

SEZIONE PROTEZIONE ARIA E ACQUA

UFFICIO PROTEZIONE DELL'ARIA

ANALISI DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

1999

DIVISIONE AMBIENTE

DIPARTIMENTO DEL TERRITORIO

Settembre 2000

Sommario	3
----------------	---

Parte prima

Qualità dell'aria in Ticino: situazione e tendenze evolutive.....	7
--	----------

1.1 Diossido di zolfo	7
1.2 Diossido d'azoto	10
1.3 Ozono	12
1.4 Monossido di carbonio	16
1.5 Polveri fini	16
1.6 Composti organici volatili	21

Parte seconda

Previsione della massima giornaliera di ozono nel Canton Ticino.....	22
---	-----------

2.1 Introduzione al problema	22
2.2 Le reti neurali artificiali	23
2.3 Una rete neurale per la previsione delle concentrazioni di ozono.....	23
2.4 Risultati ottenuti.....	24

Allegati

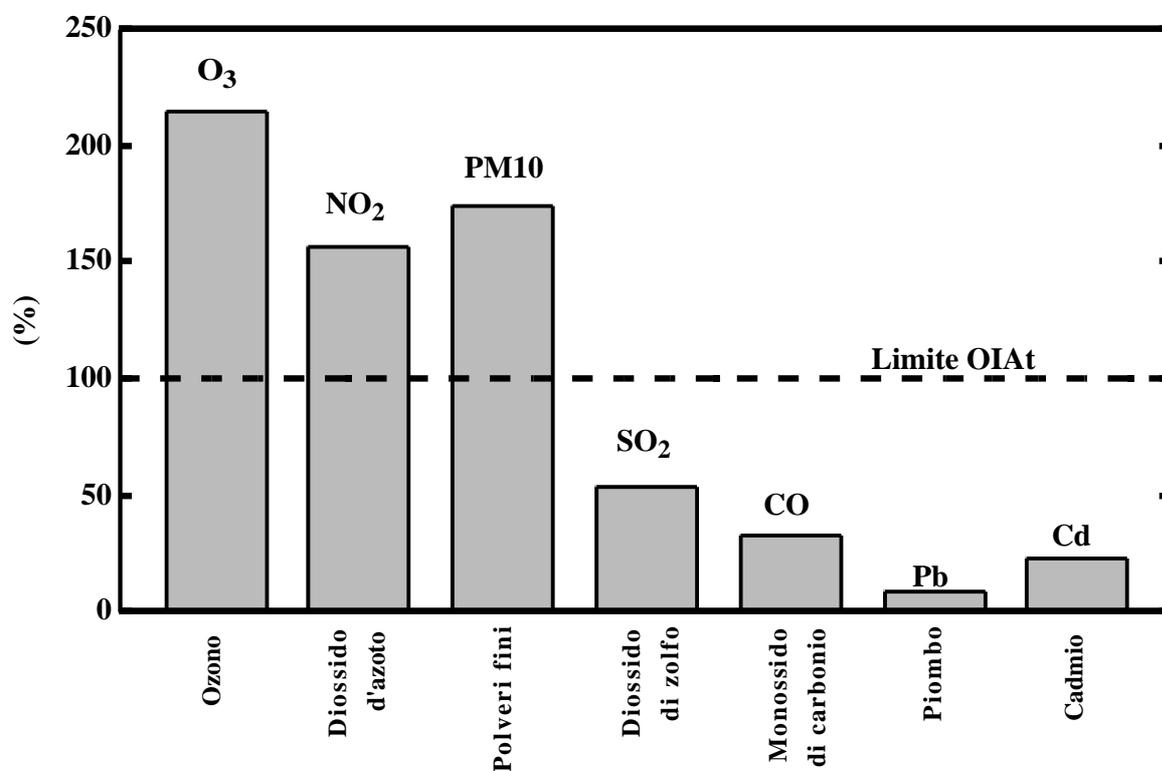
I Impostazione delle analisi dell'aria	26
II Risultati delle analisi con strumenti elettronici.....	32
III Risultati delle analisi con metodi passivi	57
IV Valori limite d'immissione.....	63
V Abbreviazioni	64
VI Unità di misura.....	65

Sommario

Qualità dell'aria in Ticino: situazione di stabilità

Complessivamente durante il 1999 si è assistito ad un leggero miglioramento della qualità dell'aria rispetto all'anno precedente, malgrado i valori delle immissioni siano ancora sopra le soglie. Dei 18 limiti di immissione fissati dall'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIA) 12 sono stati rispettati. Rimangono non rispettati i limiti per la media giornaliera e la media annua del diossido d'azoto, i limiti per la media oraria e il 98° percentile dell'ozono e i nuovi limiti per la media giornaliera e la media annua di polveri fini.

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



Immissioni nel Canton Ticino: carico inquinante nel 1999 in percento dei relativi limiti OIA. 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 riscontrati negli agglomerati e lungo le principali vie di comunicazione, e sono quindi rappresentativi della qualità dell'aria nelle zone dove vive la maggior parte della popolazione.

Troppe polveri fini (PM10)

Dal 1° marzo 1998 sono in vigore i valori limite d'immissione stabiliti dall'OIAI per le polveri fini (PM10). Esse sono costituite dalle sostanze inquinanti prodotte dal traffico, dall'industria e da altre fonti di emissione. I limiti d'immissione delle PM10 per la media annua ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e la media giornaliera sono ampiamente superati ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sia negli agglomerati urbani che in periferia.

Dalle analisi effettuate a Chiasso, Locarno e Bodio risultano delle concentrazioni medie annue di polveri fini comprese tra i 28 e $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Simili valori sono stati registrati anche in altri luoghi della Svizzera con forti emissioni locali: $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nella città di Zurigo, $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel centro di Berna e $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a Härkingen dove le autostrade A1 e A2 si 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 1999 è stata di $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 20 giorni fino ad un massimo di 76 giorni. I valori medi giornalieri massimi oscillavano tra i 103 e i $141 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

È prematuro parlare di tendenze evolutive per questo inquinante, in quanto nella maggior parte dei casi si dispone di soli tre anni consecutivi di misura. Sulla base della serie di Chiasso, dove si dispongono dati a partire dal 1994, si può affermare che ci si trova in una situazione di stabilità.

Ozono (O₃): il maggior numero di superamenti durante il mese di luglio.

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 $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel 1999 è stato superato per un totale di ore che varia tra le 132 di Bodio e le 676 di Brione. Nel mese di luglio in tutte le località sono state misurate le concentrazioni medie orarie massime, che sono variate tra i $198 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di Bodio e i $289 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di Brione.

Nonostante questi valori elevati l'inquinamento fotochimico è stato inferiore rispetto a quello dell'anno precedente. Questa diminuzione è conseguenza dell'estate meno calda - e quindi delle condizioni meteorologiche sfavorevoli alla formazione dell'inquinamento fotochimico - rispetto a al 1998.

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 di arrestare la crescita delle concentrazioni di ozono.

Nella seconda parte del rapporto è descritto un modello costruito per la previsione della concentrazione massima oraria di ozono del giorno successivo in due località del Ticino.

Diossido d'azoto (NO₂): valori ancora eccessivi nonostante i miglioramenti

Le concentrazioni di diossido d'azoto sono fortemente influenzate dalle fonti di emissione locali. Pertanto, quanto illustrato nel grafico precedente per questo gas può essere considerato come un inquinamento tipico all'interno dei principali centri del Cantone e lungo gli assi stradali con forte traffico. Lontano dalle principali fonti di emissioni, 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 ai provvedimenti di natura tecnica è stato possibile arrestare questa crescita e in seguito, grazie anche a condizioni meteorologiche favorevoli, si è verificata una marcata diminuzione delle immissioni di diossido d'azoto. Anche se le concentrazioni misurate durante il 1999 sono inferiori rispetto a quelli del 1998, negli ultimi anni si assiste ad un periodo di stasi delle concentrazioni dell'inquinante. I valori rimangono ancora superiori ai limiti fissati dall'OIAt.

Un elevato potenziale per un'ulteriore riduzione delle emissioni 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 ed in particolare quelli del settore degli "Off road".

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 con le norme di qualità dell'aria fissate dall'OIAt e i carichi annui si situano attorno a valori di due volte inferiori al limite.

La diminuzione delle immissioni di diossido di zolfo 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.

Le immissioni di monossido di carbonio sono da diversi anni conformi con le norme di qualità dell'aria fissate dall'OIAt. I provvedimenti tecnici (regolazione della combustione nei motori dei veicoli 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 e a Locarno, dove le relative concentrazioni sono risultate inferiori ai limiti previsti dall'OIAt come negli anni passati. 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. Un'ulteriore riduzione dovrebbe verificarsi con il divieto di utilizzare e smerciare benzina contenente piombo, entrato in vigore con il 1.1.2000.

Composti organici volatili (VOC): troppo elevati anche se non soggetti a limiti di immissione

Nonostante l'OIA non preveda alcun limite d'immissione per i composti organici volatili, essi sono molto importanti per almeno due ragioni: da un lato alcuni di questi composti, come ad esempio il benzolo, sono intrinsecamente pericolosi per la salute umana. Dall'altro diversi componenti di questa grande classe di sostanze sono, insieme agli ossidi d'azoto, i precursori dell'ozono.

Il carico di composti organici volatili emessi nell'atmosfera è notevolmente calato negli ultimi anni. Questo miglioramento è riportabile alle misure adottate, come ad esempio l'installazione dei sistemi di recupero dei vapori di benzina presso le stazioni di servizio e i grandi depositi. Questi provvedimenti sono molto efficienti per quanto attiene agli effetti locali e sono quindi molto importanti considerata la tossicità di alcune sostanze organiche. Al miglioramento ha pure contribuito il risanamento di diverse installazioni industriali. Essi sono tuttavia insufficienti per ridurre in modo sensibile le concentrazioni di ozono nelle stagioni calde.

Sono state iniziate - a partire dal gennaio del 2000 - delle nuove misure dei VOC mediante campionatori passivi in 5 località del Cantone.

Un'ulteriore riduzione delle emissioni è da attendersi con l'introduzione della tassa sui VOC, decisa dal Consiglio federale, a partire dal 1.1.2000.

Necessità di risanamento

Nonostante i progressi ottenuti durante l'ultimo decennio diversi limiti per diverse sostanze rimangono superati. Per far fronte a questa situazione occorrerà da un lato dotarsi di nuove misure in grado di contrastare anche l'inquinamento causato dalle polveri fini e d'altro canto rendere più specifici i provvedimenti già adottati.

Le nuove misure verranno elaborate nell'ambito della Concezione cantonale sull'ambiente ed in sede di aggiornamento del Piano cantonale di risanamento dell'aria, mentre i provvedimenti già in vigore verranno adeguati alle realtà locali con l'elaborazione e l'adozione di piani regionali. Nei prossimi mesi sarà posto in consultazione il Piano di risanamento dell'aria del Luganese. Successivamente si procederà all'allestimento di un Piano di risanamento per i comprensori del Mendrisiotto, del Piano di Magadino del Locarnese e del Bellinzonese.

Qualità dell'aria in Ticino: situazione e tendenze evolutive

1.1 Diossido di zolfo (anidride solforosa)

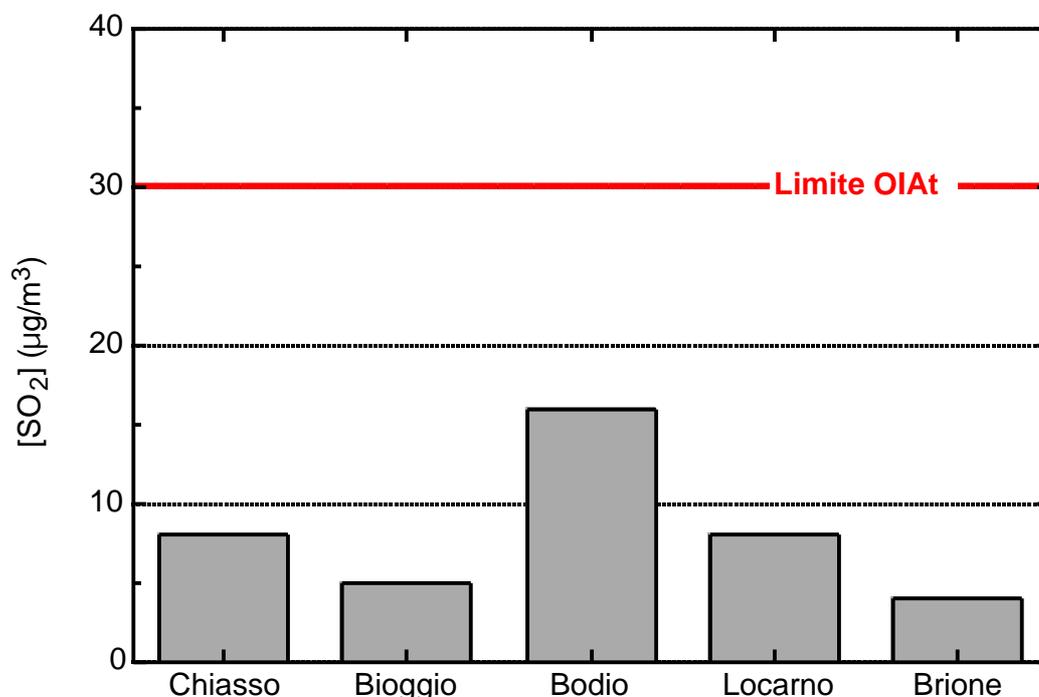


Figura 1: Concentrazioni medie annue di diossido di zolfo nel 1999.

Le concentrazioni medie annue di diossido di zolfo (SO₂) registrate durante il 1999 nelle diverse località sono mostrate graficamente nella figura 1. Per l'ottavo anno consecutivo, la media annua di SO₂ è stata su **tutto** il territorio cantonale inferiore al limite di 30 µg/m³ 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 2, le concentrazioni di SO₂ 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 si è ulteriormente migliorata.

A Lugano dal 1982 al 1999 la media annua è scesa da 62 µg/m³ a 13 µg/m³, cioè di **più di un fattore 4**.

Nella figura 2 sono riportate anche le immissioni rilevate nella regione collinare di Brione s. Minusio¹. Ciò permette di constatare come lontano dai fondovalle le concentrazioni di diossido di zolfo siano comunque da tempo inferiori ai limiti previsti dall'Ordinanza federale.

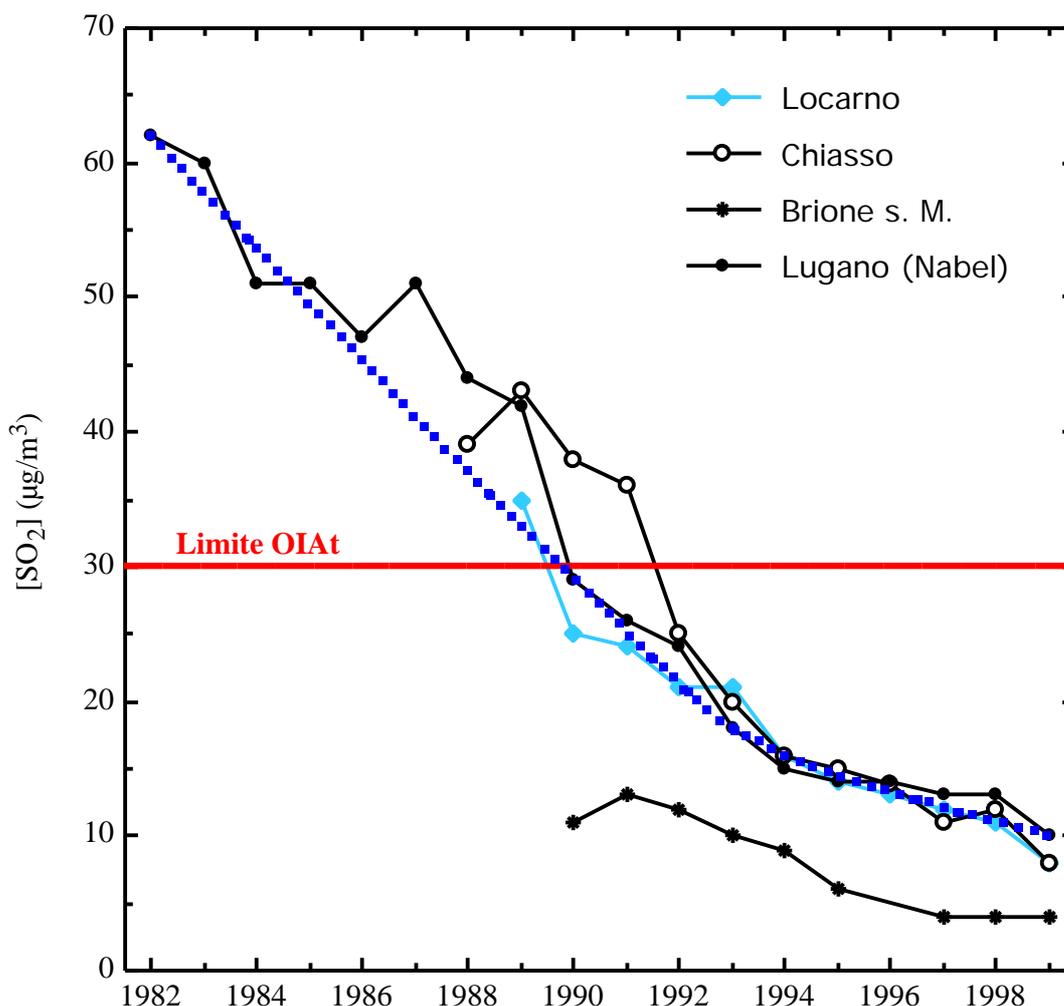


Figura 2: Diossido di zolfo: concentrazioni medie annue a Lugano (stazione NABEL), Chiasso, Locarno e Brione s.M. (stazioni cantonali). La curva tratteggiata serve da guida per gli occhi.

A Bodio, nella Bassa Leventina alla fine degli anni '80 si registravano, come illustrato nella figura 3, delle giornate con immissioni di diossido di zolfo nettamente superiori al limite OIA per la media giornaliera (300 e oltre invece di 100 µg/m³). Il rispetto di questo limite è stato raggiunto tramite provvedimenti sia di gestione sia di depurazione dei gas di scarico adottati da una grossa azienda operante nella regione. Nella figura 3 si osserva infatti, come a partire dal 1992 non sia più stato superato il limite previsto dall'OIA per la concentrazione media giornaliera.

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

Anche la concentrazione media annua, che già nel 1990 era inferiore al limite OIAt, è tendenzialmente diminuita. Tuttavia nella Bassa Leventina si registrano le concentrazioni medie annue più elevate del Cantone. Qui le immissioni sono influenzate dall'esercizio degli impianti industriali. Le concentrazioni maggiori sono da mettere in relazione in particolare ai valori dei mesi estivi: mentre nel resto del Cantone durante i mesi caldi 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 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (v. figura A2.1 dell'allegato 2).

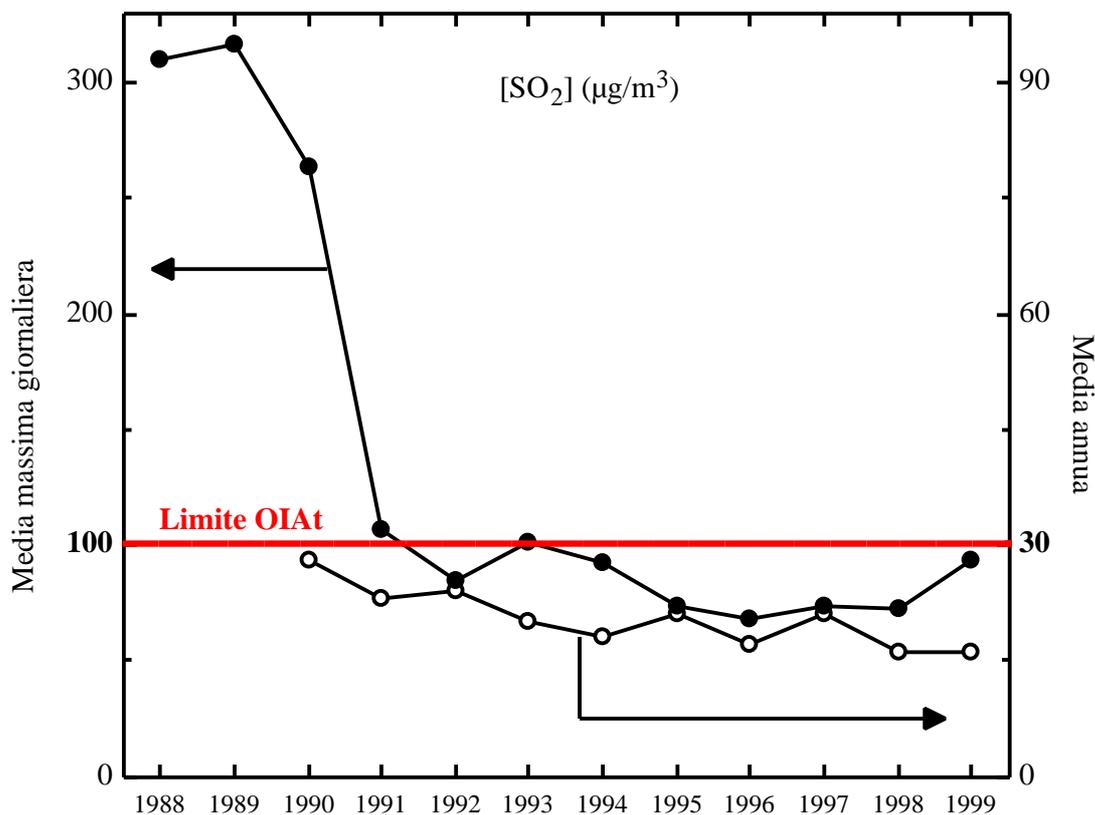


Figura 3: Concentrazioni massime giornaliere (pallini neri e scala di sinistra) e medie annue (pallini bianchi e scala di destra) di diossido di zolfo a Bodio.

1.2 Diossido di azoto

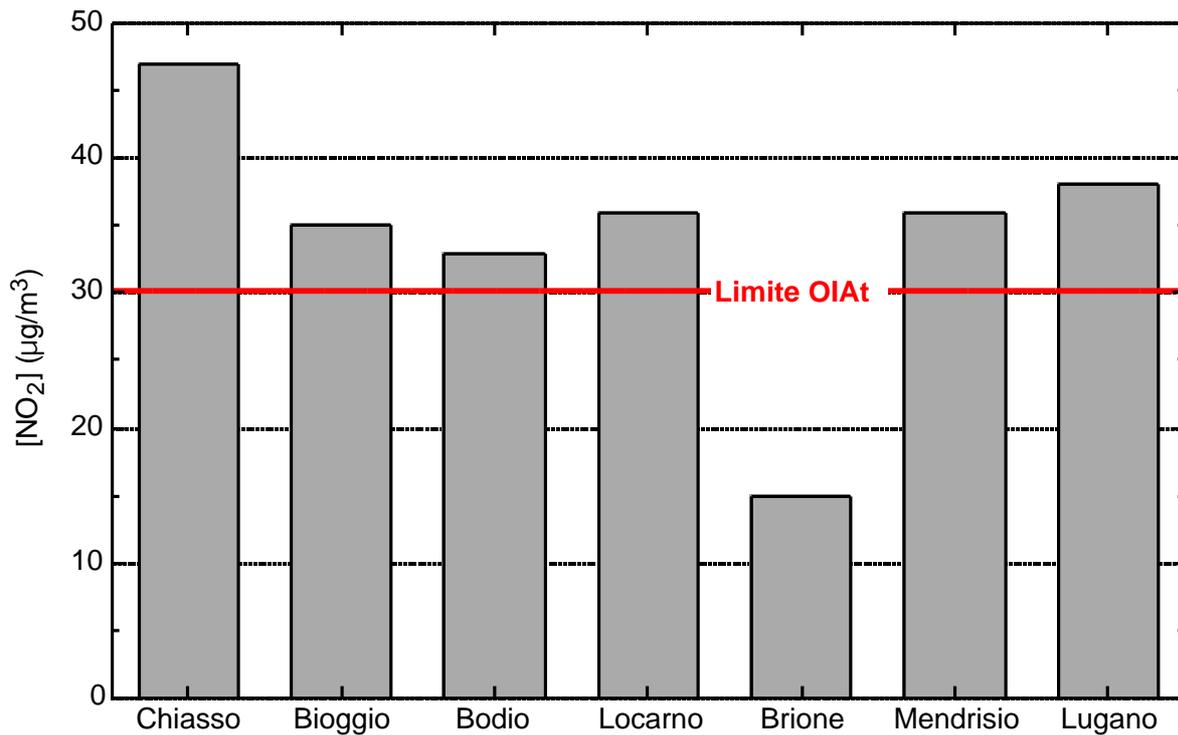


Figura 4: Concentrazioni medie annue di diossido d'azoto nel 1999.

Le concentrazioni medie annue di diossido d'azoto (NO₂) misurate durante il 1999 nelle diverse località sono illustrate graficamente nella figura 4. Si constata come all'interno dei principali agglomerati anche durante quest'anno le immissioni di diossido d'azoto hanno superato chiaramente il limite dell'OIAt (v. riga orizzontale nel grafico). Soltanto nella zona collinare di Brione s. Minusio le immissioni di diossido d'azoto sono chiaramente inferiori ai limiti di legge. Ciò 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 5 dove oltre alle medie annue ottenute tramite le stazioni della rete cantonale di Chiasso, Bodio, Brione s.M. e Locarno sono riportate anche quelle ricavate dalla stazione NABEL ubicata a Lugano². Il grafico evidenzia come all'inizio degli anni '80 si è assistito ad un aumento delle concentrazioni del diossido d'azoto in atmosfera, tendenza che negli anni '90 si è invertita. I carichi inquinanti riguardanti il 1999 sono inferiori in tutte le località del Cantone rispetto a quelli dell'anno precedente.

È interessante osservare come le concentrazioni di diossido d'azoto rilevate all'interno degli agglomerati urbani di Lugano, Locarno e Chiasso, dove la fonte principale di questo inquinante è costituita dal traffico motorizzato, siano sempre più simili. Da

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.

rilevare che a Chiasso si è partiti da valori più elevati, ma in seguito alla diminuzione del traffico dovuta ai provvedimenti di moderazione effettuati nelle immediate vicinanze della stazione d'analisi e alla crisi congiunturale, le immissioni di NO₂ hanno subito un'importante diminuzione.

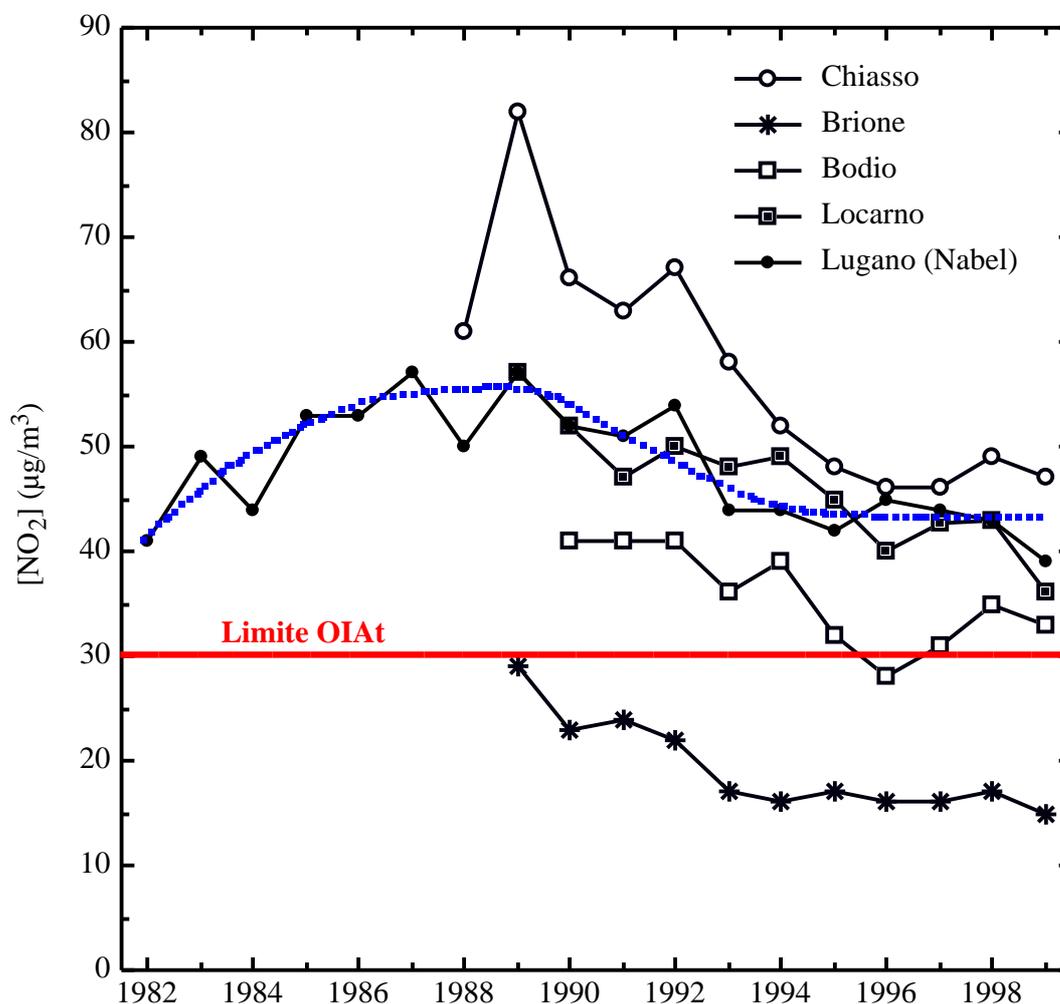


Figura 5: Diossido d'azoto: concentrazione medie annue a Lugano (stazione NABEL), Chiasso, Locarno, Brione s.M. e Bodio (stazioni cantonali).

I risultati delle misure effettuate con i campionatori passivi (v. allegato 3 tabelle A3.1 – A3.3) mostrano che il limite OIAt 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 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).

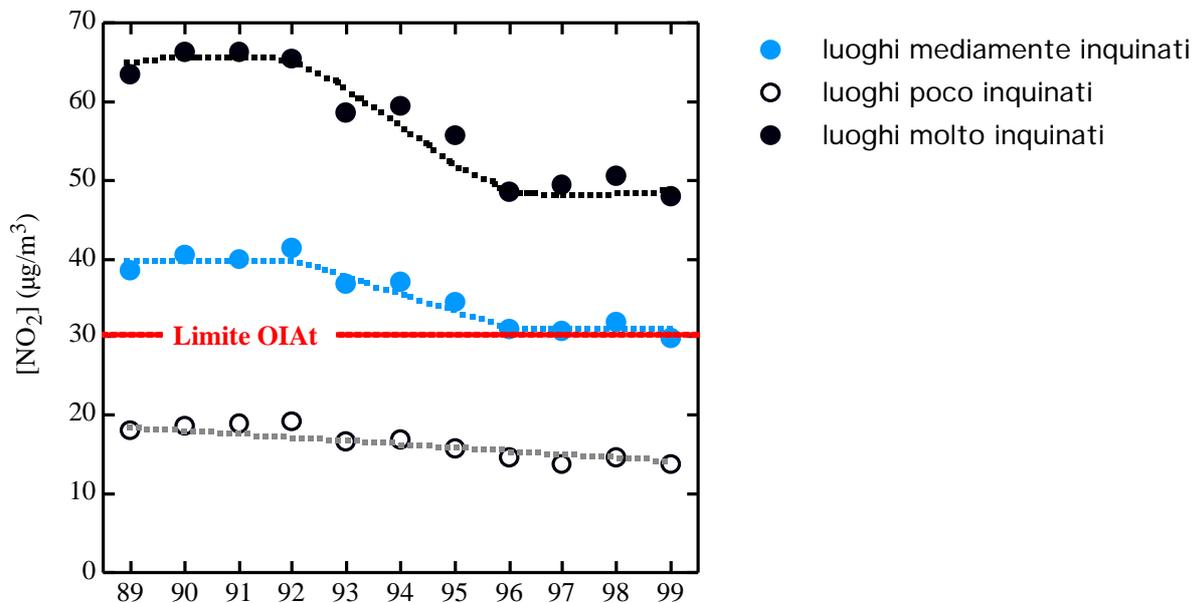


Figura 6:

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.

Per elaborare la figura 6 i risultati delle analisi eseguite a partire dal 1989 con i campionatori passivi in tutto il Cantone, sono stati suddivisi nelle tre categorie sopraccitate e per ogni anno sono state calcolate le concentrazioni medie per ognuna di esse. 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 e il 1996. Durante questi anni 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 e si osserva una certa stabilizzazione delle medie annuali misurate. Rispetto al 1998, i carichi durante il 1999 appaiono leggermente inferiori in tutto il Cantone.

1.3 Ozono

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

Durante il 1999, analogamente agli anni precedenti, il limite OIAt per il **98° percentile** dei valori semiorari mensili è stato superato da aprile fino a settembre. In alcuni luoghi dei superamenti si verificano anche durante i mesi di marzo e ottobre (v. allegato 2 tabelle A2.13 – A2.19). La figura 7 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. Le concentrazioni medie orarie massime sono variate tra i

198 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di Bodio e i 289 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di Brione e si sono verificate per lo più nel mese di luglio.

Il limite OIAt è nettamente superato in tutto il Cantone.

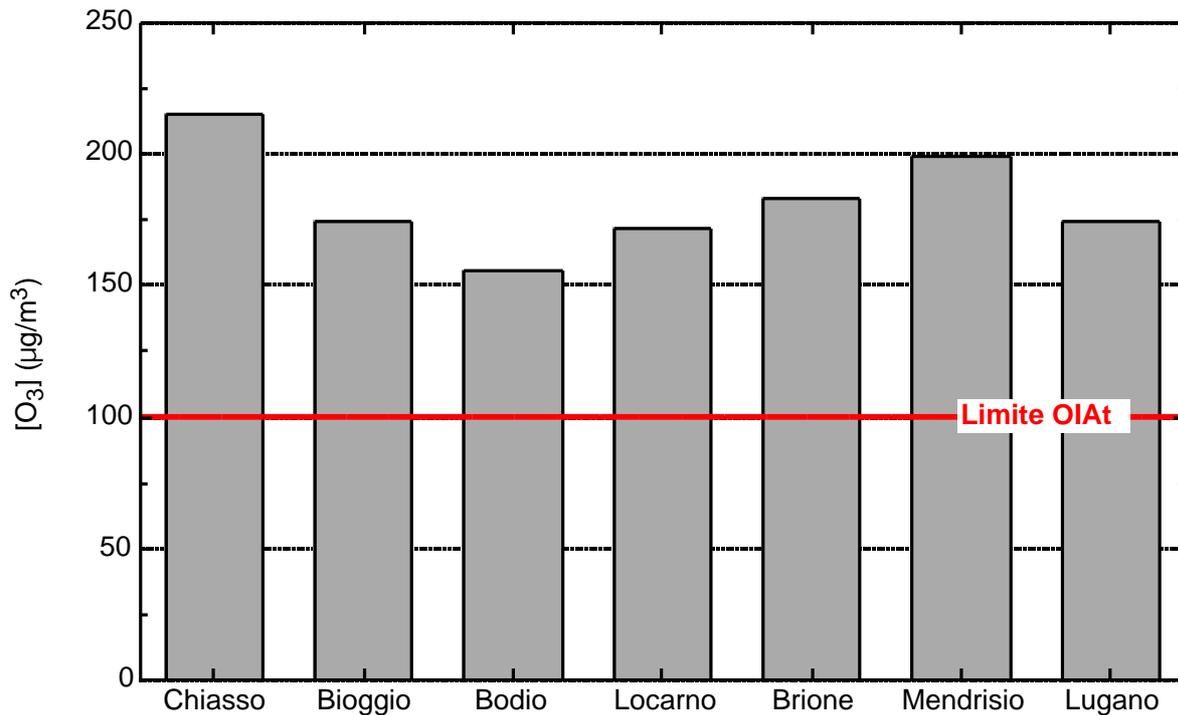


Figura 7: 98° percentili mensili massimi delle concentrazioni (semiorarie) di ozono (1999).

Nel caso dell'ozono è difficile riconoscere una tendenza evolutiva in quanto le sue immissioni risultano modulate dalle condizioni meteorologiche. 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 8 il numero di superamenti del limite orario verificatosi, in media, durante una giornata da giugno ad agosto nelle località di Brione s. Minusio e Lugano è illustrato per diversi anni a partire dal 1989. Nella stessa figura sono riportate anche le temperature medie estive misurate a Locarno Monti negli stessi anni. Si constata un parallelismo tra la durata delle immissioni eccessive e la temperatura, fatta eccezione del 1996 quando nel mese di giugno si è registrato un numero elevato di superamenti, che ha più che compensato le condizioni meteorologiche sfavorevoli degli altri due mesi.

La figura 8 permette di osservare che anche durante le estati più "fredde" il limite orario viene superato in media per diverse ore al giorno (almeno 4 ore a Brione s.M. e per più di 2 a Lugano). L'OIAt 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 tre estati a cavallo tra gli anni '80 e '90. Questo risultato può essere ritenuto incoraggiante. Esso conferma la tesi, che la riduzione delle emissioni dei precursori dell'ozono con i provvedimenti di natura tecnica (il catalizzatore e i risanamenti di importanti impianti stazionari come i grandi depositi e i distributori di benzina), abbia permesso perlomeno di stabilizzare le immissioni di ozono. Tuttavia questa affermazione non deve portare a sottovalutare la gravità dei superamenti dei limiti. Infatti, com'è evidenziato a titolo d'esempio nella figura 9, 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 chiaramente il limite fissato dall'OIA.

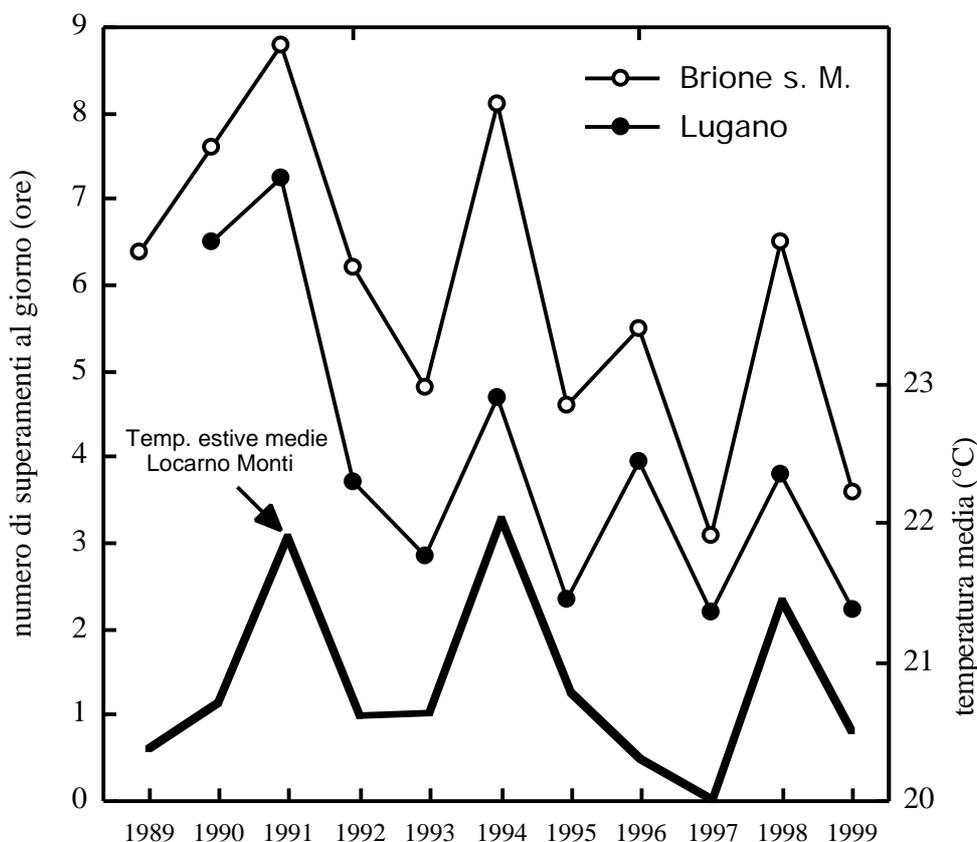


Figura 8: Numero di superamenti del limite orario ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verificatosi in media durante una giornata da giugno ad agosto per diversi anni nelle località di Brione s. Minusio e Lugano. La scala a destra illustra le temperature estive (giugno, luglio e agosto) rilevate a Locarno Monti dall'Istituto svizzero di meteorologia.

Fenomeni chimici complessi fanno sì che anche negli agglomerati le immissioni di ozono raggiungono 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 e interregionale.

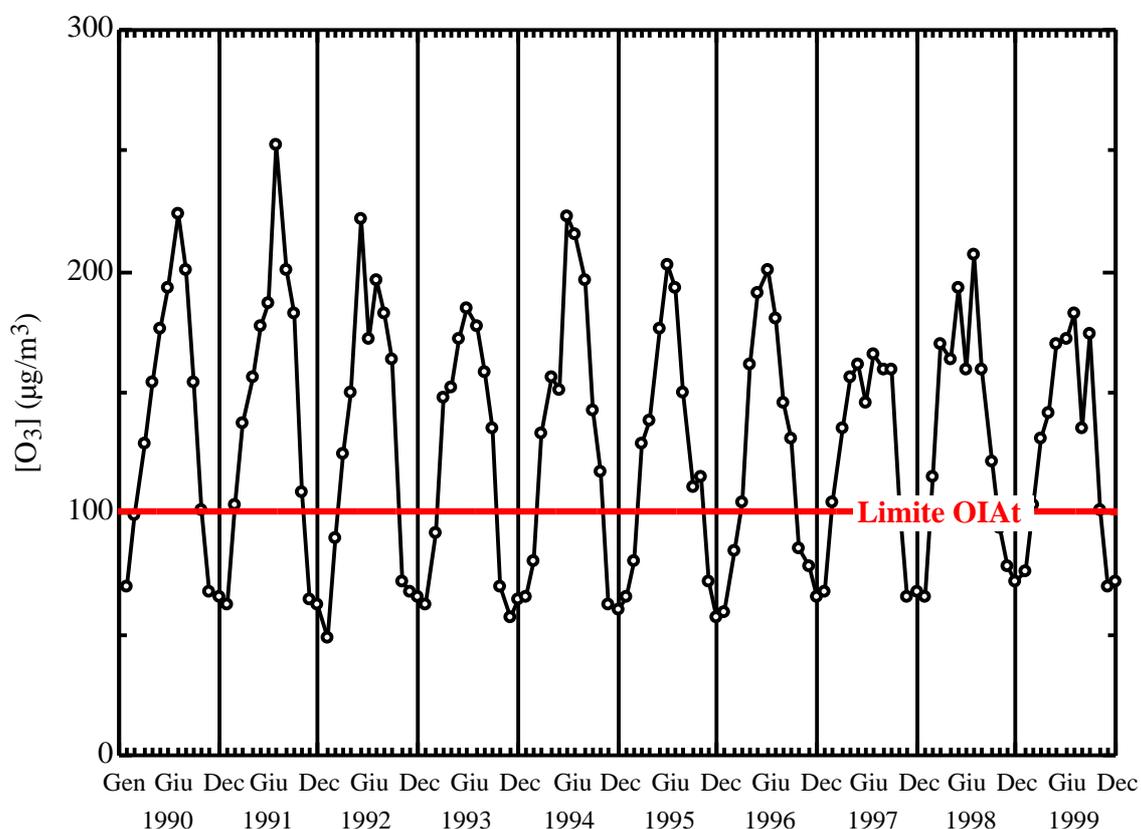


Figura 9: 98° percentili mensili delle concentrazioni (semiorarie) di ozono rilevate a Brione s. Minusio dal 1990.

1.4 Monossido di carbonio

La figura 10 mostra per ogni località la concentrazione massima giornaliera di monossido di carbonio (CO) nel 1999. Grazie alla regolazione dei motori dei veicoli e alla diffusione del catalizzatore le immissioni di CO sono da diversi anni chiaramente inferiori al limite previsto dall'OIAAt.

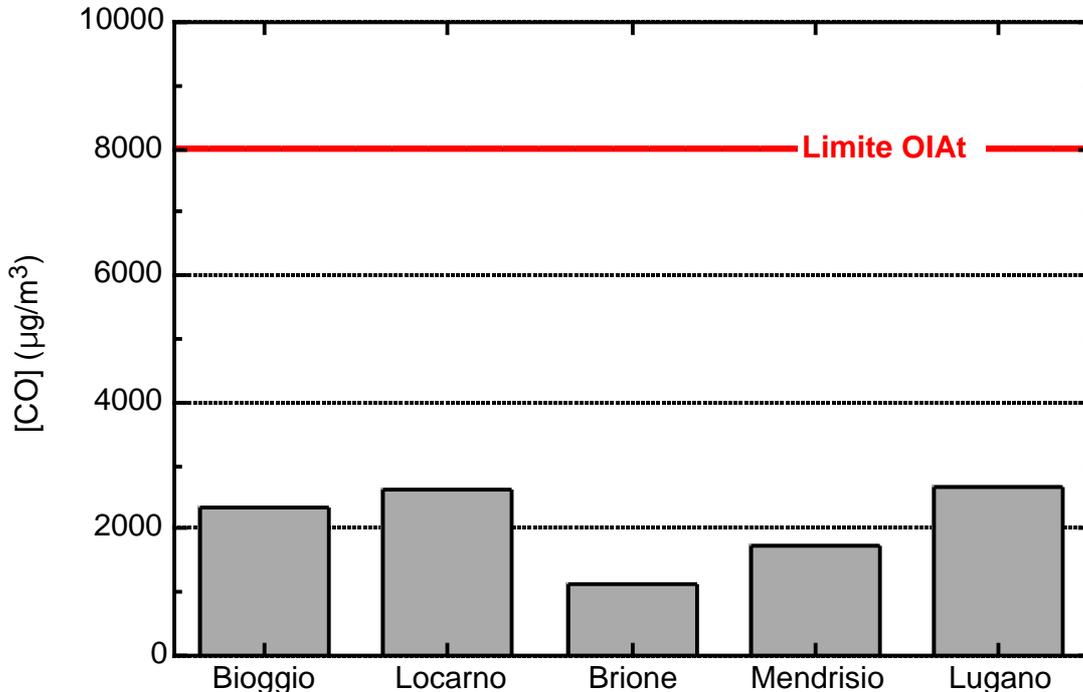


Figura 10: Concentrazioni massime di monossido di carbonio giornaliere (1999).

1.5 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 recenti scoperte scientifiche a livello nazionale e internazionale che dimostrano gli effetti negativi delle polveri fini sulla salute.

In considerazione dei nuovi limiti di immissione si è provveduto a modificare gli apparecchi di analisi in funzione di questa nuova normativa (vedi Allegato1). Le polveri fini vengono misurate con due metodi a Chiasso, Locarno e Bodio. I dati presentati di seguito riguardano le concentrazioni di polveri fini PM10.

A Chiasso le misure sono state effettuate con due strumenti: un impattore e uno strumento del tipo FAG (nell'allegato 1 vengono descritti i diversi strumenti impiegati). La media annuale con l'impattore è risultata pari a 34 µg/m³, mentre quella misurata dallo strumento FAG è stata di 35 µg/m³. Come si può osservare dalla figura 11

durante gli ultimi 5 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.

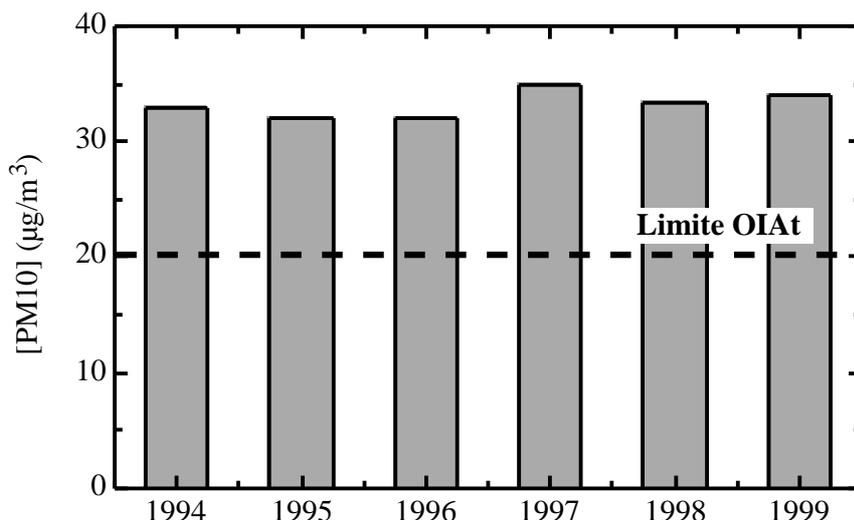


Figura 11: Concentrazione medie annue di polveri fini PM10 misurate a Chiasso a partire dal 1994 (con un impattore). La riga orizzontale indica il limite OIAAt per la concentrazione media annua di PM10.

Il nuovo limite OIAAt per la concentrazione media giornaliera ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è stato sovente superato: a Chiasso nel 1999 ciò si è verificato durante 76 giornate e la massima concentrazione giornaliera è risultata di $141 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Anche a Bodio e Locarno sono state misurate le polveri fini PM10. A titolo di paragone nella figura 12 le concentrazioni mensili rilevate a Chiasso sono riportate assieme a quelle di Bodio e Locarno. Da aprile a settembre le medie mensili sono molto simili nelle tre località. Durante i mesi più freddi invece, a causa della sua sfavorevole posizione geografica, a Chiasso si registrano medie mensili molto più elevate che altrove. Nel Sopraceneri, come conseguenza della presenza delle Alpi, l'intensità dei venti è sufficiente, anche nel periodo invernale, per rompere le inversioni termiche, che nella parte più meridionale del Cantone aumentano la precarietà della situazione.

È interessante constatare come le concentrazioni di polveri fini risultino su tutto l'arco annuale piuttosto elevate. Anche nelle due località del Sopraceneri il limite dell'OIAAt per la concentrazione media annua è nettamente superato. A Bodio la media annua è risultata di $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e il limite per la media giornaliera è stato superato durante 18 giornate. A Locarno, dove non sono disponibili i dati di gennaio e parzialmente anche di febbraio, la media annua è risultata di $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e il limite per la media giornaliera è stato superato durante 20 giornate.

Le concentrazioni di polveri fini PM10 vengono anche misurate dalle stazioni della rete nazionale NABEL ubicate a Lugano e Magadino, dove nel 1999 le concentrazioni medie annue sono state di 31 e rispettivamente $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I risultati di queste misure sono illustrati assieme a quelli della rete cantonale nella figura 13. Si osserva che in Ticino sul fondovalle le immissioni di polveri fini sono elevate un po' ovunque. È da rilevare il

valore elevato misurato nel Piano di Magadino dove le concentrazioni di inquinanti primari gassosi sono invece basse a causa dell'assenza di fonti di emissioni vicine. In questo senso le polveri fini manifestano anche un carattere simile a quello degli inquinanti secondari, le cui concentrazioni sono elevate anche lontano dalle fonti di emissione.

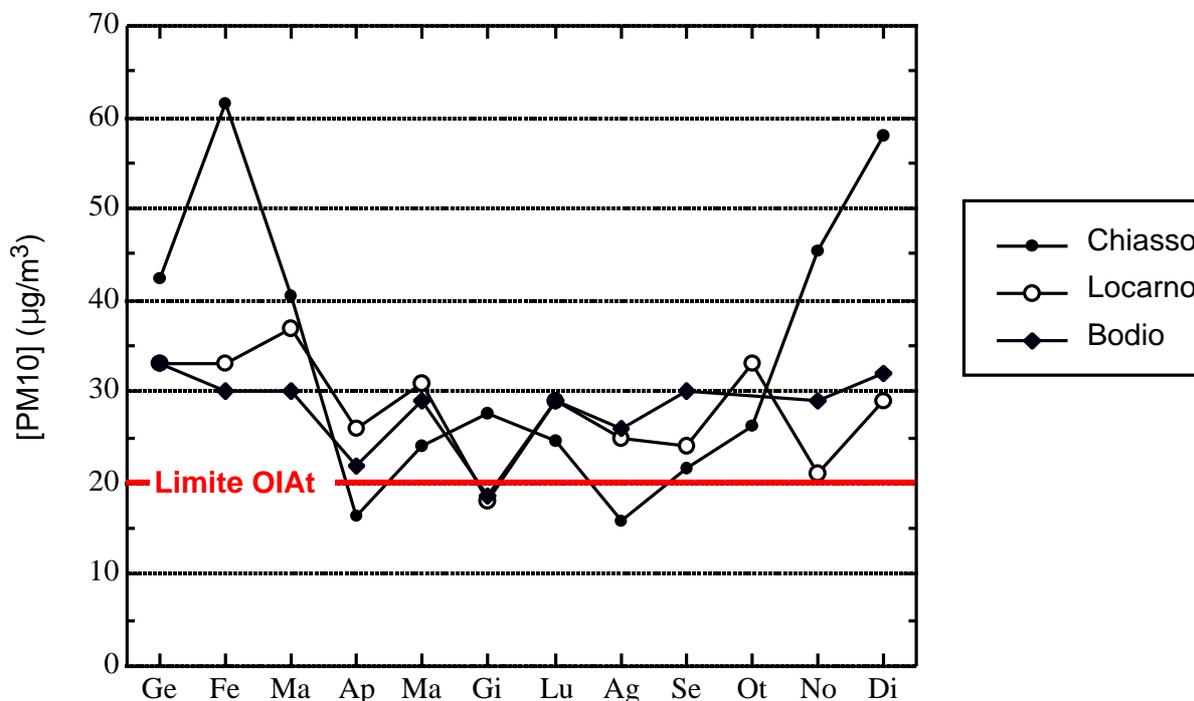


Figura 12: Concentrazioni medie mensili misurate a Bodio, a Locarno (con Digitel) e a Chiasso (con impattore).

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 OIA per la media annua di PM10 è superato del 150 fino al 200%. Ad esempio nel 1999 sono stati misurati 25 µg/m³ nella città di Zurigo, 38 µg/m³ nel centro di Berna e 27 µg/m³ a Härkingen dove le autostrade A1 e A2 si incrociano. Soltanto nelle località elevate le concentrazioni medie annue di PM10 scendono al di sotto del limite. Sul Rigi ad esempio la concentrazione media annua durante il 1999 è stata di 12 µg/m³.

In relazione agli effetti sulla salute del particolato oltre alla dimensione, che determina fin dove può arrivare nell'apparato respiratorio (naso, trachea, bronchi, alveoli), un aspetto importante è quello della sua composizione per la presenza di sostanze tossiche. Dato che essa può anche fornire degli indizi sulle fonti responsabili delle immissioni di polveri fini, si eseguono delle misure in tal senso.

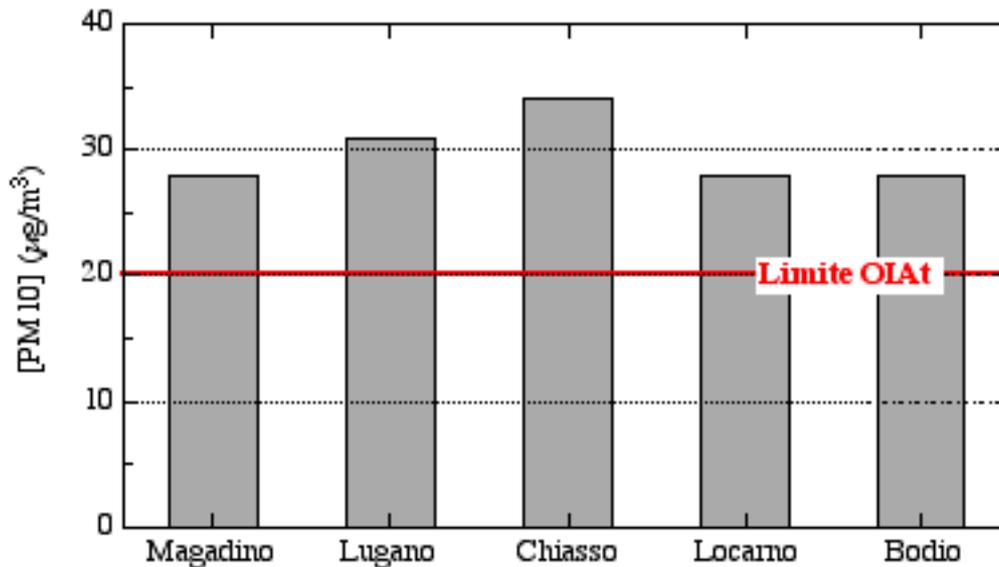


Figura 13: Concentrazioni medie annue misurate in diverse località del Cantone. Tutti i dati sono relativi al 1999.

A. Idrocarburi policiclici aromatici (PAH) presenti sulla superficie delle polveri

Gli idrocarburi policiclici aromatici (PAH) sono prodotti durante i processi di combustione (caldaie e motori) e sono in genere sostanze tossiche. Queste sostanze si trovano spesso adsorbite sulle superfici delle particelle di fuliggine presenti soprattutto nei gas di scarico dei motori diesel. I risultati delle analisi effettuate presso la stazione d'analisi di Chiasso sono illustrati nella figura 14, dove si può osservare .

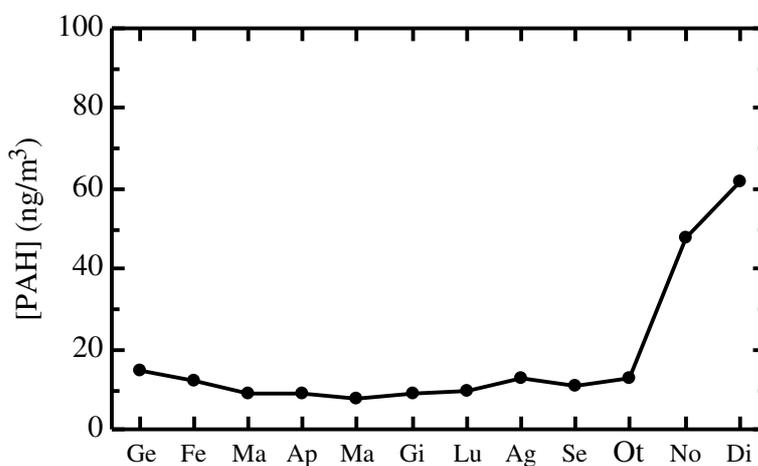


Figura 14: Concentrazioni medie mensili di idrocarburi policiclici aromatici (PAH) rilevati a Chiasso durante il 1999.

Durante il 1999 la concentrazione media di PAH a Chiasso è risultata di 18 ng/m³, corrispondente ad una concentrazione benzo(a)pirene di circa 1 ng/m³. Il

benzo(a)pirene è un idrocarburo policiclico aromatico cancerogeno per il quale in Germania è stato proposto 1.3 ng/m^3 come limite d'immissione riferito alla media annua.

B. Metalli pesanti presenti nelle polveri fini

Ad eccezione di alcuni composti chimici contenenti metalli pesanti e mercurio, che è molto volatile, i metalli pesanti presenti nell'atmosfera si trovano generalmente legati nei granelli di polvere in sospensione. Elevate concentrazioni di metalli pesanti rappresentano un fattore di rischio per le persone e per l'ambiente. Infatti alcuni di essi sono tossici e altri, come ad esempio 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 arrecando 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 al piombo. 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 l'anno a Bodio e Locarno sono illustrate nella figura 15(a). Il limite fissato dall'OIA ($0.5 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ per la media annua) è ampiamente rispettato. Nella figura si osserva inoltre che le concentrazioni sono più alte nei mesi invernali che in quelli estivi.

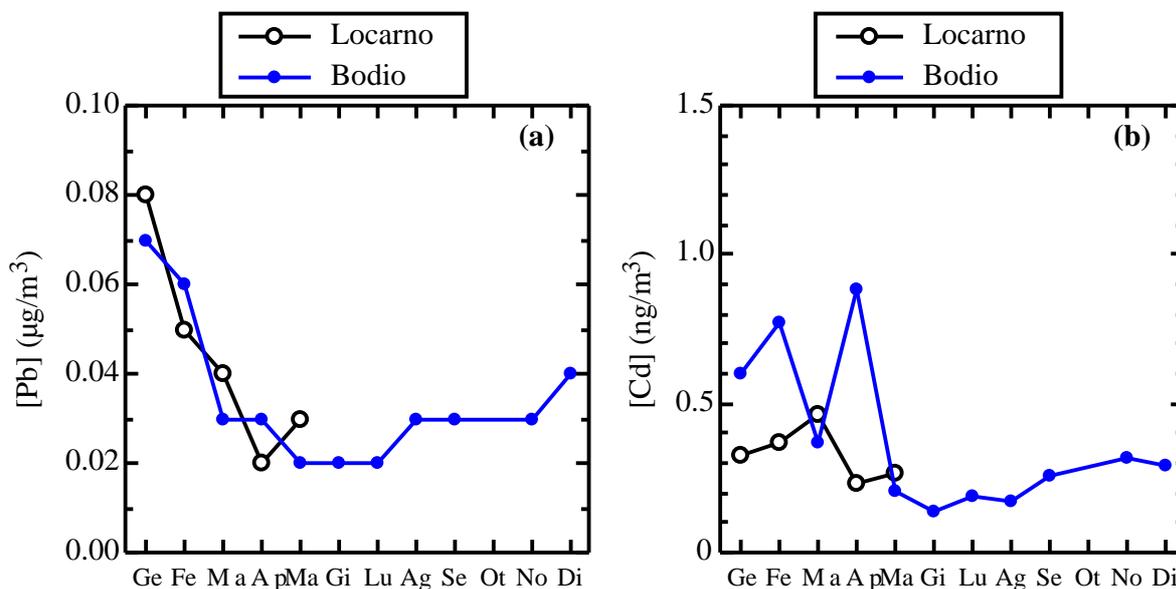


Figura 15: Concentrazioni medie mensili di piombo (a) e cadmio (b) presenti nelle polveri fini di Locarno e Bodio. I limiti fissati dall'OIA sono $0.5 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ per il piombo 1.5 ng/m^3 per il cadmio.

Anche le immissioni di cadmio (Cd), emesso principalmente dalle industrie metallurgiche e dalla combustione del carbone, sono chiaramente inferiori al limite stabilito dall'OIAI (1.5 ng/m³ per la media annua). Nella figura 15(b) si osserva che, come per il piombo, le concentrazioni di cadmio sono maggiori nei mesi invernali.

1.6 Composti organici volatili

Nonostante l'OIAI non preveda alcun limite d'immissione per i composti organici volatili (VOC) è importante misurare le loro concentrazioni. Difatti i VOC non sono soltanto rilevanti in relazione alla formazione dell'ozono, ma alcuni di essi sono intrinsecamente tossici (cancerogeni). I composti organici volatili sono stati misurati a Locarno per il settimo anno, a Mendrisio per il sesto anno e a Bioggio per il terzo anno.

Risulta difficile commentare l'evoluzione delle immissioni di composti organici volatili in quanto, a causa della delicatezza degli strumenti impiegati per questo tipo di misura, non è sempre possibile garantire delle serie di dati complete come spiegato nell'allegato 2. Per questo motivo è difficile osservare gli effetti dei 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 - che hanno consentito di ridurre in maniera importante le emissioni di VOC.

Negli ultimi anni sono stati provati altri metodi di misura. In particolare è risultata valida l'analisi tramite campionatori passivi, che era già stata utilizzata nel 1997 (confronta "Analisi della qualità dell'aria 1997") in tre località del Cantone. Tale metodo consente di determinare le concentrazioni di 35 diversi composti appartenenti alle classi dei composti aromatici, degli alcani, dei monoterpeni e degli idrocarburi clorati.

Durante il 1999 sono stati individuati 5 interessanti punti di misura, dove i VOC sono misurati a partire dal gennaio 2000. Si sono scelti punti di misura tenendo conto anche dell'esposizione delle persone. Tali punti di misura sono:

- Stabio: nei pressi di una zona industriale e in particolare di una grossa azienda che opera nel settore tessile.
- Morbio Inf.: in prossimità di un centro commerciale con ampio posteggio e una stazione di benzina, nelle vicinanze dell'autostrada A2 e delle stazioni di benzina.
- Lugano: nei pressi della stazione FFS.
- Vezia: in zona industriale nell'area di influenza dell'impianto di depurazione delle acque e di smaltimento dei fanghi.
- Locarno: in una zona che risente delle emissioni del traffico (Piazza Castello).

Previsione della massima giornaliera di ozono nel Canton Ticino

2.1 Introduzione al problema

L'ozono è un inquinante secondario che negli ultimi decenni è divenuto uno dei principali fattori di peggioramento della qualità dell'aria. È un inquinante nocivo sia per gli esseri umani che per l'ecosistema (vegetazione, animali, ...). I meccanismi fisici e chimici alla base della sua produzione sono molto complessi e risulta difficile fare una previsione nel tempo e nello spazio col fine di definire provvedimenti e strategie atti a ridurre le concentrazioni in atmosfera.

Gli effetti nocivi dell'ozono dipendono dalla durata dell'esposizione, dalle concentrazioni raggiunte e dalla sensibilità del singolo individuo. Si possono distinguere danni a corto e a lungo termine, e per quanto riguarda l'uomo riguardano i diversi tratti dell'apparato respiratorio. Da semplici infiammazioni agli occhi, alla cavità orale e/o alla gola, può causare modifiche infiammatorie anche permanenti nei polmoni. Durante un'attività sportiva all'aperto tali sintomi sono più evidenti. Se la media massima di ozono in una giornata raggiunge i 300 µg/m³, il rendimento è limitato in circa il 15 % della popolazione. La tabella 1 illustra gli effetti nocivi dell'ozono in funzione delle concentrazioni orarie misurate in atmosfera.

<i>Media oraria di O₃ (µg/m³)</i>	<i>Irritazioni delle mucose (% delle persone all'aperto)</i>		<i>Limitazione della funzione polmonare durante l'attività fisica all'aperto (diminuzione % media)</i>	
	<i>Sull'insieme della popolazione</i>	<i>Sull'insieme della popolazione</i>	<i>10 % più sensibili</i>	<i>10 % più sensibili</i>
<100	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna
200	Persone sensibili	5 %	10 %	10 %
300	Fino al 30 %	15 %	Fino al 30 %	Fino al 30 %
400	Più del 50 %	25 %	Più del 50 %	Più del 50 %

Tabella 1: danni provocati sulle persone in funzione delle concentrazioni di ozono in atmosfera.

Durante il periodo estivo in Ticino si verificano dei superamenti considerevoli delle soglie d'ozono fissate dall'OIA (confronta figura A2.3 del 1999). I carichi inquinanti superano di parecchie volte la soglia oraria di 120 µg/m³, con massime che talvolta raggiungono anche i 300 µg/m³.

2.2 Le reti neurali artificiali

Una rete neurale è formata da una serie di unità tra loro collegate. Esistono tre tipi di unità: le unità di ingresso (o di input) che rappresentano i parametri del modello, le unità di uscita (o di output) che forniscono la previsione e una serie di unità nascoste, che servono a potenziare le possibilità di calcolo della rete stessa. Le unità sono collegate tra loro mediante dei pesi. Ogni peso caratterizza l'intensità del collegamento tra due unità della rete.

Esistono diverse topologie di rete, quella utilizzata per la previsione dell'ozono è una **rete a strati**. Ogni unità è connessa a tutte le unità dello strato successivo e con nessuna dello stesso strato, in modo che l'informazione viaggia in un unico senso dallo strato di input a quello di output. La figura 16 mostra un esempio di rete a strati con 4 unità d'ingresso, 3 unità nascoste e 2 unità di uscita.

Una rete neurale funziona in modo molto simile al cervello nel quale l'apprendimento avviene attraverso una serie di esempi (esperienze). Addestrare una rete significa fornirle un insieme di coppie input/output (x,y) e fare in modo che la rete trovi i valori dei pesi che realizzino la funzione cercata $y=f(x)$. La "conoscenza" di una rete neurale consiste nell'insieme dei pesi delle connessioni tra le varie unità. Una volta trovato e memorizzato questo set di pesi, inizia una nuova fase - chiamata fase operativa - nella quale la rete compie le previsioni, cioè inserendo il dato di input fornisce l'output desiderato. Questo modo in cui la rete apprende le garantisce una capacità di generalizzazione e una resistenza al "rumore" tipiche del cervello umano, cioè una rete è in grado di funzionare anche in presenza di dati incompleti o leggermente errati.

2.3 Una rete neurale per la previsione delle concentrazioni di ozono

Vista l'entità dell'inquinamento da ozono sarebbe utile poter conoscere in anticipo l'evoluzione delle sue concentrazioni. Per questo motivo si è costruito un modello in grado di prevedere la massima oraria nella giornata successiva. In questo modo si è in grado di informare la popolazione sulle concentrazioni di ozono previste nelle successive 24 ore, e le persone sensibili hanno la possibilità di adattare la propria attività fisica all'aperto.

Il modello utilizzato consiste in una rete neurale artificiale: si tratta di un modello "a scatola nera" in grado di fare delle previsioni trovando il legame quantitativo tra input e output. Tali modelli sono alternativi a quelli convenzionali e sono utili per la risoluzione dei problemi complessi, come quello dell'inquinamento fotochimico.

Questa problematica è stata oggetto di studio in un lavoro di tesi svolto in collaborazione con l'Università dell'Insubria, con sede a Como. Per una discussione più completa si rimanda quindi al seguente studio: "Caratterizzazione e previsione delle immissioni di ozono nella regione Prealpina" (Ufficio Protezione Aria).

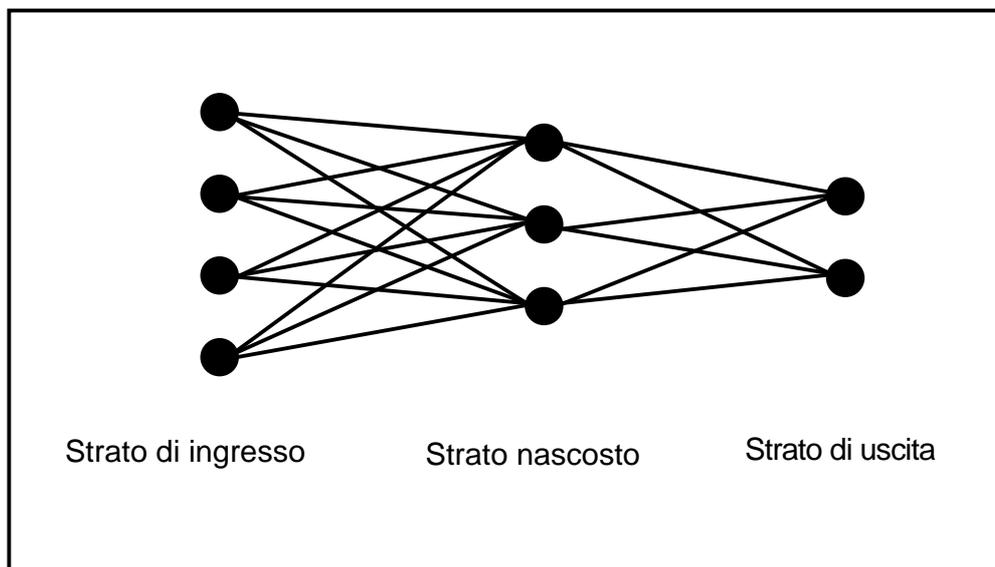


Figura 16: esempio di topologia di una rete neurale artificiale a strati. Nella figura è rappresentato uno strato di unità d'ingresso con 4 unità, uno strato di 3 unità nascoste e uno strato con 2 unità di uscita.

2.4 Risultati ottenuti

Per la previsione della massima oraria sono state addestrate due reti - una per la località di Locarno ed una per quella di Mendrisio, scelte come rappresentative del Sotto e del Sopraceneri - utilizzando i dati giornalieri meteorologici e di immissioni degli anni 1990-1997, nel periodo maggio-settembre. L'analisi della qualità della previsione è stata fatta sui dati del 1998.

La scelta degli input migliori per la previsione è stata fatta studiando dapprima la correlazione delle concentrazioni massime di ozono con i diversi parametri meteo e di immissioni, e in un secondo momento si è verificata l'importanza dei singoli parametri introducendoli o rimuovendoli uno per uno, o analizzando la qualità previsionale delle prime reti costruite.

La rete migliore ottenuta (per entrambe le due località) è costituita da uno strato di 11 unità di ingresso, uno strato di 10 unità nascoste e uno strato con un'unica unità di output. Gli input utilizzati sono i seguenti:

- le massime orarie di ozono dei due giorni precedenti alla previsione;
- la temperatura massima giornaliera del giorno precedente alla previsione;

- la temperatura massima del giorno della previsione (prevista dall'Istituto Svizzero di Meteorologia);
- l'umidità relativa minima del giorno precedente alla previsione;
- il mese nel quale viene fatta la previsione;
- la quantità di pioggia (in mm) del giorno precedente alla previsione;
- la somma dell'irraggiamento giornaliero del giorno precedente alla previsione;
- la direzione del vento nella giornata della previsione (prevista dall'Istituto Svizzero di Meteorologia);
- la situazione meteorologica su scala europea (descritta tramite due input).

I risultati ottenuti nella località di Mendrisio isono illustrati nella figura 17. La figura riporta – nei giorni da aprile a settembre 1998 – unicamente le giornate in cui erano presenti tutti i dati ed era possibile fare la previsione. La curva tratteggiata mostra le concentrazioni massime orarie misurate durante il periodo, mentre quella continua rappresenta la previsione della rete. La rete riesce a ricostruire in modo soddisfacente il trend dei dati, riuscendo meglio nei tratti in cui le variazioni sono progressive.

Le reti consentono una previsione dell'inquinamento fotochimico per il giorno successivo con uno scarto attorno al 5,5 %.

Durante l'estate 1999 si sono utilizzate le previsioni ottenute mediante tale modello per informare la popolazione.

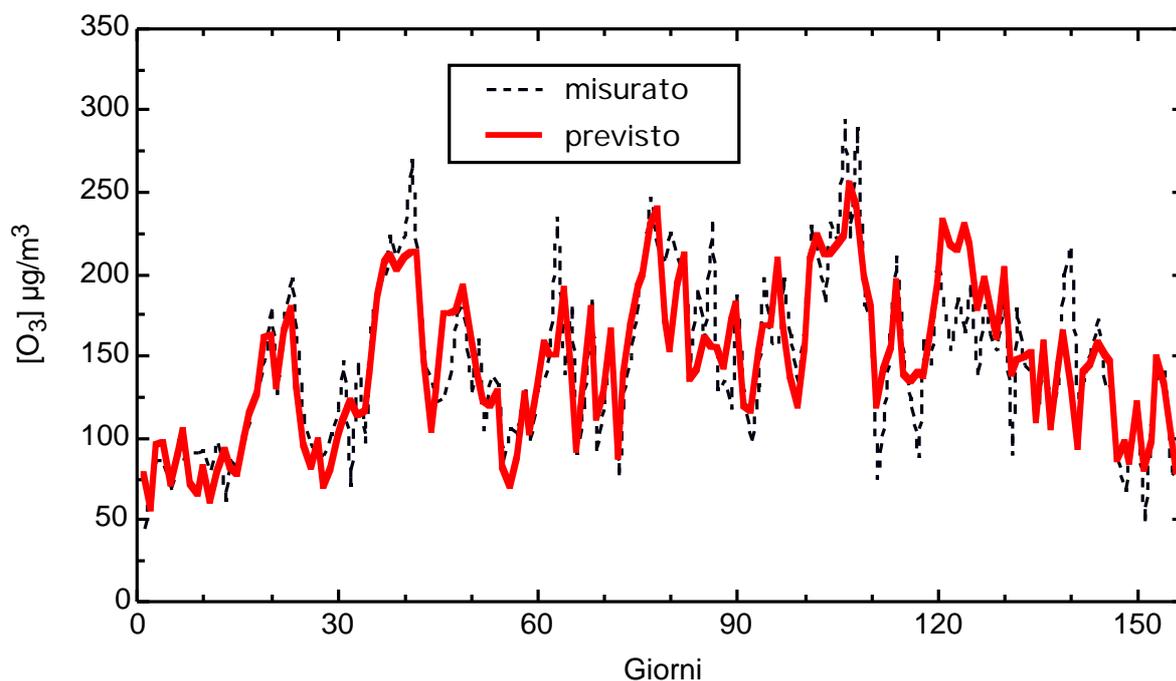


Figura 17: Risultati ottenuti per la previsione della massima giornaliera di ozono a Mendrisio durante i mesi da aprile a settembre 1998. La curva tratteggiata indica le concentrazioni misurate mentre quella continua quelle previste dalla rete neurale.

Impostazione delle analisi dell'aria

La rete di rilevamento comprende sette stazioni ubicate a Chiasso, Mendrisio, Bioggio, Lugano, Locarno, Brione s. Minusio e Bodio.

Descrizione dei posti di misura

I posti dove i rilevamenti vengono effettuati con stazioni di analisi sono caratterizzati come segue:

- Chiasso:** Coordinate: 723.45/77.45; quota: 230 m s.l.m.
Centro cittadino, con emissioni dovute agli impianti di riscaldamento e al traffico sia locale, sia di transito. Una quota importante dei veicoli è immatricolata all'estero. La componente dei veicoli pesanti è pure importante. La città si trova in una conca che favorisce la formazione di aria stagnante e che può essere inoltre facilmente inglobata nello strato di inversione termica che si forma sulla Valpadana. La stazione di analisi si trova sul piazzale delle scuole elementari e medie.
- Mendrisio:** Coordinate: 719.65/80.20; quota: 350 m s.l.m.
La stazione di analisi di Mendrisio è installata presso il Liceo cantonale, in una zona periferica e non esposta direttamente alle emissioni locali. La località è più aperta e si trova a una quota superiore rispetto a Chiasso. Essa resta pertanto al di sopra degli strati bassi d'inversione ed è influenzata unicamente dalle inversioni termiche più estese.
- Bioggio:** Coordinate: 714.15/96.65; quota: 290 m s.l.m.
La stazione di analisi di Bioggio è situata in una zona industriale nei pressi dell'aeroporto di Agno. Alle emissioni locali contribuiscono anche il traffico aereo e quello veicolare dell'autostrada (A2) e degli assi stradali che collegano Lugano a Ponte Tresa.
- Lugano³** Coordinate: 717.80/96.85; quota: 290 m s.l.m.
La stazione di analisi, situata in Via Ciani nel parco della Casa Serena, è esposta indirettamente alle emissioni del traffico cittadino e a quelle degli impianti di riscaldamento. La zona beneficia delle correnti d'aria che si formano tra la Valcolla e il lago.

³ Durante l'agosto del 1992 la stazione d'analisi è stata spostata di ca. 50 m verso la strada.

- Locarno: Coordinate: 704.63/113.80; quota: 200 m s.l.m.
Il Locarnese e in particolare il pendio destro del Verbano gode di una buona insolazione che favorisce le brezze termiche sui pendii e quindi la dispersione delle sostanze inquinanti. Questo effetto è inoltre rafforzato dalle brezze tra il lago e le valli. La stazione di analisi, situata in centro città, è esposta alle emissioni degli impianti di riscaldamento e del traffico, come pure all'inquinamento diffuso.
- Brione s. Minusio: Coordinate: 706.00/115.65; quota: 480 m s.l.m.
Brione è situato in collina, 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 sottostanti.
- Bodio: Coordinate: 713.35/137.30; quota: 320 m s.l.m.
Il ricambio d'aria è buono durante i mesi estivi grazie alle forti brezze che percorrono longitudinalmente la valle Leventina, scarso in quelli invernali, siccome la bassa Valle è incassata e chiusa verso nord dalla Biaschina. Le emissioni locali dovute a due impianti industriali e all'intenso traffico di transito sono elevate. Le emissioni dovute agli impianti domestici di riscaldamento sono ridotte.

Durante il 1997 a Camorino presso il centro manutenzione autostradale (coordinate: 719.9/113.8; quota: 222 m s.l.m.) sono state eseguite delle misure delle polveri fini PM10 in sospensione. Il punto di misura, posto a un centinaio di metri dall'autostrada, è stato scelto per meglio isolare gli effetti del traffico veicolare, ed in particolare di quello pesante, sulle immissioni di polveri fini.

Per il diossido d'azoto, come complemento ai dati ottenuti con le stazioni di analisi, si effettuano anche misure tramite campionatori passivi. Questi sono situati in un centinaio di posti distribuiti su tutto il territorio cantonale (le coordinate sono riportate nelle tabelle dell'allegato 2).

Apparecchi di analisi

Le analisi della qualità dell'aria avvengono conformemente alle direttive federali pubblicate nel quaderno: "Raccomandazioni sulle misure degli inquinanti atmosferici" (UFAPP 1990).

Le stazioni di analisi sono attrezzate con apparecchi automatici che misurano in continuo le concentrazioni di diversi inquinanti atmosferici come pure alcuni parametri di tipo meteorologico. La dotazione delle diverse stazioni d'analisi è mostrata nella tabella A1.

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

Tabella A1: Parametri analizzati. La presenza di un pallino in una casella indica che tale misura è effettuata nella località corrispondente.

(*): a Chiasso l'apparecchio per la misura del monossido di carbonio si è guastato per cui le misure sono state interrotte

() : apparecchio soppresso per esigenze finanziarie, considerato che quelli restanti sono sufficienti per seguire l'andamento cantonale del diossido di zolfo

I campionatori passivi di diossido di azoto, che sono forniti da un laboratorio incaricato dalla Scuola Politecnica federale di Zurigo, vengono esposti per circa un mese. L'analisi del diossido d'azoto assorbito durante il periodo di esposizione viene determinato analiticamente dal laboratorio della Sezione. Di regola in ogni punto di misura sono esposti due campionatori.

Le polveri totali in sospensione non vengono più misurate; visti i nuovi limiti OIAt si procede alla misura delle polveri fini PM10. Le misure vengono effettuate con tre metodi diversi. A Chiasso sono in funzione due apparecchi. Uno strumento (FAG) elimina le polveri "grosse" aspirando l'aria (16 l/min) attraverso una speciale sonda, fino a raggiungere un filtro dove le concentrazioni istantanee di polveri fini sono determinate dall'assorbimento di raggi α ; mentre l'altro (impattore) seleziona le polveri fini aspirando l'aria con un flusso più contenuto (4 l/min) attraverso una serie di piastre con dei fori sempre più piccoli fino a raggiungere un filtro, che viene cambiato settimanalmente e

spedito al Politecnico di Zurigo per le analisi gravimetriche. Nonostante i due metodi siano sostanzialmente diversi, i risultati ottenuti per le medie mensili, descritti nella figura A1, sono molto simili. Fatto che conferma la validità delle misure.

A Locarno e Bodio sono stati utilizzati dei campionatori ad alto flusso (Digitel), che eliminano le polveri "grosse" aspirando l'aria con flusso elevato (500 l/min) attraverso una speciale sonda. Le polveri fini si depositano infine su un filtro che viene sostituito giornalmente. Le concentrazioni di PM10 vengono in seguito determinate gravimetricamente dal laboratorio della Sezione. Con questo metodo è possibile eseguire anche un'analisi del contenuto di metalli pesanti.

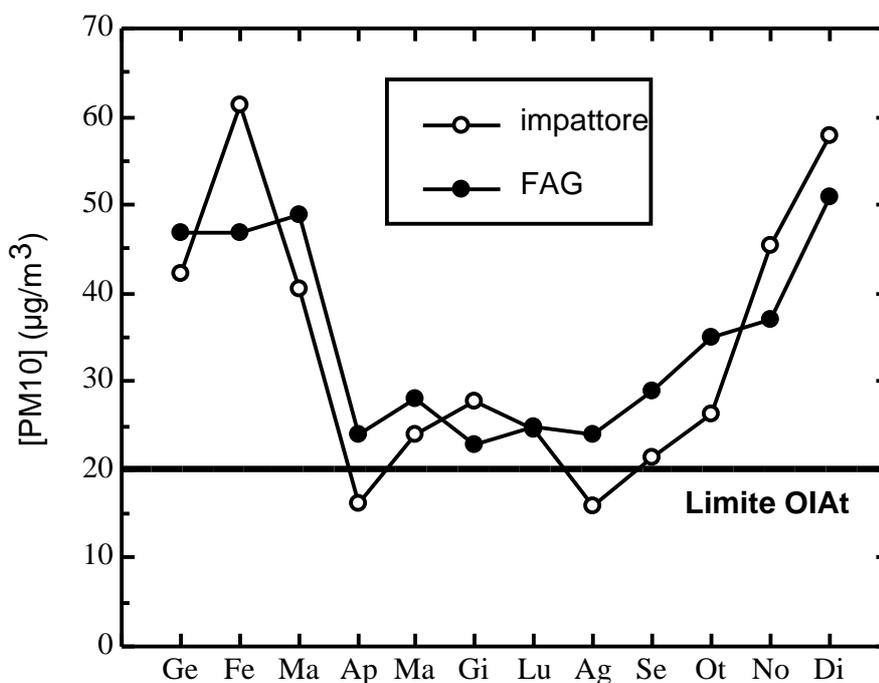


Figura A1: Concentrazioni medie mensili ottenute a Chiasso con due metodi di misura diversi (1999).

Per quattro mesi (da settembre a dicembre) nella stazione di Locarno sono rimasti simultaneamente in funzione sia un Digitel che un FAG. La figura A2 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 - e i punti sono distribuiti uniformemente rispetto alla bisettrice. Anche questo fatto conferma la validità dei metodi impiegati per le misure.

I risultati di un confronto (sui dati del 1998 e del 1997) dei diversi metodi impiegati per la misura delle polveri fini in Svizzera sono riportati nel seguente quaderno: BUWAL "PM10 - Vergleichsmessungen", August 1999, INFRAS.

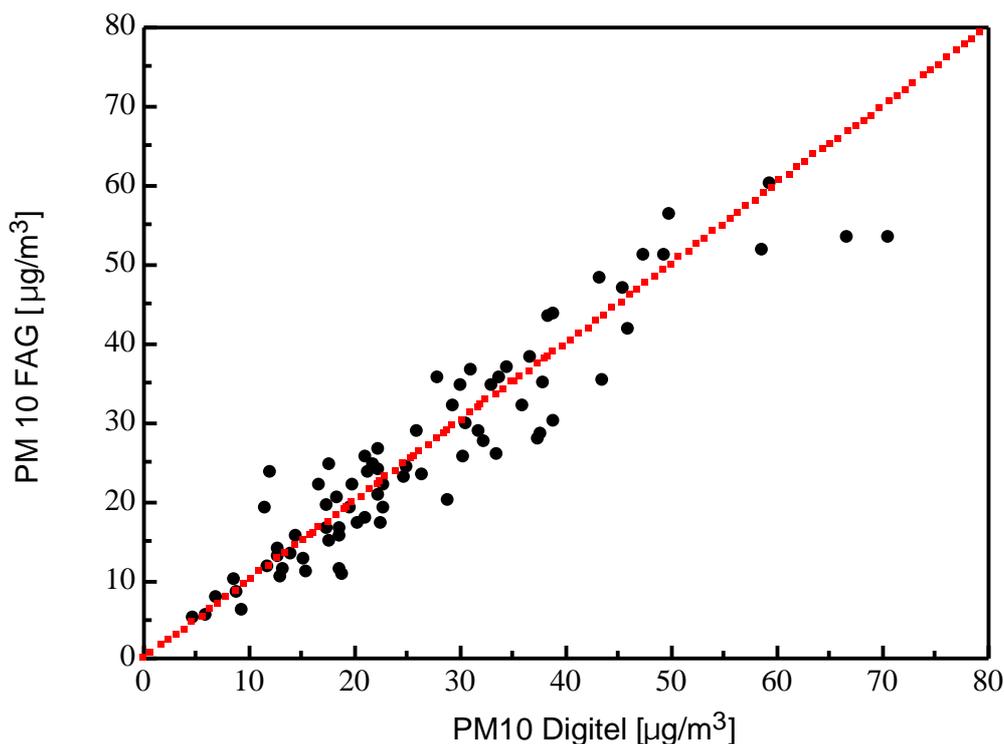


Figura A2: Concentrazioni medie giornaliere (periodo settembre-dicembre 1999) ottenute a Locarno con due metodi di misura diversi. La riga tratteggiata rappresenta il caso ideale in cui i due strumenti misurano la stessa concentrazione di PM10.

Metodica dei controlli

Il sistema di acquisizione dati effettua quotidianamente dei controlli automatici delle calibrazioni. I risultati di queste verifiche sono trasmessi assieme ai dati rilevati all'unità centrale di elaborazione dati. Essi permettono di verificare ogni giorno lo stato delle apparecchiature delle stazioni d'analisi. *Settimanalmente* sono effettuati la taratura e i controlli delle apparecchiature secondo le direttive del BUWAL.

A scadenze regolari si effettuano inoltre i confronti con apparecchi diversi, calibrati indipendentemente gli uni dagli altri e fatti funzionare nel medesimo posto. Si effettuano cioè le cosiddette intecalibrations. Anche nel corso del 1999 il sistema di calibrazione è stato verificato mediante esperimenti di questo tipo dalla ditta Oekoscience.

Precisione delle misure

Da esperienze effettuate a livello nazionale si può affermare che l'errore di misura per la media annua sia inferiore a 5 - 10 % e per i valori istantanei (medie orarie e semiorarie) inferiore a 10 - 15 %.

La precisione dei campionatori passivi è controllata ponendo alcuni di essi vicino alle stazioni d'analisi. Dal confronto dei dati ottenuti con le due tecniche di misura si deduce che per concentrazioni medie annue superiori ai 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le differenze tra i dati ottenuti con i due metodi sono inferiori all'8% (v. rapporto "Analisi della qualità dell'aria in Ticino, 1993").

Risultati delle analisi con strumenti elettronici

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).

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
- per la media mensile:	almeno	1080	semiore
- per la media annuale ⁴ :	almeno	13140	semiore, inoltre nessuna interruzione > 20 giorni

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

⁴ 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 24 ore che può essere superata al massimo una volta all'anno

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1/2 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° giorni > 100 µg/m ³	95° percentile (µg/m ³)
Gennaio	31	16	87	29	0	44
Febbraio	28	17	78	35	0	45
Marzo	31	11	51	22	0	26
Aprile	30	5	29	10	0	13
Maggio	31	3	16	7	0	8
Giugno	30	3	26	10	0	10
Luglio	31	4	101	7	0	8
Agosto	31	1	10	4	0	3
Settembre	30	2	16	6	0	8
Ottobre	31	5	31	11	0	13
Novembre	30	11	70	19	0	29
Dicembre	31	15	70	26	0	36
Totale	365	8	101	35	0	26
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella A2.1: 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	29	19	94	28	0	47
Febbraio	28	15	88	37	0	34
Marzo	31	10	47	20	0	26
Aprile	30	4	26	8	0	13
Maggio	31	4	16	6	0	8
Giugno	30	2	10	5	0	5
Luglio	31	2	107	4	0	5
Agosto	30	3	10	4	0	5
Settembre	30	3	16	6	0	8
Ottobre	31	8	47	16	0	18
Novembre	28	12	65	27	0	29
Dicembre	31	18	57	26	0	36
Totale	360	8	107	37	0	26
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella A2.2: 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 24 ore che può essere superata al massimo una volta all'anno

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1/2 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° giorni > 100 µg/m ³	95° percentile (µg/m ³)
Gennaio	31	4	31	10	0	16
Febbraio	28	5	52	11	0	18
Marzo	31	4	31	12	0	13
Aprile	30	1	18	3	0	8
Maggio	31	1	10	4	0	5
Giugno	30	1	10	6	0	5
Luglio	31	2	122	4	0	5
Agosto	28	1	8	3	0	5
Settembre	30	3	16	6	0	8
Ottobre	31	5	18	9	0	10
Novembre	30	7	29	10	0	16
Dicembre	31	8	42	14	0	18
Totale	362	4	122	14	0	13
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella A2.3: Brione s. Minusio, Via alla Selva

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1/2 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° giorni > 100 µg/m ³	95° percentile (µg/m ³)
Gennaio	31	13	53	25	0	29
Febbraio	25	13	93	26	0	31
Marzo	31	10	78	25	0	26
Aprile	27	9	91	22	0	29
Maggio	31	10	78	32	0	29
Giugno	24	13	122	42	0	44
Luglio	31	17	237	49	0	57
Agosto	31	18	286	40	0	62
Settembre	30	24	278	54	0	68
Ottobre	31	17	140	43	0	55
Novembre	30	24	278	94	0	99
Dicembre	31	27	257	84	0	86
Totale	353	16	286	94	0	52
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella A2.4: 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 24 ore che può essere superata al massimo una volta all'anno

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1/2 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° giorni > 100 µg/m ³	95° percentile (µg/m ³)
Gennaio	31	9	47	21	0	26
Febbraio	28	9	68	21	0	29
Marzo	28	8	36	16	0	18
Aprile	23	4	26	11	0	10
Maggio	31	2	8	5	0	5
Giugno	30	2	18	7	0	5
Luglio	29	3	75	6	0	5
Agosto	31	3	13	3	0	3
Settembre	28	2	10	5	0	5
Ottobre	31	1	10	4	0	3
Novembre	30	4	26	11	0	13
Dicembre	31	10	39	18	0	23
Totale	351	5	75	21	0	18
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella A2.5: 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 24 ore che può essere superata al massimo una 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	23	56	141	88	1	97
Febbraio	28	52	140	100	3	102
Marzo	31	49	140	88	1	89
Aprile	30	44	130	71	0	87
Maggio	31	38	145	60	0	76
Giugno	30	31	127	61	0	76
Luglio	31	33	168	50	0	74
Agosto	31	31	92	54	0	63
Settembre	30	43	111	64	0	79
Ottobre	31	50	199	80	0	81
Novembre	30	66	162	101	6	118
Dicembre	31	74	175	111	12	124
Totale	357	47	199	111	23	96
Limite OIAt	-	30	-	80	1	100

Tabella A2.6: 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	30	51	169	76	0	93
Febbraio	28	47	171	107	4	115
Marzo	31	48	167	100	2	104
Aprile	30	30	104	60	0	69
Maggio	31	26	121	45	0	60
Giugno	30	20	106	36	0	48
Luglio	31	22	87	36	0	54
Agosto	27	20	97	36	0	48
Settembre	30	29	108	49	0	63
Ottobre	31	39	169	75	0	71
Novembre	30	44	128	76	0	86
Dicembre	28	56	158	82	3	100
Totale	357	36	171	107	9	86
Limite OIAt	-	30	-	80	1	100

Tabella A2.7: Mendrisio, Liceo cantonale

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 24 ore che può essere superata al massimo una 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	38	112	50	0	72
Febbraio	22	46	182	100	3	102
Marzo	31	58	227	118	3	115
Aprile	30	41	108	67	0	80
Maggio	31	37	102	48	0	69
Giugno	30	27	86	42	0	60
Luglio	31	27	233	46	0	63
Agosto	31	26	117	43	0	54
Settembre	30	35	110	47	0	73
Ottobre	31	39	128	56	0	71
Novembre	30	37	99	51	0	63
Dicembre	31	45	112	75	0	76
Totale	357	38	233	118	6	78
Limite OIAt	-	30	-	80	1	100

Tabella A2.8: Lugano, Casa Serena

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	35	80	46	0	56
Febbraio	28	43	149	69	0	82
Marzo	31	50	169	93	2	91
Aprile	30	37	199	68	0	74
Maggio	31	28	99	44	0	54
Giugno	21	20	74	29	0	41
Luglio	31	21	164	33	0	41
Agosto	30	26	82	37	0	48
Settembre	30	32	86	45	0	58
Ottobre	25	38	106	49	0	67
Novembre*	7	51	110	58	0	76
Dicembre	31	48	119	73	0	73
Totale	321	36	199	93	2	69
Limite OIAt	-	30	-	80	1	100

Tabella A2.9: Locarno, Piazza Castello

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 24 ore che può essere superata al massimo una volta all'anno

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1/2 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° giorni > 80 µg/m ³	95° percentile (µg/m ³)
Gennaio	31	16	69	33	0	47
Febbraio	25	18	73	39	0	51
Marzo	31	20	92	66	0	58
Aprile*	11	15	61	26	0	39
Maggio	31	13	69	23	0	30
Giugno	30	9	54	20	0	26
Luglio	31	7	50	18	0	24
Agosto	28	10	39	17	0	24
Settembre	30	13	54	20	0	30
Ottobre	31	18	80	34	0	39
Novembre	30	18	77	34	0	49
Dicembre	31	22	122	72	0	61
Totale	340	15	122	72	0	43
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella A2.10: 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 > 80 µg/m ³	95° percentile (µg/m ³)
Gennaio	31	38	76	53	0	63
Febbraio	26	38	110	59	0	74
Marzo	31	40	138	71	0	80
Aprile	27	30	93	63	0	71
Maggio	31	30	80	47	0	56
Giugno*	16	23	108	35	0	69
Luglio	31	26	106	46	0	63
Agosto	31	31	80	47	0	58
Settembre	30	35	106	54	0	76
Ottobre	31	33	84	45	0	60
Novembre	30	32	78	53	0	61
Dicembre	31	41	96	65	0	74
Totale*	346	33	138	71	0	69
Limite OIAt	-	30	-	80	1	100

Tabella A2.11: Bodio, Municipio

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 24 ore che può essere superata al massimo una volta all'anno

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1/2 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° giorni > 80 µg/m ³	95° percentile (µg/m ³)
Gennaio	31	41	113	65	0	74
Febbraio	28	44	129	76	0	92
Marzo	28	47	156	98	2	95
Aprile	23	31	108	58	0	71
Maggio	31	29	115	40	0	63
Giugno	30	25	110	44	0	63
Luglio	29	24	112	40	0	65
Agosto	31	25	99	42	0	58
Settembre	21	29	112	50	0	73
Ottobre	20	35	87	46	0	58
Novembre	30	37	125	65	0	71
Dicembre	31	49	119	77	0	87
Totale*	333	35	156	98	2	76
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella A2.12: 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	31	6	69	55	0	61
Febbraio	28	24	90	50	0	72
Marzo	31	29	148	82	5	107
Aprile	30	43	147	79	37	137
Maggio	31	51	208	91	87	176
Giugno	30	72	215	106	121	193
Luglio	31	79	257	121	170	215
Agosto	31	52	192	81	68	152
Settembre	30	42	221	84	56	187
Ottobre	31	13	112	44	0	80
Novembre	30	8	67	34	0	55
Dicembre	31	6	66	35	0	53
Totale	365	35	257	121	544	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella A2.13: Chiasso, Scuole elementari e medie

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° ore > 120 µg/m ³	98° percentile (µg/m ³)
Gennaio	30	16	82	76	0	76
Febbraio	28	39	110	77	0	88
Marzo	31	46	166	101	17	121
Aprile	30	64	159	101	54	146
Maggio	31	61	195	106	83	160
Giugno	30	81	202	105	122	176
Luglio	31	86	256	133	162	199
Agosto	27	58	173	91	53	142
Settembre	30	52	191	101	65	168
Ottobre	31	21	112	48	0	94
Novembre	30	18	78	60	0	68
Dicembre	28	12	70	50	0	66
Totale	357	46	256	133	556	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella A2.14: Mendrisio, Liceo cantonale

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	10	74	68	0	68
Febbraio	22	33	87	71	0	79
Marzo	31	36	113	96	0	104
Aprile	30	49	134	84	11	117
Maggio	31	52	172	95	50	142
Giugno	30	73	184	116	87	160
Luglio	30	80	222	118	114	174
Agosto	31	50	148	78	24	129
Settembre	30	44	179	97	34	144
Ottobre	31	16	97	58	0	66
Novembre	30	16	80	66	0	68
Dicembre	31	11	71	49	0	66
Totale	357	39	222	118	320	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella A2.15: Lugano, Casa Serena

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	22	10	80	70	0	74
Febbraio	28	35	124	64	2	84
Marzo	31	42	124	87	3	111
Aprile	30	61	150	87	31	133
Maggio	31	60	199	105	68	150
Giugno	30	70	199	116	71	156
Luglio	31	81	198	109	116	172
Agosto	30	47	126	73	6	117
Settembre	30	40	185	88	30	144
Ottobre	31	16	96	43	0	66
Novembre	28	13	64	49	0	57
Dicembre	31	9	72	46	0	59
Totale	353	40	199	116	327	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella A2.16: Locarno, Piazza Castello

Ozono

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

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

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° ore > 120 µg/m ³	98° percentile (µg/m ³)
Gennaio	31	43	82	73	0	76
Febbraio	28	62	149	94	6	103
Marzo	31	72	171	107	35	131
Aprile	30	87	164	120	72	142
Maggio	31	82	205	137	143	170
Giugno	30	87	198	142	122	172
Luglio	31	96	289	131	189	183
Agosto	28	65	151	87	37	135
Settembre	30	65	193	127	69	174
Ottobre	31	40	136	70	3	101
Novembre	30	36	81	65	0	70
Dicembre	31	37	80	67	0	72
Totale	362	64	289	142	676	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella A2.17: Brione s. Minusio, Via alla Selva

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	8	70	63	0	64
Febbraio	28	26	87	70	0	74
Marzo	31	34	110	89	0	99
Aprile	27	50	114	89	0	107
Maggio	31	38	168	80	25	131
Giugno	24	56	198	89	38	156
Luglio	31	54	168	83	58	150
Agosto	31	24	134	55	3	103
Settembre	30	18	162	47	8	99
Ottobre	31	9	71	48	0	57
Novembre	30	15	72	61	0	66
Dicembre	31	13	70	55	0	64
Totale	356	29	198	89	132	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella A2.18: Bodio, Municipio

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	11	87	75	0	78
Febbraio	28	37	125	82	1	88
Marzo	28	44	137	106	13	119
Aprile	23	47	154	74	25	131
Maggio	31	49	183	85	57	150
Giugno	30	68	207	102	90	172
Luglio	29	62	286	109	110	174
Agosto	31	42	149	72	25	131
Settembre	28	34	197	68	44	160
Ottobre	31	17	120	58	0	86
Novembre	30	16	84	72	0	76
Dicembre	31	10	75	46	0	68
Totale	350	36	286	109	365	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella A2.19: 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	31	1051	4294	1736	0
Febbraio	28	771	3164	1411	0
Marzo*	15	680	3503	1303	0
Aprile	24	503	1469	673	0
Maggio	31	428	1243	662	0
Giugno	30	328	904	405	0
Luglio	31	245	4520	370	0
Agosto	27	231	1017	358	0
Settembre	29	403	1243	553	0
Ottobre*	7	480	1243	596	0
Novembre	26	689	2825	1286	0
Dicembre	28	1027	3503	1577	0
Totale	307	570	4520	1736	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella A2.20: Mendrisio, Liceo cantonale

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	1739	9379	2577	0
Febbraio	22	1248	7232	2536	0
Marzo	31	1200	5876	2032	0
Aprile	30	808	3503	1250	0
Maggio	31	630	2825	1135	0
Giugno	30	529	2938	995	0
Luglio	30	470	2147	759	0
Agosto	31	374	1808	666	0
Settembre	30	665	2712	1267	0
Ottobre	31	1195	4746	1959	0
Novembre	30	1166	6780	1931	0
Dicembre	31	1732	8701	2676	0
Totale	358	980	9379	2676	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella A2.21: Lugano, Casa Serena

Monossido di carbonio

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

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

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gennaio	26	1559	9063	2635	0
Febbraio	28	985	7063	2595	0
Marzo	31	748	4995	1551	0
Aprile	30	529	2633	721	0
Maggio	31	474	1684	695	0
Giugno	30	380	1446	631	0
Luglio	31	358	4543	486	0
Agosto	30	389	1119	554	0
Settembre	30	489	2158	693	0
Ottobre	26	709	5322	1212	0
Novembre	22	1093	7684	2019	0
Dicembre	31	1323	6407	2301	0
Totale	346	753	9063	2635	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella A2.22: Locarno, Piazza Castello

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gennaio	-	-	-	-	-
Febbraio	-	-	-	-	-
Marzo	-	-	-	-	-
Aprile	-	-	-	-	-
Maggio	24	68	678	250	0
Giugno	27	68	904	139	0
Luglio	31	73	5424	210	0
Agosto	28	72	565	148	0
Settembre	30	95	904	301	0
Ottobre	31	179	1469	466	0
Novembre	30	178	1243	363	0
Dicembre	31	219	2147	1135	0
Totale*	232	119	5424	1135	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella A2.23: Brione s. Minusio, Via alla Selva

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	1466	5406	2335	0
Febbraio	28	949	5198	2290	0
Marzo	28	738	3028	1439	0
Aprile	23	548	3447	836	0
Maggio	31	366	1639	695	0
Giugno	25	236	1232	390	0
Luglio	26	152	5334	405	0
Agosto	31	107	1435	293	0
Settembre	28	336	1740	620	0
Ottobre	31	719	2701	1300	0
Novembre	30	918	4554	1712	0
Dicembre	31	1186	5017	2180	0
Totale	342	643	5406	2335	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella A2.24: 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

Valori limiti d'immissione per i metalli contenuti nella polvere fine in sospensione:

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	30	33	51	1	0.07	0.6
Febbraio	28	30	58	3	0.06	0.77
Marzo	31	30	74	6	0.03	0.37
Aprile	30	22	42	0	0.03	0.88
Maggio	31	29	53	1	0.02	0.21
Giugno	30	19	43	0	0.02	0.14
Luglio	31	29	47	0	0.02	0.19
Agosto	30	26	49	1	0.03	0.17
Settembre	29	30	51	1	0.03	0.26
Ottobre	-	-	-	-	-	-
Novembre*	14	29	52	1	0.03	0.32
Dicembre	31	32	52	4	0.04	0.29
Totale*	315	28	74	18	0.03	0.38
Limite OIAt	-	20	50	0	0.5	1.5

Tabella A2.25: Bodio, Municipio.

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media Cd (ng/m^3)
Gennaio	30	33	48	0	0.08	0.33
Febbraio	28	33	71	7	0.05	0.37
Marzo	31	37	85	8	0.04	0.46
Aprile	30	26	45	0	0.02	0.23
Maggio	31	31	56	1	0.03	0.27
Giugno	30	18	44	0	-	-
Luglio	31	29	43	0	-	-
Agosto	31	25	46	0	-	-
Settembre	30	24	50	0	-	-
Ottobre	20	33	70	3	-	-
Novembre*	13	21	32	0	-	-
Dicembre*	13	29	59	1	-	-
Totale	318	28	85	20	0.04	0.33
Limite OIAt	-	20	50	0	0.5	1.5

Tabella A2.26: 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	31	47	82	17
Febbraio	28	47	116	11
Marzo	31	49	141	11
Aprile	30	24	45	0
Maggio	31	28	57	1
Giugno	30	23	49	0
Luglio	31	25	50	1
Agosto	31	24	56	1
Settembre	30	29	59	4
Ottobre	31	35	87	7
Novembre	30	37	83	9
Dicembre	31	51	103	14
Totale	365	35	141	76
Limite OIAt	-	20	50	1

Tabella A2.27: Chiasso, Scuole elementari e medie

Idrocarburi policiclici aromatici (PAH)

Non vi sono limiti di legge per le immissioni di idrocarburi policiclici aromatici (PAH).

mese	numero misure (giorni)	media (ng/m^3)	massimo giorno (ng/m^3)
Gennaio	31	15	32
Febbraio	28	12	24
Marzo	31	9	20
Aprile	30	9	35
Maggio	31	8	34
Giugno	30	9	24
Luglio	31	10	50
Agosto	31	13	67
Settembre	30	11	20
Ottobre	31	13	41
Novembre*	23	48	157
Dicembre	31	62	171
Totale	358	18	171

Tabella A2.28: Chiasso, Scuole elementari e medie

Composti Organici Volatili non metanici

Non vi sono limiti di legge per le immissioni di Composti Organici Volatili (VOC).

La concentrazione di composti organici volatili non metanici è espressa come “carbonio totale”.

mese	numero misure giorni	media (ppm)	massimo 1/2 ora (ppm)	massimo giorno (ppm)
Gennaio*	24	0.357	1.3	0.63
Febbraio*	21	0.266	1.3	0.55
Marzo*	15	0.213	1.5	0.49
Aprile*	15	0.140	0.7	0.28
Maggio*	23	0.158	0.8	0.23
Giugno*	15	0.239	0.9	0.35
Luglio	31	0.204	1.4	0.33
Agosto*	21	0.139	0.7	0.19
Settembre	30	0.243	0.9	0.49
Ottobre*	7	0.210	0.6	0.29
Novembre*	23	0.354	1.4	0.68
Dicembre	28	0.436	1.6	0.74
Totale	253	0.25	1.6	0.74

Tabella A2.29: Mendrisio, Liceo cantonale

mese	numero misure giorni	media (ppm)	massimo 1/2 ora (ppm)	massimo giorno (ppm)
Gennaio	-	-	-	-
Febbraio*	-	-	-	-
Marzo	-	-	-	-
Aprile*	23	0.01	0.1	0.1
Maggio	30	0.02	0.27	0.27
Giugno*	18	0.04	0.2	0.2
Luglio*	18	0.14	0.19	0.19
Agosto	31	0.15	0.34	0.34
Settembre	30	0.20	0.3	0.30
Ottobre	31	0.26	0.62	0.62
Novembre	30	0.32	0.71	0.71
Dicembre	31	0.39	0.73	0.73
Totale*	242	0.17	0.7	0.73

Tabella A2.30: Locarno, Piazza Castello

Composti Organici Volatili non metanici

Non vi sono limiti di legge per le immissioni di Composti Organici Volatili (VOC).

La concentrazione di composti organici volatili non metanici è espressa come “carbonio totale”.

mese	numero misure giorni	media (ppm)	massimo 1/2 ora (ppm)	massimo giorno (ppm)
Gennaio	28	0.55	2.58	1.08
Febbraio	20	0.09	1.9	0.59
Marzo	23	0.3	2.9	0.57
Aprile	20	0.26	2.54	0.56
Maggio	29	0.17	2.22	0.35
Giugno*	6	0.11	5.98	0.31
Luglio	29	0.4	11.03	1.53
Agosto*	31	0.85	5.11	1.18
Settembre*	13	1.01	5.03	1.17
Ottobre	31	0.59	3.76	1.24
Novembre	30	0.45	2.62	0.86
Dicembre	31	0.56	3.19	1.03
Totale*	291	0.45	11.0	1.53

Tabella A2.31: Bioggio, Aeroporto

Rappresentazioni grafiche

Le seguenti figure illustrano le immissioni registrate durante il 1999 mediante grafici. Per il diossido di zolfo (fig. A2.1) e il diossido d'azoto (fig. A2.2) sono rappresentate le concentrazioni medie mensili. Per l'ozono (fig. A2.3 e A2.4) sono rappresentati i numeri di superamenti mensili del limite orario dell'OIAI e i 98° percentili mensili. Per il monossido di carbonio (fig. A2.5) sono riportati i massimi giornalieri di ogni mese.

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

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

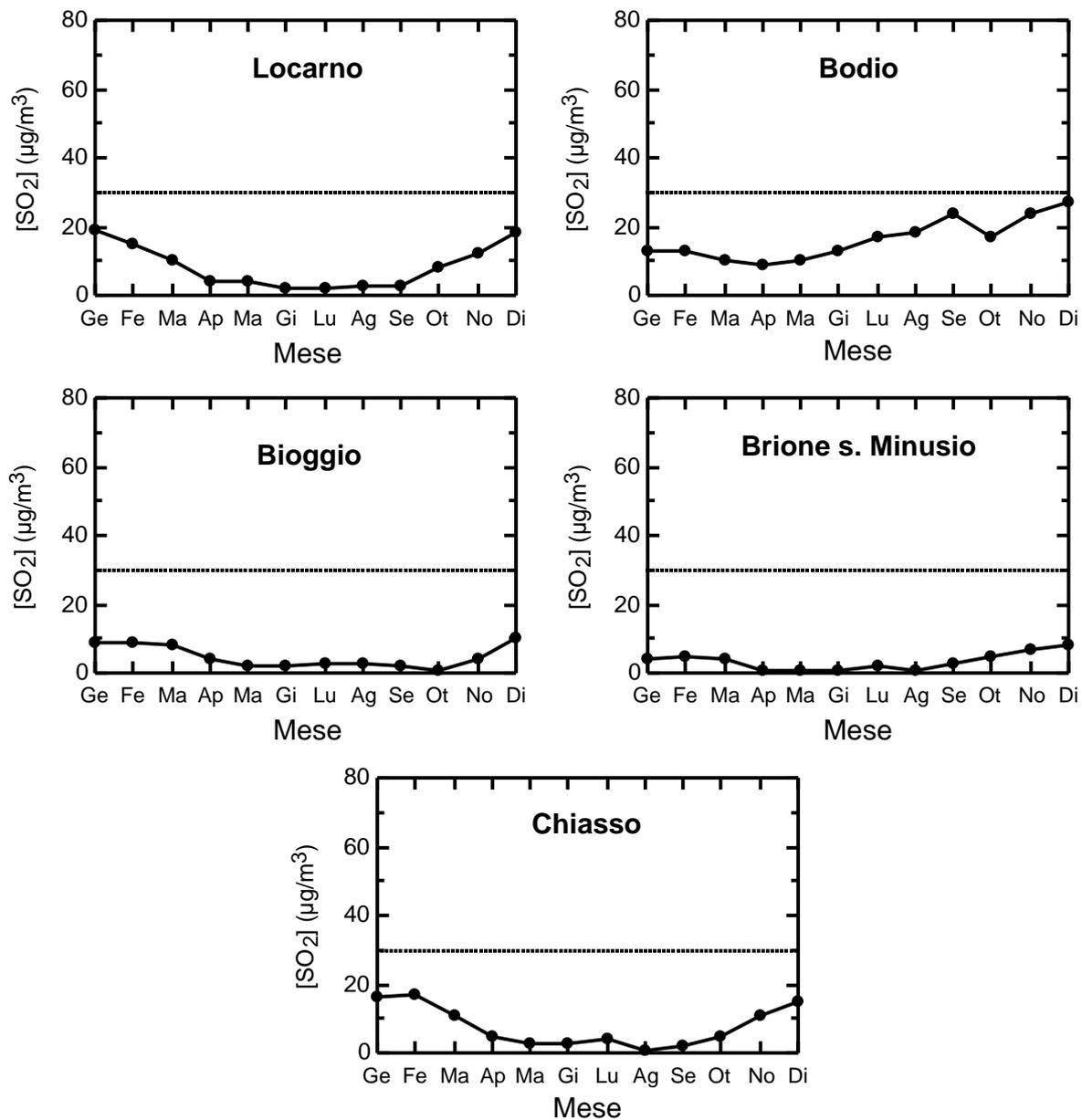


Figura A2.1: Diossido di zolfo (SO_2); medie mensili (1999)

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

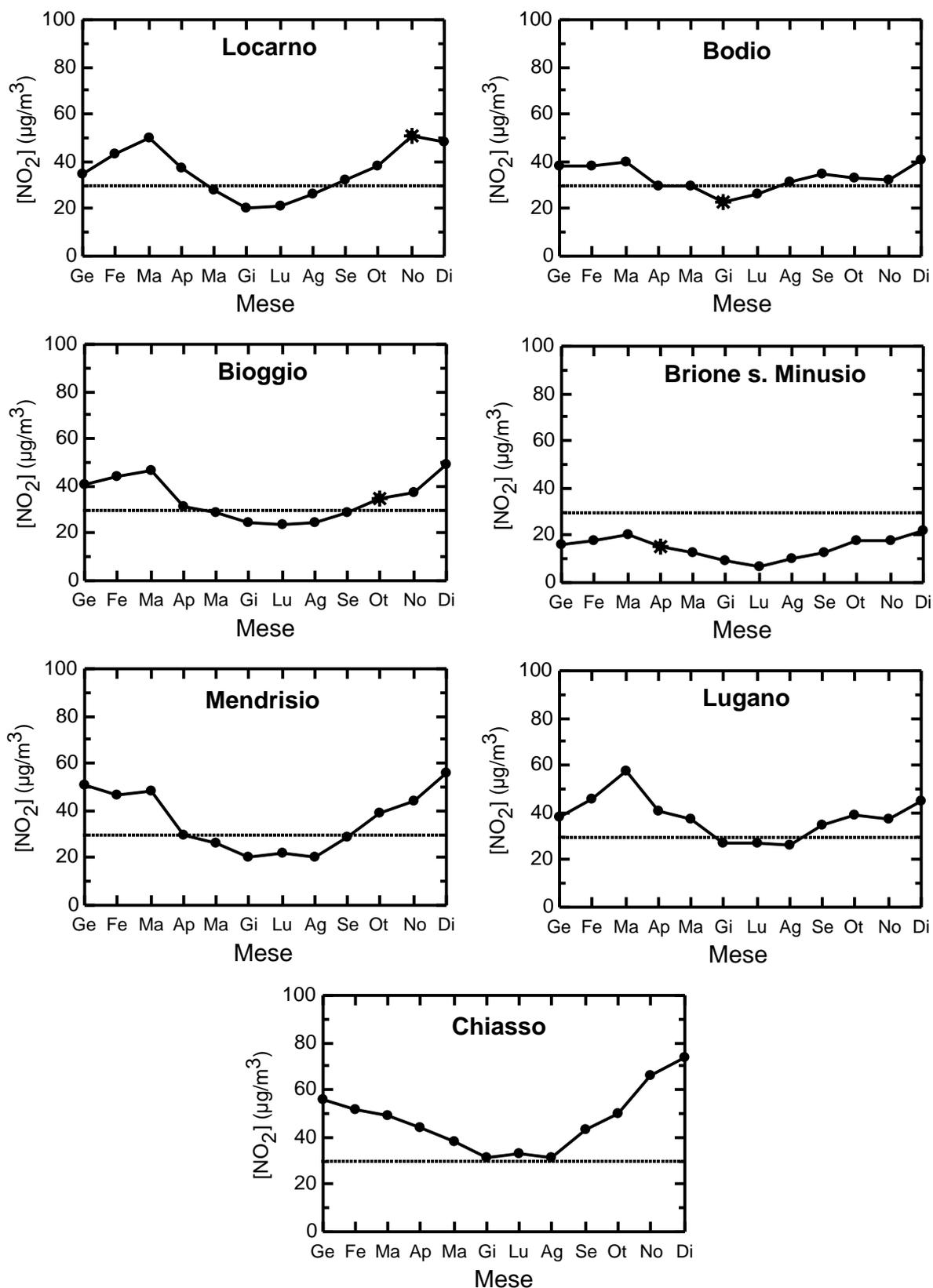


Figura A2.2: Diossido d'azoto (NO_2); medie mensili (1999)

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

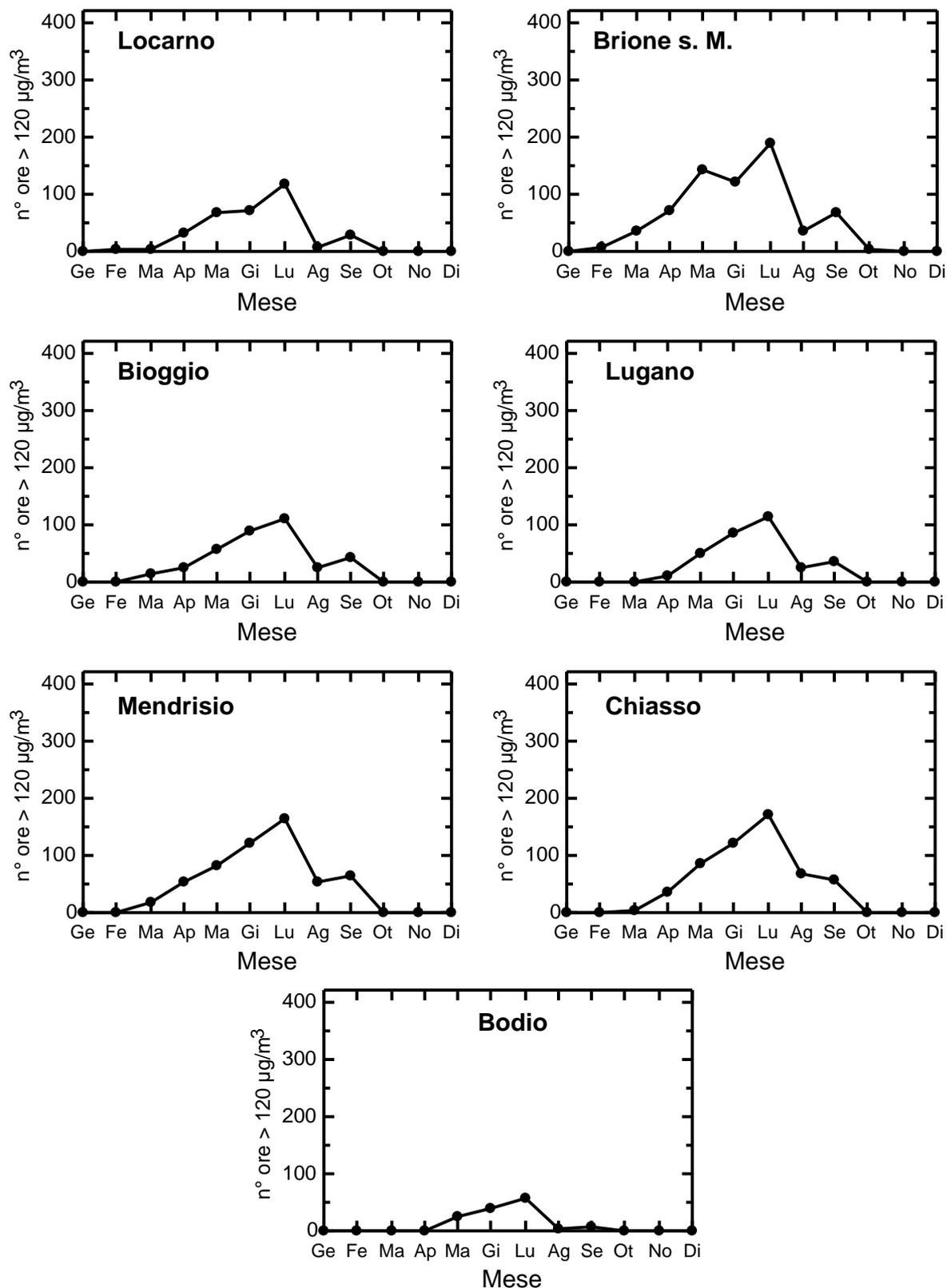


Figura A2.3: Ozono (O_3); n° di superamenti mensili del limite OIAt (1999)

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

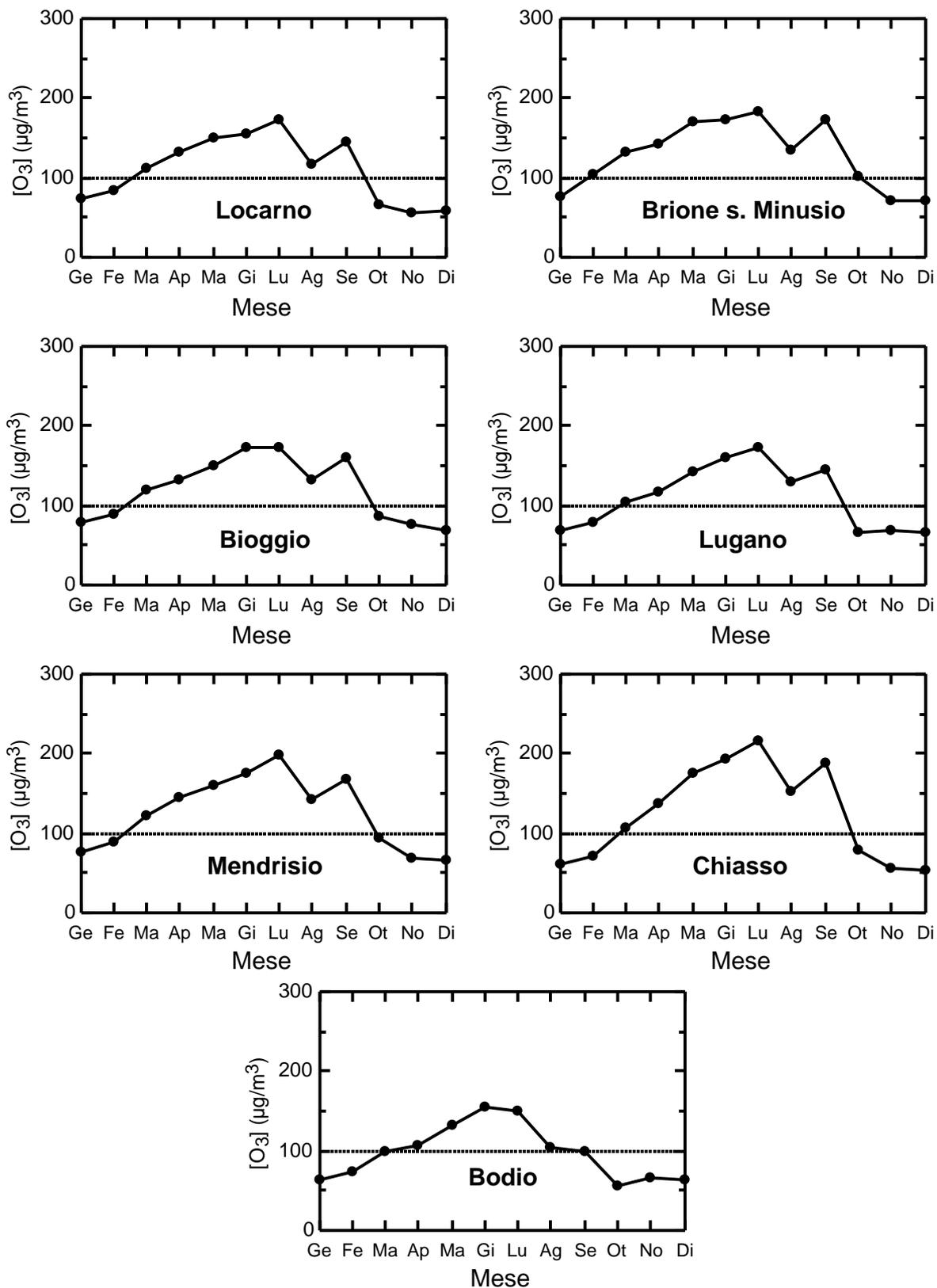


Figura A2.4: Ozono (O_3); 98° percentile mensili (1999)

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

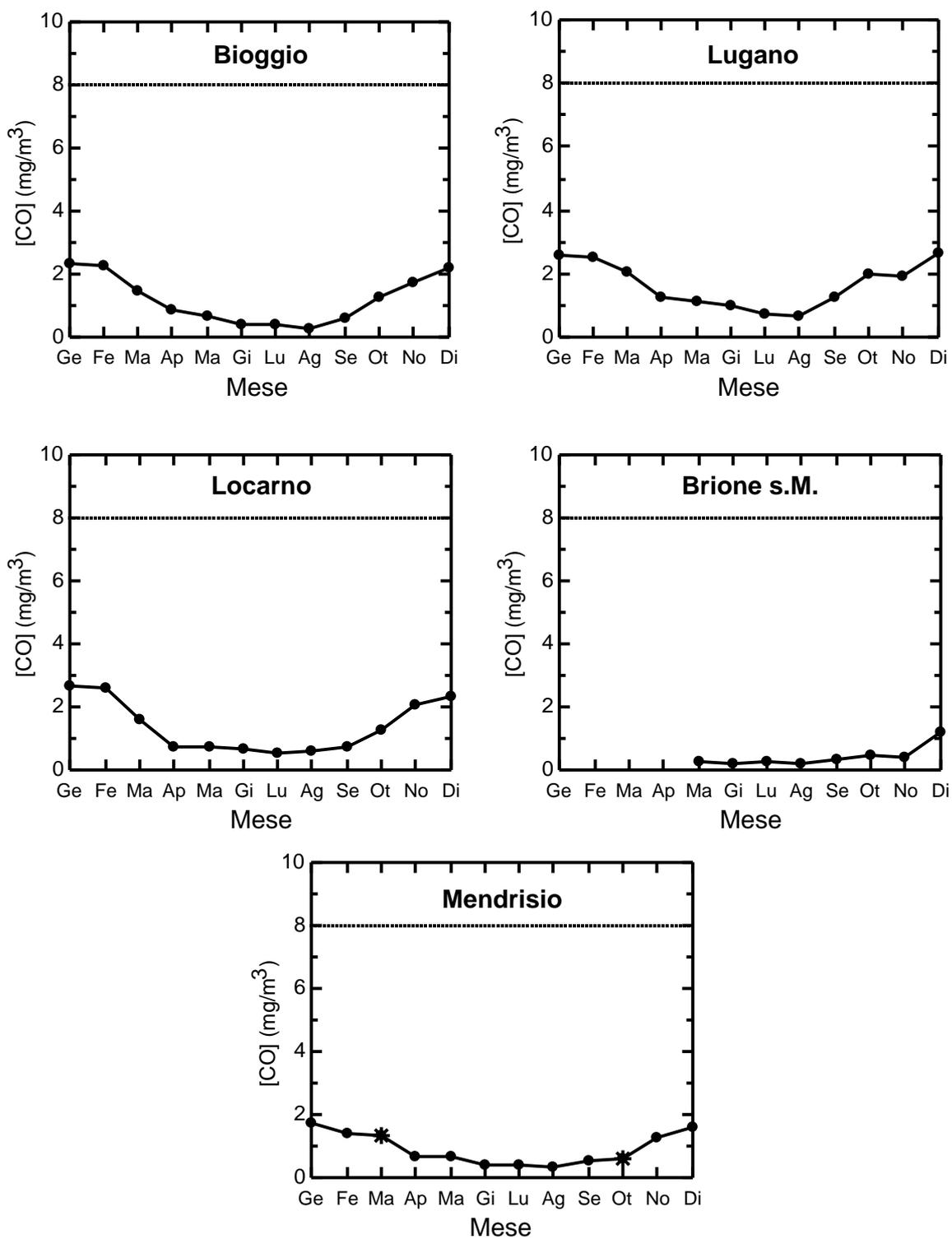


Figura A2.5: Monossido di carbonio (CO); medie giornaliere massime (1999)

Risultati delle analisi con metodi passivi

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 A3.1-A3.4, raggruppate per distretto e comune.

La tabella A3.5 riporta i punti di misura della campagna del **Pian Scairolo**, campagna che è attiva dal 1998.

Nella tabella A3.6 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.
- **Moderazione traffico:** è una campagna costituita da 4 punti di misura a Gordola, 1 a Balerna e 1 a Coldrerio, che ha lo scopo di valutare gli interventi di moderazione del traffico.
- **Ripari fonici:** è una campagna costituita da tre punti di misura a Bissone, per valutare il cambiamento a livello di immissioni con la futura costruzione dei ripari fonici. Pur avendo lo scopo di bloccare il rumore tali ripari costituiranno una barriera fisica per la dispersione degli inquinanti emessi dal traffico.
- **Lugano FFS:** questa campagna è costituita da tre 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
Bellinzonese												
Bellinzona												
Al Portone	721.9/117.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59	55
cast. Montebello	722.8/116.8	28	29	26	30	28	27	23	23	22	21	21
Via Vallone	722.7/118.3	44	47	45	48	44	43	39	35	36	38	36
Cadenazzo												
stazione FFS	716.2/112.3	59*	65	64	62	56	57	52	44	47	51	48
SFEA	715.4/113.2	28	32	31	32	28	27	25	22	23	23	23
Valle di Blenio												
Olivone												
Olivone paese	715.1/154.3	13*	13	14	13	13	13	12	10	11	11	11
Olivone monti	714.0/154.2	5*	5	6	5	5	6	5	6	4	4	5
Valle Leventina												
Airolo												
Airolo paese	690.1/153.7	35*	38	36	36	34	33	35	31	31	30	33
Airolo monti	689.5/153.9	17	18	18	17	16	16	16	16	14	15	14
Airolo FFS	689.4/153.6	33	36	34	33	32	35	32	27	29	33	31
Bodio												
casa comunale	713.4/137.3	41	46	42	44	41	42	37	33	33	34	32
parco	713.1/137.7	34	36	33	34	33	33	32	26	27	29	27
Locarnese												
Ascona												
via Locarno	703.1/113.4	34	33	32	32	30	30	27	26	25	25	25
Brissago												
via Leoncavallo	698.4/108.5	24*	26	26	27	22	19	22	20	19	22	18
Caviano												
casa comunale	702.7/107.1	15*	16	16	17	14	15	13	11	11	11	10
Dirinella	701.9/106.8	29*	30	29	26	21	22	20	17	16	17	15
Gerra V.												
Via Agarone	713.3/115.3	-	-	20	24	19	19	17	16	14	16	14
Gordola												
scuola media	710.1/114.5	35	37	36	37	29	32	29	27	27	28	27
Anacquaria	709.2/115.5	-	-	-	-	-	-	31	26	25	26	24
SSIC	710.2/114.2	-	-	-	-	-	-	32	27	34	34	28
Locarno												
casa comunale	704.8/114.1	50	49	47	48	45	45	38	36	36	38	36
san Jorio	703.8/113.5	30*	28	27	26	25	24	22	19	18	20	19
villa India	704.5/114.2	40	38	39	39	42	45	40	33	33	36	33
ISM Monti	704.1/114.4	27	28	28	29	26	28	27	21	20	23	20
Funicolare	705.0/114.3	-	-	-	-	-	-	31	26	26	29	25
Ospedale La Carità	104.4/113.9	-	-	-	-	-	-	36	32	32	35	32
Via Bastoria	703.3/113.8	-	-	-	-	-	-	30	25	26	28	26
Via Franzoni	703.9/113.9	-	-	-	-	-	-	38	36	36	40	37
Via Varenna	703.9/113.7	-	-	-	-	-	-	29	30	29	29	27
Vivaio	703.9/113.1	-	-	-	-	-	-	31	25	24	28	24
Magadino												
Ossigeno	711.5/112.4	-	-	29	45	27	26	23	20	21	22	21

Tabella A3.1: 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
Minusio												
Via S. Gottardo	706.1/114.8	65	65	69	68	63	63	55	50	47	52	47
Polizia	706.2/114.7	-	-	-	-	-	-	37	29	28	30	27
Via R. Simen	706.2/114.6	-	-	-	-	-	-	49	38	34	37	32
Sonogno												
casa comunale	703.6/134.0	7*	8	8	6	6	7	7	7	6	7	8
Tegna												
scuola mat.	700.9/115.9	-	27	27	25	22	22	21	19	18	22	16
Luganese												
Agno												
casa comunale	713.1/95.0	63	70	70	66	61	61	59	50	49	55	49
stazione FLP	713.3/94.9	47	51	49	49	45	45	43	38	40	41	37
Astano												
Astano	706.8/96.7	-	11	12	12	11	11	13	15	13	14	13
Bedigliora												
Bedigliora	708.7/95.5	-	14	16	17	15	16	15	13	13	14	12
Bioggio												
casa comunale	713.8/97.0	-	35	36	37	32	32	31	29	27	29	25
Bosco												
Parco giochi	713.9/98.3	-	24	25	26	23	20	20	20	16	19	16
Canobbio												
stabile PTT	718.2/99.3	32*	35	37	37	34	36	32	28	26	29	28
Carona												
acquedotto	716.1/91.6	20*	22	23	25	20	21	19	18	17	18	15
Croglio												
Madonna del P.	708.2/93.8	30*	39	37	35	31	33	29	25	26	27	24
Lopagno												
Miera casa com	719.0/103.1	16*	19	20	28	17	18	17	16	14	16	14
Lugano												
Aldesago	719.4/96.3	32	32	33	37	29	33	29	26	24	27	25
Brè	720.5/96.5	16	16	18	17	13	15	13	14	12	12	11
lab. cant. igiene	717.8/96.4	47	47	45	48	43	45	42	37	37	39	35
ospedale civico	717.3/97.4	46	45	44	46	41	40	37	33	32	34	30
polizia com.	717.1/95.8	61	62	63	67	60	61	57	51	52	54	48
PTT Besso	716.8/96.0	77	79	80	80	71	73	68	61	61	64	58
stadio	717.9/98.1	44	46	45	46	40	44	39	34	34	40	36
UTC	717.2/95.8	70	72	77	73	66	68	64	56	57	35	57
Manno												
Azienda elettrica	714.9/98.5	53	52	58	52	49	44	38	42	43	45	40
Cairello	714.4/98.3	34	30	37	27	29	27	23	22	24	30	23
Massagno												
chiesa S. Lucia	716.5/96.8	54	55	53	54	49	49	46	39	40	41	38
Muzzano												
Muzzano	715.0/95.1	-	36	37	37	33	34	30	26	27	26	21
Paradiso												
scuole element.	716.85/94.3	-	-	62	60	53	57	52	43	47	47	44

Tabella A3.2: 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
Ponte Tresa												
stazione	710.3/92.0	41	45	44	45	38	38	43	38	40	38	35
dogana	710.1/91.6	57	61	60	61	54	54	52	46	45	45	43
Sorenago												
Sorenago	716.1/95.2	-	51	43	51	40	41	38	35	34	34	32
Taverne												
piazza coop		-	-	44	47	43	43	41	35	35	36	34
Vezia												
Afer	715.7/98.1	-	53	50	52	46	46	42	39	39	41	37
Campagnora	715.2/98.2	-	52	51	44	43	44	38	34	36	38	33
San Martino	716.3/97.9	-	32	33	34	29	31	28	-	25	25	22
Mendrisiotto												
Balerna												
casa comunale	721.9/78.6	52*	56	54	55	49	48	47	39	39	38	40
via Franscini	722.1/78.7	38*	42	41	42	37	37	33	33	29	32	30
Capolago												
casa comunale	719.6/84.3	-	72	71	67	61	61	60	51	55	51	51
cimitero	719.4/84.4	-	53	52	54	48	50	47	41	41	43	38
Chiasso												
polizia cant.	723.9/76.9	63	66	67	67	56	57	54	48	49	49	52
S. Stefano	721.6/76.6	40*	32	30	36	30	30	27	24	23	25	23
stadio	722.5/77.0	40	42	42	43	37	39	35	37	30	30	28
viale Galli	723.4/77.6	89	94	98	89	83	87	80	72	70	68	69
Coldrerio												
Coldrerio	720.3/79.5	-	67	69	66	58	58	55	47	50	48	48
Ligornetto												
Ligornetto	718.4/80.6	-	41	42	43	36	33	34	32	29	34	35
Mendrisio												
Brech	719.6/81.4	51*	55	55	56	49	46	49	41	42	43	41
stazione FFS	719.7/80.9	64	68	65	66	57	58	48	46	49	48	47
scuole	720.0/80.5	39*	42	39	45	41	39	38	32	31	30	32
Morbio Inf.												
Morbio Inf.	722.7/79.2	40*	36	38	41	35	34	32	28	30	28	27
Novazzano												
casa comunale	719.9/77.9	38*	46	44	47	41	41	39	33	33	35	32
Pobia	720.9/78	-	34	41	42	36	35	33	32	29	32	27
Riva S. Vitale												
scuole	719.0/84.6	-	43	46	44	40	39	36	31	31	29	29
Sagno												
Zona Villette	724.6/79.5	19	19	21	21	17	17	17	15	13	15	14

Tabella A3.3: 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
Stabio												
via Monticello	716.1/79.3	35	33	34	34	34	25*	26	23	25	25	23
PTT	716.4/78.8	42	41	43	41	38	35*	37	32	32	35	29
via Falcette	716.9/78.9	40*	44	44	45	43	36*	30*	31	33	33	34
Riviera												
Biasca												
asilo	717.5/136.1	25*	26	26	27	25	25	23	20	20	20	18
casa comunale	717.9/135.5	44*	48	49	47	43	42	37	35	36	34	30
industrie	717.8/134.3	43*	49	47	47	40	44	41	36	37	38	35
Valle Maggia												
Cevio												
ospedale	689.8/131.3	8	9	9	9	9	9	7	9	6	7	6

Tabella A3.4: 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	99
Pian Scairolo														
Montagnola														
Ronchirolo	715.1/92.4	38	29	33	25	18	17	19	15	21	31	29	40	26
IKEA	715.2/92.4	44	31	36	28	25	18	16	18	12	30	33	43	28
Grancia														
Garage Peugeot	715.4/92.6	50	41	51	49	43	35	31	37	34	41	41	48	42
Mag. Garzoni	715.5/92.4	56	59	67	77	69	68	70	63	63	57	52	53	63
Via Cantonale	715.3/91.5	52	53	56	58	52	55	51	49	47	44	48	55	52
Chiesa	715.4/91.8	42	38	33	34	27	20	-	16	21	30	33	43	31
Barbengo														
Via Pian Scairolo	715.0/91.4	44	41	40	34	26	22	19	23	28	36	34	44	33
Pambio-Noranco														
Strada Vedriséll	715.6/93.8	49	38	48	43	37	33	34	32	36	39	41	49	40
Via Pian Scairolo	715.5/93.2	47	45	48	43	34	26	27	27	34	38	39	45	38
Pazzallo														
Via alla Campagna	715.7/93.2	55	41	53	56	52	52	52	49	50	47	43	55	50
Via Pian Scairolo	715.5/93.2	53	45	59	53	58	48	-	41	54	53	47	53	51

Tabella A3.5: 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	99
Campagne speciali														
Profili autostada A2														
Moleno A (150 m)	720.7/125.6	40	27	36	25	18	19	19	19	19	22	21	37	25
Moleno B (100 m)	720.6/125.6	40	32	36	29	23	22	27	23	24	26	27	38	29
Moleno C (50 m)	720.6/125.5	41	29	37	30	26	24	28	25	27	26	25	38	30
Moleno D (0 m)	720.5/125.5	54	42	53	48	44	41	45	40	40	38	38	44	44
Moleno E (0 m)	720.5/125.5	43	35	38	-	28	26	34	28	28	30	31	42	33
Moleno F (50 m)	720.5/125.5	44	29	36	31	24	25	31	22	23	-	31	38	30
Moleno G (100 m)	720.4/125.4	43	29	35	28	19	23	26	21	23	29	27	39	29
Moleno H (150 m)	720.4/125.4	42	27	35	27	22	18	18	19	21	26	32	37	27
Moderazione traffico														
Gordola														
Casa C.	709.7/115.4	47	44	42	39	32	29	32	28	34	39	37	45	37
Burio	709.7/115.5	39	31	29	24	-	16	21	18	20	30	26	36	26
Oratorio	710.1/115.4	52	53	27	57	50	47	53	43	48	44	-	50	50
Terriciele	711.1/115.0	43	-	48	43	41	34	37	34	33	40	34	44	39
Balerna														
Balerna	721.5/79.0	-	59	59	61	61	49	22	48	51	54	49	63	52
Coldrerio														
Coldrerio	720.8/79.3	-	49	49	41	37	29	31	28	33	46	41	57	40
Ripari fonici														
Bissone														
Via Collina	718.5/89.9	30	39	42	35	33	28	20	23	24	35	25	49	32
Via Arogno 2	718.5/90.1	38	35	35	30	26	15	15	18	18	40	27	45	28
Via Arogno 6	718.1/90.2	36	35	31	23	15	14	10	10	14	31	27	44	24
Lugano FFS														
Loreto	716.7/95.4	-	54	50	37	38	32	28	29	33	39	38	46	39
Lugano FFS	716.8/96.3	-	64	59	49	41	34	37	37	40	52	46	53	47
Lugano FFS	716.8/95.8	-	-	46	40	35	27	27	27	32	41	41	50	37

Tabella A3.6 : 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 del punto di misura.

ALLEGATO IV

Limiti d'immissione (Allegato 7 dell'OIAAt)

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 di 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 (PM ₁₀)	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 × d	Valore annuo medio (media aritmetica)
Piombo (Pb) nella ricaduta di polvere	100 µg/m ² × d	Valore annuo medio (media aritmetica)
Cadmio (Cd) nella ricaduta di polvere	2 µg/m ² × d	Valore annuo medio (media aritmetica)
Zinco (Zn) nella ricaduta di polvere	100 µg/m ² × d	Valore annuo medio (media aritmetica)
Talio (Tl) nella ricaduta di polvere	2 µg/m ² × 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”

ALLEGATO V

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 1° febbraio 1992)
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 inferiore a 10 µm (0.01 mm)
Pb	Piombo
Cd	Cadmio
Zn	Zinco

ALLEGATO VI

Unità di misura e concetti usati per descrivere l'inquinamento atmosferico

ng/m³ = nanogrammo/metrocubo

µg/m³ = microgrammo/metrocubo

mg/m³ = milligrammo/metrocubo

(1 µg/m³ = 1000 ng/m³)

(1 mg/m³ = 1000 µg/m³)

valore o media semioraria:

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

media sulle 24 ore o media giornaliera:

media aritmetica dei valori semiorari di una giornata; nel presente lavoro, se per una giornata sono disponibili meno di 36 valori semiorari, si rinuncia al calcolo del valore medio giornaliero.

media annua:

media aritmetica di tutti i valori semiorari misurati durante l'anno.

95° percentile:
(valido per NO₂ e SO₂)

secondo l'OIAAt il 95 % di tutti i valori semiorari misurati in una località durante 1 anno devono essere inferiori al limite indicato; 5 % dei valori semiorari possono essere superiori al limite. In un anno ci sono 17520 semiore; il 5 % corrisponde a 876 semiore.

98° percentile:
(valido per O₃)

Secondo l'OIAAt il 98 % di tutti i valori semiorari misurati in una località durante 1 mese devono essere inferiori al limite indicato; 2 % dei valori semiorari possono essere superiori al limite. In 1 mese ci sono 1440 semiore; il 2 % corrisponde a 29 semiore.

µg/m² × d = microgrammo/metroquadrato al giorno

mg/m² × d = milligrammo/metroquadrato al giorno (1 mg/m² × d = 1000 µg/m² × d)

Autori e ringraziamenti

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

Angelo Bernasconi
Mario Camani
Caroline Camponovo
Valerio Fumagalli
Azzurra Mussoni
Michele Politta.

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