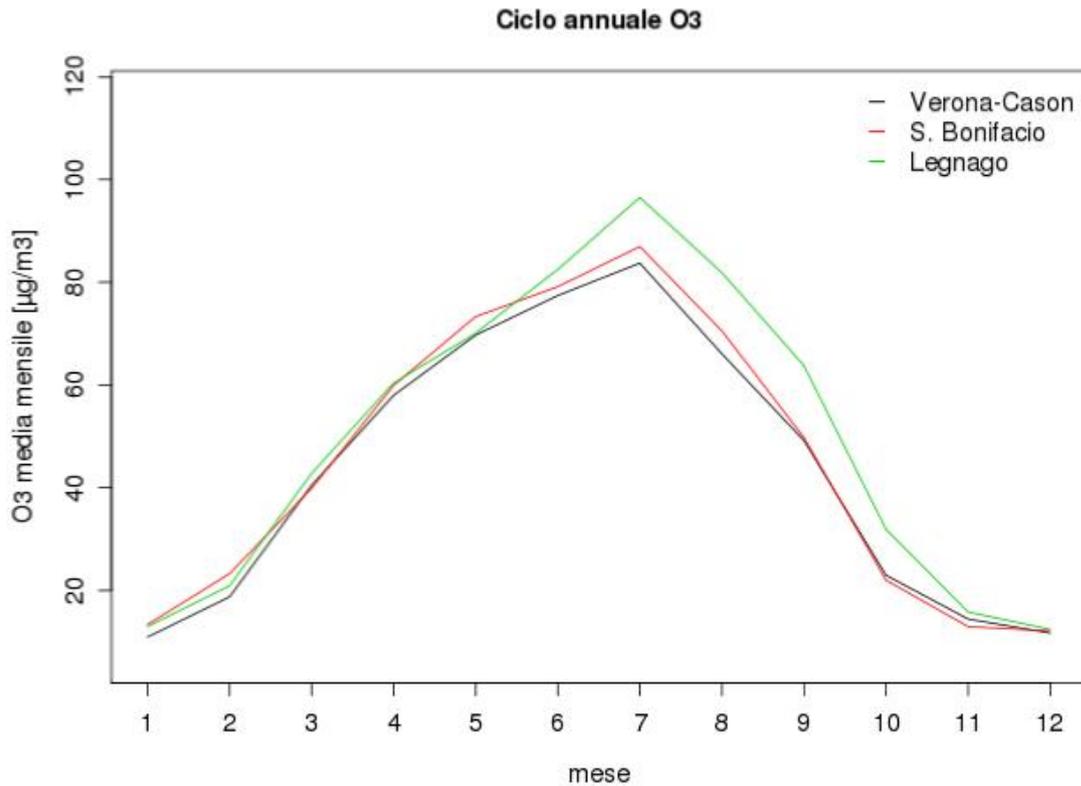


Figura 2-134: Confronto tra cicli annuali della concentrazione oraria di O<sub>3</sub> in diverse stazioni.

Anche il PM<sub>10</sub> evidenzia un ciclo annuale, con concentrazioni più elevate nei mesi invernali. Nella stazione di Bosco Chiesanuova i valori misurati sono più bassi rispetto alla stazione di Cason, ma l'andamento è il medesimo per entrambe le stazioni. In entrambi i casi febbraio risulta essere il mese con la concentrazione media di PM<sub>10</sub> maggiore.

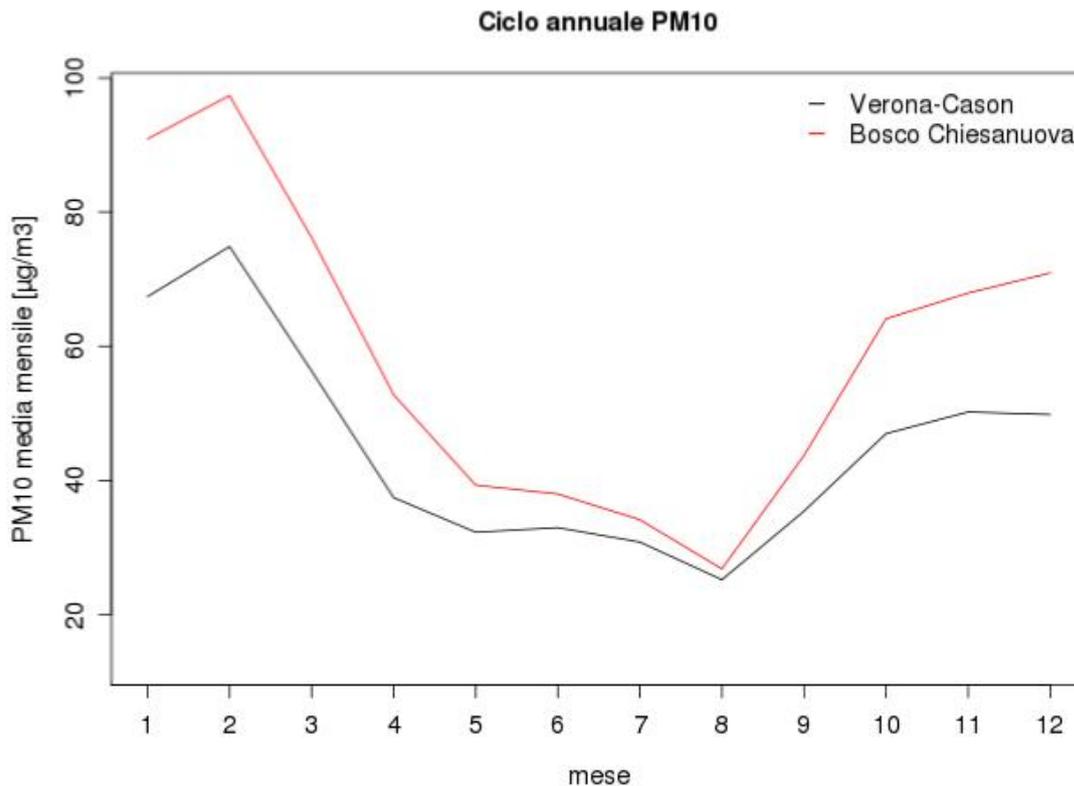


Figura 2-135: Confronto tra cicli annuali della concentrazione oraria di PM<sub>10</sub> in diverse stazioni.

#### 2.2.4.5 Correlazioni tra parametri meteorologici e di qualità dell'aria

Si è analizzata la correlazione tra parametri meteorologici e concentrazioni di inquinanti. Si sono isolati i valori relativi alla stagione invernale che è la più critica per quanto riguarda la qualità dell'aria. Si può notare come esista una correlazione inversa tra intensità del vento e la concentrazione di inquinante.

Per inquinanti secondari come l'ozono, caratteristico dei mesi primaverili ed estivi a più alta insolazione, si osserva invece un legame diretto tra concentrazione e radiazione solare o temperatura.

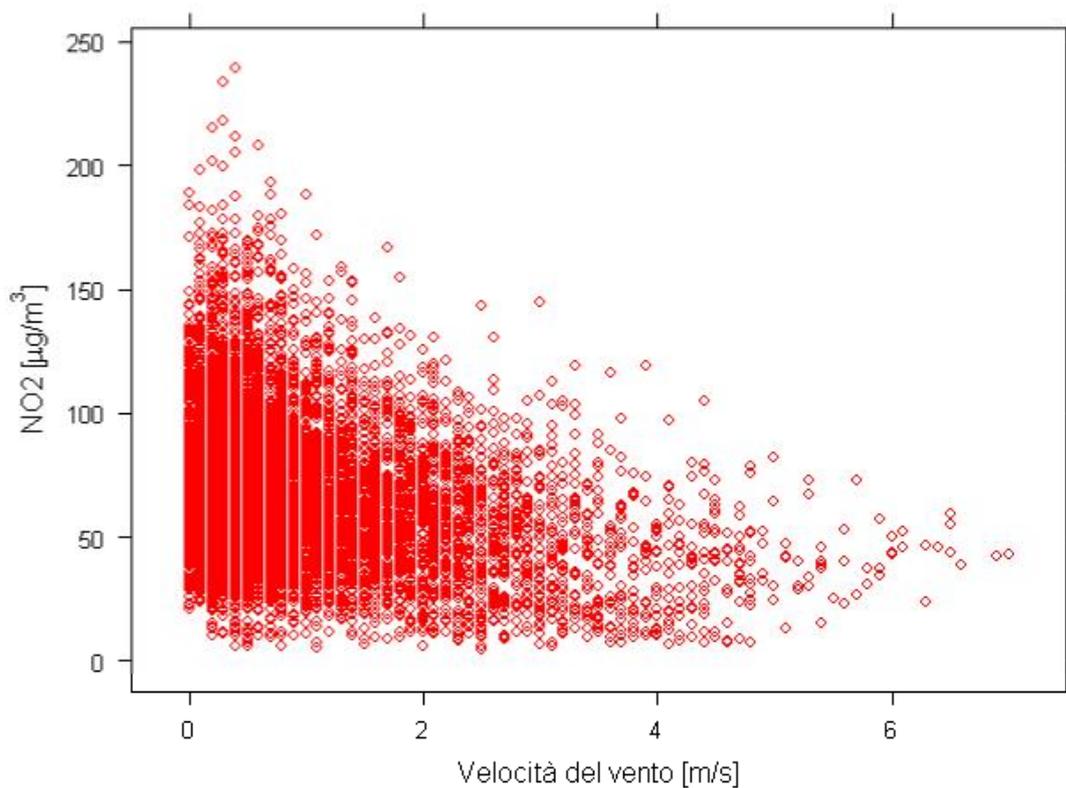


Figura 2-136: Correlazione tra concentrazione oraria di NO<sub>2</sub> e velocità del vento nella stazione di Villafranca di Verona nella stagione invernale.

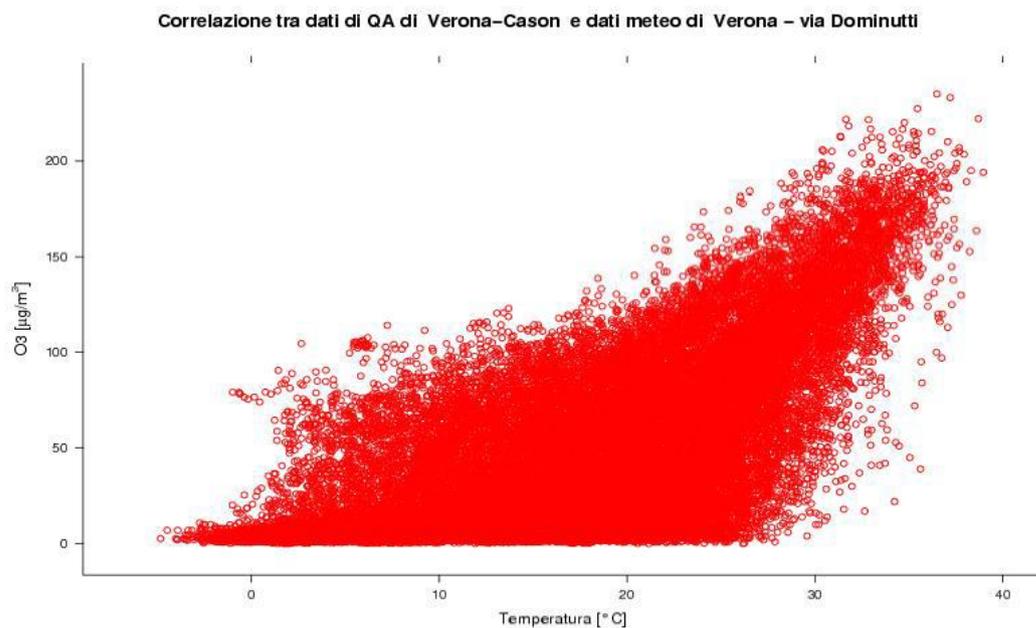


Figura 2-137: Correlazione tra concentrazione oraria di O<sub>3</sub> e temperatura nella stazione di Verona Cason.

Inoltre si sono isolate all'interno del set di dati le calme di vento, che si realizzano se l'intensità del vento è minore di un valore di soglia scelto pari a 0.5 m/s. Lo scopo dell'analisi è valutare l'influenza delle condizioni meteorologiche sulla qualità dell'aria.

In generale è possibile affermare che anche con vento superiore a 0.5 m/s le concentrazioni, seppure minori di quelle in concomitanza di calma di vento, rimangono comunque elevate. Un esempio relativo al biossido di azoto nella stazione di Corso Milano è riportato in Figura 2-138.

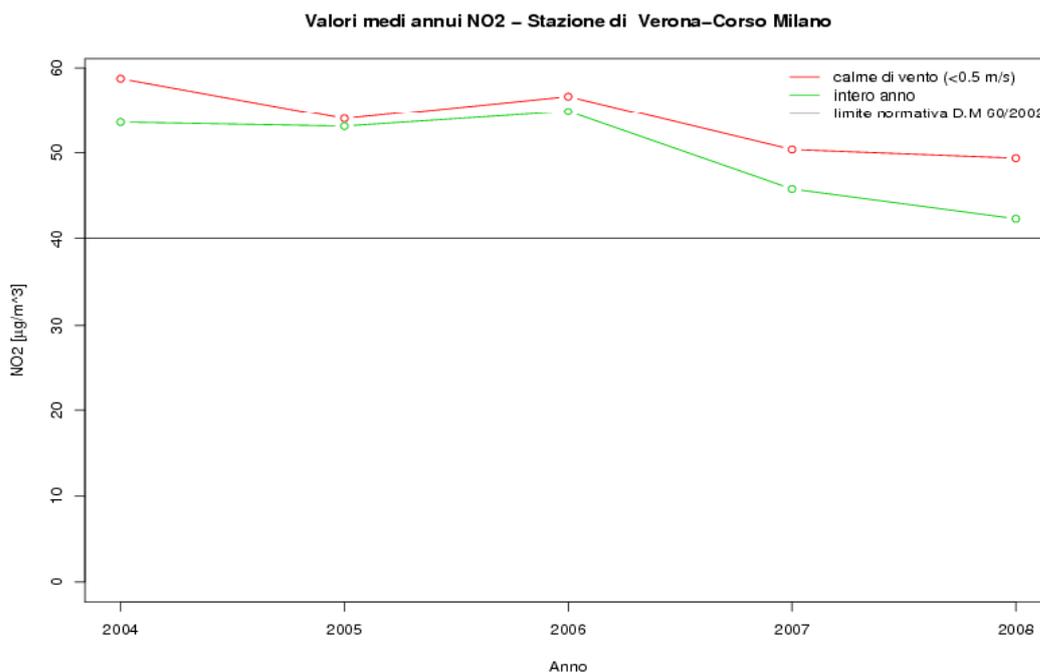


Figura 2-138: Concentrazioni medie annue di NO<sub>2</sub> rilevate nella stazione di Verona Corso Milano relative a tutto il quinquennio e isolando le sole calme di vento.

### 2.2.4.6 Episodi di inquinamento acuto

Lo studio degli episodi acuti di inquinamento ha riguardato l'analisi dei dati di concentrazione di PM<sub>10</sub>, di NO<sub>x</sub>, di PM<sub>2.5</sub> e di ozono relativi alle stazioni di Verona Corso Milano, Verona Cason e di Bosco Chiesanuova della rete di monitoraggio di ARPAV (Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto).

Come si può notare nelle tabelle che riportano il numero dei superamenti di legge della media giornaliera di 50 µg/m<sup>3</sup> per il PM<sub>10</sub> nelle stazioni di Verona, esso è molto superiore al valore limite consentito (35). Si è cercata quindi una definizione di episodio acuto che fosse più restrittiva. Il criterio che è stato utilizzato ha lo scopo di isolare i casi fisicamente più eclatanti associati a forte inibizione delle caratteristiche diffusive atmosferiche. Si è scelto di considerare eventi caratterizzati da valori medi giornalieri maggiori di 100 µg/m<sup>3</sup> per almeno due giorni consecutivi. Questo criterio è stato confrontato con quello adottato a scala regionale che considera valori medi di 50 µg/m<sup>3</sup> per almeno tre giorni consecutivi. Gli eventi isolati con il primo criterio risultano essere un sottoinsieme di quelli isolati con il secondo. Si

è scelto di adottare il primo criterio per riuscire a circoscrivere l'attenzione ad un numero più ristretto di eventi per poterne confrontare i dati con quelli misurati durante le campagne con il mezzo mobile di ARPAV.

Gli episodi considerati facendo riferimento alla stazione di background di Verona Cason sono i seguenti.

Tabella 2-141: Episodi acuti selezionati.

Stazione VR-Cason	Data di inizio	Data di fine	Durata [giorni]	Valore medio [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
<b>2004</b>	08.01.04	14.01.04	7	100
	25.01.04	27.01.04	3	119
	31.01.04	11.02.04	10	116
	02.11.04	28.11.04	3	109
<b>2005</b>	05.01.05	12.01.05	8	100
	09.02.05	14.02.05	3	111
	04.03.05	05.03.05	2	101
	15.03.05	19.03.05	5	139
	22.03.05	25.03.05	4	98
<b>2006</b>	17.01.06	21.01.06	5	109
	08.02.06	09.02.06	2	145
	14.02.06	17.02.06	4	122
	14.11.06	17.02.06	4	118
<b>2007</b>	07.01.07	11.01.07	5	101
	18.01.07	20.01.07	2	101
	28.01.07	06.02.07	10	114
	21.02.07	24.02.07	4	124
	01.03.07	02.03.07	2	101
	20.12.07	22.12.07	3	102
	29.12.07	30.12.07	2	102
<b>2008</b>	30.01.08	31.01.08	2	103
	19.02.08	29.02.09	11	148

È interessante notare come alcuni episodi acuti (si veda ad esempio quello del febbraio 2008) abbiano interessato anche la stazione di Bosco Chiesanuova, ubicata ad una quota pari a circa 900 m sul livello del mare. Alcuni episodi sono stati osservati in Emilia Romagna e in altre regioni del contesto padano. Questo sta a indicare come il  $\text{PM}_{10}$  sia quasi ubiquitario in pianura padana e come quasi tutti gli episodi acuti abbiano un carattere provinciale o, almeno per i più importanti, addirittura regionale.

Si è quindi indagato anche il comportamento della concentrazione degli ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ ), dato che anche questi inquinanti costituiscono un problema per la qualità dell'aria non trascurabile dal momento che anche i limiti di legge sono disattesi in parecchie stazioni.

Se la definizione di evento acuto per il  $\text{PM}_{10}$  non è banale né univoca, quella per gli  $\text{NO}_x$  risulta ancora più complessa, dato che il D.M. 60/2002 impone un valore massimo per i superamenti annui di un determinato valore di soglia orario e un valore limite sulla media annua. Non esiste un limite giornaliero che possa essere facilmente confrontato con quello imposto per il  $\text{PM}_{10}$ .

Si sono dunque calcolati i valori medi giornalieri di  $\text{NO}_2$ , di cui si hanno dati orari, e si è cercata una correlazione con le medie giornaliere di  $\text{PM}_{10}$ . Il risultato è riportato in Figura 2-139.

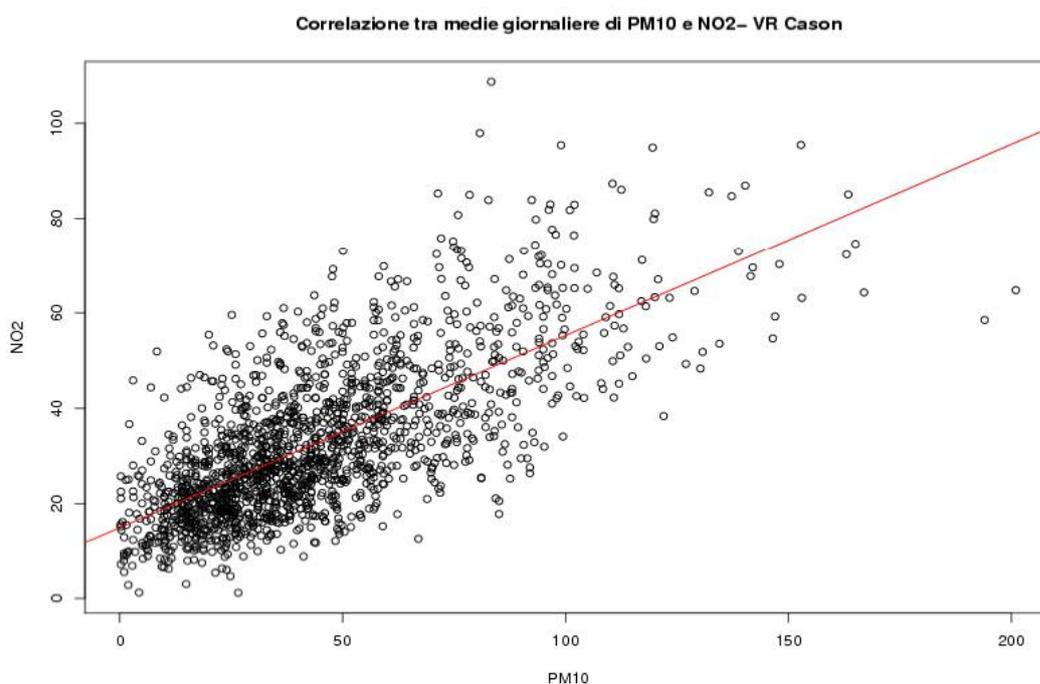


Figura 2-139: Correlazione tra valori medi giornalieri di  $\text{PM}_{10}$  e  $\text{NO}_2$  misurati nella stazione di VR-Cason durante il quinquennio 2004-2008.

La correlazione è pari al 50.2%, un valore non elevatissimo dovuto al fatto che si tratta di valori medi giornalieri relativi a cinque anni di dati. Comunque si può osservare che a valori elevati di  $\text{PM}_{10}$  corrispondono valori elevati di  $\text{NO}_2$ . Se si calcola tramite una regressione lineare il valore corrispondente alla soglia di  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  utilizzata per il  $\text{PM}_{10}$  per definire gli episodi acuti, si ottiene un valore pari a circa  $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di  $\text{NO}_2$ . Evidenziando con lo stesso criterio anche gli episodi di inquinamento acuto di  $\text{NO}_2$ , e cioè almeno due giorni consecutivi di media giornaliera di  $\text{NO}_2$  superiore a  $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , si ottiene un numero maggiore di eventi critici. In pratica l' $\text{NO}_2$  persiste per più giorni e si osservano alcuni episodi acuti anche d'estate.

In generale è possibile affermare che il numero di episodi acuti di NO<sub>2</sub>, calcolati con questo procedimento risulta mediamente maggiore e che in parte gli episodi si sovrappongono. Il ciclo annuale di NO<sub>2</sub> infatti risulta più “piatto” rispetto a quello del particolato.

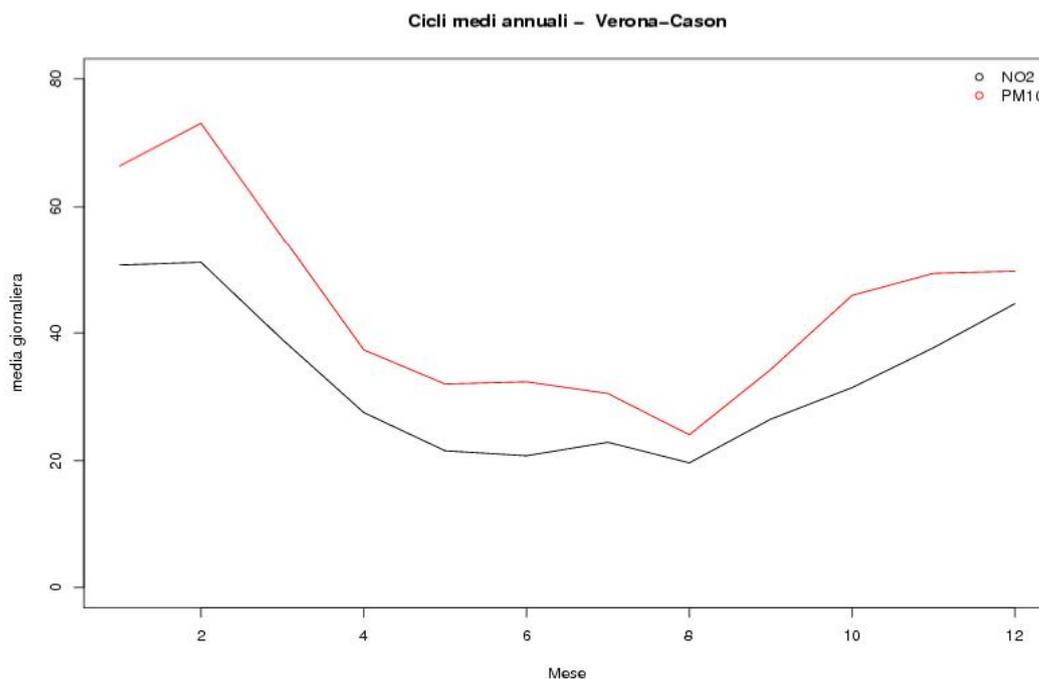


Figura 2-140: Cicli annuali della concentrazione media giornaliera di PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub> misurati nella stazione di VR-Cason.

Inoltre dall’analisi dati emerge in maniera molto evidente che il valore limite orario di questo inquinante (200 µg/m<sup>3</sup>) viene raramente raggiunto, ma la media annua in alcune stazioni (ad esempio Verona Corso Milano) eccede il limite annuo (40 µg/m<sup>3</sup>). Diventa quindi più difficile in questo caso parlare di veri e propri episodi acuti, mentre è più appropriato segnalare ricorrenti episodi di maggior persistenza.

L’individuazione dei periodi di inquinamento acuto permette di analizzare contestualmente le caratteristiche meteorologiche per stabilirne l’influenza sui valori di concentrazione rilevati.

Un’analisi dettagliata della correlazione tra parametri meteorologici come l’altezza di mescolamento calcolata sulla base dei dati del radiometro e i valori di concentrazione sarà effettuata in seguito (si veda §2.2.6).

#### 2.2.4.7 PM<sub>2.5</sub>

Con l’entrata in vigore della Direttiva Europea 2008/50/CE il PM<sub>2.5</sub> si inserisce tra gli inquinanti a livello comunitario per il quale è previsto un valore limite (25 µg/m<sup>3</sup>), calcolato come media annua da raggiungere entro il 1° gennaio 2015. Viene inoltre fissato un valore limite aumentato del margine di tolleranza del 20%, da rispettare al recepimento della direttiva (30 µg/m<sup>3</sup>). Questo inquinante è monitorato da fine maggio 2007 solamente nella stazione di Verona Cason.

Come si può osservare, la correlazione tra dati giornalieri di  $PM_{10}$  e  $PM_{2.5}$  è molto elevata pari a 0.94. Mediamente il rapporto tra  $PM_{2.5}$  e  $PM_{10}$  è pari al 66%. Questo valore piuttosto elevato è tipico dei contesti urbanizzati dove una parte consistente del particolato secondario, che si origina attraverso processi fotochimici a partire da sostanze gassose (ossidi di azoto, composti organici volatili, derivati dell'ammoniaca e ossidi di zolfo) risulta essere importante. Ovviamente il  $PM_{2.5}$  non coincide con la totalità del particolato secondario per esempio per la presenza di particelle carboniose dagli scarichi dei veicoli.

**Stazione di Verona-Cason Correlazione tra  $PM_{2.5}$  e  $PM_{10}$**

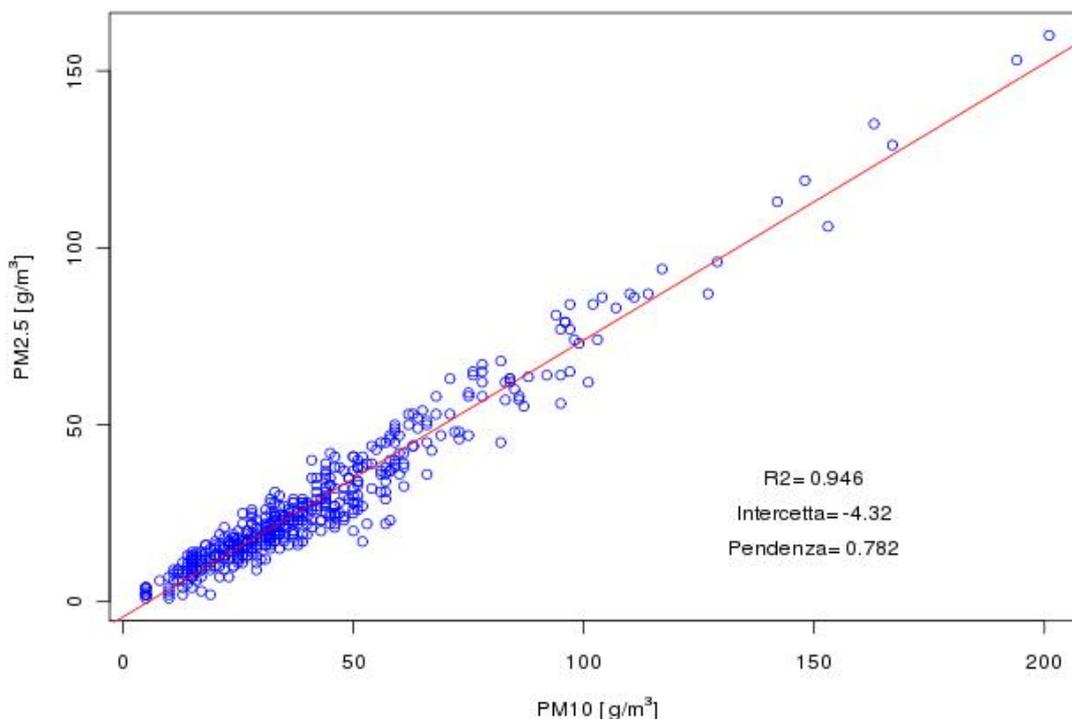


Figura 2-141: Correlazione tra valori medi giornalieri di  $PM_{10}$  e  $PM_{2.5}$  misurati nella stazione di VR-Cason durante il biennio 2007-2008.

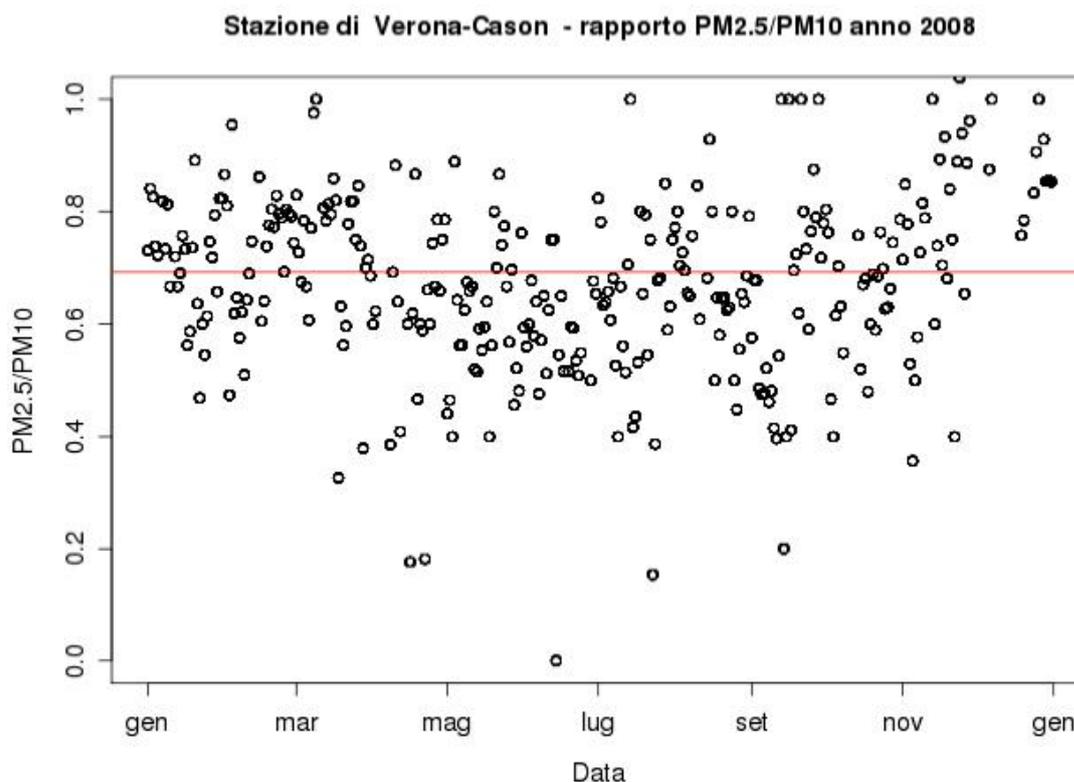


Figura 2-142: Andamento del rapporto tra PM<sub>2.5</sub> e PM<sub>10</sub> misurati nella stazione di VR-Cason durante il 2008 e valore medio annuale (linea rossa orizzontale).

Tabella 2-142: Valori medi annui PM<sub>2.5</sub> – Verona Cason.

PM <sub>2.5</sub>		2004	2005	2006	2007	2008
Media annua [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Verona - Cason	-	-	-	-	27.7

Come si può notare la media annua supera il limite previsto dalla direttiva europea e che dovrà essere raggiunto entro il 2015 mentre è inferiore allo stesso aumentato del margine di tolleranza. Per il PM<sub>2.5</sub> non esiste attualmente anche una soglia giornaliera per cui non è possibile effettuare un confronto sugli episodi di inquinamento acuto.

#### 2.2.4.8 Ozono

La normativa di riferimento per quanto riguarda i limiti sulle concentrazioni di ozono è il Decreto Legislativo 183/2004, in cui vengono fissate una soglia di attenzione e una di allarme. L'entrata in vigore del valore bersaglio per la protezione della salute umana e per la protezione della vegetazione è fissata per il 2013 e il 2015 rispettivamente.

Tabella 2-143: Valori limite per l'ozono (da D.Lgs. 183/2004).

OZONO: Tipologia di soglia	Tipologia di valore	Valore limite [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Soglia di informazione	Valore orario	180
Soglia di allarme	Valore orario	240
Valore bersaglio per la	Massimo giornaliero delle 24	120

protezione della salute umana	medie mobili su 8 ore, da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni	
Valore bersaglio per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio, da calcolare come media su 5 anni (dal 1.1.2010, prima verifica 2015)	18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$
Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Massimo giornaliero delle 24 medie mobili su 8 ore, da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni (dal 1.1.2010, prima verifica 2013)	120
Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio, da calcolare come media su 5 anni (dal 1.1.2010, prima verifica 2015)	6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$

Nella stazione di Verona Cason, i superamenti delle diverse soglie sono riassunti in Tabella 2-144.

Tabella 2-144: Limiti di superamento per l'ozono.

Ozono	2004	2005	2006	2007	2008
Superamenti soglia informazione	52	59	97	22	22
Superamenti soglia allarme	0	0	0	0	0
Superamenti valore bersaglio per la protezione della salute umana	68	65	86	95	72

I superamenti della soglia imposta come valore bersaglio sono superiori ai 25 possibili. Essi si realizzano nella stagione primaverile/estiva. A titolo di esempio è riportato l'andamento delle massime giornaliere delle medie mobili su 8 h relative all'anno 2004.

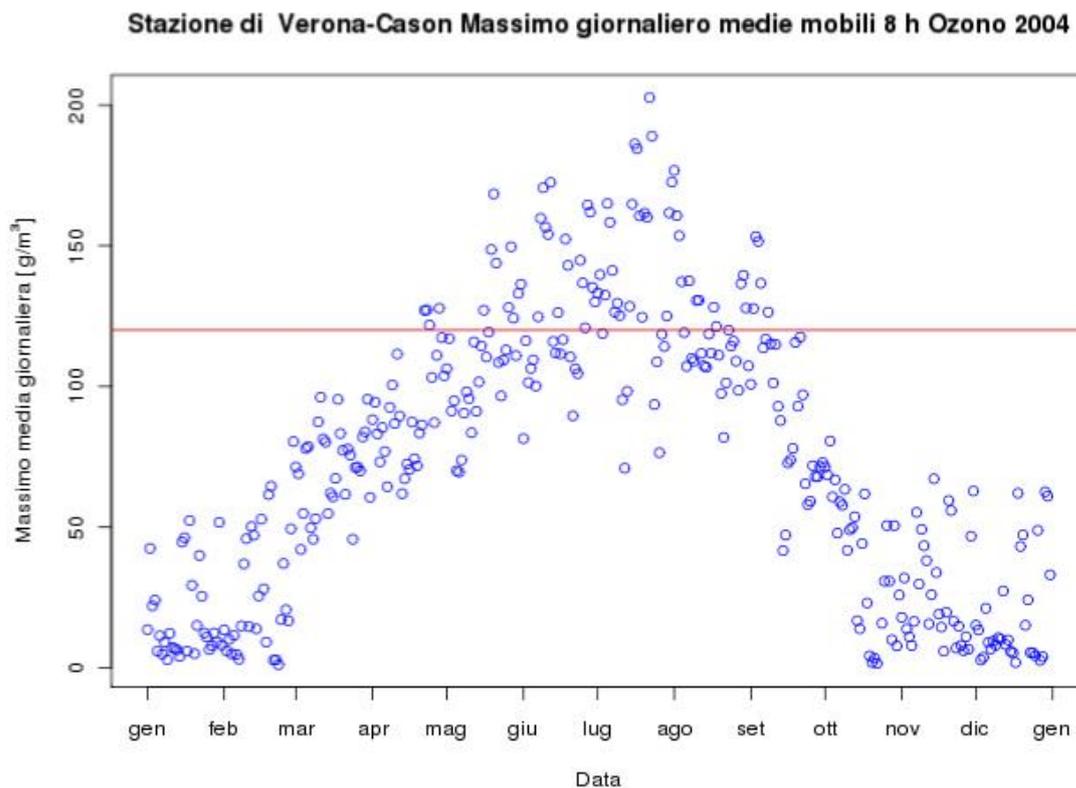


Figura 2-143: Andamento del massimo giornaliero delle medie mobili su 8 h della concentrazione di Ozono, relativo alla stazione di VR-Cason durante il 2004.

### 2.2.4.9 Le campagne di misura mobili

Sono stati analizzati i dati di 17 campagne mobili effettuate nel quinquennio 2004-2008 dai mezzi mobili di ARPAV, verificatesi in corrispondenza degli episodi acuti di inquinamento.

Tabella 2-145: Elenco delle campagne di misura effettuate con mezzi mobili nel quinquennio 2004-2008 e verificatesi in concomitanza di episodi acuti di inquinamento.

NUMERO CAMPAGNA	COMUNE	INDIRIZZO	DATA DI INIZIO	DATA DI FINE	DURATA [d]
1	Verona	Via Dominutti - sede ARPAV	22.01.2004 10:00	09.02.2004 08:00	18
2	Verona	Circonv. Oriani - Ist. Betelloni	23.03.2004 16:00	09.04.2004 09:00	17
7	Villafranca di Verona	Via Sommacampagna	03.09.2004 13:00	12.10.2004 08:00	39
8	Verona	Via Ventotto Marzo (Porto San Pancrazio)	02.12.2004 12:00	05.01.2005 08:00	34
9	Verona	Via Marin Faliero	05.01.2005 12:00	31.01.2005 09:00	26
10	San Giovanni Lupatoto	Via U. Foscolo - Scuola Marconi	31.01.2005 13:00	23.02.2005 09:00	23
11	Castel d'Azzano	Via Roma - Scuola Elementare	23.02.2005 09:00	15.03.2005 10:00	20

Proposta di Piano di Azione e Risanamento della Qualità dell'Aria

12	Buttapietra	Piazza XXV Aprile	25.02.2005 13:00	14.04.2005 08:00	48
13	Villafranca di Verona	Via Sommacampagna	15.03.2005 14:00	12.04.2005 09:00	28
19	Villafranca di Verona	loc. Quaderni	18.02.2006 00:00	04.03.2006 00:00	14
20	Bussolengo	Via Ospedale	15.03.2006 19:00	03.05.2006 11:00	49
21	Valeggio sul Mincio	loc. Turchetti	18.03.2006 00:00	17.04.2006 00:00	30
22	Verona	Piazza Brà	20.03.2006 12:00	28.03.2006 09:00	8
29	Sona	Via Roma - Scuole Elementari	06.11.2006 11:00	22.01.2007 10:00	77
30	LavagnoZevio	Via Bertoni - Scuola media comunale via Artigianato	06.12.2006 14:00 15.11.2007 13:00	19.01.2007 00:00 18.01.2008 09:00	4364
31	Verona	C.so Milano via Meloni	30.12.2006 00:00	18.01.2007 00:00	19
38	Zevio	via Artigianato	15.11.2007 13:00	18.01.2008 09:00	64
39	Verona	loc. Cason	16.01.2008 16:00	04.02.2008 09:00	19

Una mappa con la localizzazione delle postazioni in cui sono state effettuate le campagne mobili nel quinquennio 2004-2008 è riportata in Figura 2-144.

Per ciascuna campagna di misura analizzata, si è effettuato il confronto con i valori registrati nelle centraline fisse di Verona Corso Milano e Cason. La media dei valori misurati durante ciascuna campagna e i corrispondenti valori medi delle centraline fisse sono riportati in Tabella 2-146 per quanto riguarda il biossido d'azoto (NO<sub>2</sub>) e in Tabella 2-147 per quanto riguarda il PM<sub>10</sub>. Inoltre è riportata la percentuale di dati non validi: questo dato è importante perché se molto elevato rende non significativo il confronto con le centraline fisse. Questa condizione si verifica soprattutto con i valori di PM<sub>10</sub>, che sono giornalieri e che sono spesso misurati su un intervallo di tempo più piccolo rispetto all'intera durata della campagna.

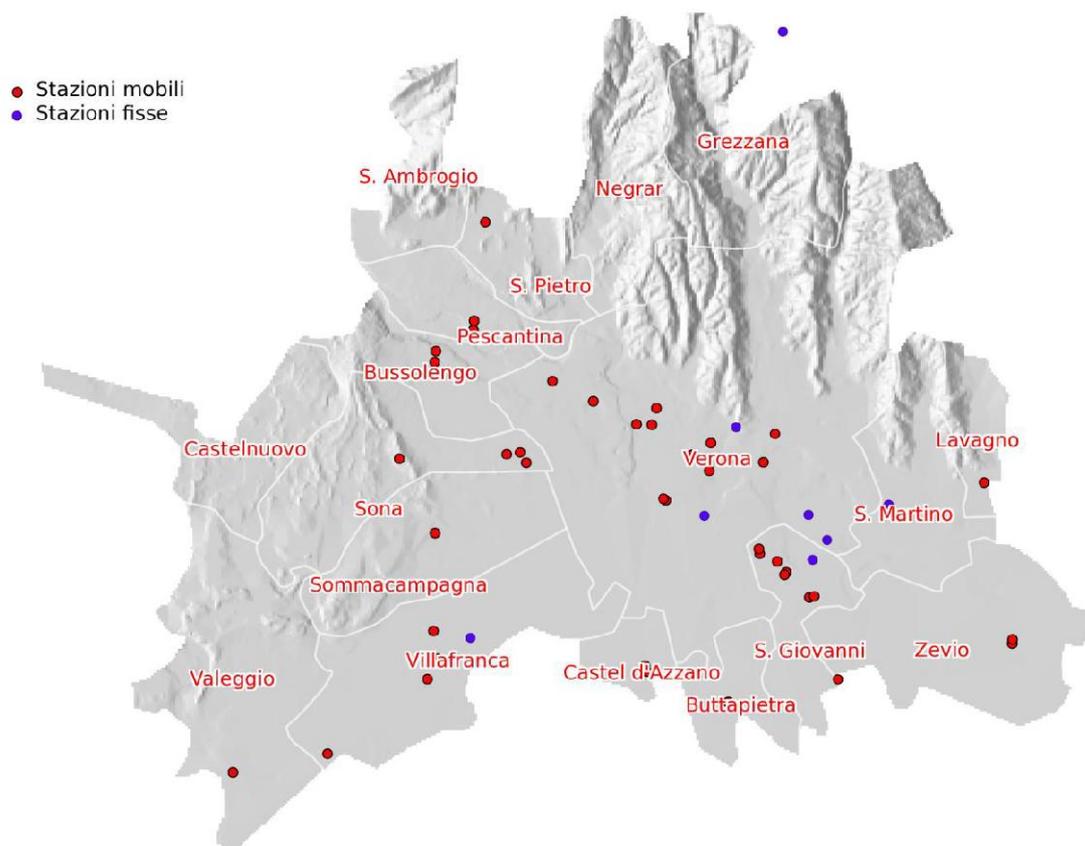


Figura 2-144: Localizzazione delle postazioni in cui sono state effettuate le campagne mobili nel quinquennio 2004-2008.

Tabella 2-146: Media delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> misurate nelle campagne mobili e nelle centraline fisse e percentuale di dati validi.

Numero campagna	Media NO <sub>2</sub>	Media NO <sub>2</sub> Corso Milano	Media NO <sub>2</sub> Cason	Dati non validi	% dati non validi
1	72.99	71.73	48.98	3	1
2	63.04	50	25.28	17	4
7	43.55	56.66	31.96	32	3
8	37.33	65.01	45.81	20	3
9	46.65	64.53	50.52	4	1
10	70.1	68.85	41.84	8	1
11	74.64	65.38	44.2	23	5
12	35.66	62.62	41.24	55	5
13	54.7	61.48	41.17	12	2
20	43.31	52.88	32.46	75	6
22	68.57	59.56	44.79	9	4
29	100.37	63.8	42.55	57	3
30	50.58	63.47	42.6	47	5
31	55.64	59.7	45.24	8	2

38	31.87	55.7	46.13	90	6
39	34.42	59.74	57.64	22	5

Tabella 2-147: Media delle concentrazioni di PM<sub>10</sub> misurate nelle campagne mobili e nelle centraline fisse e percentuale di dati validi.

Numero campagna	Media PM <sub>10</sub>	Media PM <sub>10</sub> Corso Milano	Media PM <sub>10</sub> Cason	Dati non validi	% dati non validi
7	63.71	68.08	49.89	26	66
10	91.2	104.17	64.48	9	37
11	76.67	89.38	64.13	6	28
13	57.56	91.33	68.79	13	47
19	43.73	67.13	51.36	0	0
20	60	68.46	49.82	30	60
21	76.78	78.71	57.2	1	4
29	34.57	89.75	66.45	50	64
30	66.37	83.21	62.06	15	36
31	91.65	102.42	78.38	0	0
38	58.89	60.42	54.6	36	57
39	64.94	59.93	58.22	4	20

NO<sub>2</sub> - Campagna 10 : San Giovanni Lupatoto , Via U. Foscolo - Scuola Marconi

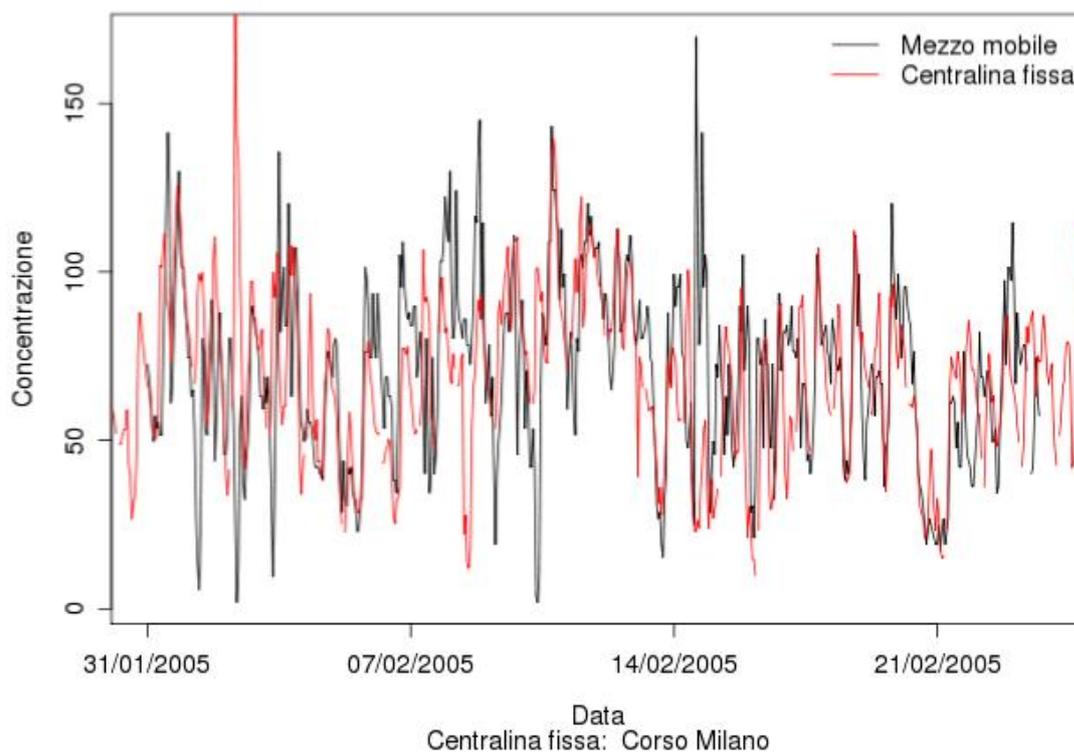


Figura 2-145: Confronto tra la concentrazione oraria di NO<sub>2</sub> della campagna mobile 10 a S. Giovanni Lupatoto e la concentrazione della centralina fissa di Corso Milano.

A titolo di esempio si riporta il grafico dell'andamento delle concentrazioni di  $\text{NO}_2$  e  $\text{PM}_{10}$  misurate nella campagna n°10 effettuata a S.Giovanni Lupatoto e quelle rilevate dalla stazione fissa di Verona Corso Milano. I valori registrati sono abbastanza concordi con quelli registrati dalla stazione fissa, nel caso del  $\text{PM}_{10}$  l'andamento è lo stesso ma i valori sono mediamente sempre più bassi.

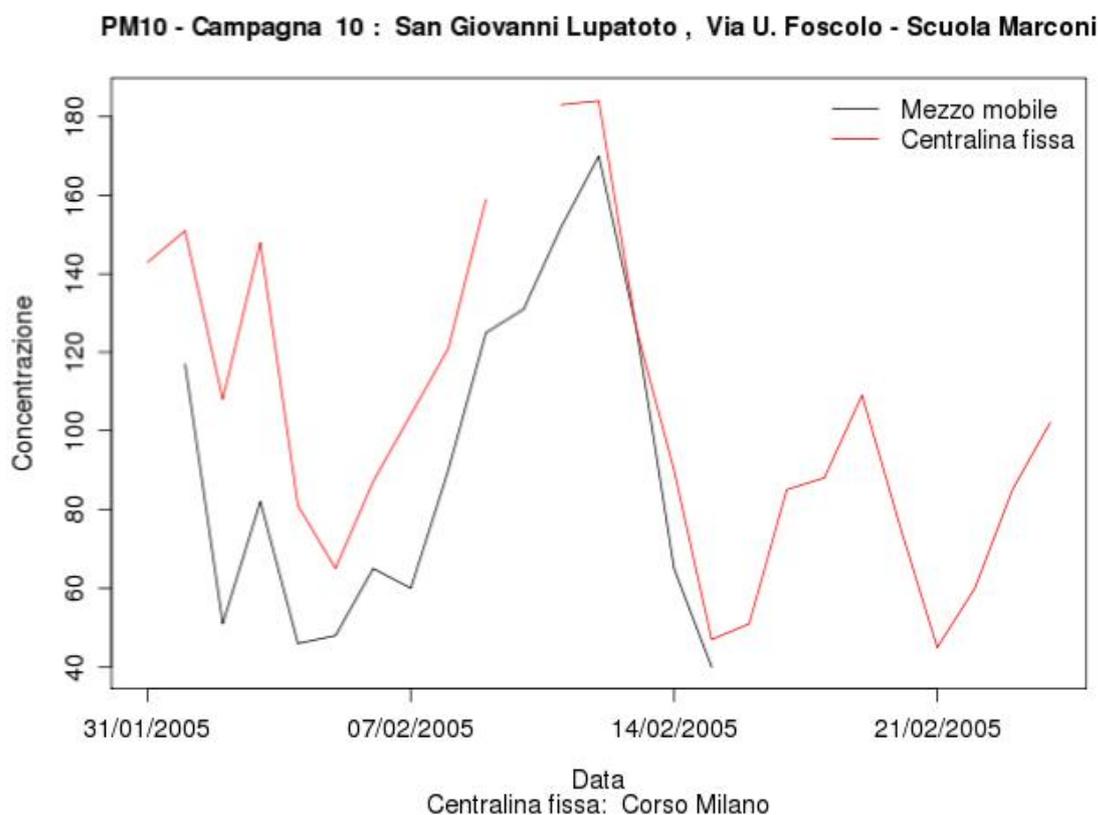


Figura 2-146: Confronto tra la concentrazione giornaliera di  $\text{PM}_{10}$  della campagna mobile 10 a S. Giovanni Lupatoto e la concentrazione della centralina fissa di Corso Milano.

## 2.2.5 Politiche adottate

### 2.2.5.1 Analisi dei dati della rete di monitoraggio e individuazione di aree non adeguatamente coperte da campagne

I criteri per la scelta del numero di stazioni fisse da installare per i campionamenti destinati alla protezione della salute umana sono stabiliti in funzione della popolazione residente all'interno di una determinata zona, secondo quanto definito nell'allegato IX del DM 60/2002 per inquinanti come biossido di zolfo, ossido e biossido di azoto,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$  e benzene. Questi criteri sono stati in parte modificati per poter essere compatibili con la Direttiva 2002/3/CE, recepita con il D.Lgs. 183/2004, relativamente all'ozono, inquinante che non rientra tra quelli trattati dal DM 60/2002. Nei due decreti vengono imposti inoltre dei criteri relativi alla protezione degli ecosistemi o della vegetazione.

Nel 2004, l'APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici) ha definito delle linee guida per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità

dell'aria in Italia, che tengono conto oltre che delle prescrizioni contenute nel DM60/2002 anche di quelle contenute nel documento *Criteria for EUROAIRNET*, elaborato dall'Agenzia per l'Ambiente Europea e utilizzato ad integrazione della legislazione nazionale laddove questa sembrava presentare maggiori lacune. In particolare è stato utilizzato per fornire una classificazione aggiuntiva ai punti di campionamento (rurale, remota, urbana, suburbana) rispetto a quanto fornito all'interno del decreto DM 60/2002, il quale distingue esclusivamente tra punti di campionamento destinati alla protezione alla salute umana e punti destinati alla protezione della vegetazione e degli ecosistemi.

L'utilizzazione dei criteri forniti all'interno del documento *Criteria for EUROAIRNET* permette l'implementazione di una rete caratterizzata da una copertura spaziale e da una rappresentatività sufficienti per fornire dati confrontabili a livello europeo.

All'interno degli agglomerati, definiti come le zone con popolazione superiore a 250000 abitanti, si dà la precedenza ai campionamenti di background urbano e suburbano posti in aree residenziali o di verde pubblico in quanto maggiormente rappresentativi dell'esposizione media agli inquinanti della popolazione. All'interno degli agglomerati si ha così la presenza di stazioni principalmente di background urbano, in aree classificate come tessuto urbano continuo secondo il CORINE Land Cover, e di background suburbano (tessuto urbano discontinuo secondo la definizione del CORINE Land Cover); quest'ultima è caratterizzata da una maggiore area di rappresentatività ed è ubicata nelle aree periferiche di un grosso insediamento urbano o all'interno dei piccoli insediamenti urbani limitrofi.

Le informazioni fornite dai punti di campionamento di traffico, invece, devono essere correlate alle caratteristiche della strada e del flusso veicolare circolante in modo da rendere possibile confrontare i valori rilevati lungo strade dalle caratteristiche simili.

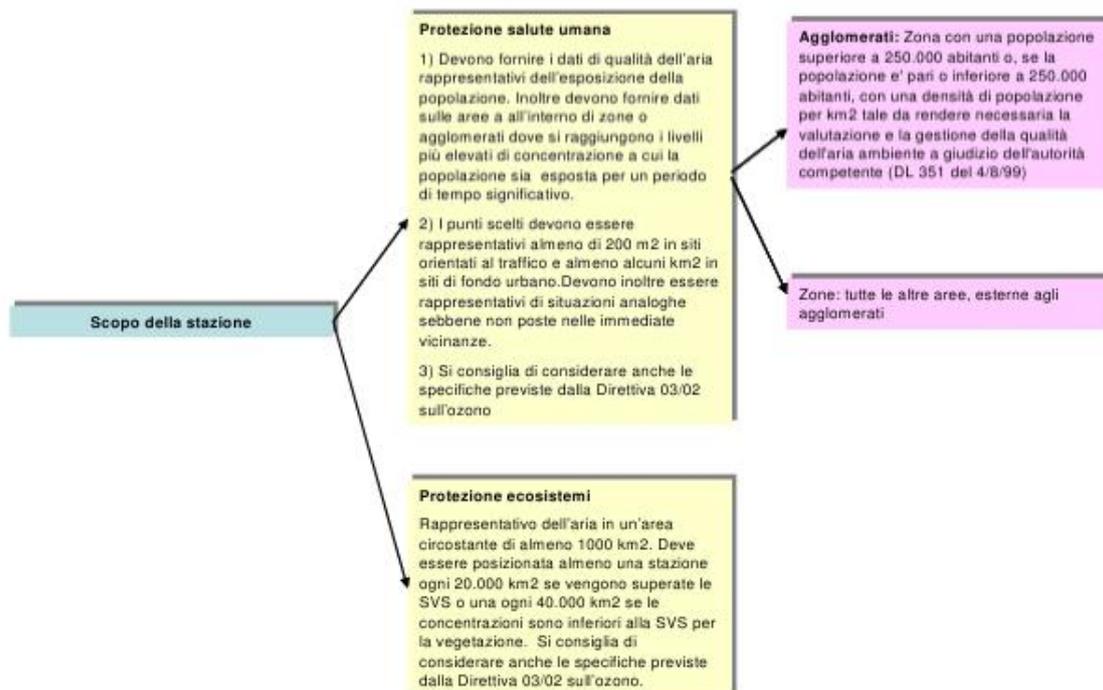


Figura 2-147: Definizione delle diverse tipologie di stazione (da Linee guida per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria in Italia, APAT, 2004 ).

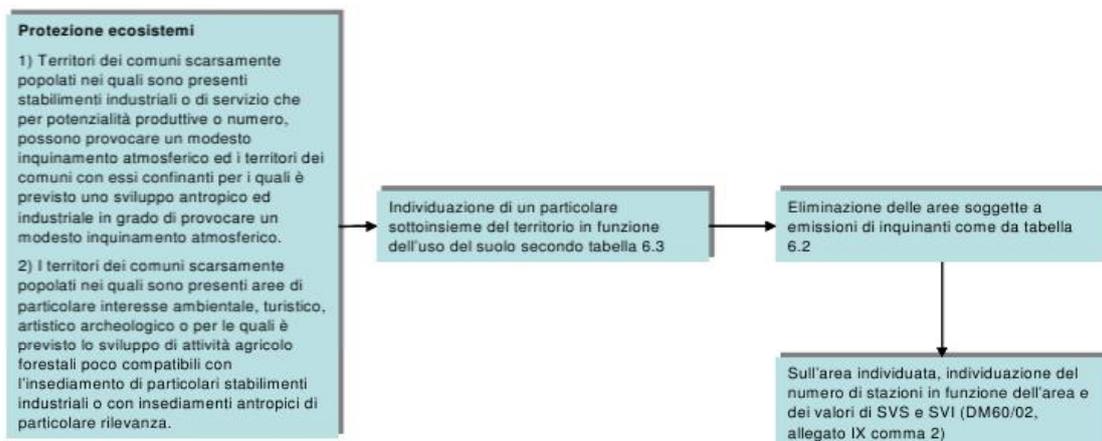


Figura 2-148: Caratteristiche delle stazioni per la protezione degli ecosistemi (da Linee guida per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria in Italia, APAT, 2004 ).

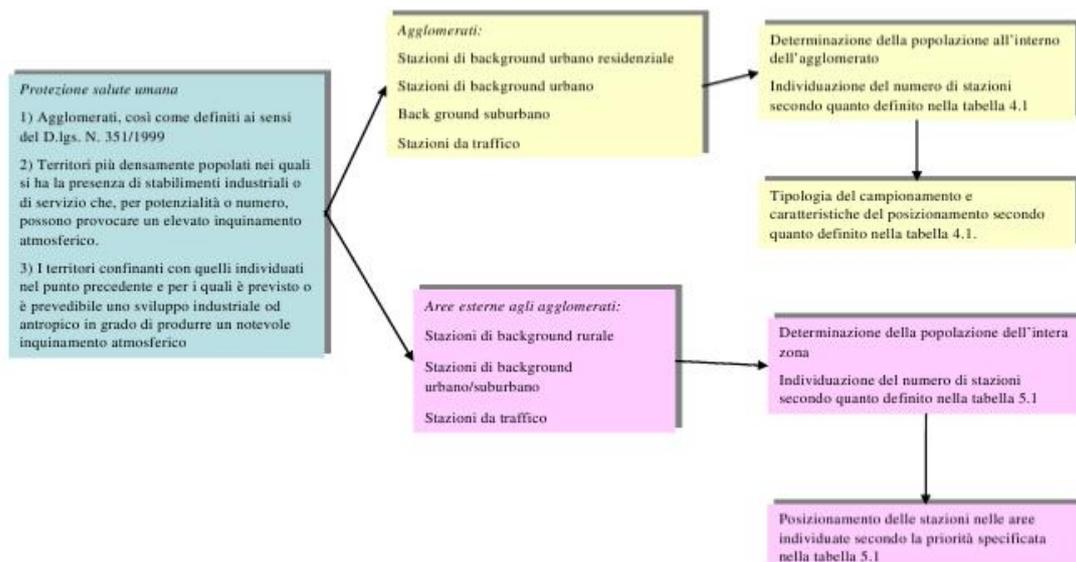


Figura 2-149: Caratteristiche delle stazioni per la protezione della salute umana (da Linee guida per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria in Italia, APAT, 2004).

Popolazione dell'agglomerato	Numero di stazioni minimo	Tipologia stazione	Tipologia zona	Caratteristiche zona
0 ÷ 249999	1	Background	Urbana	Residenziale/Commerciale
250000÷499999	2	Background	Urbana	Residenziale/Commerciale
		Traffico	Urbana	Residenziale
500000 ÷ 999999	3	Background	Urbana	Residenziale/Commerciale
		Background	Urbana	Parchi/impianti sportivi e/o scolastici
		Traffico	Urbana	Residenziale
1000000 ÷ 1499999	4	Background	Urbana	Residenziale/Commerciale
		Background	Urbana	Parchi/impianti sportivi e/o scolastici
		Background	Suburbana	Non nelle immediate vicinanze dell'area di massima emissione, sottovento rispetto alle direzioni del vento, in condizioni favorevoli alla formazione di ozono
		Traffico	Urbana	Residenziale
1500000 ÷ 1999999	5	Background	Urbana	Residenziale/Commerciale
		Background	Urbana	Parchi/impianti sportivi e/o scolastici
		Background	Suburbana	Non nelle immediate vicinanze dell'area di massima emissione, sottovento rispetto alle direzioni del vento, in condizioni favorevoli alla formazione d'ozono
		Traffico	Urbana	Residenziale
		Traffico	Suburbana	Residenziale/Commerciale/industriale

Figura 2-150: Criteri per la scelta del numero di centraline fisse da installare per la protezione della salute umana (da Linee guida per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria in Italia, APAT, 2004 ).

Popolazione della zona	Numero minimo di Stazioni	Tipologia del campionamento
0 ÷ 249999	1	Background rurale/urbano/suburbano **
250000÷499999	2	Background rurale
		Background suburbano/urbano
500000 ÷ 999999	3	Background rurale
		Background suburbano/urbano
		Traffico
1000000 ÷ 1499999	4	Background rurale e Background suburbano/urbano
		Almeno 1 stazione da traffico
1500000 ÷ 1999999	5	Background rurale e Background suburbano/urbano
		Almeno 2 stazioni da traffico
2.000.000 ÷ 2.749.999	6	Background rurale e Background suburbano/urbano
		Almeno 2 stazioni da traffico

\*\* Nelle aree in cui è previsto un solo punto di campionamento (popolazione < 250000 abitanti), la scelta tra rurale, urbano e suburbano deve rispecchiare la distribuzione della popolazione; la stazione va scelta della tipologia che rappresenti l'area in cui vive la maggioranza della popolazione.

Figura 2-151: Criteri per la scelta del numero di centraline fisse da installare per la protezione della salute umana in aree esterne dagli agglomerati (da Linee guida per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria in Italia, APAT, 2004).

Ubicazione delle stazioni per la protezione della vegetazione	
Numero minimo punti di campionamento nelle aree individuate come idonee per valutare l'esposizione della vegetazione	Ogni 20000 Km <sup>2</sup> se i livelli superano le <i>soglie di valutazione superiori</i> . Ogni 40000 Km <sup>2</sup> se i livelli si situano tra le <i>soglie di valutazione superiore ed inferiore</i>
Area di rappresentatività della stazione	Raggio minimo 18 Km

Figura 2-152: Criteri per la scelta del numero di centraline fisse da installare per la protezione della vegetazione e degli ecosistemi (da Linee guida per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria in Italia, APAT, 2004).

Dall'analisi dei criteri per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria emerge che il numero di centraline fisse soddisfa certamente il numero minimo previsto dalla normativa vigente. Tuttavia una valutazione più dettagliata e spazializzata della situazione della qualità dell'aria è molto importante, specialmente nell'ottica di tutelare nel miglior modo possibile la salute dei cittadini. Inoltre solo una conoscenza precisa e localizzata dello stato di fatto consente di capire quanto le situazioni critiche siano circoscritte o piuttosto generalizzate, passaggio obbligato che deve precedere la fase decisionale in cui vengono definite le azioni da intraprendere.

In quest'ottica Arpa Veneto ha intrapreso il progetto DOCUP (Documento Unico di Programmazione), le cui attività, oltre all'ottimizzazione della rete fissa di monitoraggio, comprendono la mappatura delle aree remote, cioè i territori regionali dove non si hanno informazioni sufficienti a valutare lo stato della qualità dell'aria. Lo scopo della mappatura è la realizzazione di una zonizzazione regionale, richiesta alle Regioni dal D.Lgs. 351/1999 che impone la preparazione di Piani d'Azione, di Risanamento o di Mantenimento.

Il progetto ha riguardato due diverse tipologie di monitoraggio:

- campagne con campionatori passivi
- campagne con stazioni rilocabili.

La campagna con i campionatori passivi è stata effettuata su punti appartenenti a una griglia regolare con maglie di lato pari a 18 km, in punti rappresentativi della concentrazione di fondo, sia esso urbano, suburbano o rurale, e quindi lontani da sorgenti di emissione.

I punti della griglia contenuti all'interno della provincia sono in totale 9, quelli all'interno dell'area in esame sono soltanto 2: uno nel Comune di Verona e uno in quello di Sona.



Figura 2-153: Punti di misura dei campionamenti passivi del progetto di mappatura di aree remote DOCUP: griglia regolare 18x18 km.

In questa campagna sono stati misurati biossido di azoto, ozono e benzene. In tutte le stazioni mappate non si sono riscontrati problemi con i limiti di legge per quanto riguarda il biossido

di azoto, che è risultato molto basso se confrontato con la media regionale. I valori di benzene registrati nella stazione di Sona sono risultati leggermente maggiori rispetto a quelli delle altre stazioni, anche se comunque al di sotto dei limiti di legge. I valori di ozono sono risultati leggermente maggiori nella provincia di Verona rispetto alle altre province venete. Si deve considerare comunque che tutte le stazioni esaminate sono state scelte perché rappresentative di condizioni di background. Questo spiega dunque i valori molto bassi misurati ad esempio per il biossido di azoto, che sono minori rispetto alle medie annuali delle stazioni fisse di background come Bosco Chiesanuova e Verona-Cason. Inoltre le campagne sono state effettuate mediante 8 intervalli di campionamento di una settimana ciascuno, distribuiti nell'arco dell'anno. Questo comporta che le medie ottenute non siano esattamente confrontabili con i limiti di legge imposti sui valori medi annuali.

Le campagne con stazioni mobili effettuate all'interno del progetto hanno riguardato invece i Comuni di Verona, Bussolengo, Castel d'Azzano, Pescantina, S.Giovanni Lupatoto, Sommacampagna, Sona e Villafranca di Verona. In queste campagne è stato monitorato anche il  $PM_{10}$ , che è stato confrontato con quello delle stazioni fisse di Verona Corso Milano e Cason. Il progetto ha messo in luce come i valori di concentrazione durante i mesi estivi, in prossimità dei minimi, siano tutti molto simili tra loro e rilevino una sorta di concentrazione di "fondo", mentre durante i mesi invernali le differenze si concentrano maggiormente sui picchi piuttosto che sull'andamento.

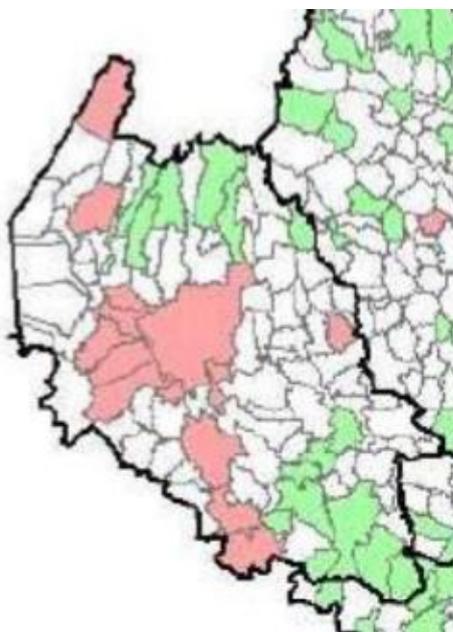


Figura 2-154: Comuni interessati dal progetto di mappatura di aree remote DOCUP: in verde i Comuni che hanno beneficiato del finanziamento, in rosso quelli monitorati al di fuori del progetto.

Oltre alle campagne effettuate all'interno del progetto DOCUP, ARPAV ha effettuato una serie di campagne di misura con mezzi mobili, che sono state analizzate con attenzione, specialmente in concomitanza con gli episodi di inquinamento acuto, e i cui risultati sono riportati nel presente documento.

In generale si riscontra una discreta corrispondenza tra gli andamenti dei valori misurati dal mezzo mobile rispetto a quanto misurato nelle centraline fisse, ad eccezione del monossido di carbonio e del biossido di zolfo, i cui valori sono in alcune stazioni anomali. Tenendo conto però che questi inquinanti non rappresentano un problema grave per la qualità dell'aria, si può affermare che il confronto con le centraline fisse e la loro spazializzazione sul territorio siano meno significativi.

Le campagne mobili hanno anche un ulteriore importante ruolo: consentono di monitorare un inquinante come il PM<sub>10</sub>, il cui nocivo effetto sulla salute umana è stato significativamente dimostrato. Esso viene misurato in sole tre stazioni fisse (di cui una di background rurale come Bosco Chiesanuova e due all'interno del Comune di Verona), diversamente ad esempio dal biossido di azoto che è monitorato in tutte le stazioni fisse.

Si è calcolato il numero di giorni di campagna di misura effettuate su ciascuno dei Comuni in esame nel quinquennio 2004-2008. Esso è riportato nella mappa riportata in Figura 2-155. Si può osservare come in alcuni Comuni non sia stata effettuata alcuna campagna di misura durante il periodo osservato.

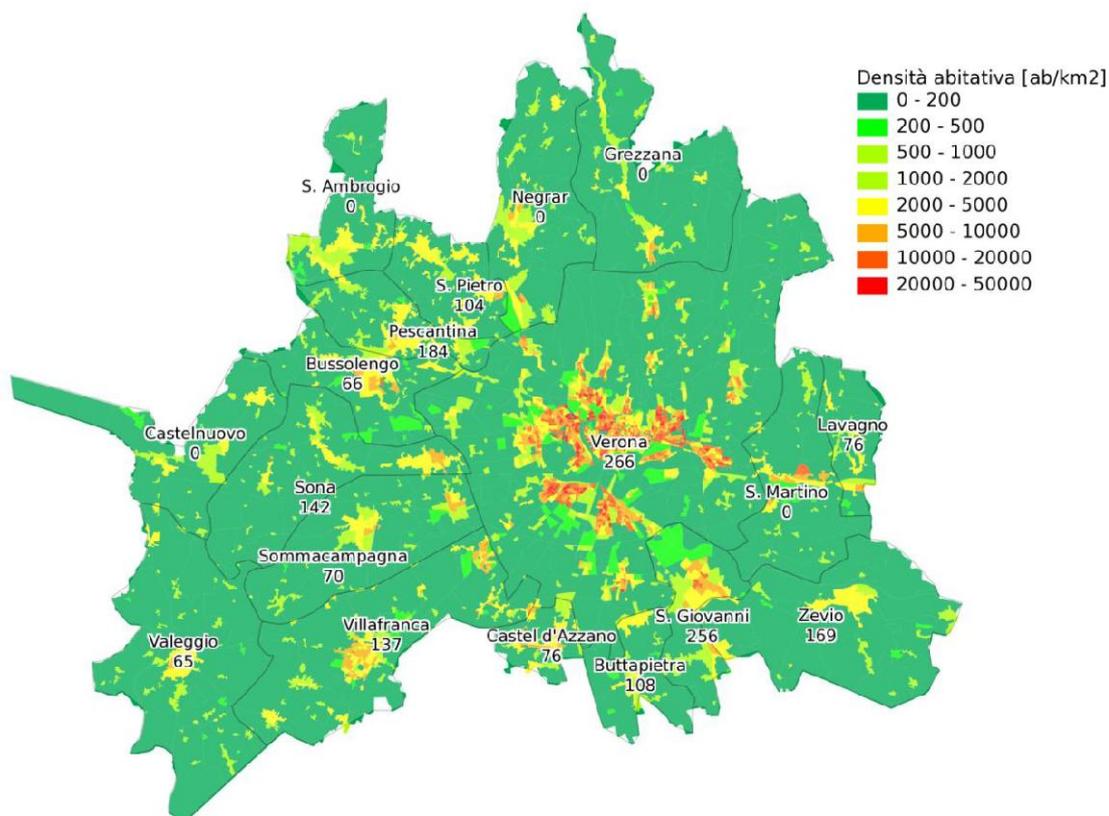


Figura 2-155: Giornate di misura effettuate con i mezzi e le stazioni mobili durante il quinquennio 2004-2008.

In generale, dato che le campagne mobili rappresentano un valido strumento per poter fotografare l'inquinamento atmosferico in punti del territorio non coperti da centraline fisse, è auspicabile che l'organizzazione e la pianificazione delle campagne sia il più uniforme

possibile, tenendo conto però anche delle specificità e delle criticità locali, anche in relazione alla distribuzione della popolazione.

Analizzando i dati delle campagne, si è visto che spesso il numero di giorni di misura del  $PM_{10}$  è inferiore alla durata totale della campagna. Questo, oltre a rendere più complessa l'analisi dei dati, dal momento che non c'è una corrispondenza univoca tra le date delle campagne e quelle dei dati di  $PM_{10}$ , rende più difficile il confronto con i dati delle centraline fisse. Infatti, il dato di  $PM_{10}$  è giornaliero per cui, diminuendo il numero di giorni di misura, si diminuisce la dimensione del campione statistico e si rende il confronto meno significativo. Un esempio di questo problema è riportato in Figura 2-156 e fa riferimento ad una campagna effettuata nel Comune di Villafranca di Verona tra il 3.9.2004 e il 12.10.2004. Il  $PM_{10}$  sembra avere un comportamento molto simile a quello della centralina di Corso Milano, nei primi giorni è addirittura maggiore, poi diventa minore. Avendo però pochi dati a disposizione, è difficile fare delle valutazioni sul confronto tra i due punti di misura.

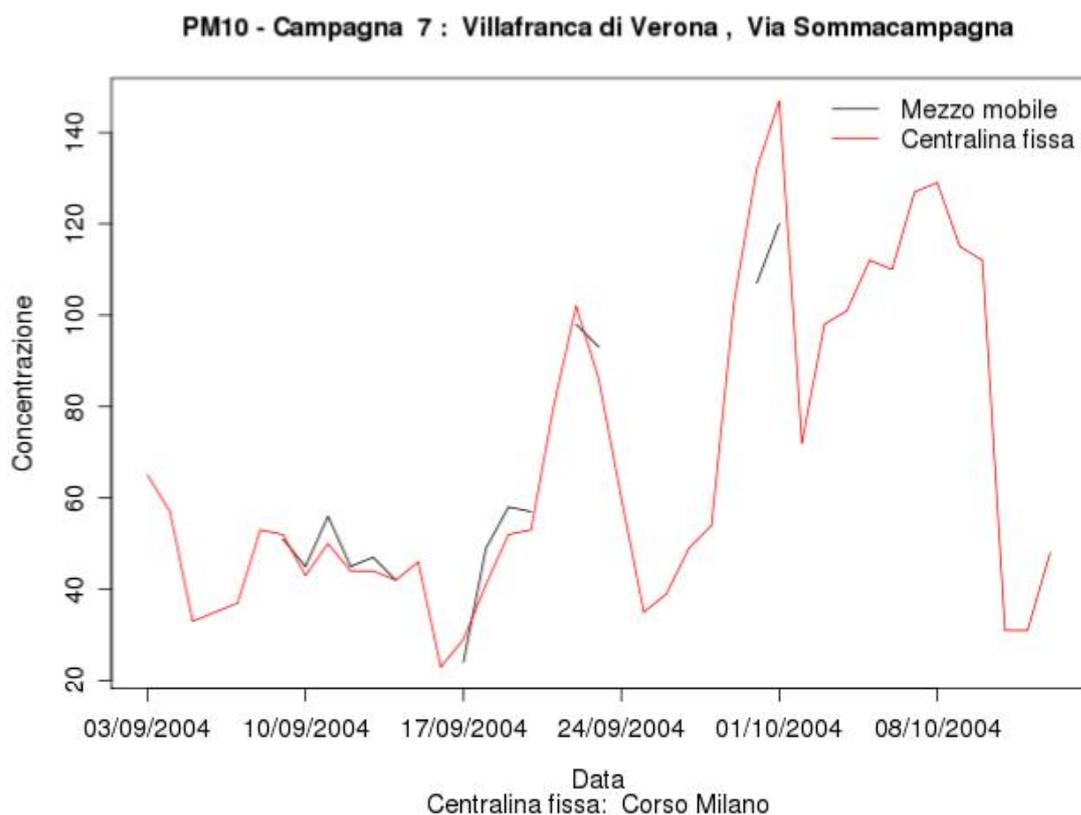


Figura 2-156: Andamento del  $PM_{10}$  misurato a Villafranca, in via Sommacampagna tra il 3.9.2004 e il 12.10.2004 e quello rilevato nello stesso periodo nella centralina fissa di Corso Milano.

Una considerazione importante riguarda il  $PM_{2.5}$ . Nelle centraline fisse esso viene quasi sempre misurato in corrispondenza dei punti di campionamento del  $PM_{10}$ , secondo quanto previsto dal D.M. 60/2002 (capo IV, articolo 18). Nelle centraline in provincia di Verona, esso è misurato solo nella stazione di Verona Cason. Se da un lato sarebbe importante che venisse monitorato in più punti del territorio, anche alla luce dell'attenzione dedicata a questo

inquinante dalla Direttiva 2008/50/CE, dall'altro sarebbe utile che la misurazione avvenisse in modo sistematico anche nelle campagne mobili.

Vale la pena ricordare che il PRTRA impone ai Comuni ricadenti nelle zone A e B, che intendano proporre una classificazione diversa da quella di assegnazione, l'obbligo di presentare alla Regione Veneto un quadro di riferimento sullo stato della qualità dell'aria nel territorio comunale, corredato di una serie di dati rappresentativa di 1 anno di monitoraggio della qualità dell'aria (per tutti gli inquinanti convenzionali e non) e di dati sulle principali fonti di emissione, che ne giustifichi l'esclusione dalle zone di tipo A o B.

Ad integrazione di quanto sopra esposto, ARPAV ha segnalato quanto segue:

- il progetto DOCUP si è chiuso nel 2006 e del 2006 è la nuova zonizzazione della Regione Veneto;
- il nuovo progetto di monitoraggio su griglia nasce dall'esigenza di conoscere su area "vasta" (la maglia di 18 x 18 km) l'inquinamento da PM<sub>10</sub> e da altre specie inquinanti. In questo contesto, i dati non possono essere considerati solo in base ai singoli punti di griglia ma appunto unendo i risultati dei monitoraggi dei quattro vertici del quadrato, monitoraggi che sono stati studiati in modo da coprire tutto l'anno anche se con periodi di misura discontinui (per questo motivo i monitoraggi non venivano effettuati in contemporanea nei quattro vertici, ma scaglionati lungo tutto l'anno). L'analisi completa dei dati fornisce un dato spalmabile su tutta l'area compresa fra i quattro vertici. Non si hanno, invece, informazioni su singole fonti emissive o criticità puntuali.
- Le ulteriori campagne effettuate da ARPAV seguono una logica di pianificazione locale che tiene conto anche delle criticità presenti sul territorio e delle segnalazioni/richieste dei Comuni. È pertanto fuorviante confrontare i giorni di monitoraggio nei vari Comuni: in alcuni casi si tratta di Comuni che rientravano nel DOCUP e anche nel monitoraggio a griglia in altri casi sono state oggetto di monitoraggio fonti puntuali e quindi scarsamente rappresentative della situazione a vasto raggio, ecc. Quindi le campagne di misura effettuate da ARPAV cercano di rispondere a due esigenze: valutazione di criticità puntuali, misura dell'inquinamento su area vasta. Richiedere ulteriori punti di misura fissi è argomento molto delicato: vi è una precisa normativa in materia studiata in modo da avere sufficienti punti di monitoraggio in base alle caratteristiche del territorio. La rete ARPAV è in parte ridondante rispetto a questa normativa. Vi è inoltre un continuo impegno nell'adeguare la rete, che ha portato ad esempio ad aumentare i punti di monitoraggio del PM<sub>2.5</sub>. Ulteriori punti di misura significano inoltre un notevole impegno di risorse sia strumentali che umane, che devono essere ben giustificate.

- Le stazioni di Ca' del Bue, Matozze, San Giovanni Lupatoto fanno parte della rete di rilevamento di AGSM – Ca' del Bue. Sono gestite da ARPAV ma non appartengono alla rete di rilevamento regionale. Il loro posizionamento è stato determinato ormai molti anni fa in relazione all'impianto di Ca' del Bue che ora non è più in funzione, in un'ottica quindi "locale". È molto probabile che nel futuro si debba rivedere il loro posizionamento.

### **2.2.5.2 Analisi dell'efficacia di precedenti provvedimenti per la tutela della qualità dell'aria**

Il Comune di Verona e gli altri Comuni interessati dal presente elaborato tecnico a servizio del Piano hanno intrapreso nel corso degli anni differenti misure per cercare di contenere il fenomeno dell'inquinamento atmosferico.

Tra i provvedimenti adottati, collegati alla sorgente del traffico, ci sono il blocco della circolazione di alcune categorie di veicoli più inquinanti, in determinati periodi dell'anno e in determinate fasce orarie con finalità di prevenzione e contenimento degli episodi acuti di inquinamento atmosferico. Un altro tipo di provvedimento adottato consiste nel blocco totale del traffico in alcune domeniche selezionate.

Negli ultimi anni (dal 2007) non sono più stati adottati provvedimenti di limitazione alla circolazione (come le targhe alterne) in alcuni giorni della settimana o dopo lo sfioramento di più giorni consecutivi del limite giornaliero di  $PM_{10}$ .

Parallelamente all'adozione di misure volte a limitare le emissioni provenienti dal traffico, le amministrazioni comunali hanno effettuato periodicamente dei lavaggi delle strade, al fine di evitare l'accumulo di polveri lungo le piattaforme stradali.

La valutazione dell'efficacia dei provvedimenti presi in passato non è semplice. Da un lato infatti c'è carenza di informazioni: i dati forniti sono parziali e riguardano solo alcuni Comuni. Per stimare l'effettiva riduzione sulle emissioni, sarebbero invece necessari dei dati sull'effettiva riduzione di traffico ottenuta. Dall'altro, anche quando si hanno a disposizione dei dati, la valutazione riguardo l'efficacia raggiunta può risultare complicata dal fatto che i dati talvolta risultano incongruenti e poco chiari. Un esempio è quello riguardante la domenica ecologica effettuata nel Comune di Verona il giorno 8 febbraio 2008, di cui sono stati forniti anche i dati di traffico.

Dai dati forniti, si evince una diminuzione del traffico lungo la circonvallazione interna della città (Figura 2-157), ma un numero maggiore di ingressi ai varchi della città (Figura 2-158). Queste due informazioni, in contrasto tra loro, rendono complessa la stima della valutazione dell'efficacia del provvedimento adottato.

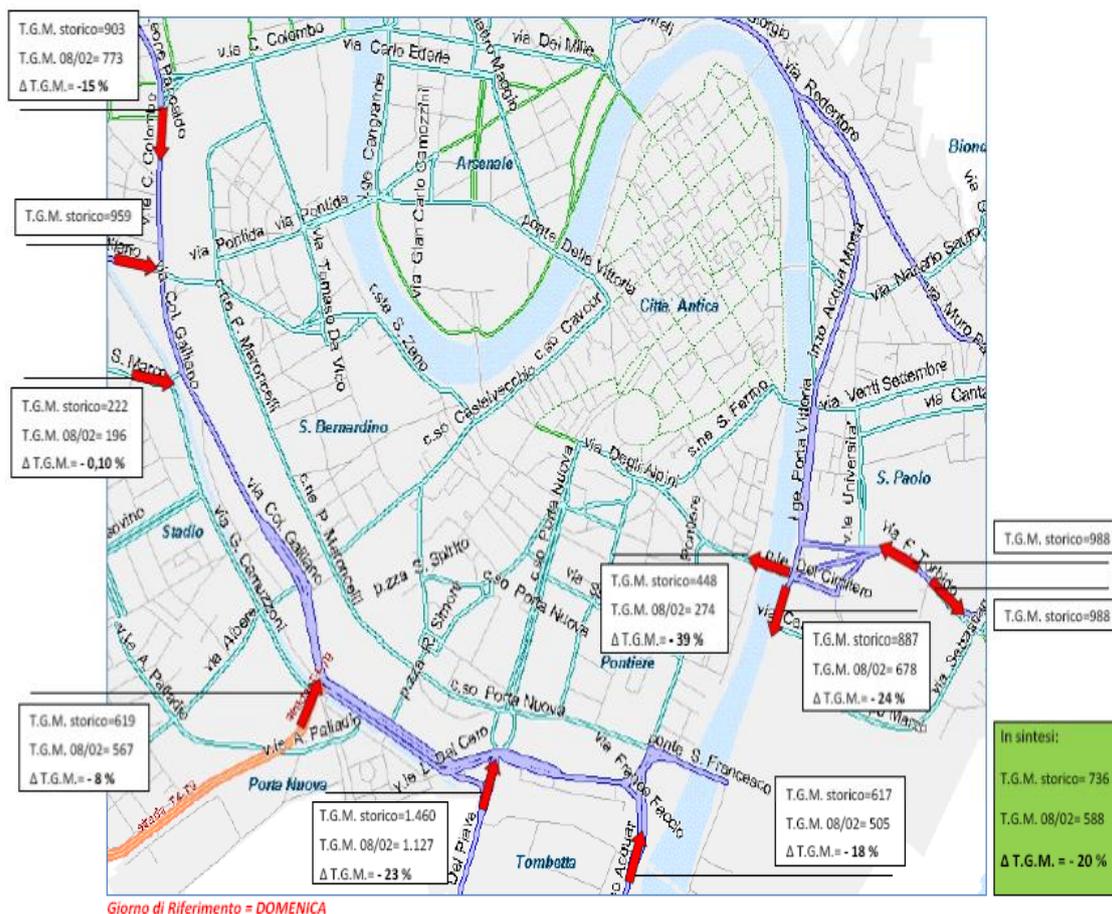


Figura 2-157: Variazioni di traffico del giorno 8 febbraio 2008 in corrispondenza della circonvallazione interna di Verona rispetto alle altre domeniche dell'anno (Comune di Verona, Ufficio Mobilità e Traffico).

(A) -> profilo storico di riferimento (domenica); (B) -> Domenica 8 Febbraio 2009

Stazione di rilevamento	(A)		(B)		variazioni %	
	ingressi storico	uscite storico	ingressi dom 8 feb	uscite dom 8 feb	ingressi	uscite
Via A. da Legnago	5.275	4.940	5.311	4.211	0,68%	-17,31%
Via Unità d'Italia	10.141	11.547	8.292	11.587	-22,30%	0,35%
Via Legnago	6.385	7.038	6.204	7.134	-2,92%	1,35%
Via Golino	7.046	5.063	7.280	5.121	3,21%	1,13%
V.le delle Nazioni	11.141	7.517	12.283	7.313	9,30%	-2,79%
Via Mantovana	4.247	4.527	4.531	4.719	6,27%	4,07%
Verona Nord T4-T9	14.158	14.045	16.714	15.658	15,29%	10,30%
Strada Bresciana	5.603	4.959	5.973	5.480	6,19%	9,51%
Via Preare	12.143	12.038	11.129	11.045	-9,11%	-8,99%
<b>TOTALE</b>	<b>76.139</b>	<b>71.674</b>	<b>77.717</b>	<b>72.268</b>	<b>2,03%</b>	<b>0,82%</b>

Figura 2-158: Variazioni di traffico del giorno 8 febbraio 2008 in corrispondenza dei varchi di accesso alla città rispetto alle altre domeniche dell'anno (Comune di Verona, Ufficio Mobilità e Traffico).

Ancora più complicata risulta poi la valutazione dell'efficacia del provvedimento in termini di miglioramento della qualità dell'aria. La variabilità delle condizioni meteorologiche rende di

difficile interpretazione il confronto tra concentrazioni rilevate in giorni caratterizzati da condizioni meteo molto diversificate. Infatti la quantità delle precipitazioni e l'intensità del vento assumono un ruolo determinante nell'abbattimento dei livelli di concentrazione delle polveri PM<sub>10</sub>, con efficacia nella loro azione comunque nettamente superiore rispetto alle misure di limitazione del traffico<sup>9</sup>.

Per un'analisi più approfondita dell'efficacia dei provvedimenti è quindi indispensabile raccogliere tutti i dati di traffico in caso di presenza e di assenza di provvedimenti, al fine di rendere possibile un confronto. È importante tener conto però che spesso il numero di giorni in cui vengono attuati i diversi provvedimenti è talmente limitato che le analisi statistiche sulle concentrazioni di PM<sub>10</sub> rilevate nelle stazioni di monitoraggio difficilmente possono essere "robuste" e "rigorose".

### **2.2.6 Valutazione delle correlazioni fra situazioni meteorologiche e inquinamento (paragrafo a cura di ARPA Veneto)**

Si sono individuati da fine 2002 ad inizio 2010 i periodi acuti di inquinamento da PM<sub>10</sub>; utilizzando i dati della stazione di background urbano di Cason e scegliendo come criterio la persistenza per due giorni consecutivi di una concentrazione media giornaliera di 100 µg/m<sup>3</sup>. Per ogni periodo si sono analizzati sia i dati sintetici medi di intensità del vento, temperatura e pressione atmosferica registrati sempre a Cason, sia i parametri caratterizzanti il PBL quali l'altezza media di mescolamento, l'altezza della prima inversione termica nonché l'entità della stessa come differenza di temperatura tra suolo e quota dell'inversione (Tabella 2-148). La fonte dei dati per l'altezza di rimescolamento è la NOAA Air Resources Laboratory, tale altezza è stata calcolata nel punto di griglia di Verona Villafranca nel modello GDAS (Global Data Assimilation System). I dati relativi ai profili termici verticali sono stati estratti dai sondaggi effettuati alle 00 UTC a Bologna Capofiume. Tale radiosondaggio dista circa 90 km da Verona e 60 km dalla parte meridionale della provincia; esso, pertanto, risulta essere rappresentativo anche del PBL di pianura della nostra provincia specie in quelle situazioni di inibizione atmosferica. Nella Tabella 2-149 relativa agli episodi acuti osservati dal 2006-2010 si sono riportati anche i valori medi di concentrazioni registrati presso le stazioni urbane di Milano forniti da Arpa Lombardia ciò al fine di valutarne la correlazione.

<sup>9</sup> Valutazione dell'efficacia dei provvedimenti di limitazione del traffico nei comuni capoluogo di provincia del Veneto, novembre 2003-marzo 2004, ARPAV.

## 2.2.6.1 Risultati

### 2.2.6.1.1 Numero giorni di durata dell'evento

Si è indicato con esso la durata dell'evento nella sua totalità utilizzando anche i dati di PM<sub>10</sub> di B.go Milano e comunque considerando anche quei giorni con temporanee riduzioni delle concentrazioni ma con valori medi superiori a 50 µg/m<sup>3</sup>.

Gennaio 2002 presenta ben 20 giorni di criticità, segue novembre 2003, febbraio 2004, gennaio-febbraio 2007 con 10 giorni ed infine febbraio 2008 con 11 giorni.

### 2.2.6.1.2 Concentrazione PM<sub>10</sub> e crescita giornaliera

Nella Tabella 2-148 si sono riportati nella relativa colonna i dati di concentrazione media di PM<sub>10</sub> misurata a Cason e calcolata sul periodo di criticità. Emerge dall'insieme di dati come l'evento più acuto risulti essere il 19-29 febbraio 2008 con una media di 148 µg/m<sup>3</sup>. Il fenomeno è persistito per 11 giorni con valori medi giornalieri superiori a 100 µg/m<sup>3</sup>, un massimo di 201 µg/m<sup>3</sup> nel giorno 23 febbraio. Il rate giornaliero esprime la crescita giornaliera della concentrazione di PM<sub>10</sub> sempre espressa in µg/m<sup>3</sup> che avviene durante l'evento acuto. Per l'insieme degli eventi esaminati si va dai 14 ai 40 µg/m<sup>3</sup> con una media di 23 µg/m<sup>3</sup>.

### 2.2.6.1.3 Parametri meteorologici

I parametri meteorologici riportati in Tabella 2-148 e Tabella 2-149 e relativi alla stazione di Cason sono stati la velocità del vento, la temperatura e la pressione atmosferica intesi come valori medi del periodo acuto esaminato. La **velocità del vento** è il principale indicatore dell'entità della turbolenza meccanica principale responsabile della dispersione degli inquinanti, pertanto la sua inibizione prolungata per diversi giorni comporta un progressivo aumento delle concentrazioni degli inquinanti. Ed è proprio la bassissima velocità del vento la proprietà caratterizzante di tutti gli eventi acuti. Si spazia infatti da un valore minimo di 0.1 m/s fino ad un massimo di 1.8 m/s con una media di 0.7 m/s.

La **pressione atmosferica** è un altro indicatore sintetico che testimonia la presenza o meno di strutture anticicloniche che favoriscono sia l'insorgere delle inversioni termiche, sia la calma di vento entrambi fattori che favoriscono la crescita delle concentrazioni di inquinanti. Il 70% degli eventi acuti presenta un valore medio di pressione atmosferica superiore ai 1012 hPa associato quindi a campi anticiclonici o quanto meno a valori livellati prossimi al valore normale, i rimanenti casi con valori di tipo depressionario sono associati ad episodi di durata massima di due giorni.

La **temperatura** è un indicatore del rimescolamento dell'aria dovuto alla presenza di vortici di natura convettiva. Pertanto elevate temperature come quelle che si registrano in estate con forte insolazione contribuiscono ad un efficace rimescolamento operato da vortici turbolenti

di natura termica favorendo basse concentrazioni dei vari inquinanti, mentre durante il periodo invernale l'inibizione di tali moti porta come conseguenza la scarsa dispersione delle emissioni inquinanti con aumento delle concentrazioni degli stessi misurati dalle varie centraline.

Il 54% degli eventi acuti presentano valori medi della temperatura compresi tra  $-0.9^{\circ}\text{C}$  e  $5^{\circ}\text{C}$ , il 22% valori tra  $5^{\circ}\text{C}$  e  $10^{\circ}\text{C}$ , ed infine il 24% valori superiori a  $10^{\circ}\text{C}$  ed inferiori a  $20^{\circ}\text{C}$ .

#### 2.2.6.1.4 Parametri dello stato limite atmosferico

Ricordiamo che per stato limite atmosferico si intende quella porzione di atmosfera che si estende dai primi 100-3000 metri ed è direttamente influenzata dai cambiamenti indotti dalla adiacente superficie terrestre nell'intervallo di circa un'ora. I meccanismi di interazione tra atmosfera e superficie terrestre sono: l'attrito meccanico, l'evaporazione, il trasferimento del calore (sensibile e latente), l'emissione di inquinanti, variazioni della circolazione atmosferica causa il terreno ecc. Parametro essenziale è l'**altezza di rimescolamento**, cioè la quota dello strato in prossimità del suolo all'interno del quale gli inquinanti emessi in tale strato vengono dispersi in verticale o per turbolenza termica o per turbolenza meccanica in un tempo di circa un'ora [COST Action 710, 1988], essa presenta una variabilità sia diurna che stagionale, per Verona quest'ultima spazia dai 600 metri di gennaio ai 2000 di luglio (Figura 2-159).

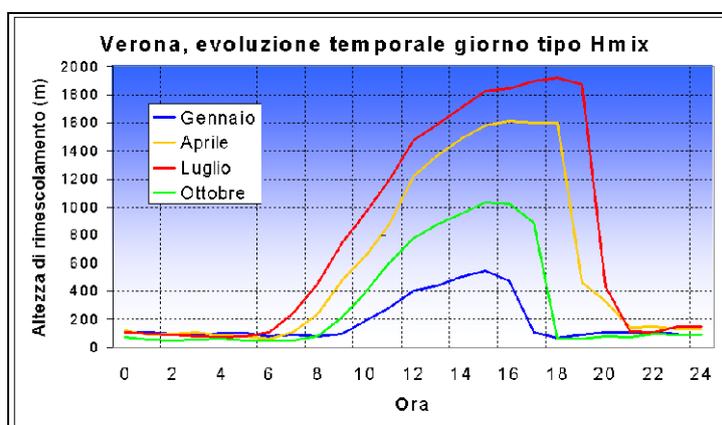


Figura 2-159: Andamento diurno e stagionale dell'altezza di rimescolamento a Verona.

Più tale altezza risulta bassa e maggiormente risulta ridotto il volume ove si possono diluire gli inquinanti. Esaminando i valori di tale altezza media osservata nei casi acuti si evidenzia che l'87% dei casi presenta un valore compreso tra i 100 ed i 300 metri, mentre il 13% tra 300 e 500 metri.

Come riferito sopra per ogni evento si è estratto anche il sondaggio termodinamico delle ore 00 UTC di Bologna Capo Fiume, analizzando così, per il giorno di massima concentrazione, l'**altezza d'inversione** ovvero la quota ove la temperatura inizia a diminuire portandosi verso l'alto. Ricordiamo infatti che l'inversione termica è una anomalia nel profilo verticale della temperatura in prossimità degli strati più vicini al suolo per cui salendo con la quota la

temperatura aumenta anziché diminuire (gradiente termico verticale positivo); questo dovuto sia al forte raffreddamento radiativo operato dal suolo nei confronti degli strati più bassi della troposfera, sia alla calma di vento, sia all'effetto di subsidenza in seno a strutture anticloniche. Oltre alla quota dell'altezza d'inversione abbiamo calcolato anche la *differenza termica* ( $\delta T$ ) tra il suolo e la quota dell'inversione stessa, questo per valutare l'intensità e persistenza del fenomeno. La presenza di forti inversione con alte differenze termiche inibisce il trasporto verticale degli inquinanti emessi. Come si evince da Tabella 2-148 e Tabella 2-149, in tutti i casi acuti vi è stata presenza di inversione termica con un  $\Delta T$  compreso tra  $+0.1^{\circ}\text{C}$  e  $+17.6^{\circ}\text{C}$  con una media calcolata su tutti i dati di  $+7.2^{\circ}\text{C}$ .

Tabella 2-148: Periodi acuti di inquinamento da  $\text{PM}_{10}$  da fine 2002 ad inizio 2010.

ANNO	Periodo	n° giorni	Cason $\text{PM}_{10}$ [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Rate/day [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Vento medio [m/s]	Pressione media [hPa]	T media [ $^{\circ}\text{C}$ ]	hmix media [m]	h di invers. [m]	$\Delta T$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]
2002	5-25 gen	20	119	17	0.8	1024	-0.9	166	550	5.2
2003	14-18 gen	5	125	27	0.1	1027	0.9	192	250	10.5
2003	28-30 gen	3	119	25	0.1	1003	7	142	434	8.1
2003	28 feb-2 mar	3	123	30	0.8	1022	11	300	206	8.2
2003	8-13 mar	6	125	14	0.6	1022	16	230	319	7.4
2003	3-4 ott	2	120	31	1	1010	18	365	113	2.8
2003	14-23 nov	10	107	22	0.8	1022	8.6	150	168	0.6
2003	18-21 dic	4	126	28	0.8	1027	3.4	174	562	4.6
2004	8-14 gen	7	100	20	1.8	1012	2.8	164	370	11.3
2004	25-27 gen	3	119	30	0.3	1009	1.2	270	124	3.9
2004	31 gen-11 feb	10	116	25	0.3	1025	4	188	765	15.9
2004	26-28 nov	3	109	20	0.1	1022	4.9	230	421	4.0
2005	5-12 gen	8	100	22	0.2	1027	1.6	234	831	11.7
2005	9-11 feb	3	111	20	0.2	1026	2.7	170	327	11.7
2005	4-5 mar	2	101	28	0.2	993	0.2	330	262	2.5
2005	15-19 mar	5	139	15	0.2	1019	11	161	167	10.0
2005	22-25 mar	4	98	18	0.3	1014	11.6	234	175	3.4
2005	5-12 gen	8	100	22	0.2	1027	1.6	234	831	11.7
2005	9-11 feb	3	111	20	0.2	1026	2.7	170	327	11.7
2005	4-5 mar	2	101	28	0.2	993	0.2	330	262	2.5
2005	15-19 mar	5	139	15	0.2	1019	11	161	167	10.0
2005	22-25 mar	4	98	18	0.3	1014	11.6	234	175	3.4

Tabella 2-149: Periodi acuti di inquinamento da  $\text{PM}_{10}$  da fine 2002 ad inizio 2010.

ANNO	Periodo	n° giorni	Cason $\text{PM}_{10}$ [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Rate/day [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	$\text{PM}_{10}$ max Milano [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Vento medio [m/s]	Pressione media [hPa]	T media [ $^{\circ}\text{C}$ ]	hmix media [m]	h di invers. [m]	$\Delta T$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]
2006	17-21 gen	5	109	18	167	1.3	1021	5.4	138	801	1.9
2006	8-9 feb	2	145	27	150	1.2	1000	-0.1	138	666	3.6
2006	14-17 feb	4	122	25	148	1.2	1002	3.7	165	189	6.9

2006	14-17 nov	4	118	26	131	1	1015	9.6	290	188	10.2
2007	7-11 gen	5	101	28	125	1	1013	7.6	144	428	5.8
2007	18-20 gen	2	101	21	138	1.1	1014	7.0	183	543	17.6
2007	23-gen (caso con buona dispersione)		25		26				426	278	4.8
2007	28 gen- 6 feb	10	114	17	137	1.1	1015	4.6	192	226	6.4
2007	21-24 feb	4	124	21	104	0.9	1006	12.0	246	124	5.6
2007	1-2 mar	2	101	17	110	1.3	999	12.8	427	62	13.2
2007	20 -22 dic	3	102	18	121	0.7	1025	4.7	76		
2007	29-30 dic	2	106	21	110	0.7	1019	0.0	104	1325	9.3
2008	30-31 gen	3	103	40	89	0.8	1018	0.8	175	951	4.4
2008	19-29 feb	11	148	27	185	0.9	1019	8.3	187	281	5.6
2009	27 feb-2 mar	4	123	40	135	0.7	1010	6.7	261	152	8.2

### 2.2.6.1.5 Ubiquitarietà degli eventi acuti

In meteorologia una massa d'aria è una regione di aria, di dimensioni variabili, che mostra caratteristiche simili di temperatura, umidità o stabilità verticale. Le masse d'aria vengono create quando l'aria diviene stagnante su una determinata regione d'origine (oceano, mare, continente o bacino aerologico) e di conseguenza assume caratteristiche tipiche di quella regione (ad es. aria calda e umida oceanica, fredda e secca continentale). In analogia alla definizione di massa d'aria, nel campo dell'inquinamento atmosferico è possibile identificare una massa d'aria chimica, (EPA 1996) come una porzione di atmosfera che essendo stagnante su una particolare area di sorgenti di emissione, ne assume le caratteristiche tipiche.

Per quanto riguarda i processi a scala regionale risultano particolarmente rilevanti i fenomeni di stagnazione della massa d'aria chimica; così ad esempio l'aria che risiede per un certo periodo sull'area padana, ricca di industrie, ad intensa attività umana ed elevato traffico, si arricchisce di sostanze inquinanti, quali ossidi di azoto e composti organici volatili, che, oltre a produrre direttamente inquinamento, rappresentano potenziali precursori dell'inquinamento da ozono. Si sono esaminate dal 2006 fino al 2010 anche la concentrazione rilevata presso stazioni urbane di qualità dell'aria di Milano facenti parte della rete di Arpa Lombardia quali le stazioni di Juvara e Verziere; come si evince dalla Tabella 2-149, vi è una buona correlazione tra le concentrazioni di queste stazioni collocate a distanza di circa 150 km e quelle di Cason; tale correlazione risulta alta anche per le stazioni di qualità dell'aria della zona di pianura del Veneto.

In Tabella 2-150 si riportano, per il periodo dal 2005 fino ai primi due mesi del 2010, la matrice di correlazione tra i valori medi giornalieri di concentrazione di PM<sub>10</sub> rilevati a B.go Milano e nelle equipollenti stazioni urbane di Juvara e Verziere (ARPA Lombardia) nonché i corrispondenti grafici (Figura 2-160, Figura 2-161, Figura 2-162, Figura 2-163, Figura 2-164,

Figura 2-165); analizzando l'andamento dei grafici si evidenzia la contemporaneità ed in parte l'ampiezza dei picchi di concentrazione che confermano il carattere ubiquitario del fenomeno specie nelle fasi più acute.

Tabella 2-150: Correlazione tra le concentrazioni misurate a Borgo Milano (VR) e Juvara, Verziere (MI).

Anno	correlazione tra B.go Milano (VR) e Juvara, Verziere(MI)
2005	0.80288
2006	0.74346
2007	0.8075
2008	0.82896
2009	0.82108
2010 (gen-feb)	0.75682

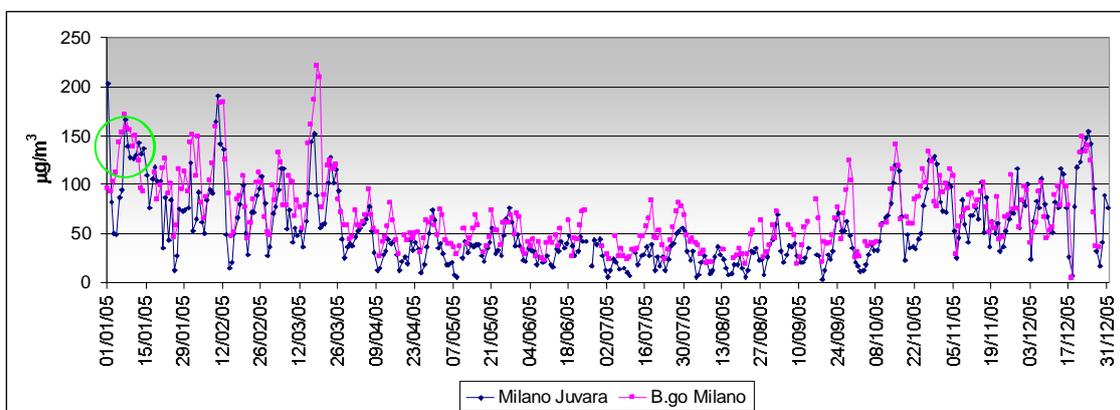


Figura 2-160: Andamento della concentrazione di PM<sub>10</sub> nell'anno 2005 tra le stazioni di B.go Milano e Milano Juvara.

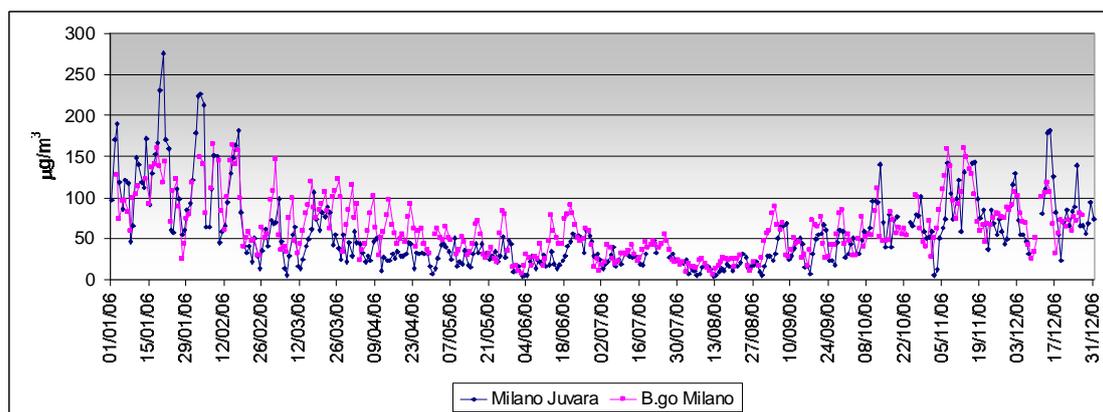


Figura 2-161: Andamento della concentrazione di PM<sub>10</sub> nell'anno 2006 tra le stazioni di B.go Milano e Milano Juvara.

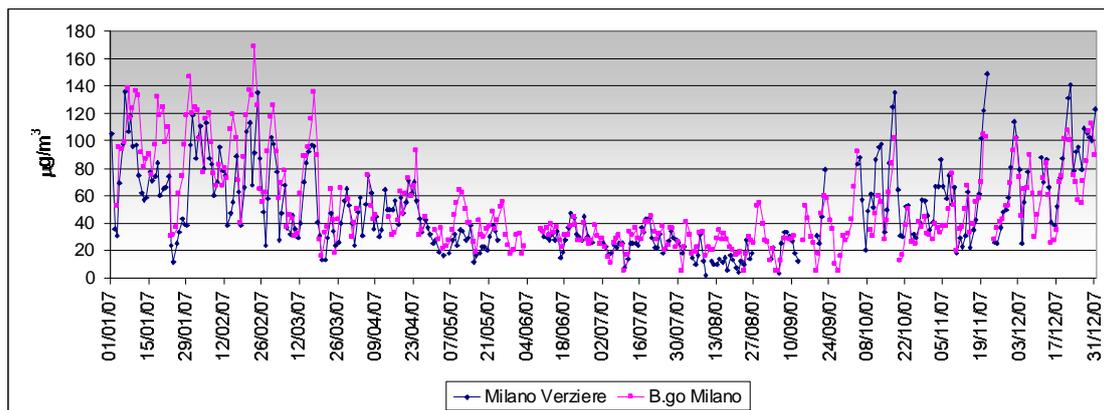


Figura 2-162: Andamento della concentrazione di PM<sub>10</sub> nell'anno 2007 tra le stazioni di B.go Milano e Milano Verziere.

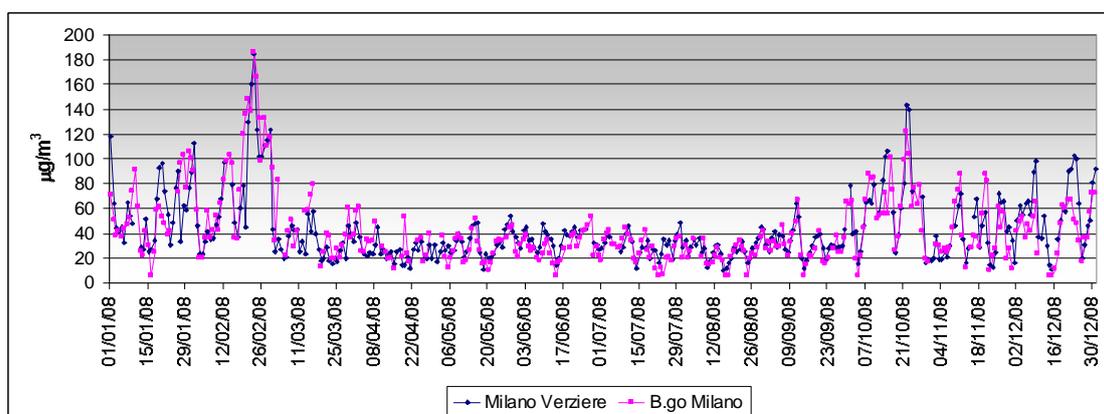


Figura 2-163: Andamento della concentrazione di PM<sub>10</sub> nell'anno 2008 tra le stazioni di B.go Milano e Milano Verziere.

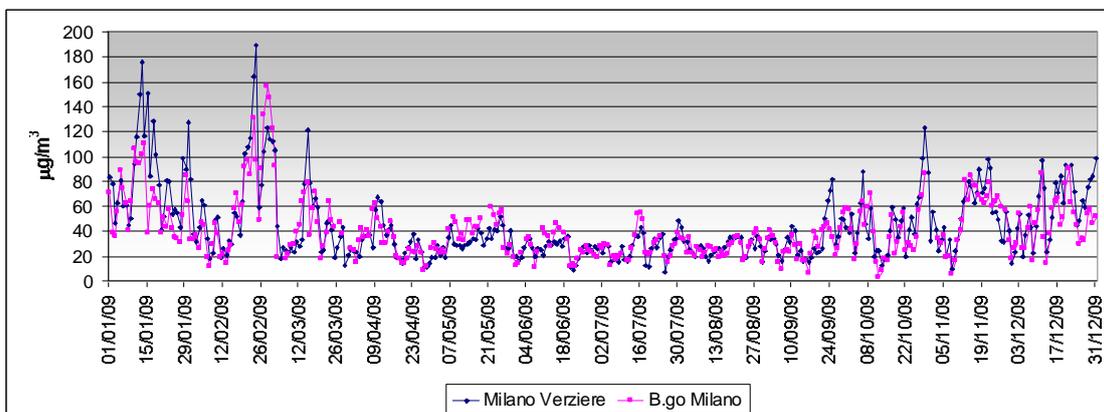


Figura 2-164: Andamento della concentrazione di PM<sub>10</sub> nell'anno 2009 tra le stazioni di B.go Milano e Milano Verziere.

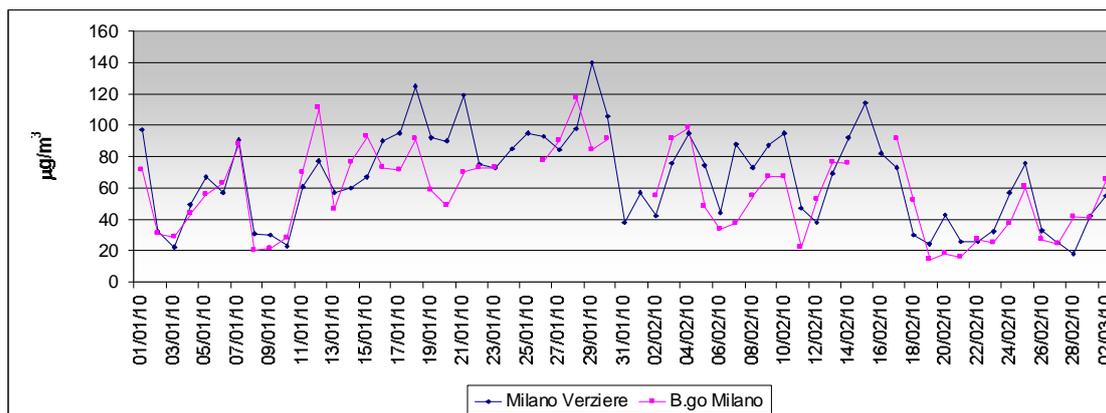


Figura 2-165: Andamento della concentrazione di PM<sub>10</sub> nei mesi di gennaio e febbraio del 2010 tra le stazioni di B.go Milano e Milano Verziera.

### 2.2.6.1.6 Esempio di distribuzione spaziale del PM<sub>10</sub> in un caso acuto

Nella Figura 2-166 relativa all'analisi della concentrazione di PM<sub>10</sub> nel giorno 19 febbraio 2008 sul nord Italia, si evidenzia la tipica distribuzione della concentrazione di PM<sub>10</sub> in Valle Padana durante le situazioni di inibizione di rimescolamento atmosferico dei bassi strati. Si osserva come la distribuzione dei massimi di concentrazione avvenga lungo l'asse principale della pianura stessa con uno spiccato gradiente di concentrazione lungo l'asse nord-sud.

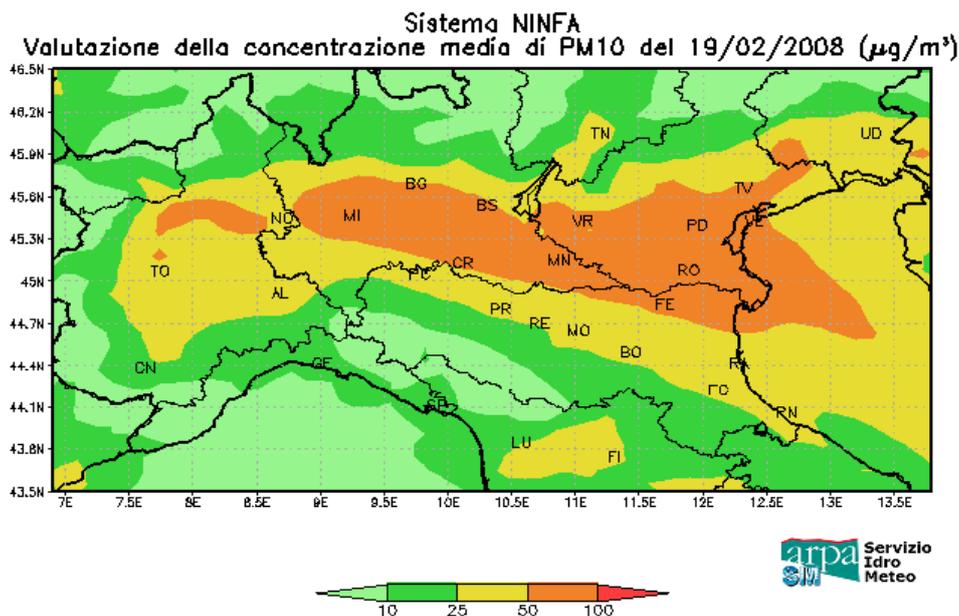


Figura 2-166: Analisi della concentrazione di PM<sub>10</sub> in un caso acuto di inquinamento su bacino padano-adriatico da modello NINFA (ARPA-ER).

### 2.2.6.1.7 Contributi del PM<sub>10</sub>

Dallo schema di Figura 2-167 si evidenzia come il valore di concentrazione del PM<sub>10</sub> registrata per esempio in un punto di monitoraggio urbano da traffico (hot spot) sia il contributo della componente regionale (background rurale o regionale), di quella urbana (background urbano), e della sorgente locale da traffico o industria. Mentre il PM<sub>10</sub> a livello regionale come si è visto in precedenza risponde ad una distribuzione ubiquitaria sul bacino

padano-adriatico in situazioni di progressivo accumulo di inquinanti, le componenti urbane e di “hot spot” sono invece una prerogativa locale e pertanto maggiormente sensibili a interventi di limitazione emissive.

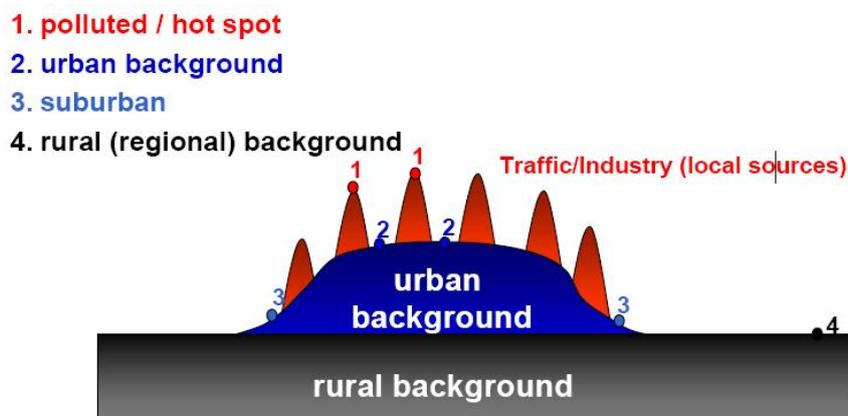


Figura 2-167: Schema concettuale di contributi alla concentrazione di PM<sub>10</sub> in diversi punti di monitoraggio.

Tale valutazione può essere confermata esaminando la settimana tipo di concentrazione di PM<sub>10</sub> presso le stazioni di monitoraggio di Cason e di B.go Milano calcolata per il 2009 (Figura 2-168). Si evidenzia come la riduzione emissiva da traffico e da attività industriale che interviene nelle giornate di sabato e domenica agisca su una riduzione media del 5-8% della concentrazione di PM<sub>10</sub>, tale evento riduce, appunto, il contributo di background urbano e di sorgenti locali da traffico o industria (hot spot).

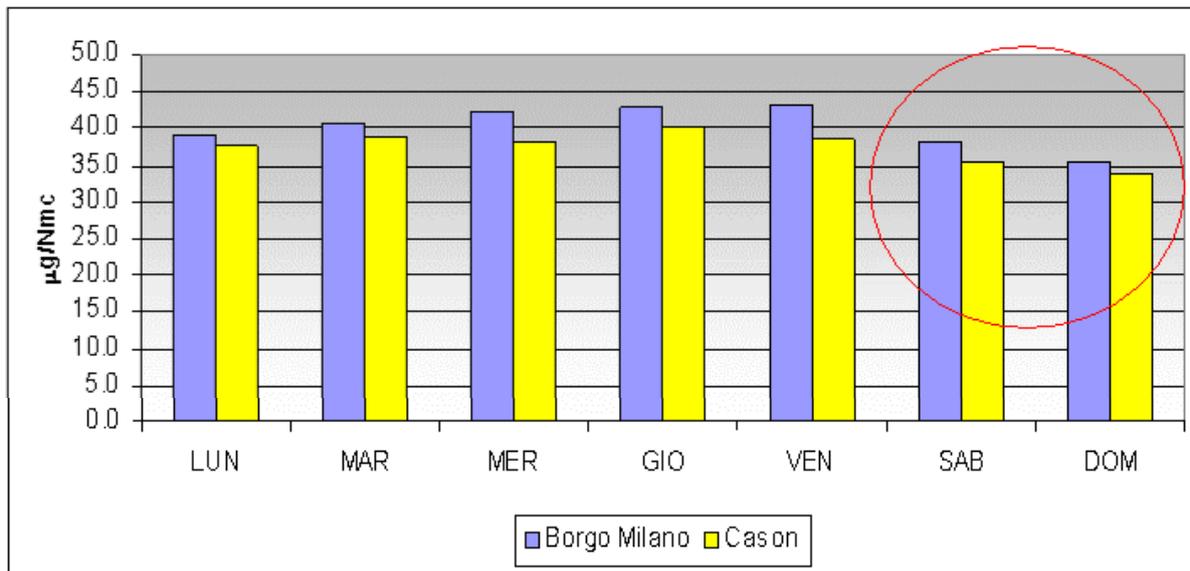


Figura 2-168: Settimana tipo di concentrazione di PM<sub>10</sub> calcolata a e B.go Milano e Cason nel 2009.

Un'interessante analisi è stata effettuata per evidenziare in modo ancora più evidente la correlazione tra i parametri meteorologici, ad esempio l'altezza di mescolamento  $H_{mix}$ , e le concentrazioni di inquinanti misurati. A tal fine sono stati analizzati i dati del radiometro di Legnago ed è stata calcolata l'altezza di mescolamento per ciascuna ora del giorno per il periodo compreso tra il 18 gennaio e il 28 febbraio 2008, che si è visto essere caratterizzato da

diversi episodi di inquinamento acuto (i dati dal 1 al 17 gennaio 2008 sono risultati non validi).

La valutazione è stata eseguita tramite estrazione e dei dati di temperatura, pressione e umidità e applicando il seguenti passaggi:

- viene estratto il profilo verticale di temperatura ed umidità dai dati grezzi del radiometro, dalla quota del terreno fino a 2000 m di quota su 27 livelli non equispaziati su cui misura lo strumento;
- viene estratto il dato di pressione al suolo;
- viene calcolato il profilo di temperatura potenziale secondo la formula sulla base della temperatura ad ogni quota e della pressione di riferimento;
- viene individuato il primo strato partendo dal basso in corrispondenza del quale si ha il gradiente verticale di temperatura potenziale superiore a 5 K/km; questo viene individuato come quota di miscelamento  $H_{mix}$ ;
- nel caso in cui tutto il profilo sia di atmosfera molto stabile (ovvero gradiente di temperatura potenziale ovunque superiore a 5 K/km) si assume una quota minima di riferimento  $H_{mix} = 50$  m;
- la serie oraria di  $H_{mix}$  così derivata viene processata attraverso un filtro che elimina variazioni eccessivamente brusche di  $H_{mix}$ , ovvero superiori a 500 m/h, sostituendo i valori consideranti non verosimili con la media tra il dato successivo e quello precedente.

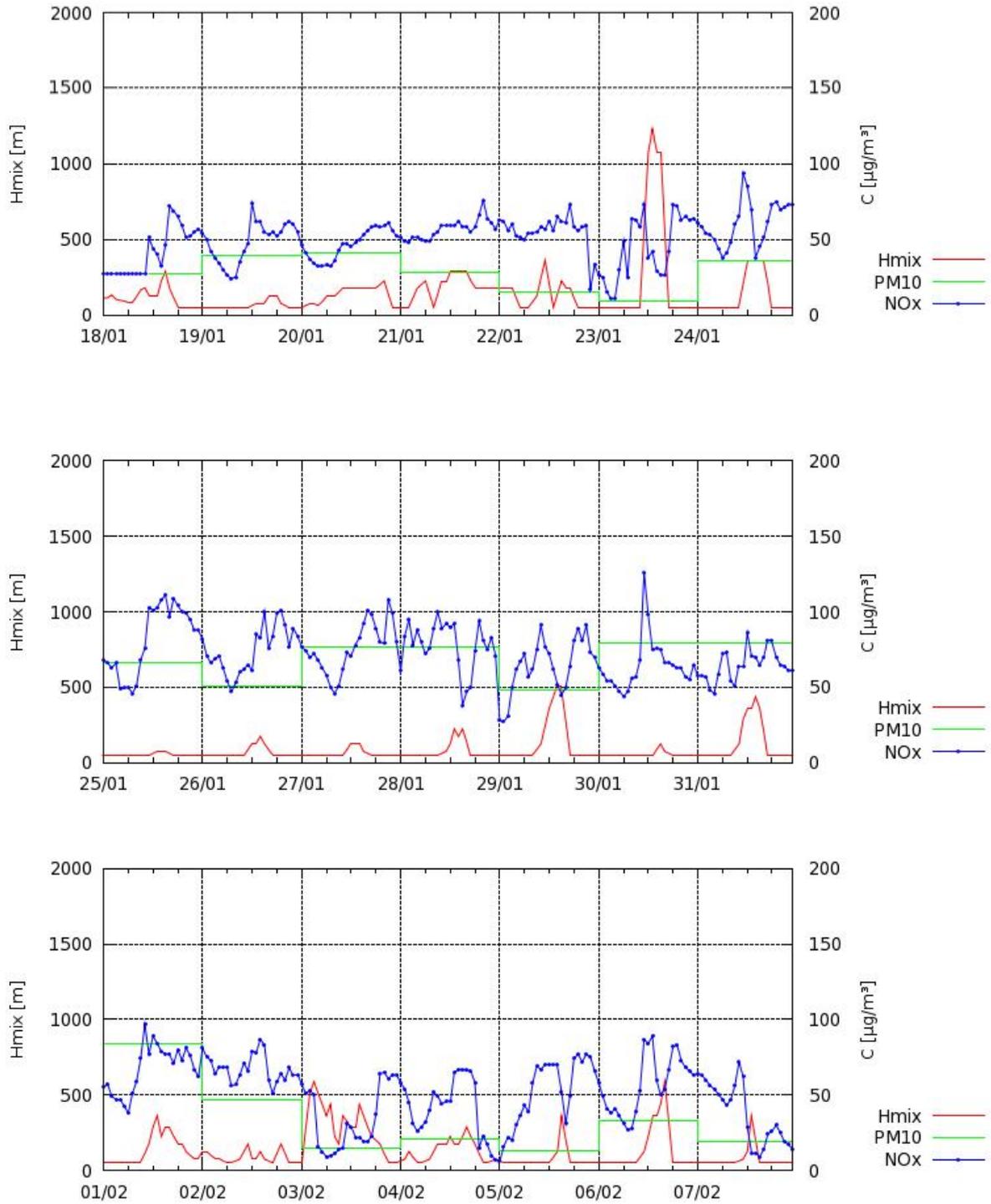


Figura 2-169: Andamento dell'altezza di mescolamento  $H_{mix}$ , della concentrazione media giornaliera di  $PM_{10}$  e della concentrazione oraria di  $NO_2$  misurate nella stazione di Verona Cason nel periodo compreso tra il 18.01.2008 e il 07.02.2008.

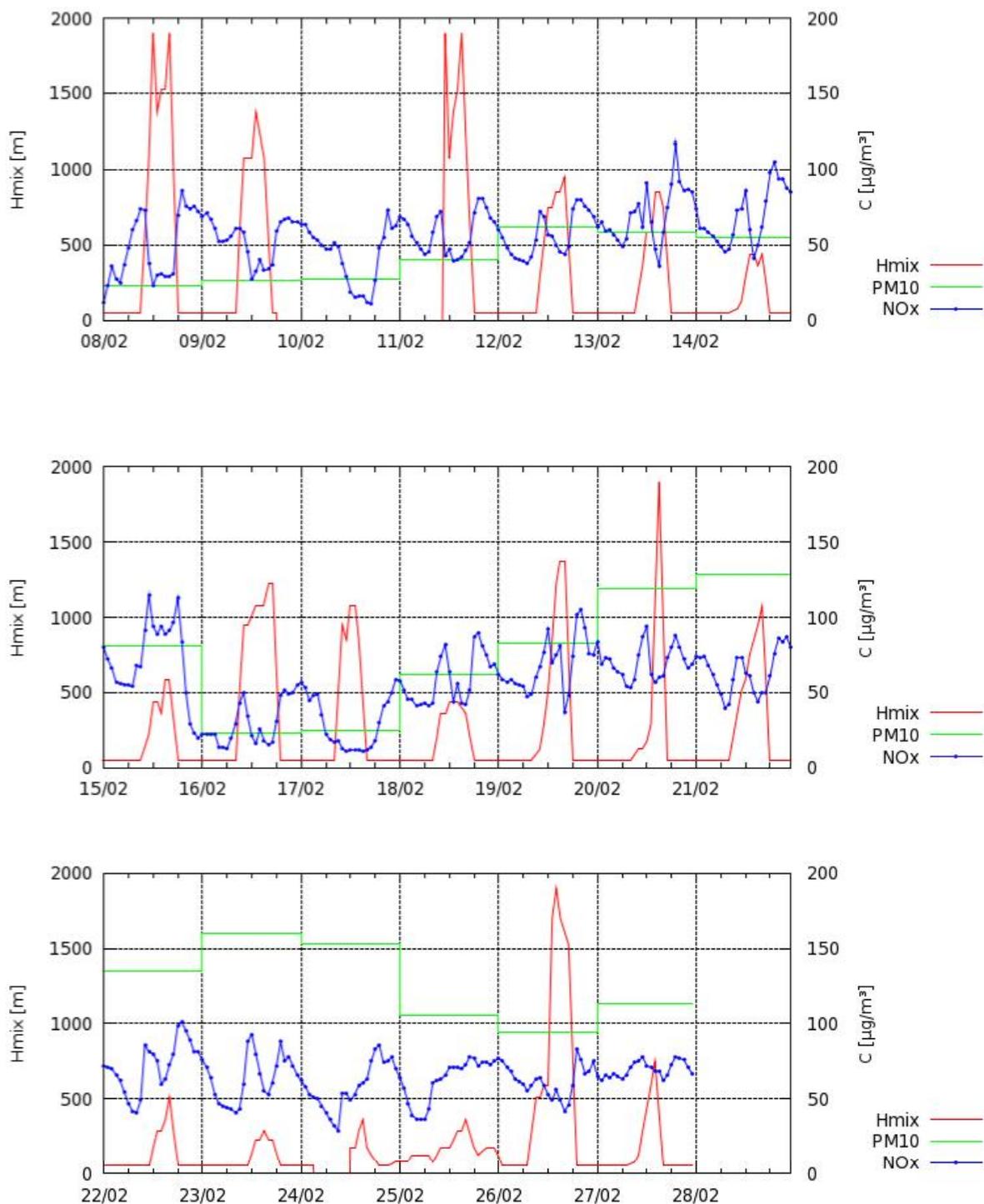


Figura 2-170: Andamento dell'altezza di mescolamento  $H_{mix}$ , della concentrazione media giornaliera di  $PM_{10}$  e della concentrazione oraria di  $NO_2$  misurate nella stazione di Verona Cason nel periodo compreso tra il 08.02.2008 e il 28.02.2008.

Dall'analisi dei dati emerge come valori elevati di altezza di mescolamento, che corrispondono a condizioni di maggiore dispersione degli inquinanti, siano in generale associati a concentrazioni minori sia di biossido di azoto che di  $PM_{10}$ . Questo effetto si nota particolarmente nei dati diurni di  $NO_2$ , di cui si ha a disposizione l'andamento orario.

Si conferma pertanto tramite questa analisi l'influenza importante delle condizioni meteorologiche sull'inquinamento indotto nell'area veronese, con particolare riferimento al periodo invernale. Si auspica altresì che i dati disponibili tramite strumenti di misura avanzati possano in futuro essere usati per analisi routinarie della valutazione della quota di miscelamento. Questo consente sostanzialmente di valutare quale quotaparte dell'inquinamento sia imputabile a fattori esterni e, quindi per differenza, quale sia quella dovuta alle emissioni antropiche su cui è doveroso agire, stimando al contempo la possibilità di riduzione potenziale.

### 2.2.6.2 Conclusioni

L'analisi delle caratteristiche delle condizioni meteorologiche, dello stato del PBL, delle concentrazioni di PM<sub>10</sub> durante gli episodi acuti di inquinamento rilevati dal 2002 al 2010 permettono di trarre alcune considerazioni:

- La maggior parte dei casi (70%) è caratterizzato dalla presenza di campi anticiclonici e le situazioni con valori ciclonici risultano di breve durata (due giorni);
- Il vento calcolato su tutti i periodi acuti risulta molto basso con un valore medio di 0.7 m/s;
- Tutti i casi presentano inversioni termiche con un valore medio di aumento della temperatura dal suolo al primo livello di inversione di +7.2°C;
- L'altezza media di rimescolamento è risultata per l'87% dei casi compresa tra i 100 ed i 300 metri;
- La crescita media giornaliera della concentrazione di PM<sub>10</sub> è risultata di 27 µg/m<sup>3</sup> con un minimo di 14 µg/m<sup>3</sup> ed un massimo di 40 µg/m<sup>3</sup>;
- Analizzando gli anni 2005-2010 esiste una correlazione di 0.8 tra i dati giornalieri di concentrazione di PM<sub>10</sub> di stazioni urbane di Milano e l'equipollente stazione di B.go Milano, questo assieme alla analoga buona correlazione con le altre stazioni di pianura del Veneto conferma il carattere ubiquitario del PM<sub>10</sub> specie durante gli episodi acuti;
- Tale carattere ubiquitario è ascrivibile prevalentemente alla componente di **background regionale**, determinata, oltre che dalle varie sorgenti di emissioni, anche dalle condizioni atmosferiche, relativamente uniformi su tutta l'area del bacino padano-adriatico nelle situazioni meteorologiche sfavorevoli per la qualità dell'aria: tale componente può essere modificata solo attuando politiche coordinate a scala sovra-regionale, mentre la componente di **background urbano** e di **sorgenti emissive da traffico o industria** può essere più incisivamente gestita a livello locale.

## **2.3 VALUTAZIONI EPIDEMIOLOGICHE SULLA BASE DEL FLUSSO CORRENTE DEI DATI SANITARI DISPONIBILI (PARAGRAFO A CURA DI ULSS 20)**

### **2.3.1 Qualità dell'aria e salute**

Dalle conoscenze scientifiche emergono sempre più conferme che la cattiva qualità dell'aria respirata incide in modo significativo sulle condizioni di salute della popolazione esposta. L'interesse per questo fattore di rischio sanitario ambientale è dovuto alle seguenti circostanze

- gli inquinanti atmosferici determinano effetti sulla popolazione generale indipendentemente dalla volontà del singolo individuo;
- la gravità degli effetti sulla salute umana, sia a breve che a lungo periodo, è direttamente proporzionale alla concentrazione degli inquinanti e al tempo e/o modalità di esposizione;
- l'esposizione ad inquinanti atmosferici può potenziare l'azione di altri fattori di rischio, sia comportamentali che ambientali (es. fumo di sigaretta, radon).

All'inquinamento atmosferico è attribuibile una quota rilevante di morbosità acuta e cronica, come confermato anche da recenti studi epidemiologici nazionali che includono anche città del Veneto, e una diminuzione della speranza di vita dei cittadini che vivono in aree con livelli di inquinamento elevato. Molti studi indicano che particolari sostanze inquinanti sono più nocive per la salute: ad esempio nell'ambito dell'emissioni veicolari viene indicata una maggiore nocività dei motori diesel.

Tra gli studi specifici il MISA2, metanalisi italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico nel periodo 1996-2002 in 15 città italiane per un totale di più di nove milioni di abitanti, ha evidenziato un aumento della mortalità giornaliera per tutte le cause naturali per incrementi di concentrazione degli inquinanti atmosferici studiati (in particolare NO<sub>2</sub> 0.6%; CO 1.2%; PM<sub>10</sub> 0.31% ). Tale rilievo riguarda anche la mortalità per cause cardiorespiratorie e la ricoverabilità per malattie cardiache e respiratorie

Lo studio sulle 13 città italiane conclude che l'inquinamento atmosferico ha un largo impatto sulla salute nelle città italiane. Nel periodo compreso tra il 2002 ed il 2004, in media 8220 morti all'anno (corrispondenti al 9% della mortalità per tutte le cause di morte -escluso gli incidenti- nella popolazione al di sopra dei 30 anni), sono risultati attribuibili a concentrazioni di PM<sub>10</sub> superiori a 20 µg/m<sup>3</sup>, tenendo in considerazione anche gli effetti a lungo termine.

Anche studi recenti confermano che l'esposizione all'inquinamento atmosferico è correlata ad un aumento delle malattie cardiovascolari, con particolare riguardo alla cardiopatia ischemica. Viceversa è dimostrato che la riduzione dei livelli di inquinamento atmosferico comporta un miglioramento delle condizioni di salute: una riduzione delle concentrazioni di PM<sub>2.5</sub> è associata ad un ridotto rischio di mortalità (totale, cardiovascolare, da cancro del polmone), ad

un aumento dell'aspettativa di vita e a una migliore prognosi a lungo termine dei soggetti affetti da insufficienza cardiaca.

I dati scientifici disponibili indicano la necessità di adottare azioni preventive per ridurre l'esposizione della popolazione agli inquinanti atmosferici, come suggerito tra l'altro dall'Organizzazione Mondiale per la Sanità.

Perciò, sulla base di queste considerazioni, si ritiene necessaria l'adozione di piani organici di intervento per ridurre l'esposizione della popolazione agli inquinanti atmosferici, individuando prioritariamente le zone a maggior rischio. In conformità a quanto evidenziato dall'OMS si richiede non tanto di adottare interventi emergenziali quanto di progettare azioni strutturali e permanenti, indicazioni fornite anche dalla Comunità Europea per lo sviluppo dei piani di azione di qualità dell'aria. Gli obiettivi che proponiamo riguardano una riduzione delle concentrazioni medie di inquinanti atmosferici ma soprattutto l'individuazione delle aree maggiormente inquinate e la riduzione dell'esposizione della popolazione che vive in queste zone. Spesso in queste aree vivono persone che sono svantaggiate anche dal punto di vista sociale e questo comporta l'accumulo di fattori di rischio per la salute che si traducono in un maggior carico di malattie. Un'altra priorità è rappresentata dalla necessità di tutelare le persone che per vari motivi sono ritenute più vulnerabili; per questo si ritiene che particolare attenzione debba essere riservata alle strutture che accolgono bambini in tenera età o persone malate. Benché il problema dell'inquinamento sfugga in gran parte al controllo degli individui e dipenda prevalentemente da strategie e azioni pubbliche è molto importante che tutti i cittadini siano preventivamente informati, coinvolti nelle scelte e supportati nella scelta di tenere comportamenti responsabili. Il sistema sanitario deve promuovere attivamente azioni preventive trasversali che possono interessare molti settori (trasporti, residenzialità, produzione di energia e industria) e deve partecipare allo sviluppo ed al rafforzamento di azioni di lungo respiro per la riduzione dei rischi dovuti all'inquinamento atmosferico. Una delle specifiche azioni proprie del sistema salute è la valutazione dell'impatto sanitario di piani e programmi che riguardano il territorio.

Una concretizzazione importante di tali azioni a livello locale è rappresentata dall'accordo tra pubbliche amministrazioni della provincia di Verona per la redazione del Piano di Azione e Risanamento della Qualità dell'Aria, siglato in data 19 dicembre 2008. L'accordo prevede un coordinamento tecnico-scientifico e organizzativo tra 18 Comuni dell'area metropolitana di Verona, l'Amministrazione provinciale, il Dipartimento di Prevenzione dell'ULSS 20 quale rappresentante dei Dipartimenti della Provincia e l'Università degli Studi di Trento, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, al fine di definire, con modalità coerenti e condivise, obiettivi e azioni finalizzate al miglioramento della qualità dell'aria nel Comune capoluogo e in quelli dell'area metropolitana.

### 2.3.2 Meccanismi d'azione degli inquinanti atmosferici

Le manifestazioni cliniche a carico del sistema respiratorio sono molto varie e possono spaziare da una semplice irritazione delle prime vie aeree, alla fibrosi polmonare, alle malattie respiratorie croniche ostruttive, all'asma, all'enfisema, al cancro, fino alla morte. Gli effetti irritanti sono solitamente reversibili, ma l'esposizione cronica a un irritante può comportare l'insorgenza di un danno permanente a livello cellulare.

I gas irritanti, idrosolubili, come l' $\text{SO}_2$ , possono provocare sul sito di deposizione reazioni infiammatorie della mucosa (rinite, bronchite e alveolite), nel caso di esposizioni acute. Per esposizioni prolungate a quantitativi anche non elevati si possono avere fenomeni di broncocostrizione. È stato inoltre accertato un effetto irritativo sinergico in caso di esposizione combinata con il particolato, dovuto probabilmente alla capacità di quest'ultimo di veicolare l' $\text{SO}_2$  nelle zone respiratorie del polmone profondo interferendo con le funzioni dell'epitelio ciliare.

L' $\text{NO}_2$  è un irritante delle vie respiratorie e degli occhi. Le acquisizioni più recenti individuano nello stress ossidativo e nitrosativo i maggiori responsabili delle conseguenze sulla salute dei composti di azoto. In conseguenza di questa situazione si verificano processi infiammatori a livello tissutale che possono dar luogo a vere e proprie patologie degenerative. Possibili effetti sanitari dell'esposizione all' $\text{NO}_2$  sono l'aumento della resistenza al passaggio dell'aria nelle vie aeree, il decremento della funzionalità polmonare, in particolare negli asmatici. Un'esposizione prolungata può aumentare l'incidenza delle malattie respiratorie e dar luogo ad alterazioni strutturali dell'apparato respiratorio fino all'enfisema.

L' $\text{O}_3$  è un irritante per tutte le mucose e una esposizione acuta o prolungata può causare tosse, mal di testa ed edema polmonare. La pericolosità dell'ozono deriva dall'alto potere ossidante della sua molecola e dalla capacità di giungere facilmente a livello alveolare. I primi sintomi sono irritazione degli occhi e disturbi respiratori. Un'esposizione acuta a  $\text{O}_3$  può creare problemi quali riduzione della funzione polmonare, comparsa di iper-reattività bronchiale fino alla insorgenza di edema polmonare: questi danni sono in genere reversibili una volta cessata l'esposizione. Un'esposizione prolungata a concentrazioni anche non elevate provoca fenomeni di sensibilizzazione e irritazione persistenti.

Anche il **PM** può penetrare all'interno dei polmoni, interferendo con l'attività respiratoria dei bronchioli e degli alveoli polmonari

- le polveri più grandi (coarse) hanno un diametro aerodinamico  $>2.5 \mu\text{m}$  e sono spesso di origine naturale (suolo);
- le polveri fini (diametro:  $<2.5 \mu\text{m}$ ), originano da diversi processi di combustione (veicoli, industrie, produzione di energia elettrica) e sono considerate la frazione più rilevante del  $\text{PM}_{10}$  dal punto di vista tossicologico;
- le polveri ultrafini (diametro:  $<0.1 \mu\text{m}$ ), anch'esse provenienti dai processi di combustione, hanno un tempo molto breve di permanenza in atmosfera perché tendono

ad aggregarsi o a coagulare; gli effetti sanitari delle polveri ultrafini sono oggetto di attenti studi scientifici.

Il PM può veicolare numerosi microinquinanti adsorbiti sulla sua superficie, come metalli e IPA, e questo spiega la sua capacità di indurre anche effetti mutageni sull'uomo. È riportato in letteratura l'effetto combinato di PM e Nitro-IPA, composto organico che si forma dai processi di combustione dei composti organici reagenti con l' $\text{NO}_2$  presente in atmosfera. La combinazione di elevata intensità di traffico e di elevata percentuale di motori diesel determina una elevata concentrazione di Nitro-IPA in atmosfera e quindi aumenta la probabilità di effetti mutageni da parte del PM.

In genere, le frazioni più piccole di PM ( $\text{PM}_{0.1}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$ ) hanno una più elevata capacità di danno nell'organismo, contengono la più alta concentrazione di composti organici (per esempio IPA) e hanno un'elevata capacità di produrre radicali liberi, dovuta alla presenza sulla superficie di metalli di transizione quali il cobalto, il rame, il ferro, il manganese, il nickel, il vanadio e il titanio. La produzione di radicali liberi causa danni alle membrane lipidiche, alle proteine e al DNA. I radicali liberi causano infiammazioni polmonari e possono contribuire o causare danni allo sviluppo polmonare e malattie polmonari, quali la BPCO, l'asma e la fibrosi cistica.

### 2.3.3 Effetti sulla salute

Si riportano le principali conseguenze sulla salute dell'esposizione a inquinanti atmosferici:

- Gli **effetti acuti**, o a breve termine, (aumento della mortalità giornaliera - escluse le morti accidentali - aumento dei ricoveri in ospedale per malattie respiratorie e cardiocircolatorie, aumento degli attacchi di asma negli asmatici, aumento dell'uso dei farmaci broncodilatatori negli asmatici) si manifestano nella popolazione in risposta agli incrementi di breve periodo (orari o giornalieri) delle concentrazioni degli inquinanti.
- Gli **effetti cronici**, o a lungo termine, sono la conseguenza di un'esposizione di lungo periodo e comprendono sintomi respiratori cronici quali tosse e catarro, diminuzione della capacità polmonare, aumento della bronchite e dei disturbi respiratori nei bambini, bronchite cronica e tumore polmonare, aumento complessivo della mortalità.
- **Effetti sullo sviluppo polmonare**: esistono dati scientifici congruenti che dimostrano associazioni tra inquinamento atmosferico e alterazioni dello sviluppo polmonare.

Sia gli effetti acuti che cronici possono comportare un aumento nella mortalità generale ed una diminuzione nella speranza di vita. Secondo l'OMS l'esposizione al particolato fine accorcia in media la vita di ogni persona all'interno dell'Unione Europea di 8.6 mesi e i valori salgono per l'Italia a 9 mesi di vita nel 2000 (OMS, 2005).

### 2.3.3.1 Effetti a breve termine

I primi studi sul legame tra eventi sanitari acuti e inquinamento atmosferico sono stati condotti a partire dagli anni Trenta studiando la mortalità totale per cause naturali (esclusa quella per cause violente), per cause respiratorie, per cause cardiache e i ricoveri ospedalieri, sia per patologie respiratorie che cardiache.

I risultati delle indagini epidemiologiche condotte in varie città negli Stati Uniti e in Europa hanno dimostrato che a ogni incremento degli inquinanti atmosferici è associato un incremento di eventi negativi per la salute, in misura maggiore di tipo respiratorio e cardiaco.

Uno studio italiano molto recente -Inquinamento atmosferico e mortalità Progetto EpiAir- ha confermato l'incremento di rischio di mortalità e morbosità correlato all'inquinamento atmosferico nella popolazione adulta in 10 città italiane nel periodo 2001-2005 (Berti et al., 2009). (Nota n°1)

#### Nota n°1

È stato valutato l'effetto dell'esposizione a  $PM_{2,5}$  sulla mortalità in nove città della California: per ogni incremento di  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di  $PM_{2,5}$  sono stati riportati incrementi della mortalità dello 0,61% per tutte le cause, dello 0,70% per le cause cardiovascolari e del 2,05% per le cause respiratorie (Ostro et al., 2007).

Una conferma europea di questi risultati proviene dallo studio Air Pollution and Health, a European Approach - APHEA 2, anche in questo caso, a incrementi giornalieri nel  $PM_{10}$  corrispondono incrementi nella mortalità generale (Katsouyanni et al., 2001).

I risultati sono stati confermati anche in Italia dallo studio MISA (Metanalisi italiana degli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico) studio condotto, nel periodo 1996-2002 in 15 città italiane per un totale di più di nove milioni di abitanti. Lo studio ha evidenziato un aumento della mortalità giornaliera per tutte le cause naturali collegato ad incrementi della concentrazione degli inquinanti atmosferici studiati (in particolare  $NO_2$  0.6%; CO 1.2%;  $PM_{10}$  0.31%). Tale rilievo riguarda anche la mortalità per cause cardiorespiratorie e la ricoverabilità per malattie cardiache e respiratorie. Le stime dei decessi annui attribuibili nel Comune di Verona, secondo quanto accaduto nel periodo 1999-2002, variano da 10 (valore basso) a 90 (valore alto) e corrispondono ad 1 decesso su 168 attribuibili ogni 30 giorni ipotesi bassa 7 decessi su 168 attribuibili ogni 30 giorni ipotesi alta (Biggeri et al., 2004).

Per quanto riguarda l'ozono lo studio APHEA 2 ha evidenziato che un incremento della concentrazione di  $O_3$  di  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (valore medio di 8 ore) è risultato associato a un incremento del numero di morti giornaliere dello 0,31% considerando tutte le cause, dello 0,46% per cause cardiovascolari e dell'1,13% per cause respiratorie.

Anche in Italia, lo studio MISA ha riportato un'associazione tra mortalità per tutte le cause e  $O_3$ .

Nello studio APHEA 2, un incremento di  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nella concentrazione giornaliera di  $NO_2$  è associato a un incremento dello 0,30% nella mortalità generale, dello 0,40% nella mortalità cardiovascolare e dello 0,38% nella mortalità respiratoria.

Lo studio Inquinamento atmosferico e mortalità Progetto EpiAir ha stimato l'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla mortalità nella popolazione adulta in 10 città italiane nel periodo 2001-2005. I risultati sono relativi all'associazione tra l'incremento di concentrazione delle polveri ( $PM_{10}$ ) e dei gas (biossido di azoto,  $NO_2$  e ozono,  $O_3$ ) nell'atmosfera e la mortalità per cause naturali, cardiache, cerebrovascolari e respiratorie. Sono stati approfonditi alcuni temi quali la latenza temporale tra esposizione ed effetto e le caratteristiche individuali di tipo demografico e clinico che individuano i gruppi di popolazione più sensibili agli effetti del particolato ( $PM_{10}$ ).

Gli effetti più gravi sono quelli che si manifestano in un aumento delle morti. Se si considerano i decessi per cause naturali in tutte le città, il solo PM10 causa un aumento del rischio di morte in media dello 0,69% per ogni incremento di concentrazione nell'aria di 10 µg/m<sup>3</sup>. Tra i fattori di suscettibilità, lo studio ha messo in evidenza che le persone più anziane sono più vulnerabili agli effetti del particolato sospeso. Il biossido d'azoto (un marcatore dell'inquinamento da traffico), dal canto suo, è responsabile di un aumento dello 0,99% per ogni incremento di 10 µg/m<sup>3</sup> di tutte le morti per cause naturali. Per quanto riguarda infine l'ozono, il terzo inquinante considerato nello studio, per ogni 10 µg/m<sup>3</sup> di inquinante si riscontrano aumenti dell'1,54%, 2,29%, 1,22% e 2,78% per le morti per cause naturali, cardiache, cerebrovascolari e respiratorie, rispettivamente. Tali eccessi sono stati valutati nella stagione calda.

Le conseguenze dell'inquinamento non si esauriscono in un aumento delle morti, ma si manifestano anche con l'incremento dei ricoveri in ospedale. E infatti, gli aumenti dei livelli di PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub> nell'atmosfera si riflettono quasi subito nell'incremento dei ricoveri per malattie cardiache, soprattutto scompenso cardiaco (+1,10% per ogni aumento di 10 µg/m<sup>3</sup>) nel caso del PM<sub>10</sub>, infarto del miocardio e angina instabile (+1,23% per ogni aumento di 10 µg/m<sup>3</sup>) per l'NO<sub>2</sub>. Inoltre, tutti e tre gli inquinanti causano un picco dei ricoveri per malattie respiratorie, ma l'associazione più forte è risultata quella tra NO<sub>2</sub> e ricoveri per asma, con un aumento complessivo del 7,62%. Particolarmente marcato è poi l'effetto del biossido d'azoto sui ricoveri per asma, specie nei bambini: tra 2 e 5 giorni dall'aumento di concentrazione dell'inquinante si registra un incremento dei ricoveri dell'8,8% (Berti et al., 2009).

È stato analizzato, nel quadro del progetto National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study (NMMAPS), un database contenente informazioni sulle ospedalizzazioni per malattie cardiache e respiratorie in 204 città americane (ciascuna con oltre 200000 abitanti). I risultati hanno mostrato un'associazione fra l'incremento di 10 µg/m<sup>3</sup> di PM<sub>2,5</sub> e l'incremento dei tassi di ospedalizzazione per BPCO (0,91%), per scompenso cardiaco (1,28%) e per malattie ischemiche del cuore (0,44%) (Dominici et al., 2006).

I risultati sono stati confermati anche in Italia dallo studio MISA che ha riportato un incremento di ospedalizzazione per malattie respiratorie dovuto all'esposizione ad inquinamento atmosferico.

Gli studi hanno dimostrato che l'inquinamento atmosferico fa precipitare fino al decesso le condizioni di salute più critiche, ma peggiora anche lo stato di salute dei soggetti con condizioni meno gravi, ciò contribuisce all'aumento della mortalità o all'aumento dei ricoveri nei giorni successivi al picco se l'inquinamento rimane elevato.

### 2.3.3.2 Effetti a lungo termine

L'approccio di studio più appropriato per valutare gli effetti a lungo termine dell'inquinamento atmosferico è rappresentato dagli studi di coorte. Tali studi consistono nel selezionare campioni di grandi dimensioni di soggetti residenti in differenti contesti geografici, nel registrare a livello individuale alcuni fattori di rischio quali il fumo e l'esposizione lavorativa, e nel seguire nel tempo questi soggetti misurando la mortalità o la morbosità in rapporto con l'esposizione ambientale. Le indagini epidemiologiche condotte finora hanno mostrato che l'esposizione cronica a inquinamento atmosferico può determinare lo sviluppo di malattie cardiorespiratorie e incrementare il tasso di mortalità della popolazione generale.

Molti studi riportano un incremento della mortalità correlata all'esposizione a lungo termine all'inquinamento atmosferico. (Nota n°2)

Nota n°2

Un follow-up di 16 anni, condotto in aree metropolitane americane su 500.000 persone, ha mostrato che per ogni incremento di  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di  $\text{PM}_{2.5}$  si ha un incremento medio tra i due periodi di osservazione (1979-1983, 1999-2000) di circa il 6%, 9%, e 14% del rischio di morire per tutte le cause, per malattie cardiopolmonari e per tumore al polmone, rispettivamente (Pope et al., 2002). Sulla base di questo studio **il rischio relativo di 1,06 di incremento di morte per tutte le cause** è stato scelto dall'OMS come valore di riferimento per la valutazione degli effetti a lungo termine sulla mortalità generale dovuti al  $\text{PM}_{2.5}$ .

I dati dello studio di coorte Cancer Prevention Study II dell'American Cancer Society hanno evidenziato un incremento del 4% nella mortalità per cause respiratorie in associazione a un aumento di 10 ppb nella concentrazione di  $\text{O}_3$  (Jerrett et al., 2009).

Gehring e colleghi hanno valutato l'associazione fra l'esposizione a lungo termine all'inquinamento originato dal traffico veicolare e la mortalità per cause cardiopolmonari, in un campione di donne tedesche di 50-59 anni: quelle viventi a meno di 50 metri dalle strade trafficate avevano un eccesso di rischio del 70% di morire per cause cardiopolmonari rispetto alle donne residenti lontano dalle strade (Gehring et al., 2006).

Lo studio sulle 13 città italiane conclude che l'inquinamento atmosferico ha un largo impatto sulla salute nelle città italiane. Nel periodo compreso tra il 2002 ed il 2004, in media 8220 morti all'anno (corrispondenti al 9% della mortalità per tutte le cause di morte -escluso gli incidenti- nella popolazione al di sopra dei 30 anni), sono risultati attribuibili a concentrazioni di  $\text{PM}_{10}$  superiori a  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , tenendo in considerazione anche gli effetti a lungo termine (Martuzzi et al., 2006).

Gli effetti a lungo termine comportano non solo un aumento della mortalità ma anche di patologie a carico soprattutto degli apparati respiratorio e cardiovascolare. (Nota n°3)

Nota n°3

Una conferma dell'associazione fra esposizione a inquinamento di origine veicolare e decremento della funzionalità respiratoria proviene dallo studio americano di Kan e colleghi, i cui risultati mostrano una funzionalità respiratoria significativamente più bassa nelle donne residenti a meno di 150 metri dalle strade principali rispetto alle donne residenti a una maggiore distanza dalle strade; tale associazione non è invece emersa nei maschi (Kan et al., 2007).

Viegi e colleghi, confrontando due campioni di popolazione generale italiana residenti in aree a differente livello d'inquinamento (area rurale del Delta Padano meno inquinata e area urbana di Pisa più inquinata) hanno riportato una più elevata prevalenza di sintomi (dispnea, sibili, difficoltà di respiro) e malattie respiratorie (asma e bronchite cronica) nei soggetti residenti in zona urbana. Nei soggetti residenti in area urbana è emerso anche un maggior rischio di iperreattività bronchiale rispetto ai soggetti residenti in area rurale (Viegi et al., 1999).

Anche uno studio trasversale svolto in Scozia ha confermato questi ultimi risultati; dallo studio è emerso che vivere in un'area rurale, rispetto all'area urbana, è associato a una minore frequenza di asma, tosse cronica, espettorato cronico, mancanza di respiro, sibili, attacchi di difficoltà di respiro con sibili e disturbi cardiovascolari (Iversen et al., 2005).

Vineis et al, nell'ambito dello studio European Prospective Investigation on Cancer and Nutrition – EPIC hanno osservato un'associazione tra esposizione a  $\text{NO}_2$  (concentrazione superiore a  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e cancro al polmone (Vineis et al., 2006).

### 2.3.3.2.1 Inquinamento atmosferico fattore di rischio per le malattie cardiovascolari

Studi recenti individuano nell'esposizione all'inquinamento atmosferico un fattore di rischio emergente per le malattie cardiovascolari: infatti le evidenze presenti in letteratura

suggeriscono un'associazione tra esposizione all'inquinamento atmosferico e l'insorgenza di malattie cardiovascolari, con particolare riguardo alla cardiopatia ischemica.(Nota n°4)

Nota n.4

Con sempre maggiore evidenza dalla letteratura scientifica emerge un'associazione tra l'esposizione all'inquinamento atmosferico ed insorgenza di malattie dell'apparato cardiocircolatorio, tanto che l'American Heart Association identifica tale esposizione come un significativo fattore emergente di rischio cardiovascolare (Brook et al., 2004).

È stato evidenziato un aumento del 15-30% del rischio di morte precoce in persone affette da insufficienza cardiaca soprattutto nella fascia di 100 metri attorno alle strade locali: detto incremento sembra correlato con le emissioni primarie dei motori diesel più che a quelle secondarie (Mercedes et al., 2008).

In soggetti con pregresso infarto miocardico acuto l'incidenza di nuovi ricoveri ospedalieri per patologie cardiovascolari (re-infarto, angina, aritmie o scompenso cardiaco) era associata in maniera statisticamente significativa con i livelli atmosferici giornalieri di inquinanti (Von Klot et al., 2005).

Tra il 1995 e il 2005 sono stati esaminati 665 pazienti con Trombosi Venosa Profonda (TVP) degli arti inferiori e 859 soggetti come controllo provenienti da città con più di 15 mila abitanti della regione Lombardia, valutando la distanza del luogo di residenza dalle strade a maggiore traffico. Il risultato emerso è stato che il rischio di TVP risulta aumentato nei soggetti che vivono vicino a una strada ad alta intensità di traffico rispetto agli individui residenti più lontano (Baccarelli et al., 2009).

Viceversa i decrementi dei livelli di inquinamento atmosferico si traducono in miglioramenti delle condizioni di salute: una riduzione delle concentrazioni di PM<sub>2,5</sub> è associata ad un ridotto rischio di mortalità (totale, cardiovascolare, da cancro del polmone), un aumento dell'aspettativa di vita e una migliore prognosi a lungo termine dei soggetti affetti da insufficienza cardiaca (Laden et al., 2006; Pope et al., 2009).

Dai dati scientifici disponibili sembra emergere quindi un ruolo dell'inquinamento atmosferico nei confronti della morbilità cardiovascolare anche se sussistono ancora delle limitazioni legate sia alla tipologia degli studi condotti (es. difficoltà nel quantificare esattamente l'esposizione) sia ai meccanismi biologici di azione delle particelle (dimensioni, composizione, massa) che richiedono ulteriori approfondimenti.

#### **2.3.3.2.2 Effetti su malati e anziani**

È opinione comune che gli anziani e i soggetti malati rappresentino gruppi di popolazione ad alta vulnerabilità agli effetti dell'inquinamento atmosferico. In particolare per le persone con condizioni di salute più compromesse, come i malati di patologie cardiache e respiratorie, l'esposizione ad inquinanti atmosferici peggiora la prognosi e aumenta la probabilità di morte. Per quanto riguarda il particolato atmosferico, è stato chiarito che rischi più elevati sono soprattutto a carico di soggetti con insufficienza respiratoria (BPCO) e con pregresse patologie cardiovascolari (Dominici et al., 2006).

#### **2.3.3.2.3 Effetti sui bambini**

Un'altra categoria a maggior rischio per gli effetti dell'inquinamento atmosferico è rappresentata dai bambini. L'Organizzazione Mondiale della sanità (OMS) riporta che la vulnerabilità infantile all'inquinamento atmosferico è associata al fatto che, a differenza degli adulti, i bambini presentano processi attivi di accrescimento polmonare e di sviluppo, incompletezza dei sistemi metabolici, immaturità del sistema immunitario e alto tasso di

infezioni da patogeni respiratori. Questi fattori possono verosimilmente portare, a parità dei livelli ambientali sperimentati dagli adulti, ad una più elevata suscettibilità dei bambini agli inquinanti atmosferici. (Nota n°5)

Nota n.°5

Una rassegna sulle conseguenze dell'inquinamento atmosferico nei bambini valuta che vi è sufficiente evidenza di una relazione causale tra esposizione a polveri sospese e mortalità infantile nel periodo post-natale. Analogo giudizio di associazione causale viene espresso per la relazione tra polveri sospese e ozono ed esacerbazione dell'asma, e per la relazione tra livelli di particolato e incrementi nella prevalenza/incidenza di tosse e bronchiti nei bambini (WHO, 2005).

Numerosi studi hanno suggerito che l'esposizione a PM<sub>10</sub> è in grado di provocare un aggravamento della malattia asmatica nei bambini. Una recente meta-analisi ha indicato che l'esposizione a PM<sub>10</sub> è associata in maniera significativa al ricovero in ospedale o al ricorso al pronto soccorso per asma in età pediatrica (+1.7%) e alla comparsa, in bambini asmatici, di sibili (+6.3%), tosse (+2.6%), ricorso ai farmaci per l'asma (+3.3%) e a decremento della funzionalità polmonare (-0.27 l/min) (Romeo et al., 2006).

Sono stati studiati anche gli effetti dell'esposizione cronica a inquinamento di origine veicolare sulla patologia asmatica nei bambini. In una coorte di circa 5000 bambini residenti in sei città francesi è stata dimostrata una associazione fra l'asma (OR: 1.31; IC 95%: 1.04-1.66), specialmente se atopico (OR: 1.58; IC 95%: 1,17-2,14), e vivere in aree con una concentrazione di PM<sub>2,5</sub> oltre i 10 µg/m<sup>3</sup>; tale associazione è risultata più forte nei bambini che risiedevano nella stessa casa da più di 8 anni (Annesi-Maesano et al., 2007).

Gli effetti avversi dell'esposizione a inquinamento di origine veicolare sono stati confermati nello studio italiano SIDRIA (Studi italiani sui disturbi respiratori e l'ambiente). Dai risultati è emerso che l'esposizione al traffico veicolare pesante è associata alle infezioni precoci delle vie respiratorie inferiori (bronchite OR: 1.69; IC 95%: 1.24-2.30; bronchiolite OR: 1.74; IC 95%: 1.09-2.77; polmonite OR: 1.84; IC 95%: 1.27-2.65), alla presenza di sibili (OR: 1.86; IC 95%: 1.26-2.73) e di sintomi bronchitici (OR: 1.68; IC 95%: 1.14-2.48) nei bambini di età scolare (Ciccione et al., 1998).

### 2.3.4 Effetti sullo sviluppo polmonare

È stato ormai sufficientemente dimostrato che i bambini che abitano in prossimità di strade trafficate possono presentare sostanziali carenze di sviluppo dell'apparato respiratorio che si traducono in deficit della funzione polmonare (riduzione del FEV<sub>1</sub>, MMEF e FVC) misurati al termine dello sviluppo. Questi danni sono aggiuntivi rispetto a quelli dovuti all'inquinamento diffuso e sono significativi in un raggio di 500 metri dalle sedi stradali. I danni sono probabilmente dovuti all'infiammazione anche se non sono ancora state chiarite le modalità d'azione dei singoli inquinanti.

Viene confermato ancora una volta che non è sufficiente prendere in considerazione solo l'inquinamento di area ma che devono essere individuate anche le situazioni che comportano esposizioni locali specifiche. La costruzione di case, scuole e asili nido in prossimità di sorgenti inquinanti comporta rischi aggiuntivi rilevanti per la salute pubblica: deve essere compresa perciò la necessità di adottare misure appropriate in quanto la compromissione polmonare conseguente ad un insufficiente sviluppo può comportare nell'età adulta un eccesso di malattie (Nota n°6)

Nota n°6

Nei bambini è emersa un'importante associazione fra l'inquinamento di origine veicolare e danni allo sviluppo polmonare. In uno studio su un campione di circa 3.000 bambini residenti in California con un follow-up di 8 anni, è stato riportato che i bambini che risiedono entro 500 metri dalle autostrade hanno una maturazione della funzionalità polmonare inferiore rispetto ai bambini residenti a distanze maggiori di 1500 metri (Gauderman et al., 2007).

Un'analisi dell'Oms (basata su dati relativi agli ultimi anni Novanta) indica che, in tutta la Regione circa 700 decessi all'anno dovuti a infezioni respiratorie acute, in bambini di età compresa tra 0 e 4 anni, possono essere attribuite proprio all'esposizione a PM<sub>10</sub>. La valutazione dell'impatto del particolato atmosferico sulla morbilità è più difficile e meno precisa ma un'analisi preliminare indica che una riduzione dell'esposizione a PM<sub>10</sub> a 20 µg/m<sup>3</sup> potrebbe essere associata a una diminuzione del 7% dell'incidenza di tosse e lievi sintomi respiratori e del 2% dei ricoveri ospedalieri per problemi respiratori in bambini di età inferiore ai 15 anni (Vocaturò et al., 2008).

Si riporta infine il grafico con la frequenza delle principali cause di morte dell'ULSS 20 da cui risulta che nelle prime tre cause di morte (malattie dell'apparato respiratorio, circolatorio e tumori) risultano comprese anche quelle attribuibili all'esposizione all'inquinamento atmosferico. Sono inoltre in corso di acquisizione ulteriori dati sanitari quali le Schede di dimissione ospedaliera (SDO) la cui elaborazione potrà fornire informazioni aggiuntive sullo stato di salute della popolazione.

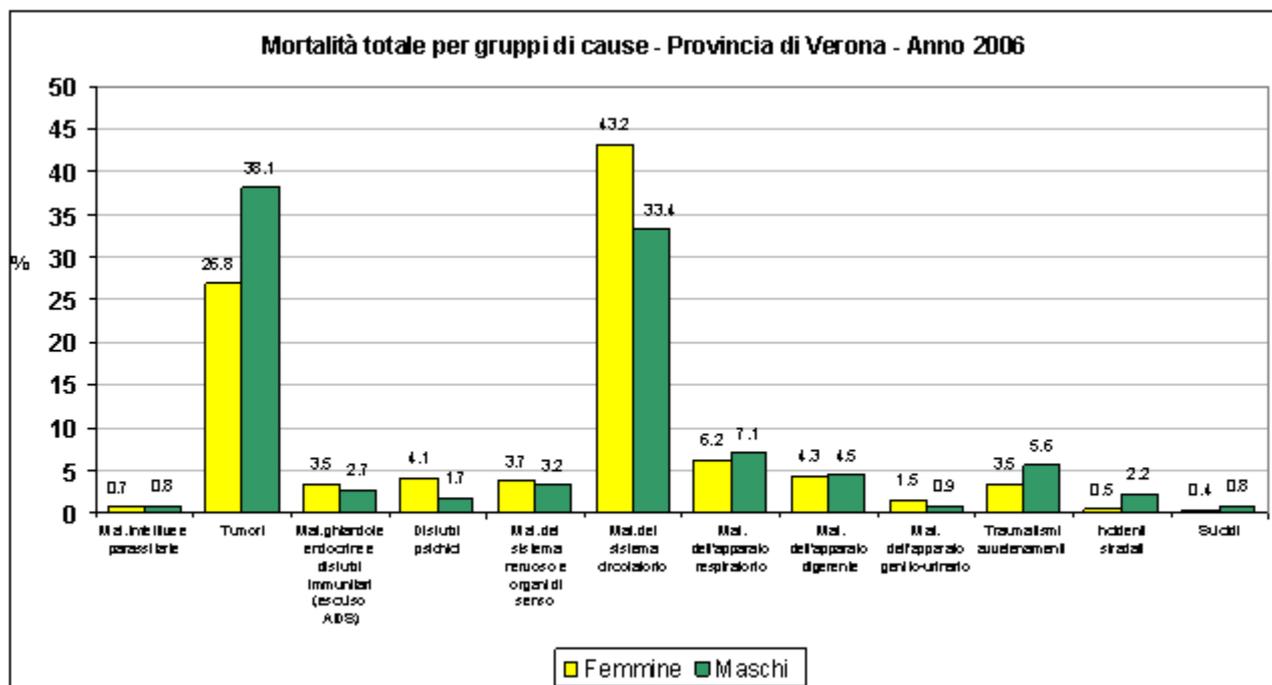


Figura 2-171: Mortalità totale per gruppi di cause – Provincia di Verona – Anno 2006.

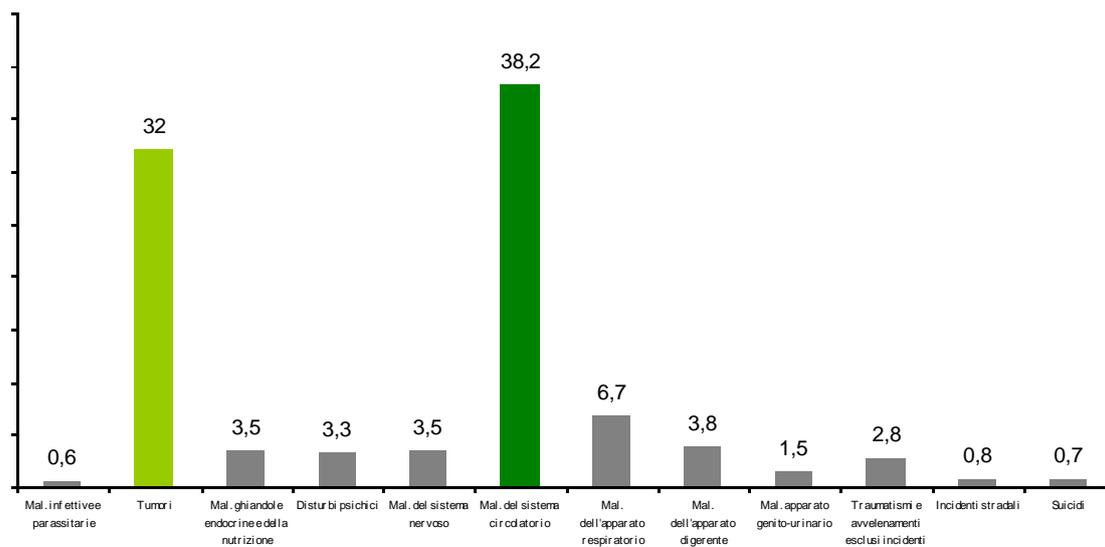


Figura 2-172: Mortalità totale per gruppi di cause. Frequenza relativa ULSS 20 Anno 2007.

## Capitolo 3

### Azioni possibili

---



### 3 INDICE CAPITOLO 3

<b>3</b>	<b>INDICE CAPITOLO 3</b> .....	<b>3-3</b>
	<b>INDICE DELLE FIGURE</b> .....	<b>3-4</b>
	<b>INDICE DELLE TABELLE</b> .....	<b>3-4</b>
<b>3</b>	<b>AZIONI POSSIBILI</b> .....	<b>3-7</b>
3.1	AZIONI COORDINATE A BREVE TERMINE .....	3-7
3.1.1	La gestione della zonizzazione: indicazioni per l'aggiornamento della zonizzazione.....	3-7
3.1.2	Traffico.....	3-9
3.1.2.1	Il trasporto privato .....	3-9
3.1.2.2	Il trasporto pubblico.....	3-18
3.1.2.3	Scenari futuri.....	3-20
3.1.3	Attività produttive.....	3-22
3.1.4	Riscaldamento domestico.....	3-24
3.1.4.1	Scenari di riduzione.....	3-24
3.1.4.2	Intervenire sulle temperature degli edifici.....	3-25
3.1.5	Quadro riassuntivo delle azioni a breve termine.....	3-27
3.1.6	Scenari da simulazione degli effetti di azioni a breve termine in condizione avverse .....	3-29
3.1.7	Analisi critica.....	3-30
3.2	ANALISI DELLE PROSPETTIVE ATTUALMENTE INDIVIDUABILI E DELLE AZIONI DI PIANIFICAZIONE PER LA TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA .....	3-31
3.2.1	Scenari climatologici.....	3-32
3.2.2	Prospettive di sviluppo economico e urbanistico emergenti dalla programmazione a livello comunale e sovra-comunale (paragrafo a cura di ARPA Veneto) .....	3-34
3.2.3	Scenari delle fonti di emissione .....	3-61
3.2.3.1	Misure per contenere le emissioni di SO <sub>2</sub> .....	3-62
3.2.3.2	Misure per contenere le emissioni di NO <sub>x</sub> .....	3-63
3.2.3.3	Misure per contenere le emissioni di PM.....	3-64
3.2.3.4	Misure per contenere le emissioni di ammoniaca.....	3-65
3.2.3.5	Misure per contenere le emissioni di idrocarburi non metanici NMVOC.....	3-65
3.2.4	Definizione di un indice sintetico di qualità dell'aria.....	3-67
3.2.5	Analisi critica (paragrafo a cura di ARPA Veneto).....	3-71
3.2.6	Rassegna di buone pratiche .....	3-83
3.3	AZIONI INFORMATIVE (PARAGRAFO A CURA DEI COMUNI) .....	3-88
3.3.1	Azioni di comunicazione verso le categorie (imprenditori, artigiani, amministratori di condomini, agricoltori, autotrasportatori, ... ).....	3-88
3.3.2	Azioni di comunicazione verso la cittadinanza.....	3-89
3.4	ACCORDI (PARAGRAFO A CURA DEI COMUNI).....	3-90
3.4.1	Promozione di accordi.....	3-90

## INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 3-1: RISPARMIO PERCENTUALE NELLE EMISSIONI DI $\text{NO}_x$ PER CIASCUNO SCENARIO ANALIZZATO RISPETTO ALLO SCENARIO 0 (NESSUN BLOCCO).....	3-16
FIGURA 3-2: RISPARMIO PERCENTUALE NELLE EMISSIONI DI $\text{PM}_{10}$ PER CIASCUNO SCENARIO ANALIZZATO RISPETTO ALLO SCENARIO 0 (NESSUN BLOCCO).....	3-17
FIGURA 3-3: RISPARMIO PERCENTUALI NELLE EMISSIONI DI $\text{C}_6\text{H}_6$ PER CIASCUNO SCENARIO ANALIZZATO RISPETTO ALLO SCENARIO 0 (NESSUN BLOCCO).....	3-17
FIGURA 3-4: PARCO DEI MEZZI PUBBLICI ATV: CARATTERISTICHE DEI MEZZI.....	3-18
FIGURA 3-5: PERCENTUALI DI RIDUZIONE NELLE EMISSIONI DOVUTE AI SOLI MEZZI PUBBLICI DI $\text{PM}_{10}$ E $\text{NO}_x$ PER I QUATTRO SCENARI ANALIZZATI, NELLE TRATTE URBANE (SINISTRA) E EXTRAURBANE (DESTRA).....	3-21
FIGURA 3-6: PERCENTUALI DI RIDUZIONE NELLE EMISSIONI DELLE PRINCIPALI SOSTANZE INQUINANTI PRODOTTE PER IL RISCALDAMENTO DI ABITAZIONE APPARTENENTI ALLE 7 CLASSI PROPOSTE DAL DISTRETTO DI TREVISO, NELL'IPOTESI CHE SIANO ALIMENTATE A GASOLIO E A METANO.....	3-25
FIGURA 3-7: INDICI DI QUALITÀ DELL'ARIA RELATIVI AL $\text{PM}_{10}$ , AL BISSIDO DI AZOTO ( $\text{NO}_2$ ) E ALL'OZONO ( $\text{O}_3$ ). 3-68	68
FIGURA 3-8: CORRELAZIONE TRA VALORI MEDI GIORNALIERI DI $\text{NO}_2$ E $\text{PM}_{10}$ .....	3-69
FIGURA 3-9: INDICI DI QUALITÀ DELL'ARIA RELATIVI AL $\text{PM}_{10}$ , AL BISSIDO DI AZOTO ( $\text{NO}_2$ ) SECONDO IL VALORE MEDIO GIORNALIERO E ALL'OZONO ( $\text{O}_3$ ).....	3-70
FIGURA 3-10: INDICE SINTETICO DI QUALITÀ DELL'ARIA PER L'ANNO 2008.....	3-71

## INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 3-1: COMPOSIZIONE PERCENTUALE DEL PARCO MACCHINE DELLA PROVINCIA DI VERONA DELL'ANNO 2008.....	3-10
TABELLA 3-2: FATTORI DI EMISSIONE MEDI DI $\text{NO}_x$ [G/(KM VEICOLO)] PER CIASCUNA CATEGORIA DI VEICOLI (FONTE DEFRA).....	3-10
TABELLA 3-3: FATTORI DI EMISSIONE MEDI DI $\text{PM}_{10}$ [G/(KM VEICOLO)] PER CIASCUNA CATEGORIA DI VEICOLI (FONTE DEFRA).....	3-10
TABELLA 3-4: FATTORI DI EMISSIONE MEDI DI BENZENE [G/(KM VEIC.)] PER CIASCUNA CATEGORIA DI VEICOLI (FONTE DEFRA).....	3-10
TABELLA 3-5: DESCRIZIONE DEGLI SCENARI ANALIZZATI.....	3-11
TABELLA 3-6: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI $\text{NO}_x$ DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 0.....	3-11
TABELLA 3-7: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI $\text{NO}_x$ DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 1.....	3-12
TABELLA 3-8 CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI $\text{NO}_x$ DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 2.....	3-12
TABELLA 3-9: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI $\text{NO}_x$ DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 3.....	3-12
TABELLA 3-10: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI $\text{NO}_x$ DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 4.....	3-12
TABELLA 3-11: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI $\text{NO}_x$ DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 5.....	3-12
TABELLA 3-12: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI $\text{NO}_x$ DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 6.....	3-13

TABELLA 3-13: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI $PM_{10}$ DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 0. ....	3-13
TABELLA 3-14: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI $PM_{10}$ DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 1. ....	3-13
TABELLA 3-15: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI $PM_{10}$ DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 2. ....	3-13
TABELLA 3-16: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI $PM_{10}$ DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 3. ....	3-14
TABELLA 3-17: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI $PM_{10}$ DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 4. ....	3-14
TABELLA 3-18: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI $PM_{10}$ DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 5. ....	3-14
TABELLA 3-19: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI $PM_{10}$ DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 6. ....	3-14
TABELLA 3-20: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI BENZENE DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 0. ....	3-14
TABELLA 3-21: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI BENZENE DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 1. ....	3-15
TABELLA 3-22: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI BENZENE DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 2. ....	3-15
TABELLA 3-23: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI BENZENE DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 3. ....	3-15
TABELLA 3-24: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI BENZENE DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 4. ....	3-15
TABELLA 3-25: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI BENZENE DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 5. ....	3-16
TABELLA 3-26: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI BENZENE DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 6. ....	3-16
TABELLA 3-27: CLASSI DI INQUINAMENTO DEGLI AUTOBUS UTILIZZATI DAL SERVIZIO PUBBLICO SU TRATTE URBANE E EXTRAURBANE. ....	3-18
TABELLA 3-28: TIPOLOGIA DI ALIMENTAZIONE DEGLI AUTOBUS UTILIZZATI DAL SERVIZIO PUBBLICO SU TRATTE URBANE ED EXTRAURBANE. ....	3-18
TABELLA 3-29: DATI ATV. ....	3-19
TABELLA 3-30: FATTORI DI EMISSIONI MEDI DI $PM_{10}$ E $NO_x$ PER CLASSE DI VEICOLO. ....	3-19
TABELLA 3-31: EMISSIONI SPECIFICHE PER KM PERCORSO E TOTALI ANNUE DI $PM_{10}$ E $NO_x$ DEGLI AUTOBUS URBANI. ....	3-20
TABELLA 3-32: EMISSIONI SPECIFICHE PER KM PERCORSO E TOTALI ANNUE DI $PM_{10}$ E $NO_x$ DEGLI AUTOBUS EXTRAURBANI. ....	3-20
TABELLA 3-33: DESCRIZIONE DEGLI SCENARI DI MIGLIORAMENTO DEL PARCO VEICOLI DELL'ATV. ....	3-20
TABELLA 3-34: EMISSIONI SPECIFICHE PER KM PERCORSO E TOTALI ANNUE DI $PM_{10}$ E $NO_x$ DEGLI AUTOBUS URBANI NEI DIVERSI SCENARI. ....	3-21
TABELLA 3-35: EMISSIONI SPECIFICHE PER KM PERCORSO E TOTALI ANNUE DI $PM_{10}$ E $NO_x$ DEGLI AUTOBUS EXTRAURBANI NEI DIVERSI SCENARI. ....	3-21
TABELLA 3-36: CALORE RICHIESTO, CONSUMO DI GASOLIO E METANO E COSTO AGGIUNTIVO DI COSTRUZIONE PER UN'ABITAZIONE CARATTERIZZATA DAI PUNTEGGI ENERGETICI PREVISTI DAL DISTRETTO DELLA BIOEDILIZIA DI TREVISO. ....	3-25

TABELLA 3-37: TEMPERATURE MEDIE AUTUNNALI E INVERNALI NELLE STAZIONI METEOROLOGICHE. ....	3-26
TABELLA 3-38: RISPARMIO ENERGETICO DOVUTO ALL' ABBASSAMENTO DELLA TEMPERATURA INTERNA DEGLI EDIFICI. ....	3-26
TABELLA 3-39: ELENCO DELLE AZIONI A BREVE TERMINE E INDICATORE DA UTILIZZARE PER VALUTARNE L'EFFICACIA. ....	3-27
TABELLA 3-40: PRINCIPALI NUOVI ATTRATTORI DI TRAFFICO. ....	3-59
TABELLA 3-41: PRINCIPALI NUOVE INFRASTRUTTURE. ....	3-60
TABELLA 3-42: PRINCIPALI FONTI ESAMINATE PER ANALIZZARE LE PROSPETTIVE DI SVILUPPO DEL TERRITORIO. ...	3-60
TABELLA 3-43: RIDUZIONE DELLE EMISSIONI ASSOCIATE AI DUE SCENARI IDENTIFICATI NELL' AMBITO DEL PROGETTO CAFE CLE2010 E CLE2020 (DA INDIVIDUAZIONE DEGLI OBIETTIVI MINIMI DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI REGIONALI PER IL RISPETTO DEI LIMITI DI QUALITÀ DELL' ARIA PER GLI INQUINANTI OZONO, BISSIDO DI AZOTO, PM <sub>10</sub> DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2007).....	3-62
TABELLA 3-44: VALORI LIMITE PER GLI INDICI GIORNALIERI DEGLI INQUINANTI SELEZIONATI.....	3-67
TABELLA 3-45: CLASSI EQUISPAZIATE PER LA DEFINIZIONE DELLA QUALITÀ DELL' ARIA. ....	3-68

## **3 AZIONI POSSIBILI**

### **3.1 AZIONI COORDINATE A BREVE TERMINE**

#### **3.1.1 La gestione della zonizzazione: indicazioni per l'aggiornamento della zonizzazione**

A norma del PRTRA (Capitolo 3, §3.1) “La revisione della zonizzazione e l'eventuale identificazione di nuove zone è competenza della Regione Veneto ed è legata alla disponibilità di nuove misure o di stime modellistiche, la cui gestione è a carico di ARPAV. In ragione di ciò, la Regione si avvale del supporto tecnico di ARPAV e degli Uffici regionali competenti per rivedere periodicamente (ogni 3 anni) la zonizzazione dei regimi di qualità dell'aria nel suo territorio.”

Tale valutazione è condotta sulle posizioni puntuali di monitoraggio della rete regionale di qualità dell'aria. Peraltro, il D. Lgs. 351/99 e il successivo D. M. 60/02 prevedono che le informazioni provenienti dai punti di campionamento in siti fissi possano essere integrate con quelle provenienti da altre fonti di informazione, quali gli inventari delle emissioni e le tecniche di modellizzazione e di stima obiettiva, con l'obiettivo finale di pervenire ad una adeguata rappresentazione spaziale delle concentrazioni degli inquinanti atmosferici sull'intero territorio regionale.

Lo stesso PRTRA anticipa che la Regione si riserva, per la definitiva applicazione dell'art. 6 (individuazione delle zone e degli agglomerati per i quali si rende obbligatorio il monitoraggio della qualità dell'aria), di implementare le necessarie analisi attraverso l'utilizzo di tutti i dati delle campagne di misura effettuate sul territorio regionale e attraverso l'impiego di modelli, previa certificazione da parte del Ministero dell'Ambiente, come previsto dal D.M. 20/09/02.

È raccomandabile, in particolare, che tali valutazioni distinguano la componente di background regionale, caratterizzata da una distribuzione ubiquitaria delle concentrazioni di determinati inquinanti a livello di bacino padano, dalla componente di background urbano e di sorgenti emissive da traffico o industria, come discusso nelle conclusioni al punto 2.2.6. È evidente infatti come la prima possa essere affrontata solo nell'ambito di un coordinamento sovra-regionale, mentre la seconda sia più incisivamente gestita a livello locale.

Per quanto riguarda le procedure di revisione della zonizzazione, è utile richiamare quanto previsto dal PRTRA (Allegato “Normativa generale”):

“Articolo 9 - Varianti ed aggiornamenti

1. Le varianti al Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera sono approvate con deliberazione del Consiglio Regionale, salvo quanto previsto al successivo comma 2.

2. Ai sensi dell'articolo 19, comma 6, della Legge Regionale 16 aprile 1985, n. 33, non incidono sui criteri informativi e sulle caratteristiche essenziali del presente Piano:
  - a) La modifica parziale dell'elenco dei Comuni inseriti nelle varie zone a diverso grado di criticità rispetto ai valori limite previsti, individuate sulla base dell'articolo 5 del D. Lgs. n. 351 del 4 agosto 1999.
  - b) Gli aggiornamenti del Piano conseguenti a decisioni assunte dal Comitato di indirizzo e sorveglianza nell'ambito delle proprie competenze.
3. L'inserimento di un Comune in una diversa zona, con riguardo alla criticità dei limiti previsti, rispetto a quella individuata dal Presente Piano, può essere richiesto dal Comune direttamente interessato sulla base della dimostrazione della sussistenza delle caratteristiche che giustificano tecnicamente detta modifica.
4. Le varianti al presente Piano previste al precedente comma 2 sono deliberate dalla Giunta regionale, sentiti gli Enti interessati e la competente Commissione consiliare che si esprime entro trenta giorni dal ricevimento delle proposte, trascorsi i quali si prescinde dal parere ai sensi dell'articolo 19, comma 6, della Legge Regionale 16 aprile 1985, n. 33, e successive modifiche.”

Gli aggiornamenti della zonizzazione sono di norma proposti dai Tavoli Tecnici Zonali. Il Comitato di Indirizzo e Sorveglianza<sup>1</sup> (C.I.S.) verifica che tali proposte di modifiche siano in linea con la valutazione della qualità dell'aria effettuata annualmente dalla Regione che provvede, con il supporto di ARPAV, alla compilazione del questionario di cui alla Decisione 2004/461/CE del 29/04/04. In attesa di approvazione formale dell'aggiornamento triennale del P.R.T.R.A., il C.I.S. ha quindi facoltà di sancire gli aggiornamenti parziali (zonizzazione, scadenze, nuovi limiti) sia di carattere tecnico che normativo.

Ad un secondo livello si colloca l'azione dei sette Tavoli Tecnici Zonali<sup>2</sup> (T.T.Z.), uno per ciascuna Provincia. I T.T.Z. hanno il compito di coordinare gli interventi dei Comuni previsti nei Piani di Azione, di Risanamento e di Mantenimento, finalizzati a ridurre e contenere i superamenti delle soglie di allarme e dei valori limite. Ciascun T.T.Z. è coordinato e presieduto dal Presidente della Giunta Provinciale che ha compiti di coordinamento, sorveglianza e verifica annuale dell'applicazione dei Piani che sono proposti e resi esecutivi

---

<sup>1</sup> Il C.I.S. è presieduto dal Presidente della Giunta Regionale ed è costituito dai sette Presidenti delle Giunte Provinciali, dai sette Sindaci dei Comuni capoluogo e, a carattere consultivo, dalla Direzione Regionale Ambiente, dall'Unità Complessa Tutela dell'Atmosfera, dalla Direzione Regionale Prevenzione e da ARPAV.

<sup>2</sup> Ogni T.T.Z. è composto dal Presidente della Provincia, dal Sindaco del Comune capoluogo e dai Sindaci dei Comuni ricadenti nelle zone o agglomerati classificati come A, B e C del territorio provinciale di appartenenza. Ai T.T.Z. partecipano, a carattere consultivo, l'ULSS e l'ARPAV competenti per territorio.

(secondo criteri differenziati in base alla classificazione per inquinante) dai Comuni di fascia A, B e C nei rispettivi territori di appartenenza.

Con cadenza almeno annuale, ciascun T.T.Z. elabora ed invia al C.I.S. un rapporto sintetico di attività sull'efficacia delle azioni intraprese e propone al C.I.S. le eventuali modifiche inerenti la zonizzazione del territorio provinciale, sulla base dei dati dei monitoraggi ambientali realizzati da ARPAV.

I Comuni attualmente ricadenti nelle zone C, che volontariamente intendano essere inseriti nell'elenco di zone di tipo A o B, possono presentare la loro "candidatura" alla Regione Veneto, purché essa sia opportunamente corredata di documentazione che ne giustifichi la nuova classificazione.

Viceversa, i Comuni attualmente ricadenti nelle zone A e B, che intendano proporre una classificazione diversa da quella in vigore, hanno l'obbligo di presentare alla Regione Veneto un quadro di riferimento sullo stato della qualità dell'aria nel territorio comunale, corredato di una serie di dati rappresentativa di un anno di monitoraggio della qualità dell'aria (per tutti gli inquinanti convenzionali e non) e di dati sulle principali fonti di emissione, che ne giustifichi l'esclusione dalle zone di tipo A o B. Tale documento sarà sottoposto alla valutazione tecnica dell'ARPAV competente per territorio.

Ai sensi del DM 60/2002, spetta all'ARPAV informare i Tavoli Tecnici Zonali competenti dei superamenti dei valori limite e delle soglie di allarme. La comunicazione contiene anche indicazioni relative alle previsioni sull'evoluzione meteorologica della situazione, utili a giudicare la tendenza al ridimensionamento o all'acutizzazione del fenomeno.

Ciascuna Provincia dovrà far rispettare i provvedimenti emanati dai Tavoli Tecnici Zonali in applicazione del Piano di azione, di risanamento e mantenimento, o dei provvedimenti collegati.

### **3.1.2 Traffico**

#### **3.1.2.1 Il trasporto privato**

Il traffico rappresenta una componente significativa del problema dell'inquinamento atmosferico urbano. Negli ultimi anni infatti il volume di traffico veicolare è andato crescendo, parallelamente al numero di vetture in circolazione (dati riguardo il parco circolante, fonte ACI). Per questo è utile valutare alcune delle possibili azioni a breve termine che si possono intraprendere nel settore del traffico privato allo scopo di ridurre le emissioni.

Per fare queste valutazioni, si sono utilizzati i dati relativi al Parco Circolante della provincia di Verona del 2008. La sua composizione percentuale è riassunta in Tabella 3-1. Si sono considerate separatamente le classi di veicoli diesel e quelle di veicoli a benzina. I veicoli alimentati a GPL e a metano sono stati accorpati con quelli a benzina, dal momento che i loro fattori di emissione risultano assimilabili.

Tabella 3-1: Composizione percentuale del parco macchine della provincia di Verona dell'anno 2008.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	7.0%	5.3%	15.0%	7.5%	13.5%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.8%	0.6%	5.2%	11.5%	10.9%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	1.8%	1.0%	2.3%	3.1%	1.4%	0.1%
Trattori stradali	Diesel	0.0%	0.0%	0.1%	0.2%	0.1%	0.0%
Motociclette	Benzina	5.2%	2.6%	2.3%	1.7%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%

L'attenzione si è concentrata sulle emissioni di ossidi di azoto, di PM<sub>10</sub> e di benzene. Come fattori di emissione, non avendo a disposizione il dato di velocità media dei veicoli, sono stati utilizzati i fattori di emissione ARTEMIS a velocità fissa, secondo le linee guida proposte da DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs, [www.defra.gov.uk](http://www.defra.gov.uk))<sup>3</sup>.

Per quanto riguarda il benzene, sono stati utilizzati i fattori di emissione degli idrocarburi, nonostante essi sovrastimino le emissioni di benzene, perché sono gli unici a disposizione.

Tabella 3-2: Fattori di emissione medi di NO<sub>x</sub> [g/(km veicolo)] per ciascuna categoria di veicoli (fonte DEFRA).

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	1.66	0.28	0.15	0.06	0.05	0.03
Autoveicoli	Diesel	0.58	0.52	0.62	0.48	0.3	0.2
Veicoli commerciali	Benzina	1.5	0.35	0.09	0.05	0.03	0.02
Veicoli commerciali	Diesel	6.22	4.28	4.47	3.52	2.19	1.3
Trattori stradali	Diesel	13.27	9.1	9.37	7.42	4.58	2.69
Motociclette	Benzina	0.27	0.28	0.19	0.1		
Autobus	Diesel	11.78	8.88	9.69	7.92	4.8	2.89

Tabella 3-3: Fattori di emissione medi di PM<sub>10</sub> [g/(km veicolo)] per ciascuna categoria di veicoli (fonte DEFRA).

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
Autoveicoli	Diesel	0.178	0.053	0.038	0.034	0.002	0.001
Veicoli commerciali	Benzina	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.004
Veicoli commerciali	Diesel	0.307	0.193	0.093	0.092	0.024	0.013
Trattori stradali	Diesel	0.508	0.369	0.167	0.154	0.027	0.028
Motociclette	Benzina	0.020	0.020	0.005	0.005		
Autobus	Diesel	0.527	0.404	0.184	0.191	0.037	0.038

Tabella 3-4: Fattori di emissione medi di benzene [g/(km veic.)] per ciascuna categoria di veicoli (fonte DEFRA).

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	0.41	0.1	0.04	0.03	0.01	0.01
Autoveicoli	Diesel	0.75	0.19	0.17	0.08	0.05	0.05

<sup>3</sup> Il foglio di calcolo è scaricabile all'indirizzo <http://www.airquality.co.uk/laqm/tools.php?tool=emission>.

Veicoli commerciali	Benzina	1.44	0.19	0.04	0.03	0.01	0.01
Veicoli commerciali	Diesel	0.56	0.33	0.2	0.17	0.02	0.02
Trattori stradali	Diesel	0.76	0.61	0.39	0.34	0.02	0.02
Motociclette	Benzina	1.44	0.89	0.41	0.25		
Autobus	Diesel	0.85	0.8	0.53	0.48	0.02	0.03

Quindi si sono ipotizzati sei diverse tipologie di restrizioni del traffico, di cui si è valutato l'effetto sulla quantità di emissioni prodotte. Per tutti gli scenari, si è ipotizzato un'attuazione di 24 ore al giorno, per tutti i giorni della settimana. La stagione invernale indicata nella tabella seguente fa riferimento ad un periodo di 6 mesi tra il 1° novembre e il 30 aprile dell'anno successivo.

Tabella 3-5: Descrizione degli scenari analizzati.

	Descrizione dell'azione intrapresa	Durata
Scenario 0	Nessun blocco	
Scenario 1	blocco Euro 0 traffico locale	Tutta la stagione invernale
Scenario 2	blocco Euro 0 traffico locale	1 mese/anno
Scenario 3	blocco Euro 0+1 traffico locale	Tutta la stagione invernale
Scenario 4	blocco Euro 0+1 traffico locale	1 mese/anno
Scenario5	blocco Euro 0+1+2 diesel traffico locale	Tutta la stagione invernale
Scenario 6	blocco Euro 0+1+2 diesel traffico locale	1 mese/anno

Tenendo conto della composizione del parco macchine della provincia di Verona relativo al 2008, si è calcolato il contributo percentuale alle emissioni di NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> e benzene per ciascuna classe di veicoli, in ognuno dei sei scenari considerati. Dal momento che normalmente le misure restrittive del traffico interessano il territorio comunale ma non possono essere applicate su autostrade e tangenziali, si è ipotizzato che esse agiscano solo sul 25% del traffico totale. I contributi percentuali indicano il peso relativo di ciascuna classe di veicoli nell'emissione degli inquinanti considerati. Non è possibile determinare le emissioni in modo assoluto, dal momento che non si conosce il numero totale di veicoli coinvolti e il numero totale di km percorsi. Si suppone quindi che tutte le classi di veicoli abbiano la stessa percorrenza media.

Tabella 3-6: Contributo percentuale alle emissioni di NO<sub>x</sub> di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 0.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	15.1%	1.9%	2.9%	0.6%	0.9%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.6%	0.4%	4.2%	7.1%	4.2%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	14.3%	5.7%	13.2%	14.0%	3.9%	0.1%
Trattori stradali	Diesel	0.6%	0.2%	1.1%	2.0%	0.7%	0.0%
Motociclette	Benzina	1.8%	0.9%	0.6%	0.2%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	1.0%	0.1%	0.5%	0.6%	0.0%	0.0%

Tabella 3-7: Contributo percentuale alle emissioni di NO<sub>x</sub> di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 1.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	14.2%	2.0%	3.0%	0.6%	0.9%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.6%	0.4%	4.3%	7.3%	4.4%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	13.5%	5.9%	13.6%	14.4%	4.0%	0.1%
Trattori stradali	Diesel	0.6%	0.2%	1.2%	2.1%	0.8%	0.0%
Motociclette	Benzina	1.7%	1.0%	0.6%	0.2%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	1.0%	0.1%	0.5%	0.6%	0.0%	0.0%

Tabella 3-8 Contributo percentuale alle emissioni di NO<sub>x</sub> di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 2.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	14.9%	1.9%	2.9%	0.6%	0.9%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.6%	0.4%	4.2%	7.2%	4.3%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	14.1%	5.7%	13.3%	14.1%	3.9%	0.1%
Trattori stradali	Diesel	0.6%	0.2%	1.1%	2.0%	0.7%	0.0%
Motociclette	Benzina	1.8%	1.0%	0.6%	0.2%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	1.0%	0.1%	0.5%	0.6%	0.0%	0.0%

Tabella 3-9: Contributo percentuale alle emissioni di NO<sub>x</sub> di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 3.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	14.3%	1.8%	3.0%	0.6%	0.9%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.6%	0.4%	4.3%	7.4%	4.4%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	13.6%	5.4%	13.7%	14.6%	4.0%	0.1%
Trattori stradali	Diesel	0.6%	0.2%	1.2%	2.1%	0.8%	0.0%
Motociclette	Benzina	1.7%	0.9%	0.6%	0.2%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	1.0%	0.1%	0.5%	0.6%	0.0%	0.0%

Tabella 3-10: Contributo percentuale alle emissioni di NO<sub>x</sub> di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 4.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	14.9%	1.9%	2.9%	0.6%	0.9%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.6%	0.4%	4.2%	7.2%	4.3%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	14.1%	5.6%	13.3%	14.2%	3.9%	0.1%
Trattori stradali	Diesel	0.6%	0.2%	1.1%	2.0%	0.7%	0.0%
Motociclette	Benzina	1.8%	0.9%	0.6%	0.2%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	1.0%	0.1%	0.5%	0.6%	0.0%	0.0%

Tabella 3-11: Contributo percentuale alle emissioni di NO<sub>x</sub> di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 5.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	14.6%	1.8%	3.1%	0.6%	0.9%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.6%	0.4%	4.0%	7.5%	4.5%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	13.8%	5.5%	12.7%	14.8%	4.1%	0.2%

Trattori stradali	Diesel	0.6%	0.2%	1.1%	2.1%	0.8%	0.0%
Motociclette	Benzina	1.7%	0.9%	0.6%	0.2%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	1.0%	0.1%	0.5%	0.6%	0.0%	0.0%

Tabella 3-12: Contributo percentuale alle emissioni di NO<sub>x</sub> di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 6.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	15.0%	1.9%	3.0%	0.6%	0.9%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.6%	0.4%	4.1%	7.2%	4.3%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	14.2%	5.6%	13.1%	14.2%	3.9%	0.1%
Trattori stradali	Diesel	0.6%	0.2%	1.1%	2.0%	0.8%	0.0%
Motociclette	Benzina	1.8%	0.9%	0.6%	0.2%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	15.0%	1.9%	3.0%	0.6%	0.9%	0.0%

Tabella 3-13: Contributo percentuale alle emissioni di PM<sub>10</sub> di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 0.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	1.1%	0.6%	1.8%	0.9%	1.6%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	5.7%	1.3%	7.8%	15.5%	0.9%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	21.6%	7.9%	8.4%	11.2%	1.3%	0.0%
Trattori stradali	Diesel	0.7%	0.3%	0.6%	1.3%	0.1%	0.0%
Motociclette	Benzina	4.1%	2.1%	0.5%	0.3%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	1.4%	0.2%	0.3%	0.5%	0.0%	0.0%

Tabella 3-14: Contributo percentuale alle emissioni di PM<sub>10</sub> di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 1.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	1.0%	0.6%	1.8%	0.9%	1.7%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	5.3%	1.4%	8.0%	15.9%	0.9%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	20.4%	8.1%	8.6%	11.6%	1.3%	0.0%
Trattori stradali	Diesel	0.6%	0.3%	0.6%	1.3%	0.1%	0.0%
Motociclette	Benzina	3.9%	2.1%	0.5%	0.4%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	1.3%	0.2%	0.3%	0.5%	0.0%	0.0%

Tabella 3-15: Contributo percentuale alle emissioni di PM<sub>10</sub> di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 2.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	1.1%	0.6%	1.8%	0.9%	1.6%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	5.6%	1.3%	7.9%	15.6%	0.9%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	21.3%	7.9%	8.5%	11.3%	1.3%	0.0%
Trattori stradali	Diesel	0.7%	0.3%	0.6%	1.3%	0.1%	0.0%
Motociclette	Benzina	4.0%	2.1%	0.5%	0.3%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	1.4%	0.2%	0.3%	0.5%	0.0%	0.0%

Tabella 3-16: Contributo percentuale alle emissioni di PM<sub>10</sub> di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 3.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	1.1%	0.6%	1.9%	0.9%	1.7%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	5.4%	1.3%	8.1%	16.1%	0.9%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	20.6%	7.5%	8.7%	11.7%	1.4%	0.0%
Trattori stradali	Diesel	0.7%	0.3%	0.6%	1.3%	0.1%	0.0%
Motociclette	Benzina	3.9%	2.0%	0.5%	0.4%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	1.3%	0.2%	0.3%	0.5%	0.0%	0.0%

Tabella 3-17: Contributo percentuale alle emissioni di PM<sub>10</sub> di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 4.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	1.1%	0.6%	1.8%	0.9%	1.6%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	5.6%	1.3%	7.9%	15.6%	0.9%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	21.4%	7.8%	8.5%	11.4%	1.3%	0.0%
Trattori stradali	Diesel	0.7%	0.3%	0.6%	1.3%	0.1%	0.0%
Motociclette	Benzina	4.0%	2.0%	0.5%	0.3%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	1.4%	0.2%	0.3%	0.5%	0.0%	0.0%

Tabella 3-18: Contributo percentuale alle emissioni di PM<sub>10</sub> di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 5.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	1.1%	0.6%	1.9%	0.9%	1.7%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	5.5%	1.3%	7.6%	16.3%	1.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	20.9%	7.6%	8.1%	11.9%	1.4%	0.0%
Trattori stradali	Diesel	0.7%	0.3%	0.6%	1.4%	0.1%	0.0%
Motociclette	Benzina	4.0%	2.0%	0.5%	0.4%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	1.4%	0.2%	0.3%	0.5%	0.0%	0.0%

Tabella 3-19: Contributo percentuale alle emissioni di PM<sub>10</sub> di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 6.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	1.1%	0.6%	1.8%	0.9%	1.6%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	5.6%	1.3%	7.8%	15.7%	0.9%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	21.4%	7.8%	8.3%	11.4%	1.3%	0.0%
Trattori stradali	Diesel	0.7%	0.3%	0.6%	1.3%	0.1%	0.0%
Motociclette	Benzina	4.0%	2.0%	0.5%	0.4%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	1.4%	0.2%	0.3%	0.5%	0.0%	0.0%

Tabella 3-20: Contributo percentuale alle emissioni di benzene di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 0.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	33.8%	2.4%	2.5%	0.6%	0.6%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.4%	0.2%	1.1%	0.9%	0.9%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

Veicoli commerciali	Diesel	4.1%	1.4%	1.8%	2.1%	0.1%	0.0%
Trattori stradali	Diesel	0.1%	0.1%	0.1%	0.3%	0.0%	0.0%
Motociclette	Benzina	30.3%	9.5%	3.9%	1.8%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	0.2%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%

Tabella 3-21: Contributo percentuale alle emissioni di benzene di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 1.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	32.9%	2.5%	2.6%	0.7%	0.6%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.4%	0.2%	1.1%	1.0%	0.9%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.6%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	4.0%	1.4%	2.0%	2.2%	0.1%	0.0%
Trattori stradali	Diesel	0.1%	0.1%	0.2%	0.3%	0.0%	0.0%
Motociclette	Benzina	29.5%	10.1%	4.2%	1.9%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	0.2%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%

Tabella 3-22: Contributo percentuale alle emissioni di benzene di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 2.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	33.6%	2.4%	2.5%	0.6%	0.6%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.4%	0.2%	1.1%	1.0%	0.9%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	4.0%	1.4%	1.9%	2.1%	0.1%	0.0%
Trattori stradali	Diesel	0.1%	0.1%	0.1%	0.3%	0.0%	0.0%
Motociclette	Benzina	30.1%	9.6%	4.0%	1.8%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	0.2%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%

Tabella 3-23: Contributo percentuale alle emissioni di benzene di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 3.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	33.3%	2.3%	2.6%	0.7%	0.6%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.4%	0.2%	1.1%	1.0%	1.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	4.0%	1.3%	2.0%	2.3%	0.1%	0.0%
Trattori stradali	Diesel	0.1%	0.0%	0.2%	0.3%	0.0%	0.0%
Motociclette	Benzina	29.8%	9.3%	4.2%	1.9%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	0.2%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%

Tabella 3-24: Contributo percentuale alle emissioni di benzene di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 4.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	33.7%	2.4%	2.5%	0.6%	0.6%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.4%	0.2%	1.1%	1.0%	0.9%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	4.1%	1.4%	1.9%	2.1%	0.1%	0.0%
Trattori stradali	Diesel	0.1%	0.1%	0.2%	0.3%	0.0%	0.0%
Motociclette	Benzina	30.2%	9.4%	4.0%	1.8%	0.0%	0.0%

Autobus	Diesel	0.2%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%
---------	--------	------	------	------	------	------	------

Tabella 3-25: Contributo percentuale alle emissioni di benzene di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 5.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	33.4%	2.3%	2.6%	0.7%	0.6%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.4%	0.2%	1.0%	1.0%	1.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	4.0%	1.3%	1.8%	2.3%	0.1%	0.0%
Trattori stradali	Diesel	0.1%	0.1%	0.1%	0.3%	0.0%	0.0%
Motociclette	Benzina	29.9%	9.4%	4.2%	1.9%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	0.2%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%

Tabella 3-26: Contributo percentuale alle emissioni di benzene di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 6.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	33.7%	2.4%	2.5%	0.6%	0.6%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.4%	0.2%	1.1%	1.0%	0.9%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	4.1%	1.4%	1.8%	2.1%	0.1%	0.0%
Trattori stradali	Diesel	0.1%	0.1%	0.1%	0.3%	0.0%	0.0%
Motociclette	Benzina	30.2%	9.4%	4.0%	1.8%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	0.2%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%

Sommando quindi il contributo totale alle emissioni delle categorie di veicoli, è possibile calcolare il risparmio totale, dovuto all'intero parco macchine circolante, di emissioni di NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> e benzene rispetto allo scenario 0 che non prevede alcun blocco della circolazione.

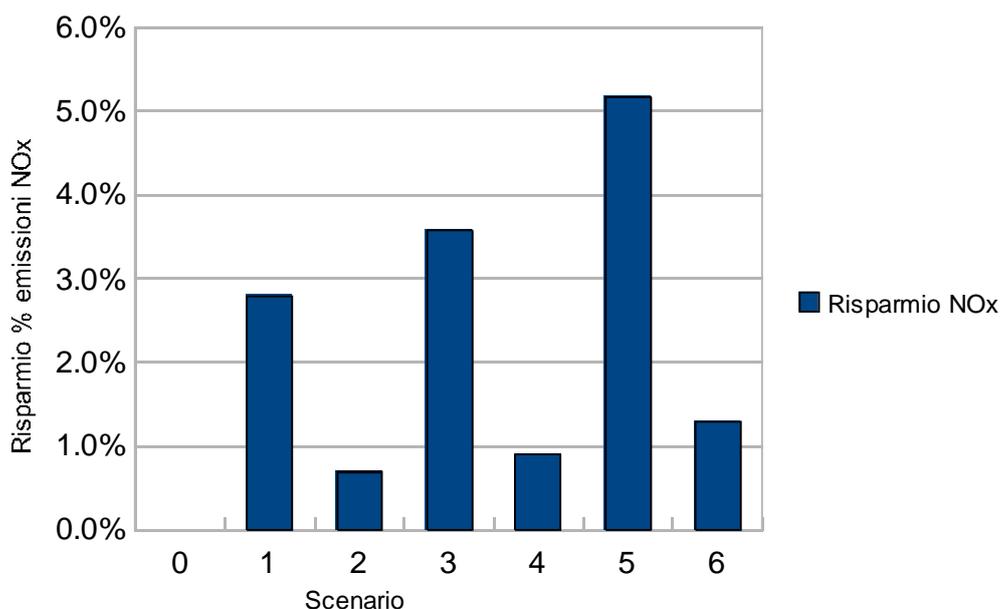


Figura 3-1: Risparmio percentuale nelle emissioni di NO<sub>x</sub> per ciascuno scenario analizzato rispetto allo scenario 0 (nessun blocco).

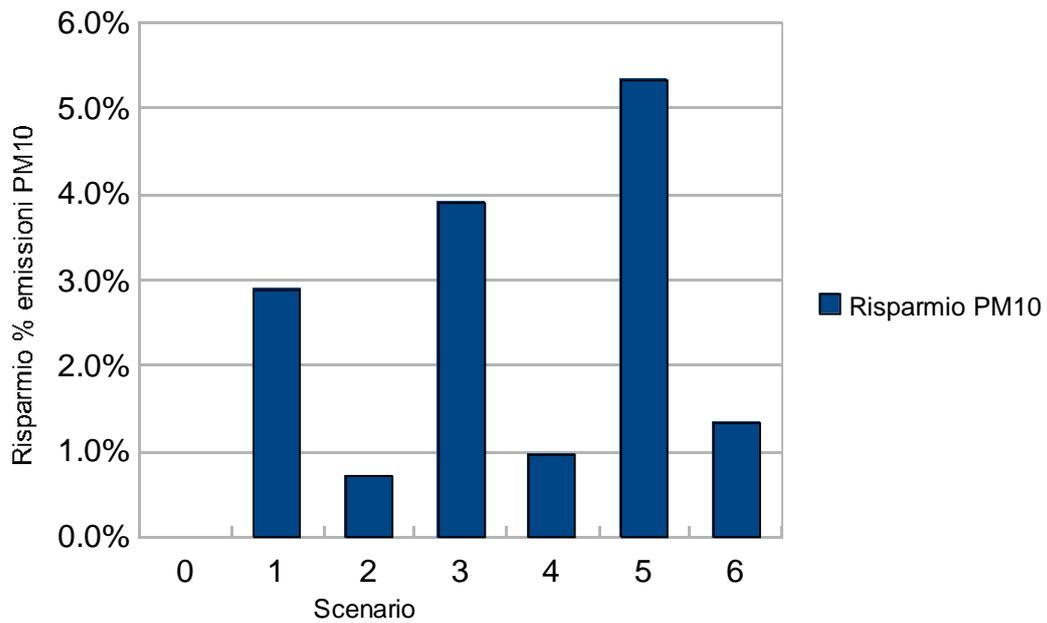


Figura 3-2: Risparmio percentuale nelle emissioni di PM<sub>10</sub> per ciascuno scenario analizzato rispetto allo scenario 0 (nessun blocco).

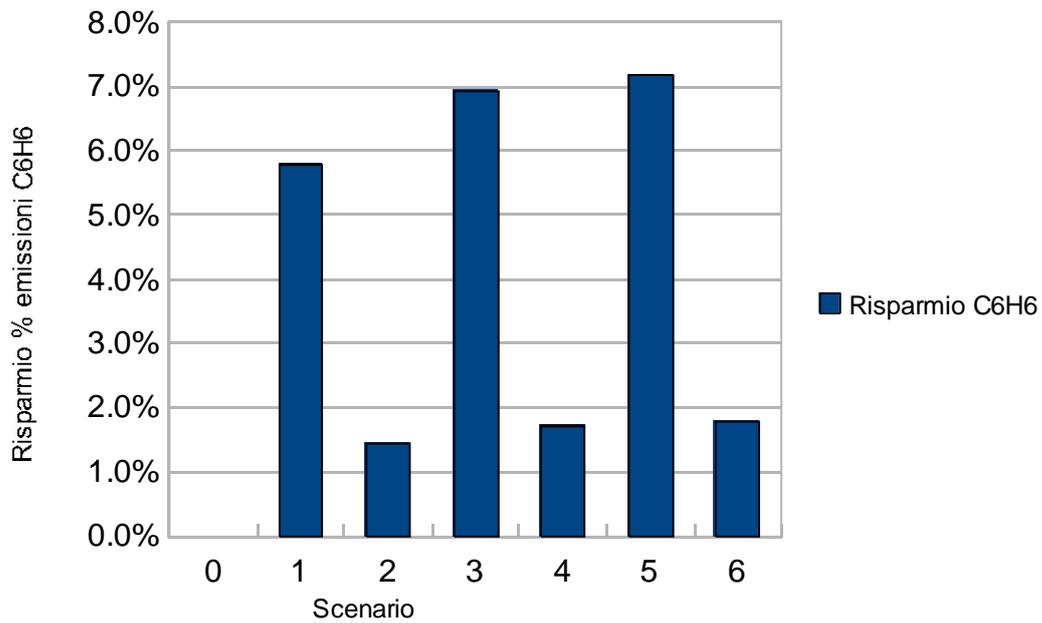


Figura 3-3: Risparmio percentuali nelle emissioni di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> per ciascuno scenario analizzato rispetto allo scenario 0 (nessun blocco).

Lo scenario corrispondente a minori emissioni di ossidi di azoto è ovviamente quello con blocco dei veicoli Euro 0 e Euro 1 e diesel Euro 2 per tutta la stagione invernale (scenario 5) che consente un risparmio di emissioni pari al 5.2% circa. Lo stesso scenario consente un risparmio percentuale di emissioni di PM<sub>10</sub> pari al 5.3% e di benzene pari al 7.2%.

### 3.1.2.2 Il trasporto pubblico

Si è cercato di valutare il possibile effetto di un intervento sul parco macchine del trasporto pubblico allo scopo di ridurre le emissioni. Per fare questo si è analizzato il parco macchine dell'ATV (Azienda Trasporti Verona) relativo al 2008. Gli autobus che svolgono servizio urbano (Comune di Verona) e quelli che svolgono servizio extraurbano (provincia di Verona) sono stati suddivisi sulla base delle caratteristiche di inquinamento del veicolo (classe Euro 0, Euro 1, ecc.) e sulla base della tipologia di alimentazione: benzina, metano o gasolio.

Tabella 3-27: Classi di inquinamento degli autobus utilizzati dal servizio pubblico su tratte urbane e extraurbane.

Classe	Totale	Perc. totale	Urbano	Extraurbano
Euro 0	159	26.5%	61	98
Euro 1	5	0.8%	0	5
Euro 2	133	22.1%	58	75
Euro 3	212	35.3%	2	210
Euro 4	2	0.3%	0	2
Euro 5	19	3.2%	0	19
EEV (*)	63	10.5%	63	0
Ibrido	8	1.3%	8	0

(\*) Per EEV (Enhanced Environmental Vehicles) si intendono mezzi di massa superiore alle 3.5 t, alimentati con biocarburanti, GNC, GPL o idrogeno, o veicoli ibridi ed elettrici cui standard emissivi sono compresi tra quelli Euro V e quelli Euro VI.

Tabella 3-28: Tipologia di alimentazione degli autobus utilizzati dal servizio pubblico su tratte urbane ed extraurbane.

Carburante	Totale	Perc. totale	Urbano	Extraurbano
Gasolio	538	89.5%	129	409
Metano	63	10.5%	63	0

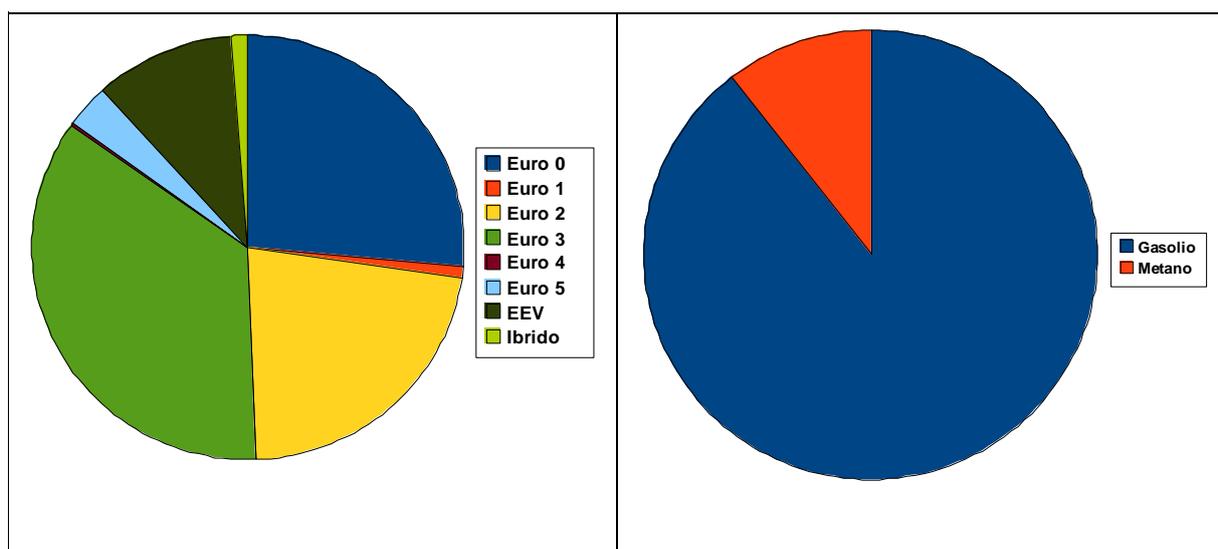


Figura 3-4: Parco dei mezzi pubblici ATV: caratteristiche dei mezzi.

La categoria di veicoli che rispettano la direttiva europea Euro 3 è quella più numerosa, ma si può osservare come quasi la metà degli autobus (49.4%) sia Euro 0, 1 o 2.

Come si può notare, mentre nell'ambito urbano, circa un terzo degli autobus è alimentato a metano, nelle tratte extraurbane sono utilizzati esclusivamente autobus alimentati a gasolio.

Per poter calcolare le emissioni è necessario avere una stima della percorrenza media per ciascun autobus nelle tratte urbane ed extraurbane.

I dati sono stati estrapolati dalla carta della mobilità di ATV relativa al 2009<sup>4</sup>.

Tabella 3-29: Dati ATV.

<b>Dati ATV</b>	
Estensione rete urbana	209 km
Estensione rete extraurbana	4500 km
Percorrenza media annua urbana	7000000 km
Percorrenza media annua extraurbana	12500000 km
Percorrenza media giornaliera urbana	100 km
Percorrenza media giornaliera extraurbana	84 km

Nel caso delle tratte extraurbane, la percorrenza media è sovrastimata, dal momento che il dato fornito da ATV si riferisce all'intero territorio provinciale. Tuttavia si può osservare come essa sia caratterizzata da un valore molto basso, per cui si è deciso di non sottrarre le tratte esterne alla zona in esame.

Come fattori di emissione, non avendo a disposizione il dato di velocità media dei veicoli, sono stati utilizzati i fattori di emissione ARTEMIS a velocità fissa, secondo le linee guida proposte da DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs, [www.defra.gov.uk](http://www.defra.gov.uk))<sup>5</sup>.

Tabella 3-30: Fattori di emissioni medi di PM<sub>10</sub> e NO<sub>x</sub> per classe di veicolo.

<b>FE</b>	<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>
Classe	[g/(km veicolo)]	[g/(km veicolo)]
Euro 0	0.68	15.90
Euro 1	0.393	9.58
Euro 2	0.196	9.97
Euro 3	0.159	8.08
Euro 4	0.059	5.03
Euro 5	0.030	2.98
EEV	0.003	0.60
Ibrido	0.003	0.60

È stata calcolata quindi una stima delle emissioni prodotte dai mezzi attualmente in uso all'ATV.

<sup>4</sup> <http://www.atv.verona.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/161>

<sup>5</sup> Il foglio di calcolo è scaricabile all'indirizzo <http://www.airquality.co.uk/laqm/tools.php?tool=emission>.

Tabella 3-31: Emissioni specifiche per km percorso e totali annue di PM<sub>10</sub> e NO<sub>x</sub> degli autobus urbani.

Classe	N° mezzi	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>
		[g/km]		[t/a]	
Euro 0	61	41.5	970.2	1.51	35.37
Euro 1	0	0.0	0.0	0.00	0.00
Euro 2	58	11.3	578.3	0.41	21.08
Euro 3	2	0.3	16.2	0.01	0.59
Euro 4	0	0.0	0.0	0.00	0.00
Euro 5	0	0.0	0.0	0.00	0.00
EEV	63	0.2	37.6	0.01	1.37
Ibrido	8	0.0	4.8	0.00	0.17
<i>Totale</i>	192	53.4	1607.0	1.95	58.59

Tabella 3-32: Emissioni specifiche per km percorso e totali annue di PM<sub>10</sub> e NO<sub>x</sub> degli autobus extraurbani.

Classe	N° mezzi	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>
		[g/km]		[t/a]	
Euro 0	98	66.7	1558.7	2.04	47.64
Euro 1	5	2.0	47.9	0.06	1.46
Euro 2	75	14.7	747.8	0.45	22.85
Euro 3	210	33.4	1697.6	1.02	51.88
Euro 4	2	0.1	10.1	0.00	0.31
Euro 5	19	0.6	56.6	0.02	1.73
EEV	0	0.0	0.0	0.00	0.00
Ibrido	0	0.0	0.0	0.00	0.00
<i>Totale</i>	409	117.4	4118.6	3.59	125.87

### 3.1.2.3 Scenari futuri

Sono stati ipotizzati alcuni scenari di miglioramento del parco veicoli attualmente in uso e si è stimato per ciascuno di questi scenari l'effetto sulla quantità totale di emissioni annue.

Tabella 3-33: Descrizione degli scenari di miglioramento del parco veicoli dell'ATV.

Scenario	Descrizione
Scenario 0	stato attuale
Scenario 1	veicoli Euro 0 → Euro 5
Scenario 2	veicoli Euro 0-1-2-3 → Euro 5
Scenario 3	tutti veicoli EEV o ibridi

Le emissioni sono state stimate per ciascuno scenario ipotizzato.

Tabella 3-34: Emissioni specifiche per km percorso e totali annue di PM<sub>10</sub> e NO<sub>x</sub> degli autobus urbani nei diversi scenari.

Scenario	Emissioni per km percorso		Emissioni totali annue		Risparmio percentuale sulle emissioni	
	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>
	[g/km]		[t/a]		[%]	
Scenario 0	53.4	1607.0	1.95	58.59	0%	0%
Scenario 1	13.7	818.6	0.50	29.84	74%	49%
Scenario 2	3.8	402.9	0.14	14.69	93%	75%
Scenario 3	0.6	114.4	0.02	4.17	99%	93%

Tabella 3-35: Emissioni specifiche per km percorso e totali annue di PM<sub>10</sub> e NO<sub>x</sub> degli autobus extraurbani nei diversi scenari.

Scenario	Emissioni per km percorso		Emissioni totali annue		Risparmio percentuale sulle emissioni	
	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>
	[g/km]		[t/a]		[%]	
Scenario 0	117.4	4118.6	3.59	125.87	0%	0%
Scenario 1	53.6	2852.0	1.64	87.16	54%	31%
Scenario 2	12.3	1218.9	0.38	37.25	90%	70%
Scenario 3	1.2	243.8	0.04	7.45	99%	94%

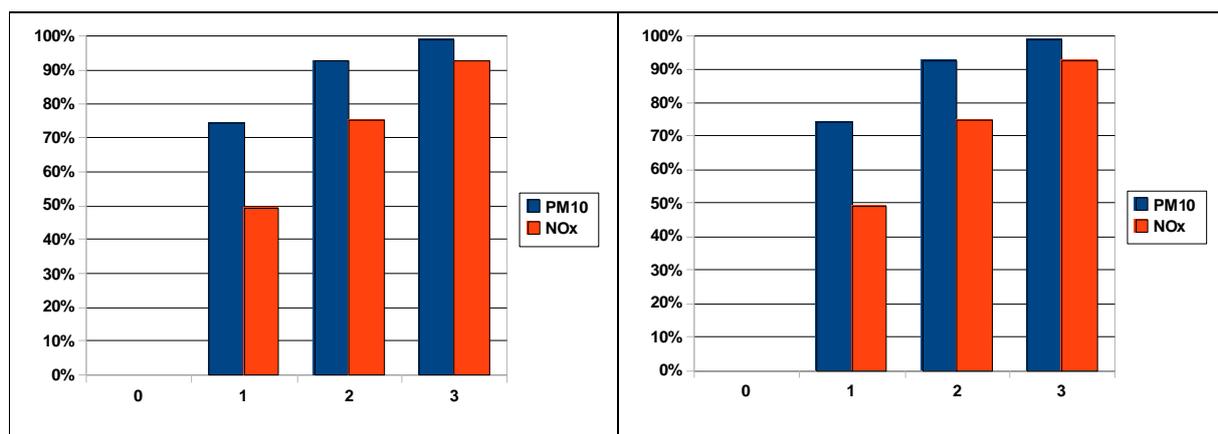


Figura 3-5: Percentuali di riduzione nelle emissioni dovute ai soli mezzi pubblici di PM<sub>10</sub> e NO<sub>x</sub> per i quattro scenari analizzati, nelle tratte urbane (sinistra) e extraurbane (destra).

Per quanto riguarda l'area urbana è possibile calcolare la riduzione che si otterrebbe nell'ipotesi di perseguire le scelte sopra descritte. A fronte di una emissione totale annua per il Comune di Verona 4290 t di NO<sub>x</sub> e 505.4 t di PM<sub>10</sub>, il risparmio che si otterrebbe passando dallo scenario 0 allo scenario 3 sarebbe rispettivamente del 1.3% (NO<sub>x</sub>) e dello 0.4% (PM<sub>10</sub>) rispetto al totale delle emissioni.

Analogo calcolo sulle tratte extraurbane non è precisamente quantificabile poiché non è dato sapere quanti km sono percorsi all'interno dell'area del TTZ e quanti all'interno della Provincia ma esternamente ad essa. Si può comunque dedurre che la percentuale di riduzione possa risultare dello stesso ordine di grandezza di quella sopra indicata per il tratto urbano. Non tragga in inganno il valore in assoluto modesto della riduzione complessiva delle emissioni. Come più volte enfatizzato il beneficio per la qualità dell'aria non dipende solo

dalla quantità di emissioni risparmiate ma anche da al dove, come e in quali condizioni (situazione meteorologica, contesto locale, esposizione della popolazione, ecc.). Nel caso dei mezzi di trasporto pubblico il beneficio maggiore è atteso per i tragitti in area urbana, densamente popolata, soprattutto nelle vie caratterizzate da una configurazione a canyon.

### **3.1.3 Attività produttive**

Nel campo delle attività produttive l'individuazione di azioni a breve termine da mettere in pratica al fine di contenere le emissioni non è immediata. Infatti la maggior parte dei provvedimenti che potrebbero portare a una riduzione delle emissioni si colloca nelle azioni a medio e lungo termine, in quanto si tratta di interventi che coinvolgono la sfera della pianificazione del territorio.

Si possono identificare alcune possibili azioni a breve termine, che riguardano principalmente le autorizzazioni alle emissioni di nuove aziende. Ad esempio:

- a. richiesta di adozione delle BAT europee in sede di rilascio di nuove autorizzazioni per le aziende dotate di grandi impianti di combustione e soggette ad IPPC/AIA;
- b. in sede di autorizzazione alle emissioni in atmosfera delle attività produttive e terziarie non soggette a VIA, richiesta di una valutazione delle emissioni create dalla mobilità di merci e persone indotta dalla nuova attività, al fine dell'aggiornamento del bilancio emissivo provinciale;
- c. formulazione di accordi volontari con le aziende di produzione di beni e servizi ad elevata capacità emissiva per il contenimento delle emissioni inquinanti specialmente nelle zone a rischio e nei periodi particolarmente critici per la qualità dell'aria;
- d. divieto di utilizzo nei nuovi impianti termici (caldaie ad uso produttivo) di gasolio, olio combustibile ed altri distillati pesanti di petrolio, nel caso in cui sia presente la rete di distribuzione del gas metano;
- e. obbligo di copertura per il trasporto di materiali pulverulenti sfusi (ad esempio provenienti da cave);
- f. promozione e attivazione di accordi per incentivare le operazioni di carico e scarico delle merci negli orari meno critici;
- g. costituzione di un organismo (commissione, o gruppo di lavoro, o comitato) costituito da Comuni, Provincia, ARPAV, ULSS e dai rappresentanti delle realtà produttive (Industriali, Artigiani, Agricoltura, ecc.) con l'incarico di individuare le situazioni che necessitano di interventi per la riduzione delle emissioni, le tecnologie disponibili, le procedure con cui arrivare all'installazione di dispositivi di abbattimento, gli eventuali incentivi, ecc. Tale organismo potrebbe altresì svolgere un'azione di supporto tecnico (anche mediante l'introduzione di appositi Regolamenti, ai sensi del T.U. Ambientale,

D. Lgs. 152/2006 e ss mm.)<sup>6</sup>, per la procedura di rilascio delle autorizzazioni alle emissioni in atmosfera e per il monitoraggio dell'osservanza delle stesse.

Come evidenziato nel caso dell'impianto produttivo (sviluppato nel § 2.1.6.1), alcune volte il rispetto dei limiti autorizzativi non consente di garantire un impatto non significativo. In sede di autorizzazione alle emissioni in atmosfera delle attività produttive e terziarie non soggette a VIA sarebbe quindi opportuno richiedere una valutazione semplificata relativa all'impatto dell'attività sulla qualità dell'aria. Questa informazione aggiuntiva permetterebbe di individuare eventuali criticità di esposizione umana agli inquinanti che potrebbero sfuggire ad un approccio convenzionale.

A tal file dovranno essere forniti i dati per ogni punto di emissione (misurati nel caso di impianto esistente, stimati nel caso di impianto in fase di progetto):

- flusso in uscita
- concentrazione dei macroinquinanti
- temperatura e velocità dei fumi
- caratteristiche del camino (altezza e diametro)

Sarà inoltre necessario, per gli inquinanti NO<sub>x</sub> e PM<sub>10</sub>, produrre delle informazioni aggiuntive relative alla ricaduta dei medesimi nell'area circostante l'impianto, indicando la concentrazione e la distanza del punto di massima ricaduta calcolato su media annua e nel caso meteorologicamente più sfavorevole.

Inoltre, nel caso in cui l'impianto induca un aumento significativo di traffico rispetto alla situazione esistente, le emissioni derivanti vanno valutate, sia per quanto riguarda il trasporto delle merci che delle persone (es. traffico pendolare).

Il calcolo del punto di massima ricaduta e del valore di concentrazione che ivi viene previsto può essere eseguito tramite un modello "di screening" (es. SCREEN3, U.S.EPA), utile per ottenere l'ordine di grandezza dei due parametri richiesti. I metodi di screening constano di algoritmi semplificati che tendenzialmente sovrastimano l'impatto, ponendosi in un'ottica cautelativa ma non sono in genere sufficienti a fornire un'analisi completa della situazione. In alternativa, nei casi in cui, sulla base delle emissioni stimate, si può prevedere un impatto significativo in termini di immissione, seppure nel caso di impianti non soggetti a procedura di VIA, è possibile prevedere la richiesta del calcolo della concentrazione in corrispondenza

---

<sup>6</sup> Art. 271 (*Valori limite di emissione e prescrizioni*), comma 6:

“Per ciascuno degli impianti per cui è presentata la domanda di cui all'articolo 269, l'autorizzazione stabilisce i valori limite di emissione e le prescrizioni sulla base dei valori e delle prescrizioni fissati dall'Allegato I alla parte quinta del presente decreto, dalla normativa di cui al comma 3 (ndr: *appositi regolamenti regionali e provinciali*) e dai piani e programmi relativi alla qualità dell'aria. Le prescrizioni finalizzate ad assicurare il contenimento delle emissioni diffuse sono stabilite sulla base delle migliori tecniche disponibili e sulla base delle pertinenti disposizioni degli Allegati I e V alla parte quinta del presente decreto. Per le sostanze per cui non sono fissati valori di emissione, l'autorizzazione stabilisce appositi valori limite con riferimento a quelli previsti per sostanze simili sotto il profilo chimico e aventi effetti analoghi sulla salute e sull'ambiente.”

dei ricettori sensibili sulla base di un algoritmo più complesso che fornisca dati più realistici. Indicazione di una metodologia accettabile è quella contenuta nel § 2.1.6.1 con riferimento al caso studio dell'impianto produttivo. Ai fini della realizzazione di quanto indicato, sarebbe necessario un coordinamento tra enti per valutare una soluzione normativa e procedurale.

Oltre a questa tipologia di azioni, è possibile identificare delle azioni nell'ambito della pianificazione del territorio volte a individuare delle aree destinate alle attività produttive, sia di rilievo comunale che sovracomunale. Esse dovrebbero essere il più possibile lontane e separate dalle zone residenziali e destinate all'edilizia abitativa e inoltre dovrebbero essere dotate delle infrastrutture necessarie ad assicurare una sufficiente mobilità di mezzi e merci senza aggravare la mobilità delle zone residenziali.

### **3.1.4 Riscaldamento domestico**

Un'altra importante fonte di inquinamento è rappresentata, come si è visto, dal riscaldamento domestico. Per questo può risultare interessante valutare gli effetti di un intervento di miglioramento delle caratteristiche energetiche degli edifici che implicherebbe un minore utilizzo di combustibile per riscaldare e di conseguenza minori emissioni.

#### **3.1.4.1 Scenari di riduzione**

Per valutare l'effetto del miglioramento delle caratteristiche energetiche degli edifici, si è deciso di ricorrere alla classificazione adottata dal "Distretto della Bioedilizia" di Treviso, che è una rete tra realtà imprenditoriali interessate all'edilizia sostenibile, finalizzato a promuovere sinergie e progettualità scambiando risorse, informazioni e tecnologie. Questa classificazione prevede che a ciascuna abitazione sia possibile attribuire un punteggio che tenga conto non solo delle caratteristiche energetiche, ma anche dei materiali utilizzati, del carico che essa costituisce per l'ambiente ecc. I punteggi individuano 7 diverse classi che vanno dalla classe peggiore, -1, alla migliore, 5.

Per quanto riguarda il solo utilizzo di riscaldamento invernale, è possibile attribuire a ciascun punteggio energetico un corrispondente risparmio di carburante; è utile anche evidenziare il costo aggiuntivo che si ha nella costruzione di un edificio a risparmio energetico.

Ovviamente un risparmio nei consumi di metano si traduce in una minore emissione di sostanze inquinanti; la percentuale di riduzione è stata stimata per ciascuna classe energetica, sia ipotizzando che l'impianto utilizzi il metano sia che invece utilizzi il gasolio.

Tabella 3-36: Calore richiesto, consumo di gasolio e metano e costo aggiuntivo di costruzione per un'abitazione caratterizzata dai punteggi energetici previsti dal Distretto della Bioedilizia di Treviso.

Punteggio Energetico	calore richiesto [kWh/(m <sup>2</sup> · anno)]	metano [m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> anno)]	gasolio [l/(m <sup>2</sup> anno)]	Costo aggiuntivo costruzione
-1	150	15	15	0%
0	110	11	11	1%
1	70	7	7	2%
2	50	5	5	5%
3	30	3	3	13%
4	20	2	2	20%
5	10	1	1	27%

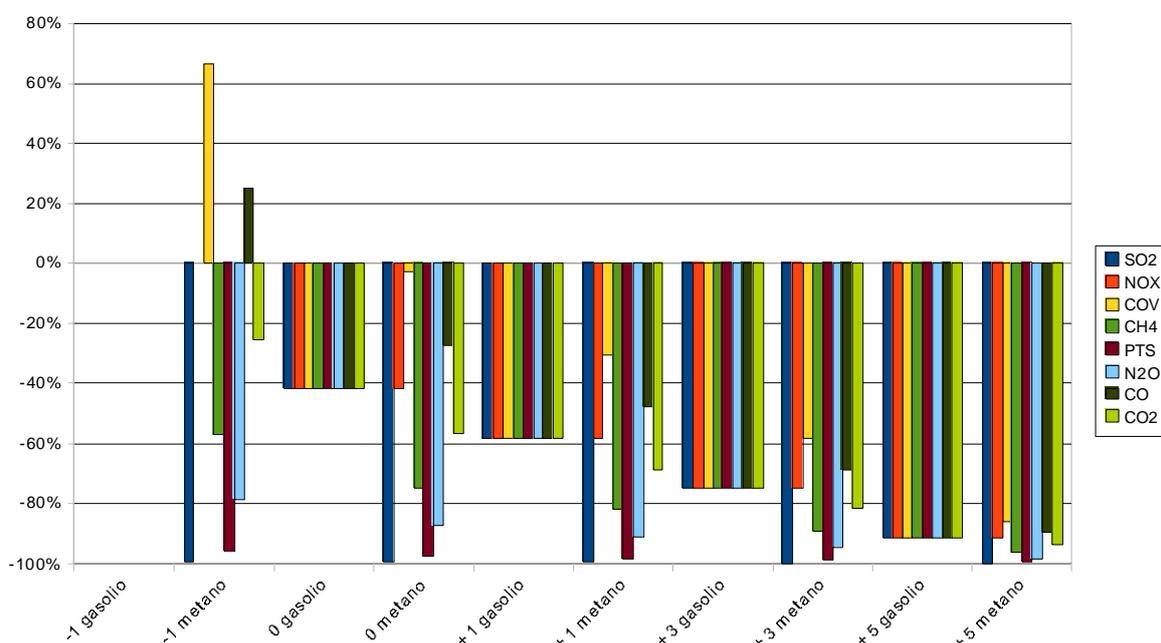


Figura 3-6: Percentuali di riduzione nelle emissioni delle principali sostanze inquinanti prodotte per il riscaldamento di abitazione appartenenti alle 7 classi proposte dal distretto di Treviso, nell'ipotesi che siano alimentate a gasolio e a metano.

Come si può notare, le riduzioni nelle emissioni sono notevoli per tutti gli inquinanti; ovviamente gli impianti a metano hanno emissioni di particolato molto inferiori rispetto a quelli a gasolio in qualunque classe energetica. Inoltre, costruire un'abitazione con punteggio energetico 2 comporta mediamente un risparmio di emissioni del 70%, a fronte di un incremento del costo di costruzione pari a solo il 5%. Il risparmio nelle emissioni si traduce poi anche in un risparmio economico dovuto al minor consumo di combustibile.

### 3.1.4.2 Intervenire sulle temperature degli edifici

Oltre al miglioramento delle caratteristiche energetiche degli edifici, altre azioni possono essere adottate per mitigare le emissioni di sostanze inquinanti derivanti dal riscaldamento

domestico. Ad esempio è possibile intervenire sulla temperatura interna degli edifici durante la stagione invernale.

I consumi e di conseguenza le emissioni sono infatti proporzionali alla differenza di temperatura che esiste tra l'interno e l'esterno dell'edificio.

Si sono calcolate le temperature medie delle stagioni autunnale e invernale, in cui è in normalmente in funzione l'impianto di riscaldamento domestico, in tutte le stazioni meteorologiche.

Tabella 3-37: Temperature medie autunnali e invernali nelle stazioni meteorologiche.

Stazione meteorologica	Temperatura media autunno-inverno [°C]
Bardolino	7.6
Bosco Chiesanuova	4.0
Buttapietra	6.8
Castelnuovo del Garda	6.7
Grezzana	6.9
Illasi	7.0
Marano	7.1
San Pietro in Cariano	7.0
Valeggio sul Mincio	7.5
Villafranca di Verona	7.0
Verona-Cason	7.4

Escludendo la stazione di Bosco Chiesanuova, esterna all'area in esame e caratterizzata da temperature minori dovute alla sua collocazione altimetrica, si può considerare una temperatura media pari a circa 7°C.

È possibile quindi effettuare una stima molto approssimata del possibile risparmio di combustibile e di conseguenza di emissione, ipotizzando che il riscaldamento sia in funzione per 8 ore al giorno. Questo valore è stato scelto come intermedio tra le ore di funzionamento di un impianto a bassa entalpia (ad esempio a pavimento che funziona praticamente tutto il giorno) e quelle di un impianto a temperature più elevate (radiatori, che funzionano mediamente meno ore al giorno). La stima è necessariamente approssimata perché per un calcolo più specifico si dovrebbe conoscere anche la trasmittanza termica media degli edifici (pareti, finestre, tetto ecc.).

Tabella 3-38: Risparmio energetico dovuto all'abbassamento della temperatura interna degli edifici.

Temperatura interna di partenza [°C]	Abbassare di 1°C	Portare a 19°C la temperatura interna
20	2.6%	2.6%
21	2.4%	4.8%
22	2.2%	6.7%

Abbassare di un grado la temperatura interna degli edifici ha un contributo modesto; considerando però che in molti condomini o palazzi la temperatura interna raggiunge anche i 22°C, il possibile risparmio energetico se si abbassasse la temperatura fino a 19°C potrebbe essere pari a quasi il 7%.

### 3.1.5 Quadro riassuntivo delle azioni a breve termine

Di seguito vengono riassunte alcune possibili azioni di breve termine nei diversi settori, per ciascuna delle quali è stato identificato un indicatore in grado di misurarne l'effettiva applicazione e il raggiungimento dell'obiettivo preposto.

Tabella 3-39: Elenco delle azioni a breve termine e indicatore da utilizzare per valutarne l'efficacia.

Azione generale	Descrizione obiettivo	Indicatore
Trasporto urbano sostenibile: riduzione impatto mezzi privati	Passaggio da trasporto privato a trasporto pubblico	Numero di utenti per corsa
	Adeguamento mezzi trasporto pubblico locale	Percentuale di autobus a bassa emissione
	Fluidificazione e regolazione della circolazione	Tempi di percorrenza media per tipologia di strada [min/km]
	Definizione di corsie preferenziali	km di corsie preferenziali sul totale della rete stradale
	Rinnovo parco auto	Percentuale Euro 4 o superiore sul totale
	Aumento ZTL	Superficie percentuale rispetto alla superficie urbanizzata
	Aumento aree pedonali	Superficie percentuale rispetto alla superficie urbanizzata
	Aumento percorsi ciclo pedonali	km di percorsi ciclo pedonali sul totale della rete stradale
Riduzione dell'impatto dei mezzi commerciali	Governo accessi	Orario accesso alle attività commerciali in ZTL
	Trasformazione o sostituzione mezzi commerciali	Percentuale Euro 4 o superiore sul totale
	Limitazione del transito di mezzi pesanti in area urbana	km di strada interdetti al traffico pesanti sul totale della rete stradale comunale
Riduzione dell'impatto degli impianti civili	Trasformazione e sostituzione degli impianti	Percentuale di impianti a bassa emissione sul totale
	Miglioramento del rendimento energetico	Percentuale di case per classe energetica
	Osservanza di norme di contenimento energetico	Variazione della temperatura con riferimento alla riduzione imposta
	Incentivazione uso di energie rinnovabili	kW prodotti da energie rinnovabili / kW consumati nel Comune

Riduzione impatto delle attività produttive	Riconversione e trasformazione mezzi di trasporto	Percentuale Euro 4 o superiore sul totale
	Piattaforme di interscambio merci	Tonnellate di merci scambiate presso scalo ferroviario e interporto sul totale delle merci scambiate (separatamente gomma/gomma e gomma/rotaia)
	Adozione BAT negli impianti produttivi	Numero di impianti sostituiti sul totale degli impianti produttivi
Applicazione misure programmate di limitazione traffico	Limitazione alla circolazione veicoli inquinanti	Percentuale di riduzione del traffico sul totale della rete stradale urbana rispetto ad un anno di riferimento (es. 2009)
	Blocchi totali del traffico (es. Domeniche ecologiche)	Area chiusa al traffico sul totale dell'area urbanizzata moltiplicato per il numero di ore di blocco
Pianificazione territoriale	Adozione di norme o piani di gestione territoriale che contribuiscano alla riduzione dell'inquinamento atmosferico	
	Completamento ed aggiornamento delle basi dati relativamente ai comparti ambientali ed emissivi	
	Verifica dell'interazione del PQA con altri strumenti di piano	

I Comuni sono stati suddivisi in quattro gruppi, ciascuno contenente i Comuni affini per localizzazione geografica, caratteristiche del territorio e tipologia di problematiche evidenziate:

Gruppo 1: Verona, Grezzana;

Gruppo 2: Castelnuovo del Garda, Sommacampagna, Sona, Valeggio sul Mincio, Villafranca di Verona;

Gruppo 3: Buttapietra, Castel d'Azzano, Lavagno, S. Giovanni Lupatoto, S. Martino Buon Albergo, Zevio;

Gruppo 4: Bussolengo, Negrar, Pescantina, S. Pietro in Cariano, Sant'Ambrogio di Valpolicella.

### **3.1.6 Scenari da simulazione degli effetti di azioni a breve termine in condizione avverse**

Nel Piano di Qualità dell'Aria vi è la determinazione dei livelli di concentrazione degli inquinanti nelle varie parti dell'area in esame nelle diverse condizioni stagionali, meteorologiche ed emissive (ossia dell'entità, dell'intensità e della dislocazione delle diverse fonti di emissioni di inquinanti), ed in particolare in condizioni avverse. Ciò costituisce la premessa conoscitiva necessaria per le valutazioni di impatto delle emissioni, e quindi anche per ogni valutazione preventiva sull'efficacia di azioni mirate alla riduzione dei livelli di concentrazione in una determinata area mediante il contenimento delle emissioni che contribuiscono a tali livelli.

Tali valutazioni sulle distribuzioni delle concentrazioni presuppongono l'uso di opportuni modelli di simulazione della dispersione degli inquinanti (come quelli utilizzati per conseguire i risultati esposti nel paragrafo 2.1.6 Analisi di casi pilota selezionati). Tali modelli presuppongono a loro volta in ingresso un base di dati relativi alle emissioni (entità, intensità e dislocazione). Risolvendo le equazioni che governano l'evoluzione nello spazio e nel tempo dei processi di dispersione di inquinanti in atmosfera si ricavano in uscita i campi di concentrazione a tempi assegnati.

Infatti nei casi di studio particolari presentati nel paragrafo 2.1.6 le emissioni sono state determinate specificamente in riferimento ai singoli emettitori in esame, di cui si voleva valutare l'impatto specifico. Non si sono cioè inclusi nel calcolo anche altri emettitori che pure contribuiscono a determinare i livelli di concentrazioni nelle aree in esame, le quali sono in realtà il risultato della sovrapposizione dei diversi contributi delle varie sorgenti.

Dovendo invece valutare in un'area l'andamento delle concentrazioni dovute alla sovrapposizione dei contributi di tutte le varie sorgenti è indispensabile disporre di una base di dati sufficientemente dettagliata e completa di tali sorgenti e delle relative emissioni (estensione, durata e temporizzazione delle emissioni, velocità e portata degli effluenti in uscita, concentrazioni di contaminanti, temperature, ecc.). Tale base di dati viene comunemente denominata inventario o catasto delle emissioni.

Purtroppo al momento per l'area in esame non è ancora disponibile un catasto delle emissioni. Presso l'Osservatorio Aria (ORAR) di ARPAV è in corso di elaborazione dall'inizio del 2007 l'inventario delle emissioni in un formato (INEMAR) condiviso tra le principali Regioni del Nord Italia. In sede di pianificazione delle attività per la predisposizione dell'indice del lavoro e della conseguente offerta economica da parte dell'Università degli studi Trento si era assunto, come da indicazioni ARPAV, che tale inventario sarebbe stato reso disponibile, ai fini della redazione del presente documento. Tale disponibilità è stata confermata dalla dott.ssa Susanetti di ORAR intervenuta ad una seduta del Comitato Tecnico in data 6 Aprile 2009. Tuttavia in una successiva seduta in data 1 Settembre 2009, è stato notificato al Comitato Tecnico che ORAR non sarebbe più stata in grado di fornire tale input, a causa della

incompatibilità con i tempi di conclusione della redazione dell'inventario con quelli del presente elaborato.

Per ovviare a tale inconveniente, come surrogato dell'inventario ORAR ha proposto di fornire la disaggregazione a livello comunale dell'inventario APAT nazionale negli undici macrosettori indicati, con elaborazioni sempre condotte da ORAR; tali dati dovevano essere resi disponibili, da prima comunicazione ARPAV, entro ottobre 2009 ma in realtà sono stati consegnati ai Dipartimenti ARPAV Provinciali il 5 novembre 2009, al gruppo di lavoro Unitn in data 12 novembre 2009 e in forma definitiva, dopo alcune correzioni segnalate dal gruppo Unitn in sede di analisi dei dati ricevuti, il 30 novembre 2009.

Aldilà dei problemi di lavorazione inevitabilmente connessi alla tardiva consegna della disaggregazione, quest'ultima non presenta in ogni caso le necessarie caratteristiche di completezza, dettaglio, e georeferenziazione delle sorgenti necessarie ad effettuare, mediante opportuni modelli di simulazioni dei processi di dispersione degli inquinanti, valutazioni delle concentrazioni, e di conseguenza di valutare l'impatto di misure volte a modificare tali emissioni.

Tuttavia tali valutazioni saranno possibili non appena il catasto INEMAR per la Regione Veneto sarà definitivamente concluso e reso disponibile.

### **3.1.7 Analisi critica**

La valutazione – sia *ex ante* in fase di programmazione, sia *ex post* in fase di monitoraggio e verifica – dell'efficacia delle singole azioni intraprese per contrastare gli effetti dell'inquinamento atmosferico richiede una serie di attente verifiche quantitative sui singoli processi che tali interventi mettono in atto e sulla efficacia della concatenazione dei processi intermedi attivati per ottenere l'effetto obiettivo.

Infatti i livelli di concentrazione riscontrabili punto per punto nelle aree di intervento sono l'effetto di varie cause concomitanti: diverse sorgenti, dislocate in posizioni diverse e operanti con diverse modalità di emissione (quantità di inquinanti emessi, tempi e durate di emissione, distanza dal suolo, effetti localizzati, ecc.), diverse modalità di trasporto in atmosfera (a seconda delle condizioni meteorologiche e delle caratteristiche locali del vento, della turbolenza e della stratificazione atmosferica). Pertanto le concause che determinano elevati livelli di inquinamento possono essere diagnosticate solo quando, mediante un opportuno incrocio dei dati, sia possibile escludere il ruolo di altre cause concomitanti, o quanto meno sia possibile valutare l'effetto di diverse combinazioni in diversi scenari.

In mancanza di queste condizioni, è doveroso estendere e approfondire l'acquisizione e l'esame dei dati fintantoché non saranno soddisfatte le condizioni di cui sopra. Di conseguenza la diagnosi deve essere differita a quando il quadro degli accertamenti sia sufficientemente chiaro e tale da escludere interferenze e falsi positivi.

Coerentemente la valutazione dell'efficacia di azioni ("terapia") può essere effettuata solo laddove esistano elementi sufficientemente certi che tali azioni (1) incidano efficacemente sulla causa su cui si vuole intervenire, (2) siano calibrati - per tempi, modi, dimensioni, condizioni al contorno, ecc. - in maniera tale da produrre un esito soddisfacente rispetto ad un'analisi costi/benefici.

Tale analisi è indispensabile anche al fine di valutare quali azioni siano prioritarie rispetto ad altre. Per questa ragione è bene assegnare a ciascuna azione un valore di accessibilità alle informazioni che consentano di giudicarne l'efficacia e un valore di efficacia vera e propria.

Una stima del rapporto costi/benefici (espresso ad esempio in termini di € per kg di inquinante risparmiato) deve essere contestualizzata e non può essere generalizzabile con la sola tipologia di azione. Infatti l'effetto può essere molto differente a seconda di dove l'azione viene intrapresa. Per valutarla concretamente, è possibile effettuare un'analisi dei costi necessari affinché essa sia adottata e dei benefici che essa comporta: in termini di emissioni risparmiate, o di diminuzione delle concentrazioni attese/osservate in una determinata area, o della diminuzione del rischio per la salute. Si osservi infatti che più propriamente si dovrebbe fare riferimento non tanto alla mancata emissione, quanto al minore impatto sulla salute, tenendo quindi conto anche dell'esposizione dei cittadini all'inquinamento atmosferico. Infatti le potenziali conseguenze di un'azione pianificatoria si riflettono anche nella variazione dei costi sanitari che devono essere affrontati.

Un esempio concreto può rendere l'idea di quanto possa essere complicata l'analisi. La realizzazione di una pista ciclabile può concorrere alla diminuzione del traffico in una determinata area, favorendo la scelta da parte di alcuni cittadini di percorrere un determinato tragitto in bicicletta anziché in automobile. Il provvedimento sarà tanto più sistematico quanto più coinvolgerà utenti abituali di quel tragitto (studenti, lavoratori). E' ragionevole attendersi che la riduzione del traffico nell'area determini una riduzione delle emissioni a livello stradale, e quindi a scala locale una diminuzione delle concentrazioni di inquinanti. Tuttavia per i ciclisti che percorrono lo stesso tragitto, soprattutto se in fregio alla sede stradale, potrebbe aumentare l'esposizione ai livelli di inquinamento che comunque non potranno esser del tutto azzerati. E' evidente perciò che il beneficio atteso deve esser accuratamente quantificato prendendo in esame tutte le variabili quantitative rilevanti e calcolando per ogni scenario il loro valore. Solo così sarà possibile comparare costi e benefici di diverse opzioni.

### **3.2 ANALISI DELLE PROSPETTIVE ATTUALMENTE INDIVIDUABILI E DELLE AZIONI DI PIANIFICAZIONE PER LA TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA**

Il presente capitolo prende in considerazione le azioni possibili da intraprendere per la riduzione dell'impatto da inquinamento atmosferico. È da tenere, come principio generale

sotteso, che le azioni, se coordinate di più Comuni, ottengono una prospettiva più ampia e un'efficienza maggiorata in quanto vanno nella stessa direzione.

Di assoluta importanza è anche la considerazione che deve valere in un futuro prossimo il principio di riduzione delle emissioni in tutti i settori principali (industria, riscaldamento domestico, traffico), con diversificazione da Comune a Comune secondo le specificità del territorio, ma evitando l'ulteriore aumento globale di emissioni sul territorio in esame. Questa osservazione deriva dal fatto che, come visto nel Capitolo 2, le fonti di pressione sulla qualità dell'aria nel Comune di Verona e nella sua cintura, sono attualmente tanto elevate da indurre una qualità dell'aria mediamente scadente su tutto il territorio di interesse. Il principio qui espresso va inteso come globale; in altre parole non deve essere di ostacolo allo sviluppo o alla costruzione di nuove opere, ma deve tuttavia essere inderogabilmente accompagnato dal principio di compensazione, per cui se localmente viene aumentato l'inquinamento di una certa quantità, in un altro luogo del territorio soggetto a pianificazione l'emissione deve essere ridotta almeno della medesima quantità.

Pertanto risultano deprecabili tutte quelle azioni di gestione del territorio che per qualsiasi motivo esulino da procedure di pianificazione integrata e controllo. Naturalmente gli interventi devono essere anche valutati tenendo conto degli altri atti di pianificazione (per esempio il Piano dell'Energia, il Piano della Mobilità, ecc.) con l'intento esplicito di armonizzarne i contenuti evitando il più possibile contrapposizione tra uno e l'altro e scongiurando quindi il rischio che un intervento di riduzione delle emissioni possa essere neutralizzato da un provvedimento di indirizzo contrastante contenuto in un altro documento recepito a livello comunale o superiore.

### **3.2.1 Scenari climatologici**

Come si è visto, accanto alle emissioni di inquinanti, i fattori meteo-climatologici risultano cruciali nell'ambito dei processi che concorrono a determinare la qualità dell'aria. Tali fattori sono soggetti alla nota variabilità stagionale, connessa al ciclo di rivoluzione terrestre e diurna, connesso al ciclo di rotazione terrestre, nonché ad una intrinseca variabilità meteorologica, per effetto della intrinseca variabilità e instabilità dei processi atmosferici. Negli ultimi decenni si sono tuttavia evidenziati sempre più marcatamente cambiamenti sistematici, su scale temporali decadali e secolari, delle caratteristiche del clima a scala planetaria, fra le quali in particolare un aumento tendenziale della temperatura media superficiale globale. La determinazione su base scientifica dell'entità di tali cambiamenti, dei meccanismi che li controllano e delle cause da cui sono prodotti è tuttora materia controversa e oggetto di ricerca. La sintesi oggi più completa sullo stato delle conoscenze è stata fornita dal Panel Intergovernativo per i Cambiamenti Climatici (*Intergovernmental Panel for Climate Change: IPCC*) costituito dall'Organizzazione per le Nazioni Unite (ONU) per la valutazione degli effetti dei cambiamenti climatici a scala globale. Il Panel ha pubblicato nel 2007 il 4°

Rapporto di Valutazione (*4th Assessment Report: 4AR*)<sup>7</sup> All'interno di questo corposo documento sono riportate le valutazioni fornite dagli esperti del Panel sulla base delle più recenti acquisizioni in campo climatologico circa l'entità dei cambiamenti climatici in atto e le variazioni attese per il 21° secolo. Una sintesi per l'Italia è stata recentemente prodotta dall'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima del Consiglio Nazionale delle Ricerche<sup>8</sup>.

Non è possibile nello spazio del presente documento fornire una sintesi esauriente ed accurata delle conclusioni del 4AR. Inoltre i fattori che controllano la qualità dell'aria nell'area in esame sono prevalentemente locali, mentre le previsioni climatologiche oggi disponibili sono il risultato di simulazioni effettuate con modelli a scala planetaria aventi una risoluzione spaziale dell'ordine dei 100 km, e pertanto non risolvono il dettaglio dei processi a scala locale di cui sopra. Inoltre il presente quadro conoscitivo riguarda il periodo 2009-2014, nel quale non sono da attendersi variazioni sostanziali del quadro climatologico.

Cionondimeno si possono abbozzare alcune osservazioni preliminari sulla base degli effetti a scala locale connessi a quelli attesi a scala più grande, riservando a futuri approfondimenti, anche in sede internazionale e nazionale, una determinazione più accurata e puntuale.

Secondo l'IPCC è previsto un aumento della temperatura superficiale media pari a un valore complessivo compreso fra 1.8 e 4.0 °C nell'arco del 21° secolo.

A tale aumento è associata una diminuzione degli episodi di irruzioni di aria fredda nella stagione invernale, e nelle stagioni intermedie, e un aumento degli episodi di ondate di calore nel periodo estivo. Per l'area mediterranea si prevede inoltre una prevalenza di situazioni di alta pressione, con conseguenti condizioni anticicloniche. Da queste consegue una maggiore frequenza di periodi prolungati di "bel tempo", che soprattutto in estate possono produrre più intense e prolungate ondate di calore (soprattutto nelle aree urbane più grandi, in quanto sono soggette ad un più marcato effetto "isola di calore") e una generalizzata diminuzione delle precipitazioni medie annue.

Tali cambiamenti possono determinare vari effetti, diretti e indiretti, positivi e negativi, sulla qualità dell'aria. Gli effetti diretti riguardano il modo in cui l'aumento della temperatura atmosferica superficiale modifica i processi atmosferici in generale (ad es. le dinamiche degli strati atmosferici prossimi alla superficie dove gli inquinanti vengono emessi e dispersi), e i processi che presiedono alle trasformazioni chimico-fisiche di specie presenti in atmosfera (ad es. la formazione di particolato secondario).

D'altro canto un aumento delle temperature medie invernali può ridurre il fabbisogno di riscaldamento domestico (soprattutto nelle aree urbane, sempre per l'effetto isola di calore),

---

<sup>7</sup> Una traduzione in italiano del 4AR è stata preparata dal Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici (CMCC), che svolge il ruolo di Focal Point dell'IPCC per l'Italia, e può essere scaricata dal sito web del Centro: <http://www.cmcc.it>.

<sup>8</sup> Provenzale, A. (a cura di), 2009, "*Clima, cambiamenti climatici globali e loro impatto sul territorio nazionale*", Quaderni dell'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Vol. 1 (<http://www.isac.cnr.it/documenti/ISAC-Clima.pdf>)

così come favorire le condizioni per un minore utilizzo di veicoli a motore per gli spostamenti, con conseguente diminuzione delle emissioni. Tuttavia un aumento delle giornate invernali caratterizzate da situazioni anticicloniche, con scarsa ventosità e assenza di precipitazione, determina situazioni favorevoli all'accumulo e al ristagno degli inquinanti, mentre le condizioni di bel tempo favoriscono la permanenza della popolazione all'aria aperta e di conseguenza aumentano l'esposizione e il rischio per la salute.

Va osservato che il problema della qualità dell'aria e quello dei cambiamenti climatici sono stati finora perlopiù considerati separatamente, sia dalla ricerca scientifica che nella definizione di politiche ambientali. Tuttavia le due tematiche sono strettamente correlate e vanno affrontate in un contesto unitario. Le fonti di inquinamento antropiche (traffico veicolare, produzione di energia, produzioni industriali) emettono contemporaneamente in atmosfera anche specie chimiche, CO<sub>2</sub> in primo luogo, che influenzano l'evoluzione del clima. Dal punto di vista degli effetti, vi sono politiche ambientali che determinano un miglioramento della qualità dell'aria e insieme una riduzione dell'emissione di gas ad effetto serra, ma vi sono anche politiche che, migliorando uno di questi aspetti, vanno a detrimento dell'altro. È il caso ad esempio della diminuzione globale degli aerosol atmosferici, che hanno un effetto mitigante del riscaldamento, riducendo la radiazione solare in ingresso. A scala locale o regionale, gli effetti climatici degli aerosol sono molto variabili in segno ed intensità e dipendono dalla predominanza e dal tipo di sorgenti antropiche presenti nell'area. Ad esempio, la riduzione delle emissioni di black carbon, che ha tempi di vita in atmosfera di pochi giorni o settimane, può mitigare in molte aree il riscaldamento ed aiutare a "prendere tempo" per attuare strategie di riduzione di emissioni di CO<sub>2</sub>. Ovviamente, la riduzione della emissione di black carbon porta anche a positivi effetti immediati sulla salute umana. Analogo esempio può essere avanzato per quanto riguarda l'aumento della concentrazione di ozono atmosferico, inquinante dannoso per l'uomo e per gli ecosistemi e gas a potente effetto serra. E' sempre più chiaro che vi sono vantaggi sufficientemente grandi in termini sociali ed economici a perseguire politiche di "cobenefit".

### **3.2.2 Prospettive di sviluppo economico e urbanistico emergenti dalla programmazione a livello comunale e sovra-comunale (paragrafo a cura di ARPA Veneto)**

Nel presente capitolo si fornisce, per ogni Comune oggetto del presente studio, una sintesi delle principali prospettive di sviluppo emergenti dall'analisi degli strumenti di pianificazione del territorio. Principalmente, sono stati analizzati i PAT (Piani di Assetto del Territorio), ovvero i documenti preliminari ai PAT, e i PI (Piani degli interventi). Qualora essi non fossero disponibili, sono stati esaminati i PRG (Piani Regolatori Generali). Per quanto concerne la pianificazione di tipo sovra-comunale, le informazioni sono state integrate con i

contenuti del PTCP (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale), del PAQE (Piano d'Area Quadrante Europa), e del PTRC (Piano Territoriale Regionale di Coordinamento).

### **Bussolengo**

#### Fonti

PAT

#### Prospettive di sviluppo

- Completamento della nuova strada “Gardesana” che corre parallelamente all’autostrada A22, collegando lo snodo viario sulla SS12 all’estremità est del confine con la SP5 all’estremità ovest del confine; il tracciato è già usufruibile per metà.
- Completamento della strada “interquartierale” (già realizzata per il 70%), che passa a sud del centro abitato di Bussolengo, evitando il quartiere residenziale.
- Sistema residenziale. Volumetria media annua edificata, stimata sulla base della proiezione dell’aumento demografico: 59000 m<sup>3</sup>/a; di questi, 30% da recupero di aree degradate con demolizione e ricostruzione. Obiettivo di contenimento della nuova edificazione e sua concentrazione a ridosso dell’edificato esistente, con equa distribuzione tra capoluogo e frazioni.
- Massima superficie agricola trasformabile nel periodo di validità del successivo Piano degli Interventi(5 a): 239330 m<sup>2</sup>.
- Prosecuzione a nord del tratto della pista ciclabile che collega Brennero, Garda e Verona.
- Progetto “Guida sicura”: inserimento di spazi aperti attrezzati per una scuola guida di sicurezza, con realizzazione di piste asfaltate per poter fare operazioni di simulazione di guida e annessi spazi commerciali.
- Adeguamento delle strutture del “Parco Zoo Safari” esistente.
- Ampliamento di due attività ricettive in ATO agricola.
- Realizzazione di un “ecovillaggio”, area residenziale caratterizzata da un’edilizia basata su criteri di sostenibilità ambientale.
- Ampliamento del mercato ortofrutticolo.

### **Buttapietra**

#### Fonti

PRG, comunicazione personale del tecnico comunale

### Prospettive di sviluppo

- Realizzazione di centri sportivi e residenze anziani in località Tripoli, zona Marchesino.
- Realizzazione di un nuovo polo scolastico a nord del centro abitato di Buttapietra.
- SS12 progetto di variante.

### **Castel d'Azzano**

#### Fonti

PRG, comunicazione personale del tecnico comunale.

### Prospettive di sviluppo

- Previsione di espansione residenziale significativa, per accogliere circa 2000-3000 nuovi abitanti.
- Modesta espansione della zona industriale-artigianale.
- Interventi volti a migliorare la fluidità del traffico (realizzazione di rotonde).

### **Castelnuovo del Garda**

#### Fonti

PATI: Norme tecniche di attuazione, relazione.

### Prospettive di sviluppo

- Nuovo casello autostradale di Castelnuovo del Garda, la cui funzione principale sarà l'alleggerimento del casello di Peschiera dai flussi veicolari in movimento sull'asse Peschiera - Affi rappresentato dalla S.R. n°450 e dai flussi da e per i parchi dei divertimenti disposti lungo la costa tra Peschiera e Lazise, per i quali diventerà la porta preferenziale di accesso.
- Riqualficazione e ammodernamento della S.R. n°11 Padana Superiore. È già funzionante il tratto di variante tra il casello di Peschiera e la rotatoria di Castelnuovo, mentre è in fase di progettazione il completamento della tangenziale di Peschiera verso ovest ed è allo studio la definizione di un tracciato alternativo tra il futuro casello di Castelnuovo e il casello di Verona Nord sulla A22 del Brennero.
- Bretella S.R. n°450 – Gardaland: necessità di rendere più fluido il traffico da e per i parchi divertimenti della zona. Necessità di potenziare il percorso ad oggi definito di via Derna – via Belvedere – località Confine, che collega oggi lo svincolo tra S.R. n°11 e S.R. n°450 e i parcheggi di Gardaland in località Ronchi, anche in vista della realizzazione del nuovo casello autostradale di Castelnuovo. La realizzazione di uno

svincolo tra l'intersezione di via Belvedere con località Confine e la S.R. n°450 consentirebbe di evitare le problematiche legate al passaggio attraverso la medesima località Confine e all'immissione nella rotatoria all'intersezione tra S.R. n°11 e S.R. n°450. Realizzazione di una rotatoria all'intersezione con la S.R. n°249 Gardesana e l'ampliamento di via Derna.

- Potenziamento del sistema ferroviario. Realizzazione della nuova linea “Alta Velocità”, la cui sede è stata ad oggi individuata nella fascia adiacente al corridoio dell'autostrada. Potenziamento della linea ferroviaria esistente per migliorare il servizio di trasporto persone sull'asse Verona – lago di Garda.
- Sistema idroviario. Ristrutturazione complessiva del servizio di navigazione sulle rotte turistiche del Garda.
- Realizzazione di nuovi percorsi ciclopedonali, integrazione e riqualificazione di quelli esistenti: in ambito urbano, interventi sui percorsi di collegamento tra i principali poli attrattori (stazione dei treni, fermate dei bus, impianti sportivi, scuole, cimiteri, parchi pubblici) e le zone residenziali; in ambito extraurbano si prevede la definizione di una serie di itinerari ciclabili per il collegamento tra gli insediamenti sparsi sul territorio e la connessione con itinerari di interesse regionale.
- Realizzazione di un polo “intermodale” denominato “Porta Peschiera”.
- In ambito territoriale “Lago”, formazione di un parco lacuale (area di 48 ha in diretta continuità con la riva lacustre e attualmente investita da un ecomosaico a coltivi ed unità naturali relitte).
- Formazione di nuove zone di espansione edilizia di volumetria limitata.
- Formazione di un Polo ippico a nord-ovest di Castelnuovo, cui si accompagnano strutture di supporto, strutture turistico-residenziali, intervento integrativo della viabilità attuale.
- Previsione di zone di trasformabilità a nord e sud del nucleo urbano di Sandrà, a destinazione residenziale e significativo aumento delle aree per servizi pubblici.
- A Cavalcaselle, previsione di una “zona di riqualificazione e riconversione” in corrispondenza dell'insediamento residenziale posto a sud del centro storico; ridefinizione della destinazione d'uso di alcune zone per consentire la costruzione del nuovo centro sportivo; risistemazione del centro storico e creazione di parco pubblico.

#### Presenza di aree naturalistiche soggette a protezione speciale

- SIC e ZPS “Basso Garda”.
- In ambito territoriale “Peschiera” tutela le risorse paesaggistiche ed ambientali con particolare riguardo alla “Zona a naturalità diffusa del Lugana”.

- Tutela le risorse paesaggistiche ed ambientali con particolare riguardo per l'Ambito del Fiume Mincio al quale il PATI assegna la destinazione a Parco di Interesse Locale.

### **Grezzana**

#### Fonti

PAT (relazione e relazione sintetica)

#### Prospettive di sviluppo

- Il PAT di Grezzana prevede di trasformare circa 255683 m<sup>2</sup> della superficie agricola. Le zone di trasformabilità previste dal piano hanno due destinazioni prevalenti: residenza e servizi. La ripartizione delle "quantità" è la seguente:
  - residenza: m<sup>2</sup> 121151 (47.38 %),
  - servizi: m<sup>2</sup> 134532 (52.62 %).
- Non è previsto aumento delle superfici industriali-artigianali.
- Zona di riqualificazione e conversione in ATO 1 "Fondovalle-Capoluogo" per dismettere attività produttive sostituendole con attività residenziale, di commercio, direzionale.
- In ATO 1, a Nord della zona di riqualificazione, area di "servizi di interesse comune a maggior rilevanza": m<sup>2</sup> 67443, tra Grezzana e Stallavena.
- In ATO 1, pista ciclabile tra Grezzana e Stallavena, che mantiene un percorso arretrato rispetto alla vecchia strada della Valpantena, e connette il Centro Sportivo e la nuova zona a servizi di maggior rilevanza.
- In ATO 1 è prevista la realizzazione di un bypass stradale che colleghi il fondovalle con Alcenago evitando il centro storico di Stallavena.
- In ATO 1 si prevede di intervenire sui nodi critici della viabilità.
- In ATO 2 "Collina Ovest" modesto incremento del carico aggiuntivo, riservato alla possibile dismissione di allevamenti zootecnici intensivi.
- In ATO 2 previsione di piccole zone di trasformabilità in connessione con l'abitato di Vigo, specie allo scopo di potenziare gli impianti sportivi;
- In ATO 3 "Collina est", piccole zona di trasformabilità a destinazione residenziale: del previsto carico aggiuntivo di 273 abitanti, 180 riservati alla possibile dismissione impianti zootecnici.

#### Presenza di aree naturalistiche soggette a protezione speciale

- SIC "Val Gallina e Progno Borago", vasta area a sud del Capoluogo.

- ZPS “Monti Lessini: Ponte di Veia, Vaio della Marciosa”. area in ambito collinare, sita nella propaggine settentrionale del territorio.
- Una porzione della parte settentrionale del territorio è inclusa nel perimetro del “Parco Regionale della Lessinia”.
- Alcune zone del territorio sono ricomprese nel “Sistema degli ambiti naturalistico ambientali e paesaggistici di livello regionale”, normati dall’art. 19 del PTRC “Direttive per la tutela delle risorse naturalistico-ambientali”.

### **Lavagno**

#### **Fonti**

PATI, PI.

#### **Prospettive di sviluppo**

- Costruzione del centro sanitario S. Raffaele “Quo Vadis” vicino alla autostrada A4, in località S. Giacomo.
- Sviluppo di strutture ricettive residenziali, per 50000 m<sup>3</sup> e 120 unità abitative in località Vago e San Pietro.
- Realizzazione di un nuovo asse viario, parallelo all’autostrada MI-VE, che congiungerà l’ingresso della tangenziale sud a Vago alla rotonda da ricavare in via S. Giacomo di Sopra, tra la cima di S. Giacomo e il rondò delle Quattro strade.
- Sviluppo area residenziale in località Vago, in fregio alla strada “Porcilana”.
- Sviluppo di area produttiva di 40000 m<sup>2</sup> vicino alla attuale zona artigianale.

### **Negrar**

#### **Fonti**

PAT: Norme di attuazione.

#### **Prospettive di sviluppo**

- Carico insediativi aggiuntivo di edilizia residenziale (comprensivo di residuo da PRG): 396500 m<sup>3</sup>, di cui 315000 m<sup>3</sup> di nuova costruzione e 81500 m<sup>3</sup> per cambi d’uso.
- Aree a servizi per la residenza complessive: 583500 m<sup>2</sup>.
- Aree a servizi per le attività produttive aggiuntive: 7500 m<sup>2</sup>.
- Aree a servizi per le attività commerciali/direzionali aggiuntive: 24500 m<sup>2</sup>.
- Aree a servizi per le attività turistico-ricettive aggiuntive: 4095 m<sup>2</sup>.

- Realizzazione della piscina di San Vito a uso pubblico.
- Realizzazione dei nuovi impianti sportivi a Negrar.
- Riserva di aree per future attrezzature ed insediamenti qualificati ed energeticamente efficienti, con localizzazione preferenziale degli stessi in destra idraulica del Progno di Negrar, evitando la compromissione delle aree pedecollinari e la creazione di barriere ecologiche e percettive, mantenendo opportuni punti di discontinuità tra insediamenti esistenti.
- Trasformazione urbanistico-edilizia degli immobili interessati da attività produttive dismesse e/o trasferite.
- Riqualficazione e disciplina delle attività individuate quali opere incongrue ed elementi di degrado con eventuali azioni di opportuna bonifica e ripristino ambientale.
- Qualificazione energetica dello stock edilizio mediante l'adozione di sistemi alimentati da fonti rinnovabili.
- Gerarchizzazione degli assi viari, con conseguente attribuzione di specifiche funzioni all'interno del sistema della mobilità.
- Integrazione del sistema dei servizi nel tessuto urbano, soprattutto attraverso l'organizzazione di un adeguato e specifico sistema di accessibilità/sosta per i servizi di interesse comunale/sovra-comunale.
- Individuazione di spazi per la sosta correttamente dimensionati in corrispondenza dei punti di accesso ai "sistemi" di fruizione turistica, ai maggiori servizi, agli insediamenti produttivi.
- Riqualficazione delle pertinenze stradali mediante l'impiego di arredo stradale consono per forme e materiali e la predisposizione di soluzioni di moderazione del traffico.
- Realizzazione di una rete continua di percorsi ciclo-pedonali percorribile in condizioni di elevata sicurezza.
- Raccordo del sistema della viabilità pedonale/ciclabile con quello dei percorsi turistici esterni alle aree urbane.

### **Pescantina**

#### Fonti

PAT: Documento preliminare.

#### Prospettive di sviluppo

- Completamento dei servizi fino ad oggi realizzati, prevedendo un nuovo polo scolastico, con particolare riferimento alle scuole medie inferiori, e potenziamento

dell'area destinata a centro sportivo, unificando in tal modo ambiti eccessivamente frammentati nel territorio, e conseguentemente affatto funzionali. Luoghi idonei sono stati già individuati dall'amministrazione comunale nell'area collocata tra via Monti Lessini (nuovo asse preferenziale di ingresso del paese) e via Lora, in adiacenza alla futura viabilità comunale di circonvallazione, di futura progettazione, in ampliamento a quella esistente.

- Nel nucleo di S. Lucia, un possibile incremento della popolazione, connesso ad un eventuale sviluppo della nascente attività termale individuata nel 2006 dal P.R.G., non potrà prescindere da una maggior dotazione di attività terziarie attualmente carenti, attraverso la riconversione delle fabbriche per la lavorazione dei marmi presenti a sud del nucleo urbano, con la procedura del credito edilizio, la cui volumetria verrà destinata a residenza e attività terziarie compatibili. Riqualficazione del nucleo storico di S. Lucia, situato sulla riva del Fiume Adige e della via di collegamento (via Don Morandin), dotandola di percorsi pedonali in sicurezza.
- Nel nucleo di Arcè, realizzazione di collegamenti ciclabili con il capoluogo, con la frazione di S.Lucia e l'adiacente Comune di Bussolengo, e completamento di una viabilità di circonvallazione già prevista nel piano regolatore vigente. Incentivazione alla dismissione degli allevamenti intensivi avicoli posti a nord-ovest e ad ovest, e delle attività produttive prossime al centro storico. Le nuove volumetrie verranno destinate a residenza, attività compatibili con la residenza o attività turistiche.
- Nel nucleo di Balconi, il PAT porrà attenzione alle forme di connessione viaria tra le diverse zone della frazione, pianificherà l'utilizzo delle aree agricole residuali collocate a nord, tra la S.P. 1A e la ferrovia, riconvertirà alcune attività produttive poste nel cuore della frazione, a ridosso della S.P. n.1A.
- Nel nucleo di Pescantina, realizzazione di parcheggi a servizio del centro storico e delle aree di completamento maggiormente popolate, potenziamento della mobilità pedonale, possibilità di insediamento di attività commerciali.
- Nel nucleo di Settimo, incentivazione della riconversione di allevamenti intensivi avicoli, collocati tra il Progno di Fumane e la zona produttiva, a ridosso dell'abitato. Le nuove volumetrie verranno destinate a residenza, attività compatibili con la residenza o attività turistiche.
- Il PAT provvede al recepimento e all'approfondimento delle Linee guida progettuali e costruttive elaborate dalla Provincia, incentivanti una maggiore diffusione delle fonti di energia rinnovabili e dei principi di bioedilizia, bioarchitettura e biocompatibilità.
- Interventi di riqualficazione della viabilità della strada provinciale 1/a e del il tratto della Statale n.12 che dallo svincolo in loc. Balconi prosegue in direzione Trento, in accordo con le indicazioni del PRG.

- Analisi ricognitiva dei lotti di cava (Tav. 1, Carta dei Vincoli), onde definire lo stato del territorio e provvedere l'eventuale recupero delle aree ad uso compatibile, per una valorizzazione ambientale degli ambiti non attivi.
- Pur mancando una generale previsione di piano, sul sistema viabilistico sono iniziati i lavori di messa in sicurezza delle intersezioni stradali a raso in corrispondenza dei tratti di circonvallazione delle frazioni (via Sacco) o del possibile asse di circonvallazione del capoluogo (Via Moceniga).
- Definizione del sistema della viabilità locale e della mobilità ciclabile e pedonale, e dei collegamenti con la viabilità sovracomunale.
- Il P.A.T. recepisce le previsioni della pianificazione sovraordinata e provvede a definire:
  - il tracciato ed il progetto del quadruplicamento ferroviario "Alta capacità" e la rete di infrastrutture e di servizi per la mobilità di maggiore rilevanza, con relativi sistemi di raccordo e svincolo rispetto alla viabilità locale, con riguardo al sistema dei parcheggi di scambio e di interconnessione, ed agli spazi per l'interscambio tra le diverse modalità di trasporto urbano ed extraurbano.
  - le opere necessarie per assicurarne la sostenibilità ambientale e paesaggistica e la funzionalità rispetto al sistema insediativo ed al sistema produttivo, individuando, ove necessario, fasce di ambientazione al fine di mitigare o compensare gli impatti sul territorio circostante;
  - i punti critici dei generatori di traffico di tipo continuo (la SS.12 e la S.P.1°, per le quali sono previsti interventi di riqualificazione), e di tipo puntuale (aree scolastiche, aree sportive, zone produttive).

Presenza di elementi rilevanti per la possibilità di impatto ambientale

- Discarica per rifiuti urbani, in località Filissine.
- Presenza di cave.
- Presenza della linea metropolitana di superficie.
- Gli elementi viari che interessano il territorio di Pescantina direttamente sono la linea ferroviaria Verona-Brennero, e la Strada Statale n. 12 Abetone-Brennero, declassata a Provinciale nel tratto compreso tra lo svincolo della tangenziale di Pescantina e quello di Dossobuono.
- Di grande rilevanza è la bretella che congiunge la Valpolicella al casello di Verona Nord, alla città di Verona, e ai territori a sud e ad est della provincia veronese.
- Il sistema viario dei grandi assi è completato dalla presenza della ferrovia, che corre parallela alla S.S. 12.

- La trama della viabilità di scala locale è caratterizzata da strade di livello comunale che collegano le diverse frazioni, e da molte strade vicinali e capezzagne, che raggiungono le numerose corti e nuclei storici sparsi nel territorio.

#### Presenza di aree naturalistiche soggette a protezione speciale

- Il bacino dell'Adige è stato individuato quale zona SIC "Fiume Adige tra Belluno Veronese e Verona est", area sottoposta a particolare tutela ambientale.
- Presenza di altra zona protetta, sottoposta a Piano comunale di Valorizzazione ambientale (P.U.V.A).
- Percorso naturalistico "Alzaia" che costeggia l'Adige, lungo tutto il territorio, ed è individuato nell'ambito del SIC, attualmente fruibile solo per alcuni tratti.

### **San Giovanni Lupatoto**

#### Fonti

PAT: Norme tecniche.

#### Prospettive di sviluppo

#### Viabilità

- Riqualificazione degli assi stradali, o loro tratti parziali, lungo i quali si addensa l'edificazione diffusa, in particolare lungo la strada provinciale Via Scaiole.
- Riorganizzazione, potenziamento e riqualificazione della viabilità comunale/urbana di Via Palustrella a confine con il Comune di Zevio.
- Nella frazione di Raldon:
  - realizzazione di una viabilità comunale di connessione con la viabilità extraurbana per Buttapietra, verso Ovest, per scaricare il flusso di traffico della viabilità esistente di ingresso alla frazione;
  - realizzazione di una nuova strada comunale che dal centro abitato si collega alla strada che conduce al cimitero per facilitare l'accesso al centro urbano della frazione;
  - realizzazione di una strada di collegamento con la zona produttiva a Sud della frazione.
- Riqualificazione della viabilità extraurbana SP 2 "Legnaghese" e della viabilità provinciale SP 19. Valorizzazione della funzione di distribuzione urbana locale, anche mediante revisione del sistema della circolazione, interventi di moderazione del traffico, istituzione di "zone 30", zone a traffico limitato, ecc.

- Nell'area del polo produttivo lupatotino:
  - promozione di accordi con il Comune di Verona per lo studio di una scelta viabilistica a scala territoriale condivisa per la soluzione delle difficoltà di relazioni territoriali;
  - gerarchizzazione della rete viaria esistente rispetto alle esigenze della mobilità ed al carattere dei luoghi attraversati, mediante l'integrazione del sistema della mobilità, il riassetto del sistema della circolazione e gli interventi di riqualificazione delle strade;
  - miglioramento della funzionalità complessiva, con la razionalizzazione e la riorganizzazione della viabilità interna soprattutto in corrispondenza dei punti di conflitto e dei generatori di traffico e revisione del sistema di connessione con la viabilità territoriale e comunale.
- Realizzazione di una pista ciclabile lungo il fiume Adige in concertazione e con accordi con il Comune di Zevio ed il Comune di Verona.
- Riorganizzazione, riqualificazione e potenziamento della rete ciclo-pedonale esistente.
- Potenziamento della rete dei servizi pubblici.

#### Sviluppo residenziale

- In ambito territoriale "Capoluogo di S. Giovanni Lupatoto", verso il confine meridionale con il Comune di Zevio, in corrispondenza di Via Verona, sviluppo dell'area residenziale esistente, con realizzazione di aree a standard, previsione di un parco urbano, e potenziamento della viabilità di accesso all'area.
- Nell'ambito territoriale di Raldon, riordino, riqualificazione e completamento del sistema insediativo consolidato esistente. Sviluppo ed espansione residenziale dell'area urbana consolidata in corrispondenza del confine settentrionale con l'ampliamento dell'area residenziale esistente nelle immediate vicinanze degli impianti sportivi. Ampliamento dell'area residenziale esistente in corrispondenza della porzione orientale della frazione.
- Nella frazione di Pozzo Camacici, riqualificazione e riconversione dell'area attualmente destinata ad attività produttive (con presenza anche di allevamenti zootecnici intensivi), situata a Sud al confine con il Comune di Zevio ed antistante gli impianti sportivi, a ridosso di un'area residenziale consolidata. Tale area è destinata ad un processo di ristrutturazione e di trasformazione urbanistica ed edilizia in area residenziale. Ispessimento dell'area residenziale consolidata a ovest della frazione. Ampliamento dell'area residenziale consolidata in adiacenza alla SP 2.

Altro

- Realizzazione di un Parco Campagna a ridosso del Centro Storico del capoluogo di San Giovanni Lupatoto. Tale area, pur mantenendo la destinazione agricola, viene destinata anche alla fruizione pubblica per le attività ricreative del tempo libero, per il gioco e lo svago all'aria aperta. Recupero e riqualificazione degli edifici esistenti finalizzato al miglioramento della qualità degli stessi in coerenza con il particolare contesto ambientale ed in adeguamento anche alle nuove funzioni ammesse oltre alla residenza (attività ricettive, turismo rurale, agriturismo ecc.).
- Potenziamento dell'area degli impianti sportivi di valenza sovracomunale.
- Vicino agli impianti sportivi, individuazione del Polo di orientamento professionale multi indirizzo costituito da un complesso tecnico-commerciale e didattico-imprenditoriale, legato anche al settore alimentare, finalizzato alla formazione professionale, all'orientamento e alla riqualificazione. Tale Polo è previsto dal Piano d'Area Quadrante Europa.
- Nel polo produttivo lupatotino, razionalizzazione, riorganizzazione, rinnovamento e completamento del sistema insediativo produttivo esistente con l'individuazione di ambiti da adeguare alle nuove funzioni integrative previste e l'inserimento di servizi di supporto all'impresa per la ricerca, l'innovazione, il marketing, la finanza ecc. Interventi di nuove costruzioni in corrispondenza delle aree ancora non edificate e dei vuoti residui fra gli insediamenti esistenti.
- Interventi di riordino della zona agricola in ambito territoriale "Parco dell'Adige" con eliminazione di allevamenti zootecnici in parte dismessi, e conseguente ricomposizione ambientale.
- Valorizzazione di itinerari di interesse ambientale, viabilità minore, percorsi pedonali-ciclabili ed equitabili, in ambito territoriale "Pianura sud-occidentale".
- Riqualificazione e rivitalizzazione dei centri storici di San Giovanni Lupatoto e della frazione di Pozzo Camacici.
- Ampliamento della Scuola Elementare "Marconi" nel centro abitato della frazione Pozzo Camacici e modesto ispessimento dell'area residenziale consolidata circostante.
- In Ambito territoriale "ex cartiera ed ex ricamificio":
  - riordino, riqualificazione e completamento del sistema insediativo consolidato esistente.
  - conferma ed attuazione dei programmi integrati di riqualificazione urbanistica di due aree produttive dismesse, ex-Cartiera Saifecs ed ex-Ricamificio, e riclassificate in zona residenziale di ristrutturazione urbanistica come da pianificazione vigente.
  - realizzazione di un parcheggio pubblico in prossimità del fiume Adige.

- integrazione del sistema viabilistico esistente con la viabilità prevista negli interventi di ristrutturazione urbanistica (ex Cartiera Saifecs ed ex Ricamificio).
- Dimensionamento per il sistema insediativo residenziale:
  - volume totale (comprensivo di volume residuo PRG vigente e volume aggiuntivo previsto dal PAT): 514200 m<sup>3</sup>;
  - standard urbanistici aggiuntivi totali (differenza tra i richiesti e gli esistenti): 158562 m<sup>2</sup>.

Presenza di elementi rilevanti per la possibilità di impatto sulla qualità dell'aria

Generatori di traffico: centro commerciale “Verona Uno”, Negozio/Punto vendita “Castorama”, centro multisala “Uci”, situati nel polo produttivo lupatotino.

Presenza di aree naturalistiche soggette a protezione speciale

SIC “Parco dell'Adige”: si estende nel territorio aperto compreso tra il confine comunale a Nordest, lambito dal fiume Adige, ed il tessuto urbano del Capoluogo a Sudovest ed il Polo Lupatotino a Nordovest.

**San Martino Buon Albergo**

Fonti

PAT: documento preliminare.

Prospettive di sviluppo

- Insediamento di un polo logistico (magazzini generali di una catena della grande distribuzione) nell'area destinata ad impianti industriali, posta a sud dell'autostrada e del borgo di Case Nuove. Il carico urbanistico (traffico pesante) generato dalla piattaforma logistica va valutato in relazione alla viabilità esistente nell'area con attenzione alla frazione di Case Nuove. Una risposta sarà la contestuale realizzazione del percorso viario di margine all'abitato previsto dal PRG. Per un miglioramento più marcato si può ipotizzare una connessione diretta alla complanare, verificandone la fattibilità con i diretti interessati.
- Obiettivo di allestire un nuovo polo industriale in prossimità del raccordo tra la complanare e la variante alla SS 11 nuova Porcilana.
- Il PAT recepisce la pianificazione di ordine superiore imposta dal PAQE relativamente a:
  - la “Porta della Musica”, per la quale è necessario prevedere adeguati spazi destinati allo svolgimento di grandi eventi musicali e manifestazioni in genere,

- un auditorium e strutture polifunzionali connesse, nonché lo sviluppo di una ricettività alberghiera legata al turismo congressuale e fieristico;
- il Centro Olimpia, sistema di aree e strutture destinate alle attività sportive svolte prevalentemente all'aria aperta;
  - il “Polo tecnologico Bios” che dovrà essere costituito da un insieme di strutture e opere organizzate per concentrare e potenziare attività ad alto contenuto tecnologico e innovativo nel settore delle biotecnologie agroalimentari, inserendosi nel circuito delle biotecnologie dell'area veronese.
- Il PAT provvederà alla individuazione di aree e strutture idonee per il turismo congressuale e fieristico, l'escursionismo, l'agriturismo, l'attività sportiva, ottimizzando e integrando le strutture ricettivo-turistiche esistenti; inoltre provvederà a dotare di servizi e rafforzare le attrezzature esistenti, in funzione sia della popolazione locale, che di quella legata alla fruizione turistica e congressuale, secondo modelli culturalmente avanzati.
  - Rivitalizzazione del tessuto commerciale compatibile, conversione o ri-localizzazione delle attività incompatibili.
  - Individuazione di un'area a sud della zona produttiva, lungo il versante meridionale della tangenziale sud ed in prossimità di un'area produttiva già esistente, dove l'Amministrazione Comunale intende realizzare, con un piano particolareggiato di iniziativa pubblica, lotti di piccolo taglio e a prezzi calmierati per il trasferimento di attività artigianali e di piccole imprese, attualmente sparse sul territorio, in un contesto organizzato ed attrezzato in modo adeguato ed opportuno, anche in considerazione dei prezzi elevati del mercato immobiliare locale.
  - Integrazione del sistema dei servizi nei tessuti urbani, soprattutto attraverso l'organizzazione di un adeguato e specifico sistema di accessibilità/sosta per i servizi di interesse comunale.
  - Possibile creazione di un distretto tecnologico, attività di servizio all'impresa ed all'uomo per una migliore qualità della vita e del lavoro delle imprese.
  - Per le infrastrutture a scala sovracomunale il PAT recepisce le previsioni di pianificazione sovraordinata e definisce la connessione alla rete di infrastrutture e di servizi per la mobilità di maggiore rilevanza, avendo riguardo anche ai servizi di trasporto in sede propria, al sistema dei parcheggi di scambio e di interconnessione ed agli spazi per l'interscambio tra le diverse modalità di trasporto urbano o extraurbano. Per le infrastrutture a scala locale, il PAT definisce il sistema della viabilità locale e della mobilità ciclabile e pedonale e i collegamenti con la viabilità sovracomunale.
  - Regolamentazione dei percorsi ciclabili e pedonali, con la precisazione della normativa per la segnaletica turistica e di quella pubblicitaria, comunque localizzata.

- Integrazione del sistema della viabilità pedonale/ciclabile con quella esterna alle aree urbane.
- Il PAT valuterà il progetto relativo al Centro di Ricerca San Raffaele del Comune di Lavagno per le conseguenze urbanistiche che induce (viabilità, mercato immobiliare).
- Riqualficazione delle cave dismesse, presenti sul territorio, finalizzata alla ricomposizione e al ripristino ambientale, al riassetto idrogeologico, secondo un processo di armonizzazione con l'ambiente circostante.
- Riqualficazione, valorizzazione e rivitalizzazione dei Centri Storici del Capoluogo di San Martino Buon Albergo, delle frazioni di Ferrazze, Marcellise e Mambrotta, nel rispetto dei valori architettonici esistenti e adeguandoli alle necessità e ai bisogni attuali della collettività.

#### Presenza di elementi significativi per l'impatto sulla qualità dell'aria

- Autostrada A4, con il relativo casello posto in relazione con gli svincoli delle tangenziali Est e Sud, linea ferroviaria Milano-Venezia, SR 11, strade provinciali per Ferrazze e Marcellise verso nord.
- Il territorio di San Martino Buon Albergo è interessato dal tracciato ferroviario dell'alta velocità.

#### Presenza di aree naturalistiche soggette a protezione speciale

SIC "Fiume Adige tra Verona Est e Badia Polesine".

#### **San Pietro in Cariano**

##### Fonti

PAT: documento preliminare e relazione ambientale.

#### Prospettive di sviluppo

- Costruzione di un tronco di bretella per la realizzazione della circonvallazione nella frazione di Pedemonte.
- Valutazione della necessità di parcheggi aggiuntivi alla dotazione attuale in tutte le frazioni.
- Implementazione della sede dell'Università di Verona, indirizzo enologico, nella frazione di S. Floriano.
- Presenza di elementi e aree da riconvertire, destinandoli prevalentemente a servizi e residenza, in località di Pedemonte (cantina Bolla e area ex Mercè), San Floriano (Beghini, area artigianale a nord della frazione), e Corrubio (lavanderia in zona

“Borgo nuovo”), San Pietro in Cariano (“ex-Lonardi”), adeguando la viabilità esistente alle nuove esigenze.

- Possibilità di istituire un “parco agricolo” lungo i corridoi ecologici individuati dalla Regione Veneto.
- Possibilità di realizzare una struttura per la produzione di energia attraverso fonti sostenibili, preferibilmente fotovoltaico.
- Il Comune di San Pietro in Cariano ha organizzato uno sportello informativo (“Sportello energia”) a sostegno dei progetti che prevedono di realizzare strutture che applichino le metodologie costruttive atte ad ottenere un involucro edilizio che permetta il contenimento del consumo energetico, e che utilizzino impianti per produrre energia attraverso fonti rinnovabili.
- Promozione dell’evoluzione delle attività turistiche.
- In relazione al sottosistema infrastrutturale sovracomunale, il PAT definisce:
  - il tracciato ed il progetto del quadruplicamento ferroviario Alta capacità;
  - la rete di infrastrutture e di servizi per la mobilità di maggiore rilevanza, con relativi sistemi di raccordo e svincolo rispetto alla viabilità locale, con riguardo al sistema dei parcheggi di scambio e di interconnessione, ed agli spazi per l’interscambio tra le diverse modalità di trasporto urbano ed extraurbano.
  - il completamento della S.P. 1 (tangenziale) verso Fumane, Marano e Negrar, per alleggerire la S.P. n.4 dal traffico diretto al polo ospedaliero;
  - i punti critici dei generatori di traffico di tipo continuo (la S.S. n.1A, la S.P. 4, svincolo di uscita della bretella), e di tipo puntuale (aree scolastiche, aree sportive, zone produttive).
- In relazione al sottosistema infrastrutturale locale, il PAT prevede:
  - la promozione e progettazione di una circonvallazione alternativa alla S.P.4 allo scopo di decongestionare i nuclei urbani attraverso:
    - la riqualificazione della strada vecchia Parona-Pedemonte,
    - la realizzazione della bretella Pedemonte-San Floriano,
    - la realizzazione del collegamento dell’area ex Lonardi con la bretella Valpolicella-Villafranca S.P. n.1 (tangenziale),
    - il completamento della bretella Valpolicella-Villafranca verso Fumane, Marano e Negrar;
  - l’alleggerimento degli incroci della S.P. n.4 con le arterie di innesto a pettine, attraverso la realizzazione di rotonde;
  - l’organizzazione di un sistema di piste ciclabili e pedonali di collegamento tra le frazioni, il centro di S. Pietro in Cariano, le emergenze architettoniche da

riconvertire al ricettivo, i Comuni limitrofi, il Parco dell'Adige del confinante Comune di Pescantina, allo scopo di creare una rete ecologica diffusa sull'intero territorio comunale e intercomunale.

Presenza di aree naturalistiche soggette a protezione speciale

SIC "Fiume Adige tra Belluno Veronese e Verona ovest".

**S. Ambrogio di Valpolicella**

Fonti

PRG, comunicazione personale del tecnico comunale.

Prospettive di sviluppo

- Completamento e nuovo sviluppo di aree residenziali, per un massimo di 14000 m<sup>3</sup>, in parte attraverso la riconversione di aree dimesse.
- Realizzazione di nuovo centro commerciale a sud-est di Domegliara.
- Possibilità di riqualificazione di alcuni tratti della S.S. n.12, con realizzazione di rotonde.

**Sommacampagna**

Fonti

PAT: Documento preliminare e relazione tecnica.

Prospettive di sviluppo

- Accordi di programma sui progetti di sviluppo aeroportuale. Molto probabilmente l'aeroporto è destinato a ulteriore espansione. Sono in corso lavori di ampliamento della stazione passeggeri esistente, ma ulteriori espansioni sono impossibili a causa della carenza di spazi e della presenza di strade e autostrade intorno. Appare soluzione obbligata la progettazione di una nuova aerostazione, ma non c'è ancora un progetto.
- Potenziamento della accessibilità viabilistica all'aeroporto dal sistema autostradale e dalle tangenziali.
- Nuova sede per la SS11. Il tracciato più conveniente fiancheggia la linea ferroviaria sul lato sud
- Realizzazione della linea ferroviaria "alta capacità". Una conferenza dei servizi opta per traslazione del tracciato originariamente contenuta nel Piano d'Aria Quadrante Europa che lo collocava a fianco dell'autostrada, a fianco della ferrovia Mi-Ve, lungo lato nord del confine comunale.

- Individuazione e realizzazione di una nuova sede per la SS11 Padana Superiore: esiste solo qualche indicazione “di massima” nel PAQE e nel progetto del sistema tangenziali proposto da Soc. Autostrada Bs-Pd. Il tracciato più conveniente sembra quello proposto dal PAQE, che lo localizza a fianco della linea ferroviaria sul lato Sud. La SS11 non tocca direttamente il territorio comunale, ma lo interessa a nord attraversando il Comune di Sona.
- Potenziamento della strada provinciale n.26 “Morenica”.
- Ribaltamento del Casello autostradale a nord della A4, prevedendo i necessari raccordi con la viabilità di progetto di cui sopra.
- Linea metropolitana di superficie, prevista dal PAQE.
- Realizzazione del parco sportivo ricreativo “Mirabilia” (500000 m<sup>2</sup>).
- Adeguamento del sistema insediativo residenziale, produttivo, commerciale, strutture ricettive.
- Realizzazione di parco urbano in area di cave dismesse.
- Miglioramento della rete viaria e creazione di percorsi pedonali e ciclabili protetti in ATO 1 (Sommacampagna) e ATO 3 (Custoza).
- Potenziamento delle strutture scolastiche in ATO 1 e realizzazione della nuova scuola dell’obbligo in ATO 3 (Custoza).
- Riqualficazione di parte delle zone produttive esistenti in ATO 2 (Caselle).
- Razionalizzazione della viabilità in ATO 2 (Caselle).
- Soluzione dei problemi di incompatibilità di numerosi allevamenti intensivi posti in vicinanza di centri abitati.
- Riconversione di attività produttive incompatibili in ATO 2 (Caselle).
- Tutela della flora e della fauna negli ambiti rurali collinari e di pianura.
- Tutela naturalistica (flora e fauna) in ATO 4 (Valli e meandri del fiume Tione).
- Tutela degli ambiti di interesse storico, ambientale, culturale in ATO 3 (Custoza).
- Dimensionamento per il carico insediativo aggiuntivo:
  - Residenza: 240300 m<sup>3</sup>,
  - Produttivo: 382930 m<sup>3</sup>,
  - Terziario: 408340 m<sup>3</sup>,
  - Turistico-ricettivo: 50060 m<sup>3</sup>.
- Dimensionamento per gli standard urbanistici totali: 493945 m<sup>2</sup>.

## **Sona**

### Fonti

PRG

### Prospettive di sviluppo

- Espansione e completamento zone residenziale e produttivo in località Sona, Palazzolo e Lugagnano.
- Ampliamento della struttura per l'interscambio ferro-gomma sita in località Montespada (della ditta "Corbaz"), in prossimità della stazione ferroviaria Sona – Sommacampagna.
- Riqualficazione di zona situata in località S.Quirico, destinandola all'insediamento di attività commerciali.

## **Valeggio sul Mincio**

### Fonti

PAT: documento preliminare.

### Prospettive di sviluppo

- In accordo con la programmazione della Provincia di Verona, potenziamento della SP27 per Castelnuovo e di parte della SR249 a sud del Capoluogo, anche in previsione della prossima realizzazione della nuova autostrada Tirreno-Brennero (TiBre).
- Per le infrastrutture a scala sovracomunale, definizione della rete di infrastrutture e di servizi per la mobilità di maggiore rilevanza, avendo riguardo anche ai servizi di trasporto in sede propria, al sistema dei parcheggi di scambio e di interconnessione ed agli spazi per l'interscambio tra le diverse modalità di trasporto urbano o extraurbano.
- Per le infrastrutture a scala locale, definizione del sistema della viabilità locale e della mobilità ciclabile e pedonale, e dei collegamenti con la viabilità sovracomunale.
- Individuazione di aree destinate a servizi, anche per equilibrare eventuali dotazioni di standard attualmente carenti, dimensionando le previsioni alle effettive necessità ed utilizzando anche le risorse ambientali presenti e disponibili.
- Miglioramento della funzionalità complessiva degli ambiti produttivi e commerciali, garantendo una corretta dotazione di aree per servizi, opere ed infrastrutture.
- Individuazione dei limiti per la nuova edificazione, in corrispondenza dei fronti meridionale e orientale dell'attuale area produttiva esistente nel Capoluogo, in funzione ed in relazione alla struttura produttiva organizzata esistente, finalizzata al trasferimento di attività produttive in zona impropria e/o in aree che non permettono ulteriori espansioni per limiti fisici.

- Ampliamenti residenziali a bassa densità edilizia limitatamente alle aree adiacenti ai centri abitati esistenti del Capoluogo e delle frazioni per necessità “fisiologiche” di crescita.
- Riordino, riqualificazione e potenziamento delle aree destinate a parchi tematici e ad attività ricreative (es.: Acquapark Altomincio, Parco Acquatico Cavour).
- Interventi di ristrutturazione e riqualificazione urbanistico-edilizia di aree degradate, eliminazione di opere incongrue con riconoscimento di credito edilizio quali allevamenti intensivi ubicati nei pressi dei centri abitati ed in aree di pregio ambientale e naturalistico, a sud del Capoluogo di Valeggio sul Mincio e a ovest del sistema insediativo della frazione di Borghetto. Riqualificazione delle cave dismesse presenti nella parte sud-occidentale del capoluogo.
- Riqualificazione di aree ancora assoggettate a servitù militare e già da tempo dismesse nella loro funzione e nel loro impiego, situate nella zona collinare a settentrione del Capoluogo e denominate Monte Vento e Monte Mamaor, in attività ricreative per la fruizione del tempo libero e al turismo visitazionale, culturale ed enogastronomico, tra cui la ricettività a supporto dello stesso, all’interno della rete organizzata degli itinerari e dei percorsi ciclo-pedonali ed equitabili.
- Tutela e valorizzazione dell’area naturalistica, situata ai margini delle colline moreniche, del Parco Giardino Sigurtà e dell’ambito naturalistico del Mincio, con promozione e incentivazione della fruizione turistica e delle attività ricreative attraverso l’organizzazione di percorsi ciclo-pedonali ed equitabili connessi con gli insediamenti ed il territorio aperto, utilizzando anche la rete dei percorsi naturali esistenti, e la promozione di attività per la fruizione del tempo libero e di servizio, impostate e condotte secondo modalità rispettose dell’ambiente.

## Verona

### Fonti

PAT, Piani degli Interventi.

### Prospettive di sviluppo

- Redazione di un piano urbano della mobilità che riorganizzi il trasporto pubblico ridefinendo i percorsi e potenziandolo, e tenga conto della realizzazione di nuovi sistemi di trasporto rapido di massa. Elementi significativi sono:
  - traforo delle Torricelle,
  - filovia,
  - tangenziali venete,
  - variante della S.S. n. 12.

- Progressivo ricambio degli attuali mezzi a gasolio con mezzi a metano.
- Pianificazione e potenziamento delle piste e dei percorsi ciclabili.
- Incentivazione delle relazioni pedonali, specie nel rapporto casa-scuola con particolare attenzione ai temi della sicurezza.
- Politiche di riqualificazione morfologica della viabilità urbana finalizzata alla moderazione del traffico e al recupero di spazi per la vita di relazione; estensione delle zone pedonalizzate, inserimento di ZTL (zone a traffico limitato) nel centro storico e di “zone 30” nei quartieri.
- Riorganizzazione della logistica urbana delle merci in chiave di maggiore sostenibilità;
- Individuazione di idonei parcheggi scambiatori nei punti di scambio fra la mobilità provinciale e la rete dei trasporti pubblici cittadini (Verona Sud, Ca' di Cozzi, San Michele, Verona Porta Nuova).
- Potenziamento del trasporto pubblico dai Comuni della corona alla Città a partire dalla Metropolitana ferroviaria per l'aeroporto e dal sistema ferroviario metropolitano regionale (S.F.M.R.).
- Potenziamento selettivo della grande viabilità e coerente inserimento nella stessa della rete provinciale e statale (ss. 11 e 434 in particolare).
- Miglioramento della accessibilità alle aree ospedaliere di Borgo Roma.
- Ristrutturazione dell'asse viario dal casello autostradale di Verona Sud alla città storica.
- Inserimento dell'alta capacità ferroviaria valorizzando la stazione.
- Localizzazione dell'attuale scalo merci ferroviario in zona idonea in fregio al Quadrante Europa.
- Miglioramento dei collegamenti di quartieri e frazioni con la città.
- Politiche di diffusione del “mobility management”.
- Potenziamento e riorganizzazione del Quadrante Europa.
- Potenziamento delle aree idonee a ospitare siti industriali e/o produttivi, sviluppando soluzioni ecologicamente sostenibili, e diversificazione degli stessi in diverse tipologie per consentire al Consorzio Zai il governo delle richieste di inserimento localizzando ogni nuovo insediamento nel sito più coerente alla tipologia produttiva.
- Potenziamento dei servizi fieristici.
- Recupero delle aree centrali dimesse a Verona Sud con l'intento di costruire una vera e propria parte di città che affianchi agli interventi privati elementi consistenti di utilità ad uso pubblico e riconnessione urbanistica dei quartieri residenziali limitrofi.

- Qualificazione dei due quartieri di Santa Lucia-Golosine e di Borgo Roma e dei loro margini verso la ZAI storica e loro connessione attraverso una viabilità di rango urbano.
- Previsione, nella nuova Verona Sud, di una “pluralità di funzioni”, comprese quelle abitativa culturale e sociale, e di funzioni direzionali private ma anche pubbliche come coerente alternativa alla permanenza di attrattori significativi nel Centro storico.
- Incentivazione di azioni di recupero e valorizzazione del patrimonio edilizio esistente nel centro storico.
- Recupero dell’esistente rispetto all’utilizzo di ulteriori quote di territorio e inserimento di funzioni e attività compatibili con la natura dei luoghi, nei quartieri e nelle frazioni.
- Il dimensionamento teorico del P.A.T. prevede un volume totale di 5000000 m<sup>3</sup> di sviluppo insediativo previsto nell’arco decennale, che interessa, per una percentuale molto ampia (circa il 35%), l’ambito di ristrutturazione e riconversione della ZAI storica di Verona sud, mentre soltanto una piccola quota di edificabilità (5%) risulta in zona agricola e corrisponde al recupero delle corti rurali esistenti.
- Adeguamento delle aree a servizi e a verde ai moderni standard e all’obiettivo di dotare ogni realtà urbana di tutte le principali funzioni; attenzione a prevedere in ogni quartiere luoghi e spazi che favoriscano momenti e attività di aggregazione sociale.
- Individuazione di aree particolarmente degradate, o con presenza di attività non più compatibili con le caratteristiche del luogo e degli ambiti urbani (Aree Recupero Urbano), determinazione delle funzioni insediabili, sia sotto il profilo della qualità che della quantità (e dei costi ambientali di bonifica).
- Rivisitazione delle aree adibite a sviluppo residenziale; definizione dei criteri e delle modalità per l’applicazione della perequazione nelle aree di nuovo insediamento e nelle aree di ristrutturazione urbanistica; inserimento di idonee aree Peep (Edilizia Economica Popolare) con annessi servizi alla persona ed attenzione alle politiche della casa come fattore di qualità sociale e di innovazione.
- Riconfigurazione dell’ospedale di Borgo Trento come “ospedale della città” con possibile dismissione dall’uso ospedaliero del geriatrico e gestione col quartiere della corrispondente area.
- Individuazione di nuovi poli scolastici e sportivi, attraverso appositi studi di fattibilità.
- Predisposizione di un piano del verde che dovrà costituire l’elemento connettivo della città, e favorire una diversa qualità della vita nei quartieri; identificazione dei futuri parchi urbani Nord e Sud e delle riserve naturali; prefigurazione di un iter privilegiato per il parco dell’Adige e per il Parco delle Mura.

- Riqualficazione ambientale della zona collinare della città con attenzione alle diverse morfologie e caratteri dei luoghi; valorizzazione della collina come sistema di servizi ambientali da offrire alla Città anche attraverso il coinvolgimento del terzo settore.

Presenza di aree naturalistiche soggette a protezione speciale

SIC “Val Gallina e Progno Borago”

SIC “Belluno Veronese e Verona Ovest”

SIC “Fiume Adige tra Verona Est e Legnago”

### **Villafranca di Verona**

#### **Fonti**

PAT documento preliminare e relazione ambientale, PRG, PAQE

#### **Prospettive di sviluppo**

- Realizzazione della variante alla SS n° 62 “Grezzanella”, per la quale dovranno essere definiti nuovi ingressi alla città e ricercate le condizioni affinché il primo stralcio attuativo arrivi fino alla SP n° 3, che porta al casello autostradale di Nogarole Rocca sulla A22, per non aggravare le criticità nei centri abitati che sarebbero ancora congestionati dal traffico di attraversamento.
- Necessità di delineare i nuovi scenari indotti dal previsto collegamento autostradale TIBRE.
- Promozione di politiche di qualificazione e potenziamento e definizione di interventi di trasformazione urbanistica, edilizia e funzionale per i Poli funzionali esistenti: centro Storico di Villafranca e Castello Scaligero, aeroporto Catullo, polo Postumia. Saranno recepite le indicazioni del PAQE.
- Le funzioni urbane che partecipano a determinare il rango urbano di Villafranca, e che vengono pertanto considerate dal PAT sono ospedale Magalini, strutture militari, polo scolastico per l'istruzione superiore, golf club di Villafranca.
- Istituzione del Parco Naturale del Tartaro Tione, come indicato nel PAQE.
- La disciplina per le aree produttive dovrà privilegiare l'insediamento di attività terziarie, direzionali e di servizio alle imprese locali e il potenziamento di quelle esistenti, anche nell'ottica di promuovere la costruzione di un polo tecnologico per la ricerca e l'innovazione, indicativamente localizzato nell'attuale area industriale di Villafranca.
- Il PAT recepisce, integra e sviluppa le indicazioni dettate dal PAQE per il polo Postumia e prevede, al fine di valorizzare e promuovere le attività industriali, artigianali e commerciali - direzionali locali:

- la razionalizzazione, la riorganizzazione e il rinnovamento degli insediamenti esistenti;
  - iniziative per la ristrutturazione e l'adeguamento viabilistico per garantire un'adeguata dotazione di standard urbani;
  - i criteri e le modalità atti a migliorare l'integrazione tra le diverse funzioni presenti nell'area;
  - gli spazi per l'insediamento dei servizi «rari» necessari alle imprese, quali la ricerca, l'innovazione, il marketing, la finanza, le assicurazioni e la pubblicità;
  - i criteri costruttivi per elevare la qualità formale dei fabbricati e la caratterizzazione dei luoghi;
  - l'individuazione di spazi e strutture da destinare alle ricettività alberghiera e congressuale collegate alle funzioni proprie del Polo Postumia e anche a quelle più propriamente turistiche, come disciplinate all'articolo 81 delle presenti norme.
- Costituzione del parco regionale Tartaro Tione, in area caratterizzata da significative presenze naturalistiche e ambientali, in recepimento del PAQE Art. 92.
  - Per quanto riguarda l'aeroporto Catullo, punto centrale del sistema aeroportuale del Veneto Occidentale, si prevede il miglioramento della qualità del servizio offerto e il potenziamento delle attività di aviazione generale, il Comune di Villafranca, d'intesa con gli altri Comuni interessati e la Provincia, in recepimento dell'Art. 4 del PAQE, prevede il collegamento degli scali aeroportuali fra loro e con i centri di principale interesse tramite il sistema di trasporto metropolitano e ferroviario.
  - Recepimento delle indicazioni dettate dall'Art. 12 del PAQE relative alla linea Metropolitana di superficie, inserendo nel piano regolatore i tracciati definitivi della linea metropolitana, le relative fasce di rispetto, le stazioni e i parcheggi scambiatori, privilegiando i collegamenti fra i principali attrattori e punti di interscambio della città e i Comuni con maggiore densità abitativa.
  - Promozione della mobilità ciclabile urbana ed extraurbana.

### Zevio

#### Fonti

Documento preliminare al PAT

Quadro di sintesi delle politiche e delle azioni del documento preliminare al PAT

#### Prospettive di sviluppo

- Delocalizzazione attività produttive fuori zona non compatibili.

- Recupero di eventuali siti dismessi da attività produttive.
- Opere di mitigazione ambientale per le zone produttive esistenti in generale ed in particolare nelle aree limitrofe ai SIC.
- Qualificazione del corridoio biologico dell'Adige esistente tra la frazione di S. Maria e il Capoluogo.
- Recupero edifici in zona agricola a scopo agrituristico e per il turismo ciclabile o comunque per attività compatibili ed a basso impatto.
- Realizzazione del parco naturale dell'Adige, in collaborazione con i Comuni di San Giovanni Lupatoto e San Martino Buon Albergo.
- Riquilificazione dei Centri Storici del Capoluogo, delle Frazioni e di quelli minori, attraverso Programmi Integrati.
- Per gli edifici pubblici, uso di tecnologie a basso consumo energetico e di fonti energetiche rinnovabili, per gli edifici privati incentivazione, mediante scomputi di oneri e bonus volumetrici, per l'utilizzo delle stesse tecnologie.
- Riquilificazione ambientale dei siti delle cave dismesse vicino alla frazione di Campagnola
- Riquilificazione ambientale dei siti sedi di allevamenti in fase di dismissione, utilizzando le disposizioni degli strumenti della normativa vigente.
- Realizzazione polo natatorio nell'area già prevista a servizi nel Capoluogo.
- Realizzazione nuovo istituto scolastico superiore a Campagnola.
- Ampliamento delle aree produttive lungo la S.P. n° 19 Ronchesana, concertato con la Provincia.
- Consolidamento delle attività produttive fuori zona ritenute compatibili.
- Consolidamento impianto sportivo esistente per il tiro a Piattello in località Bridi a Perzacco.
- Rielaborazione programma complesso dell'area per impianti sportivi a ridosso del fiume Adige.

- Interventi finalizzati a reperire aree ed a realizzare eventuali strutture, nel Capoluogo, che consentano di mantenere e sviluppare il Mercato domenicale di Zevio, evento ampiamente consolidato sul territorio.
- All'interno del progetto culturale "Zevio Città della Callas" il reperimento di aree e realizzazione di strutture che si rendano necessarie allo scopo.
- Ottimizzazione delle aree produttive esistenti, localizzate a ovest della località Santa Maria e a Sud-Est del capoluogo.
- Predisposizione di un insieme di percorsi pedonali/ciclabili sia lungo le due sponde del fiume Adige al fine di formare la pista ciclabile Adriatica, sia di collegamento delle piste ciclabili alla rete esistente o in corso di realizzazione all'interno dell'intero territorio comunale che ne consenta, attraverso un organico posizionamento, un elevato livello di fruizione da parte dei cittadini residenti oltre che di eventuali utilizzatori esterni.

Presenza di elementi significativi per il possibile impatto sulla qualità dell'aria

- Strada provinciale n°3 "La Mediana" nel tratto che da Oppeano arriva sino a Belfiore.
- Linea ferroviaria ad alta velocità, che da San Bonifacio dovrebbe scendere a sud sino a lambire il confine comunale nord per passare a fianco della tangenziale sud di Verona.

**Sintesi**

In questo paragrafo verranno sintetizzate i principali elementi di sviluppo, relativamente agli attrattori di traffico e alla rete delle infrastrutture.

Tabella 3-40: Principali nuovi attrattori di traffico.

<b>Attrattore</b>	<b>Comune</b>
Sviluppo aeroporto	Sommacampagna
Parco "Mirabilia"	Sommacampagna
Centro Guida sicura	Bussolengo
Polo ippico	Castelnuovo
Centro sanitario S. Raffaele	Lavagno
Porta della Musica	San Martino Buon Albergo
Centro Olimpia	San Martino Buon Albergo
Polo tecnologico "Bios"	San Martino Buon Albergo
Nuovo polo logistico	San Martino Buon Albergo
Nuovo polo industriale	San Martino Buon Albergo
Polo logistico in località Case	San Martino Buon Albergo
Centro commerciale	Sant'Ambrogio di Valpolicella

Tabella 3-41: Principali nuove infrastrutture.

<b>Progetto per infrastrutture</b>	<b>Comune</b>
Trafo delle Torricelle	Verona
Filovia	Verona
Tangenziali Venete	Verona
Metropolitana	Pescantina, Sommacampagna, Verona, Villafranca
TI-BRE	Valeggio sul Mincio
Linea Alta Velocità	Castelnuovo D. G., S. Pietro in C., Sommacampagna, Zevio, S. Martino B. A., Pescantina, Verona
Variante della SS. 12	Verona
Potenziamento ss 11 e 434	Verona
Completamento strada "Gardesana"	Bussolengo
Completamento strada "interquartierale"	Bussolengo
Variante alla SS. 12	Buttapietra
Circonvallazione alternativa alla SP 4	S. Pietro in C.
Completamento della tangenziale SP 1 verso Fumane, Marano e Negrar	S. Pietro in C.
Nuovo casello autostradale di Castelnuovo, riqualificazione della SR 11, completamento della tangenziale, definizione di un nuovo tracciato tra i caselli di Castelnuovo e Verona Nord	Castelnuovo D. G.
Bretella SR. 450	Castelnuovo D. G.
Nuovo asse viario dalla tangenziale sud a Vago e via S. Giacomo di sopra, per svincolo centro S. Raffaele	Lavagno
Realizzazione nuova viabilità comunale nella frazione di Raldon	S. Giovanni L.
Riqualificazione di SP2 e SP 19	S. Giovanni L.
Potenziamento viabilità di accesso all'aeroporto, nuova sede per la SS 11, potenziamento della SP. 26	Sommacampagna
Variante alla SS. 62 "Grezzanella"	Villafranca di Verona
Potenziamento SP 27 e SR 249	Valeggio sul Mincio

Tabella 3-42: Principali fonti esaminate per analizzare le prospettive di sviluppo del territorio.

<b>Comune</b>	<b>Fonte</b>
Bussolengo	PAT
Buttapietra	PRG
Castel d' Azzano	PRG
Castelnuovo del Garda	PATI
Grezzana	PAT
Lavagno	PATI, PI
Negrar	PAT
Pescantina	PAT, documento preliminare
San Giovanni Lupatoto	PAT
San Martino Buon Albergo	PAT, documento preliminare

San Pietro in Cariano	PAT
Sant' Ambrogio di Valpolicella	PRG
Sommacampagna	PAT, documento preliminare
Sona	PRG
Valeggio sul Mincio	PAT, documento preliminare
Verona	PAT, PI
Villafranca di Verona	PAT, documento preliminare
Zevio	PAT, documento preliminare, ulteriori atti progr.

### 3.2.3 Scenari delle fonti di emissione

La definizione di scenari previsionali di emissioni è indispensabile per valutare gli effetti, e l'efficacia di possibili azioni e provvedimenti per il miglioramento della qualità dell'aria

La stima delle riduzioni delle emissioni a scala locale non è banale, dal momento che sono numerosi i settori di intervento che si dovrebbero tenere in considerazione. Tale valutazione sarà contenuta nell'inventario delle emissioni per la Regione Veneto attualmente in corso di elaborazione da ARPAV.

Inoltre va ricordato che una componente importante di inquinanti proviene da aree esterne. In particolare, si è visto come l'area in esame risenta di un livello di concentrazioni diffuse ascrivibili all'intero bacino padano. A tal proposito è utile ricordare che nell'ambito del programma Clean Air For Europe (CAFE) dell'Unione Europea, sono stati identificati due scenari emissivi validi per il Nord Italia: il primo, denominato CLE2010 (current legislation), è costruito sull'ipotesi che tutte le regioni coinvolte applichino rigorosamente la normativa in materia di emissioni inquinanti esistente o che sarà approvata entro l'anno 2010. Il secondo scenario, denominato CLE2020, è stato definito ipotizzando un'evoluzione delle emissioni nel quadro dello sviluppo economico e la rigorosa applicazione da parte di tutte le regioni del nord Italia della normativa in materia di emissioni inquinanti, esistente o che si presume possa essere approvata entro l'anno 2020.

Questi scenari fanno riferimento all'intero bacino padano e stimano l'impatto delle normative in vigore al 2010 e al 2020, relative ad esempio alle emissioni degli autoveicoli, alle centrali per la produzione di energia o dei grandi impianti industriali di combustione, la qualità dei combustibili, il contenuto di composti organici dei vari prodotti, i limiti di emissione per i principali inquinanti.

Per calcolare gli scenari CLE 2010 e 2020 sul Nord Italia le emissioni per ogni inquinante e per ogni macrosettore sono state variate rispettando le stesse proporzioni delle variazioni stimate da EMEP (Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long range transmission of air Pollutants in Europe) per l'Italia. Essi sono stati calcolati grazie al modello RAINS, sviluppato dallo IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis), che rappresenta uno strumento "integrato" utilizzato in Europa per la valutazione delle strategie di controllo dell'inquinamento atmosferico.

Tabella 3-43: Riduzione delle emissioni associate ai due scenari identificati nell'ambito del Progetto CAFE CLE2010 e CLE2020 (da Individuazione degli obiettivi minimi di riduzione delle emissioni regionali per il rispetto dei limiti di qualità dell'aria per gli inquinanti ozono, biossido di azoto, PM<sub>10</sub> della regione Emilia-Romagna, 2007).

scenario emissivo	emissioni rispetto allo scenario base						
	dominio di applicazione delle riduzioni	CO	PM10	NO <sub>x</sub>	VOC	NH <sub>3</sub>	SO <sub>x</sub>
CLE2010	Nord Italia	-6%	-34%	-28%	-34%	-1%	-54%
CLE2020	Nord Italia	-18%	-47%	-51%	-46%	-7%	-63%

In uno studio della Regione Emilia-Romagna<sup>9</sup> si è evidenziato come l'impatto delle politiche locali, a scala comunale, provinciale o anche regionale, si manifesti solo su una frazione dell'inquinamento atmosferico totale. Tuttavia anche se la relazione che lega la riduzione delle emissioni con la riduzione dell'inquinamento non è lineare, adottare delle politiche che si prefiggano una riduzione delle emissioni sul territorio locale è fondamentale per un miglioramento della qualità dell'aria.

Per quanto riguarda più nel dettaglio l'area in esame, le azioni nel seguito indicate tengono conto dello stato attuale, ma non possono tenere conto di proiezioni scenari emissivi (al 2020). Tale limitazione è determinata dalla mancanza di un adeguato catasto delle emissioni che risulta essere propedeutico allo sviluppo di qualsiasi scenario futuro. Pertanto le azioni che seguono prendono spunto da indicazioni a carattere sovra regionale, ma i loro effetti sono, al momento, ancora difficilmente quantificabili per tutti i settori emissivi a scala locale.

### 3.2.3.1 Misure per contenere le emissioni di SO<sub>2</sub>

Settore conversione (raffinerie):

- Basso tenore di zolfo nell'olio combustibile (inferiore all'1% di zolfo);
- Controllo delle emissioni dei processi industriali nelle raffinerie;
- In scenari più ambiziosi, desolforazione dei fumi provenienti da caldaie e forni.

Settore domestico:

- Basso tenore di zolfo nell'olio combustibile denso (inferiore all'1% di zolfo);
- Carbone a basso contenuto di zolfo;
- In scenari più ambiziosi, gasolio a basso tenore di zolfo (inferiore a 0.1%) .

Industria:

- Basso tenore di zolfo nell'olio combustibile denso (inferiore all'1% di zolfo);
- Carbone a basso contenuto di zolfo;

<sup>9</sup> Individuazione degli obiettivi minimi di riduzione delle emissioni regionali per il rispetto dei limiti di qualità dell'aria per gli inquinanti ozono, biossido di azoto, PM<sub>10</sub> della regione Emilia-Romagna, 2007.

- Misure di controllo dello zolfo all'interno delle caldaie/forni;
- In scenari più ambiziosi, desolforazione dei fumi provenienti da caldaie e forni.

Produzione di energia elettrica:

- Desolforazione dei fumi provenienti da tutti gli impianti esistenti;
- Desolforazione a elevata efficienza sui nuovi impianti utilizzando combustibili con un elevato tenore di zolfo.

Processi industriali:

- Controllo delle emissioni da processi industriali oltre la normativa vigente (la severità dipende dal livello cui si ambisce).

Rifiuti:

- Buone pratiche;
- Divieto di incenerimento dei rifiuti agricoli e urbani.

Trasporti:

- Ulteriore riduzione del tenore di zolfo (oltre alla normativa vigente) nei combustibili utilizzati nel traffico marittimo nazionale e nelle attività di pesca.

### **3.2.3.2 Misure per contenere le emissioni di NO<sub>x</sub>**

Settore conversione:

- Modifiche nella combustione e riduzione selettiva non catalizzata per i livelli meno ambiziosi (tutti i paesi);
- Riduzione catalitica selettiva in scenari più ambiziosi;
- Controllo dei processi nelle raffinerie.

Settore domestico:

- Misure primarie sulle caldaie a olio combustibile pesante e a gas (in tutti i paesi);
- In scenari più ambiziosi, controlli sulle caldaie a GPL.

Industria:

- Modifiche nella combustione e riduzione selettiva non catalizzata per i livelli meno ambiziosi (tutti i paesi);
- Riduzione catalitica selettiva in scenari più ambiziosi.

Produzione di energia elettrica:

- Modifiche nella combustione su tutti gli impianti esistenti per i quali la riduzione catalitica selettiva non è ancora prevista;
- Riduzione catalitica selettiva su tutti i nuovi impianti a petrolio o carbone.

Processi industriali:

- Ulteriori controlli delle emissioni da processi industriali oltre la normativa vigente (la severità dipende dal livello cui si ambisce arrivare).

Rifiuti:

- Buone pratiche;
- Divieto di incenerimento dei rifiuti agricoli e urbani.

Trasporti:

- Misure aggiuntive sui veicoli commerciali leggeri: catalizzatore e filtro antiparticolato;
- Misure aggiuntive sui veicoli commerciali pesanti: catalizzatore del tipo ad urea.

### 3.2.3.3 Misure per contenere le emissioni di PM

Settore conversione:

- Depolveratori ad elevata efficienza (precipitatori elettrostatici, filtri a manica) nei processi di raffinaria;
- Buona manutenzione nelle caldaie a olio combustibile;
- Controllo dei processi nelle raffinerie.

Settore domestico:

- Depolveratori (cicloni, filtri a manica) nelle caldaie commerciali;
- Accelerazione nell'introduzione di nuove caldaie nel settore residenziale (specialmente per quelle a biomassa);
- Negli scenari più ambiziosi, filtri passivi sui camini e sulle stufe.

Industria:

- Depolveratori ad elevata efficienza per tutti i paesi e per tutti i livelli di ambizione che si vogliono raggiungere;
- Buona manutenzione nelle caldaie.

Produzione di energia elettrica:

- Depolveratori ad elevata efficienza per tutti i nuovi impianti a combustibile solido;
- Buona manutenzione nelle caldaie a olio combustibile per tutti i paesi e per tutti i livelli di ambizione che si vogliono raggiungere.

Processi industriali:

- Depolveratori ad elevata efficienza per controllare le emissioni dai camini;
- Controllo delle emissioni diffuse (per tutti i paesi e per tutti i livelli di ambizione che si vogliono raggiungere).

Rifiuti:

- Buone pratiche;
- Divieto di incenerimento dei rifiuti agricoli e urbani.

Trasporti:

- Misure aggiuntive sui veicoli commerciali leggeri (LDV) diesel in tutti i paesi;
- Misure aggiuntive sui veicoli commerciali pesanti (HDV) diesel in tutti i paesi;
- Combustibili basso tenore di zolfo utilizzati nel traffico marittimo e nelle attività di pesca, che riducono anche le emissioni di particolato.

### **3.2.3.4 Misure per contenere le emissioni di ammoniaca**

Allevamenti zootecnici:

- Interventi preventivi e depurativi per la riduzione di ammoniaca dai residui di allevamenti di polli, bovini e maiali (a tutti i livelli);
- Interventi preventivi e depurativi per la riduzione di ammoniaca dai residui dagli allevamenti intensivi di polli (livello poco ambizioso);
- Interventi preventivi per la riduzione di ammoniaca nei mangimi di altri animali;
- Cambiamento dell'alimentazione dei maiali (livello ambizioso);
- Interventi preventivi e depurativi per la riduzione di ammoniaca dai residui di allevamenti di bestiame da latte (livello ambizioso);
- Interventi preventivi per la riduzione di ammoniaca nei mangimi per pecore (livello ambizioso).

Applicazione di fertilizzanti:

- Controlli sulle emissioni al camino.

### **3.2.3.5 Misure per contenere le emissioni di idrocarburi non metanici NMVOC**

Processi industriali:

- Riduzione delle emissioni diffuse nell'industria chimica organica;
- Riduzione di emulsione bituminosa nella produzione di asfalti.

Impiego di vernici:

- Ulteriore riduzione del contenuto di solventi negli strati di vernici nelle applicazioni industriali;
- Ulteriore riduzione del contenuto di solventi nella pittura ornamentale.

Impiego di solventi:

- Relativamente basse riduzioni in un elevato numero di settori, ulteriore diffusione di sostituzioni e misure al camino (carboni attivi, trattamento termico);
- Misure più stringenti per il settore della stampa, inclusa la sostituzione di adesivi e inchiostri con materiali a basso o nullo contenuto di solventi, riduzione del contenuto di solventi degli agenti pulenti e maggiore utilizzo di carboni attivi.

Controllo di emissioni dalla produzione e distribuzione di combustibili liquidi:

- Riduzione delle perdite diffuse dai processi di produzione e immagazzinamento.

Settore domestico (collegato alle misure per ridurre emissioni PM):

- Accelerazione nell'introduzione di nuove caldaie a biomassa nel settore residenziale;
- In scenari più ambiziosi, filtri passivi sui camini e sulle stufe.

Rifiuti:

- Divieto di incenerimento dei rifiuti agricoli e domestici.

Sono in previsione nell'area veronese alcune infrastrutture che andranno a modificare drasticamente la configurazione del traffico e del sistema trasportistico nell'area. In particolare, tra le varie iniziative di rilievo si segnalano le seguenti infrastrutture:

- Sistema delle Tangenziali Venete da Castelnuovo del Garda a Padova (con un traffico giornaliero medio previsto di 51500 veicoli);
- Raccordo della Strada Regionale 434;
- Variante della Strada Statale 12 a Sud di Verona nella zona di Buttapietra;
- Traforo delle Torricelle e Passante Nord nel Comune di Verona;
- Filovia con parcheggi scambiatori a S. Michele Extra e casello di Verona Sud.

Queste grandi opere sono state pensate nell'ottica di fluidificare il traffico e aumentare la capacità di mobilità di merci e persone all'interno del tessuto produttivo e insediativo della Provincia, con particolare attenzione alla città di Verona che funge da nodo di scambio e attrattore. Deve essere sviluppato uno studio integrato che fornisca una visione d'insieme dell'effetto previsto di queste opere contemporaneamente, sia dal punto di vista del traffico che del conseguente impatto sull'ambiente. La quantificazione degli impatti delle singole opere è contenuta nei rispettivi Studi di Impatto Ambientali (ove la procedura sia giunta a termine) e si rimanda pertanto ad essi per il dettaglio. Non risulta però attualmente possibile quantificare localmente quale sia l'impatto complessivo di queste opere sulla qualità dell'aria, perché è evidente che esse saranno fortemente influenzate una dall'altra e non avrebbe senso produrre un risultato avulso dal contesto per ogni singolo progetto. Dal punto di vista qualitativo si può tuttavia affermare che, globalmente, l'insieme di queste grandi opere può generare/spostare flussi di traffico incrementando quindi le emissioni di inquinanti in atmosfera globalmente/localmente; è importante che siano definite al riguardo adeguate misure di compensazione emissiva. Dal momento che la realizzazione di tali opere è già