

L'ARIA CAMBIA



Rapporto 2007

Qualità dell'aria in Ticino

Settembre 2008

Introduzione	Prefazione	3
	Concetti basilari	4
	Perché si monitora l'aria?	5
	La rete cantonale di rilevamento	6
L'aria in Ticino	In generale	8
	La situazione meteorologica 2007	14
	Traffico stradale	16
	Diossido d'azoto (NO ₂)	18
	Ozono (O ₃)	20
	Composti organici volatili (COV)	23
	Diossido di zolfo (SO ₂)	25
	Monossido di carbonio (CO)	26
	Le polveri in sospensione	27
	PM10	29
	PM2.5	31
	Numero di particelle	32
	Metalli nelle PM10	33
	Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	35
Carbonio elementare (fuliggine)	36	
Approfondimento	Monitoraggio tramite campionatori passivi dei COV	38
	Deposizioni umide	43
Allegati	Le singole stazioni	50
	I dati dei campionatori passivi di NO ₂	59
	I metodi di misura	63
	Unità di misura e concetti statistici	67
	Simboli ed abbreviazioni	68
	Bibliografia	69
	Chi siamo e ringraziamenti	70

**20 anni di misura
della qualità dell'aria**

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

In Ticino le analisi della qualità dell'aria sono iniziate nel 1985, dapprima con una stazione di analisi mobile e successivamente dal 1989 tramite due stazioni fisse. La rete di rilevamento cantonale comprendeva, alla fine del 1990, sei stazioni ed è stata completata nei primi anni novanta.

Le sempre maggiori richieste di Comuni e popolazione toccate dalle emissioni di determinati impianti hanno portato negli ultimi 5 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 e la A13. Tutti i dati sull'aria, assieme a svariati altri parametri registrati su tutto il territorio (meteorologici, fonici, traffico) alimentano l'OASI, ossia l'Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana.

La rete è poi stata integrata anche con campionamenti limitati nel tempo da altri strumenti di misura come campionatori passivi per ossidi di azoto, polveri e composti organici volatili, con il fine di rispondere a puntuali esigenze e o problematiche.

La struttura della rete di rilevamento si è così consolidata come uno strumento affidabile, seppur gestito con risorse limitate. Garantisce informazioni rilevanti per la popolazione e permette di soddisfare i principali compiti affidati al Cantone dall'OIA e cioè:

- 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.

La pubblicazione annuale dei dati registrati si inserisce dunque e naturalmente in questo mandato conferito ai Cantoni.

Il primo rapporto annuale «Analisi della qualità dell'aria in Ticino» è stato pubblicato nel 1989, quest'anno esce quindi il ventesimo documento della serie. Negli ultimi vent'anni c'è stato un netto miglioramento della qualità dell'aria. Grazie alle misure introdotte, è stato possibile ridurre notevolmente gli inquinanti primari come il diossido di zolfo (SO₂), il monossido di carbonio (CO), i diossidi di azoto (NO₂) e piombo e cadmio nelle polveri.

Vent'anni fa il rapporto annuale rappresentava l'unica fonte tramite cui accedere ai dati annuali sullo stato dell'aria.

A partire dagli anni 2000 l'evoluzione tecnica nel settore delle telecomunicazioni e dell'informatica ha permesso la trasmissione dei dati e la loro divulgazione quasi in tempo reale. Oggigiorno chiunque può, ovunque e indipendentemente, accedere in ogni momento alle informazioni sullo stato dell'aria, tramite ad esempio Internet o i messaggi SMS.

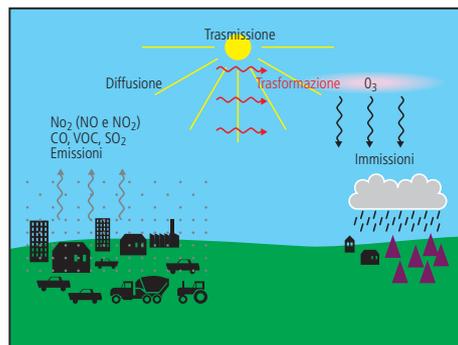
Questa celerità nella trasmissione e nell'elaborazione delle informazioni permette così di intervenire immediatamente in caso di forte inquinamento: da una parte le autorità adottano il concetto di misure d'urgenza da applicare secondo la qualità dell'aria, e dall'altra la popolazione adatta i propri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

Anche il rapporto annuale «Analisi della qualità dell'aria in Ticino» si è sviluppato e adeguato nella sua forma, interrompendo la pubblicazione dei dati non elaborati per dare più spazio all'analisi e alla valutazione delle tendenze.

Concetti basilari

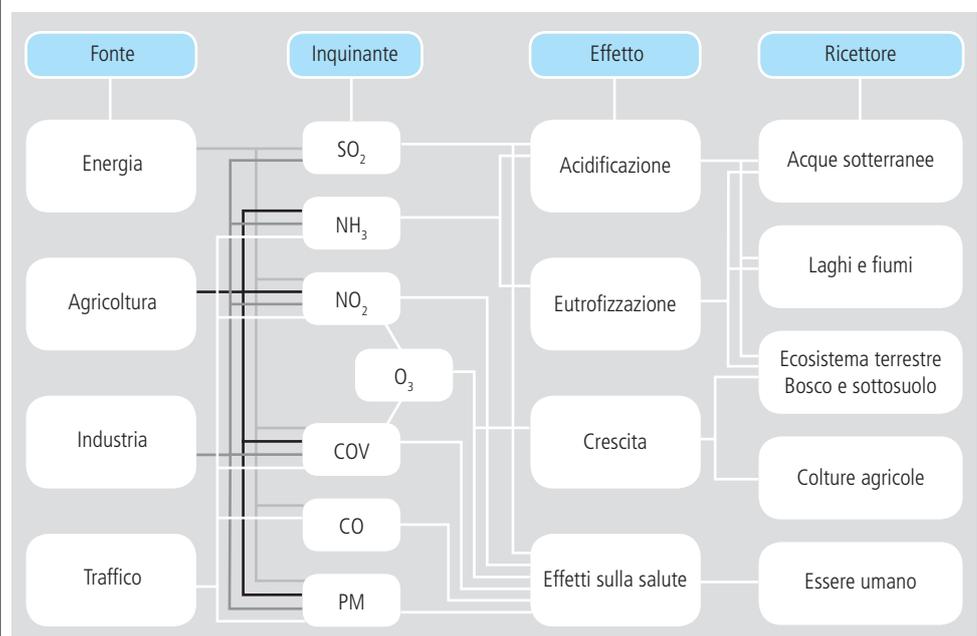
Minuscole, spesso incolori, inodori e impalpabili: le sostanze nocive nell'aria che respiriamo e che ci assicura la vita, sono talvolta difficilmente percepibili e i loro effetti sottovalutati. Gli inquinanti atmosferici rappresentano però un rischio accertato per la salute umana e hanno ripercussioni 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 (NO_x), polveri sottili primarie (PM10), diossido di zolfo (SO_2), monossido di carbonio (CO), idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e composti organici volatili (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 (O_3) e le polveri sottili secondarie (PM10). 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.

Figura 2: Schema esemplificativo delle fonti delle principali sostanze inquinanti e 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 sotto, e per una spiegazione dettagliata delle unità e dei concetti statistici l'allegato 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 dell'OIAt, la qualità dell'aria sul proprio territorio e di comunicare l'esito di tali accertamenti alla popolazione.

Limiti di immissione OIAt

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

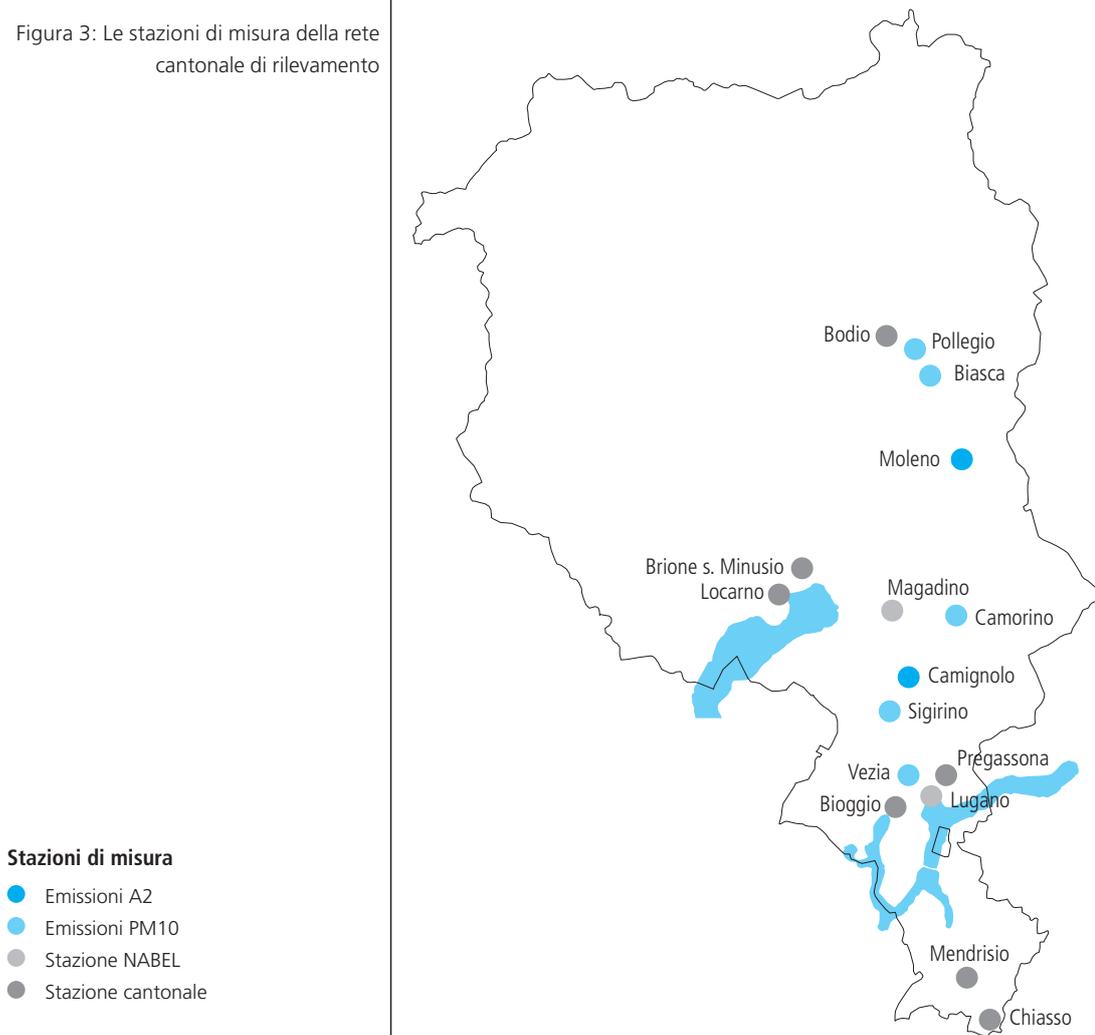
La rete cantonale di rilevamento

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 8 stazioni di misura situate a Chiasso, Bioggio, Pregassona, Camignolo, Locarno, Brione sopra Minusio, Moleno e Bodio (vedi figura 3), 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 NABEL. Dal 2006, la stazione mobile dell'Ufficio protezione aria, UPA, è stata ubicata a Mendrisio in zona San Martino.

Inoltre, sempre a partire dal 2006, vengono monitorate le PM10 presso i cantieri di Alp Transit a Pollegio, Biasca, Camorino e Sigirino. Nell'ambito della realizzazione della galleria Vedeggio-Cassarate sono stati allestiti due punti di controllo a Pregassona, con la stazione spostata nel 2005 da Lugano, e a Vezia per le PM10 e gli ossidi di azoto. Scopo di queste verifiche è quello di documentare l'effetto del cambiamento dei regimi di traffico e l'applicazione delle misure fiancheggiatrici previste dal Piano di risanamento dell'aria del Luganese, PRAL.

Figura 3: Le stazioni di misura della rete cantonale di rilevamento



Ai dati di queste stazioni se ne aggiungono altri provenienti da ulteriori rilevamenti: il diossido di azoto (NO₂), per esempio, viene determinato anche tramite campionatura passiva in oltre un centinaio di ubicazioni distribuite in tutto il cantone (vedi allegato 2).

L'inquinamento atmosferico denota differenze regionali e locali notevoli, poichè è caratterizzato dal tipo di contaminante e dipende dalle fonti di emissione. Lo sviluppo della rete di rilevamento viene quindi adeguato alle mutevoli situazioni di carico 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.

Dopo avere eliminato nel corso del 2006 una quarantina di punti ubicati in regioni perlopiù discoste, nel 2007 sono stati collocati 40 nuovi punti di rilievo presso i principali grandi generatori di traffico, allo scopo di monitorare la loro influenza sulla qualità dell'aria circostante e ridefinire la politica di gestione territoriale legata al loro sviluppo futuro. Inoltre sono stati ripristinati 9 campionatori passivi nella zona del camino di espulsione dell'aria viziata della futura galleria Vedeggio-Cassarate.

La rete di rilevamento della qualità dell'aria è un elemento dell'Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana (OASI), che ha come scopo il monitoraggio dello stato dell'ambiente in Ticino (dati su aria, rumori, elettrosmog, meteorologia e traffico) e degli effetti diretti ed indiretti dell'inquinamento sull'ambiente e sulla salute delle persone.

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 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.

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

In generale

L'essenziale in breve

Anche durante il 2007 gli inquinanti che continuano a superare i limiti fissati dall'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIA), sia per le medie annue che per le medie giornaliere o orarie, sono il diossido di azoto (NO₂), l'ozono (O₃) e le polveri sottili (PM10), rendendo la qualità dell'aria in Ticino ancora insufficiente.

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.

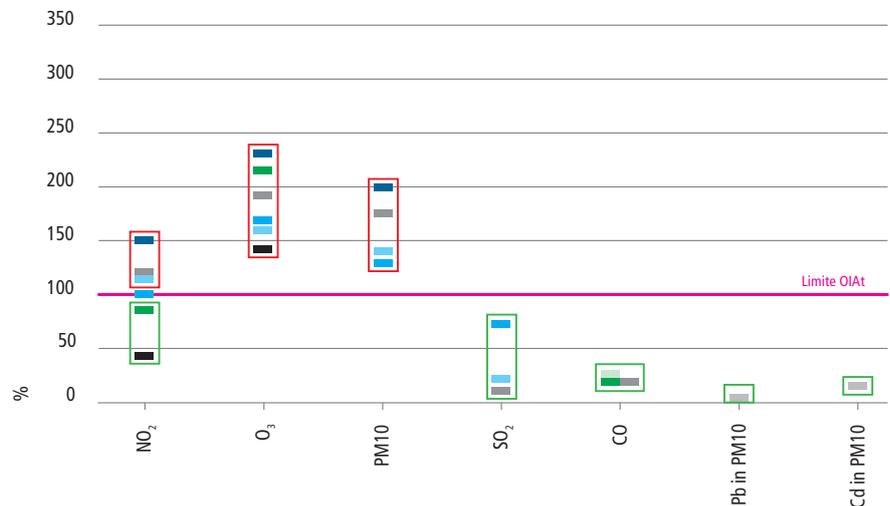
L'ozono e le polveri sottili hanno un andamento stagionale caratteristico, dando origine al cosiddetto smog fotochimico estivo (del quale l'ozono è il principale indicatore) e allo smog invernale, caratterizzato da elevate concentrazioni di PM10. Questi due fenomeni sono determinati anche dalle condizioni 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 2007. Essa riporta per ogni sostanza i valori medi annui, rispettivamente i valori massimi per ozono e monossido di carbonio, rilevati dalle stazioni di analisi come percentuale dei relativi limiti d'immissione stabiliti. I valori al di sopra della soglia fissata dalla legge, sono comunemente osservati negli agglomerati e mostrano il carico a cui la maggior parte della popolazione ticinese è esposta.

- Chiasso
- Bioggio
- Brione S. Minusio
- Lugano Nabel
- Pregassona
- Locarno
- Bodio
- Mendrisio

Figura 4: Sommario dell'inquinamento atmosferico rispetto ai valori limite d'immissione dell'OIA. I valori si riferiscono per il diossido di zolfo (SO₂), per il diossido di azoto (NO₂), per le polveri sottili in sospensione (PM10) e per il piombo (Pb) ed il cadmio (Cd) nelle PM10 alle concentrazioni medie annue. Per l'ozono (O₃), al 98° percentile mensile massimo, mentre per il monossido di carbonio (CO) alla concentrazione media giornaliera massima. In verde i valori inferiori al limite OIA, in rosso quelli superiori



Diossido d'azoto (NO₂): lieve diminuzione

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 sensibile rallentamento. Questa evoluzione può essere ricondotta a diversi fattori: da una parte all'aumento delle percorrenze chilometriche e all'incremento delle vetture diesel in circolazione, che hanno annullato il beneficio dovuto al miglioramento tecnico dei veicoli. D'altra parte non bisogna dimenticare le sfavorevoli condizioni meteorologiche protrattesi per diversi anni fino al 2005. Nel 2006 e nel 2007 vi è però stata una nuova riduzione delle emissioni di diossido d'azoto registrate in diverse località del Ticino con un'inversione di tendenza rispetto agli anni precedenti.

2.1.1

Le variazioni degli anni 2000 sono anche da ricondurre alla variabilità meteorologica contraddistinta da anni piovosi alternati ad altri molto caldi e secchi.

In Ticino la fonte principale di NO₂ è il traffico stradale, responsabile di circa il 75–80% delle emissioni. Di conseguenza i superamenti del valore limite dell'OIA (30 µg/m³) vengono registrati nei principali agglomerati e lungo le strade maggiormente trafficate, come ad esempio a Chiasso, con una media annua di 45 µg/m³, Locarno e Lugano con 36 µg/m³. Nelle periferie degli agglomerati e nelle zone suburbane le emissioni di ossidi di azoto si attestano attorno al valore limite stabilito dall'OIA, vedi Pregassona, con 26 µg/m³ e Vezia con 32 µg/m³. Nelle zone rurali e discoste, come ad esempio a Magadino con 22 µg/m³ e Brione sopra Minusio con 13 µg/m³, il valore limite è invece ampiamente rispettato.

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

Nel 2007 si confermano i miglioramenti registrati per la prima volta nel 2006, da quando cioè, il limite per il diossido di azoto, fissato dalla legge a 30 µg/m³, è rispettato non solo a Brione s. Minusio, ma anche presso le stazioni di misura di Bodio, ubicazione che restituisce l'esposizione della popolazione lungo l'asse di transito dell'A2 e Pregassona, che riflette lo stato dell'aria nella periferia dell'agglomerato luganese.

Questi dati sono incoraggianti in quanto indicano un'evoluzione favorevole e improntata verso la riduzione delle emissioni su scala locale e sono probabilmente l'indicatore di una evoluzione verso il risanamento durevole dell'aria in Ticino.

Questi risultati sono confermati anche dai dati registrati tramite i campionatori passivi, per i quali nel corso degli ultimi vent'anni le concentrazioni di diossido di azoto si sono dimezzate con un ritmo costante di circa 1.5-2 µg/m³ annui.

Rimane tuttavia ancora preoccupante la situazione nel Mendrisiotto che presenta valori più elevati rispetto al resto del Cantone ad immagine di Chiasso, dove il VLI per il diossido di azoto supera ancora del 50% il limite OIA.

Polveri sottili (PM10): annata favorevole ma immissioni ancora troppo elevate

Per le polveri sottili, PM10, i limiti di immissione fissati dall'OIA per la media annua (20 µg/m³) e la media giornaliera (50 µg/m³) continuano ad essere superati, sia negli agglomerati che in periferia.

2.1.2

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 Sigirino di 21 µg/m³ e la media massima di Bioggio pari a 32 µg/m³.

Grazie alle eccezionali condizioni meteorologiche invernali, con temperature molto elevate per la stagione che hanno evitato la formazione di inversioni termiche persistenti, il 2007 è stato migliore rispetto ai dieci anni precedenti; il valore medio annuo per le PM10 di tutte le stazioni di misura, si attesta a 29 µg/m³ ed è inferiore del 12% rispetto al 2006.

In generale non è facilmente ravvisabile una tendenza per questa sostanza inquinante, anche se a Lugano le concentrazioni di PM10 sono diminuite in 10 anni di circa il 25% passando da un valore di 37 µg/m³ nel 1997 a 27 µg/m³ nel 2007.

A Chiasso invece, a partire dal 2002, si è osservato un incremento notevole delle emissioni, che non risulta tuttavia riconducibile solo all'aumento delle emissioni locali. Dopo un picco massimo nel 2003 di 48 µg/m³, nel 2007 la media annua si è attestata

In generale

a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I fattori meteorologici e l'influsso sovra regionale si sono riflessi nell'incremento delle concentrazioni a Chiasso.

Da alcuni anni sono monitorate le emissioni di polveri nei pressi dei grandi cantieri di Alp Transit. A Pollegio da 5 anni si registrano concentrazioni tra i 30 e $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La qualità dell'aria a Pollegio è influenzata dalla presenza del cantiere di Alp Transit di Bodio. 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 valore limite giornaliero, nel Sottoceneri vi sono stati 97 superamenti a Chiasso, 79 a Bioggio, 35 a Lugano e 28 a Camignolo, quando l'OIAAt ammette un unico superamento annuo. La maggior parte dei superamenti è stata osservata nei mesi di ottobre – marzo. Nel Sopraceneri la situazione è migliore ma il numero di superamenti del VLI giornaliero è comunque importante: 44 a Camorino, 32 a Locarno, 39 a Bodio e 33 a Moleno.

Le quantità di metalli pesanti (piombo e cadmio) presenti nelle polveri sottili è stata misurata a Bodio fino al 2005. In considerazione delle ridotte concentrazioni rilevate le analisi non vengono più effettuate. Per contro continuano le misure presso le stazioni Nabel di Lugano e Magadino. I provvedimenti adottati alla fonte hanno permesso di risolvere definitivamente questa problematica.

Le più recenti ricerche sulla composizione delle polveri sottili indicano che durante i mesi invernali le PM10 sono formate per il 60 – 80% dai loro precursori, quali, ad esempio, i nitrati, l'ammonio e i solfati che a loro volta si formano dalla trasformazione degli ossidi di azoto, dell'ammoniaca e dell'anidride solforosa.

Il fatto che le fonti siano svariate e che non ve ne sia una preponderante, la stretta dipendenza tra concentrazioni di PM10 e meteorologia, ed infine la mancanza di una correlazione diretta tra emissioni ed immissioni rendono il risanamento particolarmente difficile e lungo.

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 2007 non ha presentato situazioni critiche, paragonabili a quelle verificatesi nel 2003 o nel 2006 quando sono state introdotte misure urgenti per il contenimento delle emissioni dei precursori dell'ozono. I mesi di giugno e agosto sono risultati piuttosto freschi e piovosi e non hanno quindi favorito la formazione di ozono. Durante il mese di luglio sono state registrate le medie orarie massime più elevate. Il valore medio orario massimo, registrato anche nel 2007 a Chiasso, è stato di $278 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Le condizioni per l'introduzione di misure urgenti (superamento del valore medio orario di $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per 3 ore consecutive e previsioni meteo di stabilità atmosferica) non sono però state raggiunte nel 2007.

La media oraria massima di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, che secondo l'OIAAt potrebbe essere superata un'ora sola durante l'anno, lo è stata per 799 volte a Lugano, 713 a Chiasso, 480 a Bioggio e 353 volte a Locarno.

Rispetto al 2006 si assiste ad una diminuzione sia delle concentrazioni orarie massime che del numero di ore; ciò è da ricondurre all'estate fredda e alle frequenti precipitazioni nei mesi di giugno e agosto.

I dati sull'evoluzione dell'ozono sono quindi sottoposti ad una variabilità meteorologica che rende difficile identificare una tendenza chiara. I dati del 2007 dovranno essere analizzati come previsto dallo studio del Paul Scherrer Institut [1], tenendo conto delle fluttuazioni delle temperature, per poter valutare l'effettiva evoluzione delle concentrazioni di ozono.

Ozono (O_3): stabilità delle ore di superamento dei limiti di immissione

2.1.3

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

A partire dal 1990 in Ticino le emissioni di 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. 2.1.4

Allo scopo di valutare l'efficacia di queste misure di risanamento è stata così effettuata una verifica delle immissioni di 35 diversi COV tra i più diffusi e rappresentativi.

Le loro concentrazioni sono state determinate nell'ambito di tre distinte campagne di misura svolte con campionatori passivi nel 1997, nel 2000 e nel 2007.

In generale è stato possibile osservare nel corso degli ultimi 10 anni 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/m³, nel 2007 le immissioni si sono ridotte del 60% e si attestano sul valore di 1 µg/m³ in quasi tutte le località.

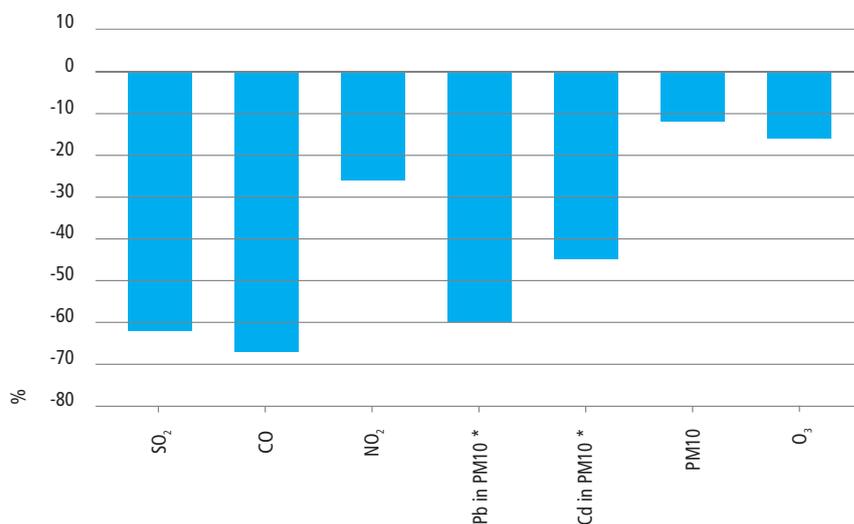
Questa evoluzione conferma i dati relativi alla diminuzione delle emissioni e dimostra l'efficacia dei provvedimenti adottati.

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.

Evoluzione generale favorevole

Negli ultimi 15 anni si sono osservati in Ticino costanti progressi per quel che concerne la qualità dell'aria. 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 2007. Per le PM10 ed i metalli in esse contenuti (piombo e cadmio), è stata considerata la variazione tra il 1997 ed il 2007. 2.1.5

Figura 5: Evoluzione dell'inquinamento atmosferico tra il 1990 e il 2007 per le principali sostanze inquinanti



In questo senso si registra una chiara tendenza. Sull'arco di questi 15 anni le concentrazioni di tutti gli inquinanti primari (a sinistra nel grafico), SO₂, CO, NO₂, Pb e Cd nelle PM10 sono diminuite sensibilmente (20 – 70%); per contro gli inquinanti a carattere secondario (a destra) come ozono e PM10 presentano una sostanziale stabilità con una variazione inferiore al 12%.

In generale

Necessità di ulteriori progressi

Questa osservazione indica chiaramente come, malgrado l'evoluzione generale favorevole, diversi limiti rimangono superati. Come risulta dalla tabella riassuntiva sottostante, in particolare 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. In particolare la riduzione delle emissioni di NO₂, tossico di per sé e precursore di ozono e PM10, 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, sono ormai prossimi al 20% della soglia di legge.

-  Valore limite OIAt rispettato
-  Immissioni prossime al valore limite OIAt
-  Immissioni eccessive e superiori al valore limite OIAt

	Zona urbana	Zona suburbana	Zona rurale
Diossido d'azoto (NO ₂)			
Ozono (O ₃)			
Polveri sottili (PM10)			
Diossido di zolfo (SO ₂)			
Monossido di carbonio (CO)			

Per far fronte a questa situazione e contrastare l'inquinamento causato in particolare dal diossido d'azoto, dall'ozono e dalle polveri sottili, occorrerà da un lato dotarsi di nuove misure e dall'altro 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 ricorrere a provvedimenti tecnici in grado di diminuire le stesse emissioni, dall'altro ridurre il consumo e quindi indirettamente anche le relative emissioni generate dalla produzione.

A questo scopo il Consiglio di Stato del Cantone Ticino ha adottato nel giugno 2007 il nuovo Piano cantonale di risanamento dell'aria 2007 – 2016, che contempla i provvedimenti per gli impianti stazionari e il traffico. Per quest'ultimo, 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.

Il carico ambientale dei diversi inquinanti dell'aria potrà essere conforme ai limiti stabiliti dall'OIA, 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 _x)	ca. 60%	VLI* OIA per NO _x e O ₃ , CL NO _x **
Polveri sottili (PM10)	ca. 50%	VLI* OIA per PM10 e O ₃
Composti organici volatili (COV)	ca. 60%	VLI* OIA per O ₃
Ammoniaca (NH ₃)	ca. 40 – 50%	CL NO _x **
Sostanze cancerogene (p.es. 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 OIA,
 ** CL NO_x = Carico critico (Critical Loads) per gli ossidi di azoto, che secondo la Convenzione di Ginevra deve essere rispettato lungo termine

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, sia in Ticino che in Svizzera, gli obiettivi stabiliti dall'OIA. 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'OIA esse dovranno essere ulteriormente dimezzate. In conclusione, perciò, malgrado l'importante miglioramento della qualità dell'aria, è indispensabile proseguire con la politica coerente ed incisiva intrapresa negli ultimi anni, al fine di raggiungere il traguardo di adeguare le emissioni ticinesi (in particolare quelle di ossidi di azoto, di polveri sottili e di ozono) alla legge.

La situazione meteorologica 2007

II 2007

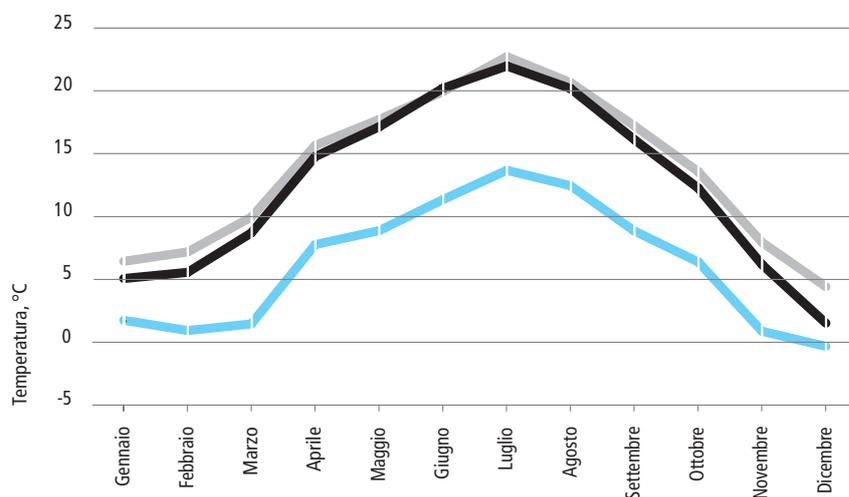
Da un punto di vista meteorologico il 2007 è stato nuovamente caratterizzato da temperature elevate, precipitazioni localmente inferiori alla norma e un importante soleggiamento generale.

Per quel che riguarda le temperature, vale la pena citare due significativi dati statistici: al sud delle Alpi il valore medio annuo del 2007 è il secondo più elevato rilevato negli ultimi 150 anni, e il primo semestre del 2007 ha fatto registrare valori termici eccezionali. Gennaio e aprile hanno superato ogni primato e il periodo giugno 2006 – maggio 2007 è stato nettamente il periodo di 12 mesi consecutivi più caldo da quando si registrano sistematicamente i dati meteo.

Il caldo eccezionale è terminato in giugno e il secondo semestre dell'anno è risultato più in linea con le medie pluriennali.

Le precipitazioni al sud delle Alpi sono risultate ancora scarse e l'anno si annovera tra i meno piovosi degli ultimi 10 – 15 anni. Soltanto giugno e agosto hanno portato quantitativi di pioggia consistenti.

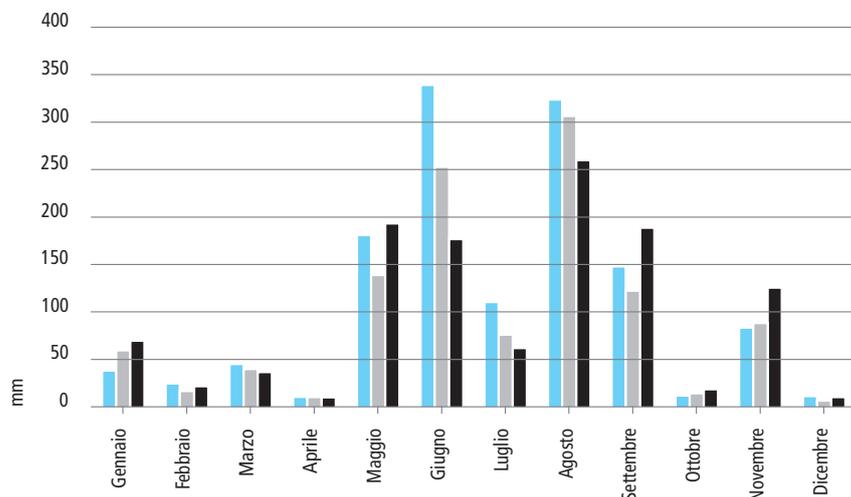
Figura 6: temperature medie mensili



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

Figura 7: somma delle precipitazioni mensili

■ Locarno
 ■ Lugano
 ■ Stabio



In rapporto agli inquinanti, si evidenzia la correlazione inversa tra le concentrazioni di polveri sottili, le temperature e le precipitazioni. Nei mesi invernali si osservano generalmente dei picchi nelle concentrazioni delle polveri sottili dovute alle basse temperature, alla mancanza di vento e alle scarse precipitazioni. I mesi di gennaio e febbraio, molto caldi, hanno così presentato concentrazioni abbastanza contenute di PM10. La correlazione tra parametri meteorologici e concentrazione di inquinanti si osserva anche nei mesi estivi, quando le alte temperature e il tempo prevalentemente secco favoriscono la formazione di ozono (cfr. pagina 20). Nel 2007 le maggiori concentrazioni di ozono sono state rilevate a luglio caratterizzato da scarse precipitazioni, temperature elevate e un alto grado di soleggiamento. Il mese di aprile è stato anomalo con temperature quasi estive e concentrazioni di ozono che hanno persino superato la soglia stabilita per il concetto d'informazione estivo posta a 180 µg/m³.

Traffico stradale

2.3

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 stazioni di Moleno e Camignolo sono monitorati, sui due assi dell'A2, i seguenti parametri del traffico: numero di passaggi, tipo, peso e velocità del veicolo.

Nelle stesse stazioni sono rilevati anche i quantitativi dei diversi inquinanti dell'aria (ossidi di azoto, ozono, polveri sottili, idrocarburi policiclici aromatici, indice di fuliggine, benzene/toluene/xileni e numero di particelle) 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 seguenti è rappresentato, per le stazioni di Camignolo e Moleno, il numero di passaggi medio sull'arco di un anno e sui 2 assi autostradali, suddiviso in traffico leggero e pesante, e ripartito sui singoli giorni della settimana. Si può notare in primo luogo che, sia a Camignolo che a Moleno, il numero di passaggi di mezzi pesanti cala sensibilmente durante il weekend. Il fatto poi che i valori di Camignolo e Moleno riguardo al passaggio di TIR sono 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.

Traffico stradale

Figura 8: traffico giornaliero medio a Camignolo. Numero di passaggi medio sull'arco di un anno e sui 2 assi autostradali, suddiviso in traffico leggero (TL) e pesante (TP), e ripartito sui singoli giorni della settimana

■ No TOT TL
■ No TOT TP

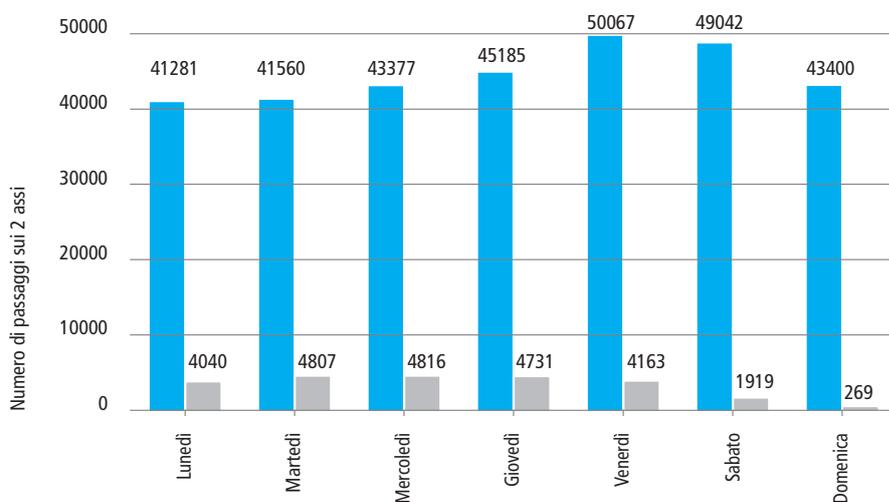
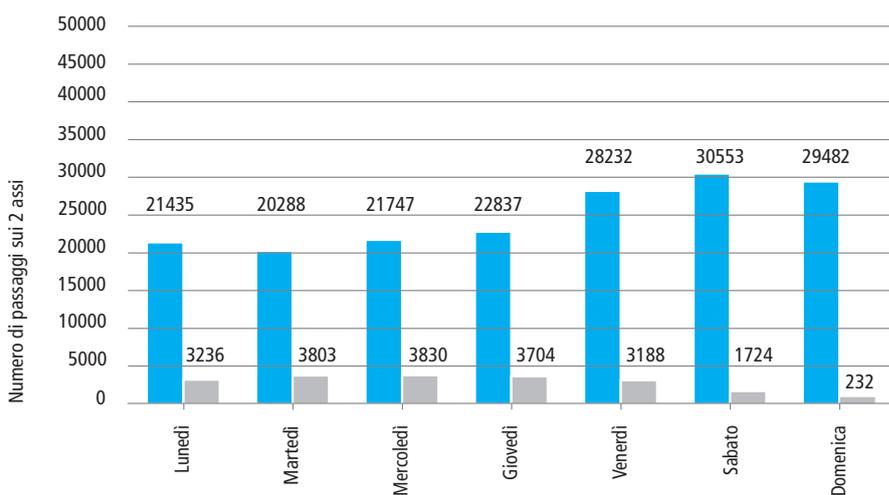


Figura 9: traffico giornaliero medio a Moleno. Numero di passaggi medio sull'arco di un anno e sui 2 assi autostradali, suddiviso in traffico leggero (TL) e pesante (TP), e ripartito sui singoli giorni della settimana

■ No TOT TL
■ No TOT TP



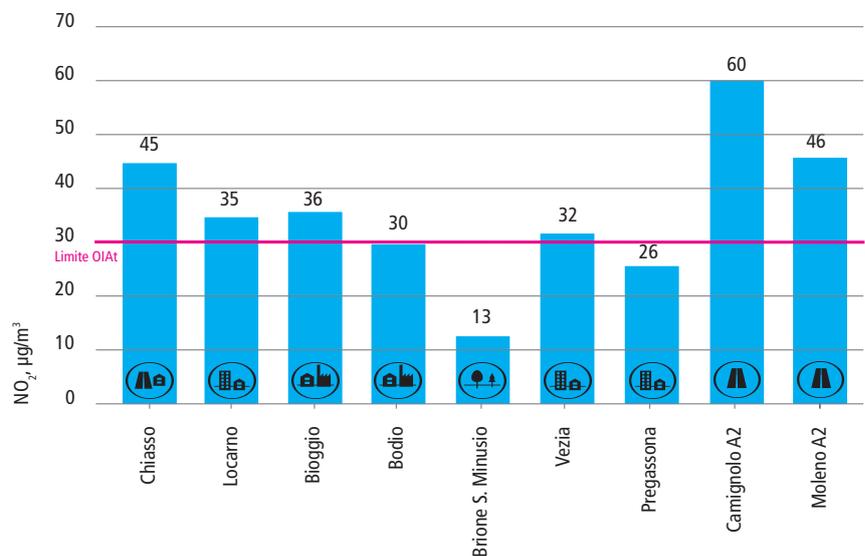
Diossido di Azoto (NO₂)

II 2007

Grazie alle favorevoli condizioni meteo invernali, che hanno permesso la dispersione delle sostanze inquinanti, è stato possibile confermare il miglioramento registrato lungo le vallate alpine (Bodio) e nell'agglomerato luganese (Pregassona e Vezia) dove il valore limite d'immissione dell'OIAI per il diossido di azoto è praticamente rispettato. I valori elevati di Camignolo e Moleno sono da ricondurre alla vicinanza delle stazioni all'autostrada, quindi alla loro esposizione diretta alle emissioni, ma anche alla presenza di ozono, che a causa del suo potere ossidante, fa sì che il monossido di azoto, emesso dai tubi di scappamento, sia immediatamente trasformato in diossido di azoto.

I dati delle campagne di campionatura passiva del 2007 e degli anni precedenti sono elencati nell'allegato 2.

Figura 10: medie annue di diossido di azoto in Ticino nel 2007



Origine

Quando si parla di ossidi di azoto (NO_x) si fa riferimento alla somma di diossido di azoto (NO₂) e monossido di azoto (NO). Quest'ultimo nell'atmosfera si trasforma quasi subito in NO₂. Per questo motivo e a causa della tossicità del diossido d'azoto, il limite d'immissione OIAI è fissato solamente per l'NO₂. Sono il prodotto della combustione di carburanti fossili (benzina, diesel, olio combustibile, ecc.) ad alte temperature. Le fonti primarie di NO_x sono il traffico stradale, che in Ticino rappresenta circa l'80% 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 (O₃, PM10).

sull'ambiente e la natura: grandi quantità di NO₂ 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 (O₃), pag. 20).

L'evoluzione, stazioni di misura in continuo

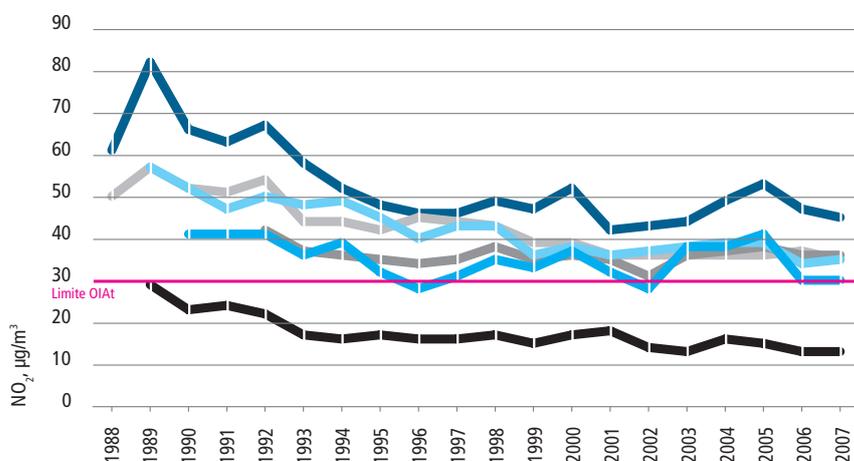
Osservando il grafico sull'evoluzione di NO₂ dal 1988, si denota, da una decina d'anni, una certa stabilità dei valori medi annui.

Fanno eccezione i valori di alcune stazioni di misura, come Chiasso e Bodio, dove gli anni 2003 – 2006, meteorologicamente sfavorevoli, hanno invece provocato un evidente e repentino rialzo delle concentrazioni di diossido di azoto. Se a Bodio la situazione si è ristabilita, altrettanto non si può dire per Chiasso, dove le concentrazioni di diossido di azoto non presentano un chiaro miglioramento.

L'effetto del catalizzatore, che aveva dato un sostanziale apporto alla diminuzione di NO₂ negli anni novanta, è stato annullato e in alcuni casi sovrastato dall'aumento di traffico. Ha avuto certamente un influsso anche la particolare situazione meteorologica degli ultimi 3 anni, durante i quali si è registrata una notevole scarsità di precipitazioni.

Figura 11: Evoluzione delle medie annue di diossido di azoto in Ticino, 1988 – 2007

- Chiasso
- Lugano Nabel
- Locarno
- Bioggio
- Bodio
- Brione S. Minusio



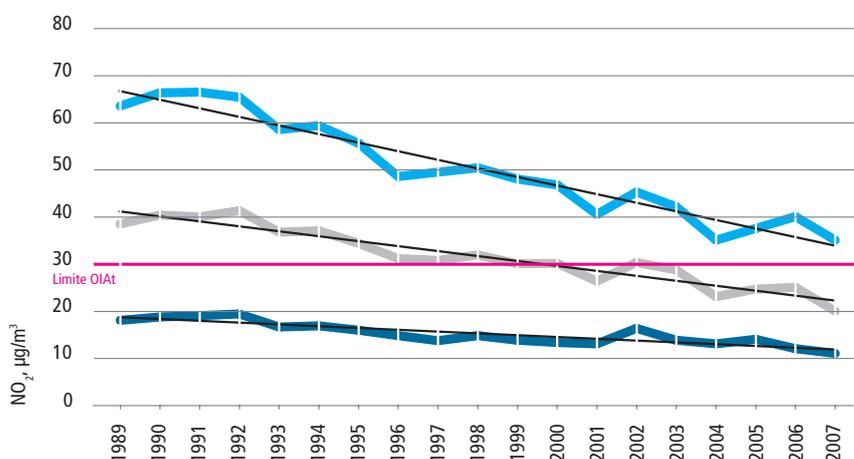
L'evoluzione, campionatori passivi

La tendenza generale è positiva e volge alla diminuzione. All'interno di questa favorevole evoluzione, è però possibile osservare una ciclicità di 3 – 5 anni in cui le condizioni meteorologiche annuali inducono dei transitori peggioramenti.

Nel corso dei 20 anni di misure si osserva ovunque una riduzione delle immissioni del 50% circa. Nei luoghi fortemente inquinati si è passati da valori medi annui attorno ai 70 µg/m³ a valori sui 35 µg/m³. Nelle località mediamente inquinate si è passati da valori sui 40 µg/m³ a medie attorno ai 20 µg/m³ ed infine nelle località discoste, che restituiscono l'inquinamento di fondo, la media annua è scesa da 20 µg/m³ a 10 µg/m³.

Figura 12: Evoluzione delle medie annue di diossido di azoto in località, poco, mediamente e molto inquinate tramite campionatori passivi, 1989 – 2007

- Luoghi molto inquinati
- Luoghi mediamente inquinati
- Luoghi poco inquinati



Ozono (O₃)

II 2007

L'estate 2007 non è stata particolarmente favorevole per la formazione dell'ozono. Infatti i mesi di giugno e agosto sono risultati piuttosto freschi e piovosi e solo durante il mese di luglio le condizioni meteo, per soleggiamento e temperatura, sono state tipicamente estive. Le concentrazioni più elevate sono state così registrate tra il 12 e il 20 e tra il 26 e il 28 luglio, quando è stata superata per alcune ore la soglia d'allarme di 240 µg/m³. Anche le concentrazioni ad aprile hanno toccato valori molto alti per la stagione, raggiungendo la soglia d'informazione di 180 µg/m³ e superando il VLI dell'OIAI per oltre 150 ore.

Il valore orario massimo del 2007, registrato il 27 luglio, è stato di 278 µg/m³ a Chiasso. Questo valore è stato comunque inferiore a quello massimo del 2006 che si attestava a 331 µg/m³.

Il numero di ore in cui il valore limite OIAI di 120 µg/m³ per la media oraria è stato superato, è paragonabile a quello del 2006. La meteo sfavorevole dei mesi estivi è infatti stata bilanciata da un aprile molto caldo e soleggiato.

Nel Sottoceneri a Chiasso, con 713 ore e nell'agglomerato di Lugano, con 799 ore di superamenti del valore limite d'immissione, VLI orario, la situazione è rimasta sostanzialmente simile al 2006 (777 e 805 ore di superamenti del VLI orario).

Nel Sopraceneri per contro la situazione si è presentata in modo piuttosto diversificato. A Brione, stazione in quota e lontana da fonti di ossidi di azoto che consumano l'ozono durante la notte, vi è stata una sensibile diminuzione delle ore di superamento del VLI. Con 353 ore si è registrato il numero più basso di superamenti orari con una diminuzione di oltre la metà rispetto al 2006. Anche a Locarno con soli 87 superamenti orari, il valore in assoluto più basso in tutto il Ticino, le condizioni per quanto concerne l'ozono sono state favorevoli.

La situazione sui fondovalle del Sopraceneri ha presentato per contro un numero di ore di superamenti decisamente più elevato rispetto agli anni precedenti (404 a Bodio).

Origine

L'ozono «troposferico» (O₃) 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 Jungfraujoch, a 3'580 msm. L'ozono è una delle componenti principali del cosiddetto smog fotochimico estivo. Si forma, infatti, sotto l'effetto dei raggi solari a partire dagli ossidi di azoto (NO_x) e dai composti organici volatili (COV), i cosiddetti precursori dell'ozono, prodotti dalle attività umane (cfr. diossido di azoto (NO₂) e composti organici volatili (COV), pagg. 18 e 23). 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, aumentando le concentrazioni prodotte localmente.

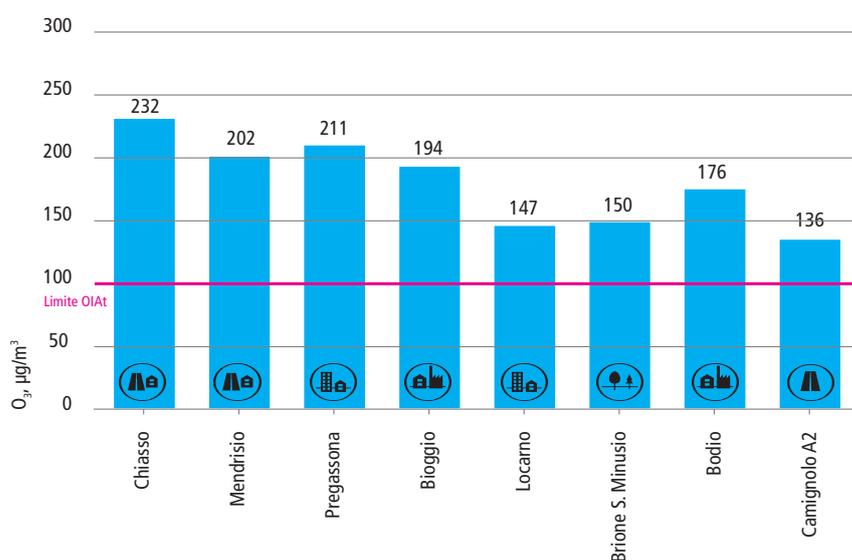
L'ozono troposferico va distinto dall'ozono «stratosferico», uno schermo protettivo dai raggi ultravioletti (UV) presente negli strati alti della nostra atmosfera, che negli ultimi decenni ha subito un assottigliamento considerevole (il «buco dell'ozono») provocato dai clorofluorocarburi (CFC).

Al sud delle Alpi – durante gli episodi di smog estivo – le punte di ozono si situano attorno ai 300 µg/m³. Questo carico può essere scomposto in una frazione di origine naturale di 30 µg/m³ 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/m³. I rimanenti 200 µg/m³ 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 dal luogo di misura.

I 98° percentili mensili massimi di ozono in Ticino hanno anche nel 2007 largamente superato il limite fissato dall'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico di 100 µg/m³, raggiungendo il loro massimo a Chiasso con 232 µg/m³. Dal grafico relativo ai 98° percentili mensili massimi è possibile osservare come esista un gradiente sud – nord con i valori massimi registrati nel Mendrisiotto.

La situazione rimane quindi insoddisfacente, anche se è necessario ricordare che il risanamento è attuabile solo agendo sui precursori dell'ozono (composti organici volatili, COV, ma soprattutto il diossido d'azoto) e l'effetto verrà esplicitato 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° percentile mensile massimo nel 2007



Composizione di un carico estivo di ozono di 300 µg/m³

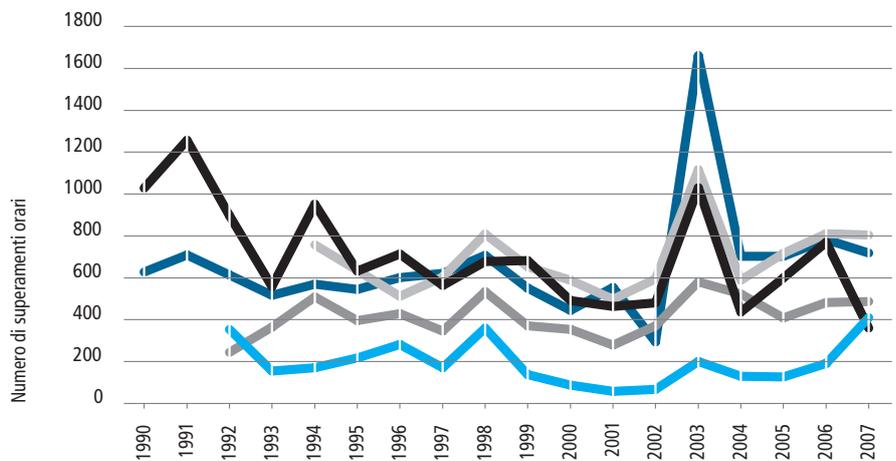
- Ozono prodotto localmente dovuto alle emissioni in un raggio di 50 km
- Ozono dal «serbatoio» dovuto alle emissioni in un raggio di 200 – 1000 km
- Ozono di fondo dovuto alle emissioni di tutta Europa
- Ozono di origine naturale



Ozono (O₃)

Figura 14: Evoluzione del numero di superamenti del limite orario per l'ozono, 1990 – 2007

- Brione S. Minusio
- Lugano Nabel
- Chiasso
- Bioggio
- Bodio



L'evoluzione

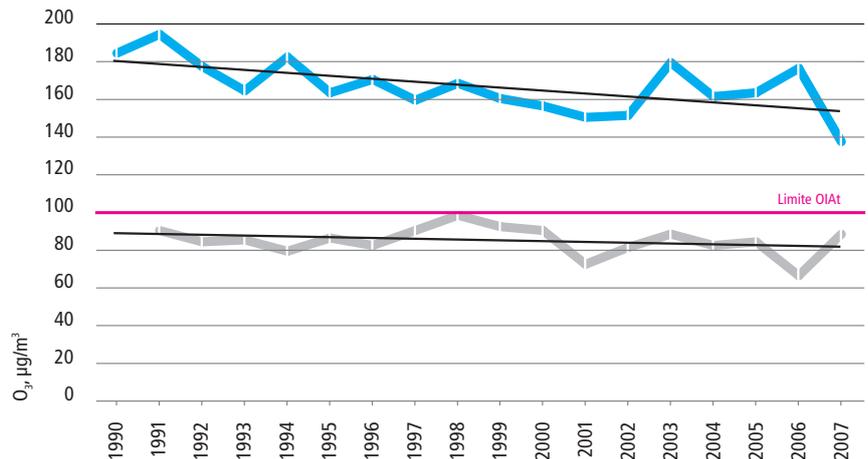
I dati del 2007, in particolare quelli di Brione, che rappresentano la località di riferimento discosta da fonti inquinanti locali che influenzano direttamente la chimica dell'ozono, rientrano nella diminuzione pluriennale delle concentrazioni massime di ozono nei mesi estivi, individuata dal Paul Scherrer Institut, PSI [1].

I valori sono sottoposti a una certa variabilità, come ben si evince dalla rappresentazione del numero di superamenti giornalieri nel periodo estivo in funzione della temperatura registrata a Brione s. Minusio, dove spiccano, come anni particolarmente sfavorevoli il 2003 e il 2006. Per valutare oggettivamente l'evoluzione dell'ozono bisogna però considerare che i dati annuali possono essere comparati solo escludendo l'effetto dovuto proprio alla variazione di temperatura di ogni anno.

Questa valutazione elaborata dal PSI per gli anni 1990 – 1999 verrà ripetuta considerando anche il periodo 2000 – 2007.

Figura 15: Evoluzione del 98° percentile mensile per l'ozono a Brione sopra Minusio, 1990 – 2007

- Media estiva (giugno – luglio – agosto)
- Media invernale (novembre – dicembre – gennaio)



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.

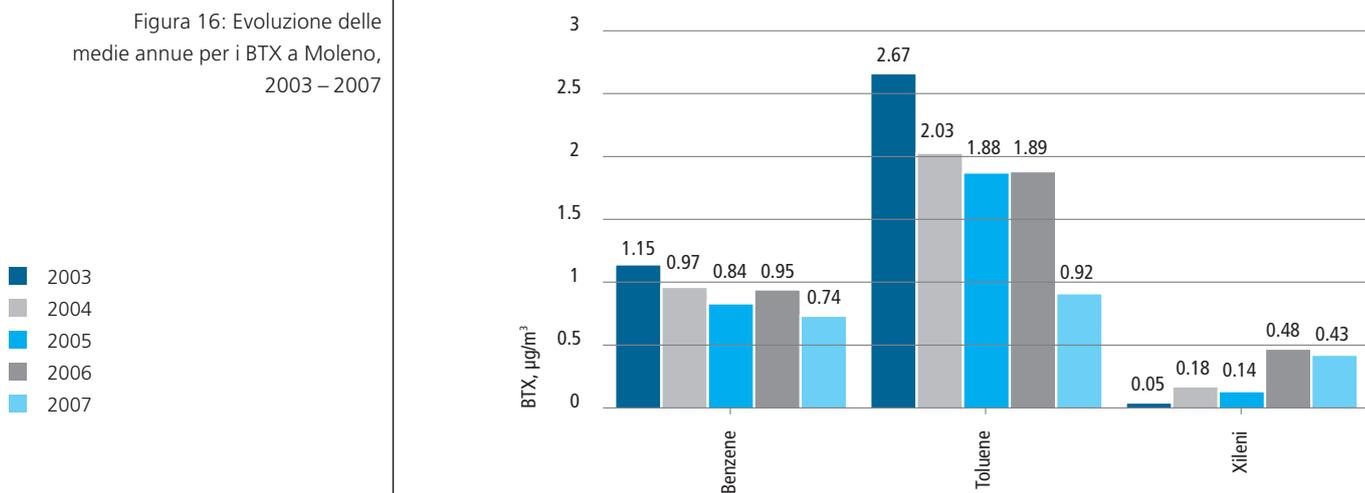
sull'ambiente e la natura: in forti quantità l'ozono

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.

Il 2007 Anche nel 2007 la concentrazione media annua di benzene registrata è stata nettamente al di sotto del limite UE. Per i principali COV considerati (benzene e toluene), si osserva un decremento delle concentrazioni rispetto agli anni precedenti.

2.6

Figura 16: Evoluzione delle medie annue per i BTX a Moleno, 2003 – 2007



Origine

I composti organici volatili (COV) rappresentano una categoria molto eterogenea di sostanze organiche. Le principali fonti antropiche di COV sono il traffico veicolare in conseguenza di combustioni incomplete e le attività industriali ed artigianali che fanno uso di vernici, lacche e detersivi, nelle quali tali sostanze fungono principalmente da solventi.

Effetti

sulla salute: diversi COV presentano una tossicità più o meno elevata; il benzene, per esempio, è classificato nell'OIAI quale cancerogeno.

smog estivo e ozono:

I COV giocano un ruolo determinante nel processo di formazione dell'ozono troposferico e quindi nel carico ambientale a seguito dello smog estivo.

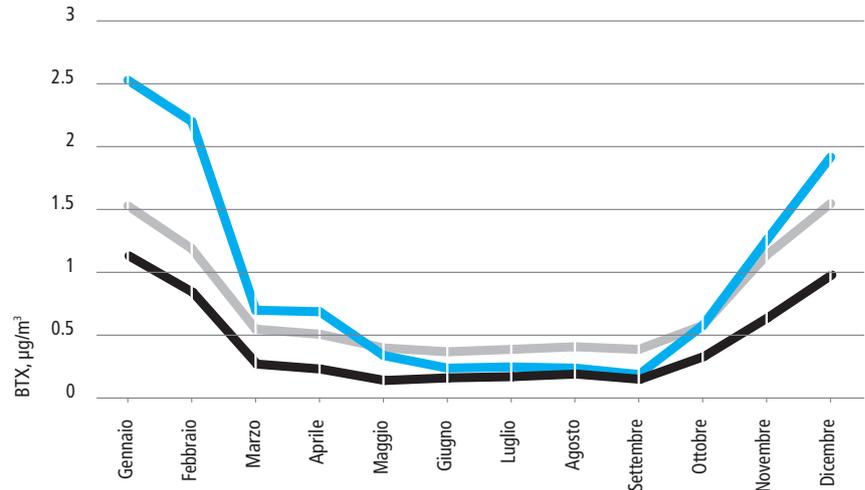
Composti organici volatili (COV)

L'evoluzione

Il confronto tra le medie annue di BTX rilevate negli ultimi 5 anni a Moleno indica un'evoluzione positiva. Sulla base dei valori del quinquennio 2003 – 2007 per benzene e toluene appare consolidata la tendenza ad una riduzione costante delle loro immissioni.

Figura 17: Andamento delle medie mensili per i BTX a Moleno, 2007

■ Toluene
■ Benzene
■ Xileni



Benzene, Toluene e Xileni (BTX)

Origine

Benzene, toluene e xileni (tre isomeri dello xilene, orto-, meta- e para-) fanno parte dei COV, ma a causa delle loro proprietà e dei loro effetti vengono considerati separatamente.

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

Effetti

sulla salute: il benzene è un inquinante cancerogeno ed in concentrazioni elevate arreca danni notevoli

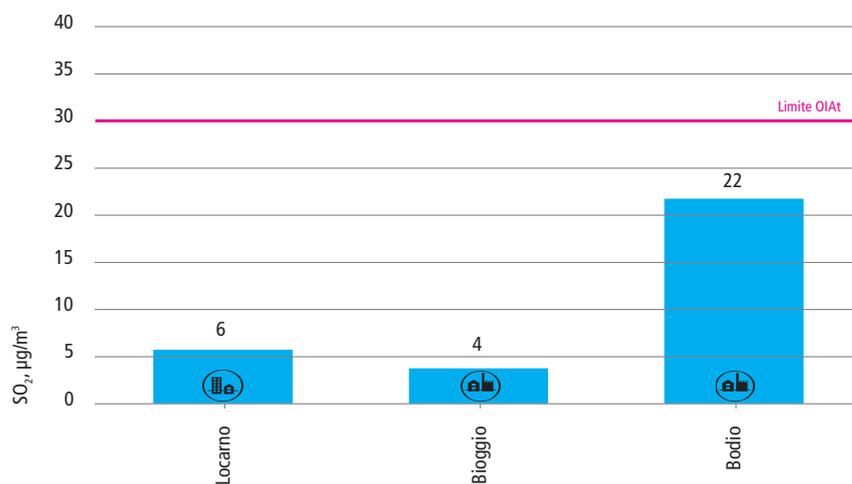
ad occhi, vie respiratorie e sistema nervoso centrale. Il toluene e gli xileni sono considerati rispetto al benzene meno tossici, anche se sono sospetti agenti cancerogeni. Come il benzene danneggiano il sistema nervoso centrale. Inoltre il toluene è una sostanza teratogenica, provoca cioè malformazioni del feto*.

* L'OIA non prevede limiti d'immissione per questa categoria di sostanze. Tuttavia a seguito del suo effetto cancerogeno, la concentrazione di benzene nelle benzine è stata limitata dalla legge dall'inizio del 2000 all'1%. L'Unione Europea ha introdotto per il benzene un limite d'immissione di 5 µg/m³. Questa soglia non è rilevante per la Svizzera, dato che le sue concentrazioni su tutto il territorio nazionale sono inferiori a tale valore.

Il 2007 Nel 2007 tutte le stazioni di rilevamento hanno registrato medie annue di diossido di zolfo da 2 a 6 volte inferiori al limite fissato dall'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (30 µg/m³).

2.7

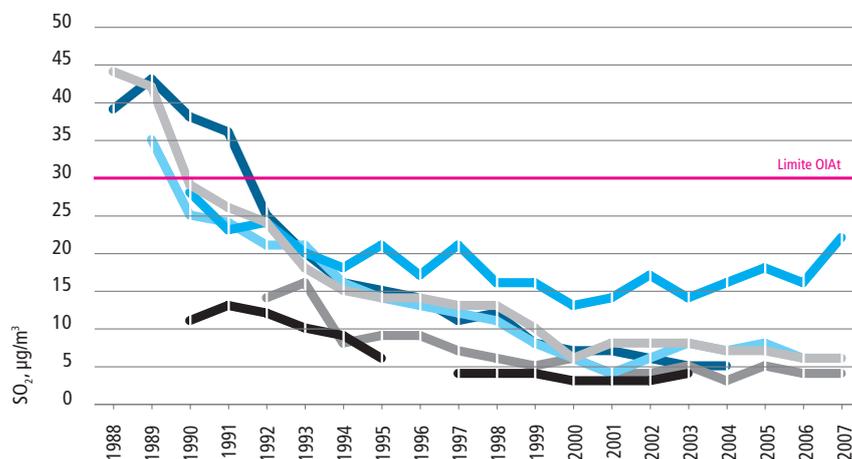
Figura 18: Medie annue di diossido di zolfo in Ticino, 2007



L'evoluzione Dal 1992 le medie annue di SO₂ sono, su tutto il territorio cantonale, inferiori alla soglia di legge e hanno continuato a diminuire fino al 2000. La diminuzione 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 19: Evoluzione delle medie annue di diossido di zolfo in Ticino, 2007

- Lugano Nabel
- Chiasso
- Locarno
- Bodio
- Bioggio
- Brione S. Minusio



Origine

Le principali fonti antropiche di diossido di zolfo (SO₂) 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.

piogge acide: il diossido di zolfo concorre in modo determinante all'acidificazione delle precipitazioni (piogge 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 2007 ed evoluzione

Il monossido di carbonio, considerando la costante diminuzione delle sue concentrazioni, che da ormai quasi 20 anni sono ben al di sotto della soglia limite di 8'000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, non rappresenta più un problema per l'igiene dell'aria. Per questo motivo il suo monitoraggio è ridotto al minimo indispensabile. Attualmente solo le stazioni di Lugano NABEL, gestita da EMPA e UFAM, e di Bioggio presso l'aeroporto, registrano ancora le concentrazioni di CO.

Figura 20: Media giornaliera massima di monossido di carbonio in Ticino, 2007

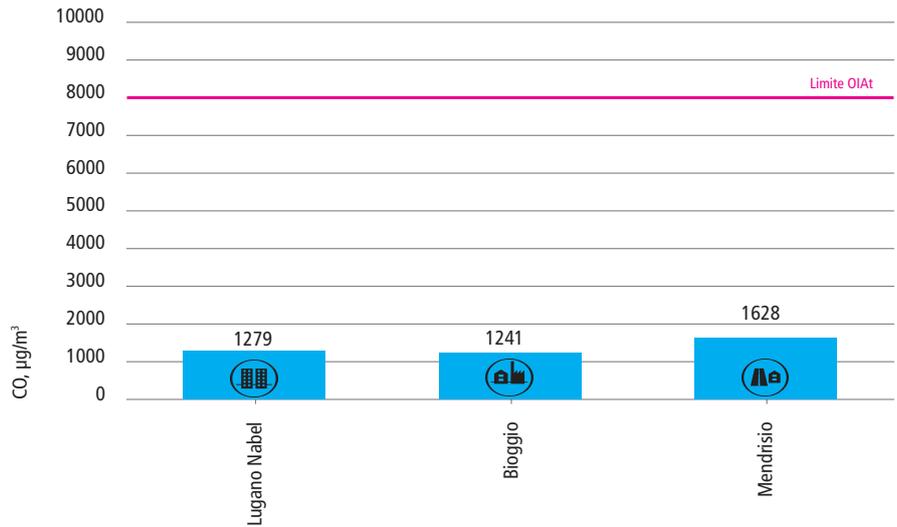
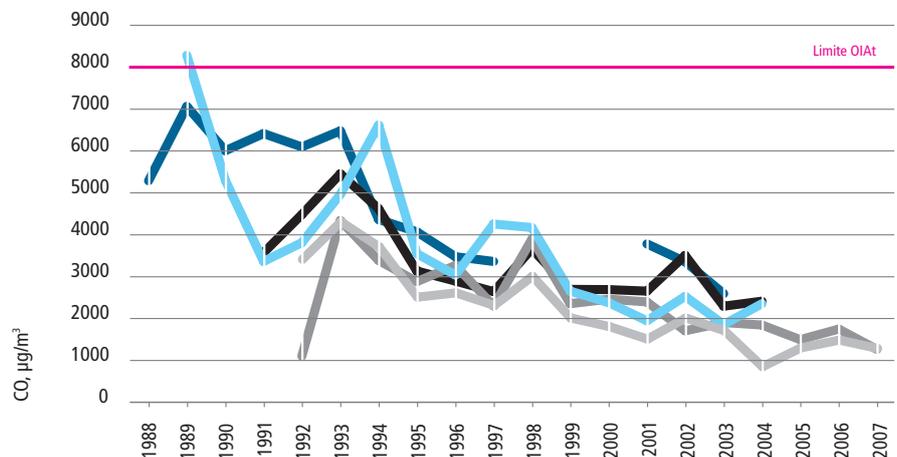


Figura 21: Evoluzione della media giornaliera massima di monossido di carbonio in Ticino, 2007

- Locarno
- Chiasso
- Lugano
- Lugano Nabel
- Bioggio



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.

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 e PM2.5 in Ticino nel 2007 è illustrata alle pagine 29 e 31.

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/selvicoltura, 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, pollini, muffe e spore sono considerate 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. I dati riguardo al numero di particelle rilevate in Ticino durante il 2007 sono presentati a pag. 32.

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.). La situazione delle principali componenti delle polveri (carbonio elementare, IPA e COV) in Ticino nel 2007 è commentata alle pagine 36, 35, 23.

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

Effetti sulla salute

Più in profondità dell'apparato respiratorio le polveri sottili ed ultrafini arrivano e più aumentano le probabilità che inneschino processi infiammatori. Le più piccole penetrano anche nelle ramificazioni più sottili dei polmoni, raggiungendo i vasi sanguigni e linfatici. La loro struttura frastagliata favorisce il legame di sostanze tossiche, alcune delle quali addirittura cancerogene. 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.

Uno studio dell'UFAM ha esaminato lo stato delle immissioni di PM10 in Ticino per l'anno 2000. Tra le altre cose da questo studio è emerso che il 91.7% della popolazione ticinese è esposta a concentrazioni superiori al limite OIAt di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In considerazione di ciò il Canton Ticino ha commissionato uno Studio sulla strategia di lotta allo smog invernale al Sud delle Alpi, al fine di elaborare provvedimenti stagionali che permettano di fronteggiare gli episodi di smog invernale. Lo studio è stato presentato nel gennaio 2005.

II 2007 Le medie annue di polveri sottili hanno superato durante il 2007, in ogni punto di misura, il limite di 20 µg/m³ fissato dall'OIA. La concentrazione maggiore è stata registrata a Chiasso, con 40 µg/m³ mentre il valore più basso si misura a Sigrino dove, con 21 µg/m³, il VLI è quasi rispettato. Figura 22 evidenzia come nel Sottoceneri, nel Mendrisiotto e nella piana del Vedeggio con valori attorno ai 35 – 40 µg/m³, le concentrazioni medie annue sono più elevate che nel resto del Cantone, dove si attestano mediamente sui 26 – 28 µg/m³. Dalla figura 22 è anche possibile osservare il contributo proveniente dalle attività di cantiere di Alp Transit a Bodio e Camorino, che provocano un aggravio di 3 – 5 µg/m³ sulla media annua. L'andamento stagionale tipico delle polveri sottili è da ricondurre a due fattori. Da un canto ciò è dovuto all'attivazione di alcune fonti «invernali», come gli impianti di riscaldamento (a olio e legna), dall'altro canto il fenomeno, più marcato in inverno, delle inversioni termiche gioca un ruolo importante. Infatti, durante l'inversione, l'aria è stratificata, ciò che inibisce il suo rimescolamento in verticale. Le emissioni locali si accumulano così per più giorni, caricando sempre più l'aria. Il bel tempo prolungato e stabile in questi periodi e la marcata siccità registrati quest'anno, hanno quindi favorito l'aggravarsi della qualità dell'aria. Il fenomeno è ben osservabile nel grafico sull'andamento delle medie mensili di polveri sottili. Le eccezionali condizioni atmosferiche dei mesi invernali del 2007 hanno in generale influito positivamente sulle concentrazioni di PM10. La raffigurazione delle medie mensili riflette l'andamento stagionale di questo inquinante, che rappresenta lo smog invernale. Le medie mensili più alte, infatti, si registrano sistematicamente tra ottobre e marzo. Da aprile a settembre, invece, i valori misurati in tutte le stazioni sono simili, benché Chiasso presenti quelli più elevati. Rispetto ai mesi di gennaio e febbraio del 2006, nel 2007 le concentrazioni medie mensili di PM10 sono state di 20 – 30 µg/m³ più basse.

Figura 22: Medie annue delle polveri sottili, PM10, in Ticino, 2007

- Immissioni
- Emissioni: Autostrada
- Emissioni: Cantieri ATG

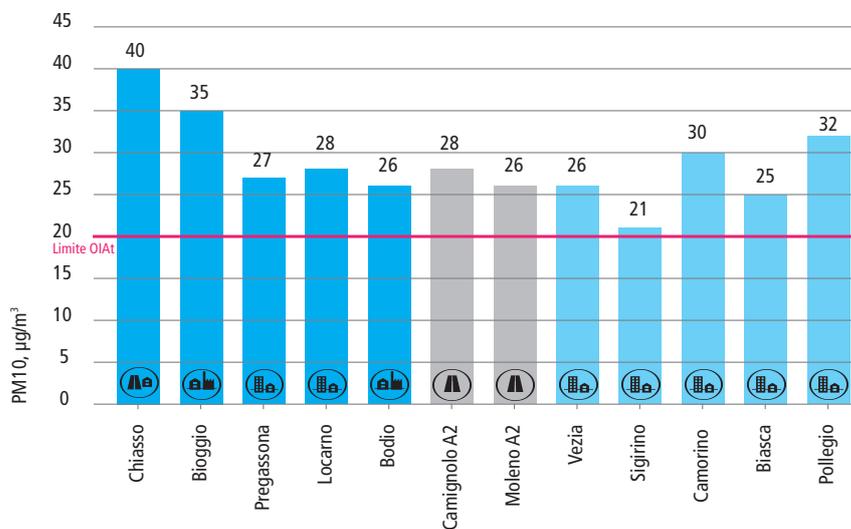
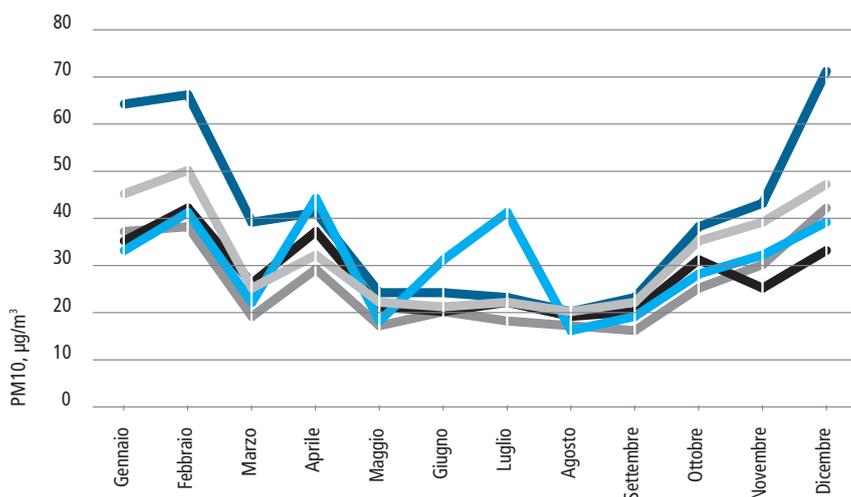


Figura 23: Andamento delle medie mensili delle polveri sottili, PM10, in Ticino, 2007

- Chiasso
- Pollegio
- Moleno A2
- Camignolo A2
- Camorino



PM10

L'evoluzione

Dal 1997 le concentrazioni medie annue di polveri sottili presso tutte le stazioni ticinesi si sono mantenute pressoché costanti e nettamente al di sopra dei limiti annui OIAt ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

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 degli ultimi anni in Ticino e in particolare nel Sottoceneri. I valori registrati in tutto il Ticino nel 2007 hanno presentato un'evoluzione generale favorevole, tanto che il valore medio ponderato è passato da $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con una riduzione di quasi il 15%.

In generale, non è possibile distinguere chiaramente un'evoluzione delle medie annue di PM10 in Ticino, anche se a Lugano negli ultimi 10 anni è stato comunque possibile osservare una riduzione del 25% delle concentrazioni. Chiasso, dove i fenomeni invernali sono particolarmente accentuati, presenta un chiaro peggioramento – seppure mitigato durante il 2007 – nel corso degli ultimi 5 anni non riconducibile ad aumenti delle emissioni. Nelle altre località, pur essendo sensibilmente superiori al limite OIAt, i valori registrati sono relativamente costanti e la tendenza al miglioramento appare molto lenta.

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

- Chiasso
- Bodio – Pollegio
- Lugano Nabel
- Bioggio
- Bodio

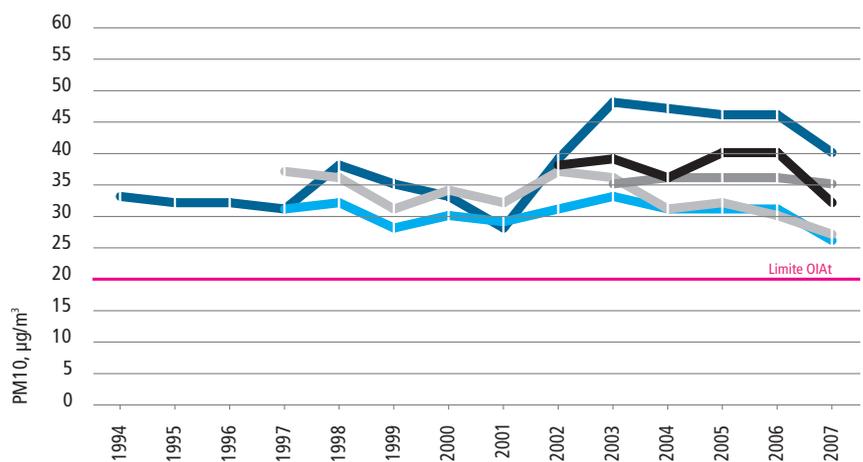
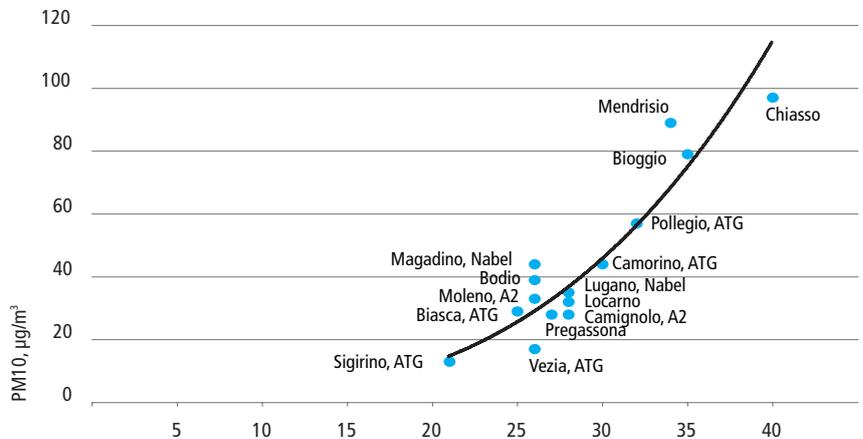


Figura 25: Numero di superamenti del VLI giornaliero in funzione della media annua per le polveri sottili, PM10, in Ticino, 2007



L'OIA non prevede ancora limiti d'immissione per le PM2.5. Tuttavia a causa dei probabili influssi che le PM2.5 hanno sulla salute (vedi il capitolo sulle polveri in sospensione a pag. 28), esse sono monitorate dal 2003 nelle stazioni OASI di Camignolo e Moleno, anche per verificare le emissioni del particolato più fine, proveniente dalla combustione dei motori dei motori diesel.

L'Unione Europea, prevede che, a livello dei territori nazionali, sia rispettato un VLI di 25 µg/m³, mentre nelle zone urbane, l'obiettivo è fissato a 20 µg/m³.

2.9.2

Il 2007 I valori registrati a Moleno e Camignolo per le PM2.5 sono molto simili, e si sono attestati attorno ai 17 – 18 µg/m³.

In Svizzera le PM10 sono composte per il 70 – 85% da PM2.5. Queste percentuali sono confermate dai rilevamenti effettuati nelle due stazioni OASI.

Il rapporto a Camignolo tra PM10 e PM2.5 è stato di 88% nel 2003, di 81% nel 2004 e si è attestato al 60% nel 2007.

A Moleno la proporzione tra PM10 e PM2.5 è leggermente inferiore situandosi al 73% nel 2003, al 65% nel 2004 e al 69% nel 2007.

La maggior concentrazione assoluta di PM2.5 a Moleno rispetto a Camignolo potrebbe spiegarsi con la presenza a Moleno di altre fonti antropiche rilevanti di PM2.5 come ad esempio la combustione della legna. Studi in questo senso (Aerowood, 2007) indicano, infatti, come in determinati momenti della giornata (sera) la combustione della legna costituisca fino al 50% delle fonti complessive.

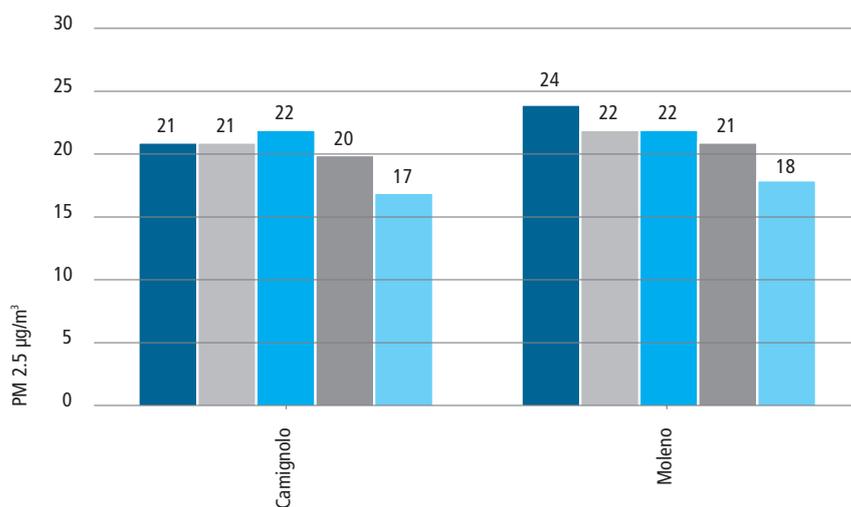
L'evoluzione

La media annua di PM2.5 sia a Camignolo, sia a Moleno, negli ultimi 5 anni presenta un'evoluzione favorevole con una diminuzione del 20 – 25%, attestandosi sui 17 – 18 µg/m³.

Questa evoluzione, che dovrà essere confermata nei prossimi anni, potrebbe indicare che i miglioramenti nell'ambito delle emissioni dei motori diesel cominciano a presentare qualche risultato positivo.

Figura 26: Medie annue di PM2.5 a Camignolo e Moleno, 2003 – 2007

- 2003
- 2004
- 2005
- 2006
- 2007



Numero di particelle

Le misure della concentrazione delle particelle (quindi i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM10 e PM2.5) non restituiscono tutte le informazioni rilevanti per la salute; in particolare non ne indicano il numero. Il numero di particelle è dominato da quelle di dimensioni più piccole – le nanoparticelle di diametro aerodinamico inferiore ai 50 nm – provenienti dalla combustione incompleta. Per questo motivo il numero di particelle è un valido indicatore delle emissioni locali come il traffico o la combustione di biomassa. A partire dal 2003 a Lugano e dal 2004 a Moleno e Camignolo si registra il numero di particelle. Il fatto che il numero di particelle dipenda in modo particolare dalle emissioni locali è bene illustrato dalla figura seguente che ne riporta l'andamento per giorno della settimana presso le stazioni di misura di Moleno e Camignolo adiacenti all'A2, con 28'000 e 48'000 passaggi totali giornalieri circa. A Moleno si registra quindi circa il 40% di transiti in meno.

Le figure 27 e 28 riportano l'andamento annuo, come media scivolata su 7 giorni per attenuare l'effetto settimanale dovuto al traffico, delle concentrazioni di PM10 e il numero di particelle a Moleno e Camignolo. È così possibile osservare come, benché a Moleno e Camignolo sia la media annua delle concentrazioni di PM10 (28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) che l'andamento settimanale sono molto simili, il numero di particelle diverge molto fortemente. Infatti il valore medio annuo è stato a Camignolo di 77'000 particelle/ cm^3 , mentre a Moleno di circa 44'000 particelle/ cm^3 . Si tratta di una differenza del 40% che corrisponde abbastanza bene alla divergenza nei flussi di traffico nelle due località.

Figura 27: Andamento annuo, media scivolata su 7 giorni, del numero di particelle, p/ cm^3 a Moleno e Camignolo, 2007

■ Camignolo (media scivolata su 7 giorni)
 ■ Moleno (media scivolata su 7 giorni)

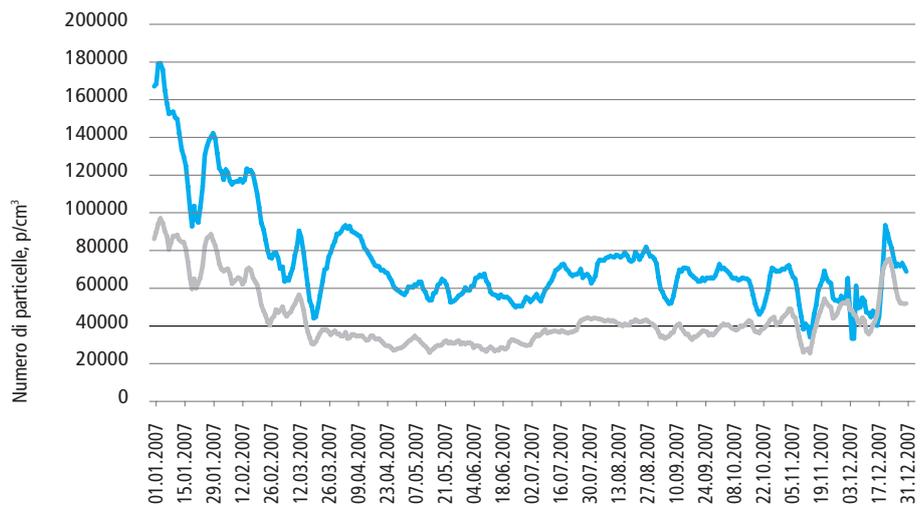
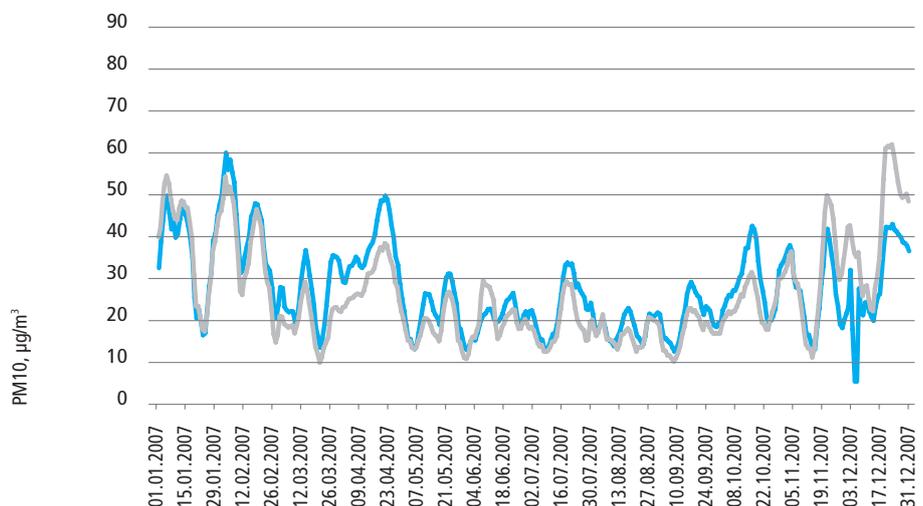


Figura 28: Andamento annuo, media scivolata su 7 giorni, delle PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Moleno e Camignolo, 2007

■ Camignolo (media scivolata su 7 giorni)
 ■ Moleno (media scivolata su 7 giorni)



Dati del 2007 ed evoluzione

Le concentrazioni di piombo misurate a Bodio durante gli ultimi 11 anni hanno rispettato ampiamente il limite OIAt di $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con valori medi mensili da 5 fino a 50 volte inferiori alla suddetta soglia. Dall'evoluzione dal 1994 al 2006 si nota come a partire dal 2000 le concentrazioni siano calate maggiormente rispetto agli anni precedenti. Questo effetto è da ricondurre all'introduzione del divieto della benzina contenente piombo.

Sempre a Bodio anche le immissioni di cadmio sono da 10 anni ormai costantemente da 5 a 15 volte inferiori alla soglia di legge ($1.5 \text{ ng}/\text{m}^3$).

Dalle figure sulla tendenza di piombo e cadmio è possibile osservare come il loro andamento in zone rurali discoste (Magadino Nabel) e negli agglomerati (Lugano, Nabel) presenta praticamente la stessa evoluzione registrata in zona industriale a Bodio.

Per questo motivo e in considerazione delle concentrazioni raggiunte e della complessità analitica che genera un rapporto costi/benefici molto sfavorevole, a partire dal 2006 i metalli nelle PM10 non vengono più monitorati tramite la rete cantonale a Bodio.

I dati rilevati a Lugano e Magadino dalla Confederazione mostrano un andamento pluriennale comparabile a quello di Bodio e sono così in grado di garantire la rappresentatività del monitoraggio anche per gli anni futuri.

2.9.4

Origine

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.

Effetti

sulla salute e sull'ambiente: 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.

Metalli nelle PM10

Figura 29: Evoluzione del cadmio nelle polveri, a Bodio, Lugano e Magadino dal 1994 al 2007

- Bodio
- Magadino Nabel
- Lugano Nabel

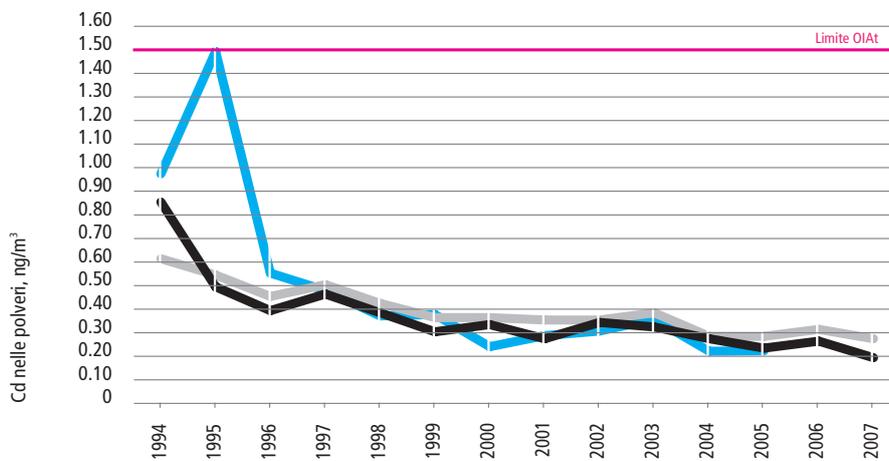
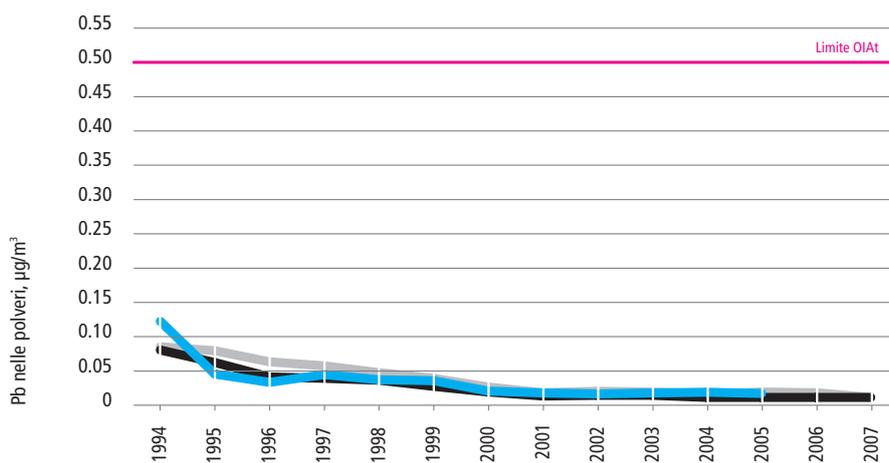


Figura 30: Evoluzione del piombo nelle polveri, a Bodio, Lugano e Magadino dal 1994 al 2007

- Bodio
- Magadino Nabel
- Lugano Nabel



Il 2007

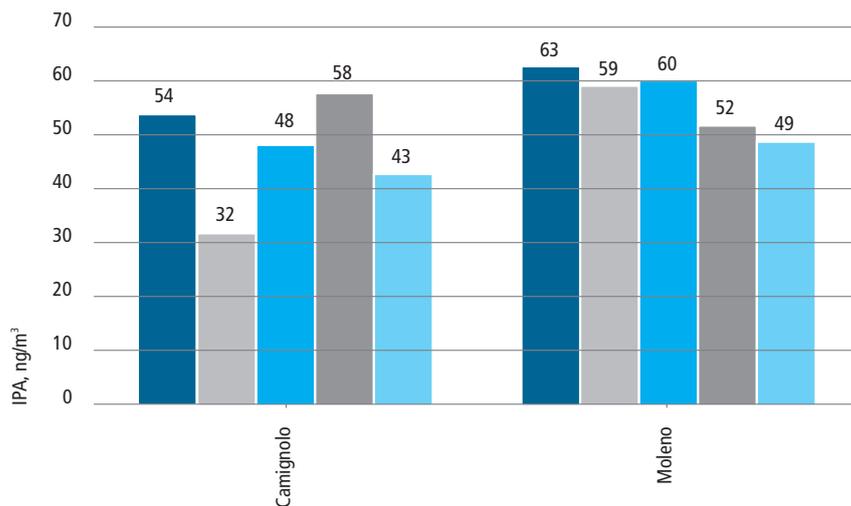
Il trend delle medie mensili sull'arco dell'anno è simile a quello delle polveri sottili e presenta le classiche caratteristiche di un inquinante primario con concentrazioni più elevate nei mesi invernali che in quelli estivi.

Il paragone tra le due stazioni OASI mostra che i valori misurati a Moleno sono, ad eccezione dei mesi estivi, sensibilmente superiori a quelli di Camignolo. Ciò è riconducibile al fatto che, soprattutto in inverno, a Moleno si verificano spesso periodi di inversione termica.

2.10

Figura 31: Evoluzione delle medie annue degli idrocarburi policiclici aromatici a Moleno e Camignolo, 2003–2007

- 2003
- 2004
- 2005
- 2006
- 2007

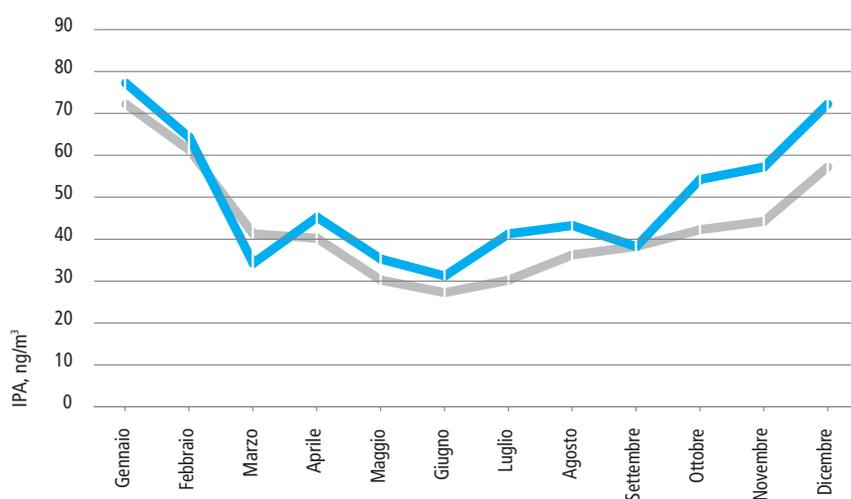


Evoluzione

I dati su 5 anni registrati a Camignolo e Moleno non delineano in modo univoco un trend chiaro. Osservando i dati di Moleno, infatti, si potrebbe giungere alla conclusione che le concentrazioni siano in leggera ma costante diminuzione; per contro a Camignolo la variabilità è più accentuata. Questo potrebbe essere la conseguenza di influssi meteorologici annuali.

Figura 32: Evoluzione delle medie mensili degli idrocarburi policiclici aromatici a Moleno e Camignolo, 2003–2007

- Moleno A2
- Camignolo A2



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'OIAI non prevede limiti d'immissione per questa categoria di sostanze.

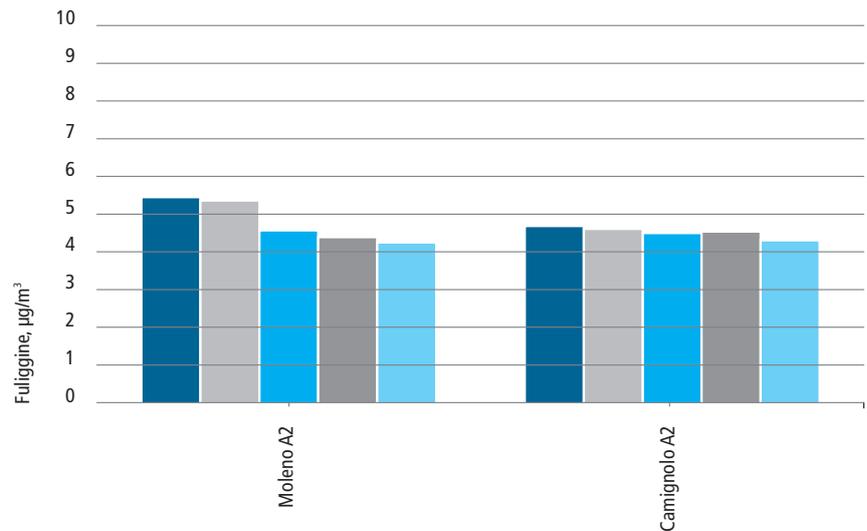
Carbonio elementare (Fuliggine)

II 2007

Anche per quanto concerne la fuliggine, l'andamento delle medie mensili sull'arco dell'anno è contraddistinto da concentrazioni più elevate nei mesi invernali che in quelli estivi, mostrando così la tipica evoluzione delle emissioni primarie.

Il paragone tra le due stazioni OASI mostra anche in questo caso che i valori misurati a Moleno nei mesi invernali sono superiori a quelli di Camignolo. Ciò è riconducibile al fatto che a Moleno, durante l'inverno, si verificano spesso periodi di inversione termica maggiormente persistenti.

Figura 33: Evoluzione delle medie annue della fuliggine a Moleno e Camignolo, 2003 – 2007

**Origine**

Il materiale particolato carbonioso è un parametro di fondamentale importanza ai fini della valutazione della qualità dell'aria.

Il particolato carbonioso è un sottoprodotto della combustione incompleta ed è costituito da una frazione organica, nota come carbonio organico (OC), e da una frazione denominata carbonio elementare (EC), resistente all'ossidazione.

L'EC ha una struttura grafitica ed è essenzialmente un inquinante primario emesso direttamente durante i processi di combustione incompleti, come ad esempio dalla fuliggine dei diesel.

Le particelle di fuliggine si presentano in genere come agglomerati di particelle primarie a cui si adsorbono composti organici come gli idrocarburi policiclici aromatici, IPA.

Effetti

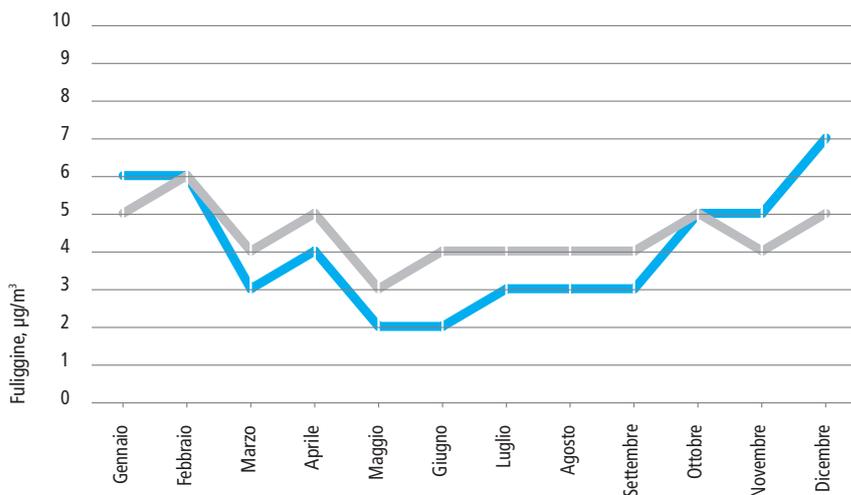
sulla salute: il carbonio causa irritazione dei polmoni, proliferazione delle cellule epiteliali. Un'esposizione cronica provoca fibrosi.

Evoluzione

Anche in questo caso 5 anni di dati registrati a Camignolo e Moleno non sembrano sufficienti per delineare un trend specifico, anche se è possibile intravedere una lieve diminuzione delle concentrazioni di fuliggine in entrambe le località. È prematuro trarre delle conclusioni sull'andamento dal 2003 al 2007: in ogni caso la fuliggine rappresenta costantemente circa il 15 – 16% della massa totale delle polveri sottili sia a Moleno che Camignolo.

Figura 34: Evoluzione delle medie mensili della fuliggine a Moleno e Camignolo, 2007

■ Moleno
 ■ Camignolo



I composti organici volatili, COV, rappresentano una classe di sostanze organiche molto eterogenea. La loro importanza da un punto di vista dell'inquinamento atmosferico risiede nel fatto che molte di esse sono dei precursori dell'ozono e alcune sono anche intrinsecamente tossiche (cancerogene e/o teratogene).

Molte di queste sostanze trovano uso nelle più disparate e usuali attività quotidiane come solventi, sgrassanti, coloranti, vernici, colle, ma anche come insetticidi o additivi alimentari. D'altra parte esse vengono anche emesse nei processi di combustione e il traffico veicolare ne rappresenta così una delle fonti principali.

Molti sono stati gli sforzi nel corso degli ultimi 15 anni per diminuire le emissioni di COV messe in atto in Svizzera; in particolare segnaliamo due interventi legislativi del 2000 che hanno accelerato la loro diminuzione nell'atmosfera e cioè l'introduzione della tassa d'incentivazione – tre franchi per chilogrammo di COV – stabilita dall'OCOV e la diminuzione del tasso di benzene nella benzina dal 5% all'1%.

A partire dal 1990 le emissioni di COV in CH sono così passate da 294'000 t/a a 102'000 t/a nel 2004, con una riduzione quindi di quasi due terzi; anche in Ticino le emissioni hanno registrato, grazie anche a tutta una serie di provvedimenti stabiliti dal Piano di risanamento dell'aria del 1991, un'importante riduzione passando nel medesimo periodo da 10'000 t/a a circa 4'000 t/a.

Allo scopo di verificare l'efficacia di queste misure di risanamento è stata così prevista una verifica delle immissioni di 35 diversi COV tra i più diffusi e rappresentativi.

Le loro concentrazioni sono state determinate nell'ambito di tre distinte campagne di misura svolte con campionatori passivi nel 1997, nel 2000 e nel 2007. Le sostanze analizzate appartengono alle classi dei composti aromatici, degli alcani, dei monoterpeni e degli idrocarburi clorurati.

Il monitoraggio dei principali COV è possibile tramite due diversi approcci: un campionamento continuo tramite gascromatografia oppure in modo discontinuo e passivo.

Nel primo caso viene utilizzato un gascromatografo direttamente sulla stazione di misura che a ciclo continuo esegue l'analisi dei BTEX: benzene, toluene, etilbenzene e xileni; nel secondo 35 diverse sostanze appartenenti alle classi dei composti aromatici, degli alcani, dei monoterpeni e degli idrocarburi clorurati, vengono determinate tramite l'esposizione di appositi dosimetri per un periodo di due settimane, i quali vengono poi analizzati in un secondo tempo in laboratorio. Le analisi con gas cromatografo e spettrometro di massa sono state eseguite dalla ditta Carbotech AG di Basilea.

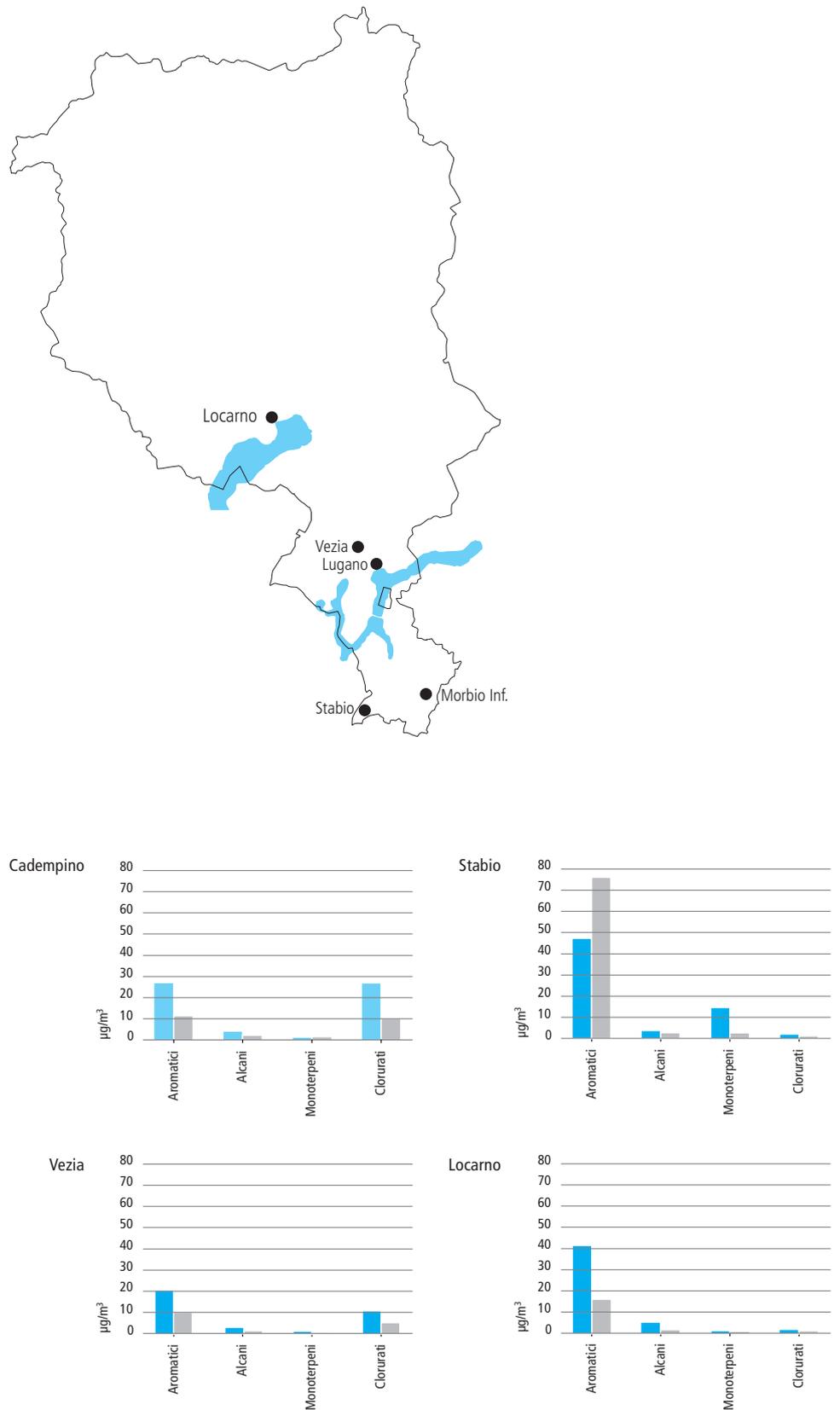
A partire dal 2003 vengono monitorate le emissioni di BTEX in continuo a Moleno (cfr capitolo 2.6, pag. 23).

Per i campionatori passivi sono stati individuati alcuni interessanti punti di misura, dove i COV sono stati misurati per un anno intero nel 1997, nel 2000 e nel 2007. Si sono scelti punti di misura tenendo conto sia dell'esposizione delle persone che di situazioni particolari a livello di emissioni. Tali punti di misura sono:

- Stabio: nei pressi di una zona industriale e in particolare di una grossa azienda che opera nel settore tessile.
- Morbio Inferiore: in prossimità di un centro commerciale con ampio posteggio e una stazione di benzina, nelle vicinanze dell'autostrada A2.
- Lugano: nei pressi della stazione FFS.
- Vezia: in zona industriale nell'area di influenza dell'impianto di depurazione delle acque e di smaltimento dei fanghi.
- Cadempino: in zona industriale nell'area di influenza di una ditta attiva nella produzione di componenti di penne a sfera dove si esegue lo sgrassaggio con solventi clorurati.
- Locarno: in una zona che risente delle emissioni del traffico (Piazza Castello).
- Galleria Vedeggio – Cassarate: nella valle del Vedeggio a Cadempino (coordinate 715.6/98.7), nella valle del Cassarate a Canobbio (coordinate 718.2/98.8) e in collina a Comano (coordinate 717.0/99.0) dove sono previsti i portali e il camino di aerazione della galleria.
- Sigirino: in zona residenziale discosta nei pressi di un importante impianto di preparazione di miscele bituminose e di un cantiere di Alp Transit.

Figura 35: Evoluzione dei COV, 1997, 2000 e 2007 Cadempino, Stabio, Vezia e Locarno

La tabella 1 riporta per le 35 sostanze singolarmente e per classi – aromatici, alcani, monoterpeni e clorurati – le concentrazioni medie annue per il 1997, il 2000 e il 2007.



In generale si constata un inquinamento abbastanza diffuso da composti aromatici. Benzene, toluene e xileni sono responsabili per più del 70% dei composti aromatici presenti nell'aria. Particolarmente importanti per gli effetti sulla salute sono le immissioni di benzene, che l'OIA classifica tra le sostanze cancerogene. Per queste sostanze non esiste una soglia al di sotto della quale diventano inoffensive. Per principio si deve quindi contenere nella maggior misura possibile le loro emissioni e immissioni. Le medie annue rilevate nel 2007 in Ticino si situano tra $0.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Sigirino) e $1.39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (centro urbano di Locarno). Valori simili sono misurati anche in altre località della Svizzera ($1.45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a Dübendorf e $1.39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a Zurigo nel 2006). Dai valori misurati in Ticino si valuta un'esposizione media di ca. $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tale valore è chiaramente inferiore al limite fissato dall'Unione Europea per la concentrazione media annuale di benzene ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Essi sono inoltre simili a quelli registrati in continuo lungo l'A2 a Moleno ($0.75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel 2007).

Il limite europeo si basa su un'analisi del rischio, e non rappresenta una soglia al di sotto della quale non ci si devono attendere danni alla salute. Come già rilevato, una simile soglia per il benzene non esiste.

Nel caso della leucemia ad esempio l'Organizzazione mondiale per la sanità (OMS) indica un rischio unitario* supplementare di $6 \cdot 10^{-6}$ per l'esposizione ad una concentrazione di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sull'arco di un'intera vita. Ciò significa che per $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (limite europeo) il rischio supplementare è di $3 \cdot 10^{-5}$.

Nelle zone industriali di Stabio e del Basso Vedeggio il carico complessivo di composti organici volatili è generalmente più elevato. Ciò è dovuto alle sostanze utilizzate nei processi industriali (prodotti di pulizia, tinture, ecc.). A Cadempino e Vezia, l'importanza delle emissioni industriali si manifesta nell'elevata concentrazione di solventi clorurati (soprattutto tricloroetilene e tetracloroetilene), utilizzati per il lavaggio di piccoli pezzi di metallo, un'attività assai diffusa nella parte bassa della Valle del Vedeggio. A Stabio invece si rilevano soprattutto notevoli concentrazioni di monoterpeni (limonene in particolare) e di aromatici (soprattutto toluene), la cui fonte più importante è rappresentata dalle attività industriali. A Locarno e nei grandi agglomerati in genere, invece, il traffico è la fonte principale di composti organici volatili. Anche qui però si nota l'influsso delle emissioni industriali e artigianali.

I dati per l'anno 1997, 2000 e 2007 dei sopradescritti punti di misura sono riassunti graficamente nella figura 16. Nella stessa vengono mostrati solamente i quantitativi delle sopraccitate 4 classi di COV: composti organici volatili aromatici, alcani, monoterpeni e clorurati.

Queste cifre evidenziano anche l'evoluzione delle immissioni e permettono di trarre delle conclusioni in merito all'applicazione dei provvedimenti di riduzione delle emissioni alla fonte, da un lato il traffico motorizzato, e dall'altro le attività industriali.

In generale è possibile osservare che nel corso di 7 – 10 anni le immissioni di COV sono fortemente diminuite.

In particolare per il benzene, emesso essenzialmente dal traffico, è possibile osservare un sensibile miglioramento. Se ancora nel 2000 l'esposizione media della popolazione si aggirava attorno ai $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nel 2007 le immissioni si sono ridotte del 60% e si attestano sul valore di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in quasi tutte le località, tra cui anche Moleno lungo l'A2.

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

A livello industriale l'evoluzione generale indica una tendenza favorevole a riprova della bontà delle misure adottate e della validità delle tasse d'incentivazione.

Anche presso le ubicazioni a vocazione prettamente industriale come Stabio, Vezia e Cadempino, vi è stata una riduzione delle immissioni di oltre il 50%.

A Cadempino, dove negli ultimi anni si è concentrata quasi tutta l'attività di produzione di componenti delle penne a sfera ticinese, il bilancio si presenta in chiaroscuro.

La nota positiva è che le immissioni totali di clorurati si sono ridotte, grazie a interventi

* La probabilità di contrarre una determinata malattia sull'arco di una vita di 70 anni.

di razionalizzazione del processo di produzione, di quasi due terzi, passando da 27.44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nel 1997 a 10.61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nel 2007. D'altra parte vi è stato il passaggio dall'utilizzo del tetracloroetilene, all'ambientalmente più problematico, tricloroetilene.

Le emissioni di clorurati rimangono ancora elevate a seguito dei ritardi nel risanamento degli impianti di produzione che avrebbero dovuto essere terminati nel 2007 e le immissioni di questo impianto continuano ad influenzare anche la qualità dell'aria presso il punto di controllo di Vezia che si trova a oltre 2 km in linea d'aria. Con l'installazione, prevista per metà del 2008, di una macchina per il lavaggio a ciclo chiuso, le emissioni in atmosfera dovrebbero diminuire del 90%.

Altra nota negativa si annota a Stabio dove malgrado il risanamento degli impianti di abbattimento dei fumi della ditta responsabile delle maggiori emissioni, si registra un raddoppio delle immissioni di toluene, utilizzato come solvente per specifici processi di stampa. Queste emissioni sono da ascrivere in parte ad un impianto che non è ancora stato risanato e dall'altra ad emissioni diffuse incontrollate.

In conclusione, malgrado le note positive registrate nel corso dell'ultimo decennio, le emissioni dei COV devono ancora essere ridotte del 50% per garantire il rispetto dei valori limite d'immissione per l'ozono.

Sostanza	Comano	Canobbio	Cadempino		Stabio		Morbio	Lugano	Vezia		Locarno		Sigirino
	1997	1997	1997	2007	2000	2007	2000	2000	2000	2007	2000	2007	2007
Aromatici													
Benzene	2.17	2.42	2.74	1.07	1.91	1.16	2.67	2.73	1.98	1.05	3.44	1.39	0.60
Toluene	6.72	10.67	10.91	4.31	30.24	60.45	10.65	10.50	7.44	4.02	14.54	5.22	1.88
Etilbenzene	1.04	1.41	1.46	0.71	1.22	1.88	1.84	1.92	1.22	0.60	2.46	1.00	0.32
m/p-Xilene	3.13	4.43	4.63	2.53	3.92	8.00	5.78	6.13	3.80	2.07	7.95	3.73	0.95
o-Xilene	1.17	1.59	1.68	0.87	1.51	1.54	2.20	2.38	1.43	0.73	2.99	1.26	0.34
Stirene	0.08	0.10	0.16	0.05	0.55	0.01	0.26	0.24	0.15	0.02	0.30	0.00	0.05
Isopropilbenzene	0.10	0.11	0.11	0.03	0.12	0.01	0.15	0.15	0.11	0.03	0.17	0.06	0.00
n-Propilbenzene	0.34	0.44	0.45	0.12	0.45	0.15	0.51	0.54	0.34	0.11	0.66	0.17	0.02
m/p- Etiltoluene	1.16	1.58	1.68	0.64	1.75	0.66	1.99	2.17	1.28	0.45	2.89	1.01	0.18
1,3,5-Trimetilbenzene	0.31	0.43	0.45	0.16	0.60	0.18	0.60	0.69	0.39	0.13	0.92	0.25	0.04
o-Etiltoluene	0.36	0.50	0.54	0.13	0.55	0.15	0.52	0.56	0.34	0.11	0.73	0.22	0.04
1,2,4-Trimetilbenzene	1.18	1.66	1.78	0.81	2.88	0.81	2.22	2.51	1.45	0.68	3.19	1.25	0.24
1,2,3-Trimetilbenzene	0.28	0.39	0.40	0.16	1.02	0.16	0.50	0.55	0.33	0.12	0.70	0.26	0.06
Alcani													
Isoottano	0.55	0.70	1.78	0.38	0.54	0.23	1.02	1.11	0.56	0.37	1.67	0.54	0.25
n-Eptano	0.93	1.12	1.20	0.99	1.10	0.90	0.87	0.89	1.01	0.49	1.45	0.51	0.11
n-Ottano	0.19	0.23	0.26	0.10	0.37	0.11	0.39	0.37	0.27	0.08	0.73	0.11	0.02
n-Nonano	0.20	0.35	0.29	0.14	0.60	0.42	0.39	0.36	0.32	0.12	0.45	0.17	0.08
n-Decano	0.28	0.49	0.44	0.44	0.66	0.59	0.51	0.49	0.47	0.26	0.57	0.30	0.18
Undecano	0.53	0.17	0.32	0.15	0.47	0.33	0.44	0.47	0.50	0.13	0.51	0.17	0.04
Monoterpeni													
a-Pinene	0.12	0.03	0.06	0.23	0.37	0.19	0.41	0.25	0.42	0.12	0.26	0.05	0.01
Canfene	0.05	0.00	0.02	0.01	0.02	0.00	0.03	0.02	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00
b-Pinene	0.00	0.00	0.00	0.05	0.07	0.00	0.11	0.05	0.08	0.01	0.05	0.00	0.00
3-Carene	0.06	0.03	0.04	0.01	0.05	0.00	0.10	0.02	0.05	0.00	0.02	0.00	0.00
Limonene	0.24	0.16	0.25	0.19	13.96	2.48	0.40	0.58	0.33	0.09	0.32	0.10	0.02
Clorurati													
1,1,1-Tricloroetano	0.45	0.45	1.26	0.00	0.17	0.01	0.23	0.22	0.18	0.00	0.21	0.00	0.00
Triclorometano	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.05	0.05	0.06	0.04	0.03	0.04	0.02	0.02
Tetraclorometano	0.02	0.03	0.02	0.46	0.47	0.46	0.50	0.50	0.47	0.45	0.50	0.46	0.47
Tricloroetilene	0.49	0.49	0.49	9.41	0.56	0.14	0.70	1.43	8.11	4.41	0.31	0.09	0.37
Tetracloroetilene	0.67	0.51	20.23	0.53	0.75	0.54	0.99	0.85	1.97	0.61	0.59	0.20	0.20
1,1,2-Tricloroetano	0.73	0.89	5.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Clorobenzene	0.01	0.00	0.00	0.19	0.04	0.05	0.03	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
1,1,2,2-Tetracloroetano	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,3-Diclorobenzene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,4-Diclorobenzene	0.07	0.07	0.07	0.02	0.08	0.02	0.11	0.15	0.08	0.01	0.13	0.01	0.00
1,2-Diclorobenzene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Aromatici	18.04	25.73	26.99	11.59	46.72	75.15	29.89	31.07	20.26	10.14	40.94	15.84	4.71
Alcani	2.68	3.06	4.29	2.21	3.74	2.56	3.62	3.69	3.13	1.45	5.38	1.80	0.68
Monoterpeni	0.47	0.22	0.37	0.48	14.47	2.67	1.05	0.92	0.90	0.22	0.67	0.15	0.03
Clorurati	2.44	2.46	27.44	10.61	2.11	1.26	2.61	3.22	10.86	5.51	1.79	0.79	1.07

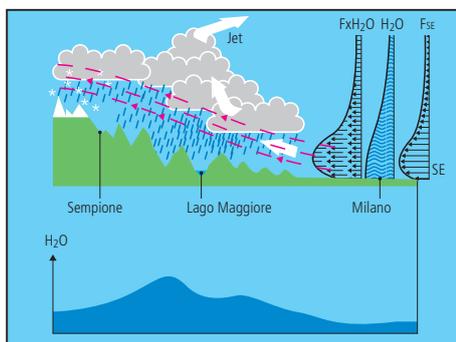
Tabella 1: concentrazioni medie annue in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di 35 COV per il 1997, il 2000 e il 2007

Introduzione

Gli inquinanti emessi nell'atmosfera possono essere eliminati in modi diversi. Un importante meccanismo sono le precipitazioni. Quantitativamente meno rilevante è pure la deposizione secca (deposizione di particelle e deposizione di sostanze gassose). La deposizione di inquinanti dipende dalla meteorologia, topografia, 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_2O : profilo del contenuto di acqua; FxH_2O : combinazione, quale flusso d'acqua diretto verso NO [3]



Stazioni e metodi di campionamento

Le precipitazioni vengono raccolte in nove stazioni: Acquarossa, Bignasco, Monte Brè, Locarno, Lugano, Piotta, Robieci, 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 e analizzate. Le concentrazioni medie mensili e annuali sono ponderate con il volume della precipitazione. Per calcolare le deposizioni mensili e annuali le concentrazioni medie vengono poi moltiplicate con il volume della precipitazione.

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, nitrato e ammonio. 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 H^+ . Nitrato e ammonio insieme contribuiscono inoltre all'eutrofizzazione di ecosistemi particolarmente sensibili. Un altro parametro molto importante che viene misurato è l'acidità, che è definita come la capacità di una soluzione acquosa di neutralizzare basi.

Il pH, che è il logaritmo negativo delle concentrazioni di ioni di idrogeno (=protoni), di acqua distillata in equilibrio con l'anidride carbonica dell'atmosfera è pari a 5.65. A questo pH le concentrazioni di protoni 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 basici calcio, magnesio, potassio e sodio. 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.

Deposizioni umide

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
Ca^{2+}	soprattutto naturale, particelle di suolo
Mg^{2+}	soprattutto naturale, particelle di suolo
Na^+	utilizzo di sale sulle strade, ma soprattutto di origine marina
K^+	in gran parte da emissioni di potassio (combustione a legna)
NH_4^+	emissioni di ammoniaca (agricoltura)
SO_4^{2-}	emissioni di diossido di zolfo (impianti di combustione)
NO_3^-	emissioni di ossidi di azoto (traffico)
Cl^-	emissioni di acido cloridrico, utilizzo di sale sulle strade, ma soprattutto di origine marina
pH	
conducibilità	
acidità	

Deposizioni umide

Andamento delle concentrazioni e deposizioni medie nel 2007

Le concentrazioni medie del 2007 e le relative deposizioni sono riportate nella tabella seguente. In generale le concentrazioni dei parametri di origine antropica (solfato, nitrato e ammonio) sono massime alle stazioni caratterizzate da basse latitudini e altitudini (Lugano e Stabio) e minime a latitudini e altitudini elevate (Piotta e Robiei). La correlazione con la latitudine riflette l'influsso dell'inquinamento atmosferico a lunga distanza che si muove lungo l'asse sud-nord. La diminuzione delle concentrazioni con l'altitudine si spiega da un lato ancora col gradiente di inquinamento sud-nord, in quanto l'altitudine media aumenta anche da sud verso nord, da un altro lato invece riflette la diminuzione dell'attività antropica. Nel Canton Ticino la precipitazione massima si trova nella parte nord-ovest. Questo è dovuto alla particolare orografia del territorio e alle correnti umide che si muovono prevalentemente da sud-ovest a nord-est. Ne consegue che deposizioni massime di solfato, nitrato e ammonio si trovano dove sia le concentrazioni che le precipitazioni sono elevate. Ciò si può osservare a Locarno Monti e a Sonogno. Le concentrazioni medie annue di bicarbonato aumentano con l'intensità e il numero di eventi di pioggia con caratteristiche alcaline e diminuiscono con il volume annuo delle precipitazioni. Le piogge alcaline non sono frequenti ma sono caratterizzate da un pH e da un contenuto di sali e polveri molto elevato. A volte questi eventi hanno origini Sahariane. Similmente agli inquinanti antropici, nel 2007 concentrazioni elevate di bicarbonato sono state misurate a basse latitudini e altitudini (Lugano e Stabio). Anche le deposizioni di bicarbonato sono massime a Lugano e Stabio. Elevanti sono anche le concentrazioni e le deposizioni di bicarbonato ad Acquarossa molto probabilmente per i quantitativi minimi di precipitazione. Per quanto riguarda l'acidità, valori minimi di concentrazione e di deposizione sono stati misurati a Lugano e a Stabio. I valori sono infatti negativi e indicano presenza di alcalinità nei campioni. Il fatto che a Lugano e Stabio l'acidità è minima nonostante le concentrazioni massime di inquinanti acidificanti come il solfato e il nitrato sottolinea l'importanza degli eventi di pioggia alcalina e del volume di precipitazione annua nel determinare la deposizione annua di acidità.

Stazione di campionamento	Precipitazione effettiva (mm)	Precipitazione analizzata (mm)	Conducibilità 25°C ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	pH	Ca^{2+}		Mg^{2+}		Na^+		K^+		NH_4^+		HCO_3^-		SO_4^{2-}		NO_3^-		Cl^-		Acidità = $\text{H}^+ - \text{HCO}_3^-$	
					Concentrazione (meq m^{-3})	Deposizione (meq m^{-2})	Concentrazione n (meq m^{-3})	Deposizione (meq m^{-2})	Concentrazione (meq m^{-3})	Deposizione (meq m^{-2})	Concentrazione (meq m^{-3})	Deposizione (meq m^{-2})	Concentrazione (meq m^{-3})	Deposizione (meq m^{-2})	Concentrazione (meq m^{-3})	Deposizione (meq m^{-2})	Concentrazione (meq m^{-3})	Deposizione (meq m^{-2})	Concentrazione (meq m^{-3})	Deposizione (meq m^{-2})	Concentrazione (meq m^{-3})	Deposizione (meq m^{-2})	Concentrazione (meq m^{-3})	Deposizione (meq m^{-2})
Acquarossa	954	814	12	5.4	24	23	7	6	6	6	2	2	39	37	11	10	33	31	30	29	4	4	-7	-6
Bignasco	1252	1166	12	5.1	17	21	4	5	8	9	3	3	29	37	3	4	26	25	30	37	6	8	6	7
Locarno Monti	1527	1299	14	5.1	15	23	3	5	5	8	1	2	45	69	6	10	29	44	37	56	5	7	1	1
Lugano	1143	754	15	5.5	29	33	7	8	13	15	6	7	43	50	18	21	35	40	39	45	9	10	-15	-17
Monte Brè	1143	1075	12	5.3	15	17	3	3	8	9	2	3	41	47	9	10	26	29	33	38	7	8	-4	-5
Piotta	1313	1046	10	5.3	12	16	2	3	5	7	1	2	28	37	7	9	20	26	22	30	5	7	-1	-1
Robiei	1639	1638	9	5.2	10	17	2	4	3	5	1	2	29	47	4	7	20	32	24	40	3	4	1	2
Sonogno	1659	1391	12	5.3	15	24	3	5	6	9	3	4	40	66	8	14	28	46	30	49	4	6	-4	-6
Stabio	1183	1047	14	5.4	15	18	4	5	10	11	4	4	52	61	13	15	31	37	38	45	8	9	-8	-10

Deposizioni umide

Tendenze stagionali delle concentrazioni e delle deposizioni nel 2007

Le precipitazioni sono massime tra maggio e settembre e minime durante gli altri mesi. Le concentrazioni di nitrato e ammonio sono massime all'inizio dell'anno, suggerendo una diluizione delle concentrazioni durante i mesi più caldi e più piovosi. In modo analogo, anche se meno chiaramente, si comportano le concentrazioni di solfato e dei cationi basici. Anche le concentrazioni di acidità sono inversamente proporzionali al volume delle precipitazioni. Ciò significa che la diminuzione delle concentrazioni degli anioni acidi in primavera-estate deve essere maggiore della riduzione delle concentrazioni dei cationi basici e ammonio, indicando che la diluizione non è il solo fattore ad influenzare le concentrazioni. Alla stessa conclusione si giunge osservando l'andamento delle concentrazioni di bicarbonato, che a differenza di tutti gli altri parametri sono massime durante il periodo primavera-estate. Supponiamo infatti che durante il periodo primavera-estate eventi di pioggia alcalina tendono a manifestarsi più frequentemente influenzando le concentrazioni di acidità.

Le deposizioni, invece, sembrano essere influenzate prevalentemente dalle precipitazioni. Infatti, le deposizioni mensili di solfato, nitrato, ammonio, cationi basici e bicarbonato sono massime durante l'estate quando il volume mensile delle precipitazioni raggiunge pure i massimi valori. Sempre durante i mesi estivi grazie all'arrivo delle precipitazioni dalle caratteristiche alcaline le deposizioni di acidità diminuiscono raggiungendo valori prevalentemente negativi.

Evoluzione pluriennale delle concentrazioni e delle deposizioni

Le variazioni delle concentrazioni medie annue e delle relative deposizioni dei principali parametri chimici sono riportate nella figura 36. Per alcuni parametri si possono osservare delle tendenze. Le concentrazioni medie annue di solfato e le relative deposizioni sono diminuite dagli anni 1980 in poi, rispondendo così alla riduzione delle emissioni di diossido di zolfo dopo il 1980. Al contrario, per le concentrazioni e le relative deposizioni di nitrato e ammonio nessuna tendenza temporale può essere osservata. Sembrano invece aumentare le concentrazioni e le deposizioni di bicarbonato in particolare negli anni molto piovosi 1999, 2000 e 2002. L'aumento delle concentrazioni di bicarbonato è in parte dovuto all'aumento della frequenza di pioggia con caratteristiche alcaline spesso ricche di polveri sahariane in particolare nell'ultimo decennio (Rogora et al. [4]). Esso riflette però anche la riduzione di acidità delle piogge, che comporta anche una diminuzione della capacità di neutralizzare piogge alcaliche rendendole più osservabili. 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. Dalla fine degli anni 1980 all'inizio di questo millennio il pH medio annuo delle deposizioni umide a Locarno Monti e Lugano è aumentato di quasi un'unità, passando da 4.3 a 5.0/5.3. Dopo il 2000 nelle maggior parte delle stazioni di monitoraggio la concentrazioni medie annue e le relative deposizioni di acidità sono diventate negative.

È importante osservare che negli ultimi 5 anni il volume delle precipitazioni è stato inferiore alla media (figura 37). Ne consegue che anche le deposizioni di solfato, nitrato, ammonio, cationi basici e bicarbonato sono state inferiori e non devono quindi essere automaticamente interpretate come il risultato di una riduzione delle emissioni atmosferiche. Il fatto che però anche le concentrazioni di solfato negli ultimi cinque anni sono stati inferiori rispetto al quinquennio precedente, suggerisce che la riduzione delle emissioni di solfato è continuata. Tuttavia il recente aumento della deposizione di acidità nella maggior parte delle stazioni di misura (Acquarossa, Locarno Monti, Mont Brè, Piotta, Stabio) indica che la diminuzione della deposizione dei cationi basici e ammonio è stata superiore alla riduzione della deposizione degli anioni acidi. Supponiamo quindi che la riduzione della deposizione di cationi basici non è soltanto dovuta ad una riduzione delle precipitazioni ma anche ad una diminuzione della frequenza delle precipitazioni alcaline. Infatti, anche le concentrazioni di bicarbonato e di cationi basici sono state inferiori negli ultimi cinque anni rispetto al quinquennio precedente. È quindi possibile che una diminuzione delle precipitazioni annue riduce anche la probabilità del manifestarsi di precipitazioni alcaline.

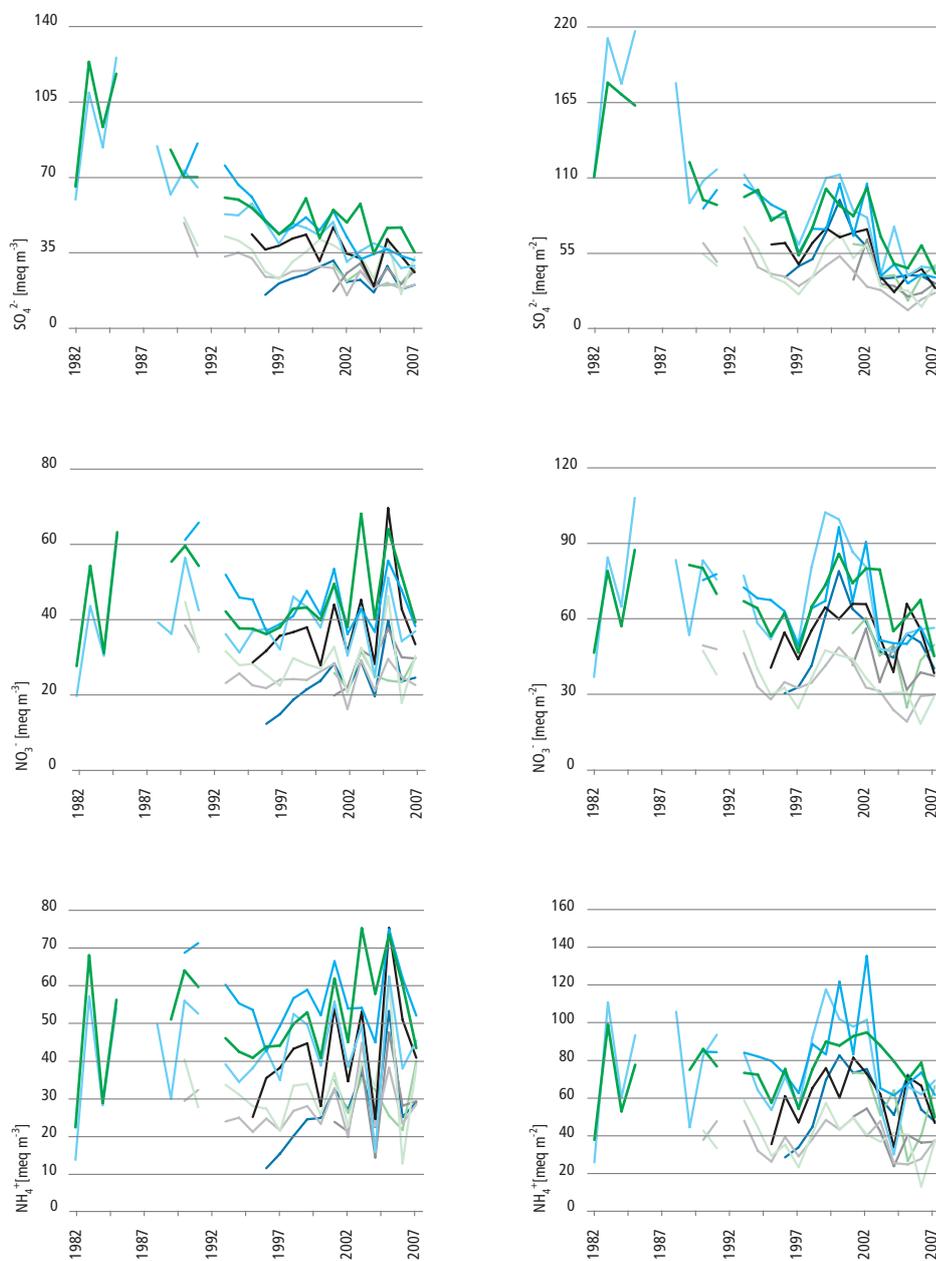
Deposizioni umide

Figura 36: 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.

- Robiei
- Piotta
- Locarno Monti
- Sonogno
- Acquarossa
- Stabio
- Bignasco
- Monte Bré
- Lugano



- Robiei
- Piotta
- Locarno Monti
- Sonogno
- Acquarossa
- Stabio
- Bignasco
- Monte Bré
- Lugano

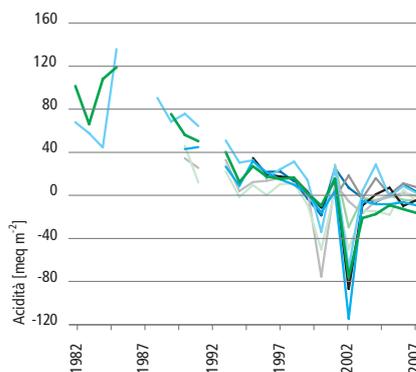
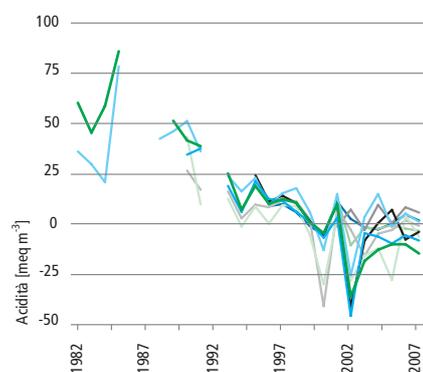
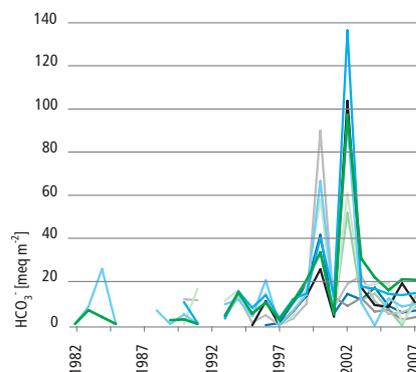
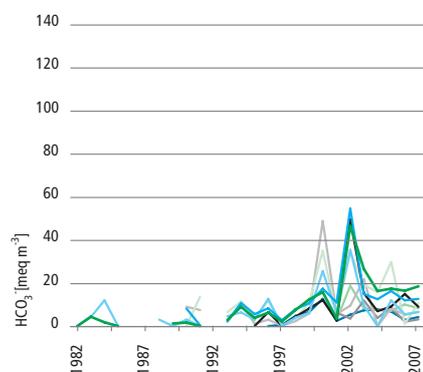
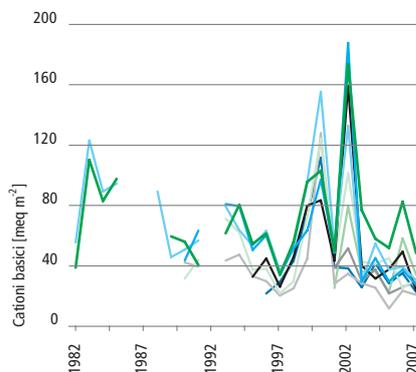
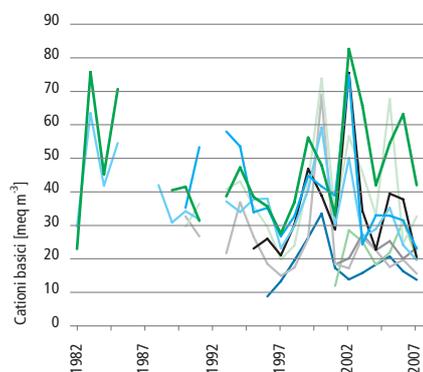
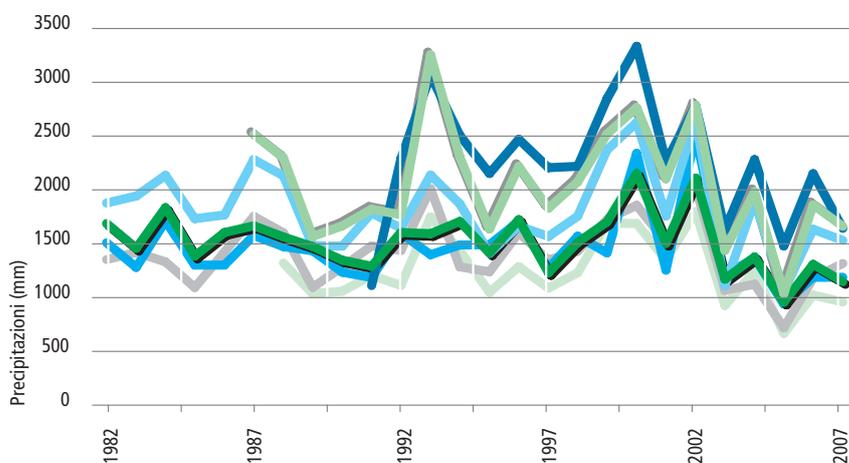


Figura 37: Precipitazione annua
Dati MeteoSvizzera

- Robiei
- Piotta
- Locarno Monti
- Sonogno
- Acquarossa
- Stabio
- Bignasco
- Monte Bré
- Lugano



Conclusione

Negli ultimi cinque anni le precipitazioni sono state inferiori alla media. Anche se le concentrazioni medie annue di solfato sono diminuite comunque suggerendo un'ulteriore riduzione delle emissioni di diossido di zolfo, un leggero aumento della deposizione di acidità può essere osservato. Ciò potrebbe essere spiegato con una recente riduzione della frequenza delle precipitazioni alcaline, probabilmente dovuto alla riduzione delle precipitazioni in generale.



Chiasso



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.

Diossido di azoto (NO ₂)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	30	45	↘
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	89	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	80	93	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	9	↘
Ozono (O ₃)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media oraria massima	µg/m ³	120	278	↘
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	713	↘
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m ³	100	232	↘
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	6	↘
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	20	40	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	50	142	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	97	↘
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	500	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	ng/m ³	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO ₂)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	30	n.r.	-
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	n.r.	-
Media giornaliera massima	µg/m ³	100	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-
Monossido di carbonio (CO)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media giornaliera massima	mg/m ³	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 della 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.

	Unità	Limite	2007	vs 2006
Diossido di azoto (NO₂)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	30	35	↘
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	78	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	80	84	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	2	→
Ozono (O₃)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media oraria massima	µg/m ³	120	270	↗
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	799	↘
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m ³	100	217	↗
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	7	→
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	20	27	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	50	116	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	35	↗
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	500	0.01	↘
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	ng/m ³	1.5	0.27	↘
Diossido di zolfo (SO₂)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	30	6	→
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	n. dsp.	-
Media giornaliera massima	µg/m ³	100	24	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	→
Monossido di carbonio (CO)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media giornaliera massima	mg/m ³	8	1.3	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	→
Polveri ultrafini (PM2.5)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	-	20	↘
Numero di particelle	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	p/cm ³	-	33'312	↘

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



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 ₂)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	30	36	↗
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	83	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	80	91	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	3	↘
Ozono (O ₃)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media oraria massima	µg/m ³	120	233	↘
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	480	↘
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m ³	100	194	↘
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	6	↘
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	20	35	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	50	105	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	79	↘
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	500	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	ng/m ³	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO ₂)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	30	4	↗
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	9	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	100	14	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	↗
Monossido di carbonio (CO)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media giornaliera massima	mg/m ³	8	1.2	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	↗

n.r.: non rilevato



Camignolo



Fuori località, lungo via fortemente trafficata.

Coordinate (x/y): 715.43 / 106.91
Quota (m s.l.m.): 440

La stazione, entrata in funzione nell'aprile 2003, è stata posta a fianco della carreggiata nord dell'autostrada A2 all'altezza del paese di Camignolo. In tal modo sono rilevate le emissioni del traffico autostradale locale e di transito. Anche in questo punto la quota di mezzi pesanti e di veicoli di nazionalità estera è importante.

	Unità	Limite	2007	vs 2006
Diossido di azoto (NO₂)				
Media annua	µg/m ³	30	60	↗
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	116	↗
Media giornaliera massima	µg/m ³	80	112	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	47	↗
Ozono (O₃)				
Media oraria massima	µg/m ³	120	154	↘
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	118	↘
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m ³	100	136	↘
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	7	→
Polveri sottili (PM10)				
Media annua	µg/m ³	20	28	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	50	83	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	28	↘
Piombo nelle polveri sottili (PM10)				
Media annua	µg/m ³	500	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)				
Media annua	ng/m ³	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO₂)				
Media annua	µg/m ³	30	n.r.	-
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	n.r.	-
Media giornaliera massima	µg/m ³	100	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-
Monossido di carbonio (CO)				
Media giornaliera massima	mg/m ³	8	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-
Polveri ultrafini (PM2.5)				
Media annua	µg/m ³	-	17	↘
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)				
Media annua	ng/m ³	-	43	↘
Numero di particelle				
Media annua	p/cm ³	-	75'787	↘

n.r.: non rilevato

n.dsp.: non determinabile



Locarno



Città mediamente popolata.

Coordinate (x/y): 704.63 / 113.80

Quota (m s.l.m.): 200

La stazione di misura, posta in centro città, è esposta alle emissioni degli impianti di riscaldamento e del traffico. Il Locarnese, ed il pendio destro del Verbano in modo particolare, godono di una buona insolazione che favorisce correnti termiche sui pendii e quindi la dispersione delle sostanze inquinanti. Questa situazione è inoltre accentuata dai fenomeni di brezza tra lago e valli.

Diossido di azoto (NO ₂)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	30	35	↗
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	71	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	80	75	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	↘
Ozono (O ₃)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media oraria massima	µg/m ³	120	188	↗
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	87	↗
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m ³	100	147	↗
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	6	↗
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	20	28	-
Media giornaliera massima	µg/m ³	50	93	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	32	-
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	500	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	ng/m ³	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO ₂)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	30	6	↘
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	18	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	100	29	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	↘
Monossido di carbonio (CO)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media giornaliera massima	mg/m ³	8	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	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 ₂)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	30	13	→
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	39	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	80	60	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	→
Ozono (O ₃)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media oraria massima	µg/m ³	120	170	↘
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	353	↘
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m ³	100	150	↘
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	7	→
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	20	n.r.	-
Media giornaliera massima	µg/m ³	50	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	500	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	ng/m ³	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO ₂)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	30	n.r.	-
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	n.r.	-
Media giornaliera massima	µg/m ³	100	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-
Monossido di carbonio (CO)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media giornaliera massima	mg/m ³	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 ₂)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	30	46	↗
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	94	↗
Media giornaliera massima	µg/m ³	80	123	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	7	↘
Ozono (O ₃)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media oraria massima	µg/m ³	120	n.r.	-
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	n.r.	-
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m ³	100	n.r.	-
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	n.r.	-
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	20	26	↗
Media giornaliera massima	µg/m ³	50	77	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	33	↘
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	500	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	ng/m ³	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO ₂)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	30	n.r.	-
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	n.r.	-
Media giornaliera massima	µg/m ³	100	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-
Monossido di carbonio (CO)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media giornaliera massima	mg/m ³	8	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-
Polveri ultrafini (PM2.5)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	-	18	↘
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	ng/m ³	-	49	↘
Numero di particelle	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	p/cm ³	-	44'862	↘
Benzene, Toluene e Xileni (BTX)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Benzene, media annua	µg/m ³	-	0.74	↘
Toluene, media annua	µg/m ³	-	0.92	↘
Xileni, media annua	µg/m ³	-	0.43	↘

n.r.: non rilevato

n.d.: non determinabile



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 ₂)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	30	30	→
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	65	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	80	69	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	↘
Ozono (O ₃)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media oraria massima	µg/m ³	120	202	↘
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	404	↗
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m ³	100	176	↘
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	7	↗
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	20	26	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	50	86	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	39	→
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	500	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	ng/m ³	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO ₂)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	30	22	↗
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	69	↗
Media giornaliera massima	µg/m ³	100	77	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	→
Monossido di carbonio (CO)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media giornaliera massima	mg/m ³	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 ₂)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	30	26	→
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	64	→
Media giornaliera massima	µg/m ³	80	71	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	→
Ozono (O ₃)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media oraria massima	µg/m ³	120	255	↗
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	750	↗
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m ³	100	211	↘
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	7	↗
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	20	27	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	50	112	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	28	↘
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	500	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	ng/m ³	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO ₂)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media annua	µg/m ³	30	n.r.	-
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	n.r.	-
Media giornaliera massima	µg/m ³	100	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-
Monossido di carbonio (CO)	Unità	Limite	2007	vs 2006
Media giornaliera massima	mg/m ³	8	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-

n.r.: non rilevato

I dati dei campionatori passivi NO₂

Distretto	Comune	Luogo	Coordinate	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	
Bellinzonese	Bellinzona	Al Portone	721.9/117.0	-	-	-	-	-	-	-	59	55	51	45	51	51	50	47	48	49			
		Cast. Montebello	722.8/116.8	26	30	28	27	23	23	22	21	21	21	21	18	23	21	17	15	16	16		
		Via Vallone	722.7/118.3	45	48	44	43	39	35	36	38	36	36	34	31*	34	36	29	25	25	25		
	Cadenazzo	Stazione FFS	716.2/112.3	64	62	56	57	52	44	47	51	48	46	41	41	45	43	42	40	40			
		SFEA	715.4/113.2	31	32	28	27	25	22	23	23	23	22	22	20	25	22	20	19	19	15		
V. di Blenio	Olivone	Olivone paese	715.1/154.3	14	13	13	13	12	10	11	11	11	11	9	10	11	10	8	5	7			
Leventina	Airolo	Airolo paese	690.1/153.7	36	36	34	33	35	31	31	30	33	32	27*	30	28	24	24	25	23			
		Bodio	Casa comunale	713.4/137.3	42	44	41	42	37	33	33	34	32	35	-	32	31	22	26	27	24		
			Parco	713.1/137.7	33	34	33	33	32	26	27	29	27	28	24	28	28	22	22	22	19		
			AET	712.3/137.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	30	36	33		
		Dalpe	Municipio	702.6/147.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	8	8	7	9	6	5		
Locarnese	Ascona	Via Locarno	703.1/113.4	32	32	30	30	27	26	25	25	25	25	22*	23	20	20	18	18	16			
		Gordola	Scuola media	710.1/114.5	36	37	29	32	29	27	27	28	27	25	23*	26	28	24	24	24	20		
			Anacquaria	709.2/115.5	-	-	-	-	31	26	25	26	24	23	21	25	22	20	21	19	17		
	Locarno	Casa comunale	704.8/114.1	47	48	45	45	38	36	36	38	36	32	28	34	29	27	28	25	23			
		ISM Monti	704.1/114.4	28	29	26	28	27	21	20	23	20	20	19*	22	18	18	19	17	14			
			Via Bastoria	703.3/113.8	-	-	-	-	30	25	26	28	26	26	23	25	22	21	21	20	18		
	Minusio		Via S. Gottardo	706.1/114.8	69	68	63	63	55	50	47	52	47	48	40	45	45	41	38	41	36		
Polizia			706.2/114.7	-	-	-	-	37	29	28	30	27	28	25	26	29	23	26	24	20			
Via R. Simen			706.2/114.6	-	-	-	-	49	38	34	37	32	33	31	33	33	26	27	29	31			
Luganese	Agno	Casa comunale	713.1/95.0	70	66	61	61	59	50	49	55	49	50	41	49	46	38	39	44	36			
		Stazione FLP	713.3/94.9	49	49	45	45	43	38	40	41	37	43*	31	32	38	22	29	25	23			
	Bedigliora	Scuola media	708.7/95.5	16	17	15	16	15	13	13	14	12	13	10*	15	13	11	13	10	9			
		Bioggio	Casa comunale	713.8/97.0	36	37	32	32	31	29	27	29	25	26	24*	27	25	20	21	23	17		
	Bosco L.	Parco giochi	713.9/98.3	25	26	23	20	20	20	16	19	16	18	15	19	18	17	21	14	12			
		Canobbio	Stabile PTT	718.2/99.3	37	37	34	36	32	28	26	29	28	27	23	28	23	22	23	20	17		
	Lugano		Brè	720.5/96.5	18	17	13	15	13	14	12	12	11	11	10	12	12	9	19	9	8		
			Lab. cant. igiene	717.8/96.4	45	48	43	45	42	37	37	39	35	36	33	36	32	23	34	31	27		
			Polizia comun.	717.1/95.8	63	67	60	61	57	51	52	54	48	47	41	47	41	35	40	41	34		
			PTT Besso	716.8/96.0	80	80	71	73	68	61	61	64	58	56	53	58	50	40	44	46	42		
			Stadio	717.9/98.1	45	46	40	44	39	34	34	40	36	35	32*	36	32	26	31	32	26		
			UTC	717.2/95.8	77	73	66	68	64	56	57	35	57	57	51	52	47	34	45	47	42		
	Manno	Azienda elettr.	714.9/98.5	58	52	49	44	38	42	43	45	40	41	34*	41	45	32	36	36	33			
Cairello		714.4/98.3	37	27	29	27	23	22	24	30	23	22	18	25	23	22	20	18	16				
Massagno	Chiesa S. Lucia	716.5/96.8	53	54	49	49	46	39	40	41	38	37	32	37	34	29	31	31	27				
Paradiso	Scuole elemen.	716.85/94.3	62	60	53	57	52	43	47	47	44	44	38	45	40	31	34	34	34				
Ponte Tr.		FLP/Municipio	710.3/92.0	44	45	38	38	43	38	40	38	35	34	32	33	33	28	27	27	23			
		Dogana	710.1/91.6	60	61	54	54	52	46	45	45	43	40	32	40	38	32	33	35	29			
		Campo sport.	710.0/91.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	27	26	20	21	21	19		
Sorengo	Casa comunale	716.1/95.2	43	51	40	41	38	35	34	34	32	30	27	32	28	23	25	25	21				
Taverne	Torricella	715.5/102.6	44	47	43	43	41	35	35	36	34	36	31	34	32	24	27	29	24				
Vezia		Afer	715.7/98.1	50	52	46	46	42	39	39	41	37	35	28	37	36	30	32	35	28			
		Campagnora	715.2/98.2	51	44	43	44	38	34	36	38	33	43*	-	36	34	28	31	30	28			
		San Martino	716.3/97.9	33	34	29	31	28	-	25	25	22	24	22*	25	23	20	29	19	17			

RETE STANDARD

Distretto	Comune	Luogo	Coordinate	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	
Mendrisiotto	Balerna	Casa comunale	721.9/78.6	54	55	49	48	47	39	39	38	40	37	33	40	34	26	31	35	29			
	Bissone	Via Collina 15	718.4/89.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	29	24		
		Via Arognò 2	718.4/90.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	24	21		
		Via Collina P	718.3/90.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	32	30		
	Capolago	Casa comunale	719.6/84.3	71	67	61	61	60	51	55	51	51	47	41*	51	45	32	39	39	37			
	Chiasso	Polizia canton.	723.9/76.9	67	67	56	57	54	48	49	49	52	44	37	48	43	36	40	44	38			
		S. Stefano	721.6/76.6	30	36	30	30	27	24	23	25	23	23	23	25	22	20	21	18	16			
		Stadio	722.5/77.0	42	43	37	39	35	37	30	30	28	28	28*	30	29	24	26	24	21			
		Viale Galli	723.4/77.6	98	89	83	87	80	72	70	68	69	63	59*	53	47	40	42	45	37			
	Coldrerio	V. S. Apollonia	720.3/79.5	69	66	58	58	55	47	50	48	48	46	39	45	43	34	34	38	36			
	Ligornetto	Quadretto	718.4/80.6	42	43	36	33	34	32	29	34	35	34	32	36	32	27	29	28	24			
	Mendrisio	Brech	719.6/81.4	55	56	49	46	49	41	42	43	41	43	34*	44	38	32	35	33	30			
		Stazione FFS	719.7/80.9	65	66	57	58	48	46	49	48	47	46	42*	45	43	33	37	43	35			
		Scuole	720.0/80.5	39	45	41	39	38	32	31	30	32	31	29*	33	28	23	26	28	22			
Morbio Inf.	Via Cereghetti	722.7/79.2	38	41	35	34	32	28	30	28	27	26	25	30	29	22	24	25	19				
Novazzano	Casa comunale	719.9/77.9	44	47	41	41	39	33	33	35	32	32	29	34	29	25	30	27	19				
Riva S. Vit.	Scuole	719.0/84.6	46	44	40	39	36	31	31	29	29	31	26	35	31	24	29	28	19				
Sagno	Zona Villette	724.6/79.5	21	21	17	17	17	15	13	15	14	13	12	15	16	12	13	11	8				
Stabio	Via Monticello	716.1/79.3	34	34	34	25*	26	23	25	25	23	23	19	23	23	20	18	17	13				
	PTT	716.4/78.8	43	41	38	35*	37	32	32	35	29	32	28	30	29	24	26	28	18				
	Via Falcette	716.9/78.9	44	45	43	36*	30*	31	33	33	34	32	26	29	31	15	23	30	18				
Riviera	Biasca	Casa comunale	717.9/135.5	49	47	43	42	37	35	36	34	30	30	26	33	30	23	24	27	19			
	Industrie	717.8/134.3	47	47	40	44	41	36	37	38	35	37	30*	35	35	25	27	33	21				

RETE STANDARD (CONTINUAZIONE)

Comune	Luogo	Coordinate	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
Brione S. Minusio	SPAAS	706.0/115.6	-	-	18	19	18	19	15	16	15	15	13	15	14	12	10	11	10		
Locarno	P. Castello	704.6/113.9	-	-	52	52	47	43	42	45	40	39	33	39	34	29	32	32	28		
Bioggio	AGOM	714.1/96.7	-	-	42	42	40	35	37	38	34	34	30	39	38	29	34	33	30		
Camignolo	OASI A2	715.4/106.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	45	50	56	54		
Moleno	OASI A2		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	38	42	37	39		
Chiasso	Scuole	723.5/77.5	-	-	53	52	51	44	44	41	39	37	32	40	39	34	39	39	35		
Pregassona	SPAAS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	24		
Bodio	Scuole		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	27	27	24		

CONFRONTO «STAZIONI DI MISURA – CAMPIONATORI PASSIVI»

Comune	Luogo	Coordinate	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
Montagnola	Ronchirolo	715.1/92.4	48*	26	26	23	27	27	20	24	22	18		
	IKEA	715.2/92.4	29	28	29	25	30	27	22	24	23	20		
Grancia	Garage Peugeot	715.4/92.6	41	42	43	35	43	40	30	41	44	36		
	Mag. Garzoni	715.5/92.4	71	63	63	54	63	61	52	55	54	50		

CAMPAGNA «PIAN SCAIROLO»

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

CAMPAGNA «CHIASO MDT»

I dati dei campionatori passivi NO₂

Comune	Luogo	Coordinate	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
Moleno	A (150 m)	720.7/125.6	37	35	32	32	31	28	28	29	25	25	21	25	27	23	23	22	21		
	B (100 m)	720.6/125.6	39	38	35	36	34	31	30	31	29	30	24	28	32	24	24	23	21		
	C (50 m)	720.6/125.5	41	38	37	36	35	32	30	31	30	30	24	29	31	25	25	23	24		
	D (0 m)	720.5/125.5	52	54	51	51	47	44	44	46	44	46	38	42	42	32	35	32	32		
	E (0 m)	720.5/125.5	47	42	41	41	40	34	37	39	33	31	27	34	35	30	28	27	26		
	F (50 m)	720.5/125.5	38	38	35	36	34	30	30	32	30	32	27	30	30	26	24	26	24		
	G (100 m)	720.4/125.4	36	38	35	36	33	30	29	31	29	29	25	29	31	26	23	22	21		
	H (150 m)	720.4/125.4	40	40	35	35	33	29	29	29	27	27	22	26	27	27	20	21	21		

CAMPAGNA «PROFILI AUTOSTRADA»

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

CAMPAGNA «LUGANO STAZIONE FFS»

Comune	Luogo	Coordinate	02	03	04	05	06	07	08	09
Comano	v. Cureglia	717.1/99.1	40	36	30	29	26	28		
	V. Nasora	717.7/99.0	38	36	29	31	30	27		
Cureglia	V. Cantonale A	716.5/99.0	46	43	36	37	36	30		
	V. Cantonale B	716.7/99.9	34	30	24	26	24	21		
	V. Prée 10	716.8/99.0		25	19	23	19	16		
Porza	V. Cantonale	717.6/98.8	38	33	25	27	27	23		
	V. alla Monda	716.9/98.8	25	20	16	18	16	13		

CAMPAGNA «GALLERIA VEDEGGIO – CASSARATE. PTL»

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

CAMPAGNA «BASSA LEVENTINA»

Comune	Luogo	05	06	07	08	09
Airolo	Valle	16	15	15		
	Madrano	14	15	13		
	Contagocce A	28	28	24		
	Contagocce B	28	26	23		
	Contagocce C	27	28	28		
	Contagocce D	34	34	35		

CAMPAGNA «SISTEMA CONTAGOCCE AIROLO»

I dati dei campionatori passivi NO₂

Distretto	Comune	Luogo	Coordinate	07	08	09
Bellinzonese	Arbedo-Castione	Rot. COOP	724.1/120.2	26		
	Arbedo-Castione	La Fabrique	723.7/120.3	24		
	Arbedo-Castione	Migros	723.8/120.5	23		
	Cadenazzo	Via al Pian	716.5/112.6	21		
	Cadenazzo	Brico	717.2/112.3	31		
	Lumino	Via alla Torre	724.6/120.6	19		
	S.Antonino	Jowa	717.7/112.6	29		
	S.Antonino	Lati	718.3/112.9	25		
	S.Antonino	Manor	718.0/112.7	33		
	S.Antonino	Via Stazione	718.6/113.0	25		
	Contone	Modultech	715.1/112.2	21		
	Locarnese	Lavertezzo	Riazzino Cir	712.0/115.0	20	
Lavertezzo		Riazzino-Drago	712.5/114.7	30		
Lavertezzo		Riazzino-Tamoil	711.5/114.9	31		
Locarno		Centro funerario	711.4/114.6	18		
Locarno		Riazzino via Campagna	712.6/114.5	16		
Tenero		Coop-Cartiera	709.2/114.6	27		
Tenero		Scuole	708.9/114.8	20		
Luganese	Agno	Via Lugano-Migros	713.6/95.1	40		
	Barbengo	Cadepiano-Comedil	715.1/91.6	32		
	Bioggio	Rotonda-parcheggio	714.1/97.2	50		
	Cadro	Carcere alla Stampa	718.9/100.5	13		
	Cadro	Via alla Stampa-PC	718.8/100.0	15		
	Gravesano	Via S.Pietro	714.8/100.0	24		
	Lugano	Cant. Noranco-Esso	715.4/93.2	28		
	Manno	Rot. UBS	714.8/98.8	37		
	Porza	Ressiga	718.1/98.3	19		
	Rivera	Caslaccio	714.6/109.4	23		
	Rivera	Denner	714.8/109.2	33		
	Vezia	Centro studi bancari	715.9/98.5	23		
	Vezia	Manor	716.0/98.3	25		
	Vezia	Via S.Gottardo	716.3/97.6	33		
	Vezia	Via Selva	716.1/98.5	16		
Mendrisiotto	Mendrisio	Borromini-Coronado	719.4/81.1	35		
	Mendrisio	Fox-Town	719.6/81.4	46		
	Mendrisio	Rex	719.2/80.7	33		
	Mendrisio	Via Laveggio-Solis	719.6/82.0	31		
	Mendrisio	Vignalunga-Perseo	719.9/82.1	42		

CAMPAGNA «GRANDI GENERATORI DI TRAFFICO»

Stazioni di misura in continuo

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 apparecchi automatici, che misurano in maniera continua le concentrazioni di diversi inquinanti atmosferici, come pure alcuni parametri meteorologici. I relativi dati sono inviati telematicamente ogni giorno all'unità centrale di elaborazione dati della SPAAS a Bellinzona. La dotazione delle diverse stazioni d'analisi è riportata nella tabella seguente.

4.3

Parametri analizzati nelle rispettive stazioni di rilevamento della rete cantonale

Parametri	Chiasso	Pregassona	Bioggio	Camignolo	Locarno	Brione s. M.	Moleno	Bodio
Diossido di zolfo (SO ₂)			•		•			•
Ossidi d'azoto (NO _x , NO, NO ₂)	•	•	•	•	•	•	•	•
Ozono (O ₃)	•	•	•	•	•	•	•	•
Monossido di carbonio (CO)			•					
Polveri sottili (PM10)	•	•	•	•			•	•
Polveri ultrafini (PM2.5)				•			•	
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)				•			•	
Benzene, Toluene, Xileni (BTX)							•	
Numero di particelle				•			•	
Fuliggine (carbonio elementare)				•			•	
Temperatura	•		•	•	•	•	•	
Umidità		•	•	•	•	•	•	
Irraggiamento solare	•		•	•	•	•	•	
Vento (velocità e direzione)	•		•	•			•	
Precipitazioni			•	•			•	
Pressione				•			•	

Se da un lato questo metodo è molto pratico e comodo, e permette un'analisi approfondita e continua della situazione dell'inquinamento, dall'altro canto esso è puntuale e le apparecchiature richiedono una manutenzione costante ed onerosa.

Metodica dei controlli e precisione delle misure

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

Ad intervalli regolari, normalmente ogni due settimane, si realizzano inoltre la taratura ed i controlli delle apparecchiature secondo le direttive dell'Ufficio federale dell'ambiente, UFAM; queste calibrazioni vengono svolte dal personale dell'Ufficio della protezione dell'aria.

Annualmente le apparecchiature vengono calibrate da organismi di certificazione esterni. Le calibrazioni si concentrano in particolare sugli strumenti di misura dei parametri più sensibili e cioè, ozono, O_3 , ossidi di azoto, NO_x , e polveri sottili, PM10. Per quanto riguarda l'ozono annualmente un generatore d'ozono 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 novembre 2007 e questa metodica di controlli consente di garantire un errore di misura inferiore al 2%.

Gli apparecchi di misura degli NO_x sono stati sottoposti ad una calibrazione nell'ambito del monitoraggio delle misure fiancheggiatrici, settore ambiente, MfM-U, dell'Ufficio federale dell'ambiente, UFAM, condotta da InNet, la rete di rilevamento dei dati della qualità dell'aria dei Cantoni della Svizzera centrale.

In questo caso le verifiche si sono svolte direttamente presso la stazione di misura grazie ad un sistema di calibrazione portatile. Anche in questo caso le verifiche incrociate permettono di affermare che l'errore di misura è inferiore al 3.5% nell'intervallo tra 0 e 80 ppb.

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, con errori di misura variabili tra il 2% e il 4%.

I parametri relativi alle polveri come PM10, PM2.5, fuliggine e numero di particelle vengono per contro misurati sistematicamente presso diverse stazioni di misura solo da alcuni anni per cui le procedure di validazione di apparecchi e strumenti non sono ancora state codificate completamente.

Per ovviare a questo problema, le misurazioni delle polveri sottili PM10 sono effettuate parallelamente con due apparecchiature diverse, vale a dire Digitel e Betameter.

Il primo apparecchio è un campionatore ad alto flusso, Digitel. In questi apparecchi le polveri sottili – dopo essere state aspirate ad alta velocità (500 l/min) con l'ausilio di una speciale sonda – si depositano su un filtro che viene sostituito giornalmente. Le concentrazioni di PM10 sono poi determinate gravimetricamente nel laboratorio della SPAAS. Questo metodo è considerato come il sistema di riferimento secondo EN 12341, ma presenta lo svantaggio di dovere sostituire i filtri giornalmente e procedere alla sua analisi in laboratorio con la conseguenza di avere a disposizione i risultati dopo circa 3 – 4 settimane.

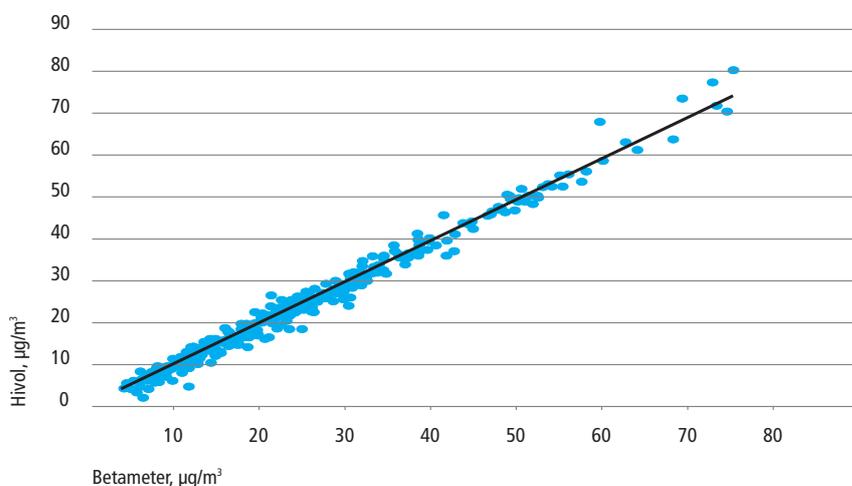
Il secondo sistema analitico aspira l'aria (16 l/min) con l'ausilio di una speciale sonda ed elimina le polveri più grandi grazie ad un sistema di separazione; l'aria così trattata raggiunge poi un filtro, dove le quantità di polveri sottili sono determinate istantaneamente, esponendole ai raggi β . Questo sistema di monitoraggio ha il grande vantaggio di avere i dati immediatamente a disposizione con una risoluzione temporale oraria e non giornaliera.

Dal 2003, nella stazione di Camignolo e Moleno sono in funzione simultaneamente sia un Digitel che un Betameter. La figura seguente riporta il confronto dei dati ottenuti con i due metodi. L'elevato coefficiente di correlazione tra le due serie di dati –0.95– e l'uniforme distribuzione dei punti rispetto alla bisettrice, confermano la validità dei due sistemi di misura. Nel caso specifico a Camignolo la differenza tra il metodo di riferimento, Digitel, e quello di monitoraggio, Betameter, è inferiore al 2%; A Moleno questa differenza si attesta sul 5%.

Per quanto riguarda le polveri si può così affermare che l'errore di misura del metodo di monitoraggio in generale oscilla al di sotto del 5%.

Figura 38: Concentrazioni medie giornaliere di PM10 (periodo gennaio-dicembre 2007) registrate a Camignolo con due metodi di misura diversi (Betameter e DIGITEL). La linea rappresenta la curva di regressione lineare.

$$y = 0.9783x$$
$$R2 = 0.9832$$



Fino al 2004 annualmente venivano poi eseguiti dei test di calibrazione da parte dell'UPA con la consulenza e l'assistenza di un ufficio esterno specializzato. A partire dal 2006 l'UPA si è dotato di un mezzo mobile su cui sono montati gli apparecchi e le dotazioni necessarie ad eseguire le calibrazioni, come bombole con concentrazioni di gas certificate dal fabbricante, il generatore d'ozono, un generatore d'aria zero con cui eseguire regolarmente le calibrazioni tramite diluizione dei gas certificati.



Controllo qualità dei dati

A partire dal 2006 è stato adottato 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 (NO₂) e ossidi di azoto (NO_x=NO + NO₂), monossido di carbonio (CO), ozono (O₃) e diossido di zolfo (SO₂) e le polveri (PM10, PM2.5, numero di particelle e indice di fuliggine).

Il sistema elaborato si basa su una serie di controlli, come ad esempio 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) ed infine un controllo finale della loro validità eseguito dagli operatori stessi (HQC, Human Quality Control), ai quali corrispondono poi diversi livelli di qualità degli stessi.

Campionatura passiva

I campionatori passivi di diossido d'azoto sono forniti da un laboratorio in collaborazione con la Scuola Politecnica federale di Zurigo e vengono esposti in ogni punto di misura per circa un mese, di regola in coppia. L'analisi dell'NO₂ assorbito durante tale periodo viene determinata analiticamente dal laboratorio della SPAAS.

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), si osserva, che per concentrazioni medie annue superiori ai 20 µg/m³ le differenze tra gli stessi sono inferiori all'8% [3]. Nel corso degli ultimi anni si è però notato un incremento di questo valore per cui nel 2006 è stato dato avvio ad un progetto di intercalibrazione con i Cantoni della Svizzera romanda allo scopo di individuare cause e possibili soluzioni a questo problema.

Contemporaneamente e allo scopo di aumentare l'affidabilità delle misure vengono ora esposti per punto di misura tre campionatori passivi al posto di due. Questo provvedimento ha permesso di riportare la differenza tra le misure effettuate in continuo e tramite campionatori passivi attorno all'8%.

La tabella seguente mostra e descrive a grandi linee la rete di campionatori passivi presente sul territorio ticinese a partire dal 1989.

Rete dei campionatori passivi su territorio ticinese

Denominazione	Ubicazione	Scopo	Numero
Rete standard	In diversi comuni del Ticino	Completare i dati forniti dalle stazioni di misura fisse	94
Confronto «Stazioni di misura – campionatori passivi»	Nelle vicinanze di alcune stazioni di misura fisse	Accertare precisione e attendibilità delle misure	8
Campagna «Pian Scairolo»	Pian Scairolo	Monitorare la qualità dell'aria della relativa zona commerciale ed industriale	4
Campagna «Profili autostrada»	Autostrada A2 all'altezza di Moleno. Profili a distanza 0, 50, 100 e 150 m e punto di misura singolo nell'area di sosta	Valutare la possibilità di utilizzare modelli di diffusione dei gas in ambito alpino.	9
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 MT»	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	15
Campagna «Bassa Leventina»	Nelle vicinanze del previsto posteggio per i TIR in Bassa Leventina	Monitoraggio nella regione dove sorgerà il previsto posteggio per i TIR	17
Campagna «Sistema Contagocce Airolo»	Ad Airolo all'ingresso del portale della galleria autostradale A2 del S. Gottardo	Monitoraggio del sistema di dosaggio a contagocce	6
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	40

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

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 ³	milligrammo/metrocubo	1 mg/m ³ = 10 ⁻³ g/m ³ = 1000 µg/m ³
µg/m ³	microgrammo/metrocubo	1 µg/m ³ = 10 ⁻⁶ g/m ³ = 1000 ng/m ³
ng/m ³	nanogrammo/metrocubo	1 ng/m ³ = 10 ⁻⁹ g/m ³
µg/m ² x d	microgrammo/metroquadrato al giorno	
mg/m ² x d	milligrammo/metroquadrato al giorno	1 mg/m ² x d = 1000 µg/m ² x d
ppb	parti per miliardo	
meq/m ²	milliequivalenti per metroquadrato	
meq/m ³	milliequivalenti per metrocubo	

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 ₃	Ammoniaca
NO	Monossido d'azoto
NO ₂	Diossido d'azoto
NO _x	Ossidi d'azoto (NO + NO ₂)
O ₃	Ozono
OASI	Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana
OIAt	Ordinanza contro l'Inquinamento Atmosferico del 16 dicembre 1985 (Stato 3 giugno 2003)
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)
SO ₂	Diossido di zolfo (anidride solforosa)
SPAAS	Sezione della Protezione dell'Aria, dell'Acqua e del Suolo
UFAM	Ufficio federale dell'ambiente
UPA	Ufficio della Protezione dell'Aria
Zn	Zinco

Bibliografia

- [1] Prévôt, A. S. H., R. O. Weber e M. Furger (2002): Trend dell'ozono al Sud delle Alpi. Rapporto PSI 02-13, Paul Scherrer Institut, Villigen, Svizzera, 54 + A21.
- [2] Spinedi F. e F. Isotta. 2004. Il clima del Ticino. Dati, statistiche e società 2. Ufficio di statistica. Canton Ticino.
- [3] Environmental documentation n. 134, Acidifying Deposition, Southern Switzerland, Ufficio federale dell'ambiente, UFAM, 2001
- [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] UFAFP (1990): Raccomandazioni sulle misure degli inquinanti atmosferici, 1. gennaio 2004.
- [6] Scuola universitaria professionale della Svizzera Italiana (2007): Procedure di controllo dei dati atmosferici (OASI). Maggio 2007

Chi siamo e ringraziamenti

Ufficio della protezione dell'aria (UPA)

Sezione della protezione dell'aria, dell'acqua e del suolo (SPAAS)
Divisione Ambiente (DA)
Dipartimento del territorio (DT)

Via C. Salvioni 2a
6501 Bellinzona

Tel. 091 814 37 34
Homepage: www.ti.ch/aria

Collaboratori: Gianni Agostini
Alejandra Almada
Corinna Beffa
Valerio Fumagalli
Walter Hoehle
Michele Politta
Christian Poncini
Dario Rezzonico
Katharina Schuhmacher
Sandra Steingruber
Ornella Bianchi-Tamò

Capoufficio: Luca Colombo

Ringraziamenti

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