

# L'ARIA CAMBIA



**Rapporto 2011**

## Qualità dell'aria in Ticino

Giugno 2012

<b>Introduzione</b>	Prefazione	3
	Concetti basilari	4
	Perché si monitora l'aria?	5
	La rete cantonale di rilevamento	6
<b>L'aria in Ticino</b>	In generale	8
	La situazione meteorologica del 2011	14
	Traffico stradale	16
	Diossido d'azoto (NO <sub>2</sub> )	18
	Ozono (O <sub>3</sub> )	20
	Diossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	23
	Monossido di carbonio (CO)	24
	Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	25
	Le polveri in sospensione	26
	PM10	28
Deposizioni umide	30	
<b>Approfondimento</b>	Cartine interpolate degli inquinanti atmosferici: una novità per il Canton Ticino	35
<b>Allegati</b>	Le singole stazioni	40
	I dati dei campionatori passivi di NO <sub>2</sub>	53
	I metodi di misura	58
	Unità di misura e concetti statistici	63
	Simboli ed abbreviazioni	64
	Bibliografia e ringraziamenti	65



**Editore** Dipartimento del territorio, Cantone Ticino

**Autori** Ufficio dell'aria, del clima e delle energie rinnovabili (UACER)  
Corinna Beffa  
Ivan Maffioli  
Marco Steiger  
Mirco Moser

**Per ulteriori informazioni** UACER, Via Salvioni 2a, 6500 Bellinzona  
Telefono: +41 (0)91 814 37 34 , e-mail: dt-uacer@ti.ch  
Il rapporto può essere scaricato dal sito: [www.ti.ch/aria](http://www.ti.ch/aria)

**Concetto grafico e impaginazione** Variante SA, Bellinzona > [www.variante.ch](http://www.variante.ch)

**Stampa** DFE

**Citazione** UACER, Rapporto qualità dell'aria 2011, Dipartimento del territorio del Cantone Ticino (Ed.), Bellinzona, 2011, 65 pp.

### Compiti del rilevamento della qualità dell'aria

L'Ordinanza federale contro l'inquinamento atmosferico, OIAt, entrata in vigore il 1° marzo 1986, ha affidato ai Cantoni il compito di sorvegliare lo stato e l'evoluzione dell'inquinamento atmosferico.

I principali compiti affidati al Cantone dall'OIAt sono:

- sorvegliare stato e sviluppo dell'inquinamento atmosferico nelle diverse regioni del Cantone;
- verificare l'efficacia dei provvedimenti per ridurre le emissioni;
- informare regolarmente e tempestivamente la popolazione sullo stato dell'aria.

In Ticino le analisi della qualità dell'aria sono iniziate nel 1985. La rete di rilevamento cantonale comprendeva, nei primi anni novanta, 8 stazioni di misura in continuo.

Le sempre maggiori richieste di Comuni e popolazione toccati dalle emissioni di determinati impianti hanno portato negli ultimi dieci anni ad estendere la rete di rilevamento con nuove stazioni, come quelle presso i cantieri di Alp Transit e quelle poste per monitorare i lavori e gli effetti della galleria Vedeggio-Cassarate e delle misure fiancheggiatrici del Piano dei trasporti del Luganese. Con le stazioni di Moleno e Camignolo, poste lungo l'autostrada, si vuole invece monitorare gli effetti del traffico sull'ambiente lungo la A2. Tutti i dati sull'aria, assieme a svariati altri parametri registrati su tutto il territorio (meteorologici, fonici, traffico) confluiscono nell'OASI, ossia l'Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana.

### La rete di rilevamento della qualità dell'aria

Così come per gli anni precedenti anche nel 2011 non sono state adottate sostanziali modifiche alla rete di rilevamento della qualità dell'aria, dopo quelle apportate nel 2008 con l'allestimento di tre nuove stazioni di misura - Comano, Giubiasco e Mendrisio. Verso la fine del 2010 è stata inoltre effettuata la posa di campionatori passivi in 19 nuovi punti, principalmente atti al miglioramento del monitoraggio delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> attorno alla galleria Vedeggio-Cassarate (la cui apertura è prevista nel luglio 2012), alla zona commerciale Breggia e al previsto semisvincolo autostradale di Bellinzona. Allo stesso tempo si è pure provveduto all'eliminazione di alcuni punti laddove le misurazioni non erano più ritenute necessarie.

Il funzionamento della rete di rilevamento dopo le importanti modifiche degli anni passati risulta particolarmente affidabile e permette generalmente di avere una disponibilità superiore al 95% delle medie semiorarie registrate.

Essa permette ora di trasmettere e divulgare i dati praticamente in tempo reale.

Oggi giorno chiunque può, ovunque e indipendentemente, accedere in ogni momento alle informazioni sullo stato dell'aria, tramite ad esempio internet oppure le applicazioni gratuite per telefoni Smartphone, le quali dopo un periodo di transizione a fine 2011 hanno definitivamente sostituito il servizio SMS a pagamento.

Questa velocità nella trasmissione e nell'elaborazione delle informazioni permette così di intervenire immediatamente in caso di forte inquinamento: da una parte le autorità adottano il concetto di "misure d'urgenza" da applicare secondo la qualità dell'aria, e dall'altra la popolazione può adattare i propri comportamenti in funzione dell'inquinamento atmosferico.

### Applicazioni per Smartphone: nuove tecnologie per il monitoraggio della qualità dell'aria

A partire dal mese di aprile del 2011 è disponibile un'applicazione gratuita per Smartphone (nelle versioni per Android e iPhone) che permette il monitoraggio in tempo reale dei principali inquinanti atmosferici (ozono, diossido d'azoto e polveri sottili) in ogni punto del territorio ticinese e del Grigioni italiano. Ciò è stato reso possibile grazie alla realizzazione di cartine interpolate che permettono di fornire dati attendibili anche per luoghi lontani dalle stazioni di misura. Tale tecnologia è stata inoltre integrata nel sito internet dell'OASI, migliorando in maniera considerevole la qualità delle rappresentazioni grafiche degli inquinanti. Per maggiori informazioni riguardo al tema delle cartine interpolate, esso è trattato in maniera più esaustiva nell'approfondimento a p.35.

## Concetti basilari

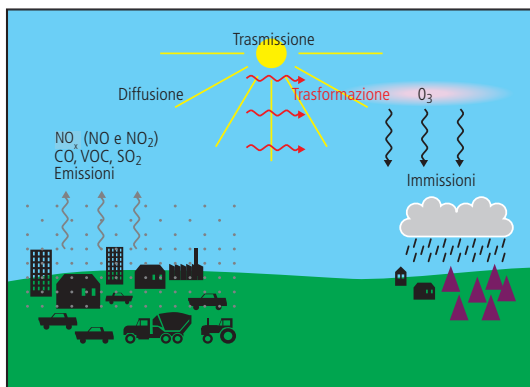
Minuscole, spesso incolori, inodori e impalpabili: le sostanze nocive contenute nell'aria che respiriamo sono talvolta difficilmente percepibili, ed i loro effetti sottovalutati. Gli inquinanti atmosferici rappresentano però un rischio accertato per la salute umana e hanno ripercussioni dirette e indirette su animali, piante ed interi ecosistemi. Per capire le tematiche riguardo all'inquinamento atmosferico è perciò utile conoscere alcuni concetti basilari.

Innanzitutto gli inquinanti (sostanze nocive presenti nell'aria che poi respiriamo) sono emessi da diverse fonti, come ad esempio i processi industriali, i riscaldamenti, il traffico stradale, i cantieri, ecc... Il passaggio dell'inquinante dalla sorgente all'aria è chiamato *emissione*.

Con il vento questi inquinanti primari – principalmente ossidi d'azoto,  $\text{NO}_x$ , polveri sottili primarie,  $\text{PM}_{10}$ , diossido di zolfo,  $\text{SO}_2$ , monossido di carbonio,  $\text{CO}$ , idrocarburi policiclici aromatici, IPA e composti organici volatili,  $\text{COV}$ , – si propagano nell'atmosfera (trasmissione) a svariate distanze, diluendosi. È possibile anche che reagendo tra loro (trasformazione) o sotto l'influsso di agenti esterni come le radiazioni ultraviolette, essi formino nuovi prodotti nocivi, i cosiddetti inquinanti secondari, come l'ozono,  $\text{O}_3$ , e le polveri sottili secondarie,  $\text{PM}_{10}$ .

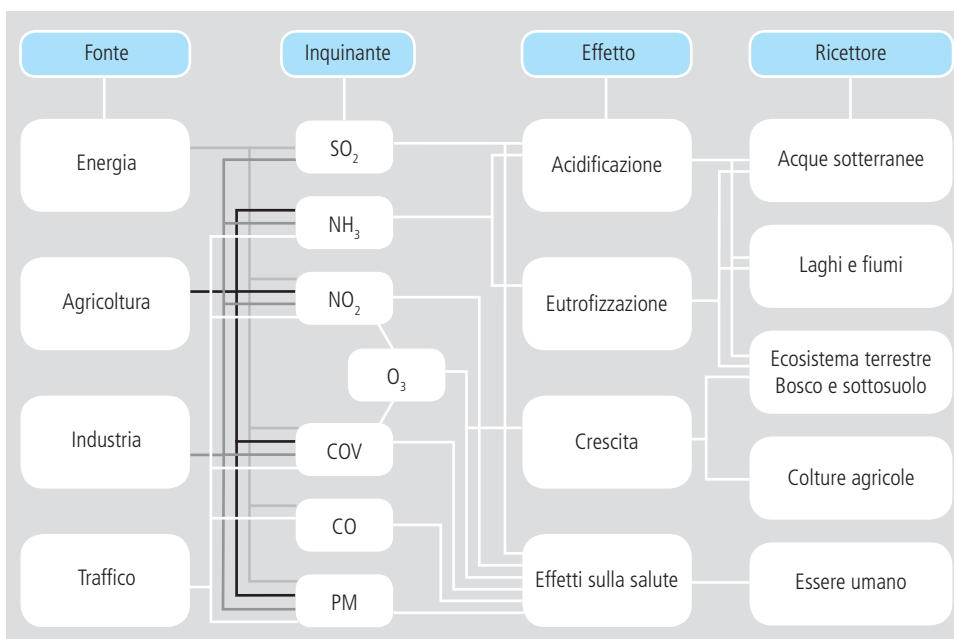
Le concentrazioni dei diversi contaminanti presenti nell'aria infine vengono dette *immissioni* e ne caratterizzano la qualità. Essi sono poi respirati da persone ed animali e assorbiti da piante ed ecosistemi, con svariate conseguenze.

Figura 1: L'inquinamento atmosferico: emissioni, trasmissione, trasformazione ed immissioni



Lo schema seguente mostra come l'inquinamento atmosferico abbia molteplici fonti ed effetti disparati su tutti i comparti ambientali. Dalla flora alla fauna, dalle acque ai suoli: gli inquinanti, una volta dilavati dall'atmosfera, continuano ad agire. La diminuzione delle emissioni risulta evidentemente lo strumento più efficace per migliorare la situazione ambientale in generale.

Schema 1: Principali fonti delle sostanze inquinanti e i loro effetti sui diversi ricettori



## Perché si monitora l'aria?

La Legge sulla protezione dell'ambiente, LPAmb, e l'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico, OIAt, si prefiggono di proteggere le persone, gli animali, le piante ed in generale l'ambiente e la natura dagli inquinanti dell'aria.

Per questo l'OIAt definisce limiti di immissione (vedi tabella sottostante e, per una spiegazione dettagliata delle unità e dei concetti statistici, l'allegato 4.4) che, se rispettati, garantiscono una qualità dell'aria accettabile e rendono improbabili gli effetti negativi dell'inquinamento atmosferico sulla salute di adulti, bambini, anziani e gestanti.

I Cantoni hanno perciò il compito di verificare regolarmente, in base ai valori limite d'immissione, VLI, fissati dall'OIAt, la qualità dell'aria sul proprio territorio e di comunicare l'esito di tali accertamenti alla popolazione.

Valori limite di immissione, VLI, OIAt

Sostanza inquinante	Valore limite		Definizione statistica
Diossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	30	µg/m <sup>3</sup>	Valore annuo medio (media aritmetica)
	100	µg/m <sup>3</sup>	95% dei valori medi su ½ h di un anno ≤ 100 µg/m <sup>3</sup>
	100	µg/m <sup>3</sup>	Valore medio su 24 h; può essere superato al massimo 1 volta all'anno
Diossido di azoto (NO <sub>2</sub> )	30	µg/m <sup>3</sup>	Valore annuo medio (media aritmetica)
	100	µg/m <sup>3</sup>	95% dei valori medi su ½ h di un anno ≤ 100 µg/m <sup>3</sup>
	80	µg/m <sup>3</sup>	Valore medio su 24 h; può essere superato al massimo 1 volta all'anno
Monossido di carbonio (CO)	8	mg/m <sup>3</sup>	Valore medio su 24 h; può essere superato al massimo 1 volta all'anno
Ozono (O <sub>3</sub> )	100	µg/m <sup>3</sup>	98% dei valori medi su ½ h di un mese ≤ 100 µg/m <sup>3</sup>
	120	µg/m <sup>3</sup>	Valore medio su 1 h; può essere superato al massimo 1 volta all'anno
Polveri sottili (PM10)	20	µg/m <sup>3</sup>	Valore annuo medio (media aritmetica)
	50	µg/m <sup>3</sup>	Valore medio su 24 h; può essere superato al massimo 1 volta all'anno
Piombo (Pb) nelle polveri sottili	0.5	µg/m <sup>3</sup>	Valore annuo medio (media aritmetica)
Cadmio (Cd) nelle polveri sottili	1.5	ng/m <sup>3</sup>	Valore annuo medio (media aritmetica)
Polveri in ricaduta totali	200	mg/m <sup>2</sup> x d	Valore annuo medio (media aritmetica)
Piombo (Pb) nelle polveri in ricaduta	100	µg/m <sup>2</sup> x d	Valore annuo medio (media aritmetica)
Cadmio (Cd) nelle polveri in ricaduta	2	µg/m <sup>2</sup> x d	Valore annuo medio (media aritmetica)
Zinco (Zn) nelle polveri in ricaduta	400	µg/m <sup>2</sup> x d	Valore annuo medio (media aritmetica)
Tallio (Tl) nelle polveri in ricaduta	2	µg/m <sup>2</sup> x d	Valore annuo medio (media aritmetica)

## La rete cantonale di rilevamento

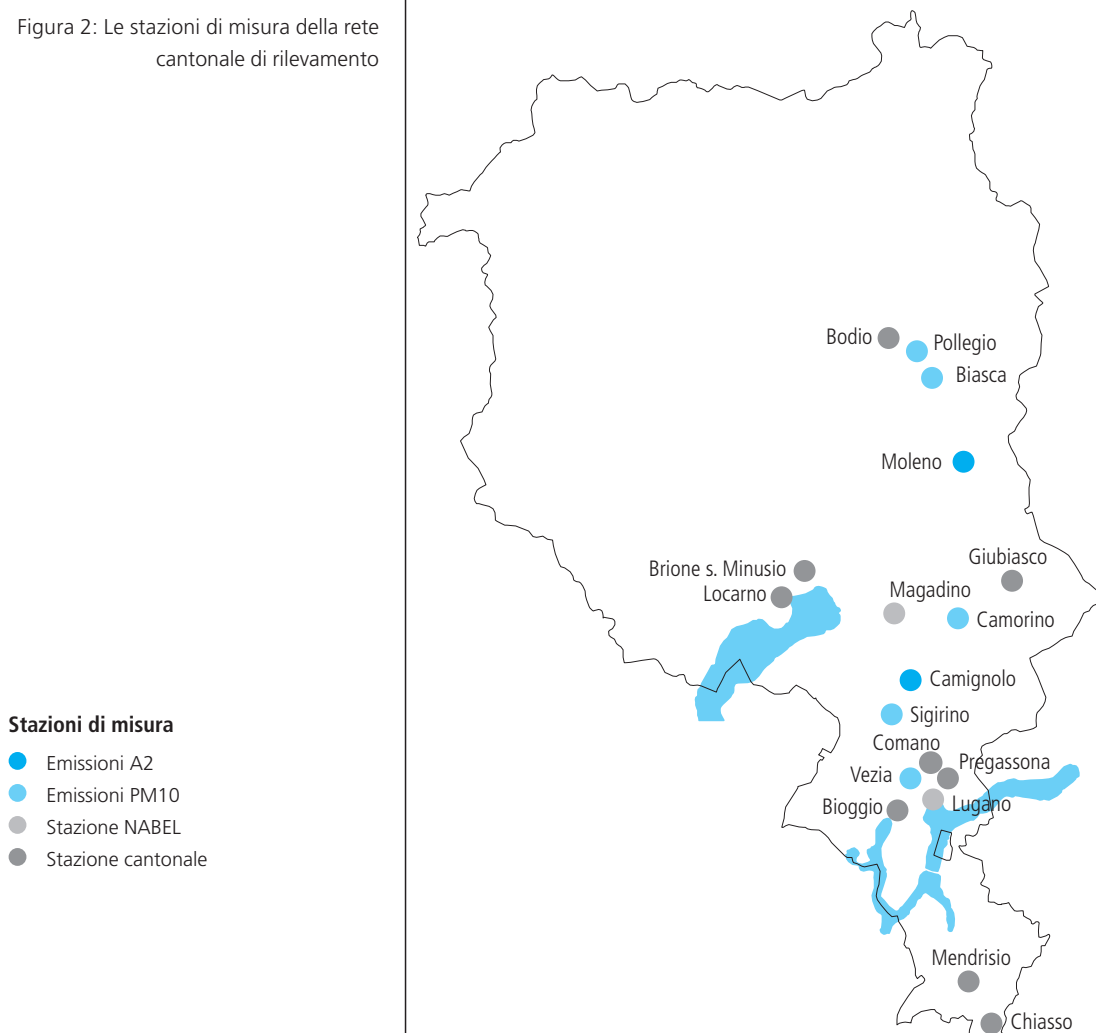
### La rete cantonale di rilevamento

La rete cantonale di rilevamento è lo strumento di verifica della qualità dell'aria ticinese. Essa comprende in primo luogo 9 stazioni di misura situate a Chiasso, Mendrisio, Bioggio, Pregassona, Camignolo, Locarno, Brione sopra Minusio, Moleno e Bodio (vedi figura 2), le cui caratteristiche sono elencate in dettaglio nell'allegato 1. La rete di base monitora dagli anni novanta la situazione dell'aria in diverse ubicazioni caratteristiche di una determinata situazione del Cantone (agglomerato, campagna, centro città e via dicendo). A questa si integrano le stazioni di Lugano e Magadino, gestite dall'Ufficio federale dell'ambiente, UFAM, e facenti parte della rete nazionale di rilevamento dell'inquinamento atmosferico NABEL, Nationales Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe.

A queste stazioni a partire dal 2005 sono stati aggiunti diversi punti di misura per verificare le emissioni di impianti particolari come i cantieri di Alp-Transit, la galleria Veduggio-Cassarate ed il nuovo impianto cantonale di termovalorizzazione dei rifiuti, ICTR, portando il numero delle stazioni di misura della qualità dell'aria presenti in Ticino ad un totale di 18.

Dopo gli importanti lavori di manutenzione a cui la rete di rilevamento è stata sottoposta nel 2008, nel corso degli ultimi anni sono state apportate unicamente modifiche minori alle installazioni della rete.

Figura 2: Le stazioni di misura della rete cantonale di rilevamento



**Strategia ed obiettivi**

Ai dati di queste stazioni se ne aggiungono altri provenienti da ulteriori rilevamenti: il diossido di azoto, NO<sub>2</sub>, per esempio, viene determinato anche tramite campionatura passiva in oltre 190 ubicazioni distribuite in tutto il Cantone (vedi allegato 4.2).

L'inquinamento atmosferico denota differenze regionali e locali notevoli, poichè è caratterizzato dal tipo di contaminante e dipende dalle fonti di emissione, dalla posizione geografica, dalla conformazione e dalle condizioni meteorologiche.

Lo sviluppo della rete di rilevamento viene quindi adeguato alle mutevoli situazioni di carico (dovute per esempio alla realizzazione di progetti) e alle esigenze riguardanti la salute pubblica che ne derivano. Si riconsiderano i vecchi compiti e si definiscono nuovi obiettivi e strategie, organizzando per esempio campagne di misura mirate. La scelta dei luoghi di misura è accuratamente ponderata, in modo da garantire la massima rappresentatività e monitorare situazioni problematiche.

Proprio a questo proposito verso la fine del 2010 è stata effettuata la posa di campionatori passivi in 19 nuovi punti, principalmente atti al miglioramento del monitoraggio delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> attorno alla galleria Vedeggio-Cassarate (apertura prevista nel luglio 2012), alla zona commerciale Breggia e al previsto semivincolo autostradale di Bellinzona. Allo stesso tempo si è pure provveduto all'eliminazione di alcuni punti laddove le misurazioni non erano più ritenute necessarie.

**OASI, l'Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana**

La rete cantonale di rilevamento della qualità dell'aria è integrata nell'Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana, OASI.

A livello pratico l'OASI contempla tre campi d'azione: l'osservazione vera e propria, la gestione dei dati e l'informazione. La fase di osservazione prevede il rilevamento del traffico (tipo di veicolo, velocità e peso), della meteorologia e delle emissioni ed immissioni foniche ed atmosferiche (quest'ultime attraverso appunto la rete cantonale di rilevamento della qualità dell'aria). Il sistema di gestione dei dati è interamente informatizzato. Esso coordina la memorizzazione dei vari input (degli anni passati ed attuali) provenienti dai diversi punti di rilevamento.

A partire 2008 l'OASI è stato ampliato anche a diversi altri settori, quali i siti inquinati, l'idrologia, l'inquinamento luminoso, le frane e le radiazioni non ionizzanti.

La popolazione è informata, tra l'altro, tramite Internet. Ogni utente può collegarsi al portale del sistema OASI, <http://www.ti.ch/oasi>, e accedere in tempo reale ai dati che lo interessano.

# In generale

## L'essenziale in breve

Anche durante il 2011 gli inquinanti che superano i limiti fissati dall'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico, OIAt, sia per le medie annue che per le medie giornaliere o orarie, sono il diossido di azoto,  $\text{NO}_2$ , l'ozono,  $\text{O}_3$ , e le polveri sottili,  $\text{PM}_{10}$ .

Per contro, gli inquinanti «classici» gassosi come il diossido di zolfo, il monossido di carbonio, ma anche il piombo e il cadmio nelle polveri, sono ampiamente sotto controllo da tempo.

L'ozono e le polveri sottili hanno un andamento stagionale caratteristico, che dà origine al cosiddetto smog fotochimico estivo (del quale l'ozono è il principale indicatore) e allo smog invernale, caratterizzato da elevate concentrazioni di  $\text{PM}_{10}$ . Questi due fenomeni sono determinati anche dalle condizioni atmosferiche e dall'influsso dell'aria su scala regionale e continentale, oltre che dalle emissioni locali.

Entrambi i parametri presentano le caratteristiche di inquinanti secondari e riflettono lo stato regionale dell'inquinamento atmosferico. Per contro, il diossido d'azoto, che costituisce uno dei principali precursori dell'ozono e delle polveri sottili secondarie, restituisce lo stato locale dell'inquinamento dell'aria.

La figura seguente riassume il quadro delle principali immissioni inquinanti in Ticino nel 2011. Essa riporta per ogni sostanza i valori medi annui (i valori massimi nel caso di ozono e monossido di carbonio), rilevati dalle stazioni di analisi ed espressi come percentuale dei rispettivi valori limite d'immissione.

I valori al di sopra della soglia fissata dalla legge mostrano il carico a cui parte della popolazione ticinese è esposta.

Rispetto agli anni precedenti, quando sono spesso state registrate concentrazioni tra le più basse dall'inizio dei rilevamenti sistematici dell'inquinamento atmosferico, il 2011 ha presentato - per la prima volta da diversi anni - un aumento quasi generalizzato delle concentrazioni del diossido d'azoto e delle polveri sottili, così come del numero di superamenti del limite giornaliero dei tre inquinanti principali ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_3$  e  $\text{PM}_{10}$ ).

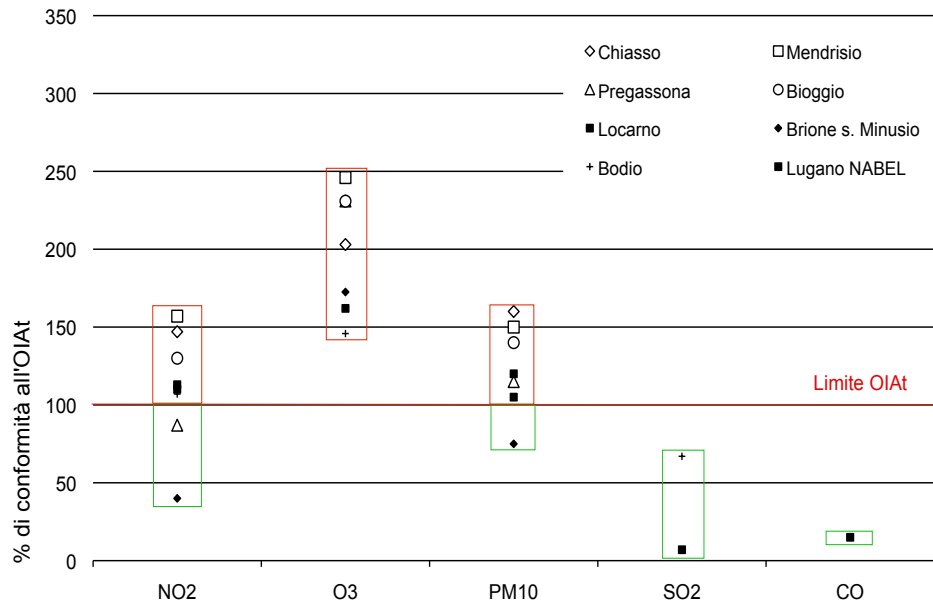
Figura 3: Sommario dell'inquinamento atmosferico in Ticino rispetto ai valori limite d'immissione, VLI, dell'OIAt. In verde i valori inferiori al limite OIAt, in rosso quelli superiori.

I valori si riferiscono:

per il diossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ ), per il diossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ) e per le polveri sottili in sospensione ( $\text{PM}_{10}$ ) alle concentrazioni medie annue,

per l'ozono ( $\text{O}_3$ ), al 98° percentile mensile massimo,

per il monossido di carbonio ( $\text{CO}$ ) alla concentrazione media giornaliera massima.



### Diossido d'azoto (NO<sub>2</sub>): stagnazione delle concentrazioni

La rapida diminuzione delle concentrazioni di diossido d'azoto registrata negli anni novanta, attribuibile all'introduzione del catalizzatore e ad altri provvedimenti di natura tecnica, ha subito a partire dagli anni 2000 un rallentamento. Questa evoluzione può essere ricondotta a diversi fattori: da una parte all'aumento delle percorrenze chilometriche e dall'altra all'incremento delle vetture diesel in circolazione, che hanno in parte annullato il beneficio dovuto al miglioramento tecnico dei veicoli.

D'altro canto, per rispettare le norme sempre più stringenti in materia di emissioni di polveri, i motori diesel più recenti emettono più NO<sub>2</sub> rispetto ai modelli precedenti.

Si osserva infatti che le immissioni di ossidi di azoto non diminuiscono allo stesso ritmo delle relative emissioni. Questa differenza può essere ricondotta a fenomeni chimici dell'atmosfera. L'osservazione dei dati sulle immissioni a partire dal 1992 indica che la velocità d'ossidazione del monossido, NO, in biossido, NO<sub>2</sub>, di azoto ha una tendenza ad accelerare. Per la medesima quantità di NO emessa alla fonte, le immissioni medie annue di NO<sub>2</sub> sono superiori, proprio perché una quantità maggiore è ossidata a NO<sub>2</sub>. Rispetto alle emissioni di NO<sub>x</sub> le immissioni di NO<sub>2</sub> diminuiscono più lentamente. Se a questo aggiungiamo il fatto che negli anni hanno preso sempre più piede i motori diesel che emettono considerevolmente più NO<sub>2</sub>, attorno al 40% rispetto al 5-10% di un motore a benzina, è possibile spiegare questa differenza nel rateo di diminuzione delle emissioni di NO<sub>x</sub> e delle immissioni di NO<sub>2</sub>.

In Ticino la fonte principale di NO<sub>2</sub> è il traffico stradale, responsabile di circa il 70–75% delle emissioni. Di conseguenza i superamenti del valore limite dell'OIA (30 µg/m<sup>3</sup>) vengono registrati nei principali agglomerati e lungo le strade maggiormente trafficate, come ad esempio a Chiasso, con una media annua di 44 µg/m<sup>3</sup>, Mendrisio con 47 µg/m<sup>3</sup>, Locarno e Lugano con 33, rispettivamente 34 µg/m<sup>3</sup>. Nelle periferie degli agglomerati e nelle zone suburbane le immissioni di ossidi di azoto sono al di sotto del valore limite stabilito dall'OIA, vedi Pregassona con 26 e Comano con 24 µg/m<sup>3</sup>. Nelle zone rurali e discoste, come ad esempio a Magadino con 21 µg/m<sup>3</sup> e Brione sopra Minusio con 12 µg/m<sup>3</sup>, il valore limite è ampiamente rispettato.

Questi dati evidenziano pure come il traffico veicolare incida in modo importante a livello locale sull'inquinamento atmosferico e sull'igiene dell'aria.

Nonostante il sensibile aumento delle concentrazioni, nel 2011 si confermano i miglioramenti registrati per la prima volta nel 2007, da quando cioè, il limite per il diossido di azoto, fissato dalla legge a 30 µg/m<sup>3</sup>, è rispettato non solo a Brione s. Minusio, ma anche presso le stazioni di misura di Pregassona e Comano, che riflettono lo stato dell'aria nella periferia dell'agglomerato luganese.

A Bodio invece, lungo l'asse di transito dell'A2, dopo una parentesi di due anni il valore registrato di 32 µg/m<sup>3</sup> è di nuovo leggermente al di sopra del VLI.

Pur considerando il trend generale positivo dalla fine degli anni ottanta - cioè da quando sono cominciate le misurazioni - ad oggi, i valori registrati negli ultimi anni denotano una certa stagnazione delle immissioni di NO<sub>2</sub>, probabilmente a conferma dell'aumento del numero di veicoli diesel, oltre che naturalmente del numero totale di veicoli in circolazione. Questi risultati sono corroborati anche dai dati registrati tramite i campionatori passivi, per i quali la stessa tendenza è rilevabile in luoghi considerati molto, mediamente o poco inquinati.

Resta inoltre preoccupante la situazione nel Mendrisiotto, che presenta valori più elevati rispetto al resto del Cantone ad immagine di Mendrisio, dove, con 47 µg/m<sup>3</sup>, il VLI per il diossido di azoto supera di oltre il 50% il limite OIA.

### Polveri sottili (PM10): un'annata poco favorevole

Per le polveri sottili i limiti di immissione fissati dall'OIA per la media annua (20 µg/m<sup>3</sup>) e la media giornaliera (50 µg/m<sup>3</sup>) continuano ad essere superati, sia negli agglomerati che in periferia.

Ad eccezione della stazione di misura di Chiasso, i valori registrati di PM10 sono rimasti negli anni più o meno stabili, attestandosi tra la media annua minima di Sigrino di 20 µg/m<sup>3</sup> e la media massima di Mendrisio pari a 36 µg/m<sup>3</sup>.

A causa delle condizioni meteorologiche invernali poco favorevoli, caratterizzate a

## In generale

tratti dalla scarsità di precipitazioni e dalla formazione di inversioni termiche persistenti - spesso corroborate da avvezioni di masse d'aria provenienti dalla Pianura Padana - il 2011 è stato un anno contraddistinto da elevate concentrazioni di PM<sub>10</sub>, tanto da interrompere una serie positiva che durava ormai da quasi dieci anni; il valore medio annuo per le PM<sub>10</sub> di tutte le stazioni di misura si attesta così a 27 µg/m<sup>3</sup>, il che equivale a 3 µg/m<sup>3</sup> in più rispetto all'anno precedente.

Come già il 2010, anche il 2011 è inoltre stato caratterizzato da un periodo di smog invernale acuto, sebbene in questo caso tale periodo di tempo si sia protratto molto più a lungo del precedente. Tra il 28 gennaio ed il 16 febbraio le concentrazioni medie giornaliere di PM<sub>10</sub> hanno ripetutamente superato il VLI di 100 µg/m<sup>3</sup> (soglia d'intervento stabilita dal Decreto esecutivo concernente le misure d'urgenza in caso d'inquinamento atmosferico acuto), con un massimo di 155 µg/m<sup>3</sup> rilevato il 14 febbraio; ciò ha portato all'introduzione delle misure d'urgenza per la riduzione delle emissioni.

Nonostante l'annata poco favorevole, in generale si ravvisa una lenta tendenza al miglioramento per questa sostanza inquinante; a Lugano per esempio le concentrazioni di PM<sub>10</sub> sono diminuite in 14 anni di circa il 45% passando da un valore di 37 µg/m<sup>3</sup> nel 1997 a 21 µg/m<sup>3</sup> nel 2011.

Da alcuni anni sono monitorate le emissioni di polveri nei pressi dei grandi cantieri di Alp Transit. A Pollegio, dove la qualità dell'aria è influenzata dalla presenza del cantiere di Alp Transit, da circa dieci anni si registrano concentrazioni tra i 30 e 40 µg/m<sup>3</sup>. Anche a Camorino, dove i lavori preparatori del cantiere di Alp Transit sono iniziati nel 2007, si è verificato un aumento delle concentrazioni dovuto ai lavori di scavo.

Per quanto riguarda il rispetto del valore limite giornaliero, nel Sottoceneri vi sono stati 87 rispettivamente 82 superamenti a Chiasso e Mendrisio, 54 a Bioggio, 11 a Lugano e 32 a Camignolo, quando l'OIAAt ammette un unico superamento annuo. La maggior parte dei superamenti è stata osservata tra ottobre e marzo. Nel Sopraceneri la situazione è migliore ma il numero di superamenti del VLI giornaliero è comunque importante: 24 a Locarno, 16 a Bodio e 31 a Moleno.

In generale, così come già nel 2010 vi è dunque stato un aumento del numero di superamenti del limite giornaliero a dimostrazione della stretta dipendenza delle concentrazioni di PM<sub>10</sub> dalla meteorologia e da diversi altri fattori - quali la grande varietà di fonti emittenti e la mancanza di una correlazione diretta tra emissioni ed immissioni - che rendono il risanamento ancora impegnativo e lungo. Ad eccezione di Lugano (-48%), Pregassona (-18%) e Brione (-40%) i giorni critici sono aumentati a Chiasso (+67%), Mendrisio (+74%) e Bioggio (+63%), Comano (+26%), Camignolo (+183%), Giubiasco (+82%), Locarno (+50%), Moleno (+29%) e Bodio (+78%).

### Ozono (O<sub>3</sub>): aumento delle ore di superamento dei limiti di immissione

La formazione dell'ozono dipende fortemente dalla presenza nell'aria dei suoi precursori da un lato, ma anche dalle condizioni meteorologiche dall'altro. I limiti di immissione rimangono superati su tutto il territorio cantonale, sia nei luoghi fortemente urbanizzati che in quelli periferici.

Il 2011 non ha presentato situazioni allarmanti, verificatesi ad esempio negli anni 2003 e 2006, quando sono state introdotte misure urgenti per il contenimento delle emissioni dei precursori dell'ozono. I mesi di giugno e luglio sono risultati bagnati, e luglio anche piuttosto fresco, il che non ha favorito la formazione dell'ozono. Tuttavia, le temperature da primato registrate già a partire da inizio aprile e le precipitazioni ben al di sotto delle medie stagionali hanno fatto sì che già a partire da inizio primavera si siano registrati dei superamenti del VLI di 120 µg/m<sup>3</sup> come media oraria. Come conseguenza di tutto ciò si registra dunque per la maggior parte delle stazioni di misura un aumento generalizzato del numero di superamenti orari, accompagnato da un aumento del numero di mesi durante i quali sono stati registrati dei superamenti. Il valore medio orario massimo, registrato nel 2011 a Mendrisio, è stato di 296 µg/m<sup>3</sup>. Le condizioni per l'introduzione di misure urgenti (superamento del valore medio orario di 240 µg/m<sup>3</sup> per 3 ore consecutive e previsioni meteo di stabilità atmosferica) non sono state però raggiunte nel 2011.

La media oraria massima di 120 µg/m<sup>3</sup>, che secondo l'OIAAt potrebbe essere superata

**Composti organici volatili, COV: ridotti di oltre il 50% in dieci anni**

un'ora sola durante l'anno, lo è stata per 683 volte a Lugano, 681 a Chiasso, 779 a Mendrisio, 583 a Bioggio e 208 volte a Locarno.

Rispetto al 2010, che aveva presentato un'estate più secca e delle condizioni favorevoli alla formazione dell'ozono concentrate prevalentemente nei mesi estivi, si registra una differenza nel numero di superamenti orari tra 13 e 119 a dipendenza della località. Questo andamento rientra nelle fluttuazioni annue da ricondurre alle variazioni stagionali.

A partire dal 1990 in Ticino le emissioni di composti organici volatili, COV, che sono annoverati tra i principali precursori dell'ozono, hanno registrato un'importante riduzione passando da 10'000 t/a a circa 4'000 t/a a seguito dei provvedimenti previsti dal Piano di risanamento dell'aria del 1991 dapprima e del 2007 poi..

2.1.4

Le campagne di misura svolte con campionatori passivi nel 1997, 2000 e 2007 hanno confermato che nel corso degli ultimi 10 anni vi è stata una importante riduzione delle immissioni di COV, che ha superato per alcune sostanze anche il 50%.

In particolare per il benzene il miglioramento è sensibile. Se ancora nel 2000 l'esposizione media della popolazione si aggirava attorno ai 2.5 µg/m<sup>3</sup>, nel 2007 le immissioni si sono ridotte del 60% e da allora si sono attestate sul valore di 1 µg/m<sup>3</sup> in quasi tutte le località.

Questa evoluzione conferma i dati relativi alla diminuzione delle emissioni e dimostra l'efficacia dei provvedimenti adottati.

Anche a livello industriale l'evoluzione generale indica una tendenza favorevole a riprova della bontà delle misure adottate e della validità delle tasse d'incentivazione, applicate sulle emissioni industriali.

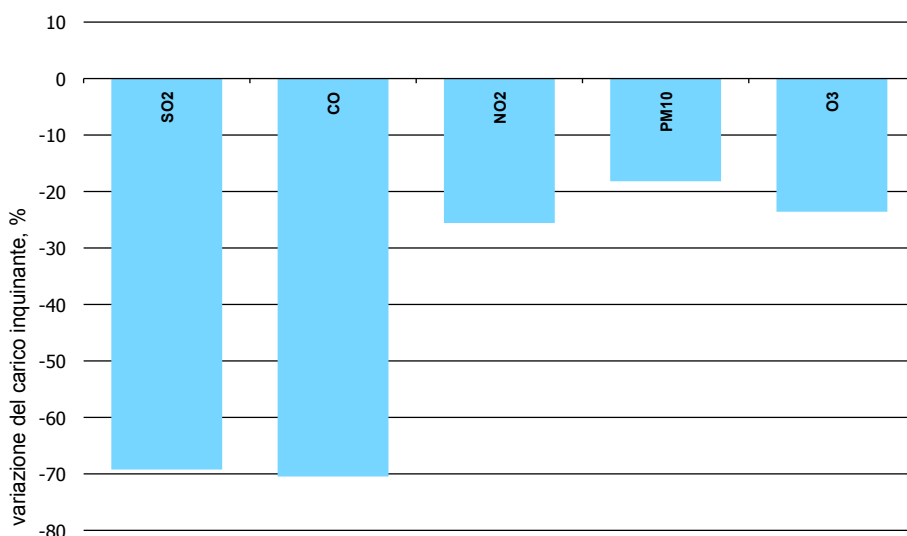
**Evoluzione generale favorevole**

Per quel che concerne la qualità dell'aria in generale, in oltre 20 anni si sono osservati in Ticino costanti progressi. Le immissioni dei principali inquinanti hanno fatto registrare riduzioni più o meno marcate, come riportato nella figura seguente, che illustra la variazione percentuale del carico inquinante in Ticino tra il 1990 ed il 2011.

2.1.5

In questo senso si registra una chiara tendenza. Sull'arco di questi 20 anni le concentrazioni degli inquinanti primari (a sinistra nel grafico) quali SO<sub>2</sub> e CO, sono diminuite in modo notevole (70%); per contro gli inquinanti a carattere secondario (a destra) come O<sub>3</sub> e PM10 presentano una diminuzione meno pronunciata del 20-25% circa. Tra gli inquinanti primari fa eccezione l'NO<sub>2</sub>, le cui concentrazioni denotano da ormai una decina d'anni una relativa stabilità.

Figura 4: Evoluzione dell'inquinamento atmosferico tra il 1990 e il 2011 per le principali sostanze inquinanti



## In generale

2.1.6

### Necessari ulteriori progressi

Questa osservazione indica chiaramente come, malgrado l'evoluzione generale favorevole, diversi limiti rimangono superati. Ozono e polveri sottili presentano in tutte le zone del Cantone (urbane, suburbane e rurali) concentrazioni superiori ai limiti OIAt. Per il diossido di azoto la situazione è conforme nelle zone rurali, in corso di risanamento nelle zone periferiche, mentre permane non conforme nei principali agglomerati ticinesi.

La riduzione delle emissioni di  $\text{NO}_2$ , inquinante primario tossico di per sé e precursore di ozono e  $\text{PM}_{10}$ , rimane il volano del risanamento della qualità dell'aria e deve indurre a perseguire gli sforzi volti a riportare le sue immissioni sotto la soglia di legge.

Per le altre sostanze inquinanti la situazione attuale garantisce il rispetto dei valori limite OIAt: i valori di diossido di zolfo così come quelli di monossido di carbonio, che nei decenni passati erano fonte di preoccupazione, hanno ormai raggiunto a Lugano il 7 rispettivamente il 15 % della soglia di legge.

Per far fronte a questa situazione e contrastare l'inquinamento causato in particolare dal diossido d'azoto, dall'ozono e dalle polveri sottili, occorrerà migliorare e rendere più specifici i provvedimenti già adottati. Sono due le strade da percorrere per diminuire le emissioni nocive alla fonte: da un lato il ricorso a provvedimenti tecnici in grado di diminuire le stesse emissioni, dall'altro la riduzione del consumo e quindi indirettamente delle relative emissioni generate dalla produzione.

Il risanamento della qualità dell'aria presenta due aspetti ben distinti: da una parte sono stati realizzati dei miglioramenti significativi e dall'altra invece, non sono ancora stati raggiunti, né in Ticino né in Svizzera, gli obiettivi stabiliti dall'OIAAt. A grandi linee la situazione può essere riassunta in questo modo: con le diverse misure di risanamento, si è ottenuta una riduzione di circa la metà delle emissioni rispetto agli anni '90, ma per garantire una qualità dell'aria conforme all'OIAAt esse dovranno essere ulteriormente diminuite.

Il carico ambientale dei diversi inquinanti dell'aria potrà essere conforme ai limiti stabiliti dall'OIAAt, solo se le loro emissioni saranno ridotte nelle percentuali indicate nella tabella seguente. Oltre alle riduzioni per ossidi di azoto e polveri sottili anche quelle dei composti organici volatili, con gli ossidi di azoto precursori dell'ozono, dell'ammoniaca e di alcune sostanze cancerogene (come il benzene) dovranno diminuire nella misura riportata di seguito.

Inquinante	Riduzione delle emissioni rispetto al 2000	Base legale
Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> )	ca. 60%	VLI* OIAAt per NO <sub>x</sub> e O <sub>3</sub> , CL NO <sub>x</sub> **
Polveri sottili (PM10)	ca. 50%	VLI* OIAAt per PM10 e O <sub>3</sub>
Composti organici volatili (COV)	ca. 60%	VLI* OIAAt per O <sub>3</sub>
Ammoniaca (NH <sub>3</sub> )	ca. 40 – 50%	CL NO <sub>x</sub> **
Sostanze cancerogene (p.es. Benzene, Toluene e Xilene, BTX)	riduzione massima possibile, in quanto non esiste una soglia al di sotto della quale non abbiano effetti cancerogeni	–

\* VLI; valore limite d'immissione per OIAAt,

\*\* CL NO<sub>x</sub> = Carico critico (Critical Loads) per gli ossidi di azoto, che secondo la Convenzione di Ginevra deve essere rispettato a lungo termine.

In conclusione, si riconferma l'importante miglioramento della qualità dell'aria. Occorre però proseguire con la politica coerente ed incisiva intrapresa negli ultimi anni, al fine di raggiungere il traguardo di adeguare le immissioni ticinesi (in particolare quelle di ossidi di azoto, di polveri sottili e di ozono) alla legge.

A questo scopo il Consiglio di Stato del Cantone Ticino ha adottato nel giugno 2007 il Piano cantonale di risanamento dell'aria 2007 – 2016, PRA, che contempla i provvedimenti per gli impianti stazionari e il traffico. Per quest'ultimo aspetto, provvedimenti adeguati alle realtà locali sono già in vigore sulla base dei piani regionali specifici e delle misure fiancheggiatrici per le principali opere stradali. Il Consiglio di Stato ha adottato il Piano di risanamento dell'aria del Luganese, PRAL, nel 2002 e il Piano di risanamento dell'aria del Mendrisiotto, PRAM, nel 2005. Pure molto importanti per il miglioramento della qualità dell'aria sono i piani d'agglomerato del Mendrisiotto (PAM), del Luganese (PAL), del Bellinzonese (PAB) e del Locarnese (PALoc); le misure ivi contenute sono finanziate parzialmente dalla Confederazione e riprendono in parte anche i provvedimenti contenuti nel PRA e nei vari piani regionali di risanamento dell'aria.

Solo l'attuazione completa e sistematica del PRA potrà garantire un risanamento durevole della qualità dell'aria in Ticino. Le esperienze sia a livello regionale, che a livello cantonale e federale, hanno dimostrato che per garantire un'applicazione coerente ed efficace delle misure previste dai piani dei provvedimenti è necessario seguire costantemente la loro realizzazione. Per questa ragione, a partire dal 2007, è stato allestito un sistema di monitoraggio dei diversi piani di risanamento dell'aria, sia a livello cantonale che regionale. I relativi rapporti di controlling sono pubblicati sul sito [www.ti.ch/aria](http://www.ti.ch/aria).

Dal punto di vista meteorologico il 2011 si posiziona al primo posto della classifica de-

# La situazione meteorologica 2011

## II 2011

gli anni più caldi dall'inizio delle misurazioni sistematiche nel 1864. In estrema sintesi, la meteo del 2011 a livello nazionale è stata caratterizzata da temperature elevate, irraggiamento abbondante e precipitazioni sotto la norma. I primi 4 mesi dell'anno sono stati eccezionalmente miti e poveri di precipitazioni e la primavera 2011 è risultata la più calda da oltre 150 anni, tanto che in Ticino si sono avuti i primi giorni tropicali già in aprile, con delle temperature massime che hanno superato i 30 gradi. Rispetto alla norma, la temperatura media del mese di aprile in Ticino ha fatto segnare uno scarto medio positivo di 4.8 °C. L'estate 2011 è stata contrassegnata da una prima parte piuttosto piovosa e fresca. La piena estate si è sentita solo nella seconda metà di agosto quando un robusto anticiclone ha portato molto sole e temperature spesso al di sopra dei 30 gradi. Il caldo si è fatto sentire anche durante il mese di settembre e nei primi giorni di ottobre. A fine ottobre e inizio novembre una situazione di sbarramento ha portato abbondanti precipitazioni al sud delle Alpi. L'inizio dell'inverno è stato caratterizzato da una generale mancanza di neve: solo in Ticino alle alte quote si è potuta osservare una coltre di neve di un certo spessore. La situazione si è poi invertita in seguito: la neve, che è arrivata abbondante al nord, ha toccato solo le vallate superiori al sud, dove il tempo è stato mite e soleggiato, spesso sotto l'influsso del favonio.

Figura 5: Temperature, medie mensili

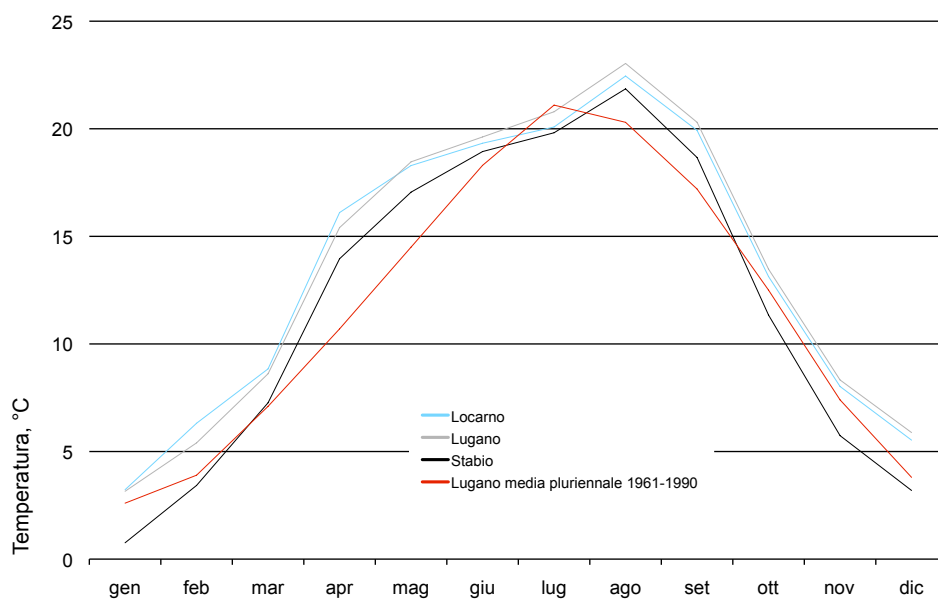
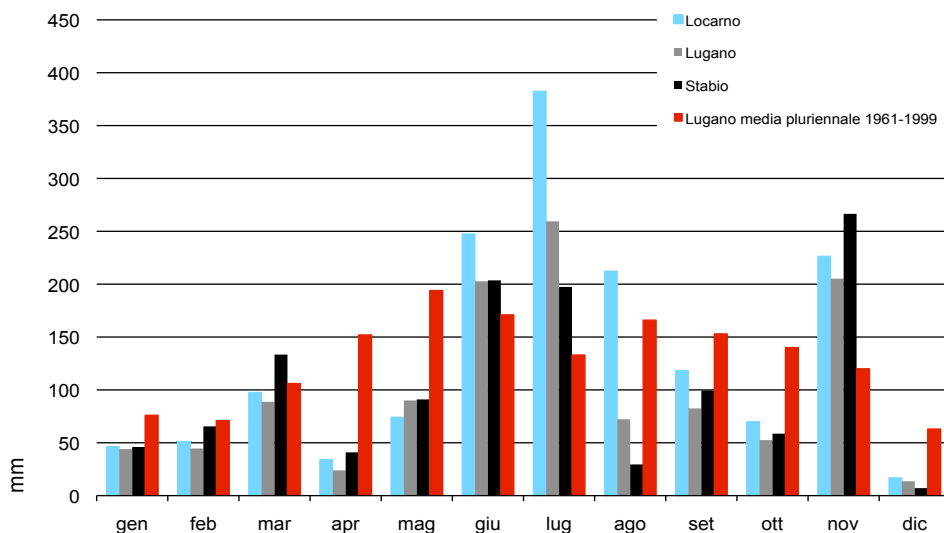


Figura 6: Somma delle precipitazioni mensili



In rapporto agli inquinanti, nel 2011 si evidenzia in particolare il periodo a cavallo tra gennaio e febbraio, quando il perdurare di una situazione di siccità e assenza di vento da nord ha favorito l'accumulo di sostanze nocive nell'aria. Le concentrazioni di polveri sottili si sono di conseguenza mantenute per diversi giorni ben al di sopra dei limiti di legge. Nel periodo invernale tali situazioni non sono inconsuete: nei mesi freddi si assiste spesso alla formazione di inversioni termiche a bassa quota che provocano un ristagno delle masse d'aria e un conseguente aumento delle concentrazioni di inquinanti.

Il forte irraggiamento e le temperature elevate favoriscono invece la formazione dell'ozono: nel 2011 le concentrazioni di questo inquinante hanno toccato valori notevoli già ad inizio primavera. Il numero di superamenti del limite per la media oraria massima registrati il mese di maggio è stato quasi ovunque nettamente superiore a quello rilevato in giugno e luglio e, in alcuni casi anche in agosto. Questi dati non sono sorprendenti considerate le condizioni meteorologiche che hanno caratterizzato la primavera e l'estate 2011.

Figura 7a: Irraggiamento, medie mensili

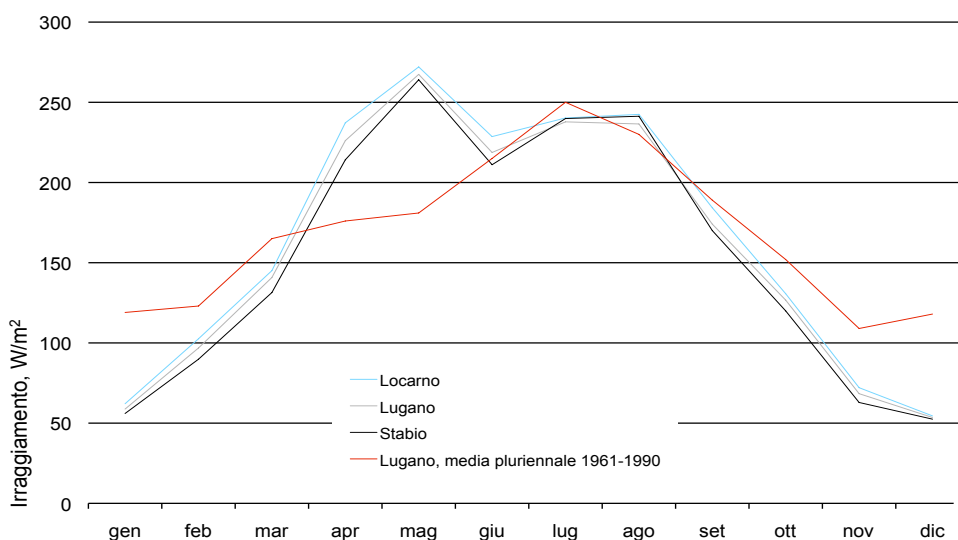
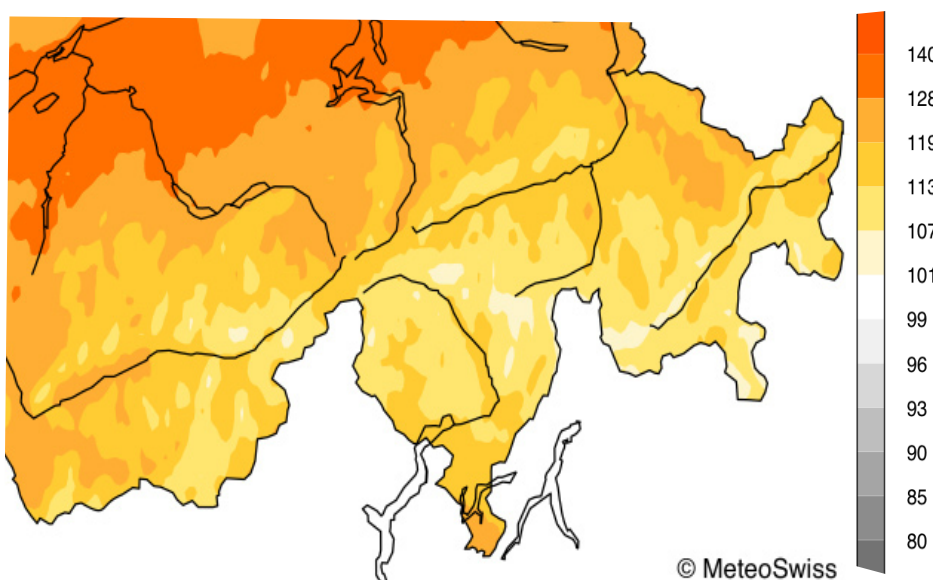


Figura 7b: Deviazione percentuale dalla norma dell'irraggiamento in Ticino per il 2011



Dati e informazioni forniti dall'Ufficio federale di meteorologia e climatologia – MeteoSvizzera.

© MeteoSwiss

## Traffico stradale

### Il 2011

Presso le stazioni di Moleno e Camignolo sono monitorati, sui due assi dell'A2, i seguenti parametri del traffico: numero di passaggi, tipo e velocità media dei veicoli in transito. Ciò avviene nell'ambito dell'Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana, OASI, e del progetto nazionale MfM-U (Monitoring flankierende Massnahmen - Umwelt), che intende verificare l'efficacia delle misure adottate dal Consiglio federale per incentivare il trasferimento dei mezzi pesanti dalla strada alla ferrovia (e di cui OASI è coordinatore per il Canton Ticino),

Nelle stesse stazioni sono rilevati anche i quantitativi di alcuni inquinanti dell'aria (ossidi di azoto e polveri sottili) emessi dal traffico dell'autostrada; infatti esse sono posizionate così vicino alle corsie autostradali, che le concentrazioni misurate corrispondono all'emissione inquinante dell'A2 in quel punto. Tali emissioni possono essere messe in rapporto alle caratteristiche dello stesso traffico.

La misurazione parallela di fattori legati al traffico e di inquinanti atmosferici è inoltre molto utile in caso di eventi particolari, come ad esempio le prolungate chiusure dell'A2 del 2001 e del 2006. I dati raccolti in tali occasioni permettono infatti di estrapolare importanti informazioni su presenza e intensità di correlazioni tra determinati inquinanti e il carico stradale.

Nei due grafici illustrati nella pagina seguente è rappresentato, per le stazioni di Camignolo e Moleno, il numero di passaggi medio sull'arco di un anno e sui due assi autostradali, suddiviso in traffico leggero e pesante, e ripartito sui singoli giorni della settimana. I valori per il 2011 sono solo indicativi a causa di un malfunzionamento dei contatori (cfr. legende grafici); nonostante la mancanza di dati sull'arco di alcuni mesi il tipico trend settimanale è comunque ben visibile. Si può notare in primo luogo che, sia a Camignolo che a Moleno, il numero di passaggi di mezzi pesanti diminuisce sensibilmente durante il fine settimana. Il fatto poi che i valori di Camignolo e Moleno riguardo al passaggio di TIR siano abbastanza simili, fa presupporre che il traffico pesante su questa tratta sia prevalentemente «di transito».

L'andamento settimanale del numero di passaggi di automobili a Camignolo differisce invece da quello di Moleno. A Camignolo infatti il numero di vetture transitate in media nei diversi giorni della settimana è simile, mentre a Moleno si riscontra un aumento dei passaggi nel weekend. Questo perché a Camignolo (al contrario di Moleno, dove il traffico è prevalentemente di «transito») il traffico con origine/destinazione all'interno del Cantone è preponderante.

Nella tabella seguente sono invece riportati i passaggi giornalieri medi (veicoli leggeri e veicoli pesanti) sugli assi di transito A2 e A13. Dalla tabella risulta chiaramente l'incremento dei passaggi da nord a sud (S. Gottardo - Grancia, S. Bernardino-Roveredo). I rilevamenti nelle gallerie del S. Gottardo e del S. Bernardino rispecchiano il traffico di «transito»; più a sud va ad aggiungersi progressivamente il traffico locale.

Passaggi giornalieri medi sugli assi di transito A2 e A13. I dati sono provvisori e potrebbero subire modifiche durante il processo di controllo al quale saranno sottoposti. La media di Moleno e Camignolo si basa su dati parziali a causa di un malfunzionamento dei contatori

Luogo	Traffico (passaggi giornalieri medi)
S. Gottardo (Galleria)	16'149
Moleno	27'168
Camignolo	46'741
Grancia	69'082
S. Bernardino (Galleria)	5'722
Roveredo (GR)	11'188

Figura 8a: Traffico giornaliero medio a Camignolo. Numero di passaggi medio nel 2011 sui 2 assi autostradali, suddiviso in traffico leggero e pesante, e ripartito sui singoli giorni della settimana. A causa di un malfunzionamento dei contatori la media rappresentata è stata calcolata solo con i dati tra l'11.6 e il 31.12.2011; i valori sono dunque solo indicativi

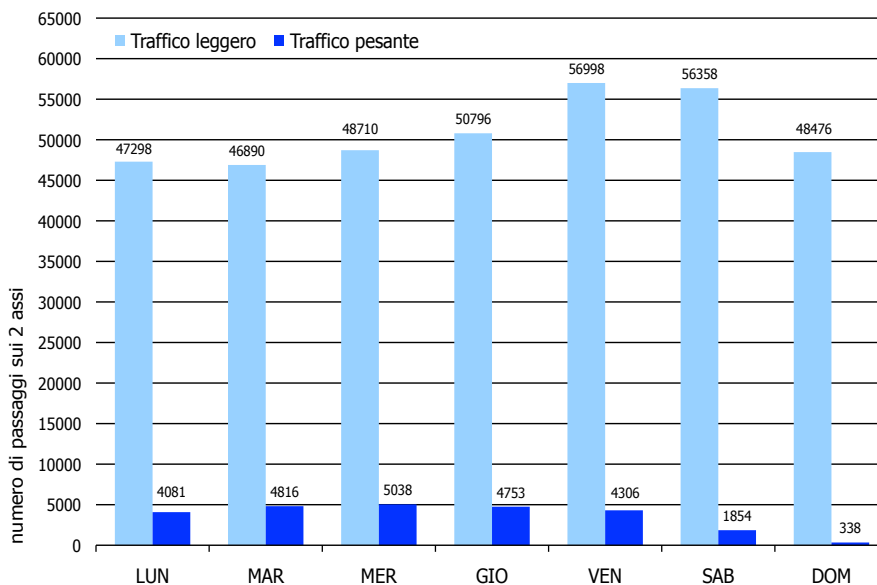


Figura 8b: Traffico giornaliero medio a Moleno. Numero di passaggi medio nel 2011 sui 2 assi autostradali, suddiviso in traffico leggero e pesante, e ripartito sui singoli giorni della settimana. A causa di un malfunzionamento dei contatori il calcolo della media non include i mesi da giugno ad ottobre 2011; i valori sono dunque solo indicativi



## Diossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

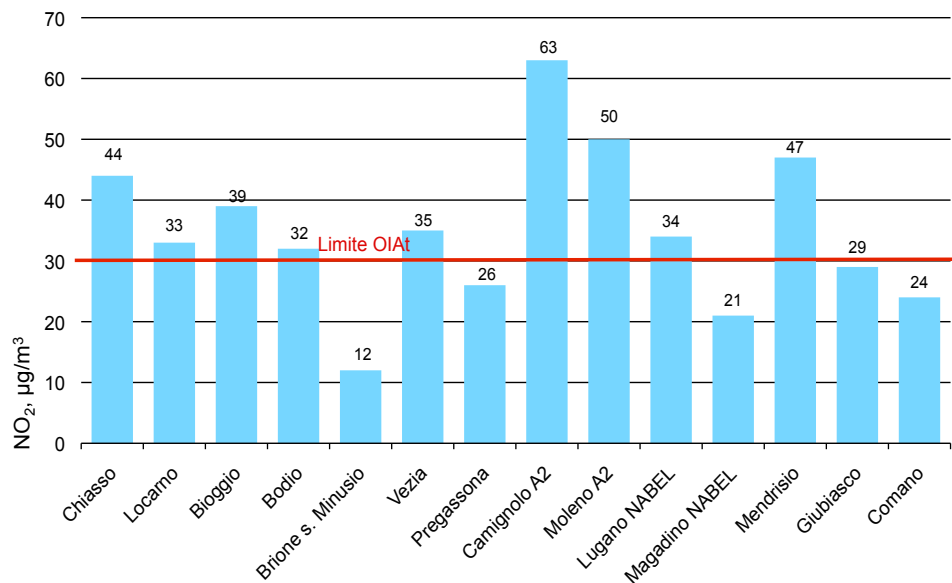
### II 2011

Rispetto all'anno precedente - anch'esso caratterizzato da condizioni meteo invernali poco favorevoli che hanno limitato la dispersione delle sostanze inquinanti - per il 2011 si osserva un aumento generalizzato delle concentrazioni di NO<sub>2</sub>, in particolare nei punti di misura che già presentavano delle concentrazioni vicine o superiori al valore limite d'immissione dell'OIAI per il diossido di azoto. Le altre stazioni di misura, dove il VLI è di regola rispettato (Brione, Pregassona, Magadino, Giubiasco e Comano) presentano invece una stagnazione dei valori medi annui.

I valori elevati di Camignolo e Moleno sono determinati dalla vicinanza dell'autostrada, quindi dalla loro esposizione diretta alle emissioni.

I dati delle campagne di campionatura passiva del 2011 e degli anni precedenti sono elencati nell'allegato 2. Per quanto riguarda i dati del 2010, a causa di un problema tecnico riscontrato durante la validazione dei dati, non è stata considerata la media del mese di dicembre (generalmente caratterizzato da elevate concentrazioni di NO<sub>2</sub>), per cui i valori medi annui presentati sono verosimilmente leggermente inferiori alla realtà. Ne consegue a sua volta che le differenze tra i valori di questi due anni sono con tutta probabilità meno accentuate di quanto rappresentato nella figura 11.

Figura 9: Medie annue di diossido di azoto in Ticino nel 2011



### Origine

Quando si parla di ossidi di azoto, NO<sub>x</sub>, si fa riferimento alla somma di diossido di azoto, NO<sub>2</sub>, e monossido di azoto, NO. Quest'ultimo nell'atmosfera si trasforma quasi subito in NO<sub>2</sub>. Per questo motivo e a causa della tossicità del diossido d'azoto, il limite d'immissione OIAI è fissato solamente per l'NO<sub>2</sub>. Sono il prodotto della combustione di carburanti fossili (benzina, diesel, olio combustibile, ecc.) ad alte temperature. Le fonti primarie di NO<sub>x</sub> sono il traffico stradale, che in Ticino rappresenta ca. il 70% delle emissioni, i riscaldamenti e i processi industriali.

### Effetti

*Sulla salute:* elevate concentrazioni di ossidi di azoto provocano disturbi di vario genere all'apparato respiratorio. Il diossido d'azoto funge anche da amplificatore per effetti nocivi dovuti ad altri inquinanti (O<sub>3</sub>, PM10).

*Sull'ambiente e la natura:* grandi quantità di NO<sub>2</sub> agiscono negativamente su animali, piante ed ecosistemi, in particolare concimando in modo eccessivo i terreni e la falda.

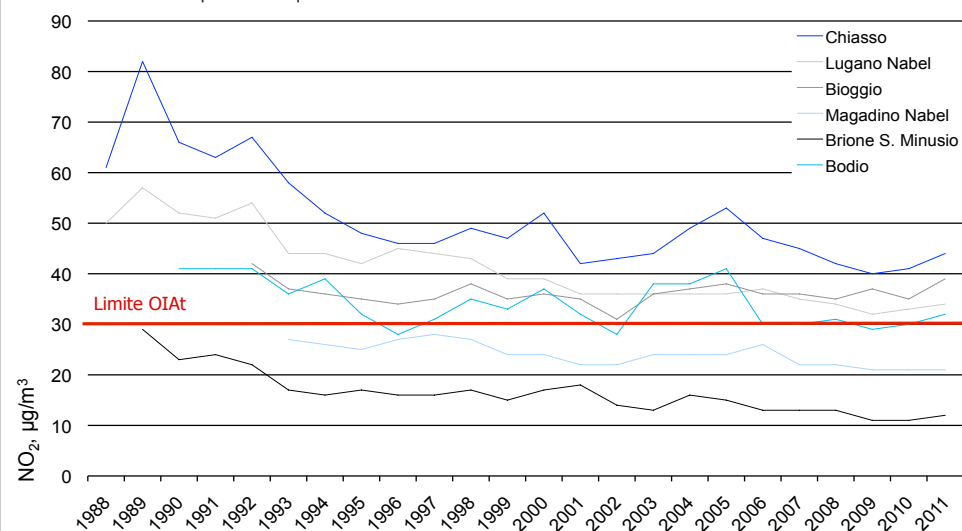
*smog estivo e ozono:* gli ossidi di azoto sono fra i principali precursori dell'ozono (cfr. Ozono (O<sub>3</sub>), pag. 21).

## Diossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

### L'evoluzione, stazioni di misura in continuo

Il grafico sull'evoluzione di NO<sub>2</sub> dal 1988 denota da ormai più di dieci anni, una relativa stabilità dei valori medi annui. Fanno eccezione i valori di alcune stazioni di misura, come Chiasso e Bodio, dove gli anni 2003-2006 – meteorologicamente sfavorevoli, in particolare gli anni 2005-2006, durante i quali si è registrata una notevole scarsità di precipitazioni – hanno provocato un evidente e repentino rialzo delle concentrazioni di diossido di azoto. Riguardo invece agli ultimi due anni – pure condizionati da una meteorologia sfavorevole – essi vedono un nuovo rialzo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub>, peraltro più evidente nelle località con concentrazioni prossime o superiori al VLI di 30 µg/m<sup>3</sup>. Al momento attuale è tuttavia difficile stabilire se si tratta di un trend duraturo oppure di una situazione perlopiù detreminata da fattori meteorologici. Ad ogni modo sembra essere accertato che l'effetto del catalizzatore, che aveva dato un sostanziale apporto alla diminuzione di NO<sub>2</sub> negli anni novanta, è stato compensato dall'aumento del traffico. Un'altro fattore chiave per l'evoluzione delle immissioni potrebbe invece essere l'aumento del numero di vetture diesel, le quali emettono maggiori quantità di ossidi di azoto rispetto a quelle a benzina.

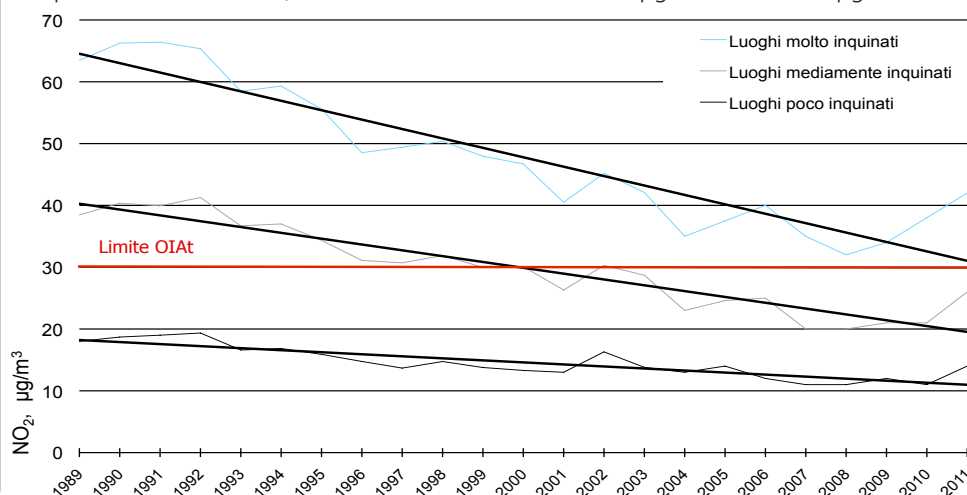
Figura 10: Evoluzione delle medie annue di diossido di azoto in Ticino, 1988 – 2011



### L'evoluzione, campionatori passivi

La tendenza generale è positiva e volge alla diminuzione, anche se ciclicamente – come sembra sia stato il caso durante gli ultimi due anni – le condizioni meteorologiche annuali inducono dei transitori peggioramenti. Nel corso di oltre 20 anni di misure si osserva ovunque una riduzione delle immissioni del 40% circa. Questo andamento è riportato nella figura 11. Nei luoghi fortemente inquinati (n=16 località campione considerate) si è scesi da valori medi annui attorno ai 70 µg/m<sup>3</sup> a valori attorno ai 40 µg/m<sup>3</sup>. Nelle località mediamente inquinate (n=20) si è passati da valori di 40 µg/m<sup>3</sup> a medie attorno ai 25 µg/m<sup>3</sup> ed infine nelle località discoste (n=20), che restituiscono l'inquinamento di fondo, la media annua è scesa da 20 µg/m<sup>3</sup> a circa 15 µg/m<sup>3</sup>.

Figura 11: Evoluzione delle medie annue di diossido di azoto in località, poco, mediamente e molto inquinate tramite campionatori passivi, 1989 - 2011



## Ozono (O<sub>3</sub>)

**Il 2011** Ad eccezione della seconda metà di agosto, l'estate 2011 è risultata abbastanza ricca di precipitazioni e con temperature inferiori alla media, il che ha parecchio inibito la formazione dell'ozono, come dimostrano anche i valori medi orari tendenzialmente più bassi rispetto a quelli del 2010. Tuttavia, le condizioni meteorologiche eccezionali verificatesi a partire da inizio aprile - che ne hanno fatto la primavera più calda dall'inizio delle misurazioni - hanno fatto sì che il numero di ore mensili in cui il valore limite OIAt di 120 µg/m<sup>3</sup> è stato superato risultasse comunque superiore a quello del 2010, a sua volta contraddistinto da condizioni poco favorevoli alla formazione dello smog estivo. Un'altra peculiarità che ha contrassegnato il 2011 sono le temperature da primato registrate in settembre e ad inizio ottobre. Questo, sommato alle eccezionali condizioni meteorologiche primaverili, ha significato per tutte le stazioni di misura un aumento del numero di mesi in cui si sono verificati dei superamenti del VLI.

Il periodo più critico per l'ozono è stato alquanto limitato nel 2011. Infatti, unicamente tra il 27 e il 29 giugno in diverse stazioni di misura sono stati misurati dei valori medi orari oltre i 200 µg/m<sup>3</sup>. Il 28 giugno è stato inoltre registrato a Mendrisio il valore massimo del 2011 con 296 µg/m<sup>3</sup>, peraltro paragonabile alla punta di 276 µg/m<sup>3</sup> registrata sempre a Mendrisio nel 2010.

Per quel che riguarda il Sottoceneri a Mendrisio, con 779 ore di superamenti del valore limite d'immissione orario, e a Lugano, con 683 ore, la situazione è leggermente peggiorata rispetto al 2010 (660 e 652 ore di superamenti del VLI orario).

Nel Sopraceneri invece le condizioni sono state meno critiche, ed in alcune stazioni il numero di superamenti è stato leggermente inferiore a quello del 2010.

A Brione, stazione in quota e lontana da fonti di ossidi di azoto che consumano l'ozono durante la notte, per il terzo anno consecutivo vi è stato aumento delle ore di superamento del VLI. Con ben 707 ore il numero di superamenti è più che raddoppiato rispetto al 2008, che aveva peraltro segnato il minimo storico. A Locarno invece, dove puntualmente si registra il valore in assoluto più basso in tutto il Ticino (208 superamenti), le condizioni per quanto concerne l'ozono sono state relativamente favorevoli.

Sui fondovalle il numero di ore di superamenti è stato in linea col resto del Sopraceneri (255 a Bodio).

### Origine

L'ozono «troposferico», O<sub>3</sub>, è presente normalmente negli strati bassi dell'atmosfera (fino a 500 m) e quindi nell'aria che respiriamo. In situazioni globali particolarmente critiche, alte concentrazioni di ozono sono state misurate anche sullo Jungfrauoch, a 3'580 m s.l.m. L'ozono è una delle componenti principali del cosiddetto smog fotochimico estivo. Si forma sotto l'effetto dei raggi solari a partire dagli ossidi di azoto, NO<sub>x</sub>, e dai composti organici volatili, COV, i cosiddetti precursori dell'ozono, prodotti dalle attività umane (cfr. diossido di azoto, NO<sub>2</sub>, pag. 18). L'entità di questo processo dipende dalle concentrazioni dei precursori e dall'intensità dell'insolazione.

È durante le giornate estive molto calde e poco ventose, quindi, che si formano i maggiori quantitativi di ozono; il perdurare di tali condizioni atmosferiche rafforza questo fenomeno. L'arrivo del brutto tempo accompagnato da piogge e vento riporta i valori a livelli più bassi.

Lo smog estivo è anche un fenomeno che riguarda l'Europa intera, con masse d'aria cariche di ozono che si spingono sul nostro Paese e Cantone, aumen-

tando le concentrazioni già prodotte localmente.

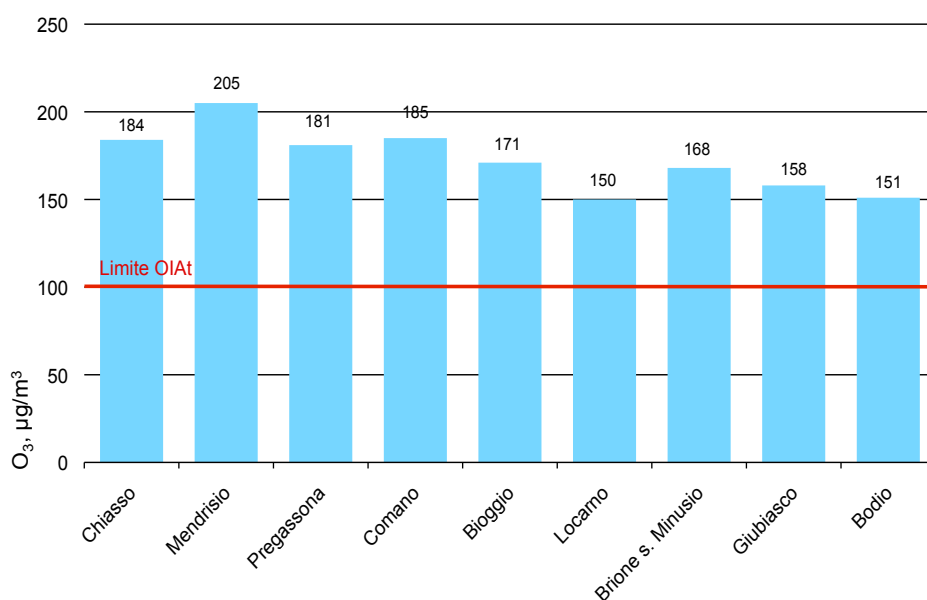
L'ozono troposferico va distinto dall'ozono «stratosferico», uno schermo protettivo dai raggi ultravioletti, UV, presente negli strati alti della nostra atmosfera, che negli ultimi decenni ha subito un assottigliamento considerevole (il «buco dell'ozono») provocato dai clorofluorocarburi, CFC.

Al sud delle Alpi – durante gli episodi di smog estivo – le punte di ozono si situano attorno ai 300 µg/m<sup>3</sup>. Questo carico può essere scomposto in una frazione di origine naturale di 30 µg/m<sup>3</sup> e in tre altre frazioni che sono tutte causate dalle emissioni delle attività umane, ma che si distinguono per la regione dalla quale provengono. Le emissioni dell'intera Europa producono durante una tipica giornata di smog estivo un carico di fondo che si situa attorno ai 70 µg/m<sup>3</sup>. I rimanenti 200 µg/m<sup>3</sup> provengono per metà dal cosiddetto «serbatoio di ozono» prodotto al sud delle Alpi in un raggio di oltre 200 km e per metà dalle emissioni locali, prodotte in un raggio di 50 km.

I 98<sup>esimi</sup> percentili mensili massimi di ozono in Ticino hanno superato anche nel 2011 il limite fissato dall'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico a 100 µg/m<sup>3</sup>, raggiungendo il loro massimo a Mendrisio con 205 µg/m<sup>3</sup>. Dal grafico relativo ai 98<sup>esimi</sup> percentili mensili massimi è possibile osservare l'esistenza di un gradiente sud – nord con i valori massimi registrati nel Sottoceneri, in particolare nel Mendrisiotto. Il valore di Brione sopra Minusio è invece in linea con quelli registrati nelle stazioni di misura del Sottoceneri; come accennato in precedenza ciò è principalmente dovuto al fatto che - in assenza di elevate concentrazioni di NO<sub>2</sub> quale precursore dell'ozono - al contrario delle zone fortemente inquinate la riduzione dell'ozono a ossigeno durante le ore notturne non avviene con la stessa intensità.

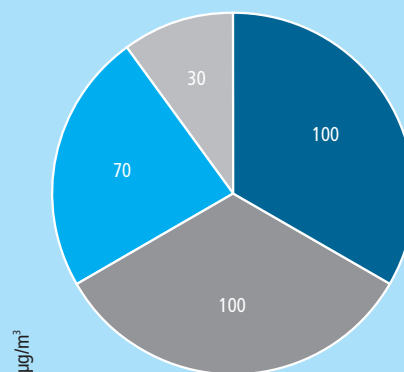
In sintesi la situazione rimane insoddisfacente, anche se è necessario ricordare che il risanamento è attuabile solo agendo sui precursori dell'ozono (composti organici volatili, COV, e il diossido d'azoto) e i suoi effetti saranno esplicitati sull'arco di diversi anni. Questo è dovuto anche ai complessi fenomeni chimici che regolano la formazione dell'ozono, sui quali l'azione è più lenta.

Figura 13: 98<sup>esimo</sup> percentile mensile massimo nel 2011



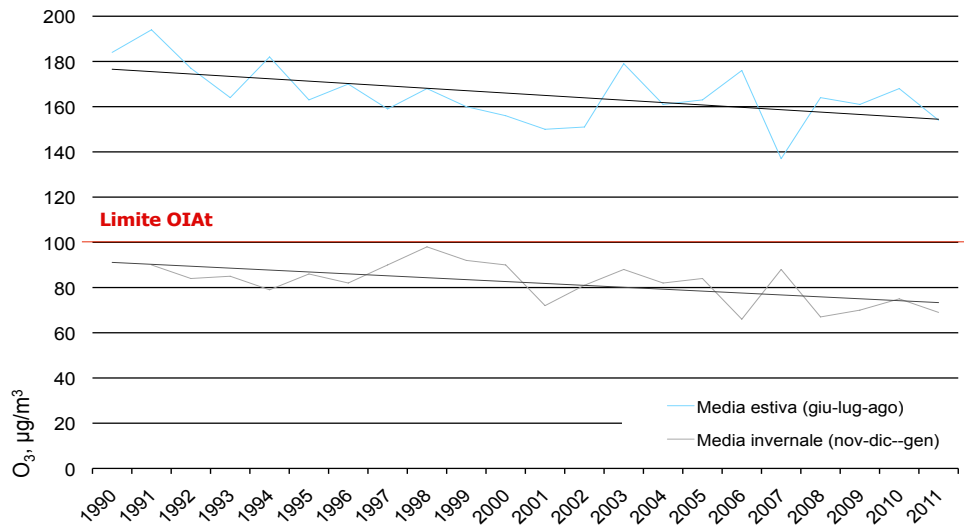
Composizione di un carico estivo di ozono di 300 µg/m<sup>3</sup>

- Ozono prodotto localmente dovuto alle emissioni in un raggio di 50 km
- Ozono dal «serbatoio» dovuto alle emissioni in un raggio di 200 – 1000 km
- Ozono di fondo dovuto alle emissioni di tutta Europa
- Ozono di origine naturale



# Ozono (O<sub>3</sub>)

Figura 14: Evoluzione del 98<sup>esimo</sup> percentile mensile per l'ozono a Brione sopra Minusio, 1990 – 2011

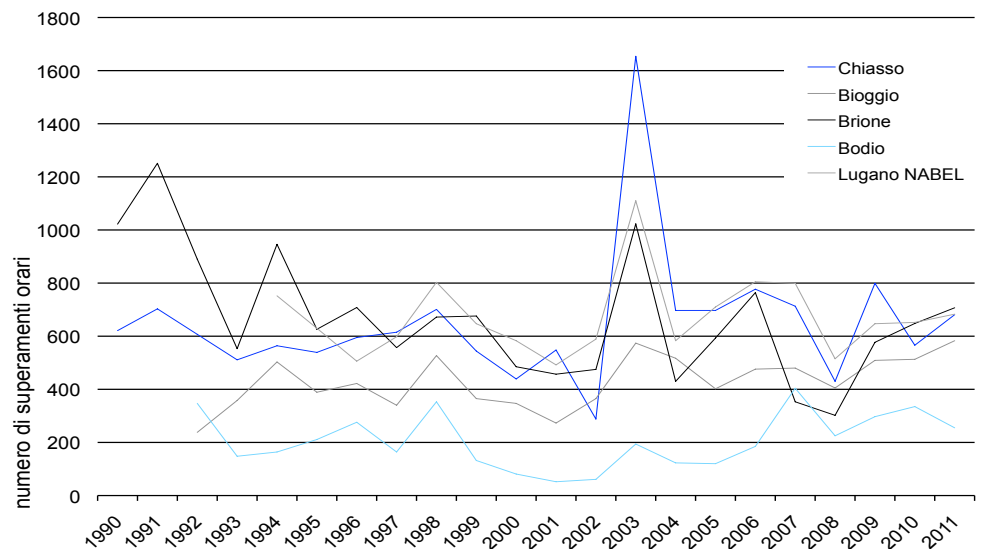


## L'evoluzione

I dati del 2011, in particolare quelli di Brione (cfr. figura 14), che rappresenta la località di riferimento discosta da fonti inquinanti locali con effetti diretti sulla chimica dell'ozono, rientrano nella diminuzione pluriennale delle concentrazioni massime di ozono nei mesi estivi, individuata dal Paul Scherrer Institut, PSI [1]. Non sorprende quindi che anche i 98<sup>imi</sup> percentili di tutte le altre stazioni di misura siano inferiori a quelli dell'anno precedente.

I valori sono sottoposti a una certa variabilità, come ben si evince dall'evoluzione del numero di superamenti orari illustrata nella figura 15. Spiccano, come anni particolarmente sfavorevoli, il 2003, il 2006 e il 2009. Per valutare oggettivamente l'evoluzione dell'ozono bisogna però considerare che i dati annuali possono essere comparati solo escludendo l'effetto dovuto alla variazione annuale della temperatura.

Figura 15: Evoluzione del numero di superamenti del limite orario per l'ozono, 1990 – 2011



## Effetti

**Sulla salute:** a causa della sua elevata reattività l'ozono troposferico ad elevate concentrazioni riduce la capacità polmonare e provoca irritazioni agli occhi, al naso e alla gola. I suoi effetti dipendono sia dalla durata sia dall'intensità dell'esposizione.

**Sull'ambiente e la natura:** in grandi quantità l'ozono ha effetti negativi sugli animali, compromette la funzionalità delle foglie e inibisce la crescita delle piante, riducendo sensibilmente la resa dei raccolti. A causa del suo potere ossidante aggredisce e contribuisce a deteriorare anche materiali organici, come plastiche, vernici o fibre tessili.

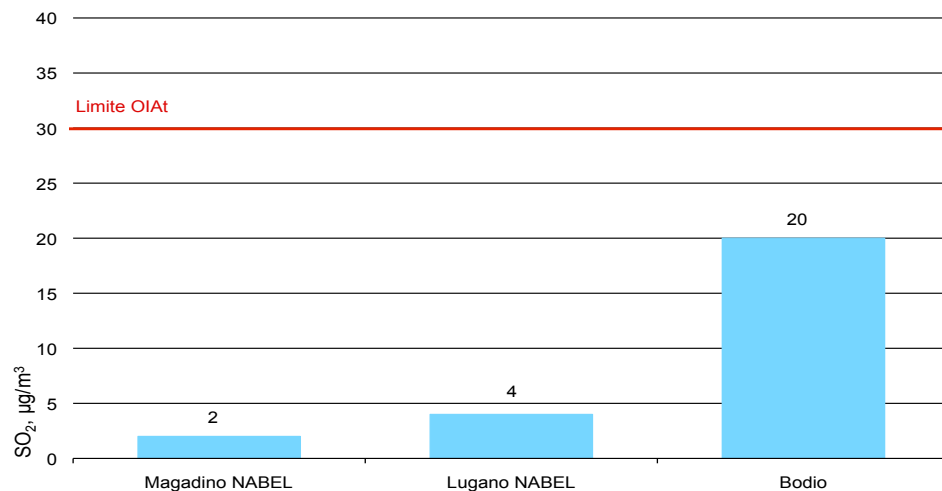
## Diossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

### Il 2011

Nel 2011 tutte le stazioni di rilevamento hanno registrato medie annue di diossido di zolfo fino a 30 volte inferiori al limite fissato dall'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (30 µg/m<sup>3</sup>).

A Bodio le concentrazioni di anidride solforosa sono influenzate dalle emissioni di una ditta attiva nel settore della produzione di grafite, e per questo si attestano a valori nettamente più alti rispetto agli altri punti di rilevamento, pur rimanendo al di sotto del limite OIAt.

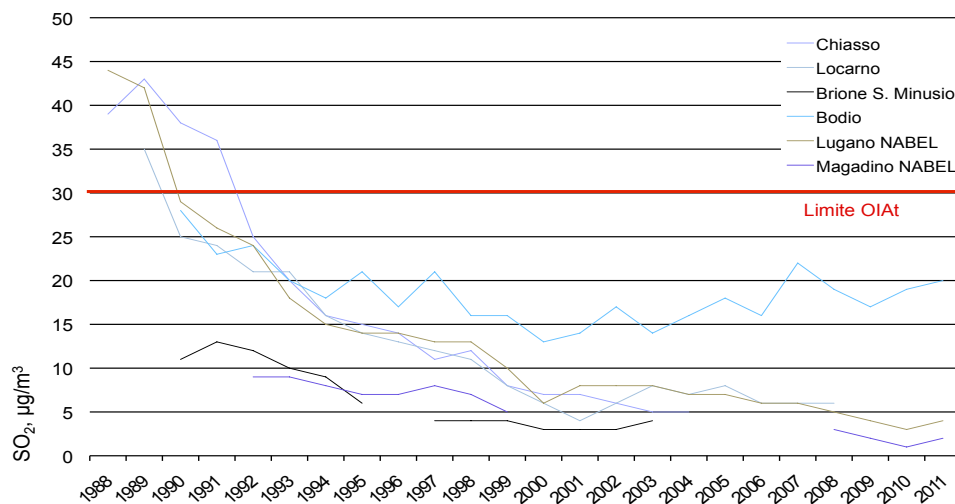
Figura 16: Medie annue di diossido di zolfo in Ticino, 2011



### L'evoluzione

Dal 1992 le medie annue di SO<sub>2</sub> sono, su tutto il territorio cantonale, inferiori alla soglia di legge. La netta diminuzione registrata fino alla fine degli anni novanta è dovuta al calo di zolfo nell'olio combustibile. Il 1° gennaio 2004 è inoltre entrata in vigore una nuova ordinanza che disincentiva ulteriormente l'utilizzo di zolfo nei carburanti.

Figura 17: Evoluzione delle medie annue di diossido di zolfo in Ticino, 1988-2011



#### Origine

Le principali fonti antropiche di diossido di zolfo, SO<sub>2</sub>, sono gli impianti a combustione industriali e domestici funzionanti a combustibile con zolfo.

#### Effetti

*Sulla salute:* elevate concentrazioni di questo inquinante hanno effetti negativi, in particolare sulle vie respiratorie.

*Sull'ambiente e la natura:* in grandi quantità il diossido di zolfo nuoce in vario modo ad animali, piante ed ecosistemi.

*Pioggie acide:* il diossido di zolfo concorre in modo determinante all'acidificazione delle precipitazioni (pioggie acide), che a loro volta compromettono l'equilibrio degli ecosistemi e danneggiano tutti i tipi di costruzioni.

*Polveri sottili secondarie:* il diossido di zolfo è un importante precursore degli aerosol secondari.

# Monossido di carbonio (CO)

## Il 2011 ed evoluzione

L'andamento delle concentrazioni di monossido di carbonio (CO, cfr. figura 18) presenta le classiche caratteristiche di un inquinante primario con concentrazioni più elevate nei mesi invernali che in quelli estivi.

Il monossido di carbonio, considerando la costante diminuzione delle sue concentrazioni, che da oltre 20 anni sono ben al di sotto del valore limite di immissione di 8'000 µg/m<sup>3</sup>, non rappresenta più un problema per l'igiene dell'aria. La riduzione è il risultato di una migliore tecnologia nel settore automobilistico e nella gestione degli impianti di combustione. Per questo motivo il suo monitoraggio è ridotto al minimo indispensabile. Attualmente solo la stazione di Lugano NABEL registra ancora le concentrazioni di CO.

Figura 18: Medie mensili del monossido di carbonio a Lugano NABEL, 2011

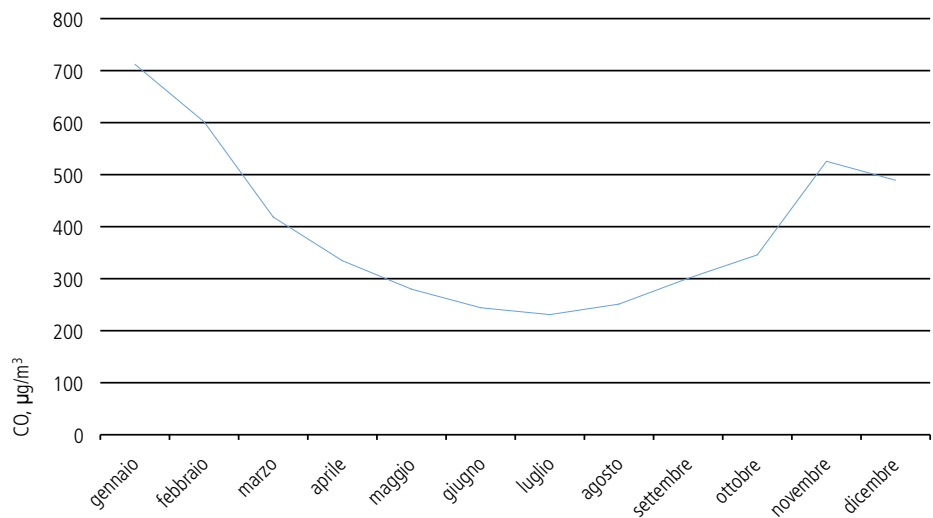
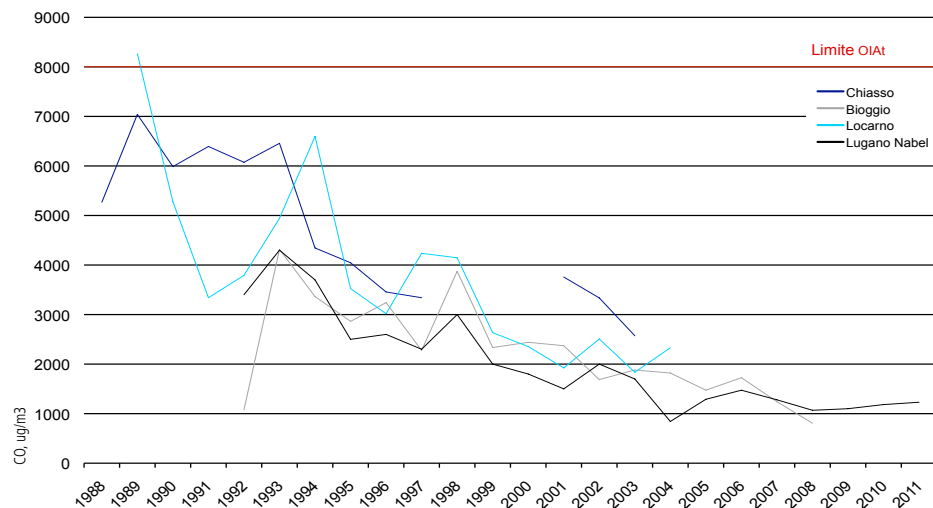


Figura 19: Evoluzione della media giornaliera massima di monossido di carbonio in Ticino 1988-2011



### Origine

Il monossido di carbonio (CO) si forma a seguito di una combustione incompleta, soprattutto nel traffico stradale.

### Effetti

*Sulla salute, l'ambiente e la natura:* ad elevate concentrazioni il CO ha effetti negativi sulla salute umana e su quella degli animali.

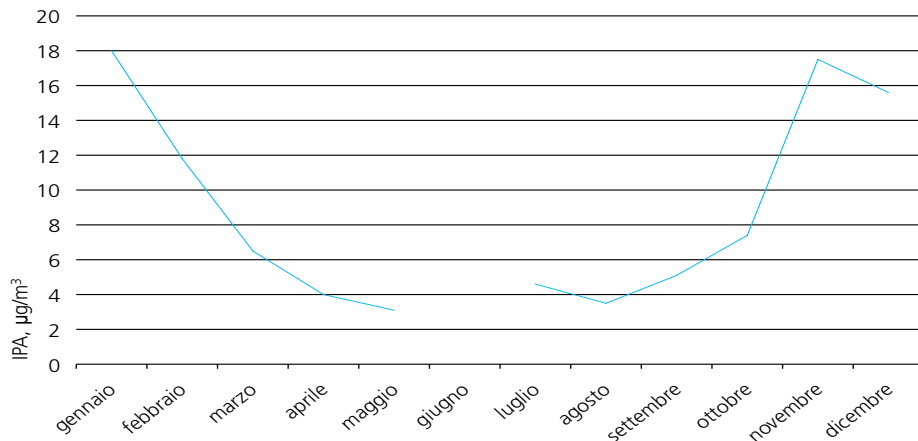
*Smog estivo ed ozono:* il monossido di carbonio concorre alla formazione dell'ozono troposferico.

## Il 2011

Figura 20: Andamento delle medie mensili degli idrocarburi policiclici aromatici a Comano, 2011

\* durante il mese di giugno 2011 è stata effettuata una manutenzione dell'apparecchio di misura

Analogamente al monossido di carbonio (cfr. p.24), anche l'andamento delle concentrazioni degli IPA presenta le classiche caratteristiche di un inquinante primario con concentrazioni più elevate nei mesi invernali che in quelli estivi\*.

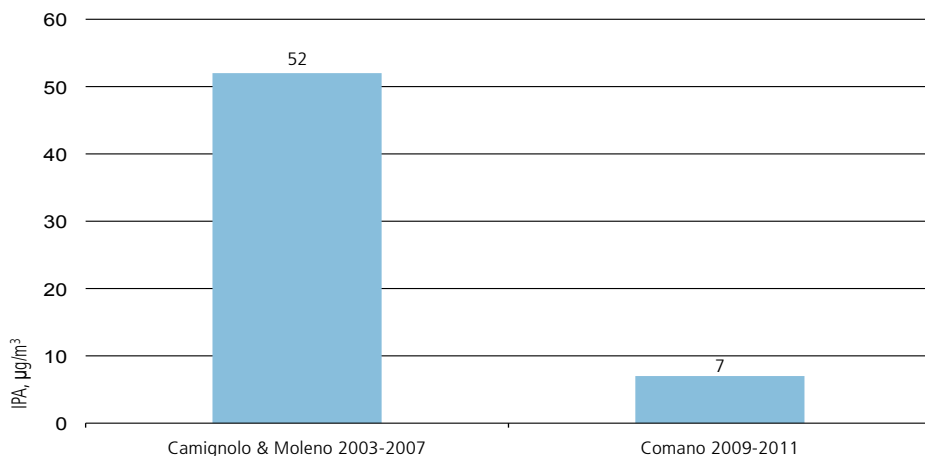


I valori registrati durante i mesi invernali sono infatti di 5-6 volte superiori a quelli dei mesi estivi. Gli analizzatori degli IPA che precedentemente erano ubicati lungo l'A2 a Moleno e Camignolo sono stati dismessi e uno nuovo è stato installato nella stazione mobile di Comano.

È così possibile osservare la grande differenza nei valori registrati negli anni passati lungo l'autostrada rispetto a quelli riscontrati lungo la strada cantonale a Comano, dove con 7 µg/m³ la media è di circa 7 volte inferiore rispetto alle precedenti rilevazioni.

Questi dati confermano chiaramente che la principale fonte di emissioni di questa classe di sostanze è il traffico, ed in particolare quello pesante. Infatti a Moleno e Camignolo si registrano in media da 20'000 a 50'000 passaggi giornalieri - di cui circa 3'500 mezzi pesanti - mentre a Comano il flusso di traffico si attesta attorno ai 12'000 passaggi giornalieri, con

Figura 21: Confronto fra le medie annue degli idrocarburi policiclici aromatici a Camignolo e Moleno (2003-2007) e Comano (2009-2011)



### Origine

Gli idrocarburi policiclici aromatici 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 presenza e la tossicità degli IPA sono riferite a questo composto.

### Effetti

**Sulla salute:** alcuni IPA sono notoriamente cancerogeni e tale caratteristica negativa è aggravata dalla presenza di altre sostanze emesse durante le combustioni incomplete.

L'OIAt non prevede limiti d'immissione per questa categoria di sostanze; le loro concentrazioni sono da ridurre al minimo possibile.

Le polveri atmosferiche sono una miscela complessa di particelle solide e liquide in sospensione nell'aria. Esse si differenziano molto per dimensione, origine e composizione chimica, e presentano le seguenti caratteristiche.

### Dimensioni

Il diametro aerodinamico\* è uno dei criteri più importanti per suddividere le polveri in sospensione nell'aria. Comunemente le polveri con un diametro fino a 2.5 µm sono dette particelle grossolane, quelle di grandezza compresa tra 2.5 e 1 µm particelle fini, quelle di diametro inferiore a 0.1 µm particelle ultrafini.

Una suddivisione alternativa si basa sul concetto di particulate matter, PM. In base a questo criterio tutte le frazioni di pulviscolo atmosferico con diametro inferiore a 10 µm (10 millesimi di millimetro, pari circa ad un decimo del diametro di un capello) sono dette PM10 (chiamate anche polveri fini o sottili), mentre quelle di grandezza inferiore a 2.5 µm, risp. 1 µm, PM2.5, risp. PM1. 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%). In questo rapporto è utilizzato il termine polveri sottili, per adeguarsi alla nomenclatura europea.

Il pulviscolo atmosferico con diametro superiore a 10 µm è detto polvere grossolana, mentre l'abbreviazione TSP, "total suspended particulate matter", contempla tutte le polveri in sospensione nell'aria fino ad un diametro massimo di circa 40 µm.

La situazione delle concentrazioni di PM10 in Ticino nel 2011 è illustrata alle pp. 28-29.

### Origine

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/selvicultura, pavimentazione stradale, usura degli pneumatici e dei freni). Polveri secondarie si formano invece a seguito di reazioni chimico-fisiche tra le particelle primarie e altri inquinanti dell'aria. Anche sali di origine marina, spore, muffe e pollini sono considerati polveri atmosferiche di origine naturale.

Da sottolineare che le particelle di origine naturale possono anche essere grossolane, mentre quelle di origine antropica sono quasi esclusivamente sottili ed ultrafini.

### Formazione

In base alle modalità di formazione le polveri in sospensione nell'aria sono suddivise in "nuclei mode", che coincidono all'incirca con le particelle ultrafini, in "accumulation mode", che equivalgono alle particelle fini, e in "coarse mode", che corrispondono invece grosso modo alle particelle grossolane.

Le particelle ultrafini del "nuclei mode" vengono prodotte principalmente durante processi di combustione incompleta, le particelle fini dell'"accumulation mode" derivano dalla trasformazione e aggregazione delle particelle ultrafini e delle polveri secondarie, mediante coagulazione e condensazione, mentre le particelle grossolane del "coarse mode" vengono prodotte principalmente durante processi meccanici.

### Distribuzione delle particelle in base alla massa e al loro numero

Considerato che il diametro di una particella e la sua massa sono tra loro in un rapporto di terza potenza, la massa di polveri in sospensione nell'aria è costituita in prevalenza da particelle sottili (accumulation mode) e grossolane (coarse mode), mentre quando si valuta il numero di particelle, quelle ultrafini (nuclei mode) sono le più rappresentate.

### Composizione

A seconda del processo di formazione le polveri variano di 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). In particolare le componenti più rilevanti sono nitrato e solfato di ammonio, carbonio elementare (soprattutto nella fuliggine), composti organici (come COV ed IPA), sostanze minerali, cloruro di sodio, acqua in varie forme e appunto metalli pesanti (piombo, cadmio, zinco, rame, ferro, ecc.).

\* Diametro equivalente di una particella sferica con una densità di 1 g/cm<sup>3</sup> e una velocità di sedimentazione uguale a quella della particella in questione.

**Effetti sulla salute**

Più le polveri sottili ed ultrafini arrivano in profondità dell'apparato respiratorio e più aumentano le probabilità che innescino processi infiammatori nell'organismo. 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. In quantità elevate le PM10 e PM2.5 possono avere pertanto serie conseguenze per la salute, in particolare sul sistema respiratorio e cardiocircolatorio. Le prime rappresentano la frazione tracheale, raggiungono cioè la trachea, le seconde quella alveolare, penetrando fino negli alveoli polmonari.

Recenti studi epidemiologici hanno mostrato come diverse affezioni polmonari siano da correlare sia alle concentrazioni di PM2.5 che alla restante frazione di PM10. Le ricerche in questo campo continuano allo scopo di definire le esatte caratteristiche delle diverse particelle di polvere e il loro influsso sulla salute.

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 in esse, 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.

I metalli pesanti presenti nell'aria, fatta eccezione per il mercurio che è volatile, sono legati al particolato in sospensione.

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, le emissioni di questo metallo pesante sono diminuite. 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. Il cadmio, Cd, è emesso principalmente dalle industrie metallurgiche e durante la combustione del carbone. I metalli pesanti rappresentano un rischio per le persone e per l'ambiente: alcuni di essi ad elevate concentrazioni sono tossici e altri, come il cadmio, cancerogeni.

Uno studio realizzato nel 2009 dall'AWEL del Canton Zurigo in collaborazione con altri cantoni fra cui il Ticino dimostra l'esistenza di una correlazione tra un'elevata concentrazione di polveri sottili nell'aria durante i periodi di smog atmosferico acuto e l'aumento del numero di ospedalizzazioni. I problemi di salute osservati riguardano soprattutto i sistemi cardiovascolare e respiratorio e sono riscontrabili anche in regioni sottoposte a delle concentrazioni medie non particolarmente elevate.

# PM10

## Il 2011

Nel 2011 le medie annue di polveri sottili hanno superato praticamente ovunque il limite di 20 µg/m<sup>3</sup> fissato dall'OIA. La concentrazione maggiore è stata registrata a Chiasso, con 38 µg/m<sup>3</sup>, mentre il valore più basso si misura a Sigrino dove, con 20 µg/m<sup>3</sup>, il VLI è appena rispettato. La figura 22 evidenzia come nel Sottoceneri, nel Mendrisiotto e nella piana del Vedeggio, le concentrazioni medie annue siano più elevate che nel resto del Cantone. Fa eccezione la stazione di misura di Giubiasco, entrata in funzione nel 2008: ubicata proprio sotto il livello di una strada molto trafficata da automezzi pesanti nei pressi di una grossa azienda specializzata nel riciclaggio di materiali, essa presenta un'evoluzione delle concentrazioni medie orarie di PM10 che generalmente coincide con quella delle emissioni di NO<sub>2</sub> dovute al traffico stradale. Ne risulta che i valori registrati sono verosimilmente più elevati rispetto alla reale situazione nelle immediate vicinanze. Dalla figura 22 è anche possibile osservare il contributo proveniente dalle attività di cantiere di Alp Transit a Pollegio e Camorino, confrontando i valori ivi registrati con quelli delle località vicine (rispettivamente Bodio e Magadino). L'andamento stagionale tipico delle polveri sottili è da ricondurre a due fattori. Da un canto vi è l'attivazione di fonti «invernali» (impianti di riscaldamento a olio e legna), dall'altro canto vi è la formazione di inversioni termiche, molto più marcata in inverno. Durante l'inversione, l'aria è stratificata, e ciò inibisce il suo rimescolamento in verticale. Le emissioni locali si accumulano così per più giorni, caricando sempre più l'aria. Una situazione simile si è verificata tra il 28 gennaio e il 16 febbraio, con la conseguente introduzione delle misure d'urgenza in caso di inquinamento atmosferico acuto. Così come nel 2010 è stato quindi di nuovo necessario limitare la velocità autostradale per contenere le emissioni delle sostanze inquinanti. Per quanto attiene invece alle medie annuali delle PM10 nelle varie stazioni di misura, la notevole scarsità di precipitazioni durante i mesi invernali ha probabilmente contribuito all'aumento delle concentrazioni rispetto al 2010, che peraltro aveva registrato i valori più bassi degli ultimi dieci anni.

Figura 22: Medie annue delle polveri sottili, PM10, in Ticino, 2011

- Immissioni
- Emissioni: autostrada
- Emissioni: cantieri ATG

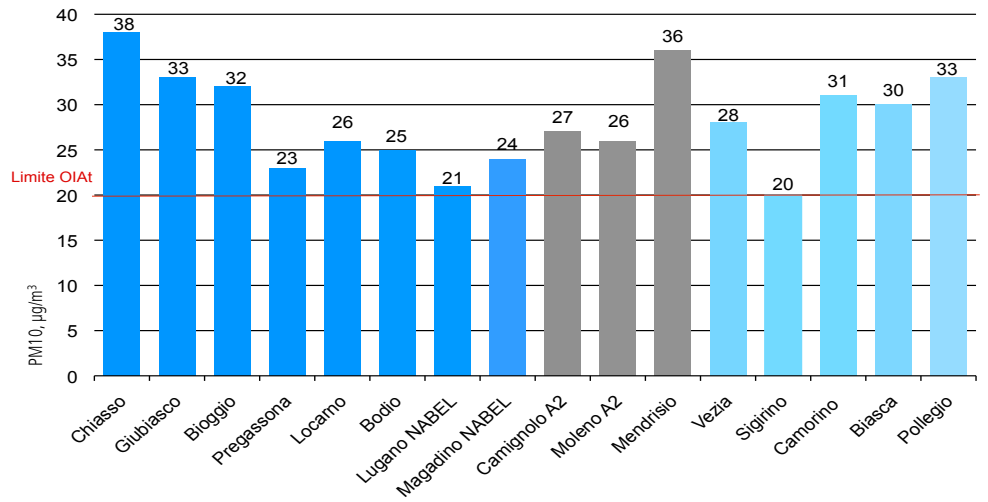
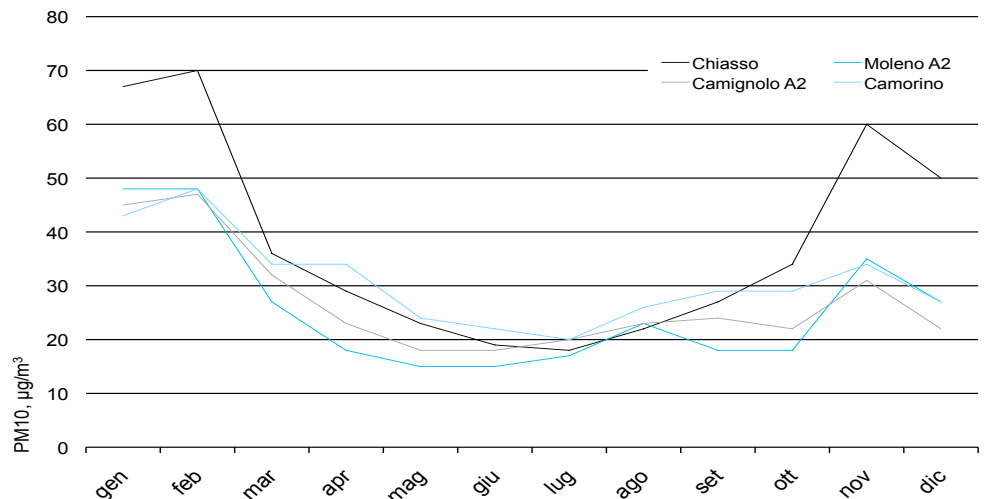


Figura 23: Andamento delle medie mensili delle polveri sottili, PM10, in Ticino, 2011



L'evoluzione

Dal 1997 le concentrazioni medie annue di polveri sottili hanno presentato un lento miglioramento, rimanendo comunque al di sopra del limite OIAt fissato a 20 µg/m³ come media annua.

I valori di Chiasso dal 2003 al 2006 sono, rispetto a quelli degli anni precedenti, significativamente più elevati. Ciò può essere ricondotto ai lunghi periodi d'inversione termica e di siccità che hanno caratterizzato i mesi invernali di quegli anni in Ticino, ed in particolare nel Sottoceneri. Tra il 2006 e il 2010 i valori registrati in tutto il Ticino hanno presentato un'evoluzione generale favorevole, poi interrottasi nel 2011 a causa delle condizioni meteo invernali poco favorevoli. Malgrado quindi l'aumento della media annua ponderata di tutte le stazioni di circa 3 µg/m³ nel 2011, tale valore è passato in cinque anni da 33 µg/m³ a 27 µg/m³, con una riduzione del 20% circa.

In generale, l'evoluzione delle medie annue di PM10 in Ticino attesta un lento e costante miglioramento. A Lugano negli ultimi 10 anni è stato possibile osservare una riduzione di quasi il 40% delle concentrazioni di PM10. Chiasso, dove i fenomeni invernali sono particolarmente accentuati, presenta un miglioramento che fa seguito al repentino aumento degli anni 2003-2006 non riconducibile ad aumenti delle emissioni. Nelle altre località, pur essendo sensibilmente superiori al limite OIAt, i valori registrati sono relativamente costanti e anche qui la tendenza al miglioramento appare piuttosto lenta. I temporanei peggioramenti durante alcuni anni sono considerati normali e - al contrario di inquinanti primari quali per esempio NO<sub>2</sub> o SO<sub>2</sub> - in gran parte riconducibili a delle condizioni meteo sfavorevoli piuttosto che ad un effettivo aumento delle emissioni.

Figura 24: Evoluzione delle medie annue delle polveri sottili, PM10, in Ticino, 1994-2011

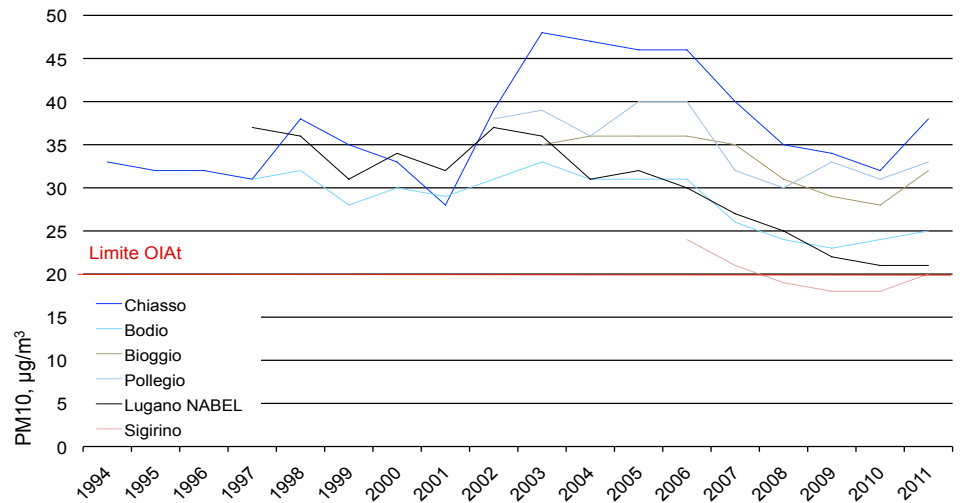
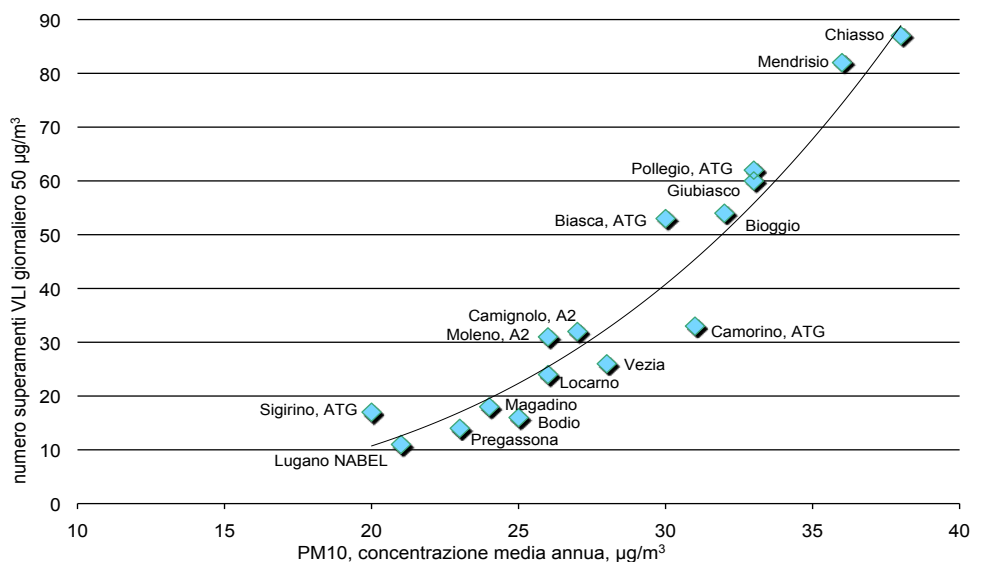


Figura 25: Numero di superamenti del VLI giornaliero in funzione della media annua per le polveri sottili, PM10, in Ticino, 2011



## Deposizioni umide

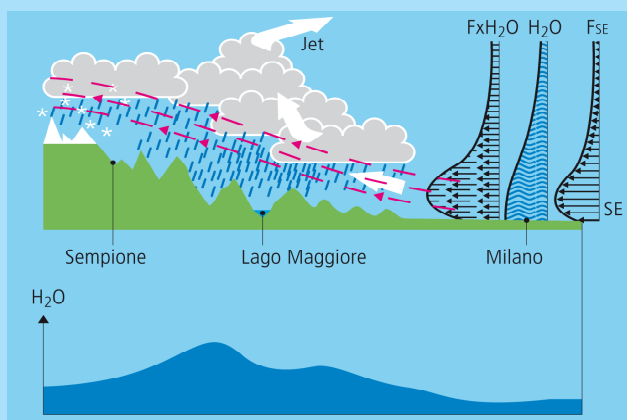
**Il 2011** Il volume delle precipitazioni, le concentrazioni e deposizioni medie annue del 2011 sono riportate nella tabella a pagina 31. Le variazioni nel tempo del volume delle precipitazioni, delle concentrazioni e delle deposizioni medie annue sono riportate invece nelle figure 26 e 27. Il 2011 è stato un anno abbastanza asciutto. Di conseguenza rispetto alla media degli ultimi 5 anni le deposizioni sono state leggermente inferiori. Sono invece rimaste dello stesso ordine di grandezza le concentrazioni. Per informazioni più dettagliate vedi (<http://www.ti.ch/dt/da/spaa/uffpa/temi/aria/monitoraggio/risultati/risultati.htm> -> Colombo and Steingruber. 2011. Results from the participation of Switzerland to the ICP waters. Annual report 2011).

**L'evoluzione** Per alcuni parametri si possono osservare delle evidenti tendenze temporali: diminuzione delle concentrazioni di solfato e acidità e aumento del pH. Anche le concentrazioni di nitrato e ammonio sono diminuite leggermente, ma sono ancora molto influenzate dal volume delle precipitazioni. In anni asciutti le concentrazioni sono, infatti, tendenzialmente maggiori. Una leggera diminuzione può essere anche osservata per le concentrazioni dei cationi basici. Queste tendono, però, ad aumentare durante anni particolarmente piovosi caratterizzati dalla presenza più probabile durante l'anno di eventi alcalini.

L'acidità, che può anche essere calcolata come la differenza tra gli anioni acidi e i cationi basici più l'ammonio, sono diminuite da circa 30-40 meq/m<sup>3</sup> a valori attorno ai 0 meq/m<sup>3</sup>. Tuttavia può succedere che un unico evento di pioggia alcalina particolarmente intenso possa spostare l'acidità media annua verso valori fortemente negativi. Ciò è accaduto per le stazioni di Acquarossa, Locarno Monti e Piotta nel 2000 (piogge alcaline in ottobre) e per le stazioni di Monte Bré, Locarno Monti, Lugano e Stabio nel 2002 (piogge alcaline in novembre). Ricordiamo l'intensità di entrambi gli eventi, che hanno provocato l'esondazione dei laghi Verbano e Ceresio. Ancora non è chiaro quando e perché avvengono eventi di questo genere, ma sembrano essere più probabili durante anni molto piovosi. Riassumendo, la diminuzione delle emissioni di SO<sub>2</sub>, e

Gli inquinanti emessi nell'atmosfera possono essere eliminati in modi diversi. Un importante meccanismo sono le precipitazioni. Vi è pure la deposizione secca (deposizione di particelle e deposizione di sostanze gassose), anche se quantitativamente meno rilevante. La deposizione di inquinanti dipende dalla meteorologia, dalla topografia, dalla superficie (es: presenza di vegetazione) e dalle reazioni chimiche nell'atmosfera.

Le precipitazioni al sud delle Alpi sono spesso causate da correnti sudoccidentali calde e umide, che passano sopra la Pianura Padana dove si arricchiscono di inquinanti per poi scontrarsi contro le Alpi e rilasciare l'umidità in forma di precipitazione [2]. È per questo che le precipitazioni sono particolarmente influenzate dall'inquinamento atmosferico transfrontaliero.



Profilo qualitativo sud-est (SE) – nord-ovest (NO) delle precipitazioni della zona del bacino idrografico del Lago Maggiore. F: profilo del vento (componente SE perpendicolare alle Alpi); H<sub>2</sub>O: profilo del contenuto di acqua; FxH<sub>2</sub>O; combinazione, quale flusso d'acqua diretto verso NO [3].

durante gli ultimi anni anche di  $\text{NO}_x$  e  $\text{NH}_3$  insieme all'aumento del numero di piogge con caratteristiche alcaline, hanno comportato una riduzione delle concentrazioni di acidità e un aumento del pH delle precipitazioni.

Per quanto riguarda le deposizioni, le tendenze temporali di solfato, nitrato, ammonio, cationi basici, bicarbonato e acidità sono simili a quelle appena discusse per le rispettive concentrazioni, con la differenza che le deposizioni sono maggiormente influenzate dai volumi delle precipitazioni. Infatti, durante il periodo molto piovoso 1998-2002 anche le deposizioni sono state maggiori.

Per informazioni più dettagliate vedi (<http://www.ti.ch/dt/da/spaa/uffpa/temi/aria/monitoraggio/risultati/risultati.htm> -> Colombo and Steingruber. 2010. Acidifying deposition in Southern Switzerland. Assessment of the trend 1988-2007. Environmental studies no. 1015. Federal Office for the Environment, Bern. 82 pp.).

Stazione di campionamento	Precipitazione effettiva (mm)	Precipitazione analizzata (mm)	Conducibilità 25°C ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	pH	$\text{Ca}^{2+}$		$\text{Mg}^{2+}$		$\text{Na}^+$		$\text{K}^+$		$\text{NH}_4^+$		$\text{HCO}_3^-$		$\text{SO}_4^{2-}$		$\text{NO}_3^-$		$\text{Cl}^-$		Acidità = $\text{H}^+ - \text{HCO}_3^-$	
					Concentrazione ( $\text{meq m}^{-3}$ )	Deposizione ( $\text{meq m}^{-2}$ )	Concentrazione n ( $\text{meq m}^{-3}$ )	Deposizione ( $\text{meq m}^{-2}$ )	Concentrazione ( $\text{meq m}^{-3}$ )	Deposizione ( $\text{meq m}^{-2}$ )	Concentrazione ( $\text{meq m}^{-3}$ )	Deposizione ( $\text{meq m}^{-2}$ )	Concentrazione ( $\text{meq m}^{-3}$ )	Deposizione ( $\text{meq m}^{-2}$ )	Concentrazione ( $\text{meq m}^{-3}$ )	Deposizione ( $\text{meq m}^{-2}$ )	Concentrazione ( $\text{meq m}^{-3}$ )	Deposizione ( $\text{meq m}^{-2}$ )	Concentrazione ( $\text{meq m}^{-3}$ )	Deposizione ( $\text{meq m}^{-2}$ )	Concentrazione ( $\text{meq m}^{-3}$ )	Deposizione ( $\text{meq m}^{-2}$ )	Concentrazione ( $\text{meq m}^{-3}$ )	Deposizione ( $\text{meq m}^{-2}$ )
Acquarossa	1048	926	9	5.6	19	19	5	5	5	5	2	2	29	24	13	14	19	19	23	24	5	5	-11	-11
Bignasco	1477	1263	9	5.4	15	23	3	4	4	6	1	2	26	39	5	8	17	25	25	37	4	6	-1	-1
Locarno Monti	1578	1436	13	5.3	21	33	4	7	6	10	2	3	39	61	8	13	26	41	34	54	5	8	-3	-5
Lugano	1179	906	12	5.4	19	23	4	4	5	6	4	5	42	49	13	16	23	28	34	40	5	5	-10	-12
Monte Brè	1179	618	10	5.2	17	20	4	5	6	7	2	3	24	27	11	12	16	19	24	29	6	7	-4	-4
Piotta	1269	1153	8	5.5	14	17	3	3	9	11	2	3	23	29	9	11	15	20	18	23	8	10	-5	-7
Robiei	2071	1653	7	5.5	21	43	2	4	2	5	1	2	21	44	13	28	13	28	19	39	2	4	-10	-21
Sonogno	1829	1487	9	5.5	13	40	3	12	5	10	2	5	29	64	11	41	16	35	22	47	4	9	-8	-34
Stabio	1239	1136	13	5.4	20	24	4	5	7	8	2	2	49	60	16	20	24	30	36	45	6	8	-12	-15

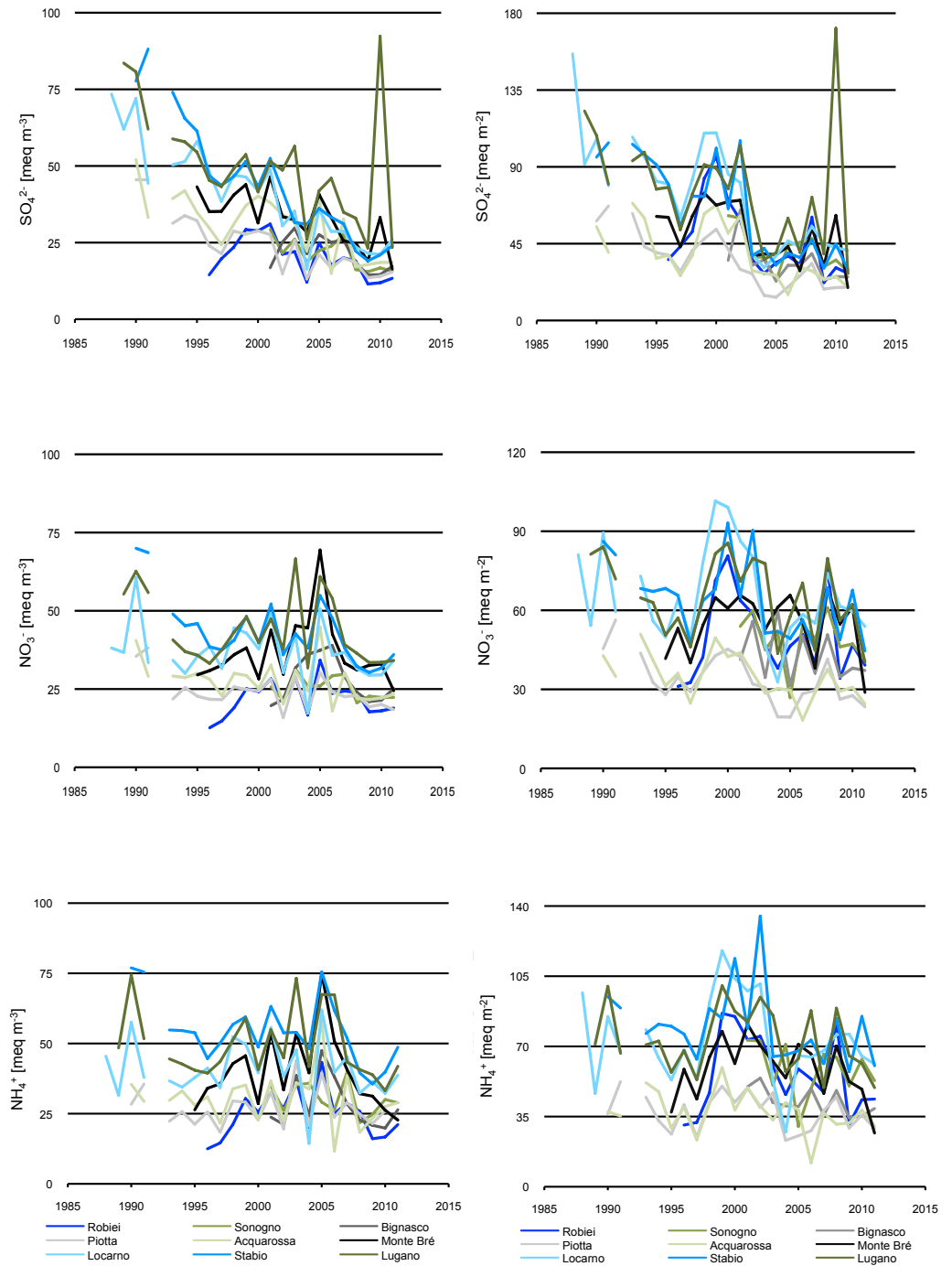
## Deposizioni umide

Figura 26: Variazioni temporali delle concentrazioni medie annue (a sinistra), e delle relative deposizioni (a destra) dei principali parametri chimici

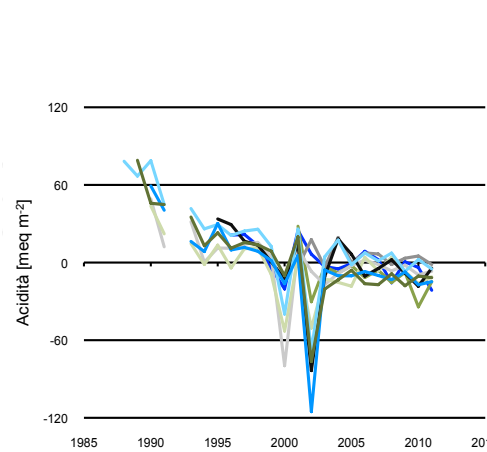
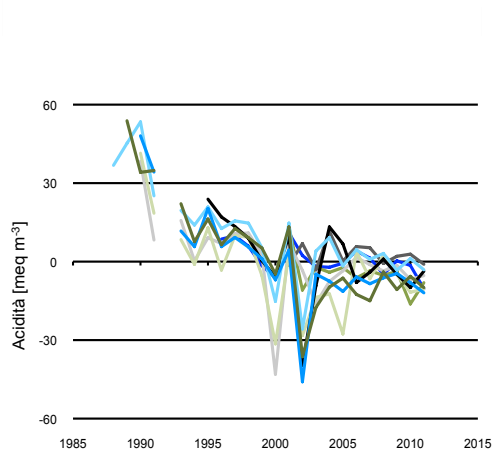
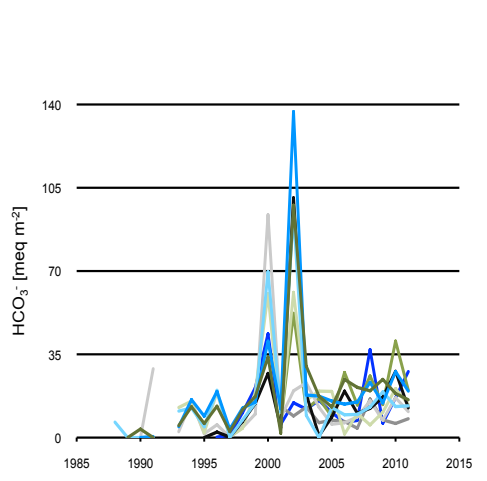
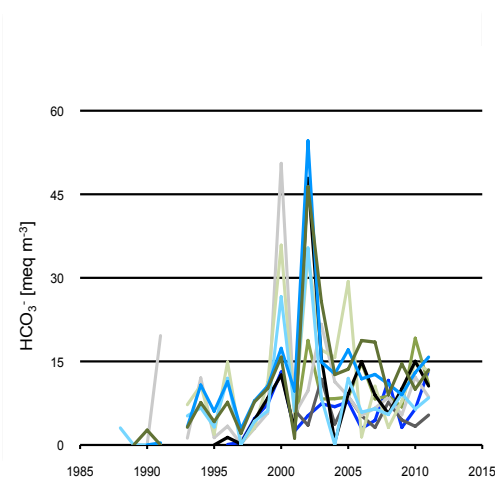
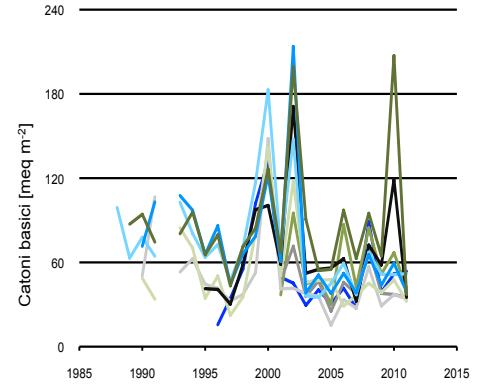
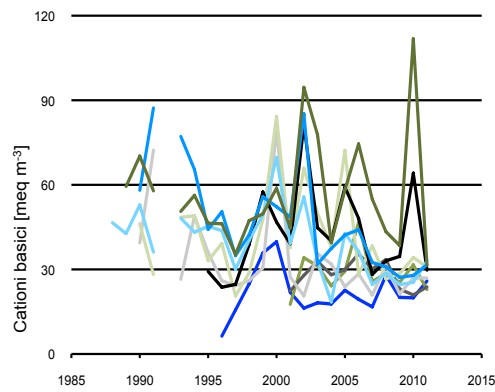
Le concentrazioni dei cationi basici corrispondono alla somma delle concentrazioni dei cationi basici non marini (calcio, magnesio e potassio).

Prima del 1988 i campionatori delle deposizioni non campionavano soltanto la parte umida ma anche quella secca.

I risultati di questi due periodi non dovrebbero essere dunque confrontati tra di loro.



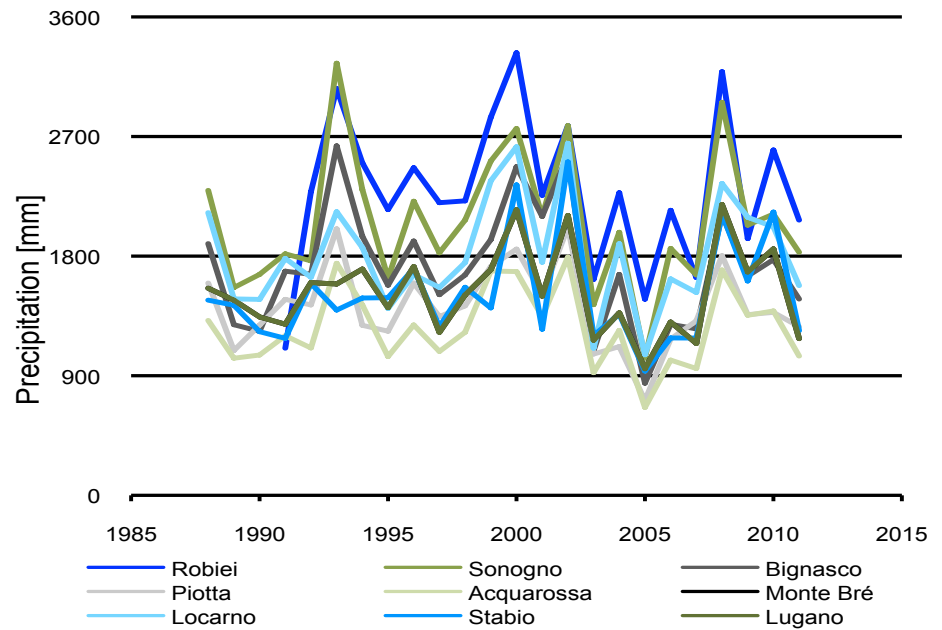
# Deposizioni umide



- |           |              |             |
|-----------|--------------|-------------|
| — Robiei  | — Sonogno    | — Bignasco  |
| — Piotta  | — Acquarossa | — Monte Bré |
| — Locarno | — Stabio     | — Lugano    |

## Deposizioni umide

Figura 27: Precipitazione annua; dati MeteoSvizzera

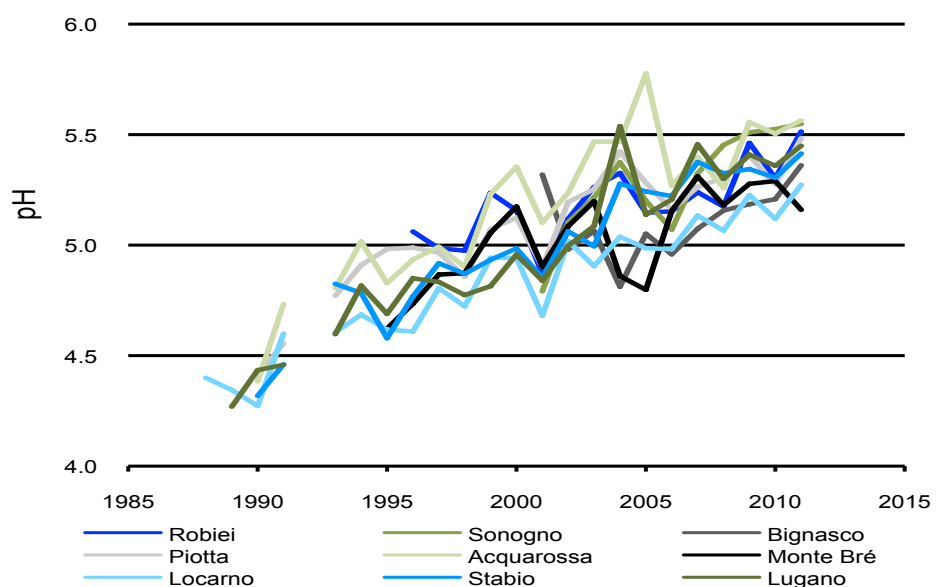


### In conclusione

La diminuzione delle emissioni di solfato insieme all'aumento della frequenza di precipitazioni alcaline hanno generato una diminuzione dell'acidità e un aumento del pH (figura 28).

Dalla fine degli anni 1980 all'inizio di questo millennio il pH medio annuo delle deposizioni umide a Locarno Monti e Lugano è aumentato da 4.3 a 5.1/5.3.

Figura 28: Variazione temporale del pH medio annuo



## Il progetto

Su mandato dell'Ufficio dell'aria, del clima e delle energie rinnovabili (UACER) del Canton Ticino, la ditta METEOTEST ha creato un'applicazione che contempla delle mappe interpolate dei principali inquinanti atmosferici sul territorio cantonale e del Grigione italiano, con lo scopo di poterle pubblicare online tramite il sito internet dell'Osservatorio ambientale della Svizzera italiana (OASI) [www.ti.ch/oasi](http://www.ti.ch/oasi), nonché attraverso la relativa applicazione per telefoni Smartphone.

Le attuali stazioni di misura della qualità dell'aria sono distribuite un po' su tutto il territorio cantonale, ma spesso solo sui fondovalle e nelle zone pianeggianti; questo per consentirne un facile accesso e perché gran parte della popolazione si concentra in quelle aree. Tale disposizione delle stazioni rende tuttavia difficile determinare le concentrazioni degli inquinanti in zone più discoste. Le cartine interpolate permettono quindi di colmare queste lacune e fornire dati attendibili anche per luoghi lontani dalle stazioni di misura.

## Metodologia

Il metodo di analisi utilizzato a tale scopo è quello dell'interpolazione numerica, che permette di individuare nuovi punti di un piano a partire da un insieme finito di punti dati, nell'ipotesi che tutti i punti siano correlati fra di loro. L'applicazione creata da METEOTEST fa proprio questo: partendo da un piccolo numero di valori dati (quelli delle stazioni di misura) determina dei valori plausibili per tutti gli altri punti del territorio.

## I diversi tipi di cartine interpolate

Gli inquinanti atmosferici presi in considerazione per la realizzazione delle cartine interpolate sono l'ozono ( $O_3$ ), il diossido d'azoto ( $NO_2$ ) e le polveri sottili (PM10).

Il mandato prevedeva la realizzazione di diversi tipi di cartine; da un lato sono state realizzate delle cartine in tempo reale, che mostrano la situazione attuale sul territorio, e dall'altro mappe che mostrano le medie annuali dei valori misurati per poter determinare l'evoluzione nel tempo delle concentrazioni dei diversi inquinanti. L'insieme delle cartine realizzate è riassunto qui di seguito:

- Media oraria -  $O_3$
- Media scivolata delle ultime 24 ore - PM10
- Media scivolata delle ultime 24 ore -  $NO_2$
- Indice di inquinamento dell'aria, valori orari
- Cartina dell'esposizione all'ozono delle foreste -  $O_3$
- Media annuale - PM10
- Media annuale -  $NO_2$

## L'indice di inquinamento dell'aria

L'indice di inquinamento dell'aria KBI (La sigla KBI viene dal tedesco "Kurzzeit-Luftbelastungs-Index", che significa indice di inquinamento dell'aria a breve termine) è definito dal Cercl'air, la Società svizzera dei responsabili della protezione dell'aria. Tale indice viene determinato a partire dalle concentrazioni di  $O_3$ ,  $NO_2$  e PM10, come illustrato nella tabella 1, in base alla quale è sempre l'agente inquinante dominante a determinarne il valore.

Oltre che per i tre inquinanti succitati, anche per il KBI è inoltre disponibile una cartina interpolata oraria, che ha lo scopo di illustrare l'inquinamento dell'aria indipendentemente dall'agente inquinante. Come è possibile vedere confrontando la cartina relativa al KBI (figura 32) con le mappe degli altri inquinanti (figure 30 e 31), l'indice in questa situazione - peraltro tipica nelle ore diurne dei mesi estivi - rispecchia la concentrazione dell'ozono, che nell'istante mostrato dalle cartine (24 agosto 2011 alle ore 14:00) era l'agente inquinante principale. Durante i mesi invernali, ed in particolare durante i periodi con frequenti inversioni termiche, sono invece prevalentemente le PM10 a fungere da inquinante principale, e quindi determinante per il KBI.

## Cartine interpolate degli inquinanti atmosferici: una novità per il Canton Ticino

Tabella 1: Indice di inquinamento dell'aria:  
a determinarlo è sempre l'inquinante con i  
valori più alti

KBI	Inquinamento	O <sub>3</sub> [μg/m <sup>3</sup> ]	NO <sub>2</sub> [μg/m <sup>3</sup> ]	PM10 [μg/m <sup>3</sup> ]
1	basso	0–100	0–30	0–20
2	moderato	101–120	31–80	21–50
3	marcato	121–180	81–120	51–75
4	alto	181–240	121–160	76–100
5	molto alto	>241	>161	>101

Per l'elaborazione di queste mappe interpolate METEOTEST utilizza tutti i dati sulle concentrazioni di O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> e PM10 disponibili nella banca dati svizzera delle immissioni (IDB Luft). Per tutti e tre gli inquinanti vengono presi in considerazione i dati dei cantoni TI, AR, BE, GR, LU, SZ, UR, VS e ZG, dove i dati extra-cantionali hanno ovviamente un peso molto esiguo.

La tabella 2 mostra quali stazioni di misura ticinesi e del Grigioni italiano vengono considerate per i vari inquinanti. Le stazioni di Locarno e Giubiasco non sono state considerate per la modellizzazione delle concentrazioni di O<sub>3</sub> a causa della loro localizzazione.

Tabella 2 : Stazioni di misura della Svizzera  
italiana e tipi di inquinante misurati per  
i quali è disponibile la rappresentazione  
grafica su cartina interpolata

	Stazione di misura	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PM10
TI	Bioggio	✓	✓	✓
	Bodio	✓	✓	✓
	Brione s. Minusio	✓	✓	✓
	Camignolo	nessuna misura	✓	nessuna misura
	Chiasso	✓	✓	✓
	Comano	✓	✓	✓
	Giubiasco	✗	✓	✓
	Locarno	✗	✓	✓
	Pregassona	✓	✓	✓
	Lugano Uni	✓	✓	✓
	Magadino	✓	✓	✓
	Mendrisio (A2)	✓	✓	✓
	Moleno (A2)	nessuna misura	✓	nessuna misura
GR	Castaneda	✓	nessuna misura	nessuna misura
	Mesocco (A13)	✓	✓	nessuna misura
	Roveredo	✓	nessuna misura	nessuna misura
	San Vittore	nessuna misura	✓	✓

## Metodologie differenti a seconda dell'inquinante

### NO<sub>2</sub> e PM10

Il procedimento applicato da METEOTEST per modellizzare le concentrazioni degli inquinanti differisce a dipendenza dell'inquinante in questione. Ciò è in particolare dovuto al fatto che l'ozono mostra una forte, il diossido d'azoto una moderata e le polveri fini una trascurabile dipendenza dall'altitudine.

Per ottenere una rappresentazione grafica dell'inquinamento atmosferico relativo a questi due inquinanti è innanzitutto necessario disporre di cartine interpolate delle medie annuali per le PM10 e NO<sub>2</sub>. Esse servono per determinare la distribuzione dei punti sulle cartine orarie. Le cartine annuali sono state realizzate nell'ambito di progetti dell'UFAM ed hanno una risoluzione di 200 m.

I valori misurati nelle diverse stazioni di misura vengono quindi confrontati con i valori medi annui delle cartine interpolate, attraverso un procedimento di calcolo descritto in maniera sommaria qui sotto e che porta ad una stima delle concentrazioni in tempo reale su ogni punto della carta.

Per ogni stazione di misura viene così calcolata la media scivolata delle ultime 24 ore a partire dai dati misurati. Per essere valida essa deve considerare almeno 19 medie orarie valide. Inoltre per ogni stazione viene calcolato un quoziente che corrisponde al rapporto tra il valore misurato nella stazione e il valore medio annuo della stessa.

Il quoziente di ogni stazione di misura viene quindi interpolato per ogni punto sulla cartina a partire dai dati delle 20 stazioni di misura più vicine.

Per l'interpolazione dei quozienti ognuna delle stazioni considerate viene ponderata con un fattore inversamente proporzionale alla distanza dal punto sulla cartina.

Utilizzando le cartine realizzate dall'UFAM il quoziente interpolato viene quindi moltiplicato per il valore medio annuo di quel punto e questo procedimento viene ripetuto per ogni punto all'interno dei confini cantonali, ottenendo così una stima del valore medio orario (per NO<sub>2</sub>) e giornaliero (per le PM10) per ogni punto sulla mappa.

### Ozono

La metodologia per calcolare i valori dell'ozono è differente da quella illustrata per il diossido d'azoto e le polveri sottili. I valori orari in un punto qualsiasi del territorio vengono infatti interpolati direttamente dai valori delle 20 stazioni più vicine. Il valore ottenuto viene poi ponderato in base alla differenza di quota tra queste stazioni ed il punto in questione.

Non essendoci al momento in Ticino stazioni di misura dell'ozono situate ad altitudini elevate, il modello di METEOTEST fornirebbe per l'ozono dei valori attendibili solo nei fondovalle ed in pianura, mentre i valori interpolati delle zone più elevate differiscono sensibilmente dai valori reali, in particolar modo nei pomeriggi estivi con una concentrazione di ozono alta. Sostanzialmente i valori in quota risulterebbero quindi essere troppo elevati e non realistici. Allo scopo di venire a capo di questo inconveniente, sono perciò state create delle stazioni virtuali a quote più alte di quelle esistenti. A queste stazioni virtuali vengono attribuiti dei valori ricavati dalle analisi dei valori dell'estate 2010 e dei mesi di aprile e maggio 2011, e che utilizzano come riferimento le misure della stazione di Brione s. Minusio, che è peraltro l'unica stazione della rete cantonale a non trovarsi direttamente su un fondovalle. Il valore misurato a Brione viene moltiplicato con un fattore di correzione che varia a dipendenza dell'altitudine, in modo da ottenere una stima attendibile delle concentrazioni di ozono a differenti altitudini.

I procedimenti descritti sopra portano così ad un risultato come quello rappresentato nella figura 31.

### Conclusione

Per tutti e tre gli inquinanti è ben visibile l'alta risoluzione spaziale delle concentrazioni. I valori di NO<sub>2</sub> diminuiscono rapidamente con la distanza dai principali assi di transito, mentre le concentrazioni di ozono diminuiscono soprattutto con la differenza di altezza dalle zone pianeggianti e dai fondovalle. Per le PM10 si osserva invece una dipendenza delle concentrazioni sia dall'altitudine che dalla distanza dalle principali vie di transito.

## Cartine interpolate degli inquinanti atmosferici: una novità per il Canton Ticino

Figura 29: Esempio di cartine interpolate così come fornite da METEOTEST indicanti i valori medi delle ultime 24 ore per il diossido d'azoto (a) e le polveri sottili (b)

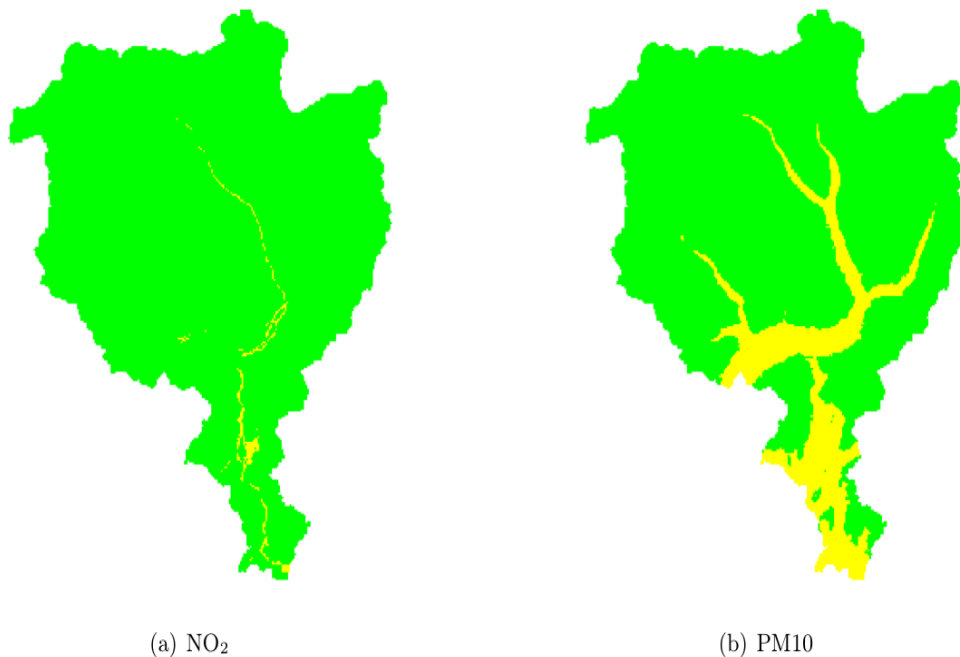


Figura 30: Esempio di cartine interpolate indicanti i valori medi delle ultime 24 ore per il diossido d'azoto (a) e le polveri sottili (b) con aggiunti i confini, la topografia, i laghi e gli assi autostradali del Cantone. Queste cartine, incluse le informazioni sottostanti, vengono così pubblicate sul sito internet dell'OASI

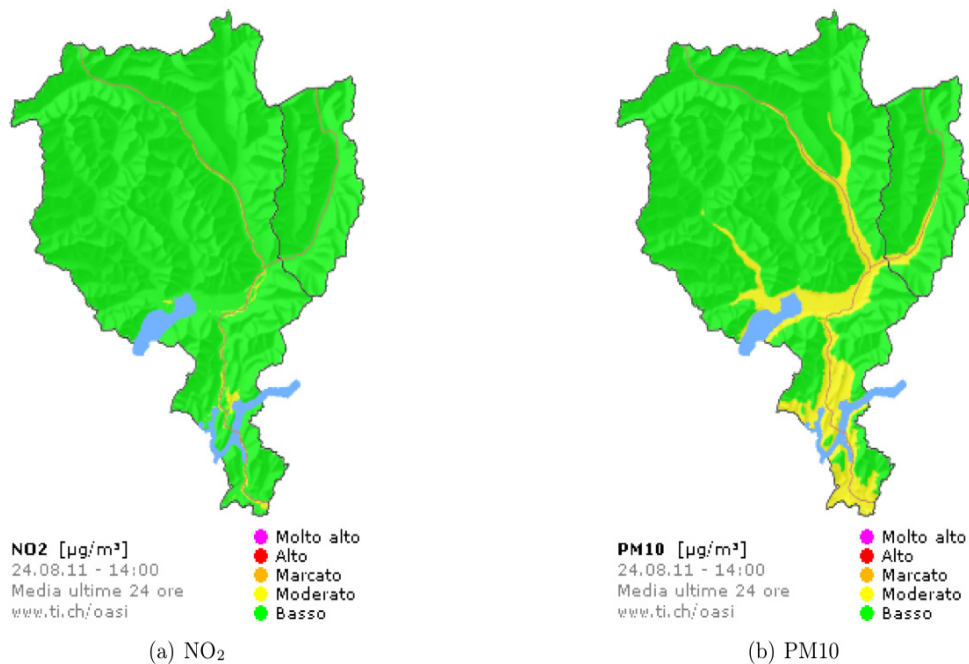


Figura 31: esempio di cartina interpolata indicante il valore medio orario per l'ozono, così come fornita da METEOTEST (a) e come pubblicata sul web (b)

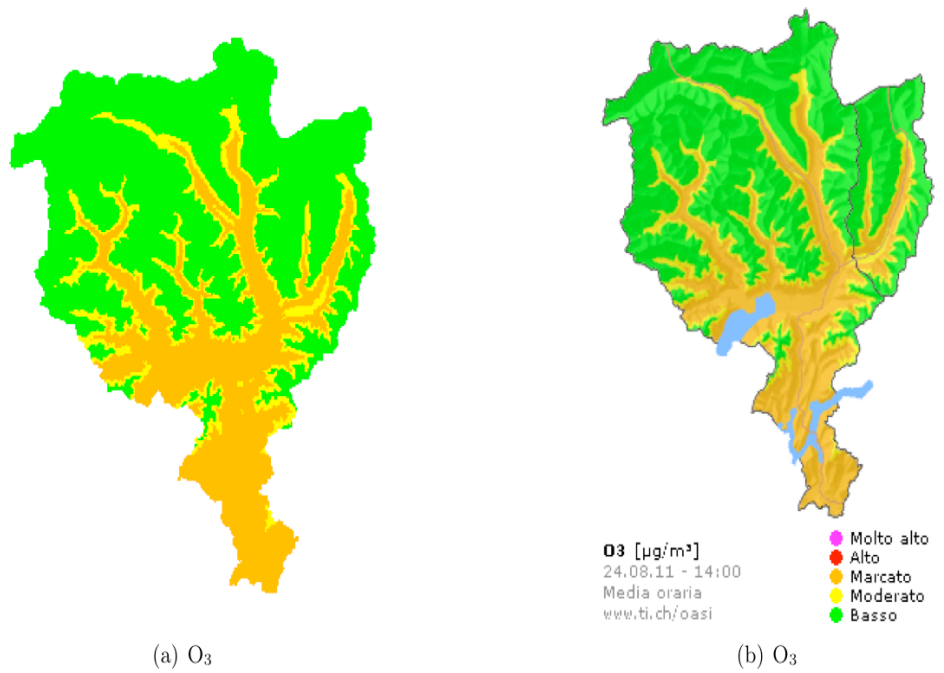
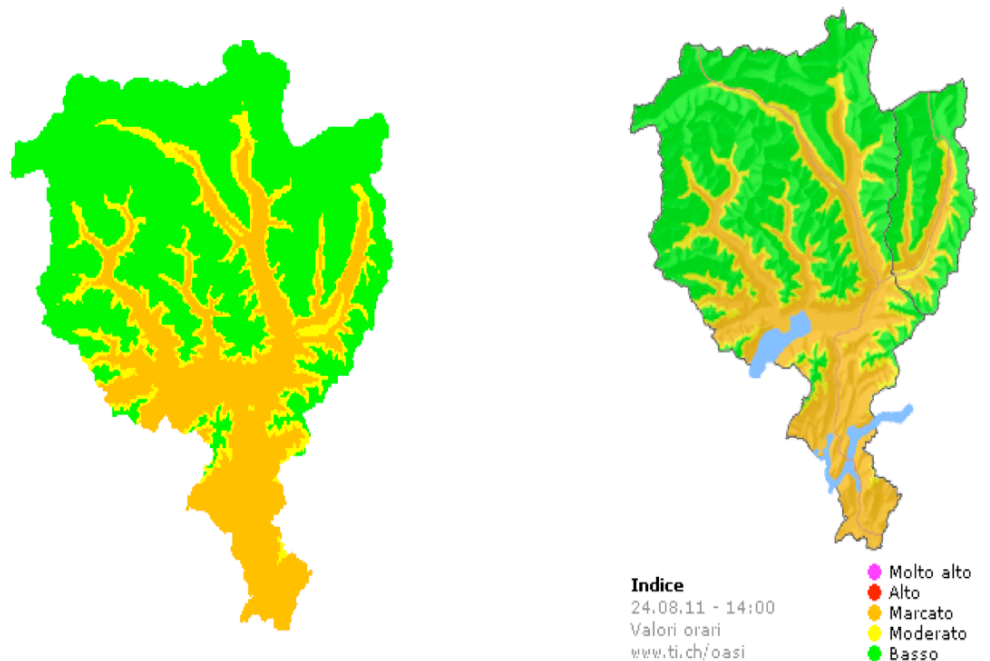
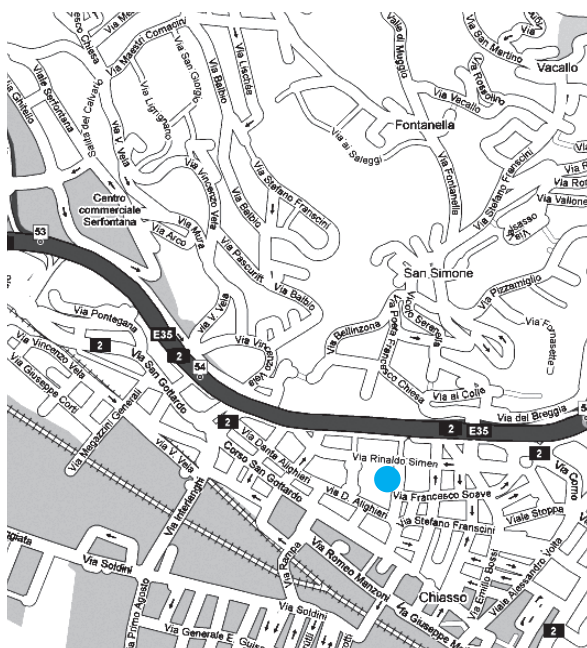


Figura 32: esempio di cartine interpolate indicanti il valore medio orario dell'indice d'inquinamento dell'aria, KBI. Nella situazione illustrata l'agente inquinante dominante è l'ozono, per questo la mappa del KBI rispecchia quella dell'ozono (cfr. figura 31)





## Chasso



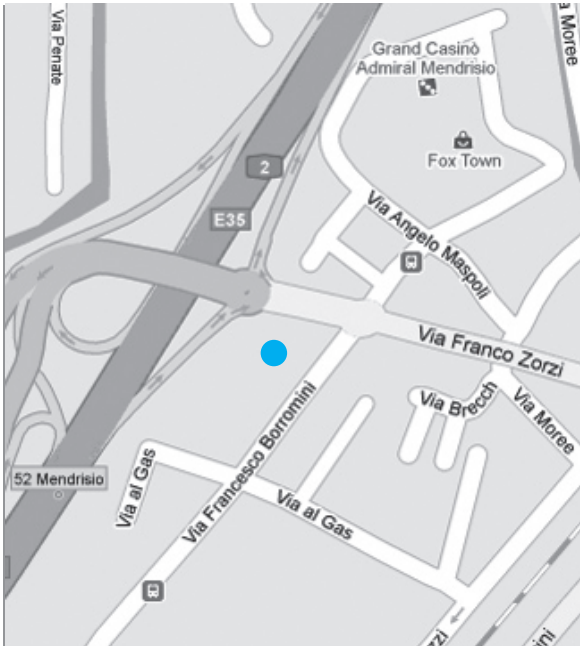
Centro città, lungo via fortemente trafficata.

Coordinate (x/y): 723.45 / 77.45  
Quota (m s.l.m.): 230

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.

	Unità	Limite	2011	vs 2010
<b>Diossido di azoto (NO<sub>2</sub>)</b>				
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	30	44	↗
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m <sup>3</sup>	100	93	↘
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	80	97	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	24	↗
<b>Ozono (O<sub>3</sub>)</b>				
Media oraria massima	µg/m <sup>3</sup>	120	244	↘
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	681	↗
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m <sup>3</sup>	100	184	↘
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	8	↗
<b>Polveri sottili (PM10)</b>				
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	20	38	↗
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	50	144	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	87	↗
<b>Piombo nelle polveri sottili (PM10)</b>				
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	0.5	n.r.	-
<b>Cadmio nelle polveri sottili (PM10)</b>				
Media annua	ng/m <sup>3</sup>	1.5	n.r.	-
<b>Diossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)</b>				
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	30	n.r.	-
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m <sup>3</sup>	100	n.r.	-
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	100	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-
<b>Monossido di carbonio (CO)</b>				
Media giornaliera massima	mg/m <sup>3</sup>	8	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-

n.r.: non rilevato



### Mendrisio



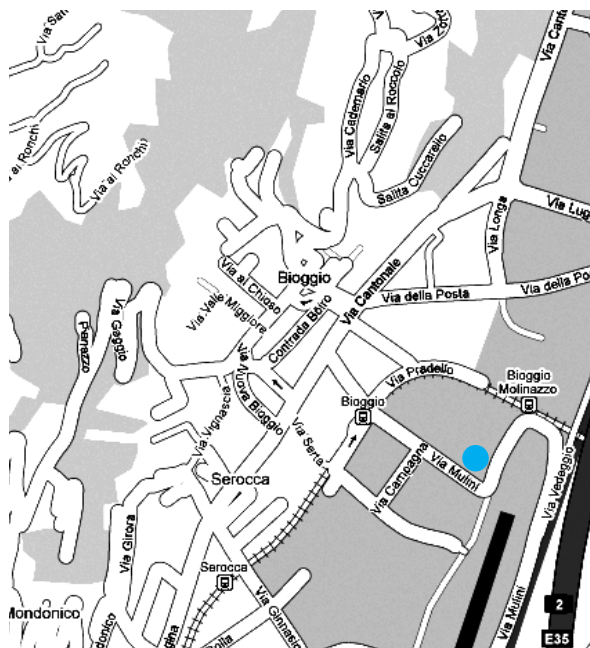
Centro città, lungo via fortemente trafficata.

Coordinate (x/y): 719.48 / 81.340  
Quota (m s.l.m.): 320

La stazione di analisi è ubicata sul piazzale del centro manutenzione autostrade, in prossimità dello svincolo autostradale di Mendrisio. La qualità dell'aria nella zona è dunque particolarmente influenzata dal traffico autostradale e cittadino, quasi sempre molto intenso e caratterizzato da un'importante quota di veicoli esteri.

Diossido di azoto (NO <sub>2</sub> )	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	30	47	↗
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m <sup>3</sup>	100	99	↘
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	80	93	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	12	↗
Ozono (O <sub>3</sub> )	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media oraria massima	µg/m <sup>3</sup>	120	296	↗
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	779	↗
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m <sup>3</sup>	100	205	↘
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	8	↗
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	20	36	↗
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	50	129	→
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	82	↗
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	0.5	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	ng/m <sup>3</sup>	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	30	n.r.	-
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m <sup>3</sup>	100	n.r.	-
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	100	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-
Monossido di carbonio (CO)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media giornaliera massima	mg/m <sup>3</sup>	8	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-

n.r.: non rilevato



## Bioggio



Località mediamente popolata, con considerevole presenza industriale.

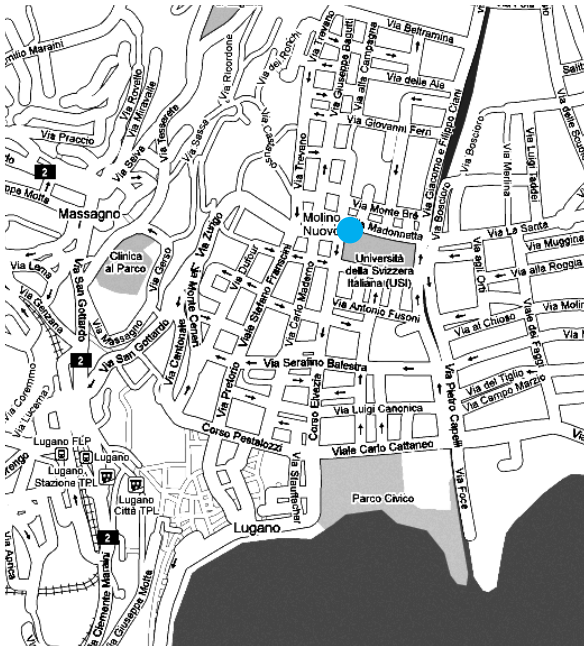
Coordinate (x/y): 714.15 / 96.65

Quota (m s.l.m.): 290

La stazione di rilevamento di Bioggio è situata nella zona industriale presso l'aeroporto di Agno. Alle emissioni degli impianti stazionari, si aggiungono quelle del traffico aereo e quelle dell'autostrada (A2) e degli assi stradali tra Lugano a Ponte Tresa.

Diossido di azoto (NO <sub>2</sub> )	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	30	39	↗
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m <sup>3</sup>	100	88	↗
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	80	90	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	2	→
Ozono (O <sub>3</sub> )	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media oraria massima	µg/m <sup>3</sup>	120	277	↗
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	583	↗
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m <sup>3</sup>	100	171	↘
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	8	↗
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	20	32	↗
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	50	134	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	54	↗
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	0.5	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	ng/m <sup>3</sup>	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	30	n.r.	-
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m <sup>3</sup>	100	n.r.	-
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	100	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-
Monossido di carbonio (CO)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media giornaliera massima	mg/m <sup>3</sup>	8	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-

n.r.: non rilevato



## Lugano NABEL



Centro città, nei pressi di una strada trafficata.

Coordinate (x/y): 717.6 / 96.6

Quota (m s.l.m.): 280

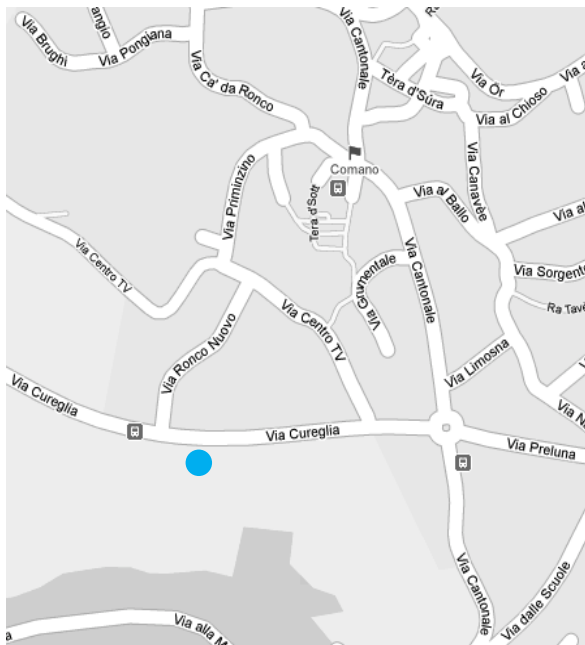
La stazione di analisi si trova sull'areale dell' Università della Svizzera Italiana, nei pressi di una strada trafficata. Riporta quindi la qualità dell'aria dovuta alle attività cittadine, principalmente gli impianti di riscaldamento e il traffico locale.

Diossido di azoto (NO <sub>2</sub> )	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	30	34	↗
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m <sup>3</sup>	100	77	↘
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	80	96	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	1	↘
Ozono (O <sub>3</sub> )	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media oraria massima	µg/m <sup>3</sup>	120	283	↗
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	683	↗
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m <sup>3</sup>	100	194	↘
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	8	↗
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	20	21	→
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	50	82	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	11	↘
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	0.5	0.01	→
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	ng/m <sup>3</sup>	1.5	0.17	↗
Diossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	30	4	↗
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m <sup>3</sup>	100	n.r.	-
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	100	14	→
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	→
Monossido di carbonio (CO)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media giornaliera massima	mg/m <sup>3</sup>	8	1	→
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	→
Polveri ultrafini (PM2.5)*	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	-	18	-
Numero di particelle	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	p/cm <sup>3</sup>	-	17853	↗

Fonte: UFAM/NABEL

n.r.: non rilevato

\* a partire dal 2011 vengono misurate le PM2.5 al posto delle PM1



## Comano



Località mediamente popolata

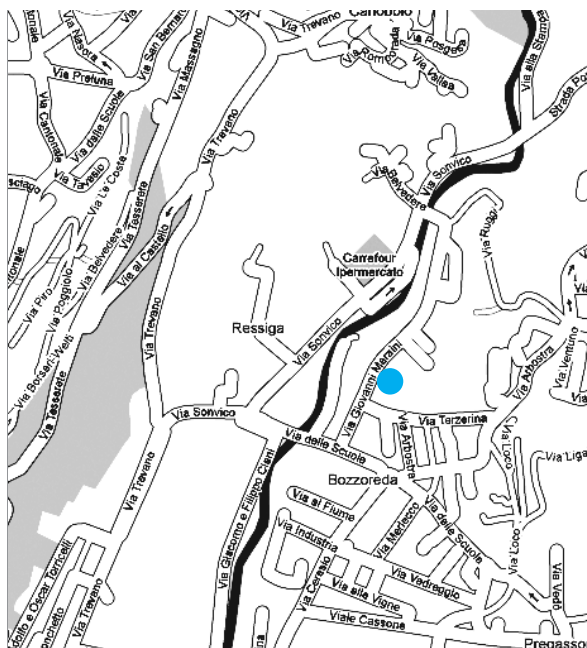
Coordinate (x/y): 717.18 / 99.02

Quota (m s.l.m.): 446

La stazione di rilevamento di Comano è situata sul sedime del parcheggio del Centro TV, in una zona collinare a fianco della strada cantonale. Essa è ubicata a poche centinaia di metri dal camino di espulsione dell'aria viziata della galleria Vedeggio-Cassarate.

Diossido di azoto (NO <sub>2</sub> )	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	30	24	→
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m <sup>3</sup>	100	68	→
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	80	87	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	1	↘
Ozono (O <sub>3</sub> )	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media oraria massima	µg/m <sup>3</sup>	120	273	↗
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	762	↘
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m <sup>3</sup>	100	185	↘
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	8	↗
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	20	26	↗
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	50	128	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	29	↗
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	0.5	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	ng/m <sup>3</sup>	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	30	n.r.	-
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m <sup>3</sup>	100	n.r.	-
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	100	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-
Monossido di carbonio (CO)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media giornaliera massima	mg/m <sup>3</sup>	8	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-

n.r.: non rilevato



## Pregassona



Periferia, nei pressi di una strada poco trafficata.

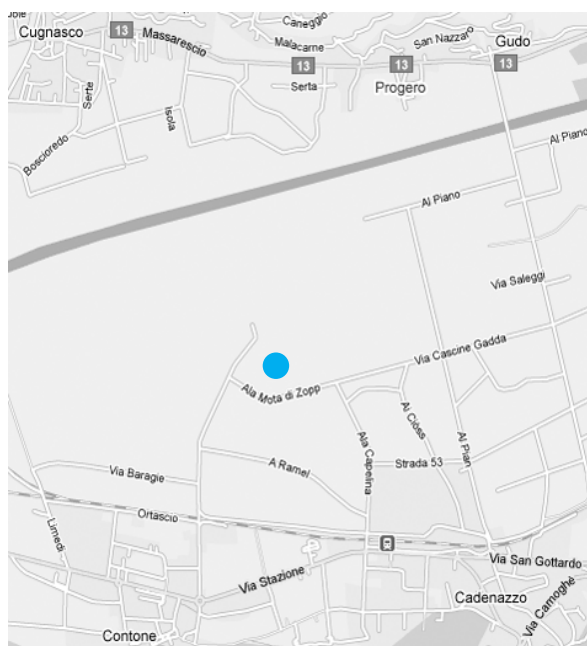
Coordinate (x/y): 718.38 / 98.30  
Quota (m s.l.m.): 305

La stazione di misura si trova alla periferia di Lugano, nei pressi del portale, lato Cassarate, della galleria Vedeggio Cassarate al fine di monitorare l'effetto del cambiamento dei regimi di traffico e l'applicazione delle misure fiancheggiatrici previste dal Piano di risanamento dell'aria (PRAL).

Diossido di azoto (NO <sub>2</sub> )	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	30	26	↘
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m <sup>3</sup>	100	63	↘
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	80	75	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	↘
Ozono (O <sub>3</sub> )	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media oraria massima	µg/m <sup>3</sup>	120	271	↗
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	653	↗
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m <sup>3</sup>	100	181	↘
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	8	↗
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	20	23	↗
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	50	74	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	14	↗
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	0.5	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	ng/m <sup>3</sup>	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	30	n.r.	-
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m <sup>3</sup>	100	n.r.	-
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	100	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-
Monossido di carbonio (CO)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media giornaliera massima	mg/m <sup>3</sup>	8	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-

n.r.: non rilevato





### Magadino NABEL

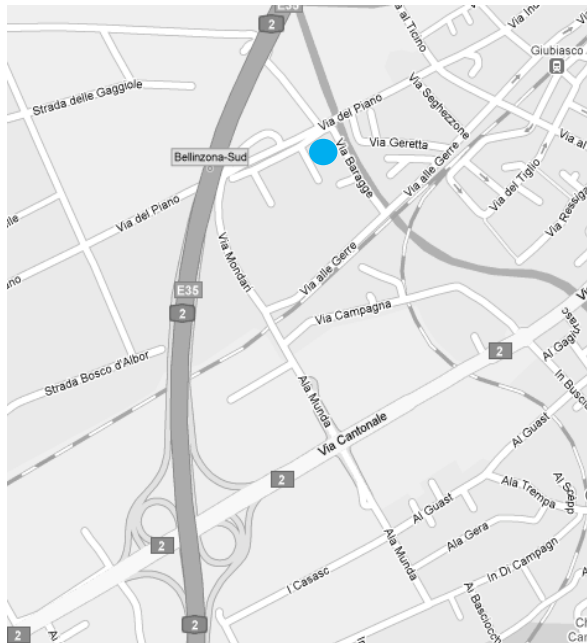
Zona rurale fuori località.

Coordinate (x/y): 715.50 / 113.20  
Quota (m s.l.m.): 200

Entrata in funzione nel 1991, la stazione di misura di Magadino è situata su di una superficie ad uso prevalentemente agricolo, distante circa 1 km dalla strada cantonale Cadenazzo-Locarno. Riporta quindi la qualità dell'aria in una zona rurale situata a bassa quota, con frequenti inversioni termiche e di conseguenza con uno scarso ricambio d'aria durante il periodo invernale.

Diossido di azoto (NO <sub>2</sub> )	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	30	21	➔
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m <sup>3</sup>	100	53	➔
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	80	56	➔
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	➔
Ozono (O <sub>3</sub> )	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media oraria massima	µg/m <sup>3</sup>	120	234	➔
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	540	➔
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m <sup>3</sup>	100	169	➔
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	8	➔
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	20	24	➔
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	50	108	➔
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	18	➔
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	0.5	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	ng/m <sup>3</sup>	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	30	2	➔
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m <sup>3</sup>	100	n.r.	-
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	100	8	➔
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	➔
Monossido di carbonio (CO)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media giornaliera massima	mg/m <sup>3</sup>	8	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-
Numero di particelle	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	p/cm <sup>3</sup>	-	n.r.	-

Fonte: UFAM/NABEL  
n.r.: non rilevato



## Giubiasco



Località mediamente popolata con presenza industriale.

Coordinate (x/y): 720.18 / 114.57

Quota (m s.l.m.): 248

La stazione di rilevamento di Giubiasco è situata sul sedime di uno stabile cantonale a fianco della strada principale. Essa è ubicata a 200 metri in linea d'aria dall'impianto cantonale di termovalorizzazione dei rifiuti, ICTR e a ridosso della zona residenziale con le prime abitazioni del Comune di Giubiasco.

	Unità	Limite	2011	vs 2010
<b>Diossido di azoto (NO<sub>2</sub>)</b>				
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	30	29	→
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m <sup>3</sup>	100	64	→
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	80	69	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	→
<b>Ozono (O<sub>3</sub>)</b>				
Media oraria massima	µg/m <sup>3</sup>	120	212	↗
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	360	↘
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m <sup>3</sup>	100	158	↘
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	6	→
<b>Polveri sottili (PM10)</b>				
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	20	33	↗
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	50	149	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	60	↗
<b>Piombo nelle polveri sottili (PM10)</b>				
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	0.5	n.r.	-
<b>Cadmio nelle polveri sottili (PM10)</b>				
Media annua	ng/m <sup>3</sup>	1.5	n.r.	-
<b>Diossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)</b>				
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	30	n.r.	-
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m <sup>3</sup>	100	n.r.	-
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	100	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-
<b>Monossido di carbonio (CO)</b>				
Media giornaliera massima	mg/m <sup>3</sup>	8	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-
<b>Numero di particelle</b>				
Media annua	p/cm <sup>3</sup>	-	n.r.	-

n.r.: non rilevato





## Brione s. Minusio



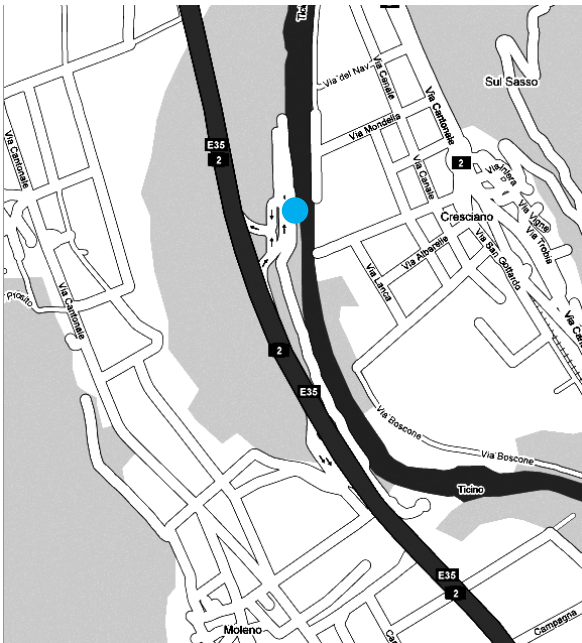
Località rurale e collinare.

Coordinate (x/y): 706.00 / 115.65  
Quota (m s.l.m.): 480

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.

Diossido di azoto (NO <sub>2</sub> )	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	30	12	↗
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m <sup>3</sup>	100	36	↗
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	80	63	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	→
Ozono (O <sub>3</sub> )	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media oraria massima	µg/m <sup>3</sup>	120	208	↗
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	707	↗
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m <sup>3</sup>	100	168	↘
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	8	↗
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	20	17	↗
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	50	103	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	3	↘
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	0.5	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	ng/m <sup>3</sup>	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	30	n.r.	-
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m <sup>3</sup>	100	n.r.	-
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	100	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-
Monossido di carbonio (CO)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media giornaliera massima	mg/m <sup>3</sup>	8	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-

n.r.: non rilevato



## Moleno



Fuori località, lungo via fortemente trafficata.

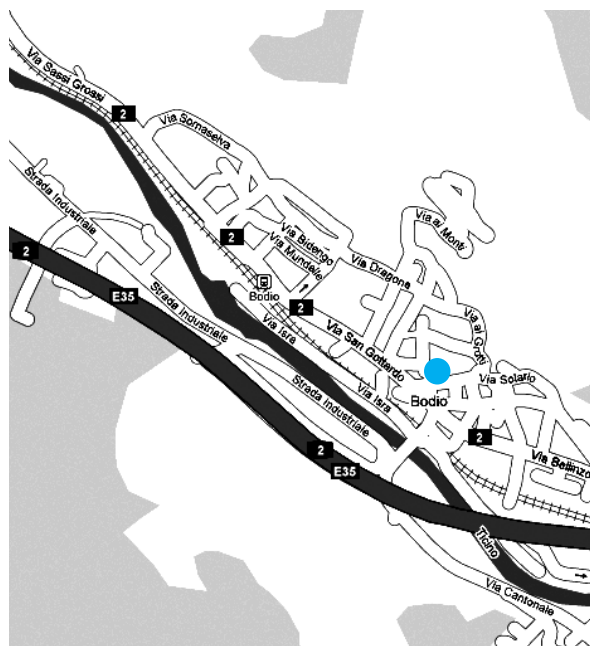
Coordinate (x/y): 719.92 / 126.57

Quota (m s.l.m.): 250

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.

Diossido di azoto (NO <sub>2</sub> )	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	30	50	↗
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m <sup>3</sup>	100	97	↗
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	80	90	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	14	↘
Ozono (O <sub>3</sub> )	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media oraria massima	µg/m <sup>3</sup>	120	n.r.	-
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	n.r.	-
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m <sup>3</sup>	100	n.r.	-
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	n.r.	-
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	20	26	↗
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	50	141	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	31	↗
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	0.5	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	ng/m <sup>3</sup>	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	30	n.r.	-
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m <sup>3</sup>	100	n.r.	-
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	100	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-
Monossido di carbonio (CO)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media giornaliera massima	mg/m <sup>3</sup>	8	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-
Numero di particelle	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	p/cm <sup>3</sup>	-	32947	↗

n.r.: non rilevato



### Bodio



Località mediamente popolata, con considerevole presenza industriale.

Coordinate (x/y): 713.35 / 137.30  
Quota (m s.l.m.): 320

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.

Diossido di azoto (NO <sub>2</sub> )	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	30	32	↗
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m <sup>3</sup>	100	69	→
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	80	63	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	↘
Ozono (O <sub>3</sub> )	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media oraria massima	µg/m <sup>3</sup>	120	175	↘
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	255	↘
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m <sup>3</sup>	100	151	↘
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	6	↗
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	20	25	↗
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	50	98	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	16	↗
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	500	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	ng/m <sup>3</sup>	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media annua	µg/m <sup>3</sup>	30	20	↗
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m <sup>3</sup>	100	63	↗
Media giornaliera massima	µg/m <sup>3</sup>	100	112	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	1	↗
Monossido di carbonio (CO)	Unità	Limite	2011	vs 2010
Media giornaliera massima	mg/m <sup>3</sup>	8	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-

n.r.: non rilevato

# I dati dei campionatori passivi NO<sub>2</sub>

## RETE STANDARD

Distretto	Comune	Luogo	Coordinate	91	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10*	11	
Bellinzonese	Bellinzona	Al Portone	721.9/117.0					59	55	51	45	51	51	50	47	48	49	41	41	47	50	
		Cast. Montebello	722.8/116.8	26	23	23	22	21	21	21	18	23	21	17	15	16	16	13	14	14	14	19
		Via Vallone	722.7/118.3	45	39	35	36	38	36	34	31*	34	36	29	25	25	25	22	28	26	26	33
	Cadenazzo	Stazione FFS	716.2/112.3	64	52	44	47	51	48	46	41	41	45	43	42	40	40	36	39	42	49	
		SFEA	715.4/113.2	31	25	22	23	23	23	22	20	25	22	20	19	19	15	14	15	15	15	21
	Moleno	Autostrada, D	720.5/125.5	52	47	44	44	46	44	46	38	42	42	32	35	32	32	28	29	33	39	
V. di Blenio	Olivone	Olivone paese	715.1/154.3	14	12	10	11	11	11	11	9	10	11	10	8	5	7	-	-	-	-	
Leventina	Airolo	Airolo paese	690.1/153.7	36	35	31	31	30	33	32	27*	30	28	24	24	25	23	23	23	24	26	
		Bodio	Casa comunale	713.4/137.3	42	37	33	33	34	32	35	-	32	31	22	26	27	24	24	22	27	32
		Parco	713.1/137.7	33	32	26	27	29	27	28	24	28	28	22	22	22	19	18	18	20	21	
		AET	712.3/137.7											32	30	36	33	30	29	31	37	
	Dalpe	Municipio	702.6/147.9								5	8	8	7	9	6	5	5	5	6	-	
Locarnese	Ascona	Via Locarno	703.1/113.4	32	27	26	25	25	25	25	22*	23	20	20	18	18	16	15	15	17	18	
		Gordola	Scuola media	710.1/114.5	36	29	27	27	28	27	25	23*	26	28	24	24	24	20	19	18	19	23
		Anacquaria	709.2/115.5		31	26	25	26	24	23	21	25	22	20	21	19	17	15	15	17	19	
		Locarno	Casa comunale	704.8/114.1	47	38	36	36	38	36	32	28	34	29	27	28	25	23	21	24	22	24
			ISM Monti	704.1/114.4	28	27	21	20	23	20	20	19*	22	18	18	19	17	14	15	18	16	16
			Via Bastoria	703.3/113.8		30	25	26	28	26	26	23	25	22	21	21	20	18	18	19	19	19
		Minusio	Via S. Gottardo	706.1/114.8	69	55	50	47	52	47	48	40	45	45	41	38	41	36	34	33	36	38
			Polizia	706.2/114.7		37	29	28	30	27	28	25	26	29	23	26	24	20	17	19	18	23
			Via R. Simen	706.2/114.6		49	38	34	37	32	33	31	33	33	26	27	29	31	27	28	28	31
		Muralto	Via Serodine	705.6/114.5																		39
Luganese	Agno	Casa comunale	713.1/95.0	70	59	50	49	55	49	50	41	49	46	38	39	44	36	31	31	38	44	
		Stazione FLP	713.3/94.9	49	43	38	40	41	37	43*	31	32	38	22	29	25	23	21	25	23	28	
		Bedigliora	Scuola media	708.7/95.5	16	15	13	13	14	12	13	10*	15	13	11	13	10	9	9	12	9	-
		Bioggio	Casa comunale	713.8/97.0	36	31	29	27	29	25	26	24*	27	25	20	21	23	17	18	21	19	22
		Bosco L.	Parco giochi	713.9/98.3	25	20	20	16	19	16	18	15	19	18	17	21	14	12	-	-	-	-
		Canobbio	Stabile PTT	718.2/99.3	37	32	28	26	29	28	27	23	28	23	22	23	20	17	15	19	18	21
			Ex-Jumbo	718.4/98.7												27	26	30	30	31	35	35
		Lugano	Brè	720.5/96.5	18	13	14	12	12	11	11	10	12	12	9	19	9	8	7	7	8	9
			Lab. cant. igiene	717.8/96.4	45	42	37	37	39	35	36	33	36	32	23	34	31	27	25	26	26	32
			Polizia comun.	717.1/95.8	63	57	51	52	54	48	47	41	47	41	35	40	41	34	32	36	37	42
			PTT Besso	716.8/96.0	80	68	61	61	64	58	56	53	58	50	40	44	46	42	38	40	40	45
			Stadio	717.9/98.1	45	39	34	34	40	36	35	32*	36	32	26	31	32	26	27	27	27	32
			UTC	717.2/95.8	77	64	56	57	35	57	57	51	52	47	34	45	47	42	38	45	46	50
		Manno	Azienda elettr.	714.9/98.5	58	38	42	43	45	40	41	34*	41	45	32	36	36	33	29	31	34	39
			Cairello	714.4/98.3	37	23	22	24	30	23	22	18	25	23	22	20	18	16	15	15	16	19
	Massagno	Chiesa S. Lucia	716.5/96.8	53	46	39	40	41	38	37	32	37	34	29	31	31	27	23	23	27	34	
		Paradiso	Scuole elemen.	716.85/94.3	62	52	43	47	47	44	44	38	45	40	31	34	34	34	30	31	36	40
	Ponte Tr.	FLP/Municipio	710.3/92.0	44	43	38	40	38	35	34	32	33	33	28	27	27	23	22	22	25	32	
		Dogana	710.1/91.6	60	52	46	45	45	43	40	32	40	38	32	33	35	29	37	26	32	37	
		Campo sport.	710.0/91.8									34	27	26	20	21	21	19	16	20	18	22
	Sorengo	Casa comunale	716.1/95.2	43	38	35	34	34	32	30	27	32	28	23	25	25	21	19	20	21	25	
	Taverne	Torricella	715.5/102.6	44	41	35	35	36	34	36	31	34	32	24	27	29	24	23	23	23	29	
	Veza	Afer	715.7/98.1	50	42	39	39	41	37	35	28	37	36	30	32	35	28	29	29	26	34	
		Campagnora	715.2/98.2	51	38	34	36	38	33	43*	-	36	34	28	31	30	28	22	28	27	33	
		San Martino	716.3/97.9	33	28	-	25	25	22	24	22*	25	23	20	29	19	17	13	17	16	19	

\*: dati incompleti

## RETE STANDARD (CONTINUAZIONE)

Distretto	Comune	Luogo	Coordinate	91	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10*	11	
Mendrisiotto	Balerna	Casa comunale	721.9/78.6	54	47	39	39	38	40	37	33	40	34	26	31	35	29	27	29	30	35	
	Bissone	Via Collina 15	718.4/89.5												30	29	24	24	26	25	29	
		Via Arogno 2	718.4/90.0													26	24	21	19	20	21	-
		Via Collina P	718.3/90.1													39	32	30	27	28	24	-
Capolago	Casa comunale	719.6/84.3	71	60	51	55	51	51	47	41*	51	45	32	39	39	37	31	32	36	41		
Chiasso	Polizia canton.	723.9/76.9	67	54	48	49	49	52	44	37	48	43	36	40	44	38	36	39	45	46		
	S. Stefano	721.6/76.6	30	27	24	23	25	23	23	23	25	22	20	21	18	16	13	15	17	19		
	Stadio	722.5/77.0	42	35	37	30	30	28	28	28*	30	29	24	26	24	21	20	22	22	25		
	Viale Galli	723.4/77.6	98	80	72	70	68	69	63	59*	53	47	40	42	45	37	35	40	44	51		
Coldrerio	Via S. Apollonia	720.3/79.5	69	55	47	50	48	48	46	39	45	43	34	34	38	36	30	33	39	44		
Ligornetto	Quadretto	718.4/80.6	42	34	32	29	34	35	34	32	36	32	27	29	28	24	20	20	23	29		
	Mendrisio	Brech	719.6/81.4	55	49	41	42	43	41	43	34*	44	38	32	35	33	30	28	29	30	40	
Stazione FFS		719.7/80.9	65	48	46	49	48	47	46	42*	45	43	33	37	43	35	31	34	36	43		
Scuole		720.0/80.5	39	38	32	31	30	32	31	29*	33	28	23	26	28	22	22	23	23	28		
Morbio Inf.	Via Cereghetti	722.7/79.2	38	32	28	30	28	27	26	25	30	29	22	24	25	19	19	25	19	26		
Novazzano	Casa comunale	719.9/77.9	44	39	33	33	35	32	32	29	34	29	25	30	27	19	20	20	18	26		
	Riva S. Vit.	Scuole	719.0/84.6	46	36	31	31	29	29	31	26	35	31	24	29	28	19	23	24	22	25	
Sagno	Zona Villette	724.6/79.5	21	17	15	13	15	14	13	12	15	16	12	13	11	8	9	9	10	11		
Stabio	Via Monticello	716.1/79.3	34	26	23	25	25	23	23	19	23	23	20	18	17	13	14	14	14	20		
	Via Cantonale	716.9/78.8																			41	
	PTT	716.4/78.8	43	37	32	32	35	29	32	28	30	29	24	26	28	18	18	21	23	26		
	Via Falcette	716.9/78.9	44	30*	31	33	33	34	32	26	29	31	15	23	30	18	19	22	21	27		
Riviera	Biasca	Casa comunale	717.9/135.5	49	37	35	36	34	30	30	26	33	30	23	24	27	19	18	20	22	27	
	Industrie	717.8/134.3	47	41	36	37	38	35	37	30*	35	35	25	27	33	21	19	24	26	31		

## CONFRONTO «STAZIONI DI MISURA – CAMPIONATORI PASSIVI»

Comune	Luogo	Coordinate	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10*	11
Brione s. Minusio	SPAAS	706.0/115.6	18	19	15	16	15	15	13	15	14	12	10	11	10	9	9	9	11
Locarno	P. Castello	704.6/113.9	47	43	42	45	40	39	33	39	34	29	32	32	28	25	25	28	30
Bioggio	AGOM	714.1/96.7	40	35	37	38	34	34	30	39	38	29	34	33	30	28	31	29	35
Camignolo	OASI A2	715.4/106.9									26	45	50	56	54	49	58	51	64
Moleno	OASI A2	719.9/126.6									48	38	42	37	39	36	37	40	46
Chiasso	Scuole	723.5/77.5	51	44	44	41	39	37	32	40	39	34	39	39	35	28	32	36	41
Pregassona	SPAAS	718.4/98.3												25	24	22	23	25	26
Bodio	Scuole	713.3/137.3										25	27	27	24	24	22	27	32
Mendrisio	SPAAS	719.4/81.3																	43
Giubiasco	SPAAS	720.1/114.5																	27

## CAMPAGNA «CHIASO – MODERAZIONE DEL TRAFFICO»

Comune	Luogo	Coordinate	03	04	05	06	07	08	09	10*	11
Chiasso	Via Comacini	724.0/77.1	61	46	46	45	44	36	37	44	46
	Corso S. Gottardo 23	723.8/76.9	42	34	38	37	31	29	33	34	39
	Piazza Indipendenza	723.7/77.0	57	50	45	42	44	34	35	41	44
	Corso S. Gottardo 32	723.6/77.1	53	46	40	37	34	29	32	33	38
	Piazza Col. Bernasconi	723.5/77.2	46	48	35	40	37	30	34	35	42

## CAMPAGNA «SEMISVINCOLO BELLINZONA»

Comune	Luogo	Coordinate	11
Bellinzona	Via Franco Zorzi	721.5/116.0	41
	Via Tatti	721.2/116.7	33
	Parcheggio Via Tatti	721.6/116.5	34
Monte Carasso	El Stradün 33	720.2/116.3	38

## CAMPAGNA «LUGANO STAZIONE FFS»

Comune	Luogo	Coordinate	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10*	11
Lugano, FFS	Loreto	716.7/95.4	39	38	36	38	37	29	34	32	28	27	27	28	34
	Via Montarina	716.8/95.8	37	38	34	39	37	29	32	30	28	26	26	27	32
	Via S. Gottardo	716.8/96.3	47	48	46	43	40	33	39	39	39	38	44	46	50

## CAMPAGNA «GALLERIA VEDEGGIO – CASSARATE; PIANO DEI TRASPORTI DEL LUGANESE»

Comune	Luogo	Coordinate	02	03	04	05	06	07	08	09	10*	11	
Comano	Via Ca da Ronco	717.3/99.5	28	23	25	-	-	-	16	15	14	20	
	Via Cureglia	717.1/99.1	40	36	30	29	26	28	26	29	31	35	
	Compostaggio	717.0/99.0	30	27	30	-	-	-	17	18	17	22	
	Via Centro TV	717.3/99.2	31	27	29	-	-	-	18	18	17	22	
	Via Nasora	717.7/99.0	38	36	29	31	-	-	24	28	28	32	
Cureglia	Via Cantonale A	716.5/99.0	46	43	36	37	36	30	33	34	35	39	
	Via Carivée	716.7/99.4	31	26	30	-	-	-	18	17	17	21	
	Via Ronchetto	716.8/99.6	29	22	25	-	-	-	15	15	15	18	
	Via Cantonale B	716.7/99.9	34	30	24	26	24	21	20	22	22	25	
	Posteggio Comunale	716.5/99.5	30	24	28	-	-	-	18	16	16	20	
	Via Quadrela	716.3/99.2	33	31	30	-	-	-	22	21	20	25	
	Via Prèe	716.8/99.1	31	26	29	-	-	-	20	19	19	26	
	Via Prèe 10	716.8/99.0	25	19	23	19	16	20	17	16	20		
	Via Trevano 80	717.6/97.5											48
Lugano	Clay Pub Pregassona	718.2/97.4											44
	Stadio - Cimitero	718.1/97.9											32
	Swisscom Breganzona	715.9/96.8											43
	Via Cattori 2	716.6/94.6											90
	Lungolago Zegna	717.1/95.5											69
Massagno	Via Ciani Casa Serena	717.8/96.8											40
	Via S. Gottardo 91	716.6/96.9											68
Porza	Parco Giochi	717.3/98.4	32	27	31	-	-	-	-	-	-	-	
	Via Cantonale	717.6/98.8	38	33	25	27	27	23	21	22	23	30	
	Via alla Monda	716.9/98.8	25	20	16	18	16	13	12	14	13	16	

## CAMPAGNA «BASSA LEVENTINA»

Comune	Luogo	04	05	06	07	08	09	10*	11
Giornico	Campagna A	31	36	35	35	32	33	35	40
	Campagna B	22	24	26	24	22	23	24	-
	Campagna C	23	25	23	21	21	21	24	-
	Campagna D	17	23	20	20	19	20	22	-
	S. Maria di Castello 1	25	26	21	19	-	-	-	-
	Orell N2 Nord	39	43	42	43	42	41	47	-
	Orell N2 Sud 3	24	24	26	23	24	22	24	27
	Caradencia 2	12	11	13	11	-	-	-	-
	Municipio 11	19	23	20	20	19	19	21	-

## CAMPAGNA «SISTEMA CONTAGOCCE AIROLO»

Comune	Luogo	05	06	07	08	09	10*	11
Airolo	Valle	16	15	15	-	-	-	-
	Madrano	14	15	13	-	-	-	-
	Contagocce A	28	28	24	24	26	28	-
	Contagocce B	28	26	23	-	-	-	-
	Contagocce C	27	28	28	-	-	-	-
	Contagocce D	34	34	35	32	32	38	39

\*: dati incompleti

## CAMPAGNA «GRANDI GENERATORI DI TRAFFICO»

Distretto	Comune	Luogo	Coordinate	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10*	11
Bellinzonese	Arbedo-Castione	Rot. COOP	724.1/120.2										26	28	28	29	34
	Arbedo-Castione	La Fabrique	723.7/120.3										24	24	26	24	30
	Arbedo-Castione	Migros	723.8/120.5										23	27	26	27	33
	Cadenazzo	Via al Pian	716.5/112.6										21	23	25	24	30
	Cadenazzo	Brico	717.2/112.3										31	30	33	31	41
	Lumino	Via alla Torre	724.6/120.6										19	20	21	21	25
	S.Antonino	Jowa	717.7/112.6										29	31	32	28	40
	S.Antonino	Lati	718.3/112.9										25	27	26	24	32
	S.Antonino	Manor	718.0/112.7										33	35	33	29	41
	S.Antonino	Via Stazione	718.6/113.0										25	28	27	25	34
	Contone	Modultech	715.1/112.2										21	23	24	22	30
Locarnese	Lavertezzo	Riazzino Cir	712.0/115.0										20	22	20	20	24
	Lavertezzo	Riazzino-Drago	712.5/114.7										30	30	32	31	35
	Lavertezzo	Riazzino-Tamoil	711.5/114.9										31	31	33	33	38
	Locarno	Centro funerario	711.4/114.6										18	20	19	18	22
	Locarno	Riazzino Via Campagna	712.6/114.5										16	18	19	17	20
	Tenero	Coop-Cartiera	709.2/114.6										27	27	29	27	30
Luganese	Tenero	Scuole	708.9/114.8										20	22	21	20	26
	Agno	Via Lugano-Migros	713.6/95.1										40	40	43	43	47
	Barbengo	Cadepiano-Comedil	715.1/91.6										32	35	38	36	44
	Bioggio	Rotonda-parcheggio	714.1/97.2										50	54	57	56	65
	Cadro	Carcere alla Stampa	718.9/100.5										13	15	15	16	17
	Cadro	Via alla Stampa-PC	718.8/100.0										15	17	18	19	21
	Gravesano	Via S.Pietro	714.8/100.0										24	26	27	28	33
	Montagnola	Ronchirolo	715.1/92.4	48*	26	26	23	27	27	20	24	22	18	18	19	20	23
	Montagnola	IKEA	715.2/92.4	29	28	29	25	30	27	22	24	23	20	19	20	22	24
	Grancia	Garage Peugeot	715.4/92.6	41	42	43	35	43	40	30	41	44	36	36	40	39	43
	Grancia	Mag. Garzoni	715.5/92.4	71	63	63	54	63	61	52	55	54	50	48	51	55	65
	Lugano	Cant. Noranco-Esso	715.4/93.2										28	31	33	32	36
	Manno	Rot. UBS	714.8/98.8										37	37	39	41	47
	Porza	Ressiga	718.1/98.3										19	22	20	26	29
	Rivera	Caslaccio	714.6/109.4										23	23	26	26	31
	Rivera	Denner	714.8/109.2										33	32	32	36	43
	Vezia	Centro studi bancari	715.9/98.5										23	26	27	26	32
Vezia	Manor	716.0/98.3										25	28	27	27	32	
Vezia	Via S.Gottardo	716.3/97.6										33	37	37	39	48	
Vezia	Via Selva	716.1/98.5										16	19	19	19	22	
Mendrisiotto	Mendrisio	Borromini-Coronado	719.4/81.1										35	36	34	39	46
	Mendrisio	Fox-Town	719.6/81.4										46	46	48	51	59
	Mendrisio	Rex	719.2/80.7										33	32	34	35	42
	Mendrisio	Via Laveggio-Solis	719.6/82.0										31	31	32	34	40
	Mendrisio	Vignalunga-Perseo	719.9/82.1										42	43	45	48	56
	Morbio Inferiore	Rotonda Aldi	722.4/78.3														40
Morbio Inferiore	Viale Serfontana	722.4/78.6														33	
Morbio Inferiore	Via Ghitello	722.6/78.1														49	

\*: dati incompleti

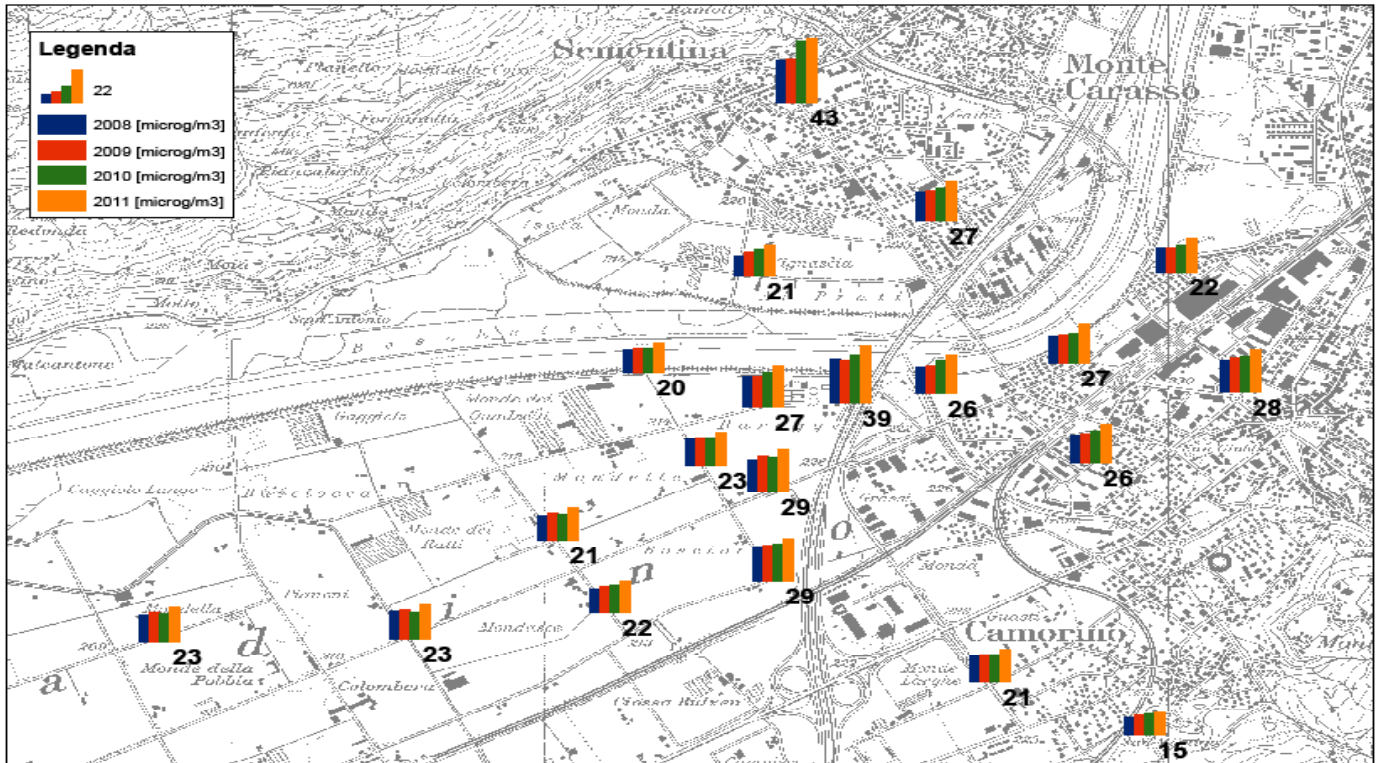


Figura 35: Concentrazioni medie annue di biossido di azoto per il periodo 2008-2011 nei dintorni dell'impianto cantonale di termovalorizzazione dei rifiuti. Il valore numerico indica la concentrazione in µg/m<sup>3</sup> nel 2011 (valore limite OIAt per il biossido di azoto: 30 µg/m<sup>3</sup>).

**CAMPAGNA «IMPIANTO CANTONALE DI TERMOVALORIZZAZIONE DEI RIFIUTI»**

Distretto	Comune	Luogo	Coordinate	08**	09	10*	11
Bellinzonese	Giubiasco	Via Gaggioletti	717.7/113.7	18	20	19	23
		Strada del Canale	718.5/113.7	19	20	18	23
		Strada delle Mondelle	719.0/114.1	16	18	17	21
		Strada Bosco d'Albor	719.7/114.0	23	24	25	29
		Via del Piano	719.7/114.3	21	24	23	29
		Strada delle Gaggiole	719.7/114.7	20	20	23	27
		Entrata inceneritore	719.9/114.7	30	29	33	39
		Strada dell'Argine	719.3/114.8	15	16	16	20
		Via del Tiglio	720.7/114.5	19	20	22	26
		Viale 1814	721.2/114.7	21	23	24	28
		Via Sottocentrale	720.6/114.9	18	19	20	27
		Prato Tiarreda	720.2/114.7	18	19	22	26
		Via Camana	721.0/115.5	16	16	18	22
		Strada ai Lotti	719.5/114.4	18	19	19	23
		Strada delle Mondasce	719.2/113.9	16	18	19	22
		Sementina		Via Mondasc	720.2/115.4	20	21
Via al Ticino	719.8/115.9			28	29	41	43
Via Vignascia	719.6/115.2			14	17	18	21
Camorino		Al Guast	720.4/113.6	17	18	18	21
		S. Martino (Chiesa)	720.9/113.4	11	13	14	15

\*: dati incompleti

\*\* : inizio delle misurazioni: maggio 2008

## Metodi di misura

4

4.3

### Stazioni di misura in continuo

Parametri analizzati nelle rispettive stazioni di rilevamento della rete cantonale

Le analisi della qualità dell'aria vengono effettuate conformemente alle direttive federali ed alle raccomandazioni dell'Ufficio federale dell'ambiente, UFAM [5].

Le stazioni di analisi sono provviste di analizzatori che misurano in maniera continua le concentrazioni di diversi inquinanti atmosferici, come pure alcuni parametri meteorologici. I relativi dati vengono inviati telematicamente, di regola a scadenza semi-oraria, all'unità centrale di elaborazione dati della Sezione protezione aria, acqua e suolo, SPA-AS, a Bellinzona. La dotazione delle diverse stazioni d'analisi è riportata nella tabella seguente.

Parametri	Chiasso	Pregassona	Bioggio	Camignolo	Locarno	Brione	Moleno	Bodio	Comano	Giubiasco	Mendrisio
Diossido di zolfo								•			
Ossidi d'azoto	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ozono (O <sub>3</sub> )	•	•	•		•	•		•	•	•	•
Polveri sottili (PM10)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Idrocarburi policiclici									•		
Benzene, Toluene,	•										
Numero di particelle							•				
Fuliggine				•					•		
Temperatura			•	•			•		•	•	
Umidità			•	•			•		•	•	
Irraggiamento solare			•	•			•		•	•	
Vento (velocità e direzione)			•	•			•		•	•	
Precipitazioni			•	•			•		•	•	
Pressione				•			•				

Le misure tramite apparecchiature elettroniche permettono un'analisi approfondita e continua della situazione dell'inquinamento, d'altro canto questa strumentazione richiede una manutenzione costante ed onerosa.

### Metodica dei controlli e precisione delle misure

Il sistema di acquisizione elettronico dei dati effettua giornalmente vari controlli automatici. I risultati di queste verifiche vengono trasmessi, assieme ai dati rilevati, al server centrale a Bellinzona. Essi permettono di accertare ogni giorno il buon funzionamento delle apparecchiature delle stazioni d'analisi.

Ad intervalli regolari, si realizzano inoltre la taratura ed i controlli delle apparecchiature secondo le direttive dell'Ufficio federale dell'ambiente, UFAM; queste calibrazioni vengono svolte direttamente dal personale dell'Ufficio dell'aria, del clima e delle energie rinnovabili, UACER.

Per quanto riguarda l'ozono, annualmente un generatore di riferimento viene inviato all'Ufficio federale di metrologia e accreditamento, METAS, per la sua calibrazione nell'intervallo di misura tra 0 e 200 ppb. A sua volta questo apparecchio permette poi di tarare e verificare gli strumenti della rete cantonale. L'ultima calibrazione è stata svolta nel mese di ottobre 2011 e questa metodica di controlli consente di garantire un errore di misura attorno al 2%.

Ogni anno vengono effettuate delle campagne di misura, in collaborazione con enti certificati, che coinvolgono diversi Cantoni al fine di poter confrontare risultati e apparecchi direttamente sul terreno.

Nel 2011 l'UACER ha partecipato ad una calibrazione nell'ambito del monitoraggio delle misure d'accompagnamento, settore ambiente dell'UFAM, condotta da Cercl'air, con due stazioni di rilevamento.

Le verifiche vengono svolte direttamente presso la stazione di misura affiancando un veicolo completamente equipaggiato con strumentazioni di misura e di calibrazione. Anche in questo caso le analisi incrociate hanno permesso di affermare che l'errore di misura è inferiore al 3.5% nell'intervallo tra 0 e 300 ppb per gli ossidi di azoto e minore del 2% per l'ozono.

Sulla base delle risultanze di queste verifiche, che vengono svolte ormai da diversi anni, si può quindi affermare che gli analizzatori elettronici per gli inquinanti gassosi garantiscono misure molto affidabili e precise.

Le concentrazioni relative a polveri sottili, fuliggine e numero di particelle, vengono misurate sistematicamente presso diverse stazioni di misura da meno tempo rispetto agli inquinanti gassosi e di conseguenza le procedure di validazione di apparecchi e strumenti presentano qualche incertezza in più. Per la misurazione della concentrazione delle PM10 si utilizzano due apparecchiature distinte con metodologia di campionamento e di analisi differenti, denominate Digitel HVS e Thermo-Andersen FH 62 I-R, che sfruttano rispettivamente il principio gravimetrico e l'assorbimento di raggi beta (Betameter).

Il primo apparecchio è un campionatore ad alto flusso (HVS=High Volume Sampler) dove l'aria viene aspirata a 500 l/min tramite un'apposita sonda o "testa" che permette di separare le polveri con diametro inferiore ai 10 micrometri, le PM10 appunto.

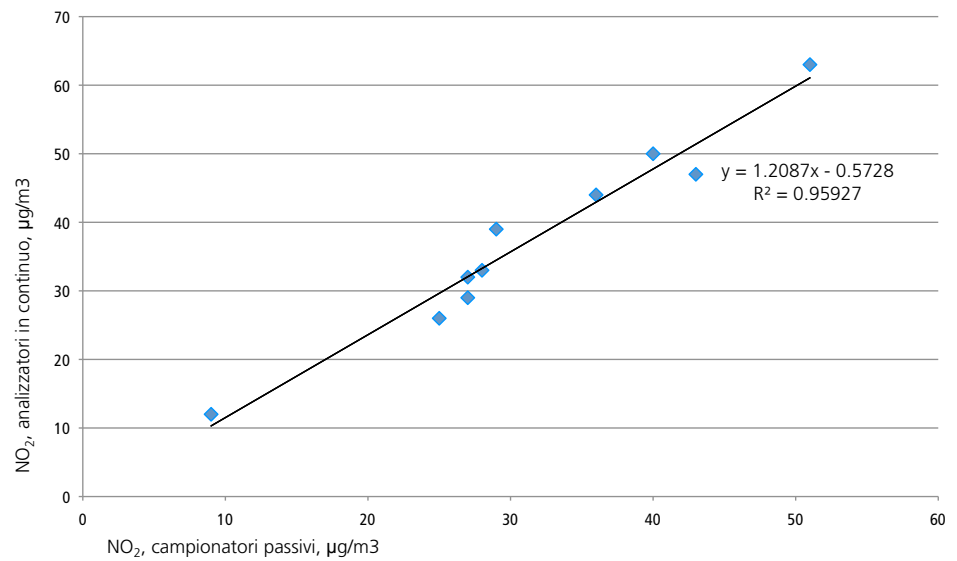
Le particelle di polvere si depositano su un filtro che viene sostituito giornalmente in modo automatico dall'apparecchio. Le concentrazioni di PM10 sono poi determinate gravimetricamente in laboratorio. Questo metodo è considerato come il sistema di riferimento secondo la norma EN 12341, ma presenta lo svantaggio di dover sostituire una serie di 14 filtri ogni due settimane e procedere in seguito alla loro analisi in laboratorio, con la conseguenza di avere a disposizione i risultati solo dopo circa 3-4 settimane.

Il secondo sistema analitico, il Betameter, aspira l'aria (16 l/min) con l'ausilio di una sonda simile a quella del Digitel HVS; l'aria così trattata raggiunge poi un supporto sul quale si depositano le polveri, e misurando l'attenuazione dei raggi  $\beta$ , che attraversano il filtro, si può determinarne la concentrazione. Questo sistema di monitoraggio ha il grande vantaggio di avere i dati immediatamente a disposizione e oltretutto con una risoluzione temporale semioraria anziché giornaliera.

Fino alla fine del 2008, nelle stazioni di Camignolo e Moleno sono rimasti in funzione simultaneamente sia un Digitel che un Betameter. Dalle misure in parallelo dei due strumenti è risultato che i due sistemi forniscono dati pressoché identici.

## Metodi di misura

Figura 34: Confronto delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> rilevate con i campionatori passivi e gli analizzatori in continuo per l'anno 2011. La linea rappresenta la curva di regressione lineare



Nel 2011, nell'ambito delle verifiche in parallelo, è stato accoppiato un Digitel di Umwelt- und Gesundheitsschutz (UGZ) della città di Zurigo all'apparecchio di Moleno. I risultati sono stati molto positivi mostrando solo una divergenza minima tra i due strumenti.

A partire dal 2007 l'UACER si è dotato di un mezzo mobile su cui sono montati gli apparecchi e le dotazioni necessarie per eseguire le calibrazioni degli strumenti rilevanti gli inquinanti gassosi, quali bombole con concentrazioni di gas certificate dal fabbricante, un generatore d'ozono e un generatore d'aria zero con cui eseguire regolarmente le calibrazioni tramite diluizione dei gas certificati.



### Controllo qualità dei dati

Sempre nel 2007 è stato introdotto un sistema di controllo della qualità dei dati in grado di identificare in maniera automatica eventuali valori anomali [6]. Le procedure per il controllo sono state sviluppate sulle serie di dati misurati in diversi luoghi per i gas (monossido di azoto, NO, diossido di azoto, NO<sub>2</sub>, e ossidi di azoto, NO<sub>x</sub>= NO + NO<sub>2</sub>, ozono, O<sub>3</sub>, diossido di zolfo, SO<sub>2</sub>, le polveri sottili, PM10, il numero di particelle e la concentrazione di fuliggine).

Il sistema elaborato si basa su una serie di controlli automatici, i quali analizzano dapprima la disponibilità, l'intervallo, i salti o la persistenza dei dati, AQC1 (Automatic Quality Control 1), in seguito la loro consistenza tra differenti parametri e tra diversi luoghi, AQC2 (Automatic Quality Control 2, controllo non ancora attivo ma in via di sviluppo). I controlli automatici sono seguiti poi dal controllo finale eseguito dagli operatori stessi, HQC (Human Quality Control).

### Campionatura passiva

È dal 1989 che è in corso la campionatura passiva del diossido di azoto. I campionatori passivi, a tutt'oggi quasi 200, vengono esposti per circa un mese. L'analisi dell'NO<sub>2</sub> assorbito durante tale periodo viene poi determinata analiticamente in laboratorio.

Questo metodo è meno preciso e agevole di quelli elettronici visti in precedenza, ma è economicamente più vantaggioso e permette, allargando notevolmente l'area d'indagine, di avere una visione più globale del carico inquinante a livello regionale.

La precisione dei campionatori passivi è verificata ponendone alcuni vicino alle stazioni d'analisi. Dal confronto dei dati ottenuti con le due tecniche di misura (continuo e passivo, cfr. figura 36), si osserva che le differenze tra gli stessi oscillano tra il 15 e il 20%. Dal 2009, allo scopo di aumentare l'affidabilità delle misure, vengono esposti tre campionatori passivi per punto di misura. Questo provvedimento permette di mantenere la differenza tra le misure effettuate in continuo e tramite campionatori passivi al di sotto del 15%.

La tabella seguente mostra e descrive a grandi linee la rete di campionatori passivi attualmente presente sul territorio ticinese.

Rete dei campionatori passivi sul territorio ticinese

Denominazione	Ubicazione	Scopo	Numero
Rete standard	In diversi comuni del Ticino	Completare i dati forniti dalle stazioni di misura fisse	64
Confronto «Stazioni di misura – campionatori passivi»	Nelle vicinanze di alcune stazioni di misura fisse	Accertare precisione e attendibilità delle misure	10
Campagna «Inceneritore Giubiasco»	Nei dintorni dell'ICTR a Giubiasco, nel piano di Magadino e Sementina	Monitorare le immissioni prima e dopo la messa in esercizio del nuovo impianto di termovalorizzazione a Giubiasco	20
Campagna «Lugano FFS»	Nelle vicinanze della stazione FFS di Lugano	Valutare eventuali cambiamenti delle immissioni a seguito della prevista realizzazione della nuova stazione di Lugano	3
Campagna «Chiasso MDT»	Chiasso	Valutare le misure di moderazione del traffico adottate in centro a Chiasso	5
Campagna «Galleria Vedeggio – Cassarate, PTL»	Nelle vicinanze dei futuri portali della galleria Vedeggio – Cassarate a Vezia e Lugano – Cassarate	Monitorare il carico inquinante di fondo in previsione dell'apertura della galleria Vedeggio – Cassarate, prevista dal PTL	23
Campagna «Bassa Leventina»	Nelle vicinanze del posteggio per i TIR in Bassa Leventina	Monitoraggio nella regione dove sorge posteggio per i TIR	2
Campagna «Sistema Contagocce Airolo»	Ad Airolo all'ingresso del portale della galleria autostradale A2 del S. Gottardo	Monitoraggio del sistema di dosaggio a contagocce	1
Campagna «Grandi generatori di traffico»	Nelle vicinanze dei principali centri commerciali del Cantone Ticino	Valutare le immissioni provocate dal traffico veicolare generato per recarsi ai grandi centri commerciali	45
Campagna «Semisvincolo Bellinzona»	Nelle vicinanze del previsto semi-svincolo di Bellinzona	Monitorare il carico inquinante attorno alla Via Tatti prima e dopo la realizzazione del semisvincolo autostradale	4

## Deposizioni umide: stazioni e metodi di campionamento

Le precipitazioni vengono raccolte e analizzate a fondo in nove stazioni: Acquarossa, Bignasco, Monte Brè, Locarno, Lugano, Piotta, Robiei, Sonogno e Stabio. Esse sono state scelte in modo da rappresentare differenti latitudini, longitudini, altitudini e tipo di inquinamento atmosferico locale (urbano, rurale, alpino).

Le deposizioni umide sono campionate settimanalmente e spedite in laboratorio, dove vengono filtrate, analizzate e, in seguito, determinate le concentrazioni medie mensili e annuali.

## Parametri e metodi analitici

L'analisi dei principali anioni e cationi nelle precipitazioni permette di quantificare una parte degli inquinanti che vengono trasportati dall'atmosfera, attraverso il suolo, nelle acque superficiali e sotterranee. Particolarmente importante è la deposizione di solfato,  $[\text{SO}_4]^{2-}$ , nitrato  $[\text{NO}_3]^-$  e ammonio  $[\text{NH}_4]^+$ . I primi due sono infatti anioni dell'acido solforico e nitrico, prodotti dal diossido di zolfo e dagli ossidi di azoto e contribuiscono all'acidificazione diretta degli ecosistemi. L'ammonio invece, prodotto dall'ammoniaca, che di per sé è una base, acidifica gli ecosistemi indirettamente, in quanto, se assimilato dalla vegetazione, rilascia ioni  $\text{H}^+$ . Nitrato e ammonio insieme contribuiscono inoltre all'eutrofizzazione di ecosistemi, con possibili conseguenze fatali per quelli particolarmente sensibili.

Un altro parametro molto importante che viene rilevato è l'acidità, che è definita come la capacità di una soluzione acquosa di neutralizzare basi.

Il pH (che corrisponde logaritmo negativo delle concentrazioni di ioni di idrogeno  $\text{H}^+$ ) dell'acqua distillata in equilibrio con l'anidride carbonica dell'atmosfera è pari a 5.65. A questo pH le concentrazioni di protoni ( $\text{H}^+$ ) e bicarbonato si equivalgono. Si parla di «piogge acide» quando il pH scende al di sotto di questa soglia. Il pH delle precipitazioni risulta dalla concomitanza di acidi e basi presenti in soluzione.

Per completare il bilancio ionico si misurano pure i cationi calcio,  $\text{Ca}^{2+}$ , magnesio,  $\text{Mg}^{2+}$ , potassio,  $\text{K}^+$ , e sodio,  $\text{Na}^+$ . La qualità dei dati è controllata tramite bilanci ionici, il confronto della conducibilità misurata e calcolata e da esercizi di intercalibrazione annuali con altri laboratori.

## Definizione di acidità

L'acidità è definita dalle seguenti formule:

$$[\text{Aci}] = [\text{H}^+] - [\text{HCO}_3^{2-}] - 2 \cdot [\text{CO}_3^{2-}] - [\text{OH}^-]$$

e dal bilancio ionico risulta che:

$$[\text{Aci}] = 2 \cdot [\text{SO}_4^{2-}] + [\text{NO}_3^-] + [\text{Cl}^-] - 2 \cdot [\text{Ca}^{2+}] - 2 \cdot [\text{Mg}^{2+}] - [\text{Na}^+] - [\text{K}^+] - [\text{NH}_4^+]$$

a  $\text{pH} < 8.2$  la prima equazione può essere semplificata a:

$$[\text{Aci}] = [\text{H}^+] - [\text{HCO}_3^-]$$

## Parametri analizzati e la loro origine

Parametro	Origine
$\text{Ca}^{2+}$	soprattutto naturale, particelle di suolo
$\text{Mg}^{2+}$	soprattutto naturale, particelle di suolo
$\text{Na}^+$	utilizzo di sale sulle strade, ma soprattutto di origine marina
$\text{K}^+$	in gran parte da emissioni di potassio (combustione a legna)
$\text{NH}_4^+$	emissioni di ammoniaca (agricoltura)
$\text{SO}_4^{2-}$	emissioni di diossido di zolfo (impianti di combustione)
$\text{NO}_3^-$	emissioni di ossidi di azoto (traffico)
$\text{Cl}^-$	emissioni di acido cloridrico, utilizzo di sale sulle strade, ma soprattutto di origine marina
pH	
conducibilità	
acidità	

## Unità di misura e concetti statistici

Unità	Significato	Osservazioni
mg	milligrammo	1 mg = 0.001 g
µg	microgrammo	1 µg = 0.001 mg
ng	nanogrammo	1 ng = 0.001 µg
mg/m <sup>3</sup>	milligrammo/metrocubo	1 mg/m <sup>3</sup> = 10 <sup>-3</sup> g/m <sup>3</sup> = 1000 µg/m <sup>3</sup>
µg/m <sup>3</sup>	microgrammo/metrocubo	1 µg/m <sup>3</sup> = 10 <sup>-6</sup> g/m <sup>3</sup> = 1000 ng/m <sup>3</sup>
ng/m <sup>3</sup>	nanogrammo/metrocubo	1 ng/m <sup>3</sup> = 10 <sup>-9</sup> g/m <sup>3</sup>
µg/m <sup>2</sup> x d	microgrammo/metroquadrato al giorno	
mg/m <sup>2</sup> x d	milligrammo/metroquadrato al giorno	1 mg/m <sup>2</sup> x d = 1000 µg/m <sup>2</sup> x d
ppb	parti per miliardo	
meq/m <sup>2</sup>	milliequivalenti per metroquadrato	
meq/m <sup>3</sup>	milliequivalenti per metrocubo	
µS/cm	microsiemens per centimetro	

Concetto OIAt	Concetto statistico	Spiegazione
Valore medio su ½ h	Media semioraria	Concentrazione media di una sostanza misurata durante 30 minuti. È la grandezza base per il calcolo di tutti gli altri valori.
Valore medio su 24 h	Media giornaliera	Media aritmetica delle medie semiorarie 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.
Valore annuo medio	Media annua	Media aritmetica di tutte le medie semiorarie di 1 anno.
95% dei valori medi su ½ h di un anno	95° percentile delle medie semiorarie di un anno	Secondo l'OIAt 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% dei valori medi su ½ h di un mese	98° percentile delle medie semiorarie di un mese	Secondo l'OIAt 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.

## Simboli ed abbreviazioni

≤	Minore o uguale
BTX	Benzene, Toluene e Xileni
Cd	Cadmio
CFC	Clorofluorocarburi
CO	Monossido di carbonio
COV	Composti organici volatili (chiamati anche VOC)
DA	Divisione Ambiente
DT	Dipartimento del Territorio
IPA	Idrocarburi policiclici aromatici (chiamati anche PAK o PAH)
LPAmb	Legge federale sulla Protezione dell'Ambiente del 7 ottobre 1983
NH <sub>3</sub>	Ammoniaca
NO	Monossido d'azoto
NO <sub>2</sub>	Diossido d'azoto
NO <sub>x</sub>	Ossidi d'azoto (NO + NO <sub>2</sub> )
O <sub>3</sub>	Ozono
OASI	Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana
OIAt	Ordinanza contro l'Inquinamento Atmosferico del 16 dicembre 1985 (Stato 15 luglio 2010)
Pb	Piombo
PM10	Polveri sottili con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (0.01 mm)
PM2.5	Polveri ultrafini con diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm (0.0025 mm)
PM1	Polveri ultrafini con diametro aerodinamico inferiore a 1 µm (0.001 mm)
SO <sub>2</sub>	Diossido di zolfo (anidride solforosa)
SPAAS	Sezione della Protezione dell'Aria, dell'Acqua e del Suolo
UACER	Ufficio dell'aria, del clima e delle energie rinnovabili
UFAM	Ufficio federale dell'ambiente
VLE	Valore limite di emissione
VLI	Valore limite d'immissione
Zn	Zinco

- [1] Keller J., Prévôt A. S. H., Béguin A. F., Jutzi V., Ordonez C. 2008. Trends of ozone and Ox in Switzerland from 1992 to 2007: Observations at selected stations of the NABEL, OASI (Ticino) and ANU (Graubünden) networks corrected for meteorological Variability. PSI Bericht Nr. 08-03.
- [2] Spinedi F. e F. Isotta. 2004. Il clima del Ticino. Dati, statistiche e società 2. Ufficio di statistica. Canton Ticino.
- [3] Barbieri A. e Pozzi S. 2001. Environmental documentation n. 134, Acidifying Deposition, Southern Switzerland, Ufficio federale dell'ambiente, UFAM.
- [4] Rogora M., R. Mosello, A. Marchetto and R. Mosello. 2004. Long-term trends in the chemistry of atmospheric deposition in northwestern Italy: the role of increasing Saharan dust deposition. Tellus. 56B(5): 426-434.
- [5] UFAM, 2004: Raccomandazioni sulle misure degli inquinanti atmosferici, 1. gennaio 2004.
- [6] Andretta M., Bernasconi A., Bernasconi G., Cereghetti N., Colombo L., Realini A. 2006: La qualità dei dati OASI: applicazione nel campo del monitoraggio dell'inquinamento dell'aria. Dati, statistiche e società 2. Ufficio di statistica. Canton Ticino.

*Fonte dell'approfondimento "Cartine interpolate degli inquinanti atmosferici: una novità per il Canton Ticino": Meteotest, 2011. Stündliche Schadstoffkarten für den Kanton Tessin. Documento per uso interno preparato su incarico dell'Ufficio aria, clima ed energie rinnovabili, UACER.*

Si ringraziano Rudolf Weber e Dominik Egli dell'UFAM per la messa a disposizione dei dati della stazione di misura Lugano NABEL.