

La qualità dell'aria in Ticino

Rapporto 2006

Maggio 2007

Ufficio Protezione Aria

**Sezione Protezione Aria, Acqua e Suolo
Divisione Ambiente
Dipartimento Territorio**

Introduzione

Concetti basilari	3
Perché si monitora l'aria?	4
La rete cantonale di rilevamento	5

L'aria in Ticino

In generale	7
La situazione meteorologica 2006	12
Traffico stradale	13
Diossido d'azoto (NO ₂)	14
Ozono (O ₃)	16
Composti organici volatili (COV)	19
Diossido di zolfo (SO ₂)	20
Monossido di carbonio (CO)	21
Le polveri in sospensione	22
PM10	24
PM2.5	26
Numero di particelle	27
Metalli nelle PM10	28
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	29
Carbonio elementare (fuliggine)	30

Approfondimento

Chiusura Autostrada A2, giugno 2006	31
-------------------------------------	----

Allegati

Le singole stazioni	35
I dati dei campionatori passivi di NO ₂	43
I metodi di misura	46
Unità di misura e concetti	50
Simboli ed abbreviazioni	51
Bibliografia	52
Chi siamo	52

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**.

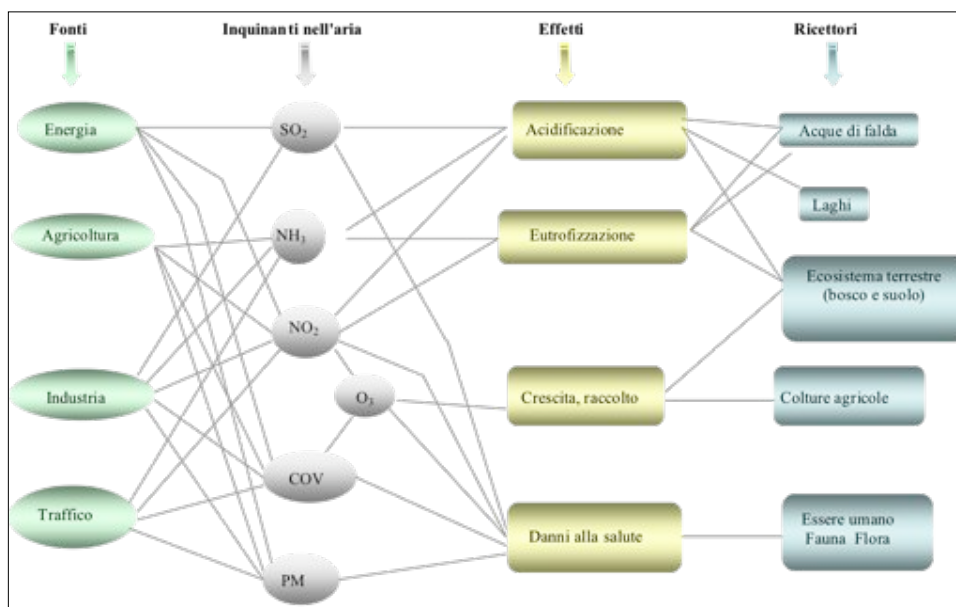
Con il vento questi **inquinanti primari** - principalmente ossidi d'azoto (NO_x), polveri sottili primarie (PM_{10}), diossido di zolfo (SO_2), monossido di carbonio (CO), idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e composti organici volatili (COV) - si propagano nell'atmosfera (**trasmissione**) a svariate distanze, diluendosi. È possibile anche che reagiscano tra loro (**trasformazione**), formando nuovi prodotti nocivi, i cosiddetti **inquinanti secondari**, come l'ozono (O_3) e le polveri sottili secondarie (PM_{10}).

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



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.



La Legge sulla protezione dell'ambiente (LPAmb) e l'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIA) 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'OIA definisce limiti di immissione (vedi tabella sotto, e per una spiegazione dettagliata delle unità e dei concetti statistici l'allegato 2) 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 alle soglie OIA, la qualità dell'aria sul proprio territorio e di comunicare l'esito di tali accertamenti alla popolazione.

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 (PM ₁₀)	20 µg/m ³	Valore annuo medio (media aritmetica)
	50 µg/m ³	Valore medio su 24 h; può essere superato al massimo 1 volta all'anno
Piombo (Pb) nelle polveri 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)

Limiti di immissione OIA.

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 sotto), 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. Nel corso del 2006, la stazione mobile dell'Ufficio protezione aria, UPA, è stata ubicata a Mendrisio in zona San Martino.

Inoltre 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.



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.

Nel 2006 non ci sono state modifiche di rilievo per le stazioni in continuo, mentre è stato riveduto il concetto di monitoraggio di NO₂ tramite campionatori passivi.

Degli oltre 120 punti di misura disseminati su tutto il territorio cantonale ne è stato eliminato circa un terzo. Si tratta in particolare di quei punti posti in località discoste e che forniscono informazioni sull'inquinamento di fondo. Da ormai diversi anni in queste località non si registravano più cambiamenti di rilievo nelle concentrazioni di NO₂ avendo esse raggiunto valori molto bassi, generalmente compresi tra i 5-15 µg/m³. Questi punti verranno sostituiti nel corso del 2007 con rilievi effettuati presso i grandi generatori di traffico.

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**](http://www.ti.ch/oasi).

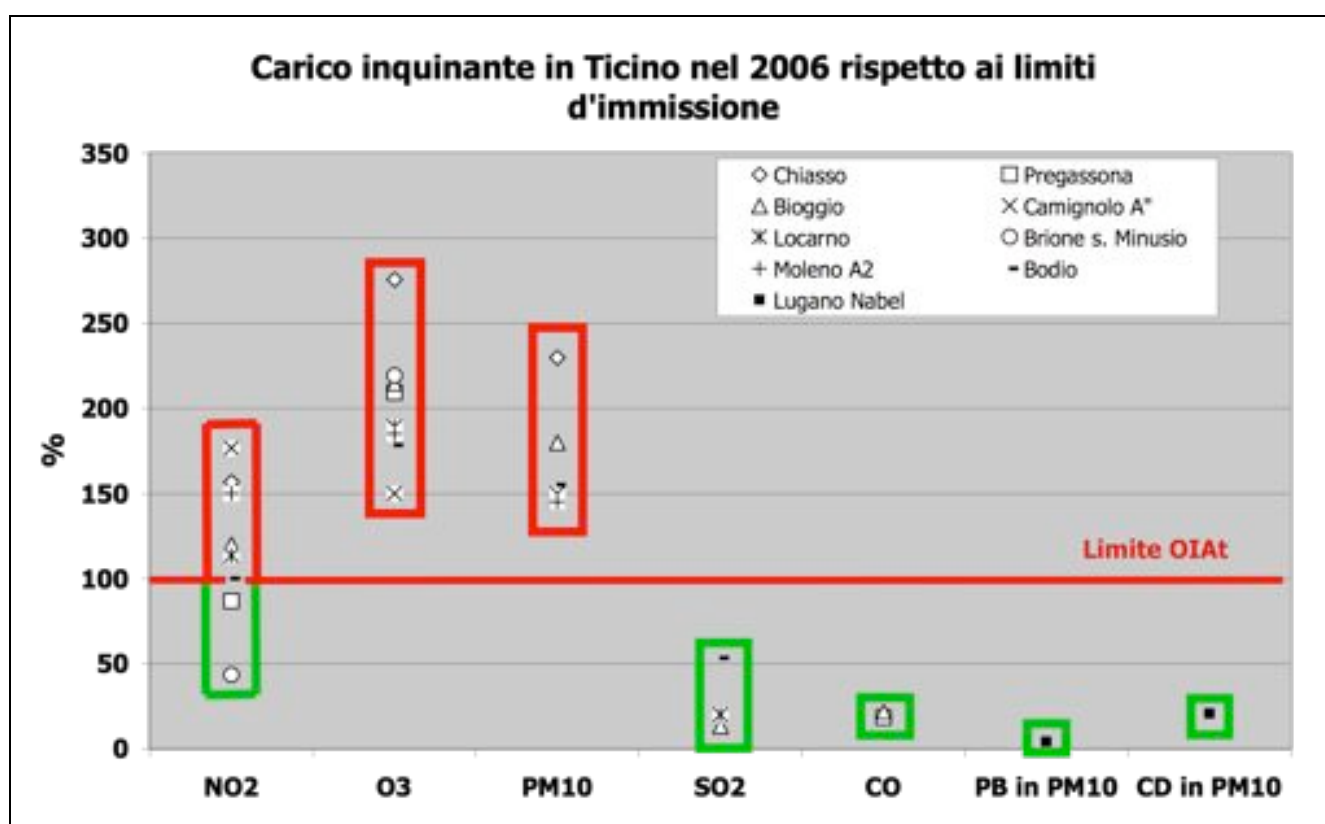
Gli inquinanti che continuano a superare i limiti fissati dall'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIA) sono il diossido di azoto (NO_2), l'ozono (O_3) e le polveri sottili (PM_{10}), rendendo la qualità dell'aria in Ticino ancora insufficiente.

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 PM_{10} . Questi due fenomeni sono determinati anche dalle condizioni atmosferiche e dall'influsso dell'aria "importata", 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 2006. 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 (fanno eccezione Brione s. Minusio, situato in collina, che rappresenta le immissioni di fondo in Ticino, e Moleno e Camignolo, poste a fianco dell'A2, che riportano le emissioni dell'autostrada) e mostrano il carico a cui la maggior parte della popolazione ticinese è esposta.



I valori si riferiscono per il diossido di zolfo (SO_2), per il diossido di azoto (NO_2), per le polveri sottili in sospensione (PM_{10}) e per il piombo (Pb) ed il cadmio (Cd) presenti nelle PM_{10} alle concentrazioni medie annue. Per l'ozono (O_3) si è considerato il 98° percentile mensile massimo, mentre per il monossido di carbonio (CO) la concentrazione media giornaliera massima. In verde i valori inferiori al limite OIA, in rosso quelli superiori.

Diossido d'azoto (NO₂): riduzione significativa

Le concentrazioni di diossido d'azoto, dopo la costante diminuzione registrata negli anni novanta, attribuibile all'introduzione del catalizzatore e altri provvedimenti di natura tecnica, hanno presentato negli anni 2003-2005 un chiaro peggioramento. Nel corso del 2006 però vi è stata una significativa riduzione delle immissioni di diossido d'azoto registrate in tutto il Ticino con un'inversione di tendenza rispetto agli anni precedenti.

In Ticino la fonte principale di NO₂ è il traffico stradale, responsabile di circa l'80% delle emissioni. L'aumento di NO₂ misurato, però, non è sempre riconducibile ad un aumento del traffico. Ne è un esempio la situazione di Bodio: le concentrazioni di diossido d'azoto misurate da questa stazione sono in gran parte influenzate dal traffico pesante di transito dell'autostrada. Quest'ultimo però è diminuito a partire dal 2000 del 16% [1], mentre i valori di diossido d'azoto sono stati superiori a quelli misurati fino al 2002 per il periodo 2003-2005. Nel 2006 il valore medio annuo registrato a Bodio è ritornato conforme a quanto stabilito dall'OIAAt. Si tratta molto probabilmente di un effetto da imputare in gran parte alle condizioni meteorologiche particolarmente sfavorevoli, verificatesi negli ultimi 3 anni. In altre regioni invece, dove è il traffico leggero interno ad influenzare maggiormente le concentrazioni, l'aumento è riconducibile sia alla meteorologia che al traffico. Questo tipo di traffico, a differenza di quello di transito infatti, aumenta ogni anno incidendo sulle immissioni.

Per la prima volta dall'inizio delle misure in continuo della qualità dell'aria, il limite per il diossido di azoto, fissato dalla legge a 30 µg/m³, è rispettato non solo a Brione s. Minusio, che rappresenta le località lontane dai centri trafficati, ma anche presso due altre stazioni di misura.

Si tratta 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 risultati sono incoraggianti in quanto indicano un'evoluzione favorevole e improntata verso la riduzione delle emissioni su scala locale e sono probabilmente un primo segnale di uno sviluppo duraturo verso il risanamento dell'aria in Ticino.

Per contro le stazioni lungo l'autostrada e quella ubicata a Chiasso registrano dei valori, benché in diminuzione, ancora largamente superiori a 30 µg/m³.

I campionatori passivi nel 2006 presentano un andamento diversificato. I rilievi ubicati in luoghi poco o mediamente inquinati hanno registrato una stabilità delle concentrazioni di diossido di azoto mentre nei luoghi molto inquinati vi è stato un aumento delle concentrazioni registrate.

Polveri sottili (PM10): immissioni ancora troppo elevate

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

Ad eccezione della stazione di misura di Chiasso, i valori registrati di PM10 sono rimasti negli anni mediamente stabili, attestandosi tra la media annua minima di Sigirino di 24 µg/m³ e la media massima di Bioggio pari a 36 µg/m³.

A Pollegio da 5 anni si registrano concentrazioni tra i 35 e 40 µg/m³. La qualità dell'aria a Pollegio è chiaramente influenzata dalla presenza del cantiere di Alp Transit di Bodio.

In generale non è facilmente riconoscibile una tendenza per questo inquinante, anche se a Lugano le concentrazioni di PM10 sono scese in 10 anni di circa il 20% passando da un valore di 36 µg/m³ nel 1997 a 30 µg/m³ nel 2006.

A Chiasso invece, a partire dal 2002, si assiste ad un incremento notevole delle immissioni, che non risulta tuttavia riconducibile solo all'aumento delle emissioni locali.

Dopo un picco massimo nel 2003 di $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nel 2006 la media annua si è attestata a $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I fattori meteorologici e l'influsso dall'estero si sono riflessi nell'incremento delle concentrazioni a Chiasso.

Per quanto riguarda il limite giornaliero, a Bioggio vi sono stati 70 superamenti, a Chiasso 110 e a Camignolo 38, quando l'OIAAt ammette un unico superamento annuo. La maggior parte dei superamenti è stata osservata nei mesi di gennaio-febbraio-marzo e ottobre-novembre-dicembre.

Non solo il numero di superamenti, ma anche le concentrazioni giornaliere più alte e quelle massime sono state misurate nei mesi invernali, dove le frequenti inversioni termiche e il tempo particolarmente secco hanno favorito un accumulo delle sostanze inquinanti e di PM10 nell'aria. Il fatto che le fonti siano svariate e che non ve ne sia una preponderante, la stretta correlazione 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.

Le quantità di metalli pesanti (piombo e cadmio) presenti nelle polveri sottili è stata determinata a Bodio fino al 2005. In considerazione delle ridotte concentrazioni di piombo e cadmio nelle PM10 le analisi non vengono più effettuate. Per contro continuano le misure presso le stazioni Nabel di Lugano e Magadino.

Assumono sempre maggiore rilevanza gli inquinanti legati alle polveri in sospensione, in particolare PM10 e PM2.5, come anche gli idrocarburi policiclici aromatici. Le ricerche, che si prefiggono di chiarire la correlazione tra inquinamento atmosferico e salute forniscono informazioni sempre più dettagliate sui meccanismi in atto, scoprendo tuttora nuove interazioni.

Ozono (O₃): aumento delle ore di superamento dei limiti di immissione

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

Il 2006 ha presentato nuovamente delle situazioni critiche, paragonabili a quelle verificatesi nel 2003. Durante il mese di luglio, infatti, sono state registrate delle medie orarie massime ampiamente superiori alla soglia di allarme di $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tanto che, nel Mendrisiotto, durante una settimana è stata introdotta la riduzione della velocità in autostrada. Il valore medio orario massimo registrato a Chiasso è stato di $331 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

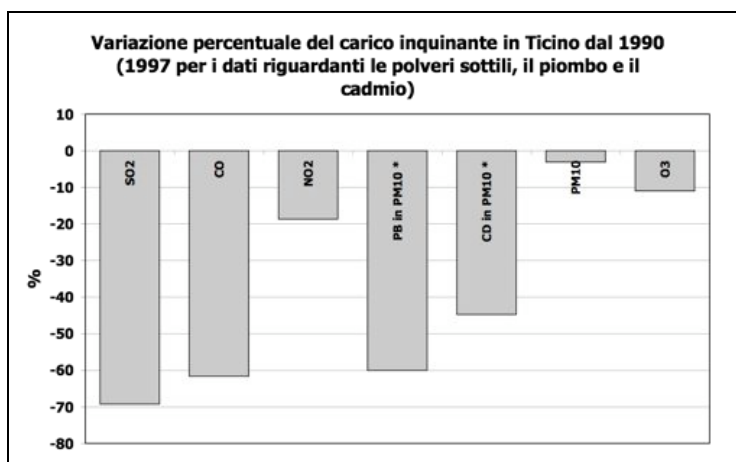
La media oraria massima di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, che secondo l'OIAAt potrebbe venire superata una volta sola durante l'anno, lo è stata per 805 volte a Lugano, 476 a Bioggio e 141 volte a Locarno.

Questo aumento sia delle concentrazioni orarie massime che del numero di ore è da ricondurre all'estate particolarmente calda durante i mesi di giugno e luglio.

I dati sull'evoluzione dell'ozono sono quindi sottoposti ad una variabilità che rende difficile identificare una tendenza chiara. I dati del 2006 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.

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 2006. Per le PM10 ed i metalli in esse contenuti (piombo e cadmio), è stata considerata la variazione tra il 1997 ed il 2006.



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%.

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.

	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)	😄	😊	😄

😄: Valore limite OIAt rispettato. 😊: Immissioni prossime al valore limite OIAt. ☹️: Immissioni eccessive e superiori al valore limite OIAt.

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.

Nuove misure sono in corso d'elaborazione nell'ambito del Rapporto cantonale sulla protezione dell'ambiente e in sede di aggiornamento del Piano cantonale di risanamento dell'aria. Per quanto riguarda il traffico, provvedimenti già in vigore sono adeguati alle realtà locali, con l'elaborazione di piani regionali specifici e di 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 2006.

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

Inquinante	Riduzione delle emissioni rispetto al 2000	Base legale
Ossidi di azoto (NO _x)	ca. 60 %	VLI* OIAAt per NO _x e O ₃ , CL NO _x **
Polveri sottili (PM10)	ca. 50 %	VLI* OIAAt per PM10 e O ₃
Composti organici volatili (COV)	ca. 60%	VLI* OIAAt 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 OIAAt, ** CL NO_x = Carico critico (Critical Loads) per gli ossidi di azoto, che secondo la Convenzione di Ginevra deve essere rispettato a 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 gli obiettivi stabiliti dall'OIAAt. A grandi linee la situazione può essere riassunta in questo modo: con le diverse misure di risanamento, si è ottenuta una riduzione di circa la metà delle emissioni rispetto agli anni '90, ma per garantire una qualità dell'aria conforme all'OIAAt esse dovranno essere ulteriormente 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 immissioni ticinesi (in particolare quelle di ossidi di azoto, di polveri sottili e di ozono) alla legge.

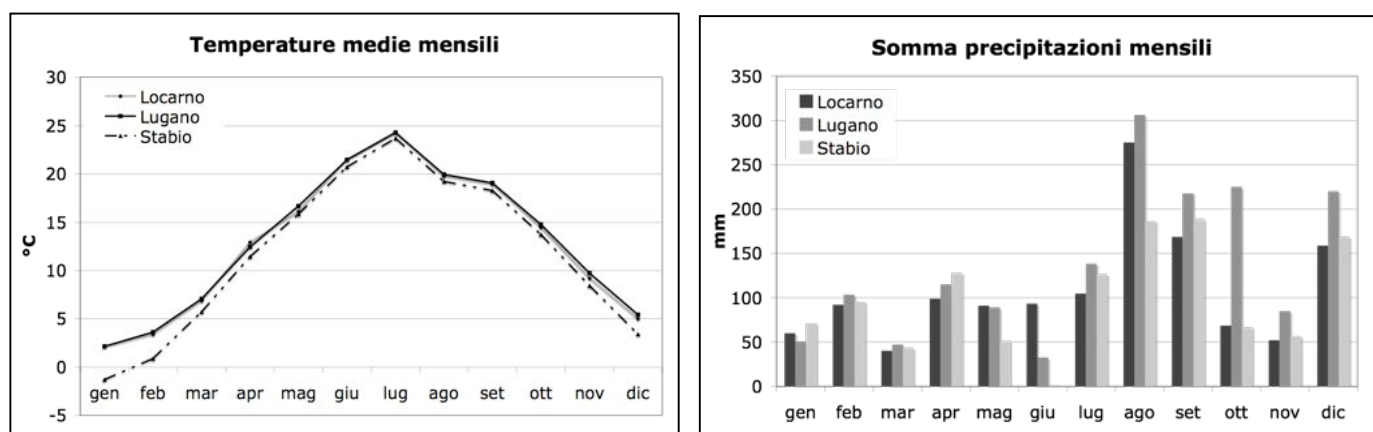
Da un punto di vista meteorologico il 2006 è stato caratterizzato da temperature piuttosto elevate, precipitazioni localmente inferiori alla norma e un buon soleggiamento generale.

Per quel che riguarda le temperature, vale la pena di citare due dati statistici interessanti: il valore medio annuo del 2006 rientra tra i 5 più elevati rilevati negli ultimi 150 anni, e il trimestre settembre-novembre è stato il più caldo in assoluto dall'inizio delle misurazioni sistematiche. La fine dell'anno piuttosto mite ha contrastato con un inizio freddo e nevoso caratterizzato da una nevicata a basse quote sul Ticino centrale e meridionale tra le più abbondanti da 20 anni.

Le limitate precipitazioni rilevate durante il 2006, pur non assumendo valori estremamente bassi, confermano la tendenza ad una generale carenza d'acqua che ha contraddistinto l'inizio di questo secolo. Da una valutazione generale, infatti, risulta che i quantitativi di acqua caduti nel quadriennio 2003-2006 sono stati i più bassi mai registrati per quattro anni consecutivi.

Le elevate temperature e le scarse precipitazioni hanno avuto conseguenze tangibili sui corsi d'acqua e sui ghiacciai: si stima infatti che, nel corso del mese di luglio, il ghiacciaio del Basodino abbia perso fino a 10 cm al giorno della propria superficie.

IL 2006



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

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, freddi e relativamente secchi, hanno così presentato concentrazioni elevate di PM10. Per contro novembre e dicembre, caratterizzati da temperature più miti, sono stati contraddistinti da valori di PM10 contenuti.

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 18). Nel 2006 le maggiori concentrazioni di ozono sono state rilevate nei mesi di giugno e luglio caratterizzati da scarse precipitazioni, temperature elevate e un alto grado di soleggiamento.

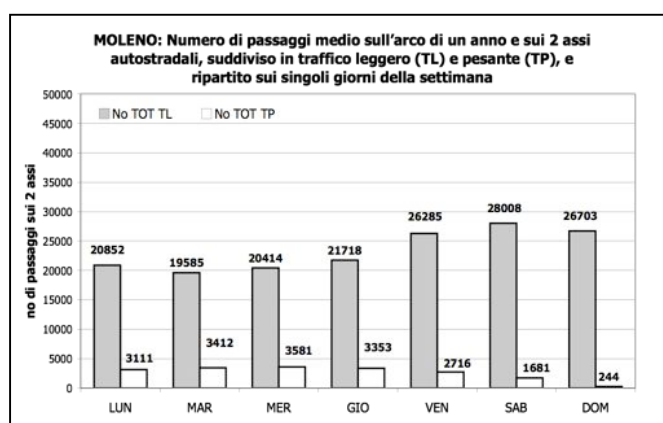
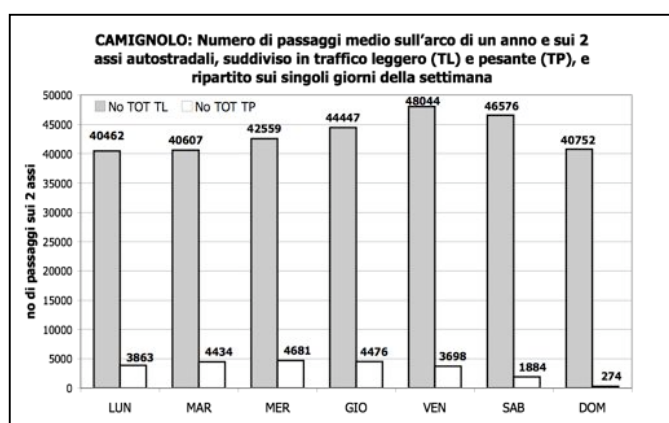
Nell'ambito dell'Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana (OASI) e del progetto nazionale MfM-U (Monitoring flankierende Massnahmen - Umwelt), che intende verificare l'efficacia delle misure adottate dal Consiglio federale per incentivare il trasferimento dei mezzi pesanti dalla strada alla ferrovia (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 la chiusura dell'A2 nel Canton Uri durante il mese di giugno (di cui riferiamo nel terzo capitolo). 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.



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 OIAt 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).

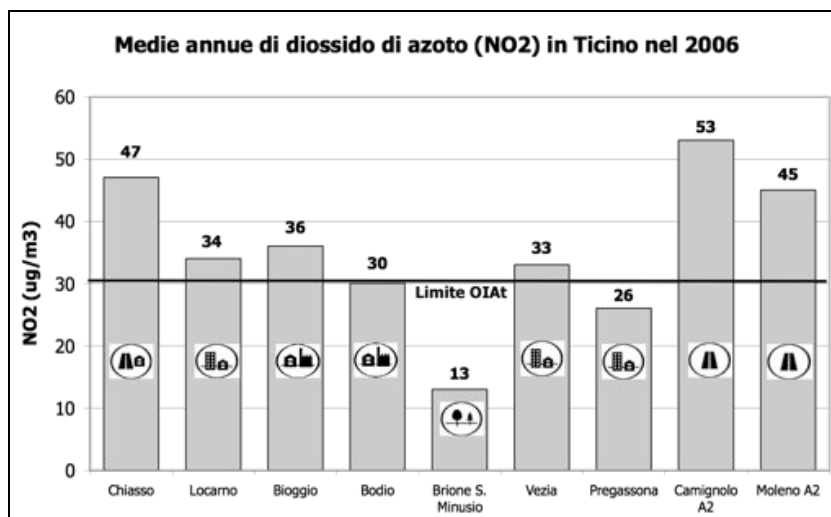
sull'ambiente e la natura:

Grandi quantità di NO₂ agiscono negativamente su animali, piante ed ecosistemi, in particolare concimando in modo eccessivo i terreni e la falda.

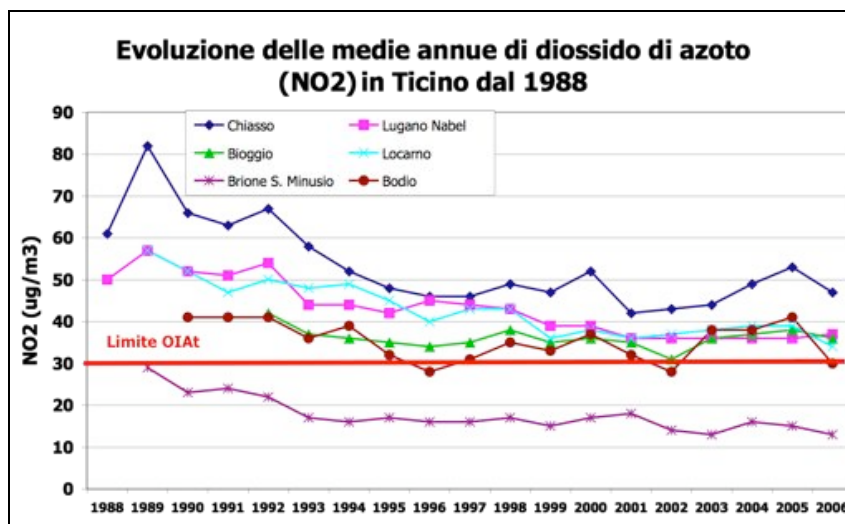
smog estivo e ozono:

Gli ossidi di azoto sono fra i principali precursori dell'ozono (cfr. Ozono (O₃), pag. 16).

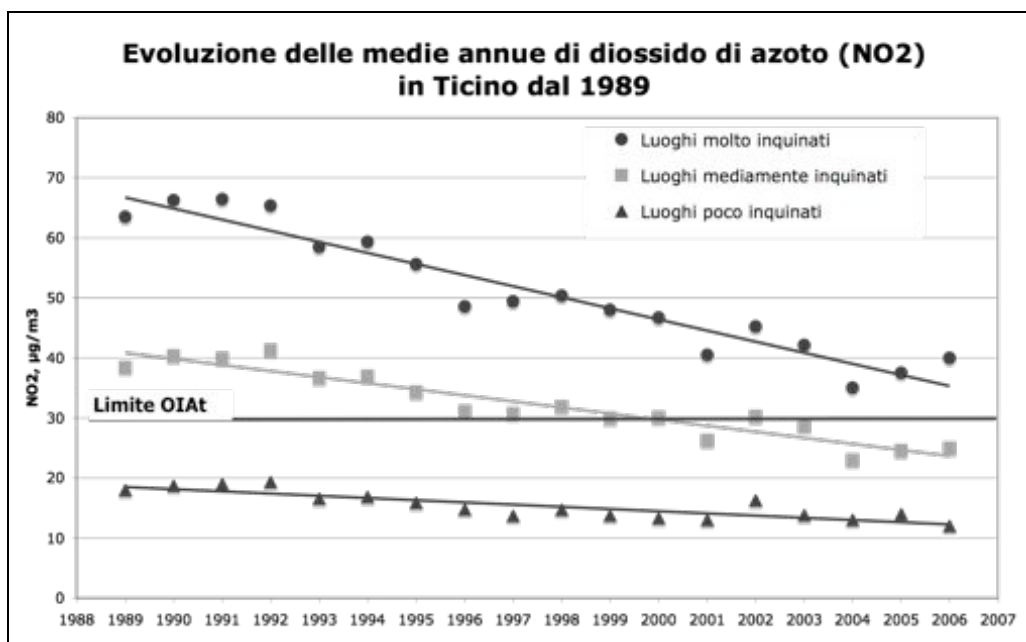
DATI DEL 2006, STAZIONI DI MISURA



EVOLUZIONE DAL 1988, STAZIONI DI MISURA



EVOLUZIONE DAL 1989, CAMPIONATORI PASSIVI



IL 2006

Per la prima volta dall'inizio delle misurazioni il valore limite OIAt di 30 µg/m³ è rispettato oltre che a Brione s. Minusio, anche in due altre località e cioè Bodio e Pregassona. Quest'ultima è indicativa per le zone periferiche degli agglomerati urbani.

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 2006 e degli anni precedenti sono elencati nell'allegato 2.

L'EVOLUZIONE, stazioni fisse

Osservando il grafico sull'evoluzione di NO₂ dal 1989, si denota una certa stabilità dei valori medi annui da circa una decina d'anni.

Fanno eccezione i valori di alcune stazioni di misura, come Chiasso, dove invece le concentrazioni sono da alcuni anni in aumento.

L'effetto del catalizzatore, che aveva dato un sostanziale apporto alla diminuzione di NO₂, è stato compensato e in alcuni casi superato 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.

L'EVOLUZIONE, campionatori passivi

La tendenza generale è positiva e volge alla diminuzione, anche se dalle misurazioni effettuate con i campionatori passivi durante il 2006 si nota un leggero aumento delle concentrazioni di NO₂.

La variazione maggiore tra i dati si osserva nelle ubicazioni molto inquinate e mediamente inquinate. Nei luoghi poco inquinati la variazione è più debole.

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 Jungfrauoch, 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), pagine 14 e 19). 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 le maggiori quantità 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.

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).

Effetti

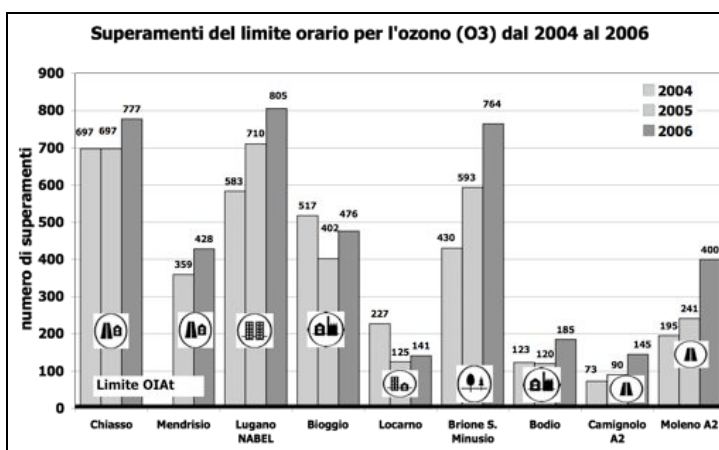
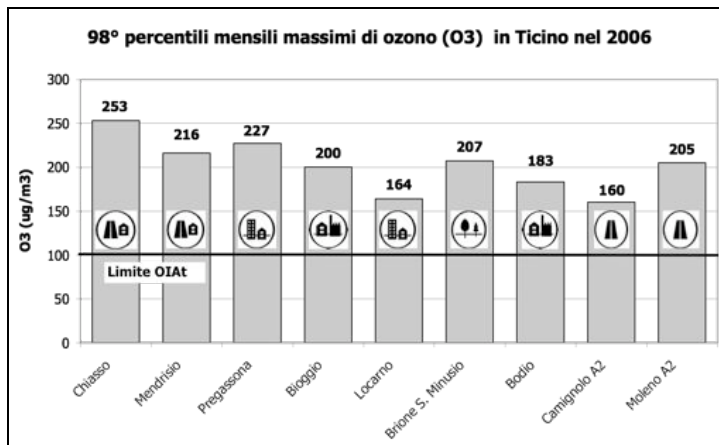
sulla salute:

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.

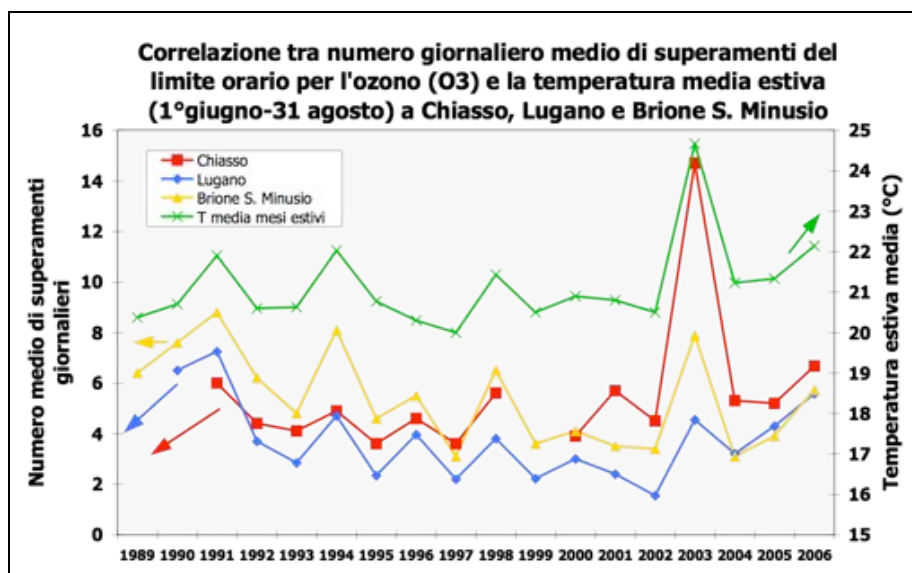
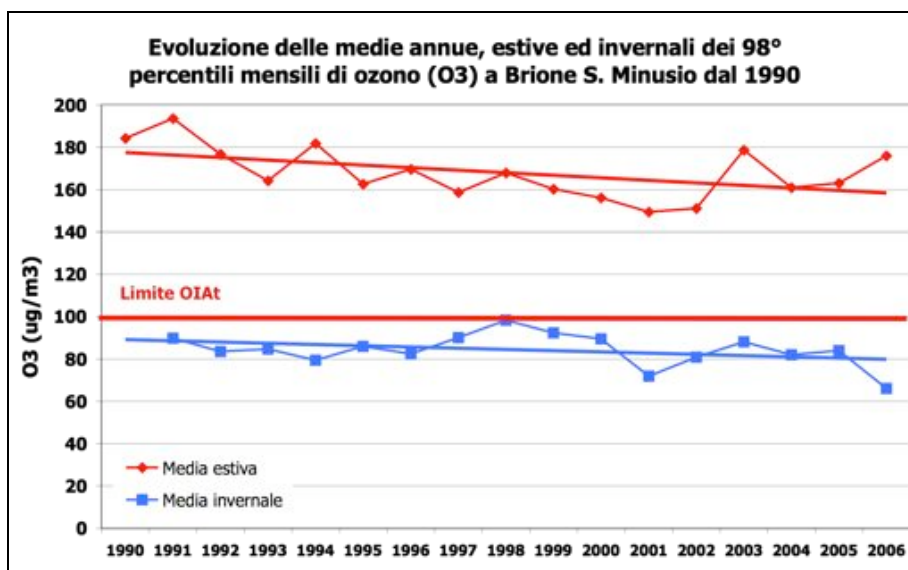
sull'ambiente e la natura:

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.

DATI DEL 2006



EVOLUZIONE DAL 1990



IL 2006

Non essendo emesso direttamente da una o più fonti, la formazione di ozono dipende in primo luogo dalla presenza dei suoi precursori, gli ossidi d'azoto e i composti organici volatili, COV. Rivestono però anche una particolare importanza l'irraggiamento solare e la temperatura, che influiscono sulla velocità delle reazioni chimiche coinvolte nella formazione dell'ozono. Anche la meteorologia ha quindi un effetto determinante sui superamenti dei limiti posti per l'ozono.

Va ricordato che lo smog estivo è un fenomeno che riguarda l'Europa intera, con masse d'aria che si spingono anche sul nostro Paese e

Cantone, andando ad aggiungersi alle condizioni locali.

Durante l'estate 2006 (giugno-agosto), come risulta dal grafico soprastante, è stata registrata con oltre 22°C la seconda temperatura media estiva più alta degli ultimi anni, inferiore unicamente a quella dell'estate 2003.

Questa situazione si riflette inevitabilmente sul numero di ore in cui il valore limite OIAT di 120 µg/m³ per la media oraria è superato.

Il 2006 ha così fatto registrare un incremento del numero di superamenti rispetto agli anni precedenti. In particolare a Lugano con 805 ore di superamenti del valore limite orario si è verificato l'incremento maggiore rispetto al 2005 (+12%).

Anche a Brione, stazione in quota e lontana da fonti di ossidi di azoto che consumano l'ozono durante la notte, vi è stato un superamento elevato con 764 ore (+22%).

La situazione sui fondovalle del Sopraceneri rimane per contro meno problematica con un numero di ore di superamenti decisamente più contenuto (141 a Locarno e 185 a Bodio).

Per quanto concerne i problemi di salute, due aspetti risultano fondamentali: la durata e l'intensità dell'esposizione all'ozono che, ricordiamo, è un gas irritante per le vie respiratorie.

Il 2006 oltre ad un aumento della durata dell'intensità di questo gas ha presentato un aumento delle concentrazioni massime registrate.

I 98° percentili mensili massimi di ozono in Ticino hanno così superato e anche largamente, il limite fissato dall'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico di 100 µg/m³, raggiungendo il loro massimo a Chiasso con 253 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.

Nel 2006 le concentrazioni più alte sono state registrate durante due periodi ben distinti: a giugno, tra il 19 e il 28, le concentrazioni medie orarie massime nel Mendrisiotto hanno superato sistematicamente la soglia d'informazione¹ di 180 µg/m³. In luglio poi tra il 19 e il 25 la soglia d'allarme di 240 µg/m³ è stata superata continuamente nel Mendrisiotto.

Il valore orario massimo registrato il 21 luglio è stato di 331 µg/m³ a Chiasso.

Questa situazione ha costretto il Dipartimento del Territorio ad introdurre, secondo quanto previsto dal concetto d'intervento nazionale per lo smog estivo, dei provvedimenti per la riduzione delle emissioni dei precursori dell'ozono.

Dal 23 al 28 luglio la velocità in autostrada da Chiasso al Ponte diga di Melide è stata limitata a 80 km/h, allo scopo di ridurre l'esposizione della popolazione alle sostanze inquinanti presenti nell'aria.

¹ Soglia di informazione (180 µg/m³) e soglia di allarme (240 µg/m³): soglie determinate dalla normativa europea e riprese dalla Conferenza cantonale dei direttori delle costruzioni, della pianificazione e dell'ambiente, nell'ambito della strategia di lotta allo smog estivo a livello svizzero con misure d'informazione alla popolazione e di carattere urgente.

Per contro agosto è risultato freddo e piovoso e non vi sono stati giorni critici.

La situazione rimane insoddisfacente, anche se è utile 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 esplicito 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.

L'EVOLUZIONE

I dati del 2006 si pongono in controtendenza alla diminuzione pluriennale delle concentrazioni massime di ozono nei mesi estivi, individuata dal Paul Scherrer Institut, PSI [2].

I valori sono chiaramente 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 spicca il 2003, ma anche il 2006, che risulta essere un anno sfavorevole.

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 2000-2006.

Composti organici volatili (COV)

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 detergenti, 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.

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 sorgenti 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.

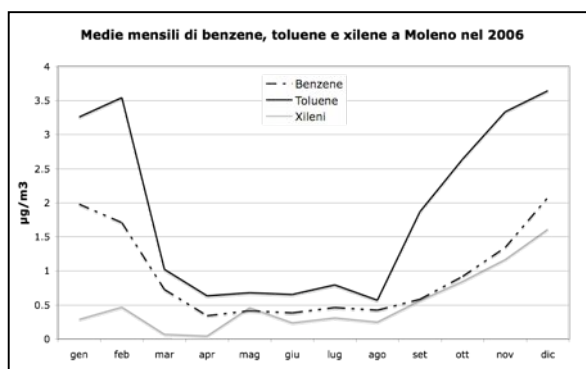
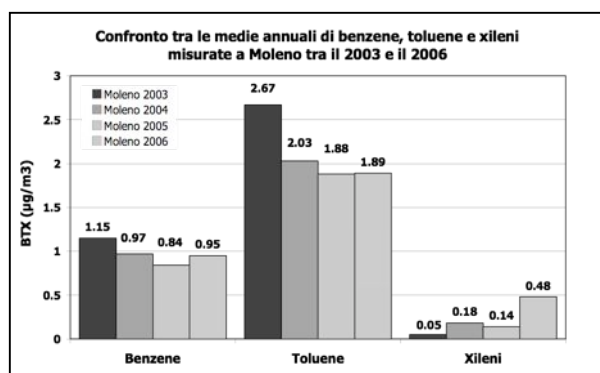
Effetti

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 teratogena, provoca cioè malformazioni del feto².

² L'OIAI 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.

DATI dal 2003 al 2006



IL 2006

Anche nel 2006 la concentrazione media annua di benzene registrata è stata nettamente al di sotto del limite UE.

Per tutti i BTX considerati (benzene, toluene e xileni), si è tuttavia osservato un lieve incremento delle concentrazioni rispetto agli anni precedenti.

L'EVOLUZIONE

Il confronto tra le medie annue di BTX rilevate negli ultimi 4 anni a Moleno mostra come i valori registrati nel 2006 contrastino con l'evoluzione positiva degli ultimi tre anni. Sulla base dei valori del quadriennio 2003-2006 risulta ancora difficile fare previsioni precise sull'andamento futuro delle concentrazioni di questi inquinanti. .

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.

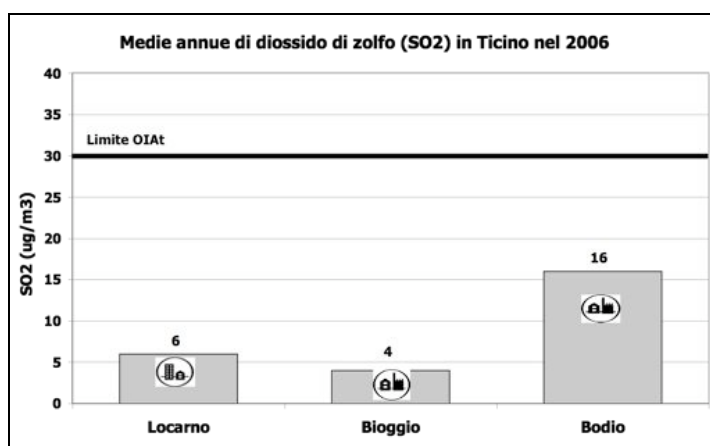
piogge acide:

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.

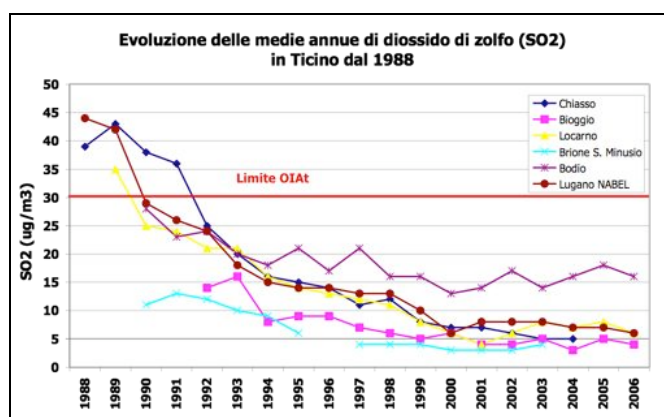
polveri sottili secondarie:

Il diossido di zolfo è un importante precursore degli aerosol secondari.

DATI DEL 2006



EVOLUZIONE DAL 1988



IL 2006

Nel 2006 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).

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.

Origine

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

Effetti

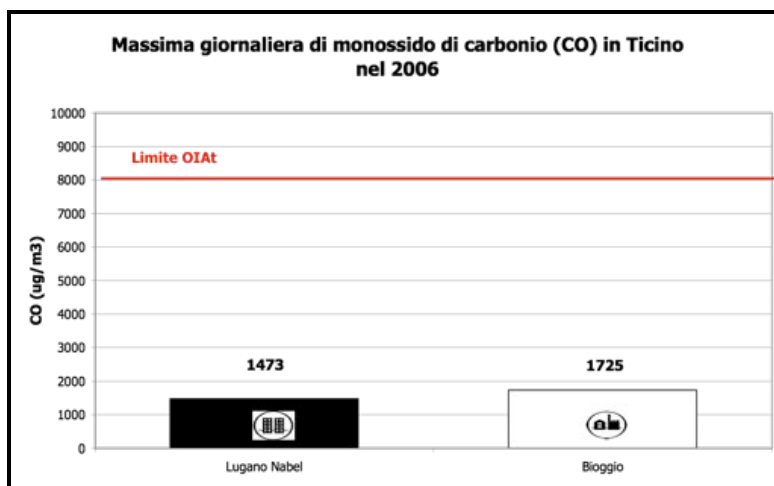
sulla salute, l'ambiente e la natura:

Ad elevate concentrazioni il CO ha effetti negativi sulla salute umana e su quella degli animali.

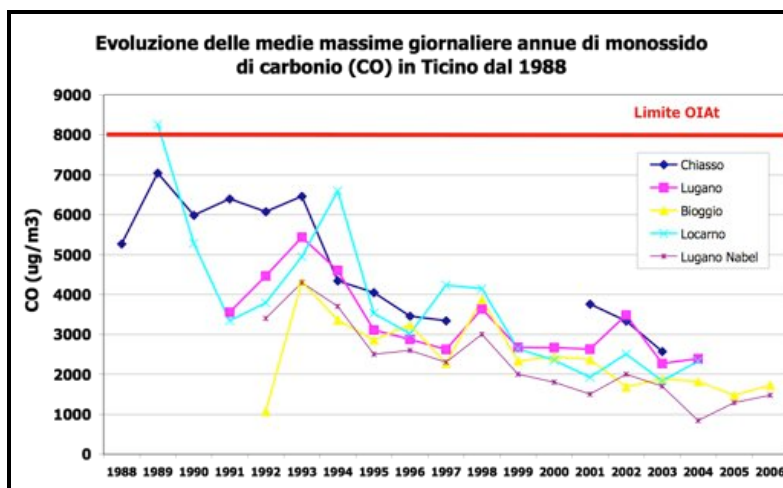
smog estivo ed ozono:

Il monossido di carbonio concorre alla formazione dell'ozono troposferico.

DATI DEL 2006



EVOLUZIONE DAL 1988



IL 2006 ED EVOLUZIONE

Considerando la costante diminuzione delle concentrazioni di CO, che da ormai quasi 20 anni sono ben al di sotto della soglia limite di 8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, quando si presentano problemi di funzionamento, le apparecchiature non vengono più sostituite. Attualmente le stazioni che continuano il monitoraggio di monossido di carbonio sono quella di Lugano NABEL, gestita da EMPA e UFAM, e quella ubicata a Bioggio presso l'aeroporto.

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 2006 è illustrata alle pagine 24 e 26.

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.

* Diametro equivalente di una particella sferica con densità 1 g/cm³ e velocità di sedimentazione uguale a quella della particella in questione.

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 2006 sono presentati a pag. 28.

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 2006 è commentata alle pagine 21, 29, 19.

Effetti sulla salute

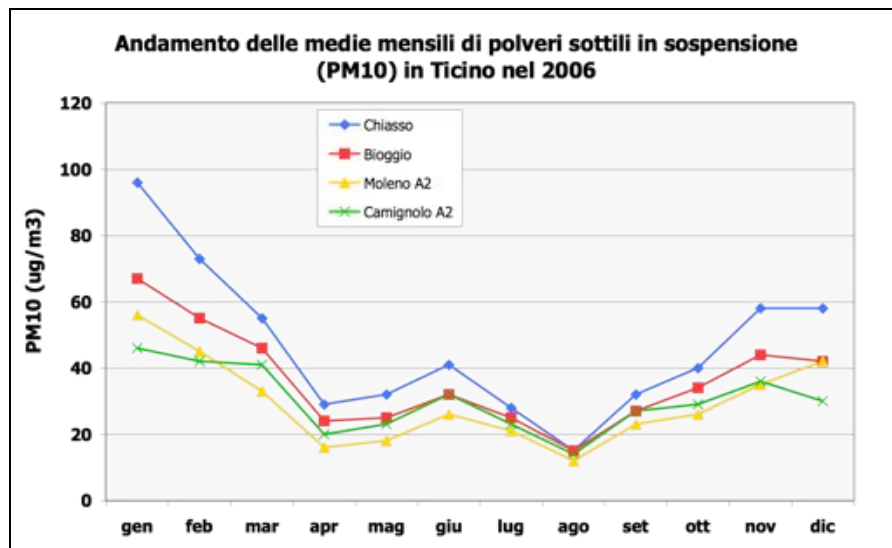
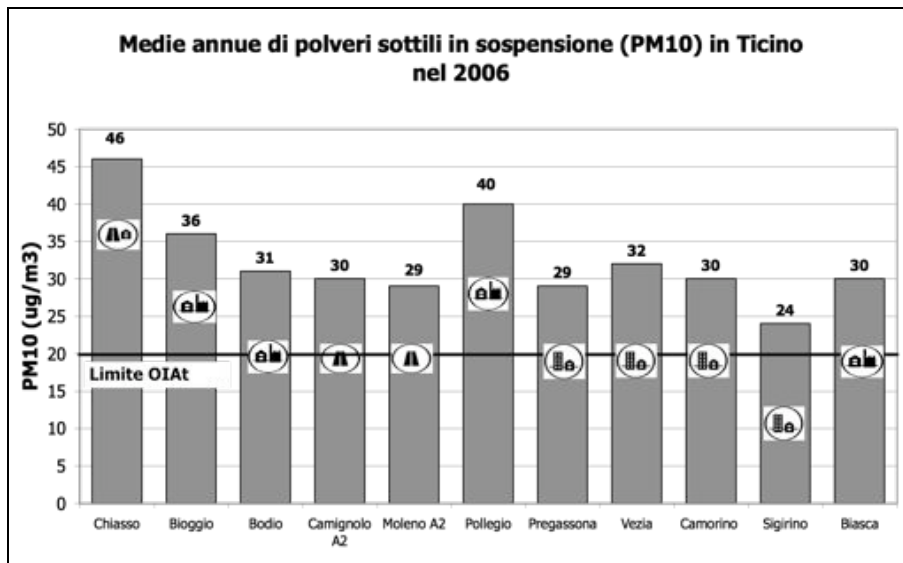
Più in profondità dell'apparato respiratorio le polveri sottili ed ultrafini arrivano e più aumentano le probabilità che inneschino processi infiammatori. Le più piccole penetrano anche nelle ramificazioni più sottili dei polmoni, raggiungendo i vasi sanguigni e linfatici. La loro struttura frastagliata 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.

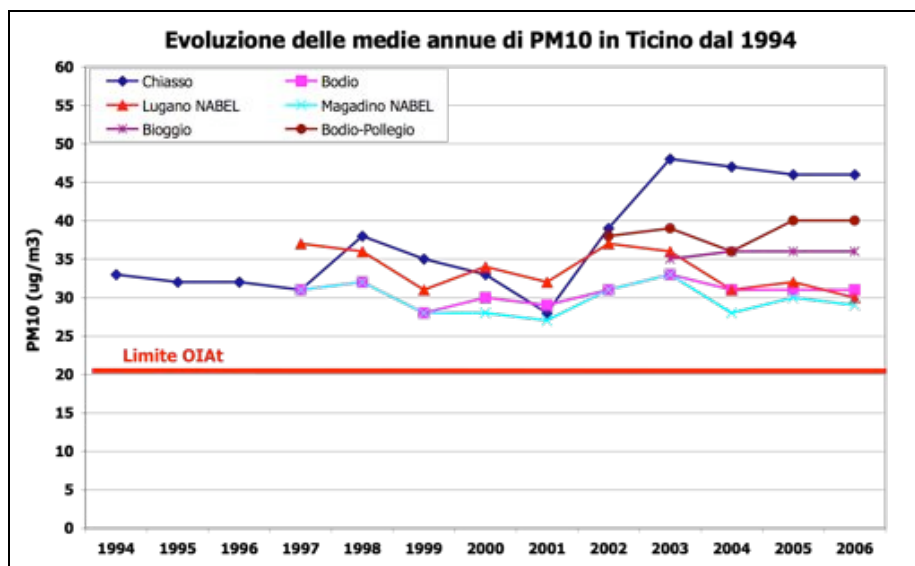
Tutte le polveri possono inoltre ricadere sulla superficie terrestre. In special modo i metalli pesanti (ad esempio piombo, zinco, cadmio, ferro, rame, ecc.) eventualmente presenti in esse, al contrario di altri inquinanti, non si degradano chimicamente, ma tendono ad accumularsi nei diversi ecosistemi (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 $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [3]. In considerazione di ciò il Canton Ticino ha commissionato uno Studio sulla strategia di lotta allo smog invernale al Sud delle Alpi [4], al fine di elaborare provvedimenti stagionali che permettano di fronteggiare gli episodi di smog invernale. Lo studio è stato presentato nel gennaio 2006.

DATI DEL 2006



EVOLUZIONE DAL 1994



IL 2006

Le medie annue di polveri sottili hanno superato durante il 2006, in ogni punto di misura, il limite di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fissato dall'OIA. La concentrazione maggiore è stata registrata a Chiasso mentre i valori più bassi sono stati misurati a Moleno e Bodio.

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. Durante l'inverno, a dipendenza della posizione geografica e della frequenza ed intensità di situazioni di inversione termica, i valori delle stazioni, ed in particolare quelli di Chiasso, si distanziano in modo sensibile.

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.

L'EVOLUZIONE

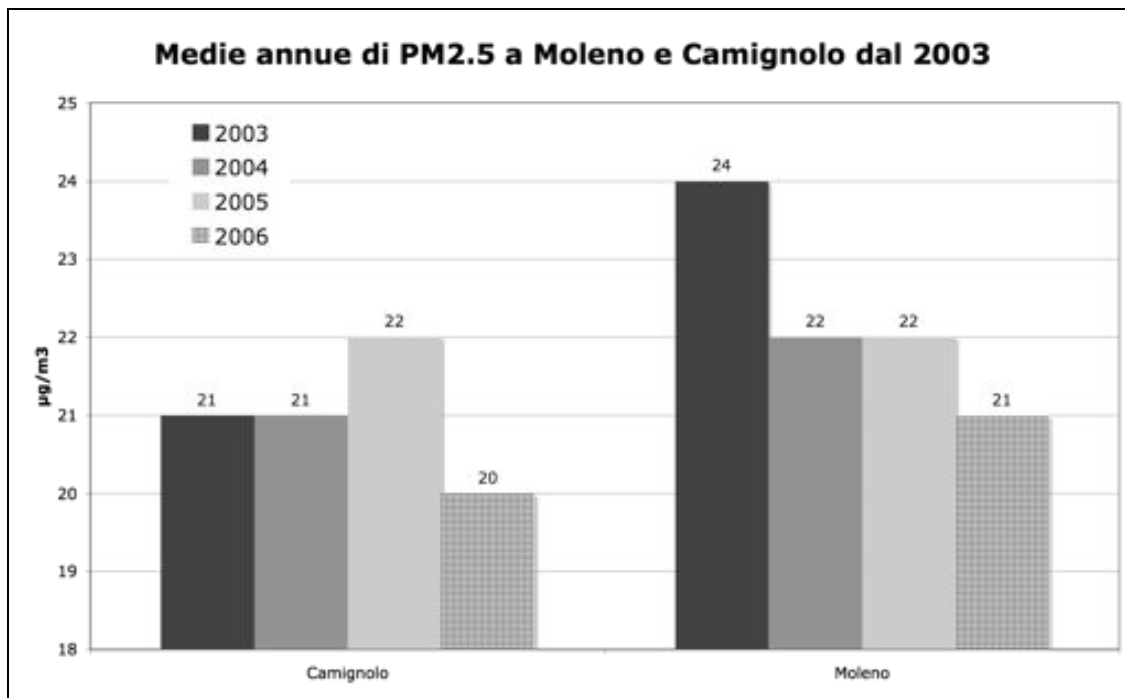
Dal 1997 le concentrazioni medie annue di polveri sottili presso tutte le stazioni ticinesi si sono mantenute pressoché costanti e nettamente al di sopra dei limiti annui OIA ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

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. Indirettamente inoltre, il dato relativamente basso del 2001 è dovuto ad un inverno piovoso (soprattutto in gennaio e febbraio) e alla chiusura prolungata della galleria del San Gottardo, rendendo il paragone con il 2003-2006 ancor più sfavorevole.

In generale è difficile distinguere un'evoluzione chiara delle medie annue di PM10 in Ticino. A Lugano dal 1997 è stato comunque possibile osservare una riduzione del 20% delle PM10. Chiasso, dove i fenomeni invernali sono particolarmente accentuati, presenta un chiaro peggioramento nel corso degli ultimi 3-4 anni che non è riconducibile ad aumenti delle emissioni. Nelle altre località, pur essendo sensibilmente superiori al limite OIA, i valori registrati sono relativamente costanti. La medesima evoluzione è osservabile per i dati di tutta la Svizzera.

Non essendoci una sola fonte preponderante responsabile per le polveri sottili, gli sforzi necessari per ridurre le emissioni sono da promuovere in ugual modo in tutti gli ambiti e settori.

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. 23), esse sono monitorate dal 2003 nelle stazioni OASI di Camignolo e Moleno.



IL 2006

La media annua di PM2.5 sia a Camignolo, sia a Moleno, negli ultimi 3 anni è rimasta pressoché invariata, attestandosi a 21-22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Camignolo e 22-24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Moleno.

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

Infatti il rapporto a Camignolo tra PM10 e PM2.5 è di 88% nel 2003, di 81% nel 2004 e di 69% nel 2006.

A Moleno la proporzione tra PM10 e PM2.5 è leggermente inferiore situandosi a 73% nel 2003, 65% nel 2004 e 71% nel 2006.

Questa differenza 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, 2006) indicano, infatti, come in determinati momenti della giornata (sera) la combustione della legna produca anche il 50% delle fonti complessive.

L'EVOLUZIONE

Al momento, dopo soli tre anni di misura, è troppo presto per intravedere un'evoluzione delle medie annue di PM2.5, anche se, sulla base di questi pochi dati, si può affermare che non vi è una grande variazione da un anno all'altro.

Le misure della massa 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 viene misurato il numero di particelle.

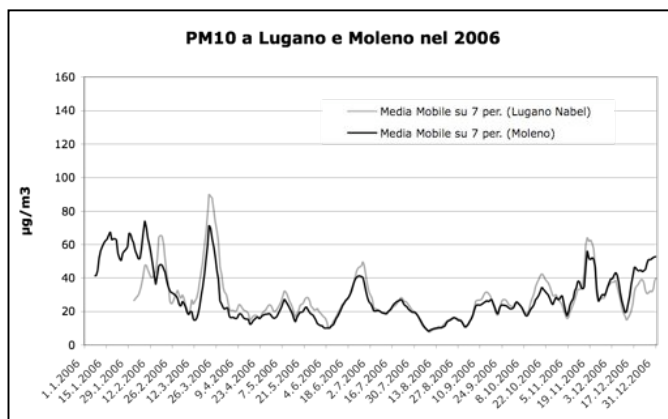
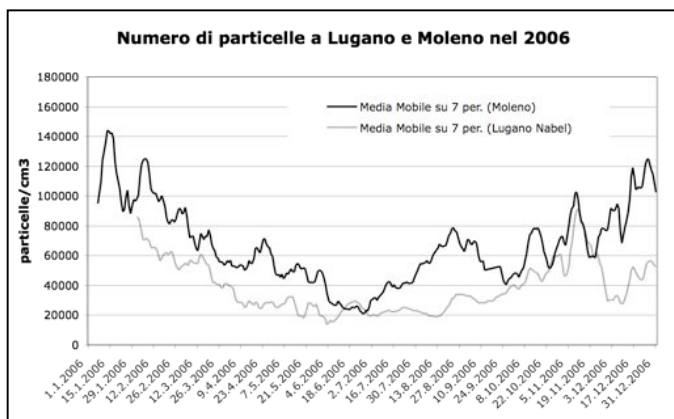
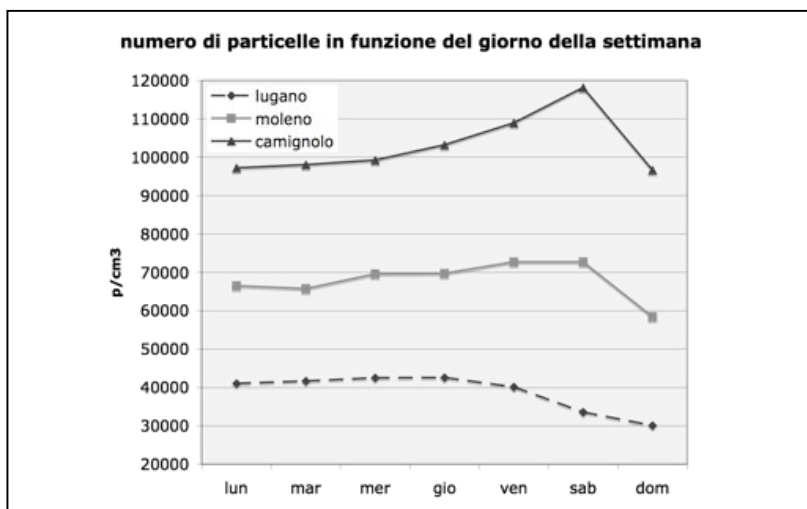
Il fatto che il numero di particelle dipenda in modo particolare dalle emissioni locali è bene illustrato dalla figura seguente che ne riporta l'andamento per giorno della settimana presso le stazioni di misura di Lugano NABEL, posta in prossimità di un asse stradale con circa 7'000 passaggi giornalieri (giorni feriali), e Moleno e Camignolo adiacenti all'A2, con 25'000 e 50'000 passaggi giornalieri circa.

È così possibile evidenziare la differenza tra i giorni feriali e il sabato e la domenica, quando

il traffico è inferiore, con una riduzione media dell'ordine del 25-30%, passando da 30'000 - 33'000 a 23'000 - 25'000 particelle/cm³.

Le misure lungo l'autostrada A2 a Moleno e Camignolo dove vengono registrati dai 25'000 a 50'000 passaggi di veicoli leggeri e dai 3'000 a 5'000 passaggi di veicoli pesanti nei giorni feriali, presentano valori molto più elevati rispetto a quelli registrati a Lugano. Il valore medio annuo è stato a Moleno di circa 68'000 particelle/cm³, mentre a Lugano la media si aggirava sulle 38'000 particelle/cm³. Questo non si riflette nelle concentrazioni di PM10, che sono state praticamente uguali (35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

La figura in basso a sinistra, indica per il 2006 l'andamento del numero di particelle e, a destra, la relativa concentrazione di PM10 a Moleno e Lugano.



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

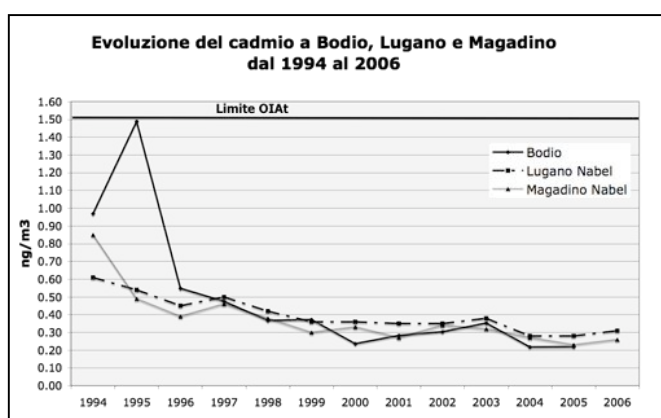
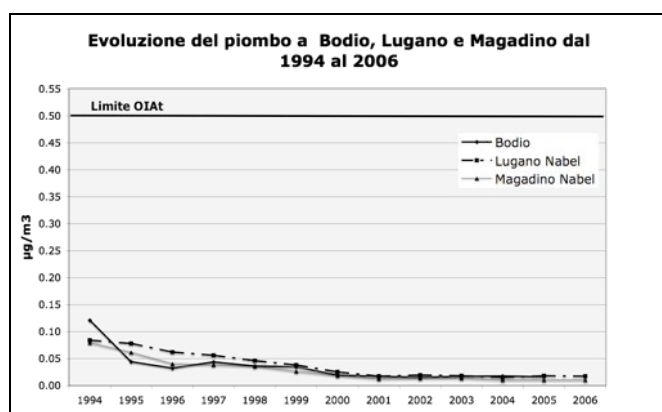
piombo sono circa un decimo di quelle all'inizio degli anni '70.

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.



DATI DEL 2006 ED EVOLUZIONE

Le concentrazioni di piombo misurate a Bodio durante gli ultimi 11 anni hanno rispettato ampiamente il limite OIA 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.

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.

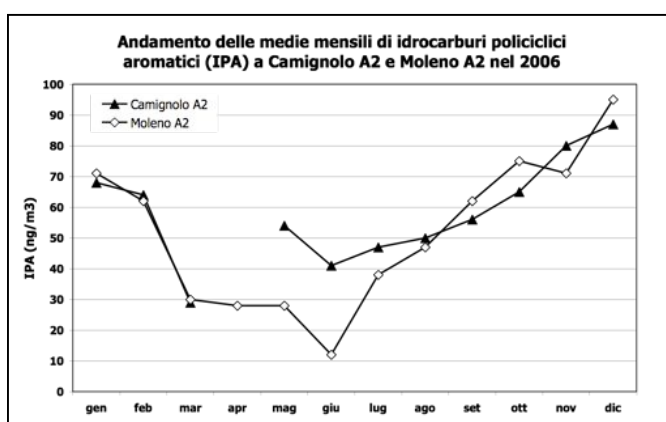
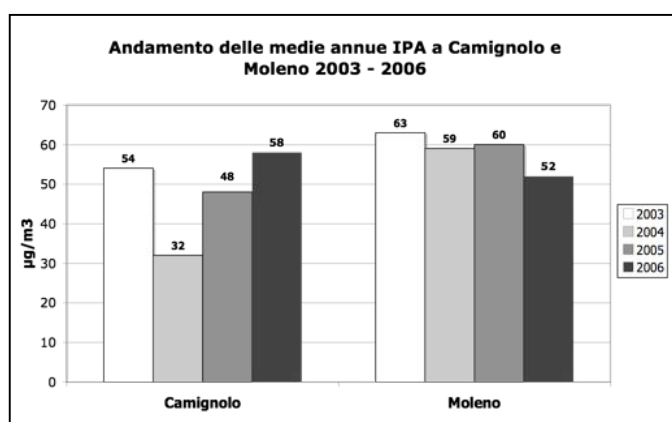
Effetti

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. Tuttavia, per quanto appena visto, dal 2003 gli IPA sono rilevati nelle stazioni OASI di Camignolo e Moleno.

DATI DEL 2006 ED EVOLUZIONE



IL 2006

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.

EVOLUZIONE

I dati su quattro anni registrati a Camignolo e Moleno non sono sufficienti per delineare un trend specifico. Osservando i dati di Moleno, infatti, si direbbe che le concentrazioni sono in leggera e costante diminuzione a Moleno, per contro a Camignolo la variabilità è più accentuata. Questo potrebbe essere la conseguenza di influssi meteorologici annuali. E' perciò prematuro tirare delle conclusioni sull'andamento degli IPA dal 2003 al 2006: sono necessarie delle osservazioni supportate da serie di dati più lunghe.

Origine

Il materiale particellare 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.

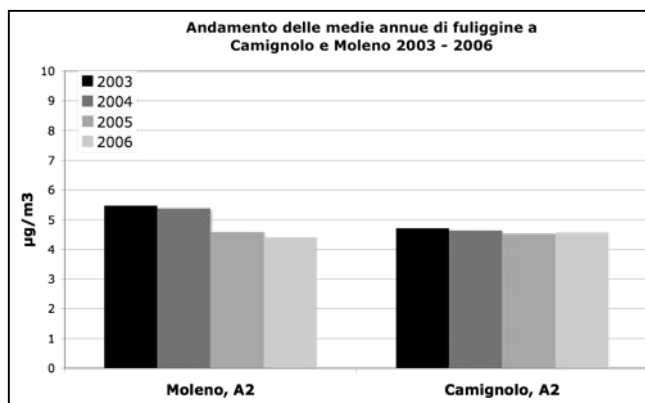
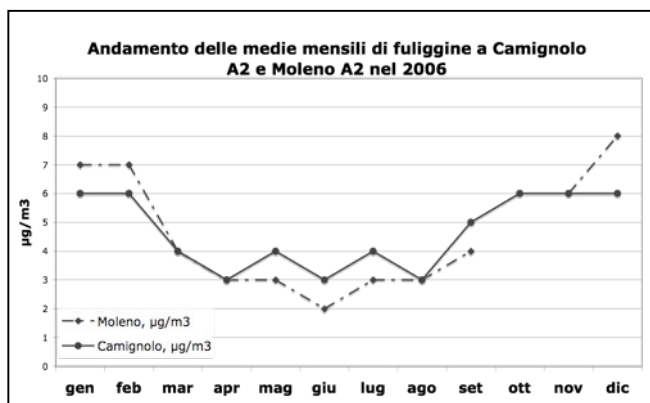
Le particelle di fuliggine si presentano in genere come agglomerati di particelle primarie a cui si adsorbono composti organici come gli idrocarburi policiclici aromatici, IPA.

Effetti

sulla salute:

Il carbonio causa irritazione dei polmoni, proliferazione delle cellule epiteliali. Un'esposizione cronica provoca fibrosi.

DATI DEL 2006 ED EVOLUZIONE



IL 2006

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.

EVOLUZIONE

Anche in questo caso quattro anni di dati registrati a Camignolo e Moleno non sono sufficienti per delineare un trend specifico, anche se è possibile intravedere una lieve diminuzione delle concentrazioni di fuliggine a Moleno. E' anticipato fare delle affermazioni sull'andamento dal 2003 al 2006: in ogni caso la fuliggine rappresenta costantemente circa il 15-16% della massa totale delle polveri sottili sia a Moleno che a Camignolo.

Il 31 maggio 2006 una caduta di massi a Gurtellen (Canton Uri) ha provocato la chiusura di un importante tratto della A2 e della strada cantonale. Fino al 29 giugno 2006 il traffico pesante è stato quindi deviato lungo l'asse del San Bernardino (A13). A causa di questo trasferimento del traffico, vi è stato, lungo entrambi i tratti alpini svizzeri A2 e A3/A13, un mutamento marcato dei carichi fonici e di inquinanti atmosferici influenzati dal traffico.

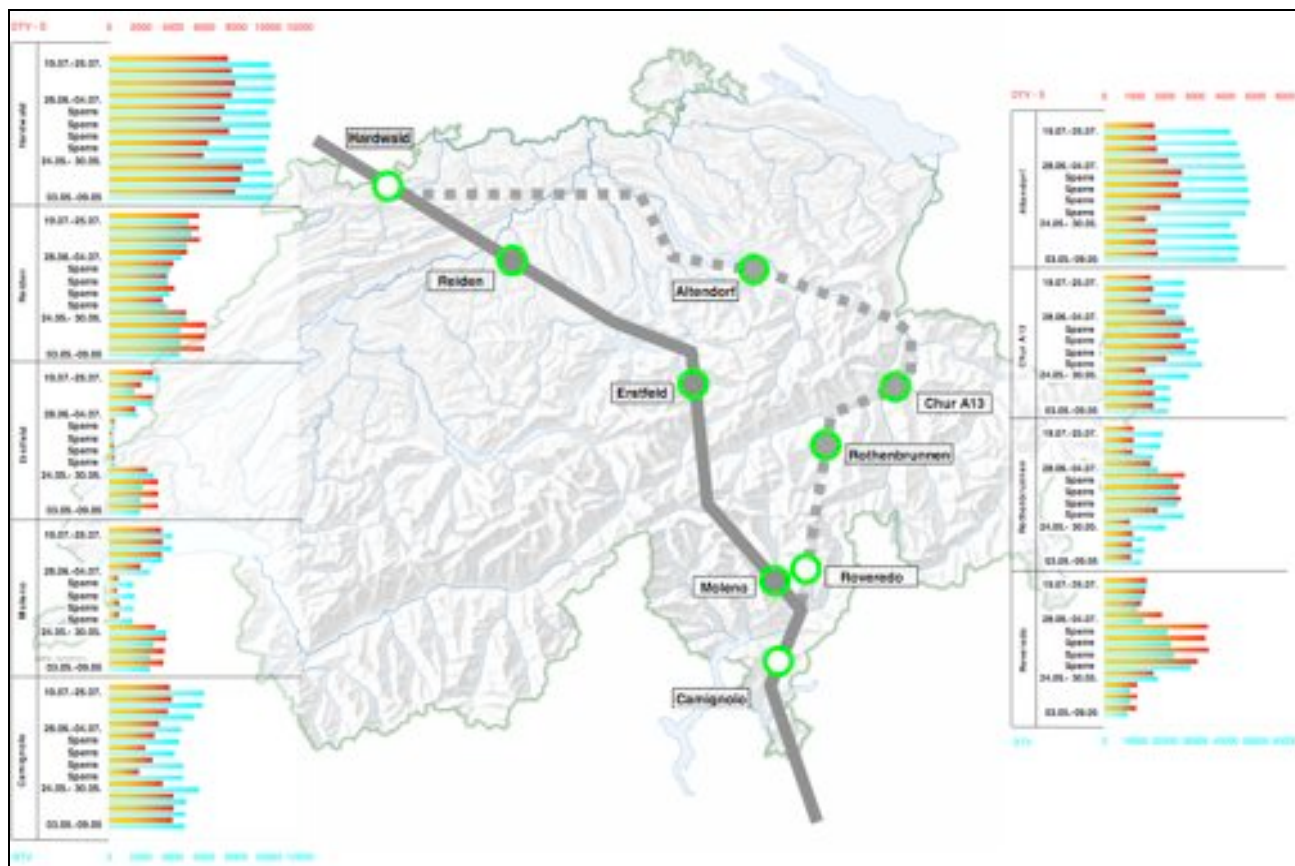
Le variazioni nell'andamento dell'inquinamento atmosferico sono state documentate in dettaglio in un rapporto sviluppato sotto la direzione degli uffici cantonali dell'ambiente Grigioni, Uri e Ticino, come pure OSTLUFT e UFAM [3]. Questo studio descrive la qualità dell'aria lungo la A2 e la A3/A13 durante i mesi di maggio, giugno e luglio 2006 e la confronta con quella avuta nello stesso periodo del 2005. E' descritta inoltre la distribuzione spaziale delle particelle e di NO₂ nelle valli alpine considerate e vengono stimate le emissioni di fuliggine e particelle lungo un tratto di autostrada pianeggiante (a velocità 100 km/h).

Di seguito viene presentato un breve riassunto della situazione con alcune considerazioni specifiche relative ai dati rilevati in Ticino.

Traffico

Durante il 2005 5.9 milioni di veicoli, di cui 920'000 veicoli pesanti, hanno attraversato il tunnel del S. Gottardo. I passaggi lungo il S. Bernardino sono stati minori: 2.2 milioni di veicoli, di cui circa 150'000 veicoli pesanti. Durante la chiusura della A2 il traffico lungo la A13 è raddoppiato, mentre i passaggi di veicoli pesanti sono aumentati di 2.4 volte. L'aumento di traffico ha regolarmente causato sovraccarichi e imbottigliamenti anche a causa del forte dislivello, delle curve strette e del risanamento di una galleria a sud del S. Bernardino.

La figura seguente descrive l'andamento del traffico giornaliero medio presso i vari punti di monitoraggio lungo l'A2 e l'A3/A13.



Traffico giornaliero medio leggero (DTV) e pesante (DTV-S) lungo gli assi di transito attraverso le Alpi A2-A13 durante i mesi maggio-luglio 2006.

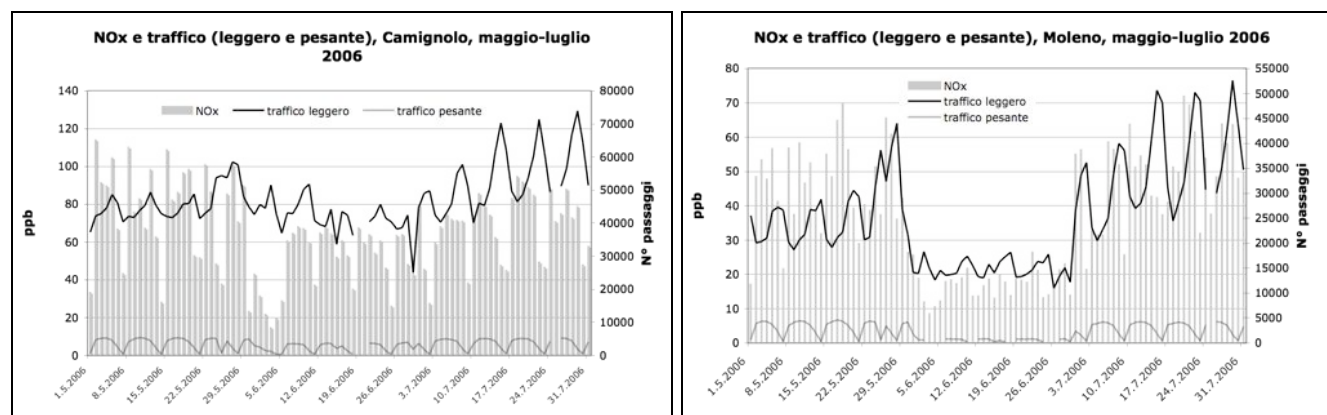
Immissioni atmosferiche

Il trasferimento del traffico dalla A2 alla A13 ha portato ad un aumento marcato dell'inquinamento atmosferico lungo la A13 e ad una chiara diminuzione lungo la A2. In confronto al 2005 le concentrazioni di NO_x misurate a Rothenbrunnen (Domleschg) sono aumentate del 78% e del 95% a Roveredo (Mesolcina), mentre quelle di NO₂ sono incrementate di 66% a Rothenbrunnen, rispettivamente del 72% a Roveredo. Le PM10 sono aumentate a Roveredo del 14% e a Rothenbrunnen del 41%. Diminuzioni marcate sono invece state misurate nella Valle della Reuss e in Leventina (Erstfeld: NO_x -64%; NO₂ -60% e PM10 -10%; Moleno: NO_x -66%, NO₂ -52% e PM10 -4%). Il rilevamento dell'estensione spaziale degli inquinanti atmosferici (dimensione delle polveri e immissioni di NO₂) trasversalmente agli assi alpini di transito, ha mostrato che la qualità dell'aria è influenzata dal traffico su tutta la larghezza della valle. Dopo la riapertura della A2, nel Domleschg e in Mesolcina le concentrazioni di NO₂ lungo tutta la sezione erano la metà di quelle misurate durante la chiusura. A Rothenbrunnen, durante la chiusura, il numero di particelle piccole (PM2.5) misurato nei pressi della A13 era il doppio di quello rilevato a 250 m di distanza. Particelle più grandi sono state riscontrate vicino all'autostrada e a 250 m di distanza in quantità simili. L'aumento maggiore di NO_x e del numero di particelle è stato misurato nelle prime ore del mattino (molto traffico, cattivo rimescolamento dell'aria). Il trasferimento del traffico ha portato anche sull'Altipiano, lungo la A3 presso Altendorf, ad un aumento dell'inquinamento atmosferico (aumento NO_x: +50%, NO₂: +25%).

Ripercussioni in Ticino

Come illustrato a pag. 13 le emissioni del traffico pesante di transito attraverso le Alpi sono monitorate nell'ambito del progetto nazionale MfM-U (Monitoring flankierende Massnahmen - Umwelt) presso le stazioni di Moleno e Camignolo. In particolare sono rilevati anche: il numero di passaggi, tipo, peso e velocità del veicolo oltre ai principali inquinanti dell'aria (ossidi di azoto, ozono, polveri sottili (PM10 e PM2.5), idrocarburi policiclici aromatici, indice di fuliggine, benzene/toluene/xileni e numero di particelle).

A differenza delle altre stazioni di misura che restituiscono la qualità dell'aria, quindi le immissioni, di una determinata regione, quelle di Moleno e Camignolo sono rappresentative delle emissioni lungo quel determinato settore autostradale. In particolare Camignolo si trova prima della diramazione tra A2 e A13 la stazione registra anche una componente legata al traffico interno, mentre quella di Moleno restituisce piuttosto il traffico di transito sia pesante che leggero.



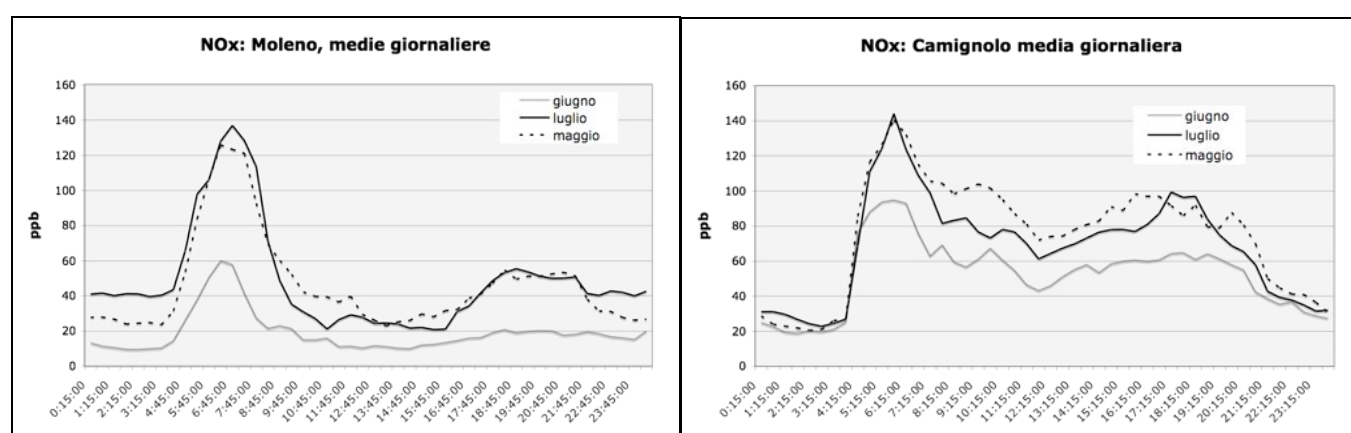
Emissioni di ossidi di azoto, NO_x in ppb, e numero di passaggi di veicoli leggeri e pesanti a Moleno e Camignolo durante i mesi maggio-luglio 2006.

Le figure che riportano gli ossidi di azoto e il numero di passaggi per il traffico leggero e pesante a Moleno e Camignolo durante i mesi di maggio, giugno e luglio 2006, indicano in modo piuttosto eloquente questo stato di cose.

Infatti, è possibile osservare come, a Camignolo, sia a livello di flussi di traffico che di emissioni di ossidi di azoto, la situazione sia rimasta praticamente invariata prima, durante e dopo la chiusura del Gottardo, in quanto i veicoli, benché deviati sull'asse del San Bernardino, transitavano comunque da Camignolo.

Per contro a Moleno l'effetto della chiusura è evidente sia in termini di riduzione del traffico che di emissioni inquinanti che si sono ridotte di oltre il 50% durante il mese di giugno quando il traffico pesante si è praticamente azzerato.

Anche l'andamento giornaliero permette di osservare un chiaro effetto di riduzione particolarmente evidente a Moleno, dove il picco di NOx mattutino, riconducibile al transito della prima ondata di mezzi pesanti provenienti da sud in condizioni atmosferiche sfavorevoli al ricambio delle masse d'aria, è ridotto di circa il 60%.

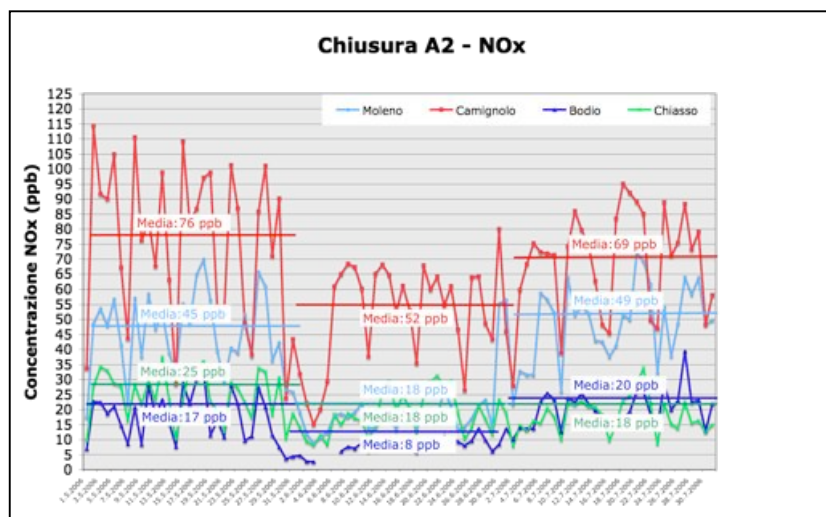


Andamento giornaliero medio delle emissioni di ossidi di azoto, NOx in ppb, a Moleno e Camignolo per i mesi maggio-luglio 2006.

La diminuzione delle emissioni di NOx è stata riscontrata lungo tutto l'asse del Gottardo al sud delle Alpi, come si evince dalla figura seguente che riporta l'andamento giornaliero e il valore medio mensile per le stazioni di Chiasso, Camignolo, Moleno e Bodio.

A Moleno e Bodio, con il 58% rispettivamente il 48%, questa riduzione è stata più marcata che a Camignolo e Chiasso, dove si è comunque registrata una diminuzione del 34% rispettivamente del 24%.

Si può quindi affermare che, anche presso le stazioni che non si trovano direttamente sull'asse stradale e cioè Bodio e Chiasso situate in linea d'aria tra i 150 e i 300 metri di distanza, la chiusura del Gottardo ha avuto un influsso sulle concentrazioni di ossidi di azoto nell'aria.



Emissioni di ossidi di azoto, NOx in ppb, a Moleno, Bodio, Chiasso e Camignolo durante i mesi maggio-luglio 2006.

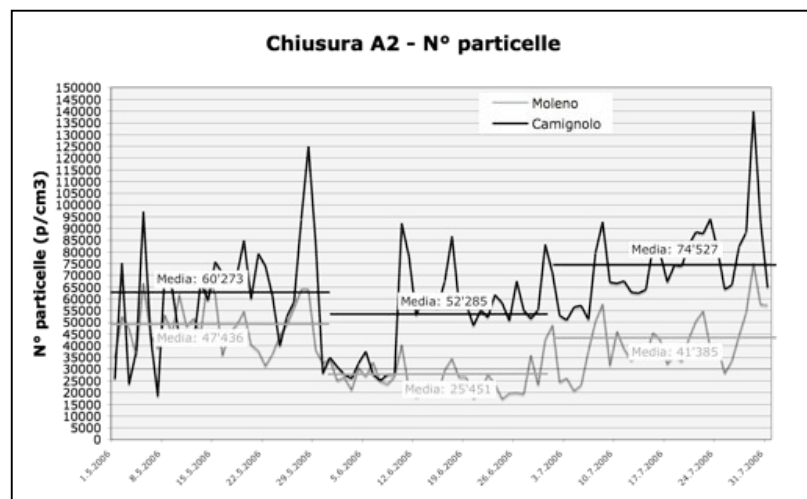
Per quanto concerne le concentrazioni di PM10 non è possibile riscontrare una variazione riconducibile ai mutati regimi di traffico. Questa osservazione era già stata fatta durante la chiusura del Gottardo nel 2001 e in altri episodi simili.

Le PM10 presentano, infatti, una componente secondaria importante proveniente dall'aggregazione di aerosol di nitrati, solfati e ammonio che non dipendono direttamente dalle emissioni del traffico.

Si rivela invece più adatto come parametro atto a monitorare il traffico pesante il numero di particelle presenti nell'aria, in quanto le emissioni dei motori diesel sono caratterizzate dalla formazione di particelle ultrafini ($< 0.1 \mu\text{m}$). Quest'ultime presentano un peso ridotto rispetto alle PM10 e incidono quindi meno sulla concentrazione espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ma sono in numero nettamente maggiore (cfr pag.27).

La diminuzione rilevata a Moleno del numero di particelle tra il mese di maggio e quello di giugno è di oltre il 47%, mentre a Camignolo la riduzione è stata decisamente più contenuta, attestandosi attorno al 15%.

Queste variazioni correlano bene con le modifiche nei regimi di traffico registrate nelle due località.



Numero di particelle (p/cm^3) a Moleno e Camignolo durante i mesi maggio-luglio 2006

Conclusioni

Il mutamento temporaneo dei passaggi veicolari ha influito in maniera importante sulla qualità dell'aria. L'aumento o la diminuzione dell'inquinamento atmosferico lungo la A13 e la A2 evidenzia l'influsso delle emissioni del traffico sugli ecosistemi sensibili e la popolazione residente in strette valli alpine.

In estate, nelle valli alpine, la variazione del passaggio di 1'000 veicoli pesanti al giorno ha avuto come conseguenza un aumento, rispettivamente una diminuzione di 7 ppb di NO_x e 4-11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di NO_2 . Nel 2001, durante la chiusura del tunnel del Gottardo, la stessa variazione di veicoli pesanti aveva avuto come conseguenza una riduzione delle immissioni medie giornaliere di 18 ppb per gli NO_x e di 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per gli NO_2 lungo la A2 e un aumento delle stesse di 33 ppb e 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ lungo la A13.

I dati osservati sono importanti per la valutazione degli effetti del traffico futuro sullo stato dell'aria. E' stata dimostrata, inoltre, l'utilità e l'efficacia del monitoraggio del carico atmosferico e fonico lungo i due assi A2 e A13 (MfM-U: Monitoring flankierende Massnahmen – Bereich Umwelt).



Centro città, lungo via fortemente trafficata.



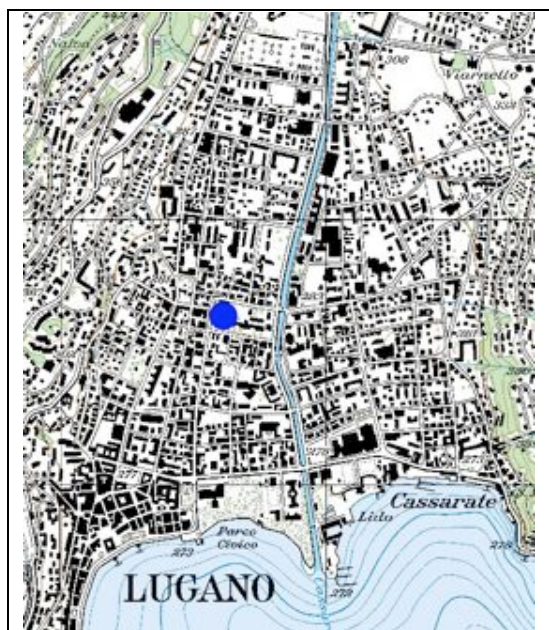
Coordinate (x/y): 723.45 / 77.45

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 (NO₂)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	µg/m ³	30	47	↘
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	100	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	80	181	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	27	↘
Ozono (O₃)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media oraria massima	µg/m ³	120	331	↗
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	777	↗
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m ³	100	253	↗
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	7	→
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	µg/m ³	20	46	→
Media giornaliera massima	µg/m ³	50	197	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	112	↘
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	µg/m ³	500	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	ng/m ³	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO₂)	Unità	Limite	2006	vs 2005
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	2006	vs 2005
Media giornaliera massima	mg/m ³	8	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-

n.r.: non rilevato.



Centro città, nei pressi di una strada trafficata.



Coordinate (x/y): 717.6 / 096.6

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

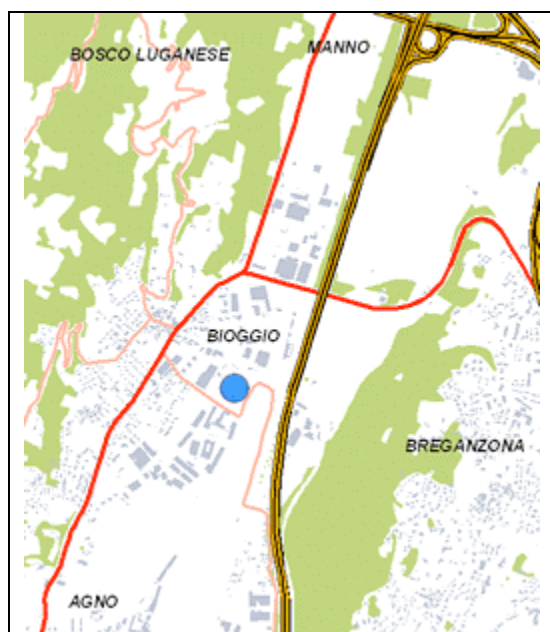
La stazione di analisi si trova sull'areale della Università della Svizzera Italiana, nei pressi di una strada trafficata. Riporta quindi la qualità dell'aria dovuta alle attività cittadine, principalmente gli impianti di riscaldamento e il traffico locale.

	Unità	Limite	2006	vs 2005
Diossido di azoto (NO₂)				
Media annua	µg/m ³	30	37	↗
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	79	↗
Media giornaliera massima	µg/m ³	80	80	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	2	↗
Ozono (O₃)				
Media oraria massima	µg/m ³	120	251	↘
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	805	↗
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m ³	100	231	↗
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	7	→
Polveri sottili (PM10)				
Media annua	µg/m ³	20	30	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	50	141	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	29	↘
Piombo nelle polveri sottili (PM10)				
Media annua	µg/m ³	500	0.02	↗
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)				
Media annua	ng/m ³	1.5	0.31	↗
Diossido di zolfo (SO₂)				
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	23.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	→
Monossido di carbonio (CO)				
Media giornaliera massima	mg/m ³	8	1.5	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	→
Polveri ultrafini (PM2.5)				
Media annua	µg/m ³	-	22	↘
Numero di particelle				
Media annua	p/cm ³	-	40'839	↗

Fonte: UFAM/NABEL

n.r.: non rilevato.

n.dsp.: non disponibile



Località mediamente popolata, con considerevole presenza industriale.



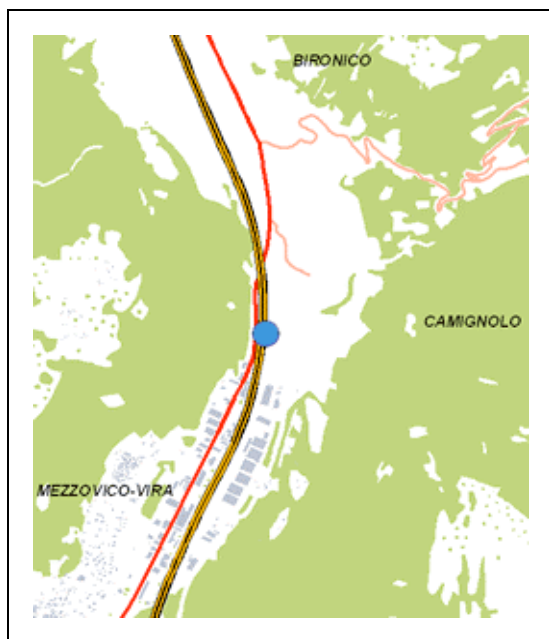
Coordinate (x/y): 714.15 / 96.65

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 (NO₂)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	µg/m ³	30	36	↘
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	82	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	80	108	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	8	↗
Ozono (O₃)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media oraria massima	µg/m ³	120	258	↗
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	476	↗
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m ³	100	200	↗
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	7	→
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	µg/m ³	20	36	→
Media giornaliera massima	µg/m ³	50	149	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	70	↘
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	µg/m ³	500	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	ng/m ³	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO₂)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	µg/m ³	30	4	↘
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	8	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	100	10	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	→
Monossido di carbonio (CO)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media giornaliera massima	mg/m ³	8	1.7	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	→

n.r.: non rilevato.



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.

Diossido di azoto (NO₂)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	µg/m ³	30	53	↘
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	100	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	80	88	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	10	↘
Ozono (O₃)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media oraria massima	µg/m ³	120	180	↘
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	145	↗
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m ³	100	160	↗
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	7	↗
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	µg/m ³	20	30	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	50	138	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	38	↘
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	µg/m ³	500	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	ng/m ³	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO₂)	Unità	Limite	2006	vs 2005
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	2006	vs 2005
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	2006	vs 2005
Media annua	µg/m ³	-	20	↘
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	ng/m ³	-	59	↗
Numero di particelle	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	p/cm ³	-	103'518	-

n.r.: non rilevato.

n.d.: non determinabile



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 (NO₂)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	µg/m ³	30	34	↘
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	70	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	80	87	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	1	↘
Ozono (O₃)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media oraria massima	µg/m ³	120	227	↗
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	141	↗
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m ³	100	164	↗
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	4	→
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2006	vs 2005
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	2006	vs 2005
Media annua	µg/m ³	500	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	ng/m ³	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO₂)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	µg/m ³	30	6	↘
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	15	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	100	22	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	→
Monossido di carbonio (CO)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media giornaliera massima	mg/m ³	8	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-

n.r.: non rilevato.



Località rurale e collinare.



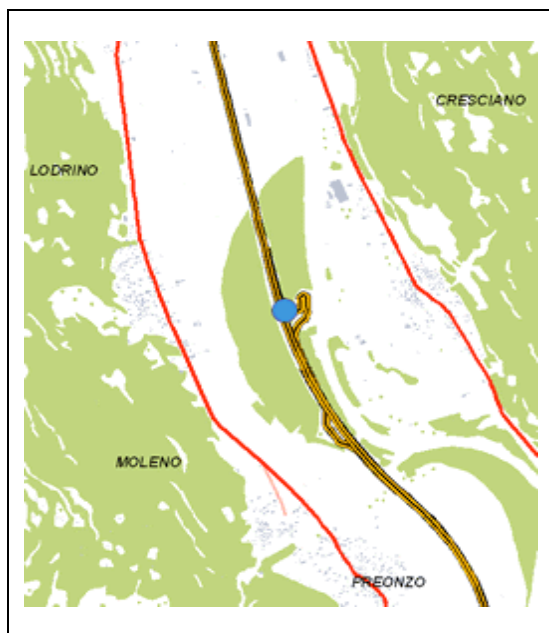
Coordinate (x/y): 706.00 / 115.65

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 (NO₂)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	µg/m ³	30	13	↘
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	37	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	80	71	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	→
Ozono (O₃)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media oraria massima	µg/m ³	120	263	↗
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	764	↗
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m ³	100	207	↗
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	7	→
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2006	vs 2005
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	2006	vs 2005
Media annua	µg/m ³	500	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	ng/m ³	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO₂)	Unità	Limite	2006	vs 2005
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	2006	vs 2005
Media giornaliera massima	mg/m ³	8	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-

n.r.: non rilevato.



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 (NO₂)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	µg/m ³	30	45	↘
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	91	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	80	91	→
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	12	↘
Ozono (O₃)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media oraria massima	µg/m ³	120	222	↗
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	400	↗
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m ³	100	205	↗
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	7	→
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	µg/m ³	20	29	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	50	124	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	54	↘
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	µg/m ³	500	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	ng/m ³	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO₂)	Unità	Limite	2006	vs 2005
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	2006	vs 2005
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	2006	vs 2005
Media annua	µg/m ³	-	21	↘
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	ng/m ³	-	52	↘
Numero di particelle	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	p/cm ³	-	68'588	-
Benzene, Toluene e Xileni (BTX)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Benzene, media annua	µg/m ³	-	0.95	↗
Toluene, media annua	µg/m ³	-	1.89	↗
Xileni, media annua	µg/m ³	-	0.48	↗

n.r.: non rilevato.

n.d.: non determinabile



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 (NO₂)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	µg/m ³	30	30	↘
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	66	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	80	74	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	↘
Ozono (O₃)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media oraria massima	µg/m ³	120	214	↗
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	185	↗
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m ³	100	183	↗
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	3	↘
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	µg/m ³	20	31	→
Media giornaliera massima	µg/m ³	50	128	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	39	↘
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	µg/m ³	500	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	ng/m ³	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO₂)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media annua	µg/m ³	30	16	↘
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	50	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	100	66	→
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	→
Monossido di carbonio (CO)	Unità	Limite	2006	vs 2005
Media giornaliera massima	mg/m ³	8	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-

n.r.: non rilevato.

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

Rete standard.

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

Rete standard (continuazione).

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

Confronto "Stazioni di misura - campionatori passivi".

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

Campagna "Pian Scairolo".

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

Campagna "Chiasso MdT"

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

Campagna "Profili autostrada".

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

Campagna "Lugano stazione FFS".

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

Campagna "Galleria Vedeggio - Cassarate, PTL".

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

Campagna "Bassa Leventina".

Comune	Luogo	05	06
Airolo	Valle	16	15
	Madrano	14	15
	Contagocce A	28	28
	Contagocce B	28	26
	Contagocce C	27	28
	Contagocce D	34	34

Campagna "Sistema contagocce Airolo".

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 [4].

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.

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				*			*	

Parametri analizzati nelle rispettive stazioni di rilevamento della rete cantonale.

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, O₃, 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 2006 e questa metodica di controlli consente di garantire un errore di misura inferiore al 2%.

Gli apparecchi di misura degli NOx 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.

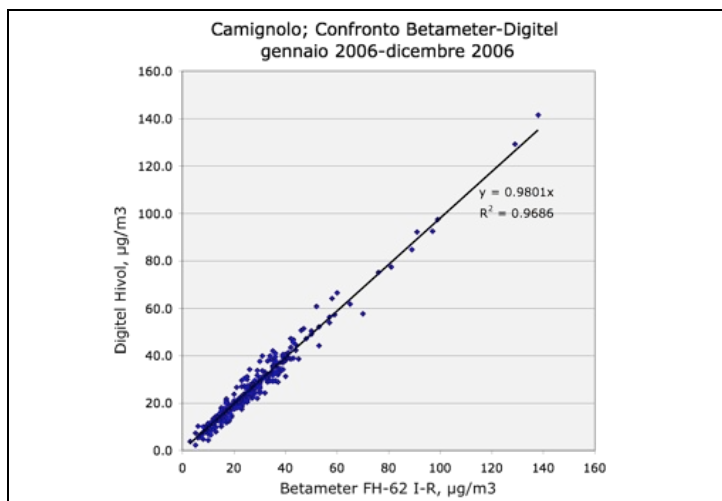
Per ovviare a questo problema, le misurazioni delle polveri sottili PM10 sono effettuate parallelamente con due apparecchiature diverse, vale a dire Digitel e Betameter .

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%.



Concentrazioni medie giornaliere di PM₁₀ (periodo gennaio-dicembre 2006) ottenute a Camignolo con due metodi di misura diversi (Betameter e DIGITEL). La linea rappresenta la curva di regressione lineare.

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 [5]. 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, PM_{2.5}, 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.

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

Rete dei campionatori passivi su territorio ticinese.

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	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	

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 <u>durante 1 anno</u> 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 <u>durante 1 mese</u> 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.

≤	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
NH₃	Ammoniaca
NO	Monossido d'azoto
NO₂	Diossido d'azoto
NO_x	Ossidi d'azoto (NO + NO ₂)
O₃	Ozono
OASI	Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana
OIAI	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)
SO₂	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

- [1] Servizio Stampa DATEC (29.3.2006): *Continua la tendenza positiva nel traffico merci transalpino: nuovo aumento a favore della rotaia.*
- [2] 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.
- [3] Kantonale Umweltschutzämter GR, TI e UR, OSTLUFT, BAFU (2006): *Umleitung Gotthard 2006: Auswirkung der Verkehrsverlagerung auf die Luftbelastung entlang den Alpentransitachsen A2 und A3/A13,* Marzo 2006.
- [4] UFAP (1990): Raccomandazioni sulle misure degli inquinanti atmosferici, 1. gennaio 2004.
- [5] Scuola universitaria professionale della Svizzera Italiana (2006): *Procedure di controllo dei dati atmosferici (OASI).* Maggio 2006

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.