

SEZIONE PROTEZIONE ARIA, ACQUA E SUOLO

UFFICIO PROTEZIONE DELL'ARIA

ANALISI DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

2001



DIVISIONE AMBIENTE

DIPARTIMENTO DEL TERRITORIO

DICEMBRE 2003

INDICE

Sommario	3
Parte prima	
Le analisi dell'aria in Ticino	9
1.1 Introduzione	9
1.2 La rete cantonale di rilevamento della qualità dell'aria.....	11
1.3 Metodi di misura.....	14
Parte seconda	
Qualità dell'aria in Ticino: situazione e tendenze evolutive.....	18
2.1 Diossido di zolfo.....	18
2.2 Diossido d'azoto.....	21
2.3 Ozono	24
2.4 Monossido di carbonio	28
2.5 Polveri fini	28
2.6 Composti organici volatili	32
Parte terza	
Trend dell'ozono al Sud delle Alpi	34
3.1 Introduzione	34
3.2 Dati e metodo.....	34
3.3 I diversi trend al Sud delle Alpi.....	37
3.4 Indagine sull'influenza della Pianura padana.....	41
3.5 Conclusioni	44
Allegati	
I Risultati delle analisi.....	46
II Definizioni ed abbreviazioni.....	71
III Unità di misura e concetti	72
IV Fattori di conversione.....	73
Bibliografia.....	74

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 scopi la protezione dell'uomo e dell'ambiente dai contaminanti dell'aria. A questo fine, il Consiglio federale ha definito nell'OIAAt 18 limiti d'immissione, che tengono in dovuta considerazione anche le categorie della popolazione più a rischio (per esempio bambini, anziani e gestanti).

L'ambizioso traguardo di far rispettare 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'Ordinanza prevede inoltre, che i singoli cantoni determinino tramite misurazioni l'entità delle immissioni sul proprio territorio e che poi presentino i risultati in un rapporto.

L'insieme delle postazioni in cui si misura la qualità dell'aria ticinese forma la rete di rilevamento cantonale. Essa comprende in primo luogo 6 stazioni fisse, situate a Chiasso, Lugano, Bioggio, Locarno, Brione sopra Minusio e Bodio, e dotate di apparecchiature elettroniche in grado di determinare in maniera continua le concentrazioni dei principali inquinanti degli strati bassi della stratosfera. Tali apparecchi sono regolarmente controllati e calibrati da differenti esperti ed in situazioni diverse.

A questa prima serie di dati fanno seguito ulteriori rilevamenti (campionatura passiva, campagne di misura speciali, apparecchiature singole, ecc.), che completano le informazioni ottenute con le stazioni di analisi al fine di raggiungere una buona copertura.

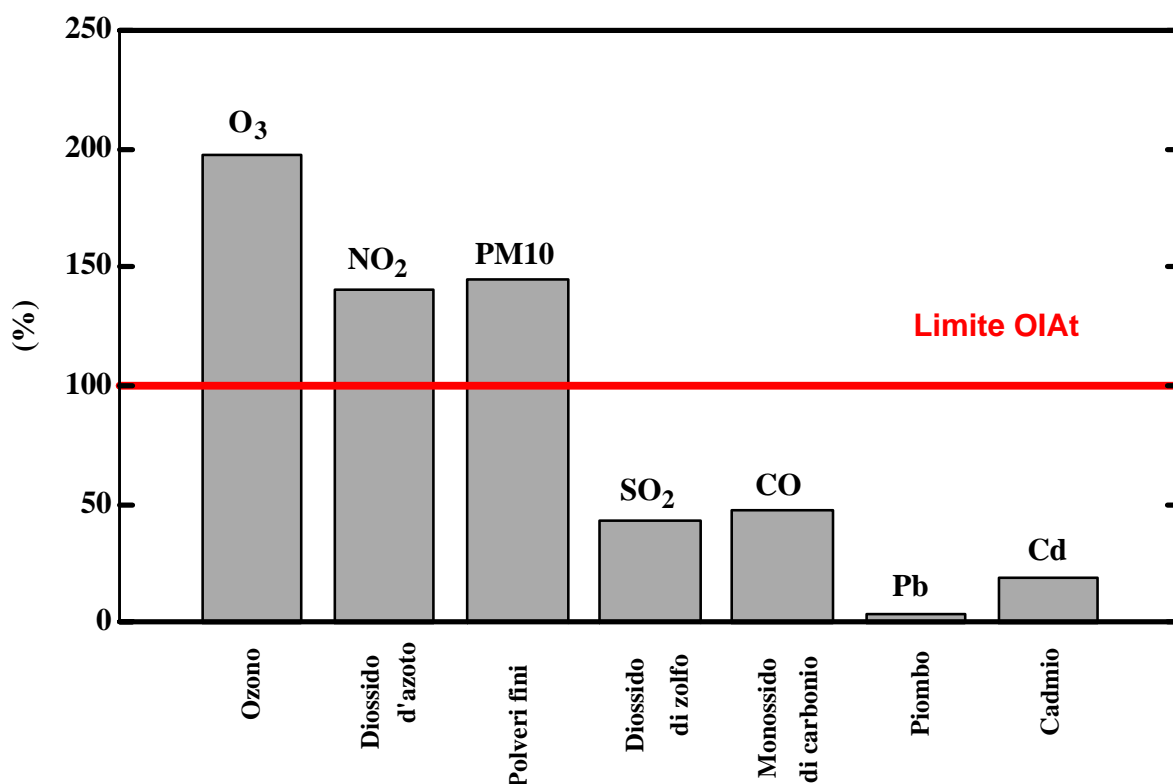
Manifestando il carico inquinante disuguaglianze regionali notevoli e volendo impiegare i mezzi a disposizione in modo ragionevole, i luoghi di rilevamento devono risultare il più rappresentativi possibile e, dove ce ne fosse bisogno, essere in grado di descrivere una situazione ritenuta problematica.

La rete di rilevamento cantonale cerca di soddisfare al meglio le esigenze che riguardano la salute pubblica cantonale, derivanti dalle mutevoli situazioni di carico inquinante (locale, regionale, nazionale o internazionale che sia). Tale struttura è perciò costantemente aggiornata e in continua evoluzione.

QUALITÀ DELL'ARIA IN TICINO: situazione di stabilità

Complessivamente, durante il 2001 si è assistito ad un leggero miglioramento della qualità dell'aria rispetto all'anno precedente. Ciononostante alcuni valori d'immissione sono ancora sopra le soglie. 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 osservati.

La situazione delle immissioni dei principali inquinanti può essere descritta riportando per gli stessi i valori più elevati rilevati dalle stazioni d'analisi in percento dei relativi limiti d'immissione stabiliti dall'OIAAt:



Immissioni nel Canton Ticino: carico inquinante nel 2001 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 vengono in generale riscontrati negli agglomerati e sono quindi rappresentativi della qualità dell'aria nelle zone dove risiede la maggior parte della popolazione.

Troppe polveri fini (PM10)

Le polveri fini PM10 sono sostanze inquinanti prodotte dal traffico, dall'industria e da altre fonti di emissione. I limiti d'immissione fissati dall'OIAI 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 2001 risulta, che sul fondovalle in Ticino sussistono concentrazioni medie annue di polveri fini comprese tra i 21 ed i $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Valori simili sono stati registrati anche in altri luoghi della Svizzera con forti emissioni locali: $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nella città di Zurigo, $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel centro di Berna e $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a Härkingen dove le autostrade A1 e A2 s'incrociano. 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 2001 è stata di $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sulla scorta dei primi 10 mesi di misura a Brione s.M. si può affermare, che anche nelle zone elevate del Ticino i limiti per le polveri fini sono rispettati.

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, a dipendenza del punto di misura, su un minimo di 5 giorni fino ad un massimo di 35 giorni (nel 2001). I valori medi giornalieri massimi registrati dalle diverse stazioni si situano tra i 60 e i $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

È prematuro parlare di tendenze evolutive per questo inquinante, in quanto nella maggior parte dei casi si dispone di soli quattro anni consecutivi di misura. Sulla base della serie di Chiasso, dove si registrano dati a partire dal 1994, si può comunque affermare che, dopo un periodo di relativa stabilità, la media annua riscontrata nel 2001 in questa cittadina è moderatamente inferiore a quelle degli anni precedenti.

Ozono (O₃): il maggior numero di superamenti durante i mesi di giugno, luglio ed agosto

Durante i periodi estivi, pressoché ovunque le immissioni di ozono superano largamente i limiti fissati dall'OIAI, sia per intensità che per durata. Il limite di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media oraria nel 2001 è stato superato per un totale di ore che varia tra le 52 di Bodio e le 548 di Chiasso. Le concentrazioni medie orarie massime sono variate tra i $185 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di Bodio ed i $293 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di Chiasso e si sono registrate tra giugno ed agosto.

A causa dell'influsso della meteorologia sulla formazione dell'ozono, è difficile riconoscere una tendenza evolutiva. Sulla base delle serie storiche di dati, si può affermare che i provvedimenti finora adottati hanno probabilmente consentito ad arrestare l'incremento delle concentrazioni di ozono.

Uno studio del Paul Scherrer Institut, che ha analizzato le diverse tendenze delle concentrazioni di ozono al Sud delle Alpi nel decennio dal 1990 al 1999, è sintetizzato nella terza parte di questo rapporto.

Diossido d'azoto (NO₂): valori ancora eccessivi

Le concentrazioni di diossido d'azoto sono fortemente influenzate dalle fonti di emissione locali. Per questo motivo questo gas viene riscontrato maggiormente all'interno dei principali centri abitati del Cantone e lungo gli assi stradali con forte traffico. Lontano dalle principali fonti di emissione, come ad esempio sui pendii in quota, si registrano per contro valori inferiori al limite OIAt.

All'inizio degli anni '80, le immissioni di diossido d'azoto erano in forte crescita. Grazie a provvedimenti di natura tecnica è stato possibile arrestare questo sviluppo ed in seguito, anche grazie a condizioni meteo-climatiche favorevoli, si è verificata una marcata diminuzione di tali immissioni. Le concentrazioni misurate durante il 2001 sono state in gran parte inferiori a quelle del 2000 (quando si erano verificate ripetute situazioni di smog invernale), rimanendo tuttavia al di sopra dei limiti previsti dall'OIAt.

Un elevato potenziale di miglioramento per questo inquinante 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) sono da diversi anni conformi alle norme di qualità dell'aria fissate dall'OIAt ed i carichi annui si situano attorno a valori di circa due volte inferiori al limite.

La diminuzione delle immissioni di questo inquinante è da ricondurre alla riduzione del tenore di zolfo nell'olio combustibile e, per il Sottoceneri, alla diffusione del gas naturale. 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'OIAt. 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'OIAt. Il divieto di utilizzare e smerciare benzina contenente piombo, entrato in vigore l'1.1.2000, dovrebbe contribuire in questo senso ad un'ulteriore riduzione.

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

Nonostante l'OIA 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 umana (il benzolo è classificato dall'OIA 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 a misure adottate alla fonte di tali emissioni, come ad esempio l'installazione di sistemi di recupero dei vapori della benzina presso le stazioni di servizio ed i grandi depositi. Questi provvedimenti sono efficienti per quanto riguarda gli effetti locali e 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 nei mesi caldi.

TREND DELL'OZONO AL SUD DELLE ALPI

L'Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio (UFAP), l'Ufficio della protezione dell'aria (UPA/SPAAS) del Canton ticino e l'Ufficio per l'ambiente (UPA Gr) del Canton Grigioni hanno incaricato il rinomato Paul Scherrer Institut (PSI) di studiare ed approfondire l'evoluzione delle concentrazioni di ozono al Sud delle Alpi negli anni '90.

Gli studiosi del PSI hanno rilevato per questo decennio una notevole diminuzione delle concentrazioni massime di O₃ nei mesi di luglio e agosto a Sud della Svizzera (Ticino e Mesolcina). Le concentrazioni invernali sono per contro aumentate, pur rimanendo molto al di sotto dei valori registrati in estate. Lo studio ha tenuto tra l'altro conto dell'influsso delle condizioni meteorologiche sui dati registrati, permettendo di quantificare la reale tendenza dei quantitativi di ozono per il suddetto periodo: dopo questa verifica le concentrazioni estive sono sì diminuite, ma in maniera meno vistosa, mentre l'aumento invernale è rimasto praticamente uguale anche dopo la correzione dagli influssi meteorologici.

A Meridione delle Alpi dal 1990 al 1999, 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 µg/m³ 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 (dovute anche alla progressiva introduzione del catalizzatore sulle vetture) abbiano comportato anche 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 nella regione padana durante tale mese è stata stimata a 20-30%.

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

NECESSITÀ DI RISANAMENTO

Nonostante i 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 tra l'altro di contrastare l'inquinamento causato dalle polveri fini e dall'altro rendere più specifici i provvedimenti già adottati.

Le suddette misure sono in fase di elaborazione 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 sono stati o saranno adeguati alle realtà locali, con l'elaborazione di piani di risanamento regionali. Durante lo scorso mese di ottobre il Consiglio di Stato ha adottato il Piano di risanamento dell'aria del Luganese (PRAL), che aveva già riscosso ampi consensi in fase di consultazione. Sono invece in preparazione i piani di risanamento per i comprensori del Mendrisiotto e del Piano di Magadino.

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 (OIAAt), emanata dal Consiglio Federale il 16 dicembre 1985 (e aggiornata al 28.3.2000), è di proteggere l'uomo, 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, OIAAt).

A questo scopo sono stati definiti nella stessa vari limiti d'immissione che, stando alle conoscenze scientifiche attuali, dovrebbero garantire, se rispettati, un equilibrio ecologico adeguato come pure una qualità dell'aria accettabile, anche per le categorie della popolazione più sensibili e a rischio (ad esempio i bambini, gli anziani e le gestanti). In altre parole, se queste soglie vengono osservate, gli effetti negativi degli inquinanti dell'aria sono alquanto improbabili. I suddetti limiti sono elencati e commentati in dettaglio nella tabella 1.

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 Svizzera interna come in Ticino vi sono dei superamenti delle soglie, a volte anche massicci.

L'OIAAt, inoltre, affida ai cantoni l'incarico di determinare l'entità delle immissioni nel proprio territorio attraverso rilevamenti appropriati, ad intervalli regolari, e di poi elaborarne 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 2001.

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

Sostanza nociva	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 1/2 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 d'azoto (NO ₂)	30 µg/m ³	Valore annuo medio (media aritmetica)
	100 µg/m ³	95% dei valori medi su 1/2 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 1/2 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)
Ricaduta polvere in totale	200 mg/m ² x d	Valore annuo medio (media aritmetica)
Piombo (Pb) nella ricaduta di polvere	100 µg/m ² x d	Valore annuo medio (media aritmetica)
Cadmio (Cd) nella ricaduta di polvere	2 µg/m ² x d	Valore annuo medio (media aritmetica)
Zinco (Zn) nella ricaduta di polvere	100 µg/m ² x d	Valore annuo medio (media aritmetica)
Talio (Tl) nella ricaduta di polvere	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 è un insieme di postazioni di misura distribuite su tutto il territorio della Svizzera italiana.

Essa è in continuo sviluppo per stare al passo con le mutevoli situazioni del carico dei diversi contaminanti e con le esigenze riguardanti la salute pubblica, in particolare in Ticino, che ne derivano.

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

Anche i supporti informatici di archiviazione e gestione dei dati delle misurazioni sono ora all'avanguardia. Nel 2001 si è dato infatti inizio ad un progetto - conclusosi all'inizio del 2003 - con l'obiettivo di creare una nuova banca dati. Questa permette un più facile approccio e semplifica di molto le operazioni di consultazione dei suddetti dati dell'aria.

La scelta dei luoghi di rilevamento non può essere casuale, se si vuol rappresentare nel miglior modo possibile e con un ragionevole impiego dei mezzi a disposizione lo stato dell'aria al Sud delle Alpi. 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 per così dire i punti nevralgici della rete cantonale di rilevamento.



Foto 1: Stazione di misura della rete cantonale di rilevamento ticinese a Bioggio.

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 a tal proposito anche il capitolo 1.3). I rispettivi dati sono poi inviati elettronicamente alla sede di Bellinzona.

La rete cantonale di rilevamento comprende sei stazioni ubicate a Chiasso, Bioggio, Lugano, Locarno, Brione s. Minusio e Bodio. Qui di seguito una descrizione di questi posti di misura:

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, situata 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) LOCARNO coordinate: 704.63 / 113.80
quota: 200 m s.l.m.

La stazione di misura, situata 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, gode di una buona insolazione che favorisce correnti termiche sui pendii e quindi la dispersione delle sostanze inquinanti. Questa situazione è inoltre rafforzata dai fenomeni di brezza tra lago e valli.

- 5) 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.

- 6) 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 che 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 ed è bloccato verso nord dalla Biaschina.

1.2.2 Altri punti di misura

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

Il diossido d'azoto, per esempio, viene determinato anche tramite campionatura passiva in un centinaio di posti distribuiti in tutto il cantone (una loro descrizione più esaustiva si trova nell'allegato 2).

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 capitolo 1.3), posti a Pollegio e Faido.

Si sono inoltre da poco conclusi i lavori per l'installazione di due nuove stazioni di analisi, finanziati dalla Confederazione per il monitoraggio delle misure fiancheggiatrici riguardanti il trasferimento del traffico merci su rotaia. Tali stazioni, ubicate a Moleno e a Camignolo (ai bordi della A2), fanno pure parte dell'Osservatorio ambientale della Svizzera Italiana (OASI).

Per concludere, a partire da agosto 2001 e sull'arco di un anno è stata svolta in Ticino una campagna di misura delle polveri in ricaduta. Gli appositi barattoli di misura Bergerhoff sono stati collocati, e poi cambiati mensilmente, in 60 punti rappresentativi sparsi sul territorio cantonale.

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. I relativi dati sono inviati telematicamente ogni giorno all'unità centrale di elaborazione dati della SPAAS a Bellinzona. La dotazione delle diverse stazioni d'analisi è riportata nella tabella 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.

Parametri	Chiasso	Bioggio	Lugano	Locarno	Brione s. M.	Bodio
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)	●	●	●	●	●	

Se da un lato questo metodo è molto pratico e comodo, e permette un'analisi approfondita della situazione dell'inquinamento, dall'altro esso è puntuale e le suddette apparecchiature e la loro manutenzione sono abbastanza costose.

I campionatori passivi di diossido d'azoto sono forniti da un laboratorio incaricato dalla Scuola Politecnica federale di Zurigo e 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 dal laboratorio della Sezione.

Questo metodo è sì meno preciso e agevole di quelli elettronici visti in precedenza, tuttavia esso è economicamente più vantaggioso e permette, allargando notevolmente l'area d'indagine, di avere una visione più globale del carico inquinante a livello regionale. Nel 2000, per esempio, tali dati sono stati usati per sviluppare con successo una mappa d'esposizione all'NO₂ della popolazione del Mendrisiotto [2]. La stessa metodica è stata applicata al comprensorio del Luganese [3] con risultati molto simili a quelli del Mendrisiotto.

Le misurazioni delle polveri fini PM10 sono effettuate con due apparecchiature diverse, vale a dire FAG e DIGITEL. A Chiasso e Locarno è in funzione un FAG; esso aspira in un primo tempo l'aria (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 X.

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

Durante un periodo di quattro mesi (da settembre a dicembre del 1999), nella stazione di Locarno sono rimasti simultaneamente in funzione sia un Digitel che un FAG. La figura 1 riporta il confronto dei dati ottenuti con i due metodi. La dispersione attorno alla bisettrice (linea tratteggiata nella figura) è piccola - il coefficiente di correlazione tra le due serie di dati è 0.94 - ed i punti sono distribuiti uniformemente rispetto alla stessa, il che conferma la validità dei due sistemi di misura.

I risultati di un ulteriore confronto dei diversi metodi impiegati per la misura delle polveri fini in Svizzera (in base ai dati degli anni 1997, 1998 e 1999) sono pubblicate dal BUWAL [4].

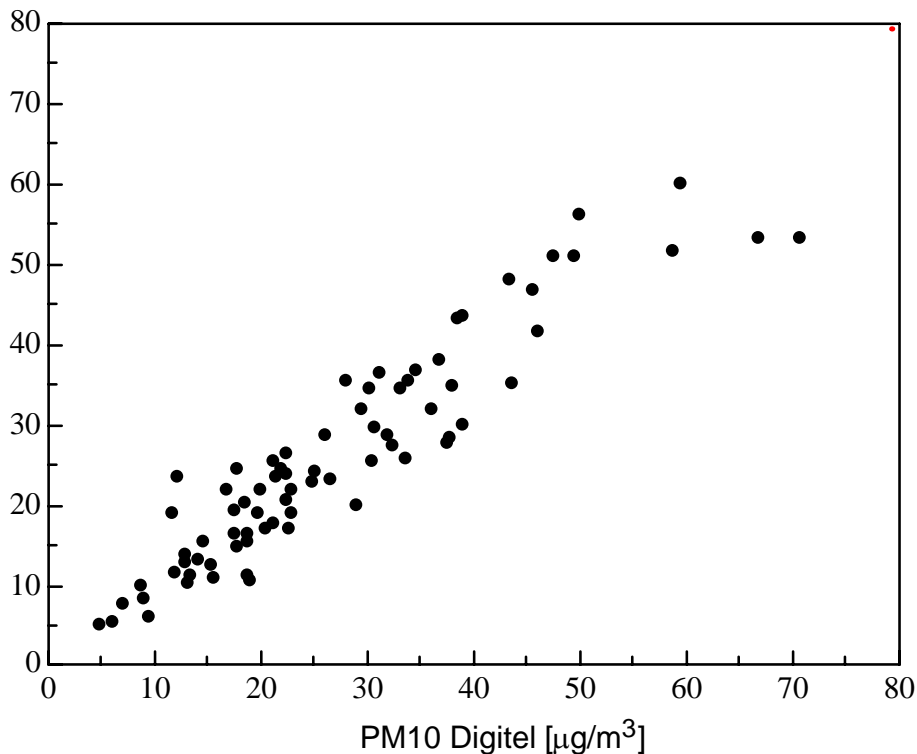


Figura 1: Concentrazioni medie giornaliere di PM10 (periodo settembre-dicembre 1999) ottenute a Locarno con due metodi di misura diversi (FAG e DIGITEL). La riga tratteggiata rappresenta il caso ideale, in cui entrambi misurano la stessa concentrazione di polveri fini.

1.3.2 Metodica dei controlli

Il sistema di acquisizione elettronico dei dati effettua quotidianamente vari 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. *Settimanalmente* si realizzano inoltre la taratura ed i controlli delle apparecchiature 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 2001 il sistema di calibrazione è stato verificato mediante esperimenti di questo tipo dalla ditta Oekoscience. Sempre durante quell'anno, l'Associazione degli specialisti dell'aria svizzeri (CercI'Air) ha effettuato a Basilea un'intercalibrazione a livello nazionale, alla quale ha partecipato pure il nostro Cantone con una stazione di analisi e le relative apparecchiature.

1.3.3 Precisione delle misure

Da esperienze a livello svizzero si può affermare, 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. Dal confronto dei dati ottenuti con le due tecniche di misura (continuo e passivo), si osserva, che per concentrazioni medie annue superiori ai 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le differenze tra gli stessi sono inferiori all'8% [5].

PARTE SECONDA

QUALITÀ DELL'ARIA IN TICINO: SITUAZIONE E TENDENZE

2.1 Diossido di zolfo (anidride solforosa)

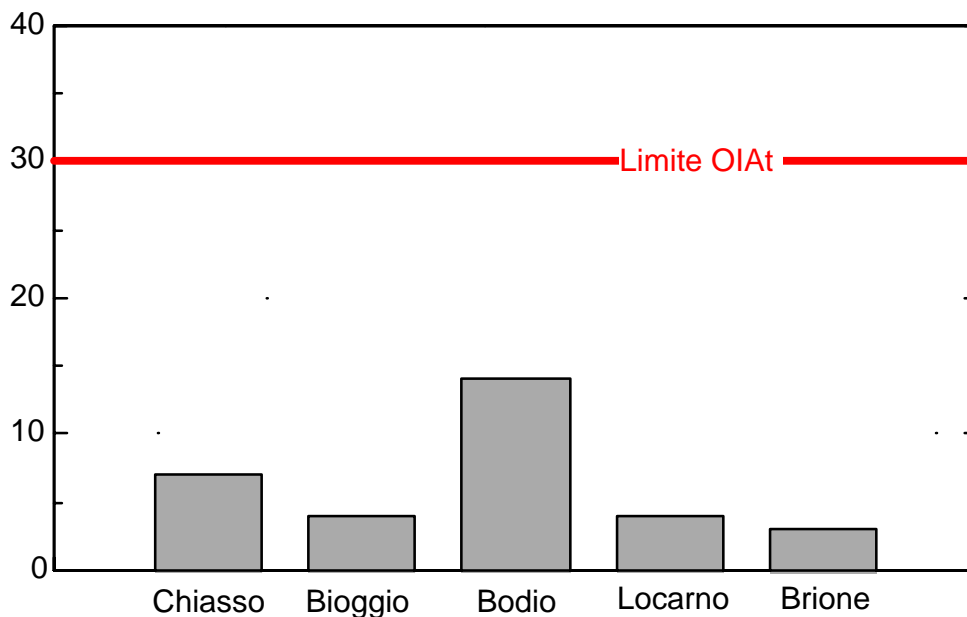


Figura 2: Concentrazioni medie annue di diossido di zolfo nel 2001.

Le concentrazioni medie annue di diossido di zolfo (SO_2) registrate durante il 2001 nelle diverse località di misura sono mostrate nella figura 2. Per il decimo anno consecutivo, la media annua di SO_2 è stata su **tutto** il territorio cantonale inferiore al limite di $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ previsto dall'OIA.

Questo risultato è stato raggiunto *progressivamente* nel corso degli anni e rispecchia una *riduzione sistematica* delle rispettive emissioni, che è stata ottenuta grazie alla riduzione del tenore di zolfo nell'olio combustibile e, per il Sottoceneri, anche grazie alla diffusione del gas naturale. Infatti, come si osserva nella figura 3, le concentrazioni di SO_2 nei centri cittadini di Chiasso, Locarno e Lugano sono diminuite pressoché regolarmente e sono rientrate nei limiti fissati dall'OIA già all'inizio degli anni '90. Successivamente la situazione non ha fatto che migliorare. A Lugano, per esempio, la media annua è inferiore rispetto al 1982 ca. del **90%**.

Nella figura 3 sono riportate anche le immissioni rilevate nella regione collinare di Brione s.M.¹. Queste permettono di constatare come lontano dai fondovalle le concentrazioni di diossido di zolfo siano da tempo parecchio inferiori ai limiti previsti dall'Ordinanza federale.

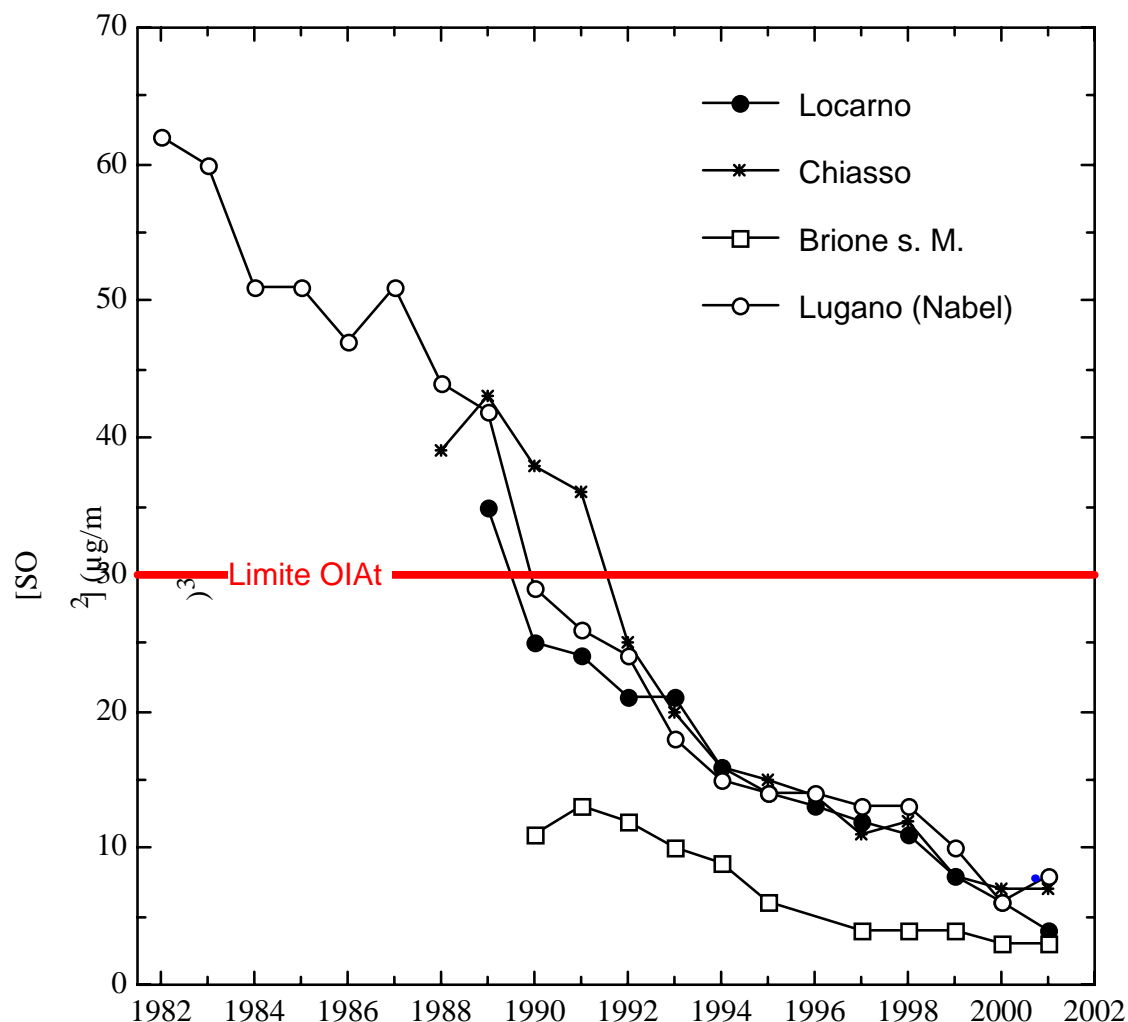


Figura 3: Diossido di zolfo: evoluzione delle concentrazioni medie annue a Lugano (stazione NABEL), Chiasso, Locarno e Brione s.M. (stazioni cantonali). La curva tratteggiata serve da guida per gli occhi.

A Bodio, nella Bassa Leventina, alla fine degli anni '80 si registravano, come illustrato nella figura 4, delle giornate con immissioni di diossido di zolfo nettamente superiori al limite OIAt per la media giornaliera (300 e oltre invece di 100 µg/m³).

¹ Il valore relativo al 1996 non è stato riportato in quanto la serie di dati, per motivi tecnici, non è risultata completa.

Il rispetto di questo limite è stato raggiunto tramite provvedimenti sia di gestione che di depurazione dei gas di scarico adottati da una grossa azienda operante nella regione. Nella figura si osserva infatti, come a partire dal 1992 a Bodio non sia più stato superato il limite previsto dall'OIAI per la concentrazione media giornaliera.

Anche la concentrazione media annua della stazione di Bodio, che già nel 1990 era inferiore al limite OIAI, è tendenzialmente diminuita. Tuttavia nella Bassa Leventina si registrano sempre i valori medi annui più elevati del Cantone, poiché qui le immissioni sono influenzate dall'esercizio degli impianti industriali. In questa regione, soprattutto nei mesi caldi, vengono fatte segnare le quantità maggiori: mentre nel resto del Cantone durante l'estate le immissioni di diossido di zolfo sono di poco superiori allo zero, a Bodio si registrano delle concentrazioni medie mensili tra i 10 e i 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (vedi figura A1.4 dell'allegato 1).

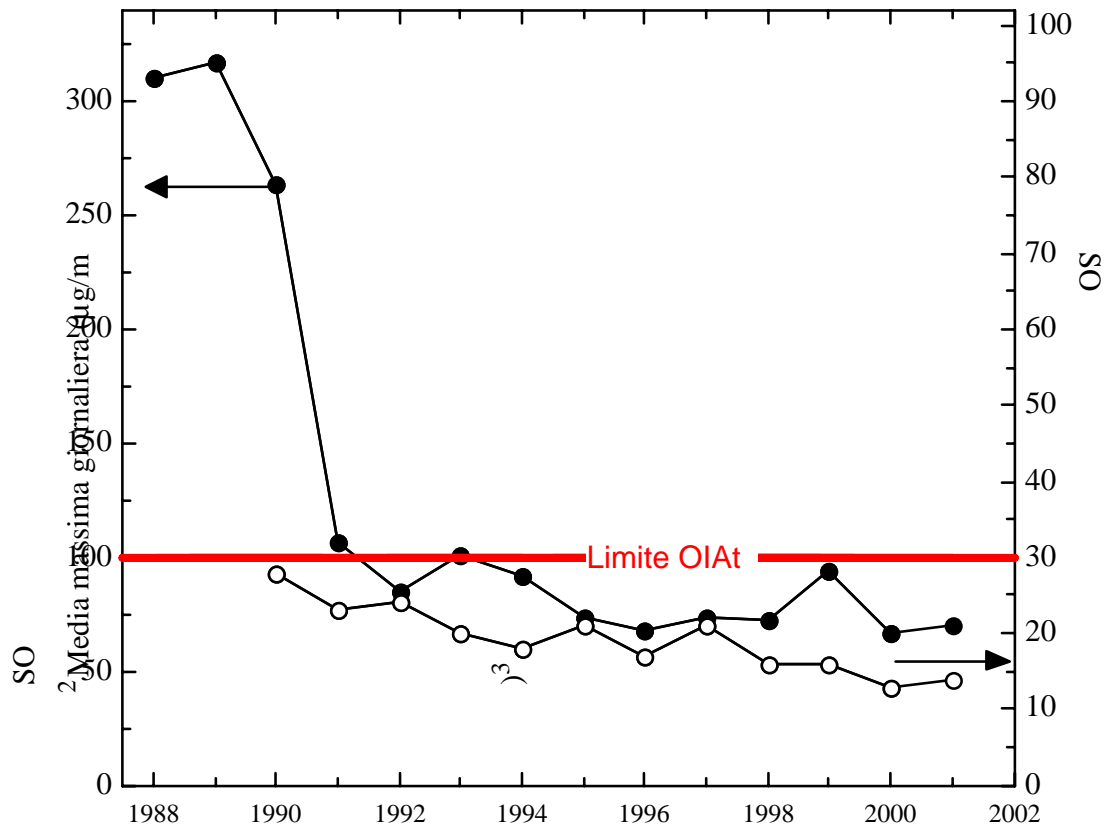


Figura 4: Evoluzione delle concentrazioni massime giornaliere (pallini neri e scala di sinistra) e medie annue (pallini bianchi e scala di destra) di diossido di zolfo a Bodio.

2.2 Diossido d'azoto

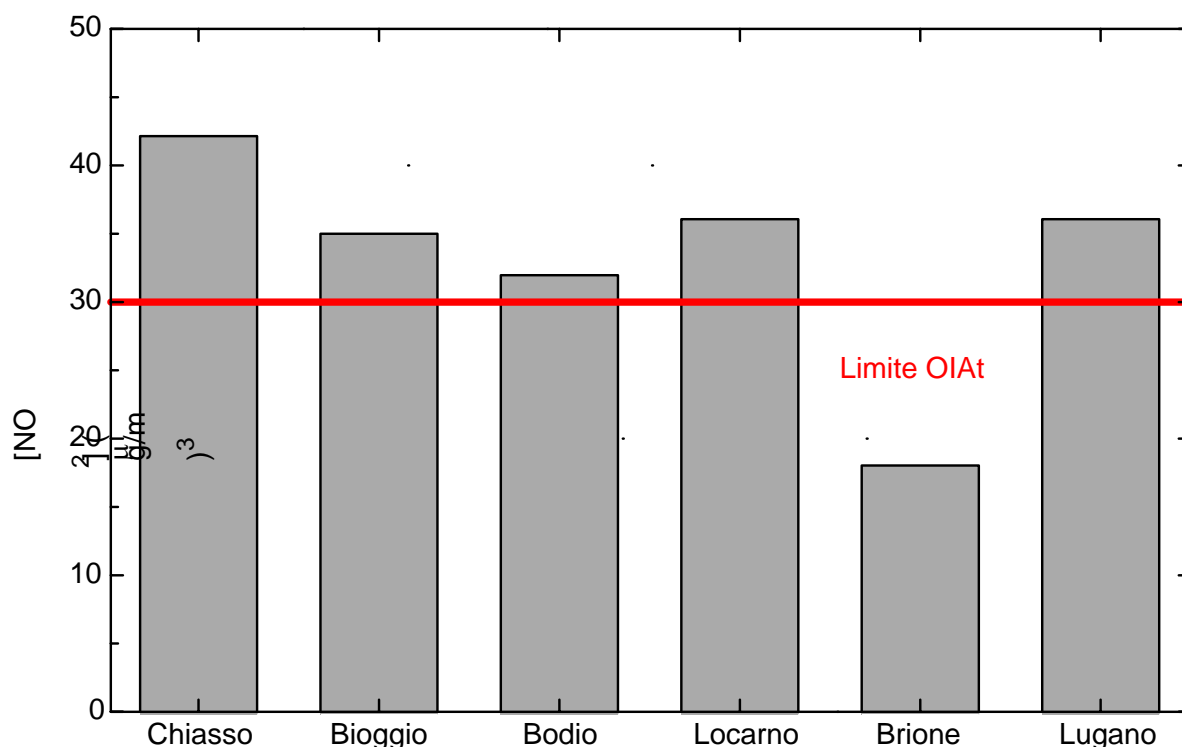


Figura 5: Concentrazioni medie annue di diossido d'azoto nel 2001.

Le concentrazioni medie annue di diossido d'azoto (NO_2) misurate durante il 2001 nelle diverse località di rilevamento sono illustrate nella figura 5. Si può osservare come all'interno dei principali agglomerati anche durante quest'anno le immissioni di NO_2 hanno superato chiaramente il limite fissato dall'OIA. Soltanto nella zona collinare di Brione s.M. tali immissioni sono inferiori ai limiti di legge. E questo nonostante l'entrata in funzione del camino d'aerazione della galleria Mappo-Morettina nel 1996.

L'evoluzione delle immissioni di diossido d'azoto è illustrata nella figura 6, dove oltre alle medie annue ottenute tramite le stazioni della rete cantonale di Chiasso, Bodio, Brione s.M. e Locarno sono riportate anche quelle misurate dalla stazione NABEL ubicata a Lugano². Il grafico evidenzia come all'inizio degli anni '80 si sia assistito ad un aumento delle concentrazioni del diossido d'azoto negli strati bassi dell'atmosfera. Questa tendenza si è però invertita durante gli anni '90.

² 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.

Nel 2001 i carichi inquinanti di diossido d'azoto sono regrediti rispetto all'anno precedente in quasi tutti i punti di misura (fa eccezione solamente Brione s. M.). Va comunque sottolineato che i valori relativamente elevati riscontrati nel 2000 potrebbero essere in parte ricondotti ai lunghi periodi di smog invernale verificatisi nel corso di quell'anno, soprattutto nel Sottoceneri [6].

Per quanto riguarda lo sviluppo delle immissioni di NO₂ nella zona di Chiasso, si è partiti da valori abbastanza elevati che però nel tempo hanno subito un'importante diminuzione, in seguito anche al calo del traffico dovuto ai provvedimenti di moderazione effettuati nelle immediate vicinanze della stazione d'analisi.

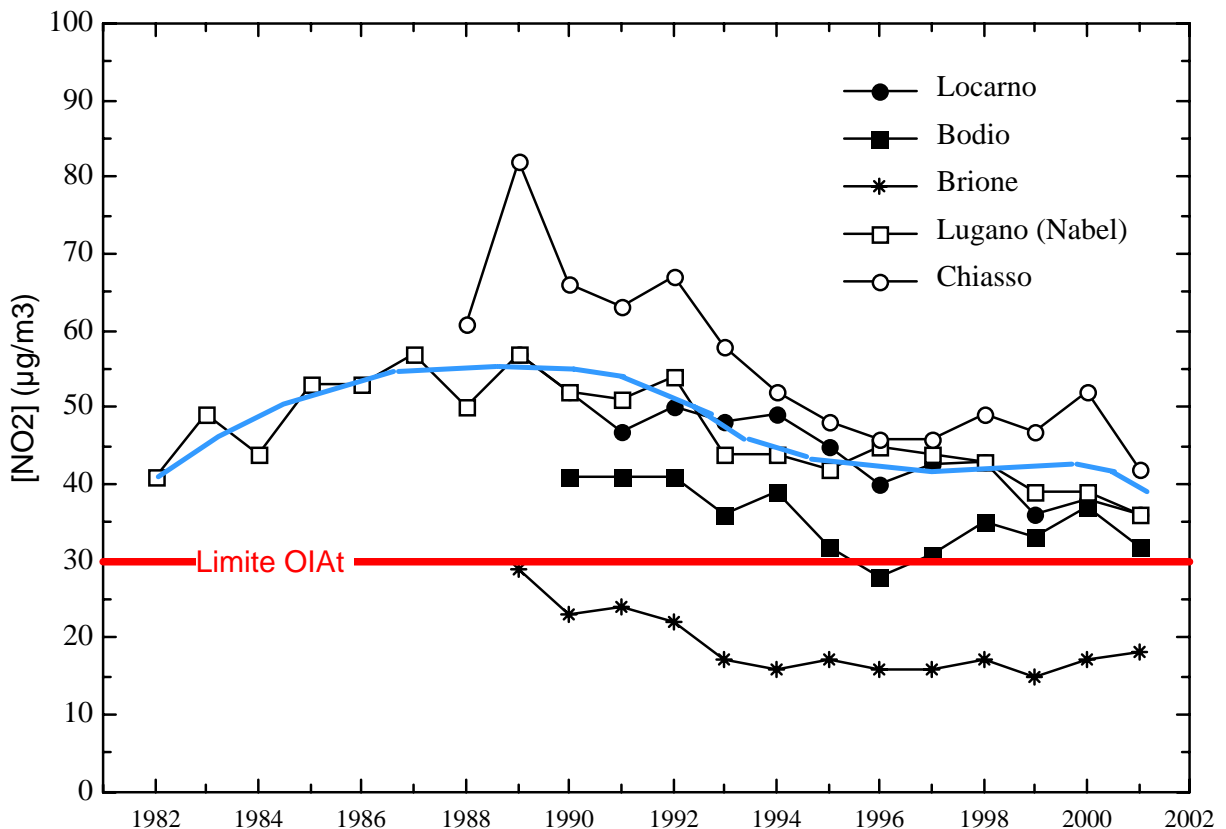


Figura 6: Diossido d'azoto: concentrazione medie annue a Lugano (stazione NABEL), Chiasso, Locarno, Brione s.M. e Bodio (stazioni cantonali).

I risultati delle misure effettuate con i campionatori passivi (vedi allegato 1, tabelle A1.28 - A1.30) mostrano che il limite OIA 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 tendenza evolutiva delle immissioni di NO₂ può essere analizzata distinguendo, come mostrato nella figura 7, tra zone con un inquinamento particolarmente elevato (medie annue superiori ai 50 µg/m³), zone mediamente inquinate (medie annue comprese tra 30 e 50 µg/m³) e zone poco inquinate (medie annue inferiori ai 30 µg/m³).

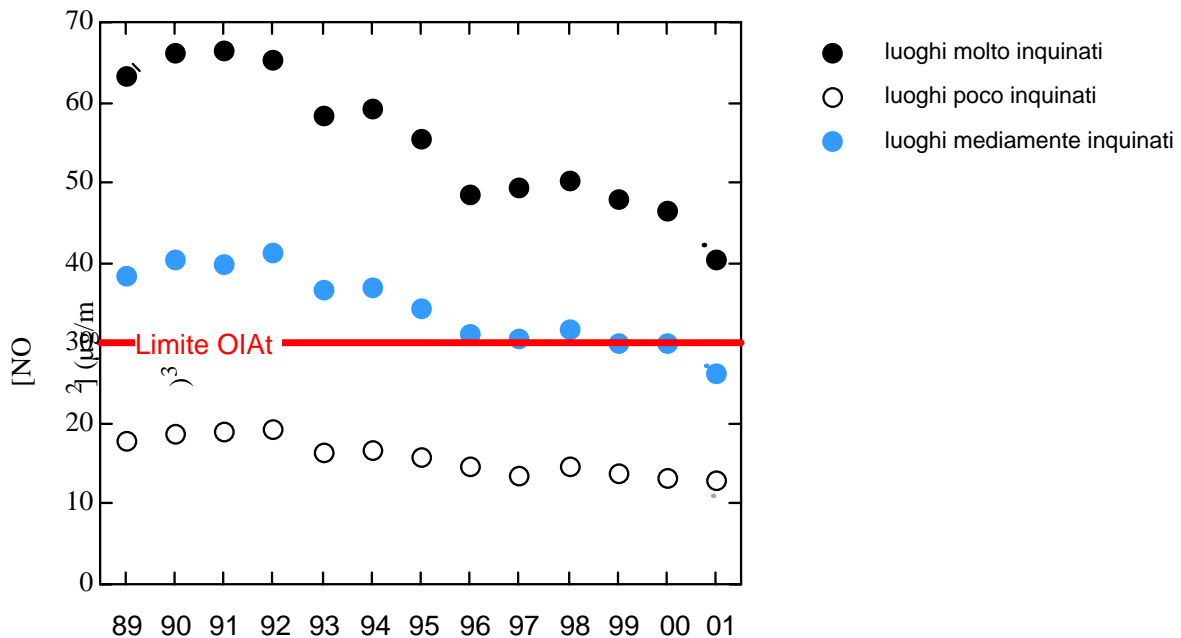


Figura 7: Evoluzione delle immissioni di diossido d'azoto, distinguendo tra zone con un tasso alto di inquinamento, zone con un tasso medio di inquinamento e zone con un tasso basso di inquinamento.

I risultati delle analisi eseguite in tutto il Cantone a partire dal 1989 con i campionatori passivi sono stati suddivisi nelle categorie sopracitate e successivamente per ogni anno sono state calcolate le concentrazioni medie delle stesse. In questa figura, si osserva come nei luoghi maggiormente inquinati le immissioni di NO₂ abbiano raggiunto un massimo negli anni '90 - '91 ed in seguito siano diminuite. Come evidenziato nel grafico, il miglioramento si è verificato tra il 1992 ed il 1996. Durante questo periodo l'inquinamento da NO₂ è sceso di circa 15 µg/m³ nei luoghi maggiormente colpiti e di quasi 10 µg/m³ in quelli caratterizzati da un tasso medio di inquinamento. A partire dal 1996 questa tendenza positiva si è arrestata a favore di una certa stabilizzazione delle medie annuali misurate. Considerando però i dati del 2001, l'impressione è, che la situazione sia migliorata. A tal riguardo bisogna comunque rilevare due fatti che possono essere all'origine di tale risultato: da un lato il periodo invernale caratterizzato da precipitazioni e d'altro canto il periodo di chiusura della galleria del Gottardo a fine anno, che ha permesso di contenere le emissioni del traffico di transito, in particolare di quello pesante.

2.3 Ozono

L'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico prevede due limiti per le immissioni di ozono: $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 98° percentile dei valori semiorari di un mese e $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media oraria.

Durante il 2001, 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 hanno dei superamenti anche durante i mesi di marzo e di ottobre (vedi allegato 1, tabelle A1.12 - A1.17). La figura 8 mostra il 98° percentile mensile massimo, misurato in tutte le località nel mese di luglio, ad eccezione di quella di Bodio, dove lo si è registrato nel mese di giugno.

I 98° percentili si situano tra i $144 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di Bodio ed i $238 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di Chiasso, per lo più nei mesi di giugno e di luglio. È evidente da questo grafico, che il limite OIAt è decisamente superato in tutto il Cantone.

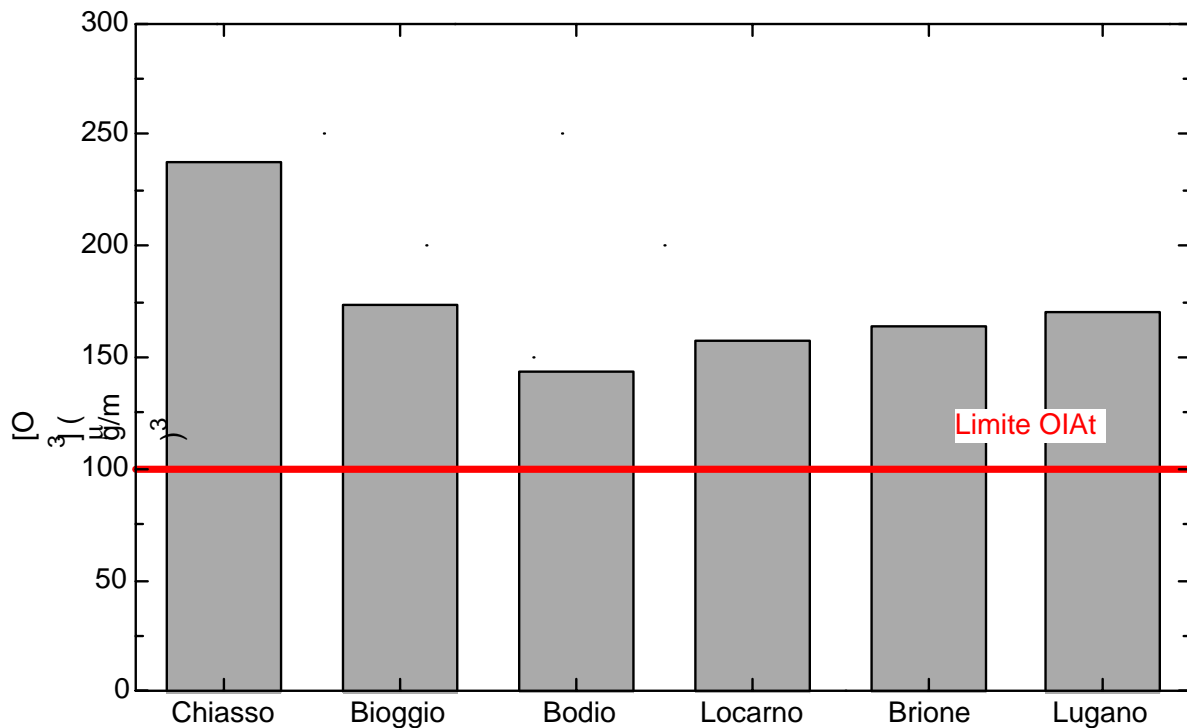


Figura 8: 98° percentili mensili massimi delle concentrazioni (semiorarie) di ozono (2001).

Nel caso dell'ozono è difficile riconoscere una tendenza evolutiva, in quanto le sue immissioni risultano condizionate soprattutto dalla situazione del tempo atmosferico. 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. Nella figura 9 il numero di superamenti del limite orario verificatisi, in media, durante una giornata da giugno ad agosto nelle località di Brione s. M. e di Lugano, è illustrato per diversi anni, a partire dal 1989. Nella stessa figura sono riportate anche 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, ad eccezione del 1996 quando nel mese di giugno si è registrato un numero elevato di superamenti, che nel computo medio totale ha più che compensato le condizioni meteorologiche sfavorevoli degli altri due mesi.

La figura 9 permette inoltre di osservare, che anche durante le estati più "fredde" il limite orario è stato superato in media per diverse ore al giorno (almeno 4 ore a Brione s.M. e per più di 2 a Lugano). L'OIAAt consente **un solo superamento all'anno**.

Confrontando i dati registrati durante le recenti estati con quelli che hanno caratterizzato le estati degli anni 1989, 1990 e 1991, sembrerebbe che in condizioni di temperatura e di irraggiamento simili, la durata delle immissioni eccessive di ozono sia oggi inferiore a quella delle suddette estati a cavallo tra gli anni '80 e '90. Questo risultato può essere ritenuto incoraggiante. Esso confermerebbe la tesi, che la riduzione delle emissioni dei precursori dell'ozono con 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), abbia permesso perlomeno di stabilizzare le immissioni di ozono. L'analisi dei diversi trend delle concentrazioni di ozono a Sud delle Alpi è stato oggetto di uno studio commissionato al Paul Scherrer Institut, e riassunto nella terza parte del presente rapporto.

Ad ogni modo questa evoluzione - tutto sommato positiva - non deve portare a sottovalutare la gravità dei superamenti dei limiti. Infatti, com'è evidenziato a titolo d'esempio nella figura 10, dove i 98° percentili mensili delle concentrazioni semiorarie misurate a Brione s.Minusio sono rappresentati a partire dal gennaio 1989, l'intensità delle immissioni di ozono durante i mesi caldi supera in maniera netta il limite OIAAt.

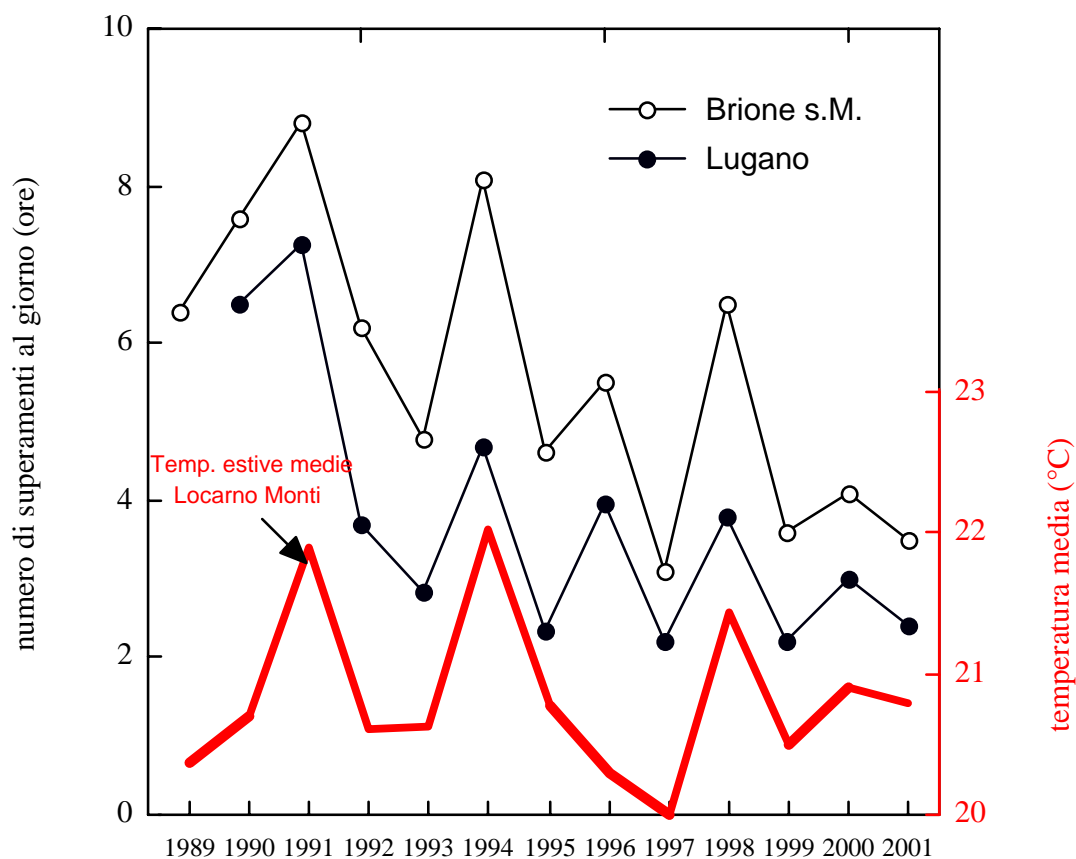


Figura 9: Numero di superamenti del limite orario ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verificatisi in media durante una giornata da giugno ad agosto per diversi anni nelle località di Brione s. Minusio e di Lugano. La scala a destra illustra le temperature estive (giugno, luglio ed agosto) rilevate a Locarno Monti dall'Istituto svizzero di meteorologia.

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.

Per raggiungere il rispetto dei limiti, le emissioni dei precursori dell'ozono dovranno essere ulteriormente e massicciamente ridotte a tutti i livelli, su scala regionale ed interregionale.

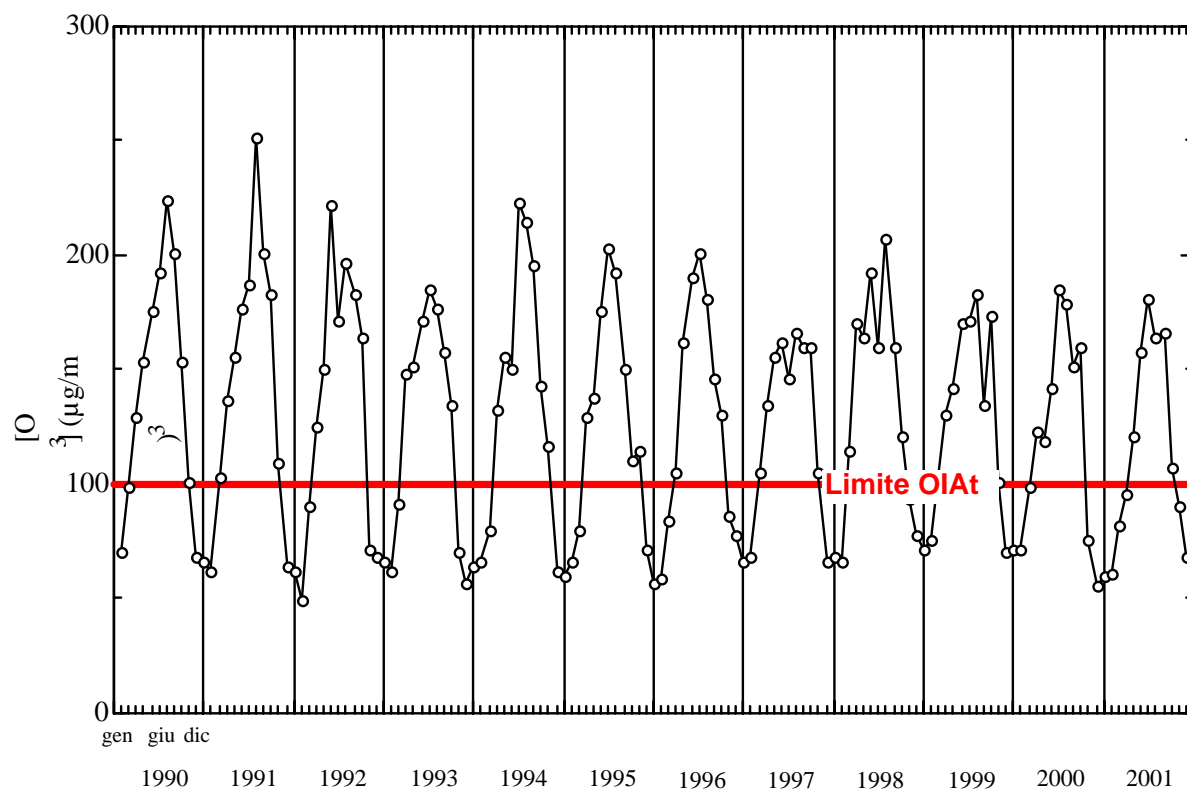


Figura 10: 98° percentili mensili delle concentrazioni (semiorarie) di ozono rilevate a Brione s. M. dal 1990.

2.4 Monossido di carbonio

La figura 11 mostra per ogni località di misurazione la concentrazione massima giornaliera di monossido di carbonio (CO) nel 2001. 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.

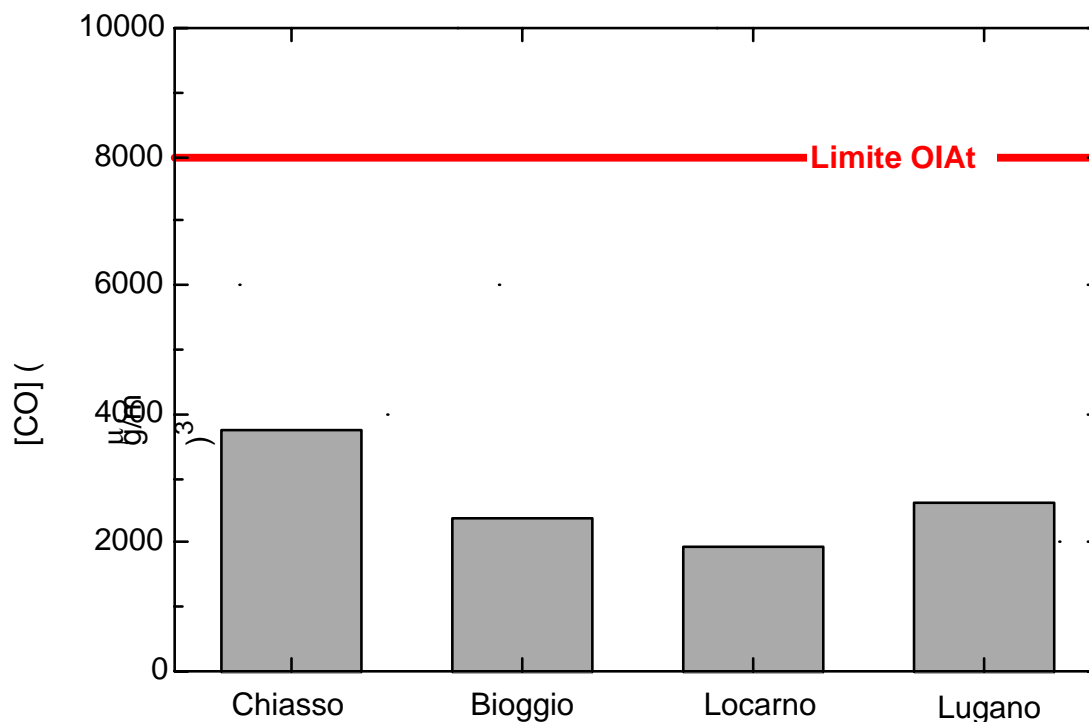


Figura 11: Concentrazioni massime giornaliere di monossido di carbonio (2001).

2.5 Polveri fini

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. Parallelamente sono stati abrogati i limiti per le polveri totali in sospensione. Questa modifica è una conseguenza delle scoperte scientifiche a livello nazionale ed internazionale, che dimostrano gli effetti negativi delle polveri fini sulla salute.

Le polveri fini PM10 vengono misurate a Chiasso, Locarno, Bodio e Brione s.M.

A Chiasso, come si può osservare dalla figura 12, durante gli ultimi 7 anni le immissioni medie annue di polveri fini si sono mantenute su valori pressoché costanti e nettamente superiori al limite di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fissato dall'OIAAt. Il valore riscontrato nel 2001 ($28 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è comunque moderatamente inferiore a quelli degli anni precedenti.

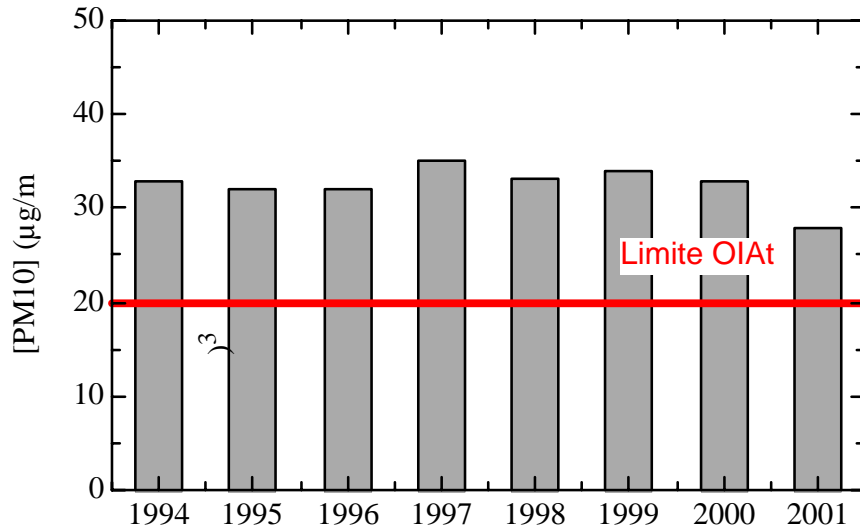


Figura 12: Concentrazioni medie annue di polveri fini PM10 misurate a Chiasso a partire dal 1994. La riga orizzontale indica il limite OIAAt per la concentrazione media annua di PM10.

Il limite OIAAt per la concentrazione media giornaliera ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è stato sovente superato. A Chiasso nel 2001 ciò si è verificato durante 35 giornate e la massima concentrazione giornaliera è risultata di $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Confrontando questi dati con quelli del 2000, tuttavia, si riscontra un leggero miglioramento. Bisognerà comunque aspettare i prossimi anni per vedere se questo è l'inizio di una tendenza decrescente che, come osservato per il diossido d'azoto, può essere messa in relazione con un periodo invernale (soprattutto gennaio e febbraio) favorevole e la chiusura della galleria del Gottardo.

A titolo di paragone, nella figura 13 le concentrazioni mensili rilevate a Chiasso sono riportate assieme a quelle delle altre stazioni di rilevamento (Bodio, Locarno e Brione s. M.). Da aprile a settembre le medie mensili sono molto simili nelle diverse località. Durante i mesi più freddi invece, a causa della sua posizione geografica sfavorevole, Chiasso fa registrare medie mensili molto più elevate che altrove. Nel Sopraceneri, l'intensità dei venti, dovuti alla presenza delle Alpi, è sufficiente, anche nel periodo invernale, per rompere le inversioni termiche; ciò non accade nella parte più meridionale del Cantone, dove si ha un ulteriore aggravamento della situazione già precaria.

È interessante constatare come le concentrazioni di polveri fini siano su tutto l'arco annuale piuttosto elevate. Sul fondovalle, anche nel Sopraceneri il limite dell'OIAAt per la media annua è nettamente superato. A Bodio la media annua è risultata di $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ed il limite per la media giornaliera è stato superato durante 27 giornate. A Locarno la

media annua è risultata di $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ed il limite per la media giornaliera è stato superato durante 5 giornate; nel caso di questa stazione bisogna comunque sottolineare, che sono a disposizione i valori di dieci mesi solamente (da gennaio ad ottobre). Le misure effettuate in collina a Brione s. M., anch'esse non disponibili per un intero anno, mostrano invece delle concentrazioni di polveri fini inferiori a quelle misurate sul fondovalle. Ciò si verifica soprattutto nei mesi freddi, quando l'atmosfera maggiormente stratificata non consente all'inquinamento prodotto sul fondovalle di espandersi sui pendii. Durante i 10 mesi di misura infatti, il limite OIAt per la media giornaliera non è stato mai superato (vedi allegato 1).

Le concentrazioni di polveri fini PM10 vengono misurate, in Ticino, anche dalla stazione della rete nazionale NABEL ubicata a Lugano, dove nel 2001 il valore medio annuo è stato di $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I risultati di queste misurazioni sono illustrati assieme a quelle della rete cantonale nella figura 14. Si osserva che in Ticino sul fondovalle le immissioni di polveri fini sono elevate un po' ovunque. In questo senso esse manifestano un carattere simile a quello degli inquinanti secondari (per esempio l'ozono), le cui concentrazioni sono elevate anche lontano dalle fonti di emissione.

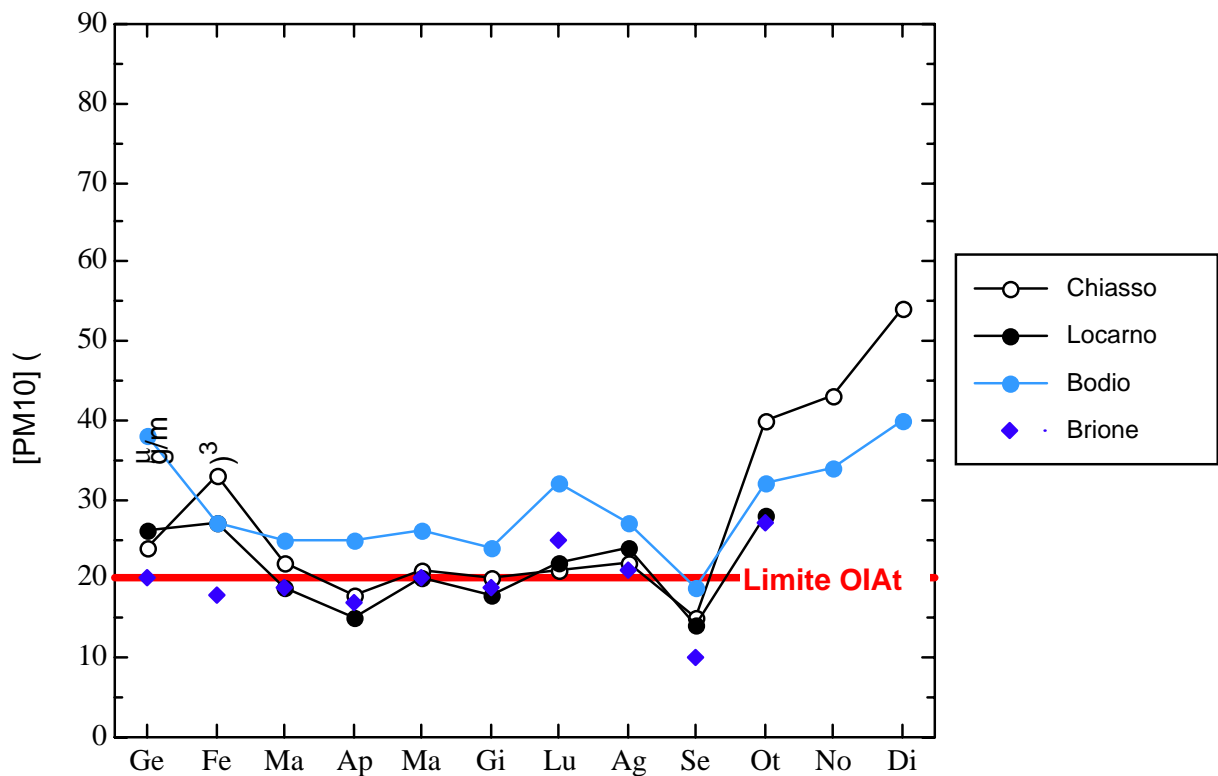


Figura 13: Concentrazioni medie mensili misurate a Bodio, a Locarno, a Brione e a Chiasso nel 2001.

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. Ad esempio nel 2001 sono stati misurati $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nella città di Zurigo, $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel centro di Berna e $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a Härkingen dove le autostrade A1 e A2 s'incrociano. 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 2001 è stata di $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

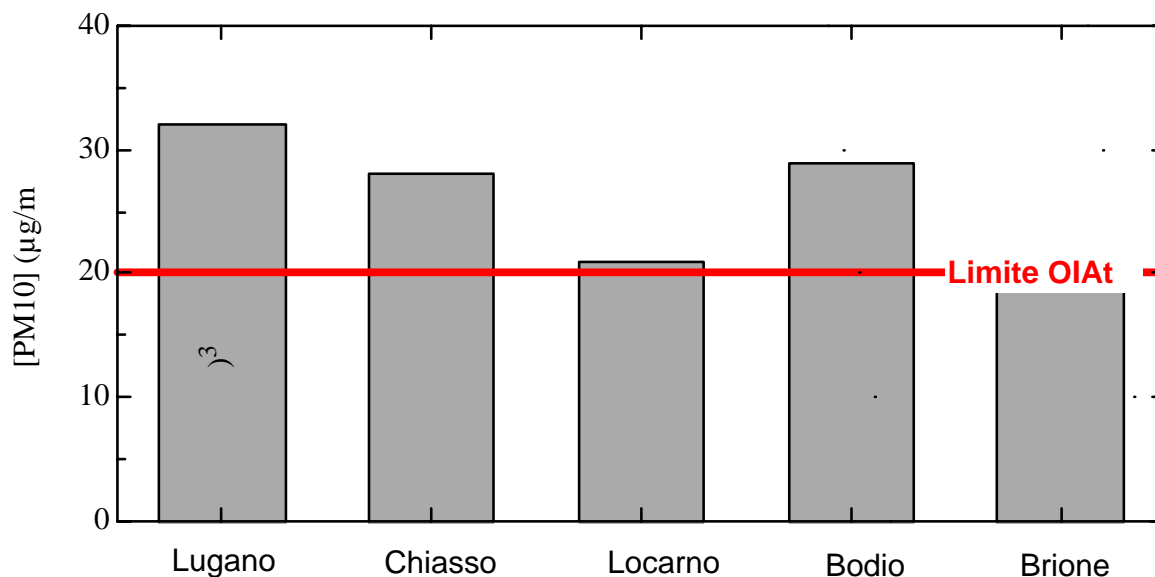


Figura 14: Concentrazioni medie annue misurate in diverse località del Cantone. Tutti i dati sono relativi al 2001.

Analizzando gli effetti del particolato sulla salute degli esseri viventi, oltre alla dimensione della polvere, che determina fin dove la stessa può arrivare nell'apparato respiratorio (naso, trachea, bronchi, alveoli), un aspetto importante è quello della sua composizione, con conseguente probabile presenza di sostanze tossiche. Dato che essa può tra le altre cose fornire degli indizi sulle fonti responsabili delle immissioni di polveri fini, si eseguono ad esempio delle misure dei metalli pesanti nelle polveri fini.

Metalli pesanti presenti nelle polveri fini

Infatti, ad eccezione di alcuni composti chimici contenenti metalli pesanti e mercurio, che è volatile, i metalli pesanti presenti nell'atmosfera si trovano generalmente legati ai granelli di polvere in sospensione. Elevate concentrazioni di metalli pesanti rappresentano un fattore di rischio per le persone e per l'ambiente. Alcuni di essi sono tossici e altri, come il cadmio, sono cancerogeni. Inoltre i metalli pesanti, tramite processi minerali e biologici, vengono accumulati nell'ambiente e attraverso la catena alimentare vengono assorbiti dal nostro organismo, arrecandogli danni sia acuti che cronici.

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

Le concentrazioni di piombo rilevate durante il 2001 a Bodio sono illustrate nella figura 14(a). Il limite fissato dall'OIAAt ($0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media annua) è ampiamente rispettato. Nella figura si osserva inoltre che le concentrazioni sono più alte nei mesi invernali.

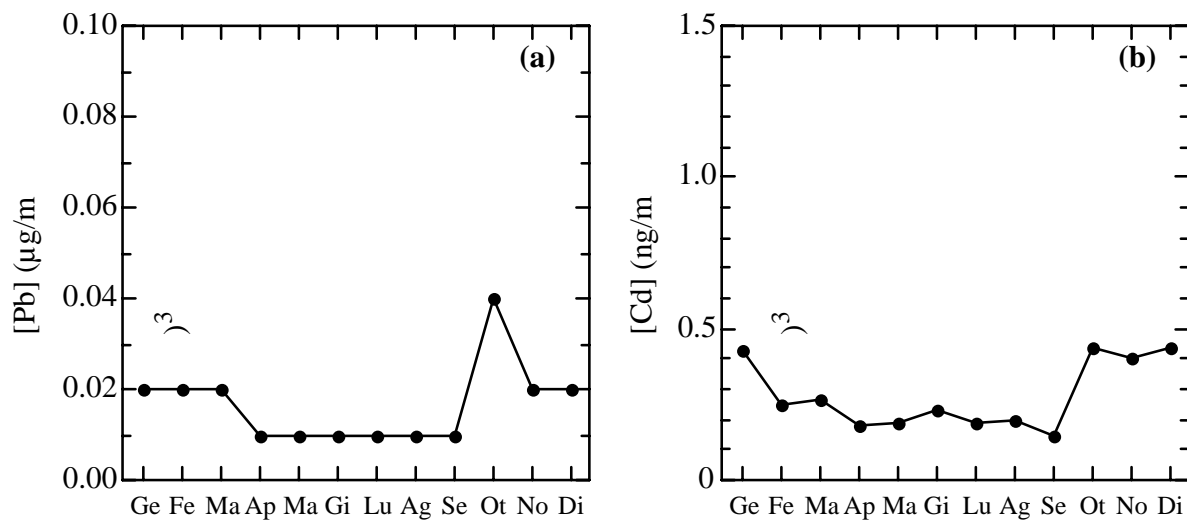


Figura 14: Concentrazioni medie mensili di piombo (a) e cadmio (b) presenti nelle polveri fini di Bodio nel 2001. I limiti fissati dall'OIAAt sono $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il piombo $1.5 \text{ng}/\text{m}^3$ per il cadmio.

Anche le immissioni di cadmio (Cd), emesso principalmente dalle industrie metallurgiche e dalla combustione del carbone, sono chiaramente inferiori al limite stabilito dall'OIAAt ($1.5 \text{ng}/\text{m}^3$ per la media annua). Nella figura 14(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 l'andamento delle polveri fini.

2.6 Composti organici volatili

L'OIAAt non prevede alcun limite d'immissione per i composti organici volatili (VOC). 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 benzolo, per esempio, è classificato nell'OIAAt 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 VOC 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 VOC. 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 [7].

Durante il 1999 sono stati poi individuati 5 interessanti punti di misura, più precisamente a Stabio, Morbio Inferiore, Lugano, Vezia e Locarno, dove i VOC 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 [8].

Le nuove stazioni di analisi di Moleno e Camignolo, realizzate nell'ambito del progetto della Confederazione di monitoraggio delle misure fiancheggiatrici riguardanti il trasferimento del traffico merci dalla strada alla rotaia, tra l'altro misureranno in modo continuo le concentrazioni di benzolo, di toluolo e di xilolo.

PARTE TERZA

TREND DELL'OZONO AL SUD DELLE ALPI

La terza parte del presente rapporto è una sintesi dello studio “**Trend dell’ozono al Sud delle Alpi**” svolto dal Laboratorio di chimica atmosferica del Paul Scherrer Institut. Tale indagine è stata commissionata dall’Ufficio federale dell’ambiente, delle foreste e del paesaggio (UFARP), dall’Ufficio della protezione dell’aria (UPA/SPAAS) del Canton Ticino e dell’Ufficio per l’ambiente (UPA Gr) del Canton Grigioni. Il resoconto completo può essere richiesto all’Ufficio della protezione dell’aria oppure scaricato da Internet come PDF-file all’indirizzo <http://www.ti.ch/aria>

3.1 Introduzione

Da parecchio tempo le concentrazioni di ozono nella troposfera rappresentano per molti paesi una delle problematiche di igiene pubblica più rilevanti.

In Svizzera, negli anni '90, per esempio, i quantitativi di ozono - specialmente al Sud delle Alpi e nel periodo estivo - hanno spesso superato i limiti prescritti dalla legge. E ciò malgrado nello stesso lasso di tempo le emissioni dei precursori di questo inquinante (in particolare ossidi d’azoto e composti organici volatili) fossero regredite, in particolare grazie alla progressiva introduzione del catalizzatore sulle automobili.

Lo studio condotto dal PSI - il primo di questo genere nella Svizzera meridionale - ha analizzato, grazie a metodi statistici appropriati, le varie tendenze riguardanti l’ozono in Ticino e Mesolcina tra il 1990 e il 1999. Ha inoltre distinto i vari fattori (ad esempio la meteorologia o le variazioni delle emissioni durante la settimana) che ne influenzano la formazione. Infine ha esaminato i possibili influssi che le emissioni della Pianura Padana (specialmente dell’Interland milanese) hanno sullo stato dell’inquinamento al Sud della Svizzera.

3.2 Dati e metodo

3.2.1 Elaborazione dei dati

Le analisi del PSI hanno utilizzato i dati decennali, dal 1.1.1990 al 31.12.1999, di 11 stazioni di rilevamento continuo delle componenti inquinanti dell’aria (O_3 = ozono, NO_2 = diossido d’azoto, SO_2 = diossido di zolfo, ecc.), situate in Ticino ed in Val Mesolcina. Queste appartengono in parte alla rete nazionale d’osservazione degli inquinanti atmosferici (NABEL) e in parte alle rispettive reti cantonali di rilevamento della qualità dell’aria. I relativi dati meteorologici provengono invece da 5 stazioni di misura della rete ANETZ di MeteoSvizzera (ex ISM). La tabella 2 descrive brevemente tutte queste postazioni.

Tabella 2: Elenco e descrizione delle stazioni di misura

Codice	Nome	Cnx (km)	Cny (km)	Altezza m s. l. m.	Stazioni meteo corrispondenti	Codice meteo	Cnx	Cny	Altezza m s. l. m.
BIO	Bioggio	714.15	96.65	290	Lugano	LUG	717.88	95.87	273
BOD	Bodio	713.35	137.30	320	Comprovasco	COM	714.99	146.44	575
BRI	Brione	706.00	115.65	480	Locarno-Monti	OTL	704.16	114.35	366
CAS	Castaneda	731.32	124.23	770	Locarno-Magadino	MAG	711.16	113.54	197
CHI	Chiasso	723.45	77.45	230	Stabio	STA	716.04	77.97	353
LGN	Lugano	717.80	96.85	290	Lugano	LUG	717.88	95.87	273
LOC	Locarno	704.63	113.80	200	Locarno-Monti	OTL	704.16	114.35	366
LUG	Lugano	717.75	96.64	280	Lugano	LUG	717.88	95.87	273
MAG	Magadino	715.50	113.20	200	Locarno-Magadino	MAG	711.16	113.54	197
MEN	Mendrisio	719.65	80.20	350	Stabio	STA	716.04	77.97	353
ROM	Roveredo Municipio	730.21	121.97	320	Locarno-Magadino	MAG	711.16	113.54	197

Tali dati sono stati dapprima standardizzati (conversione in ppb) e poi controllati accuratamente al fine di individuare ed escludere eventuali anomalie, dovute per esempio ad errori di misura.

Inoltre sono state calcolate le medie mattutine e pomeridiane di alcuni parametri meteorologici che si suppone possano influire sulla formazione di ozono, vale a dire la **velocità del vento**, la **temperatura dell'aria**, l'**irraggiamento globale** e l'**umidità specifica**.

3.2.2 Influssi sulle concentrazioni di ozono al Sud delle Alpi

Una prima analisi dei suddetti dati ha rivelato, che, tra il 1990 ed il 1999, in Ticino le massime giornaliere di ozono di luglio e di agosto sono diminuite sensibilmente, mentre le stesse nel periodo invernale hanno subito un aumento considerevole, restando comunque molto al di sotto dei valori estivi. Per individuare le tendenze reali è stato tuttavia necessario tener conto dei diversi fattori che potessero incidere sulle stesse.

I ricercatori del PSI hanno analizzato in un primo momento l'influsso delle **condizioni meteorologiche** sulle concentrazioni di ozono. Studi in passato hanno constatato che i coefficienti ed i segni delle singole grandezze meteorologiche possono variare

notevolmente nei diversi periodi dell'anno. Si è perciò sviluppato un nuovo concetto di analisi che esamina tali influenze mese per mese.

Poi si sono soffermati sulla possibile influenza del **vento da nord**. Analisi svolte nell'ambito progetto TOSS sono giunte alla conclusione che durante le giornate di favonio e a parità di temperatura i massimi di ozono sono molto inferiori rispetto agli altri giorni.

Infine hanno valutato l'entità dell'influsso della variabile nominale "**giorno settimanale**". Sebbene solo in inverno sia risultata un'influenza statisticamente significativa del giorno della settimana sui massimi di ozono - i fine settimana invernali hanno infatti fatto registrare massimi significativamente superiori a quelli dei giorni lavorativi - anche il periodo estivo ha presentato di venerdì valori costantemente più elevati.

3.2.3 Modelli di correzione

A causa della relazione atipica tra massimi di ozono e temperatura che sussiste a Sud delle Alpi durante le giornate con vento da nord, si è deciso di non considerare tali valori nelle analisi. Per contro, per le ragioni viste nel paragrafo precedente, la dipendenza dal giorno settimanale è stata tenuta presente.

Le variabili indipendenti all'inizio del processo di calcolo dei modelli erano quindi le seguenti: le grandezze meteorologiche *temperatura mattutina* e *pomeridiana*, *irraggiamento globale mattutino* e *pomeridiano*, *velocità del vento mattutina* e *pomeridiana*, *umidità specifica mattutina* e *pomeridiana*, così come la grandezza nominale *giorno settimanale*.

A partire da un primo modello a 6 variabili e tramite una serie di semplificazioni e riduzioni graduali, si è giunti a definire un modello di correzione a due grandezze, vale a dire la **temperatura pomeridiana** e il **giorno settimanale**. Questo descriveva al meglio gli andamenti dei massimi giornalieri di ozono e soprattutto non presentava coefficienti inconsistenti o non plausibili. Tutti i dati sono stati quindi corretti.

3.2.4 Grandezze calcolate

Dai dati corretti sono state infine calcolate, in maniera molto meticolosa e precisa, le tre grandezze centrali dello studio: la **media mensile dei massimi di ozono**, il **massimo di O_x** e il **valore AOT40**.

La quantità di O_x corrisponde alla somma delle concentrazioni di ozono e di diossido d'azoto. Essa permette di chiarire se un dato trend dei massimi di ozono sia da attribuire direttamente ad una modifica nella quantità di ozono prodotto oppure indirettamente ad una variazione nella quantità di inquinante degradato da parte degli ossidi d'azoto (NO e NO₂), a seguito di un cambiamento delle loro emissioni locali.

Il valore AOT40 invece è definito come la somma di tutti i superamenti giornalieri (nelle ore durante le quali l'irradiazione solare globale è maggiore o uguale a 50 wattora per metro quadrato e che nel contempo presentano misure di ozono vevoli) della concentrazione media oraria di ozono pari a 40 ppb. Tali valori quantificano gli effetti

cumulativi su piante (e persone) dell'esposizione all'ozono e rispecchiano quindi adeguatamente la qualità dell'aria.

3.3 I diversi trend al Sud delle Alpi

3.3.1 Trend della temperatura pomeridiana

La temperatura pomeridiana (come già esposto nel paragrafo 3.2.3) è il fattore meteorologico che influenza maggiormente le concentrazioni massime giornaliere di ozono. L'evoluzione delle medie mensili di questa variabile nel decennio '90 - '99 ha evidenziato per il mese d'agosto un chiaro trend negativo in tutte le stazioni di misura ticinesi considerate (vedi Figura 16).

Ciò significa che almeno in parte i trend negativi dei massimi estivi riscontrati prima della correzione sono da ricondurre alle suddette tendenze della temperatura.

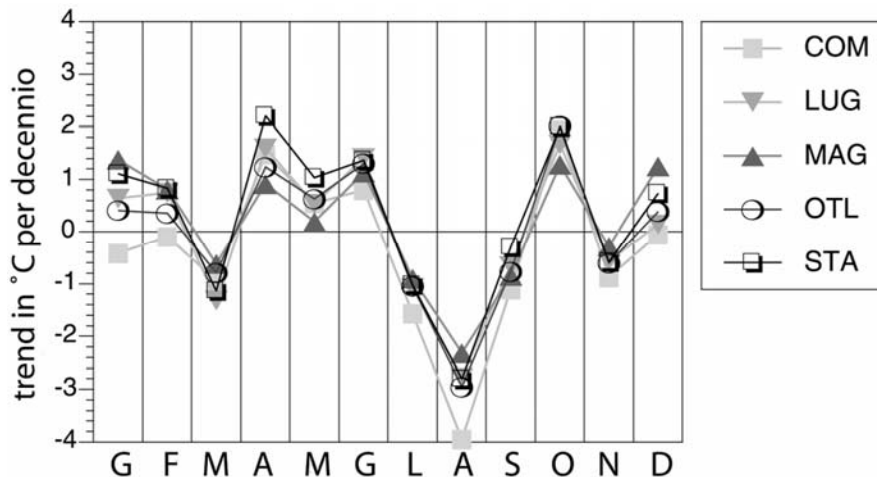


Figura 16: Trend lineari delle medie mensili della temperatura pomeridiana per le cinque stazioni ANETZ ticinesi.

3.3.2 Trend dei massimi di ozono

3.3.2.1 Medie mensili

La diminuzione effettiva delle medie mensili dei massimi di ozono durante i mesi estivi tra il 1990 e il 1999 è stata meno marcata di quanto supposto. Per il mese di luglio, per esempio, e a seconda della stazione di rilevamento, è compresa tra 0 e 20 ppb/decennio. Almeno in parte infatti, i rispettivi valori riscontrati prima della correzione (5 - 25 ppb/decennio) sono da ricondurre alle tendenze della temperatura discusse nella sezione precedente.

In particolare nel Sottoceneri (Lugano, Mendrisio e Chiasso) e nelle stazioni di misura sopracenerine situate in altitudine (Brione) sono stati osservati nel periodo estivo i trend

decrescanti maggiori. Le altre stazioni di misura del Sopraceneri (Bodio, Locarno e Magadino) presentano invece tendenze negative molto contenute, se non addirittura parzialmente positive.

L'aumento dei massimi giornalieri invernali è invece rimasto dopo la correzione praticamente immutato, con valori fra 0 e 20 ppb/decennio, a seconda del mese e del luogo di misura. I trend più positivi sono stati osservati a Lugano e Locarno (dove le emissioni sono considerevoli) e a Magadino (molto probabilmente a seguito dei parecchi cantieri stradali che nel corso degli anni '90 si sono susseguiti in questa regione).

La figura 17 rappresenta sommariamente i trend delle medie mensili dei massimi di ozono misurati e verificati.

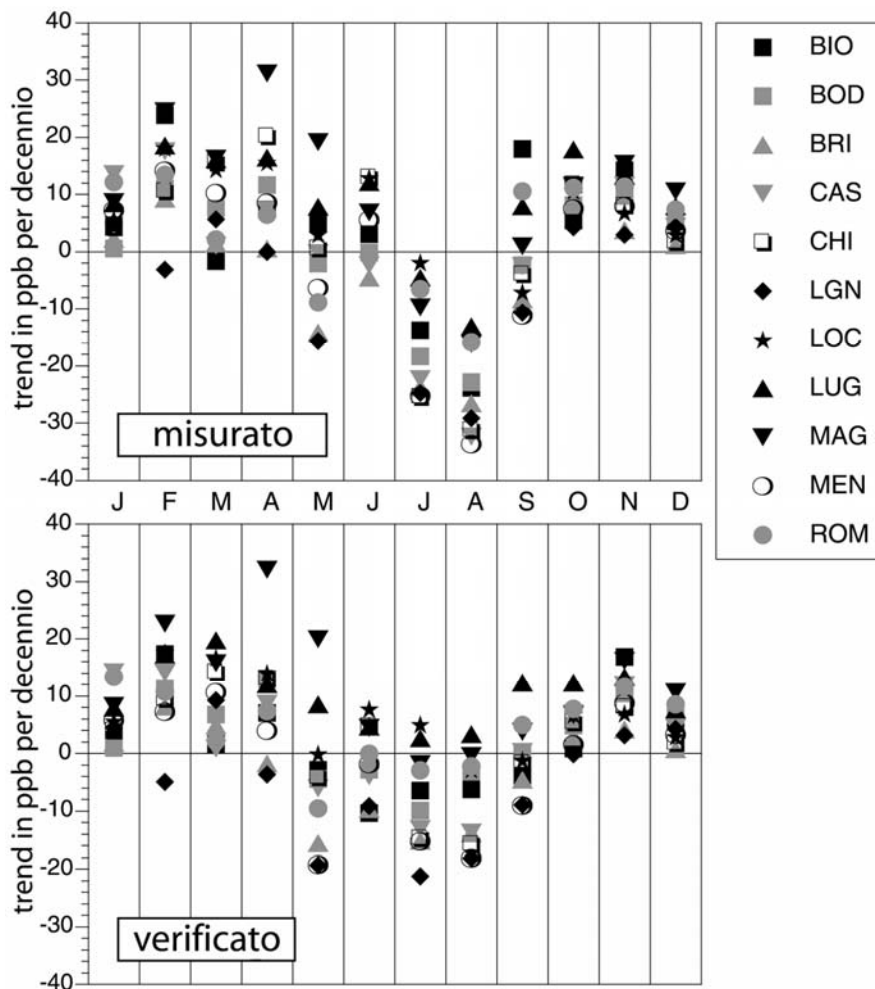


Figura 17: Trend lineari delle medie mensili dei massimi di ozono giornalieri per i dati misurati (grafico sopra) e per quelli verificati (grafico sotto).

3.3.2.2 Superamenti del limite

In Ticino nel decennio '90 - '99, e in particolare in estate, il numero di giorni con valori di ozono molto elevati (tra 70 e 110 ppb) è diminuito notevolmente. Nello stesso periodo tuttavia, la frequenza, con cui il limite orario fissato dall'Ordinanza federale contro l'Inquinamento Atmosferico (OIA) a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (circa 60 ppb) è stato superato, è rimasta in pratica la stessa.

A Mendrisio nella prima parte degli anni '90 per esempio (vedi Figura 18), la concentrazione di ozono in agosto è stata superiore a 90 ppb in più di 10 giornate, mentre alla fine dello stesso decennio soltanto in 5. Le riduzioni maggiori (più di 10 giorni per decennio) si sono verificate per i valori tra 80 e 100 ppb. Per contro, il numero di giorni con superamento del limite di 60 ppb nel mese d'agosto è rimasto praticamente immutato nel corso del suddetto decennio (20 - 25 giornate).

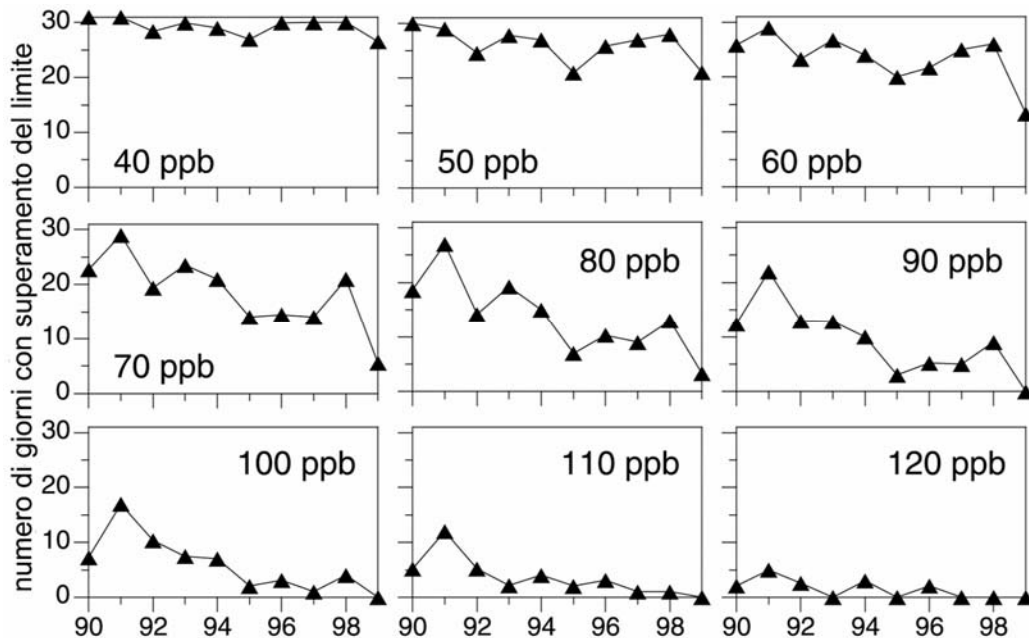


Figura 18: Numero di giorni in cui un dato valore limite (in ppb) è stato superato in agosto, a Mendrisio.

3.3.3 Trend dei massimi di Ox

I trend delle quantità di O_x per il decennio '90 - '99 sono stati durante tutti i mesi dell'anno e per tutte le stazioni considerate (dove si misurasse sia le quantità di ozono che quelle degli ossidi d'azoto) in linea di massima negativi (vedi Figura 19).

Se paragonati ai trend dei massimi di ozono (vedi paragrafo 3.2) si può in primo luogo notare che i rispettivi sviluppi negativi nei mesi estivi non si differenziano di molto. Quelli dei mesi invernali invece - i trend dei massimi di ozono erano in parte molto positivi - sono generalmente e nettamente inferiori, e in qualche caso perfino decrescenti (soprattutto nei dati corretti). Ciò significa che il trend positivo dei massimi di ozono

osservato nel periodo invernale è da attribuire principalmente ad una riduzione della decomposizione dello stesso da parte del monossido d'azoto (a seguito di una diminuzione della produzione locale di NO_x) e non ad un aumento primario della sua produzione.

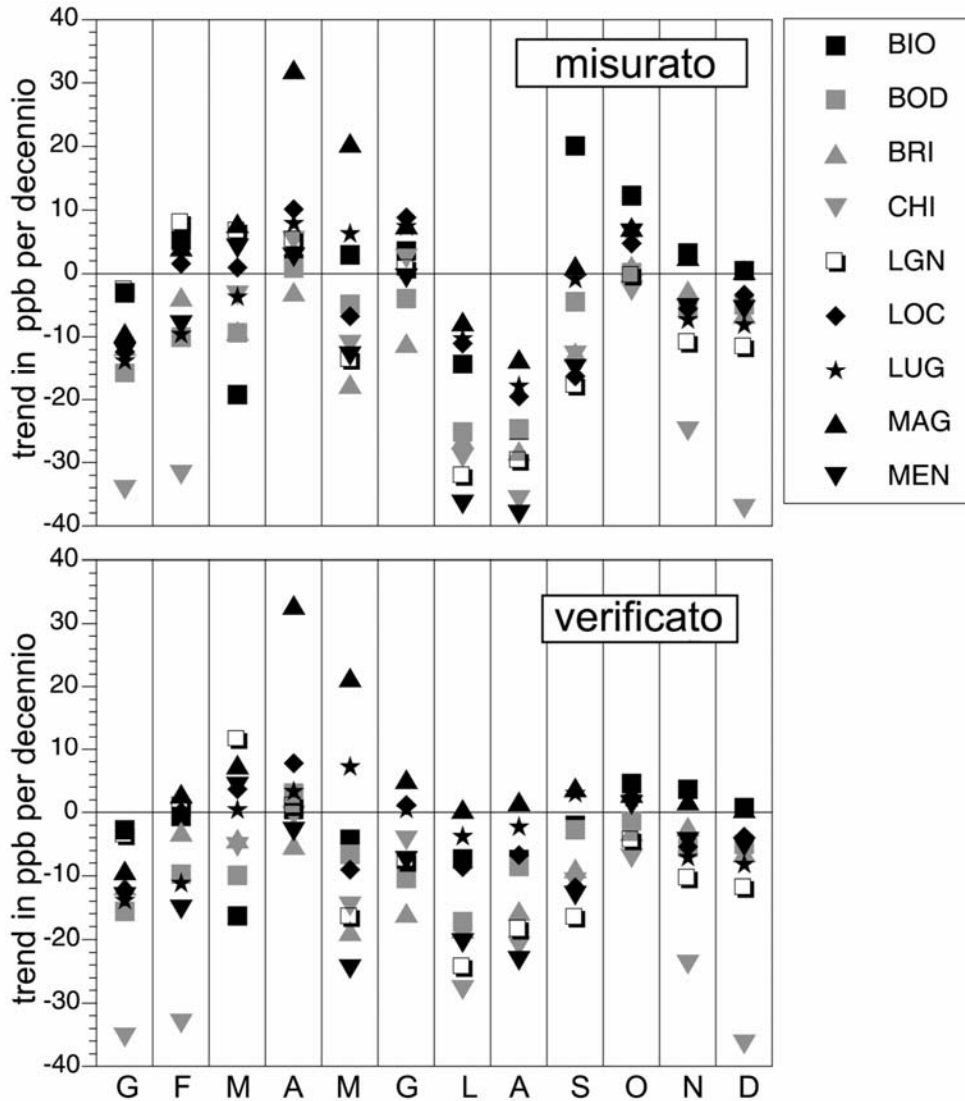


Figura 19: Trend lineari delle medie mensili dei massimi di Ox giornalieri per i dati misurati (grafico sopra) e per quelli verificati (grafico sotto).

3.3.4 Trend dei valori AOT40

I valori AOT40 negli anni '90 sono parecchio diminuiti in luglio ed agosto, mentre negli altri mesi le riduzioni sono molto più contenute. Gli stessi sono leggermente aumentati nei mesi primaverili. La figura 20 mostra tali tendenze.

In particolare le stazioni di rilevamento del Ticino meridionale (Chiasso, Mendrisio e Lugano) e quelle in altitudine situate nel Sopraceneri (Brione) rivelano trend negativi

considerevoli per i sopraccitati valori: in media 5 ppm*h per decennio, che in molti casi corrisponde ad una diminuzione di oltre 50%.

È interessante notare che tutti questi luoghi di misura sono fortemente esposti alle emissioni della Pianura padana. È quindi lecito ipotizzare che il miglioramento del quadro globale dell'inquinamento in questa regione (grazie per esempio all'installazione del catalizzatore sulle vetture) abbia comportato per il Ticino, soprattutto in estate e in giorni con intenso irraggiamento solare, una diminuzione significativa delle concentrazioni massime di ozono. Va comunque sottolineato 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.

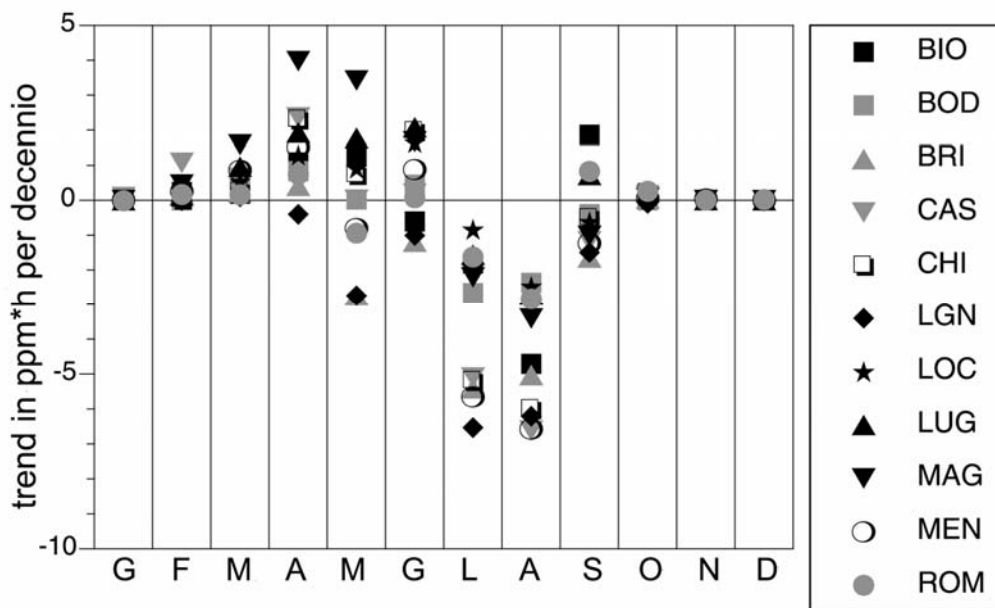


Figura 20: Trend dei valori AOT40 mensili.

3.4 Indagine sull'influenza della Pianura padana

L'influsso della Pianura padana, ed in particolare dell'Interland milanese, sulle concentrazioni di ozono nelle regioni meridionali della Svizzera è notevole. I cosiddetti fronti di ozono ("plume") provenienti dall'Italia contengono infatti notevoli quantità di precursori di ozono.

Tali masse d'aria, per esempio, hanno fatto sì che a Mendrisio (vedi Figura 21) nei mesi di luglio del decennio '90 - '99 la concentrazione di ozono pomeridiana subisse aumenti repentini superiori a 40 ppb in quasi 50 giorni. La frequenza annua di tale eventi si aggira attorno alle 15 giornate, con punte tra giugno ed agosto. A parità di temperatura (e di condizioni meteorologiche quindi) le quantità di ozono misurate in tali giornate sono di gran lunga superiori a quelle degli altri giorni. Questo fenomeno evidentemente non può dipendere solo dalla produzione locale.

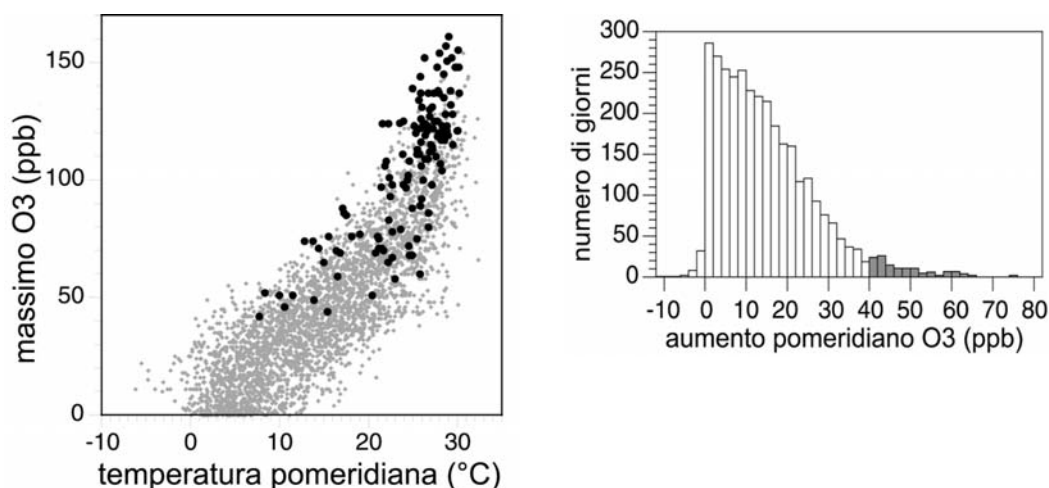


Figura 21: Grafico a sinistra: massimo giornaliero di ozono in funzione della temperatura pomeridiana a Mendrisio. I valori dei giorni in cui la differenza tra la concentrazione massima giornaliera (al pomeriggio) e quella misurata a mezzogiorno è superiore a 40 ppb sono evidenziati in nero. Grafico a destra: distribuzione della frequenza delle suddette differenze; segnate in grigio le differenze maggiori a 40 ppb.

In estate, in generale, le concentrazioni di ozono nel Sottoceneri sono maggiori che nel Sopraceneri, dove i valori misurati, specialmente dalle stazioni situate a bassa quota (per esempio Locarno), sono relativamente contenuti.

Tuttavia i punti di misura sopracenerini posti in altitudine registrano spesso e soprattutto in tarda serata picchi di ozono pari e qualche volta maggiori a quelli fatti segnare nel Ticino meridionale. Ciò significa che la produzione in territorio ticinese di ozono gioca in questo senso un ruolo non indifferente e che quindi non può essere trascurata.

I ricercatori del PSI hanno pertanto tentato di stimare l'ammontare di tale produzione nella regione tra Mendrisio e Castaneda. La tabella 3 elenca i risultati di tale stima per due intervalli di temperature, in cui presumibilmente vi è una considerevole produzione di ozono (20 - 25°C e 25 - 30 °C).

In generale si può affermare che le quantità di ozono originate in Ticino (tabella 3: produzione netta in Ticino = 9.4 ppb) corrispondono in media alla metà di quelle provenienti dall'Italia (tabella 3: aumento della concentrazione di ozono a Mendrisio (O3max-O3(13:00))). Tenendo presente i notevoli processi di rimescolamento e di diluizione, e le quote relativamente elevate di deposizione secca di ozono al Sud delle Alpi questo risultato fa quanto meno riflettere.

Tabella 3 Stima della produzione locale di ozono in Ticino.

	Temperatura (25-30°C)	Temperatura (20-25°C)
Media dei massimi di O ₃ a Castaneda (in ppb)	88.3	68.5
a) partenza del fronte di ozono da Mendrisio alle 13:00		
Concentrazione media di O ₃ alle 13:00 a Mendrisio (in ppb)	78.9	57.6
Produzione netta di ozono in Ticino (in ppb)	9.4	10.9
Produzione netta di ozono in Ticino (in %)	10.6	15.9
Produzione lorda di ozono (in ppb) in Ticino, tenendo conto della deposizione secca (0.7 cm/s)	16.8	16.7
b) partenza del fronte di ozono da Mendrisio alle 14:00		
Concentrazione media di O ₃ alle 14:00 a Mendrisio (in ppb)	83.7	62.9
Produzione netta di ozono in Ticino (in ppb)	4.6	5.6
Produzione netta di ozono in Ticino (in %)	5.2	8.2
Produzione lorda di ozono (in ppb) in Ticino, tenendo conto della deposizione secca (0.7 cm/s)	11.7	11.3
Aumento della concentrazione di ozono a Mendrisio (O ₃ max-O ₃ (13:00) (in ppb)	17.1	13.9
Aumento della concentrazione di ozono a Mendrisio (O ₃ max-O ₃ (14:00) (in ppb)	12.3	8.7

Un'analisi preliminare ha potuto infine accertare un effetto notevole del Ferragosto - periodo verso la metà di agosto in cui gran parte della popolazione italiana parte per le vacanze - sulle concentrazioni di ozono a Sud delle Alpi. A Mendrisio e a pari condizioni meteorologiche, esse sono infatti inferiori a quelle misurate in maggio, giugno e luglio di 10 -15 ppb (vedi figura 22). La riduzione delle emissioni nel Nord Italia durante questo periodo, stimata a 20-30%, si ripercuote quindi positivamente sui valori di ozono della Pianura padana, così come su quelli fatti registrare in Ticino. Appare evidente che una diminuzione duratura delle emissioni nella vicina Italia settentrionale contribuirebbe ad abbassare ulteriormente le concentrazioni di ozono al Sud delle Alpi, ed in particolare nel Sottoceneri.

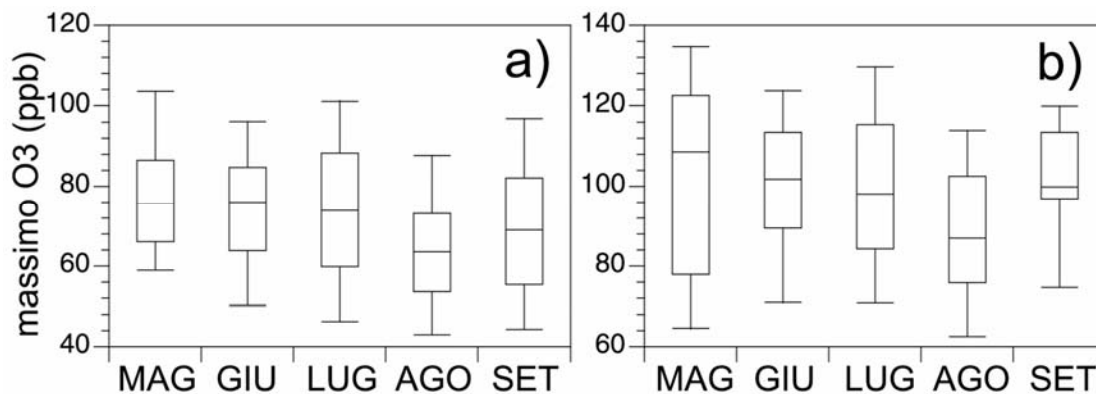


Figura 22: Box-plots dei massimi giornalieri di ozono a Mendrisio: a) per temperature pomeridiane tra 20 e 25° C e b) tra 25 e 30° C. Sono indicati il 10, 25, 50, 75 e 90 percentile.

3.5 Conclusioni

Un primo dato interessante scaturito dallo studio del PSI riguarda il trend negativo delle concentrazioni massime di ozono nei mesi di luglio ed agosto (tra 0 e 20 ppb/decennio) e la contemporanea evoluzione positiva delle stesse nei mesi invernali, riconducibile alla diminuzione delle emissioni di NO (gas che nel complesso circolo dell'ozono rappresenta sia un precursore che un "degradatore" del gas inquinante) riscontrati in Ticino negli anni '90. Questo conferma che la strategia a medio-lungo termine adottata da Confederazione e Cantone al fine di migliorare in modo significativo la qualità dell'aria sta cominciando a dare i suoi frutti. Essa ha infatti permesso di ridurre le emissioni dei precursori dell'ozono nel corso degli ultimi anni. Un recente studio dell'UFAFP a livello svizzero è giunto alla conclusione che tali diminuzioni si aggirano attorno al 50% per gli ossidi di azoto (NO e NO₂) e al 41% per i composti organici volatili (VOC). Anche se, a causa dei complicati processi ed equilibri fotochimici esistenti tra queste sostanze, non è possibile definire un rapporto lineare tra la riduzione dei quantitativi dei precursori dell'ozono e quelli dell'ozono stesso, questo risultato è incoraggiante.

Tuttavia l'altra tendenza messa in rilievo dallo studio, e cioè che il numero di superamenti del limite orario di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ previsto dall'OIA è sostanzialmente rimasto stabile in Ticino nel corso del decennio '90 - '99, deve preoccupare ed indurre a non sottovalutare la situazione attuale dell'inquinamento dell'aria a Sud delle Alpi. Non bisogna infatti dimenticare che elevate concentrazioni di ozono possono causare disturbi di vario genere sia nelle persone sane che specialmente in quelle più deboli e a rischio (bambini, anziani e gestanti).

Lo studio ha pure messo in luce, tramite due esempi, in che misura le emissioni della Pianura padana (in particolare dell'Interland milanese) influenzano la qualità dell'aria in Ticino. Da una parte gli studiosi del PSI hanno analizzato i cosiddetti fronti d'ozono ("Plume") che provengono proprio dall'Italia settentrionale e provocano repentini e importanti aumenti dei quantitativi di questo inquinante, in particolare nel Mendrisiotto. Dall'altra l'indagine ha potuto dimostrare una chiara diminuzione delle quantità di inquinanti importati (precursori dell'ozono e ozono stesso) dalla vicina Lombardia durante il Ferragosto, periodo in cui gli italiani partono per le vacanze.

Il PSI ha infine stimato la produzione di ozono in territorio ticinese. È risultato abbastanza sorprendentemente che le quantità di ozono originate in Ticino corrispondono in media alla metà di quelle provenienti dall'Italia. Questo dato deve quantomeno far riflettere.

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 del 60%.

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 ³ : | almeno 13140 | semiore | = 9 mesi |
| | | | e inoltre nessuna interruzione > 20 giorni |

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

³ 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	29	13	55	22	0	26
Febbraio	28	11	49	19	0	26
Marzo	27	8	44	14	0	18
Aprile	30	6	29	11	0	13
Maggio	31	4	16	6	0	8
Giugno	30	2	16	7	0	8
Luglio	31	3	16	5	0	8
Agosto	26	2	16	6	0	8
Settembre	30	3	18	5	0	8
Ottobre	31	6	21	7	0	13
Novembre	30	9	45	15	0	21
Dicembre	31	12	63	18	0	34
Totale	354	7	63	22	0	19
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	30	10	29	18	0	21
Febbraio	28	8	44	15	0	21
Marzo	31	4	23	8	0	13
Aprile	30	2	26	5	0	10
Maggio	31	1	10	3	0	5
Giugno	30	1	8	3	0	3
Luglio	31	2	13	5	0	5
Agosto	31	3	42	4	0	5
Settembre	30	4	18	9	0	8
Ottobre	24	7	21	11	0	13
Novembre	-	-	-	-	-	-
Dicembre	-	-	-	-	-	-
Totale	296	4	44	18	0	13
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	29	3	21	7	0	10
Febbraio	28	3	21	5	0	10
Marzo	31	3	16	6	0	8
Aprile	25	2	18	6	0	8
Maggio	31	1	8	4	0	5
Giugno	30	1	10	4	0	5
Luglio	25	2	10	4	0	5
Agosto	29	1	18	6	0	5
Settembre	30	1	12	3	0	5
Ottobre	31	4	16	6	0	8
Novembre	30	4	26	7	0	10
Dicembre	31	6	36	10	0	16
Totale	350	3	36	10	0	8
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	29	13	234	46	0	49
Febbraio*	22	16	166	35	0	49
Marzo	31	11	182	27	0	31
Aprile	30	14	107	40	0	44
Maggio	27	11	146	22	0	31
Giugno	25	10	99	24	0	31
Luglio	29	10	172	24	0	34
Agosto	31	10	122	17	0	34
Settembre	30	11	161	36	0	42
Ottobre	31	15	250	35	0	42
Novembre	30	18	198	36	0	44
Dicembre*	20	30	221	70	0	70
Totale	335	14	250	70	0	44
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	26	9	31	17	0	18
Febbraio	26	8	34	14	0	18
Marzo	31	7	21	12	0	13
Aprile	30	5	16	8	0	10
Maggio	31	2	16	4	0	5
Giugno	27	1	13	4	0	5
Luglio	19*	2	5	3	0	3
Agosto	27	2	13	3	0	3
Settembre	26	2	10	4	0	5
Ottobre	24	2	16	5	0	5
Novembre	30	3	18	7	0	10
Dicembre	31	6	29	12	0	16
Totale	328	4	34	17	0	13
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella A1.5: 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	29	51	151	94	2	87
Febbraio	28	62	246	130	2	99
Marzo	27	51	102	69	0	82
Aprile	30	43	123	72	0	84
Maggio	31	38	121	58	0	71
Giugno	16*	30	121	44	0	65
Luglio	31	26	84	39	0	60
Agosto	26	24	108	48	0	58
Settembre	30	34	110	53	0	61
Ottobre	31	45	114	64	0	78
Novembre	30	47	153	78	0	78
Dicembre	31	57	128	91	3	97
Totale	340	42	246	130	7	82
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	38	108	60	0	63
Febbraio	28	46	114	76	0	86
Marzo	30	46	110	66	0	76
Aprile	30	32	95	57	0	73
Maggio	31	32	86	50	0	61
Giugno	30	26	95	42	0	58
Luglio	31	28	89	47	0	58
Agosto	31	24	102	34	0	56
Settembre	30	27	99	40	0	54
Ottobre	31	34	132	50	0	63
Novembre	30	49	139	87	2	91
Dicembre	31	50	111	72	0	95
Totale	364	36	139	87	2	74
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*	7	40	86	48	0	63
Febbraio	28	47	119	68	0	80
Marzo	31	48	119	68	0	78
Aprile	30	37	108	58	0	73
Maggio	31	34	89	47	0	63
Giugno	30	27	89	49	0	54
Luglio	31	27	73	39	0	48
Agosto	31	26	74	38	0	48
Settembre	30	30	87	43	0	56
Ottobre	29	37	112	52	0	63
Novembre	30	37	97	58	0	60
Dicembre	31	40	89	60	0	60
Totale	339	36	119	68	0	65
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	29	23	97	50	0	52
Febbraio	28	22	87	62	0	56
Marzo	31	20	80	56	0	48
Aprile	25	14	73	36	0	37
Maggio	31	13	45	23	0	30
Giugno	30	13	71	24	0	28
Luglio	25	15	45	22	0	30
Agosto	29	13	37	18	0	26
Settembre	30	14	45	24	0	30
Ottobre	31	17	65	29	0	34
Novembre	30	22	108	62	0	58
Dicembre	31	25	112	70	0	67
Totale	350	18	112	70	0	44
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	29	35	84	55	0	61
Febbraio	28	36	99	62	0	71
Marzo	31	47	214	87	3	101
Aprile	30	35	255	83	2	106
Maggio	31	26	220	74	0	86
Giugno*	-	-	-	-	-	-
Luglio	26	21	65	32	0	41
Agosto	31	33	109	55	0	72
Settembre	30	26	76	46	0	59
Ottobre	31	31	98	44	0	53
Novembre	30	29	74	50	0	52
Dicembre	31	36	125	72	0	73
Totale	328	32	255	87	5	73
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	26	49	102	71	0	78
Febbraio*	20	55	117	76	0	93
Marzo	28	40	100	68	0	71
Aprile	30	30	104	57	0	65
Maggio	31	29	78	40	0	52
Giugno	27	24	80	36	0	52
Luglio*	19	28	73	49	0	60
Agosto	27	28	114	44	0	60
Settembre	26	26	87	36	0	52
Ottobre	24	34	114	49	0	61
Novembre	29	35	91	64	0	65
Dicembre	31	39	89	59	0	69
Totale	318	35	117	76	0	71
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella A1.11: 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	29	2	37	17	0	27
Febbraio	28	10	81	33	0	61
Marzo	27	13	76	48	0	68
Aprile	30	35	133	85	5	98
Maggio	23	32	145	70	9	119
Giugno	29	85	273	136	161	230
Luglio	31	92	293	125	207	238
Agosto	26	82	287	151	154	201
Settembre	30	34	148	60	10	115
Ottobre	31	16	135	42	2	96
Novembre	30	10	78	51	0	66
Dicembre	31	9	66	39	0	59
Totale	345	35	293	151	548	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella A1.12: 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	7	68	34	0	61
Febbraio	28	20	95	66	0	76
Marzo	30	21	91	78	0	84
Aprile	30	51	116	94	0	101
Maggio	31	51	219	105	46	144
Giugno	30	76	203	120	92	176
Luglio	31	71	215	117	82	170
Agosto	31	63	245	103	45	137
Settembre	30	33	123	65	1	88
Ottobre	31	13	82	31	0	61
Novembre	30	13	76	56	0	68
Dicembre	31	14	77	52	0	68
Totale	364	36	245	120	266	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella A1.13: 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	30	9	58	40	0	49
Febbraio	28	21	83	59	0	70
Marzo	31	26	97	58	0	86
Aprile	30	53	116	89	0	103
Maggio	31	55	170	91	53	142
Giugno	30	73	218	115	85	170
Luglio	31	66	190	100	66	158
Agosto	31	60	227	107	64	156
Settembre	30	31	113	66	0	86
Ottobre	24	13	85	29	0	66
Novembre*	-	-	-	-	-	-
Dicembre*	-	-	-	-	-	-
Totale	296	41	227	115	268	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella A1.14: 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	29	27	71	59	0	61
Febbraio	28	45	97	74	0	82
Marzo	31	49	108	78	0	96
Aprile	25	76	137	97	14	121
Maggio	31	75	204	123	113	158
Giugno	30	90	238	145	135	181
Luglio	25	85	223	127	97	164
Agosto	29	78	247	140	92	166
Settembre	30	48	130	72	4	107
Ottobre	31	38	123	61	2	90
Novembre	30	33	80	61	0	68
Dicembre	31	35	80	66	0	72
Totale	350	57	247	145	457	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella A1.15: 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	29	4	60	31	0	43
Febbraio	28	22	89	71	0	78
Marzo	31	22	92	59	0	84
Aprile	30	48	118	93	0	105
Maggio	31	34	136	66	3	111
Giugno	30	51	178	88	30	144
Luglio	29	38	185	67	15	123
Agosto	31	30	138	64	4	109
Settembre	30	25	98	63	0	76
Ottobre	31	3	59	13	0	31
Novembre	30	13	72	61	0	66
Dicembre	31	13	72	63	0	66
Totale	361	25	185	93	52	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella A1.16: 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	26	9	74	51	0	66
Febbraio	26	22	94	58	0	74
Marzo	31	25	95	71	0	86
Aprile	30	49	124	96	3	107
Maggio	31	47	214	89	44	144
Giugno	27	71	202	103	92	181
Luglio	19	65	215	95	64	164
Agosto	27	55	235	91	68	148
Settembre	26	29	128	64	2	99
Ottobre	24	14	105	28	0	94
Novembre	30	13	82	49	0	64
Dicembre	31	13	73	50	0	70
Totale	328	34	235	103	273	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella A1.17: 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	29	2364	7458	3758	0
Febbraio	28	1841	8758	2975	0
Marzo	27	1230	4520	2108	0
Aprile	30	808	4463	1241	0
Maggio	31	776	3333	1032	0
Giugno*	10	752	2401	1178	0
Luglio*	-	-	-	-	-
Agosto*	22	516	1438	833	0
Settembre	30	664	5704	1108	0
Ottobre	31	1123	4068	1969	0
Novembre	30	1748	5668	3032	0
Dicembre	31	2179	6021	3534	0
Totale*	144	1273	8758	3758	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella A1.18: 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	1946	5424	2630	0
Febbraio	28	1353	6102	2284	0
Marzo	30	1182	4294	1803	0
Aprile	30	749	2825	1376	0
Maggio	31	743	2938	1317	0
Giugno	30	518	2938	776	0
Luglio	31	544	2373	878	0
Agosto	31	389	2147	695	0
Settembre	30	747	3729	1765	0
Ottobre	31	1370	3842	1895	0
Novembre	30	1584	5989	2628	0
Dicembre	31	1976	6215	2624	0
Totale	364	1092	6215	2630	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella A1.19: 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	30	1003	4983	1442	0
Febbraio	28	799	3718	1341	0
Marzo	31	541	2271	866	0
Aprile	30	427	2689	584	0
Maggio*	11	426	1390	561	0
Giugno*	19	376	983	441	0
Luglio	31	365	1085	484	0
Agosto	31	392	1311	526	0
Settembre	30	393	2102	519	0
Ottobre	29	251	3872	1161	0
Novembre	30	0	5403	1923	0
Dicembre	31	1202	5435	1695	0
Totale	331	515	5435	1923	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella A1.20: 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	26	1192	3819	2372	0
Febbraio	26	890	4452	1836	0
Marzo	31	666	2791	1081	0
Aprile	30	460	2091	764	0
Maggio	31	379	1458	577	0
Giugno	27	306	1006	396	0
Luglio*	19	317	938	472	0
Agosto	27	358	2181	502	0
Settembre*	13	333	1503	432	0
Ottobre*	-	-	-	-	-
Novembre*	-	-	-	-	-
Dicembre*	-	-	-	-	-
Totale*	230	545	4452	2372	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella A1.22: Bioggio, Aeroporto

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	29	38	62	6	0.02	0.43
Febbraio	28	27	53	1	0.02	0.25
Marzo	31	25	56	1	0.02	0.27
Aprile	28	25	57	1	0.01	0.18
Maggio	31	26	38	0	0.01	0.19
Giugno	30	24	52	1	0.01	0.23
Luglio	31	32	62	2	0.01	0.19
Agosto	31	27	62	1	0.01	0.2
Settembre	30	19	35	0	0.01	0.15
Ottobre	25	32	64	2	0.04	0.44
Novembre	25	34	66	3	0.02	0.4
Dicembre	31	40	78	9	0.02	0.44
Totale	350	29	78	27	0.02	0.28
Limite OIAt	-	20	50	0	0.5	1.5

Tabella A1.22: 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	31	26	37	0
Febbraio	28	27	48	0
Marzo	31	19	46	0
Aprile	30	15	34	0
Maggio	31	20	41	0
Giugno	30	18	47	0
Luglio	31	22	51	1
Agosto	31	24	63	2
Settembre	30	14	29	0
Ottobre	24	28	63	2
Novembre*	-	-	-	-
Dicembre*	-	-	-	-
Totale	297	21	63	5
Limite OIAt	-	20	50	0

Tabella A1.23: Locarno, Piazza Castello

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*	5	24	35	0
Febbraio*	22	33	61	4
Marzo	27	22	39	0
Aprile	30	18	40	0
Maggio	31	21	38	0
Giugno	30	20	46	0
Luglio	31	21	49	0
Agosto	26	22	40	0
Settembre	30	15	34	0
Ottobre	31	40	92	6
Novembre	30	43	75	8
Dicembre	31	54	100	17
Totale	324	28	100	35
Limite OIAt	-	20	50	1

Tabella A1.24: Chiasso, Scuole elementari e medie

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	20	44	0
Febbraio	28	18	44	0
Marzo	31	19	53	0
Aprile	30	17	41	0
Maggio	31	20	31	0
Giugno	30	19	53	0
Luglio	31	25	49	0
Agosto	31	21	45	0
Settembre	30	10	29	0
Ottobre*	19	27	60	0
Novembre*	-	-	-	-
Dicembre*	-	-	-	-
Totale	288	20	60	0
Limite OIAt	-	20	50	1

Tabella A1.25: Brione s. Minusio, Via alla Selva

**** Rappresentazioni grafiche**

Le seguenti figure illustrano le immissioni registrate durante il 2001 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.

Gli asterischi (*) sono stati utilizzati per evidenziare i risultati dei mesi non completi.

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

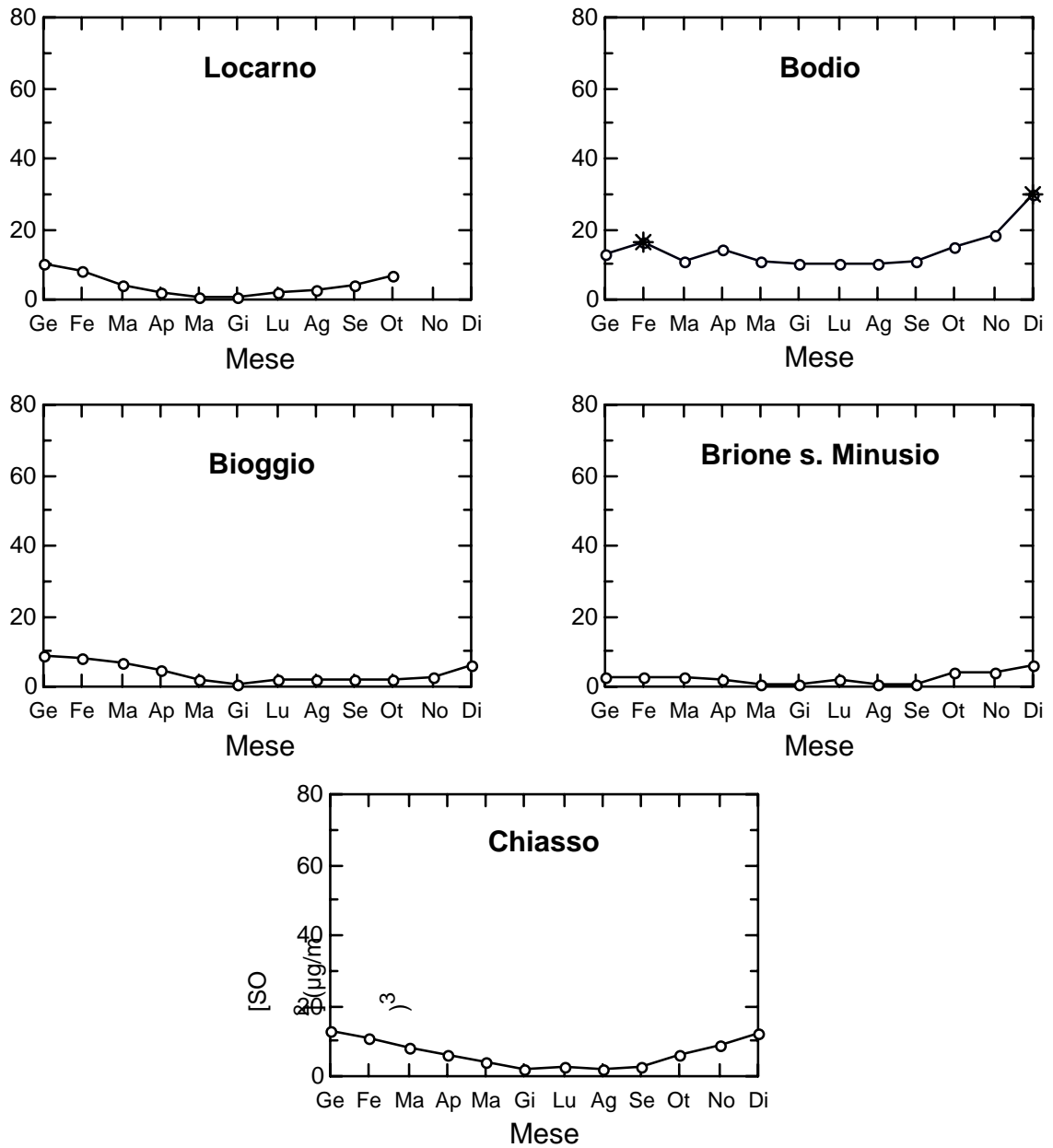


Figura A1.1: Diossido di zolfo (SO_2); medie mensili (2001)

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

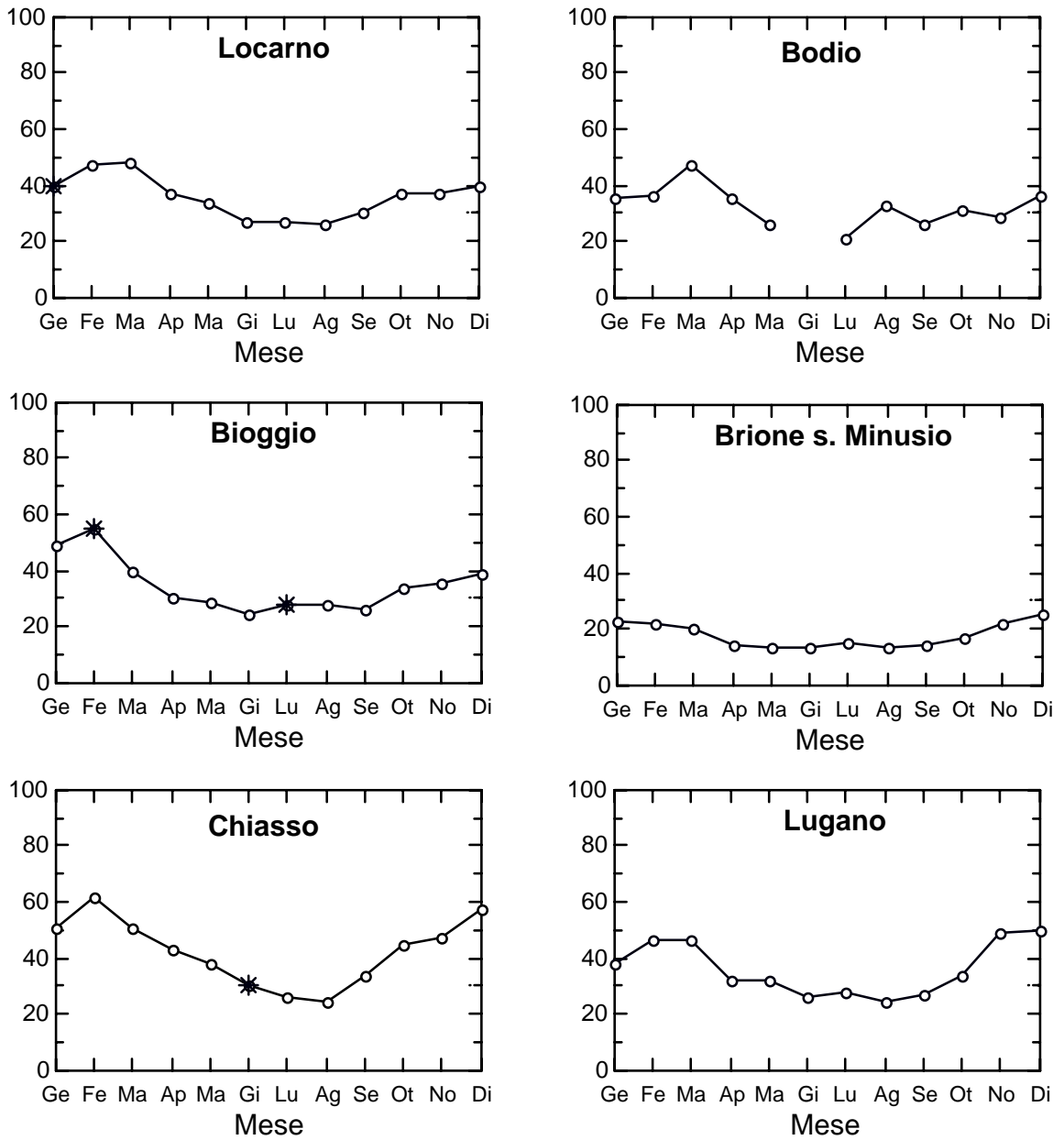


Figura A1.2: Diossido d'azoto (NO₂); medie mensili (2001)

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

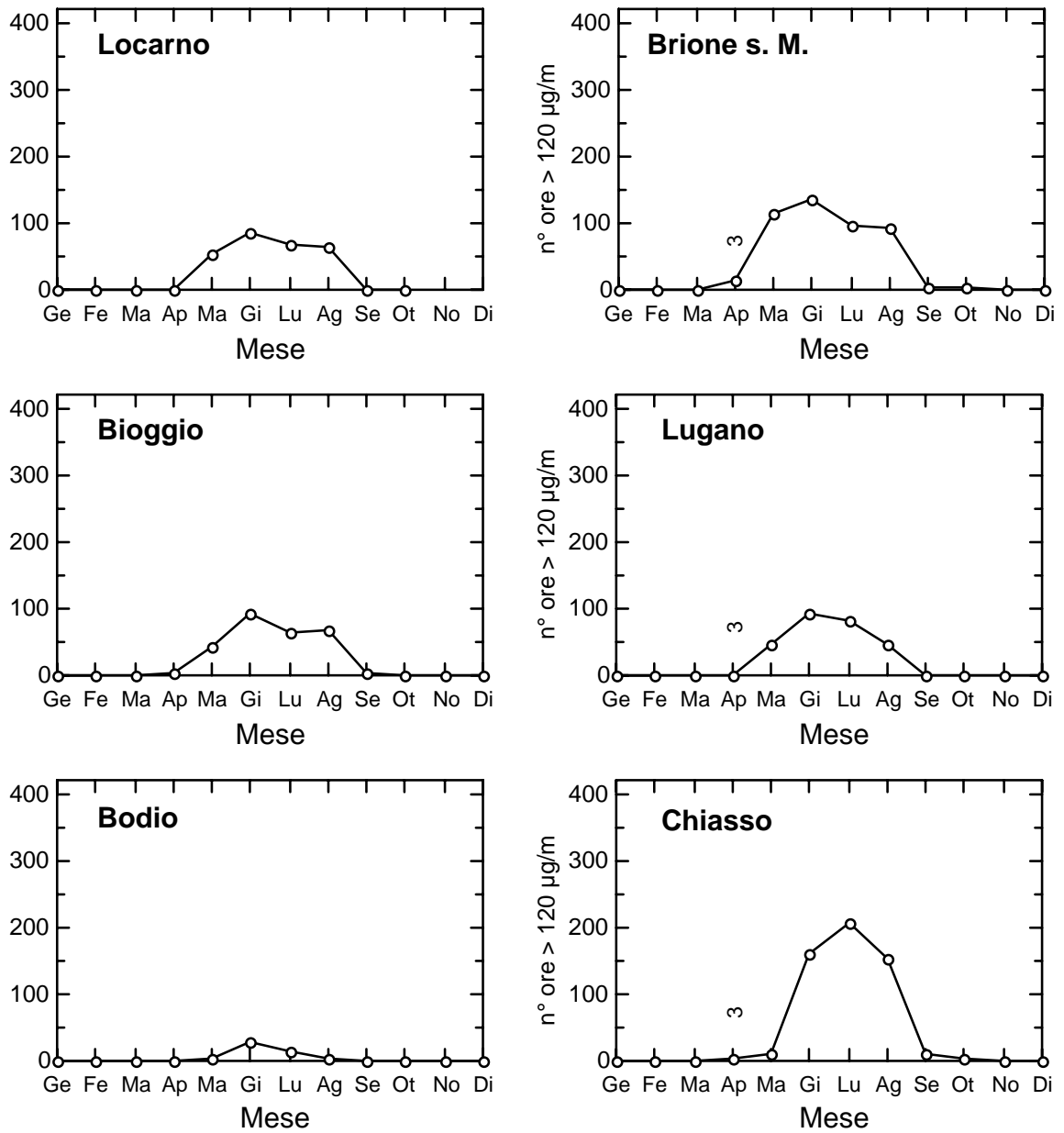


Figura A1.3: Ozono (O_3); n° di superamenti mensili del limite OIAt (2001)

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

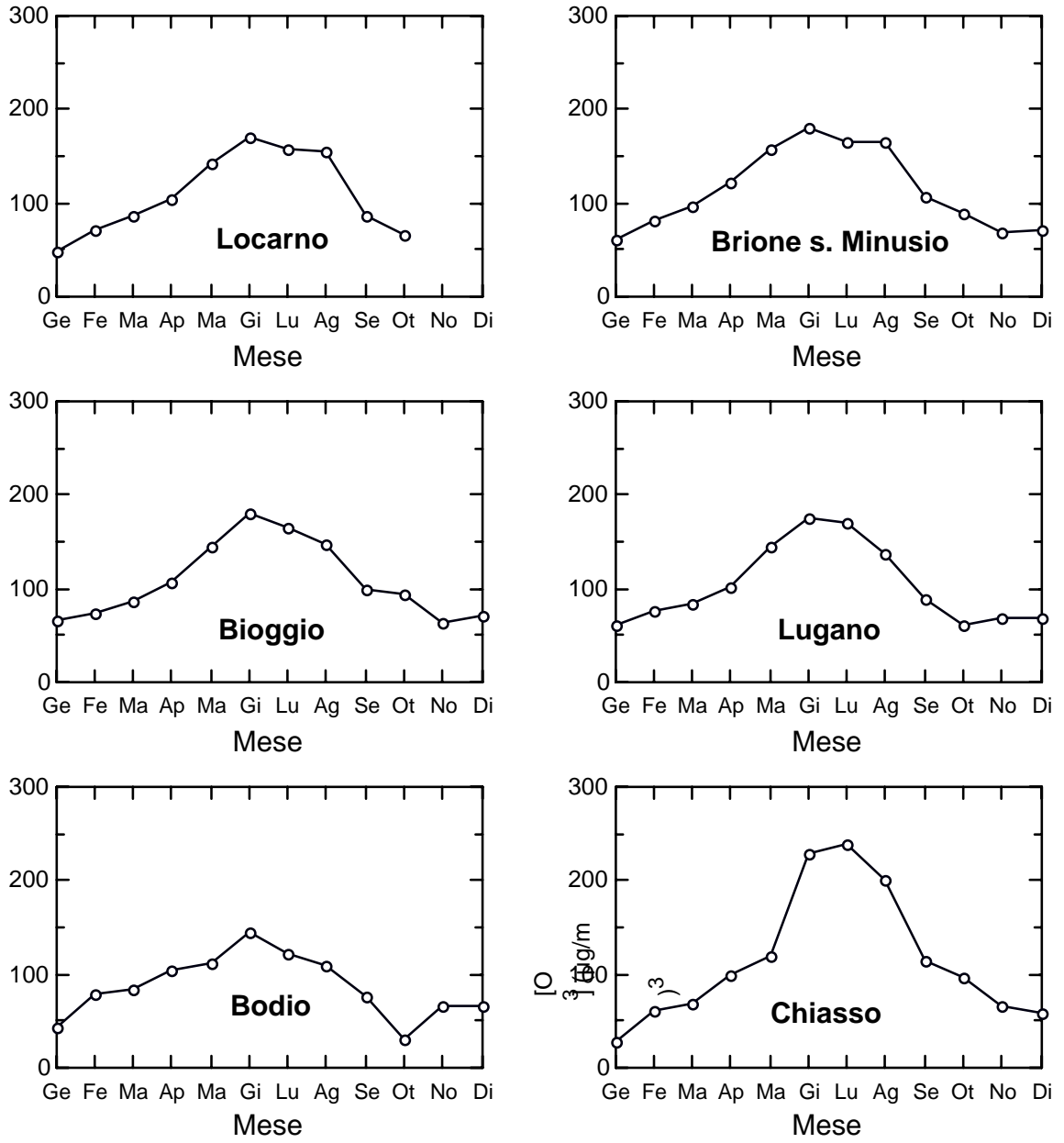


Figura A1.4: Ozono (O_3); 98° percentile mensili (2001)

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

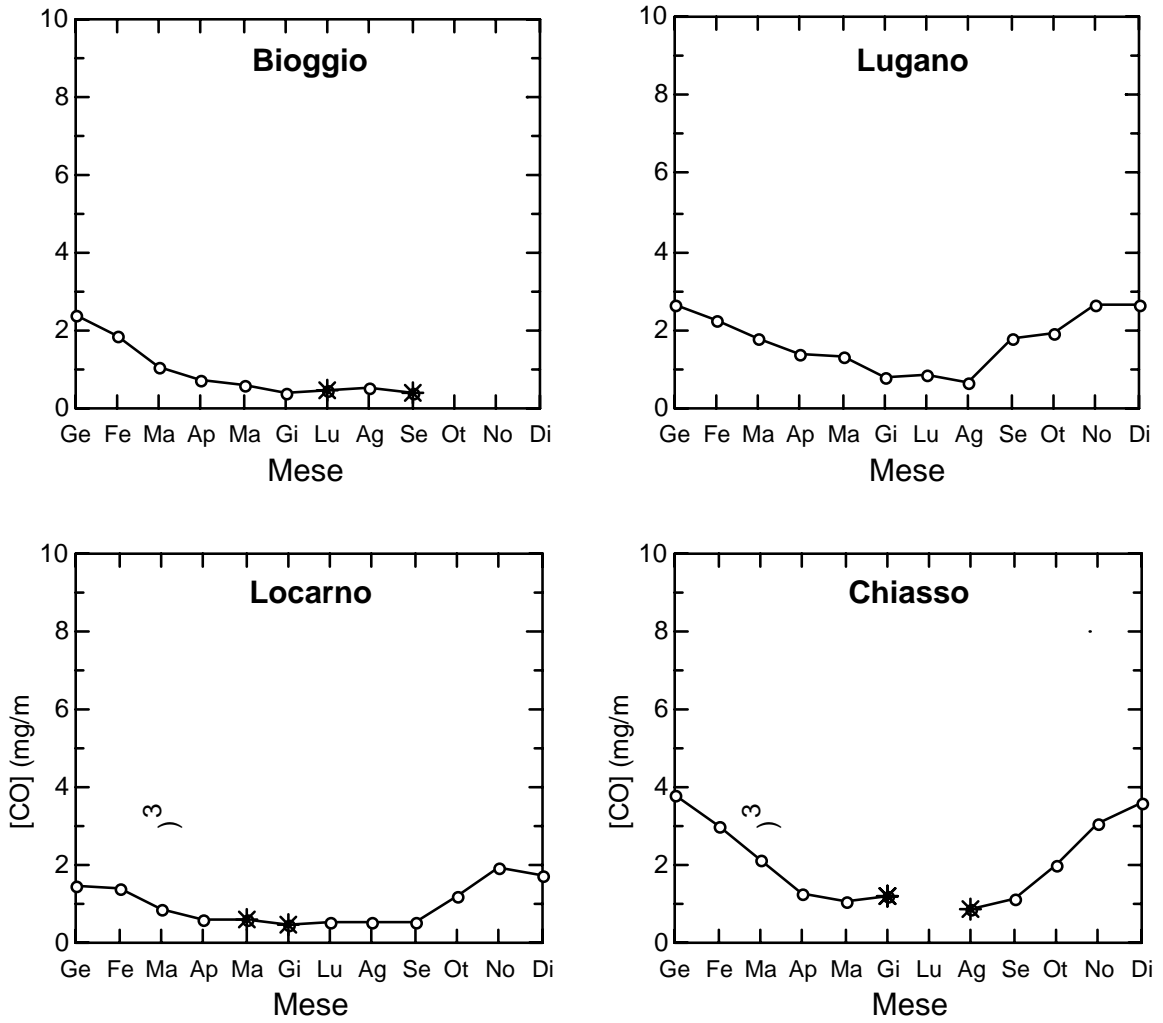


Figura A1.5: Monossido di carbonio (CO); medie giornaliere massime (2001)

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

Tabella A1.28: Misure con i campionatori passivi di diossido d'azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). 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
Minusio														
Via S. Gottardo	706.1/114.8	65	65	69	68	63	63	55	50	47	52	47	48	40
Polizia	706.2/114.7	-	-	-	-	-	-	37	29	28	30	27	28	25
Via R. Simen	706.2/114.6	-	-	-	-	-	-	49	38	34	37	32	33	31
Sonogno														
casa comunale	703.6/134.0	7*	8	8	6	6	7	7	7	6	7	8	9	7
Tegna														
scuola mat.	700.9/115.9	-	27	27	25	22	22	21	19	18	22	16	16	15
Luganese														
Agno														
casa comunale	713.1/95.0	63	70	70	66	61	61	59	50	49	55	49	50	41
stazione FLP	713.3/94.9	47	51	49	49	45	45	43	38	40	41	37	43*	31
Astano														
casa comunale	706.8/96.7	-	11	12	12	11	11	13	15	13	14	13	-	12
Bedigliora														
scuola media	708.7/95.5	-	14	16	17	15	16	15	13	13	14	12	13	10*
Bioggio														
casa comunale	713.8/97.0	-	35	36	37	32	32	31	29	27	29	25	26	24*
Bosco														
Parco giochi	713.9/98.3	-	24	25	26	23	20	20	20	16	19	16	18	15
Canobbio														
stabile PTT	718.2/99.3	32*	35	37	37	34	36	32	28	26	29	28	27	23
Carona														
acquedotto	716.1/91.6	20*	22	23	25	20	21	19	18	17	18	15	16	15*
Croglio														
Madonna del P.	708.2/93.8	30*	39	37	35	31	33	29	25	26	27	24	24	21
Lopagno														
Miera casa com	719.0/103.1	16*	19	20	28	17	18	17	16	14	16	14	14	12
Lugano														
Aldesago	719.4/96.3	32	32	33	37	29	33	29	26	24	27	25	24	20
Brè	720.5/96.5	16	16	18	17	13	15	13	14	12	12	11	11	10
lab. cant. igiene	717.8/96.4	47	47	45	48	43	45	42	37	37	39	35	36	33
ospedale civico	717.3/97.4	46	45	44	46	41	40	37	33	32	34	30	33	27*
polizia com.	717.1/95.8	61	62	63	67	60	61	57	51	52	54	48	47	41
PTT Besso	716.8/96.0	77	79	80	80	71	73	68	61	61	64	58	56	53
stadio	717.9/98.1	44	46	45	46	40	44	39	34	34	40	36	35	32*
UTC	717.2/95.8	70	72	77	73	66	68	64	56	57	35	57	57	51
Manno														
Azienda elettrica	714.9/98.5	53	52	58	52	49	44	38	42	43	45	40	41	34*
Cairello	714.4/98.3	34	30	37	27	29	27	23	22	24	30	23	22	18
Massagno														
chiesa S. Lucia	716.5/96.8	54	55	53	54	49	49	46	39	40	41	38	37	32
Muzzano														
comune	715.0/95.1	-	36	37	37	33	34	30	26	27	26	21	22	21
Paradiso														
scuole element.	716.85/94.3	-	-	62	60	53	57	52	43	47	47	44	44	38

Tabella A1.29: Misure con i campionatori passivi di diossido d'azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). 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
Ponte Tresa														
stazione	710.3/92.0	41	45	44	45	38	38	43	38	40	38	35	34	32
dogana	710.1/91.6	57	61	60	61	54	54	52	46	45	45	43	40	32
Sorenago														
casa comunale	716.1/95.2	-	51	43	51	40	41	38	35	34	34	32	30	27
Taverne														
piazza coop		-	-	44	47	43	43	41	35	35	36	34	36	31
Vezia														
Afer	715.7/98.1	-	53	50	52	46	46	42	39	39	41	37	35	28
Campagnora	715.2/98.2	-	52	51	44	43	44	38	34	36	38	33	43*	-
San Martino	716.3/97.9	-	32	33	34	29	31	28	-	25	25	22	24	22*
Mendrisiotto														
Balerna														
casa comunale	721.9/78.6	52*	56	54	55	49	48	47	39	39	38	40	37	33
via Franscini	722.1/78.7	38*	42	41	42	37	37	33	33	29	32	30	30	27*
Capolago														
casa comunale	719.6/84.3	-	72	71	67	61	61	60	51	55	51	51	47	41*
cimitero	719.4/84.4	-	53	52	54	48	50	47	41	41	43	38	40	33*
Chiasso														
polizia cant.	723.9/76.9	63	66	67	67	56	57	54	48	49	49	52	44	37
S. Stefano	721.6/76.6	40*	32	30	36	30	30	27	24	23	25	23	23	23
stadio	722.5/77.0	40	42	42	43	37	39	35	37	30	30	28	28	28*
viale Galli	723.4/77.6	89	94	98	89	83	87	80	72	70	68	69	63	59*
Coldrerio														
Via S. Apollonia	720.3/79.5	-	67	69	66	58	58	55	47	50	48	48	46	39
Ligornetto														
quadretto	718.4/80.6	-	41	42	43	36	33	34	32	29	34	35	34	32
Mendrisio														
Brech	719.6/81.4	51*	55	55	56	49	46	49	41	42	43	41	43	34*
stazione FFS	719.7/80.9	64	68	65	66	57	58	48	46	49	48	47	46	42*
scuole	720.0/80.5	39*	42	39	45	41	39	38	32	31	30	32	31	29*
Morbio Inf.														
Via Cereghetti	722.7/79.2	40*	36	38	41	35	34	32	28	30	28	27	26	25
Novazzano														
casa comunale	719.9/77.9	38*	46	44	47	41	41	39	33	33	35	32	32	29
Pobia	720.9/78	-	34	41	42	36	35	33	32	29	32	27	29	26*
Riva S. Vitale														
scuole	719.0/84.6	-	43	46	44	40	39	36	31	31	29	29	31	26
Sagno														
Zona Villette	724.6/79.5	19	19	21	21	17	17	17	15	13	15	14	13	12

Tabella A1.30: Misure con i campionatori passivi di diossido d'azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). 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
Stabio														
via Monticello	716.1/79.3	35	33	34	34	34	25*	26	23	25	25	23	23	19
PTT	716.4/78.8	42	41	43	41	38	35*	37	32	32	35	29	32	28
via Falcette	716.9/78.9	40*	44	44	45	43	36*	30*	31	33	33	34	32	26
Riviera														
Biasca														
asilo	717.5/136.1	25*	26	26	27	25	25	23	20	20	20	18	20	16
casa comunale	717.9/135.5	44*	48	49	47	43	42	37	35	36	34	30	30	26
industrie	717.8/134.3	43*	49	47	47	40	44	41	36	37	38	35	37	30*
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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). 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	01
Pian Scairolo														
Montagnola														
Ronchirola	715.1/92.4	36	37	30	22	13	13	16	16	20	29	16	35	23
IKEA	715.2/92.4	39	40	34	22	17	17	14	17	20	29	18	40	25
Grancia														
Garage Peugeot	715.4/92.6	44	49	-	38	30	29	35	29	-	34	20	41	35*
Mag. Garzoni	715.5/92.4	55	63	59	63	61	53	54	57	53	49	25	49	54

Tabella A1.32: Misure con i campionatori passivi di diossido d'azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). 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	01
Campagne speciali														
Profili autostada A2														
Moleno A (150 m)	720.7/125.6	36	32	29	23	12	14	15	17	17	18	12	29	21
Moleno B (100 m)	720.6/125.6	37	33	31	25	-	21	15	20	21	22	12	29	24*
Moleno C (50 m)	720.6/125.5	38	32	33	26	19	20	19	19	22	20	12	29	24
Moleno D (0 m)	720.5/125.5	51	47	46	42	35	40	41	36	35	33	15	35	38
Moleno E (0 m)	720.5/125.5	41	37	35	36	22	16	14	23	26	23	14	30	27
Moleno F (50 m)	720.5/125.5	36	35	34	28	27	27	25	24	24	21	13	30	27
Moleno G (100 m)	720.4/125.4	38	33	31	26	26	24	23	20	20	21	13	28	25
Moleno H (150 m)	720.4/125.4	38	32	29	24	11	14	15	16	-	19	13	26	22*
Lugano FFS														
Loreto	716.7/95.4	44	54	44	36	29	31	32	30	33	37	19	39	36
Lugano FFS	716.8/95.8	-	46	41	33	28	28	28	26	32	43	22	46	34*

Tabella A1.33 : Misure con i campionatori passivi di diossido d'azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). 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 dall'autostrada A2.

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			
Benzolo	78.11	0.316	3.165
Toluolo	92.14	0.268	3.731
Etilbenzolo	106.17	0.233	4.292
m/p-Xilolo	106.17	0.233	4.292
o-Xilolo	106.17	0.233	4.292
Stirololo	104.15	0.237	4.219
Isopropilbenzolo	120.19	0.205	4.878
n-Propilbenzolo	120.19	0.205	4.878
m/p- Etiltoluolo	120.19	0.205	4.878
o- Etiltoluolo	120.19	0.205	4.878
1,3,5-Trimetilbenzolo	120.19	0.205	4.878
1,2,4-Trimetilbenzolo	120.19	0.205	4.878
1,2,3-Trimetilbenzolo	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
Clorobenzolo	112.56	0.219	4.566
1,1,2,2-Tetracloroetano	165.83	0.147	6.803
1,3-Diclorobenzolo	147.00	0.168	5.952
1,4- Diclorobenzolo	147.00	0.168	5.952
1,2- Diclorobenzolo	147.00	0.168	5.952

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

BIBLIOGRAFIA

- [1] UFAPP (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] BUWAL (1999): PM10 - Vergleichsmessungen, August 1999, INFRAS.
- [5] Sezione Protezione Aria e Acqua, Ufficio Protezione dell'Aria (1994): Analisi della qualità dell'aria 1993, Settembre 1994.
- [6] Sezione Protezione Aria e Acqua, Ufficio Protezione dell'Aria (2000): Situazioni di smog invernale in una regione transfrontaliera - le prime 7 settimane del 2000, Marzo 2000.
- [7] Sezione Protezione Aria e Acqua, Ufficio Protezione dell'Aria (1998): Analisi della qualità dell'aria 1997, Settembre 1998.
- [8] Sezione Protezione Aria e Acqua, Ufficio Protezione dell'Aria (2001): Analisi della qualità dell'aria 2000, Settembre 2001.

AUTORI E RINGRAZIAMENTI

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

Angelo Bernasconi
Mario Camani
Caroline Camponovo
Luca Colombo
Valerio Fumagalli
Michele Politta
Christian Poncini.

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