

SEZIONE PROTEZIONE ARIA, ACQUA E SUOLO

UFFICIO PROTEZIONE DELL'ARIA

ANALISI DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

2002



DIVISIONE AMBIENTE

DIPARTIMENTO DEL TERRITORIO

Dicembre 2003

INDICE

| | |
|---|-----------|
| Sommario | 3 |
| Parte prima | |
| Le analisi dell'aria in Ticino | 8 |
| 1.1 Introduzione | 8 |
| 1.2 La rete cantonale di rilevamento della qualità dell'aria..... | 10 |
| 1.3 Metodi di misura..... | 14 |
| Parte seconda | |
| Qualità dell'aria in Ticino: situazione e tendenze evolutive..... | 17 |
| 2.1 Diossido di zolfo..... | 17 |
| 2.2 Diossido d'azoto..... | 20 |
| 2.3 Ozono | 25 |
| 2.4 Monossido di carbonio | 29 |
| 2.5 Polveri fini | 29 |
| 2.6 Composti organici volatili | 33 |
| Parte terza | |
| Campagna analisi polveri in ricaduta 2001-2002 | 35 |
| 3.1 Polveri atmosferiche..... | 35 |
| 3.2 Polveri in ricaduta | 35 |
| 3.3 Misurazione delle polveri in ricaduta (Metodo "Bergerhoff")..... | 36 |
| 3.4 Campagna d'analisi delle polveri in ricaduta in Ticino 2001-2002..... | 37 |
| Allegati | |
| I Risultati delle analisi..... | 44 |
| II Definizioni ed abbreviazioni..... | 75 |
| III Unità di misura e concetti | 76 |
| IV Fattori di conversione..... | 77 |
| Bibliografia..... | 78 |

SOMMARIO

LE ANALISI DELL'ARIA IN TICINO

La Legge federale sulla protezione dell'ambiente (LPAmb) del 7 ottobre 1983 e la relativa Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIAAt) del 16 dicembre 1985 hanno tra i loro obiettivi la protezione delle persone e dell'ambiente dai contaminanti dell'aria. Il Consiglio federale ha perciò definito nell'OIAAt 18 limiti d'immissione, che tengono in dovuta considerazione anche le categorie della popolazione più deboli e sensibili (per esempio bambini, anziani e gestanti).

L'intento di rientrare in tali limiti a partire dal 1° marzo 1994, nonostante i notevoli sforzi profusi, non è stato raggiunto e a tutt'oggi si riscontrano in Svizzera, ed in particolare in Ticino, dei superamenti, talvolta importanti, delle soglie.

L'OIAAt prevede inoltre, che i singoli cantoni procedano tramite misurazioni al rilevamento delle immissioni sul proprio territorio e che ne presentino i risultati in un rapporto.

L'insieme delle stazioni in cui si misura la qualità dell'aria ticinese forma la rete di rilevamento cantonale. Essa comprende in primo luogo 7 stazioni fisse, situate a Chiasso, Lugano, Bioggio, Locarno, Brione s. Minusio, Moleno e Bodio, dotate di apparecchiature elettroniche in grado di determinare in maniera continua le concentrazioni dei principali inquinanti degli strati bassi dell'atmosfera. Questi strumenti sono soggetti ad una manutenzione che ne prevede il controllo e la calibrazione ad intervalli regolari da parte di tecnici competenti.

Questa base di dati rilevati in continuo è integrata da ulteriori misurazioni (campionatura passiva, campagne di misura speciali, apparecchiature singole, ecc.), in modo da ottenere un più ampio spettro di informazioni relativo a zone più vaste del territorio cantonale.

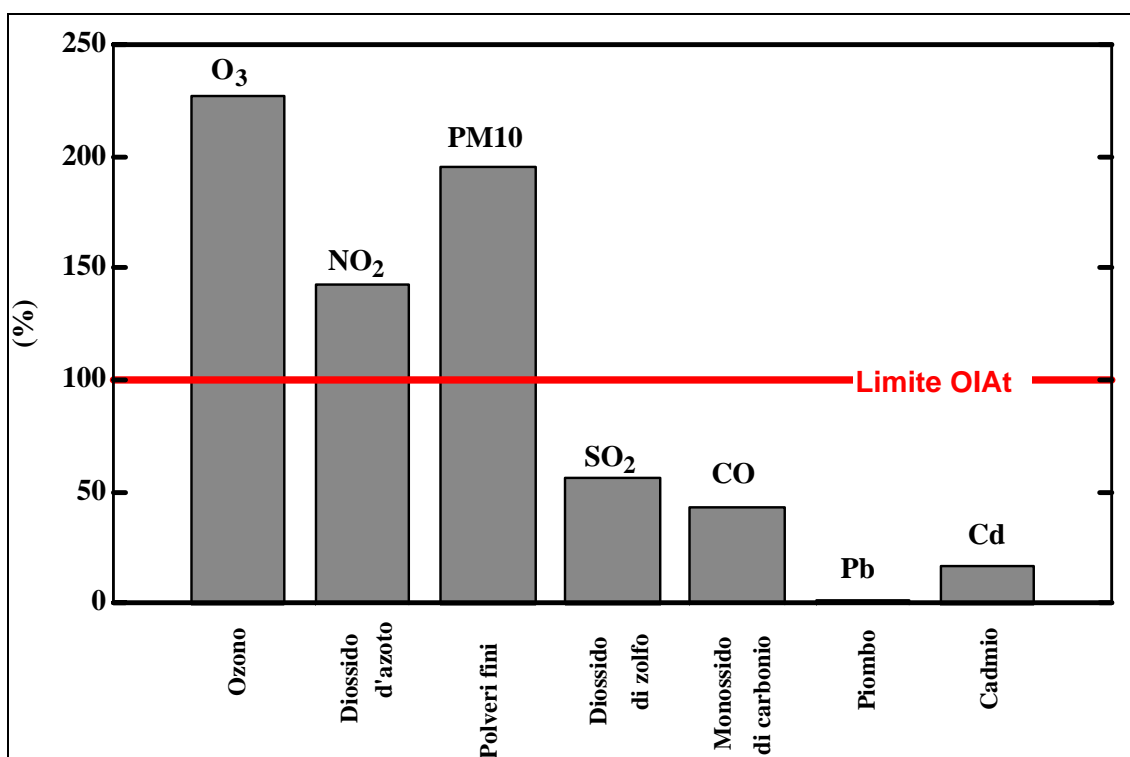
In considerazione del fatto che il carico inquinante presenta differenze regionali notevoli e cercando di razionalizzare i mezzi a disposizione, i luoghi di rilevamento vengono scelti in modo da essere il più rappresentativi possibile.

La rete di rilevamento cantonale viene ottimizzata tramite continui aggiornamenti per soddisfare le richieste inerenti la salute pubblica cantonale, che derivano dalle situazioni di carico inquinante (locale, regionale, nazionale o internazionale che sia).

QUALITÀ DELL'ARIA IN TICINO: situazione di stabilità

Globalmente, durante il 2002 la qualità dell'aria rispetto all'anno precedente è rimasta sostanzialmente stabile e i valori d'immissione più critici sono rimasti ancora sopra le soglie stabilite. Dei 18 limiti fissati dall'OIAAt, infatti, 12 sono stati rispettati, mentre quelli per la media giornaliera e la media annua del diossido d'azoto, per la media oraria e il 98° percentile dell'ozono e i limiti per le polveri fini (media giornaliera e media annua) continuano a non essere conformi.

La figura seguente illustra il quadro riassuntivo delle immissioni dei principali inquinanti. Essa riporta per ogni sostanza i valori più elevati rilevati dalle stazioni d'analisi come percentuale dei relativi limiti d'immissione stabiliti dall'OIAAt:



Immissioni nel Canton Ticino: carico inquinante nel 2002 in percento dei relativi limiti OIAAt. Ad eccezione dell'ozono (98° percentile) e del monossido di carbonio (media giornaliera massima), i valori indicati si riferiscono alle concentrazioni medie annue.

Questi valori sono comunemente osservati negli agglomerati e sono rappresentativi della qualità dell'aria a cui la maggior parte della popolazione è esposta.

Troppe polveri fini (PM10)

Le polveri fini PM10 sono sostanze inquinanti prodotte da processi di combustione e processi meccanici e provengono dal traffico, dall'industria e da altre fonti di emissione. I limiti d'immissione fissati dall'OIAAt per la media annua ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e la media giornaliera ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sono ampiamente superati, sia negli agglomerati urbani che in periferia.

Dalle analisi effettuate nel 2002 si rilevano, sul fondovalle in Ticino, concentrazioni medie annue di polveri fini comprese tra i 23 ed i 39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Si tratta di valori paragonabili a quelli registrati anche in altre regioni della Svizzera con forti emissioni locali, dove queste variano tra i 23-33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle città e negli agglomerati. Soltanto nelle località in quota le immissioni medie annue scendono al di sotto del limite. Sul Rigi, ad esempio, la concentrazione media annua durante il 2002 è stata di 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Le misurazioni del 2001 a Brione s.M. confermano che anche nelle zone elevate del Ticino i limiti per le polveri fini sono rispettati. Questa misura è stata interrotta nel novembre 2001, per consentire lo spostamento della strumentazione a Pollegio presso il cantiere AlpTransit.

Sul fondovalle anche il valore medio giornaliero di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, che può essere superato al massimo una volta all'anno, non è rispettato. Nelle città e negli agglomerati del Cantone sono registrati picchi superiori ai 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, distribuiti nel 2002, a dipendenza del punto di misura, su un minimo di 12 giorni fino ad un massimo di 94 giorni. I valori medi giornalieri massimi registrati dalle diverse stazioni si situano tra i 75 e i 145 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Al momento non è ancora possibile riconoscere delle tendenze evolutive per le polveri fini, tenuto anche conto che si dispone al massimo di soli sei anni consecutivi di misura. I dati registrati a Chiasso a partire dal 1994 mostrano che, dopo un periodo di relativa stabilità nel 2002 si è registrato un aumento significativo della media annua, provocato in parte anche dalle condizioni meteorologiche sfavorevoli nel Sottoceneri durante i mesi di gennaio e febbraio caratterizzati da lunghi periodi di inversioni termiche particolarmente stabili.

Ozono (O₃): superamenti costanti durante i mesi di giugno, luglio ed agosto

La stagione estiva è pressoché ovunque caratterizzata da immissioni di ozono che superano ampiamente i limiti fissati dall'OIA, sia per intensità che per durata. Il limite di 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media oraria nel 2002 è stato superato per un totale di ore che varia tra le 61 di Bodio e le 547 di Chiasso. Le concentrazioni medie orarie massime sono comprese tra i 174 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di Bodio ed i 288 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di Chiasso e sono state registrate tra giugno ed agosto.

Uno studio del Paul Scherrer Institut sui trend dell'ozono al sud delle alpi ha evidenziato come tra il 1990 e il 1999 vi sia stata una diminuzione sensibile nelle concentrazioni massime di O₃ nei mesi di luglio e agosto a Sud della Svizzera (Ticino e Mesolcina), mentre le concentrazioni invernali sono aumentate, pur rimanendo molto al di sotto dei valori registrati in estate. Lo studio ha tenuto anche conto anche dell'influsso delle condizioni meteorologiche sui dati registrati, permettendo di quantificare la reale tendenza: le concentrazioni estive sono sì diminuite, ma in maniera meno appariscente, mentre l'aumento invernale è rimasto praticamente uguale anche dopo l'introduzione dei fattori di correzione meteorologici.

Il numero di giorni con valori molto elevati di ozono è diminuito notevolmente, anche se la frequenza con cui si è superato il limite orario fissato dall'OIA di 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ è rimasto praticamente immutato.

L'influsso della Pianura Padana sulla concentrazione di ozono nelle regioni meridionali della Svizzera è notevole ed è quindi lecito ipotizzare che le riduzioni delle emissioni in tale zona abbiano comportato in Ticino, soprattutto in estate e in giorni con intenso irraggiamento solare, una diminuzione significativa delle concentrazioni massime di ozono.

Un'analisi preliminare ha infatti potuto accertare un effetto notevole del Ferragosto (periodo dopo il 15 di agosto in cui gran parte degli italiani parte per le vacanze) sulle concentrazioni di ozono a Sud delle Alpi. La riduzione delle emissioni nel mese di agosto della regione padana è stata stimata a 20-30% di quelle consuete.

Va sottolineato però, che tali valori continuano a rimanere ben al di sopra dei limiti previsti dalla legge svizzera e chiaramente superiori a quelli registrati al Nord delle Alpi.

Diossido d'azoto (NO₂): valori ancora eccessivi

Le concentrazioni di diossido d'azoto dipendono prevalentemente dalle emissioni locali, ragione per la quale viene riscontrato in maggior misura all'interno degli agglomerati principali e lungo gli assi stradali con forte traffico. Quando ci si allontana dalle principali fonti di emissione, come ad esempio sui pendii in quota, si osservano per contro valori inferiori al limite OIAt.

Dopo un forte incremento all'inizio degli anni '80, i provvedimenti di natura tecnica adottati hanno permesso di arrestarne l'aumento ed in seguito, grazie anche a condizioni climatiche favorevoli, si è potuto constatare una riduzione delle immissioni di diossido d'azoto. Le concentrazioni misurate durante il 2002 sono state però in gran parte superiori a quelle del 2001 a seguito delle ripetute situazioni di smog invernale, rimanendo al di sopra dei limiti previsti dall'OIAt.

Un elevato potenziale di contenimento per questo gas è offerto da provvedimenti come la gestione e la moderazione del traffico negli agglomerati, la promozione del trasporto delle merci su rotaia e l'introduzione di nuove norme per i gas di scarico dei veicoli a motore, in particolare quelli nel settore degli "Offroad".

Diossido di zolfo (SO₂), monossido di carbonio (CO), piombo (Pb) e cadmio (Cd): limiti d'immissione rispettati

Le immissioni di diossido di zolfo (anidride solforosa) grazie ai provvedimenti di natura tecnica adottati negli anni passati, come la riduzione del tenore di zolfo nell'olio combustibile e, per il Sottoceneri, la diffusione del gas naturale, sono drasticamente calate e da diversi anni presentano concentrazioni ampiamente inferiori alle norme di qualità dell'aria fissate dall'OIAt, tanto che i carichi annui si situano attorno a valori di circa due volte inferiori al limite.

Nella Bassa Leventina il rispetto dei limiti è stato ottenuto soprattutto tramite i provvedimenti adottati da una grossa azienda operante nella regione.

Anche le immissioni di monossido di carbonio rispettano da tempo i limiti fissati dall'OIAt. I provvedimenti tecnici apportati sui veicoli a motore (regolazione della combustione e diffusione del catalizzatore) sono riusciti a compensare l'incremento del traffico.

I metalli pesanti (piombo e cadmio) presenti nelle polveri sono analizzati a Bodio, dove le relative concentrazioni, come negli anni passati, sono risultate inferiori ai limiti previsti dall'OIAAt. L'introduzione del catalizzatore e della benzina "verde" hanno permesso di ridurre il piombo presente nelle polveri a valori nettamente al di sotto dei limiti previsti dall'OIAAt. Il divieto di utilizzare e smerciare benzina contenente piombo, entrato in vigore il 1.1.2000, ha consentito un'ulteriore riduzione.

Composti organici volatili (VOC): valori non soggetti a limiti di immissione

Nonostante l'OIAAt non preveda alcun limite d'immissione per i composti organici volatili, essi rivestono una notevole importanza nell'ambito dell'inquinamento dell'aria per almeno due ragioni: da un lato alcuni di questi composti sono pericolosi per la salute delle persone (il benzene è classificato dall'OIAAt come cancerogeno), dall'altro diversi componenti di questa grande classe di sostanze sono, insieme agli ossidi d'azoto, precursori dell'ozono.

Il carico di composti organici volatili emessi nell'atmosfera è notevolmente calato negli ultimi anni. Questo miglioramento è da ricondurre alle misure adottate alla fonte, come ad esempio l'installazione dei sistemi di recupero dei vapori di benzina presso le stazioni di servizio ed i grandi depositi. Questi provvedimenti sono efficienti per quanto attiene agli effetti locali e sono quindi molto importanti se si considera la tossicità di alcune sostanze organiche. Al miglioramento ha pure contribuito il risanamento di diverse installazioni industriali. Essi sono tuttavia insufficienti per ridurre in modo sensibile le concentrazioni di ozono nelle stagioni calde. L'introduzione di una tassa di incentivazione gravante su queste sostanze volatili ha ulteriormente contribuito a ridurre i consumi e a sostituire prodotti contenenti VOC con prodotti alternativi che ne sono privi.

NECESSITÀ DI RISANAMENTO

Nonostante i costanti progressi fatti durante l'ultimo decennio, diversi limiti rimangono superati. Per far fronte a questa situazione occorrerà da un lato dotarsi di nuove misure in grado di contrastare tra l'altro l'inquinamento causato dalle polveri fini e dall'altro rendere più specifici i provvedimenti già adottati.

Le nuove misure verranno elaborate nell'ambito della Concezione cantonale sull'ambiente ed in sede di aggiornamento del Piano cantonale di risanamento dell'aria, mentre i provvedimenti già in vigore verranno adeguati alle realtà locali, con l'elaborazione e l'adozione di piani regionali. Durante l'ottobre del 2002 il Consiglio di Stato ha adottato il Piano di risanamento dell'aria del Luganese (PRAL), che aveva riscosso ampi consensi in consultazione. Il piano di risanamento del Mendrisiotto è in fase di consultazione, mentre quello del comprensorio del Piano di Magadino è in fase di allestimento.

PARTE PRIMA

LE ANALISI DELL'ARIA IN TICINO

1.1 Introduzione

Uno degli obiettivi primari della Legge federale sulla protezione dell'ambiente (LPAmb) del 7 ottobre 1983 e della rispettiva Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIAt), emanata dal Consiglio Federale il 16 dicembre 1985 (e aggiornata al 28.3.2000), è di proteggere le persone, la fauna e la flora, le loro biocenosi ed i loro biotopi, così come il suolo dagli effetti dannosi e molesti dei contaminanti dell'aria (Art. 1, OIAt).

L'Ordinanza definisce diversi limiti d'immissione (elencati e commentati in dettaglio nella tab. 1, pag. 10) sulla base delle conoscenze scientifiche più recenti. Se rispettati, questi dovrebbero garantire una qualità dell'aria accettabile (anche per le categorie della popolazione più sensibili e a rischi come bambini, anziani e gestanti) e rendere improbabili gli effetti negativi degli inquinanti dell'aria.

Le condizioni quadro legislative che sono seguite alla pubblicazione delle sopraccitate norme prevedevano l'osservanza di tutti i limiti d'immissione sull'intero comprensorio nazionale a partire dal 1° marzo 1994. Malgrado si siano compiuti notevoli sforzi a tutti i livelli, non è stato possibile raggiungere questo traguardo e ancora oggi in diverse regioni della Svizzera come anche in Ticino vi sono dei superamenti delle soglie, a volte anche considerevoli.

L'OIAt affida inoltre ai cantoni l'incarico di determinare ad intervalli regolari l'entità delle immissioni nel proprio territorio con rilevamenti appropriati, e di elaborarle poi in un resoconto.

Con queste premesse, il presente rapporto intende riassumere e commentare tutte le misurazioni riguardanti le proprietà e le componenti dell'aria, effettuate in Ticino durante il 2002.

Tabella 1: Limiti d'immissione definiti dall'Ordinanza federale contro l'inquinamento atmosferico (OIA) del 16.12.1985 (stato 28.3.2000).

| Sostanza inquinante | Valore limite | Definizione statistica |
|---------------------------------------|---------------------------|---|
| Diossido di zolfo (SO ₂) | 30 µg/m ³ | Valore annuo medio (media aritmetica) |
| | 100 µg/m ³ | 95% dei valori medi su ½ h di un anno ≤ 100 µg/m ³ |
| | 100 µg/m ³ | Valore medio su 24 h; può essere superato al massimo 1 volta all'anno |
| Diossido di azoto (NO ₂) | 30 µg/m ³ | Valore annuo medio (media aritmetica) |
| | 100 µg/m ³ | 95% dei valori medi su ½ h di un anno ≤ 100 µg/m ³ |
| | 80 µg/m ³ | Valore medio su 24 h; può essere superato al massimo 1 volta all'anno |
| Monossido di carbonio (CO) | 8 mg/m ³ | Valore medio su 24 h; può essere superato al massimo 1 volta all'anno |
| Ozono (O ₃) | 100 µg/m ³ | 98% dei valori medi su ½ h di un mese ≤ 100 µg/m ³ |
| | 120 µg/m ³ | Valore medio su 1 h; può essere superato al massimo 1 volta all'anno |
| Polveri fini (PM10) | 20 µg/m ³ | Valore annuo medio (media aritmetica) |
| | 50 µg/m ³ | Valore medio su 24 h; può essere superato al massimo 1 volta all'anno |
| Piombo (Pb) nelle polveri fini | 500 ng/m ³ | Valore annuo medio (media aritmetica) |
| Cadmio (Cd) nelle polveri fini | 1.5 ng/m ³ | Valore annuo medio (media aritmetica) |
| Polveri in ricaduta totali | 200 mg/m ² x d | Valore annuo medio (media aritmetica) |
| Piombo (Pb) nelle Polveri in ricaduta | 100 µg/m ² x d | Valore annuo medio (media aritmetica) |
| Cadmio (Cd) nelle Polveri in ricaduta | 2 µg/m ² x d | Valore annuo medio (media aritmetica) |
| Zinco (Zn) nelle Polveri in ricaduta | 100 µg/m ² x d | Valore annuo medio (media aritmetica) |
| Tallio (Tl) nelle Polveri in ricaduta | 2 µg/m ² x d | Valore annuo medio (media aritmetica) |

Osservazioni:

mg = milligrammo; 1 mg = 0.001 g
 µg = microgrammo; 1 µg = 0.001 mg
 ng = nanogrammo; 1 ng = 0.001 µg

Il segno “≤” significa “minore o uguale”.

Ulteriori spiegazioni sono fornite nell'allegato III.

1.2 La rete cantonale di rilevamento della qualità dell'aria

La rete cantonale di rilevamento della qualità dell'aria si compone di diverse stazioni di misura distribuite su tutto il territorio della Svizzera italiana.

Il suo sviluppo viene adeguato alle mutevoli situazioni del carico dei diversi contaminanti e alle esigenze riguardanti la salute pubblica, in particolare in Ticino, che ne risultano.

Le apparecchiature sono calibrate costantemente (vedi cap. 1.3) e le procedure verificate e discusse regolarmente; si riconsiderano i vecchi compiti e si definiscono nuovi obiettivi e strategie, organizzando per esempio campagne di misura mirate.

Anche i supporti informatici di archiviazione e gestione dei dati delle misurazioni vengono regolarmente aggiornati con tecnologie all'avanguardia. La nuova banca dati digitale attiva alla SPAAS dal 2002 semplifica di molto le operazioni di consultazione dei dati dell'aria.

La scelta dei luoghi di rilevamento viene accuratamente studiata in modo da garantire la massima rappresentatività e da ottimizzare l'impiego dei mezzi a disposizione. Il carico inquinante denota differenze regionali e addirittura locali considerevoli, visto che esso dipende da una parte dal tipo di inquinante e dall'altra dalle fonti d'emissione. I punti di misura sono quindi situati in località ritenute rappresentative oppure problematiche e necessitanti di un controllo costante.

1.2.1 Le stazioni di misura fisse

Le stazioni di rilevamento fisse rappresentano il fulcro della rete cantonale di rilevamento.



Foto 1: Nuova stazione di misura della rete cantonale di rilevamento OASI (Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana) a Camignolo.

Si tratta (vedi foto 1) di piccoli prefabbricati contenenti varie apparecchiature che misurano in maniera continua e relativamente precisa le diverse componenti dell'aria (vedi anche cap. 1.3). I rispettivi dati sono poi inviati elettronicamente alla sede di Bellinzona.

La rete cantonale di rilevamento OASI (Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana) comprende 8 stazioni ubicate a Chiasso, Bioggio, Lugano, Camignolo, Locarno, Brione sopra Minusio, Moleno e Bodio (vedi fig. 1). L'installazione delle due nuove stazioni di Moleno e Camignolo è iniziata nel settembre del 2002.



Figura 1: Ubicazione delle stazioni di misura della rete cantonale di rilevamento OASI (stato fine 2002).

La descrizione e caratterizzazione di questi posti di misura è riportata di seguito:

- 1) CHIASSO** **coordinate:** 723.45 / 77.45
quota: 230 m s.l.m.

La stazione di analisi si trova sul piazzale delle scuole elementari e medie. Le emissioni di questo centro cittadino sono dovute principalmente agli impianti di riscaldamento ed al traffico sia locale che di transito, quest'ultimo composto per buona parte da veicoli immatricolati all'estero e da mezzi pesanti. La città si trova inoltre in una conca che favorisce la formazione d'aria stagnante e che può essere facilmente inglobata nello strato di inversione termica che spesso si forma in inverno sulla Pianura Padana.

- 2) BIOGGIO** **coordinate:** 714.15 / 96.65
quota: 290 m s.l.m.

La stazione di rilevamento di Bioggio è situata in una zona industriale nei pressi dell'aeroporto di Agno. Alle emissioni locali, si aggiungono pure quelle del traffico aereo e quelle veicolari dell'autostrada (A2) e degli assi stradali che collegano Lugano a Ponte Tresa.

- 3) LUGANO** **coordinate:** 717.80 / 96.85
quota: 290 m s.l.m.

La stazione di analisi, collocata in Via Ciani nel parco di Casa Serena, è esposta indirettamente alle emissioni del traffico cittadino e a quelle degli impianti di riscaldamento. La zona beneficia comunque delle correnti d'aria che si formano tra la Valcolla ed il Ceresio.

- 4) CAMIGNOLO** **coordinate:** 715.43 / 106.91
quota: 440 m s.l.m.

La stazione è stata posta a fianco della carreggiata nord dell'autostrada A2 all'altezza del paese di Camignolo. In tal modo sono rilevate le emissioni del traffico autostradale locale e di transito. Anche in questo punto la quota di mezzi pesanti e di veicoli di nazionalità estera è importante.

Questa stazione è in fase d'allestimento ed entrerà in funzione nel corso del 2003.

- 5) LOCARNO** **coordinate:** 704.63 / 113.80
quota: 200 m s.l.m.

La stazione di misura, posta in centro città, è esposta alle emissioni degli impianti di riscaldamento e del traffico, come pure all'inquinamento diffuso. Il Locarnese, ed il pendio destro del Verbano in modo particolare, godono di una buona insolazione che favorisce correnti termiche sui pendii e quindi la dispersione delle sostanze inquinanti. Questa situazione è inoltre accentuata dai fenomeni di brezza tra lago e valli.

- 6) BRIONE S. MINUSIO** **coordinate:** 706.00 / 115.65
quota: 480 m s.l.m.

Il paese di Brione è situato in collina, circa 300 metri sopra l'agglomerato di Locarno. Le emissioni locali sono molto contenute, ma la località risente delle emissioni dovute al traffico e agli impianti di riscaldamento degli insediamenti sottostanti.

- 7) MOLENO** **coordinate:** 719.92 / 126.57
quota: 250 m s.l.m.

La stazione è sita presso l'area di sosta dell'autostrada A2 (direzione nord, all'altezza del paese di Moleno) ad una decina di metri dalla carreggiata. Essa registra in tal modo le emissioni del traffico diretto al Gottardo. La percentuale di mezzi pesanti così come di veicoli immatricolati all'estero che transita in questo punto è considerevole. Le emissioni dovute agli impianti di riscaldamento sono invece contenute.

Questa stazione è in fase d'allestimento ed entrerà in funzione nel corso del 2003.

- 8) BODIO** **coordinate:** 713.35 / 137.30
quota: 320 m s.l.m.

Le emissioni locali, dovute a due impianti industriali e all'intenso traffico di transito, sono elevate, mentre quelle dovute agli impianti domestici di riscaldamento sono ridotte. Il ricambio d'aria è buono durante i mesi estivi, grazie alle forti brezze stagionali che percorrono longitudinalmente la valle Leventina, ma scarso in quelli invernali, visto che il fondovalle in questo punto è molto stretto e bloccato verso nord dalla Biaschina.

1.2.2 Altri punti di misura

I dati ricavati nelle stazioni di rilevamento fisse sono integrati a valori derivanti da ulteriori differenti misurazioni.

Il diossido d'azoto, per esempio, viene determinato anche tramite campionatura passiva in oltre un centinaio di posti distribuiti in tutto il cantone (una loro descrizione più esaustiva si trova nell'all. II).

La particolare situazione della Media Leventina, venutasi a creare dopo l'inizio dei lavori per l'Alp Transit, è sorvegliata dal luglio del 2001 da due apparecchi di misura dei PM10 DIGITEL (vedi cap. 1.3), posti a Pollegio e Faido.

1.3 Metodi di misura

1.3.1 Apparecchi di analisi

Le analisi della qualità dell'aria sono conformi alle direttive federali ed alle raccomandazioni dell'UFAFP [1].

Le stazioni di analisi sono provviste di apparecchi automatici (vedi foto 2), che misurano in maniera continua le concentrazioni di diversi inquinanti atmosferici, come pure alcuni parametri meteorologici. Ogni giorno i dati relativi sono inviati telematicamente all'unità centrale di elaborazione della SPAAS a Bellinzona. La dotazione delle diverse stazioni d'analisi è riportata nella tab. 2.

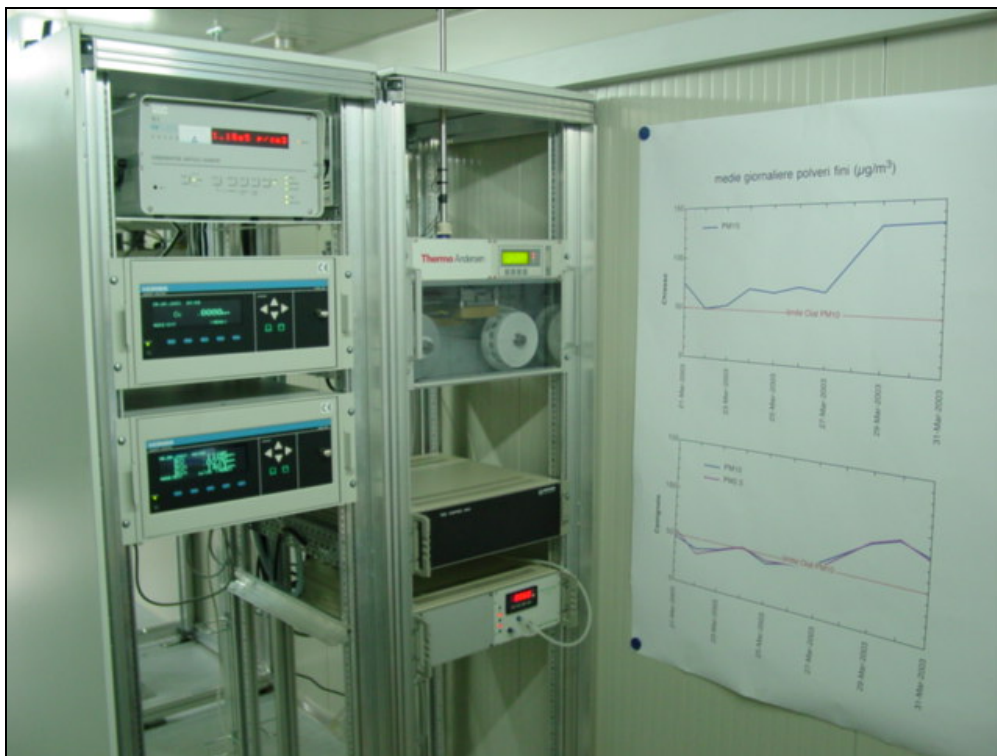


Foto 2: Apparecchi di analisi in una stazione di rilevamento della rete cantonale.

Tabella 2: Parametri analizzati (segnati con il pallino nero) nelle rispettive stazioni di rilevamento della rete cantonale (Camignolo, non ancora in funzione nel 2002).

| Parametri | Chiasso | Bioggio | Lugano | Locarno | Brione s. M. | Bodio | Moleno |
|---------------------------------------|---------|---------|--------|---------|--------------|-------|--------|
| Diossido di zolfo | ● | ● | | ● | ● | ● | ● |
| Ossidi d'azoto | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Ozono | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Monossido di carbonio | ● | ● | ● | ● | | | ● |
| Polveri fini in sospensione (PM10) | ● | | | | | ● | ● |
| Idrocarburi policiclici aromatici PAH | ● | | | | | | |
| Temperatura | ● | ● | | ● | ● | | ● |
| Umidità | ● | ● | ● | ● | ● | | ● |
| Irraggiamento solare | ● | ● | ● | ● | ● | | ● |
| Vento (velocità e direzione) | ● | ● | ● | ● | ● | | ● |

Questo concetto di misura elettronico è comodo e preciso, e garantisce un'analisi approfondita della situazione dell'inquinamento, grazie in particolare ad una risoluzione temporale eccellente (1 rilevamento medio ogni mezzora). D'altra parte esso è puntuale, e le relative apparecchiature sono costose e richiedono una manutenzione attenta e mirata.

Per contro i rilevamenti tramite campionatura passiva sono più approssimativi e laboriosi dal punto di vista organizzativo, ma molto meno onerosi. La copertura dell'area d'indagine è più completa ed omogenea e fornisce una visione d'insieme del carico inquinante.

I campionatori passivi di diossido d'azoto (forniti da un laboratorio incaricato dal Politecnico federale di Zurigo) vengono esposti in ogni punto di misura per circa un mese, di regola in coppia. L'analisi dell'NO₂ assorbito durante tale periodo viene determinato analiticamente nel laboratorio della SPAAS.

Nel 2000 tali dati hanno permesso di sviluppare con successo una mappa d'esposizione all'NO₂ della popolazione del Mendrisiotto [2]. La stessa metodica è stata applicata nel 2002 al comprensorio del Luganese [3] con risultati molto simili a quelli del Mendrisiotto.

Le polveri fini PM10 sono misurate con due apparecchiature diverse, vale a dire FAG e DIGITEL. A Chiasso è installato un FAG; esso aspira l'aria (a 16 l/min) con l'ausilio di una speciale sonda ed elimina le polveri più grandi grazie ad un sistema di separazione; l'aria così trattata raggiunge poi un filtro, dove le quantità di polveri fini sono determinate istantaneamente esponendole ai raggi β.

A Moleno e Bodio sono invece in funzione dei campionatori ad alto flusso (Digitel). In questi apparecchi le polveri fini - dopo essere state aspirate ad alta velocità (a 500 l/min) con l'ausilio di una speciale sonda - si depositano su un filtro che viene sostituito giornalmente. Le concentrazioni di PM10 sono poi determinate gravimetricamente nel laboratorio della SPAAS.

A Pollegio e Faido sono state collocate due apparecchiature DIGITEL al fine di seguire unicamente l'evoluzione delle concentrazioni di polveri fini presso i cantieri dell'Alp Transit.

La validazione tramite confronto dei due metodi è riportata nel rapporto sulla qualità dell'aria del 2001 [4] e ne dimostra la validità e la possibilità di una loro comparazione.

I risultati di un ulteriore paragone dei diversi metodi impiegati nella misura delle polveri fini in Svizzera (in base ai dati degli anni 1997, 1998 e 1999) sono pubblicati dal BUWAL [5].

1.3.2 Metodica dei controlli

Il sistema di acquisizione elettronico dei dati effettua quotidianamente sistematici controlli automatici delle calibrazioni. I risultati di queste verifiche sono trasmessi, assieme ai dati rilevati, alla sede di Bellinzona. Essi permettono di accertare ogni giorno il buono stato delle apparecchiature delle stazioni d'analisi e riconoscere tempestivamente eventuali anomalie. *Settimanalmente* inoltre le apparecchiature sono controllate e tarate secondo le direttive del BUWAL.

A scadenze regolari infine, i responsabili della manutenzione delle stazioni di rilevamento dei diversi cantoni organizzano degli incontri, in cui i diversi apparecchi (calibrati indipendentemente) vengono azionati nel medesimo luogo, rilevando così la stessa aria. Questo procedimento è chiamato *intercalibrazione*. Anche nel corso del 2002 il sistema di calibrazione della diverse stazioni ticinesi è stato verificato mediante esperimenti di questo tipo dalla ditta Oekoscience, di Coira.

1.3.3 Precisione delle misure

Da stime a livello svizzero è emerso che l'errore di misura degli apparecchi elettronici è inferiore al 5 - 10 % per la media annua e al 10 - 15 % per i valori istantanei (medie orarie e semiorarie).

La precisione dei campionatori passivi è accertata, ponendone alcuni vicino alle stazioni d'analisi. Il confronto dei dati ottenuti con le due tecniche di misura (continuo e passivo), mostra che per concentrazioni medie annue superiori ai 20 µg/m³ le differenze tra gli stessi sono inferiori all'8% [6].

PARTE SECONDA

QUALITÀ DELL'ARIA IN TICINO: SITUAZIONE E TENDENZE

2.1 Diossido di zolfo (anidride solforosa, SO₂)

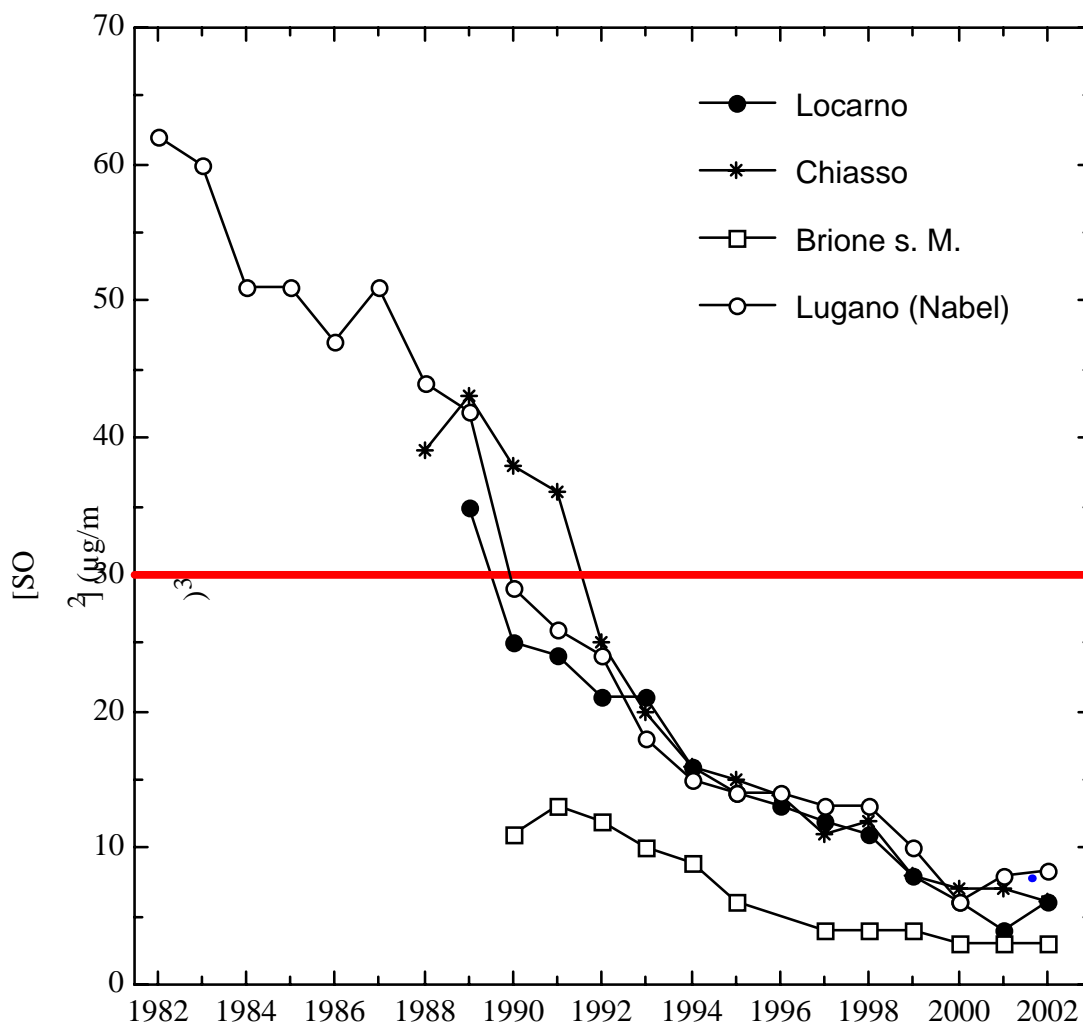


Figura 2: Diossido di zolfo: evoluzione delle concentrazioni medie annue a Lugano (stazione NABEL), Chiasso, Locarno e Brione s.M. (stazioni cantonali). La curva tratteggiata serve da guida per gli occhi

Per l'undicesimo anno consecutivo, la media annua di SO₂ è stata su **tutto** il territorio cantonale inferiore al limite di 30 µg/m³ previsto dall'OIAI (vedi fig. 2). Questo risultato rispecchia una *riduzione sistematica e progressiva* delle emissioni di questo inquinante nel corso degli anni, ottenuta grazie al calo del tenore di zolfo nell'olio combustibile e, per il Sottoceneri, anche in seguito alla diffusione del gas naturale. Infatti le concentrazioni di SO₂ nei centri cittadini di Chiasso, Locarno e Lugano sono diminuite

pressoché regolarmente e sono rientrate nei limiti già all'inizio degli anni '90. Successivamente la situazione non ha fatto che migliorare.

Nella regione collinare di Brione s. M. (lontano dal fondovalle) le concentrazioni di diossido di zolfo sono da tempo inferiori a quelle delle altre stazioni di misura e chiaramente al di sotto dei limiti di legge.

La figura 3 illustra il rapporto che sussiste tra emissioni a livello ticinese ed immissioni di diossido di zolfo per la stazione NABEL di Lugano. Tale rapporto è stato poi "linearizzato" tramite un algoritmo appropriato (linea tratteggiata). Dal grafico si deduce che il limite annuo d'immissione ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è rispettato, se le emissioni di SO_2 non superano le 1200 t/a circa. Il modello è stato impostato tralasciando le emissioni del settore industriale che soprattutto nel Locarnese sono molto localizzate.

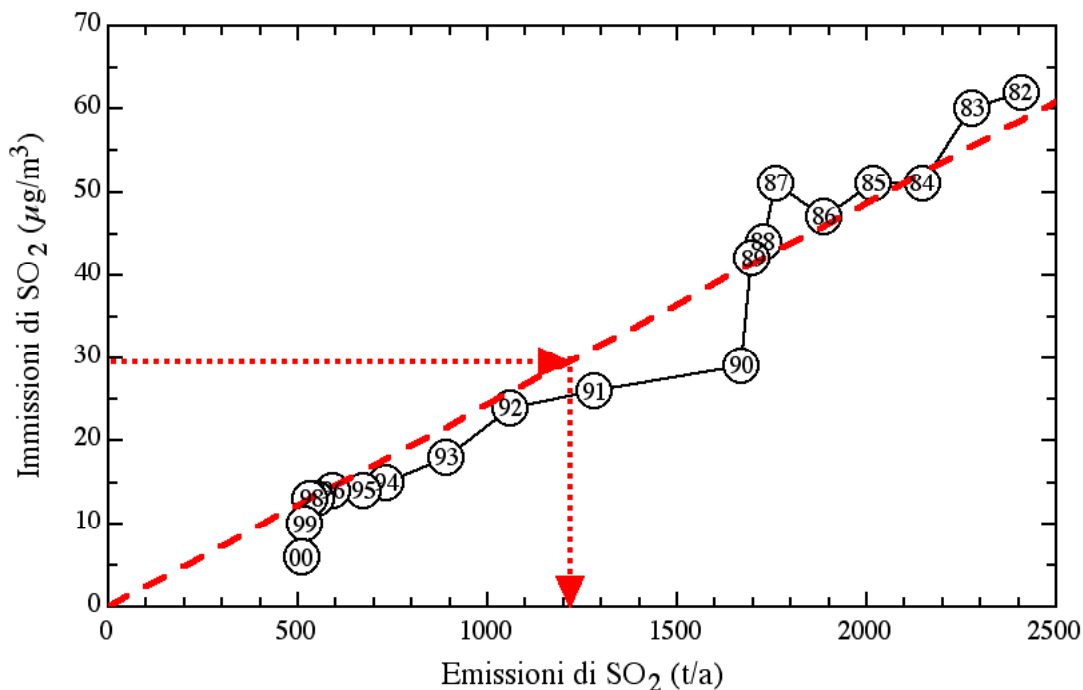


Figura 3: Concentrazioni medie annue di diossido di zolfo (SO_2) della stazione NABEL di Lugano (dal 1982 al 2000, cifre nei cerchietti) in funzione delle emissioni dello stesso inquinante. La linea tratteggiata rappresenta la "linearizzazione" di questo rapporto. Le frecce indicano a partire da quale valore di emissione è stato possibile rispettare il limite OIAt ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Le emissioni del settore industriale, molto localizzate soprattutto nel Sopraceneri, non sono state considerate.

A Bodio, nella Bassa Leventina alla fine degli anni '80 si registravano delle giornate con immissioni di diossido di zolfo nettamente superiori al limite OIAt per la media giornaliera (300 e oltre, invece di $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (vedi fig. 4).

Il rispetto di tale limite è stato raggiunto con misure sia di tipo gestionale che di depurazione dei gas di scarico adottati da una grande azienda operante nella regione. Infatti dal 1992 al 2001 la soglia per la concentrazione media giornaliera di SO_2 non è

stata più superata. Tuttavia proprio nel 2002 questo limite, seppure di poco (104 invece di 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), non è stato rispettato.

Anche la concentrazione media annua di diossido di zolfo a Bodio (che già nel 1990 era inferiore al limite OIAt) è tendenzialmente diminuita. La Bassa Leventina fa registrare da tempo i valori medi più elevati del Cantone, in quanto diversi impianti industriali operanti nella regione influenzano sensibilmente, soprattutto nei mesi caldi, le immissioni. In estate infatti, mentre le altre stazioni di rilevamento fanno registrare valori di poco superiori allo zero, a Bodio le medie mensili oscillano tra 10 e 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (vedi figura A1.4 dell'allegato 1).

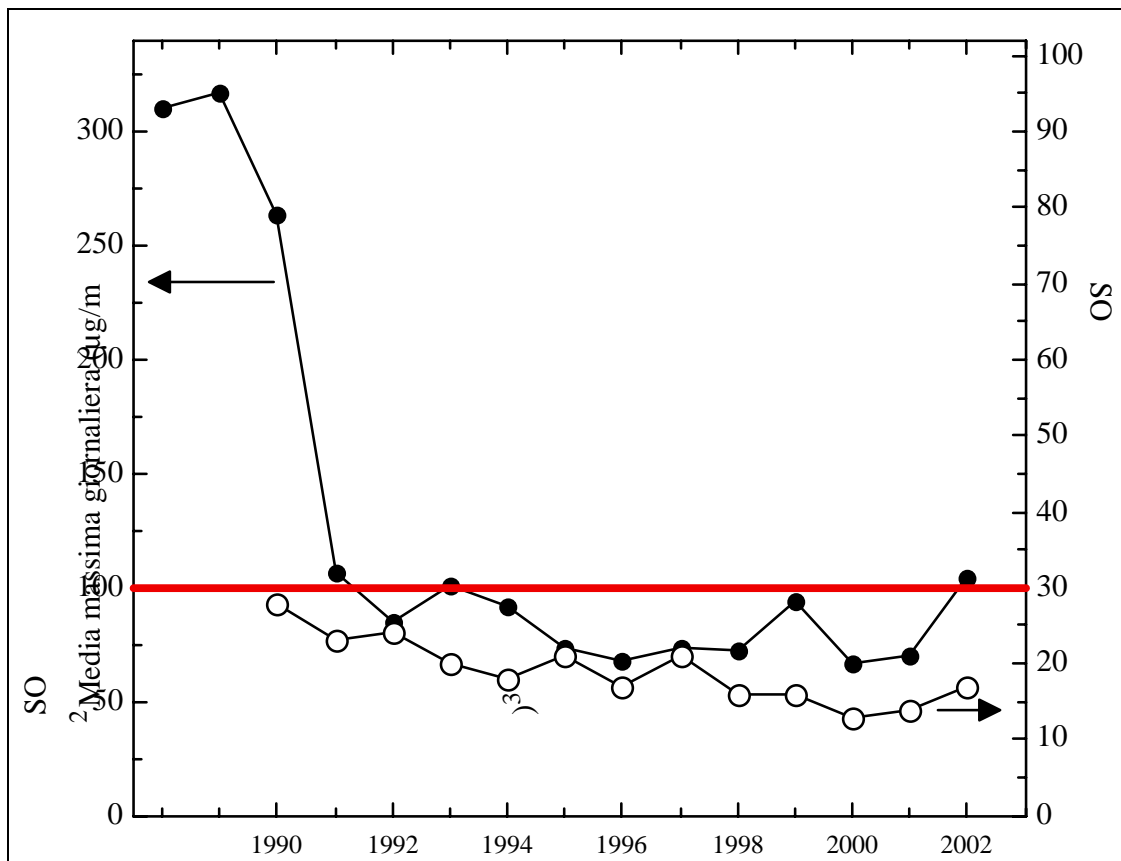


Figura 4: Evoluzione delle concentrazioni massime giornaliere (pallini neri e scala di sinistra) e medie annue (pallini bianchi e scala di destra) di diossido di zolfo a Bodio.

2.2 Diossido di azoto (NO₂)

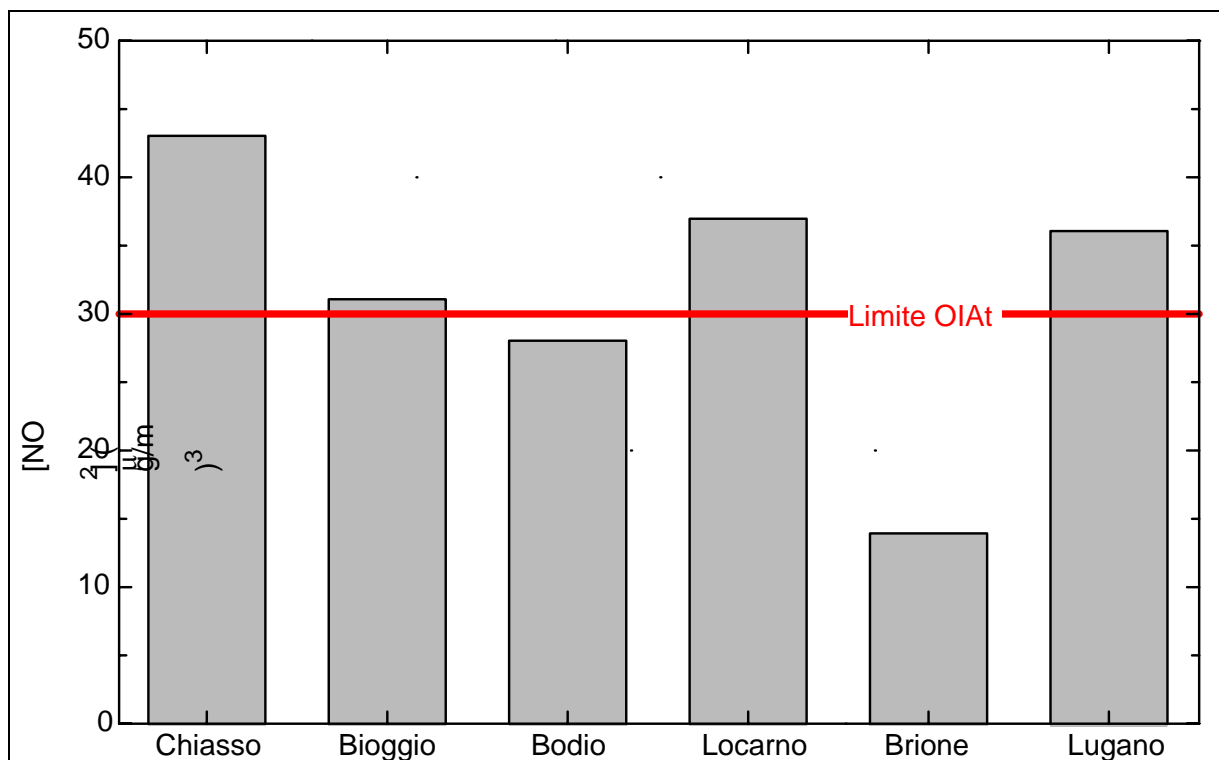


Figura 5: Concentrazioni medie annue di diossido d'azoto nel 2002.

Le concentrazioni medie annue di diossido d'azoto (NO₂) misurate durante il 2002 nelle diverse località di rilevamento sono illustrate nella figura 5. Si può osservare come all'interno dei principali agglomerati i valori superano chiaramente il limite fissato dall'OIAt di 30 µg/m³. Nella zona collinare (Brione s. M.) e in quelle periferiche (Bodio e Bioggio) invece le immissioni sono praticamente conformi alla legge. Va comunque sottolineato che rispetto al 2001 le medie annue di Bodio e Bioggio sono diminuite sensibilmente (in entrambi i casi del 10% circa) e che il valore di Bodio è per la prima volta dal 1995 di nuovo inferiore al limite previsto dall' OIAt.

L'evoluzione delle immissioni di diossido d'azoto è illustrata nella figura 6, dove oltre alle medie annue delle stazioni della rete cantonale di Chiasso, Bodio, Brione s. M. e Locarno sono riportate anche quelle per la stazione NABEL ubicata a Lugano¹. Il grafico evidenzia come all'inizio degli anni '80 si sia verificato un aumento delle concentrazioni di NO₂ negli strati bassi dell'atmosfera. Questa tendenza si è però invertita all'inizio degli anni '90, per poi stabilizzarsi nel corso dello stesso decennio.

¹ Fino a maggio del 1992 era situata in corso Elvezia (coordinate 717.6/96.6), in seguito la stazione è stata spostata in via Madonnetta.

La figura 6 mostra inoltre che nel 2002 i valori di diossido d'azoto rilevati dalle stazioni di misura sono simili o lievemente inferiori (Brione s. M. e Bodio) a quelli dell'anno precedente.

Per quanto riguarda lo sviluppo delle immissioni di NO₂ nella zona di Chiasso, si è partiti da valori abbastanza elevati che nel tempo sono però calati in maniera importante. Questo è da ricondurre principalmente alla diminuzione del traffico a seguito delle misure di moderazione attuate nelle immediate vicinanze della stazione di analisi.

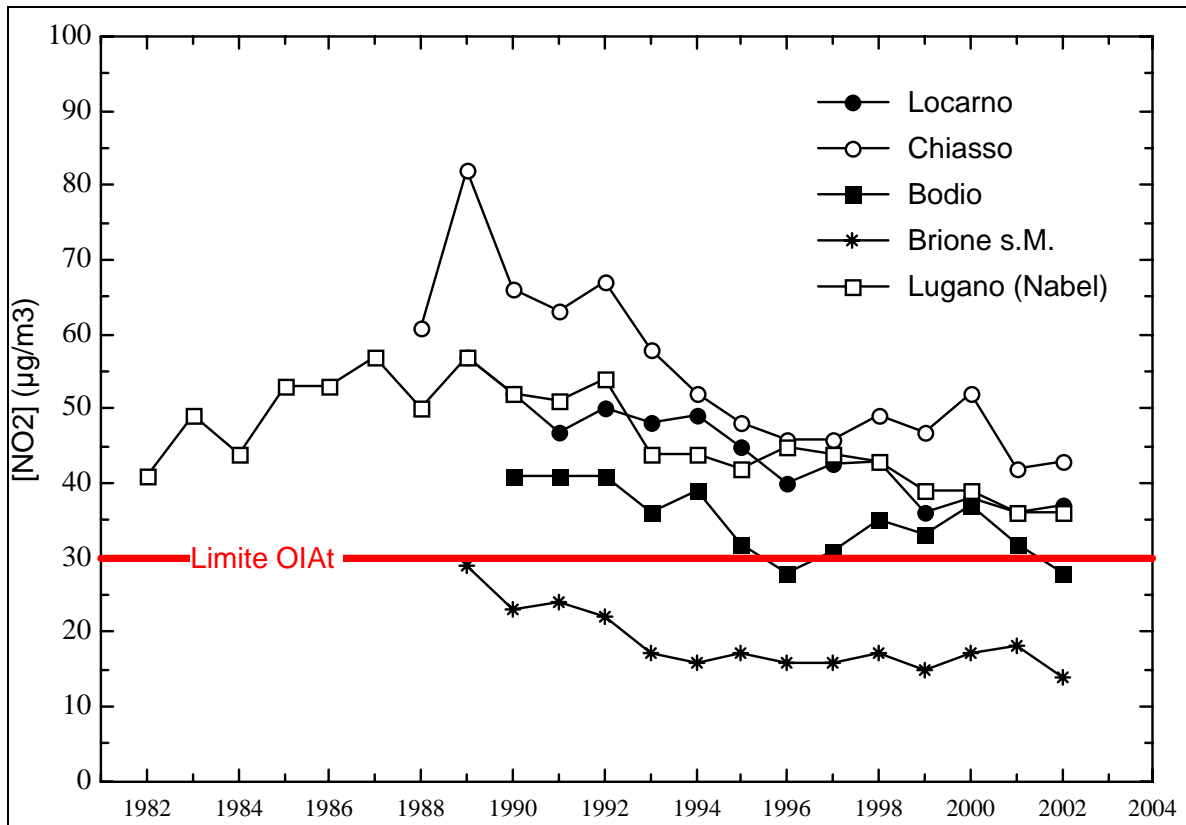


Figura 6: Evoluzione delle concentrazioni medie annue di diossido d'azoto a Lugano (stazione NABEL), Chiasso, Locarno, Brione s. M. e Bodio (stazioni cantonali).

I risultati dei rilevamenti di diossido di azoto con i campionatori passivi (vedi all. 1, tabb. A1.28 - A1.30) mostrano che il limite annuo OIA_t (30 µg/m³) è chiaramente superato in tutti i principali centri del Cantone e più in generale in prossimità degli assi stradali con elevato volume di traffico.

La figura 7 mostra l'ubicazione dei campionatori passivi di NO₂ in Ticino. Ogni punto di misura è ripartito in 5 categorie a seconda della concentrazione media annua di diossido d'azoto. Questa suddivisione (valori e colori delle categorie) corrisponde alla definizione proposta da InLuft (Rete comune di rilevamento della qualità dell'aria dei cantoni Argovia, Lucerna, Nidvaldo, Obvaldo, Svitto e Zugo) per l'indice di qualità dell'aria [7]. Così facendo eventuali confronti con valori registrati in Svizzera Interna risultano più semplici.

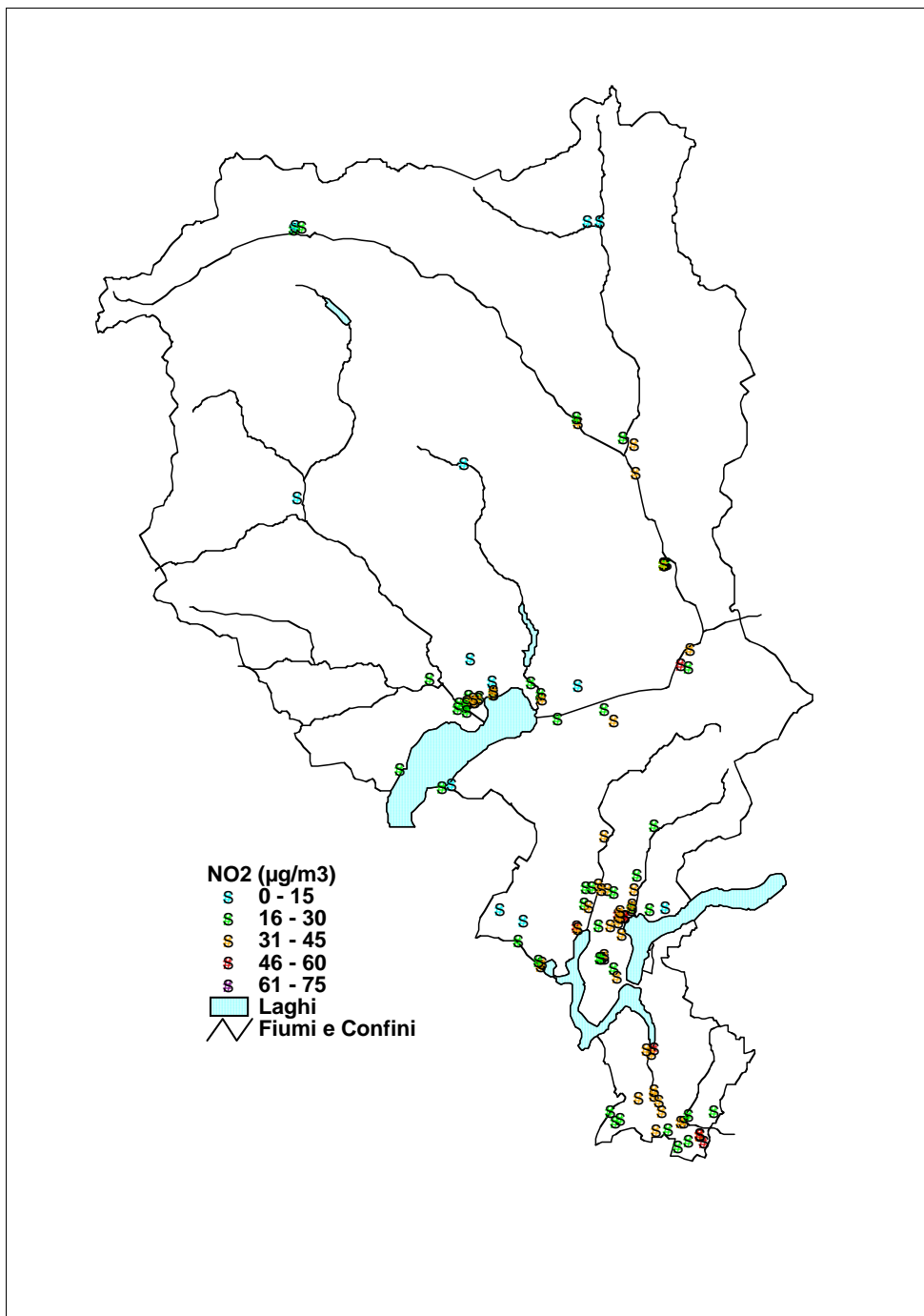


Figura 7: Ubicazione e ripartizione (in base alle concentrazioni medie annue in registrate nel 2002) dei campionatori passivi di NO₂ in Ticino. I valori sono in µg/m³. È stata ripresa la suddivisione (valori e colori) indicata nella homepage di InLuft [7].

Da questa rappresentazione risulta che i punti di misura che si trovano nei centri cittadini o nelle loro vicinanze (Chiasso, agglomerazione di Lugano, Bellinzona e Locarno) denotano medie annue di diossido d'azoto superiori. Anche i campionatori passivi posti nei pressi dei grandi assi stradali (Bellinzona-Locarno) ed autostradali (A2) registrano valori elevati e spesso sopra il limite annuo previsto dall'OIAAt di $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La tendenza evolutiva delle immissioni di NO_2 può essere analizzata distinguendo, come mostrato nella figura 8, tra zone con un inquinamento particolarmente elevato (medie annue superiori ai $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), zone mediamente inquinate (medie annue comprese tra 30 e $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e zone poco inquinate (medie annue inferiori ai $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

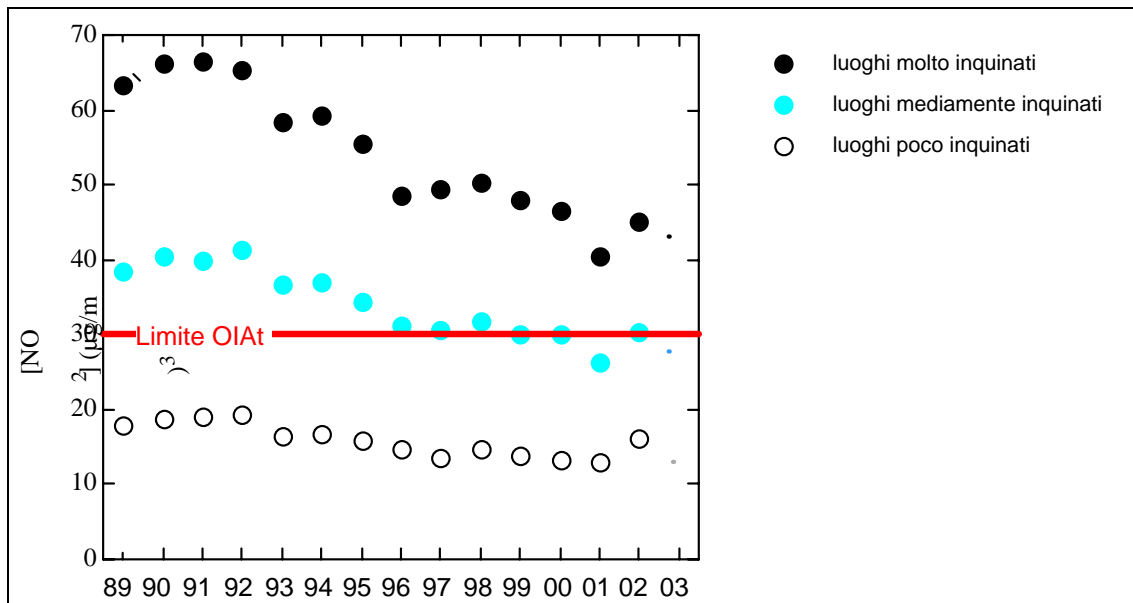


Figura 8: Evoluzione delle immissioni di diossido d'azoto, distinguendo tra zone con un tasso alto di inquinamento, zone con un tasso medio di inquinamento e zone con un tasso basso di inquinamento.

I risultati delle analisi eseguite tramite campionatori passivi in tutto il Cantone a partire dal 1989 sono stati suddivisi nelle 3 categorie sopraccitate. Da questi dati è stato poi calcolato il valore medio annuo per ogni categoria.

La figura 8 mostra come nei luoghi di maggior carico le immissioni di NO_2 abbiano raggiunto un massimo negli anni '90 - '91 ed in seguito siano diminuite. Questo miglioramento si è prodotto tra il 1992 ed il 1996, con una diminuzione pari a circa $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nello stesso periodo la media annua dei luoghi caratterizzati da un tasso d'inquinamento medio è calata di quasi $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A partire dal 1996 questa tendenza positiva si è arrestata a favore di una certa stabilizzazione delle medie annuali.

Va sottolineato che i valori particolarmente positivi del 2001 sono da ricondurre anche e soprattutto ad un inverno ricco di precipitazioni e alla chiusura della galleria del San Gottardo a fine anno, che ha permesso di contenere sensibilmente le emissioni del traffico di transito (soprattutto quello pesante). In quest'ottica i dati del 2002 restano in

linea con i trend generali. Essi lasciano però presagire un lieve peggioramento della situazione del carico inquinante da diossido d'azoto in Ticino.

La valutazione degli sviluppi futuri delle concentrazioni di diossido d'azoto, a seguito per esempio di provvedimenti adottati per contenere le emissioni di questo inquinante, è oltremodo difficile. Tuttavia l'analisi del rapporto che sussiste tra emissioni ed immissioni di NO_2 può dare un'indicazione concreta di come e quanto le prime debbano ancora diminuire in modo che le seconde siano conformi alla legge (media annua inferiore o uguale a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

La figura 9 illustra questo rapporto (concentrazioni medie annue in rapporto alle emissioni degli ossidi d'azoto = NO_x) per la stazione NABEL di Lugano. Nel caso del diossido d'azoto si analizzano le emissioni degli ossidi d'azoto ($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$) visto che il monossido d'azoto (NO), emesso dal traffico motorizzato e dagli impianti di riscaldamento, si trasforma quasi immediatamente in diossido d'azoto. La linea tratteggiata rappresenta la regressione lineare di tale relazione.

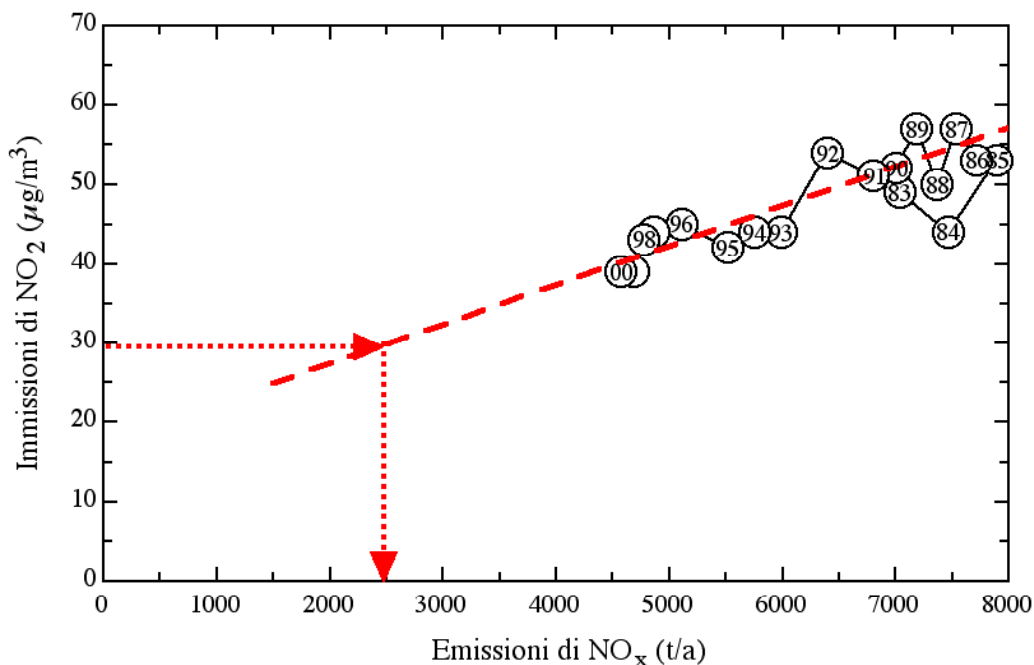


Figura 9: Concentrazioni medie annue di diossido d'azoto (NO_2) della stazione NABEL di Lugano (dal 1983 al 2000, cifre nei cerchietti) in funzione delle emissioni di NO_x . La linea tratteggiata rappresenta la "linearizzazione" di questo rapporto. Le frecce indicano a partire da quale valore di emissione il limite OIAt ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è rispettato.

Dalla figura 9 si può desumere che il rispetto del limite annuo d'immissione sarà conforme alla legge, se le emissioni di NO_x a livello non supereranno le 2500 t/a circa. Confrontando questo valore con le emissioni fatte registrare nel 2000 (quasi 5000 t/a), è facilmente intuibile che per garantire in Ticino il rispetto del limite annuo per le immissioni di diossido di azoto previsto dall'OIAt ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sarà necessaria una diminuzione delle emissioni di circa il 50%. Questo traguardo potrà essere raggiunto solo con uno sforzo ed un impegno collettivi.

2.3 Ozono (O₃)

Quando si parla d'ozono è importante distinguere tra “**ozono stratosferico**” ed “**ozono troposferico**”.

Il primo è presente in grandi quantità nella stratosfera (fascia dell'atmosfera compresa tra 10 e 50 km d'altezza) e costituisce uno schermo protettivo dalle pericolose radiazioni ultraviolette (raggi UV) provenienti dal sole. Il “buco dell'ozono” è un assottigliamento considerevole dello strato di questo ozono “vitale”, dovuto principalmente agli inquinanti rilasciati nell'atmosfera (in particolare clorofluorocarburi (CFC)). Questo preoccupante fenomeno ha luogo ogni anno in prossimità del Polo Sud e di recente è stato osservato anche al Polo Nord.

Una riduzione dell'effetto schermante nella stratosfera (con conseguente aumento della radiazione UV che giunge sulla Terra) è correlata ad un rischio maggiore di cancro alla pelle nelle persone (induzione di mutazioni nelle cellule epiteliali), ad un rallentamento nella crescita delle piante (inibizione della fotosintesi) e ad uno scompenso notevole a carico degli ecosistemi marini (inibizione del fitoplancton).

“L'ozono troposferico” invece si trova nella troposfera (fascia atmosferica tra la superficie terrestre e 10 km di quota), ed in particolare in prossimità del suolo. Esso è quindi una componente dell'aria che respiriamo.

L'ozono viene prodotto naturalmente nella troposfera, per esempio durante i temporali, in concentrazioni non dannose per gli esseri viventi. In questo strato dell'atmosfera tuttavia esso può formarsi anche secondariamente, sotto l'effetto dell'irraggiamento solare, a partire da ossidi d'azoto (NO_x) e da composti organici volatili (COV), due inquinanti dell'aria detti per questo motivo “**precursori dell'ozono**”. Questo processo dipende dalle loro concentrazioni.

Questo ozono “antropico” è una delle componenti principali del cosiddetto smog estivo e in grandi concentrazioni può avere effetti dannosi su persone e piante (a causa della sua elevata reattività). È durante le giornate estive molto calde e poco ventose che vengono prodotte le maggiori quantità di ozono e il perdurare di tali condizioni atmosferiche rafforzano questo fenomeno. L'arrivo del brutto tempo accompagnato da piogge e vento riporta i valori a livelli normali

Per combattere lo smog estivo occorre quindi ridurre le emissioni dei precursori dell'ozono. Le maggiori fonti d'emissioni di COV sono l'industria ed i nuclei domestici, mentre quella degli ossidi d'azoto è rappresentata dal traffico motorizzato **[8, 9, 10]**.

L'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico prevede due limiti per le immissioni di ozono (troposferico): 100 µg/m³ per il 98° percentile dei valori semiorari di un mese e 120 µg/m³ per la media oraria.

Durante il 2002, analogamente agli anni precedenti, il limite OIAt per il **98° percentile** dei valori semiorari mensili è stato superato nei mesi da aprile fino a settembre. In alcuni luoghi si sono verificati dei superamenti anche durante i mesi di marzo e di ottobre (vedi allegato 1, tab. A1.12 - A1.17).

La figura 10 mostra il 98° percentile mensile massimo di ogni stazione di misura nel mese di luglio. I valori si situano tra i 139 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di Bodio ed i 227 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di Chiasso e superano ampiamente il limite OIAt. Fenomeni chimici complessi nell'ambito del ciclo di formazione e distruzione dell'ozono fanno sì, che anche negli agglomerati le immissioni dello stesso raggiungano valori molto elevati, mentre negli anni '80 le punte si registravano prevalentemente nelle zone con poche emissioni locali.

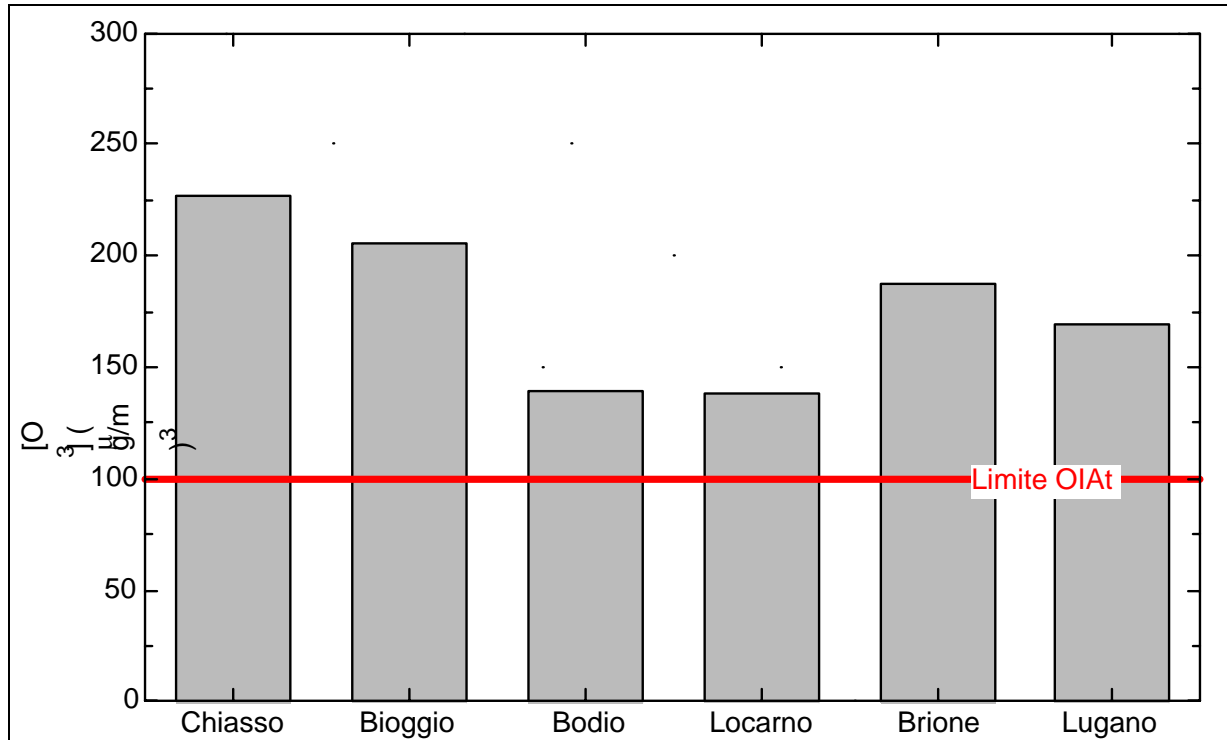


Figura 10: 98° percentili mensili massimi delle concentrazioni (semiorarie) di ozono (2002).

Nel caso dell'ozono è difficile riconoscere una tendenza evolutiva, in quanto le sue immissioni risultano condizionate dalla situazione del tempo atmosferico (come visto ad inizio capitolo). L'influsso della meteorologia è evidente se si considera il numero di superamenti del limite per la concentrazione **media oraria** nei diversi anni. Questo parametro, riferito ad un determinato periodo (per esempio un'estate), permette di ottenere un apprezzamento circa la durata delle immissioni eccessive.

La figura 11 mostra il numero di superamenti del limite orario verificatosi in media durante una giornata nei mesi di giugno, luglio ed agosto a Brione s. M. e a Lugano a partire dal 1989. Nella stessa sono riportate le temperature medie estive misurate a Locarno-Monti nei medesimi anni. Si può notare un parallelismo tra la durata delle immissioni eccessive e la temperatura. Fa eccezione il 1996, dove il mese di giugno ha fatto registrare un numero elevato di superamenti, che nel computo medio totale ha più che compensato le condizioni meteorologiche sfavorevoli degli altri due mesi.

Nella figura 11 è inoltre possibile osservare, che anche durante le estati più "fredde" il limite orario è stato superato in media per diverse ore al giorno (quasi 4 ore a Brione s. M. e più di 2 a Lugano). L'OIAt consente **un solo superamento all'anno**.

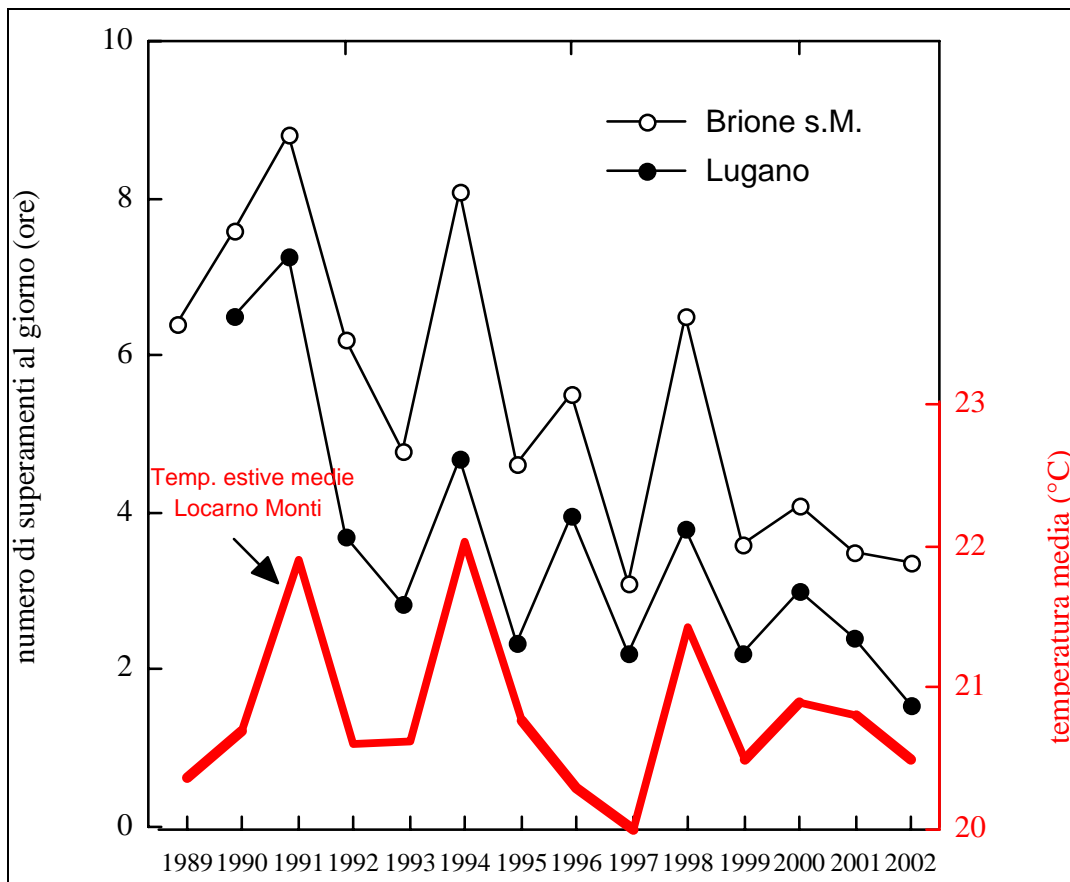


Figura 11: Numero di superamenti del limite orario ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verificatisi in media durante una giornata da giugno ad agosto per diversi anni nelle località di Brione s. Minusio e di Lugano. La scala a destra illustra le temperature estive (giugno, luglio ed agosto) rilevate a Locarno Monti dall'Istituto svizzero di meteorologia.

I trend delle concentrazioni di ozono in Ticino negli anni '90 sono stati analizzati dal Paul Scherrer Institut in uno studio del 2000 commissionato tra gli altri dall'Ufficio della protezione dell'aria. I risultati di questa indagine rivelano per il suddetto decennio un trend negativo, una riduzione quindi delle concentrazioni massime di ozono nei mesi di luglio ed agosto (tra 0 e 20 ppb/decennio a seconda del luogo di misura) e un'evoluzione positiva delle stesse nei mesi invernali. Quest'ultima è però riconducibile alla diminuzione delle emissioni di NO (gas che nel complesso circolo dell'ozono rappresenta sia un precursore che un "degradatore" dell'ozono). Un resoconto dettagliato dello studio è contenuto nella terza parte del rapporto sulla qualità dell'aria 2001 [4].

Questi dati (soprattutto quelli del periodo estivo) sono incoraggianti e mostrano che i provvedimenti di natura tecnica (installazione del catalizzatore su veicoli a motore e risanamenti di importanti impianti stazionari come ad esempio i grandi depositi e distributori di benzina) adottati negli ultimi anni in Canton Ticino e nella vicina Lombardia hanno sortito, almeno in parte, i risultati sperati.

Questa evoluzione non deve tuttavia portare a sottovalutare l'entità dei superamenti dei limiti riguardanti l'ozono in Ticino, che anche nel 2002 è stata considerevole. La figura 12 rappresenta i 98° percentili mensili delle concentrazioni semiorarie della stazione di misura di Brione s. Minusio a partire dal gennaio 1989. I quantitativi di ozono durante i mesi caldi hanno sempre superato in maniera netta il limite OIAAt ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e il numero di ore con valori al di sopra del limite orario ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è rimasto nel tempo sostanzialmente uguale.

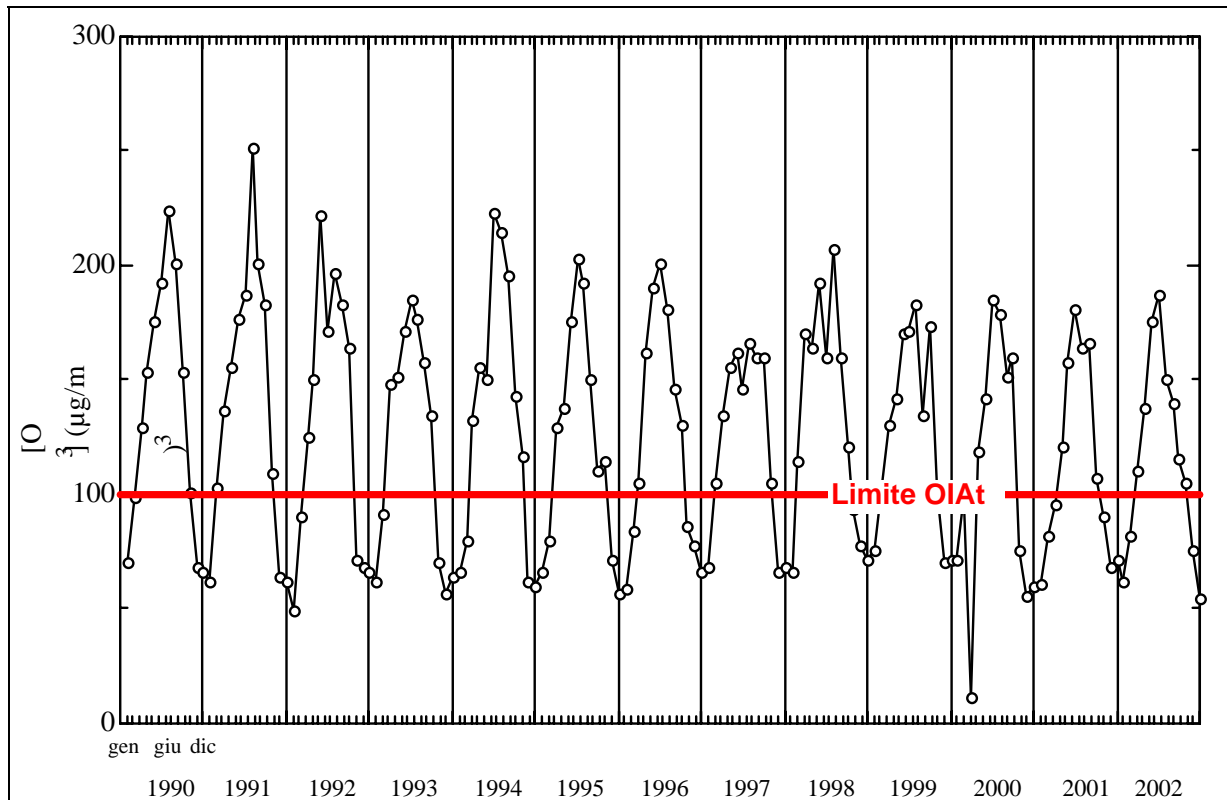


Figura 12: 98° percentili mensili delle concentrazioni (semiorarie) di ozono rilevate a Brione s. M. dal 1990 al 2002.

Alla luce di questi risultati si può quindi affermare che il rispetto dei limiti di legge per le concentrazioni di ozono in Ticino può essere raggiunto solamente persistendo nella politica di riduzione delle emissioni dei suoi precursori sia a livello regionale che interregionale. Per raggiungere tale obiettivo, bisognerà nei prossimi anni dimezzare le emissioni dei composti organici volatili e ridurre quelle degli ossidi d'azoto almeno del 60%.

2.4 Monossido di carbonio (CO)

La figura 13 mostra per ogni località di misurazione la concentrazione massima giornaliera di monossido di carbonio nel 2002. Grazie alla regolazione dei motori dei veicoli ed alla diffusione del catalizzatore, le immissioni di CO sono da diversi anni chiaramente inferiori al limite previsto dall'OIAAt.

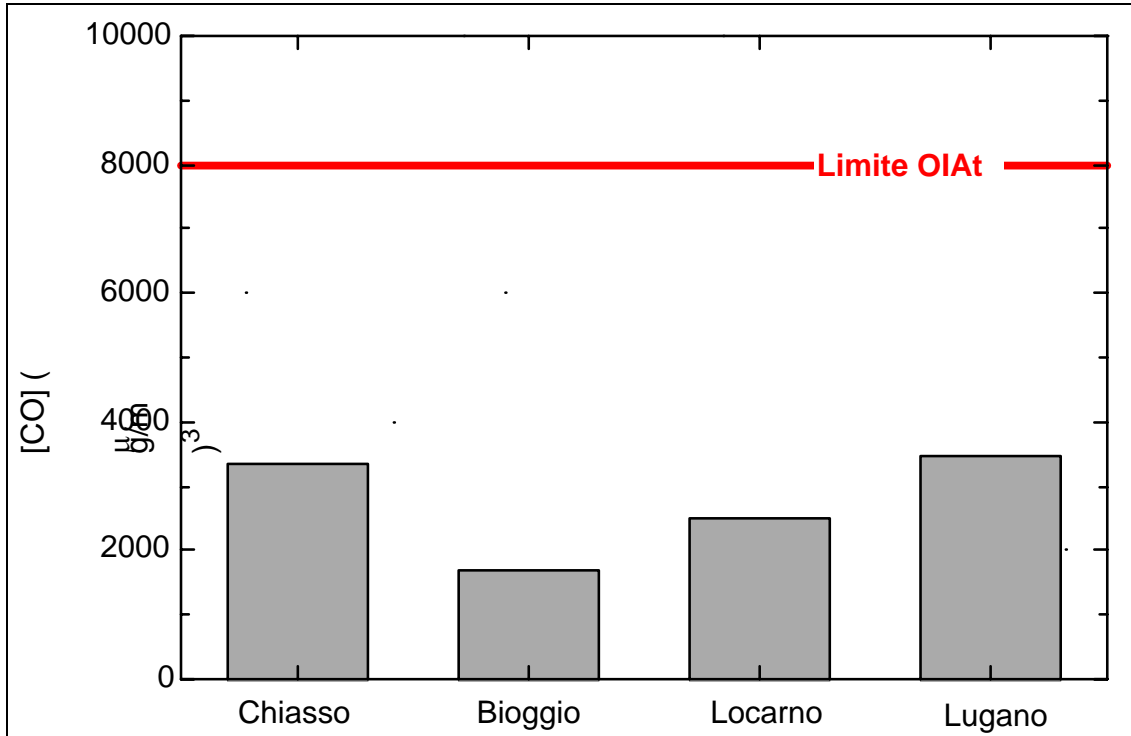


Figura 13: Concentrazioni massime giornaliere di monossido di carbonio (2001).

2.5 Polveri fini (PM 10)

A partire dal 1. marzo 1998, nell'OIAAt sono stati fissati dei limiti di immissione per le polveri fini, con diametro inferiore ai 10 µm (PM 10, dove PM sta per "particulate matter"). Parallelamente sono stati abrogati i limiti per le polveri totali in sospensione. Questa modifica è una conseguenza delle recenti scoperte scientifiche a livello nazionale ed internazionale, che dimostrano gli effetti negativi delle polveri fini sulla salute. Se inspirate infatti, esse possono giungere nelle vie aeree profonde (bronchi, bronchioli ed alveoli polmonari), dove provocano irritazioni ed infiammazioni (vedi a questo proposito anche la terza parte del presente rapporto).

Le polveri fini PM10 vengono misurate a Chiasso, Pollegio, Bodio, Moleno e nella stazione Nabel di Lugano (36 µg/m³). La figura 14 illustra i dati relativi alle concentrazioni medie annue fatte registrare da queste stazioni di misura.

Le concentrazioni di polveri fini sono su tutto l'arco dell'anno piuttosto elevate. Sul fondovalle, anche nel Sopraceneri, il limite OIAAt per la media annua (20 µg/m³) non è

rispettato. Bodio ha fatto segnare un valore annuo di $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ed il limite per la media giornaliera è stato superato durante 12 giornate. A Moleno la media annua è risultata di $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ed il limite giornaliero è stato sorpassato 30 volte.

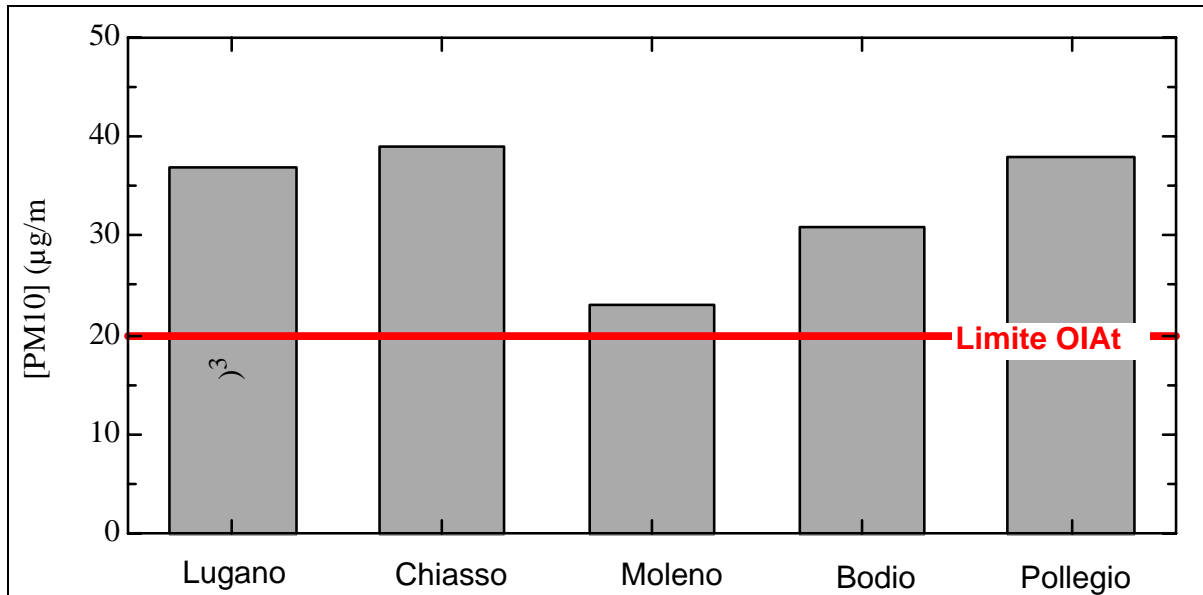


Figura 14: Concentrazioni medie annue di polveri fini misurate in diverse località del Cantone. Tutti i dati sono relativi al 2002.

Durante gli ultimi 7 anni a Chiasso (vedi fig. 14) le immissioni medie annue di polveri fini si sono mantenute su valori pressoché costanti e nettamente superiori al limite di legge. Il valore riscontrato nel 2002 ($37 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è però significativamente superiore a quelli degli anni precedenti. Ciò può essere ricondotto ai lunghi periodi di smog invernali verificatisi l'anno scorso nel Sottoceneri.

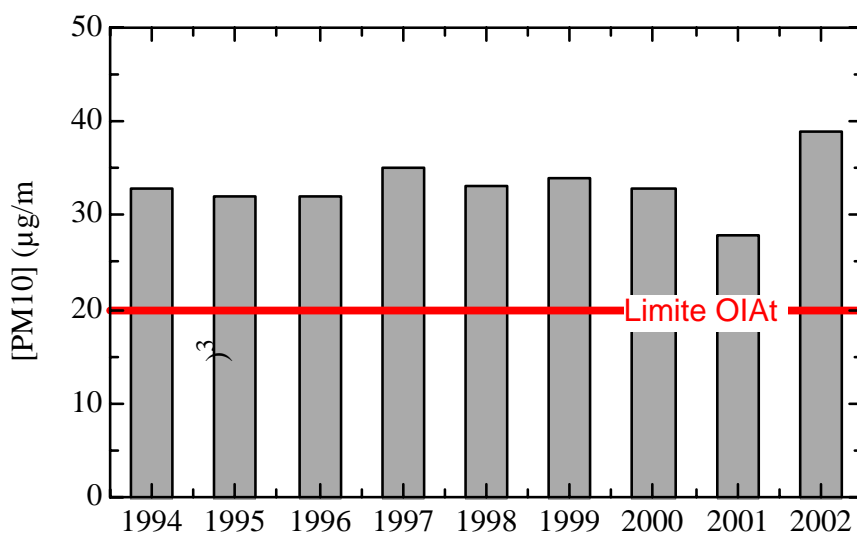


Figura 14: Concentrazioni medie annue di polveri fini PM10 misurate a Chiasso a partire dal 1994. La riga orizzontale indica il limite OIA per la concentrazione media annua di PM10.

Il limite OIAt per la concentrazione media giornaliera ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è stato sovente superato. A Chiasso nel 2002 ciò si è verificato durante 94 giornate e la concentrazione massima giornaliera è stata pari a $144 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (vedi allegato 1, tab. A1.24). Confrontando questi valori con quelli del 2001, si riscontra un peggioramento notevole (anche rispetto agli altri anni) che tuttavia va relativizzato. Come già nel caso del diossido d'azoto (vedi cap. 2.2) i dati del 2001 sono particolarmente bassi a seguito di un periodo invernale particolarmente piovoso (soprattutto in gennaio e febbraio) e la chiusura prolungata della galleria del San Gottardo.

A titolo di paragone, nella figura 15 le concentrazioni medie mensili rilevate a Chiasso sono riportate assieme a quelle delle altre stazioni di rilevamento (Bodio, Locarno e Moleno). Da aprile a settembre i rispettivi valori sono molto simili. Durante i mesi più freddi invece, a causa della sua posizione geografica sfavorevole, Chiasso fa registrare valori molto più elevati che altrove. Nel Sopraceneri infatti l'intensità dei venti (correlata alla presenza delle Alpi) è generalmente sufficiente anche nel periodo invernale per "rompere" le inversioni termiche. Ciò non accade nel Ticino meridionale, dove anzi il fenomeno d'inversione aggrava ulteriormente la situazione già precaria.

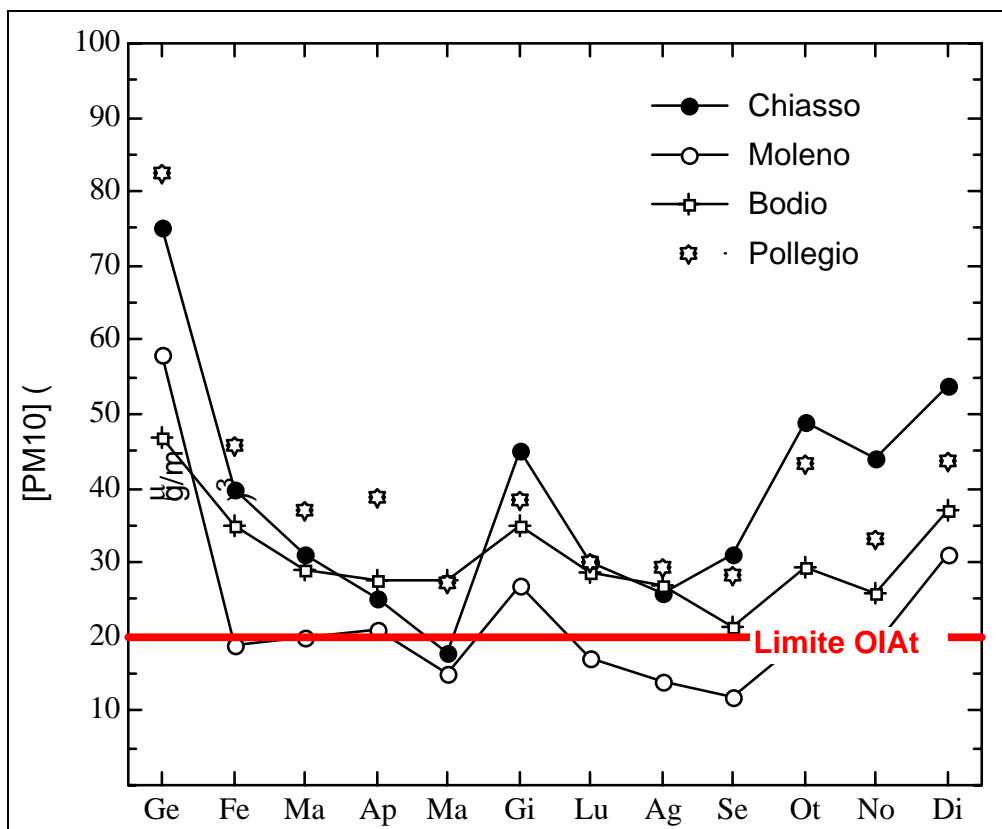


Figura 15: Concentrazioni medie mensili di polveri fini misurate a Chiasso, Moleno, Bodio e Pollegio nel 2002.

Una situazione analoga a quella descritta per il Ticino si registra anche nel resto della Svizzera. In generale si constata che negli agglomerati urbani con forte traffico il limite OIAt per la media annua di PM10 è superato nettamente, attestandosi attorno ai 32

$\mu\text{g}/\text{m}^3$. Soltanto nelle località in altitudine le concentrazioni medie annue di PM10 scendono al di sotto del limite. Sul Rigi ad esempio la concentrazione media annua durante il 2002 è stata di $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [11].

Due caratteristiche delle polveri fini sono rilevanti per una valutazione degli effetti su persone ed animali. In primo luogo le dimensioni, che determinano fino a che profondità dell'apparato respiratorio il particolato può giungere. Secondariamente la composizione e l'eventuale presenza di sostanze tossiche (in particolare metalli pesanti). Per questo motivo si eseguono delle misurazioni delle concentrazioni di metalli pesanti nei PM10. Questo dato può inoltre fornire indicazioni sulle fonti d'immissione delle polveri.

Metalli pesanti presenti nelle polveri fini

I metalli pesanti presenti nell'aria (fatta eccezione per il mercurio che è volatile) sono generalmente legati ai granelli di polvere in sospensione. Questi elementi chimici rappresentano in elevate concentrazioni un rischio per le persone e per l'ambiente (alcuni di essi sono tossici e altri, come il cadmio, sono cancerogeni).

Le polveri fini sono inalate e i metalli pesanti in esse contenute possono avere effetti negativi sulla salute. Inoltre la deposizione umida (pioggia, neve o nebbia) delle polveri in sospensione favorisce un accumulo dei metalli pesanti tramite processi minerali e biologici nei diversi ecosistemi. Oltre a nuocere direttamente all'ambiente essi hanno la possibilità di risalire la catena alimentare e arrecare danni sia acuti che cronici alle persone.

Un tempo il piombo (Pb) veniva emesso principalmente dai veicoli a motore. A partire dagli anni '70, con la riduzione del contenuto di Pb nelle benzine super e normale, le emissioni di questo metallo pesante hanno iniziato a diminuire. Più tardi (1985) con l'introduzione della benzina "verde", si è verificata un'ulteriore importante riduzione del carico ambientale da Pb. Oggigiorno, a livello svizzero, le emissioni di piombo sono circa un decimo di quelle all'inizio degli anni '70.

Le concentrazioni di piombo rilevate a Bodio durante il 2002 sono illustrate nella figura 17(a). Il limite fissato dall'OIA (0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media annua) è ampiamente rispettato. Nella figura si osserva inoltre che le concentrazioni sono più alte nei mesi invernali.

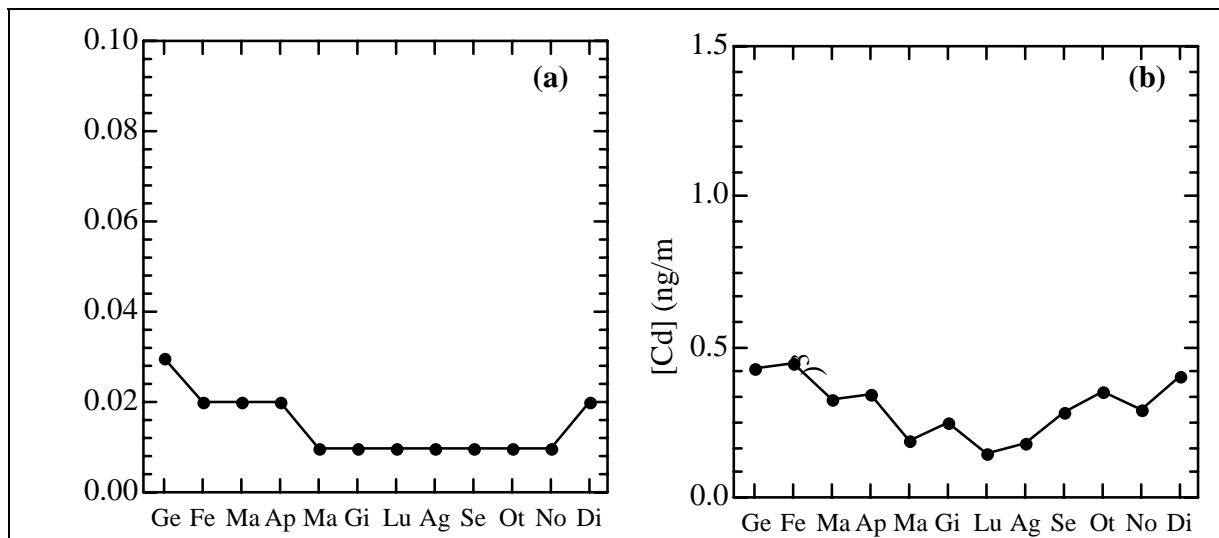


Figura 17: Concentrazioni medie mensili di piombo (a) e cadmio (b) presenti nelle polveri fini di Bodio nel 2002. I limiti fissati dall'OIA sono $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il piombo $1.5 \text{ng}/\text{m}^3$ per il cadmio.

Anche le immissioni di cadmio (Cd), emesso principalmente dalle industrie metallurgiche e dalla combustione del carbone, sono chiaramente inferiori al limite stabilito dall'OIA ($1.5 \text{ng}/\text{m}^3$ per la media annua). Nella figura 17(b) si osserva che pure le concentrazioni di cadmio sono leggermente maggiori nei mesi invernali. Questo è riconducibile al fatto che gli andamenti di questi 2 metalli pesanti correlano con quello delle polveri fini.

2.6 Composti organici volatili (COV)

L'OIA non prevede alcun limite d'immissione per i composti organici volatili. Ciononostante non bisogna dimenticare, che tali sostanze non solo giocano un ruolo determinante nel processo di formazione dell'ozono, ma alcune di esse sono intrinsecamente tossiche; il benzene, per esempio, è classificato nell'OIA quale cancerogeno.

Gli strumenti impiegati per la misura dei composti organici volatili sono molto delicati e normalmente è raro che le serie di dati siano complete. Purtroppo nei primi mesi del 2001 nelle apparecchiature di rilevamento di Locarno e Bioggio sono sorti problemi tecnici tali da dover interrompere le misure dei COV a tempo indeterminato.

Va comunque sottolineato che i provvedimenti di natura tecnica finora adottati - quali il catalizzatore, le modifiche apportate a molti processi industriali e l'installazione dei sistemi per il recupero dei vapori di benzina presso i grandi depositi e i distributori di carburante - volti a ridurre le emissioni di composti organici volatili hanno effettivamente consentito di diminuire in maniera sensibile le loro concentrazioni.

Negli ultimi anni sono stati provati altri metodi di rilevamento dei COV. In particolare è risultata valida l'analisi tramite campionatori passivi di 35 composti organici volatili

appartenenti alle classi degli aromatici, degli alcani, dei monoterpeni e degli idrocarburi clorurati e utilizzata per la prima volta nel 1997 in tre località del Cantone **[12]**.

Durante il 1999 sono stati poi individuati 5 interessanti punti di misura, più precisamente a Stabio, Morbio Inferiore, Lugano, Vezia e Locarno, dove i COV sono stati determinati sempre tramite campionatura passiva a partire dal 1° febbraio 2000 per un anno intero. I risultati di tali misurazioni sono commentati in dettaglio nel rapporto sulla qualità dell'aria dell'anno 2000 **[13]**.

Nell'ambito delle nuove stazioni di analisi, che fa capo al progetto della Confederazione di monitoraggio delle misure fiancheggiatrici per il trasferimento del traffico merci dalla strada alla rotaia, verranno eseguite delle misure in continuo del benzene, del toluene e dello xilene. Per il 2004 è prevista la ripetizione della campagna di misurazione tramite campionatori passivi.

PARTE TERZA

CAMPAGNA ANALISI POLVERI IN RICADUTA 2001-2002

3.1 Polveri atmosferiche

Le polveri atmosferiche sono una miscela complessa di particelle in sospensione nell'aria. Esse si differenziano per formazione, dimensione e composizione.

Le polveri possono avere origine sia naturale che antropica (cioè da ricondurre alle attività umane). I processi di formazione primari principali sono le combustioni incomplete (naturali: incendi di boschi; antropici: impianti di riscaldamento, industrie e traffico motorizzato) e quelli di erosione e disgregazione (naturali: suolo; antropici: agricoltura, pavimento stradale, usura dei pneumatici e dei freni). Polveri secondarie si formano invece a seguito di reazioni chimico-fisiche tra gli inquinanti dell'aria. Anche pollini, muffe e spore sono considerate polveri atmosferiche.

A dipendenza della loro grandezza le particelle di polvere si depositano a livelli differenti dell'apparato respiratorio umano. Più in profondità queste arrivano e più aumentano le probabilità che inneschino processi infiammatori. Per questo motivo il diametro aerodinamico delle stesse, che può variare da un minimo di 0,005 µm ad un massimo di 100 µm, è stato scelto quale parametro per distinguerle.

I corpuscoli con diametro uguale o inferiore a 10 µm sono definiti **polveri fini** (PM₁₀, dove PM sta per "particulate matter"). Se inspirate, queste possono giungere fino ai polmoni. Le particelle con diametro maggiore a 10 µm sono chiamate invece **polveri grossolane** e generalmente, a causa delle loro dimensioni, non sono inalate. Inoltre è molto improbabile che le poche particelle grossolane inspirate (sempre perché troppo grandi) raggiungano l'apparato polmonare.

A seconda del processo di formazione le polveri variano la loro composizione. Esse possono contenere sostanze inquinanti e tossiche per gli esseri viventi in varia concentrazione (per esempio fuliggine, sostanze minerali, metalli pesanti e composti organici).

Le polveri fini si distribuiscono omogeneamente nell'aria e ricadano al suolo anche a centinaia di km lontano dal luogo d'emissione. Per questo motivo sono chiamate **polveri in sospensione**. A causa del diametro relativamente grande invece le polveri grossolane tendono a sedimentare (cioè a "ricadere" al suolo) abbastanza rapidamente nei dintorni della loro fonte (per lo più nel raggio di un chilometro). E più le dimensioni aumentano (e con esse la velocità di deposizione) e meno lunga sarà la permanenza in aria [14, 15, 16, 17, 18].

3.2 Polveri in ricaduta

Tutte quelle particelle di polvere (presenti nell'aria) che si depositano su terreni, piante, costruzioni, edifici, specchi d'acqua, ecc. sono definite **polveri in ricaduta**.

Il flusso di particelle (in questo caso di polveri) dall'atmosfera alla superficie terrestre è denominato **deposizione** ed è paragonabile ad un processo di "autodepurazione". Più

precisamente si distingue tra **deposizione di polveri “secca”** (tramite sedimentazione), fenomeno che concerne per lo più le polveri grossolane, e **deposizione di polveri “umida”** (rimozione delle particelle tramite pioggia, neve o nebbia) che interessa sia polveri fini che grossolane.

La maggior parte delle polveri in ricaduta (a causa delle dimensioni o perché legate a molecole d’acqua) non vengono inalate da persone ed animali. Le sostanze tossiche in esse contenute non hanno quindi possibilità di recare danno direttamente.

Tuttavia, in special modo i metalli pesanti (ad esempio piombo, zinco, cadmio, ferro, rame, ecc.) eventualmente presenti nelle polveri depositatesi, al contrario di altri inquinanti non si degradano chimicamente. Essi tendono invece ad accumularsi nei diversi ecosistemi (assunzione da parte della flora e della fauna), a risalire la catena alimentare, per infine giungere agli esseri umani, agendo eventualmente in modo nocivo [14, 15, 16, 17, 18].

3.3 Misurazione delle polveri in ricaduta (Metodo “Bergerhoff”)

La quantità totale di polveri in ricaduta (deposizione “secca” sommata alla deposizione “umida”) è determinata con il metodo “Bergerhoff”. Questo concetto di campionatura passiva è molto semplice. Un apposito barattolo aperto in plastica è installato (con l’ausilio di un cestello munito di asta ad un’altezza di circa 1,5 m, vedi foto 3) in un luogo dove interessa rilevare la ricaduta di polveri. Dopo una permanenza di circa un mese lo stesso viene recuperato e chiuso. Il contenuto viene fatto seccare (deposizione umida) e infine pesato in un laboratorio appropriato. Dalla superficie dei recipienti, dal tempo di permanenza e dalla quantità di polveri raccolta è possibile risalire al carico della ricaduta di polveri, definito quindi come quantità per superficie e tempo (p. es. grammi per metro quadrato e giorno = $g/m^2 \times d$). Nel campione è possibile determinare anche la concentrazione dei diversi metalli pesanti [14, 15, 16, 17, 18].



Foto 3: Punto di misura delle polveri in ricaduta secondo il metodo “Bergerhoff” a Sonogno.

3.4 Campagna di analisi delle polveri in ricaduta in Ticino 2001-2002

Tra l'ottobre del 1987 e il febbraio del 1989 è stata condotta in Ticino una prima campagna di misura delle polveri in ricaduta e del relativo contenuto di metalli pesanti tramite campionatori passivi del tipo "Bergerhoff". A partire dall'agosto 2001 e sull'arco di un anno è stata svolta in Ticino una campagna di misura analoga alla prima, allo scopo di valutare l'evoluzione delle polveri in ricaduta nel periodo considerato.

Gli appositi barattoli sono stati collocati, e poi cambiati mensilmente, in 60 punti rappresentativi sparsi sul territorio cantonale. Una parte di essi è stata mantenuta dalla campagna '87-'89 per un confronto dei risultati, mentre altri sono stati aggiunti (p. es. in zone discoste) per una miglior comprensione dei fenomeni d'inquinamento del suolo.

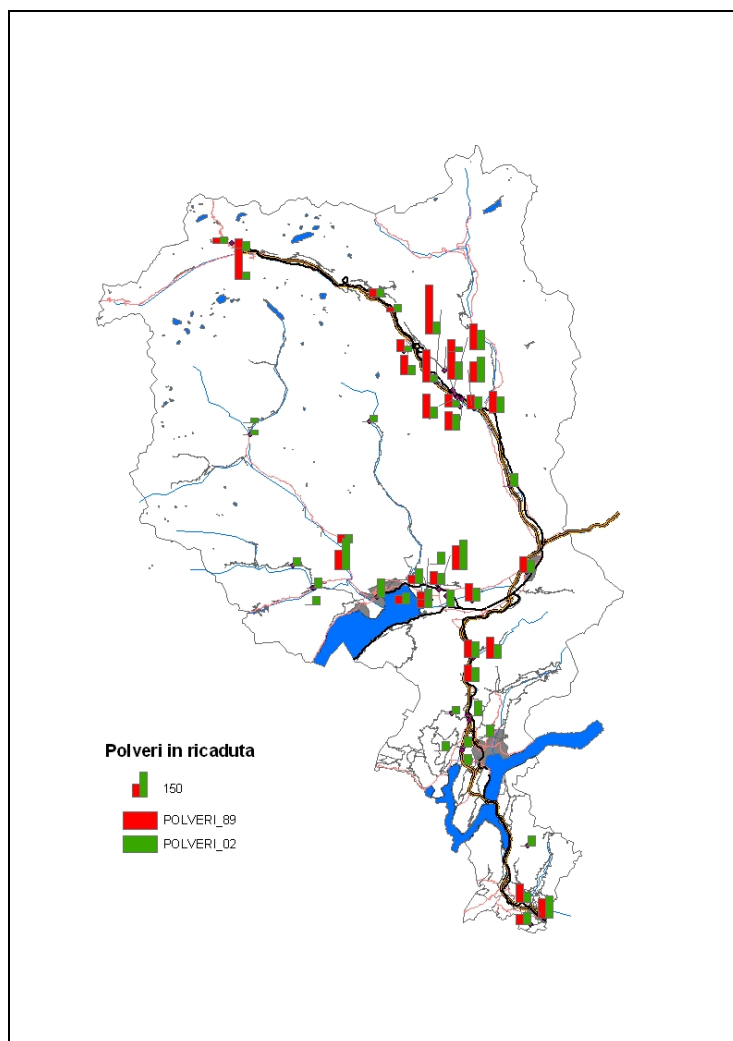


Figura 18: Confronto dei quantitativi totali di polveri in ricaduta (in $\text{mg/m}^2 \times \text{d}$), riscontrati durante le due campagne di misura condotte nel '87-'89 (colonne rosse) e nel '01-'02 (colonne verdi) in diversi punti del territorio ticinese. In nero sono rappresentate le linee ferroviarie ed in marrone gli assi autostradali ticinesi. Il valore $150 \text{ mg/m}^2 \times \text{d}$ nella legenda si riferisce alla colonna verde e funge da riferimento.

Tra il 2001 ed il 2002 sono state misurate le deposizioni di metalli pesanti con limiti di emissione (piombo, zinco e cadmio) e quelle di metalli pesanti non limitati dalla legge svizzera (ferro e rame), ma comunque utili per identificare le fonti inquinanti.

Da un confronto dei risultati ottenuti durante le due campagne di misura si costata una generale diminuzione della quantità di polveri totali in ricaduta dalla fine degli anni '80 ad oggi. Questo andamento è osservabile nella figura 18, in cui sono rappresentati i valori del '87-'89 (colonne rosse) affiancati a quelli del '01-'02 (colonne verdi). V'è comunque da sottolineare che alcuni punti manifestano un aumento.

La figura 19 mostra i dati delle due suddette campagne di misura suddivisi in base all'altezza dei diversi punti di misura. I valori più elevati sono stati rilevati generalmente a basse quote (dove si concentrano buona parte delle attività inquinanti). Tuttavia anche per alcuni postazioni in altitudine si constatano deposizioni considerevoli. Questi si trovano però in prossimità di luoghi ad elevate emissioni (come ad esempio il portale sud della Galleria del Gottardo). Le linee di tendenza (curva tratteggiata e curva blu) confermano la generale diminuzione dei quantitativi di polveri in ricaduta negli ultimi 20 anni.

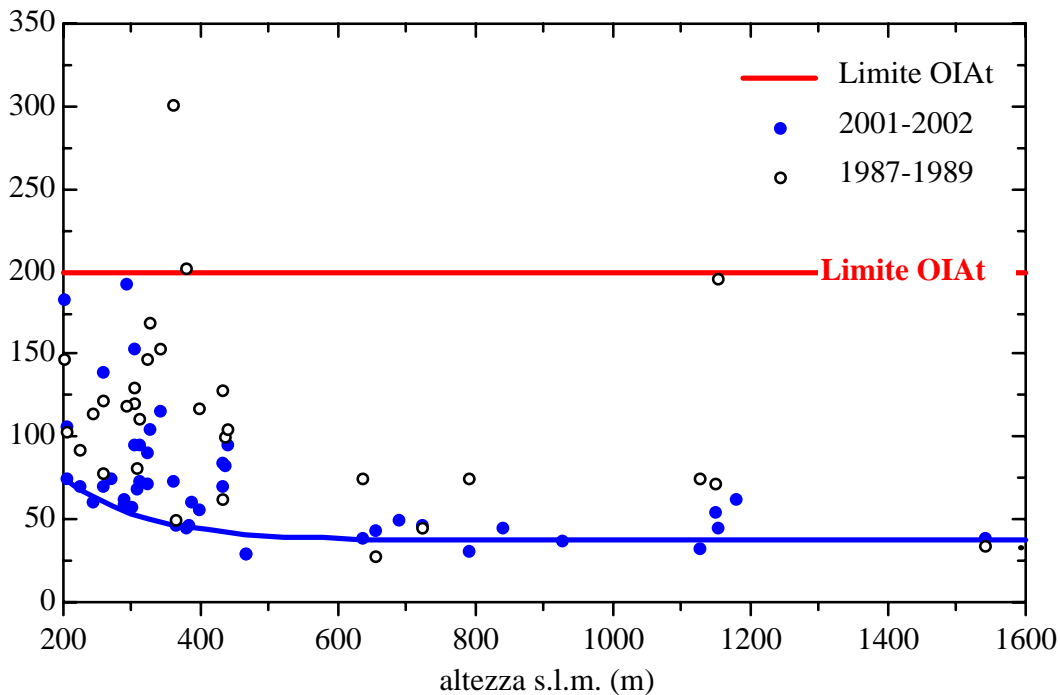


Figura 19: Quantitativi totali di polveri in ricaduta (in $\text{mg}/\text{m}^2 \times \text{d}$), riscontrati durante le due campagne di misura condotte nel '87-'89 (punti bianchi) e nel '01-'02 (punti blu) in funzione dell'altezza.

Come riscontrabile nella figura 19 il limite OIAt ($200 \text{ mg}/\text{m}^2 \times \text{d}$) è ampiamente rispettato su gran parte del territorio cantonale. Fanno eccezione i luoghi esposti ad emissioni puntuali considerevoli (per esempio grandi cantieri).

Anche i quantitativi di metalli pesanti presenti nelle polveri in ricaduta hanno subito una netta diminuzione rispetto alla seconda metà degli anni ottanta. la cui entità varia da metallo a metallo.

Nel caso del ferro (Fe), per esempio, per il quale non esiste un limite di legge, la riduzione è in generale piuttosto modesta. Tuttavia alcuni punti di misura fanno registrare un miglioramento sensibile, come ad esempio nella Media Leventina (tra Bodio e Giornico), dove le concentrazioni si sono mediamente quasi dimezzate. Le ricadute di polveri ferrose in prossimità delle tratte ferroviarie si sono invece mantenute sui livelli di vent'anni fa. Altri luoghi fanno segnare infine un leggero peggioramento (vedi fig. 20).

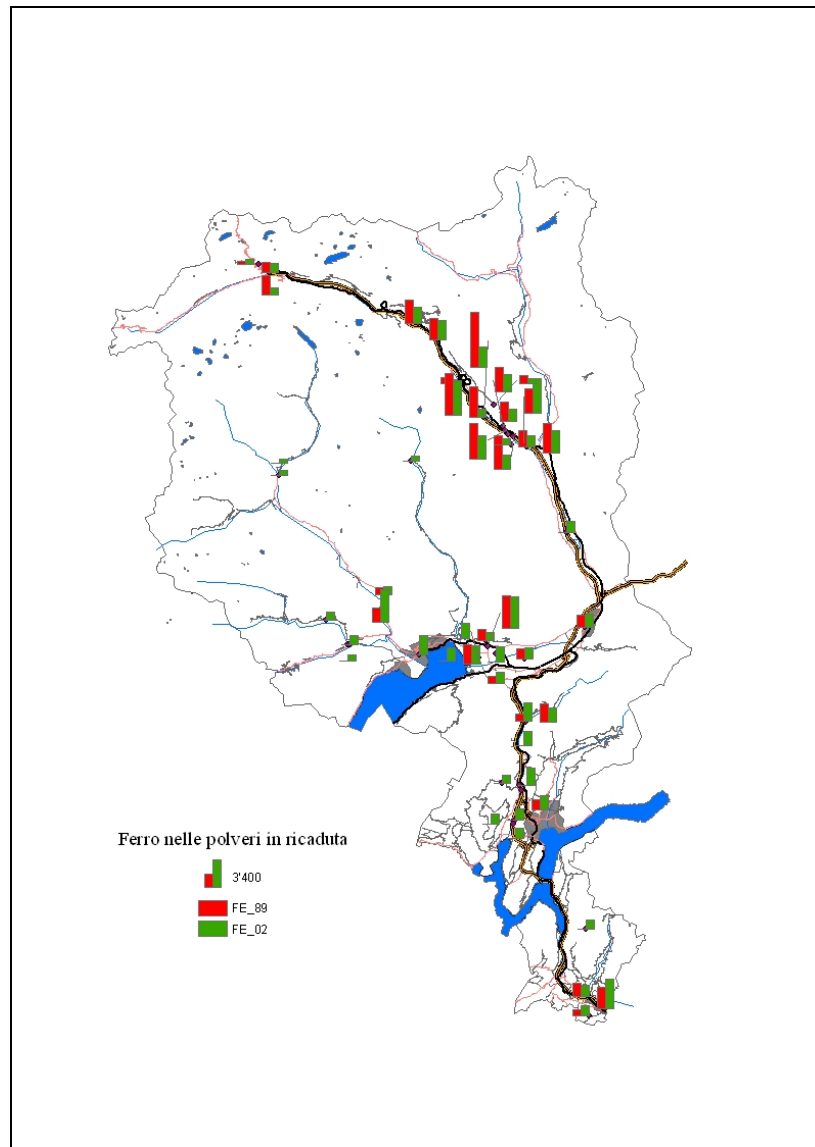


Figura 20: Confronto dei quantitativi di ferro presenti nelle polveri in ricaduta (in $\mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$), riscontrati durante le due campagne di misura condotte nel '87-'89 (colonne rosse) e nel '01-'02 (colonne verdi) in diversi punti del territorio ticinese. In nero sono rappresentate le linee ferroviarie ed in marrone gli assi autostradali ticinesi. Il valore $3'400\mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ nella legenda si riferisce alla colonna verde e funge da riferimento.

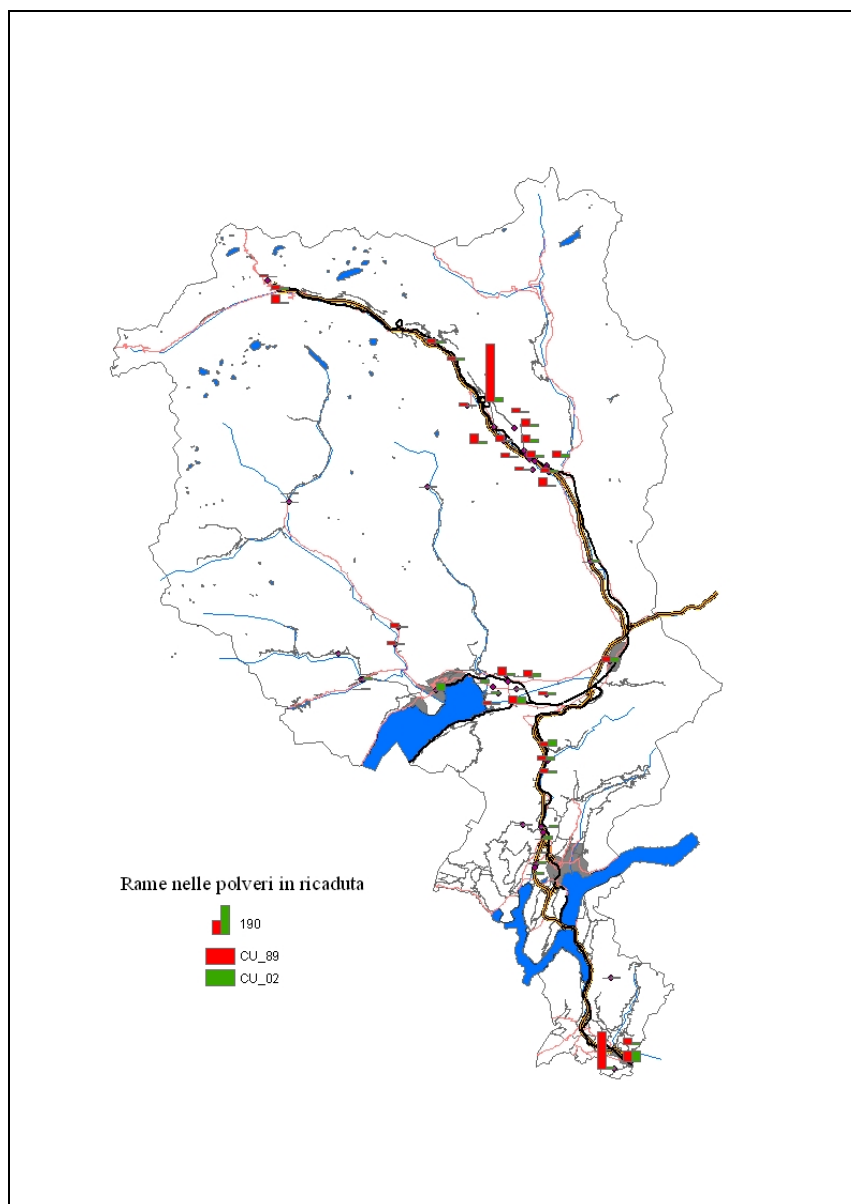


Figura 21: Confronto dei quantitativi di rame presenti nelle polveri in ricaduta (in $\mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$), riscontrati durante le due campagne di misura condotte nel '87-'89 (colonne rosse) e nel '01-'02 (colonne verdi) in diversi punti del territorio ticinese. In nero sono rappresentate le linee ferroviarie ed in marrone gli assi autostradali ticinesi. Il valore $190\mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ nella legenda si riferisce alla colonna verde e funge da riferimento.

I quantitativi di rame (Cu) presenti nelle polveri in ricaduta (anch'essi non limitati dalla legge) sono distribuiti abbastanza omogeneamente sul territorio cantonale (vedi fig. 21). Gli unici due luoghi che durante la campagna '87-'89 hanno fatto registrare concentrazioni di rame considerevoli (Giornico e Pedrinате) palesano ora valori nella media cantonale. Alcune quantità elevate sono, ora come allora, da ricondurre all'uso del verde-rame per scopi agricoli.

Alla fine degli anni '80 il tenore di piombo (Pb) presente nelle polveri in ricaduta era in parecchi luoghi superiore al limite fissato dall'OIAAt ($100 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$), soprattutto nelle zone esposte ad elevate emissioni industriali (Bodio, Giornico, Personico, Pollegio) e in prossimità dei principali assi stradali ed autostradali (come al portale sud della galleria del S. Gottardo). Oggi, dopo 15 anni, il limite OIAAt è rispettato in tutto il Cantone e le ricadute di piombo sono diminuite di più del 90% (vedi fig. 22). Infatti la media dei valori del '87-'89 è pari a $107 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$, mentre quella dei dati della campagna 2001-2002 è di $9 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$. Questo risultato è da ricondurre principalmente alla progressiva introduzione dei carburanti senza piombo.

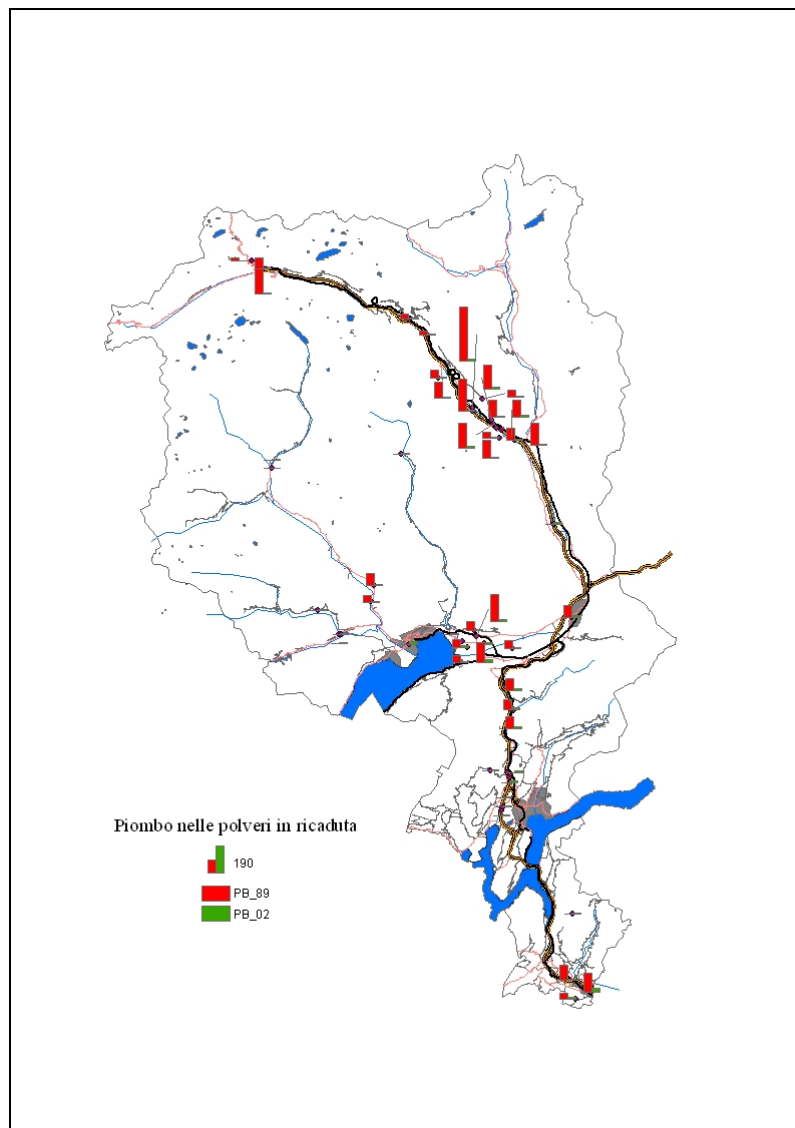


Figura 22: Confronto dei quantitativi di piombo presenti nelle polveri in ricaduta (in $\mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$), riscontrati durante le due campagne di misura condotte nel '87-'89 (colonne rosse) e nel '01-'02 (colonne verdi) in diversi punti del territorio ticinese. In nero sono rappresentate le linee ferroviarie ed in marrone gli assi autostradali ticinesi. Il valore $190 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ nella legenda si riferisce alla colonna verde e funge da riferimento.

Nella prima campagna di misura il limite per lo zinco (Zn) ($400 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$) era ampiamente superato nella regione di Bodio e Giornico. Oggigiorno si registrano valori nettamente più bassi, a conferma che le concentrazioni elevate di 20 anni fa nella Media Leventina erano legate all'attività industriale locale (principalmente dell'allora Monteforno) (vedi fig. 23).

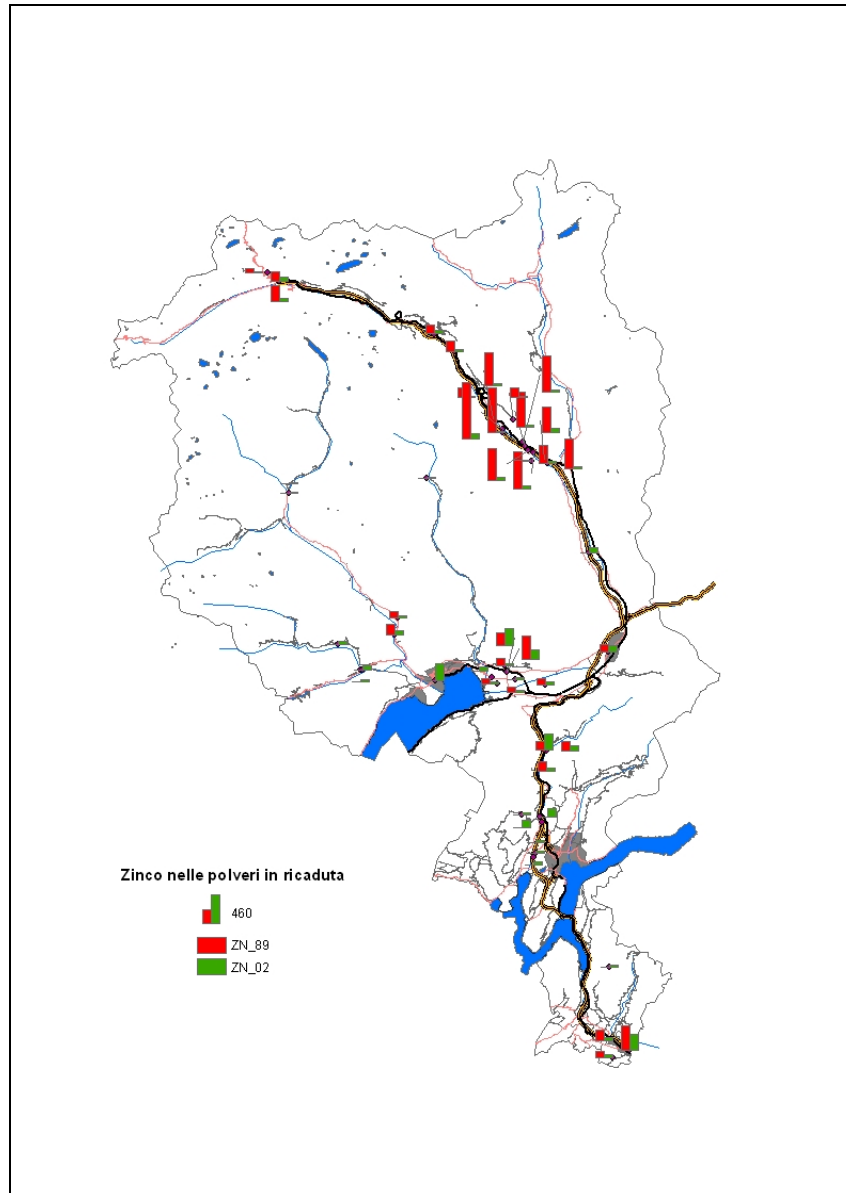


Figura 23: Confronto dei quantitativi di Zinco presenti nelle polveri in ricaduta (in $\mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$), riscontrati durante le due campagne di misura condotte nel '87-'89 (colonne rosse) e nel '01-'02 (colonne verdi) in diversi punti del territorio ticinese. In nero sono rappresentate le linee ferroviarie ed in marrone gli assi autostradali ticinesi. Il valore $460 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$ nella legenda si riferisce alla colonna verde e funge da riferimento.

Un punto di misura merita un commento particolare. Si tratta di quello posizionato nei pressi dell'ex inceneritore dei rifiuti di Riazzino. Anche dopo la disattivazione dell'impianto i valori di zinco riscontrati sono considerevoli, a conferma che in passato e attualmente altre fonti influenzavano e continuano ad influenzare l'aria della regione.

Per quanto riguarda il cadmio (Cd), tutte le concentrazioni rilevate durante le due campagne di misura sono nettamente inferiori al limite OIAt ($2 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$).

I valori numerici sono elencati all'allegato 1 nelle tabelle A1.34 e A1.35.

ALLEGATO I

RISULTATI DELLE ANALISI

I risultati delle analisi sono riassunti in tabelle e figure, suddivise per gas, per località e secondo il metodo di rilevamento (stazioni d'analisi o campionatori passivi).

A) DATI DELLE STAZIONI DI RILEVAMENTO

**** Valutazioni statistiche dei risultati**

In ognuna delle seguenti tabelle di questo allegato la prima colonna indica *il mese* e la seconda *il numero di giorni* registrati (minimo 36 semiore di misura per giorno).

La terza colonna indica *il valore medio* della concentrazione di gas durante il periodo di misura; la quarta colonna *il valore semiorario massimo* e la quinta *il valore giornaliero massimo* (media su 24 h) registrati durante il mese corrispondente.

Nella sesta colonna delle tabelle per l'anidride solforosa, per il diossido d'azoto e per il monossido di carbonio è indicato quante volte (cioè durante quante giornate) la *concentrazione media giornaliera* (media su 24 h) è stata superiore al limite fissato dall'OIAAt.

Per l'anidride solforosa e il diossido d'azoto la settima colonna indica *il 95° percentile*, cioè il valore al di sotto del quale si situano il 95% di tutti i valori semiorari misurati.

La sesta colonna delle tabelle per l'ozono indica quante volte *la concentrazione media oraria* è stata superiore al limite OIAAt. Questo limite può essere superato una sola volta durante un anno. La settima colonna indica *il 98° percentile* di tutti i valori semiorari di un mese, cioè il valore al di sotto del quale si situa il 98% di tutti i valori semiorari.

Per le polveri fini PM10 la terza colonna indica *il valore medio* della concentrazione di polveri fini durante il periodo di misura; la quarta colonna *il valore giornaliero massimo* (media su 24 h) registrato durante il mese corrispondente. La quinta colonna indica quante volte (cioè durante quante giornate) *la concentrazione media giornaliera* (media su 24 h) ha superato il limite fissato dall'OIAAt. Per Bodio nella sesta colonna è riportato *il valore medio* della concentrazione di piombo nelle polveri fini e nella settima colonna *il valore medio* della concentrazione di cadmio.

Si ricorda che la conformità all'OIAAt può essere stabilita solo se per il calcolo dei valori statistici sono disponibili almeno il seguente numero di misure:

| | | | |
|---------------------------------------|--------------|---------|--|
| • per la media oraria: | 2 | semiore | |
| • per la media giornaliera: | almeno 36 | semiore | = 18 ore |
| • per la media mensile: | almeno 1080 | semiore | = 22.5 giorni |
| • per la media annuale ² : | almeno 13140 | semiore | = 9 mesi |
| | | | e inoltre nessuna interruzione > 20 giorni |

Nelle tabelle seguenti i mesi non completi sono evidenziati con un asterisco (*).

² La media annua riportata nelle tabelle seguenti è stata calcolata dalle medie mensili.

Diossido di zolfo (anidride solforosa)

Limiti di legge per le immissioni di diossido di zolfo (SO₂):

30 µg/m³ per la media annua delle misure

100 µg/m³ per il 95° percentile dei valori semiorari di un anno

100 µg/m³ per la media su 24h che può essere superata al massimo 1 volta all'anno

| mese | numero misure giorni | media (µg/m ³) | massimo 1/2 ora (µg/m ³) | massimo giorno (µg/m ³) | n° giorni > 100 µg/m ³ | 95° percentile (µg/m ³) |
|---------------|----------------------------|-------------------------------|--|---|--------------------------------------|--|
| Gennaio | 31 | 13 | 65 | 20 | 0 | 36 |
| Febbraio | 28 | 7 | 49 | 15 | 0 | 26 |
| Marzo | 28 | 6 | 26 | 11 | 0 | 16 |
| Aprile | 30 | 5 | 26 | 9 | 0 | 13 |
| Maggio | 31 | 3 | 16 | 7 | 0 | 8 |
| Giugno | 30 | 3 | 10 | 9 | 0 | 7 |
| Luglio | 31 | 3 | 13 | 11 | 0 | 7 |
| Agosto | 31 | 3 | 18 | 16 | 0 | 5 |
| Settembre | 29 | 3 | 14 | 6 | 0 | 8 |
| Ottobre | 31 | 6 | 32 | 11 | 0 | 14 |
| Novembre | 30 | 6 | 39 | 13 | 0 | 18 |
| Dicembre | 31 | 8 | 41 | 14 | 0 | 21 |
| Totale | 361 | 6 | 65 | 20 | 0 | |
| Limite OIAt | - | 30 | - | 100 | 1 | 100 |

Tabella A1.1: Chiasso, Scuole elementari e medie

| mese | numero misure giorni | media (µg/m ³) | massimo 1/2 ora (µg/m ³) | massimo giorno (µg/m ³) | n° giorni > 100 µg/m ³ | 95° percentile (µg/m ³) |
|----------------|----------------------------|-------------------------------|--|---|--------------------------------------|--|
| Gennaio* | - | - | - | - | - | - |
| Febbraio* | 10 | 9 | 36 | 16 | 0 | 23 |
| Marzo | 31 | 8 | 29 | 12 | 0 | 18 |
| Aprile | 30 | 5 | 29 | 9 | 0 | 10 |
| Maggio* | 19 | 4 | 17 | 7 | 0 | 9 |
| Giugno* | 10 | 5 | 49 | 9 | 0 | 14 |
| Luglio | 31 | 3 | 14 | 8 | 0 | 6 |
| Agosto | 31 | 3 | 10 | 6 | 0 | 6 |
| Settembre | 30 | 4 | 15 | 7 | 0 | 8 |
| Ottobre* | 6 | 7 | 14 | 8 | 0 | 12 |
| Novembre | 22 | 7 | 39 | 17 | 0 | 18 |
| Dicembre | 31 | 12 | 42 | 18 | 0 | 26 |
| Totale* | 251 | 6 | 49 | 18 | 0 | |
| Limite OIAt | - | 30 | - | 100 | 1 | 100 |

Tabella A1.2: Locarno, Piazza Castello

Diossido di zolfo (anidride solforosa)

Limiti di legge per le immissioni di diossido di zolfo (SO₂):

30 µg/m³ per la media annua delle misure

100 µg/m³ per il 95° percentile dei valori semiorari di un anno

100 µg/m³ per la media su 24h che può essere superata al massimo 1 volta all'anno

| mese | numero misure giorni | media (µg/m ³) | massimo 1/2 ora (µg/m ³) | massimo giorno (µg/m ³) | n° giorni > 100 µg/m ³ | 95° percentile (µg/m ³) |
|---------------|----------------------------|-------------------------------|--|---|--------------------------------------|--|
| Gennaio | 31 | 5 | 31 | 9 | 0 | 18 |
| Febbraio | 27 | 3 | 26 | 8 | 0 | 13 |
| Marzo | 31 | 2 | 18 | 7 | 0 | 10 |
| Aprile | 29 | 1 | 10 | 4 | 0 | 5 |
| Maggio | 31 | 1 | 8 | 4 | 0 | 5 |
| Giugno | 23 | 7 | 18 | 14 | 0 | 14 |
| Luglio* | 16 | 3 | 10 | 5 | 0 | 6 |
| Agosto | 30 | 1 | 9 | 3 | 0 | 4 |
| Settembre* | 19 | 2 | 12 | 4 | 0 | 6 |
| Ottobre | 29 | 3 | 23 | 7 | 0 | 9 |
| Novembre | 30 | 3 | 22 | 7 | 0 | 9 |
| Dicembre | 31 | 5 | 23 | 8 | 0 | 12 |
| Totale | 327 | 3 | 31 | 14 | 0 | |
| Limite OIAt | - | 30 | - | 100 | 1 | 100 |

Tabella A1.3: Brione s. Minusio, Via alla Selva

| mese | numero misure giorni | media (µg/m ³) | massimo 1/2 ora (µg/m ³) | massimo giorno (µg/m ³) | n° giorni > 100 µg/m ³ | 95° percentile (µg/m ³) |
|----------------|----------------------------|-------------------------------|--|---|--------------------------------------|--|
| Gennaio | 31 | 35 | 295 | 104 | 1 | 90 |
| Febbraio* | 28 | 19 | 196 | 37 | 0 | 46 |
| Marzo | 31 | 15 | 109 | 43 | 0 | 44 |
| Aprile | 30 | 9 | 125 | 22 | 0 | 34 |
| Maggio* | 18 | 6 | 70 | 12 | 0 | 16 |
| Giugno* | - | - | - | - | - | - |
| Luglio* | - | - | - | - | - | - |
| Agosto* | - | - | - | - | - | - |
| Settembre* | - | - | - | - | - | - |
| Ottobre | 31 | 15 | 184 | 44 | 0 | 51 |
| Novembre | 30 | 12 | 115 | 39 | 0 | 44 |
| Dicembre* | 31 | 22 | 158 | 39 | 0 | 57 |
| Totale* | 230 | 17 | 295 | 104 | 1 | |
| Limite OIAt | - | 30 | - | 100 | 1 | 100 |

Tabella A1.4: Bodio, Municipio

Diossido di zolfo (anidride solforosa)

Limiti di legge per le immissioni di diossido di zolfo (SO₂):

30 µg/m³ per la media annua delle misure

100 µg/m³ per il 95° percentile dei valori semiorari di un anno

100 µg/m³ per la media su 24h che può essere superata al massimo 1 volta all'anno

| mese | numero misure giorni | media (µg/m ³) | massimo 1/2 ora (µg/m ³) | massimo giorno (µg/m ³) | n° giorni > 100 µg/m ³ | 95° percentile (µg/m ³) |
|---------------|----------------------------|-------------------------------|--|---|--------------------------------------|--|
| Gennaio | 31 | 7 | 49 | 15 | 0 | 21 |
| Febbraio | 28 | 6 | 26 | 12 | 0 | 16 |
| Marzo | 29 | 6 | 23 | 11 | 0 | 16 |
| Aprile | 30 | 4 | 21 | 11 | 0 | 10 |
| Maggio | 27 | 1 | 8 | 3 | 0 | 5 |
| Giugno | 26 | 3 | 9 | 5 | 0 | 5 |
| Luglio | 25 | 3 | 8 | 4 | 0 | 5 |
| Agosto | 25 | 3 | 5 | 4 | 0 | 4 |
| Settembre | 30 | 3 | 8 | 5 | 0 | 6 |
| Ottobre | 31 | 2 | 18 | 7 | 0 | 7 |
| Novembre | 30 | 4 | 23 | 10 | 0 | 10 |
| Dicembre | 31 | 7 | 22 | 13 | 0 | 14 |
| Totale | 343 | 4 | 49 | 15 | 0 | |
| Limite OIAt | - | 30 | - | 100 | 1 | 100 |

Tabella A1.5: Bioggio, Aeroporto

| mese | numero misure giorni | media (µg/m ³) | massimo 1/2 ora (µg/m ³) | massimo giorno (µg/m ³) | n° giorni > 100 µg/m ³ | 95° percentile (µg/m ³) |
|---------------|----------------------------|-------------------------------|--|---|--------------------------------------|--|
| Gennaio | 27 | 8 | 34 | 13 | 0 | 17 |
| Febbraio | 28 | 6 | 17 | 8 | 0 | 10 |
| Marzo | 31 | 3 | 21 | 10 | 0 | 11 |
| Aprile | 30 | 4 | 20 | 9 | 0 | 9 |
| Maggio | 31 | 2 | 10 | 5 | 0 | 5 |
| Giugno | 30 | 2 | 8 | 4 | 0 | 5 |
| Luglio | 31 | 3 | 12 | 5 | 0 | 6 |
| Agosto | 28 | 3 | 9 | 6 | 0 | 6 |
| Settembre* | 19 | 1 | 11 | 3 | 0 | 4 |
| Ottobre | 31 | 2 | 20 | 7 | 0 | 7 |
| Novembre | 30 | 4 | 66 | 8 | 0 | 9 |
| Dicembre | 31 | 7 | 43 | 11 | 0 | 12 |
| Totale | 347 | 4 | 66 | 13 | 0 | |
| Limite OIAt | - | 30 | - | 100 | 1 | 100 |

Tabella A1.5: Moleno, area parcheggio

Diossido d'azoto

Limiti di legge per le immissioni di diossido d'azoto (NO₂):

30 µg/m³ per la media annua delle misure

100 µg/m³ per il 95° percentile dei valori semiorari di un anno

80 µg/m³ per la media su 24h che può essere superata al massimo 1 volta all'anno

| mese | numero misure giorni | media (µg/m ³) | massimo 1/2 ora (µg/m ³) | massimo giorno (µg/m ³) | n° giorni > 80 µg/m ³ | 95° percentile (µg/m ³) |
|---------------|----------------------------|-------------------------------|--|---|-------------------------------------|--|
| Gennaio | 31 | 77 | 169 | 112 | 14 | 127 |
| Febbraio | 28 | 59 | 130 | 99 | 3 | 99 |
| Marzo | 28 | 49 | 117 | 74 | 0 | 97 |
| Aprile | 30 | 46 | 138 | 75 | 0 | 91 |
| Maggio | 25 | 36 | 106 | 67 | 0 | 71 |
| Giugno | 30 | 27 | 105 | 43 | 0 | 65 |
| Luglio | 31 | 26 | 83 | 41 | 0 | 55 |
| Agosto | 31 | 17 | 74 | 28 | 0 | 44 |
| Settembre | 29 | 31 | 101 | 54 | 0 | 61 |
| Ottobre | 31 | 53 | 117 | 75 | 0 | 87 |
| Novembre | 30 | 52 | 111 | 76 | 0 | 82 |
| Dicembre | 31 | 46 | 89 | 69 | 0 | 71 |
| Totale | 355 | 43 | 169 | 112 | 17 | |
| Limite OIAt | - | 30 | - | 80 | 1 | 100 |

Tabella A1.6: Chiasso, Scuole elementari e medie

| mese | numero misure giorni | media (µg/m ³) | massimo 1/2 ora (µg/m ³) | massimo giorno (µg/m ³) | n° giorni > 80 µg/m ³ | 95° percentile (µg/m ³) |
|---------------|----------------------------|-------------------------------|--|---|-------------------------------------|--|
| Gennaio | 31 | 49 | 117 | 79 | 0 | 86 |
| Febbraio | 28 | 46 | 142 | 70 | 0 | 78 |
| Marzo | 31 | 43 | 162 | 79 | 0 | 87 |
| Aprile | 30 | 37 | 89 | 54 | 0 | 69 |
| Maggio | 27 | 31 | 128 | 48 | 0 | 63 |
| Giugno | 26 | 28 | 94 | 42 | 0 | 57 |
| Luglio | 28 | 25 | 74 | 37 | 0 | 55 |
| Agosto | 29 | 22 | 76 | 33 | 0 | 48 |
| Settembre | 26 | 30 | 105 | 48 | 0 | 64 |
| Ottobre | 31 | 36 | 124 | 57 | 0 | 67 |
| Novembre | 28 | 34 | 85 | 57 | 0 | 59 |
| Dicembre | 23 | 45 | 86 | 71 | 0 | 72 |
| Totale | 338 | 36 | 162 | 79 | 0 | |
| Limite OIAt | - | 30 | - | 80 | 1 | 100 |

Tabella A1.7: Lugano, Casa Serena

Diossido d'azoto

Limiti di legge per le immissioni di diossido d'azoto (NO₂):

30 µg/m³ per la media annua delle misure

100 µg/m³ per il 95° percentile dei valori semiorari di un anno

80 µg/m³ per la media su 24h che può essere superata al massimo 1 volta all'anno

| mese | numero misure giorni | media (µg/m ³) | massimo 1/2 ora (µg/m ³) | massimo giorno (µg/m ³) | n° giorni > 80 µg/m ³ | 95° percentile (µg/m ³) |
|---------------|----------------------------|-------------------------------|--|---|-------------------------------------|--|
| Gennaio | 31 | 47 | 108 | 68 | 0 | 67 |
| Febbraio | 28 | 45 | 100 | 57 | 0 | 74 |
| Marzo | 31 | 44 | 130 | 72 | 0 | 86 |
| Aprile | 30 | 36 | 114 | 60 | 0 | 67 |
| Maggio* | 19 | 33 | 97 | 47 | 0 | 60 |
| Giugno* | - | - | - | - | - | - |
| Luglio* | 6 | 25 | 58 | 31 | 0 | 47 |
| Agosto | 31 | 27 | 71 | 33 | 0 | 48 |
| Settembre | 30 | 31 | 82 | 43 | 0 | 56 |
| Ottobre | 31 | 47 | 122 | 65 | 0 | 78 |
| Novembre | 26 | 41 | 108 | 62 | 0 | 65 |
| Dicembre | 31 | 36 | 76 | 54 | 0 | 55 |
| Totale | 294 | 37 | 130 | 72 | 0 | |
| Limite OIAt | - | 30 | - | 80 | 1 | 100 |

Tabella A1.8: Locarno, Piazza Castello

| mese | numero misure giorni | media (µg/m ³) | massimo 1/2 ora (µg/m ³) | massimo giorno (µg/m ³) | n° giorni > 80 µg/m ³ | 95° percentile (µg/m ³) |
|---------------|----------------------------|-------------------------------|--|---|-------------------------------------|--|
| Gennaio | 31 | 28 | 106 | 77 | 0 | 67 |
| Febbraio | 28 | 24 | 87 | 61 | 0 | 56 |
| Marzo | 31 | 16 | 84 | 46 | 0 | 43 |
| Aprile | 29 | 11 | 47 | 29 | 0 | 30 |
| Maggio | 31 | 7 | 47 | 13 | 0 | 21 |
| Giugno | 29 | 8 | 46 | 15 | 0 | 23 |
| Luglio | 28 | 6 | 34 | 11 | 0 | 17 |
| Agosto | 31 | 5 | 28 | 10 | 0 | 15 |
| Settembre | 30 | 7 | 41 | 15 | 0 | 21 |
| Ottobre | 31 | 13 | 56 | 26 | 0 | 35 |
| Novembre | 30 | 16 | 60 | 45 | 0 | 43 |
| Dicembre | 31 | 25 | 75 | 59 | 0 | 54 |
| Totale | 360 | 14 | 106 | 77 | 0 | |
| Limite OIAt | - | 30 | - | 100 | 1 | 100 |

Tabella A1.9: Brione s. Minusio, Via alla Selva

Diossido d'azoto

Limiti di legge per le immissioni di diossido d'azoto (NO₂):

30 µg/m³ per la media annua delle misure

100 µg/m³ per il 95° percentile dei valori semiorari di un anno

80 µg/m³ per la media su 24h che può essere superata al massimo 1 volta all'anno

| mese | numero misure giorni | media (µg/m ³) | massimo 1/2 ora (µg/m ³) | massimo giorno (µg/m ³) | n° giorni > 80 µg/m ³ | 95° percentile (µg/m ³) |
|----------------|----------------------------|-------------------------------|--|---|-------------------------------------|--|
| Gennaio* | - | - | - | - | - | - |
| Febbraio* | - | - | - | - | - | - |
| Marzo* | - | - | - | - | - | - |
| Aprile | 30 | 27 | 153 | 43 | 0 | 74 |
| Maggio | 31 | 27 | 128 | 48 | 0 | 69 |
| Giugno* | 30 | 24 | 100 | 35 | 0 | 57 |
| Luglio | 31 | 25 | 99 | 43 | 0 | 58 |
| Agosto | 31 | 21 | 74 | 34 | 0 | 46 |
| Settembre | 30 | 26 | 103 | 44 | 0 | 62 |
| Ottobre | 31 | 37 | 84 | 48 | 0 | 65 |
| Novembre | 20 | 33 | 71 | 49 | 0 | 60 |
| Dicembre | 31 | 35 | 88 | 55 | 0 | 60 |
| Totale* | 265 | 28 | 153 | 55 | 0 | |
| Limite OIAt | - | 30 | - | 80 | 1 | 100 |

Tabella A1.10: Bodio, Municipio

| mese | numero misure giorni | media (µg/m ³) | massimo 1/2 ora (µg/m ³) | massimo giorno (µg/m ³) | n° giorni > 80 µg/m ³ | 95° percentile (µg/m ³) |
|---------------|----------------------------|-------------------------------|--|---|-------------------------------------|--|
| Gennaio | 31 | 52 | 110 | 83 | 1 | 84 |
| Febbraio | 28 | 44 | 119 | 72 | 0 | 76 |
| Marzo | 27 | 35 | 160 | 72 | 0 | 76 |
| Aprile | 30 | 30 | 110 | 50 | 0 | 73 |
| Maggio* | 14 | 29 | 104 | 44 | 0 | 67 |
| Giugno | 23 | 22 | 94 | 35 | 0 | 55 |
| Luglio | 25 | 19 | 70 | 34 | 0 | 44 |
| Agosto | 25 | 20 | 91 | 31 | 0 | 46 |
| Settembre | 30 | 25 | 88 | 39 | 0 | 55 |
| Ottobre* | 17 | 33 | 119 | 46 | 0 | 63 |
| Novembre* | 19 | 32 | 81 | 50 | 0 | 55 |
| Dicembre | 31 | 32 | 68 | 52 | 0 | 53 |
| Totale | 300 | 31 | 160 | 83 | 1 | |
| Limite OIAt | - | 30 | - | 100 | 1 | 100 |

Tabella A1.11: Bioggio, Aeroporto

Diossido d'azoto

Limiti di legge per le immissioni di diossido d'azoto (NO₂):

30 µg/m³ per la media annua delle misure

100 µg/m³ per il 95° percentile dei valori semiorari di un anno

80 µg/m³ per la media su 24h che può essere superata al massimo 1 volta all'anno

| mese | numero misure giorni | media (µg/m ³) | massimo 1/2 ora (µg/m ³) | massimo giorno (µg/m ³) | n° giorni > 80 µg/m ³ | 95° percentile (µg/m ³) |
|---------------|----------------------------|-------------------------------|--|---|-------------------------------------|--|
| Gennaio | 27 | 62 | 131 | 86 | 3 | 102 |
| Febbraio | 28 | 48 | 113 | 61 | 0 | 81 |
| Marzo | 31 | 38 | 137 | 75 | 0 | 86 |
| Aprile | 30 | 38 | 123 | 65 | 0 | 85 |
| Maggio | 31 | 34 | 149 | 62 | 0 | 78 |
| Giugno | 30 | 32 | 139 | 44 | 0 | 75 |
| Luglio | 31 | 33 | 129 | 48 | 0 | 70 |
| Agosto | 31 | 24 | 104 | 44 | 0 | 54 |
| Settembre | 29 | 21 | 89 | 39 | 0 | 60 |
| Ottobre | 31 | 35 | 92 | 56 | 0 | 69 |
| Novembre | 30 | 37 | 89 | 60 | 0 | 64 |
| Dicembre | 31 | 35 | 86 | 56 | 0 | 60 |
| Totale | 360 | 36 | 149 | 86 | 3 | |
| Limite OIAt | - | 30 | - | 100 | 1 | 100 |

Tabella A1.12: Moleno, area parcheggio

Ozono

Limiti di legge per le immissioni d'ozono (O₃):

100 µg/m³ per il 98° percentile dei valori semiorari di un mese
 120 µg/m³ per la media oraria che può essere superata al massimo una volta all'anno

| mese | numero misure giorni | media (µg/m ³) | massimo 1 ora (µg/m ³) | massimo giorno (µg/m ³) | n° ore > 120 µg/m ³ | 98° percentile (µg/m ³) |
|---------------|----------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| Gennaio | 31 | 2 | 44 | 13 | 0 | 18 |
| Febbraio | 28 | 12 | 89 | 61 | 0 | 82 |
| Marzo | 28 | 33 | 132 | 82 | 4 | 105 |
| Aprile | 30 | 46 | 148 | 83 | 37 | 137 |
| Maggio | 31 | 58 | 204 | 92 | 84 | 177 |
| Giugno | 30 | 88 | 288 | 132 | 186 | 227 |
| Luglio | 31 | 70 | 229 | 106 | 141 | 188 |
| Agosto | 31 | 64 | 178 | 87 | 85 | 154 |
| Settembre | 29 | 34 | 152 | 64 | 10 | 112 |
| Ottobre | 31 | 8 | 114 | 29 | 0 | 80 |
| Novembre | 30 | 13 | 90 | 35 | 0 | 68 |
| Dicembre | 31 | 3 | 48 | 11 | 0 | 22 |
| Totale | 361 | 36 | 288 | 132 | 547 | - |
| Limite OIAt | - | - | 120 | - | 1 | 100 |

Tabella A1.13: Chiasso, Scuole elementari e medie

| mese | numero misure giorni | media (µg/m ³) | massimo 1 ora (µg/m ³) | massimo giorno (µg/m ³) | n° ore > 120 µg/m ³ | 98° percentile (µg/m ³) |
|---------------|----------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| Gennaio | 31 | 4 | 59 | 24 | 0 | 27 |
| Febbraio | 28 | 12 | 77 | 61 | 0 | 72 |
| Marzo | 31 | 29 | 105 | 81 | 0 | 86 |
| Aprile | 30 | 44 | 116 | 76 | 0 | 103 |
| Maggio | 27 | 48 | 205 | 98 | 29 | 142 |
| Giugno | 26 | 73 | 280 | 109 | 78 | 169 |
| Luglio | 28 | 60 | 162 | 88 | 57 | 141 |
| Agosto | 29 | 53 | 143 | 86 | 8 | 118 |
| Settembre | 26 | 37 | 122 | 59 | 1 | 95 |
| Ottobre | 31 | 20 | 108 | 53 | 0 | 87 |
| Novembre | 28 | 15 | 87 | 43 | 0 | 69 |
| Dicembre | 31 | 4 | 45 | 12 | 0 | 21 |
| Totale | 346 | 33 | 280 | 109 | 173 | - |
| Limite OIAt | - | - | 120 | - | 1 | 100 |

Tabella A1.14: Lugano, Casa Serena

Ozono

Limiti di legge per le immissioni d'ozono (O₃):

100 µg/m³ per il 98° percentile dei valori semiorari di un mese
 120 µg/m³ per la media oraria che può essere superata al massimo una volta all'anno

| mese | numero misure giorni | media (µg/m ³) | massimo 1 ora (µg/m ³) | massimo giorno (µg/m ³) | n° ore > 120 µg/m ³ | 98° percentile (µg/m ³) |
|----------------|----------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| Gennaio* | - | - | - | - | - | - |
| Febbraio* | - | - | - | - | - | - |
| Marzo* | - | - | - | - | - | - |
| Aprile* | - | - | - | - | - | - |
| Maggio* | - | - | - | - | - | - |
| Giugno* | - | - | - | - | - | - |
| Luglio* | 16 | 53 | 158 | 80 | 31 | 138 |
| Agosto | 31 | 51 | 149 | 83 | 24 | 129 |
| Settembre | 30 | 37 | 119 | 56 | 0 | 98 |
| Ottobre* | 2 | 34 | 92 | 36 | 0 | 86 |
| Novembre* | - | - | - | - | - | - |
| Dicembre* | - | - | - | - | - | - |
| Totale* | 79 | 44 | 158 | 83 | 55 | - |
| Limite OIAt | - | - | 120 | - | 1 | 100 |

Tabella A1.15: Locarno, Piazza Castello

| mese | numero misure giorni | media (µg/m ³) | massimo 1 ora (µg/m ³) | massimo giorno (µg/m ³) | n° ore > 120 µg/m ³ | 98° percentile (µg/m ³) |
|---------------|----------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| Gennaio | 31 | 36 | 72 | 58 | 0 | 62 |
| Febbraio | 28 | 40 | 89 | 71 | 0 | 82 |
| Marzo | 31 | 66 | 146 | 91 | 6 | 111 |
| Aprile | 29 | 79 | 152 | 106 | 58 | 138 |
| Maggio | 31 | 76 | 199 | 131 | 91 | 176 |
| Giugno | 29 | 85 | 226 | 139 | 186 | 187 |
| Luglio | 28 | 63 | 171 | 104 | 67 | 150 |
| Agosto | 31 | 68 | 159 | 109 | 58 | 140 |
| Settembre | 30 | 53 | 140 | 77 | 5 | 116 |
| Ottobre | 31 | 44 | 137 | 73 | 4 | 105 |
| Novembre | 30 | 35 | 84 | 66 | 0 | 76 |
| Dicembre | 31 | 18 | 66 | 51 | 0 | 55 |
| Totale | 360 | 55 | 226 | 139 | 475 | - |
| Limite OIAt | - | - | 120 | - | 1 | 100 |

Tabella A1.16: Brione s. Minusio, Via alla Selva

Ozono

Limiti di legge per le immissioni d'ozono (O₃):

100 µg/m³ per il 98° percentile dei valori semiorari di un mese
 120 µg/m³ per la media oraria che può essere superata al massimo una volta all'anno

| mese | numero misure giorni | media (µg/m ³) | massimo 1 ora (µg/m ³) | massimo giorno (µg/m ³) | n° ore > 120 µg/m ³ | 98° percentile (µg/m ³) |
|---------------|----------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| Gennaio | 31 | 2 | 67 | 28 | 0 | 31 |
| Febbraio | 28 | 10 | 67 | 49 | 0 | 64 |
| Marzo | 31 | 29 | 103 | 76 | 0 | 86 |
| Aprile | 30 | 49 | 120 | 89 | 0 | 109 |
| Maggio | 31 | 35 | 151 | 65 | 7 | 115 |
| Giugno | 30 | 52 | 174 | 90 | 48 | 139 |
| Luglio | 31 | 33 | 133 | 58 | 6 | 112 |
| Agosto | 31 | 31 | 112 | 79 | 0 | 99 |
| Settembre | 30 | 23 | 93 | 54 | 0 | 76 |
| Ottobre | 31 | 13 | 83 | 52 | 0 | 72 |
| Novembre | 30 | 15 | 76 | 59 | 0 | 67 |
| Dicembre | 31 | 9 | 76 | 38 | 0 | 54 |
| Totale | 365 | 25 | 174 | 90 | 61 | - |
| Limite OIAt | - | - | 120 | - | 1 | 100 |

Tabella A1.17: Bodio, Municipio

| mese | numero misure giorni | media (µg/m ³) | massimo 1 ora (µg/m ³) | massimo giorno (µg/m ³) | n° ore > 120 µg/m ³ | 98° percentile (µg/m ³) |
|---------------|----------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| Gennaio | 20 | 4 | 68 | 20 | 0 | 41 |
| Febbraio | 28 | 15 | 82 | 60 | 0 | 76 |
| Marzo | 29 | 35 | 123 | 81 | 1 | 109 |
| Aprile | 30 | 52 | 143 | 81 | 28 | 127 |
| Maggio | 27 | 52 | 193 | 81 | 51 | 168 |
| Giugno | 26 | 79 | 231 | 118 | 164 | 205 |
| Luglio | 25 | 56 | 192 | 81 | 81 | 162 |
| Agosto | 25 | 51 | 166 | 93 | 26 | 132 |
| Settembre | 30 | 37 | 136 | 64 | 6 | 114 |
| Ottobre | 31 | 21 | 135 | 43 | 8 | 110 |
| Novembre | 30 | 18 | 92 | 47 | 0 | 75 |
| Dicembre | 31 | 5 | 66 | 18 | 0 | 33 |
| Totale | 332 | 35 | 231 | 118 | 365 | - |
| Limite OIAt | - | - | 120 | - | 1 | 100 |

Tabella A1.18: Bioggio, Aeroporto

Ozono

Limiti di legge per le immissioni d'ozono (O₃):

100 µg/m³ per il 98° percentile dei valori semiorari di un mese

120 µg/m³ per la media oraria che può essere superata al massimo una volta all'anno

| mese | numero misure giorni | media (µg/m ³) | massimo 1 ora (µg/m ³) | massimo giorno (µg/m ³) | n° ore > 120 µg/m ³ | 98° percentile (µg/m ³) |
|---------------|----------------------------|-------------------------------|--|---|-----------------------------------|--|
| Gennaio | 27 | 2 | 65 | 22 | 0 | 26 |
| Febbraio | 28 | 11 | 74 | 66 | 0 | 69 |
| Marzo | 31 | 16 | 105 | 36 | 0 | 90 |
| Aprile | 30 | 45 | 133 | 81 | 9 | 116 |
| Maggio | 31 | 32 | 139 | 54 | 11 | 118 |
| Giugno | 30 | 44 | 153 | 70 | 57 | 140 |
| Luglio | 31 | 28 | 136 | 48 | 8 | 118 |
| Agosto | 31 | 23 | 113 | 55 | 0 | 99 |
| Settembre | 29 | 16 | 106 | 37 | 0 | 84 |
| Ottobre | 31 | 12 | 85 | 49 | 0 | 71 |
| Novembre | 30 | 11 | 80 | 48 | 0 | 70 |
| Dicembre | 31 | 3 | 67 | 23 | 0 | 34 |
| Totale | 360 | 20 | 153 | 81 | 85 | - |
| Limite OIAt | - | - | 120 | - | 1 | 100 |

Tabella A1.19: Moleno, area servizio

Monossido di carbonio

Limiti di legge per le immissioni di monossido di carbonio (CO):

8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media su 24 ore che può essere superata al massimo una volta all'anno

| mese | numero misure giorni | media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | n° giorni > 8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|---------------|----------------------------|---------------------------------------|--|---|--|
| Gennaio | 31 | 2525 | 6475 | 3336 | 0 |
| Febbraio | 28 | 1629 | 8046 | 2842 | 0 |
| Marzo | 28 | 1164 | 4961 | 2203 | 0 |
| Aprile | 30 | 730 | 2825 | 1439 | 0 |
| Maggio | 31 | 329 | 2396 | 824 | 0 |
| Giugno | 30 | 131 | 1714 | 295 | 0 |
| Luglio | 31 | 181 | 2645 | 1354 | 0 |
| Agosto | 31 | 155 | 1612 | 279 | 0 |
| Settembre | 30 | 332 | 28193 | 2437 | 0 |
| Ottobre | 31 | 590 | 4415 | 1212 | 0 |
| Novembre | 30 | 756 | 5403 | 1658 | 0 |
| Dicembre | 31 | 1311 | 5448 | 1919 | 0 |
| Totale | 362 | 819 | 28193 | 3336 | 0 |
| Limite OIAt | - | - | - | 8000 | 1 |

Tabella A1.20: Chiasso, Scuole elementari e medie

| mese | numero misure giorni | media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | n° giorni > 8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|---------------|----------------------------|---------------------------------------|--|---|--|
| Gennaio | 31 | 2558 | 8475 | 3483 | 0 |
| Febbraio | 28 | 1272 | 6102 | 2149 | 0 |
| Marzo | 31 | 1096 | 4181 | 1722 | 0 |
| Aprile | 30 | 1036 | 2825 | 1526 | 0 |
| Maggio | 27 | 1040 | 3277 | 1317 | 0 |
| Giugno | 26 | 947 | 2384 | 1295 | 0 |
| Luglio | 28 | 744 | 2497 | 1000 | 0 |
| Agosto | 29 | 624 | 1703 | 850 | 0 |
| Settembre | 26 | 745 | 2384 | 1120 | 0 |
| Ottobre | 31 | 908 | 2724 | 1290 | 0 |
| Novembre | 28 | 1113 | 3746 | 1636 | 0 |
| Dicembre | 31 | 1455 | 6810 | 1892 | 0 |
| Totale | 346 | 1128 | 8475 | 3483 | 0 |
| Limite OIAt | - | - | - | 8000 | 1 |

Tabella A1.21: Lugano, Casa Serena

Monossido di carbonio

Limiti di legge per le immissioni di monossido di carbonio (CO):

8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media su 24 ore che può essere superata al massimo una volta all'anno

| mese | numero misure giorni | media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | n° giorni > 8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|---------------|----------------------------|---------------------------------------|--|---|--|
| Gennaio | 23 | 1706 | 6899 | 2506 | 0 |
| Febbraio | 28 | 1146 | 5468 | 2132 | 0 |
| Marzo | 31 | 729 | 4181 | 1088 | 0 |
| Aprile | 30 | 498 | 2882 | 738 | 0 |
| Maggio* | 19 | 521 | 1582 | 664 | 0 |
| Giugno | 27 | 423 | 2622 | 533 | 0 |
| Luglio | 31 | 377 | 1691 | 491 | 0 |
| Agosto | 31 | 363 | 1396 | 503 | 0 |
| Settembre | 25 | 471 | 2043 | 600 | 0 |
| Ottobre | 28 | 775 | 3167 | 1164 | 0 |
| Novembre | 22 | 922 | 4824 | 1378 | 0 |
| Dicembre | 31 | 1092 | 4268 | 1675 | 0 |
| Totale | 326 | 752 | 6899 | 2506 | 0 |
| Limite OIAt | - | - | - | 8000 | 1 |

Tabella A1.22: Locarno, Piazza Castello

| mese | numero misure giorni | media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | n° giorni > 8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|---------------|----------------------------|---------------------------------------|--|---|--|
| Gennaio* | - | - | - | - | - |
| Febbraio | 22 | 927 | 2949 | 1406 | 0 |
| Marzo | 29 | 708 | 2418 | 1050 | 0 |
| Aprile | 30 | 502 | 1966 | 746 | 0 |
| Maggio | 27 | 406 | 1401 | 557 | 0 |
| Giugno | 26 | 382 | 2134 | 536 | 0 |
| Luglio | 25 | 364 | 1339 | 483 | 0 |
| Agosto | 25 | 303 | 931 | 412 | 0 |
| Settembre | 25 | 389 | 1510 | 683 | 0 |
| Ottobre | 31 | 755 | 3587 | 1237 | 0 |
| Novembre | 30 | 742 | 2758 | 1262 | 0 |
| Dicembre | 28 | 1118 | 4007 | 1687 | 0 |
| Totale | 298 | 600 | 4007 | 1687 | 0 |
| Limite OIAt | - | - | - | 8000 | 1 |

Tabella A1.23: Bioggio, Aeroporto

Monossido di carbonio

Limiti di legge per le immissioni di monossido di carbonio (CO):

8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media su 24 ore che può essere superata al massimo una volta all'anno

| mese | numero misure giorni | media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | n° giorni > 8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|---------------|----------------------------|---------------------------------------|--|---|--|
| Gennaio | 27 | 1619 | 3360 | 2269 | 0 |
| Febbraio | 28 | 905 | 2440 | 1673 | 0 |
| Marzo | 31 | 446 | 1634 | 844 | 0 |
| Aprile | 30 | 376 | 1260 | 492 | 0 |
| Maggio | 31 | 354 | 1861 | 489 | 0 |
| Giugno | 30 | 316 | 1793 | 463 | 0 |
| Luglio | 31 | 353 | 1044 | 536 | 0 |
| Agosto | 31 | 300 | 1964 | 425 | 0 |
| Settembre | 29 | 280 | 1305 | 646 | 0 |
| Ottobre | 31 | 671 | 2225 | 1060 | 0 |
| Novembre* | 15 | 636 | 1839 | 1205 | 0 |
| Dicembre | 31 | 1119 | 2747 | 1783 | 0 |
| Totale | 345 | 615 | 3360 | 2269 | 0 |
| Limite OIAt | - | - | - | 8000 | 1 |

Tabella A1.24: Moleno, area parcheggio

Polveri fini in sospensione

Limiti di legge per le immissioni di polveri fini (PM10) in sospensione:

20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media annua delle misure

50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media giornaliera

0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media annua delle misure di piombo (Pb)

1.5 ng/m^3 per la media annua delle misure di cadmio (Cd)

| mese | numero misure giorni | media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | n° giorni > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Media Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Media Cd (ng/m^3) |
|---------------|----------------------------|---------------------------------------|---|--|---|---|
| Gennaio | 24 | 47 | 71 | 10 | 0.03 | 0.43 |
| Febbraio | 28 | 35 | 69 | 4 | 0.02 | 0.44 |
| Marzo | 31 | 29 | 76 | 2 | 0.02 | 0.33 |
| Aprile | 29 | 28 | 60 | 2 | 0.02 | 0.34 |
| Maggio* | 17 | 28 | 45 | 0 | 0.01 | 0.19 |
| Giugno | 30 | 35 | 55 | 4 | 0.01 | 0.25 |
| Luglio | 31 | 29 | 44 | 0 | 0.01 | 0.15 |
| Agosto | 31 | 27 | 46 | 0 | 0.01 | 0.18 |
| Settembre | 30 | 21 | 47 | 0 | 0.01 | 0.28 |
| Ottobre | 31 | 29 | 58 | 1 | 0.01 | 0.35 |
| Novembre | 30 | 26 | 53 | 1 | 0.01 | 0.29 |
| Dicembre | 31 | 37 | 59 | 2 | 0.02 | 0.40 |
| Totale | 343 | 31 | 76 | 12 | 0.02 | 0.30 |
| Limite OIAt | - | 20 | 50 | 0 | 0.5 | 1.5 |

Tabella A1.25: Bodio, Municipio.

| mese | numero misure giorni | media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | n° giorni > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|---------------|----------------------------|---------------------------------------|---|--|
| Gennaio | 27 | 58 | 82 | 20 |
| Febbraio | 28 | 19 | 70 | 3 |
| Marzo | 31 | 20 | 58 | 1 |
| Aprile | 30 | 21 | 53 | 1 |
| Maggio | 31 | 15 | 37 | 0 |
| Giugno | 30 | 27 | 60 | 3 |
| Luglio | 31 | 17 | 28 | 0 |
| Agosto | 31 | 14 | 32 | 0 |
| Settembre | 29 | 12 | 42 | 0 |
| Ottobre | 31 | 20 | 40 | 0 |
| Novembre | 30 | 19 | 58 | 1 |
| Dicembre | 31 | 31 | 52 | 1 |
| Totale | 360 | 23 | 82 | 30 |
| Limite OIAt | - | 20 | 50 | 0 |

Tabella A1.26: Moleno, area parcheggio

Polveri fini in sospensione

Limiti di legge per le immissioni di polveri fini (PM10) in sospensione:

20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media annua delle misure

50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media giornaliera

| mese | numero misure giorni | media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | n° giorni > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|---------------|----------------------------|---------------------------------------|---|--|
| Gennaio | 31 | 75 | 144 | 27 |
| Febbraio* | 16 | 40 | 88 | 5 |
| Marzo | 28 | 31 | 61 | 3 |
| Aprile | 30 | 25 | 60 | 1 |
| Maggio | 31 | 18 | 35 | 0 |
| Giugno | 30 | 45 | 99 | 10 |
| Luglio | 31 | 30 | 59 | 2 |
| Agosto | 31 | 26 | 48 | 0 |
| Settembre | 28 | 31 | 60 | 4 |
| Ottobre | 31 | 49 | 118 | 13 |
| Novembre | 30 | 44 | 115 | 11 |
| Dicembre | 31 | 54 | 102 | 18 |
| Totale | 348 | 39 | 144 | 94 |
| Limite OIAt | - | 20 | 50 | 1 |

Tabella A1.27: Chiasso, Scuole elementari e medie

**** Rappresentazioni grafiche**

Le seguenti figure illustrano le immissioni registrate durante il 2002 mediante grafici. Per il diossido di zolfo (fig. A1.1) e il diossido d'azoto (fig. A1.2) sono rappresentate le concentrazioni medie mensili. Per l'ozono (fig. A1.3 e A1.4) sono rappresentati i numeri di superamenti mensili del limite orario dell'OIAAt e i 98° percentili mensili. Per il monossido di carbonio (fig. A1.5) sono riportati i massimi giornalieri di ogni mese.

Punti a forma di asterisco (*) sono stati utilizzati per evidenziare i risultati dei mesi non completi.

Limite OIAt per la media su un'ora: $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

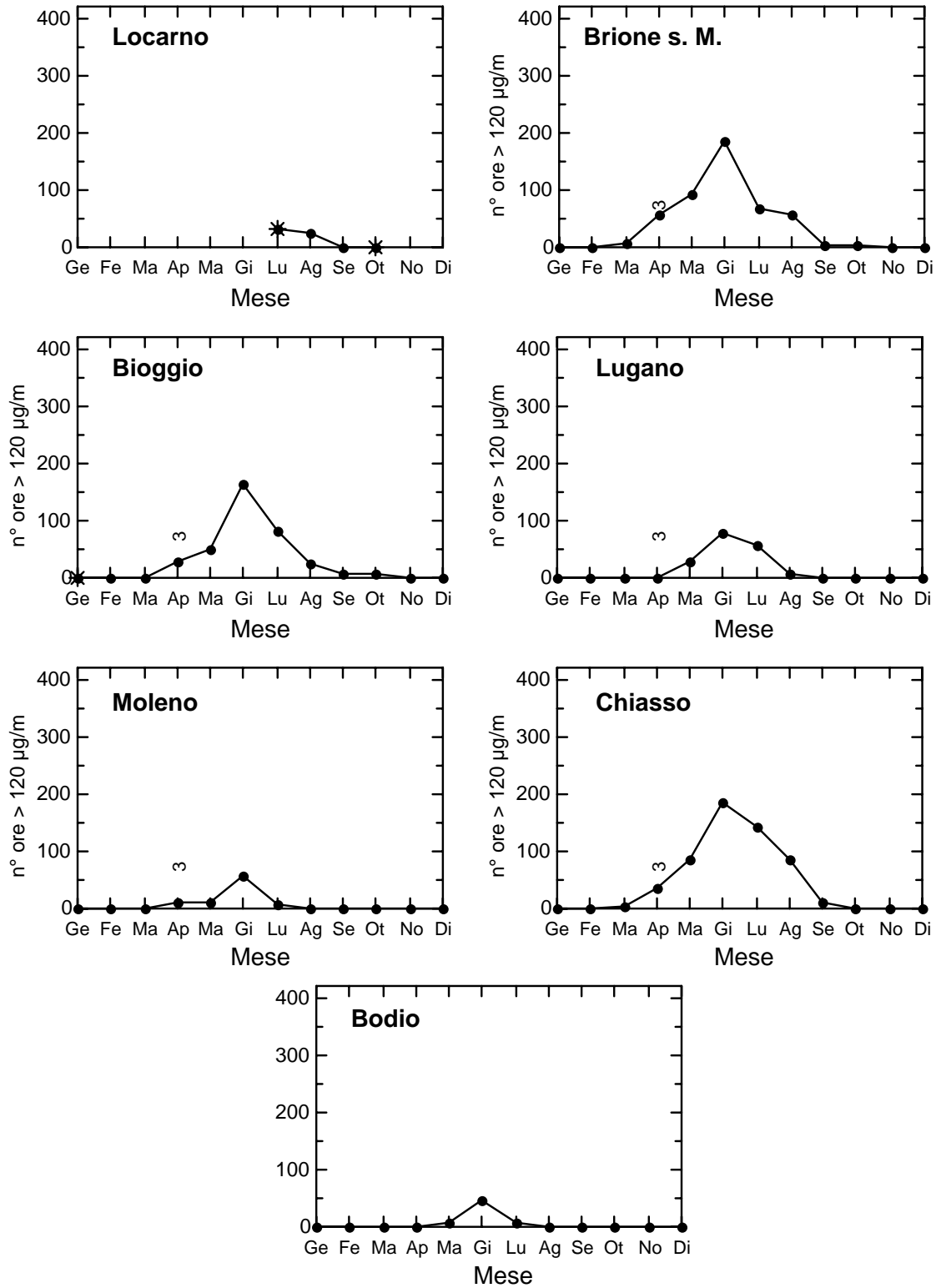


Figura A1.1: Diossido di zolfo (SO_2); medie mensili (2002).

· : Limite OIAt per il 98° percentile dei valori semiorari di un mese ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

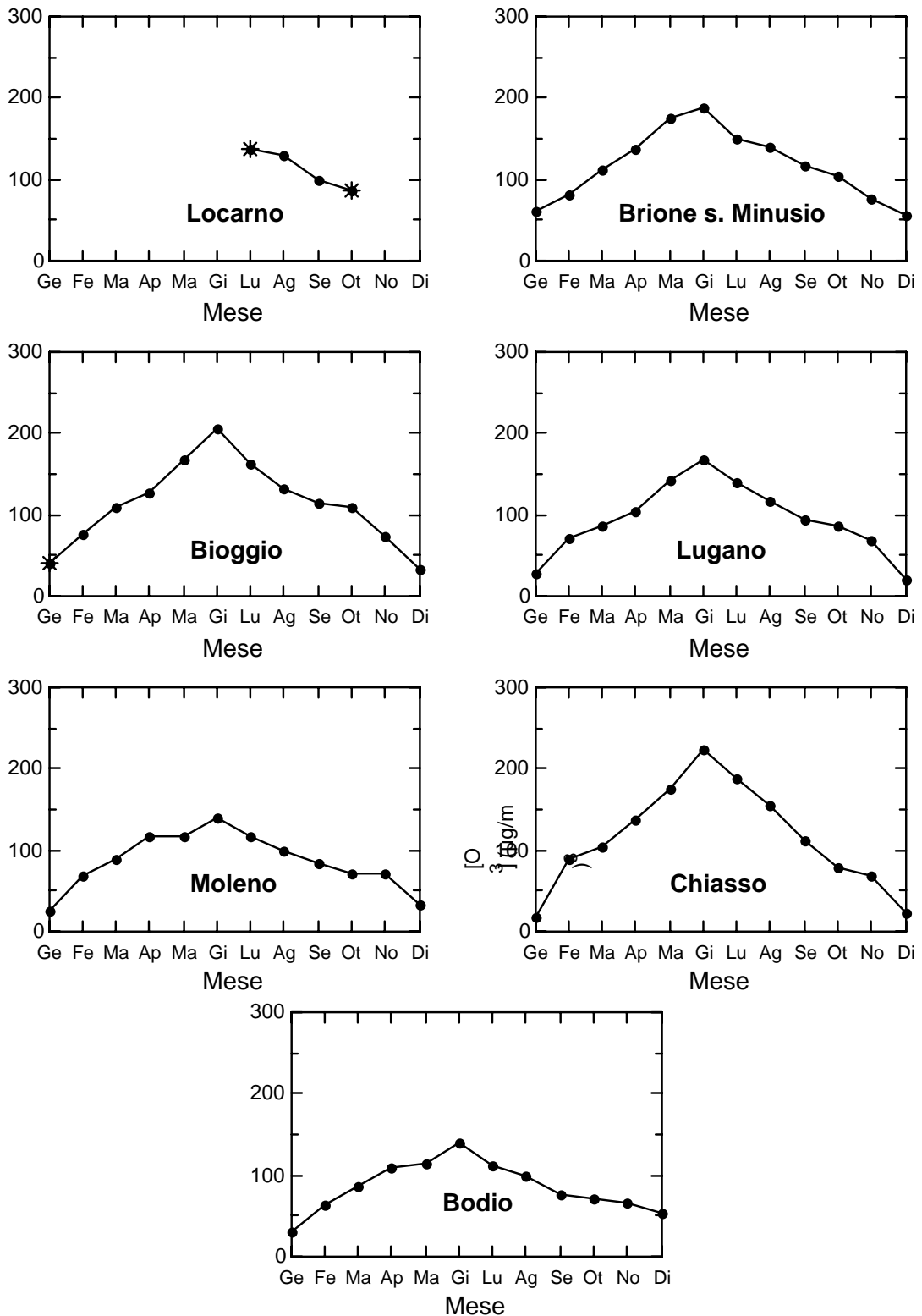


Figura A1.2: Diossido d'azoto (NO_2); medie mensili (2002).

· : Limite OIAt per la media annua ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

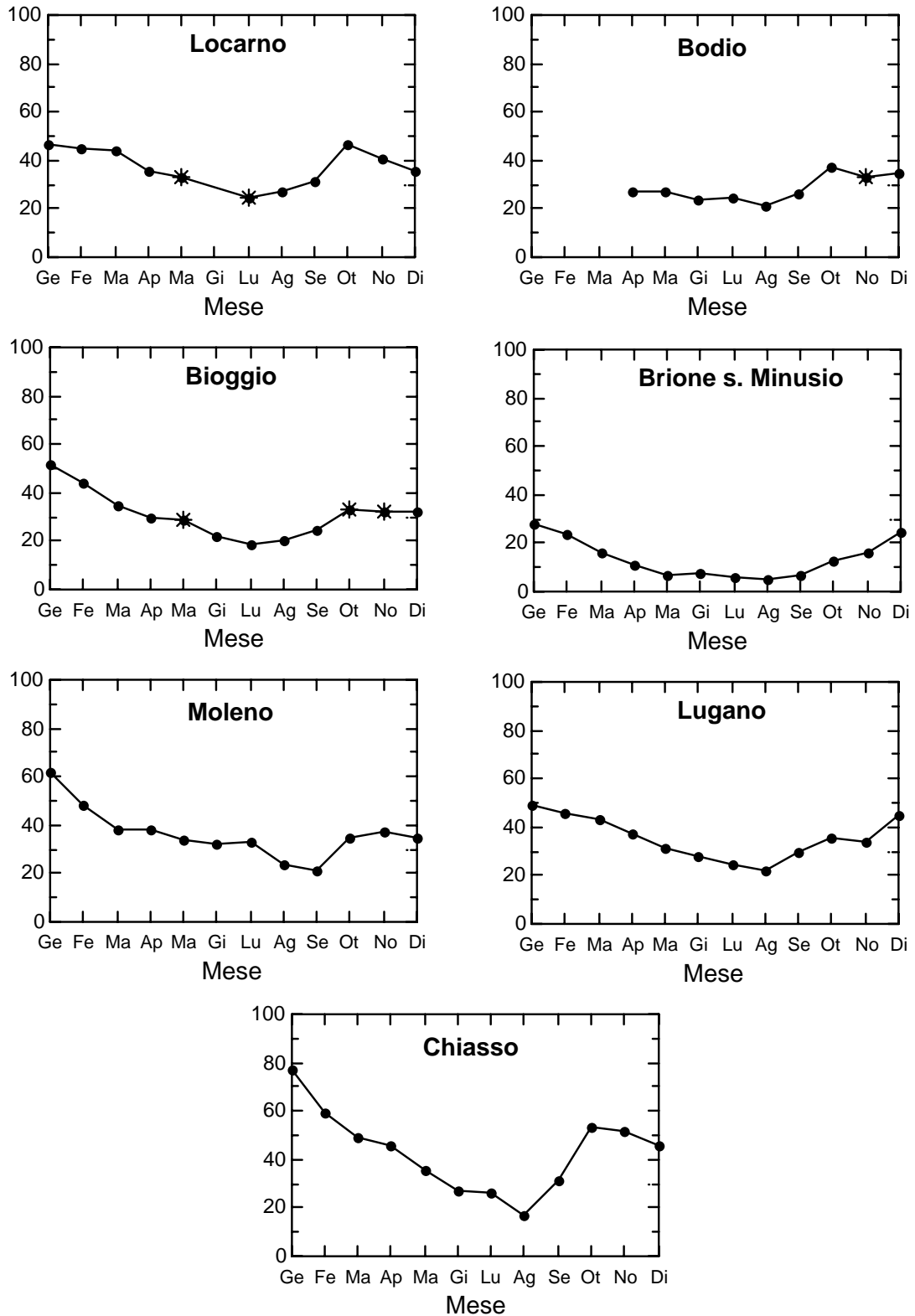


Figura A1.3: Ozono (O_3); n° di superamenti mensili del limite OIAt (2002)

· : Limite OIAt per la media annua ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

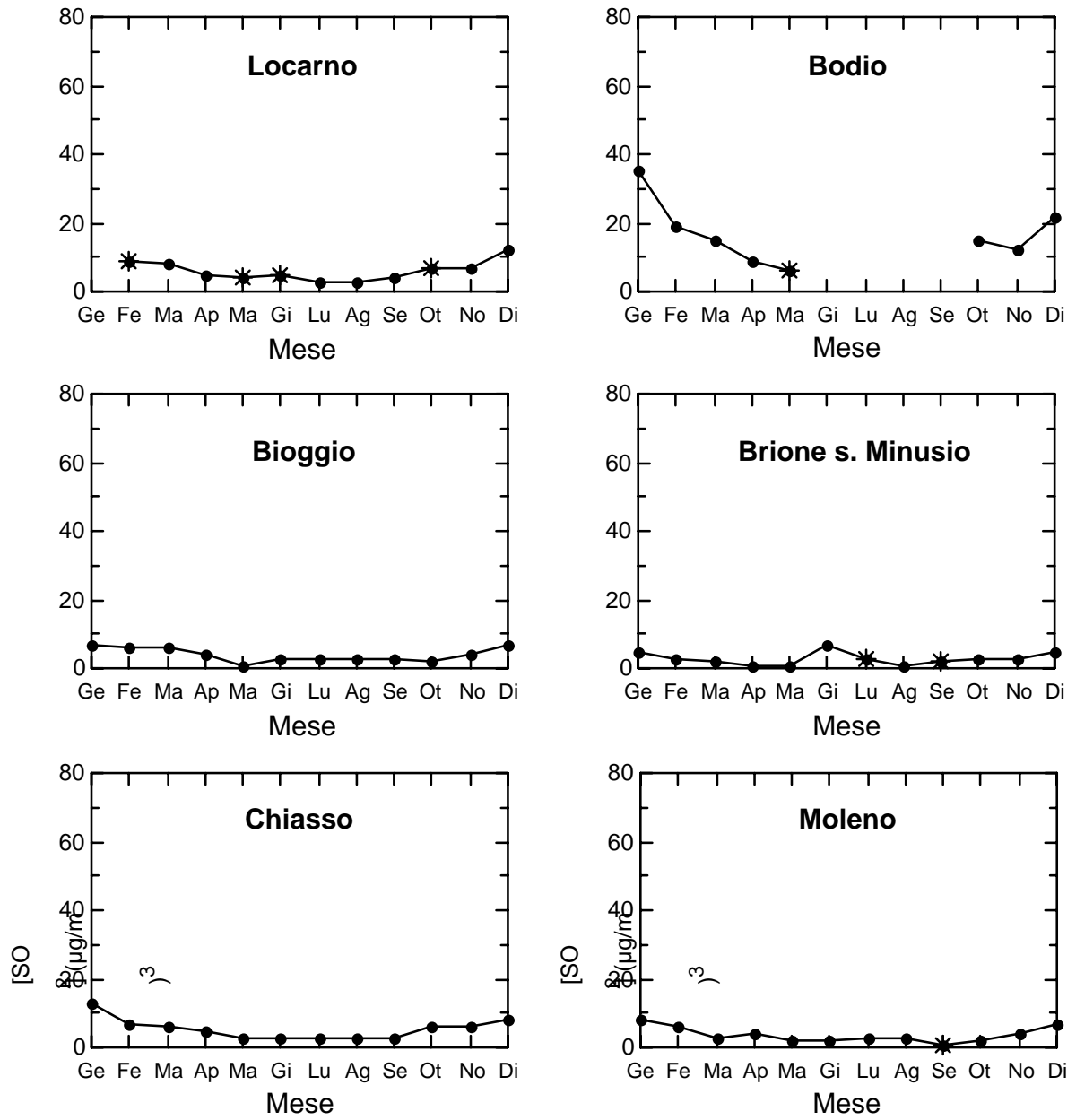


Figura A1.4: Ozono (O_3); 98° percentile mensili (2002).

· : Limite OIAt per la media giornaliera massima (8 mg/m³)

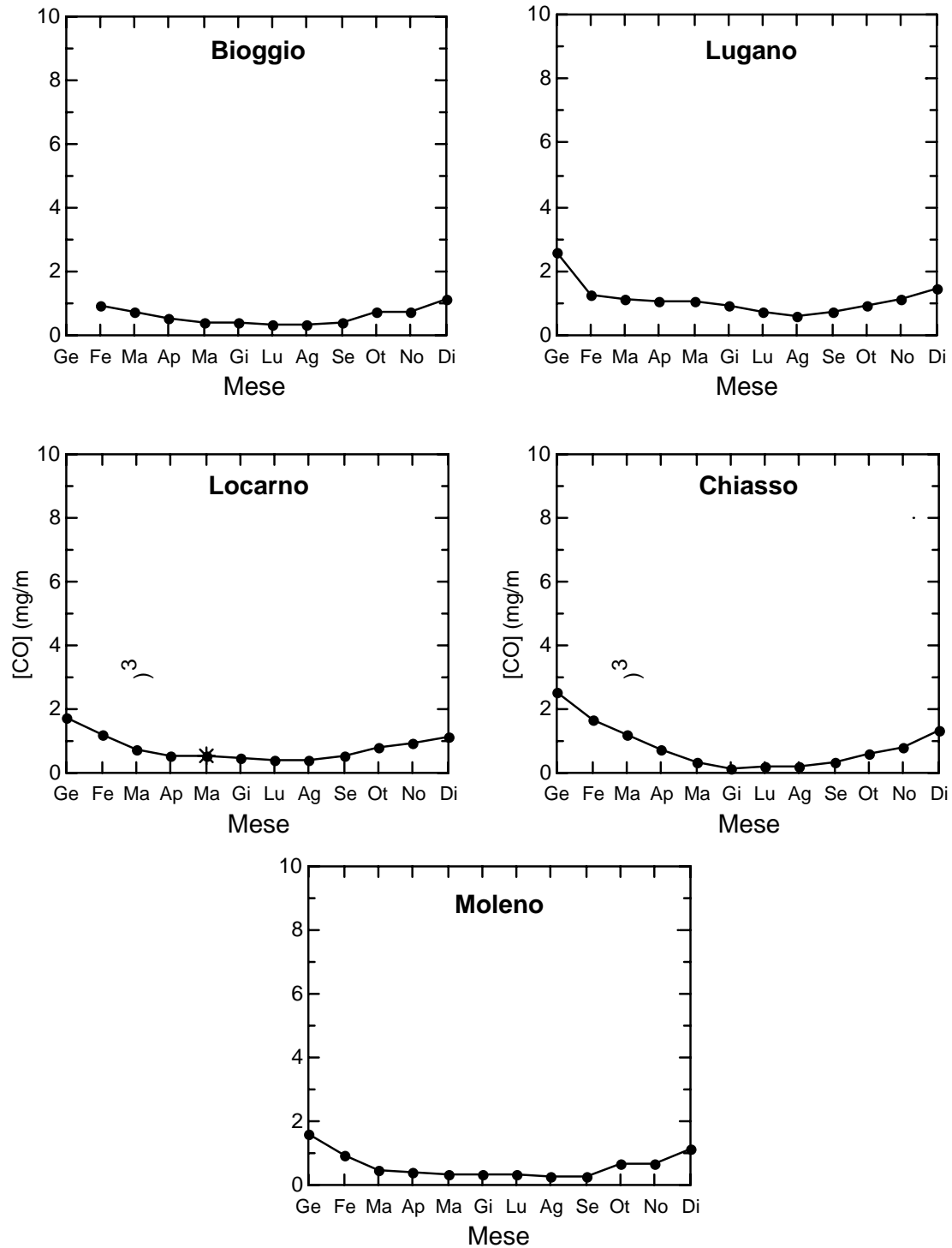


Figura A1.5: Monossido di carbonio (CO); medie giornaliere massime (2002).

B) MISURAZIONI CON METODI PASSIVI

a. Misure con i campionatori passivi di diossido d'azoto

Le medie annuali di diossido d'azoto rilevate a partire dal 1989, con la tecnica del rilevamento passivo, in diversi *comuni del Cantone* sono riportate nelle tabelle A1.28-A1.31, raggruppate per distretto e comune.

La tabella A1.32 riporta i punti di misura della campagna del *Pian Scairolo*, campagna che è attiva dal 1998.

Nella tabella A1.33 sono da ultimo riportati una serie di campagne speciali:

Profili lungo l'autostrada: è una campagna costituita da 8 punti di misura a Moleno, a diverse distanze rispetto all'autostrada A2. Ai due lati dell'autostrada sono posti 4 punti di misura distanti rispettivamente 0, 50, 100 e 150 metri.

Lugano FFS: questa campagna è costituita da due punti di misura e ha lo scopo di valutare eventuali cambiamenti di immissione legati al progetto della nuova stazione FFS di Lugano.

| Luogo | coordinate | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 00 | 01 | 02 |
|------------------------|-------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|
| Bellinzonese | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bellinzona | | | | | | | | | | | | | | | |
| Al Portone | 721.9/117.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 59 | 55 | 51 | 45 | 51 |
| cast. Montebello | 722.8/116.8 | 28 | 29 | 26 | 30 | 28 | 27 | 23 | 23 | 22 | 21 | 21 | 21 | 18 | 23 |
| Via Vallone | 722.7/118.3 | 44 | 47 | 45 | 48 | 44 | 43 | 39 | 35 | 36 | 38 | 36 | 34 | 31* | 34 |
| Cadenazzo | | | | | | | | | | | | | | | |
| stazione FFS | 716.2/112.3 | 59* | 65 | 64 | 62 | 56 | 57 | 52 | 44 | 47 | 51 | 48 | 46 | 41 | 41 |
| SFEA | 715.4/113.2 | 28 | 32 | 31 | 32 | 28 | 27 | 25 | 22 | 23 | 23 | 23 | 22 | 20 | 25 |
| Valle di Blenio | | | | | | | | | | | | | | | |
| Olivone | | | | | | | | | | | | | | | |
| Olivone paese | 715.1/154.3 | 13* | 13 | 14 | 13 | 13 | 13 | 12 | 10 | 11 | 11 | 11 | 11 | 9 | 10 |
| Olivone monti | 714.0/154.2 | 5* | 5 | 6 | 5 | 5 | 6 | 5 | 6 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 |
| Valle Leventina | | | | | | | | | | | | | | | |
| Airolo | | | | | | | | | | | | | | | |
| Airolo paese | 690.1/153.7 | 35* | 38 | 36 | 36 | 34 | 33 | 35 | 31 | 31 | 30 | 33 | 32 | 27* | 30 |
| Airolo monti | 689.5/153.9 | 17 | 18 | 18 | 17 | 16 | 16 | 16 | 16 | 14 | 15 | 14 | 15 | 13* | 14 |
| Airolo FFS | 689.4/153.6 | 33 | 36 | 34 | 33 | 32 | 35 | 32 | 27 | 29 | 33 | 31 | 29 | 25* | 24 |
| Bodio | | | | | | | | | | | | | | | |
| casa comunale | 713.4/137.3 | 41 | 46 | 42 | 44 | 41 | 42 | 37 | 33 | 33 | 34 | 32 | 35 | - | 32 |
| parco | 713.1/137.7 | 34 | 36 | 33 | 34 | 33 | 33 | 32 | 26 | 27 | 29 | 27 | 28 | 24 | 28 |
| Locarnese | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ascona | | | | | | | | | | | | | | | |
| via Locarno | 703.1/113.4 | 34 | 33 | 32 | 32 | 30 | 30 | 27 | 26 | 25 | 25 | 25 | 25 | 22* | 23 |
| Brissago | | | | | | | | | | | | | | | |
| via Leoncavallo | 698.4/108.5 | 24* | 26 | 26 | 27 | 22 | 19 | 22 | 20 | 19 | 22 | 18 | 17 | 16 | 21 |
| Caviano | | | | | | | | | | | | | | | |
| casa comunale | 702.7/107.1 | 15* | 16 | 16 | 17 | 14 | 15 | 13 | 11 | 11 | 11 | 10 | 11 | 10 | 11 |
| Dirinella | 701.9/106.8 | 29* | 30 | 29 | 26 | 21 | 22 | 20 | 17 | 16 | 17 | 15 | 16 | 15 | 18 |
| Gerra V. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Via Agarone | 713.3/115.3 | - | - | 20 | 24 | 19 | 19 | 17 | 16 | 14 | 16 | 14 | 15 | 12 | 14 |
| Gordola | | | | | | | | | | | | | | | |
| scuola media | 710.1/114.5 | 35 | 37 | 36 | 37 | 29 | 32 | 29 | 27 | 27 | 28 | 27 | 25 | 23* | 26 |
| Anacquaria | 709.2/115.5 | - | - | - | - | - | - | 31 | 26 | 25 | 26 | 24 | 23 | 21 | 25 |
| SSIC | 710.2/114.2 | - | - | - | - | - | - | 32 | 27 | 34 | 34 | 28 | 31 | 27* | 31 |
| Locarno | | | | | | | | | | | | | | | |
| casa comunale | 704.8/114.1 | 50 | 49 | 47 | 48 | 45 | 45 | 38 | 36 | 36 | 38 | 36 | 32 | 28 | 34 |
| san Jorio | 703.8/113.5 | 30* | 28 | 27 | 26 | 25 | 24 | 22 | 19 | 18 | 20 | 19 | 19 | 16 | 19 |
| villa India | 704.5/114.2 | 40 | 38 | 39 | 39 | 42 | 45 | 40 | 33 | 33 | 36 | 33 | 30 | 29* | 32 |
| ISM Monti | 704.1/114.4 | 27 | 28 | 28 | 29 | 26 | 28 | 27 | 21 | 20 | 23 | 20 | 20 | 19* | 22 |
| Funicolare | 705.0/114.3 | - | - | - | - | - | - | 31 | 26 | 26 | 29 | 25 | 25 | 22* | 29 |
| Ospedale La Carità | 104.4/113.9 | - | - | - | - | - | - | 36 | 32 | 32 | 35 | 32 | 33 | 27 | 32 |
| Via Bastoria | 703.3/113.8 | - | - | - | - | - | - | 30 | 25 | 26 | 28 | 26 | 26 | 23 | 25 |
| Via Franzoni | 703.9/113.9 | - | - | - | - | - | - | 38 | 36 | 36 | 40 | 37 | 33 | 31 | 33 |
| Via Varenna | 703.9/113.7 | - | - | - | - | - | - | 29 | 30 | 29 | 29 | 27 | 25 | 23 | 27 |
| Vivaio | 703.9/113.1 | - | - | - | - | - | - | 31 | 25 | 24 | 28 | 24 | 25 | 20 | 23 |
| Magadino | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ossigeno | 711.5/112.4 | - | - | 29 | 45 | 27 | 26 | 23 | 20 | 21 | 22 | 21 | 20 | 18 | 20 |

Tabella A1.28: Misure con i campionatori passivi di diossido d'azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per il 2002. Il limite OIAt per la media annua di diossido d'azoto è $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

| Luogo | coordinate | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 00 | 01 | 02 |
|-------------------|-------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|----|
| Minusio | | | | | | | | | | | | | | | |
| Via S. Gottardo | 706.1/114.8 | 65 | 65 | 69 | 68 | 63 | 63 | 55 | 50 | 47 | 52 | 47 | 48 | 40 | 45 |
| Polizia | 706.2/114.7 | - | - | - | - | - | - | 37 | 29 | 28 | 30 | 27 | 28 | 25 | 26 |
| Via R. Simen | 706.2/114.6 | - | - | - | - | - | - | 49 | 38 | 34 | 37 | 32 | 33 | 31 | 33 |
| Sonogno | | | | | | | | | | | | | | | |
| casa comunale | 703.6/134.0 | 7* | 8 | 8 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 6 | 7 | 8 | 9 | 7 | 7 |
| Tegna | | | | | | | | | | | | | | | |
| scuola mat. | 700.9/115.9 | - | 27 | 27 | 25 | 22 | 22 | 21 | 19 | 18 | 22 | 16 | 16 | 15 | 18 |
| Luganese | | | | | | | | | | | | | | | |
| Agno | | | | | | | | | | | | | | | |
| casa comunale | 713.1/95.0 | 63 | 70 | 70 | 66 | 61 | 61 | 59 | 50 | 49 | 55 | 49 | 50 | 41 | 49 |
| stazione FLP | 713.3/94.9 | 47 | 51 | 49 | 49 | 45 | 45 | 43 | 38 | 40 | 41 | 37 | 43* | 31 | 32 |
| Astano | | | | | | | | | | | | | | | |
| casa comunale | 706.8/96.7 | - | 11 | 12 | 12 | 11 | 11 | 13 | 15 | 13 | 14 | 13 | - | 12 | 14 |
| Bedigliora | | | | | | | | | | | | | | | |
| scuola media | 708.7/95.5 | - | 14 | 16 | 17 | 15 | 16 | 15 | 13 | 13 | 14 | 12 | 13 | 10* | 15 |
| Bioggio | | | | | | | | | | | | | | | |
| casa comunale | 713.8/97.0 | - | 35 | 36 | 37 | 32 | 32 | 31 | 29 | 27 | 29 | 25 | 26 | 24* | 27 |
| Bosco | | | | | | | | | | | | | | | |
| Parco giochi | 713.9/98.3 | - | 24 | 25 | 26 | 23 | 20 | 20 | 20 | 16 | 19 | 16 | 18 | 15 | 19 |
| Canobbio | | | | | | | | | | | | | | | |
| stabile PTT | 718.2/99.3 | 32* | 35 | 37 | 37 | 34 | 36 | 32 | 28 | 26 | 29 | 28 | 27 | 23 | 28 |
| Carona | | | | | | | | | | | | | | | |
| acquedotto | 716.1/91.6 | 20* | 22 | 23 | 25 | 20 | 21 | 19 | 18 | 17 | 18 | 15 | 16 | 15* | 17 |
| Croglio | | | | | | | | | | | | | | | |
| Madonna del P. | 708.2/93.8 | 30* | 39 | 37 | 35 | 31 | 33 | 29 | 25 | 26 | 27 | 24 | 24 | 21 | 23 |
| Lopagno | | | | | | | | | | | | | | | |
| Miera casa com | 719.0/103.1 | 16* | 19 | 20 | 28 | 17 | 18 | 17 | 16 | 14 | 16 | 14 | 14 | 12 | 16 |
| Lugano | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aldesago | 719.4/96.3 | 32 | 32 | 33 | 37 | 29 | 33 | 29 | 26 | 24 | 27 | 25 | 24 | 20 | 27 |
| Brè | 720.5/96.5 | 16 | 16 | 18 | 17 | 13 | 15 | 13 | 14 | 12 | 12 | 11 | 11 | 10 | 12 |
| lab. cant. igiene | 717.8/96.4 | 47 | 47 | 45 | 48 | 43 | 45 | 42 | 37 | 37 | 39 | 35 | 36 | 33 | 36 |
| ospedale civico | 717.3/97.4 | 46 | 45 | 44 | 46 | 41 | 40 | 37 | 33 | 32 | 34 | 30 | 33 | 27* | 30 |
| polizia com. | 717.1/95.8 | 61 | 62 | 63 | 67 | 60 | 61 | 57 | 51 | 52 | 54 | 48 | 47 | 41 | 47 |
| PTT Besso | 716.8/96.0 | 77 | 79 | 80 | 80 | 71 | 73 | 68 | 61 | 61 | 64 | 58 | 56 | 53 | 58 |
| stadio | 717.9/98.1 | 44 | 46 | 45 | 46 | 40 | 44 | 39 | 34 | 34 | 40 | 36 | 35 | 32* | 36 |
| UTC | 717.2/95.8 | 70 | 72 | 77 | 73 | 66 | 68 | 64 | 56 | 57 | 35 | 57 | 57 | 51 | 52 |
| Manno | | | | | | | | | | | | | | | |
| Azienda elettrica | 714.9/98.5 | 53 | 52 | 58 | 52 | 49 | 44 | 38 | 42 | 43 | 45 | 40 | 41 | 34* | 41 |
| Cairello | 714.4/98.3 | 34 | 30 | 37 | 27 | 29 | 27 | 23 | 22 | 24 | 30 | 23 | 22 | 18 | 25 |
| Massagno | | | | | | | | | | | | | | | |
| chiesa S. Lucia | 716.5/96.8 | 54 | 55 | 53 | 54 | 49 | 49 | 46 | 39 | 40 | 41 | 38 | 37 | 32 | 37 |
| Muzzano | | | | | | | | | | | | | | | |
| comune | 715.0/95.1 | - | 36 | 37 | 37 | 33 | 34 | 30 | 26 | 27 | 26 | 21 | 22 | 21 | 21 |
| Paradiso | | | | | | | | | | | | | | | |
| scuole element. | 716.85/94.3 | - | - | 62 | 60 | 53 | 57 | 52 | 43 | 47 | 47 | 44 | 44 | 38 | 45 |

Tabella A1.29: Misure con i campionatori passivi di diossido d'azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per il 2002. Il limite OIAt per la media annua di diossido d'azoto è $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

| Luogo | coordinate | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 00 | 01 | 02 |
|-----------------------|------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|----|
| Ponte Tresa | | | | | | | | | | | | | | | |
| stazione | 710.3/92.0 | 41 | 45 | 44 | 45 | 38 | 38 | 43 | 38 | 40 | 38 | 35 | 34 | 32 | 33 |
| dogana | 710.1/91.6 | 57 | 61 | 60 | 61 | 54 | 54 | 52 | 46 | 45 | 45 | 43 | 40 | 32 | 40 |
| Sorengo | | | | | | | | | | | | | | | |
| casa comunale | 716.1/95.2 | - | 51 | 43 | 51 | 40 | 41 | 38 | 35 | 34 | 34 | 32 | 30 | 27 | 32 |
| Taverne | | | | | | | | | | | | | | | |
| piazza coop | | - | - | 44 | 47 | 43 | 43 | 41 | 35 | 35 | 36 | 34 | 36 | 31 | 34 |
| Vezia | | | | | | | | | | | | | | | |
| Afer | 715.7/98.1 | - | 53 | 50 | 52 | 46 | 46 | 42 | 39 | 39 | 41 | 37 | 35 | 28 | 37 |
| Campagnora | 715.2/98.2 | - | 52 | 51 | 44 | 43 | 44 | 38 | 34 | 36 | 38 | 33 | 43* | - | 36 |
| San Martino | 716.3/97.9 | - | 32 | 33 | 34 | 29 | 31 | 28 | - | 25 | 25 | 22 | 24 | 22* | 25 |
| Mendrisiotto | | | | | | | | | | | | | | | |
| Balerna | | | | | | | | | | | | | | | |
| casa comunale | 721.9/78.6 | 52* | 56 | 54 | 55 | 49 | 48 | 47 | 39 | 39 | 38 | 40 | 37 | 33 | 40 |
| via Franscini | 722.1/78.7 | 38* | 42 | 41 | 42 | 37 | 37 | 33 | 33 | 29 | 32 | 30 | 30 | 27* | 31 |
| Capolago | | | | | | | | | | | | | | | |
| casa comunale | 719.6/84.3 | - | 72 | 71 | 67 | 61 | 61 | 60 | 51 | 55 | 51 | 51 | 47 | 41* | 51 |
| cimitero | 719.4/84.4 | - | 53 | 52 | 54 | 48 | 50 | 47 | 41 | 41 | 43 | 38 | 40 | 33* | 40 |
| Chiasso | | | | | | | | | | | | | | | |
| polizia cant. | 723.9/76.9 | 63 | 66 | 67 | 67 | 56 | 57 | 54 | 48 | 49 | 49 | 52 | 44 | 37 | 48 |
| S. Stefano | 721.6/76.6 | 40* | 32 | 30 | 36 | 30 | 30 | 27 | 24 | 23 | 25 | 23 | 23 | 23 | 25 |
| stadio | 722.5/77.0 | 40 | 42 | 42 | 43 | 37 | 39 | 35 | 37 | 30 | 30 | 28 | 28 | 28* | 30 |
| viale Galli | 723.4/77.6 | 89 | 94 | 98 | 89 | 83 | 87 | 80 | 72 | 70 | 68 | 69 | 63 | 59* | 53 |
| Coldrerio | | | | | | | | | | | | | | | |
| Via S. Apollonia | 720.3/79.5 | - | 67 | 69 | 66 | 58 | 58 | 55 | 47 | 50 | 48 | 48 | 46 | 39 | 45 |
| Ligornetto | | | | | | | | | | | | | | | |
| quadretto | 718.4/80.6 | - | 41 | 42 | 43 | 36 | 33 | 34 | 32 | 29 | 34 | 35 | 34 | 32 | 36 |
| Mendrisio | | | | | | | | | | | | | | | |
| Brech | 719.6/81.4 | 51* | 55 | 55 | 56 | 49 | 46 | 49 | 41 | 42 | 43 | 41 | 43 | 34* | 44 |
| stazione FFS | 719.7/80.9 | 64 | 68 | 65 | 66 | 57 | 58 | 48 | 46 | 49 | 48 | 47 | 46 | 42* | 45 |
| scuole | 720.0/80.5 | 39* | 42 | 39 | 45 | 41 | 39 | 38 | 32 | 31 | 30 | 32 | 31 | 29* | 33 |
| Morbio Inf. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Via Cereghetti | 722.7/79.2 | 40* | 36 | 38 | 41 | 35 | 34 | 32 | 28 | 30 | 28 | 27 | 26 | 25 | 30 |
| Novazzano | | | | | | | | | | | | | | | |
| casa comunale | 719.9/77.9 | 38* | 46 | 44 | 47 | 41 | 41 | 39 | 33 | 33 | 35 | 32 | 32 | 29 | 34 |
| Pobia | 720.9/78 | - | 34 | 41 | 42 | 36 | 35 | 33 | 32 | 29 | 32 | 27 | 29 | 26* | 30 |
| Riva S. Vitale | | | | | | | | | | | | | | | |
| scuole | 719.0/84.6 | - | 43 | 46 | 44 | 40 | 39 | 36 | 31 | 31 | 29 | 29 | 31 | 26 | 35 |
| Sagno | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zona Vilette | 724.6/79.5 | 19 | 19 | 21 | 21 | 17 | 17 | 17 | 15 | 13 | 15 | 14 | 13 | 12 | 16 |

Tabella A1.30: Misure con i campionatori passivi di diossido d'azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per il 2002. Il limite OIAt per la media annua di diossido d'azoto è $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

| Luogo | coordinate | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 00 | 01 | 02 |
|---------------------|-------------|-----|----|----|----|----|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|----|
| Stabio | | | | | | | | | | | | | | | |
| via Monticello | 716.1/79.3 | 35 | 33 | 34 | 34 | 34 | 25* | 26 | 23 | 25 | 25 | 23 | 23 | 19 | 23 |
| PTT | 716.4/78.8 | 42 | 41 | 43 | 41 | 38 | 35* | 37 | 32 | 32 | 35 | 29 | 32 | 28 | 30 |
| via Falcette | 716.9/78.9 | 40* | 44 | 44 | 45 | 43 | 36* | 30* | 31 | 33 | 33 | 34 | 32 | 26 | 29 |
| Riviera | | | | | | | | | | | | | | | |
| Biasca | | | | | | | | | | | | | | | |
| asilo | 717.5/136.1 | 25* | 26 | 26 | 27 | 25 | 25 | 23 | 20 | 20 | 20 | 18 | 20 | 16 | 20 |
| casa comunale | 717.9/135.5 | 44* | 48 | 49 | 47 | 43 | 42 | 37 | 35 | 36 | 34 | 30 | 30 | 26 | 33 |
| industrie | 717.8/134.3 | 43* | 49 | 47 | 47 | 40 | 44 | 41 | 36 | 37 | 38 | 35 | 37 | 30* | 35 |
| Valle Maggia | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cevio | | | | | | | | | | | | | | | |
| ospedale | 689.8/131.3 | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 7 | 9 | 6 | 7 | 6 | 7 | - | - |

Tabella A1.31: Misure con i campionatori passivi di diossido d'azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per il 2002. Il limite OIAt per la media annua di diossido d'azoto è $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

| Luogo | coordinate | Ge | Fe | Ma | Ap | Ma | Gi | Lu | Ag | Se | Oc | No | Di | 02 |
|----------------------|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Pian Scairolo | | | | | | | | | | | | | | |
| Montagnola | | | | | | | | | | | | | | |
| Ronchirolo | 715.1/92.4 | 47 | 41 | 28 | 24 | 18 | 16 | 10 | 14 | 21 | 31 | 32 | 32 | 26 |
| IKEA | 715.2/92.4 | 48 | 44 | 32 | 23 | 24 | 19 | 18 | 16 | 23 | 41 | 37 | 36 | 30 |
| Grancia | | | | | | | | | | | | | | |
| Garage Peugeot | 715.4/92.6 | 52 | - | 47 | 46 | 43 | 39 | 35 | 36 | - | 45 | 48 | 40 | 43 |
| Mag. Garzoni | 715.5/92.4 | 65 | 65 | 59 | 72 | 65 | 76 | 57 | 65 | 62 | 61 | 63 | 47 | 63 |

Tabella A1.32: Misure con i campionatori passivi di diossido d'azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per il 2002. Il limite OIAt per la media annua di diossido d'azoto è $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

| Luogo | coordinate | Ge | Fe | Ma | Ap | Ma | Gi | Lu | Ag | Se | Oc | No | Di | 02 |
|-----------------------------|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Campagne speciali | | | | | | | | | | | | | | |
| Profili autostada A2 | | | | | | | | | | | | | | |
| Moleno A (150 m) | 720.7/125.6 | 44 | 37 | 28 | 23 | 25 | 16 | 15 | 17 | 20 | 29 | - | 25 | 25 |
| Moleno B (100 m) | 720.6/125.6 | 47 | 40 | 26 | 27 | 25 | 18 | 18 | 18 | 21 | 31 | 33 | 29 | 28 |
| Moleno C (50 m) | 720.6/125.5 | 44 | 37 | 22 | 30 | 27 | 20 | 21 | 21 | 22 | 31 | 40 | 30 | 29 |
| Moleno D (0 m) | 720.5/125.5 | 51 | 47 | 35 | 50 | 44 | | 35 | 35 | 35 | 44 | 49 | 37 | 42 |
| Moleno E (0 m) | 720.5/125.5 | 44 | 40 | 25 | 42 | 31 | 30 | 26 | 26 | 28 | 37 | 41 | 33 | 34 |
| Moleno F (50 m) | 720.5/125.5 | 46 | 37 | 24 | 38 | 25 | 23 | 13 | 22 | 23 | 33 | 37 | 30 | 29 |
| Moleno G (100 m) | 720.4/125.4 | 46 | 38 | 23 | 41 | 23 | 23 | 18 | 19 | 22 | 32 | 36 | 29 | 29 |
| Moleno H (150 m) | 720.4/125.4 | 44 | 35 | 27 | 21 | 19 | 14 | - | 16 | 19 | 29 | 33 | 29 | 26 |
| Lugano FFS | | | | | | | | | | | | | | |
| Loreto | 716.7/95.4 | 57 | 49 | 47 | 36 | 33 | 33 | 27 | 25 | - | 25 | 41 | 38 | 37 |
| Lugano FFS | 716.8/95.8 | 64 | 53 | 44 | 36 | 31 | 28 | 23 | 23 | 33 | 44 | 41 | 42 | 39 |

Tabella A1.33 : Misure con i campionatori passivi di diossido d'azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per il 2002. Il limite OIAt per la media annua di diossido d'azoto è $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Per i profili lungo l'autostrada A2 il numero in parentesi indica la distanza in metri dalla carreggiata.

b. Misure delle polveri in ricaduta con il metodo “Bergerhoff”

I raccoglitori Bergerhoff misurano la quantità di polveri in ricaduta durante circa un mese. Il contenuto viene pesato (quantitativo di polveri totale) e analizzato riguardo l'eventuale presenza di metalli pesanti.

Le medie annuali per le polveri in ricaduta totali (in $\text{mg}/\text{m}^2 \times \text{d}$) e per i metalli pesanti in esse contenute (zinco, piombo, rame e cadmio) (in $\mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{d}$), rilevate durante la campagna di misura tra il settembre 2001 e l'agosto 2002, sono riportate nella tabella A1.34. A titolo di raffronto sono elencati anche i dati della campagna di rilevamento del '87-'89.

| Luogo | Coordinate | | Altezza (m) | Polveri totali 2002 | Polveri totali 1989 | Zn 2002 | Zn 1989 | Pb 2002 | Pb 1989 | Cu 2002 | Cu 1989 | Fe 2002 | Fe 1989 |
|----------------------------|------------|--------|----------------|---------------------------|---------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Airolo M. Bartola | 687995 | 154353 | 1539 | 39 | 34 | 31 | 83 | 6 | 26 | 6 | 17 | 629 | 459 |
| Airolo Port. Sud Centro | 689190 | 153546 | 1150 | 46 | 196 | 50 | 261 | 8 | 181 | 9 | 58 | 907 | 2471 |
| Airolo Port. Sud dep. | 689213 | 153595 | 1146 | 55 | 72 | 53 | 145 | 7 | 74 | 9 | 26 | 1064 | 1200 |
| Faido Pretorio | 704584 | 148289 | 721 | 47 | 46 | 47 | 135 | 6 | 34 | 14 | 23 | 1966 | 2898 |
| Chiggionga | 706524 | 146551 | 651 | 44 | 28 | 39 | 177 | 7 | 27 | 14 | 23 | 2418 | 2674 |
| Sobrio | 712383 | 139809 | 1124 | 33 | 76 | 18 | 149 | 4 | 52 | 4 | 25 | 582 | 1024 |
| Chironico | 707703 | 141992 | 790 | 32 | 75 | 20 | 163 | 4 | 57 | 4 | 20 | 552 | 725 |
| Giornico S. Nicolzo | 710436 | 139892 | 396 | 56 | 117 | 36 | 532 | 9 | 116 | 23 | 381 | 4501 | 5341 |
| Giornico Campagna | 711349 | 138822 | 358 | 74 | 302 | 94 | 929 | 15 | 386 | 14 | 64 | 2477 | 6872 |
| Giornico Cramosina | 711388 | 138446 | 379 | 45 | 202 | 28 | 736 | 8 | 233 | 8 | 46 | 1069 | 3874 |
| A2 Moleno | 719938 | 126554 | 267 | 75 | | 88 | | 9 | | 14 | | 1405 | |
| Bodio Gesa | 713339 | 137534 | 341 | 116 | 154 | 50 | 603 | 13 | 172 | 17 | 47 | 2171 | 3085 |
| Bodio Mulinetto | 713525 | 137153 | 325 | 106 | 170 | 52 | 577 | 12 | 180 | 21 | 48 | 2957 | 4616 |
| Personico Trusset | 713875 | 136732 | 321 | 72 | 147 | 38 | 522 | 8 | 125 | 12 | 33 | 1505 | 2345 |
| Personico Ram | 714462 | 136449 | 311 | 96 | 112 | 48 | 454 | 8 | 134 | 12 | 40 | 1840 | 3080 |
| Personico Val D'Ambra | 714216 | 135636 | 634 | 38 | 76 | 21 | 160 | 5 | 44 | 5 | 20 | 748 | 1168 |
| Pollegio Mondell | 715590 | 136088 | 301 | 96 | 131 | 47 | 498 | 7 | 156 | 13 | 57 | 2834 | 3803 |
| Pollegio Pra di Poma | 715442 | 135867 | 302 | 154 | 121 | 73 | 424 | 14 | 124 | 23 | 44 | 4368 | 3096 |
| Pollegio Cap. Limezzo | 715765 | 135467 | 307 | 69 | 81 | 29 | 294 | 6 | 81 | 9 | 28 | 1416 | 2011 |
| Bellinzona | 721859 | 116680 | 224 | 71 | 92 | 91 | 112 | 12 | 85 | 30 | 33 | 1690 | 1540 |
| Auressio | 695055 | 117417 | 687 | 50 | | 41 | | 8 | | 8 | | 966 | |
| Intragna Campagna | 697284 | 114808 | 381 | 46 | | 26 | | 6 | | 7 | | 749 | |
| Intragna Campagna | 697486 | 114847 | 384 | 62 | | 62 | | 9 | | 12 | | 1198 | |
| Avegno | 700601 | 118341 | 291 | 192 | 119 | 63 | 183 | 9 | 57 | 10 | 24 | 4198 | 1897 |
| Gordevio | 700978 | 120084 | 363 | 46 | 51 | 24 | 101 | 6 | 85 | 6 | 23 | 930 | 842 |
| Bignasco | 690141 | 132429 | 466 | 30 | | 18 | | 4 | | 4 | | 540 | |
| Bignasco | 690141 | 132429 | 466 | 30 | | 18 | | 4 | | 4 | | 603 | |
| Locarno P. Castello | 704661 | 113788 | 198 | 116 | | 273 | | 20 | | 49 | | 2486 | |
| Sonogno | 703808 | 133973 | 924 | 37 | | 18 | | 4 | | 4 | | 644 | |
| Gordolz Sic | 710291 | 114105 | 198 | 78 | | 56 | | 9 | | 17 | | 1569 | |
| Locarno Aeroporto | 710771 | 113496 | 199 | 72 | 54 | 36 | 85 | 9 | 56 | 9 | 20 | 1451 | 958 |
| Locarno Aeroporto | 710771 | 113496 | 199 | 89 | 54 | 36 | 85 | 11 | 56 | 10 | | 1943 | |
| Polivideo FFS | 711759 | 114699 | 200 | 184 | 147 | 271 | 201 | 24 | 147 | 43 | 47 | 4078 | 4147 |
| Polivideo FFS | 711756 | 114655 | 197 | 108 | 95 | 141 | 374 | 14 | 195 | 25 | 48 | 2299 | 2444 |
| A13 Pizzante | 712642 | 113840 | 204 | 106 | | 41 | | 10 | | 13 | | 1955 | |
| Riazzino Malpensata | 711529 | 115260 | 255 | 71 | 78 | 33 | 119 | 7 | 69 | 18 | 55 | 1055 | 1393 |
| Cadenazzo SFEA | 715575 | 113406 | 205 | 76 | 104 | 39 | 99 | 7 | 54 | 10 | 19 | 1301 | 1225 |
| Camignolo Strada | 715669 | 106886 | 433 | 83 | 101 | 50 | 147 | 12 | 86 | 41 | 27 | 1868 | |
| Camignolo Vigneto | 715675 | 106782 | 432 | 84 | 128 | 91 | 151 | 11 | 80 | 12 | 30 | 1852 | 2278 |
| Camignolo OASI | 715433 | 106907 | 437 | 95 | 105 | 268 | 144 | 17 | 74 | 23 | 28 | 2323 | 929 |

Tabella A.1.34: Quantitativi totali di polveri in ricaduta (in mg/m² x d), riscontrati durante le due campagne di misura condotte nel '87-'89 e nel '01-'02 in diversi punti del territorio ticinese. I limiti OIAt sono i seguenti: polveri in ricaduta totali = 200 mg/m² x d, Zinco (Zn) = 400 µg/m² x d, Piombo (Pb) = (100 µg/m² x d). Per Rame (Cu) e Ferro (Fe) non esistono attualmente limiti di legge.

| Luogo | Coordinate | | Altezza (m) | Polveri totali 2002 | Polveri totali 1989 | Zn 2002 | Zn 1989 | Pb 2002 | Pb 1989 | Cu 2002 | Cu 1989 | Fe 2002 | Fe 1989 |
|-------------------|------------|--------|-------------|---------------------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Lamone Grumo | 715249 | 99714 | 309 | 73 | | 122 | | 11 | | 16 | | 1834 | 1315 |
| Gravesano | 715055 | 100191 | 321 | 91 | | 152 | | 13 | | 19 | | 2171 | |
| Arosio | 713258 | 100461 | 837 | 46 | | 34 | | 8 | | 7 | | 1017 | |
| IDA SUD | 714413 | 96210 | 299 | 58 | | 58 | | 9 | | 13 | | 1247 | |
| IDA NORD | 714628 | 96603 | 286 | 60 | | 39 | | 9 | | 13 | | 1266 | |
| IDA NORD | 714628 | 96603 | 286 | 62 | | 39 | | 9 | | 12 | | 1368 | |
| Chiasso S.M. | 723372 | 77407 | 240 | 61 | 114 | 58 | 181 | 12 | 110 | 17 | 44 | 1332 | 1674 |
| Chiasso Pedrinata | 722304 | 76260 | 430 | 71 | 62 | 46 | 99 | 11 | 42 | 12 | 252 | 1245 | 801 |
| Chiasso dogana | 723945 | 76957 | 256 | 140 | 122 | 267 | 402 | 32 | 143 | 71 | 76 | 3841 | 2792 |
| M. Generoso | 721991 | 85220 | 1176 | 63 | | 38 | | 10 | | 9 | | 1185 | |

Tabella A.1.35: Quantitativi totali di polveri in ricaduta (in $\text{mg/m}^2 \times \text{d}$), riscontrati durante le due campagne di misura condotte nel '87-'89 e nel '01-'02 in diversi punti del territorio ticinese. I limiti OIAt sono i seguenti: polveri in ricaduta totali = $200 \text{ mg/m}^2 \times \text{d}$, Zinco (Zn) = $400 \mu\text{g/m}^2 \times \text{d}$, Piombo (Pb) = $(100 \mu\text{g/m}^2 \times \text{d})$. Per Rame (Cu) e Ferro (Fe) non esistono attualmente limiti di legge.

ALLEGATO II

DEFINIZIONI ED ABBREVIAZIONI

| | |
|-----------------------|---|
| Emissione | Produzione di inquinanti per mezzo di impianti stazionari o mobili |
| Immissione | Concentrazione degli agenti inquinanti nell'aria; effetti di questi inquinanti sulle persone, gli animali, la vegetazione e gli edifici |
| OIAt | Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico del 16 dicembre 1985 (aggiornata al 28 marzo 2000) |
| SO₂ | Diossido di zolfo (anidride solforosa) |
| NO | Monossido d'azoto |
| NO₂ | Diossido d'azoto |
| NO_x | Ossidi d'azoto (NO + NO ₂) |
| CO | Monossido di carbonio |
| O₃ | Ozono |
| VOC | Composti organici volatili (chiamati, in passato, impropriamente idrocarburi) |
| PAH | Idrocarburi policiclici aromatici |
| PM10 | Polveri "fini" (inalabili) con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (0.01 mm) |
| Pb | Piombo |
| Cd | Cadmio |
| Zn | Zinco |

ALLEGATO III

UNITÀ DI MISURA E CONCETTI USATI PER DESCRIVERE L'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

| | | |
|-----------------------|---|--|
| ng/m ³ | = | nanogrammo/metrocubo |
| µg/m ³ | = | microgrammo/metrocubo (1 µg/m ³ = 1000 ng/m ³) |
| mg/m ³ | = | milligrammo/metrocubo (1 mg/m ³ = 1000 µg/m ³) |
| ppm | = | parti per milione |
| ppb | = | parti per bilione |
| µg/m ² x d | = | microgrammo/metroquadrato al giorno |
| mg/m ² x d | = | milligrammo/metroquadrato al giorno (1 mg/m ² x d = 1000 µg/m ² x d) |

valore o
media semioraria: concentrazione media di una sostanza misurata durante 30 minuti. È la grandezza base per il calcolo di tutti gli altri valori.

media sulle 24 ore o
media giornaliera: media aritmetica dei valori semiorari di una giornata; le procedure usate nelle stazioni di misura ticinesi prevedono che se in una giornata sono disponibili **meno** di 36 valori semiorari, si rinuncia al calcolo della media giornaliera.

media annua: media aritmetica di tutti i valori semiorari misurati durante 1 anno.

95° percentile (per NO₂ e SO₂): secondo l'OIAAt il 95 % di tutti i valori semiorari misurati in una località **durante 1 anno** devono essere inferiori, e di conseguenza il 5 % degli stessi può essere superiore, al limite indicato. Essendoci in 1 anno 17520 semiore; il 5 % corrisponde a 876 semiore.

98° percentile (per O₃): secondo l'OIAAt il 98 % di tutti i valori semiorari misurati in una località **durante 1 mese** devono essere inferiori, e di conseguenza il 2 % degli stessi può essere superiore, al limite indicato. Essendoci in 1 mese 1440 semiore; il 2 % corrisponde a 29 semiore.

ALLEGATO IV

FATTORI DI CONVERSIONE

| Sostanza | Massa molare (g) | Fattore di conversione da µg/m ³ a ppb | Fattore di conversione da ppb a µg/m ³ |
|-------------------------|---------------------|--|--|
| SO ₂ | 64.06 | 0.385 | 2.597 |
| NO | 30.01 | 0.822 | 1.217 |
| NO ₂ | 46.01 | 0.536 | 1.866 |
| CO | 28.01 | 0.881 | 1.135 |
| O ₃ | 48.00 | 0.514 | 1.946 |
| VOC | | | |
| Benzene | 78.11 | 0.316 | 3.165 |
| Toluene | 92.14 | 0.268 | 3.731 |
| Etilbenzene | 106.17 | 0.233 | 4.292 |
| m/p-Xilene | 106.17 | 0.233 | 4.292 |
| o-Xilene | 106.17 | 0.233 | 4.292 |
| Stirola | 104.15 | 0.237 | 4.219 |
| Isopropilbenzene | 120.19 | 0.205 | 4.878 |
| n-Propilbenzene | 120.19 | 0.205 | 4.878 |
| m/p- Etiltoluene | 120.19 | 0.205 | 4.878 |
| o- Etiltoluene | 120.19 | 0.205 | 4.878 |
| 1,3,5-Trimetilbenzene | 120.19 | 0.205 | 4.878 |
| 1,2,4-Trimetilbenzene | 120.19 | 0.205 | 4.878 |
| 1,2,3-Trimetilbenzene | 120.19 | 0.205 | 4.878 |
| n-Eptano | 100.20 | 0.246 | 4.065 |
| Isooctano | 114.23 | 0.216 | 4.630 |
| n-Octano | 114.23 | 0.216 | 4.630 |
| n-Nonano | 128.26 | 0.192 | 5.208 |
| n-Decano | 142.28 | 0.174 | 5.747 |
| Undecano | 156.31 | 0.158 | 6.329 |
| a-Pinene | 136.24 | 0.181 | 5.525 |
| b-Pinene | 136.24 | 0.181 | 5.525 |
| Canfene | 136.24 | 0.181 | 5.525 |
| 3-Carene | 136.24 | 0.181 | 5.525 |
| Limonene | 136.24 | 0.181 | 5.525 |
| 1,1,1-Tricloroetano | 133.41 | 0.185 | 5.405 |
| 1,1,2- Tricloroetano | 133.41 | 0.185 | 5.405 |
| Triclorometano | 119.38 | 0.207 | 4.831 |
| Tetraclorometano | 153.82 | 0.161 | 6.211 |
| Tricloroetilene | 131.39 | 0.188 | 5.319 |
| Tetracloroetilene | 165.83 | 0.149 | 6.711 |
| Clorobenzene | 112.56 | 0.219 | 4.566 |
| 1,1,2,2-Tetracloroetano | 165.83 | 0.147 | 6.803 |
| 1,3-Diclorobenzene | 147.00 | 0.168 | 5.952 |
| 1,4- Diclorobenzene | 147.00 | 0.168 | 5.952 |
| 1,2- Diclorobenzene | 147.00 | 0.168 | 5.952 |

Tutti i fattori di conversione sono calcolati a 9°C e 950 mbar.

BIBLIOGRAFIA

- [1] UFAFP (1990): *Raccomandazioni sulle misure degli inquinanti atmosferici*, 15 gennaio 1990.
- [2] IFEC Consulente (2001): *Valutazione delle immissioni di NO₂ nell'ambito del Piano dei trasporti del Mendrisiotto (PTM)*, Maggio 2001.
- [3] IFEC Consulente (2002): *Valutazione delle immissioni di NO₂ nell'ambito del Piano dei trasporti del Luganese (PTL)*, Luglio 2002.
- [4] Sezione Protezione Aria e Acqua, Ufficio Protezione dell'Aria (2002): *Analisi della qualità dell'aria 2001*, Settembre 2002.
- [5] BUWAL (1999): *PM10 - Vergleichsmessungen*, August 1999, INFRAS.
- [6] Sezione Protezione Aria e Acqua, Ufficio Protezione dell'Aria (1994): *Analisi della qualità dell'aria 1993*, Settembre 1994.
- [7] Homepage di "InLuft" (2003). Indirizzo web <http://www.in-luft.ch/InLuft>.
- [8] UFAFP (2003): *Ozon o.k. ? – smog estivo e ozono* [versione digitale]. Disponibile all'indirizzo web <http://www.ozonok.ch/italienisch/Ozono%20o.k..pdf>
- [9] Homepage di "Non solo aria" (2003): *Il buco dell'ozono* [versione digitale]. Disponibile all'indirizzo web <http://www.nonsoloaria.com/buoz.htm>.
- [10] Homepage di "Non solo aria" (2003): *L'ozono* [versione digitale]. Disponibile all'indirizzo web <http://www.nonsoloaria.com/igpotca.htm>.
- [11] Homepage del BUWAL (2003).Indirizzo [web http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/fachgebiete/fg_luft](http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/fachgebiete/fg_luft).
- [12] Sezione Protezione Aria e Acqua, Ufficio Protezione dell'Aria (1998): *Analisi della qualità dell'aria 1997*, Settembre 1998.
- [13] Sezione Protezione Aria e Acqua, Ufficio Protezione dell'Aria (2001): *Analisi della qualità dell'aria 2000*, Settembre 2001.
- [14] Lufthygieneamt beider Basel (2002): *Die Luftqualität in der Region Basel, Jahresbericht 2001* [versione digitale]. Disponibile all'indirizzo web www.baselland.ch/docs/bud/lufthygiene/klima/jb2002.pdf.

- [15] Homepage del “Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen” (2003): indirizzo web <http://www.lua.nrw.de/luft/immissionen/staub/staub.htm>.
- [16] Umweltatlas Hessen (2003): Schwermetalle im Staubniederschlag [versione digitale]. Disponibile all'indirizzo web http://atlas.umwelt.hessen.de/servlet/Frame/atlas/luft/ik/qualitaet/schwermetalle_staub/sm.htm.
- [17] Servizio “Epidemiologia” del Dipartimento Sanità Pubblica AUSL Modena (2003): Inquinamento atmosferico e polveri [versione digitale]. Disponibile all'indirizzo web http://www.usl.mo.it/pps/approf/07/07_02.html.
- [18] Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione Ambientale del Veneto (2003): A proposito di polveri atmosferiche: il fenomeno delle polveri [versione digitale]. Disponibile all'indirizzo web <http://www.arpa.veneto.it/aria/pm10.htm>.

AUTORI E RINGRAZIAMENTI

Le analisi della qualità dell'aria e la redazione del rapporto sono state curate da:

Mario Camani
Valerio Fumagalli
Dario Rezzonico
Michele Politta
Katharina Schuhmacher
Christian Poncini.
Luca Colombo

Gli autori sono grati al dott. Prelati della TIMCAL di Bodio per aver messo a disposizione le misure del diossido di zolfo.

Si ringraziano inoltre i privati, gli enti e in particolare le autorità comunali che hanno fornito il loro prezioso contributo allo svolgimento delle indagini.

UFFICIO PROTEZIONE DELL'ARIA