

SEZIONE PROTEZIONE ARIA, ACQUA E SUOLO

UFFICIO PROTEZIONE DELL'ARIA

**ANALISI DELLA QUALITÀ
DELL'ARIA**

2003

DIVISIONE AMBIENTE

DIPARTIMENTO DEL TERRITORIO

Maggio 2004

INDICE

Sommario	3
Parte prima	
Le analisi dell'aria in Ticino.....	11
1.1 Emissioni ed immissioni.....	11
1.2 Basi legali e compiti del Cantone	12
1.3 La rete cantonale di rilevamento della qualità dell'aria.....	14
1.4 OASI – Osservatorio Ambientale delle Svizzera Italiana.....	17
1.5 Metodi di misura	19
Parte seconda	
Qualità dell'aria in Ticino: situazione e tendenze evolutive.....	22
2.1 Diossido di zolfo (SO ₂).....	22
2.2 Diossido d'azoto (NO ₂)	24
2.3 Ozono (O ₃).....	29
2.4 Monossido di carbonio (CO)	34
2.5 Polveri fini in sospensione	35
2.6 Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	43
2.7 Composti organici volatili (COV)	44
Parte terza	
Effetti della riduzione della velocità in autostrada sulla qualità dell'aria	48
3.1 Introduzione - Scopo del provvedimento e basi legali.....	48
3.2 Le stazioni scelte per le analisi	49
3.3 Quadro generale	49
3.4 Analisi dell'aria	51
3.5 Conclusioni	58
Allegati	
I Risultati delle analisi	60
II Abbreviazioni.....	100
III Unità di misura e concetti	101
IV Fattori di conversione	102
Bibliografia	103

PARTE PRIMA - LE ANALISI DELL'ARIA IN TICINO

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

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

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

L'insieme delle stazioni in cui si misura la qualità dell'aria ticinese forma la rete di rilevamento cantonale. Essa comprende in primo luogo 8 stazioni fisse, situate a Chiasso, Lugano, Bioggio, Camignolo, Locarno, Brione s. Minusio, Moleno, e Bodio, dotate di apparecchiature elettroniche in grado di determinare in maniera continua le concentrazioni dei principali inquinanti.

Questa base di dati è integrata da misurazioni (campionatura passiva, campagne di misura speciali, apparecchiature singole, ecc.) che danno informazioni più particolareggiate del territorio cantonale, ampliando e completando quindi lo spettro di informazioni sulla qualità dell'aria a livello cantonale.

In considerazione del fatto che il carico inquinante presenta differenze regionali notevoli e per limitare l'impiego dei mezzi necessari, i luoghi di rilevamento vengono scelti in modo da essere il più rappresentativi possibile.

La rete di rilevamento cantonale è inoltre regolarmente adeguata alle mutevoli e particolari situazioni di inquinamento (locale, regionale, nazionale o internazionale che sia) in modo da soddisfare le esigenze della salute pubblica cantonale. Nel corso del 2003, per esempio, essa è stata ampliata e integrata nel progetto OASI (Osservatorio ambientale della Svizzera Italiana) con l'attivazione delle due nuove stazioni di Moleno e Camignolo lungo l'autostrada A2.

PARTE SECONDA - QUALITÀ DELL'ARIA IN TICINO: in deterioramento

Durante il 2003 su tutto il territorio del Cantone Ticino la qualità dell'aria ha subito rispetto agli anni precedenti un peggioramento sensibile e i valori d'immissione per i parametri più critici, vale a dire diossido d'azoto (NO₂), polveri fini (PM10) e ozono (O₃), sono rimasti quindi sopra le soglie stabilite. Questi tre inquinanti, che attualmente compromettono in maggior misura la qualità dell'aria in Ticino, hanno un'origine comune: il traffico veicolare.

Dei 18 limiti fissati dall'OIAt, quelli che si riferiscono a queste tre sostanze, cioè la media giornaliera e la media annua del diossido d'azoto e delle polveri fini, e la

media oraria e il 98° percentile massimo dell'ozono, continuano a non essere conformi.

L'inquinamento atmosferico in Ticino durante il 2003 è stato in particolare caratterizzato da uno straordinario carico di ozono durante i mesi estivi. L'eccezionale perdurare da aprile a settembre di condizioni meteorologiche favorevoli alla formazione e all'accumulo di O₃ - l'anno scorso è stato infatti contraddistinto dall'estate più calda in assoluto dal 1863 (registrazione sistematica dei parametri meteorologici) - ha determinato un superamento del limite orario OIAt per l'ozono durante quasi 1700 ore, vale a dire tre volte tanto che negli anni precedenti.

Anche il periodo invernale è stato contraddistinto da condizioni climatiche particolari. Tra gennaio e marzo le situazioni di inversione termica si sono ripetute spesso e si sono prolungate nel tempo, ostacolando il ricambio d'aria e causando così alte concentrazioni di polveri fini e di ossidi di azoto.

La figura 1 illustra il quadro riassuntivo delle immissioni dei principali inquinanti in Ticino nel 2003. Essa riporta per ogni sostanza i dati delle singole stazioni d'analisi come percentuale dei relativi limiti d'immissione stabiliti dall'OIAt. Questi valori sono comunemente osservati negli agglomerati e rappresentano il carico a cui la maggior parte della popolazione è esposta.

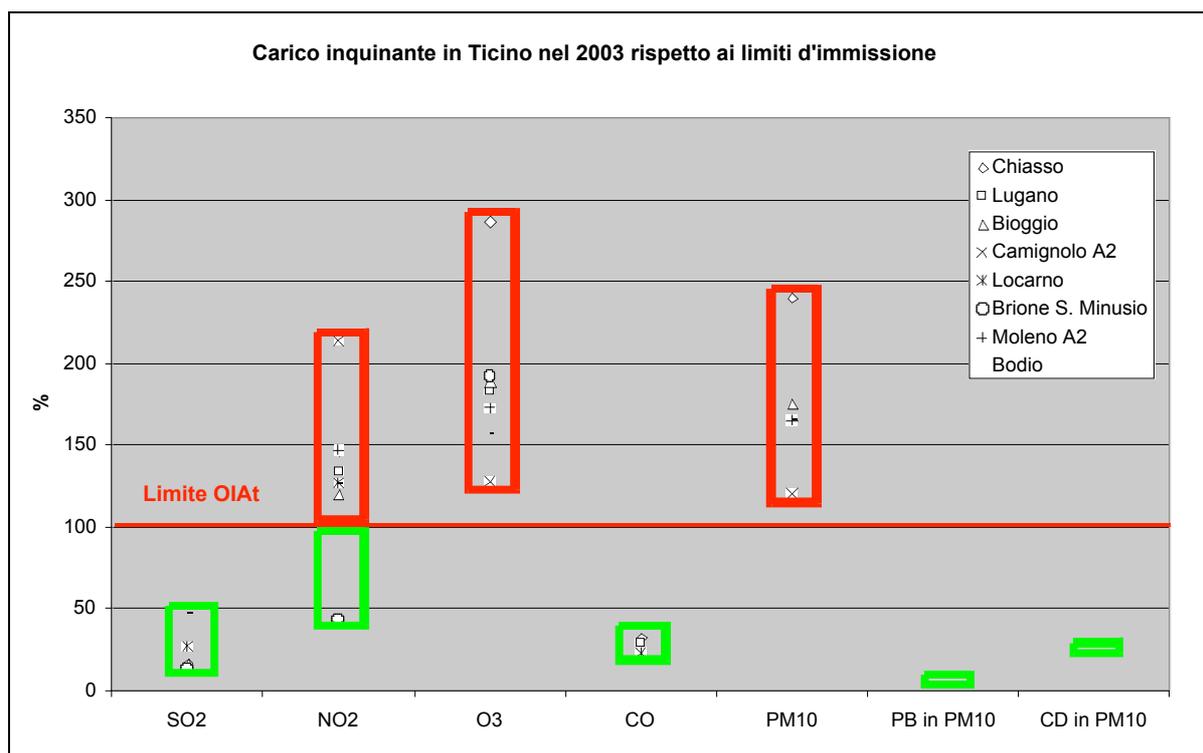


Figura 1: Carico inquinante in Ticino nel 2003 in percentuale dei relativi limiti OIAt. I valori si riferiscono per il diossido di zolfo (SO₂), per il diossido di azoto (NO₂), per le polveri fini in sospensione (PM₁₀) e per il piombo (Pb) ed il cadmio (Cd) presenti nelle PM₁₀ alle concentrazioni medie annue. Per l'ozono (O₃) si è considerato il 98° percentile mensile massimo, mentre per il monossido di carbonio (CO) la concentrazione media giornaliera massima. In verde i valori sotto il limite OIAt, in rosso quelli sopra.

1) Polveri fini (PM10): ancora in aumento

Le polveri fini PM10 sono sostanze inquinanti prodotte durante i processi di combustione e le attività meccaniche. Le loro fonti principali sono il traffico, la combustione della legna, i cantieri e l'industria. I limiti d'immissione fissati dall'OIAAt per la media annua ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e la media giornaliera ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sono ampiamente superati, sia negli agglomerati urbani che in periferia.

Dalle analisi effettuate nel 2003 sui fondovalle ticinesi si rilevano concentrazioni medie annue di polveri fini comprese tra 23 e $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Questi dati sono paragonabili a quelli registrati in altre regioni della Svizzera a forte emissione locale.

Tra il 2002 ed il 2003 i valori medi annui hanno fatto segnare una chiara crescita; in particolare a Chiasso l'aumento è stato del 20% circa, passando da 39 a $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Solamente presso la stazione NABEL di Lugano la media annua è leggermente diminuita.

Anche il limite per la media giornaliera ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), che può essere superato al massimo una volta all'anno, non è rispettato. Infatti nelle città e negli agglomerati del Cantone sono stati registrati nel 2003 concentrazioni superiori a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$: a seconda del punto di misura i valori vanno da 59 e $137 \mu\text{g}/\text{m}^3$, durante un minimo di 2 giorni fino ad un massimo di 137 giorni.

Le immissioni di PM10 seguono un andamento caratteristico, contraddistinto dal fatto che oltre il 60% dei superamenti del limite giornaliero avvengono nel periodo tra dicembre e marzo.

Per il momento non è ancora possibile riconoscere delle tendenze evolutive per le polveri fini, tenuto conto anche che si effettuano rilevamenti delle concentrazioni di questo inquinante solo da 7 anni a questa parte. I dati di Chiasso mostrano che, dopo un periodo di relativa stabilità, nel 2002 e 2003 si è verificato in questo comune un aumento significativo della media annua. Questo potrebbe essere ricondotto in parte ai lunghi periodi di inversioni termiche particolarmente stabili che negli ultimi due anni hanno caratterizzato il Sottoceneri nei mesi di gennaio, febbraio e marzo. Questa dipendenza dalle condizioni meteorologiche rende difficile fare previsioni riguardo all'andamento futuro.

2) Ozono (O₃): situazione eccezionale durante i mesi estivi

Come nel caso delle polveri fini anche la formazione di ozono subisce un influsso notevole da parte della meteorologia. Le condizioni climatiche eccezionali che hanno caratterizzato il periodo estivo del 2003 hanno portato le concentrazioni massime di ozono su livelli che non venivano registrati dall'inizio degli anni '90.

Pressoché ovunque in Ticino l'estate 2003 è stata caratterizzata da immissioni di ozono che superano ampiamente, sia per intensità che per durata, i limiti fissati dall'OIAAt. La soglia di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media oraria è stata superata per un totale di ore che varia dalle 195 di Bodio alle 1654 di Chiasso (l'OIAAt consente un solo superamento all'anno). Ciò significa che per circa 90 giorni e almeno 16 ore al giorno tale soglia è stata superata. Le concentrazioni medie orarie massime sono state registrate tra giugno ed agosto e sono comprese tra $103 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Camignolo lungo l'A2) e $344 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Chiasso).

Da sottolineare è la particolare situazione del Mendrisiotto, dove il carico di ozono è stato nettamente più elevato che nel resto del Cantone, sia in termini di durata che di concentrazioni massime; per lunghi periodi infatti le medie orarie massime di questa regione sono state superiori di 80-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ rispetto ad altre zone ticinesi.

L'evoluzione dei 98° percentili massimi a Brione S. Minusio dal 1990 mostra una tendenza negativa soprattutto per le medie estive. Il Paul Scherrer Institut (PSI) ha inoltre svolto uno studio sui trend dell'ozono al Sud delle Alpi [1] con dei fattori di correzione che tengono conto degli influssi meteorologici. I risultati hanno evidenziato come tra il 1990 e il 1999 vi sia stata una diminuzione sensibile nelle concentrazioni massime di O_3 nei mesi di luglio e agosto a Sud della Svizzera (Ticino e Mesolcina), mentre le concentrazioni invernali sono aumentate, pur rimanendo molto al di sotto dei valori registrati in estate.

Nella terza parte del presente rapporto questo stato di cose è stato ripreso, analizzando in particolare ed in dettaglio l'effetto sulla qualità dell'aria della riduzione di velocità a 80 km/h sulla rete delle strade nazionali del Cantone Ticino (A2, A13) per un periodo di 6 giorni nel mese di agosto del 2003.

3) Diossido d'azoto (NO_2): leggero aumento

Le concentrazioni di diossido d'azoto dipendono prevalentemente dalle emissioni locali; per questo motivo le immissioni maggiori (e spesso sopra il limite definito dall'OIAI) di questo gas sono riscontrate negli agglomerati e lungo gli assi stradali fortemente trafficate. Per contro quando ci si allontana da queste principali fonti di emissione, per esempio sui pendii in quota, si registrano valori inferiori alla soglia di legge.

Dopo un considerevole rialzo nel corso degli anni '80, le misure di natura tecnica adottate in Svizzera (introduzione del catalizzatore, miglioramento della combustione, ecc.) hanno permesso di arrestare l'aumento delle concentrazioni di NO_2 agli inizi degli anni '90 ed in seguito di invertirne la tendenza, tanto che da allora si constata globalmente una riduzione graduale di questo tipo di immissioni.

Le concentrazioni di diossido di azoto nel 2003 sono state in gran parte superiori a quelle del 2002 e del 2001, con un aumento medio del 10%, restando per tutte le stazioni di misura al di sopra dei limiti OIAI. Questo è riconducibile alle ripetute situazioni di smog invernale verificatesi l'anno scorso. L'unica eccezione è rappresentata da Brione s. Minusio, punto di misura periferico e distante dalle fonti di emissione, il cui dato può essere per certi versi considerato come il carico di fondo del Cantone. Questi valori rispecchiano le misurazioni effettuate nel resto della Svizzera dalla rete di misurazione nazionale NABEL.

D'altro canto i risultati delle misure con i campionatori passivi restituiscono un quadro della situazione diverso. Infatti solamente quattro degli oltre 120 punti di misura sparsi su tutto il territorio cantonale hanno registrato un incremento significativo delle medie annue, mentre in una quarantina di postazioni le stesse sono scese in modo significativo.

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

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

Grazie ai provvedimenti adottati negli anni passati (riduzione progressiva del tenore di zolfo nell'olio combustibile e alla diffusione del gas naturale nel Sottoceneri), in Ticino le immissioni di diossido di zolfo (anidride solforosa) sono drasticamente calate e dall'inizio degli anni '90 chiaramente inferiori alle norme fissate dall'OIAAt.

Per quanto riguarda le concentrazioni di monossido di carbonio, la regolazione degli impianti di combustione e l'uso del catalizzatore permettono ormai da diversi anni di rispettare i limiti fissati dall'OIAAt.

Le quantità di metalli pesanti (piombo e cadmio) presenti nelle polveri fini è determinata a Bodio; queste, come negli anni passati, sono risultate nel 2003 nettamente inferiori ai limiti previsti dall'OIAAt. Nel caso del piombo decisiva è stata l'introduzione del catalizzatore e della benzina "verde". Il divieto generalizzato per la benzina contenente piombo, entrato in vigore il 1.1.2000, ne ha consentito poi un'ulteriore riduzione. Per quanto concerne il cadmio, il divieto di utilizzarlo nelle attività di trattamento superficiale dei metalli ha comportato la sua quasi totale scomparsa da molti comparti ambientali, tra cui l'aria.

5) Composti organici volatili (COV): miglioramento rilevante

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

Il carico di composti organici volatili emessi nell'atmosfera è notevolmente calato negli ultimi anni. Questo miglioramento è da ricondurre alle misure adottate, come ad esempio l'installazione dei sistemi di recupero dei vapori di benzina presso le stazioni di servizio ed i grandi depositi. Questi provvedimenti sono molto importanti, se si considera la tossicità di certe sostanze di questa grande classe ed efficaci localmente.

A partire dal 2003 presso la stazione OASI di Moleno vengono registrate le concentrazioni dei COV più rilevanti, cioè, benzene, toluene e xileni. È stato così possibile confrontare i valori attuali con quelli rilevati durante una campagna di misura specifica del 1993-1994. Da questo paragone (i due punti considerati sono in questo senso accumulabili) risulta un drastico calo della presenza di queste sostanze nell'aria. Tale miglioramento è da attribuire fondamentalmente agli interventi in due ambiti: in primo luogo il tenore di benzene nelle benzine è stato limitato a livello legislativo dapprima al 5% e a partire dal 2000 all'1%. Secondariamente l'introduzione di una tassa d'incentivazione sui COV volatili ha spinto molte industrie a ridurre il consumo e a convertire i propri processi di produzione sostituendo prodotti contenenti VOC con prodotti alternativi che ne sono privi.

** Necessità di risanamento

Nell'ultimo decennio si sono osservati in Ticino costanti progressi per quel che attiene la qualità dell'aria, come illustrato dalla figura 2. Praticamente per tutti i principali inquinanti, ad eccezione delle polveri fini, si è assistito ad una diminuzione sostanziale delle loro immissioni.

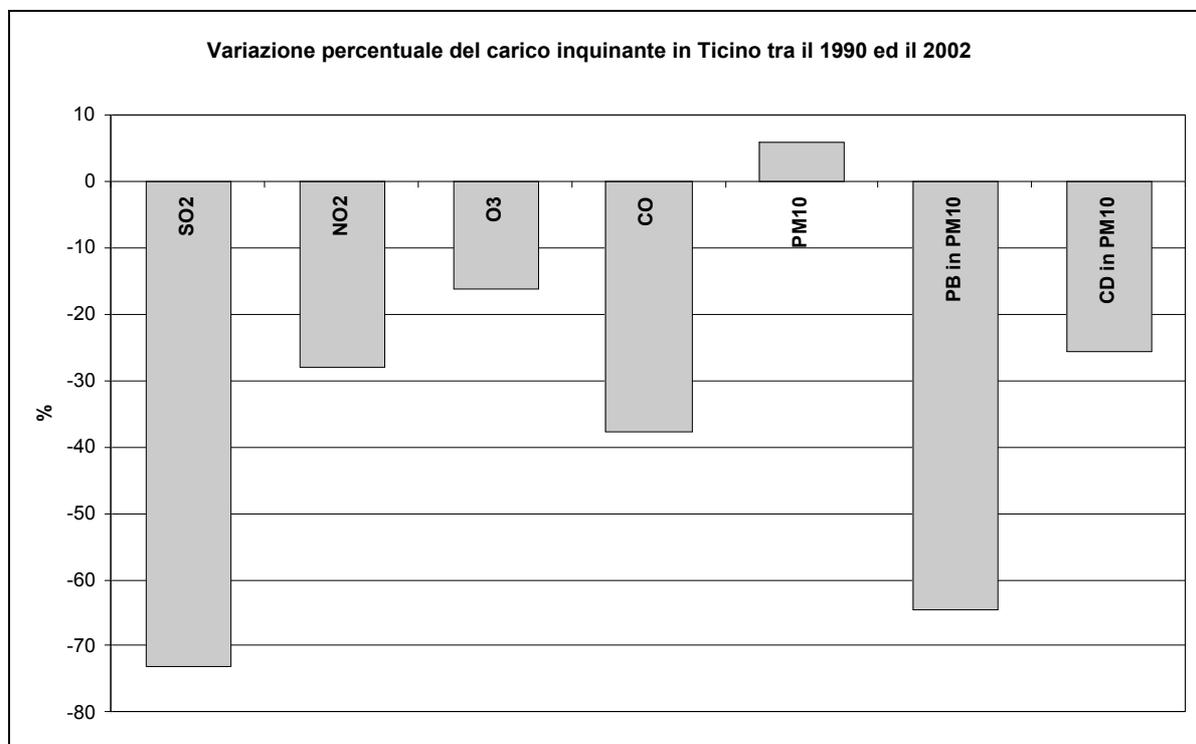


Figura 2: Variazione del carico inquinante in Ticino tra il 1990 ed il 2002 in percentuale. Per le polveri fini in sospensione (PM10) e i metalli pesanti presenti in esse (piombo e cadmio) è stata considerata la variazione tra il 1997 ed il 2002. Legenda: SO2 = diossido di zolfo, NO2 = diossido di azoto, O3 = ozono, CO = monossido di carbonio, PM10 = polveri fini in sospensione, Pb e Cd in PM10 = piombo e cadmio presenti nelle polveri fini in sospensione.

La riduzione sensibile delle concentrazioni di diossido di zolfo a seguito di una politica d'intervento mirata ed efficace ne sono un esempio eloquente (vedi figura 3).

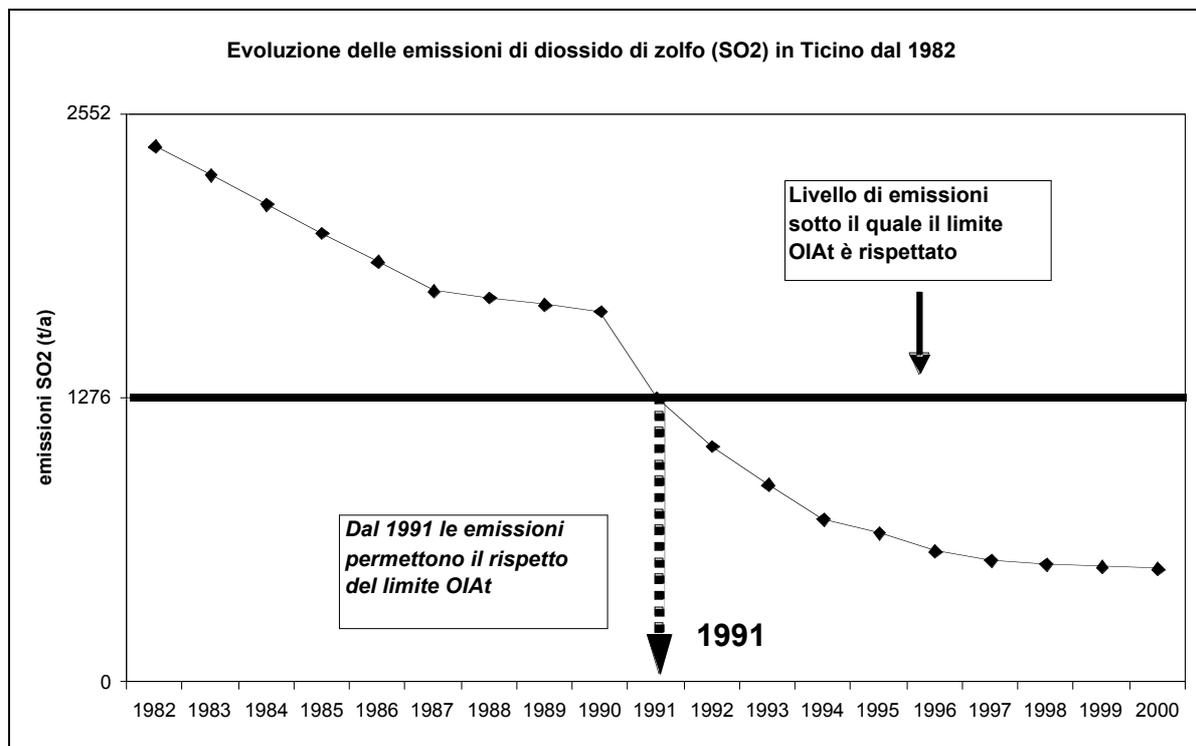


Figura 3: Evoluzione delle emissioni di diossido di zolfo (SO₂) a livello ticinese dal 1982. Le emissioni (in questo caso dal 1991) che si situano al di sotto della linea nera (≤ 1276 t/a) fanno rispettare il limite d'immissione OIAt ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nella zona di Lugano. Questo valore-limite d'emissione (1276 t/a) è stato calcolato sulla base del rapporto tra emissioni ed immissioni (della stazione di Lugano-NABEL) di SO₂.

Malgrado ciò, come appena visto, molti limiti rimangono superati. L'evoluzione decrescente delle concentrazioni di diossido di azoto, illustrata nella figura 4, deve da un lato incoraggiare ma dall'altro anche indurre a proseguire negli sforzi di risanamento. Nonostante un calo sensibile delle emissioni di NO₂ in Ticino (del 40% circa dal 1985), sulla base dell'evoluzione attuale un rispetto del limite OIAt potrebbe essere raggiunto solamente attorno al 2010. Questo scenario è confermato dalla tendenza delle medie annue di diossido di azoto rilevate mediante campionatura passiva in Ticino (vedi cap. 2.2).

Per far fronte a questa situazione e contrastare l'inquinamento causato in particolare dal diossido d'azoto, dall'ozono, e dalle polveri fini, occorrerà da un lato dotarsi di nuove misure e dall'altro migliorare e rendere più specifici i provvedimenti già adottati. Le prime verranno elaborate nell'ambito del Rapporto cantonale sulla protezione dell'ambiente posta in consultazione presso Comuni, Enti e Associazioni, e in sede di aggiornamento del Piano cantonale di risanamento dell'aria. I provvedimenti già in vigore verranno adeguati alle realtà locali, con l'elaborazione di piani regionali specifici. Nel corso del 2002 il Consiglio di Stato ha adottato il Piano di risanamento dell'aria del Luganese (PRAL); la consultazione del Piano di risanamento dell'aria del Mendrisiotto (PRAM) inizierà in primavera di quest'anno, mentre quello del comprensorio del Piano di Magadino è in fase di allestimento.

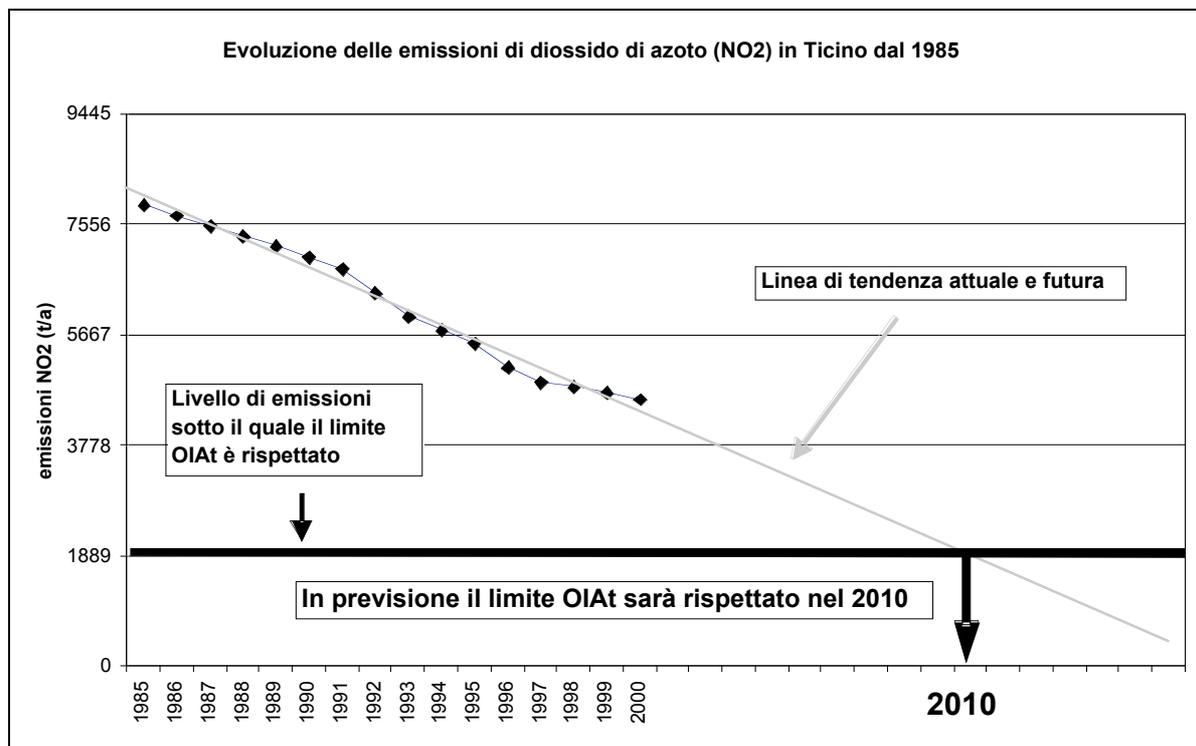


Figura 4: Evoluzione delle emissioni di diossido di azoto (NO₂) a livello ticinese dal 1985. Le emissioni che si situano al di sotto della linea nera (≤ 1889 t/a) permettono di rispettare il limite d'immissione OIAt ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nella zona di Lugano. Questo limite d'emissione (1889 t/a) è stato calcolato sulla base del rapporto tra emissioni ed immissioni (della stazione di Lugano-NABEL) di NO₂.

Riassumendo, il carico ambientale dei diversi inquinanti dell'aria potrà essere conforme ai limiti stabiliti dall'OIAt, solo se le loro emissioni saranno ridotte nelle percentuali seguenti (2000 come anno di riferimento) [2]:

- *Ossidi di azoto*: - 60%, per rispettare i loro valori limite OIAt e quelli dell'ozono.
 - *COV*: - 10%, per rientrare nei limiti OIAt; - 50% per rispettare i valori limite dell'O₃.
 - *Polveri fini*: - 50% per rispettare i limiti OIAt;
 - *Sostanze cancerogene (p.es. BTX)*: riduzione massima possibile, in quanto non esiste una soglia al di sotto della quale non esplichino il loro effetto cancerogeno.
- *Ammoniaca (NH₃)*: - 40-50% in modo da evitare di superare il carico critico per suolo e acqua.
 - *Anidride carbonica (CO₂)*: - 60-80% per contenere le conseguenze negative sul clima.

In conclusione, malgrado l'importante miglioramento della qualità dell'aria, è indispensabile proseguire con la politica coerente ed incisiva intrapresa negli ultimi anni, al fine di raggiungere il traguardo di conformare definitivamente le immissioni ticinesi (in particolare quelle di ossidi di azoto, di polveri fini e di ozono) alla legge.

PARTE PRIMA

LE ANALISI DELL'ARIA IN TICINO

1.1 Emissioni ed immissioni

L'inquinamento atmosferico è caratterizzato fondamentalmente da tre processi distinti: l'emissione, la trasmissione e trasformazione, e l'immissione di composti inquinanti (vedi figura 5).



Figura 5: Caratterizzazione dell'inquinamento atmosferico: Il passaggio nell'aria di sostanze dannose da fonti emittenti è denominato *emissione*. Queste si diffondono nell'aria e vengono trasportate dal vento (*trasmissione*). Durante questa fase tali sostanze possono reagire tra loro e formare nuovi inquinanti (*trasformazione*). La concentrazione di un inquinante in un determinato luogo è definito infine con il termine di *immissione*. Esse vengono respirate da persone ed animali, e assorbite da piante ed ecosistemi [3].

Con il termine **emissione** s'intende il passaggio nell'atmosfera di sostanze dannose da fonti di vario genere, che principalmente si suddividono in naturali (p. es. processi metabolici o di fermentazione, le eruzioni vulcaniche, gli incendi di boschi, ecc.) e in antropiche (derivanti dalle diverse attività umane come il traffico stradale, industrie, economie domestiche, ecc.). In aree densamente popolate, trafficate o industrializzate le emissioni antropiche sono dominanti rispetto a quelle di origine naturale. Considerando lo stato attuale dell'aria e le loro conseguenze negative sono di particolare rilievo le emissioni di diossido di zolfo (SO₂), di diossidi di azoto (NO_x = NO e NO₂), di composti organici volatili (COV) e di polveri fini (PM10 e PM2.5). A queste sostanze inquinanti possono aggiungersene altre come il monossido di carbonio (CO), i metalli pesanti, l'ammoniaca (NH₃) e i composti del cloro e del fluoro.

Le sostanze emesse dai camini, dai tubi di scappamento e dalle ciminiere, i cosiddetti inquinanti primari, si diffondono nell'aria e vengono trasportate dai venti a distanze che possono variare da pochi metri a migliaia di chilometri (**trasmissione** o **trasporto**). La concentrazione di questi prodotti è di regola più elevata vicino al punto di emissione e diminuisce con la distanza, da un lato a causa della diluizione e dall'altro a seguito delle **trasformazioni chimiche** che danno origine a nuove

sostanze, i cosiddetti prodotti nocivi secondari (ad esempio l'ozono o le piogge acide) con caratteristiche che possono essere totalmente diverse da quelle dei prodotti primari. Il trasporto e le trasformazioni chimiche sono influenzati dalla struttura del terreno, dall'altezza del punto di emissione, dalla quantità e dalle proporzioni tra le sostanze emesse, come pure da fattori meteorologici e climatici come l'irraggiamento solare, il vento, l'umidità e le condizioni atmosferiche generali.

Le **immissioni** sono le concentrazioni di sostanze nocive presenti nell'aria in un determinato luogo. Si distinguono due tipi di immissioni. Da un lato la presenza nell'aria di sostanze tossiche sotto forma di gas o di particelle (è quanto si intende comunemente con inquinamento atmosferico) e il flusso di sostanze tossiche dall'atmosfera alla superficie terrestre (denominato deposizione). Più precisamente si distingue tra deposizione "secca" (tramite sedimentazione) e "umida" (rimozione tramite pioggia, neve o nebbia) [2].

1.2 Basi legali e compiti del Cantone

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

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

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

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

Con queste premesse, il presente rapporto intende riassumere e commentare tutte le misurazioni riguardanti le proprietà e le componenti dell'aria, effettuate in Ticino durante il 2003.

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

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

Osservazioni:

mg = milligrammo; 1 mg = 0.001 g

µg = microgrammo; 1 µg = 0.001 mg

ng = nanogrammo; 1 ng = 0.001 µg

Il segno "≤" significa "minore o uguale".

Ulteriori spiegazioni sono fornite nell'allegato III.

1.3 La rete cantonale di rilevamento della qualità dell'aria

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

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

Le apparecchiature sono calibrate costantemente (vedi cap. 1.5) e le procedure verificate e discusse regolarmente; si riconsiderano i vecchi compiti e si definiscono nuovi obiettivi e strategie, organizzando per esempio campagne di misura mirate.

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

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

1.3.1 Le stazioni di misura fisse

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



Foto 1: Stazione di misura della rete cantonale di rilevamento OASI a Moleno lungo l'A2.

Si tratta (vedi foto 1) di piccoli prefabbricati contenenti varie apparecchiature che misurano in maniera continua e relativamente precisa le diverse componenti dell'aria (vedi anche cap. 1.5). I rispettivi dati sono poi inviati elettronicamente alla sede di Bellinzona.

La rete cantonale di rilevamento OASI (Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana) comprende 8 stazioni ubicate a Chiasso, Bioggio, Lugano, Camignolo, Locarno, Brione sopra Minusio, Moleno e Bodio (vedi fig. 6). L'installazione delle due nuove stazioni di Moleno e Camignolo è terminata nel marzo 2003.

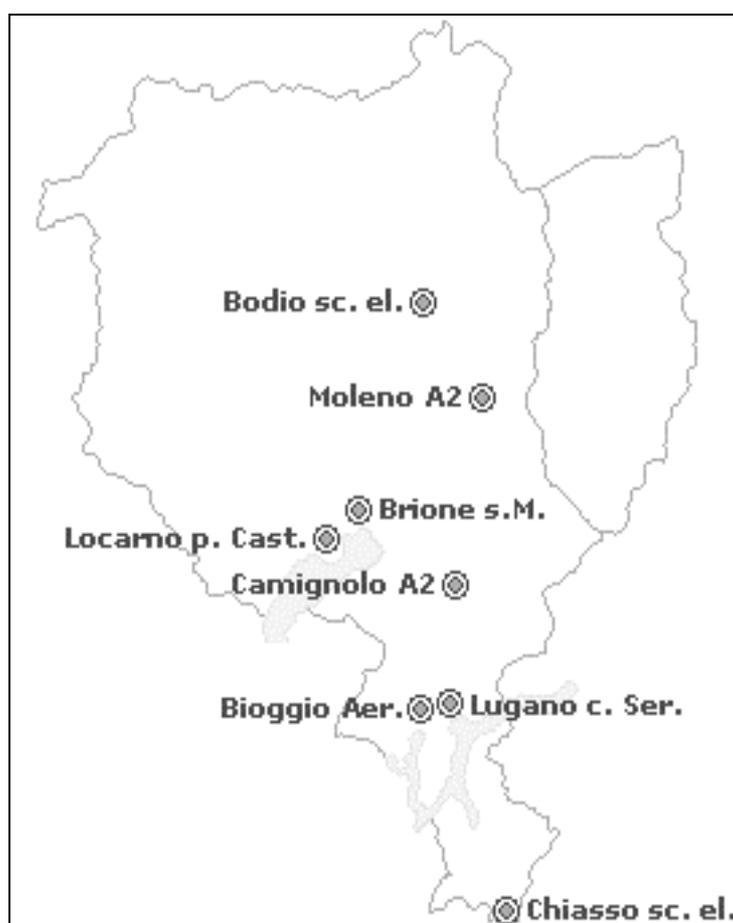


Figura 6: Ubicazione delle stazioni di misura della rete cantonale di rilevamento OASI.

Una breve descrizione di questi posti di misura è riportata nella tabella 2. Si è scelto di caratterizzare le stazioni di analisi usando la classificazione (e i pittogrammi) di InLuft (Rete comune di rilevamento della qualità dell'aria dei cantoni Argovia, Lucerna, Nidvaldo, Obvaldo, Svitto, Uri e Zugo). Solo per Bioggio e Bodio, e le loro speciali caratteristiche (in particolare la rilevante presenza industriale), si è creato una nuova classe con relativo simbolo **[4]**.

Tabella 2: Caratterizzazione e classificazione delle stazioni della rete cantonale di rilevamento della qualità dell'aria.

Stazione	Coordinate (x/y)	Quota (m s.l.m.)	Classe	Descrizione / Caratteristiche
Chiasso	723.45 / 77.45	230		Centro città, lungo via fortemente trafficata. La stazione di analisi si trova sul piazzale delle scuole elementari. Le emissioni della città sono dovute principalmente agli impianti di riscaldamento ed al traffico sia locale che di transito, quest'ultimo composto per buona parte da veicoli esteri e da mezzi pesanti. La città si trova inoltre in una conca che favorisce la formazione d'aria stagnante e che può essere facilmente inglobata nello strato di inversione termica che spesso si forma in inverno sulla Pianura Padana.
Lugano	717.80 / 96.85	290		Città densamente popolata. La stazione di analisi, collocata in Via Ciani nel parco di Casa Serena, è esposta indirettamente alle emissioni del traffico cittadino e a quelle degli impianti di riscaldamento. La zona beneficia comunque delle correnti d'aria che si formano tra la Valcolla ed il Ceresio.
Bioggio	714.15 / 96.65	290		Località mediamente popolata, con considerevole presenza industriale. La stazione di rilevamento di Bioggio è situata nella zona industriale presso l'aeroporto di Agno. Alle emissioni locali, si aggiungono quelle del traffico aereo e quelle dell'autostrada (A2) e degli assi stradali tra Lugano a Ponte Tresa.
Camignolo	715.43 / 106.91	440		Fuori località, lungo via fortemente trafficata. La stazione, entrata in funzione nell'aprile 2003, è stata posta a fianco della carreggiata nord dell'autostrada A2 all'altezza del paese di Camignolo. In tal modo sono rilevate le emissioni del traffico autostradale locale e di transito. Anche in questo punto la quota di mezzi pesanti e di veicoli di nazionalità estera è importante.
Locarno	704.63 / 113.80	200		Città mediamente popolata. La stazione di misura, posta in centro città, è esposta alle emissioni degli impianti di riscaldamento e del traffico, come pure all'inquinamento diffuso. Il Locarnese, ed il pendio destro del Verbano in modo particolare, godono di una buona insolazione che favorisce correnti termiche sui pendii e quindi la dispersione delle sostanze inquinanti. Questa situazione è inoltre accentuata dai fenomeni di brezza tra lago e valli.
Brione s.Minusio	706.00 / 115.65	480		Località rurale e collinare. Brione sopra Minusio è situato in collina, circa 300 metri sopra l'agglomerato di Locarno. Le emissioni locali sono molto contenute, ma la località risente delle emissioni dovute al traffico e agli impianti di riscaldamento degli insediamenti sottostanti.
Moleno	719.92 / 126.57	250		Fuori località, lungo via fortemente trafficata. La stazione, entrata in funzione nell'aprile 2003, è posta presso l'area di sosta dell'autostrada A2 (direzione nord, all'altezza del paese di Moleno) ad una decina di metri dalla carreggiata. Essa registra in tal modo le emissioni del traffico diretto al Gottardo. La percentuale di mezzi pesanti così come di veicoli immatricolati all'estero che transita in questo punto è considerevole. Le emissioni dovute agli impianti di riscaldamento sono invece contenute.
Bodio	713.35 / 137.30	320		Località mediamente popolata, con considerevole presenza industriale. Le emissioni locali, dovute a due impianti industriali e all'intenso traffico di transito, sono elevate, mentre quelle dovute agli impianti domestici di riscaldamento sono ridotte. Il ricambio d'aria è buono durante i mesi estivi, grazie alle forti brezze stagionali che percorrono longitudinalmente la valle Leventina, ma scarso in quelli invernali, visto che il fondovalle in questo punto è molto stretto e bloccato verso nord dalla Biaschina.

1.3.2 Altri punti di misura

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

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

La particolare situazione della Media Leventina, venutasi a creare dopo l'inizio dei lavori per l'Alp Transit, è sorvegliata dal luglio del 2001 da due apparecchi di campionatura ad alto flusso dei PM10 DIGITEL (vedi cap. 1.5), posti a Pollegio e Faido.

1.4 OASI – Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana

L'Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana è uno strumento che si prefigge un'osservazione completa e permanente dello stato dell'ambiente nel Canton Ticino.

In particolare esso mira a monitorare le emissioni/immissioni atmosferiche e foniche, e ad analizzare gli effetti diretti ed indiretti di tale inquinamento sull'ambiente e sulla salute delle persone. Inoltre intende verificare l'efficacia dei provvedimenti presi sia a livello federale (nell'ambito per esempio del progetto "Monitoring flankierende Massnahmen - Umwelt, MfM-U") che cantonale (descritti nei diversi Piani di Trasporto), e, sulla base dei dati a disposizione, sviluppare modelli d'evoluzione dei carichi ambientali.

A livello pratico l'OASI contempla tre ambiti d'azione: l'osservazione vera e propria, la gestione dei dati e l'informazione.

La fase di osservazione prevede il rilevamento della qualità del traffico autostradale (tipo di veicolo, velocità e peso) e delle emissioni ed immissioni foniche ed atmosferiche. La figura 7 mostra l'ubicazione dei diversi punti di rilevamento OASI.

Il sistema di gestione dei dati è interamente informatizzato. Esso coordina la memorizzazione dei vari input molto eterogenei tra di loro (sia quelli degli anni passati che quelli attuali) provenienti dai diversi punti di rilevamento dell'osservatorio ambientale.

La popolazione verrà informata, in primo luogo sfruttando le potenzialità di Internet, a partire dalla seconda metà del 2004. Ogni utente che lo desidera potrà collegarsi al portale del sistema operativo OASI e accedere ai dati ambientali che lo interessano. Inoltre i risultati sono presentati alla popolazione e alle Autorità in diversi modi, con l'obiettivo di tenerle aggiornate circa l'evoluzione del traffico autostradale, e delle sue ripercussioni sull'inquinamento fonico ed atmosferico.

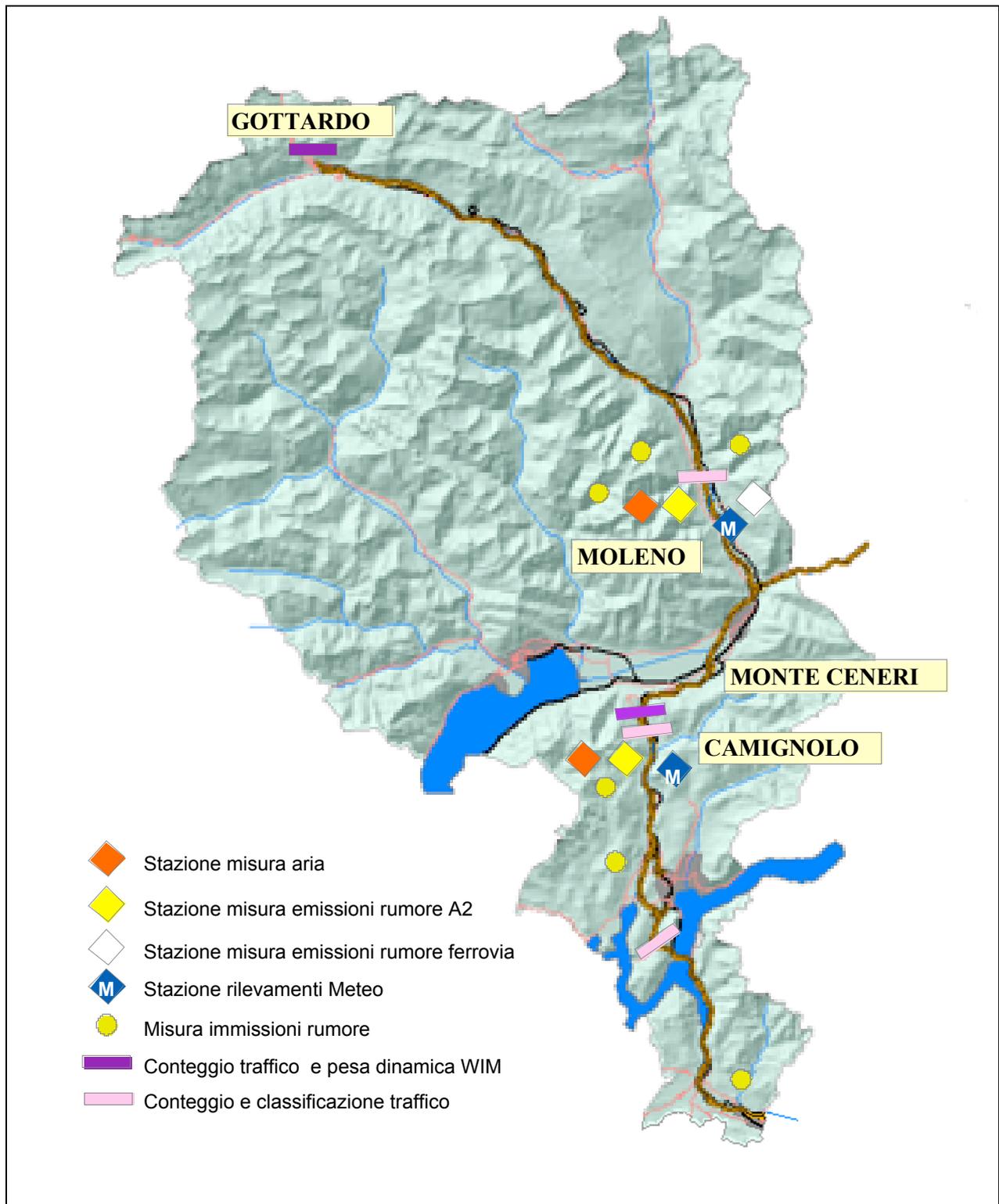


Figura 7: Punti di rilevamento OASI.

1.5 Metodi di misura

1.5.1 Apparecchi di analisi

Le analisi della qualità dell'aria sono conformi alle direttive federali ed alle raccomandazioni dell'Ufficio Federale dell'Ambiente, delle Foreste e del Paesaggio (UFAPF) [5].

Le stazioni di analisi sono provviste di apparecchi (vedi foto 2), che misurano in maniera continua le concentrazioni di diversi inquinanti atmosferici, come pure alcuni parametri meteorologici. Ogni giorno i dati relativi sono inviati telematicamente all'unità centrale di elaborazione della SPAAS a Bellinzona. La dotazione delle diverse stazioni d'analisi è riportata nella tab. 3.



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

Tabella 3: Parametri analizzati (segnati con il pallino nero) nelle rispettive stazioni di rilevamento della rete cantonale.

Parametri	Chiasso	Lugano	Bioggio	Camignolo	Locarno	Brione s. M.	Moleno	Bodio
Diossido di zolfo	•		•	•	•	•	•	•
Ossidi d'azoto	•	•	•	•	•	•	•	•
Ozono	•	•	•	•	•	•	•	•
Monossido di carbonio	•	•	•	•	•		•	
Polveri fini in sospensione (PM10)	•			•			•	•
Polveri ultrafini in sospensione (PM2.5)				•			•	
Idrocarburi policiclici aromatici IPA				•			•	
Benzene, Toluene, Xileni (BTX)							•	
Numero di particelle				•			•	
Temperatura	•		•	•	•	•	•	
Umidità	•	•	•	•	•	•	•	
Irraggiamento solare	•	•	•	•	•	•	•	
Vento (velocità e direzione)	•	•	•	•	•	•	•	

Questi sistemi di misura elettronici sono comodi e precisi, e garantiscono un'analisi approfondita della situazione dell'inquinamento, grazie in particolare ad una risoluzione temporale eccellente (1 registrazione media ogni mezzora). D'altra parte i rilevamenti sono puntuali, e le relative apparecchiature sono costose e richiedono una manutenzione attenta e mirata.

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

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

Queste informazioni complementari permettono di sviluppare mappe d'esposizione all'NO₂ della popolazione. Questa metodica è già stata applicata nel 2002 al comprensorio del Mendrisiotto [6] e del Luganese [7] e verrà estesa a tutto il Cantone.

Le polveri fini PM10 sono misurate con due apparecchiature diverse, vale a dire i FH 62 I-R Particulate Monitor (della ditta ESM Andersen Instruments GmbH) e i DIGITEL High Volume Sampler DA-80 H (della ditta DIGITEL). A Chiasso, Bioggio, Moleno e Camignolo è installato un FH 62 I-R Particulate Monitor; esso aspira l'aria (a 16

l/min) con l'ausilio di una speciale sonda ed elimina le polveri più grandi grazie ad un sistema di separazione; l'aria così trattata raggiunge poi un filtro, dove le quantità di polveri fini sono determinate istantaneamente esponendole ai raggi β .

A Moleno, Camignolo e Bodio sono in funzione dei campionatori ad alto flusso DIGITEL DA-80 H. In questi apparecchi le polveri fini - dopo essere state aspirate ad elevata velocità (a 500 l/min) con l'ausilio di una speciale sonda - si depositano su un filtro che viene sostituito giornalmente. Le concentrazioni di PM10 sono poi determinate gravimetricamente nel laboratorio della SPAAS.

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

La validazione dei due metodi tramite confronto è riportata nel rapporto sulla qualità dell'aria del 2001 [8]; questa dimostra la validità delle due procedure e la possibilità di una comparazione dei dati. Nell'ambito del progetto OASI a Camignolo e Moleno vengono eseguite le misure con i due metodi (raggi β e campionatura ad alto flusso) in parallelo.

I risultati di un ulteriore paragone dei diversi metodi impiegati nella misura delle polveri fini in Svizzera (in base ai dati degli anni 1997, 1998 e 1999) sono pubblicati dall'UFAFP [9].

1.5.2 Metodica dei controlli

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

Nel corso del 2003 il sistema di calibrazione della diverse stazioni ticinesi è stato verificato dalla ditta Oekoscience, di Coira.

A scadenze regolari infine, i responsabili della manutenzione delle stazioni di rilevamento dei diversi cantoni organizzano degli incontri, in cui i diversi apparecchi vengono azionati nel medesimo luogo, rilevando così la stessa aria. Questo procedimento è chiamato *intercalibrazione*.

1.5.3 Precisione delle misure

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

L'errore di misura dei campionatori passivi è accertato, ponendone alcuni vicino alle stazioni d'analisi. Il confronto dei dati ottenuti con le due tecniche di misura (continuo e passivo), mostra che per concentrazioni medie annue superiori ai 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le differenze tra gli stessi sono inferiori all'8% [9].

PARTE SECONDA

QUALITÀ DELL'ARIA IN TICINO: SITUAZIONE E TENDENZE

2.1 Diossido di zolfo (anidride solforosa, SO₂)

Le principali fonti antropiche (cioè da ricondurre alle attività umane) di diossido di zolfo (o anidride solforosa) sono gli impianti a combustione industriali e domestici funzionanti a combustibile con zolfo.

Elevate concentrazioni di questo inquinante hanno effetti negativi su persone e animali (in particolare sulle vie respiratorie) e nuocciono in vario modo a piante ed ecosistemi sensibili. Inoltre l'SO₂ concorre in modo determinante all'acidificazione delle precipitazioni (le cosiddette "piogge acide"), che a loro volta compromettono l'equilibrio dei suddetti ecosistemi e danneggiano tutti i tipi di costruzioni. Infine il diossido di zolfo è un importante precursore degli aerosol secondari [10].

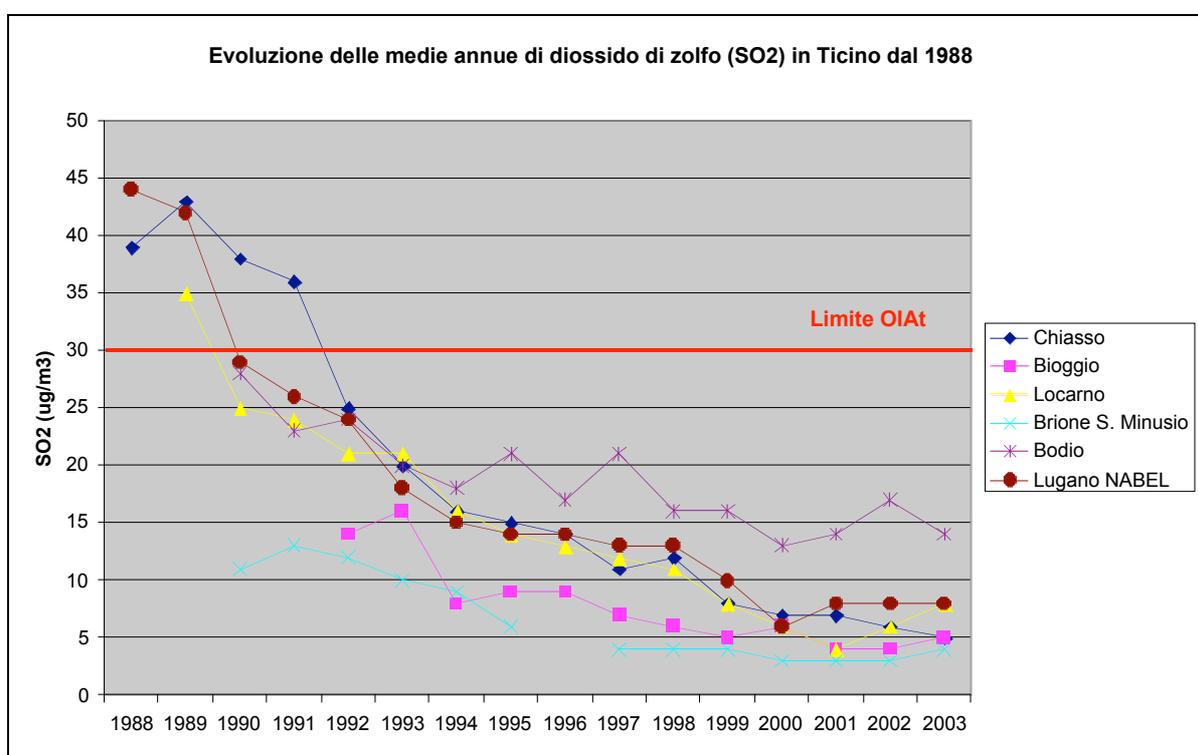


Figura 8: Evoluzione delle concentrazioni medie annue di diossido di zolfo (SO₂) in Ticino dal 1988.

Da ormai 12 anni, la media annua di SO₂ è, su **tutto** il territorio cantonale, inferiore al limite di 30 µg/m³ previsto dall'OIAt (vedi fig. 8). Questo risultato rispecchia una *riduzione sistematica e progressiva* delle emissioni di questo inquinante nel corso degli anni, ottenuta grazie al calo del tenore di zolfo nell'olio combustibile e, per il Sottoceneri, anche in seguito alla diffusione del gas naturale. Infatti le concentrazioni di SO₂ nei centri cittadini di Chiasso, Locarno e Lugano sono diminuite pressoché regolarmente e sono rientrate nei limiti già all'inizio degli anni '90. Successivamente la situazione non ha fatto che migliorare.

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

Anche la concentrazione media annua di diossido di zolfo a Bodio (che già nel 1990 era inferiore al limite OIAt) è tendenzialmente diminuita. Tuttavia la Bassa Leventina fa registrare da tempo i valori medi più elevati del Cantone, in quanto diversi impianti industriali operanti nella regione influenzano sensibilmente, soprattutto nei mesi caldi, le immissioni. In estate infatti, mentre le altre stazioni di rilevamento fanno registrare valori di poco superiori allo zero, a Bodio le medie mensili oscillano tra 10 e 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (vedi figura A1.5 dell'allegato 1).

2.2 Diossido di azoto (NO₂)

Gli ossidi di azoto comprendono il diossido di azoto (NO₂) ed il monossido di azoto (NO), che nell'atmosfera si trasforma quasi immediatamente in diossido. Per questo motivo le emissioni di ossidi di azoto sono espresse in equivalenti di NO₂ e le rispettive immissioni valutate unicamente in base alle concentrazioni di diossido di azoto misurate. La fonte antropica primaria di NO_x è il traffico stradale, dove questi inquinanti si formano durante la combustione di carburante, soprattutto ad alte temperature.

Ad elevate concentrazioni l'NO₂ causa affezioni dell'apparato respiratorio di varia natura e agisce negativamente su piante ed ecosistemi delicati, nei quali ha inoltre un effetto concimante. Il diossido di azoto è anche all'origine, assieme ad altri inquinanti dell'aria, delle piogge acide e degli aerosol secondari, ed è uno dei precursori principali (con i COV) dell'ozono troposferico e di conseguenza dello smog estivo [10].

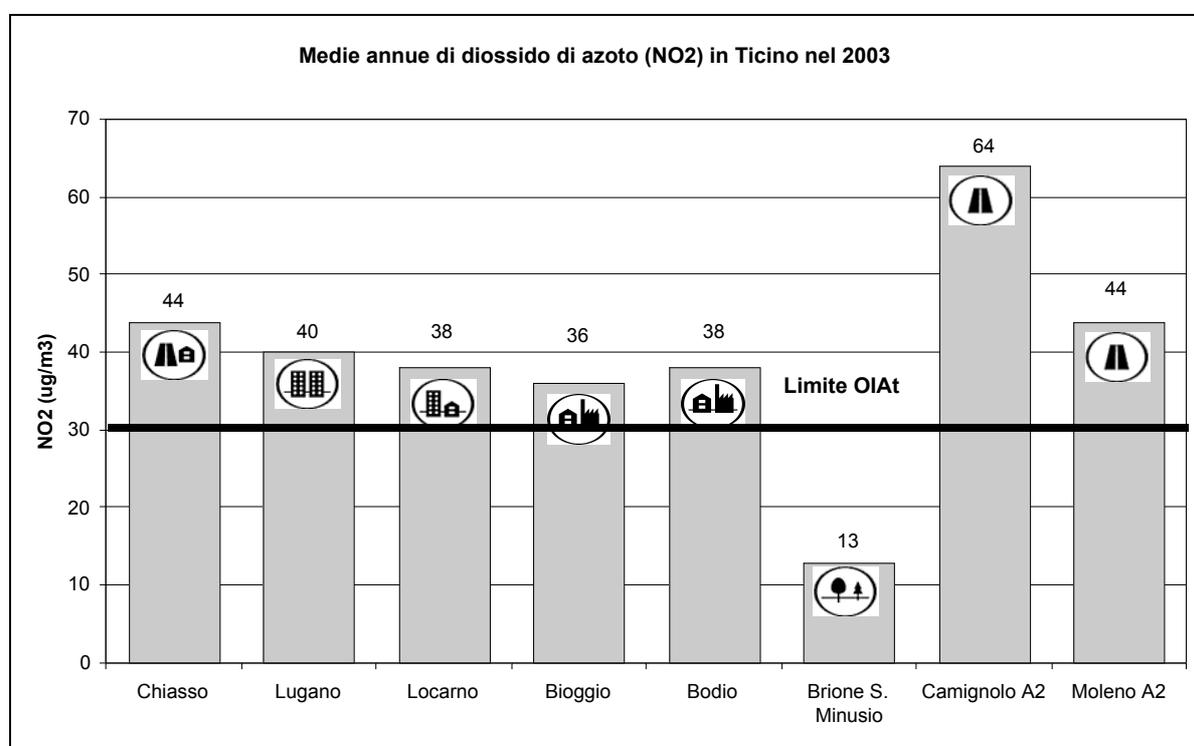


Figura 9: Concentrazioni medie annue di diossido d'azoto (NO₂) in Ticino nel 2003.

Le concentrazioni medie annue di diossido d'azoto (NO₂) misurate durante il 2003 nelle diverse località di rilevamento sono illustrate nella figura 9. Si può osservare come all'interno dei principali agglomerati (Chiasso, Lugano, Locarno) i valori superano chiaramente il limite fissato dall'OIA di 30 µg/m³. Solo nella zona collinare (Brione s. Minusio) le immissioni sono conformi alla legge. Le regioni periferiche (Bodio e Bioggio) fanno segnare nel 2003 un'evoluzione negativa rispetto all'anno precedente (+16% a Bioggio e +36% a Bodio) che riporta le loro medie annue sopra il limite di legge.

Da sottolineare che le due nuove stazioni OASI (Moleno e Camignolo), essendo poste al bordo dell'A2, sono esposte alle emissioni autostradali.

L'evoluzione delle immissioni di diossido d'azoto è illustrata nella figura 10, dove oltre alle medie annue delle stazioni della rete cantonale di Chiasso, Bodio, Brione s. Minusio e Locarno sono riportate anche quelle per la stazione NABEL ubicata a Lugano¹. Il grafico evidenzia come all'inizio degli anni '80 si sia verificato un aumento delle concentrazioni di NO₂. Questa tendenza si è però invertita all'inizio degli anni '90, per poi stabilizzarsi nel corso dello stesso decennio. La figura 10 mostra inoltre che nel 2003 i valori di diossido d'azoto rilevati sono superiori a quelli dell'anno precedente, eccezion fatta per Brione s. Minusio. Questa tendenza evolutiva è stata riscontrata in tutta la Svizzera e probabilmente è in una certa misura da attribuire alle particolari condizioni meteorologiche del 2003.

Per quanto riguarda lo sviluppo delle immissioni di NO₂ nella zona di Chiasso, si è partiti da valori elevati che nel tempo sono però calati in maniera significativa, a seguito delle misure di moderazione attuate nelle immediate vicinanze della stazione di analisi. Nella figura 10 la linea azzurra rappresenta la regressione calcolata sulla base delle medie annue di diossido d'azoto per questo comune dal 1988 ad oggi. Se questa tendenza resta inalterata anche negli anni futuri il limite OIAt sarà raggiunto attorno al 2008.

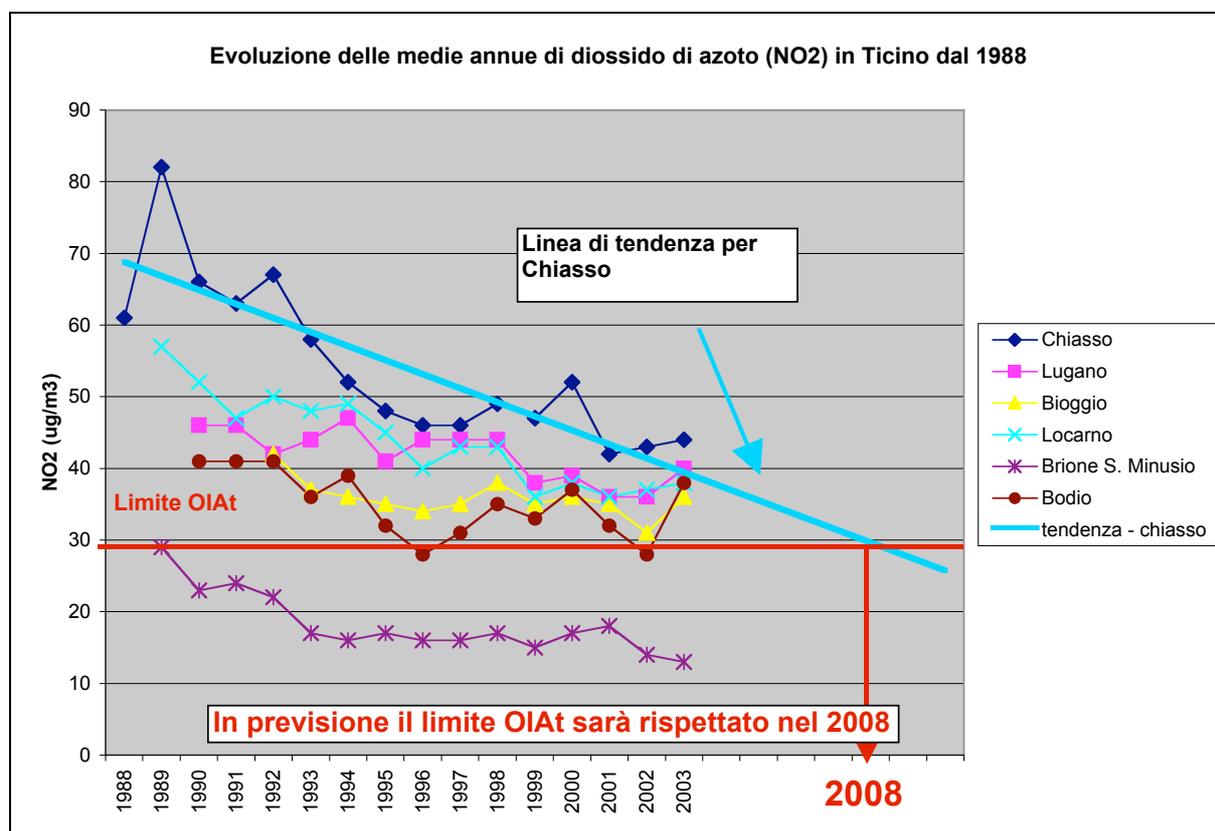


Figura 10: Evoluzione delle concentrazioni medie annue di diossido d'azoto (NO₂) in Ticino dal 1988.

La figura 11 mostra le concentrazioni medie annue di NO₂ registrate con i campionatori passivi. Ogni punto di misura è ripartito tra 5 categorie a seconda dei relativi valori medi annui. I risultati di questi rilevamenti (vedi all. 1, tabb. A1.51 -

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

A1.59) mostrano che tutti i principali centri del Cantone (Chiasso, agglomerazione di Lugano, Bellinzona e Locarno) e i luoghi in prossimità degli assi stradali ad elevato volume di traffico (tratto Bellinzona-Locarno e A2) fanno segnare medie annue superiori alle altre zone e chiaramente al di sopra del limite OIA_t ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

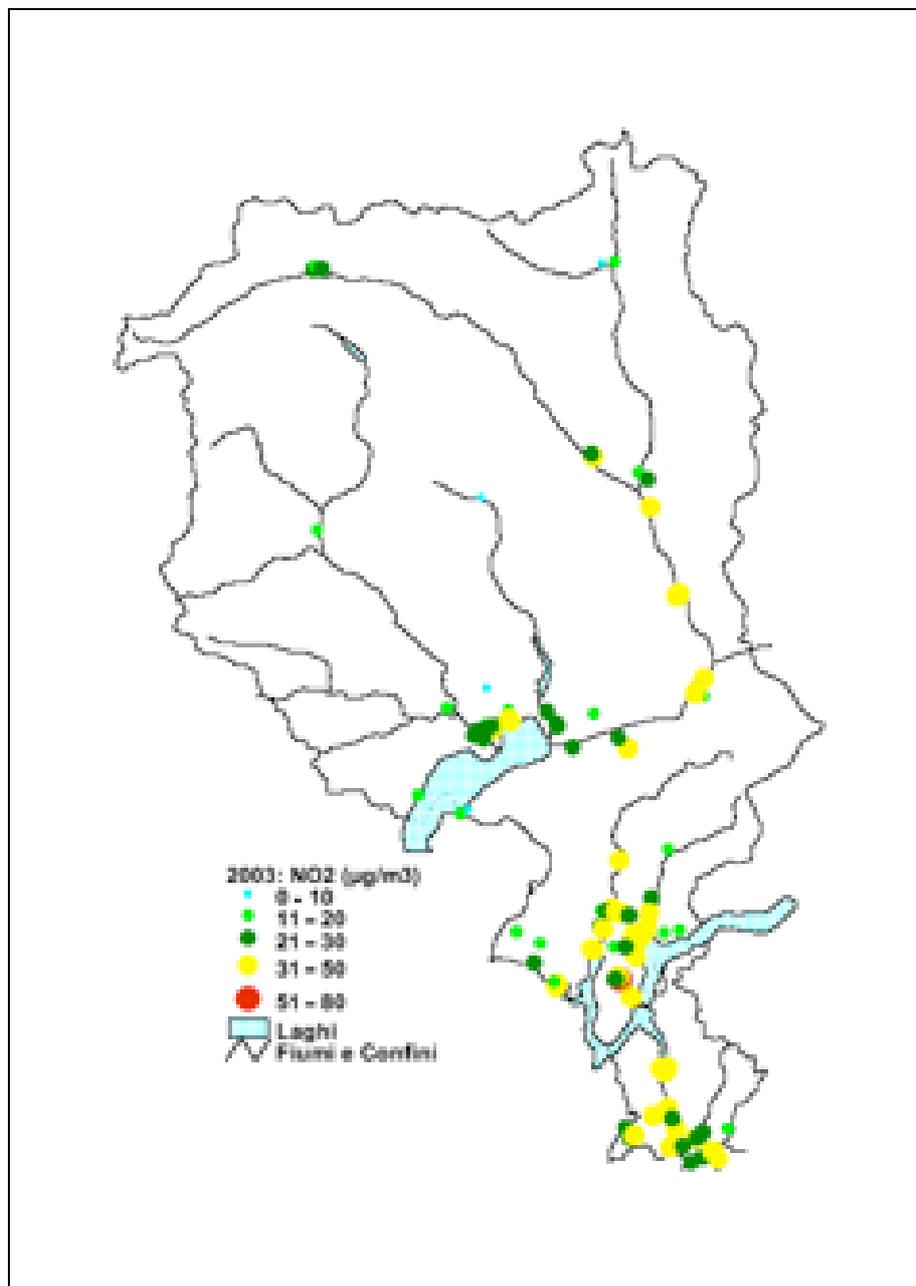


Figura 11: Ripartizione in base alle concentrazioni medie annue registrate nel 2003 dei campionatori passivi di NO_2 . I valori sono in $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Valore limite OIA_t: $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La tendenza evolutiva delle immissioni di NO_2 a livello cantonale è analizzata distinguendo, come mostrato nella figura 12, tra zone con un inquinamento particolarmente elevato (medie annue superiori ai $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), zone mediamente inquinate (medie annue comprese tra 30 e $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e zone poco inquinate (medie annue inferiori ai $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

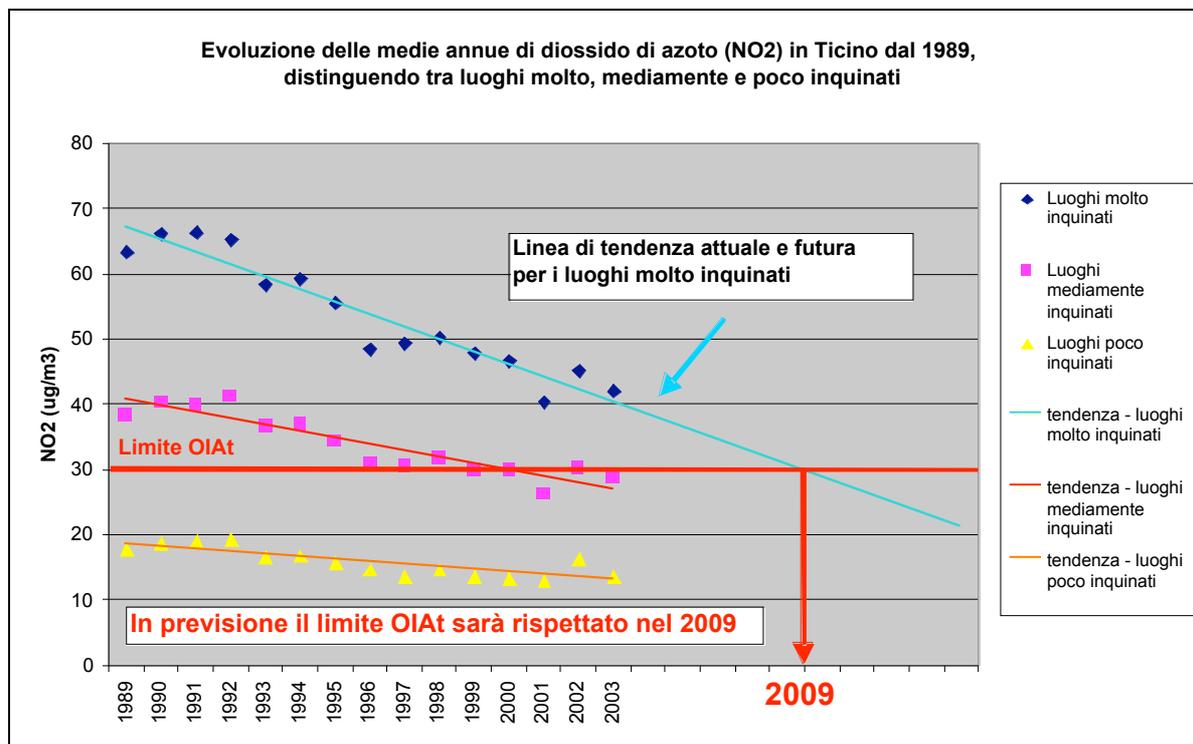


Figura 12: Evoluzione delle immissioni di diossido d'azoto (NO₂), distinguendo tra zone con un tasso alto, medio e basso di inquinamento. La previsione dell'evoluzione delle concentrazioni nei luoghi molto inquinati, sulla base della relativa linea di tendenza e dello status quo, mostra che il limite OIA verrà rispettato molto probabilmente a partire dal 2009.

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

La figura 12 mostra come nei luoghi di maggior carico le immissioni di NO₂ abbiano raggiunto un massimo negli anni 1990-91 ed in seguito siano diminuite progressivamente (mediamente di 1.9 µg/m³ all'anno). Anche nei luoghi mediamente inquinati (diminuzione pari a 1 µg/m³ all'anno) e in quelli poco inquinanti (- 0.4 µg/m³ all'anno) è riscontrabile un'evoluzione simile.

I valori particolarmente positivi del 2001 sono da ricondurre anche e soprattutto ad un inverno ricco di precipitazioni e alla chiusura della galleria del San Gottardo a fine anno, che ha permesso di contenere sensibilmente le emissioni del traffico di transito (soprattutto quello pesante). I dati del 2003 restano in linea con i trend generali.

A differenza dei valori registrati dalle stazioni d'analisi in continuo, i risultati dei campionatori passivi sono tendenzialmente migliori rispetto al 2002. 37 punti di misura hanno infatti fatto segnare una diminuzione significativa (fuori dal normale intervallo degli errori di misura) delle medie annue, mentre solo in 4 si è osservato un aumento significativo delle stesse.

È difficile fare una previsione sugli sviluppi futuri delle immissioni di NO₂. In base alla figura 12 tuttavia (tendenza delle immissioni per i luoghi ticinesi molto inquinati), ammettendo che le emissioni di NO_x continuino a diminuire con il ritmo attuale, entro il 2009-2010 anche le medie annue di queste località dovrebbero scendere sotto i limiti OIA. Questo dato coincide con il pronostico basato sull'evoluzione delle

emissioni degli ossidi di azoto in territorio ticinese (cfr. fig. 4) e con quello calcolato per Chiasso (cfr. fig. 10).

Mentre la riduzione delle emissioni dei veicoli tramite miglioramenti tecnici (p. es. l'entrata vigore delle norme Euro 4 ed Euro 5 nel 2005 rispettivamente nel 2008) può essere ipotizzata con buona sicurezza, molto più incerta resta l'evoluzione del traffico (numero e tipo di veicoli in circolazione, chilometri percorsi). Questo potrebbe allungare il periodo indicato sopra.

2.3 Ozono (O₃)

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

Questo tipo di ozono va distinto dal cosiddetto ozono "stratosferico", uno schermo protettivo dai raggi ultravioletti (UV) presente nella stratosfera terrestre che negli ultimi anni sta subendo un assottigliamento considerevole (più noto come "buco dell'ozono") provocato principalmente dai clorofluorocarburi (CFC).

L'ozono in troposfera non viene generato direttamente da emissioni generate da attività umane, ma può formarsi, sotto l'effetto dell'irraggiamento solare, principalmente a partire da ossidi d'azoto (NO_x) e da composti organici volatili (COV), due inquinanti dell'aria detti per questo motivo "**precursori dell'ozono**". L'entità di questo processo dipende dalle concentrazioni dei precursori e dall'intensità dell'insolazione. La figura 13 illustra schematicamente questo processo.

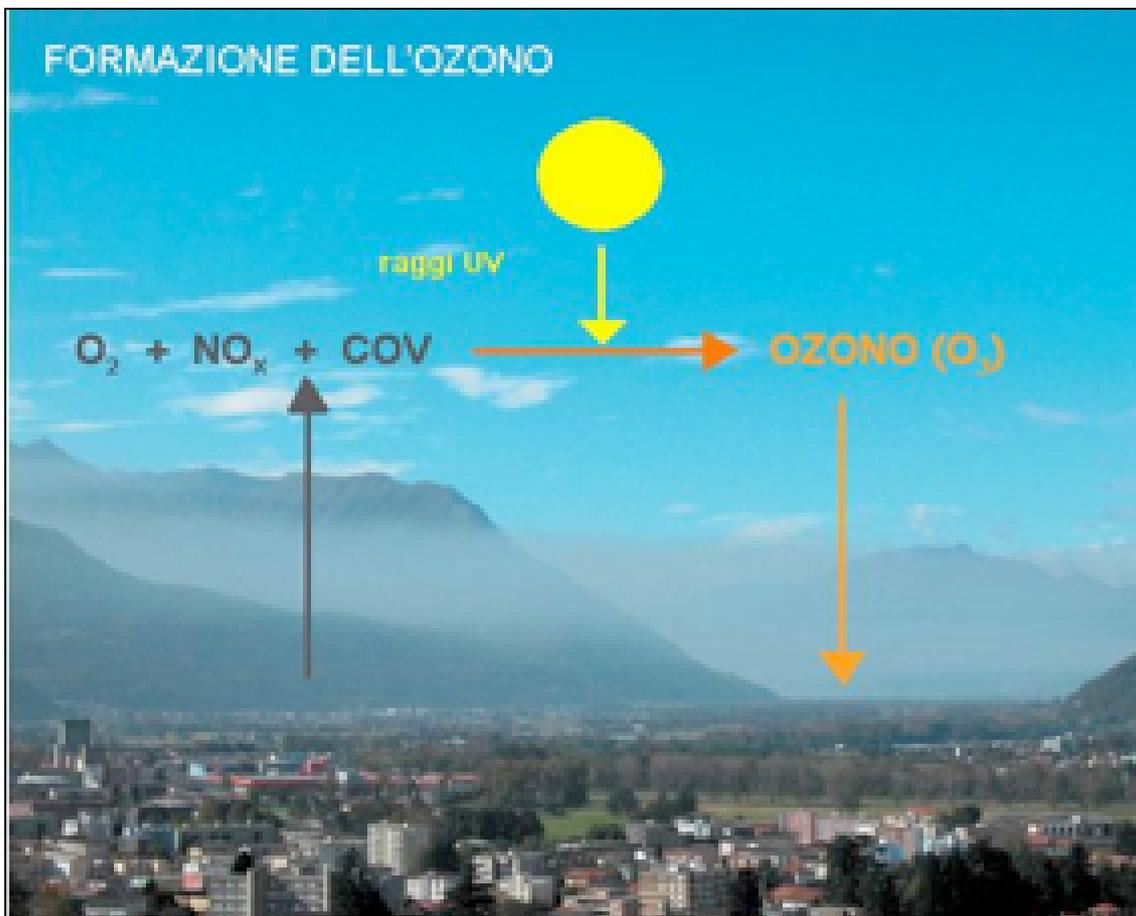


Figura 13 Schema di formazione dell'ozono (O₃) vicino al suolo. I precursori dell'ozono (ossidi di azoto = NO_x e composti organici volatili = COV) giocano un ruolo fondamentale, assieme all'irraggiamento solare, nella creazione di questo inquinante e dello smog estivo.

Per combattere lo smog estivo e le elevate concentrazioni di ozono occorre quindi ridurre le emissioni dei precursori dell'ozono. Le maggiori fonti d'emissioni degli ossidi d'azoto è rappresentata dal traffico motorizzato, mentre quelle di COV sono l'industria ed i nuclei domestici.

Questo ozono di origine “antropica” è una delle componenti principali del cosiddetto smog fotochimico estivo e in grandi concentrazioni può avere effetti dannosi su persone e piante, a causa della sua elevata reattività. È durante le giornate estive molto calde e poco ventose che vengono prodotte le maggiori quantità di ozono e il perdurare di tali condizioni atmosferiche rafforzano questo fenomeno. L’arrivo del brutto tempo accompagnato da piogge e vento riporta i valori a livelli più bassi [10, 11, 12, 13, 14].

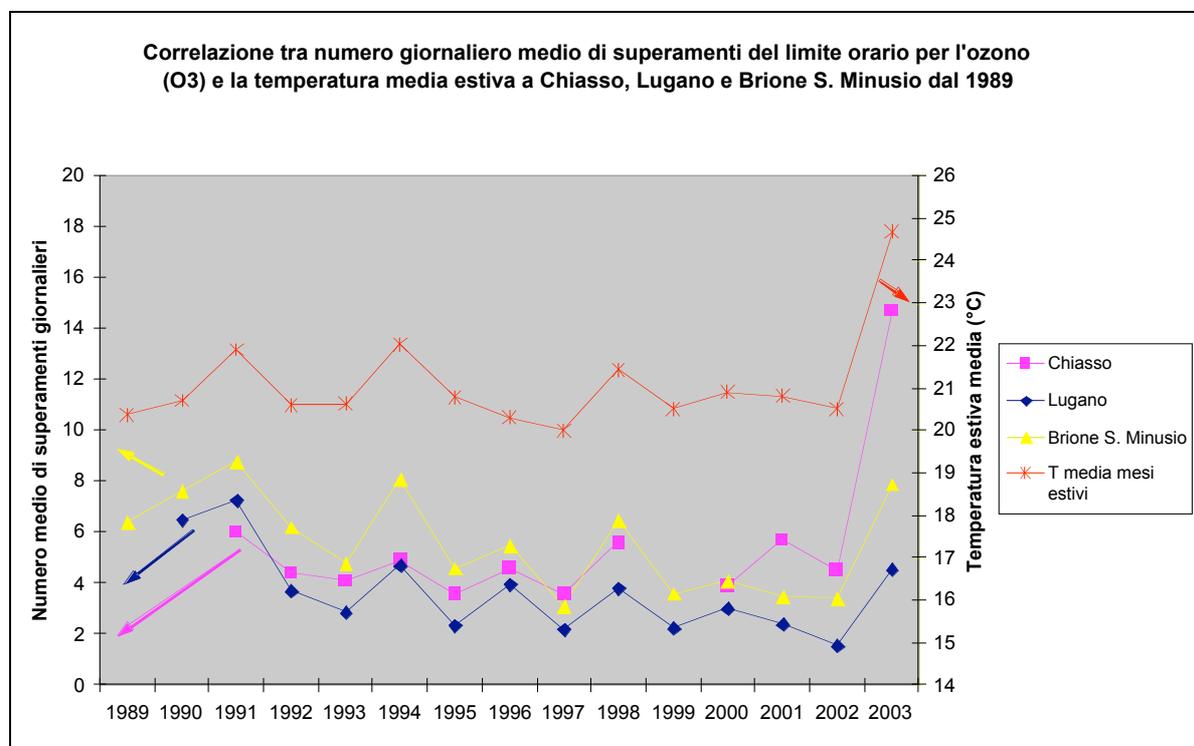


Figura 14: Numero di superamenti del limite orario ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verificatisi in media durante una giornata da giugno ad agosto dal 1990 nelle località di Chiasso, Lugano e Brione s. Minusio. La scala a destra illustra le temperature estive (giugno, luglio ed agosto) rilevate a Locarno-Monti dall'Istituto Svizzero di Meteorologia (MeteoSvizzera).

La figura 14 mostra il numero di superamenti del limite orario verificatosi in media durante una giornata nei mesi di giugno, luglio ed agosto a Brione s. Minusio, Chiasso e Lugano a partire dal 1989. Nella stessa sono riportate le temperature medie estive misurate a Locarno-Monti nei medesimi anni. Si nota il parallelismo tra la durata delle immissioni eccessive e la temperatura. Fa eccezione il 1996, dove il mese di giugno ha fatto registrare un numero elevato di superamenti, che nel computo medio totale ha più che compensato le condizioni meteorologiche sfavorevoli degli altri due mesi.

Nella stessa figura è inoltre possibile osservare, che anche durante le estati più “fredde” il limite orario è stato superato tutti i giorni in media per alcune ore (quasi 4 ore a Brione s. Minusio e più di 2 a Lugano). L’OIAt consente un solo superamento all’anno!

La figura 14 mette infine in risalto l’eccezionalità dell’estate 2003 da un punto di vista meteorologico; infatti se le temperature medie dei periodi estivi precedenti oscillavano tra 20° e 22°C , la stessa nel 2003 ha sfiorato addirittura i 25°C . A conseguenza di ciò il numero di superamenti del limite orario è aumentato notevolmente, raggiungendo le 15 ore al giorno a Chiasso (praticamente il triplo dei valori degli anni precedenti).

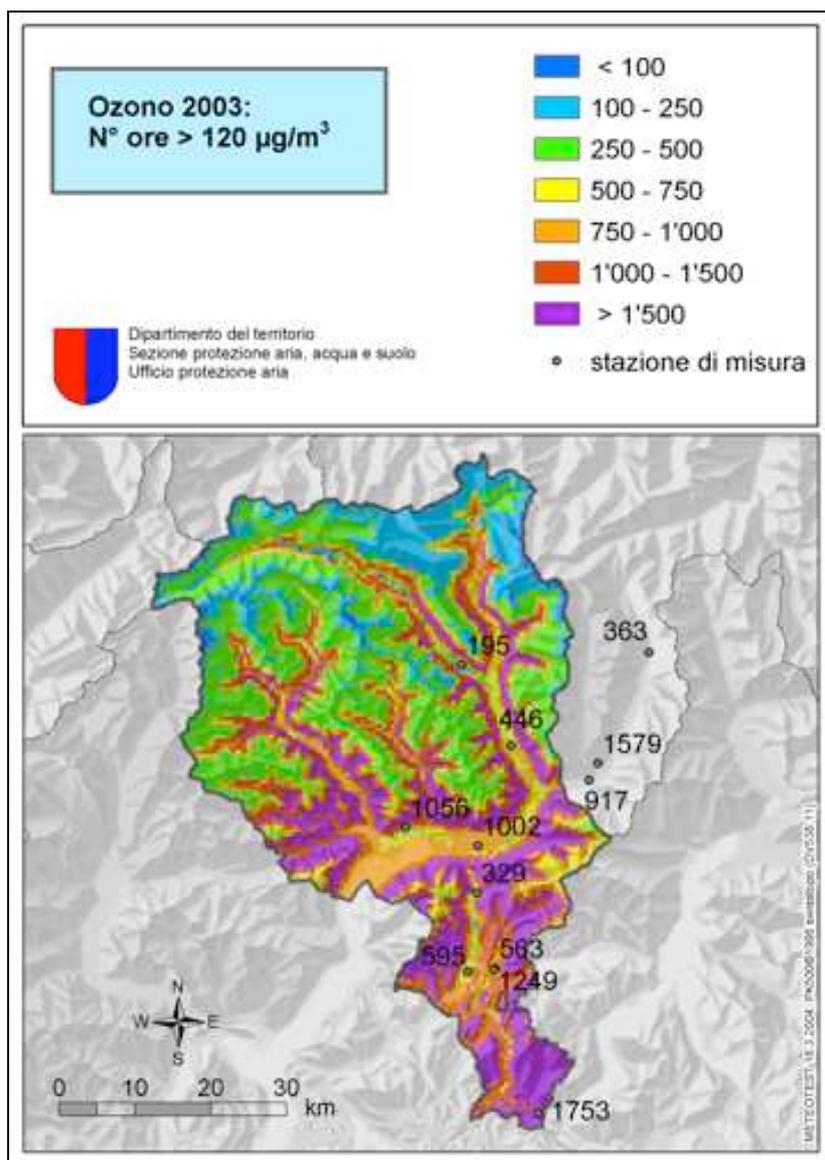


Figura 15: Suddivisione del territorio ticinese per numero di ore in cui le concentrazioni di ozono (O_3) hanno superato il relativo limite orario OIAt ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nel 2003. Questa cartina è stata realizzata per conto dell'Ufficio Protezione dell'Aria dalla MeteoTest. I valori sono il risultato di ricalcolo matematico sulla base dei valori misurati dalla rete di rilevamento cantonale.

La figura 15 illustra graficamente la distribuzione spaziale del numero di superamenti orari sul territorio ticinese; si può constatare che la zona più colpita è stata quella del Sottoceneri e dei fondovalle sopracenerini.

Durante il 2003, analogamente agli anni precedenti, il limite OIAt per il 98° percentile dei valori semiorari mensili ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è stato superato nei mesi da marzo fino a settembre. (vedi allegato 1, tabb. A1.14 - A1.20).

La figura 16 mostra il 98° percentile mensile massimo di ogni stazione di misura nel mese di luglio. I valori si situano tra i $161 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di Bodio ed i $287 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di Chiasso e superano ampiamente il limite OIAt. Fenomeni chimici complessi nell'ambito del ciclo di formazione e distruzione dell'ozono fanno sì, che ora anche negli agglomerati le immissioni dello stesso raggiungano valori molto elevati, allorquando negli anni '80 le

punte si registravano prevalentemente nelle zone in quota con poche emissioni locali.

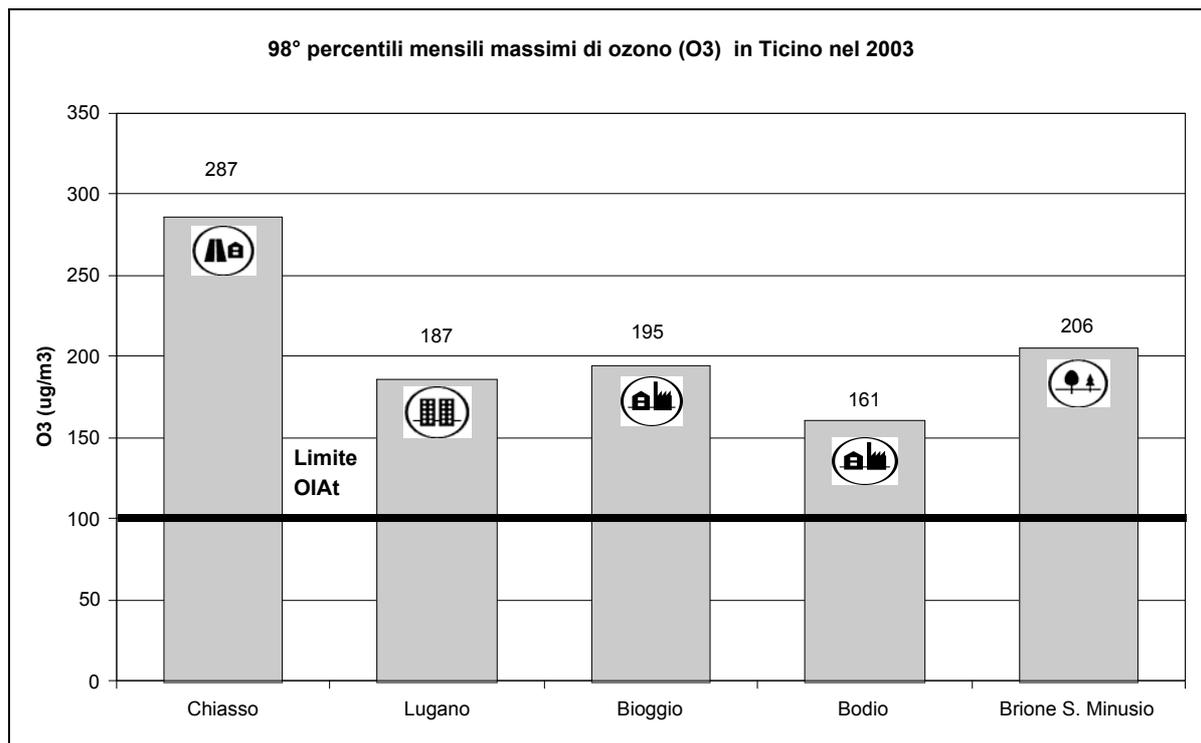


Figura 16: 98° percentili mensili massimi delle concentrazioni (semiorarie) di ozono in Ticino nel 2003.

Nel caso dell'ozono è difficile riconoscere una tendenza evolutiva, in quanto le sue immissioni risultano condizionate dalla situazione del tempo atmosferico.

I trend delle concentrazioni di ozono in Ticino negli anni '90 sono stati analizzati dal Paul Scherrer Institut [1]. Questa indagine rivela un trend negativo, una riduzione quindi, delle concentrazioni massime di ozono nei mesi di luglio ed agosto (tra 0 e 20 ppb/decennio a seconda del luogo di misura) e un'evoluzione positiva delle stesse nei mesi invernali. Quest'ultima è riconducibile alla diminuzione delle emissioni di NO, gas che nel complesso circolo dell'ozono rappresenta sia un precursore che un "degradatore" dell' O₃.

Questo andamento è bene illustrato dall'evoluzione delle medie dei periodi estivi ed invernali dei 98° percentili mensili a Brione S. Minusio (vedi figura 17). È possibile osservare in particolare una diminuzione del 98° percentile estivo di circa 25-30 µg/m³ nel decennio tra il 1992 e il 2002. Il valore riscontrato per il 2003 ci riporta invece alle concentrazioni osservate una decina d'anni fa.

Questi dati (soprattutto quelli del periodo estivo) sono da una parte lusinghieri perché confermano che i provvedimenti di natura tecnica adottati negli ultimi anni in Canton Ticino e nella vicina Lombardia hanno sortito, almeno in parte, i risultati sperati. D'altra parte, come spiegato prima, il numero di ore con valori al di sopra del limite orario (120 µg/m³) è rimasto nel tempo sostanzialmente uguale (senza contare evidentemente l'estate 2003).

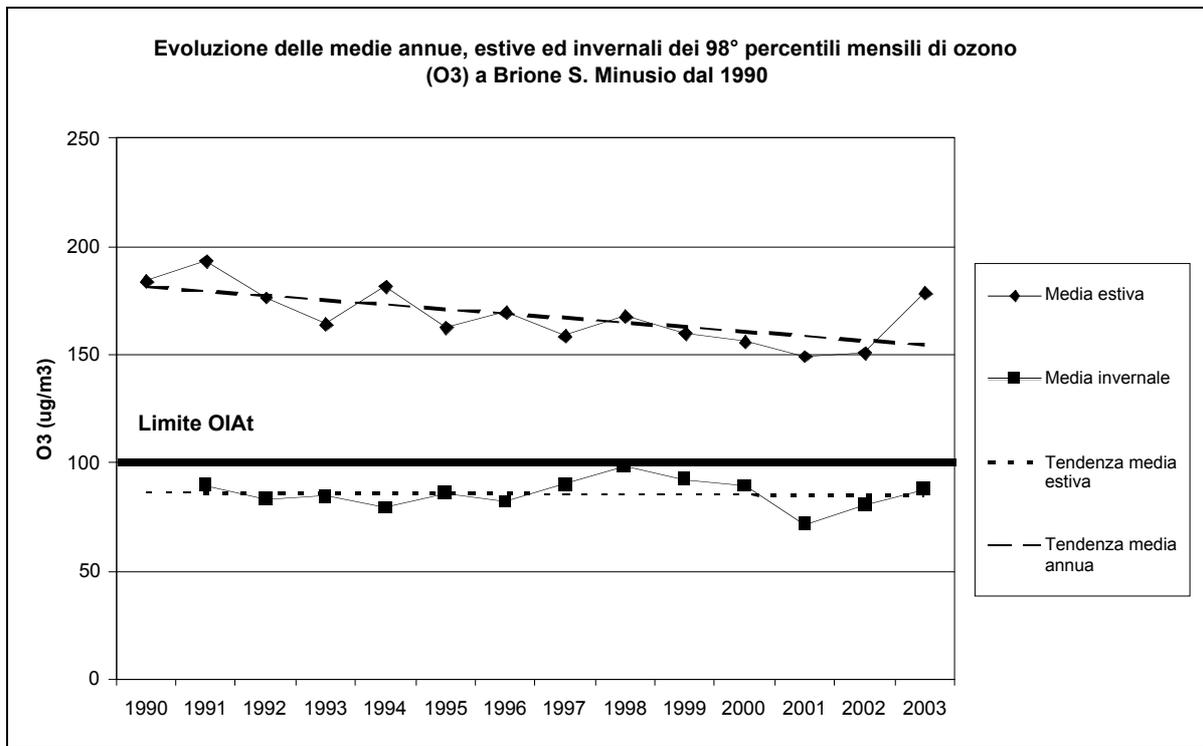


Figura 17: Evoluzione delle medie estive ed invernali dei 98° percentili mensili di ozono a Brione S. Minusio dal 1990.

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

Il PSI analizzerà nei prossimi mesi i dati dell'estate scorsa a Sud delle Alpi con la stessa metodologia (depurazione dagli influssi meteorologici) già applicata con successo nel suo studio al decennio '90-'99.

2.4 Monossido di carbonio (CO)

Il monossido di carbonio si forma a seguito di una combustione incompleta, soprattutto nel traffico stradale. Ad alte concentrazioni ha effetti negativi sulla salute umana e concorre alla formazione dell'ozono troposferico [10].

La figura 18 mostra per ogni località di misurazione l'evoluzione dei massimi giornalieri annui di monossido di carbonio a partire dal 1988. Grazie alla regolazione dei motori dei veicoli ed alla diffusione del catalizzatore, le immissioni di CO sono da diversi anni chiaramente inferiori al limite previsto dall'OIAAt.

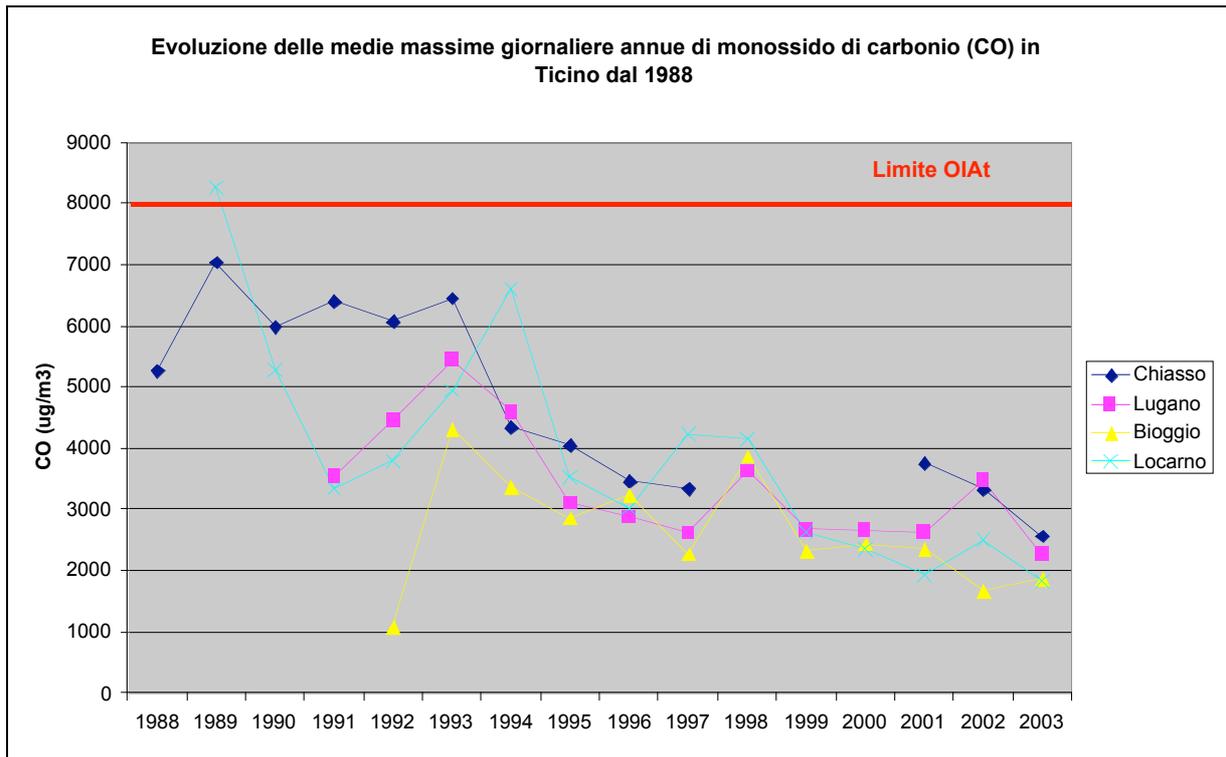


Figura 18: Evoluzione delle massime giornaliere annue delle concentrazioni di monossido di carbonio (CO) in Ticino dal 1988.

2.5 Polveri in sospensione (PM10, PM2.5 e Metalli nelle PM10)

2.5.1 Introduzione

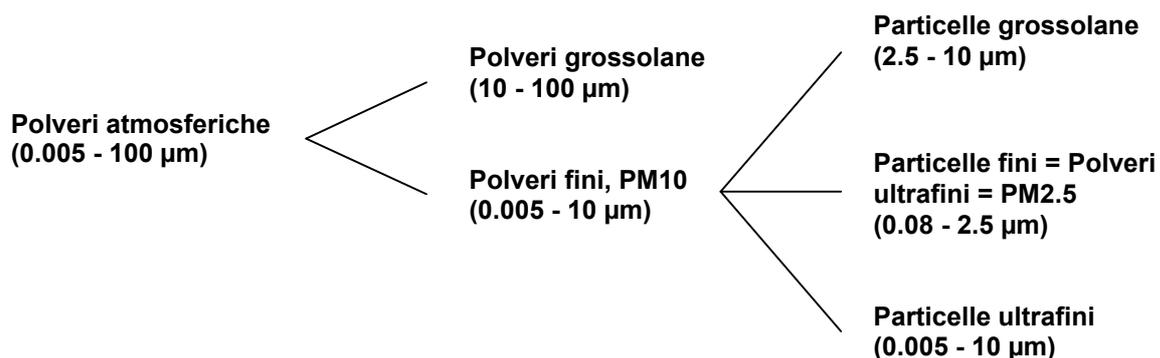
Le polveri atmosferiche sono una miscela fisico-chimica complessa di particelle solide e liquide in sospensione nell'aria. Esse si differenziano per formazione, dimensione e composizione.

Le polveri possono avere origine sia naturale che antropica. I processi di formazione primari principali sono le combustioni incomplete (naturali: incendi di boschi; antropici: traffico motorizzato, combustione della legna e fuochi all'aperto, impianti di riscaldamento e industrie) e quelli di erosione e disgregazione (naturali: suolo; antropici: agricoltura/selvicoltura, pavimentazione stradale, usura dei pneumatici e dei freni). Polveri secondarie si formano invece a seguito di reazioni chimico-fisiche tra gli inquinanti dell'aria (tra gli altri SO₂, NO_x, NH₃, COV). Anche pollini, muffe e spore sono considerate polveri atmosferiche.

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

Una possibile suddivisione vede le polveri in sospensione con diametro uguale o inferiore a 10 µm definite come **polveri fini** (PM10, dove PM sta per "particulate matter"), mentre quelle con diametro uguale o inferiore a 2.5 µm come **polveri ultrafini** (PM2.5). La frazione di polveri più piccole di 2.5 micrometri rappresenta una gran parte del quantitativo totale di PM10 (in Svizzera questa frazione può raggiungere l'80%). Lo schema 1 illustra la suddivisione completa delle polveri presenti nell'atmosfera in base alle loro dimensioni.

Schema 1: Suddivisione delle polveri atmosferiche in base alla loro grandezza [19].



Più in profondità dell'apparato respiratorio le polveri fini ed ultrafini arrivano e più aumentano le probabilità che inneschino processi infiammatori. Le più piccole penetrano anche nelle ramificazioni più sottili dei polmoni, raggiungendo i vasi sanguigni e linfatici. La loro struttura frastagliata favorisce il legame di sostanze tossiche, alcune delle quali addirittura cancerogene. Le PM10 e PM2.5 possono avere pertanto gravi conseguenze sulla salute, in particolare sul sistema respiratorio e cardiocircolatorio. Le prime rappresentano la frazione tracheale, raggiungono cioè la trachea, le seconde quella alveolare, penetrando fino agli alveoli polmonari.

Tutte le polveri possono inoltre ricadere sulla superficie terrestre. In special modo i metalli pesanti (ad esempio piombo, zinco, cadmio, ferro, rame, ecc.) eventualmente presenti nelle polveri, al contrario di altri inquinanti non si degradano chimicamente, ma tendono ad accumularsi nei diversi ecosistemi (assunzione da parte della flora e della fauna), a risalire la catena alimentare, per infine giungere agli esseri umani, agendo in modo nocivo [10, 15, 16, 17, 18, 19].

2.5.2 Polveri fini (PM10)

A seguito delle nuove conoscenze scientifiche sugli effetti delle polveri fini appena illustrati, il 1. marzo 1998 sono stati introdotti limiti di immissione per le polveri fini con diametro inferiore ai 10 μm (media annua 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, media giornaliera 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Parallelamente sono stati abrogati i limiti per le polveri totali in sospensione.

La figura 19 è inserita in uno studio dell'UF AFP ed illustra lo stato delle immissioni di PM10 in Ticino per l'anno 2000. Tra l'altro da questa analisi è scaturito che il 91.7% della popolazione ticinese è esposta a concentrazioni superiori al limite OIAt di 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [20]. In considerazione di questa situazione critica il Canton Ticino ha deciso di dare avvio ad uno studio sulla strategia di lotta allo smog invernale al sud delle alpi.

Obiettivo dello studio è quello di elaborare e presentare al Consiglio di Stato provvedimenti stagionali, situabili per durata tra quelli permanenti su cui è fondata la politica d'igiene dell'aria a livello federale, e quelli d'urgenza adottati ad esempio in Lombardia. È auspicabile che tali misure permettano di fronteggiare adeguatamente gli episodi di smog invernale, riducendo sensibilmente le immissioni di polveri fini.

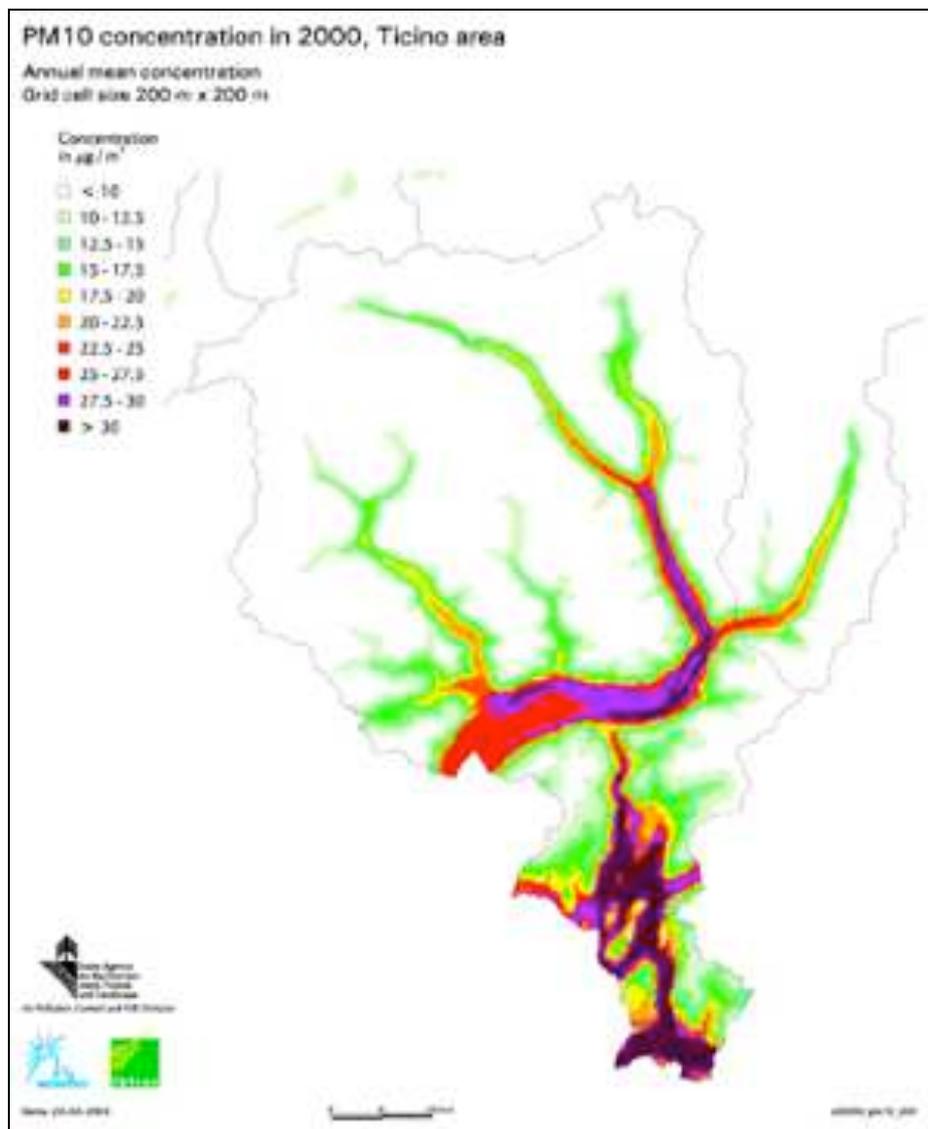


Figura 19: Distribuzione spaziale della concentrazione media annua di polveri fini in sospensione (PM10) nel 2000 [per gentile concessione dell'UFAFP].

Le polveri fini PM10 vengono misurate Chiasso, Bioggio, Bodio, Camignolo, Moleno, Collegio, Faido-Polmengo e nelle stazioni NABEL di Lugano ($36 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e Magadino ($33 \mu\text{g}/\text{m}^3$). La figura 20 illustra i dati relativi alle concentrazioni medie annue fatte registrare da queste stazioni; esse sono elevate su tutto l'arco dell'anno.

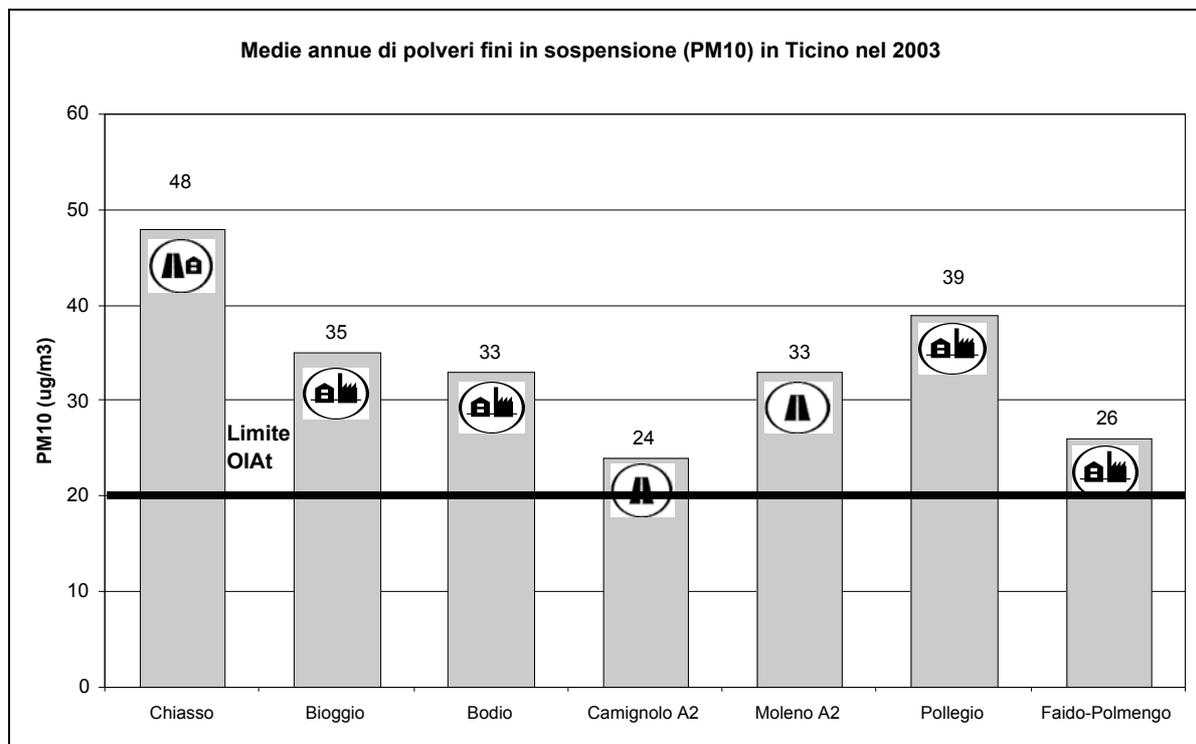


Figura 20: Concentrazioni medie annue di polveri fini in sospensione (PM10) in Ticino nel 2003.

Durante gli ultimi 7 anni (vedi fig. 21) le immissioni medie annue di polveri fini presso tutte le stazioni si sono mantenute su valori pressoché costanti e nettamente superiori al limite di legge. I valori riscontrati nel 2002 ($37 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e nel 2003 ($49 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a Chiasso sono significativamente più elevati rispetto a quelli degli anni precedenti. Ciò può essere ricondotto ai lunghi periodi d'inversione termica che hanno caratterizzato gli ultimi inverni del Sottoceneri.

In particolare tra gennaio e marzo del 2003 (in totale 89 giorni) il limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato superato durante 63 giornate, vale a dire più di due terzi del tempo, e la concentrazione massima registrata è stata di $137 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Questi dati sono paragonabili al 2002 (94 superamenti della soglia giornaliera e concentrazione massima giornaliera pari a $144 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (vedi allegato A1.25-A1.31).

Anche nel Sopraceneri i superamenti del limite OIAt sono consistenti. Per esempio a Bodio è stato registrato un valore annuo di $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ed il limite per la media giornaliera è stato superato durante 37 giornate. Anche a Moleno la media annua è risultata di $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ed il limite giornaliero è stato sorpassato 34 volte.

Un confronto con gli anni precedenti denota un peggioramento notevole che tuttavia, deve essere inserito in un contesto ben preciso. Infatti il valore particolarmente basso del 2001 è da ricondurre ad un inverno particolarmente piovoso (soprattutto in gennaio e febbraio) e alla chiusura prolungata della galleria del San Gottardo.

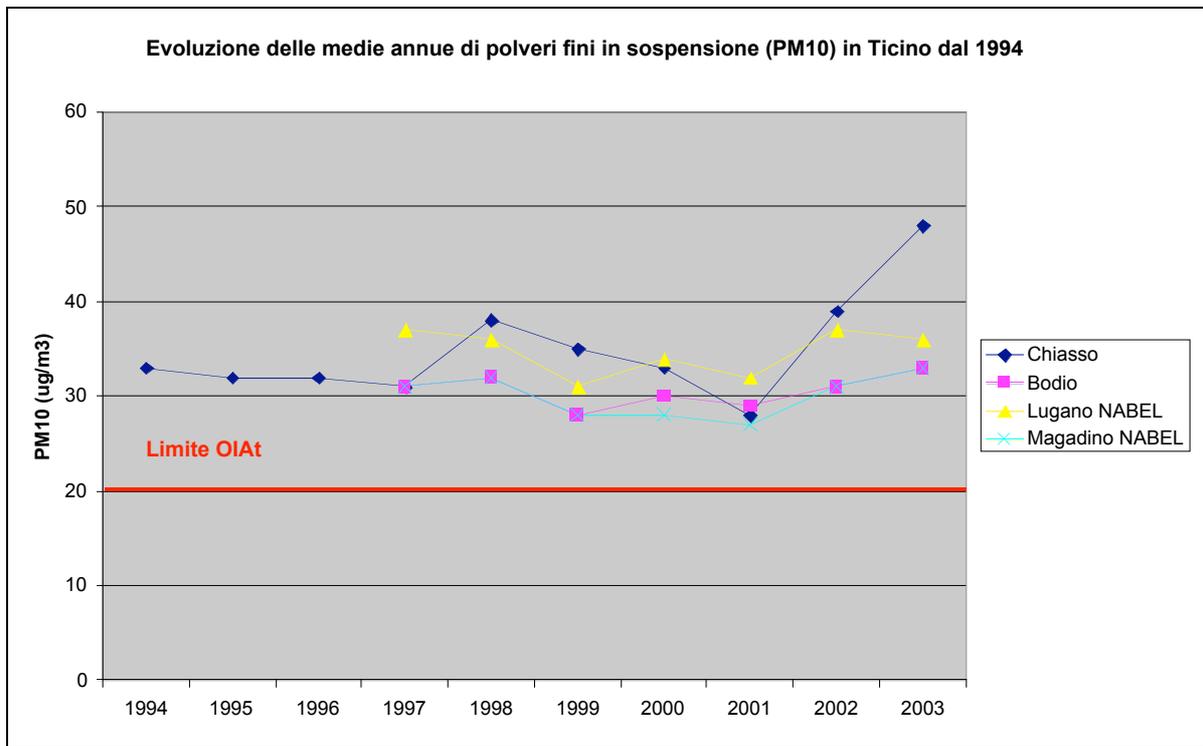


Figura 21: Evoluzione delle medie annue delle concentrazioni di polveri fini in sospensione (PM10) in Ticino dal 1994.

La figura 22 riporta le concentrazioni medie mensili di tutte le stazioni d'analisi. Da aprile a settembre i valori sono simili, benché Chiasso presenti quelli più elevati. Durante il periodo invernale invece le medie di Chiasso (a causa della posizione geografica sfavorevole) si allontanano da quelle degli altri punti, aumentando più che proporzionalmente. Si tratta di una conseguenza diretta della presenza di inversioni termiche.

Questa ipotesi è altresì suffragata dai dati delle due stazioni di rilevamento poste lungo l'A2 (Moleno e Camignolo). A Moleno nei mesi freddi infatti, dove le inversioni si instaurano frequentemente, si misurano quantitativi di polveri fini quasi doppi rispetto a Camignolo; in estate invece le relative concentrazioni sono circa uguali. A Camignolo, dove questo fenomeno è molto raro, le medie mensili sono più costanti sull'arco dell'anno.

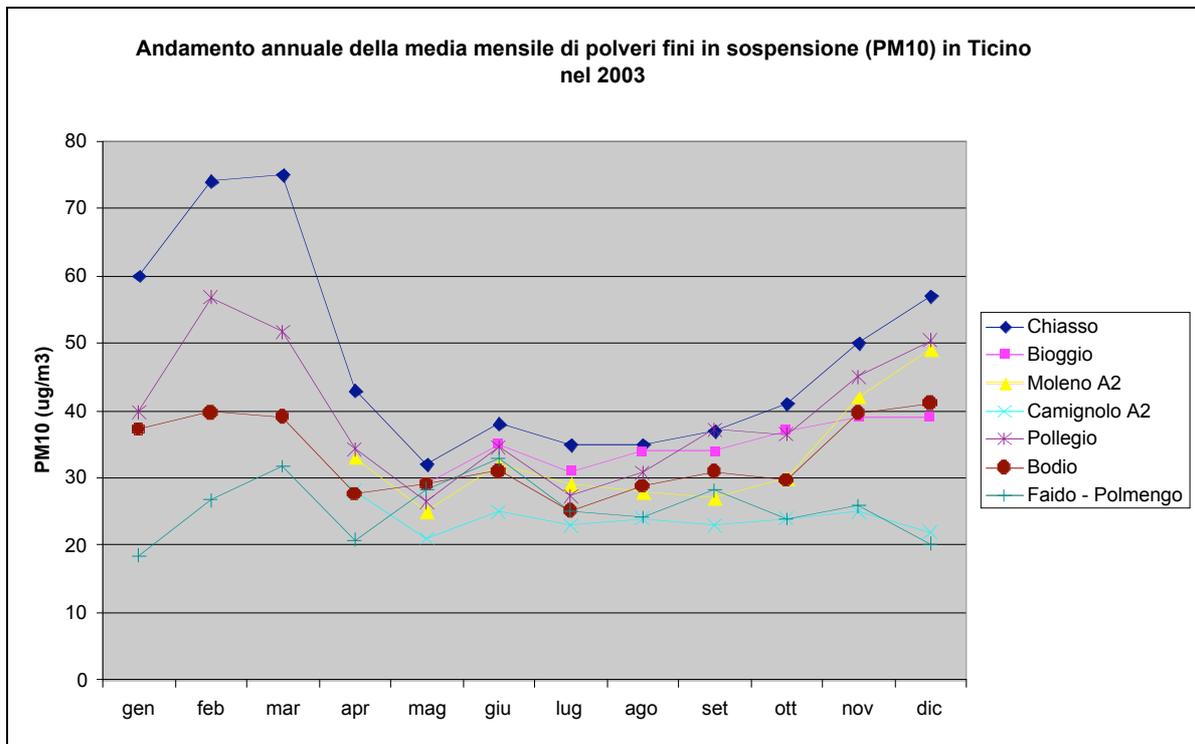


Figura 22: Andamento annuale della media mensile delle concentrazioni di polveri fini in sospensione (PM10) in Ticino nel 2003.

Una situazione analoga a quella del Ticino è stata osservata anche nel resto della Svizzera, dove le concentrazioni medie di PM10 sono aumentate durante il 2002 ed il 2003. In generale si constata che negli agglomerati fortemente trafficati il limite OIA_t annuo è nettamente superato, con valori che variano dai 27 ai 39 µg/m³. Soltanto i quantitativi delle località in quota risultano conformi. Sul Rigi ad esempio la media annua per il 2003 è stata di 15 µg/m³ [21].

2.5.3 Polveri ultrafini (PM2.5)

Recenti studi epidemiologici hanno mostrato come diverse affezioni polmonari siano correlate maggiormente alle concentrazioni di PM2.5 che non a quelle di PM10. Le ricerche in questo campo continuano allo scopo di definire le differenti caratteristiche (p.es. densità, massa, morfologia e composizione) delle particelle fini e il loro influsso sulla salute. Per questo motivo il rilevamento delle emissioni ed immissioni di polveri ultrafini è stato integrato nelle procedure di misura standard.

In generale in Svizzera le PM10 sono composte per il 70-85% da PM2.5. Queste percentuali sono confermate dai rilevamenti effettuati a Moleno e Camignolo (vedi fig. 23). Infatti a Moleno il rapporto PM2.5/PM10 è di 0.73, mentre a Camignolo raggiunge 0.88. Da sottolineare che la maggior parte delle polveri ultrafini sono emesse dai motori diesel.

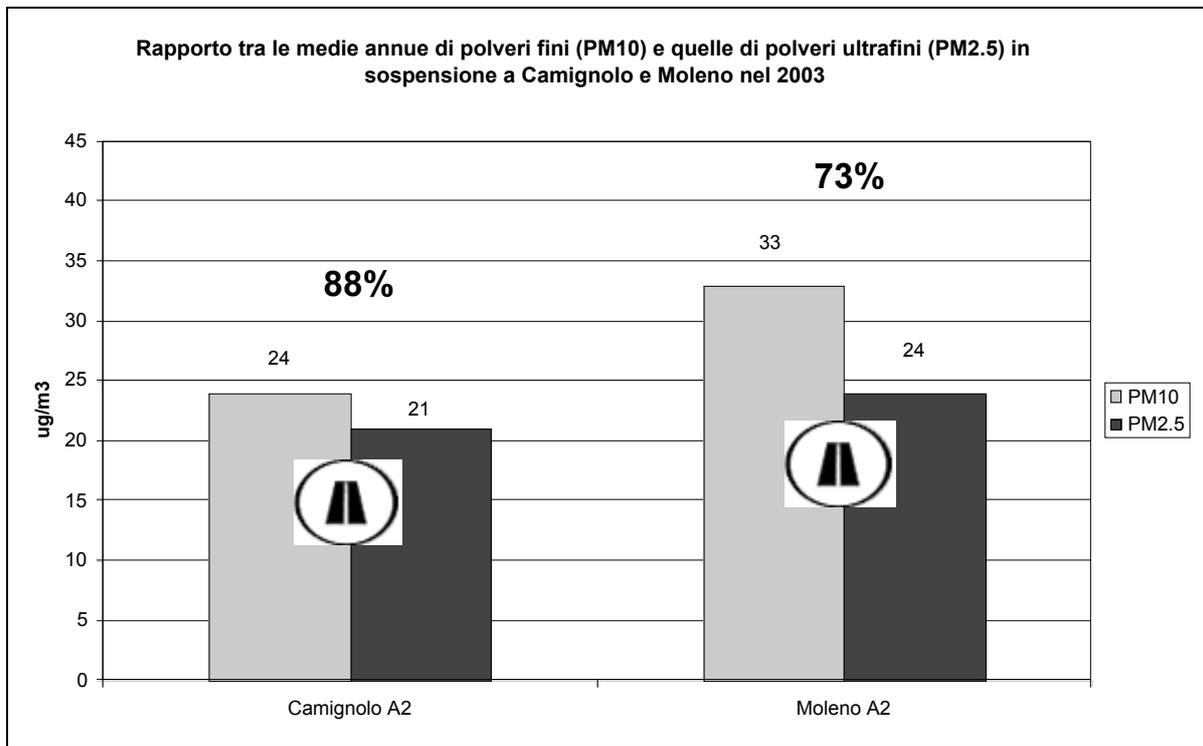


Figura 23: Rapporto tra le medie annue delle concentrazioni di polveri fini (PM10) e quelle di polveri ultrafini (PM2.5) in sospensione a Camignolo e Moleno nel 2003.

2.5.4 Metalli presenti nelle PM10

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

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

Le concentrazioni di piombo rilevate a Bodio durante il 2003 sono illustrate nella figura 24. Il limite fissato dall'OIA (500 ng/m³ per la media annua) è ampiamente rispettato. Nella figura si osserva inoltre che le concentrazioni sono più alte nei mesi invernali.

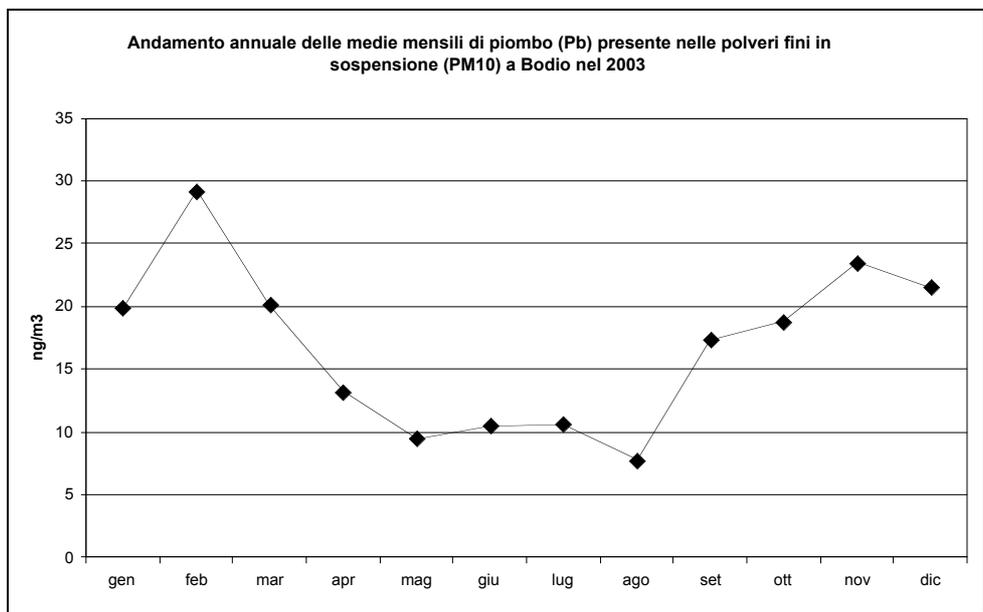


Figura 24: Andamento annuale delle medie mensili delle concentrazioni di piombo (Pb) presente nelle polveri fini in sospensione (PM10) a Bodio nel 2003.

Anche le immissioni di cadmio (Cd), emesso principalmente dalle industrie metallurgiche e durante la combustione del carbone, sono chiaramente inferiori al limite stabilito dall'OIAI (1.5 ng/m³ per la media annua). Nella figura 25 si osserva che pure le concentrazioni di cadmio sono maggiori nei mesi invernali. Questo è riconducibile al fatto che gli andamenti dei 2 metalli pesanti in questione correlano con quello delle polveri fini.

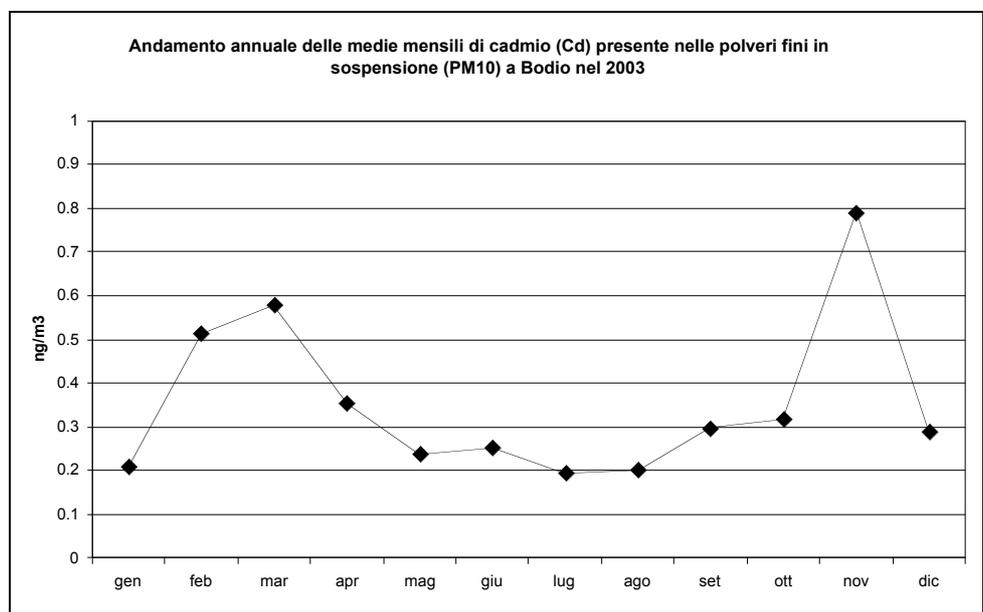


Figura 25: Andamento annuale delle medie mensili delle concentrazioni di cadmio (Cd) presente nelle polveri fini in sospensione (PM10) a Bodio nel 2003.

2.6 Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Gli idrocarburi policiclici aromatici (in inglese PAHs = polycyclic aromatic hydrocarbons, in tedesco PAK = polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) si formano prevalentemente durante la combustione incompleta di materiale organico.

Il benzo[a]pirene è l'idrocarburo policiclico aromatico maggiormente studiato e le informazioni sulla tossicità e l'abbondanza degli IPA sono riferite a questo composto. Alcuni IPA sono notoriamente cancerogeni e tale caratteristica negativa è aggravata dalla presenza di altre sostanze emesse durante le combustioni incomplete [22].

Per questi motivi si è deciso di monitorare queste sostanze presso entrambe le stazioni ticinesi (Moleno e Camignolo) nell'ambito del progetto MfM-U. Le misurazioni sono iniziate il mese d'aprile.

Nel corso del 2003, come riportato nella figura 26, sono state rilevate concentrazioni medie mensili oscillanti tra i 40 e i 120 ng/m³. Questi valori corrispondono a quelli registrati presso le altre stazioni di rilevamento MfM-U in Svizzera interna.

L'andamento sull'arco di 9 mesi è simile a quello osservato in questi due punti per le PM10. Nei mesi invernali a Moleno, contraddistinti sovente da periodi di inversione termica, si registrano concentrazioni fino a tre volte superiori rispetto a quelle di Camignolo.

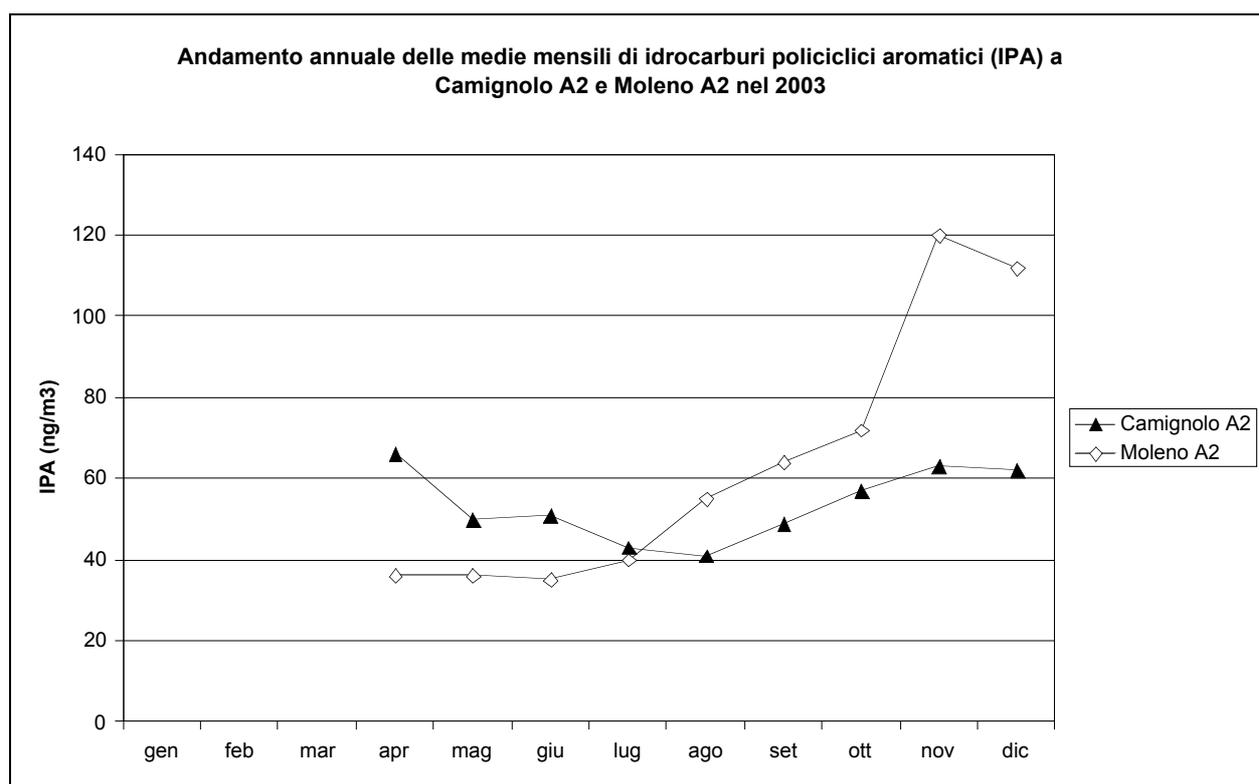


Figura 26: Andamento annuale delle medie mensili delle concentrazioni di idrocarburi policiclici aromatici (IPA) a Camignolo A2 e Moleno A2 nel 2003.

2.7 Composti organici volatili (COV)

I composti organici volatili, COV, rappresentano una categoria molto eterogenea di sostanze organiche. Una prima grande differenziazione viene fatta tra il metano (CH₄) e i suoi derivati (clorofluorocarburi = CFC) ed il rimanente dei COV, i cosiddetti composti organici volatili non metanici (COVNM).

Le principali fonti antropiche di COV sono il traffico veicolare a conseguenza di combustioni incomplete e le attività industriali ed artigianali che fanno uso di vernici, lacche e detergenti, nelle quali tali sostanze fungono principalmente da solventi.

L'OIAI non prevede alcun limite d'immissione per i COV. Non bisogna tuttavia dimenticare che tali sostanze non solo giocano un ruolo determinante nel processo di formazione dell'ozono, ma alcune di esse sono intrinsecamente tossiche; il benzene, per esempio, è classificato nell'OIAI quale cancerogeno [10, 23].

I provvedimenti di natura tecnica finora adottati - quali il catalizzatore, le modifiche apportate a molti processi industriali e l'installazione dei sistemi per il recupero dei vapori di benzina presso i grandi depositi e i distributori di carburante - hanno consentito di diminuire in maniera sensibile le loro concentrazioni.

Gli strumenti impiegati per la misura in continua dei composti organici volatili sono molto delicati. È quindi raro che le serie di dati siano complete. Purtroppo nei primi mesi del 2001 le apparecchiature di rilevamento di Locarno e Bioggio hanno denotato problemi tecnici tali da dover interrompere i rilevamenti a tempo indeterminato.

Negli ultimi anni sono stati provati altri metodi di misura dei COV. In particolare è risultata valida l'analisi tramite campionatori passivi di 35 composti organici volatili appartenenti alle classi degli aromatici, degli alcani, dei monoterpeni e degli idrocarburi clorurati e utilizzata per la prima volta nel 1997 in tre località del Cantone [24].

Durante il 1999 sono stati poi individuati 5 interessanti punti di misura, più precisamente a Stabio, Morbio Inferiore, Lugano, Vezia e Locarno, dove i COV sono stati determinati sempre tramite campionatura passiva a partire dal 1° febbraio 2000 per un anno intero. I risultati di tali misurazioni sono commentati in dettaglio nel rapporto sulla qualità dell'aria dell'anno 2000 [25].

Durante il 2004 verrà ripetuta la campagna di misura tramite campionatori passivi.

Le nuove stazioni di analisi di Moleno e Camignolo rilevano in continuo le concentrazioni di benzene, toluene e xileni.

2.7.1 Benzene, Toluene e Xileni (BTX)

Benzene, toluene e xileni (tre isomeri dello xilene, orto-, meta- e para-) fanno parte del grande gruppo dei composti organici volatili, ma a causa delle loro proprietà e soprattutto dei loro effetti vengono analizzati e discussi separatamente.

Le sorgenti più importanti di questi idrocarburi sono il traffico stradale motorizzato, gli impianti a combustione e i distributori di benzina. I BTX sono infatti presenti nelle benzine come additivi o antidetonanti, ed essendo molto volatili evaporano durante le operazioni di rifornimento.

Il benzene è un inquinante cancerogeno (soprattutto causa la leucemia) ed in concentrazioni elevate arreca danni notevoli ad occhi, vie respiratorie e sistema nervoso centrale. Il toluene e gli xileni sono considerati rispetto al benzene meno tossici, anche se (soprattutto il toluene) sono sospetti agenti cancerogeni. Come il benzene danneggiano il sistema nervoso centrale con un'azione depressiva. Inoltre il toluene è una sostanza teratogenica e può quindi danneggiare i feti durante la gravidanza [10, 26, 27].

A seguito del suo effetto cancerogeno, la concentrazione di benzene nelle benzine è stata limitata dalla legge dall'inizio del 2000 all'1%.

L'effetto di questo provvedimento a livello svizzero è ben osservabile nelle misurazioni effettuate dalla stazione NABEL di Dübendorf. Fino al 1999 il rapporto benzene/altri composti aromatici è aumentato a seguito delle misure adottate in precedenza sui veicoli e nell'industria (introduzione del catalizzatore e miglioramenti tecnologici da una parte, riduzione dell'impiego di solventi dall'altro) che hanno diminuito le concentrazioni degli altri aromatici. In seguito si riscontra una drastica diminuzione di questo rapporto spiegabile con l'appena citata riduzione del tenore di benzene nella benzina.

La comunità europea (CE) ha introdotto per il benzene il limite d'immissione di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media annua. Le analisi di Dübendorf mostrano che questa soglia non è rilevante per la Svizzera, in quanto già prima della sua introduzione le concentrazioni su suolo elvetico erano inferiori a tale valore.

Anche a livello cantonale la situazione è simile; la concentrazione media annua a Moleno sull'A2 è pari a $1.15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e quindi nettamente inferiore al suddetto valore soglia CE. Addirittura il massimo giornaliero registrato in dicembre ($4.62 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è inferiore al limite europeo.

Le figure 27-29 confrontano le medie mensili (giugno, agosto e ottobre) di BTX a Chiasso nel 1993 (rilevate nell'ambito di una campagna analitica specifica) e le medie mensili per le stesse sostanze e mesi misurate a Moleno nel 2003. Pur tenendo conto che i rilevamenti sono stati effettuati in luoghi molto diversi, si constata una riduzione di un fattore 5 per il benzene, di un fattore 10-40 per il toluene e di fattori ancora superiori per gli xileni.

Questa evoluzione dati è confermata anche dai risultati del monitoraggio di un impianto industriale di Stabio nel periodo tra dicembre 2003 e gennaio 2004. Le analisi hanno infatti evidenziato delle concentrazioni di fondo di BTX e COV comparabili a quelle registrate a Moleno.

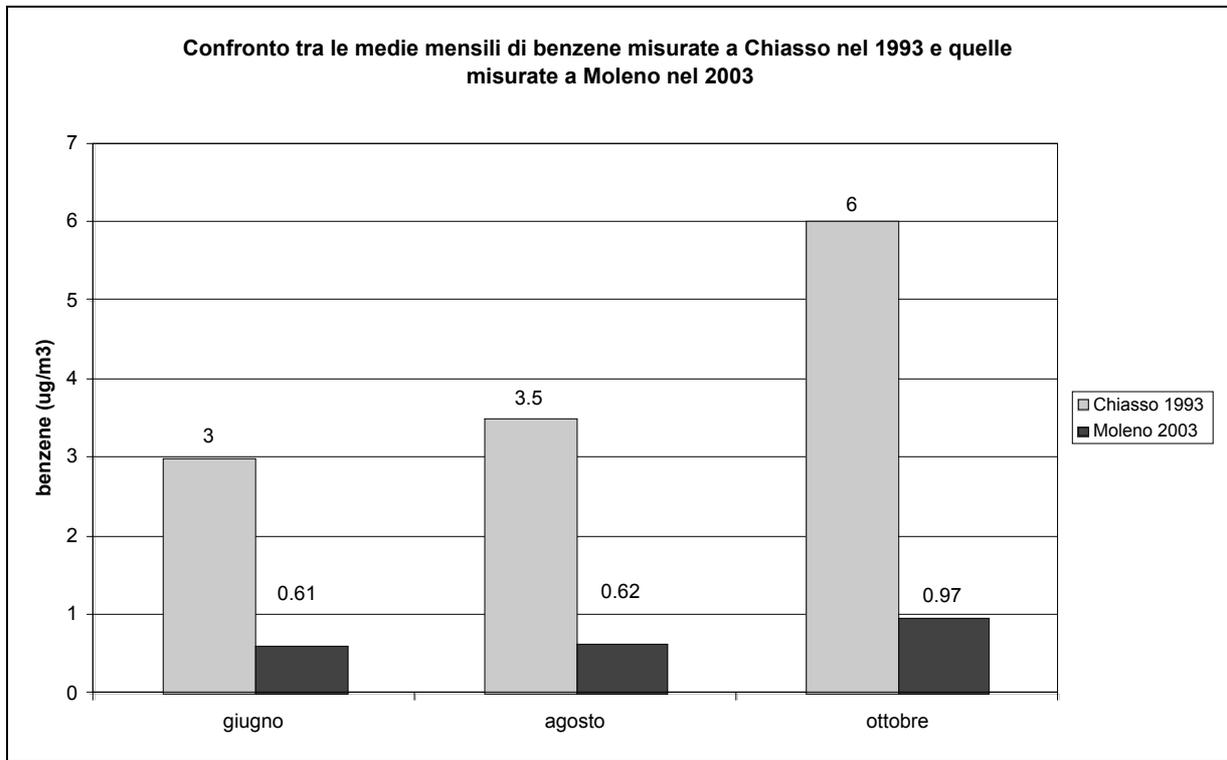


Figura 27: Confronto tra le medie mensili delle concentrazioni di benzene misurate a Chiasso nel 1993 e quelle misurate a Moleno nel 2003.

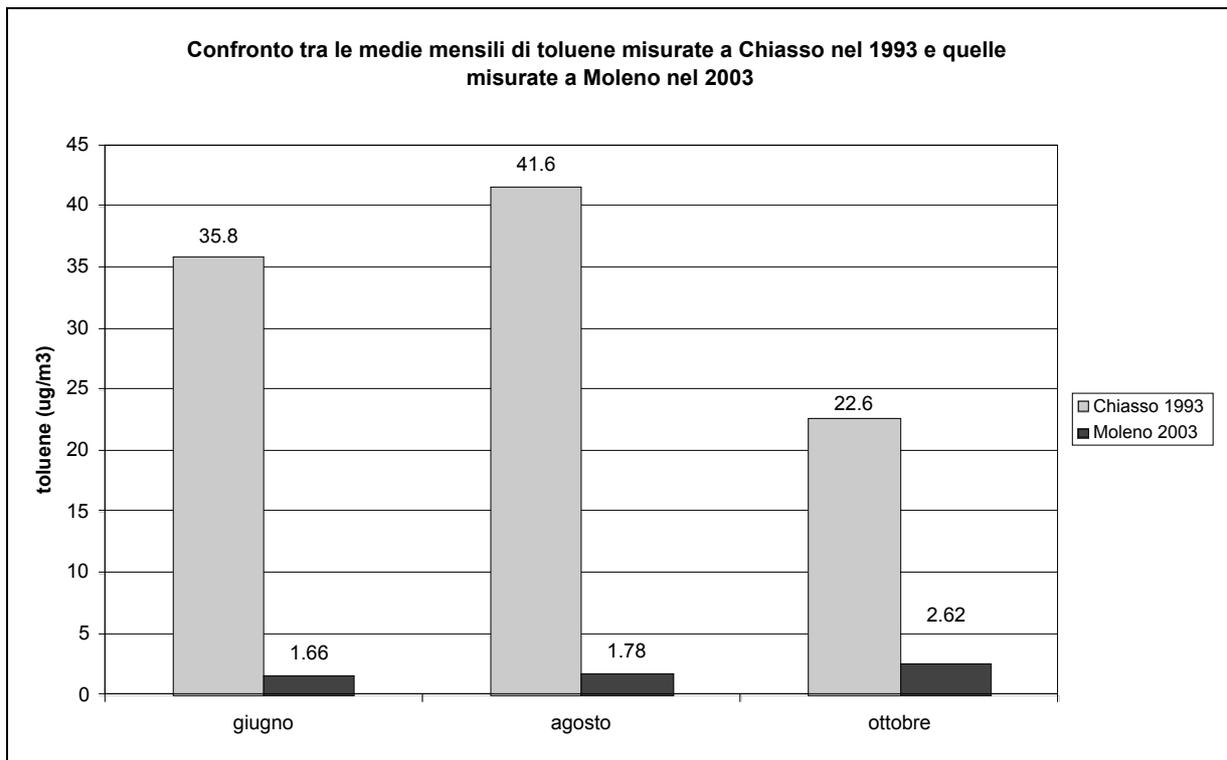


Figura 28: Confronto tra le medie mensili delle concentrazioni di toluene misurate a Chiasso nel 1993 e quelle misurate a Moleno nel 2003.

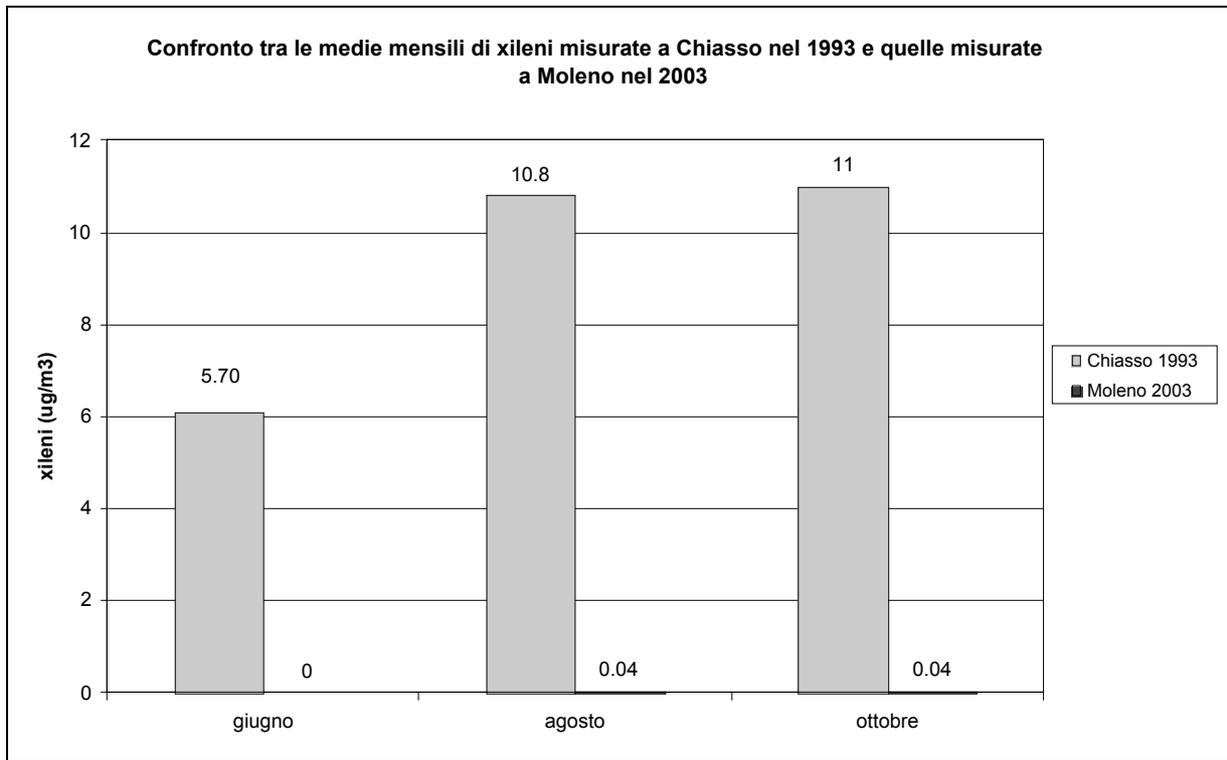


Figura 29: Confronto tra le medie mensili delle concentrazioni di xileni misurate a Chiasso nel 1993 e quelle misurate a Moleno nel 2003.

PARTE TERZA

EFFETTI DELLA RIDUZIONE DELLA VELOCITÀ SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

3.1 Introduzione - Scopo del provvedimento e basi legali

L'11 agosto 2003 a seguito delle perduranti elevate concentrazioni di ozono, caratterizzate da continui superamenti dei valori limite previsti dall'OIA, la direzione del Dipartimento del Territorio ha introdotto una riduzione della velocità massima sulla rete delle strade nazionali del Cantone Ticino (A2-A13) ad 80 km/h. Il giorno seguente si è associato a questo provvedimento per la tratta mesolcinese il Cantone Grigioni.

Il provvedimento d'urgenza è stato introdotto sulla base dell'articolo 3 cpv 6 della Legge federale sulla circolazione stradale, LCStr, del 19.12.1958, che prevede la possibilità di applicare simili misure in caso di incidenti, cattive condizioni stradali, ma anche al presentarsi di superamenti di valori d'allarme delle immissioni atmosferiche. Si è trattato quindi di una misura a carattere urgente attuata dal Cantone e dai suoi organi di polizia.

Queste misure temporanee prese dalla polizia possono rimanere in vigore per una durata massima di 8 giorni, senza la necessità di consultare le autorità federali, come stabilito dall'art. 107 dell'Ordinanza sulla segnaletica stradale, OSStr, del 5.9.1979. In seguito per rimanere in vigore oltre gli 8 giorni devono essere approvate dall'autorità federale (Ufficio Federale delle Strade, USTRA).

Il 16-17 agosto le condizioni meteorologiche sono nettamente peggiorate, portando ad una riduzione delle concentrazioni di ozono, e le previsioni meteo per i giorni seguenti preannunciavano brutto tempo. Per questi motivi 6 giorni dopo la sua introduzione, il 18 agosto 2003, la misura è stata revocata.

Scopo dichiarato di questa misura temporanea di riduzione della velocità è stato quello di sensibilizzare la popolazione ad assumere comportamenti dal punto di vista ambientale più adeguati in un periodo di eccezionali condizioni meteorologiche e di smog estivo.

La riduzione della velocità in autostrada ad 80 km/h non ha avuto effetti diretti sulle concentrazioni di ozono e polveri fini, mentre ha condotto ad una riduzione significativa delle concentrazioni di ossidi di azoto.

Sulla base dei fattori d'emissioni dei vari tipi di veicoli e del loro numero di passaggi e velocità è stato possibile discriminare l'effetto da attribuire alla riduzione della velocità da quello dovuto alla diversa composizione del traffico autostradale durante le tre settimane prese in considerazione.

L'effetto della moderazione della velocità è stato così quantificato in una riduzione delle emissioni di ossidi di azoto di circa il 21% lungo la tratta autostradale ticinese e del 24% per la tratta mesolcinese. L'efficacia della misura è inoltre amplificata dal fatto che essa esplica il suo effetto principale durante le ore pomeridiane, allorquando la riduzione delle concentrazioni degli ossidi di azoto raggiunge oltre il 50% e permettendo così di ridurre in modo sensibile l'esposizione della popolazione.

Di seguito sono discussi gli effetti sulla qualità dell'aria della riduzione di velocità sulle strade nazionali del Cantone.

Grazie all'entrata in funzione dell'OASI, ed in particolare alle due nuove stazioni di rilevamento dati di Moleno e Camignolo è stato possibile rilevare nel medesimo luogo tutta una serie di informazioni relative alla meteorologia, alla qualità dell'aria, ai rumori, al traffico (flussi, composizione, velocità) e sulla base dei quali estrapolare tutta una serie di importanti indicazioni.

3.2 Le stazioni scelte per le analisi

Le stazioni di misura della rete cantonale di rilevamento della qualità dell'aria sono poste in diversi punti rappresentativi del Cantone. Dal 2003 la rete è stata integrata da due nuove stazioni OASI, il cui scopo principale è per contro quello di monitorare le emissioni del traffico pesante nell'ambito del progetto federale di monitoraggio delle misure fiancheggiatrici - settore ambiente (MfM-U). A questo scopo esse sono posizionate direttamente a fianco della carreggiata sud-nord dell'autostrada A2 nei pressi di Camignolo e Moleno e la qualità dell'aria rilevata in questi punti è influenzata essenzialmente dal traffico autostradale. Per potere correlare i dati della qualità dell'aria alle emissioni dirette del traffico esse sono dotate di strumenti per la rilevazione del numero di veicoli in transito, la loro lunghezza, che permette di discriminare il traffico leggero da quello pesante, e infine la loro velocità. La tabella 4 illustra i parametri misurati nelle stazioni analizzate per l'indagine.

Tabella 4: Parametri rilevati presso le 4 stazioni di misura.

Ambito	Variabili	Moleno OASI	Camignolo OASI	Bioggio	Chiasso
<i>Meteorologia</i>	Temperatura	x	x	x	x
	Direzione vento	x	x	x	x
	Irraggiamento	x	x	x	x
	Precipitazione	x	x		
<i>Aria</i>	NO _x , NO, NO ₂	x	x	x	x
	O ₃	x	x	x	x
	PM10	x	x	x	x
<i>Traffico</i>	Numero veicoli	x	x		
	Lunghezza	x	x		
	Velocità	x	x		

L'analisi è integrata dai dati rilevati presso le stazioni di misura di Bioggio e Chiasso, dove sono stati registrate le concentrazioni più elevate di ozono durante l'estate.

3.3 Quadro generale

3.3.1 Situazione generale

Dal punto di vista del traffico pesante il mese di agosto in genere, e quello del 2003 in particolare, si differenzia nettamente sia dai mesi che lo precedono, sia da quelli che lo seguono. Inoltre, all'interno del mese stesso, le due settimane centrali mostrano il 30% in meno di traffico pesante rispetto alla prime ed alla quarta settimana del mese.

A livello meteorologico l'estate 2003 si è distinta per la scarsità di precipitazioni, temperature estreme ed un' elevata insolazione, dovuti alla presenza quasi permanente dell'anticiclone delle Azzorre. Da quando esistono misure sistematiche dei principali parametri meteorologici in tutta la Svizzera (1864), non è mai stato registrato un trimestre giugno-luglio-agosto così caldo, le temperature registrate hanno superato di 5-6°C la media pluriennale e di un paio di gradi la precedente estate più calda.

Dopo un luglio con temperature sopra la norma e sporadici temporali nella seconda metà del mese, l'ultimo dei quali avvenuto nella notte tra il 30 ed il 31 di luglio, sono seguite, durante la prima metà del mese di agosto, una serie di giornate con temperature massime estremamente elevate ed in continuo aumento, fino a raggiungere il massimo storico svizzero di 41.5°C misurato a Grono il giorno 11. Questa situazione, determinata da un anticiclone che ricopriva gran parte dell'Europa, è cessata con l'arrivo di masse d'aria più umide ed instabili a partire da giovedì 14 agosto. La seconda parte del mese è quindi caratterizzata da un continuo alternarsi di giornate belle, seguite da giornate coperte (con alcune precipitazioni), e da un sensibile abbassamento delle temperature.

3.3.2 Definizione del periodo d'osservazione

Una scelta oculata dei periodi di confronto si deve basare sulle condizioni quadro di quei parametri che hanno maggior influsso sulle misure da analizzare. Nel caso dell'inquinamento atmosferico la misura delle immissioni, anche se avviene in prossimità della fonte, dipende sia dalle emissioni (traffico) che dalle condizioni meteorologiche. Visto la stagionalità dei fenomeni meteorologici ed anche dei flussi di traffico autostradale è preferibile confrontare il periodo sotto esame con periodi di lunghezza equivalente vicini nel tempo. Date queste premesse è stato scelto un periodo d'osservazione che va dal 5 al 24 agosto 2003, con tre sottoperiodi: prima, seconda e terza settimana senza i rispettivi lunedì (vedi tabella 5).

Tabella 5: Periodi d'osservazione del presente capitolo.

Periodo	Durata
Settimana 1	5.8 - 10.8
Settimana 2	12.8 - 17.8
Settimana 3	19.8 - 24.8

3.4 Analisi dell'aria

3.4.1 Ozono (O₃)

La figura 30 illustra l'andamento della media oraria massima di ogni giorno dal 5 al 24 agosto per le concentrazioni di ozono.

Si può immediatamente constatare che le concentrazioni rilevate presso la stazione di misura di Chiasso nel periodo antecedente l'introduzione della riduzione di velocità, tra il 5 e l'11 di agosto presentano valori di 80-100 µg/m³ più elevati che presso le altre stazioni d'analisi.

In particolare durante la settimana tra il 4 e il 10 Agosto per ben 4 volte è stato superato il valore di 300 µg/m³, raggiungendo il massimo, con 344 µg/m³, il giorno 6. Una simile situazione non veniva ormai più registrata dall'inizio degli anni novanta.

In concomitanza con l'introduzione della riduzione della velocità il giorno 11, le concentrazioni d'ozono sono dapprima risalite, il giorno 12, ed in seguito sono subentrati i primi rilevanti cambiamenti meteorologici, caratterizzati dapprima dal vento da nord, dalla drastica riduzione dell'irraggiamento poi ed infine dalla pioggia.

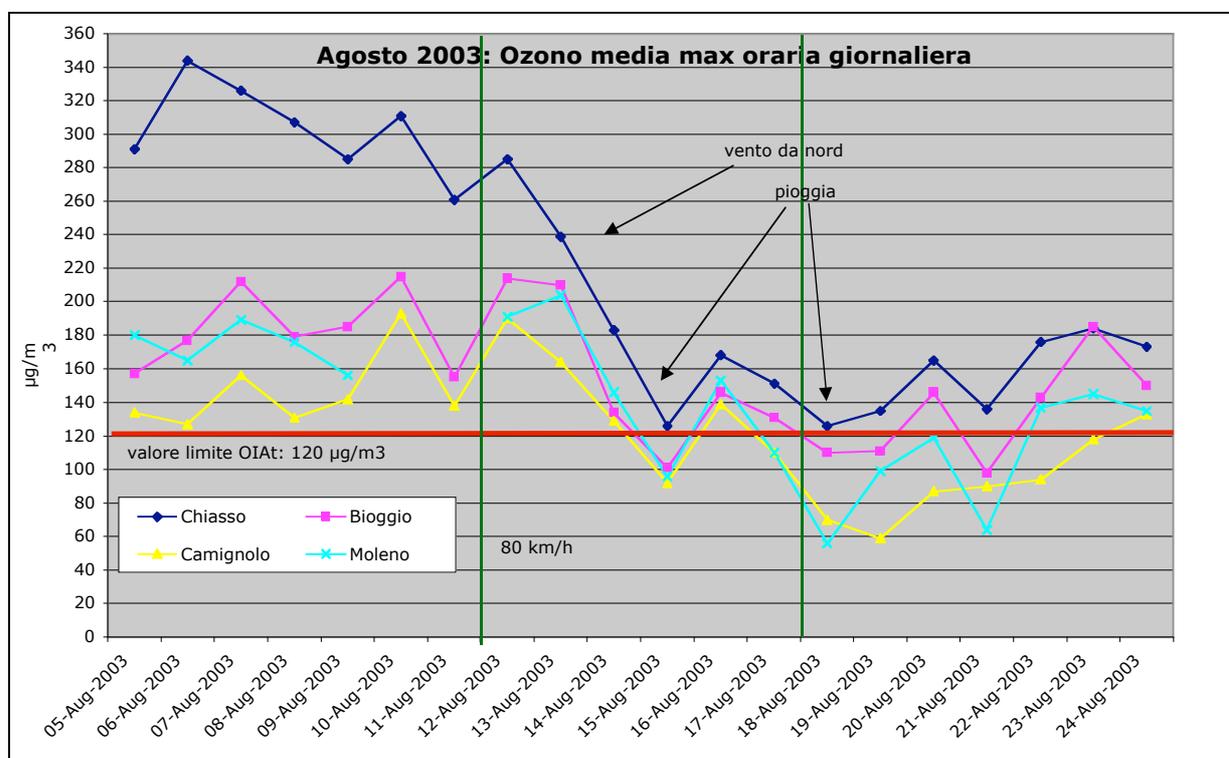


Figura 30: Concentrazione d'ozono media massima giornaliera presso le stazioni d'analisi di Chiasso, Bioggio, Camignolo e Moleno durante il mese di agosto 2003.

Questi cambiamenti hanno determinato una riduzione significativa delle concentrazioni d'ozono presso tutte le stazioni considerate ed in particolare a Chiasso, dove esse si sono più che dimezzate passando da circa 280 µg/m³ a quasi 120 µg/m³.

In particolare la notte del 12 agosto, per la prima volta durante tutta l'estate, il vento da nord ha raggiunto anche Chiasso, provocando un deciso rimescolamento delle masse d'aria. Inoltre la copertura nuvolosa a partire dal 14 agosto ha ridotto di oltre la metà l'irraggiamento solare e a partire dal giorno successivo sono iniziate le prime precipitazioni di rilievo.

Anche presso le altre stazioni di misura le concentrazioni si sono praticamente dimezzate passando da valori attorno ai 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a circa 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

L'ozono è un inquinante secondario che non viene emesso direttamente da fonti antropiche specifiche, quanto piuttosto si forma a seguito della ricombinazione dei suoi precursori, ossidi di azoto, NO_x , e composti organici volatili, COV, con l'ossigeno in presenza dell'irraggiamento solare.

In considerazione delle mutate condizioni meteorologiche intervenute dopo l'introduzione del provvedimento di riduzione della velocità e alla brevità del periodo considerato non è possibile attribuire il calo delle concentrazioni di ozono direttamente alla diminuzione della velocità degli autoveicoli.

3.4.2 Ossidi di azoto (NO_x)

Sulla base di queste considerazioni appare quindi più opportuno e utile verificare gli effetti del provvedimento sulle sostanze direttamente emesse dagli autoveicoli, analizzando in particolare gli ossidi di azoto emessi, il cui rilevamento è oltretutto meno soggetto presso le stazioni OASI alle modificate condizioni meteorologiche.

Sulla base delle considerazioni sopraesposte si è quindi deciso di verificare l'andamento delle concentrazioni degli ossidi di azoto sia durante l'intero periodo d'osservazione (5-24 agosto), che durante i giorni paragonabili feriali e festivi, così come definiti nel paragrafo relativo alla meteorologia.

La figura 31 riproduce l'andamento della concentrazione media giornaliera degli ossidi di azoto, espressa in parti per miliardo (ppb) presso le stazioni considerate durante il periodo dal 5 al 24 agosto 2003.

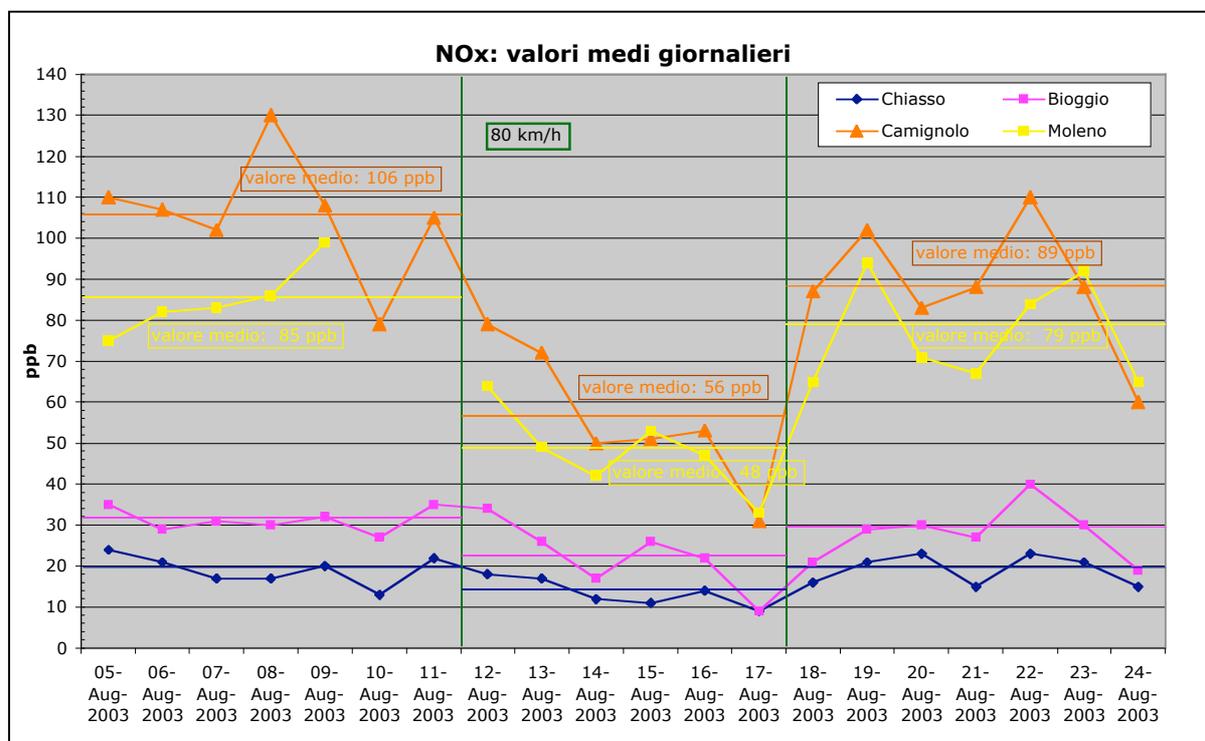


Figura 31: Valori medi giornalieri per gli ossidi di azoto (in ppb), durante il periodo 5-12.8.2003 presso le stazioni di misura di Chiasso, Bioggio, Camignolo e Moleno.

Come si può osservare dalla figura 31, le concentrazioni di NOx presso le stazioni di Moleno e Camignolo che, trovandosi direttamente lungo l'asse, rilevano le emissioni del traffico autostradale, presentano variazioni più marcate nelle medie giornaliere a dipendenza dei periodi considerati rispetto alle altre due stazioni, dove le differenze nelle concentrazioni sono meno accentuate.

In particolare a Camignolo la concentrazione media di NOx durante il periodo di riduzione della velocità presenta un calo del 47% rispetto alla settimana precedente e del 37% rispetto a quella seguente.

Anche a Moleno sono state osservate variazioni paragonabili, che vanno da una diminuzione del 47% nei confronti della settimana antecedente, al 39% per il periodo successivo.

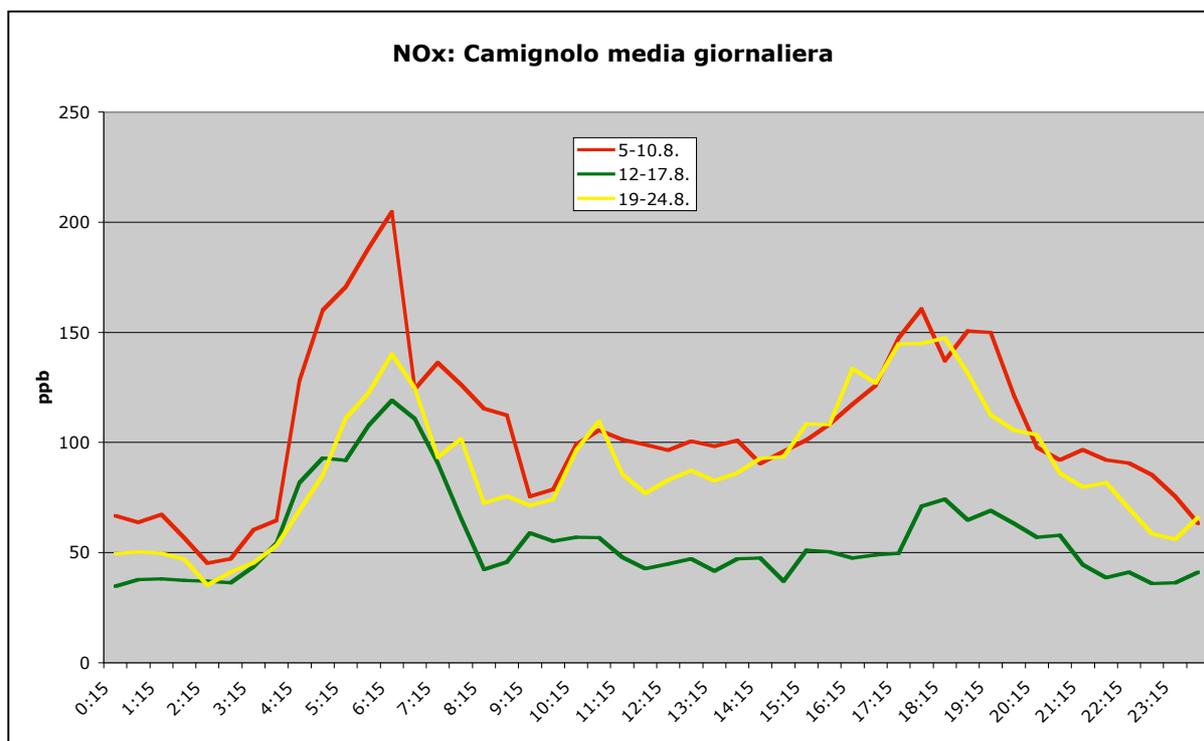
Il decremento degli NOx presso le altre due stazioni sono meno accentuati e si fissano tra il 28% e il 30% nei confronti rispettivamente della settimana precedente e seguente a Chiasso, e del 29% e 24% a Moleno.

L'analisi delle emissioni delle concentrazioni di NOx viene ora approfondita al periodo più ridotto delle 24 ore, che permette di esaminare il ciclo giornaliero del traffico autostradale e verificarne le sue caratteristiche.

A questo scopo è stato calcolato il valore medio di ogni mezzora per le tre settimane considerate presso le due stazioni d'analisi di Camignolo e Moleno, di cui ne viene riportato l'andamento nei grafici seguenti, in modo da correlarli in seguito con l'andamento del traffico giornaliero.

Da queste due figure si possono estrapolare gli andamenti caratteristici delle emissioni degli ossidi d'azoto direttamente dipendenti dai passaggi veicolari giornalieri.

È in particolare possibile distinguere due picchi nelle emissioni degli ossidi di azoto il mattino presto verso le ore 6:30 (ora solare) e le 18:30.



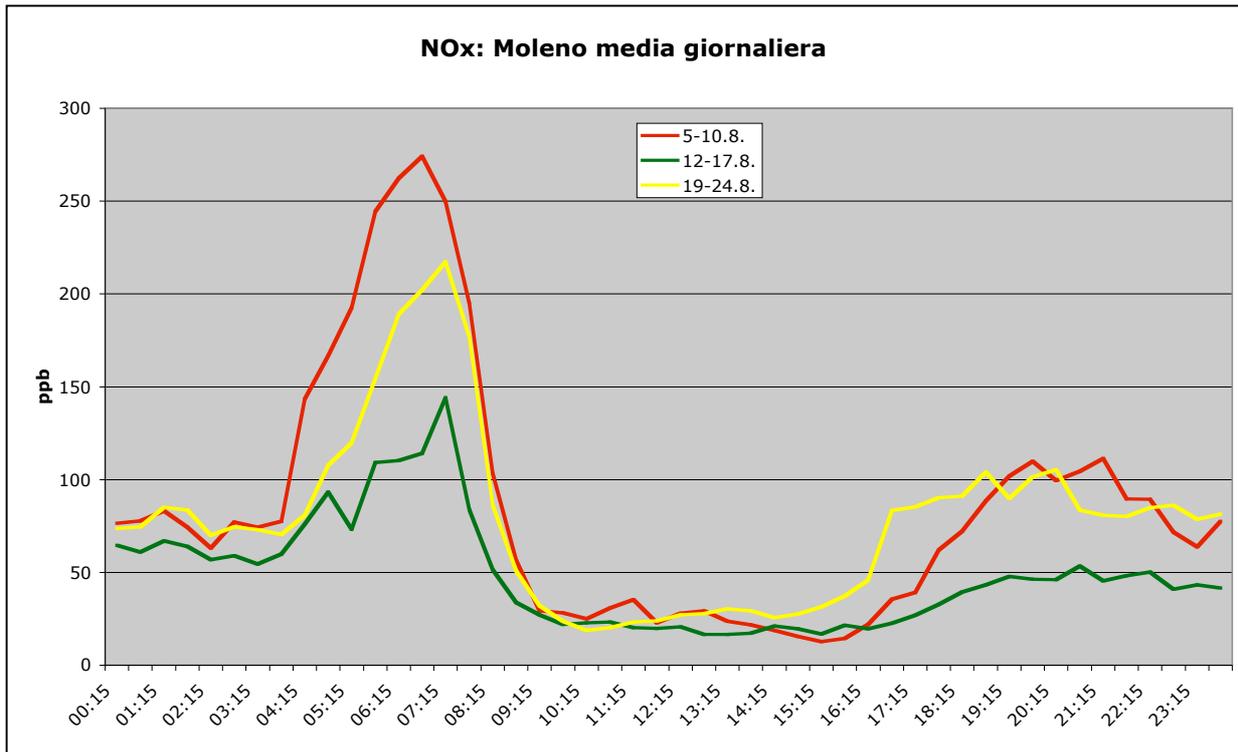


Figura 32: Andamento giornaliero della concentrazione media semioraria per i periodi considerati (5-10.8., 12-17.8., 19-24.8) degli ossidi di azoto, a Camignolo e a Moleno.

Per quanto riguarda Camignolo si constata che le due curve delle settimane prima e dopo l'introduzione della riduzione della velocità presentano un andamento simile ad esclusione del picco mattutino che risulta inferiore di oltre il 30% per la terza settimana di agosto, passando da 210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In seguito l'andamento giornaliero è pressoché identico.

Per contro l'andamento della seconda settimana presenta caratteristiche diverse dalle altre due e un confronto appare più appropriato unicamente con la terza settimana. Entrambe queste due settimane presentano un primo picco mattutino di ampiezza simile; in seguito però le concentrazioni durante la settimana con il provvedimento di riduzione di velocità rimangono praticamente costanti ad un livello di circa 50 ppb presentando un ridotto incremento serale (75 ppb), mentre durante la terza settimana l'ozono si attesta su concentrazioni di circa 100 ppb per raggiungere in serata valori di 150 ppb. Le concentrazioni durante tutta la giornata sono state mediamente quasi doppie durante la settimana susseguente la revoca del provvedimento d'emergenza e questo malgrado la sopravvenuta pioggia.

Anche a Moleno la tendenza è stata paragonabile a quella riscontrata a Camignolo anche se risultano più accentuate le concentrazioni massime e per contro lo sviluppo delle concentrazioni durante il giorno differisce meno marcatamente tra i tre periodi considerati, tanto da essere praticamente uguali.

Dalla valutazione dei tre intervalli presi in considerazione presso le due stazioni è possibile quindi estrapolare qualitativamente l'influsso da attribuire essenzialmente al traffico pesante, che si manifesta nella differente ampiezza del picco mattutino e quello da ricondurre alla riduzione della velocità, che si osserva piuttosto durante il corso della giornata.

Se dalle analisi dell'andamento delle immissioni di ossidi di azoto per le varie settimane è possibile valutare qualitativamente la riduzione delle emissioni

riconducibile al cambiamento di regime del traffico e quella dovuta alla limitazione della velocità, per cercare di quantificare la percentuale attribuibile ai cambiamenti intervenuti per ogni parametro è necessario un altro approccio.

A questo scopo si è pertanto calcolato quali siano state le emissioni tramite i fattori d'emissione degli autoveicoli medesimi.

Per ogni tipologia di veicoli sono conosciuti i fattori d'emissione di sostanze inquinanti, cioè il quantitativo emesso per chilometro percorso. Moltiplicando per il numero di passaggi di ogni categoria di veicoli, come riportati nella tabella 6, per unità di tempo è così possibile calcolare i quantitativi di sostanze emesse per ossidi di azoto, composti organici volatili non metanici, anidride carbonica e polveri fini.

Tabella 6: Numero di veicoli transitati a Moleno e Camignolo, come numero totale, come veicoli leggeri e veicoli pesanti.

Località	Veicoli	Settimana 32	Settimana 33	Settimana 34
Moleno	Totali	281548	249431	254520
	Leggeri	258661	236062	239362
	Pesanti	22887	13369	15158
Camignolo	Totali	413917	363166	385669
	Leggeri	386829	347903	367155
	Pesanti	27088	15263	18154

In particolare sono state calcolate le emissioni per la tratta autostradale da Chiasso ad Airolo alla velocità di 120 km/h, rispettivamente di 80 km/h sulla base dei conteggi medi per la settimana precedente, quella durante la limitazione di velocità e infine per quella seguente.

È stato così possibile calcolare in particolare le emissioni degli ossidi di azoto in kg/giorno, lungo la tratta autostradale Chiasso-Airolo alle differenti velocità, come riportato nella tabella 7.

Tabella 7: Emissioni di ossidi di azoto a 120 km/h e a 80 km/h per le tre settimane considerate.

	Settimana 32	Settimana 33	Settimana 34
Velocità 120 km/h	6'164.23	4'592.44	5'130.23
Velocità 80 km/h	5'080.31	3'627.45	4'103.72

Da questa tabella è possibile verificare che la riduzione della velocità comporta una minore emissione di ossidi di azoto di circa 1000 kg/giorno, corrispondenti a circa il 20%

Nel dettaglio per la settimana 33 con il provvedimento in atto, la riduzione delle emissioni di ossidi di azoto attribuite alla limitazione della velocità è stata calcolata in 965 kg al giorno, corrispondenti al 21%.

Questo calcolo è stato effettuato anche per la tratta autostradale mesolcinese, dove le autorità grigionesi hanno pure applicato il provvedimento in concomitanza con il Cantone Ticino, e in questo caso la riduzione delle emissioni raggiunge il 24%.

Infine è stato possibile mettere in relazione le immissioni presso le due stazioni di misura OASI presso l'autostrada con le emissioni calcolate per verificarne la correlazione.

La figura 33 riporta il rapporto tra le emissioni calcolate per le settimane prima, durante e dopo il provvedimento di riduzione della velocità in funzione dei valori misurati lungo l'autostrada a Moleno e Camignolo durante il medesimo periodo. Per la settimana durante con il limite di 80 km/h sono pure state calcolate le emissioni ipotetiche senza limitazioni di velocità in quel periodo.

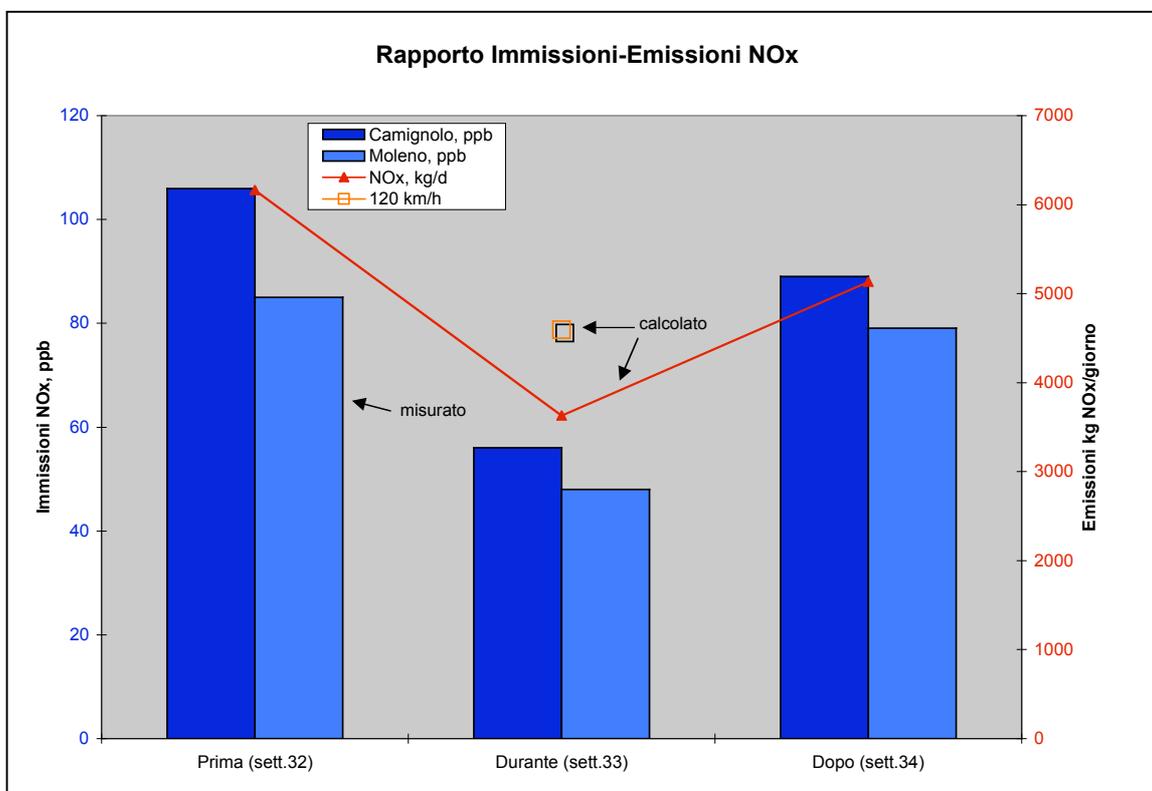


Figura 33: Rapporto tra le immissioni di ossidi di azoto (ppb) a Moleno e Camignolo e le emissioni giornaliere di ossidi di azoto in kg per la tratta autostradale Chiasso-Airolo.

Da questa figura è possibile notare la buona correlazione tra calcolo delle emissioni e immissioni realmente misurate presso le centraline di misura poste in prossimità dell'autostrada.

Sulla base delle considerazioni sopraesposte è così possibile discriminare l'effetto da attribuire alla riduzione della velocità da quello dovuto al differente numero di veicoli, rispettivamente alla riduzione dei veicoli pesanti durante il periodo di moderazione della velocità.

3.4.3 Polveri fini (PM10)

Per quanto concerne le polveri fini l'evoluzione delle loro concentrazioni è simile a quella constatata per l'ozono. Anche per le polveri fini le condizioni meteorologiche appaiono infatti dominanti rispetto alla fonte d'emissioni.

Nella figura 34 sono illustrate le concentrazioni di polveri fini presso le 4 stazioni oggetto di questo approfondimento.

Dapprima è possibile osservare che in termini assoluti le concentrazioni più elevate si registrano a Chiasso e Bioggio e non a Camignolo e Moleno, in prossimità dell'autostrada.

Ciò indica chiaramente, che a differenza degli ossidi di azoto, esistono altre fonti rilevanti oltre alle emissioni del traffico autostradale, che incidono in modo molto pronunciato sulle immissioni di polveri fini.

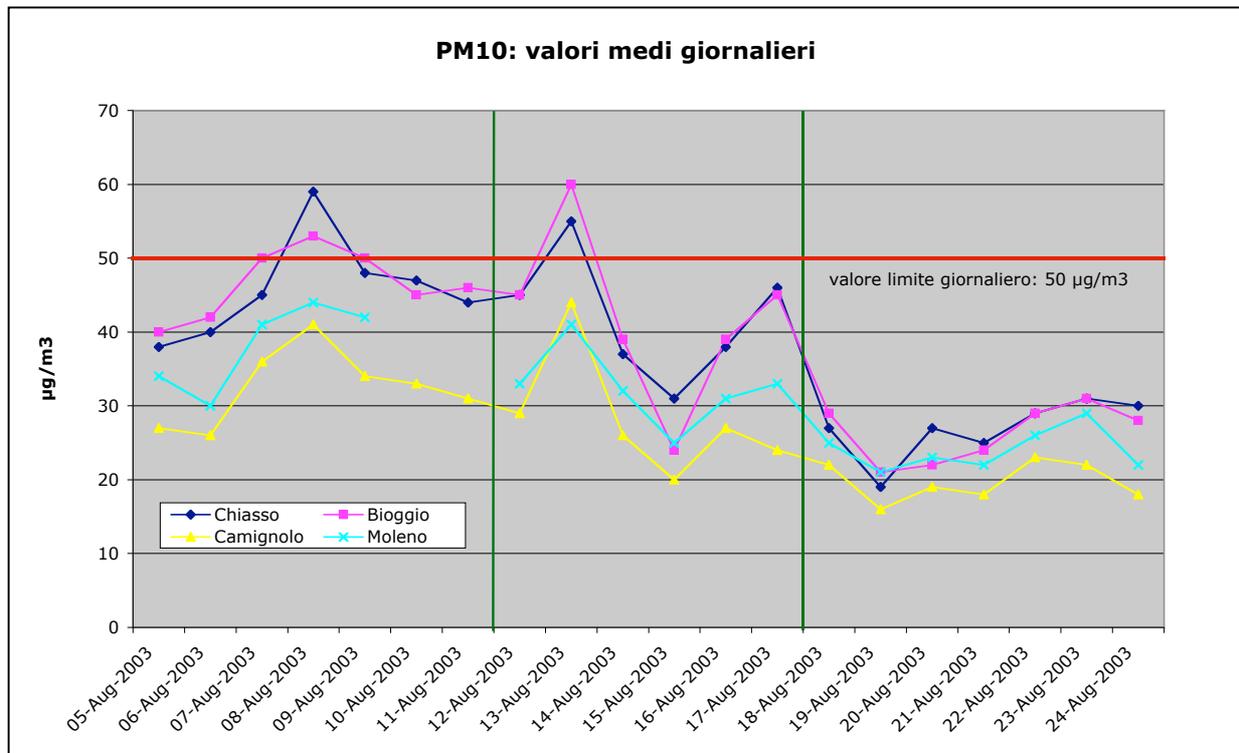


Figura 34: Grafici dei valori medi giornalieri per le polveri fini, PM10, durante il periodo 5-12.8.2003 presso le stazioni di misura di Chiasso, Bioggio, Camignolo e Moleno.

Da questa figura si intravede poi una correlazione tra la diminuzione delle concentrazioni di polveri fini e i giorni di pioggia piuttosto che una dipendenza dalla riduzione della velocità.

In effetti le marcate riduzioni tra i giorni 14 e 16 agosto e tra il 17 e 19 agosto sono concomitanti con gli eventi di pioggia, che hanno permesso di dilavare l'aria.

Questi giornate sono tra loro intervallate da un periodo di 2 giorni durante la riduzione della velocità in cui le concentrazioni di PM10 tornano a salire significativamente.

Sulla base di queste considerazioni appare quindi difficile attribuire un effetto certo alla riduzione delle emissioni autostradali dovute alla limitazione della velocità.

Queste osservazioni concordano d'altronde con quanto già osservato in occasione della chiusura della Galleria del San Gottardo a seguito del grave incidente del 24 ottobre del 2001 [28].

In quell'occasione infatti la diminuzione delle emissioni autostradali, dovuta al minore numero di passaggi veicolari e non tanto alla limitazione della velocità, era stata chiaramente osservata per gli ossidi di azoto, mentre che per le polveri fini non era stato possibile distinguere una riduzione così evidente in Ticino per PM10.

3.5 Conclusioni

La comunità scientifica ritiene che misure di breve durata per combattere le elevate concentrazioni d'ozono non diano risultati tangibili.

Questa posizione si basa fondamentalmente sulle seguenti considerazioni:

- I picchi d'ozono possono essere ridotti allo stato attuale al massimo del 10-20% con misure rigorose, e su scala regionale (perimetro almeno 50 x 50 km, divieti di circolazione) Provvedimenti su scala più ridotta non hanno effetti apprezzabili;
- Provvedimenti duraturi e scala globale sono più promettenti. Divieti di circolazione risultano per contro politicamente difficilmente applicabili e presentano un rapporto costi/benefici sfavorevole.

Queste considerazioni sono di principio corrette. Ma se si esaminano da un altro punto di vista e si valutano anche altri aspetti, come ad esempio l'esposizione della popolazione, è anche possibile giungere a conclusioni diverse.

Concentrazioni di ozono elevate spiegano una reazione rilevabile a partire da una determinata soglia dipendente da ogni singolo individuo. Di conseguenza una riduzione sulla base di una concentrazione assoluta è erronea.

Inoltre non deve essere considerato solo l'effetto dell'ozono ma anche quello sinergico, cioè combinato, dei diversi inquinanti che compongono il miscuglio di gas reattivi componenti la miscela fotochimica (COV, ossidi di azoto, PAN, ecc).

Esistono diverse indicazioni che documentano il fatto che l'effetto sulla salute umana dell'ozono in presenza di elevate concentrazioni di altri agenti inquinanti come gli ossidi di azoto è più marcato che non a basse concentrazioni di queste sostanze.

Questo significa che un abbassamento delle concentrazioni degli ossidi di azoto e delle polveri fini provoca una riduzione degli effetti provocati dall'ozono stesso, anche senza che la sua concentrazione diminuisca.

Con rigorose misure su scala da regionale a sovraregionale durante diversi giorni, la situazione del carico ambientale può essere probabilmente migliorata per diverse fasce della popolazione anche a corto termine.

D'altra parte, a seguito dell'effetto combinato degli agenti inquinanti, l'inquinamento globale può essere ridotto sensibilmente anche con misure meno rigorose e di tipo locale e in questo modo attenuare l'effetto dell'ozono.

Evidentemente le misure a lungo termine sono molto importanti e in prospettiva di importanza maggiore, ma questo non esclude necessariamente anche l'applicazione di misure stagionali.

Sulla base di queste considerazioni si può quindi affermare che il provvedimento proposto dal DT abbia sortito l'effetto di ridurre l'esposizione della popolazione ticinese alla miscela di gas inquinanti dello smog fotochimico estivo.

Inoltre la misura è stata accolta positivamente dalla popolazione, che in generale ha compreso gli obiettivi del DT, dai Comuni e dai partiti di governo.

Anche a livello nazionale l'introduzione di questa misura ha avuto il pregio di riaprire il dibattito relativo all'inquinamento atmosferico a tutti i livelli e ha messo in luce i limiti

della politica basata unicamente su misure durature nel fronteggiare episodi acuti e la difficoltà delle autorità cantonali limitate ad utilizzare mezzi giuridici inadeguati.

Il Cantone Ticino si è quindi fatto promotore di una tavola rotonda per dibattere questi problemi e cercare soluzioni concertate a livello nazionale di problemi che non possono essere affrontati dai Cantoni singolarmente.

In particolare misure di tipo stagionale, come ad esempio quelle messe in atto dal Cantone Ticino per la promozione del trasporto pubblico in luglio e agosto, concepite però sul piano sovraregionale, potrebbero affiancare la politica dei provvedimenti duraturi e dare un contributo ad alleviare gli effetti nocivi sulla salute della popolazione in occasione di episodi acuti. Per essere efficaci queste misure devono essere messe in atto per un periodo sufficientemente lungo e per una regione abbastanza estesa.

ALLEGATO I

RISULTATI DELLE ANALISI

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

A) DATI DELLE STAZIONI DI RILEVAMENTO

** Valutazioni statistiche dei risultati

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Diossido di zolfo (anidride solforosa)

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

30 µg/m³ per la media annua delle misure

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

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

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1/2 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° giorni > 100 µg/m ³	95° percentile (µg/m ³)
Gennaio	31	8	69	17	0	29
Febbraio	28	8	71	14	0	22
Marzo	31	7	42	14	0	22
Aprile	30	3	22	7	0	10
Maggio	31	3	14	6	0	7
Giugno	30	3	35	8	0	6
Luglio	31	2	11	6	0	5
Agosto	31	1	58	7	0	4
Settembre	27	5	98	17	0	11
Ottobre	31	5	28	9	0	12
Novembre	30	6	39	10	0	18
Dicembre	21	7	53	12	0	23
Totale	352	5	98	17	0	17
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella A1.1: Chiasso, Scuole elementari e medie

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1/2 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° giorni > 100 µg/m ³	95° percentile (µg/m ³)
Gennaio	31	8	26	15	0	16
Febbraio	28	9	24	13	0	18
Marzo	31	8	24	13	0	17
Aprile	30	5	21	9	0	10
Maggio*	22	2	11	5	0	6
Giugno	23	1	11	2	0	3
Luglio	30	2	6	4	0	4
Agosto	31	1	12	3	0	3
Settembre	28	2	11	5	0	5
Ottobre	30	4	12	6	0	8
Novembre	30	5	14	8	0	9
Dicembre	31	7	27	13	0	15
Totale	345	5	27	15	0	13
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella A1.2: Bioggio, Aeroporto

Diossido di zolfo (anidride solforosa)

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

30 µg/m³ per la media annua delle misure

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

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

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1/2 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° giorni > 100 µg/m ³	95° percentile (µg/m ³)
Gennaio*	15	19	95	31	0	35
Febbraio	28	14	46	21	0	31
Marzo	31	9	47	15	0	22
Aprile	30	8	25	13	0	16
Maggio	26	4	17	11	0	13
Giugno*	-	-	-	-	-	-
Luglio*	-	-	-	-	-	-
Agosto*	18	3	11	4	0	5
Settembre	30	2	14	5	0	6
Ottobre	31	5	23	9	0	12
Novembre	30	8	33	12	0	17
Dicembre	31	10	44	17	0	25
Totale*	270	8	95	31	0	22
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella A1.3: Locarno, Piazza Castello

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1/2 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° giorni > 100 µg/m ³	95° percentile (µg/m ³)
Gennaio	31	5	31	11	0	18
Febbraio	28	5	30	10	0	16
Marzo	31	4	28	8	0	12
Aprile	30	3	12	6	0	7
Maggio	31	3	16	7	0	8
Giugno	30	4	13	7	0	8
Luglio	31	2	9	6	0	6
Agosto	31	2	14	5	0	6
Settembre	30	3	14	6	0	8
Ottobre	31	3	20	8	0	10
Novembre	30	4	25	7	0	10
Dicembre	31	4	28	8	0	13
Totale	365	4	31	11	0	10
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella A1.4: Brione s. Minusio, Via alla Selva

Diossido di zolfo (anidride solforosa)

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

30 µg/m³ per la media annua delle misure

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

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

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1/2 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° giorni > 100 µg/m ³	95° percentile (µg/m ³)
Gennaio	31	31	182	65	0	74
Febbraio	28	18	184	34	0	47
Marzo	31	14	111	25	0	37
Aprile	30	8	130	22	0	27
Maggio	31	8	115	29	0	36
Giugno	30	6	99	16	0	23
Luglio	31	4	66	12	0	17
Agosto	31	12	157	32	0	39
Settembre	30	12	184	36	0	44
Ottobre	31	15	120	32	0	42
Novembre	28	18	271	40	0	47
Dicembre	31	24	182	56	0	62
Totale	363	14	271	65	0	46
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella A1.5: Bodio, Municipio

Diossido d'azoto

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

30 µg/m³ per la media annua delle misure

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

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

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1/2 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° giorni > 80 µg/m ³	95° percentile (µg/m ³)
Gennaio	27	48	154	86	1	88
Febbraio	28	60	122	93	4	98
Marzo	31	62	144	83	2	104
Aprile	30	44	121	64	0	83
Maggio	31	32	110	54	0	72
Giugno	30	28	138	48	0	67
Luglio	31	29	106	46	0	66
Agosto	28	31	107	55	0	77
Settembre*	18	43	137	67	0	88
Ottobre	31	47	96	65	0	72
Novembre	27	54	101	79	0	80
Dicembre	29	54	140	88	1	90
Totale	341	44	154	93	8	87
Limite OIAt	-	30	-	80	1	100

Tabella A1.6: Chiasso, Scuole elementari e medie

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1/2 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° giorni > 80 µg/m ³	95° percentile (µg/m ³)
Gennaio	31	49	145	90	1	88
Febbraio	28	62	162	99	7	123
Marzo	31	68	168	94	10	127
Aprile	30	43	121	63	0	81
Maggio	30	29	125	52	0	65
Giugno	29	24	89	37	0	53
Luglio	29	26	91	37	0	55
Agosto	31	23	80	32	0	52
Settembre	28	33	132	58	0	73
Ottobre	30	36	105	58	0	65
Novembre	30	41	90	55	0	63
Dicembre	31	43	93	60	0	71
Totale	358	40	168	99	18	87
Limite OIAt	-	30	-	80	1	100

Tabella A1.7: Lugano, Casa Serena

Diossido d'azoto

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

30 µg/m³ per la media annua delle misure

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

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

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1/2 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° giorni > 80 µg/m ³	95° percentile (µg/m ³)
Gennaio	31	37	113	67	0	68
Febbraio	28	39	101	54	0	70
Marzo	31	35	103	54	0	70
Aprile*	10	30	89	41	0	64
Maggio*	-	-	-	-	-	-
Giugno*	13	29	92	41	0	72
Luglio	29	34	116	49	0	80
Agosto	31	36	134	49	0	80
Settembre	28	42	156	74	0	98
Ottobre	30	35	85	52	0	63
Novembre	30	35	73	51	0	58
Dicembre	31	43	89	66	0	71
Totale	292	36	156	74	0	74
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella A1.8: Bioggio, Aeroporto

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1/2 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° giorni > 80 µg/m ³	95° percentile (µg/m ³)
Gennaio*	-	-	-	-	-	-
Febbraio*	-	-	-	-	-	-
Marzo*	-	-	-	-	-	-
Aprile	30	74	155	113	12	129
Maggio	31	71	162	114	10	126
Giugno	30	68	161	112	8	126
Luglio	31	65	181	90	6	117
Agosto	31	71	172	107	14	128
Settembre	26	72	221	122	10	142
Ottobre	31	53	121	73	0	90
Novembre	30	50	111	67	0	86
Dicembre	31	48	108	73	0	88
Totale	271	64	221	122	60	119
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella A1.9: Camignolo autostrada, km 37.340

Diossido d'azoto

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

30 µg/m³ per la media annua delle misure

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

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

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1/2 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° giorni > 80 µg/m ³	95° percentile (µg/m ³)
Gennaio	29	43	91	59	0	68
Febbraio	28	54	161	80	0	93
Marzo	31	57	139	79	0	103
Aprile	30	40	128	57	0	75
Maggio	29	31	96	47	0	62
Giugno	28	26	87	33	0	47
Luglio	31	28	89	36	0	50
Agosto	31	33	111	49	0	67
Settembre	30	37	129	66	0	81
Ottobre	31	36	92	51	0	61
Novembre	30	35	74	50	0	54
Dicembre	31	37	68	50	0	55
Totale	359	38	161	80	0	74
Limite OIAt	-	30	-	80	1	100

Tabella A1.10: Locarno, Piazza Castello

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1/2 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° giorni > 80 µg/m ³	95° percentile (µg/m ³)
Gennaio	30	14	87	37	0	60
Febbraio	27	10	192	69	0	57
Marzo	31	21	83	46	0	55
Aprile*	-	-	-	-	-	-
Maggio*	-	-	-	-	-	-
Giugno*	18	5	37	11	0	17
Luglio	31	6	34	10	0	17
Agosto*	5	7	26	9	0	20
Settembre*	22	13	52	19	0	31
Ottobre	31	17	54	33	0	36
Novembre	30	20	57	44	0	45
Dicembre	31	17	76	40	0	49
Totale*	256	13	192	69	0	46
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella A1.11: Brione s. Minusio, Via alla Selva

Diossido d'azoto

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

30 µg/m³ per la media annua delle misure

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

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

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1/2 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° giorni > 80 µg/m ³	95° percentile (µg/m ³)
Gennaio*	-	-	-	-	-	-
Febbraio*	-	-	-	-	-	-
Marzo*	-	-	-	-	-	-
Aprile	30	46	127	69	0	85
Maggio	31	39	153	54	0	77
Giugno	30	42	145	68	0	87
Luglio	31	50	182	72	0	108
Agosto	28	53	158	80	0	109
Settembre	28	53	162	81	1	104
Ottobre	29	37	89	48	0	66
Novembre	30	36	83	51	0	61
Dicembre	31	43	110	72	0	74
Totale	268	44	182	81	1	88
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella A1.12: Moleno, autostrada, km 63.505

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1/2 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° giorni > 80 µg/m ³	95° percentile (µg/m ³)
Gennaio	31	42	103	69	0	74
Febbraio	28	57	129	81	1	101
Marzo	31	54	153	78	0	111
Aprile	30	36	120	59	0	80
Maggio	31	26	127	50	0	66
Giugno	27	22	115	45	0	72
Luglio	31	32	126	55	0	87
Agosto	30	32	144	49	0	88
Settembre	30	44	159	84	1	102
Ottobre	31	36	89	50	0	63
Novembre	28	37	84	51	0	61
Dicembre	31	40	101	66	0	69
Totale	359	38	159	84	2	85
Limite OIAt	-	30	-	80	1	100

Tabella A1.13: Bodio, Municipio

Ozono

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

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

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° ore > 120 µg/m ³	98° percentile (µg/m ³)
Gennaio	31	7	64	33	0	53
Febbraio	28	19	81	67	0	71
Marzo	31	33	136	59	14	121
Aprile	30	49	150	79	34	134
Maggio	29	82	207	134	156	174
Giugno	30	135	265	158	402	244
Luglio	31	169	302	206	581	277
Agosto	31	129	344	222	362	287
Settembre	27	60	253	117	105	234
Ottobre	31	22	109	59	0	87
Novembre	30	6	59	24	0	40
Dicembre	31	10	78	60	0	70
Totale	360	60	344	222	1654	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella A1.14: 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	72	45	0	61
Febbraio	28	21	81	65	0	69
Marzo	31	36	113	80	0	92
Aprile	30	48	117	86	0	104
Maggio	30	63	147	94	30	130
Giugno	30	83	210	121	135	180
Luglio	29	87	207	124	132	187
Agosto	31	86	220	137	152	185
Settembre	28	65	207	131	57	164
Ottobre	30	24	89	57	0	74
Novembre	30	6	55	21	0	33
Dicembre	31	24	108	95	0	103
Totale	359	46	220	137	506	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella A1.15: Lugano, Casa Serena

Ozono

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

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

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° ore > 120 µg/m ³	98° percentile (µg/m ³)
Gennaio	28	12	67	57	0	59
Febbraio	28	21	89	51	0	73
Marzo	31	37	127	77	8	117
Aprile	30	46	140	75	19	125
Maggio	31	54	152	92	48	135
Giugno	23	75	221	100	129	186
Luglio	31	76	212	100	147	188
Agosto	31	69	215	110	160	185
Settembre	28	50	227	86	63	195
Ottobre	30	24	106	48	0	81
Novembre	30	10	64	20	0	47
Dicembre*	17	12	76	36	0	61
Totale	338	41	227	110	574	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella A1.16: Bioggio, Aeroporto

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° ore > 120 µg/m ³	98° percentile (µg/m ³)
Gennaio*	-	-	-	-	-	-
Febbraio*	-	-	-	-	-	-
Marzo*	-	-	-	-	-	-
Aprile	30	40	119	86	0	94
Maggio	31	43	127	84	1	103
Giugno	30	54	149	96	23	129
Luglio	31	60	162	88	38	134
Agosto	31	55	157	90	18	129
Settembre	26	34	144	65	7	106
Ottobre	31	17	89	57	0	70
Novembre	30	9	63	29	0	51
Dicembre	31	17	78	62	0	71
Totale	271	37	162	96	87	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella A1.17: Camignolo, autostrada km 37.340

Ozono

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

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

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° ore > 120 µg/m ³	98° percentile (µg/m ³)
Gennaio	31	35	82	62	0	70
Febbraio	28	47	94	69	0	81
Marzo	31	78	156	106	57	141
Aprile	30	79	158	110	55	139
Maggio	31	78	167	108	86	147
Giugno	30	105	218	151	238	201
Luglio	31	106	220	153	229	201
Agosto	31	108	225	164	260	206
Settembre	30	78	230	142	98	178
Ottobre	31	38	117	67	0	86
Novembre	30	20	65	41	0	50
Dicembre	31	34	78	64	0	68
Totale	365	67	230	164	1023	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella A1.18: 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*	-	-	-	-	-	-
Febbraio*	-	-	-	-	-	-
Marzo*	-	-	-	-	-	-
Aprile*	-	-	-	-	-	-
Maggio	24	38	159	70	23	133
Giugno	30	58	207	100	110	169
Luglio	31	56	194	96	104	167
Agosto	28	54	204	103	99	175
Settembre	28	29	134	57	10	116
Ottobre	29	13	87	42	0	67
Novembre	30	4	39	11	0	26
Dicembre	31	11	77	57	0	68
Totale*	231	33	207	103	346	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella A1.19: Moleno, autostrada km 63.505

Ozono

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

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

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° ore > 120 µg/m ³	98° percentile (µg/m ³)
Gennaio	31	17	79	60	0	71
Febbraio	28	19	80	60	0	66
Marzo	31	33	117	76	0	100
Aprile	30	41	119	83	0	100
Maggio	31	25	131	56	2	81
Giugno	30	56	186	93	39	147
Luglio	31	57	186	96	61	150
Agosto	31	57	188	119	87	161
Settembre	30	31	142	64	5	102
Ottobre	31	12	77	48	0	64
Novembre	28	3	27	10	0	18
Dicembre	31	11	70	62	0	64
Totale	363	30	188	119	194	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella A1.20: Bodio, Municipio

Monossido di carbonio

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

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

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gennaio	31	1347	5743	2572	0
Febbraio	28	1080	5516	1790	0
Marzo	31	645	4063	1227	0
Aprile	30	244	3734	468	0
Maggio	31	176	4211	635	0
Giugno	30	138	2747	246	0
Luglio	31	97	1158	293	0
Agosto	31	105	817	385	0
Settembre*	18	228	2395	512	0
Ottobre*	-	-	-	-	-
Novembre*	-	-	-	-	-
Dicembre*	-	-	-	-	-
Totale*	261	451	5743	2572	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella A1.21: 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	1274	5448	2272	0
Febbraio	28	1117	4313	1532	0
Marzo	31	908	3292	1271	0
Aprile	30	647	2270	1017	0
Maggio	29	476	1930	864	0
Giugno	30	308	1476	624	0
Luglio*	22	121	1476	229	0
Agosto	28	437	1476	703	0
Settembre	28	455	1816	898	0
Ottobre	30	650	2384	1178	0
Novembre	30	1041	3292	1554	0
Dicembre	31	1196	3859	1880	0
Totale	348	719	5448	2272	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella A1.22: Lugano, Casa Serena

Monossido di carbonio

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

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

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gennaio	30	1051	4200	1881	0
Febbraio	28	998	3746	1365	0
Marzo	31	744	2009	1040	0
Aprile	30	497	3337	759	0
Maggio	31	373	1283	564	0
Giugno	25	217	4585	295	0
Luglio	31	198	1657	302	0
Agosto	31	253	2032	404	0
Settembre	28	512	1737	791	0
Ottobre	30	628	2872	828	0
Novembre	30	914	3450	1362	0
Dicembre	31	1051	3598	1698	0
Totale	356	620	4585	1881	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella A1.23: Bioggio, Aeroporto

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gennaio	29	1065	4949	1708	0
Febbraio	28	917	4756	1264	0
Marzo	31	660	2679	1040	0
Aprile	30	480	2009	614	0
Maggio	26	395	1305	565	0
Giugno	30	337	1362	447	0
Luglio	31	338	1033	432	0
Agosto	26	353	1487	602	0
Settembre	30	482	1850	732	0
Ottobre	31	598	2588	836	0
Novembre	30	1038	4756	1398	0
Dicembre	31	1186	4756	1837	0
Totale	353	654	4949	1837	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella A1.24: Locarno, Piazza Castello

Polveri fini in sospensione PM₁₀

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

20 µg/m³ per la media annua delle misure

50 µg/m³ per la media giornaliera

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° giorni > 50 µg/m ³
Gennaio	31	60	122	19
Febbraio	28	74	125	21
Marzo	30	75	131	23
Aprile	30	43	101	9
Maggio	31	32	59	5
Giugno	30	38	62	7
Luglio	28	35	53	3
Agosto	31	35	59	2
Settembre	27	37	75	7
Ottobre	31	41	71	11
Novembre	30	50	102	16
Dicembre	31	57	137	14
Totale	358	48	137	137
Limite OIAt	-	20	50	1

Tabella A1.25: Chiasso, Scuole elementari e medie

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° giorni > 50 µg/m ³
Gennaio*	-	-	-	-
Febbraio*	-	-	-	-
Marzo*	-	-	-	-
Aprile*	-	-	-	-
Maggio*	9	29	51	1
Giugno	23	35	62	3
Luglio	31	31	62	4
Agosto	31	34	60	2
Settembre	28	34	69	7
Ottobre	30	37	78	8
Novembre	27	39	79	8
Dicembre	31	39	68	8
Totale*	210	35	79	41
Limite OIAt	-	20	50	1

Tabella A1.26: Bioggio, Aeroporto

Polveri fini in sospensione PM₁₀

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

20 µg/m³ per la media annua delle misure

50 µg/m³ per la media giornaliera

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° giorni > 50 µg/m ³
Gennaio*	-	-	-	-
Febbraio*	-	-	-	-
Marzo*	-	-	-	-
Aprile	30	28	59	2
Maggio	31	21	44	0
Giugno	30	25	44	0
Luglio	31	23	39	0
Agosto	31	24	44	0
Settembre	26	23	45	0
Ottobre	31	24	44	0
Novembre	30	25	47	0
Dicembre	31	22	40	0
Totale	271	24	59	2
Limite OIAt	-	20	50	1

Tabella A1.27: Camignolo, autostrada km 37.340

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° giorni > 50 µg/m ³
Gennaio*	-	-	-	-
Febbraio*	-	-	-	-
Marzo*	-	-	-	-
Aprile	30	33	72	4
Maggio	31	25	46	0
Giugno	29	32	54	3
Luglio	31	29	57	3
Agosto	28	28	44	0
Settembre	28	27	54	1
Ottobre	27	30	56	2
Novembre	30	42	68	6
Dicembre	31	49	89	15
Totale	265	33	89	34
Limite OIAt	-	20	50	1

Tabella A1.28: Moleno, autostrada km 63.505

Polveri fini in sospensione PM₁₀

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

20 µg/m³ per la media annua delle misure

50 µg/m³ per la media giornaliera

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° giorni > 50 µg/m ³
Gennaio	28	40	84	8
Febbraio	28	57	113	18
Marzo	31	52	78	18
Aprile	30	34	70	3
Maggio	31	26	54	3
Giugno	30	35	56	2
Luglio	31	27	44	0
Agosto	30	31	44	0
Settembre	30	37	66	7
Ottobre	24	36	57	4
Novembre	30	45	78	9
Dicembre	31	50	102	15
Totale	354	39	113	87
Limite OIAt	-	20	50	1

Tabella A1.29: Bodio-Pollegio, Ristorante La Botte

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° giorni > 50 µg/m ³
Gennaio	31	19	49	0
Febbraio	28	27	58	2
Marzo	31	32	73	5
Aprile	30	21	50	2
Maggio	31	28	53	1
Giugno*	18	33	58	1
Luglio	31	25	38	0
Agosto	31	24	37	0
Settembre	30	28	60	2
Ottobre	30	24	37	0
Novembre	30	26	53	1
Dicembre	31	20	42	0
Totale	352	26	89	14
Limite OIAt	-	20	50	1

Tabella A1.30: Faido-Polmengo, Cantieri Alp Transit

Polveri fini in sospensione PM₁₀

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

20	µg/m ³	per la media annua delle misure
50	µg/m ³	per la media giornaliera
0.5	µg/m ³	per la media annua delle misure di piombo (Pb)
1.5	ng/m ³	per la media annua delle misure di cadmio (Cd)

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° giorni > 50 µg/m ³	Media Pb (µg/m ³)	Media Cd (ng/m ³)
Gennaio	31	37	142	5	0.02	0.21
Febbraio	28	40	75	6	0.03	0.51
Marzo	31	39	80	4	0.02	0.58
Aprile	30	28	87	3	0.01	0.35
Maggio	31	29	53	2	0.01	0.24
Giugno	30	31	52	1	0.01	0.25
Luglio	31	25	41	-	0.01	0.19
Agosto	31	29	46	-	0.01	0.20
Settembre	30	31	56	2	0.02	0.30
Ottobre	31	30	47	-	0.02	0.32
Novembre	30	40	65	6	0.02	0.79
Dicembre	31	41	67	8	-	-
Totale	365	33	142	37	0.02	0.36
Limite OIAt	-	20	50	1	0.5	1.5

Tabella A1.31: Bodio, Municipio

Polveri ultrafini in sospensione PM_{2.5}

La legislazione svizzera non prevede attualmente limiti per le PM_{2.5}.

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)
Gennaio*	-	-	-
Febbraio*	-	-	-
Marzo*	-	-	-
Aprile	30	28	60
Maggio	31	15	29
Giugno	30	22	37
Luglio	31	20	39
Agosto	31	20	35
Settembre	26	19	39
Ottobre	31	22	65
Novembre	30	23	48
Dicembre	31	21	73
Totale	271	21	73
Limite OIAt	-	20	50

Tabella A1.32: Camignolo, autostrada km 37.340

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)
Gennaio*	-	-	-
Febbraio*	-	-	-
Marzo*	-	-	-
Aprile	30	27	51
Maggio	31	17	31
Giugno	30	24	44
Luglio	31	21	46
Agosto	28	20	30
Settembre	28	19	38
Ottobre	29	23	42
Novembre	30	30	52
Dicembre	31	34	62
Totale	268	24	62
Limite OIAt	-	20	50

Tabella A1.33: Moleno, autostrada km 63.505

Idrocarburi policiclici aromatici (PAH)

La legislazione svizzera non prevede attualmente limiti per i PAH.

mese	numero misure (giorni)	media (ng/m ³)	massimo giorno (ng/m ³)
Gennaio*	-	-	-
Febbraio*	-	-	-
Marzo*	-	-	-
Aprile	30	66	116
Maggio	31	50	80
Giugno	30	51	81
Luglio	31	43	60
Agosto	31	41	64
Settembre	26	49	70
Ottobre	31	57	85
Novembre	30	63	107
Dicembre	31	62	110
Totale	271	54	116

Tabella A1.34: Camignolo, autostrada km 37.340

mese	numero misure (giorni)	media (ng/m ³)	massimo giorno (ng/m ³)
Gennaio*	-	-	-
Febbraio*	-	-	-
Marzo*	-	-	-
Aprile	30	36	80
Maggio	31	36	65
Giugno	30	35	57
Luglio	31	40	71
Agosto	28	55	86
Settembre	28	64	111
Ottobre	29	72	114
Novembre	30	120	192
Dicembre	31	112	178
Totale	268	63	192

Tabella A1.35: Moleno, autostrada km 63.505

Benzene, Toluene e Xileni (BTX)

La legislazione svizzera non prevede attualmente limiti per i BTX.

1) C₆H₆

mese	numero misure (giorni)	media (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)
Gennaio*	-	-	-
Febbraio*	-	-	-
Marzo*	-	-	-
Aprile*	-	-	-
Maggio*	-	-	-
Giugno	27	0.61	0.81
Luglio	31	0.60	0.90
Agosto	28	0.62	0.99
Settembre	28	0.67	1.14
Ottobre	29	0.97	1.57
Novembre	30	2.06	4.47
Dicembre	31	2.49	4.62
Totale*	204	1.15	4.62

Tabella A1.36: Moleno, autostrada km 63.505

2) C₇H₈

mese	numero misure (giorni)	media (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)
Gennaio*	-	-	-
Febbraio*	-	-	-
Marzo*	-	-	-
Aprile*	-	-	-
Maggio*	-	-	-
Giugno	27	1.66	2.51
Luglio	31	1.62	2.58
Agosto	28	1.78	2.91
Settembre	28	1.92	3.74
Ottobre	29	2.62	4.49
Novembre	30	4.77	9.57
Dicembre	31	4.35	8.46
Totale*	204	2.67	9.57

Tabella A1.37: Moleno, autostrada km 63.505

3) C₈H₁₀

mese	numero misure (giorni)	media (µg/m³)	massimo giorno (µg/m³)
Gennaio*	-	-	-
Febbraio*	-	-	-
Marzo*	-	-	-
Aprile*	-	-	-
Maggio*	-	-	-
Giugno	27	0.00	0.05
Luglio	31	0.00	0.01
Agosto	28	0.04	0.12
Settembre	28	0.00	0.10
Ottobre	29	0.04	0.30
Novembre	30	0.22	0.92
Dicembre	31	0.06	0.27
Totale*	204	0.05	0.92

Tabella A1.38: Moleno, autostrada km 63.505

NUMERO DI PARTICELLE

La legislazione svizzera non prevede attualmente limiti per il numero di particelle.

mese	numero misure (giorni)	media (p/cm ³)	massimo giorno (p/cm ³)
Gennaio*	-	-	-
Febbraio*	-	-	-
Marzo*	-	-	-
Aprile	30	145035	209580
Maggio	31	139240	191876
Giugno	23	144732	208365
Luglio	29	94767	197639
Agosto	31	93569	260738
Settembre	26	159852	257824
Ottobre	31	183752	262390
Novembre	30	197029	276626
Dicembre	31	188793	291016
Totale	262	149641	291016

Tabella A1.39: Camignolo, autostrada km 37.340

mese	numero misure (giorni)	media (p/cm ³)	massimo giorno (p/cm ³)
Gennaio*	-	-	-
Febbraio*	-	-	-
Marzo*	-	-	-
Aprile	30	108780	163120
Maggio	31	105962	137293
Giugno	24	97460	135422
Luglio*	21	99834	129739
Agosto*	15	90075	166264
Settembre	28	112797	161291
Ottobre	29	126287	169394
Novembre	30	141142	188498
Dicembre	31	139742	202558
Totale*	239	113564	202558

Tabella A1.40: Moleno, autostrada km 63.505

**** Rappresentazioni grafiche**

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

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

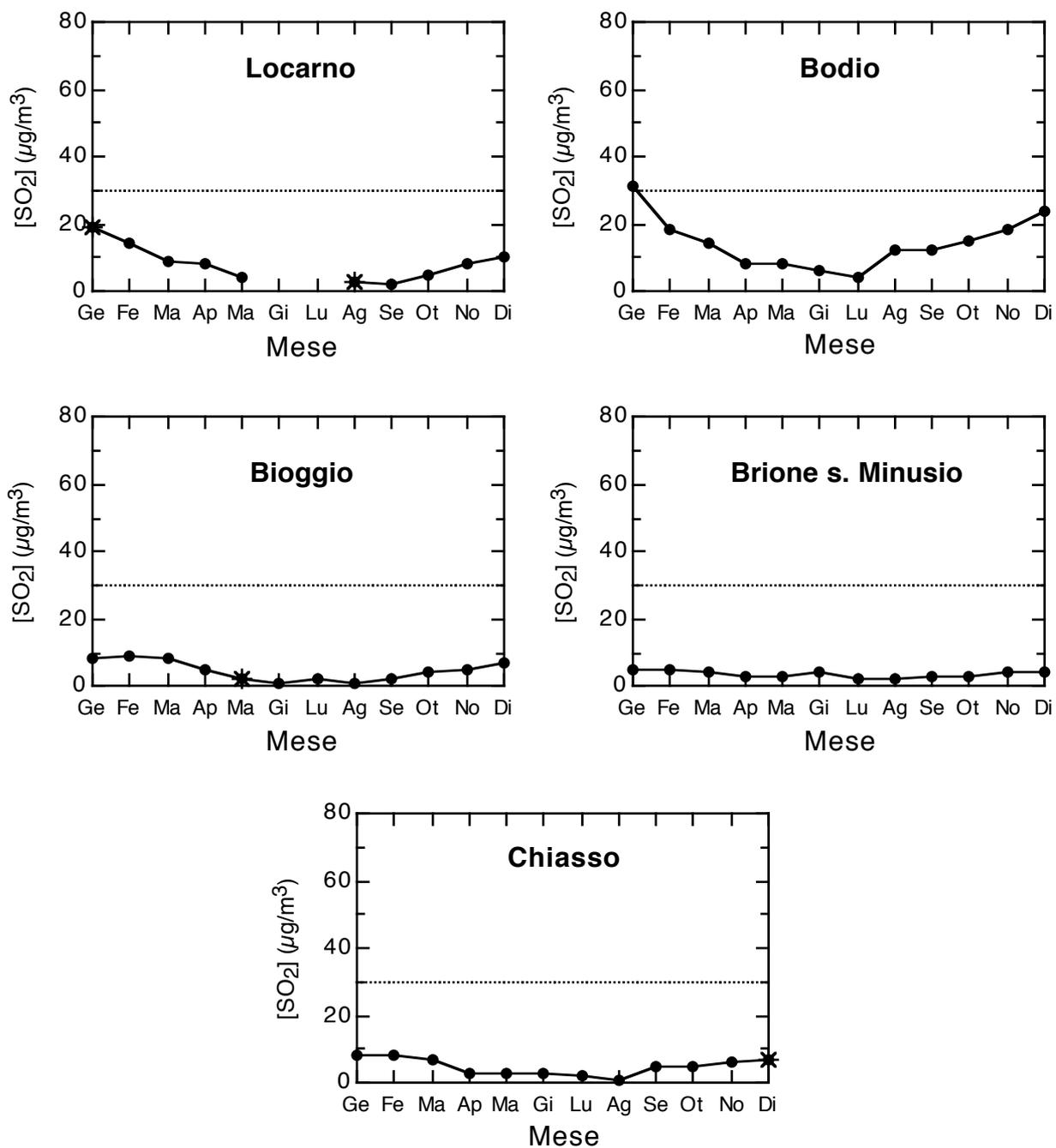


Figura A1.41: Diossido di zolfo (SO₂); medie mensili (2003). Limite OIA per la media annua: 30 µg/m³.

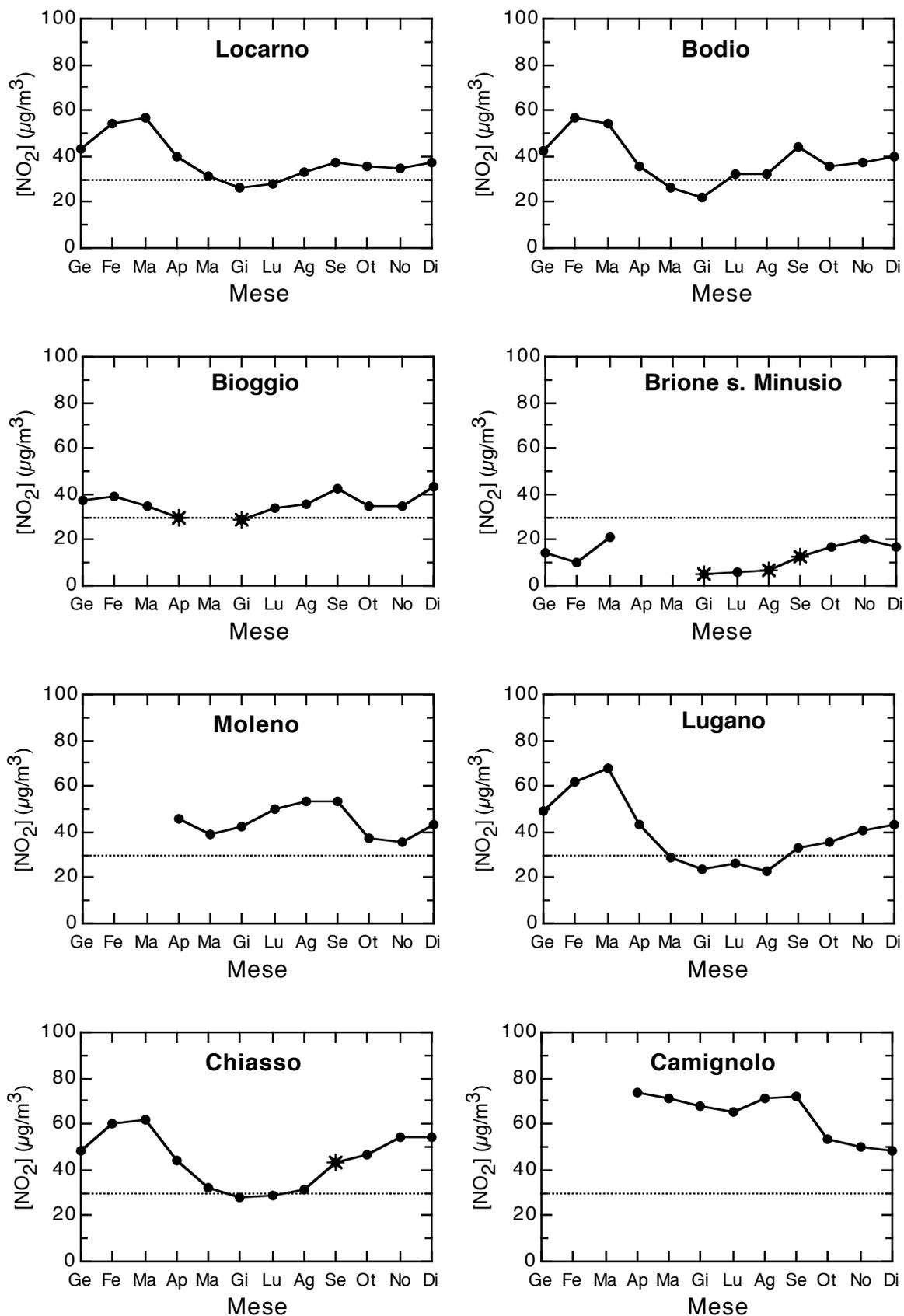


Figura A1.42: Diossido d'azoto (NO_2); medie mensili (2003). Limite OIAt per la media annua: $30 \mu g/m^3$.

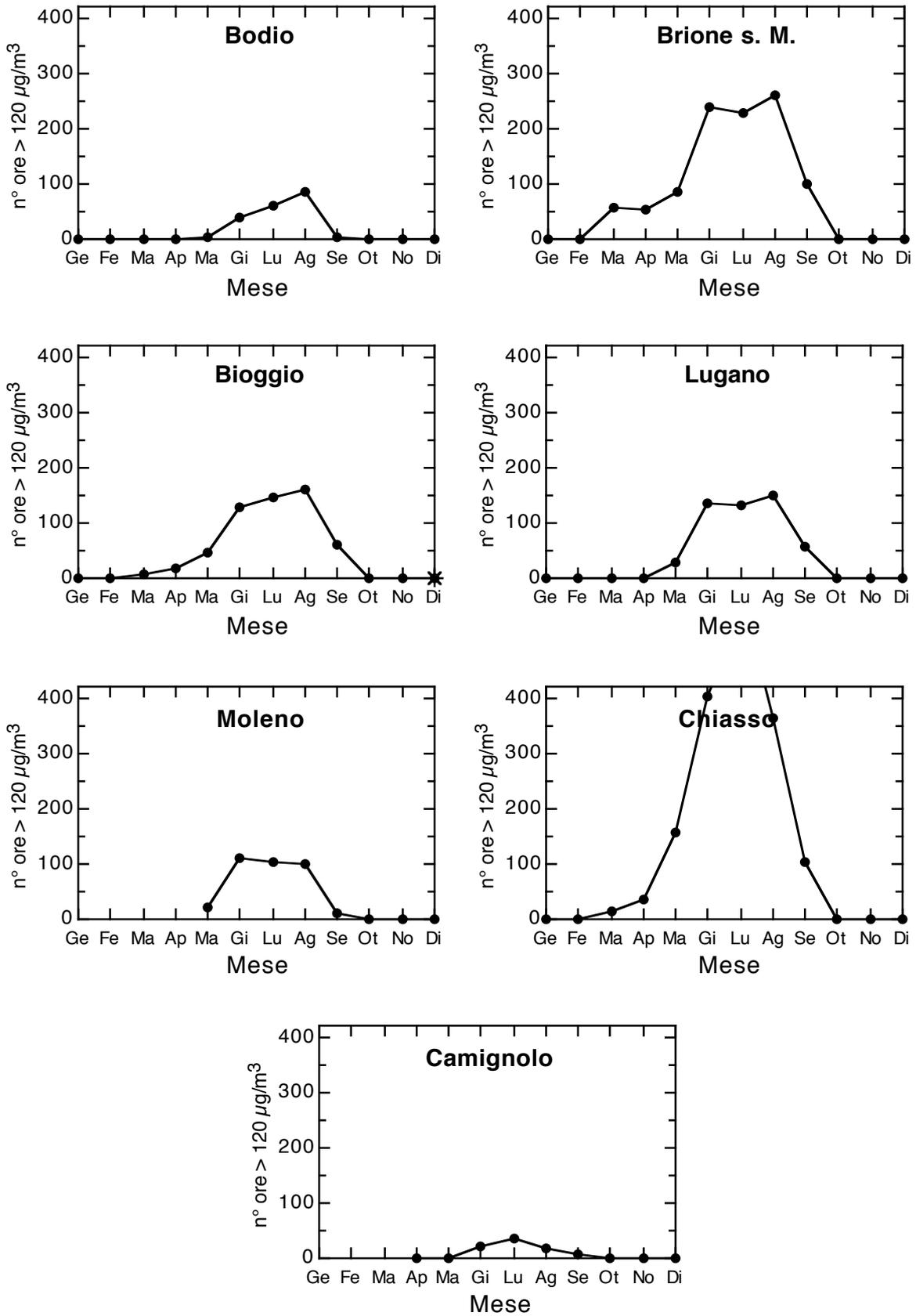


Figura A1.43: Ozono (O₃); n° di superamenti mensili del limite OIAt (2003). Limite OIAt per la media oraria, che può essere superato solo una volta all'anno: 120 µg/m³.

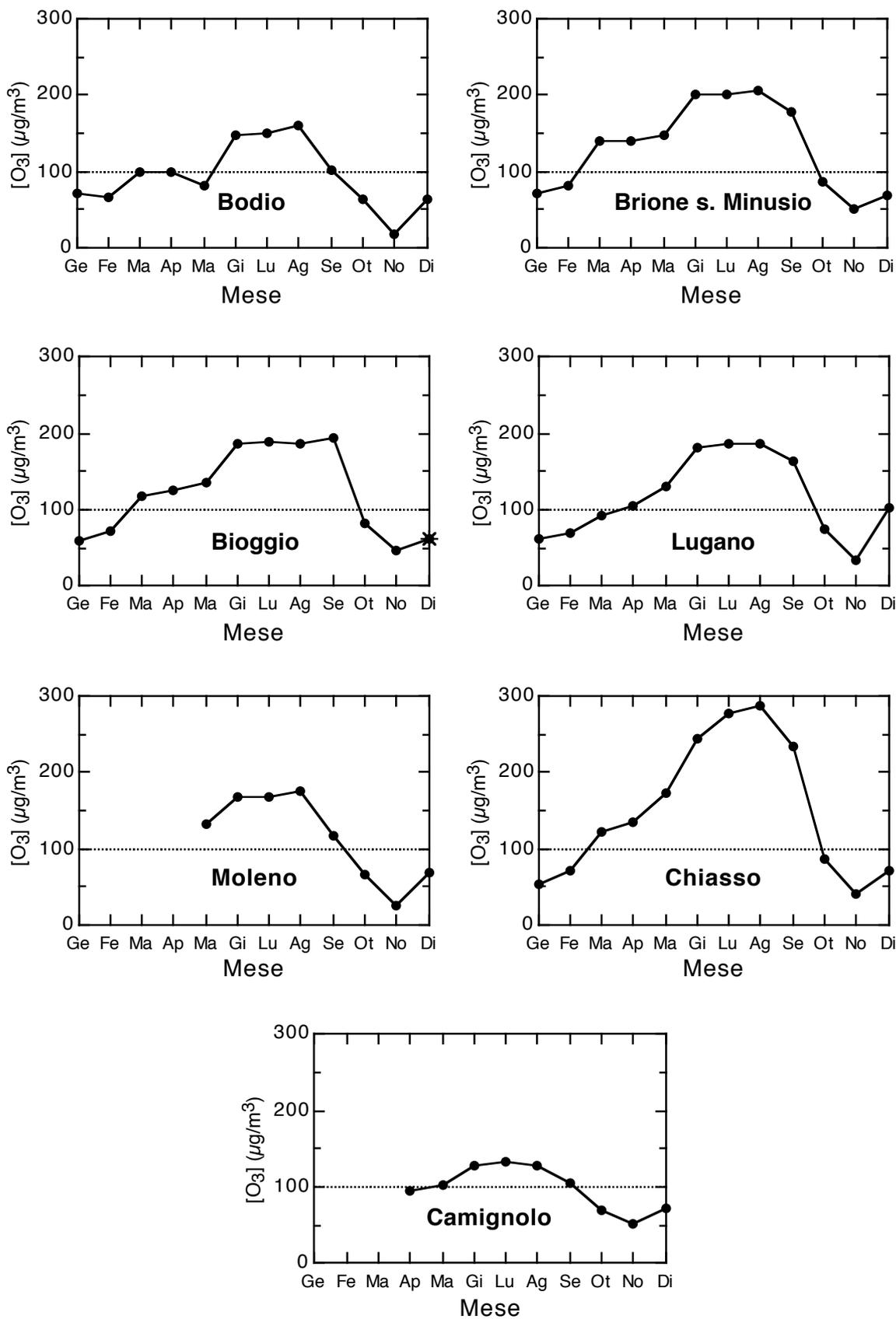


Figura A1.44: Ozono (O_3); 98° percentili mensili (2003). Limite OIAt per il 98° percentile dei valori semiorari di un mese: $100 \mu g/m^3$.

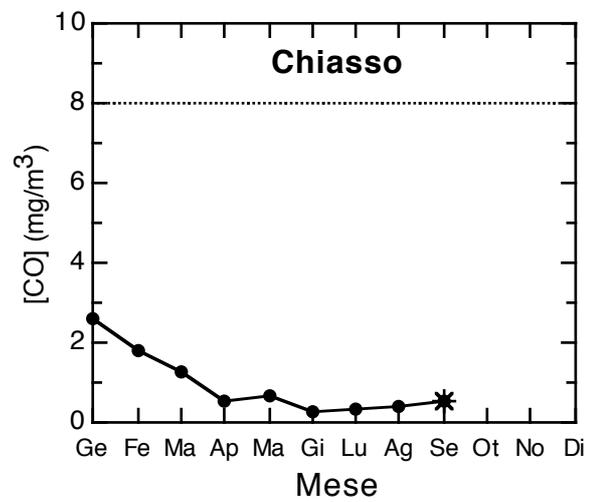
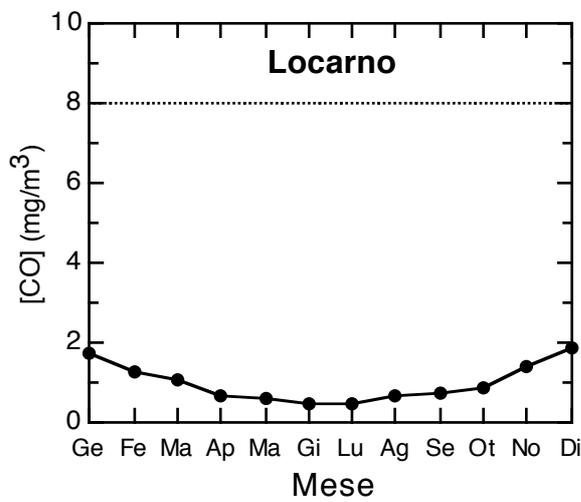
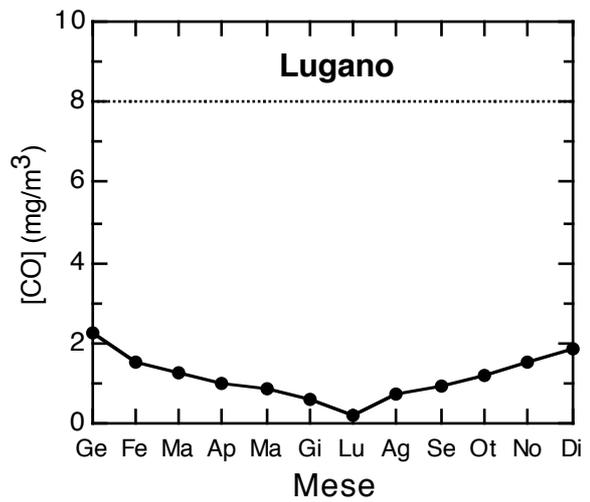
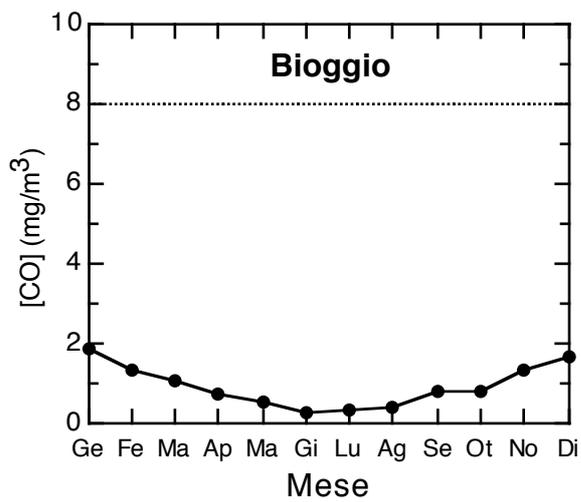


Figura A1.45: Monossido di carbonio (CO); medie giornaliere massime (2003). Limite OIAt per la media giornaliera massima: 8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

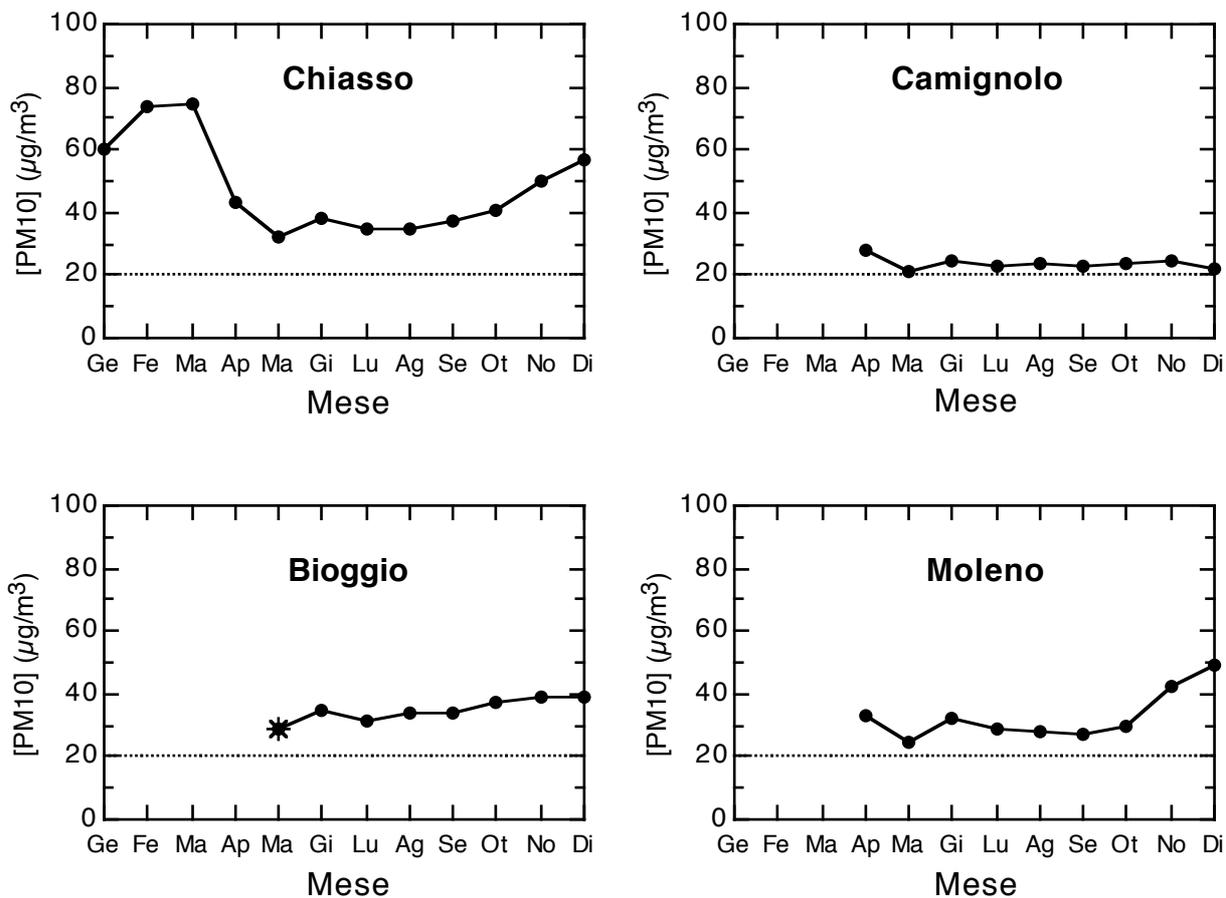


Figura A1.46: Polveri fini in sospensione (PM_{10}); medie mensili (2003). Limite OIA per la media annua: $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

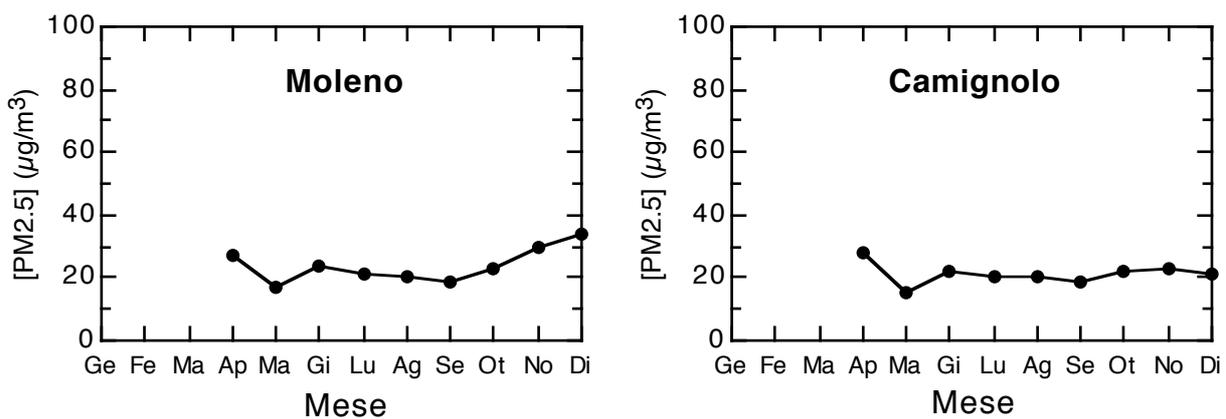


Figura A1.47: Polveri ultrafini in sospensione ($PM_{2.5}$); medie annue(2003). La legislazione svizzera non prevede attualmente limiti per le $PM_{2.5}$.

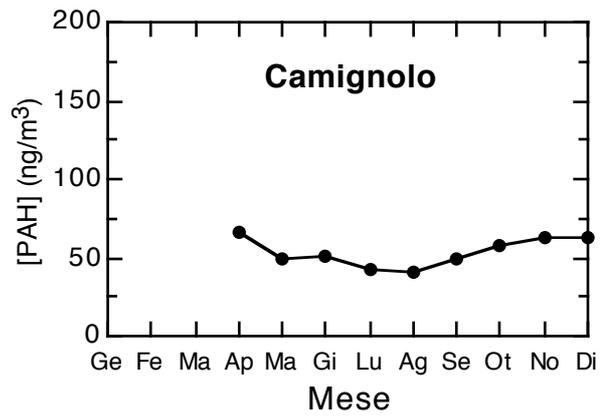
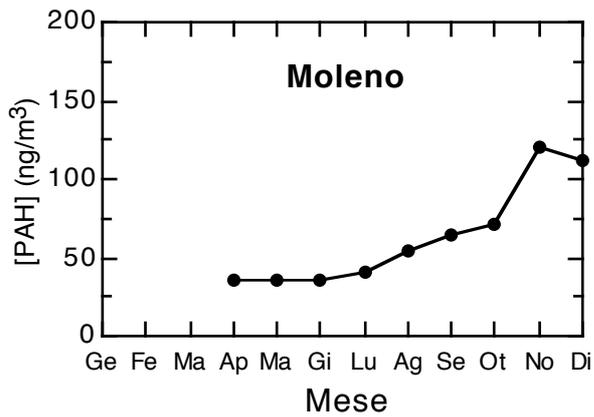


Figura A1.48: Idrocarburi policiclici aromatici (IPA); medie mensili (2003). La legislazione svizzera non prevede attualmente limiti per gli IPA.

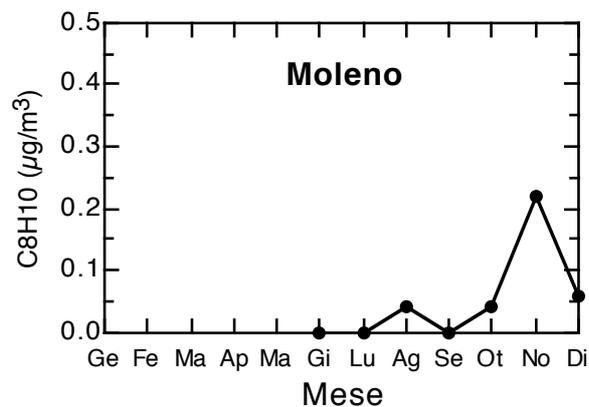
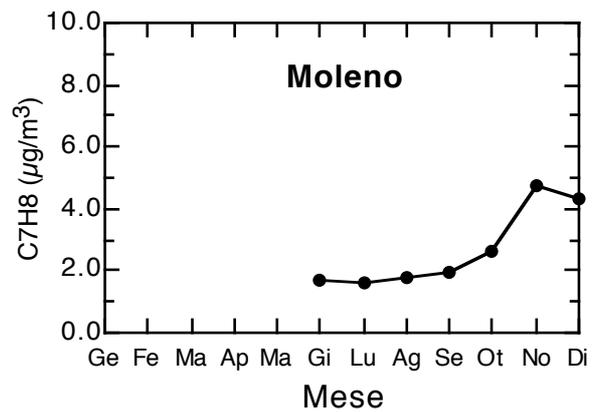
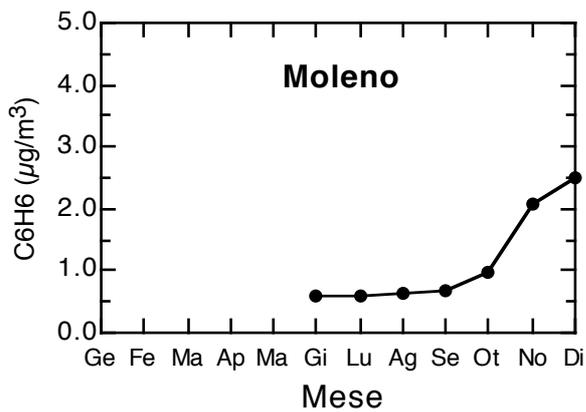


Figura A1.49: Benzene, Toluene e Xileni (BTX) (ordinati graficamente in senso orario); medie mensili (2003). La legislazione svizzera non prevede attualmente limiti per i BTX.

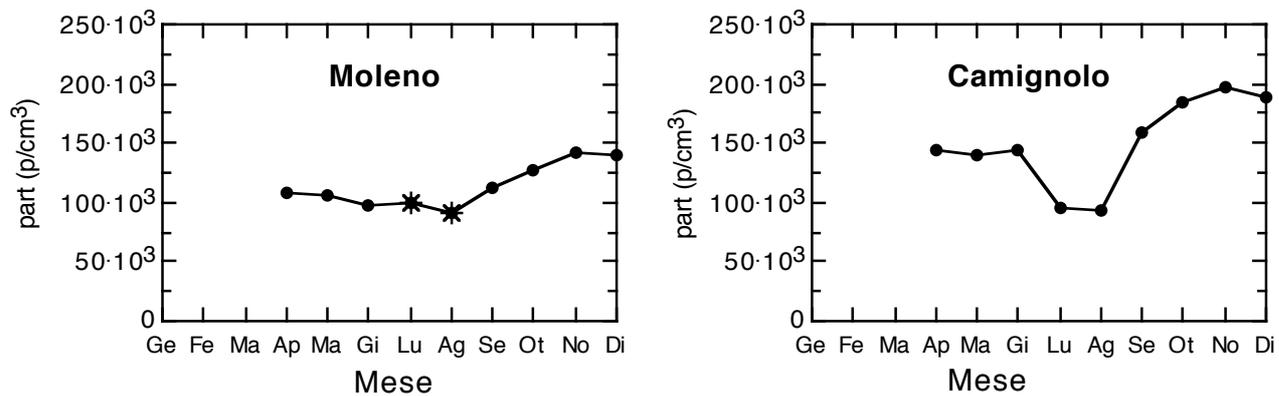


Figura A1.50: Numero di particelle; medie mensili (2003). La legislazione svizzera non prevede attualmente limiti per il numero di particelle.

B) MISURAZIONI CON METODI PASSIVI

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

Le medie annuali di diossido d'azoto rilevate a partire dal 1989, con la tecnica del rilevamento passivo, in diversi *comuni del Cantone* sono riportate nelle tabelle A1.51-A1.60, raggruppate per distretto e comune.

La tabella A1.55 mostra i dati dei campionatori posti nelle vicinanze di alcune stazioni di rilevamento al fine di accertare la precisione delle misure.

La tabella A1.56 riporta i punti di misura della campagna del *Pian Scairolo*, attiva dal 1998.

Infine nelle tabelle A1.57-A1.59 sono riportati i dati di una serie di campagne speciali:

Profili lungo l'autostrada: è una campagna costituita da 9 punti di misura sull'autostrada A2 all'altezza di Moleno. Ai due lati delle carreggiate sono posti 4 punti di misura rispettivamente distanti 0, 50, 100 e 150 metri. L'ultimo campionario è sito nell'area di sosta in direzione nord. Scopo di queste campagne è quello di valutare la possibilità di utilizzare modelli di diffusione dei gas in ambito alpino.

Lugano FFS: questa campagna è composta da tre punti di misura allo scopo di valutare eventuali cambiamenti delle immissioni a seguito della prevista realizzazione della nuova stazione di Lugano.

OASI: circa un sessantina di posti di misura costituiscono questa campagna lungo la A2 nell'ambito del progetto OASI. Anche in questo caso la maggior parte dei campionatori è stata posta perpendicolarmente e a distanza crescente all'autostrada in maniera da ottenere dei profili.

GALLERIA VEDEGGIO-CASSARATE, PTL: questa campagna è composta da 15 campionatori al fine di monitorare il carico inquinante di fondo in previsione dell'apertura della galleria Vedeggio-Cassarate, prevista nell'ambito del Piano dei Trasporti del Luganese (PTL).

CHIASSO MT: 8 punti di misura compongono quest'ultima campagna speciale che mira a valutare in primo luogo le misure di moderazione del traffico adottate in centro a Chiasso, ed eventualmente l'efficacia di malte catalitiche per la riduzione degli ossidi di azoto.

Luogo	coordinate	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03
Bellinzonese																
Bellinzona																
Al Portone	721.9/117.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59	55	51	45	51	51
Cast. Montebello	722.8/116.8	28	29	26	30	28	27	23	23	22	21	21	21	18	23	21
Via Vallone	722.7/118.3	44	47	45	48	44	43	39	35	36	38	36	34	31*	34	36
Cadenazzo																
Stazione FFS	716.2/112.3	59*	65	64	62	56	57	52	44	47	51	48	46	41	41	45
SFEA	715.4/113.2	28	32	31	32	28	27	25	22	23	23	23	22	20	25	22
Valle di Blenio																
Olivone																
Olivone paese	715.1/154.3	13*	13	14	13	13	13	12	10	11	11	11	11	9	10	11
Olivone monti	714.0/154.2	5*	5	6	5	5	6	5	6	4	4	5	4	4	4	4
Valle Leventina																
Airolo																
Airolo paese	690.1/153.7	35*	38	36	36	34	33	35	31	31	30	33	32	27*	30	28
Airolo monti	689.5/153.9	17	18	18	17	16	16	16	16	14	15	14	15	13*	14	14
Airolo FFS	689.4/153.6	33	36	34	33	32	35	32	27	29	33	31	29	25*	24	24
Bodio																
Casa comunale	713.4/137.3	41	46	42	44	41	42	37	33	33	34	32	35	-	32	31
Parco	713.1/137.7	34	36	33	34	33	33	32	26	27	29	27	28	24	28	28
Locarnese																
Ascona																
Via Locarno	703.1/113.4	34	33	32	32	30	30	27	26	25	25	25	25	22*	23	20
Brissago																
Via Leoncavallo	698.4/108.5	24*	26	26	27	22	19	22	20	19	22	18	17	16	21	16
Caviano																
Casa comunale	702.7/107.1	15*	16	16	17	14	15	13	11	11	11	10	11	10	11	10
Dirinella	701.9/106.8	29*	30	29	26	21	22	20	17	16	17	15	16	15	18	18
Gerra V.																
Via Agarone	713.3/115.3	-	-	20	24	19	19	17	16	14	16	14	15	12	14	14
Gordola																
Scuola media	710.1/114.5	35	37	36	37	29	32	29	27	27	28	27	25	23*	26	28
Anacquaria	709.2/115.5	-	-	-	-	-	-	31	26	25	26	24	23	21	25	22
SSIC	710.2/114.2	-	-	-	-	-	-	32	27	34	34	28	31	27*	31	30
Locarno																
Casa comunale	704.8/114.1	50	49	47	48	45	45	38	36	36	38	36	32	28	34	29
San Jorio	703.8/113.5	30*	28	27	26	25	24	22	19	18	20	19	19	16	19	18
Villa India	704.5/114.2	40	38	39	39	42	45	40	33	33	36	33	30	29*	32	30
ISM Monti	704.1/114.4	27	28	28	29	26	28	27	21	20	23	20	20	19*	22	18
Funicolare	705.0/114.3	-	-	-	-	-	-	31	26	26	29	25	25	22*	29	25
Ospedale La Carità	704.4/113.9	-	-	-	-	-	-	36	32	32	35	32	33	27	32	28
Via Bastoria	703.3/113.8	-	-	-	-	-	-	30	25	26	28	26	26	23	25	22
Via Franzoni	703.9/113.9	-	-	-	-	-	-	38	36	36	40	37	33	31	33	30
Via Varenna	703.9/113.7	-	-	-	-	-	-	29	30	29	29	27	25	23	27	23
Via Simen	704.4/113.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27*
Vivaio	703.9/113.1	-	-	-	-	-	-	31	25	24	28	24	25	20	23	22
Magadino																
Ossigeno	711.5/112.4	-	-	29	45	27	26	23	20	21	22	21	20	18	20	22

Tabella A1.51: Misure con i campionatori passivi di diossido d'azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) dal 1989. Il limite OIAt per la media annua di diossido d'azoto è $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Luogo	coordinate	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03
Minusio																
Via S. Gottardo	706.1/114.8	65	65	69	68	63	63	55	50	47	52	47	48	40	45	45
Polizia	706.2/114.7	-	-	-	-	-	-	37	29	28	30	27	28	25	26	29
Via R. Simen	706.2/114.6	-	-	-	-	-	-	49	38	34	37	32	33	31	33	33
Sonogno																
Casa comunale	703.6/134.0	7*	8	8	6	6	7	7	7	6	7	8	9	7	7	7
Tegna																
Casa comunale	700.9/115.9	-	27	27	25	22	22	21	19	18	22	16	16	15	18	16
Luganese																
Agno																
Casa comunale	713.1/95.0	63	70	70	66	61	61	59	50	49	55	49	50	41	49	46
Stazione FLP	713.3/94.9	47	51	49	49	45	45	43	38	40	41	37	43*	31	32	38
Astano																
Casa comunale	706.8/96.7	-	11	12	12	11	11	13	15	13	14	13	-	12	14	14
Bedigliora																
Scuola media	708.7/95.5	-	14	16	17	15	16	15	13	13	14	12	13	10*	15	13
Bioggio																
Casa comunale	713.8/97.0	-	35	36	37	32	32	31	29	27	29	25	26	24*	27	25
Bosco																
Parco giochi	713.9/98.3	-	24	25	26	23	20	20	20	16	19	16	18	15	19	18
Canobbio																
Stabile PTT	718.2/99.3	32*	35	37	37	34	36	32	28	26	29	28	27	23	28	23
Carona																
Acquedotto	716.1/91.6	20*	22	23	25	20	21	19	18	17	18	15	16	15*	17	16
Croglio																
Madonna del P.	708.2/93.8	30*	39	37	35	31	33	29	25	26	27	24	24	21	23	25
Lopagno																
Miera c. c.	719.0/103.1	16*	19	20	28	17	18	17	16	14	16	14	14	12	16	15
Lugano																
Aldesago	719.4/96.3	32	32	33	37	29	33	29	26	24	27	25	24	20	27	20
Brè	720.5/96.5	16	16	18	17	13	15	13	14	12	12	11	11	10	12	12
Lab. cant. igiene	717.8/96.4	47	47	45	48	43	45	42	37	37	39	35	36	33	36	32
Ospedale civico	717.3/97.4	46	45	44	46	41	40	37	33	32	34	30	33	27*	30	29
Polizia comunale	717.1/95.8	61	62	63	67	60	61	57	51	52	54	48	47	41	47	41
PTT Besso	716.8/96.0	77	79	80	80	71	73	68	61	61	64	58	56	53	58	50
Stadio	717.9/98.1	44	46	45	46	40	44	39	34	34	40	36	35	32*	36	32
UTC	717.2/95.8	70	72	77	73	66	68	64	56	57	35	57	57	51	52	47
Manno																
Azienda elettrica	714.9/98.5	53	52	58	52	49	44	38	42	43	45	40	41	34*	41	45
Cairello	714.4/98.3	34	30	37	27	29	27	23	22	24	30	23	22	18	25	23
Massagno																
Chiesa S. Lucia	716.5/96.8	54	55	53	54	49	49	46	39	40	41	38	37	32	37	34
Muzzano																
Comune	715.0/95.1	-	36	37	37	33	34	30	26	27	26	21	22	21	21	18
Paradiso																
Scuole elementari	716.85/94.3	-	-	62	60	53	57	52	43	47	47	44	44	38	45	40

Tabella A1.52: Misure con i campionatori passivi di diossido d'azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) dal 1989. Il limite OIAt per la media annua di diossido d'azoto è $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Luogo	coordinate	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03
Ponte Tresa																
Stazione	710.3/92.0	41	45	44	45	38	38	43	38	40	38	35	34	32	33	33
Dogana	710.1/91.6	57	61	60	61	54	54	52	46	45	45	43	40	32	40	38
Ronchi	709.9/92.2															17
Campo sportivo																26
Sorengo																
Casa comunale	716.1/95.2	-	51	43	51	40	41	38	35	34	34	32	30	27	32	28
Taverne																
Torricella	715.5/102.6	-	-	44	47	43	43	41	35	35	36	34	36	31	34	32
Vezia																
Afer	715.7/98.1	-	53	50	52	46	46	42	39	39	41	37	35	28	37	36
Campagnora	715.2/98.2	-	52	51	44	43	44	38	34	36	38	33	43*	-	36	34
San Martino	716.3/97.9	-	32	33	34	29	31	28	-	25	25	22	24	22*	25	23
Mendrisiotto																
Balerna																
Casa comunale	721.9/78.6	52*	56	54	55	49	48	47	39	39	38	40	37	33	40	34
Via Franscini	722.1/78.7	38*	42	41	42	37	37	33	33	29	32	30	30	27*	31	27
Capolago																
Casa comunale	719.6/84.3	-	72	71	67	61	61	60	51	55	51	51	47	41*	51	45
Cimitero	719.4/84.4	-	53	52	54	48	50	47	41	41	43	38	40	33*	40	37
Chiasso																
Polizia cantonale	723.9/76.9	63	66	67	67	56	57	54	48	49	49	52	44	37	48	43
S. Stefano	721.6/76.6	40*	32	30	36	30	30	27	24	23	25	23	23	23	25	22
Stadio	722.5/77.0	40	42	42	43	37	39	35	37	30	30	28	28	28*	30	29
Viale Galli	723.4/77.6	89	94	98	89	83	87	80	72	70	68	69	63	59*	53	47
Coldrerio																
Via S. Apollonia	720.3/79.5	-	67	69	66	58	58	55	47	50	48	48	46	39	45	43
Ligornetto																
Quadretto	718.4/80.6	-	41	42	43	36	33	34	32	29	34	35	34	32	36	32
Mendrisio																
Brech	719.6/81.4	51*	55	55	56	49	46	49	41	42	43	41	43	34*	44	38
Stazione FFS	719.7/80.9	64	68	65	66	57	58	48	46	49	48	47	46	42*	45	43
Scuole	720.0/80.5	39*	42	39	45	41	39	38	32	31	30	32	31	29*	33	28
Morbio Inf.																
Via Cereghetti	722.7/79.2	40*	36	38	41	35	34	32	28	30	28	27	26	25	30	29
Novazzano																
Casa comunale	719.9/77.9	38*	46	44	47	41	41	39	33	33	35	32	32	29	34	29
Pobia	720.9/78	-	34	41	42	36	35	33	32	29	32	27	29	26*	30	27
Riva S. Vitale																
Scuole	719.0/84.6	-	43	46	44	40	39	36	31	31	29	29	31	26	35	31
Sagno																
Zona Villetta	724.6/79.5	19	19	21	21	17	17	17	15	13	15	14	13	12	16	16

Tabella A1.53: Misure con i campionatori passivi di diossido d'azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) dal 1989. Il limite OIAt per la media annua di diossido d'azoto è $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Luogo	coordinate	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03
Stabio																
Via Monticello	716.1/79.3	35	33	34	34	34	25*	26	23	25	25	23	23	19	23	23
PTT	716.4/78.8	42	41	43	41	38	35*	37	32	32	35	29	32	28	30	29
Via Falcette	716.9/78.9	40*	44	44	45	43	36*	30*	31	33	33	34	32	26	29	31
Riviera																
Biasca																
Asilo	717.5/136.1	25*	26	26	27	25	25	23	20	20	20	18	20	16	20	18
Casa comunale	717.9/135.5	44*	48	49	47	43	42	37	35	36	34	30	30	26	33	30
Industrie	717.8/134.3	43*	49	47	47	40	44	41	36	37	38	35	37	30*	35	35
Valle Maggia																
Cevio																
Ospedale	689.8/131.3	8	9	9	9	9	9	7	9	6	7	6	7	-	-	11

Tabella A1.54: Misure con i campionatori passivi di diossido d'azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) dal 1989. Il limite OIAt per la media annua di diossido d'azoto è $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Luogo	coordinate	Ge	Fe	Ma	Ap	Ma	Gi	Lu	Ag	Se	Oc	No	Di	03
Confronto Stazioni di misura - Campionatori passivi														
Brione S. Minusio	706.0/115.6	25	15	17	12	10	7	8	11	12	12	21	17	14
Locarno, P. Castello	704.6/113.9	46	51	41	36	26	17	22	31	34	36	39	29	34
Bioggio, AGOM	714.1/96.7	55	41	48	37	32	20	31	32	45	35	40	41	38
Camignolo, OASI A2	715.4/106.9											26	26	26*
Moleno, Area di Servizio A2 Sud-Nord	720.0/126.4	52	51	48	39	36	26	34	37	41				40
Moleno, OASI A2	719.9/126.5										45	48	51	48*
Lugano, C. Serena	717.8/96.9	53	45	51	41	32	26	26	27	36	36	44	38	38
Chiasso, SPAA Scuole		66	46	51	37	29	21	17	24	45	40	53	43	39

Tabella A1.55: Misure con i campionatori passivi di diossido d'azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per il 2003. Il limite OIAt per la media annua di diossido d'azoto è $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Luogo	coordinate	98	99	00	01	02	03
Pian Scairolo							
Montagnola							
Ronchirolo	715.1/92.4	48*	26	26	23	27	27
IKEA	715.2/92.4	29	28	29	25	30	27
Grancia							
Garage Peugeot	715.4/92.6	41	42	43	35	43	40
Mag. Garzoni	715.5/92.4	71	63	63	54	63	61

Tabella A1.56: Misure con i campionatori passivi di diossido d'azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) dal 1998. Il limite OIAt per la media annua di diossido d'azoto è $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Luogo	coordinate	Ge	Fe	Ma	Ap	Ma	Gi	Lu	Ag	Se	Oc	No	Di	03
Campagne speciali														
Profili autostada A2														
Moleno A (150 m)	720.7/125.6	35	39	41	25	21	12	17	24	29	25	30	29	27
Moleno B (100 m)	720.6/125.6	44	44	40	27	26	16	27	29	34	27	30	34	32
Moleno C (50 m)	720.6/125.5	41	45	39	27	25	18	25	25	32	28	32	33	31
Moleno D (0 m)	720.5/125.5	50	50	52	40	34		34	39	47	35	42	41	42
Moleno E (0 m)	720.5/125.5	45	36	41	35	32	19	29	34	38	30	35	39	35
Moleno F (50 m)	720.5/125.5	39	34	36	27	26	17	23	31		27	31	34	30
Moleno G (100 m)	720.4/125.4	44	34	36	27	24	20	29	33	32	28	32	34	31
Moleno H (150 m)	720.4/125.4	38	34	34	25	22	15	20	28	27	24	30	31	27
Lugano FFS														
Loreto	716.7/95.4	54	46	51	37		21	22	29	38	36	36	39	37
Lugano FFS, V. Montarina	716.8/95.8	52	44	48	36	24	18		28		35	43	43	37
Lugano FFS, V. S. Gottardo	716.8/96.3	55	51	59	43	31	16	24	30	44	44	47	42	40
OASI														
Giubiasco (10 m, dx)	720.0/114.9	52	51	47	37	32	21	27						38*
Giubiasco (50 m, dx)	720.0/114.8	46	44	44				18						38*
Giubiasco (100 m, dx)	719.9/114.8	44	48	43		25	15	23						33*
Giubiasco (150 m, dx)	719.9/114.8	43	48	45	31	24		15						34*
Giubiasco (200 m, dx)	719.8/114.8	47	44	41			12	14						32*
Giubiasco (10 m, sx)	720.1/114.8	52	61	67		45	21	33						46*
Giubiasco (50 m, sx)	720.1/114.8	44	45	50	36	32	26	29						37*
Giubiasco (100 m, sx)	720.2/114.7	42	37	45	31	27	20	23						32*
Giubiasco (150 m, sx)	720.2/114.7	42	39	45	32	25	17	20						32*
Giubiasco (200 m, sx)	720.2/114.6	41	43	49	32	27	20	24						34*
Giubiasco, Paudo	723.5/114.6	15	8	11	7	6	4	6	6	5	8	12	7	8
Gnosca, Monti	721.0/122.0	16	12	12	8	6	5	6	7	7	10	20	8	10
Calonico, S. Chiara	707.5/145.3	12	6	8	8	7	5	6	7	13	10	19	10	9
Campello, Paese	705.9/149.3		75	6	5	4	4	5	5	6	7	9	5	12
Chiggionna (10 m, dx)	706.4/146.5	43	33	38	35	28	20	27						32*
Chiggionna (25 m, dx)	706.3/146.5	35	25	29	27	22	20	23						26*
Chiggionna (10 m, sx)	706.4/146.6	45	39	53	36	35	20	33						37*
Chiggionna (50 m, sx)	706.4/146.5	39	35	37	31	29	20	27						31*
Chiggionna (100 m, sx)	706.5/146.5	39	34	34	29	27	17	24						29*
Chiggionna (150 m, sx)	706.6/146.5	38	33	34	29	25	20	22						29*

Tabella A1.57: Misure con i campionatori passivi di diossido d'azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per il 2003. Il limite OIAt per la media annua di diossido d'azoto è $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Per la campagna OASI il numero in parentesi indica la distanza in metri dalla strada, dx significa carreggiata destra, mentre sx carreggiata sinistra.

Luogo	coordinate	Ge	Fe	Ma	Ap	Ma	Gi	Lu	Ag	Se	Oc	No	Di	03
Chironico (10 m, dx)	707.9/143.8	37	27	33	33	28	22	32						30*
Chironico (50 m, dx)	707.9/143.8	29	22	24	24	20	16	21						22*
Chironico (100 m, dx)	707.9/143.7	27	16	19	21	17	13	18						19*
Chironico (150 m, dx)	707.9/143.7	24	15	18	18	16	11	13						16*
Chironico (10 m, sx)	707.9/143.8	45	48	59	51	50	38	48						48*
Chironico (50 m, sx)	708.0/143.9	41	37	37	31	30	25	24						32*
Chironico (100 m, sx)	708.0/144.0	39	37	39	30	26	18	23						30*
Chironico (150 m, sx)	708.0/143.9	39	37	39	27	26	17	24						30*
Dalpe, Municipio	702.6/147.9	8		7	7	8	7	6			10	12	8	8*
Melano (10 m, dx)	719.7/86.7	60	51	53	48	42	25	32						45*
Melano (50 m, dx)	719.7/86.7			51	38	26	23	27						33*
Melano (100 m, dx)	719.7/86.7		42	48	35	25	17	23						32*
Melano (10 m, sx)	719.8/86.7	51		62		35	28	31						41*
Melano (50 m, sx)	719.8/86.8	50		54	39	28	25	18						36*
Melano (100 m, sx)	719.9/86.8		40	52	38	25	22	20						33*
Melano (150 m, sx)	719.9/86.8		40	50	34	25	19	21						31*
Melano (200 m, sx)	719.9/86.8		35	54		19	14	18						28*
Melano (250 m, sx)	720.0/86.8			39	27	14	10	13						21*
Mendrisio (10 m, dx)	719.7/82.0	66	65	78	40	55	51	45						61*
Mendrisio (50 m, dx)	719.6/82.0	65	52	58	24	32	22	24						42*
Mendrisio (100 m, dx)	719.6/82.0	63	51	54		31	21							43*
Mendrisio (150 m, dx)	719.5/82.0	61	47	51	43	27	19	20						37*
Mendrisio (200 m, dx)	719.5/82.0	56	44	43	53	19	14							34*
Mendrisio (10 m, sx)	719.7/82.0	81	64	54	40	56	42	49						56*
Mendrisio (50 m, sx)	719.8/82.0	69	54	66	38	36	27	32						46*
Mendrisio (100 m, sx)	719.8/82.0	62	49	54	37	29	26	30						41*
Claro, Cavri	723.7/123.6	18	14	29	16	4	4	4	6	6	10	15	6	9
Lodrino (10 m,dx)	719.7/127.5	56	44	32	19		35	38						45*
Lodrino (50 m, dx)	719.6/127.5	46	39	39	26	30	22	28						34*
Lodrino (100 m, dx)	719.6/127.5	44	39	37	18	26	18							32*
Lodrino (150 m, dx)	719.5/127.5	45	38	37	25	23	19	23						30*
Lodrino (200 m, dx)	719.4/127.5	44	37	36	42	22	15	21						29*
Lodrino (250 m, dx)	719.4/127.5	41	37	33	30	19	12	20						27*
Lodrino (10 m, sx)	719.7/127.6	60	57	61	28	46	31	46						50*
Lodrino (50 m, sx)	719.7/127.6	51	48	47	27	32	18	28						37*
Lodrino (100 m, sx)	719.8/127.7	50	45	43	25	29	18	29						35*
Lodrino (150 m, sx)	719.8/127.7	48	44	45	37	28	16	24						34*
Lodrino (200 m, sx)	719.9/127.8	46	41	44	36	27	16	22						32*
Lodrino (250 m, sx)	719.9/127.8	45	43	42	33	26	18	23						32*

Tabella A1.58: Misure con i campionatori passivi di diossido d'azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per il 2003. Il limite OIAt per la media annua di diossido d'azoto è $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Per la campagna OASI il numero in parentesi indica la distanza in metri dalla strada, dx significa carreggiata destra, mentre sx carreggiata sinistra.

Luogo	coordinate	Ge	Fe	Ma	Ap	Ma	Gi	Lu	Ag	Se	Oc	No	Di	03
Galleria PTL														
Comano, v. Ca da Ronco	717.3/99.5	57	33	29	19	12	11	10	11	15	21	33	26	23
Comano, v. Cureglia	717.1/99.1	58	49	45	34	29	21	24	29		33	40	38	36
Comano, Compostaggio	717.0/99.0	49	38	36		14	10	10		21	24	33	32	27
Comano, v. Centro TV	717.3/99.2	49	38	32	23	16	13	12	14	31	25	40	30	27
Comano, V. Nasora	717.7/99.0	53	45	43	32	26	27		26	37	32	42	36	36
Cureglia, V. Cantonale A	716.5/99.0	65	55	53	40	33	30	28	36	45	39	48	42	43
Cureglia, V. Carivée	716.7/99.4	47	38	31	22	14	12	12	15		24	38	31	26
Cureglia, V. Ronchetto	716.8/99.6	65	55	53	40	33	30	28	36	45	39	48	42	43
Cureglia, V. Cantonale B	716.7/99.9	43	33	29	18	13	11	10	12	17	21	31	28	22
Cureglia, Posteggio comunale	716.5/99.5	48	36	35	29	23	19	20	25	31	29	37	26	30
Cureglia, V. Quadrela	716.3/99.2	50	36	31	21	13	12	12	14	19	23	36		24
Cureglia, V. Prèe	716.8/99.1	51	43	40	28	20	19	18	21	28	28	36	37	31
Cureglia, V. Prèe 10	716.8/99.0	46	39	35	22	15	14	13	15	23	25	37	30	26
Porza, Parco giochi	717.3/98.4	49	38	34	25	17	16	15	18	21	27	38	30	27
Porza, V. Cantonale	717.6/98.8	54	44	40	29	29	20	19	24	33	31	39	32	33
Porza, V. alla Monda	716.9/98.8	36	31	25	17	11	10	8	11	13	19	29	25	20
Chiasso MT														
Piazzale Dogana A	724.1/77.5								51	75	58	103	59	69
Piazzale Dogana B	724.1/77.5							85	77	113	100	112	83	95
Piazzale Dogana C	724.0/77.5							59	50	84	66	75	59	66
V. Comacini	724.0/77.1								37	100		57	49	61
Corso S. Gottardo 23	723.8/76.9							45	26	44	43	52	41	42
Piazza Indipendenza	723.7/77.0							53	56	72		58	48	57
Corso S. Gottardo 32	723.6/77.1								43			62	53	53
Piazza Col. Bernasconi	723.5/77.2							32	37	52	48	61	47	46

Tabella A1.59: Misure con i campionatori passivi di diossido d'azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per il 2003. Il limite OIAt per la media annua di diossido d'azoto è $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

ALLEGATO II

ABBREVIAZIONI

LPAmb	Legge federale sulla Protezione dell'Ambiente
OIAt	Ordinanza contro l'Inquinamento Atmosferico
OASI	Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana
PSI	Paul Scherrer Institut
SPAAS	Sezione della Protezione dell'Aria, dell'Acqua e del Suolo
SO₂	Diossido di zolfo (anidride solforosa)
NO	Monossido d'azoto
NO₂	Diossido d'azoto
NO_x	Ossidi d'azoto (NO + NO ₂)
CO	Monossido di carbonio
O₃	Ozono
COV	Composti organici volatili (chiamati anche VOC)
IPA	Idrocarburi policiclici aromatici (chiamati anche PAK o PAH)
PM₁₀	Polveri fini con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (0.01 mm)
PM_{2.5}	Polveri ultrafini con diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm (0.0025 mm)
Pb	Piombo
Cd	Cadmio
Zn	Zinco
BTX	Benzene, Toluene e Xileni
NH₃	Ammoniaca

ALLEGATO III

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

ng/m ³	= nanogrammo/metrocubo (= 10 ⁻⁹ g/m ³)
µg/m ³	= microgrammo/metrocubo (= 10 ⁻⁶ g/m ³ = 1000 ng/m ³)
mg/m ³	= milligrammo/metrocubo (= 10 ⁻³ g/m ³ = 1000 µg/m ³)
ppm	= parti per milione
ppb	= parti per bilione
µg/m ² x d	= microgrammo/metroquadrato al giorno
mg/m ² x d	= milligrammo/metroquadrato al giorno (1 mg/m ² x d = 1000 µg/m ² x d)

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

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

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

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

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

ALLEGATO IV

FATTORI DI CONVERSIONE

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

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

BIBLIOGRAFIA

- [1] Prévôt, A. S. H., R. O. Weber e M. Furger (2002): *Trend dell'ozono al Sud delle Alpi*. Rapporto PSI 02-13, Paul Scherrer Institut, Villigen, Svizzera, 54 + A21.
- [2] Sezione Protezione Aria e Acqua (2003): *L'ambiente in Ticino, Stato e evoluzione*.
- [3] Homepage dell'UFAFP (2003): *Emission, Transmission, Immission* [versione digitale]. Disponibile all'indirizzo web http://www.umwelt-schweiz.ch/imperia/md/content/luft/fachgebiet/i2/Transmission_i.pdf.
- [4] Homepage di "InLuft" (2004). Indirizzo web <http://www.in-luft.ch/InLuft>.
- [5] UFAFP (1990): *Raccomandazioni sulle misure degli inquinanti atmosferici*, 15 gennaio 1990.
- [6] IFEC Consulente (2001): *Valutazione delle immissioni di NO₂ nell'ambito del Piano dei trasporti del Mendrisiotto (PTM)*, Maggio 2001.
- [7] IFEC Consulente (2002): *Valutazione delle immissioni di NO₂ nell'ambito del Piano dei trasporti del Luganese (PTL)*, Luglio 2002.
- [8] Sezione Protezione Aria e Acqua, Ufficio Protezione dell'Aria (2002): *Analisi della qualità dell'aria 2001*, Settembre 2002.
- [9] BUWAL (1999): *PM10 - Vergleichsmessungen*, August 1999, INFRAS.
- [10] Homepage dell'UFAFP (2003), http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/it/fachgebiete/fg_luft/themen/schadstoffe/index.html.
- [11] UFAFP (2003): *Ozon o.k.? – smog estivo e ozono* [versione digitale]. Disponibile all'indirizzo web <http://www.ozonok.ch/italienisch/Ozono%20o.k..pdf>.
- [12] Homepage di "Non solo aria" (2003): *Il buco dell'ozono* [versione digitale]. Disponibile all'indirizzo web <http://www.nonsoloaria.com/buoz.htm>.
- [13] Homepage di "Non solo aria" (2003): *L'ozono* [versione digitale]. Disponibile all'indirizzo web <http://www.nonsoloaria.com/iqpotca.htm>.
- [14] Lufthygieneamt beider Basel (2002): *Die Luftqualität in der Region Basel, Jahresbericht 2001* [versione digitale]. Disponibile all'indirizzo web <http://www.baselland.ch/docs/bud/lufthygiene/klima/jb2002.pdf>.
- [15] Homepage del "Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen" (2003). Indirizzo web <http://www.lua.nrw.de/luft/immissionen/staub/staub.htm>.

- [16] Umweltatlas Hessen (2003): *Schwermetalle im Staubniederschlag* [versione digitale]. Disponibile all'indirizzo web http://atlas.umwelt.hessen.de/servlet/Frame/atlas/luft/ik/qualitaet/schwermetalle_staub/sm.htm.
- [17] Servizio "Epidemiologia" del Dipartimento Sanità Pubblica AUSL Modena (2003): *Inquinamento atmosferico e polveri* [versione digitale]. Disponibile all'indirizzo web http://www.usl.mo.it/pps/approf/07/07_02.html.
- [18] Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione Ambientale del Veneto (2003): *A proposito di polveri atmosferiche: il fenomeno delle polveri* [versione digitale]. Disponibile all'indirizzo web <http://www.arpa.veneto.it/aria/pm10.htm>.
- [19] BUWAL (2001): *Massnahmen zur Reduktion der PM10-Emissionen*. Umwelt-Materialien No. 136, Luft.
- [20] SAEFL (2003): *Modelling of PM10 and PM2.5 ambient concentrations in Switzerland 2000 and 2010*. Environmental Documentation No. 169, Air. Versione digitale disponibile all'indirizzo web http://www.umwelt-schweiz.ch/imperia/md/content/luft/fachgebiet/d/grundlagen/um-169-e_bw.pdf e http://www.umwelt-schweiz.ch/imperia/md/content/luft/fachgebiet/d/grundlagen/um-169-e_c.pdf.
- [21] Homepage del BUWAL (2004).Indirizzo web http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/fachgebiete/fg_luft.
- [22] Homepage dell'Assessorato Politiche del Territorio, Provincia di Macerata, <http://www.ambiente.sinp.net/portale/Aria/Consmari/doc/Eipa.htm>.
- [23] Homepage della "Koordinationsstelle für Umweltschutz", Canton Zurigo (2003): *Glossar* [versione digitale]. Disponibile all'indirizzo web <http://www.umweltschutz.zh.ch/pdf/UB2000/Glossar.pdf>.
- [24] Sezione Protezione Aria e Acqua, Ufficio Protezione dell'Aria (1998): *Analisi della qualità dell'aria 1997, Settembre 1998*.
- [25] Sezione Protezione Aria e Acqua, Ufficio Protezione dell'Aria (2001): *Analisi della qualità dell'aria 2000, Settembre 2001*.
- [26] Homepage dell'Amministrazione provinciale di Piacenza (2003): *Sistema Informativo provinciale delle emissioni inquinanti in atmosfera* [versione digitale]. Disponibile all'indirizzo web http://www.provincia.pc.it/cartografico/Cartografia/img/elab_tem/00_117.pdf.
- [27] Homepage del "Portale Ambiente" della Provincia di Crotone, <http://www.provincia.crotone.it/ambiente/cartaservizi/inquinamento-aria.htm>.
- [28] AfU GR, TI, UR und BUWAL (2002): *Umleitung Gotthard 2001: Auswirkung der Verkehrsverlagerung auf die Luft- und Lärmbelastung in den Kantonen Graubünden, Tessin und Uri*.

AUTORI E RINGRAZIAMENTI

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

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

Gli autori ringraziano l'ing. Felix Reutimann ed il dr. Richard Ballaman dell'ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio per aver elaborato i dati relativi alle emissioni degli automezzi durante il periodo estivo.

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

UFFICIO PROTEZIONE DELL'ARIA