

SEZIONE PROTEZIONE ARIA E ACQUA

UFFICIO PROTEZIONE DELL'ARIA

**ANALISI DELLA QUALITÀ DELL'ARIA
IN TICINO**

1994

DIVISIONE AMBIENTE

DIPARTIMENTO DEL TERRITORIO

Maggio 1995

INDICE

1. Sommario	3
2. Impostazione delle analisi dell'aria	5
2.1 Descrizione dei posti di misura	5
2.2 Apparecchi di analisi.....	7
2.3 Qualità dei dati	7
2.3.1 Metodica dei controlli.....	7
2.3.2 Errore di misura	8
3. Risultati delle analisi	9
3.1 Valutazioni statistiche dei risultati	10
3.2 Rappresentazioni grafiche.....	28
3.3 Misure con i campionatori di diossido d'azoto.....	37
4. Commento dei risultati	40
4.1 Anidride solforosa	40
4.2 Diossido d'azoto	43
4.3 Ozono	46
4.4 Monossido di carbonio.....	49
4.5 Polveri in sospensione.....	49
4.6 Composti organici volatili.....	54

ALLEGATI

I Smog estivo	57
II Recupero dei vapori di benzina.....	69
III Decreto sugli orari di apertura dei distributori: effetti sulle immissioni	71
IV Valori limite d'immissione	77
V Abbreviazioni.....	78
VI Unità di misura	79

1. Sommario

Lo studio SAPALDIA (Swiss Study on Air Pollution and Lung Diseases in Adults) condotto in Svizzera a livello nazionale su più di 2500 persone, ha fornito nuovi dati significativi sugli effetti dell'inquinamento atmosferico sulla salute. In particolare lo studio ha evidenziato come un inquinamento anche di poco superiore ai limiti fissati dalla legislazione svizzera comporta una frequenza più elevata di malattie e disturbi respiratori (riduzione della capacità polmonare) e di allergie. Questi influssi negativi sulla salute sono stati riscontrati per diverse sostanze inquinanti (ozono, diossido d'azoto e polveri). Nelle zone maggiormente esposte all'inquinamento atmosferico questi effetti negativi sono stati osservati anche tra gli individui adulti sani.

La raccolta sistematica dei dati concernenti l'inquinamento atmosferico in Ticino avviene da sette anni. Essa permette di determinare la situazione dell'inquinamento e, soprattutto, di riconoscerne le tendenze. In particolare si osserva che le immissioni di **anidride solforosa** e di **monossido di carbonio** sono da alcuni anni conformi con le norme di qualità dell'aria fissate dall'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIA). È stato possibile raggiungere questo risultato tramite provvedimenti di natura tecnica: la riduzione del tenore di zolfo nell'olio combustibile e la diffusione del gas naturale (per il Sottoceneri) per l'anidride solforosa e provvedimenti tecnici sui motori dei veicoli per il monossido di carbonio. Di seguito sono descritte, in sintesi, la situazione e l'evoluzione delle immissioni degli inquinanti che destano ancora preoccupazioni.

- In tutti i centri del Cantone e lungo gli assi stradali con forte traffico le immissioni di **diossido d'azoto** superano i limiti fissati dall'OIA. Tuttavia durante gli ultimi due anni le immissioni di questo gas sono state inferiori a quelle degli anni precedenti. L'evoluzione positiva è da ricondurre principalmente alla diffusione del catalizzatore, rispettivamente alle favorevoli condizioni meteorologiche.
- Durante i periodi estivi concentrazioni elevate di **ozono** si osservano pressoché regolarmente. Esse risultano tuttavia modulate dalle condizioni meteorologiche. Così, se durante le estati 1992 e 1993 a causa delle sfavorevoli condizioni meteorologiche le immissioni di ozono sono risultate più contenute rispetto agli anni precedenti, durante la recente estate (1994) il bel tempo ha riproposto il problema dell'ozono in tutta la sua gravità. È tuttavia importante rilevare che nonostante la recente estate sia stata la più calda del secolo con livelli di soleggiamento paragonabili a quelli del 1991, le immissioni di ozono sono state leggermente più contenute rispetto a quelle registrate nell'estate del 1991. In sostanza si può ritenere, che la riduzione delle emissioni dei precursori dell'ozono con i provvedimenti in atto, ha permesso perlomeno di stabilizzare le immissioni di ozono. Nonostante questo risultato, incoraggiante, la situazione rimane ancora lontana dagli obiettivi fissati dall'OIA.

- Le **polveri totali in sospensione** sono in costante diminuzione e i limiti previsti dall'OIAAt sono da alcuni anni rispettati. Quest'evoluzione positiva è riportabile ai provvedimenti tecnici adottati da diversi anni per gli impianti e i veicoli che hanno permesso di eliminare progressivamente le polveri "grosse". Sono comunque rimaste le polveri più fini le cui emissioni aumentano tendenzialmente con l'aumento del consumo di combustibili e carburanti. Quest'ultime, che passano facilmente attraverso le vie respiratorie superiori, preoccupano perché sono all'origine di disturbi alla salute e malattie, come messo in evidenza dallo studio SAPALDIA. Dalle analisi effettuate a Chiasso risultano delle concentrazioni di polveri fini simili a quelle registrate in altre località della Svizzera con elevato traffico.
- Nonostante l'OIAAt 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 benzene, sono intrinsecamente pericolosi per la salute umana. Dall'altro diversi componenti di questa classe di sostanze sono, insieme agli ossidi d'azoto, i precursori dell'ozono. Prime analisi delle concentrazioni di alcuni composti organici, tra i quali il benzene, sono state effettuate nel 1994. Dai risultati si stima in prossimità di importanti assi di traffico una media annua di benzene pari a $5.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A titolo informativo va menzionato che in Germania viene proposto come valore limite per le immissioni di benzene una concentrazione media annua pari $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il rapporto è strutturato in tre parti principali. Nel capitolo II l'impostazione delle analisi dell'aria è brevemente discussa facendo riferimento alle caratteristiche dei posti di misura e alla delle diversi stazioni d'analisi. Il terzo capitolo è essenzialmente una "fotografia" dell'inquinamento atmosferico del 1994. I dati sono rappresentati tramite tabelle e grafici, nei quali vengono direttamente confrontati con i limiti d'immissione previsti dall'OIAAt. Tali limiti sono stati fissati dal Consiglio Federale tenendo conto anche degli effetti dell'inquinamento su categorie di persone particolarmente sensibili. Nel capitolo III le immissioni ottenute durante il 1994 sono paragonati a quelli degli anni precedenti, in modo da poterne evidenziare le tendenze evolutive.

Nell'allegato I sono trattati alcuni aspetti particolari relativi allo smog estivo. Più precisamente sono riassunti i risultati degli studi più recenti concernenti gli effetti dell'inquinamento da ozono sulla salute e sulla vegetazione. Nello stesso allegato sono discusse inoltre le immissioni di ozono e diossido d'azoto sulla base delle loro evoluzioni giornaliere.

L'allegato II è dedicato alle emissioni di composti organici volatili che si verificano presso i grandi depositi di benzina e durante le operazioni di travaso del carburante. In particolare è descritto lo stato dei lavori di risanamento.

Gli effetti sulla qualità dell'aria del decreto sugli orari di apertura dei distributori sono infine il tema dell'allegato III.

2. Impostazione delle analisi dell'aria

La rete di rilevamento comprende sette stazioni ubicate a Chiasso, Mendrisio, Bioggio, Lugano, Locarno, Brione s. Minusio e Bodio. Una piccola stazione a Cimetta sopra Locarno (1650 m s.l.m.) è stata concepita soprattutto per studiare la stratificazione e i movimenti degli ossidi d'azoto e dell'ozono.

2.1 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 contribuisce anche il traffico motorizzato veicolare dell'autostrada (N2) e degli assi stradali che collegano Lugano a Ponte Tresa. Una quota importante di veicoli è immatricolata all'estero.
- Lugano¹:** Coordinate: 717.80/96.85; quota: 290 m s.l.m.
La stazione di analisi, situata in Via Ciani nel parco della Casa Serena, non è esposta direttamente a emissioni importanti. La zona beneficia delle correnti d'aria che si formano tra la Valcolla e il lago.

¹ Dato che il rumore provocato dalla pompa di uno strumento di misura disturbava gli ospiti di una casa vicina, 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: 713.45/137.30; 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.
- Cimetta: Coordinate: 704.25/117.5; quota: 1650 m s.l.m.
La stazione di Cimetta si trova sulla vetta dell'omonimo monte sopra Locarno. Questa stazione, con le stazioni di Locarno e di Brione s. Minusio, permette di studiare l'effetto delle brezze termiche (lungo il pendio) sulla qualità dell'aria.

Per ottenere ulteriori informazioni circa le concentrazioni di ozono in quota, dal giugno all'agosto 1994 sono state effettuate delle misure anche a Bidesco 560m sopra Bodio.

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.

2.2 Apparecchi di analisi

Le analisi della qualità dell'aria avvengono conformemente alle direttive federali pubblicate nel quaderno: "Raccomandazioni sulle misure degli inquinanti atmosferici" (UFAFP 990).

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 1.

	Chiasso	Mendrisio	Bioggio	Lugano	Locarno	Brione s. M.	Bodio	Cimetta
Anidride solforosa	•	•	•	•	•	•	•	
Ossidi d'azoto	•	•	•	•	•	•	•	•
Ozono	•	•	•	•	•	•	•	•
Monossido di carbonio	•	•	•	•	•	•		
Polveri in sospensione	•				•		•	
Composti organici volatili		•			•			
Temperatura	•	•	•	•	•	•		
Umidità	•	•	•	•	•	•		
Irraggiamento solare	•	•	•	•	•	•		
Vento (velocità e direzione)	•	•	•	•	•	•		
Pressione					•			

Tabella 1: Parametri analizzati. La presenza di un pallino in una casella indica che tale misura è effettuata nella località corrispondente.

I campionatori passivi di diossido di azoto sono forniti e successivamente analizzati da un laboratorio incaricato dalla Scuola Politecnica federale di Zurigo. Di regola in ogni punto di misura sono esposti due campionatori, che vengono sostituiti periodicamente. Per le polveri in sospensione a Bodio sono stati utilizzati due campionatori speciali (Digitel), che permettono di eseguire anche un'analisi del contenuto di metalli pesanti.

2.3 Qualità dei dati

2.3.1 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 “calibrazioni ad anello”.

Anche nel corso del 1994 il sistema di calibrazione è stato verificato mediante esperimenti di questo tipo:

- **22.3.94** : Confronto ad anello per lo standard di calibrazione dell'ozono organizzato dal Cercl'Air in collaborazione con l'EMPA. La prova si è svolta presso l'Ufficio federale di metrologia.
- **16-19.5.94** : Confronto ad anello con gli strumenti di misura dell'ozono nell'ambito del progetto “Ozone and Photo-Oxidants in the Alpine Regions”. La prova si è svolta presso il “Joint Research Centre” di Ispra.
- **4.5.94** : La ditta Ökoscience è stata incaricata di eseguire una calibrazione ad anello presso le stazioni di Chiasso e Mendrisio.
- **26.5.94** : La ditta Ökoscience è stata incaricata di eseguire una calibrazione ad anello presso le stazioni di Lugano e Bioggio.
- **25.10.94** : La ditta Ökoscience è stata incaricata di eseguire una calibrazione ad anello presso le stazioni di Locarno, Brione s. Minusio e Bodio.

2.3.2 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% e per i valori istantanei (medie orarie e semiorarie) inferiore a 10%.

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 µg/m³ le differenze tra i dati ottenuti con i due metodi sono inferiori al 8% (v. rapporto “Analisi della qualità dell'aria in Ticino, 1993”).

3. Risultati delle analisi

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

3.1 Valutazioni statistiche dei risultati

In ognuna delle seguenti tabelle (2 fino 36) 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 ore) 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 ore) 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 di 120 µg/m³. 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 misurati.

Per le polveri in sospensione la terza colonna indica *il valore medio* della concentrazione di polveri durante il periodo di misura; la quarta colonna *il valore giornaliero massimo* (media su 24 ore) registrato durante il mese corrispondente. La quinta colonna indica quante volte (cioè durante quante giornate) *la concentrazione media giornaliera* (media su 24 ore) ha superato il limite fissato dall'OIAAt. Nella sesta colonna per i singoli mesi sono riportati i *95° Percentili* dei rispettivi valori semiorari, mentre il *95° Percentile annuo* è calcolato su tutti i valori medi giornalieri misurati.

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 ² :	almeno	13140	semiore, inoltre nessuna interruzione > 20 giorni

Nelle tabelle seguenti (2 fino 36) i mesi non completi sono evidenziati con un asterisco (*).

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

Anidride solforosa

Limiti di legge per le immissioni d'anidride solforosa (SO₂):

30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per la media annua delle misure
100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per il 95° percentile dei valori semiorari di un anno
100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per la media su 24 ore per 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 > 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	22	25	122	54	0	57
Febbraio*	6	32	88	47	0	60
Marzo	31	22	91	40	0	49
Aprile	30	11	62	17	0	26
Maggio	29	6	23	9	0	10
Giugno	30	6	26	11	0	10
Luglio	25	3	13	12	0	8
Agosto	26	5	49	9	0	10
Settembre	30	6	26	13	0	13
Ottobre	31	14	62	25	0	31
Novembre	30	24	96	44	0	55
Dicembre	31	34	127	51	0	70
Totale	321	16	127	54	0	44
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella 2: Chiasso, Scuole elementari e medie

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	25	104	49	0	52
Febbraio	26	23	73	40	0	49
Marzo	31	16	65	31	0	34
Aprile	30	8	42	14	0	18
Maggio*	11	5	31	10	0	13
Giugno	30	4	31	10	0	10
Luglio	30	3	36	6	0	8
Agosto	31	5	23	9	0	10
Settembre	30	4	21	9	0	10
Ottobre	31	10	39	16	0	18
Novembre	30	14	70	30	0	31
Dicembre	31	20	205	42	0	42
Totale	342	11	205	49	0	23
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella 3: Mendrisio, Liceo cantonale

Anidride solforosa

Limiti di legge per le immissioni d'anidride solforosa (SO₂):

30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per la media annua delle misure
100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per il 95° percentile dei valori semiorari di un anno
100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per la media su 24 ore per 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 > 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	19	85	32	0	47
Febbraio	28	20	95	33	0	44
Marzo	31	14	65	24	0	32
Aprile	30	9	59	14	0	25
Maggio	31	6	29	12	0	13
Giugno	30	5	23	10	0	10
Luglio	29	3	18	7	0	8
Agosto	29	4	21	9	0	9
Settembre	30	6	40	15	0	12
Ottobre	31	12	42	17	0	22
Novembre	30	16	81	29	0	39
Dicembre	29	28	120	42	0	55
Totale	359	12	120	42	0	34
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella 4: Lugano, Casa Serena

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 > 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	36	146	60	0	70
Febbraio	28	32	101	46	0	60
Marzo	31	24	127	41	0	47
Aprile	30	12	62	20	0	26
Maggio	31	6	31	12	0	13
Giugno	30	5	16	8	0	8
Luglio	31	4	16	7	0	8
Agosto	31	4	13	6	0	8
Settembre	30	6	34	10	0	13
Ottobre	31	14	68	20	0	31
Novembre	29	22	169	45	0	52
Dicembre	29	23	135	60	0	55
Totale	362	16	169	60	0	47
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella 5: Locarno, Piazza Castello

Anidride solforosa

Limiti di legge per le immissioni d'anidride solforosa (SO₂):

30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per la media annua delle misure
100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per il 95° percentile dei valori semiorari di un anno
100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per la media su 24 ore per 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 > 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	12	75	23	0	31
Febbraio	28	17	70	30	0	34
Marzo	31	10	34	21	0	23
Aprile	30	7	29	13	0	16
Maggio	31	9	26	15	0	16
Giugno	30	5	18	9	0	10
Luglio	31	11	29	15	0	18
Agosto	30	2	21	13	0	10
Settembre	20	2	26	8	0	8
Ottobre	31	4	31	8	0	13
Novembre	30	8	57	15	0	23
Dicembre	31	15	49	28	0	34
Totale	354	9	75	30	0	23
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella 6: Brione s. Minusio, Via alla Selva

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 > 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	28	159	69	0	73
Febbraio	28	22	148	55	0	47
Marzo	31	20	192	37	0	49
Aprile	30	13	112	35	0	36
Maggio	31	10	101	34	0	26
Giugno	30	12	112	18	0	31
Luglio	31	10	112	21	0	23
Agosto	31	13	200	22	0	34
Settembre	30	9	133	28	0	29
Ottobre	31	14	127	30	0	47
Novembre	30	30	286	92	0	94
Dicembre	31	34	218	86	0	96
Totale	365	18	286	92	0	55
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella 7: Bodio, Municipio

Anidride solforosa

Limiti di legge per le immissioni d'anidride solforosa (SO₂):

30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per la media annua delle misure
100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per il 95° percentile dei valori semiorari di un anno
100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per la media su 24 ore per 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 > 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	12	86	32	0	36
Febbraio	28	18	78	35	0	42
Marzo	24	12	70	23	0	29
Aprile*	8	6	18	9	0	10
Maggio	29	4	16	8	0	8
Giugno*	9	1	10	3	0	3
Luglio	31	1	10	3	0	5
Agosto	29	3	26	7	0	5
Settembre	29	2	23	5	0	5
Ottobre	31	7	21	12	0	16
Novembre	30	11	44	20	0	23
Dicembre	31	16	60	30	0	34
Totale	310	8	86	35	0	26
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella 8: Bioggio, Aeroporto

Diossido d'azoto

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

30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per la media annua delle misure
100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per il 95° percentile dei valori semiorari di un anno
80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per la media su 24 ore per 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 > 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	78	183	111	16	125
Febbraio	25	72	167	100	9	119
Marzo*	11	71	262	111	2	130
Aprile*	9	50	132	68	0	100
Maggio	29	41	125	59	0	76
Giugno	30	40	134	62	0	84
Luglio	25	36	130	50	0	84
Agosto	26	38	136	50	0	84
Settembre	30	38	104	53	0	67
Ottobre	31	46	190	78	0	80
Novembre	30	54	175	121	2	112
Dicembre	31	62	141	80	1	97
Totale	308	52	262	121	30	104
Limite OIAt	-	30	-	80	1	100

Tabella 9: Chiasso, Scuole elementari e medie

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	30	49	128	81	1	92
Febbraio	26	59	200	103	6	113
Marzo	31	57	309	112	4	111
Aprile	26	33	113	53	0	72
Maggio*	4	29	91	55	0	65
Giugno	30	26	114	40	0	56
Luglio	30	26	128	38	0	61
Agosto	31	26	164	44	0	63
Settembre	30	37	124	52	0	72
Ottobre	31	50	218	90	2	98
Novembre	30	55	166	107	3	113
Dicembre	31	52	154	70	0	86
Totale	330	42	309	112	16	90
Limite OIAt	-	30	-	80	1	100

Tabella 10: Mendrisio, Liceo cantonale

Diossido d'azoto

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

30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per la media annua delle misure
100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per il 95° percentile dei valori semiorari di un anno
80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per la media su 24 ore per 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 > 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	58	158	87	1	101
Febbraio	28	66	165	94	10	113
Marzo	29	63	233	100	8	128
Aprile	22	52	141	63	0	94
Maggio	31	39	97	63	0	76
Giugno	30	35	125	54	0	74
Luglio	29	35	121	46	0	74
Agosto	29	35	130	55	0	76
Settembre	30	42	127	58	0	82
Ottobre	31	47	171	69	0	90
Novembre	30	46	159	84	2	94
Dicembre	29	42	100	58	0	68
Totale	349	47	233	100	21	94
Limite OIAt	-	30	-	80	1	100

Tabella 11: Lugano, Casa Serena

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 > 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	50	114	64	0	74
Febbraio	28	61	193	83	1	93
Marzo	31	69	201	100	5	121
Aprile	30	50	125	72	0	86
Maggio	31	47	121	64	0	82
Giugno	30	43	104	58	0	76
Luglio	31	41	114	58	0	71
Agosto	30	43	115	57	0	73
Settembre	20	42	91	53	0	69
Ottobre*	7	45	95	58	0	69
Novembre	29	51	143	81	2	91
Dicembre	29	51	106	64	0	73
Totale	327	49	201	100	8	86
Limite OIAt	-	30	-	80	1	100

Tabella 12: Locarno, Piazza Castello

Diossido d'azoto

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

30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per la media annua delle misure
100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per il 95° percentile dei valori semiorari di un anno
80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per la media su 24 ore per 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 > 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	21	74	53	0	56
Febbraio	28	28	89	51	0	56
Marzo	31	21	94	45	0	54
Aprile	30	11	49	21	0	29
Maggio	31	12	56	24	0	31
Giugno	30	10	56	20	0	25
Luglio	31	10	40	15	0	27
Agosto	30	8	38	11	0	20
Settembre	30	10	45	18	0	25
Ottobre	31	14	58	23	0	27
Novembre	30	23	89	54	0	60
Dicembre	31	21	67	40	0	45
Totale	364	16	94	54	0	45
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella 13: Brione s. Minusio, Via alla Selva

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 > 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	43	95	54	0	67
Febbraio	28	51	114	78	0	86
Marzo	31	47	119	82	1	87
Aprile	30	31	93	48	0	65
Maggio	31	37	104	54	0	65
Giugno	30	33	107	55	0	62
Luglio	31	38	119	60	0	76
Agosto	31	41	125	66	0	74
Settembre	30	34	84	53	0	60
Ottobre	31	38	92	46	0	62
Novembre	30	41	129	82	1	78
Dicembre	31	31	80	46	0	54
Totale	365	39	129	82	2	72
Limite OIAt	-	30	-	80	1	100

Tabella 14: Bodio, Municipio

Diossido d'azoto

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

30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per la media annua delle misure
100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per il 95° percentile dei valori semiorari di un anno
80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per la media su 24 ore per 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 > 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	25	3	22	6	0	7
Febbraio	28	9	65	29	0	24
Marzo	23	7	35	17	0	17
Aprile*	14	5	22	9	0	11
Maggio	25	5	21	14	0	13
Giugno*	8	4	20	12	0	15
Luglio	26	5	17	11	0	11
Agosto	29	5	15	12	0	9
Settembre	25	3	28	8	0	7
Ottobre	31	5	45	17	0	21
Novembre	30	1	32	8	0	6
Dicembre	31	4	60	22	0	21
Totale	295	5	65	29	0	15
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella 15: Cimetta

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 > 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	40	97	69	0	74
Febbraio	28	49	130	76	0	86
Marzo	31	46	147	69	0	93
Aprile	30	31	119	58	0	69
Maggio	29	27	127	52	0	63
Giugno*	9	25	95	40	0	61
Luglio	31	32	143	53	0	84
Agosto	29	33	119	54	0	84
Settembre	29	32	104	55	0	67
Ottobre	31	36	127	50	0	67
Novembre	30	44	130	68	0	84
Dicembre	31	42	123	54	0	65
Totale	339	36	147	76	0	78
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella 16: 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 1 ora per 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*	0	-	-	-	-	-
Febbraio*	0	-	-	-	-	-
Marzo*	0	-	-	-	-	-
Aprile*	9	53	185	75	34	170
Maggio	29	45	184	90	47	152
Giugno	30	72	348	124	133	232
Luglio	25	88	284	139	180	234
Agosto	26	73	280	120	138	211
Settembre	30	28	192	64	24	138
Ottobre	31	13	168	34	8	99
Novembre	29	2	32	12	0	20
Dicembre	20	1	44	5	0	12
Totale	229	42	348	139	564	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella 17: Chiasso, Scuole elementari e medie

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° ore > 120 µg/m ³	98° percentile (µg/m ³)
Gennaio	31	12	78	44	0	64
Febbraio	26	15	106	46	0	66
Marzo	31	43	162	76	27	135
Aprile	30	54	177	87	32	148
Maggio*	11	72	169	91	34	140
Giugno	30	88	267	156	167	248
Luglio	30	117	304	159	303	252
Agosto	31	89	280	148	190	211
Settembre	30	39	186	74	27	137
Ottobre	31	21	171	51	13	117
Novembre	30	5	56	35	0	47
Dicembre	31	2	51	9	0	27
Totale	342	46	304	159	793	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella 18: 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 1 ora per 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	9	71	38	0	59
Febbraio	28	11	61	32	0	53
Marzo	31	31	117	66	0	88
Aprile	30	43	154	74	15	121
Maggio	31	45	167	89	25	129
Giugno	30	72	284	129	95	183
Luglio	29	98	250	138	221	205
Agosto	29	74	213	137	94	177
Settembre	30	29	135	66	5	109
Ottobre	31	15	102	44	0	68
Novembre	30	5	54	29	0	45
Dicembre	29	4	56	28	0	39
Totale	359	36	284	138	455	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella 19: 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	31	6	63	32	0	49
Febbraio	28	11	76	27	0	51
Marzo	31	29	129	63	2	96
Aprile	30	45	154	93	18	129
Maggio	31	43	161	99	25	131
Giugno	30	77	225	115	116	191
Luglio	31	93	208	129	209	191
Agosto	31	64	216	112	89	170
Settembre	30	27	135	59	6	109
Ottobre	31	15	112	29	0	68
Novembre	29	5	42	15	0	25
Dicembre	29	2	30	10	0	20
Totale	362	35	225	129	465	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella 20: 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 1 ora per 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	34	79	62	0	66
Febbraio	28	38	106	66	0	80
Marzo	31	74	167	96	40	133
Aprile	30	77	185	131	35	156
Maggio	31	66	187	116	76	151
Giugno	30	105	265	158	228	223
Luglio	31	119	248	162	328	215
Agosto	30	96	242	155	191	196
Settembre	30	54	188	106	36	143
Ottobre	31	45	158	83	12	117
Novembre	30	25	74	55	0	62
Dicembre	31	22	70	46	0	60
Totale	364	63	265	162	946	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella 21: 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	9	62	34	0	57
Febbraio	28	11	61	46	0	53
Marzo	31	26	89	52	0	78
Aprile	30	46	147	80	9	99
Maggio*	16	44	158	70	7	119
Giugno	30	53	219	83	41	144
Luglio	31	57	196	108	92	166
Agosto	31	33	195	71	15	121
Settembre	30	14	101	47	0	70
Ottobre	31	5	53	29	0	43
Novembre	30	5	59	40	0	47
Dicembre	31	5	54	33	0	41
Totale	350	26	219	108	164	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella 22: 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 1 ora per 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	25	65	97	74	0	78
Febbraio	28	74	114	102	0	105
Marzo	23	97	168	132	81	146
Aprile*	14	89	117	102	0	111
Maggio	25	103	185	132	91	152
Giugno*	8	115	231	175	62	213
Luglio	25	141	271	192	410	230
Agosto	29	123	241	177	351	199
Settembre	25	88	191	141	53	152
Ottobre	31	74	120	96	0	111
Novembre	30	68	91	77	0	80
Dicembre	31	61	78	74	0	76
Totale	294	92	271	192	1048	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella 23: Cimetta

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	9	82	42	0	61
Febbraio	28	14	78	42	0	68
Marzo	31	36	157	69	10	117
Aprile	30	47	172	71	26	138
Maggio	29	44	186	80	29	137
Giugno*	9	71	242	107	32	197
Luglio	31	90	283	132	251	215
Agosto	29	69	230	112	137	189
Settembre	29	27	164	54	12	113
Ottobre	31	18	150	37	6	103
Novembre	30	6	60	23	0	43
Dicembre	31	4	55	28	0	47
Totale	339	36	283	132	503	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella 24: 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 per 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	1837	8136	3212	0
Febbraio	28	1691	5876	2902	0
Marzo	31	1337	5198	2457	0
Aprile	30	1002	3277	1683	0
Maggio	29	887	2260	1125	0
Giugno	30	824	1808	1106	0
Luglio	25	684	1921	914	0
Agosto	26	614	1695	728	0
Settembre	30	954	4068	1553	0
Ottobre	31	1548	4633	2354	0
Novembre	30	2543	8249	4097	0
Dicembre	31	2610	10283	4344	0
Totale	352	1378	10283	4344	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella 25: Chiasso, Scuole elementari e medie

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gennaio	31	1130	4746	2251	0
Febbraio	26	1132	4294	2798	0
Marzo	31	859	3729	1488	0
Aprile	30	552	2712	971	0
Maggio*	11	460	1356	622	0
Giugno	30	463	1921	625	0
Luglio	30	444	1469	567	0
Agosto	31	390	1582	555	0
Settembre	30	522	2373	813	0
Ottobre	31	818	2712	1143	0
Novembre	30	1405	4972	3039	0
Dicembre	31	1527	4972	2318	0
Totale	342	809	4972	3039	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella 26: Mendrisio, Liceo cantonale

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 per 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	2501	12204	3828	0
Febbraio	28	2571	9605	3337	0
Marzo	31	2424	8701	3479	0
Aprile	30	1235	6554	2354	0
Maggio	31	828	3390	1397	0
Giugno	30	710	3164	1043	0
Luglio	28	888	2712	2882	0
Agosto	29	721	3390	1279	0
Settembre	30	1155	4633	1748	0
Ottobre	31	1378	4633	1863	0
Novembre	30	2352	11526	4203	0
Dicembre	29	2324	16046	4599	0
Totale	358	1590	16046	4599	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella 27: Lugano, Casa Serena

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	2140	12882	3778	0
Febbraio	28	1565	8362	2389	0
Marzo*	15	1396	10622	2519	0
Aprile	30	896	4294	1281	0
Maggio	31	875	3503	1233	0
Giugno	30	658	2034	815	0
Luglio	31	608	1921	808	0
Agosto	31	670	2486	892	0
Settembre	30	911	3164	1255	0
Ottobre	31	1316	8814	1971	0
Novembre	29	2046	12543	4657	0
Dicembre	29	2303	9153	6597	0
Totale	346	1282	12882	6597	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella 28: Locarno, Piazza Castello

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 per 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*	0				
Febbraio*	7	410	1921	1152	0
Marzo	31	175	1695	471	0
Aprile	30	117	791	212	0
Maggio	31	120	1808	264	0
Giugno	30	73	1017	219	0
Luglio	31	114	565	192	0
Agosto	30	121	1130	737	0
Settembre	30	134	1130	450	0
Ottobre	31	193	1695	454	0
Novembre	30	452	3164	1568	0
Dicembre	31	452	2712	1655	0
Totale	312	215	3164	1655	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella 29: Brione s. Minusio, Via alla Selva

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	1365	5763	2834	0
Febbraio	28	1172	3955	1916	0
Marzo	31	976	3277	1505	0
Aprile	30	568	2486	952	0
Maggio	29	445	1469	599	0
Giugno*	9	322	791	440	0
Luglio	31	330	4407	587	0
Agosto	29	322	1356	500	0
Settembre	27	479	1808	632	0
Ottobre	20	1017	2938	1604	0
Novembre	30	1592	7232	3364	0
Dicembre	31	1747	7232	3150	0
Totale	326	861	7232	3364	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella 30: Bioggio, Aeroporto

Polveri in sospensione

Limiti di legge per il totale delle polveri in sospensione:

70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media annua delle misure
 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 95° percentile dei valori medi giornalieri di un anno

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	52	134	0	125
Febbraio	28	74	147	0	160
Marzo	31	70	159	3	179
Aprile	30	25	52	0	53
Maggio	29	29	67	0	57
Giugno*	9	45	68	0	106
Luglio	29	47	94	0	104
Agosto*	13	38	58	0	82
Settembre*	17	16	36	0	36
Ottobre	31	30	49	0	62
Novembre	30	45	82	0	106
Dicembre	31	51	73	0	93
Totale	309	44	159	3	105
Limite OIAt	-	70	-	18	150

Tabella 31: Chiasso, Scuole elementari e medie

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	25	45	0	61
Febbraio	28	35	64	0	77
Marzo	31	32	80	0	76
Aprile	30	16	38	0	41
Maggio	31	20	42	0	42
Giugno	30	24	44	0	51
Luglio	31	28	50	0	58
Agosto	31	20	37	0	44
Settembre	30	17	32	0	37
Ottobre	31	25	43	0	50
Novembre	29	32	58	0	74
Dicembre	29	34	78	0	68
Totale	362	26	80	0	50
Limite OIAt	-	70	-	18	150

Tabella 32: Locarno, Piazza Castello

Polveri in sospensione

Limiti di legge per il totale delle polveri in sospensione:

70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media annua delle misure
 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 95° percentile dei valori medi giornalieri di un anno

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Aprile	30	31	55	0	-
Maggio	31	43	85	0	-
Giugno	30	43	82	0	-
Luglio	31	45	65	0	-
Agosto	31	38	66	0	-
Settembre	28	35	56	0	-
Ottobre	31	40	60	0	-
Novembre*	21	42	115	0	-
Dicembre	-	-	-	-	-
Totale*	233	40	115	0	65
Limite OIAt	-	70	-	18	150

Tabella 33: Bodio, Municipio.

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Aprile*	18	31	55	0	-
Maggio	31	34	99	0	-
Giugno	30	32	61	0	-
Luglio	27	35	53	0	-
Agosto	27	30	60	0	-
Settembre*	17	23	36	0	-
Ottobre	31	30	73	0	-
Novembre	28	44	96	0	-
Dicembre	31	47	84	0	-
Totale*	240	34	99	0	72
Limite OIAt	-	70	-	18	150

Tabella 34: Bodio, Somaselva

Composti Organici Volatili non metanici

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

Nelle tabelle 35 e 36 la concentrazione di composti organici volatili non metanici è riferita all'equivalente in metano.

mese	numero misure giorni	media (ppm)	massimo 1/2 ora (ppm)	massimo giorno (ppm)
Gennaio	-	-	-	-
Febbraio	-	-	-	-
Marzo	-	-	-	-
Aprile*	14	0.24	0.90	0.41
Maggio*	11	0.17	0.70	0.27
Giugno	30	0.24	1.70	0.33
Luglio	29	0.21	0.80	0.31
Agosto	24	0.15	1.10	0.25
Settembre	26	0.08	0.70	0.17
Ottobre*	18	0.25	1.40	0.56
Novembre	23	0.32	2.80	0.68
Dicembre	29	0.72	2.80	1.07
Totale*	204	0.26	2.80	1.07

Tabella 35: Mendrisio, Liceo cantonale

mese	numero misure giorni	media (ppm)	massimo 1/2 ora (ppm)	massimo giorno (ppm)
Gennaio	-	-	-	-
Febbraio*	7	0.58	2.3	0.89
Marzo*	8	0.23	1.1	0.63
Aprile	20	0.20	0.6	0.54
Maggio	16	0.14	0.3	0.23
Giugno	24	0.20	0.3	0.31
Luglio	24	0.26	1.0	0.30
Agosto	26	0.22	0.4	0.28
Settembre	26	0.19	0.4	0.29
Ottobre	31	0.25	0.9	0.40
Novembre	26	0.38	3.3	0.54
Dicembre	23	0.76	3.1	1.15
Totale*	231	0.31	3.3	1.15

Tabella 36: Locarno, Piazza Castello

3.2 Rappresentazioni grafiche

Nelle seguenti figure (1-8) le immissioni registrate durante il 1993 sono espone mediante grafici. Per l'anidride solforosa (fig. 1 e 2) e il diossido d'azoto (fig. 3 e 4) sono rappresentate le concentrazioni medie e i 95° percentili mensili. Per l'ozono (fig. 5 e 6) sono rappresentati i numeri di superamenti mensili del limite orario dell'OIA e i 98° percentili mensili. Per il monossido di carbonio (fig. 7) sono riportati i massimi giornalieri di ogni mese. Infine nella figura 8 sono rappresentate le medie mensili delle polveri in sospensione.

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

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

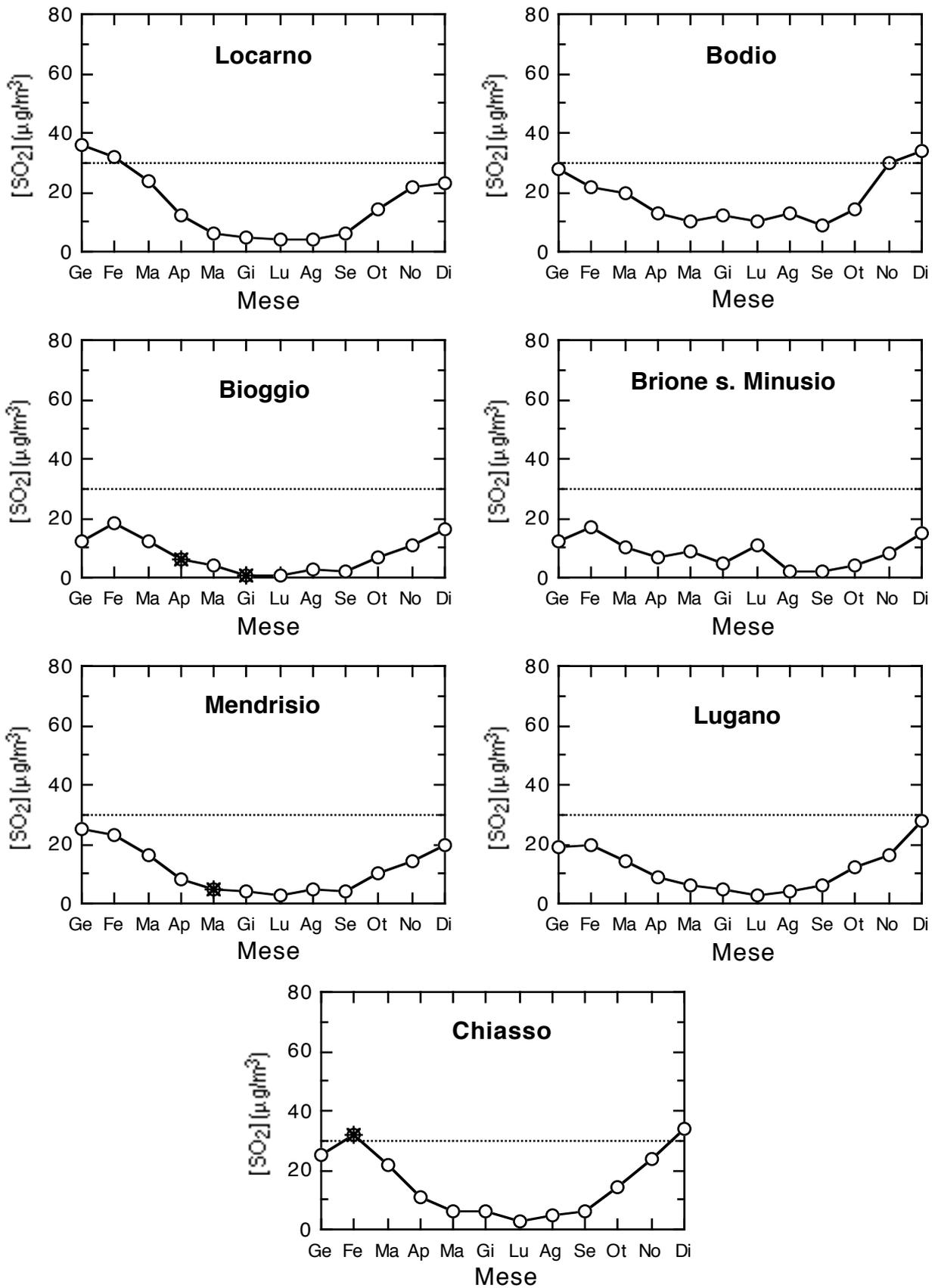


Figura 1: Anidride solforosa (SO_2); medie mensili (1994)

..... : Limite OIAt per il 95° percentile dei valori semiorari di un anno ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$)³⁾

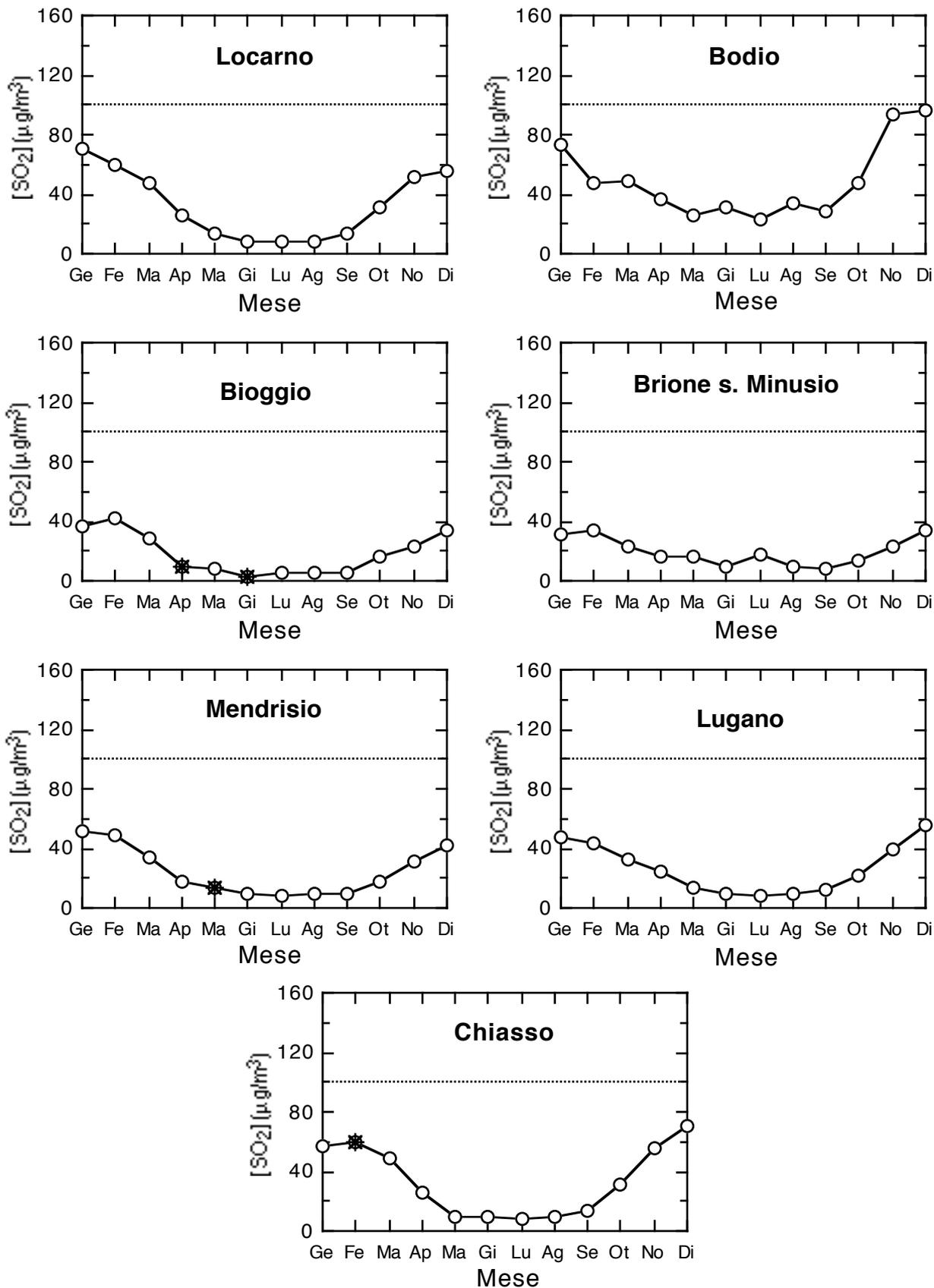


Figura 2: Anidride solforosa (SO_2); 95° percentili mensili (1994)

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

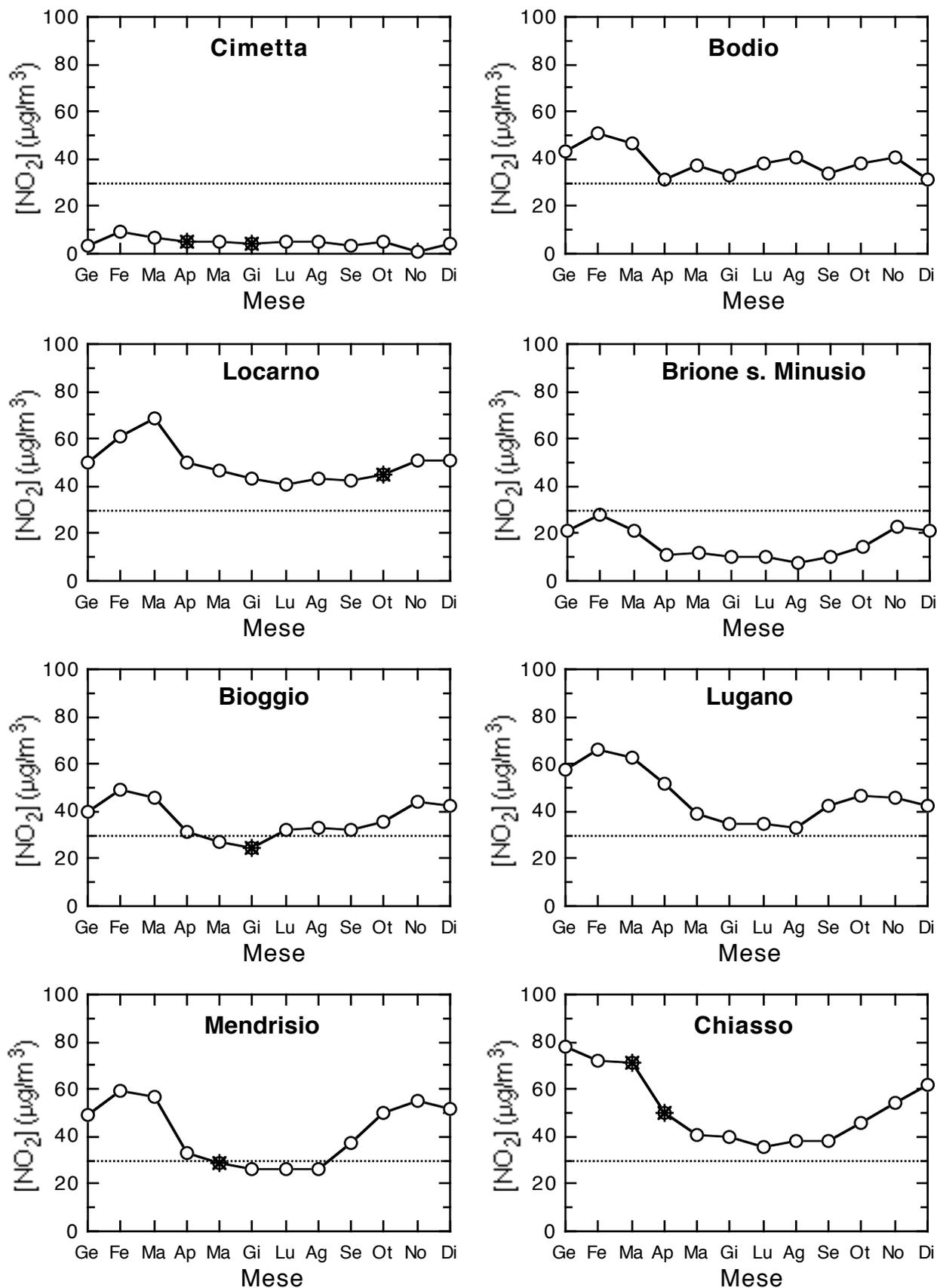


Figura 3: Diossido d'azoto (NO₂); medie mensili (1994)

..... : Limite OIAI per il 95° percentile dei valori semiorari di un anno ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$)³⁾

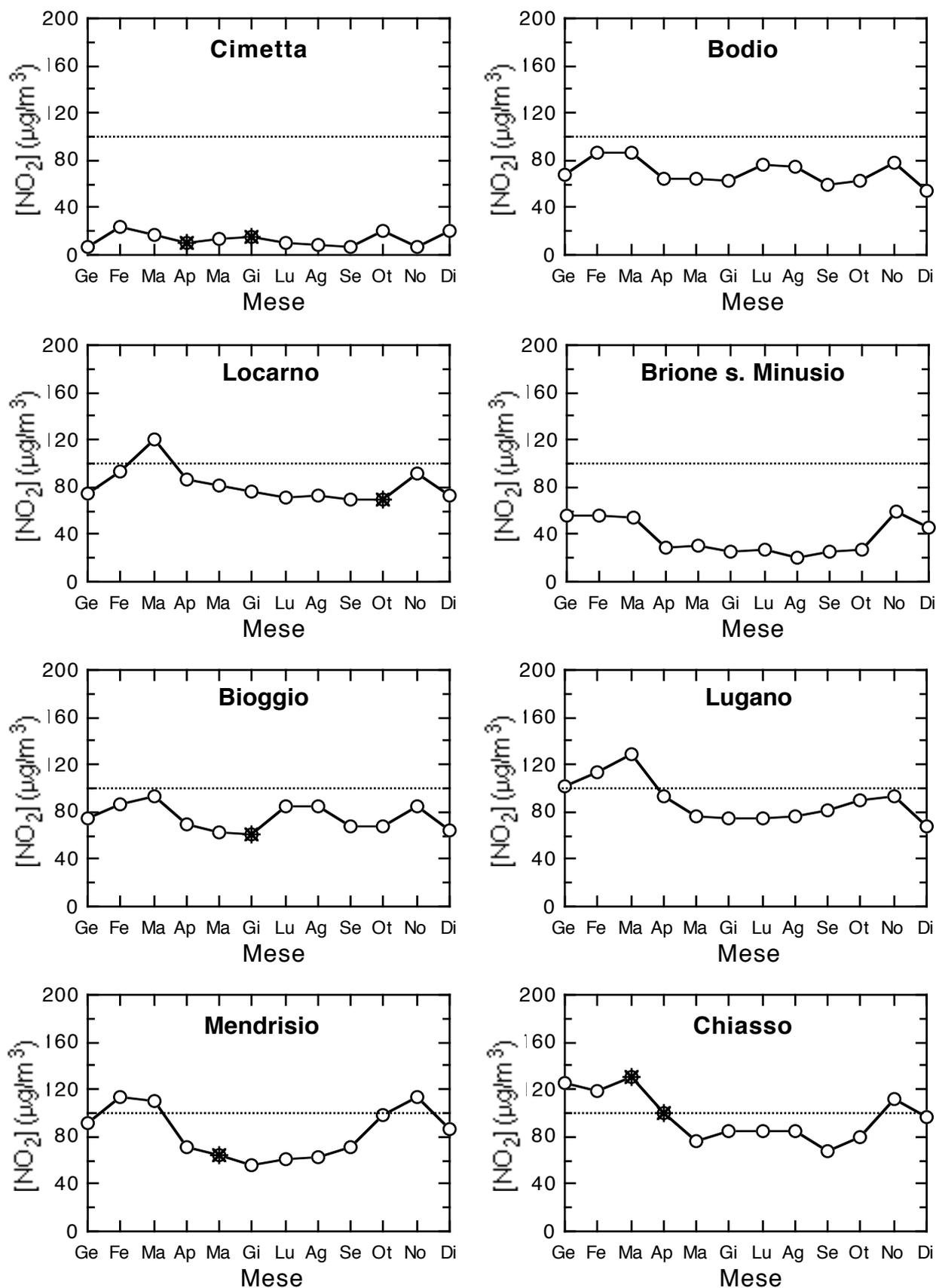


Figura 4: Diossido d'azoto (NO₂); 95° percentili mensili (1994)

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

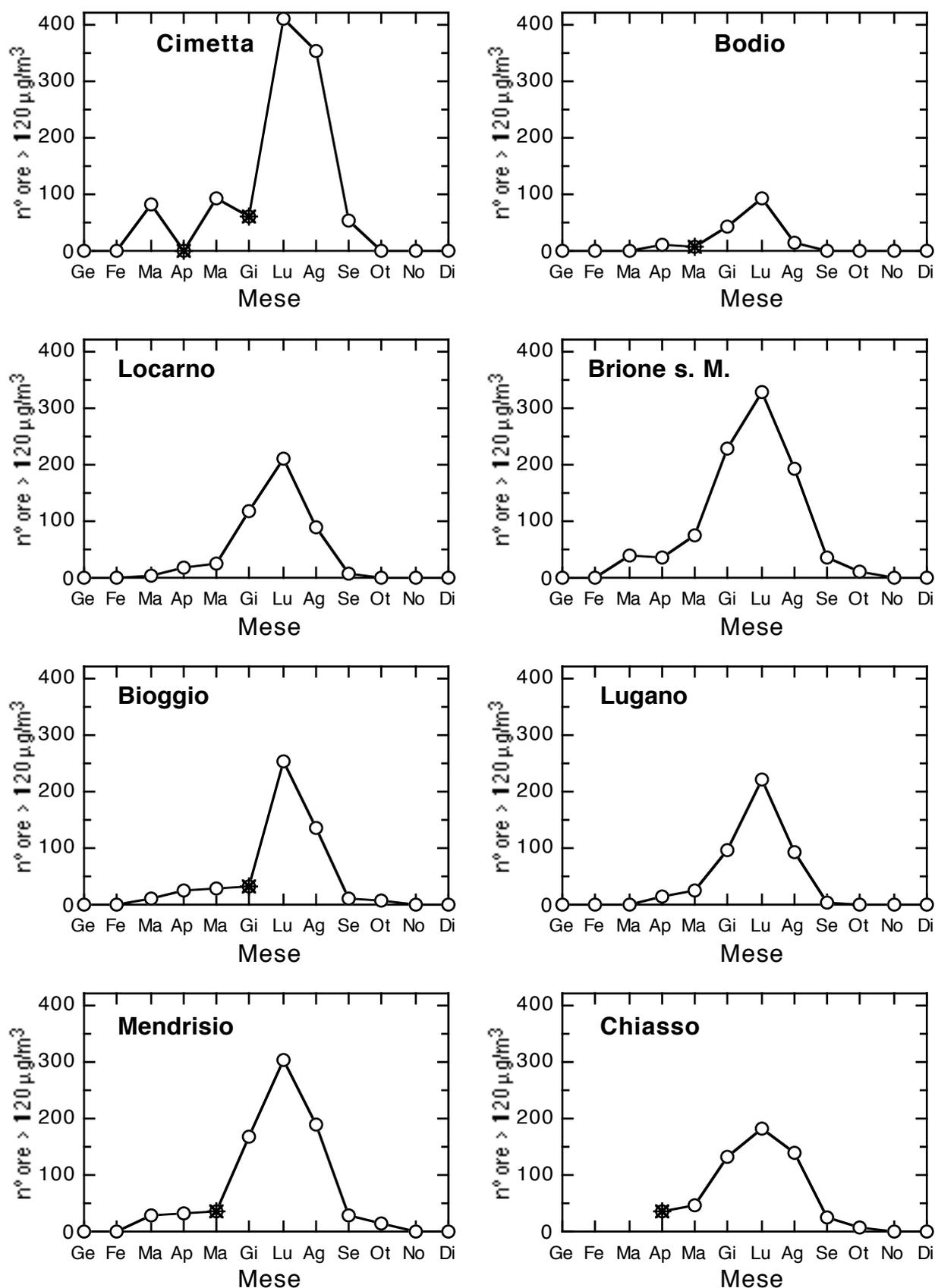


Figura 5: Ozono (O_3); n° di superamenti mensili del limite OIAt (1994)

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

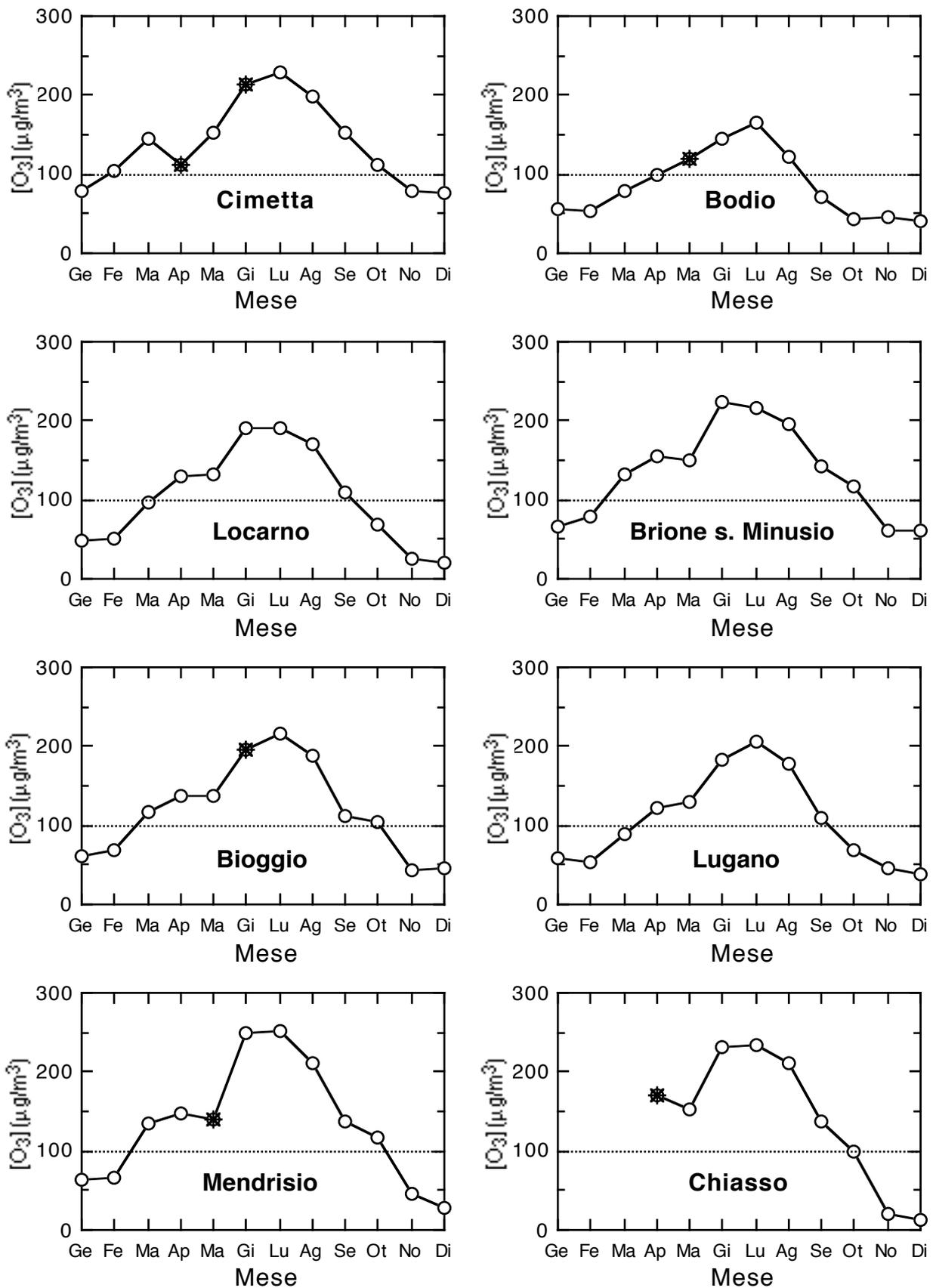


Figura 6: Ozono (O_3); 98° percentile mensili (1994)

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

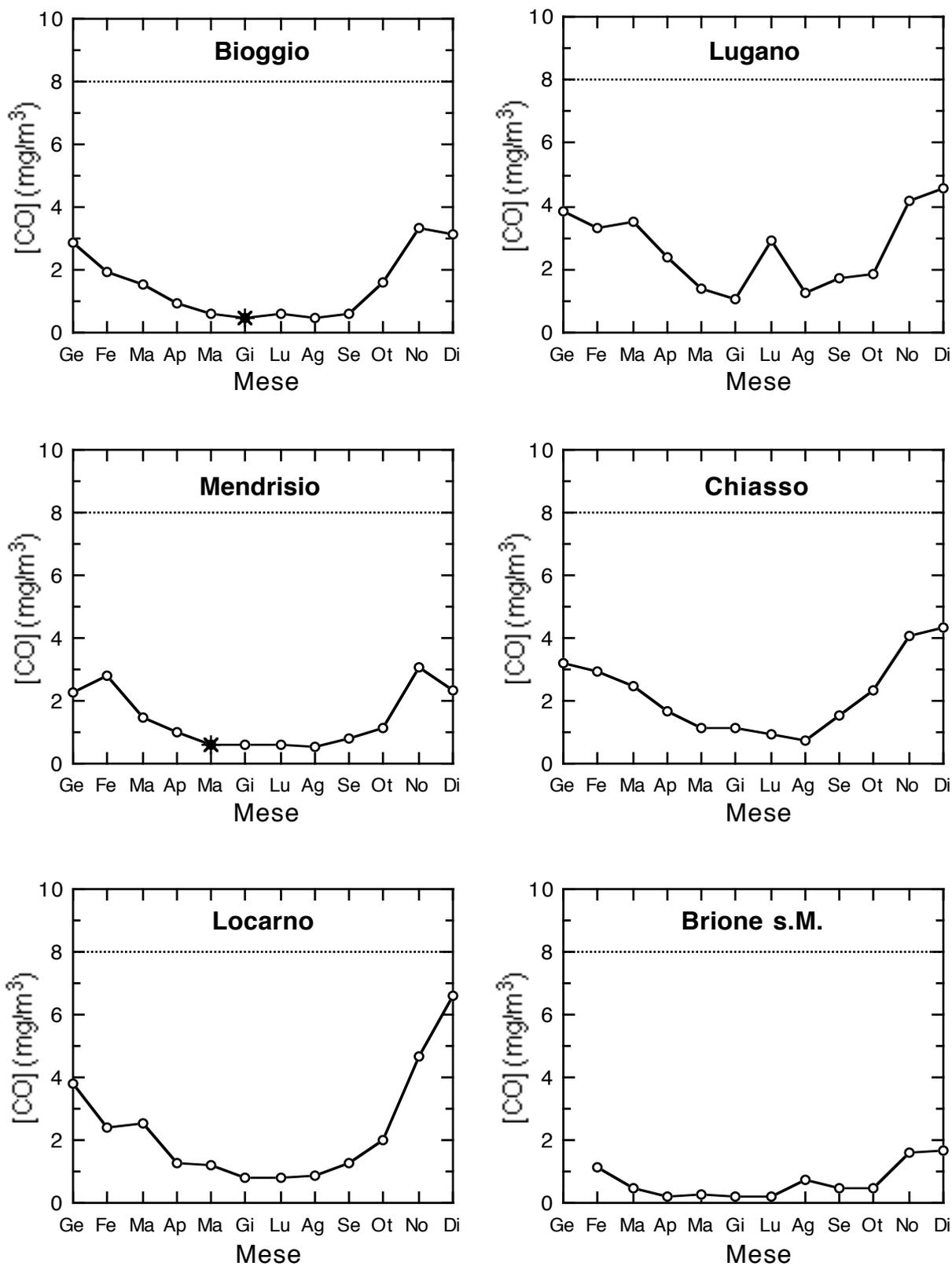


Figura 7: Monossido di carbonio (CO); medie giornaliere massime (1994)

..... : Limite OIAt per la media annua ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

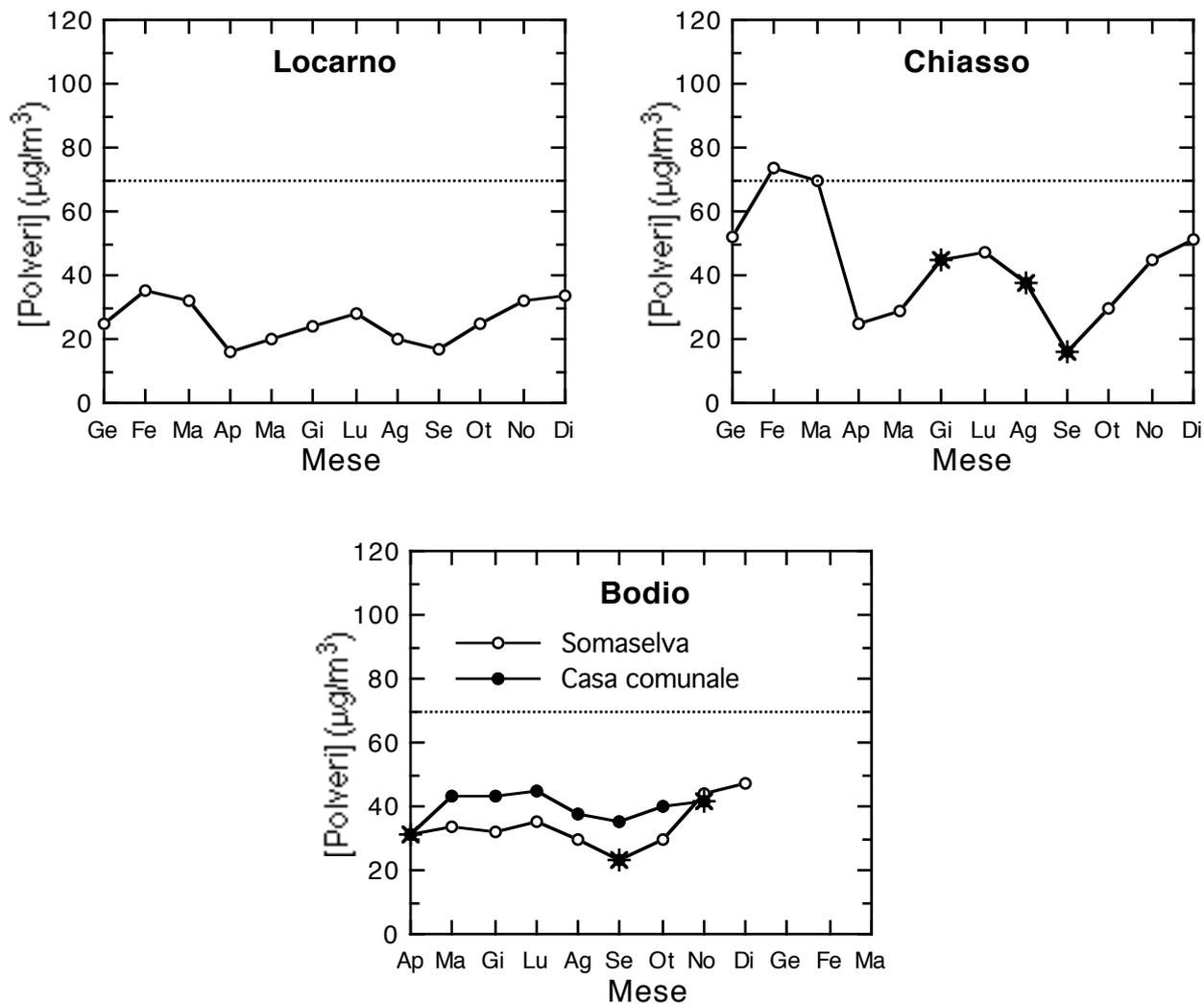


Figura 8: Polveri in sospensione; medie mensili (1994)

3.3 Misure con i campionatori di diossido d'azoto

Le medie annuali ottenute a partire dal 1989 con i campionatori passivi di diossido d'azoto sono riportate nelle tabelle seguenti, raggruppate per distretto e comune.

Luogo	coordinate	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Bellinzonese							
Bellinzona							
cast. Montebello	722.8/116.8	28	29	26	30	28	27
Via Vallone	722.6/118.2	44	47	45	48	44	43
pal. amm. II	722.4/116.6	47	47				
Cadenazzo							
stazione FFS	716.2/112.3	59*	65	64	62	56	57
SFEA	715.4/113.2	28	32	31	32	28	27
Giubiasco							
v. M. Ceneri						47	50
Valle di Blenio							
Olivone							
Olivone paese	715.1/154.3	13*	13	14	13	13	13
Olivone monti	714.0/154.2	5*	5	6	5	5	6
Valle Leventina							
Airolo							
Airolo paese	689.6/153.4	35*	38	36	36	34	33
Airolo monti	689.5/153.9	17	18	18	17	16	16
Airolo FFS	689.6/153.2	33	36	34	33	32	35
Bodio							
casa comunale	713.5/137.3	41	46	42	44	41	42
parco	713.1/137.8	34	36	33	34	33	33
industrie	712.1/138.4	38	42	42			
Locarnese							
Ascona							
via Locarno	703.1/113.4	34	33	32	32	30	30
Brissago							
via Leoncavallo	698.4/108.5	24*	26	26	27	22	19
Caviano							
casa comunale	702.7/107.1	15*	16	16	17	14	15
Dirinella	701.9/106.8	29*	30	29	26	21	22
Gordola							
scuola media	710.2/114.5	35	37	36	37	29	32
Locarno							
polizia com.	704.5/113.7	59	60	60	56	53	53
polizia cant.	705.0/113.8	61	64				
casa comunale	704.8/114.0	50	49	47	48	45	45
san Jorio	703.8/113.5	30*	28	27	26	25	24
villa India	704.5/114.3	40	38	39	39	42	45
ISM Monte	704.2/114.4	27	28	28	29	26	28
Cimetta	704.4/117.5	4	4	5	5	4	4
Minusio							
Via S. Gottardo	706.2/114.9	65	65	69	68	63	63
Sonogno							
casa comunale	703.6/134.0	7*	8	8	6	6	7
Tegna							
scuola mat.	700.9/115.9		27	27	25	22	22

Tabella 37: 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	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Luganese							
Agno							
casa comunale	713.2/95.0	63	70	70	66	61	61
stazione FLP	713.3/94.9	47	51	49	49	45	45
scuole					51	47	
Astano							
Astano	706.8/96.7		11	12	12	11	11
Bedigliora							
Bedigliora	708.7/95.5		14	16	17	15	16
Bioggio							
casa comunale	713.8/97.0		35	36	37	32	32
CER	714.5/97.5		47	49	47	44	44
Canobbio							
stabile PTT	718.2/99.3	32*	35	37	37	34	36
Carona							
acquedotto	716.1/91.6	20*	22	23	25	20	21
Croglio							
Madonna del P.	708.2/93.8	30*	39	37	35	31	33
Davesco							
casa comunale	719.5/99.5	26	29				
Lopagno							
Miera casa com	719.0/103.1	16*	19	20	28	17	18
Lugano							
Aldesago	719.4/96.3	32	32	33	37	29	33
Brè	720.5/96.5	16	16	18	17	13	15
lab. cant. igiene	717.8/96.4	47	47	45	48	43	45
Lago (Boa)						35*	42
ospedale civico	717.3/97.4	46	45	44	46	41	40
polizia com.	717.1/95.8	61	62	63	67	60	61
PTT Besso	716.8/96.0	77	79	80	80	71	73
stadio	717.9/98.1	44	46	45	46	40	44
UTC	717.2/95.8	70	72	77	73	66	68
Massagno							
chiesa S. Lucia	716.5/96.8	54	55	53	54	49	49
Muzzano							
Muzzano	715.0/95.1		36	37	37	33	34
Paradiso							
scuole element.	716.85/94.3			62	60	53	57
Ponte Tresa							
stazione	710.3/92.0	41	45	44	45	38	38
dogana	710.1/91.6	57	61	60	61	54	54
Sorengo							
Sorengo	716.1/95.2		51	43	51	40	41
Taverne							
piazza coop				44	47	43	43

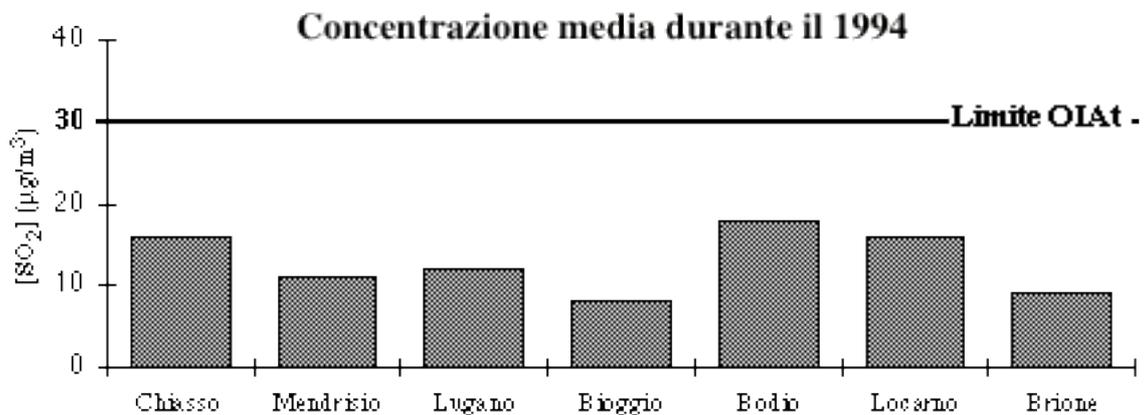
Tabella 38: Misure con i campionatori passivi di diossido d'azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Il limite OIAt per la media annua di diossido d'azoto è $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Luogo	coordinate	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Mendrisiotto							
Balerna							
casa comunale	721.9/78.8	52*	56	54	55	49	48
via Franscini	722.1/78.7	38*	42	41	42	37	37
Capolago							
casa comunale	719.6/84.9		72	71	67	61	61
cimitero	719.4/84.4		53	52	54	48	50
Chiasso							
polizia cant.	723.9/76.9	63	66	67	67	56	57
S. Stefano	721.6/76.6	40*	32	30	36	30	30
stadio	722.6/76.9	40	42	42	43	37	39
viale Galli	723.3/77.6	89	94	98	89	83	87
Coldrerio							
Coldrerio	720.4/79.5		67	69	66	58	58
Ligornetto							
Ligornetto	718.4/80.6		41	42	43	36	33
Mendrisio							
Brech	719.6/81.4	51*	55	55	56	49	46
stazione FFS	719.7/80.9	64	68	65	66	57	58
scuole	720/80.5	39*	42	39	45	41	39
Morbio Inf.							
Morbio Inf.	722.7/79.2	40*	36	38	41	35	34
Novazzano							
casa comunale	719.9/77.9	38*	46	44	47	41	41
Pobia	720.9/78		34	41	42	36	35
Riva S. Vitale							
scuole	719.0/84.6		43	46	44	40	53
Sagno							
Zona Villette	724.6/79.5	19	19	21	21	17	17
Stabio							
via Monticello	716.1/79.3	35	33	34	34	34	25*
PTT	716.4/78.8	42	41	43	41	38	35*
via Lovee	716.0/79.2	40	42				
via Falcette	716.9/78.9	40*	44	44	45	43	36*
Riviera							
Biasca							
asilo	717.5/136.1	25*	26	26	27	25	25
casa comunale	717.9/135.5	44*	48	49	47	43	42
industrie	717.8/134.3	43*	49	47	47	40	44
Valle Maggia							
Cevio							
casa comunale	689.6/130.1	11	13				
ospedale	689.8/131.3	8	9	9	9	9	9
Fusio							
casa comunale	694.1/144.3	4*	4				

Tabella 39: 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 $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$

4. Commento dei risultati

4.1 Anidride solforosa



Concentrazione media: evoluzione dal 1988 al 1994

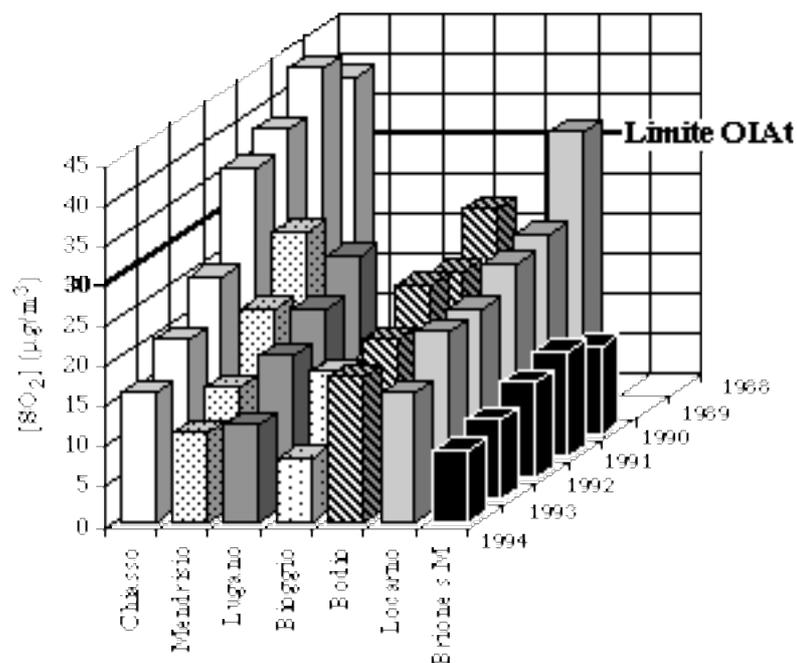


Figura 9: Anidride solforosa: concentrazione medie annue

Le concentrazioni medie annue di anidride solforosa (SO₂) sono mostrate graficamente nella figura 9. La parte superiore di questa figura mostra per ogni località la media annua del 1994. Il grafico inferiore mostra invece per le stesse località l'evoluzione delle concentrazioni medie annue di anidride solforosa a partire dal 1988, dove si può osservare come, in tutte le località, nel 1994 le immissioni di SO₂ siano ulteriormente diminuite. Per il terzo 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.

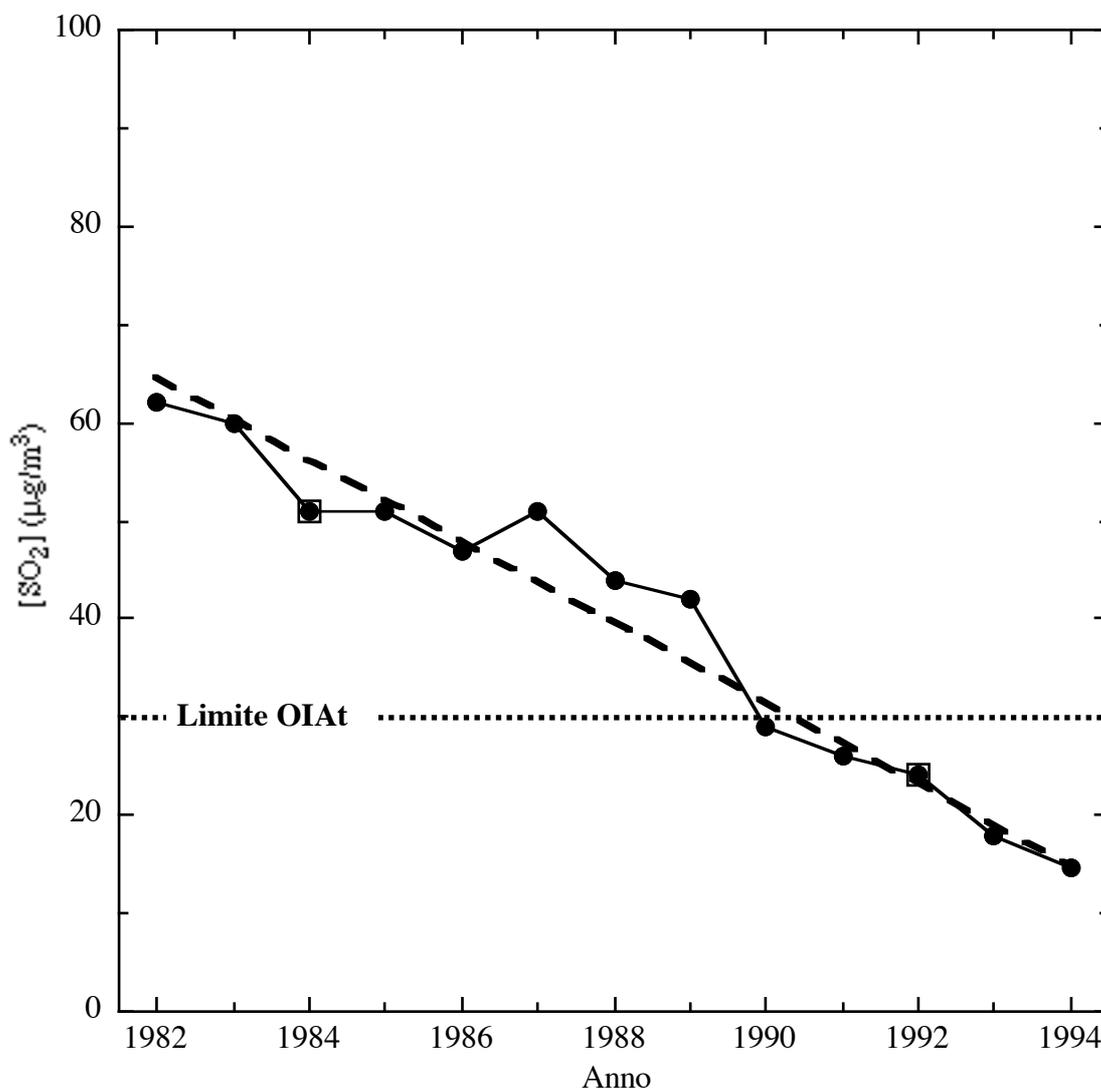


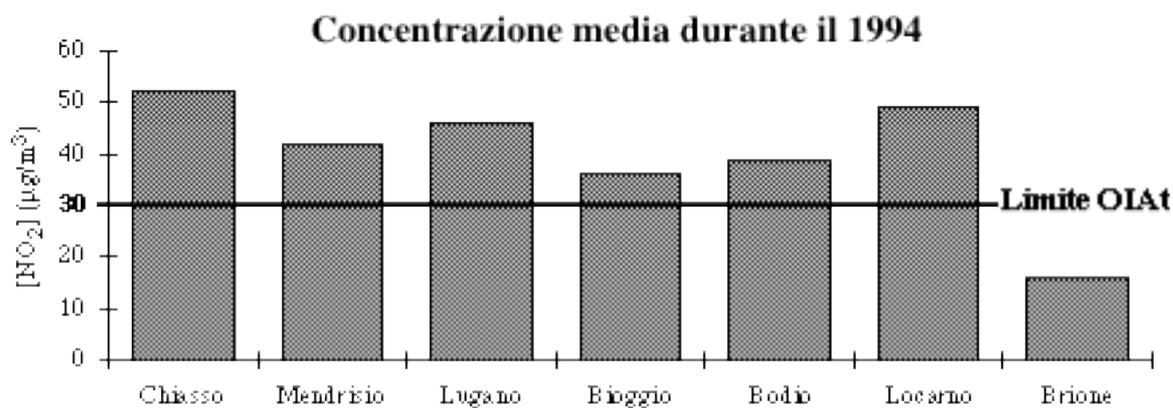
Figura 10: Anidride solforosa: concentrazione medie annue a Lugano. La curva tratteggiata serve da guida per gli occhi. Un quadratino attorno a un punto indica una misura non completa.

L'evoluzione positiva delle immissioni di anidride solforosa è ancor più evidente se si osserva una lunga serie di dati come quella della stazione d'analisi di Lugano della rete nazionale di monitoraggio NABEL. Questa stazione, che si trova³ ad alcune centinaia di metri di distanza dalla stazione della rete cantonale ubicata nel parco della Casa Serena, è in funzione fin dal 1982. Le medie annue delle concentrazioni di anidride solforosa misurate con la stazione NABEL sono riportate graficamente nella figura 10. Anche in questo grafico si osserva la *quasi regolare riduzione* della concentrazione media annua di anidride solforosa. Dal 1982 al 1994 la media annua è scesa da 62 µg/m³ a 15 µg/m³, cioè **più di un fattore 4**.

³ 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.

L'osservata diminuzione delle immissioni di anidride solforosa 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, grazie alla diffusione del gas naturale. Va sottolineato che anche a Chiasso, malgrado la difficile situazione atmosferica, l'utilizzazione di un olio con tenore di zolfo particolarmente basso combinato all'introduzione del gas naturale ha permesso un ulteriore miglioramento rispetto allo scorso anno. Nella Bassa Leventina il rispetto dei limiti è stato ottenuto tramite provvedimenti gestionali adottati dalle Officine del Gottardo. Questi esempi mostrano che *anche con provvedimenti locali si possono ottenere notevoli miglioramenti della qualità dell'aria.*

4.2 Diossido d'azoto



Concentrazione media: evoluzione dal 1988 al 1994

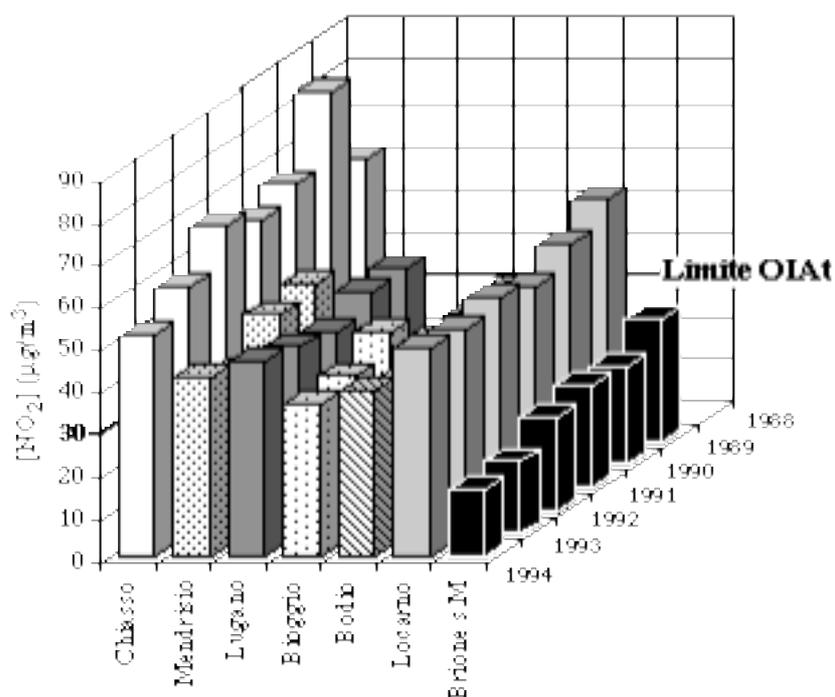


Figura 11: Diossido d'azoto: concentrazione medie annue

Le concentrazioni medie annue di diossido d'azoto (NO₂) sono mostrate graficamente nella figura 11. Nella parte superiore di questa figura, che mostra per ogni località la media annua del 1994, si constata come anche durante quest'anno le immissioni di diossido d'azoto hanno superato chiaramente il limite dell'OIAt (v. riga orizzontale nel grafico) in tutte le stazioni di analisi, fatta eccezione per quella di Brione s. Minusio.

Le immissioni di diossido d'azoto rilevate nel 1994 si sono mantenute sul livello dell'anno precedente. Per Chiasso invece si osserva una riduzione *significativa* delle immissioni di NO₂ dovuta probabilmente alla moderazione del traffico nelle immediate vicinanze della stazione d'analisi.

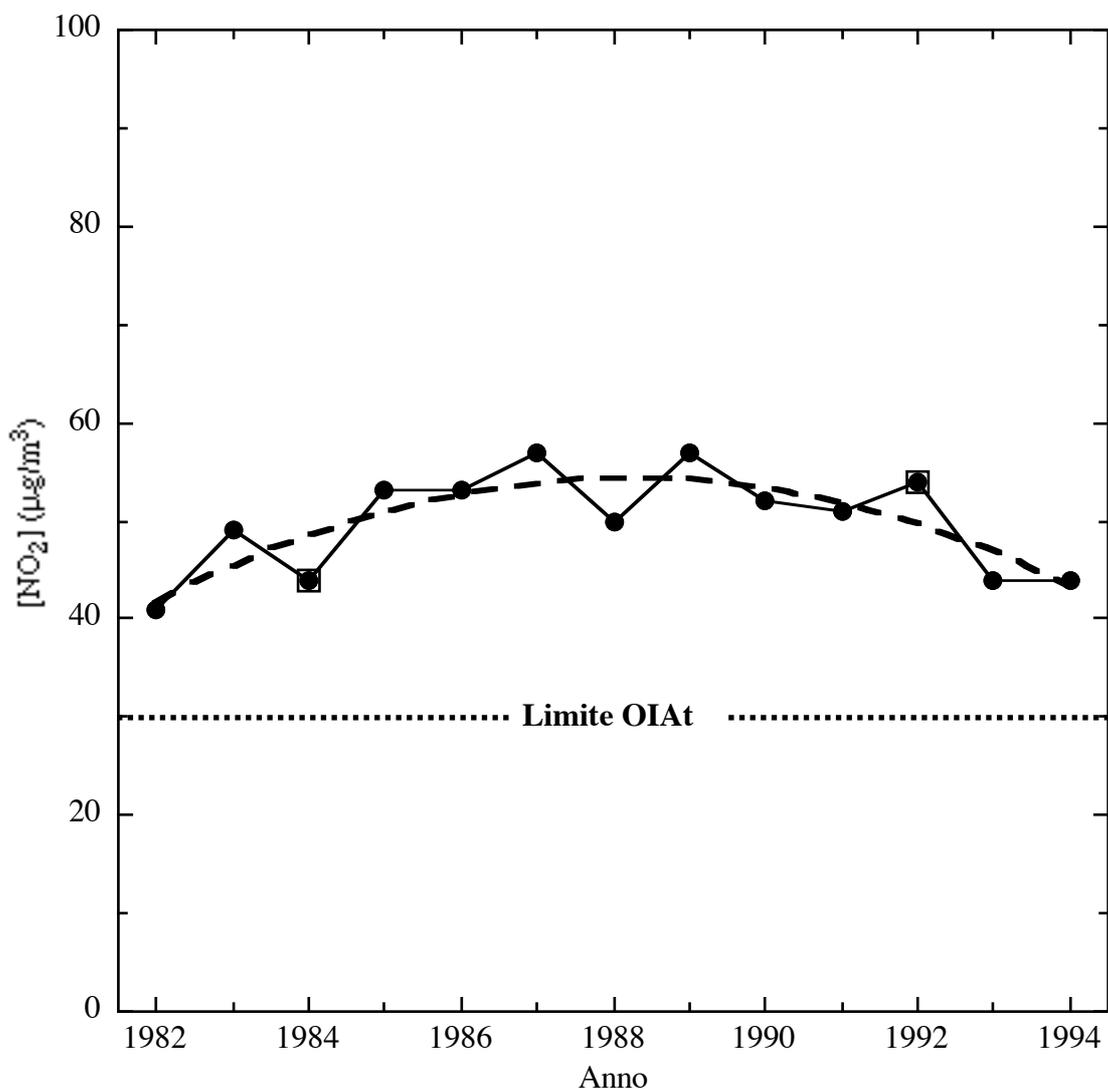


Figura 12: Diossido d'azoto: concentrazione medie annue a Lugano. La curva tratteggiata serve da guida per gli occhi. Un quadratino attorno a un punto indica una misura non completa.

Le concentrazioni medie annue di diossido d'azoto rilevate dalla stazione NABEL ubicata a Lugano⁴ (coordinate 717.6/96.6; 280 m s.l.m.) sono mostrate a partire dal 1982 (anno d'inizio delle misurazioni) nella figura 12. Il grafico mostra che all'inizio degli anni 80 la tendenza era negativa. Alla fine degli anni 80 le immissioni di NO₂ si sono stabilizzate e durante gli ultimi anni la concentrazione media annua è tendenzialmente diminuita. Quest'evoluzione coincide con quella calcolata per le emissioni di ossidi d'azoto dal modello di traffico utilizzato per il Piano cantonale di risanamento dell'aria (per un'analisi più approfondita si rimanda al documento "Piano di risanamento dell'aria: 3° rapporto annuale").

⁴ 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.

I risultati delle misure effettuate con i campionatori passivi (v. tabelle 37-39) mostrano che il limite previsto dall'OIAt è ampiamente superato in tutti gli importanti 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).

Per elaborare la figura 13 i risultati di tutte le analisi eseguite 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 delle tre categorie. In questa figura si osserva come nei luoghi maggiormente inquinati le immissioni di NO₂ hanno raggiunto un massimo negli anni 90-91 ed in seguito sono diminuite. L'andamento medio rispecchia quello registrato con le singole stazioni.

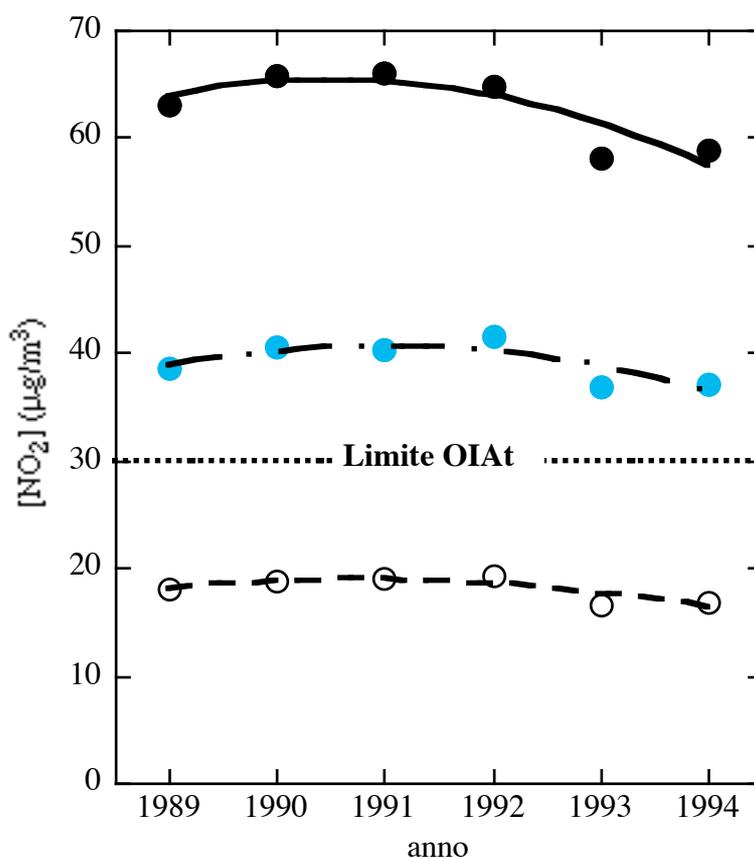
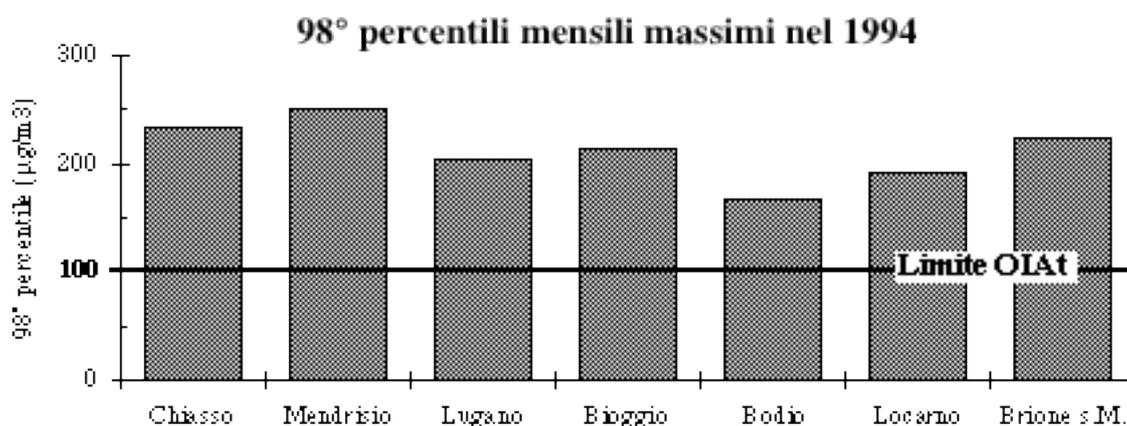


Figura 13: Evoluzione delle immissioni di diossido d'azoto. I pallini neri sono stati calcolati mediando i risultati di tutte le zone del Cantone con un tasso alto di inquinamento, quelli grigi mediando quelli delle zone con un tasso medio di inquinamento e quelli bianchi mediando quelli delle zone con un tasso basso di inquinamento.

4.3 Ozono

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



98° percentili mensili massimi: evoluzione dal 1988 al 1994

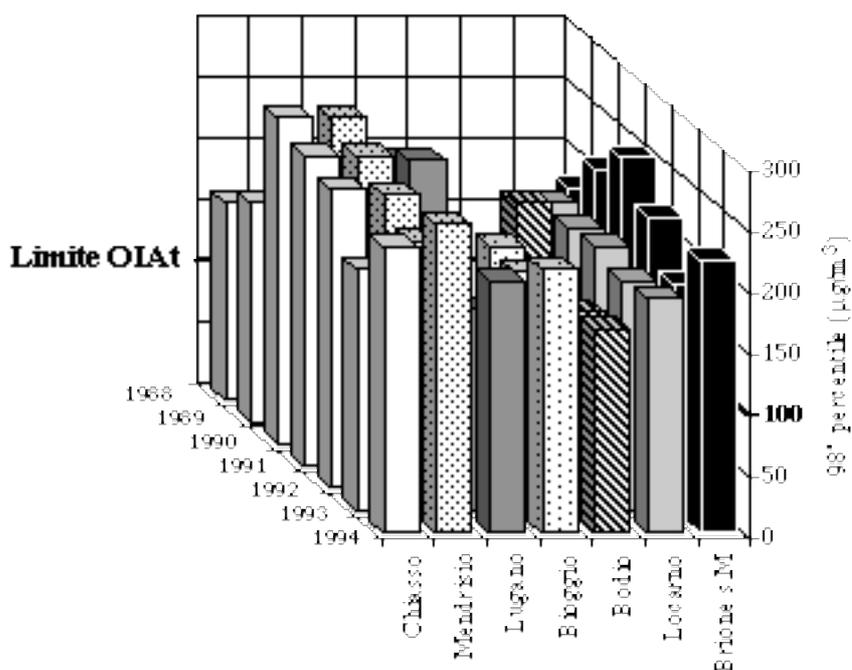


Figura 14: Ozono: 98° percentili mensili massimi.

Durante il 1994, analogamente agli anni precedenti, il limite OIA per il 98° percentile dei valori semiorari mensili è stato superato dal mese di aprile fino al mese di settembre. In alcuni luoghi dei superamenti si sono già verificati durante il mese di marzo. Il grafico superiore della figura 4 mostra il 98° percentile mensile massimo delle immissioni di ozono nel 1994. Il limite previsto dall'OIA è nettamente superato.

L'evoluzione delle immissioni di ozono dal 1988 al 1994 è mostrata nel grafico inferiore della figura 14, dove si può osservare come, ad eccezione di Locarno, durante il 1994 l'intensità delle immissioni di ozono sia stata superiore rispetto ai due anni precedenti. Questi risultati sono confermati dai rilevamenti effettuati con la stazione d'analisi NABEL di Lugano⁵. I 98° percentili mensili massimi ottenuti dal 1987 con questa stazione sono riportati graficamente nella figura 15.

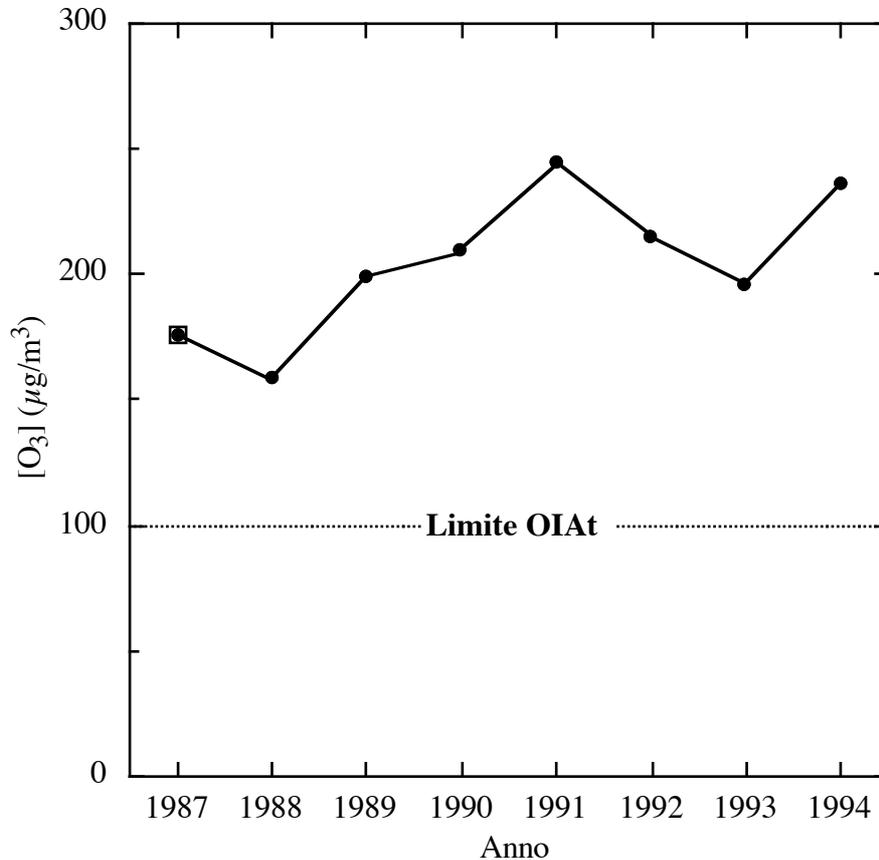


Figura 15: Ozono: 98° percentili mensili massimi registrate dalla stazione della rete NABEL di Lugano. Un quadratino attorno a un punto indica una misura non completa.

Per la **media oraria** delle immissioni di ozono l'OIAt fissa un limite di 120 µg/m³ che può essere superato una volta all'anno. Questo valore statistico contiene due aspetti interessanti: il numero di superamenti del limite orario e la media oraria massima.

Il primo parametro, riferito ad un determinato periodo (per esempio un'estate) permette di ottenere un apprezzamento sulla durata delle immissioni eccessive. Nella figura 16 si osserva come mediamente durante la recente stagione calda (giugno - agosto 1994) il limite OIAt per la media oraria sia stato superato per più di otto ore al giorno a Brione s.M. e per più di quattro ore al giorno a Lugano.

⁵ 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.

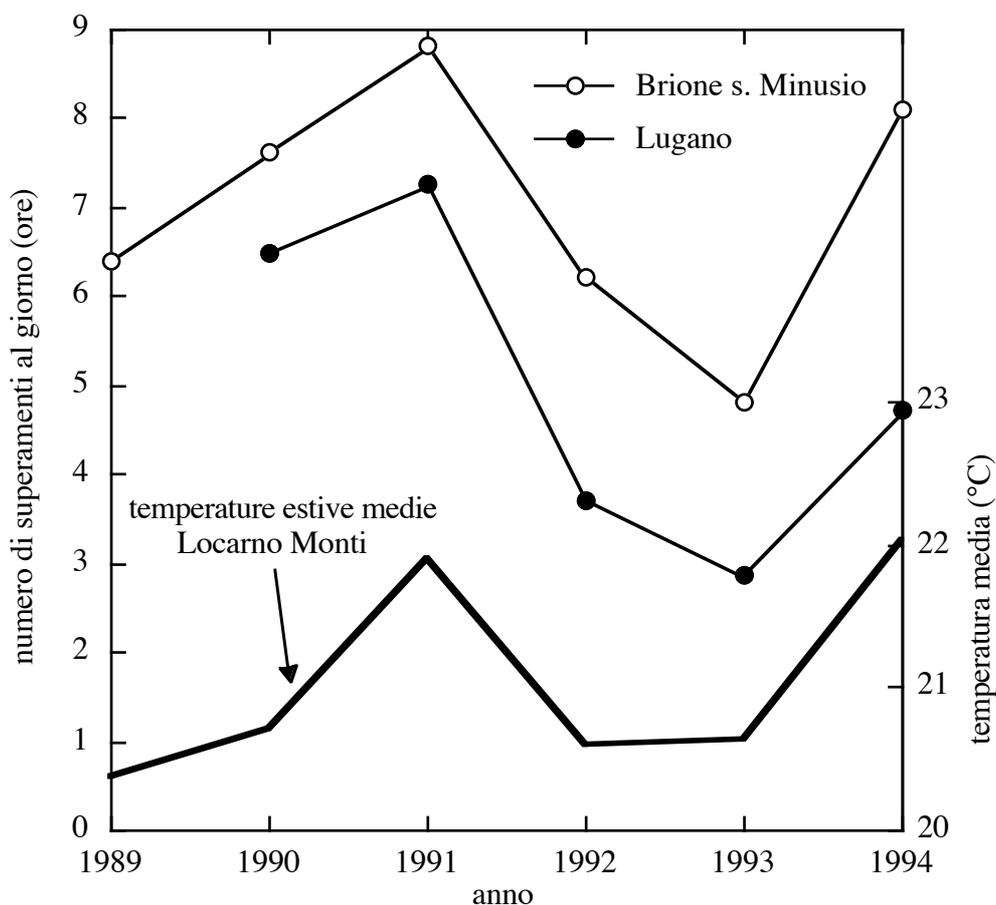


Figura 16: Numero di superamenti del limite orario ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verificatosi in media durante una giornata da giugno ad agosto per diversi anni nelle località di Brione s. Minusio e Lugano. La scala a destra illustra le temperature estive (giugno, luglio e agosto) rilevate a Locarno Monti dall'Istituto svizzero di meteorologia.

Durante l'estate 1994 la durata delle immissioni eccessive di ozono è risultata superiore a quella dei due anni precedenti (1992 e 1993), ma inferiore a quella che ha caratterizzato le estati all'inizio degli anni '90. Se si considera che la meteorologia incide fortemente sulle immissioni di ozono (si osservi il parallelismo tra il numero di superamenti del limite orario e la temperatura estiva media nella figura 16), questo risultato, per certi versi, può essere ritenuto incoraggiante. Difatti, nonostante la recente estate sia stata la più calda del secolo con livelli di irraggiamento paragonabili a quelli del 1991 - le immissioni di ozono sono state, anche per quanto riguarda la durata - più contenute rispetto a quelle registrate nell'estate del 1991.

Il secondo parametro di interesse (media oraria massima registrata durante un anno) rappresenta sicuramente l'espressione più diretta delle punte di ozono. Tuttavia, questa grandezza è statisticamente meno significativa del 98° percentile dei valori semiorari di un mese e perciò meno adatta per analizzare la tendenza evolutiva. In effetti è sufficiente in effetti una giornata con condizioni meteorologiche particolari per ottenere un'elevata media oraria. Durante la scorsa estate la punta più elevata è stata registrata a Chiasso il 23 giugno ($348 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

4.4 Monossido di carbonio

La figura 17 mostra per ogni località la concentrazione massima giornaliera di monossido di carbonio nel 1994. 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'OIA.

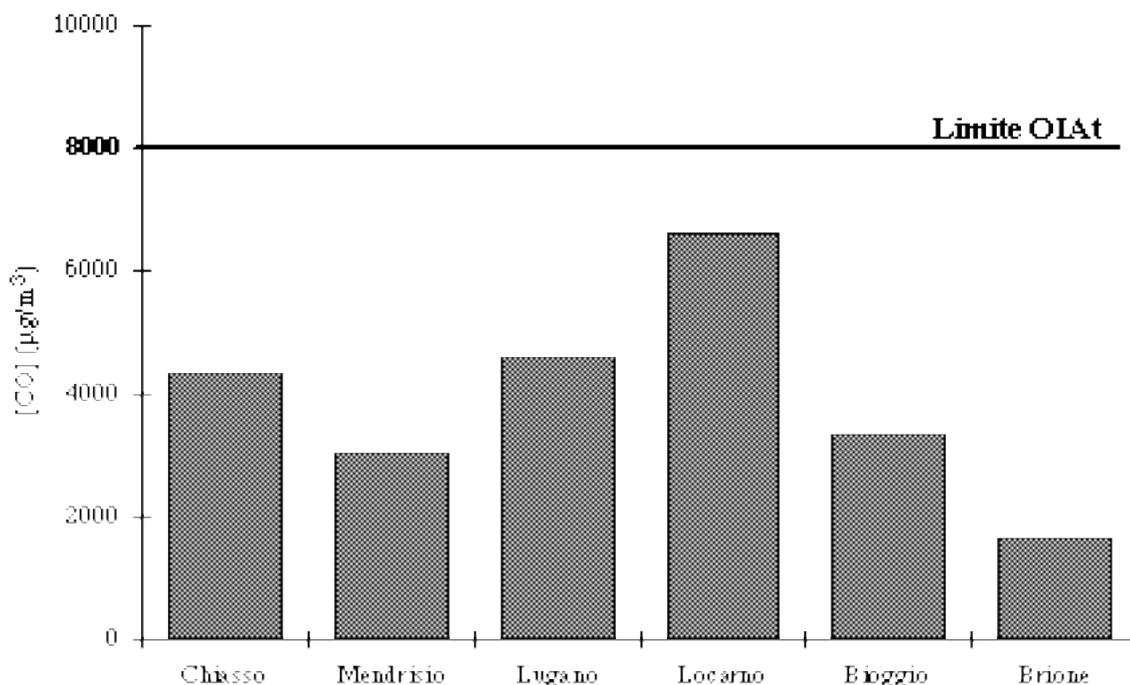


Figura 17: Monossido di carbonio: concentrazione massime giornaliere durante il 1994.

4.5 Polveri in sospensione

Polveri totali

Le polveri in sospensione sono state misurate a Locarno (quinto anno completo), a Chiasso (terzo anno completo) e a Bodio dal maggio 1992 all'aprile 1993 presso il Municipio e dall'aprile 1994 anche più a nord del paese (zona Somaselva). Nella tabella 40 sono riassunti i risultati delle misure di polveri in sospensione ottenuti a partire dal 1989. I limiti fissati dall'OIA per le polveri in sospensione sono rispettati.

Nella figura 18 si osserva che le concentrazioni di polveri in sospensione, a Chiasso e a Locarno, sono diminuite pressoché regolarmente durante gli ultimi anni. Questa evoluzione positiva è da ricondurre ai provvedimenti tecnici adottati sistematicamente a partire dagli anni '60 per gli impianti e per i veicoli. Essi hanno permesso di eliminare progressivamente le emissioni di polveri "grosse". Sono invece rimaste le polveri più fini le cui emissioni aumentano tendenzialmente con l'aumento del consumo di combustibili e carburanti. Queste polveri "fini" hanno una massa totale piccola e non causano pertanto un superamento dei limiti. Esse destano però preoccupazioni per i motivi esposti successivamente in questo capitolo.

Località	Media annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (limite OIAt: $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$)						95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (limite OIAt: $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$)					
	89	90	91	92	93	94	89	90	91	92	93	94
Lugano	-	39*	42	-	-	-	-	71*	101	-	-	-
Bodio Municipio	-	-	-	51	-	40*	-	-	-	98	-	65*
Bodio Somaselva	-	-	-	-	-	34*	-	-	-	-	-	72*
Locarno	58*	46	43	39	29	26	96*	92	98	78	61	50
Chiasso	-	-	-	57	54	44	-	-	-	146	120	105

Tabella 40: Polveri totali in sospensione; *: misura non completa.

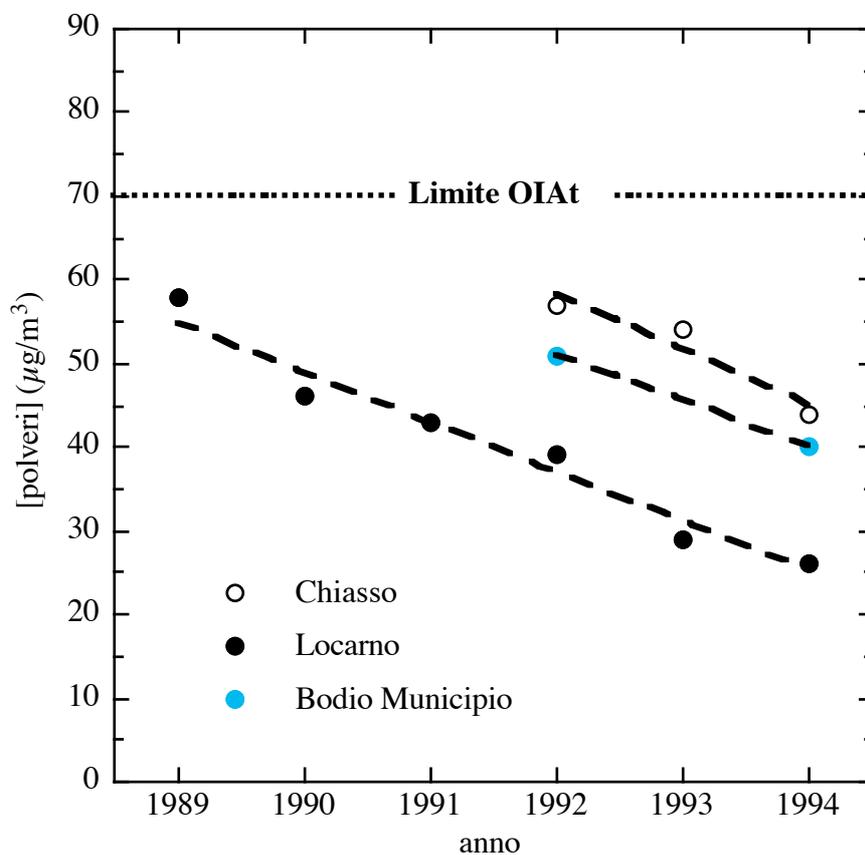


Figura 18: Evoluzione delle immissioni di polveri in sospensione a Chiasso, Locarno e Bodio.

Metalli pesanti presenti nelle polveri

A Bodio, la tecnica di rilevamento delle polveri ha permesso di determinarne il contenuto di metalli pesanti, in particolare di piombo (Pb) e di cadmio (Cd). I risultati sono rappresentati graficamente nella figura 19. Anche per i metalli i limiti previsti dall'OIAI (100 µg/m³ per la media annua di piombo e 10 ng/m³ per la media annua di cadmio) sono con ogni probabilità rispettati.

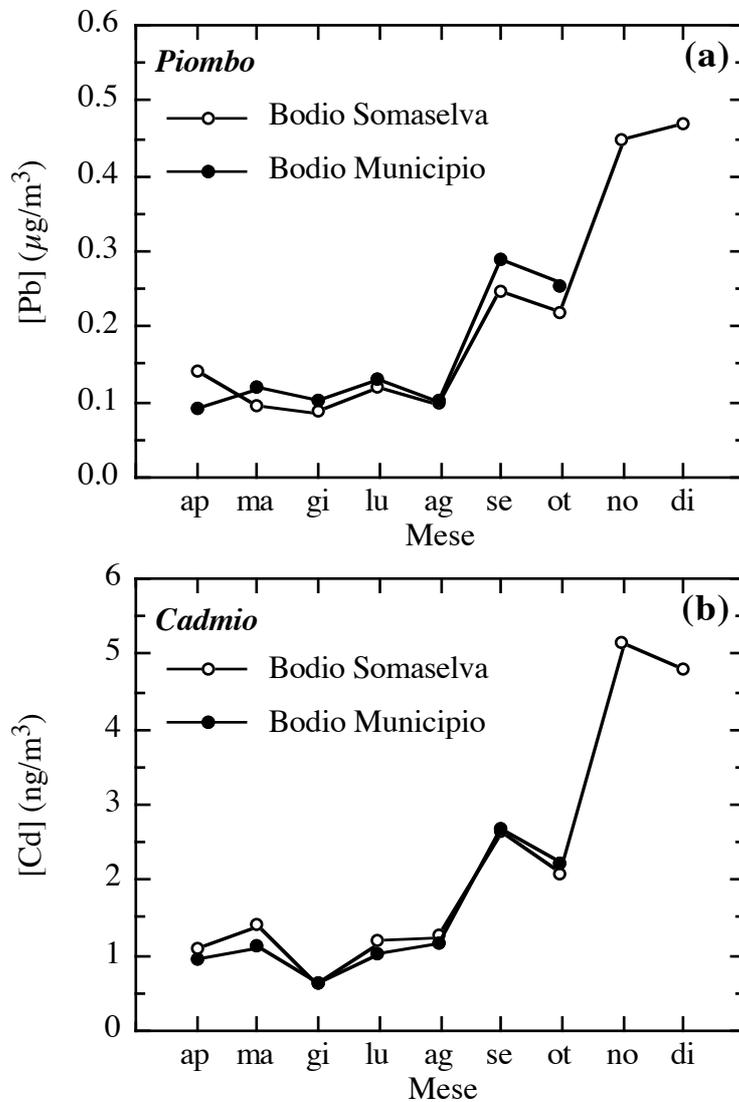


Figura 19: Concentrazione medie mensili di metalli pesanti (Pb e Cd) presenti nelle polveri di Bodio casa comunale e Bodio Somaselva.

È interessante osservare che presso la casa comunale le polveri totali in sospensione sono circa del 30% più elevate che a Somaselva (a nord del paese). Per quanto concerne i metalli pesanti le concentrazioni di piombo sono, ad eccezione del mese di aprile (per il quale la serie di dati di Somaselva non è completa), più elevate presso la casa comunale mentre le concentrazioni di cadmio sono tendenzialmente leggermente più elevate a Somaselva.

Idrocarburi policiclici aromatici (PAH) presenti sulla superficie delle polveri

Essi sono prodotti durante i processi di combustione (caldaie e motori) e sono in genere sostanze tossiche. Nell'ambito di uno studio condotto in collaborazione con l'Università statale di Milano si sono analizzate le relazioni tra le concentrazioni di idrocarburi policiclici aromatici e quelle di altre sostanze inquinanti. In genere si osserva una correlazione con le concentrazioni degli inquinanti provenienti dal traffico veicolare (monossido d'azoto, monossido di carbonio e idrocarburi). Occorre rilevare che si tratta di misure preliminari e limitate nel tempo anche se i prelievi sono stati eseguiti in modo da avere dati rappresentativi delle concentrazioni tipiche di ogni stagione. Dai risultati ottenuti si calcola una concentrazione media annua di benzo(a)pirene pari a $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A titolo di confronto in Germania per questa sostanza viene proposto come limite d'immissione una concentrazione media annua pari a $1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Polveri "fini"

Le polveri di grandezza inferiore ai $10 \mu\text{m}$ ($= 0.0001 \text{m}$) passano quasi senza resistenza attraverso le vie respiratorie superiori, raggiungendo i bronchi e gli alveoli dove possono arrecare dei danni.

Durante il 1994 a Chiasso è stata misurata la componente fine delle polveri in sospensione. La concentrazione media annua è risultata pari a $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$, cioè circa il 75% della massa di polveri in sospensione è dovuto all'elevato numero di polveri fini. Nella figura 20 la concentrazione media annua di polveri fini misurata a Chiasso durante il 1994 è paragonata con quelle ottenute in altre località della Svizzera nel 1991 nell'ambito dello studio SAPALDIA.

L'elevato numero di polveri fini, che possono raggiungere i bronchi e gli alveoli, è un fatto preoccupante anche perché le polveri possono essere ricoperte da molecole organiche (per esempio idrocarburi policiclici aromatici) alcune delle quali, come ad esempio il benzo(a)pirene, sono molto tossiche.

Lo studio SAPALDIA ha evidenziato il pericolo che le polveri fini costituiscono per la salute anche in concentrazioni inferiori ai limiti dell'OIA.

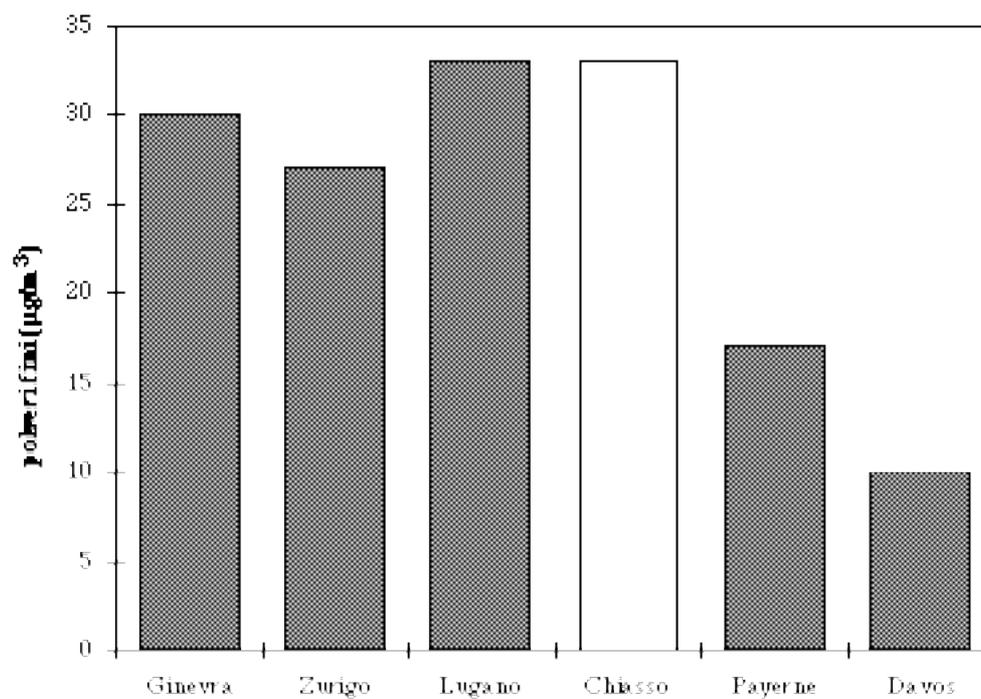


Figura 20: Concentrazione medie annue di polveri fini. Mentre i dati di Chiasso si riferiscono al 1994 quelle delle altre località sono state misurate durante il 1991.

4.6 Composti organici volatili

I composti organici volatili (VOC) sono misurati a Locarno (quarto anno) e a Mendrisio (terzo anno). I risultati sono riassunti nella tabella 41.

Località	Media annua (ppm)			
	1991	1992	1993	1994
Locarno	0.52*	0.49*	0.53*	0.31*
Mendrisio	-	0.37	0.20*	0.26*

Tabella 41: Idrocarburi non metanici; *: misura non completa.

Nonostante l'OIA non preveda alcun limite d'immissione per i composti organici volatili è importante misurare le loro immissioni. Difatti i VOC non sono soltanto rilevanti in relazione alla formazione dell'ozono, ma alcuni di essi sono intrinsecamente tossici (cancerogeni). Durante il 1993 e parte del 1994 le immissioni di alcuni VOC sono state oggetto di uno studio nell'ambito di un lavoro di tesi svolto nella regione di Chiasso in collaborazione con la facoltà di fisica dell'Università statale di Milano. Sono state rilevate le immissioni di tre tipi di composti organici volatili: benzene, toluene e xilene (v. figura 21). Mentre il toluene e lo xilene, in determinate condizioni meteorologiche e in presenza di ossidi d'azoto contribuiscono, alla formazione dell'ozono, il benzene è cancerogeno per l'essere umano. Un gruppo d'esperti germanici ("Länderausschuss für Immissionsschutz") ha valutato che il benzene è responsabile di circa il 10% del rischio di cancro dovuto all'inquinamento atmosferico⁶.

Le immissioni di benzene, toluene e xilene mostrano andamenti annuali differenti. Per lo xilene e soprattutto il benzene le concentrazioni medie durante i periodi invernali sono maggiori di quelle registrate durante i mesi estivi quando la dispersione atmosferica è maggiore. Questo andamento è tipico degli inquinanti primari come il monossido di carbonio. Nella figura 22 si osserva difatti un parallelismo tra le immissioni di benzene e quelle di monossido di carbonio, che è emesso principalmente dal traffico motorizzato. Se si considera inoltre che durante le campagne di misura "invernali" il rapporto tra le concentrazioni di toluene e benzene è di poco superiore al valore di 2.4 caratteristico dei gas di scarico dei motori a benzina, si può concludere che nella regione di Chiasso il traffico veicolare è un'importante fonte d'emissione di questi composti organici volatili.

Durante i periodi estivi il rapporto tra le concentrazioni di toluene e benzene è notevolmente superiore al valore di 2.4 riscontrato nei gas di scarico dei motori a benzina. Per il toluene si osserva in particolare che le immissioni durante i periodi freddi sono meno importanti che nei mesi estivi. Questo conferma che il toluene proviene soprattutto dall'evaporazione di solventi, utilizzati in particolar modo dalle attività industriali e artigianali.

⁶ Krebsrisiko durch Luftverunreinigungen; Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI); editore: Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen; 1992

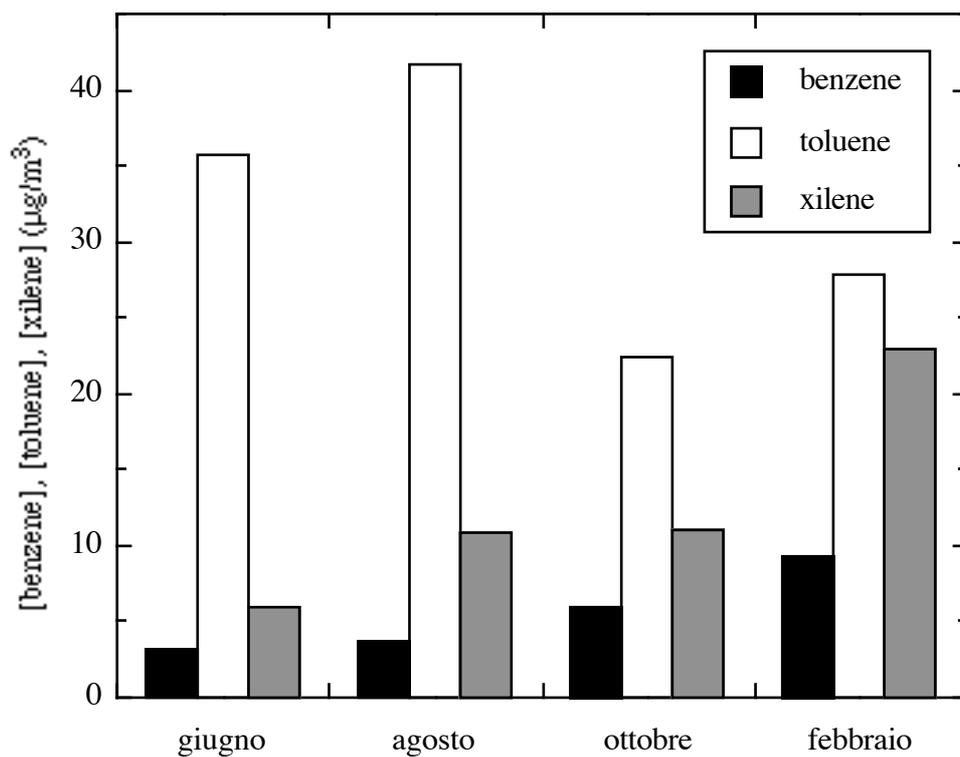


Figura 21: Immissioni di benzene, toluene e xilene rilevate presso la stazione d'analisi di Chiasso dal giugno 1993 al febbraio 1994.

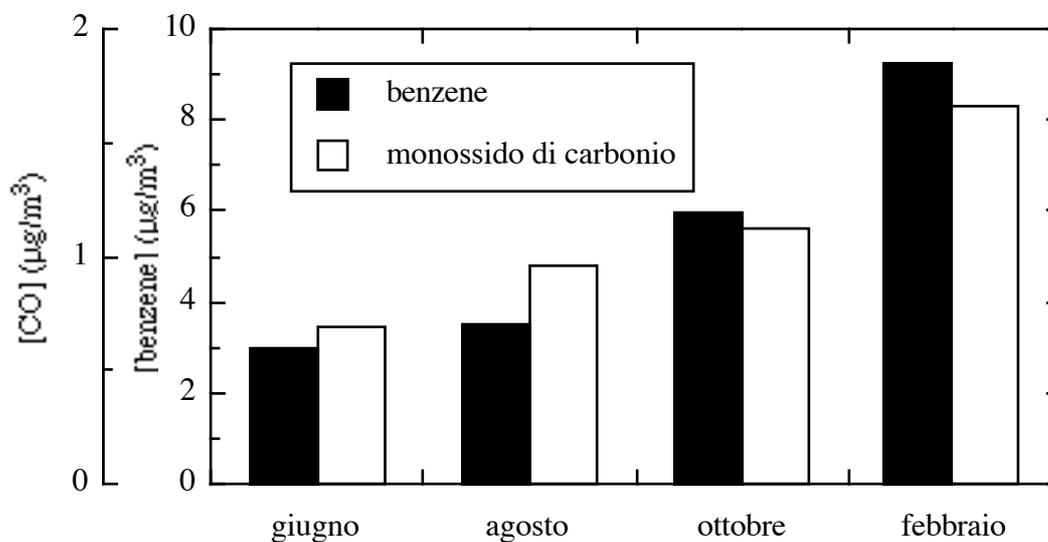


Figura 22: Immissioni di benzene e di monossido di carbonio rilevate presso la stazione d'analisi di Chiasso dal giugno 1993 al febbraio 1994.

Malgrado le misure qui presentate siano limitate nel tempo, i prelievi sono stati eseguiti in modo da avere dati rappresentativi delle concentrazioni tipiche di ogni stagione. Dai risultati si stima una media annua di benzene pari a $5.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Misurazioni effettuate in altri cantoni confermano che simili immissioni sono presenti in molti luoghi caratterizzati dalla presenza di forte traffico. In Germania viene proposto un valore limite per le immissioni di benzene pari $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Esso è stato concepito in modo da ridurre la differenza di rischio di cancro dovuto all'inquinamento atmosferico che si osserva tra centri urbani e campagna. Ci si potrebbe interrogare sul significato di un valore limite per le immissioni di una sostanza cancerogena. Difatti non esiste una soglia di concentrazione al di sotto della quale una simile sostanza può essere giudicata inoffensiva.

Smog estivo

A partire dagli anni '50 le concentrazioni di ozono a basse quote (ozono troposferico) sono aumentate con un tasso medio dell'1-2% all'anno. Questa crescita ha portato a delle immissioni medie annue di questo gas inquinante che oggi sono circa due volte più elevate rispetto a quelle registrate un secolo fa.

L'ozono è prodotto attraverso reazioni fotochimiche in presenza di inquinanti primari: ossidi di azoto e composti organici volatili. Sulla base delle attuali conoscenze, si stima che per riportare le immissioni di ozono nei limiti previsti dall'Ordinanza federale contro l'inquinamento atmosferico (OIA), occorre ridurre del 70-80% le emissioni di ossidi di azoto e di composti organici volatili, prendendo come riferimento la situazione nel 1990.

Le concentrazioni più elevate di questa sostanza si osservano regolarmente durante i periodi estivi. Esse risultano tuttavia modulate dalle condizioni meteorologiche. Così, se durante le estati 1992 e 1993 le immissioni di ozono erano risultate - a causa delle sfavorevoli condizioni - relativamente contenute, l'estate scorsa (1994) ha riproposto questa problematica in tutta la sua attualità (v. § 4.3).

In questo allegato sono dapprima presentati i risultati più recenti concernenti gli effetti dell'ozono sulla salute e sulla vegetazione. Inseguito sono discusse le evoluzioni giornaliere delle immissioni di ozono. In particolare sono analizzati l'influsso della quota e gli effetti della chiusura del tunnel del S. Gottardo dal 5 al 7 luglio. Infine sono ricordati quali provvedimenti possono essere attuati a breve termine per perlomeno mitigare il problema dello smog estivo.

Effetti dell'inquinamento da ozono sulla salute e sulla vegetazione

Effetti sulla salute

Lo studio SAPALDIA (Swiss Study on Air Pollution and Lung Diseases in Adults) condotto in Svizzera a livello nazionale su più di 2500 persone, ha fornito nuovi dati significativi sugli effetti dell'inquinamento atmosferico sulla salute. In particolare esso ha dimostrato che anche un inquinamento moderato ma continuo su di un lungo periodo di tempo può provocare dei disturbi alla salute. Lo studio ha infatti evidenziato che un inquinamento anche di poco superiore ai limiti fissati dalla legislazione svizzera comporta una frequenza più elevata di malattie e disturbi respiratori (riduzione della capacità polmonare) e di allergie. Questi influssi negativi sulla salute sono stati riscontrati sia per l'ozono che per le altre sostanze inquinanti in particolare il diossido d'azoto e le polveri fini. Nelle zone maggiormente esposte all'inquinamento atmosferico questi effetti negativi sono stati osservati anche tra gli individui adulti sani.

Gli effetti dell'ozono sulla capacità polmonare di bambini in età scolastica sono stati oggetto di uno studio del fondo nazionale di ricerca. Questo studio, i cui risultati sono stati recentemente pubblicati nella rivista specialistica "Pediatric pulmonology"⁷, è stato condotto in Ticino dal maggio al settembre del 1989. Durante ognuno di questi mesi 128 bambini (di età compresa tra i 9 e gli 11 anni), dei quali 60 a Chiasso e 68 a Aurigeno, sono stati sottoposti un test fisico all'aperto. Aurigeno, tipica località di campagna, non risente di emissioni locali, mentre Chiasso è esposta a forti emissioni locali dovute all'elevato traffico motorizzato.

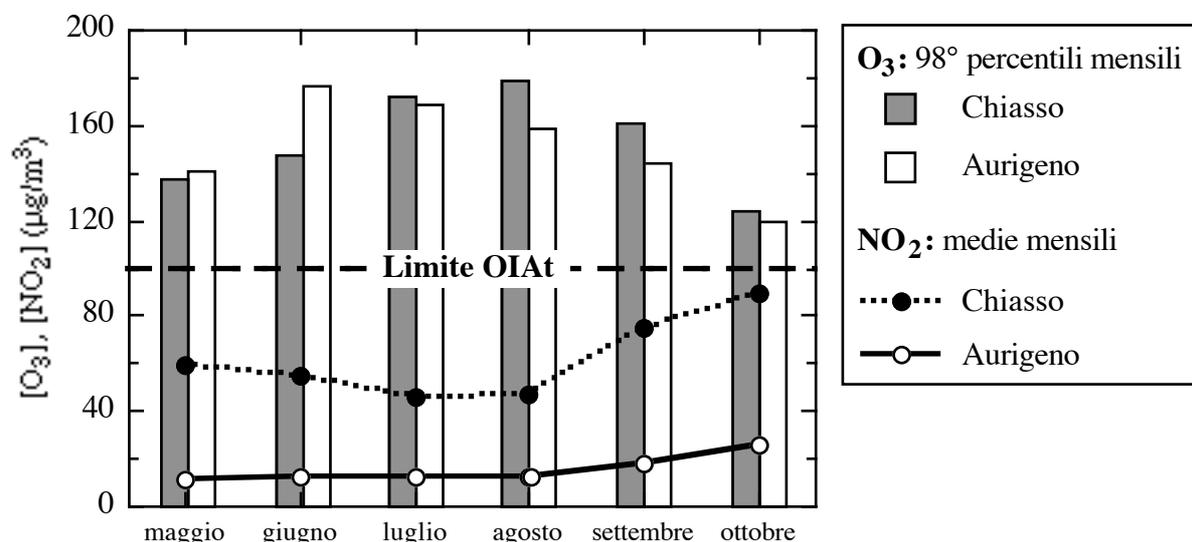


Figura A5: Immissioni di ozono (98° percentile mensili) e di diossido d'azoto (medie mensili) a Chiasso e Aurigeno. La linea tratteggiata orizzontale indica il limite OIAt per il 98° percentile dei valori mensili di ozono.

La differenza tra Chiasso e a Aurigeno si rispecchia nelle immissioni di diossido d'azoto, che come si osserva nella figura A5 a Chiasso sono notevolmente più elevate. Le immissioni di ozono nelle due località sono invece molto simili. Nonostante che nel corso dello studio le immissioni di ozono siano state piuttosto basse, le prove effettuate dai ragazzi e dalle ragazze mostrano una correlazione tra i cambiamenti della capacità polmonare dopo il test fisico e le concentrazioni di ozono. Lo studio indica inoltre che tendenzialmente i bambini di un centro urbano con elevato inquinamento atmosferico sono maggiormente suscettibili agli effetti dell'ozono che non quelli di una località di campagna, dove l'inquinamento atmosferico in genere è più ridotto.

7

C. Braun-Fahrlander, N. Künzli, G. Domenighetti, C.F. Carell e U. Ackermann-Lieblich; "Acute effect of ambient ozone on respiratory function of swiss schoolchildren after a 10-minute heavy exercise"; *Pediatric Pulmonology* **17** 169-177 (1994).

Effetti sulla vegetazione

Immissioni elevate di ozono negli strati d'aria vicini al suolo hanno un'influenza nociva anche sulla vegetazione. Recentemente, si sono determinati i **livelli critici per l'ozono** tenendo conto anche degli effetti a lungo termine, livelli che corrispondono alla concentrazione con la quale si manifestano effetti negativi sulla vegetazione⁸. I livelli critici si riferiscono esclusivamente ai raccolti agricoli e ai boschi. In entrambi i casi essi vengono espressi come un'esposizione accumulata⁹ sopra la soglia di 40 ppb, esposizione indicata con la sigla AOT40.

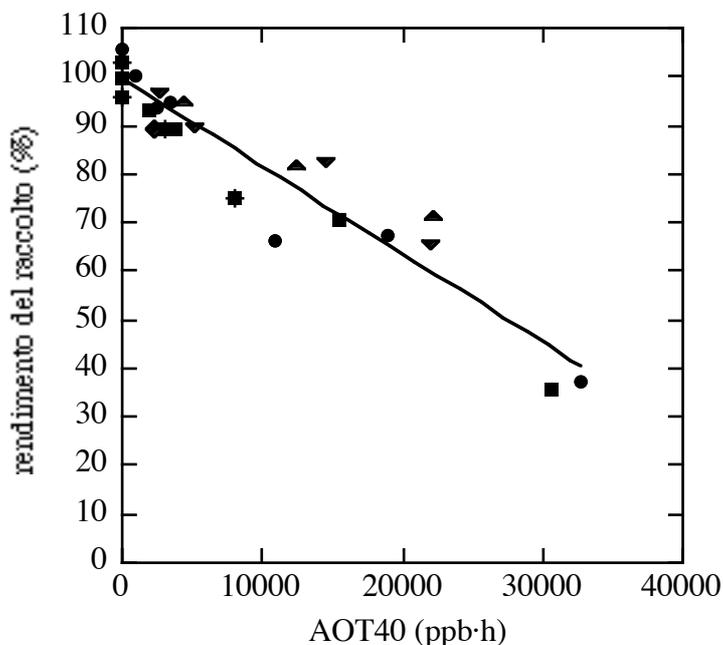


Figura A6: Relazione tra il rendimento del raccolto di frumento e l'AOT40. Simboli diversi si riferiscono a diversi esperimenti.

La figura A6 mostra che esiste una proporzionalità diretta tra le esposizioni accumulate di ozono sopra i 40 ppb (AOT40) e il rendimento dei raccolti di frumento. Per i raccolti agricoli viene proposto un livello critico di ozono corrispondente a una perdita di raccolto del 10%, cioè **AOT40 = 5300 ppb·h**.

Per i boschi la situazione appare più complessa. Provvisoriamente è stato proposto come livello critico un **AOT40 pari a 10000 ppb·h** calcolato sulla base di 24 ore per l'intero periodo vegetativo di 6 mesi.

Per poter paragonare la situazione in Ticino con i livelli critici recentemente definiti, l'esposizione accumulata sopra i 40 ppb è stata calcolata per le ore di sole del periodo giugno-agosto (1994). Dai risultati ottenuti per alcuni luoghi del Cantone (v. figura A7) si deduce che il livello critico corrispondente a una riduzione del 10% dei raccolti è superato ovunque, sia in pianura che in quota.

⁸ Critical levels for ozone; ed. J. Fuhrer e B. Ackermann; Schriftenreihe der FAC Liebefeld; vol. 6 (1994)

⁹ ppb = parti per miliardo; 40 ppb di ozono corrispondono circa a 80 µg/m³.

È importante rilevare che a dipendenza dell'importanza del superamento dei livelli critici si possono attendere effetti più o meno importanti sulla crescita delle piante, così come cambiamenti di qualità, rispettivamente della resistenza ai parassiti, alla siccità e al gelo.

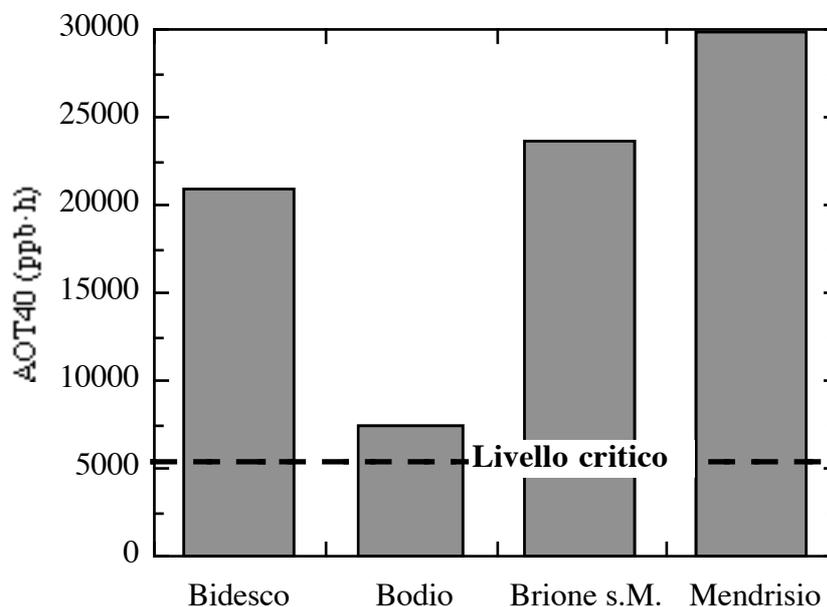


Figura A7: Esposizione accumulata sopra i 40 ppb calcolata per le ore di sole del periodo giugno-agosto (1994) in diverse località del Ticino. La linea tratteggiata orizzontale indica il livello critico corrispondente a una riduzione del 10% dei raccolti.

Analisi delle evoluzioni giornaliere delle immissioni di ozono

L'ozono è un tipico inquinante secondario; esso non viene emesso da una particolare sorgente, bensì si forma nell'atmosfera a seguito di complesse reazioni chimiche dovute alla presenza di ossidi d'azoto (NO_x) e di composti organici volatili (VOC). Mentre gli ossidi d'azoto si formano quasi esclusivamente in seguito a processi di combustione¹⁰, i composti organici volatili sono prodotti sia durante processi di combustione, in particolare nei motori, che da una serie di attività, dove vengono impiegati solventi, vernici o lacche e durante le operazioni di travaso dei carburanti.

¹⁰ In Ticino le emissioni dovute al traffico motorizzato costituiscono circa il 90% delle emissioni totali di NO_x . Il rimanente 10% proviene dagli impianti di combustione domestici e industriali.

L'evoluzione giornaliera delle immissioni di ozono dipende, oltre che dalle emissioni locali dei suoi precursori, anche dalla meteorologia e dalla quota. Per evidenziare e discutere i tratti tipici relativi alla formazione dell'ozono è stata presa in considerazione la regione di Locarno, dove sono in funzione tre stazioni d'analisi a quote diverse: Locarno (200 m s.l.m.), Brione s.M. (480 m s.l.m.) e Cimetta (1650 m s.l.m.). Come periodo per le analisi è stato scelto il mese di luglio, sicuramente il più critico, assieme a agosto, per le immissioni di ozono.

La figura 1(a) mostra il giorno feriale tipo (media dei valori misurati giornalmente) delle immissioni di O₃, NO e NO₂ rilevate dalle stazioni d'analisi di Locarno dal 5 al 31 luglio (1994)¹¹. La figura 1(b) mostra invece per lo stesso periodo per Locarno, Brione s.M. e Cimetta il giorno feriale tipo delle immissioni di ozono. L'ora utilizzata in questi grafici è quella *solare e non quella estiva*.

Nella figura 1(a) si osserva che le immissioni di monossido d'azoto (NO), inquinante emesso principalmente dal traffico¹² veicolare, presentano una punta mattutina. Essa raggiunge un massimo verso le 7.00 (ora solare), dopodiché diminuisce pressoché regolarmente grazie alla maggiore dispersione atmosferica e alle reazioni chimiche. Quest'ultime trasformano il monossido d'azoto in diossido d'azoto (NO₂), le cui immissioni mostrano due massimi, uno al mattino in concomitanza con la punta del monossido d'azoto e uno in serata verso le 17.00 (ora solare). La diminuzione del traffico motorizzato durante la pausa di mezzogiorno (tra le 11.30 e le 12 ora estiva) coincide con una sensibile riduzione delle immissioni di NO₂.

La concentrazione di ozono durante le prime ore del mattino, quando l'atmosfera è particolarmente stabile, diminuisce pressoché regolarmente, fino a raggiungere un valore minimo tra le 6.00 e le 7.30 (ora solare). Ciò è riconducibile alla reazione chimica del monossido d'azoto con l'ozono presente nell'atmosfera ancora dal giorno precedente. Questa reazione distrugge l'ozono ma crea del diossido d'azoto. Nella figura 1(a) si osserva difatti come la diminuzione della concentrazione di ozono sia compensata da un aumento pressoché equivalente di quella di diossido d'azoto. Evidentemente ciò non rappresenta una riduzione reale dello smog estivo in quanto il diossido d'azoto è un precursore dell'ozono.

Nella figura 1(b) si constata che al mattino le concentrazioni di ozono subiscono una lieve riduzione anche a Brione s. Minusio. Tuttavia, rispetto a Locarno, questo avviene più tardi quando le correnti d'aria lungo i pendii rimescolano l'aria del fondovalle (che al mattino contiene poco ozono) con quella dei livelli superiori dell'atmosfera. È difatti interessante osservare che quando a Brione s. Minusio la concentrazione di ozono diminuisce, a Locarno la stessa aumenta.

¹¹ Si è rinunciato ai primi giorni del mese perchè la stazione di Cimetta non era in funzione.

¹² Il 95% delle emissioni di ossidi d'azoto avvengono sotto forma di NO.

All'ulteriore crescere dell'irraggiamento solare, la concentrazione di ozono aumenta rapidamente. Questo comportamento è dovuto sia al maggiore rimescolamento atmosferico che alla fotodissociazione del diossido d'azoto, meccanismo alla base della formazione dell'ozono, che aumenta di velocità al crescere dell'intensità dell'irraggiamento solare. Durante il pomeriggio l'ozono continua a formarsi e la sua concentrazione aumenta fino a raggiungere il valore massimo di regola verso le 16 (ora solare). All'imbrunire la formazione dell'ozono si arresta e in analogia alle prime ore del mattino il monossido d'azoto emesso dal traffico reagisce con l'ozono trasformandosi in diossido d'azoto.

Questo andamento giornaliero tipico della formazione dell'ozono può essere osservato in modo più o meno accentuato durante ogni giornata da maggio a settembre.

In quota le immissioni di ozono rimangono elevate anche durante la notte. A *Cimetta*, dove *mediamente* il limite orario è superato sull'arco di quasi tutta la giornata. Questo evidenzia come il problema dell'ozono interessi uno strato d'aria con uno spessore di almeno 1500m. Per riportare le immissioni di ozono nei limiti previsti dall'OIAAt occorre ridurre le emissioni dei precursori dell'ozono in modo massiccio su una vasta regione.

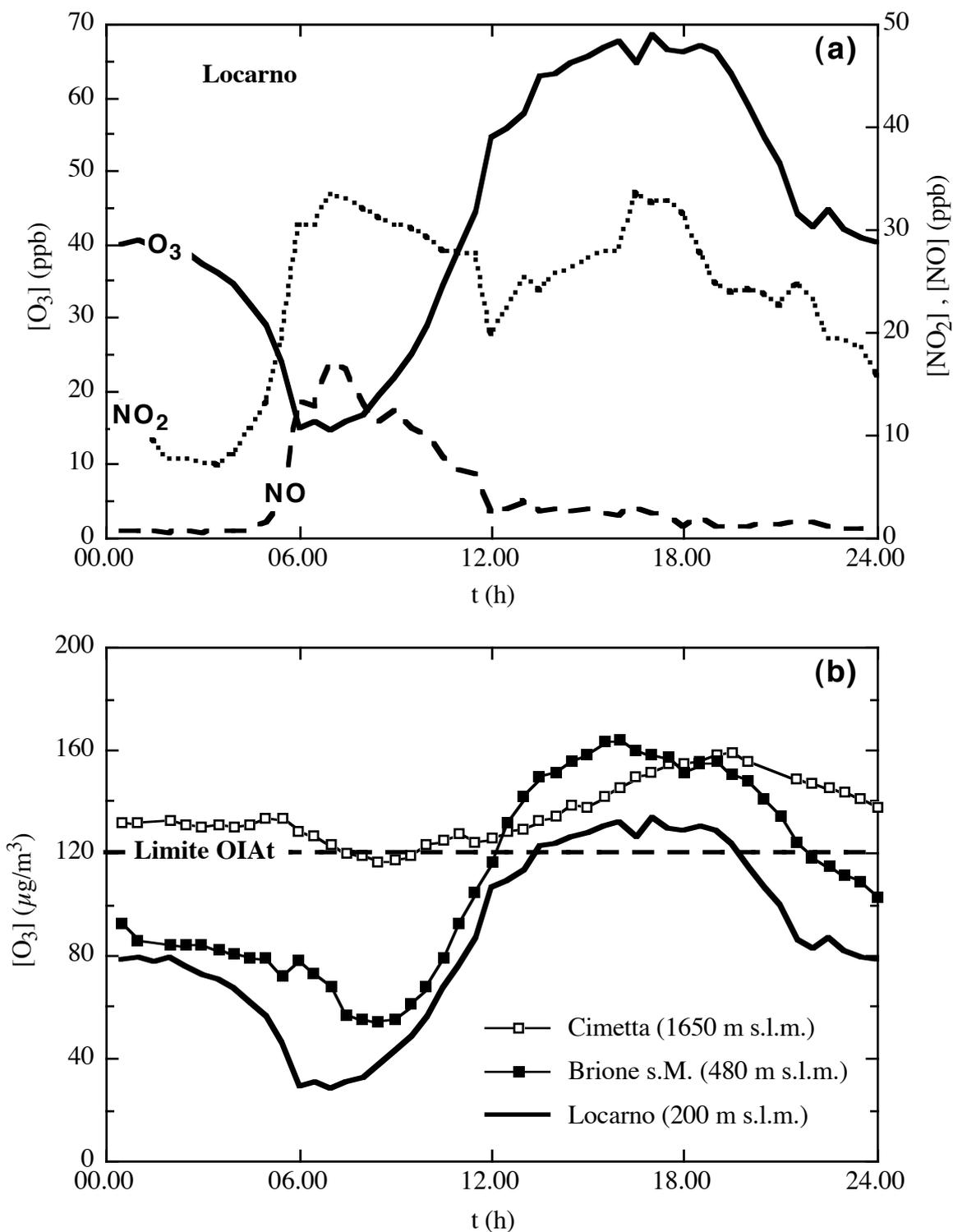


Figura A1: (a) Giorno feriale tipo per O_3 , NO e NO_2 relativo al mese di luglio¹³ per la stazione di riferimento di Locarno. Tutti i dati sono espressi in ppb, la scala di sinistra si riferisce all'ozono mentre quella di destra al monossido e al diossido d'azoto.

(b) Immissioni di ozono a diverse quote: giorno feriale tipo per il mese di luglio¹⁰.

¹³ Il giorno feriale tipo è stato valutato per il periodo dal 5 al 31 luglio (1994).

Analisi delle immissioni durante la chiusura del tunnel del S. Gottardo

Dal 5 luglio alle 7.30 circa fino al 7 luglio alle 12 circa la galleria del S. Gottardo è stata chiusa al traffico a causa di lavori di riparazione dovuti a un incidente. Questo ha permesso alcune verifiche importanti dell'effetto del traffico della N2 sulla qualità dell'aria in Leventina.

I risultati delle analisi effettuate con la stazione di Bodio sono illustrati nella figura A2 che rappresenta l'andamento durante le 24 ore delle concentrazioni di NO (grafico superiore) e di NO₂ (grafico inferiore). La curva piena vale per il 6 luglio (senza traffico di transito sull'autostrada) mentre la curva punteggiata è la media di 8 giornate, scelte tra il primo e il 15 luglio¹⁴, quando le condizioni meteorologiche erano simili a quelle del 6 luglio.

Il 6 luglio le immissioni di NO sono state, sia per durata sia per intensità, nettamente inferiori rispetto alla media degli altri giorni con la galleria del S. Gottardo aperta. La punta massima delle immissioni di NO è circa 8 volte più piccola della regola. Con aperta la galleria del S. Gottardo, le immissioni di monossido d'azoto rimangono più elevate anche nella tarda mattinata quando la dispersione atmosferica è più elevata. Durante il 6 luglio anche le immissioni di NO₂ sono state nettamente inferiori rispetto alla media. Così il 6 luglio la concentrazione media giornaliera di NO₂ è risultata di 25 µg/m³ anziché 41 µg/m³.

Nella figura A3 sono rappresentate le concentrazioni medie giornaliere di NO₂, registrate durante diversi venerdì e mercoledì dei mesi di giugno e luglio. Si osserva che i valori del 5 e 6 luglio (galleria del S. Gottardo chiusa) sono sensibilmente inferiori (da 6 a 14 µg/m³) rispetto ai valori misurati con il traffico normale. Il fatto che le immissioni di NO₂ non siano scese maggiormente è riconducibile al traffico locale e al carico inquinante di fondo. Immediatamente dopo la riapertura della galleria i valori di NO₂ sono aumentati velocemente al loro livello abituale.

Effetti simili a quelli descritti per il diossido d'azoto si sono evidentemente verificati anche per altre sostanze emesse dal traffico veicolare, come ad esempio i composti organici volatili, le polveri e il monossido di carbonio.

¹⁴ Il giorno feriale tipo è stato calcolato mediando le immissioni rilevate durante i giorni 1, 4, 8, 11, 12, 13, 14 e 15 luglio.

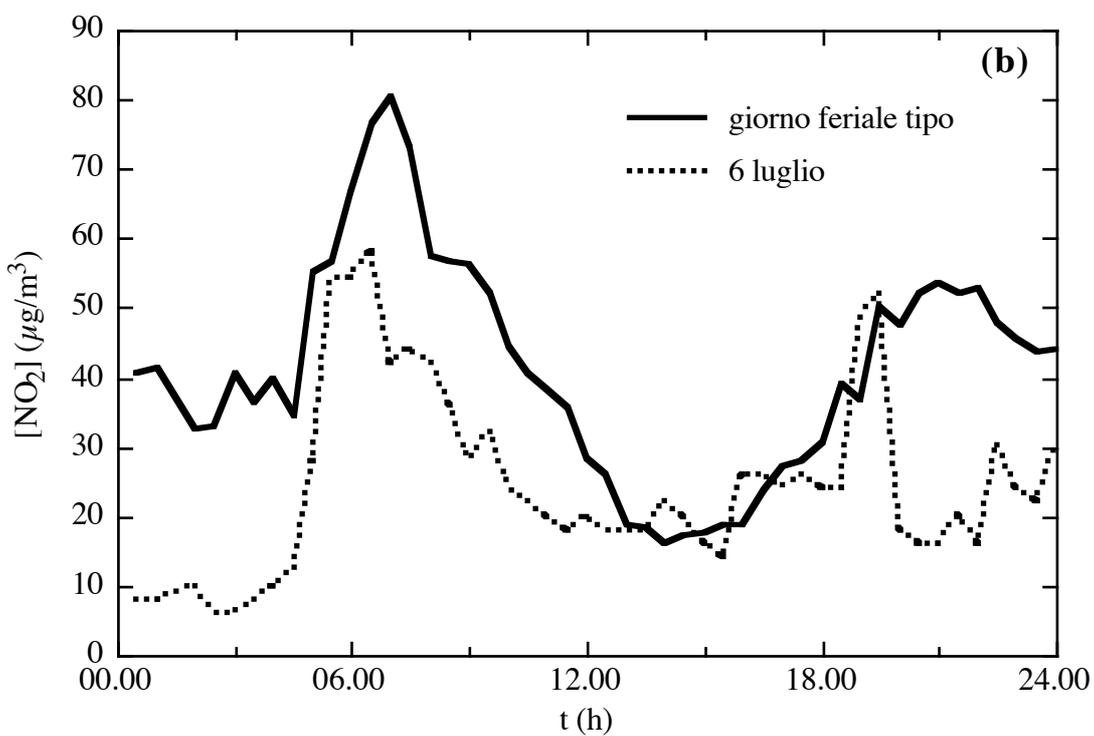
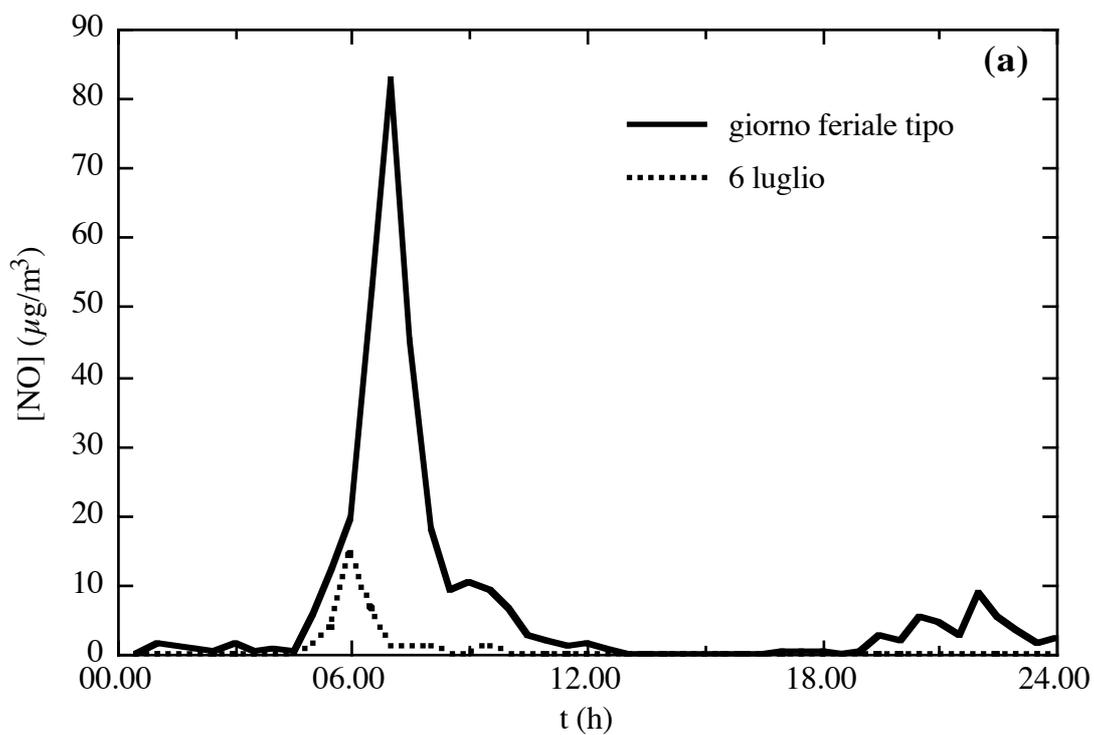


Figura A2: (a) Immissioni di monossido d'azoto: confronto tra il giorno feriale tipo delle prime due settimane di luglio e il 6 luglio con la galleria del S. Gottardo chiusa.

(b) Immissioni di diossido d'azoto: confronto tra il giorno feriale tipo delle prime due settimane di luglio e il 6 luglio con la galleria del S. Gottardo chiusa.

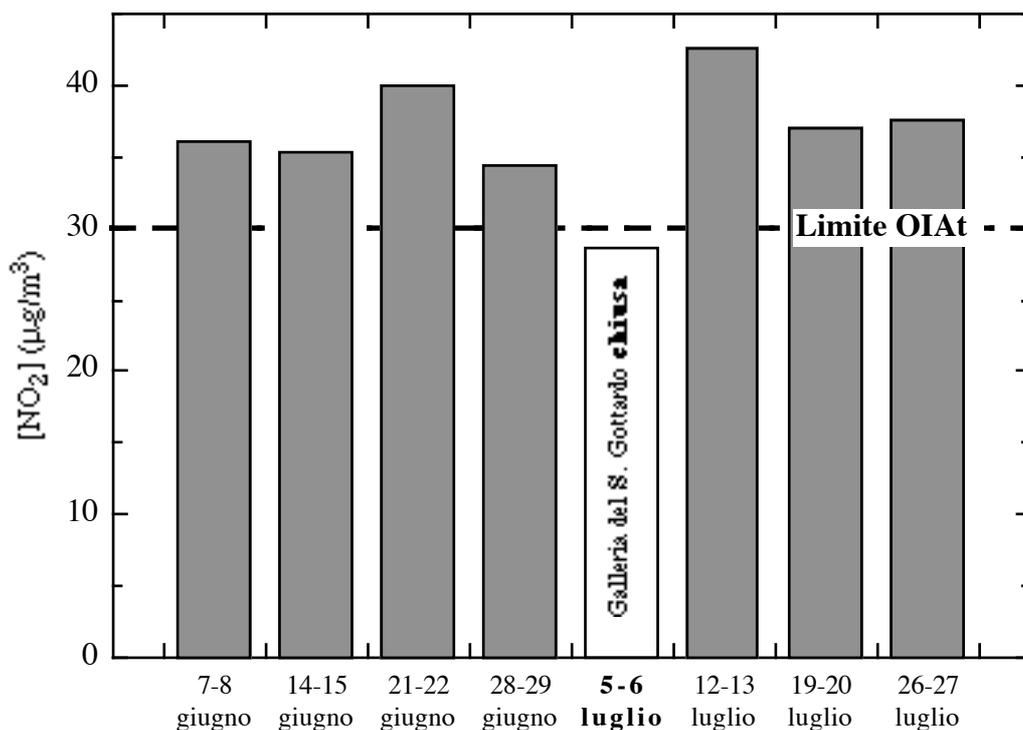


Figura A3: Immissioni di diossido d'azoto registrate durante il martedì e il mercoledì di alcune settimane di giugno e luglio. Le concentrazioni minori si sono registrate durante martedì 5 e mercoledì 6 luglio. La linea tratteggiata orizzontale indica il limite OIAt per la concentrazione media annua.

La chiusura al traffico del tunnel del S. Gottardo ha permesso di effettuare alcune osservazioni anche sui processi di formazione e distruzione dell'ozono.

Nei grafici della figura A4 sono rappresentate le concentrazioni di ozono durante il 6 luglio (curva punteggiata) rispettivamente la media dei valori misurati durante alcuni giorni precedenti e seguenti (curva piena, vedi nota 11) a Bodio (grafico in alto) rispettivamente a Bidesco (grafico in basso).

Sulle figure si osserva che l'andamento delle concentrazioni di ozono a Bidesco, località situata molto più in alto rispetto all'autostrada, è poco influenzato dalla massiccia riduzione del traffico autostradale durante la giornata del 6 luglio. A Bodio invece, in assenza di traffico, le concentrazioni di ozono sono state più basse durante il giorno e più alte durante la notte. Questo comportamento si spiega tenendo presente che il monossido d'azoto, emesso in modo massiccio dai veicoli che viaggiano ad alta velocità, favorisce la formazione di ozono quando c'è l'irraggiamento solare e distrugge invece l'ozono durante la notte. La differenza tra Bodio e Bidesco è un'ulteriore prova che le sostanze inquinanti emesse nell'atmosfera si concentrano soprattutto nelle immediate vicinanze della sorgente.

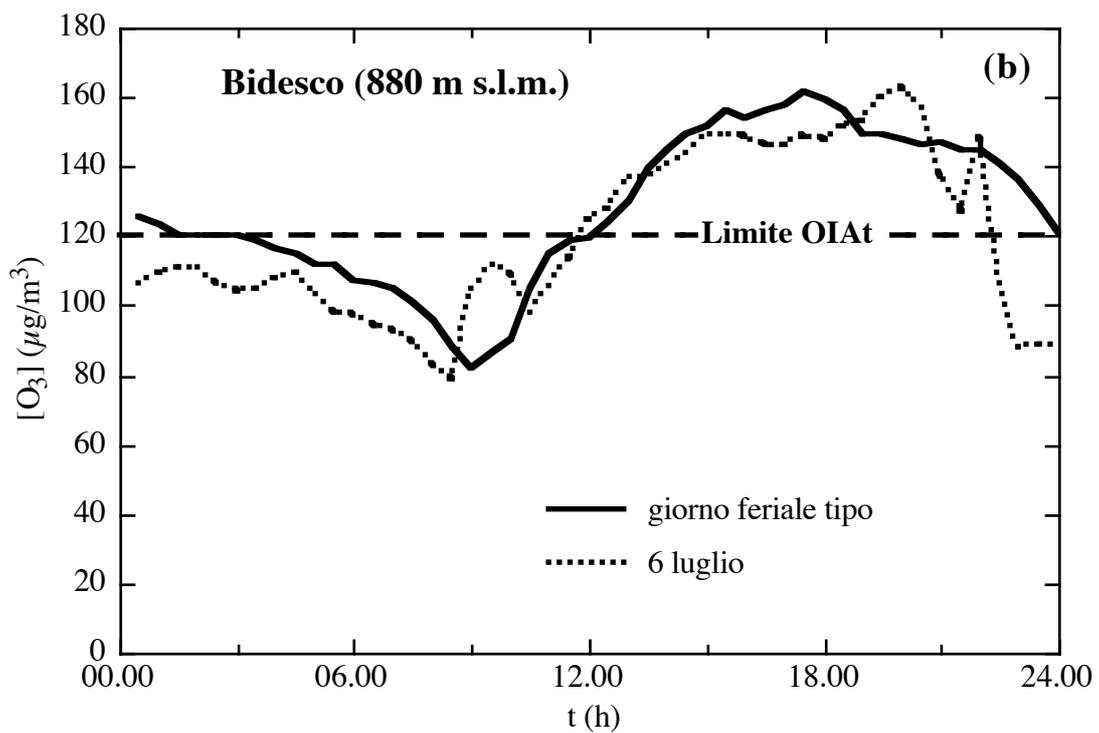
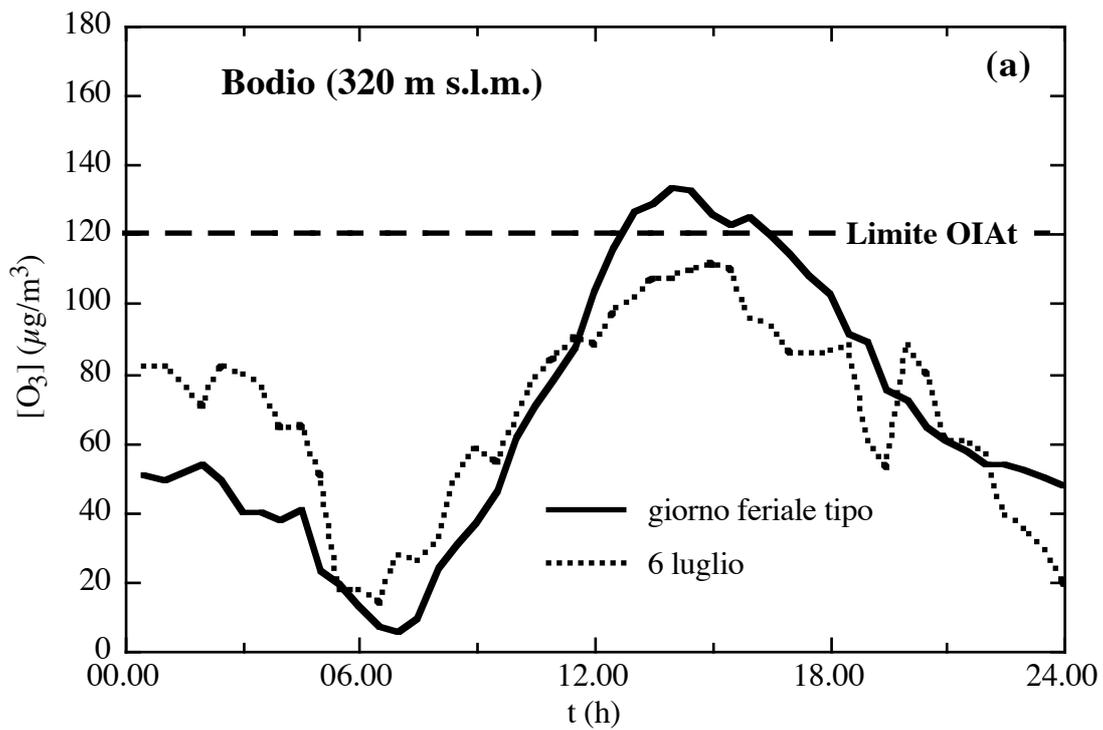


Figura A4: (a) Immissioni di ozono a Bodio: confronto tra il giorno feriale tipo delle prime due settimane di luglio e il 6 luglio con la galleria del S. Gottardo chiusa.

(b) Immissioni di ozono a Bodio: confronto tra il giorno feriale tipo delle prime due settimane di luglio e il 6 luglio con la galleria del S. Gottardo chiusa.

Provvedimenti contro lo smog estivo

Ogni anno, al ritorno dei periodi con elevate concentrazioni di ozono, si ripropongono le inquietudini circa gli effetti pericolosi dell'ozono sulla salute e le richieste riguardanti le possibilità di evitarne la formazione per ridurre il rischio di danni. Tali preoccupazioni sono giustificate e diventano allarmanti quando si riflette su quanto esposto nel capitolo precedente.

L'attuazione delle strategie e dei provvedimenti necessari per ridurre le concentrazioni di ozono adottati dal Consiglio di Stato è in corso, ma la riduzione delle immissioni di ozono al disotto dei limiti dell'OIA richiede inevitabilmente tempi lunghi. Sarebbe però sbagliato assumere questo dato di fatto a giustificazione per il rinvio di provvedimenti già oggi possibili oppure cadere nella rassegnazione di fronte a una minaccia ritenuta ineluttabile.

I rischi per la salute possono infatti essere almeno limitati. A questo scopo serve anche ogni singolo provvedimento in grado di ridurre anche solo localmente le emissioni di sostanze inquinanti. Gli effetti nocivi dell'inquinamento sono infatti rinforzati se più sostanze tossiche sono presenti contemporaneamente nell'aria. È proprio la caratteristica dello smog estivo di comprendere una moltitudine di sostanze chimiche pericolose. Lo studio Sapaldia e lo studio sui bambini condotto a Aurigeno e a Chiasso, menzionati nel capitolo precedente, evidenziano come la presenza di più inquinanti atmosferici possa amplificare l'effetto dell'ozono.

Ogni provvedimento che riduce le emissioni di sostanze inquinanti, anche se insufficiente per modificare le concentrazioni di ozono, può ridurre la pericolosità. Alcuni inquinanti primari sono inoltre molto tossici, indipendentemente dalla presenza di ozono (benzene, PAH, ecc.). La loro rimozione dall'atmosfera costituisce comunque un apporto concreto per i rischi per le persone.

Tra le possibilità più concrete per ridurre l'esposizione della popolazione alle sostanze nocive figurano la riduzione e la moderazione del traffico all'interno degli abitati, in particolare nei quartieri e nei luoghi più frequentati, come pure la creazione di percorsi per gli spostamenti non inquinanti (a piedi o in bicicletta) totalmente separati dalle vie di forte traffico. L'introduzione di servizi pubblici adeguati è un complemento utile e spesso necessario per togliere o perlomeno ridurre il traffico in una determinata zona, eventualmente anche per periodi limitati, senza creare disagi o inconvenienti.

Quanto appena detto rientra evidentemente anche nella strategia a medio e a lungo termine per ridurre l'inquinamento. Con questo capitolo si vuole sottolineare che anche singoli elementi di questa strategia possono dare un contributo non trascurabile nella protezione a breve termine della salute.

Un documento che illustra dettagliatamente molte soluzioni possibili è stato preparato dall'Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio e dall'Ufficio federale della pianificazione in collaborazione con il Canton Zurigo. Esso sarà distribuito non appena sarà disponibile il testo in italiano.

Recupero dei vapori di benzina

I vapori di benzina che si sprigionano presso i depositi di carburante e durante le relative operazioni di travaso costituiscono una fetta importante delle emissioni di composti organici volatili (VOC). Il quantitativo esatto emesso dalla catena di distribuzione della benzina dipende fortemente anche dalle vendite. Allo stato attuale dei lavori di risanamento, che è descritto in dettaglio nei paragrafi seguenti, i VOC emessi per evaporazione della benzina rappresentano il 10 - 20% delle emissioni totali.

Depositi di carburante

Le emissioni di composti organici volatili che si producono annualmente presso i grandi depositi di benzina sono illustrati per gli anni 1990, 1993 e 1994 nella tabella A1. La riduzione delle emissioni presso il piccolo deposito della Cifpetrol non è da ricondurre a un risanamento, bensì è dovuto al fatto che per il momento non viene più utilizzato.

Come si può direttamente dedurre dalla tabella dal 1990 al 1994 sono stati risanati tre grandi depositi, consentendo di risparmiare l'emissione di 378 t/a di VOC. I risanamenti di due di questi depositi, Esso e Aral-BP, sono stati ultimati durante lo scorso anno. Nella prima parte del 1995 sono stati terminati i lavori di risanamento presso la Benoil di Rancate. Mentre per la Agip l'ultimazione del risanamento è prevista per il luglio del 1995.

<i>Impianto</i>	<i>Emissioni (t/a)</i>		
	<i>1990</i>	<i>1993</i>	<i>1994</i>
Shell	225	2	2
Benoil	157	157	157
Agip	109	109	109
Esso	88	88	2
Aral-BP	70	70	1
City	11	11	11
Cifpetrol	3	3	0
totale	663	440	282

Tabella A1: Emissioni di VOC presso i grandi depositi di benzina.

I lavori di risanamento per il deposito della City Carburoil sono previsti per la prima metà del 1996.

Stazioni di distribuzione

Per poter organizzare in modo razionale gli interventi, tenendo conto dell'entità delle emissioni, all'inizio dei lavori di risanamento le 454 stazioni di servizio erano state suddivise in quattro gruppi in base alle vendite di carburante: nel gruppo 1 sono state raggruppate le stazioni con vendite superiori ai 2 milioni di litri/anno, nel gruppo 2 quelle con vendite tra 1 e 2 milioni di litri/anno, nel gruppo 3 quelle con vendite tra 0.5 e 1 milione di litri/anno e nel gruppo 4 le più piccole. Per ora gli ordini di risanamento per l'installazione dei sistemi di recupero dei vapori di benzina sono stati emanati soltanto per i distributori dei primi due gruppi. Lo stato dei lavori di risanamento (al termine del 1994) e le emissioni suddivise per anno e gruppo sono descritti nella tabella A2.

Il risanamento delle stazioni di benzina ha conosciuto degli importanti ritardi, dovuti in parte ai ricorsi che sono stati presentati al Tribunale Federale (TF) da parte degli interessati soprattutto contro i sistemi di recupero esistenti sul mercato e omologati dalle autorità federali. IL TF ha confermato che possono essere installati unicamente i sistemi omologati dalle autorità federali.

Finora sono stati effettuati i lavori presso 66 delle 90 stazioni di benzina del *primo gruppo*. In particolare occorre rilevare che durante tutto il 1994 si sono svolti i lavori presso i distributori Mobil a Coldrerio. I lavori per la parte Ovest di questa stazione sono stati terminati mentre per la parte Est sono tuttora in corso. Occorre tuttavia rilevare che soltanto le colonne già risanate della parte Est sono in funzione. Dei rimanenti 24 distributori in 13 casi devono essere installate soltanto le apposite pistole. Questi lavori, non ancora effettuati per problemi di fornitura dei pezzi, dovrebbero aver luogo entro breve termine.

Per quanto riguarda il *secondo gruppo* di stazioni i lavori di risanamento sono stati effettuati presso 34 delle 62 stazioni di benzina. Nonostante gli ordini di risanamento per il *terzo e il quarto gruppo* non siano ancora stati emanati, nell'ambito della procedura di domanda di costruzione è stato possibile risanare 18 stazioni del terzo gruppo e 22 stazioni del quarto.

Tipo di stazione	Emissioni (t/a)			da risanare	totale
	<i>1990</i>	<i>1993</i>	<i>1994</i>		
1° gruppo (*)	1060	541	215	24	90
2° gruppo (*)	255	199	80	28	62
3° gruppo	143	84	72	53	71
4° gruppo	85	84	92	206	231
totale	1453	908	459		454

Tabella A2: Emissioni di VOC presso le stazioni di distribuzione. (*): per questi distributori è già stato emanato un ordine di risanamento.

**Decreto sugli orari di apertura dei distributori:
effetti sulle immissioni**

Al fine di contenere i disagi e gli inconvenienti dovuti al traffico pendolare dei veicoli che soprattutto negli scorsi anni dalla Lombardia venivano in Ticino per rifornirsi di carburante, il Gran Consiglio aveva introdotto nel Sottoceneri la chiusura dei distributori di benzina alla sera a partire dalle 20:00 e alla domenica. Questa misura era stata messa in vigore dapprima a titolo sperimentale dal 1° dicembre 1990 al 31 maggio 1991 ed inseguito per due anni consecutivi a partire dal 1° marzo 1992.

Il confronto delle immissioni registrate con la **stazione d'analisi di Chiasso** durante i periodi d'applicazione di questo provvedimento (con decreto), con quelle rilevate durante periodi corrispondenti di altri anni senza decreto consentono di valutarne l'efficacia. A tale scopo sono state calcolate le concentrazioni di diversi inquinanti atmosferici di un giorno ferialo medio calcolato per il medesimo periodo invernale di sei anni consecutivi. I risultati per il monossido d'azoto (NO), il monossido di carbonio (CO) e l'anidride solforosa (SO₂) sono rappresentati graficamente nelle figure A5, A6 e A7. Le curve non continue (tratteggiate o punteggiate) si riferiscono ai periodi con il decreto in vigore.

Per interpretare correttamente questi grafici occorre tenere conto della meteorologia, dell'evoluzione tecnica (diffusione del catalizzatore) e del ciclo giornaliero delle emissioni. Un'analisi modellistica che tiene conto di questi fattori è stata effettuata nell'ambito di un lavoro di tesi svolto in collaborazione con la facoltà di fisica dell'Università statale di Milano. I risultati di questo lavoro concordano con le analisi più semplici presentate di seguito.

Per il **monossido d'azoto** (v. figura A5) si osserva che al mattino le curve relative ai sei periodi sono da un punto di vista qualitativo assai simili. Si osserva che la punta mattutina è diminuita pressoché regolarmente nel corso degli ultimi anni. Come discusso nel quarto capitolo, in relazione alle immissioni di diossido d'azoto, questo miglioramento potrebbe essere una conseguenza del diffondersi del catalizzatore e, nei gli ultimi anni, ai provvedimenti di moderazione del traffico nelle immediate vicinanze della stazioni d'analisi. L'andamento del giorno ferialo tipo per i diversi periodi si distingue invece, sia da un profilo qualitativo che quantitativo, nelle ore serali. Durante le ore serali per i periodi con decreto la riduzione delle punte risulta molto più marcata che al mattino.

Questa osservazione non può essere spiegata né con l'evoluzione tecnica né con la meteorologia, ma è da ricondurre alla diminuzione delle emissioni serali, cioè all'applicazione del decreto.

periodo invernale	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94	94/95
h_s/h_m	1.13	0.83	1.04	0.94	0.95	0.83

Tabella A3: Rapporto tra la punta serale e quella mattutina delle immissioni di monossido d'azoto (NO). In grassetto sono indicati i valori reattivi ai periodi senza decreto.

Per evidenziare l'effetto positivo del decreto è possibile calcolare il rapporto tra il massimo della sera (h_s) e il massimo del mattino (h_m) per i diversi periodi. I risultati di questi calcoli sono riportati nella tabella A3. Per i periodi con decreto durante le ore serali il miglioramento relativo medio risulta di ca. il 15%. Questo effetto positivo del decreto è particolarmente importante in quanto il monossido d'azoto è il precursore del diossido d'azoto per il quale, come descritto sopra, i limiti d'immissione previsti dall'OIAAt sono tuttora largamente superati.

Nella figura A5 si constata inoltre che in tarda serata un secondo picco più "allargato" è presente nei periodi senza decreto mentre è pressoché assente in quelli con decreto, ad eccezione dell'ultimo anno, dove l'apertura, inseguito alla modifica del decreto, dei distributori automatici di benzina senza piombo potrebbe avere provocato un aumento del traffico in questa fascia oraria.

Anche per il **monossido di carbonio** (v. figura A6) si osserva che la diminuzione della concentrazione durante le ore serali è molto più accentuata che durante il resto della giornata.

periodo invernale	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94	94/95
h_s/h_m	1.34	1.20	1.34	1.15	1.04	0.99

Tabella A4: Rapporto tra la punta serale e quella mattutina delle immissioni di monossido di carbonio (CO). In grassetto sono indicati i valori reattivi ai periodi senza decreto.

L'analisi numerica effettuata per il monossido d'azoto è stata applicata anche al monossido di carbonio. I risultati sono riportati nella tabella A4. Per i due periodi senza decreto il rapporto tra il massimo della sera (h_s) e il massimo del mattino (h_m) è di 1.34, mentre per quelli con decreto il rapporto si situa tra 0.99 e 1.2. Ciò corrisponde ad un miglioramento relativo medio di circa il 15% durante le ore serali.

Per l'**anidride solforosa** (figura 7) non si osserva alcuna riduzione delle concentrazioni serali rispetto al resto della giornata. Questa è un'ulteriore prova della correlazione tra la diminuzione delle punte serali di NO e CO e la riduzione del traffico. Difatti se la diminuzione osservata per NO e CO fosse dovuta alle mutate condizioni meteorologiche essa avrebbe dovuto manifestarsi anche per l'anidride solforosa, la quale in Ticino è emessa in larga misura dagli impianti di riscaldamento. Come discusso nel capitolo 4 per l'anidride solforosa risulta invece dominante un miglioramento generalizzato dovuto alla riduzione del tenore di zolfo nell'olio da riscaldamento e all'introduzione del gas naturale.

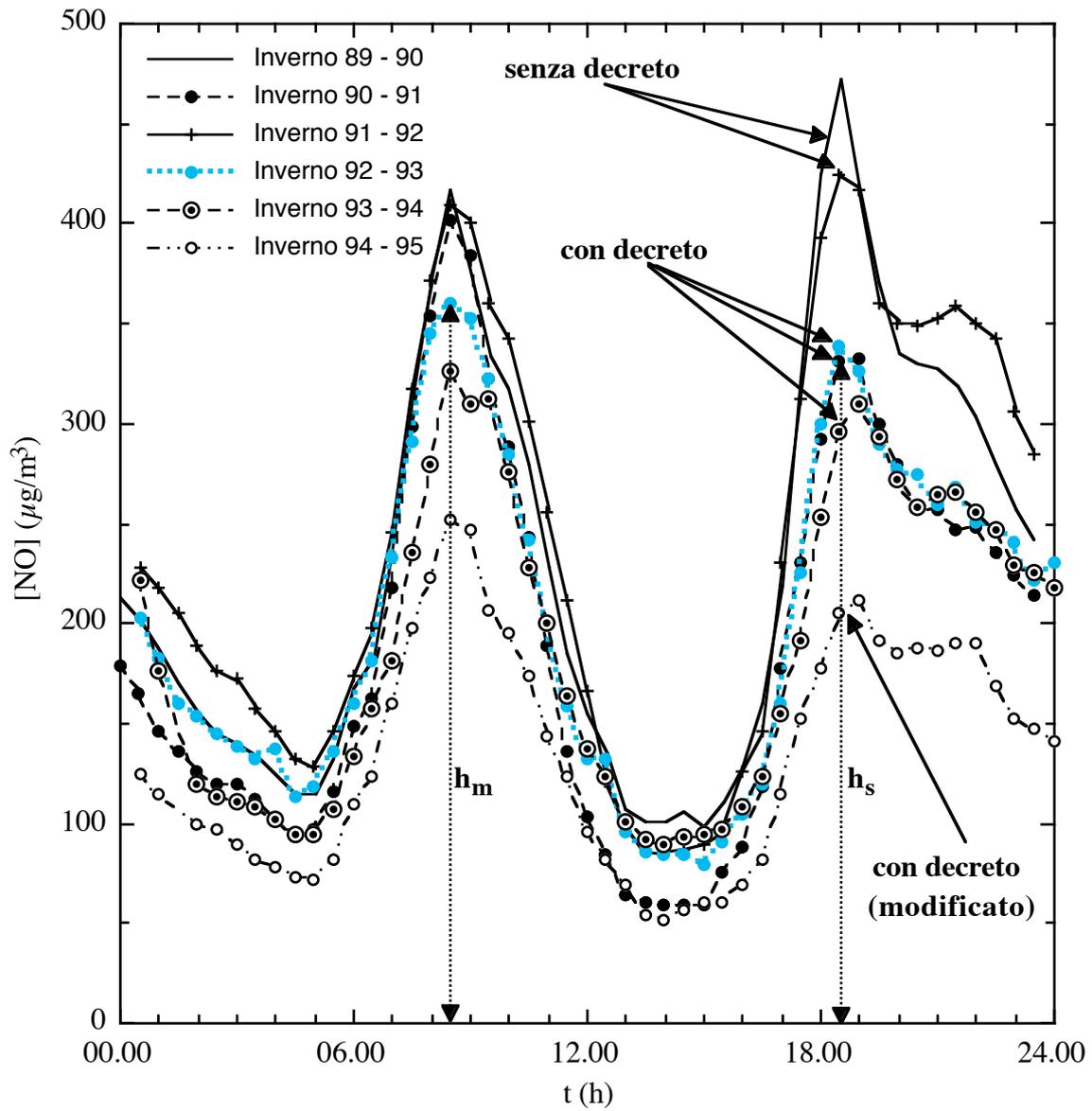


Figura A5: Immissioni di monossido d'azoto: giorni feriali tipo per sei periodi invernali.

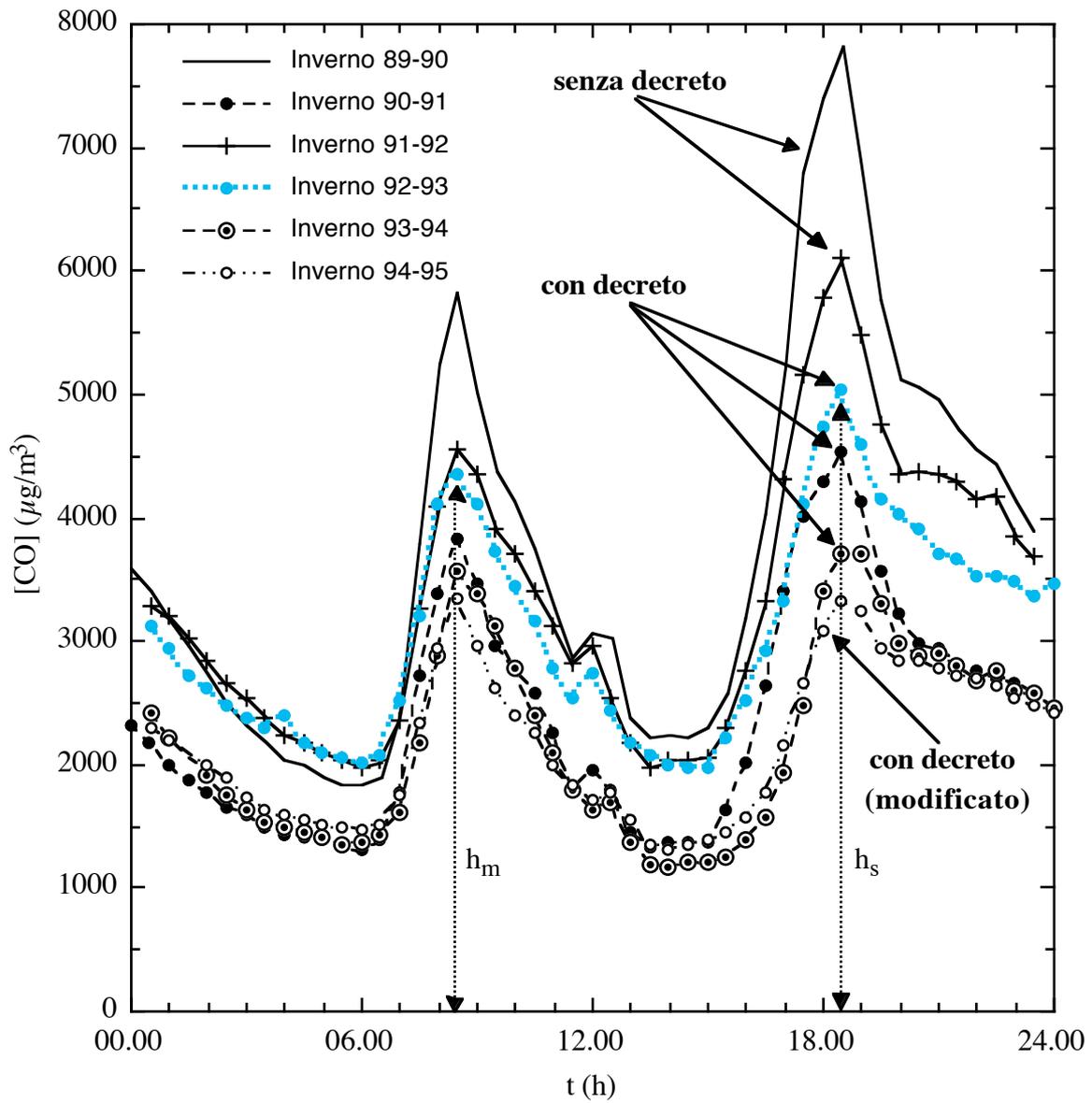


Figura A6: Immissioni di monossido di carbonio: giorni feriali tipo per sei periodi invernali.

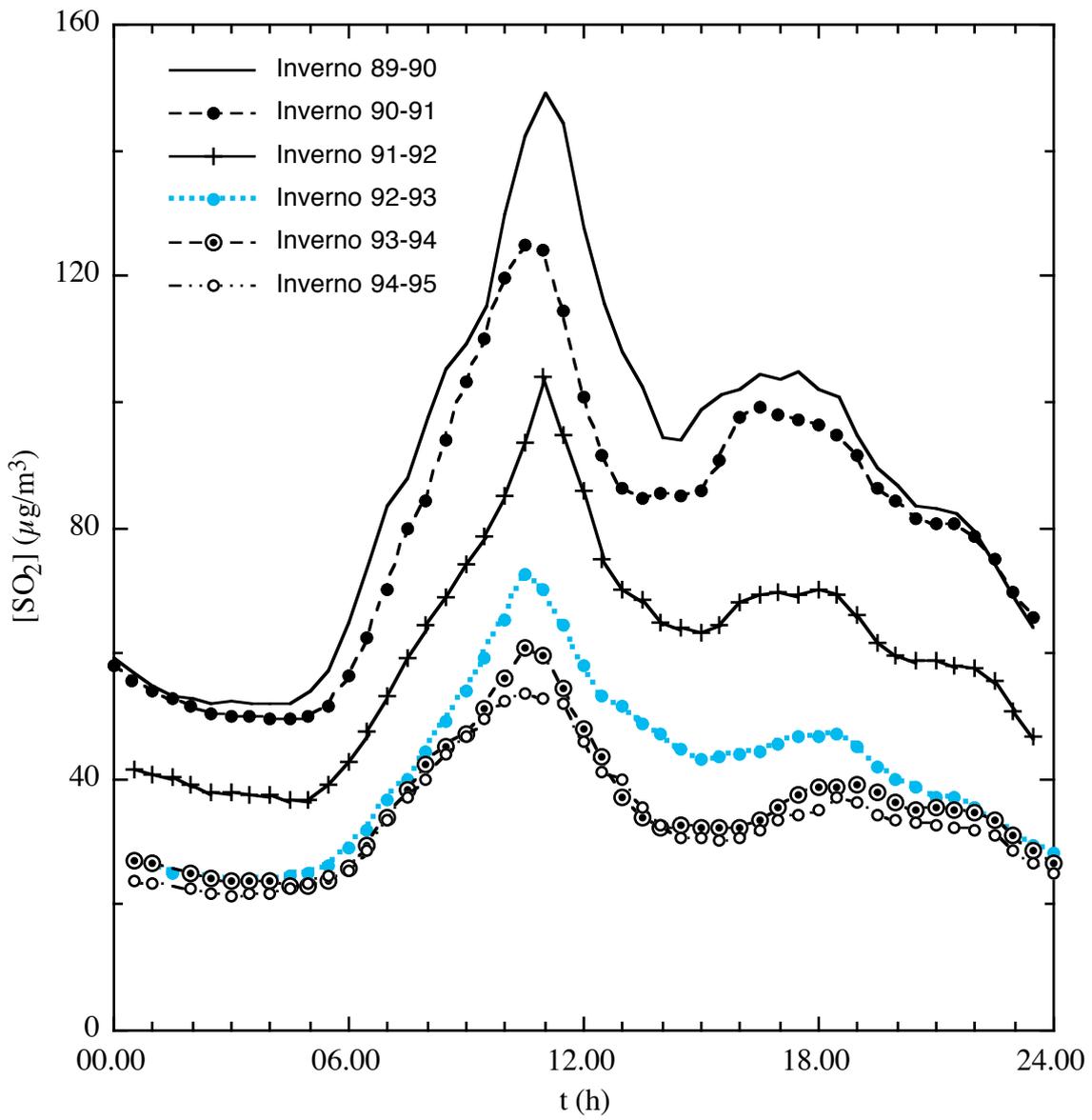


Figura A7: Immissioni di anidride solforosa: giorni feriali tipo per sei periodi invernali.

ALLEGATO IV

Valori limite d'immissione

(allegato 7 dell'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico)

Sostanza nociva	Valore limite d'immissione	Definizione statistica
Anidride solforosa (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 una volta all'anno
Diossido d'azoto (NO ₂)	30 µg/m ³	Valore annuo medio (media aritmetica)
	100 µg/m ³	95 % dei valori medi su 1/2 h di un anno ≤ 100 µg/m ³
	80 µg/m ³	Valore medio su 24 h; può essere superato al massimo una volta all'anno
Monossido di carbonio (CO)	8 mg/m ³	Valore medio su 24 h; può essere superato al massimo una 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 una volta all'anno
Polvere totale in sospensione ¹⁾	70 µg/m ³	Valore annuo medio (media aritmetica)
	150 µg/m ³	95 % dei valori medi su 24 h di un anno ≤ 150 µg/m ³
Piombo (Pb) nella polvere in sospensione	1 µg/m ³	Valore annuo medio (media aritmetica)
Cadmio (Cd) nella polvere in sospensione	10 ng/m ³	Valore annuo medio (media aritmetica)
Ricaduta polvere in totale	200 mg/m ² x giorno	Valore annuo medio (media aritmetica)
Piombo (Pb) nella ricaduta di polvere	100 µg/m ² x giorno	Valore annuo medio (media aritmetica)
Cadmio (Cd) nella ricaduta di polvere	2 µg/m ² x giorno	Valore annuo medio (media aritmetica)
Zinco (Zn) nella ricaduta di polvere	100 µg/m ² x giorno	Valore annuo medio (media aritmetica)
Tallio (Tl) nella ricaduta di polvere	2 µg/m ² x giorno	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"

1) Sostanze finemente disperse in sospensione con una velocità di caduta inferiore a 10 cm/s.

Abbreviazioni

OIA_t = Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico del 16 dicembre 1985
(aggiornata al 1° febbraio 1992)

SO₂ = Anidride solforosa

NO_x = Ossidi d'azoto

NO = Monossido d'azoto

NO₂ = Diossido (o biossido) d'azoto

CO = Monossido di carbonio

VOC = Composti organici volatili (chiamati, in passato, impropriamente idrocarburi)

O₃ = Ozono

ALLEGATO VI

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

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ = microgrammo/metrocubo

mg/m^3 = milligrammo/metrocubo

($1 \text{ mg}/\text{m}^3 = 1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

valoreo mediasemioraria:

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

mediasulle24 ore o mediagiornaliera:

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 NO_2 e SO_2)

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 O_3)

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.

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

Angelo Bernasconi

Mario Camani

Moreno Celio

Valerio Fumagalli

Michele Politta

Andrea Uboldi.

Si ringraziano 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