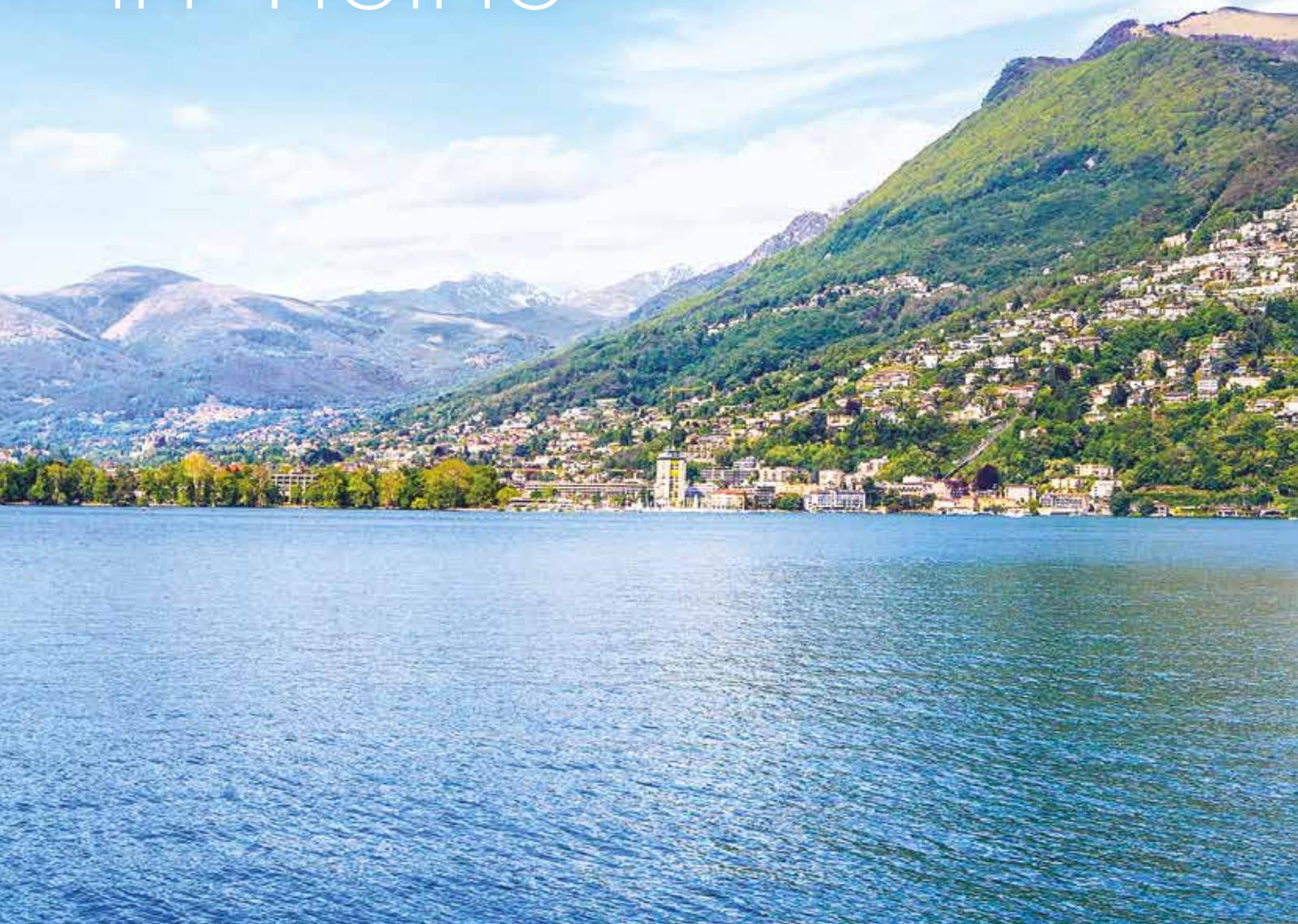


L'ARIA CAMBIA



Rapporto 2013

Qualità dell'aria in Ticino



Giugno 2014

www.ti.ch/aria
www.ti.ch/trasporti

Dipartimento territorio
Divisione ambiente
Sezione protezione aria, acqua e suolo
Ufficio aria, clima ed energie rinnovabili



Editore

Dipartimento del territorio
Cantone Ticino

Per informazioni

Ufficio dell'aria, del clima
e delle energie rinnovabili (UACER)

Via Franco Zorzi 13

6500 Bellinzona

tel. +41 91 814 29 70

dt-uacer@ti.ch

Il rapporto può essere scaricato
dal sito www.ti.ch/aria

Concetto grafico e impaginazione

Variante – agenzia creativa
www.variante.ch

Citazione

UACER

Rapporto qualità dell'aria 2013

Dipartimento del territorio

del Cantone Ticino (Ed.)

Bellinzona, 2014

Introduzione

Il rilevamento della qualità dell'aria p. 3

La rete cantonale di misura p. 5

L'aria in Ticino

In generale p. 8

Diossido d'azoto (NO₂) p. 16

Ozono (O₃) p. 22

Polveri sottili (PM10) p. 26

Allegati

I valori limite di immissione (VLI) p. 33

Simboli e abbreviazioni p. 34

Bibliografia p. 35

Gli allegati scaricabili dal sito www.ti.ch/aria

Le singole stazioni

I dati dei campionatori passivi di NO₂

Deposizioni umide

I metodi di misura

Introduzione

Il rilevamento della qualità dell'aria

L'Ordinanza federale contro l'inquinamento atmosferico, OIAAt, entrata in vigore il 1° marzo 1986, ha affidato ai Cantoni il compito di sorvegliare lo stato e l'evoluzione dell'inquinamento atmosferico. I principali compiti affidati al Cantone dall'OIAAt sono:

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

In Ticino le analisi della qualità dell'aria sono iniziate nel 1985. La rete di rilevamento cantonale comprendeva, nei primi Anni Novanta, 8 stazioni di misura in continuo. Le sempre maggiori richieste di Comuni e popolazione toccati dalle emissioni di determinati impianti hanno portato negli ultimi dieci anni ad estendere la rete di rilevamento con nuove stazioni, come quelle nei cantieri di Alptransit e quelle poste per monitorare i dapprima i lavori e poi gli effetti della galleria Vedeggio-Cassarate e delle misure fiancheggiatrici del Piano dei trasporti del Luganese. Con le stazioni di Moleno e Camignolo si vuole invece monitorare gli effetti del traffico sull'ambiente lungo l'autostrada A2. Tutti i dati sull'aria, assieme a svariati altri parametri registrati su tutto il territorio (meteo, inquinamento fonico, inquinamento luminoso, ecc.) confluiscono nell'Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana (OASI).



L'ARIA
CAMBIA

Qualità dell'aria in Ticino Stazione di misura

Ufficio aria, clima ed energie rinnovabili **tiu**

Dati online: www.ti.ch/aria

L'ARIA
CAMBIA

La rete cantonale di misura

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

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

La rete cantonale di rilevamento è lo strumento di verifica della qualità dell'aria ticinese. Comprende in primo luogo 9 stazioni di misura situate a Chiasso, Mendrisio, Bioggio, Pregassona, Camignolo, Locarno, Brione sopra Minusio, Moleno e Bodio. A partire dagli Anni Novanta la rete di base monitora la situazione dell'aria in diverse ubicazioni caratteristiche di una determinata situazione del Cantone (agglomerato, campagna, centro città e via dicendo). A questa si integrano le stazioni di Lugano e Magadino, gestite dall'Ufficio federale dell'ambiente, UFAM, e facenti parte della rete nazionale di rilevamento dell'inquinamento atmosferico NABEL (Nationales Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe). A queste stazioni nel corso degli anni sono stati aggiunti diversi punti di misura per verificare le emissioni di impianti particolari come i cantieri Alptransit, la galleria Vedeggio-Cassarate e il nuovo Impianto cantonale di termovalorizzazione dei rifiuti (ICTR) portando a 18 il numero delle stazioni di misura della qualità dell'aria presenti in Ticino.

Ai dati delle stazioni di misura si aggiungono quelli provenienti da ulteriori rilevamenti: il diossido di azoto, NO₂, per esempio, viene determinato anche tramite campionatura passiva in oltre 190 ubicazioni distribuite in tutto il Cantone.

Anche nel 2013 non sono state adottate sostanziali modifiche alla rete di rilevamento della qualità dell'aria, dopo le ultime apportate nel 2008 con l'allestimento di tre nuove stazioni di misura a Comano, Giubiasco e Mendrisio. Verso la fine del 2010 è stata inoltre effettuata la posa di campionatori passivi in 19 nuovi punti, principalmente per migliorare il monitoraggio delle concentrazioni di NO₂ attorno alla galleria Vedeggio-Cassarate, alla zona commerciale Breggia e al previsto semisvincolo autostradale di Bellinzona. Allo stesso tempo sono stati smantellati alcuni punti laddove le misurazioni non erano più ritenute necessarie.

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

Questa rete permette ora di trasmettere e divulgare i dati praticamente in tempo reale, cosicché oggi chiunque può, ovunque e indipendentemente, accedere in ogni momento alle informazioni sullo stato dell'aria, tramite ad esempio internet oppure l'applicazione gratuita per telefoni Smartphone.

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

Figura 1 – Le stazioni di misura della rete cantonale di rilevamento

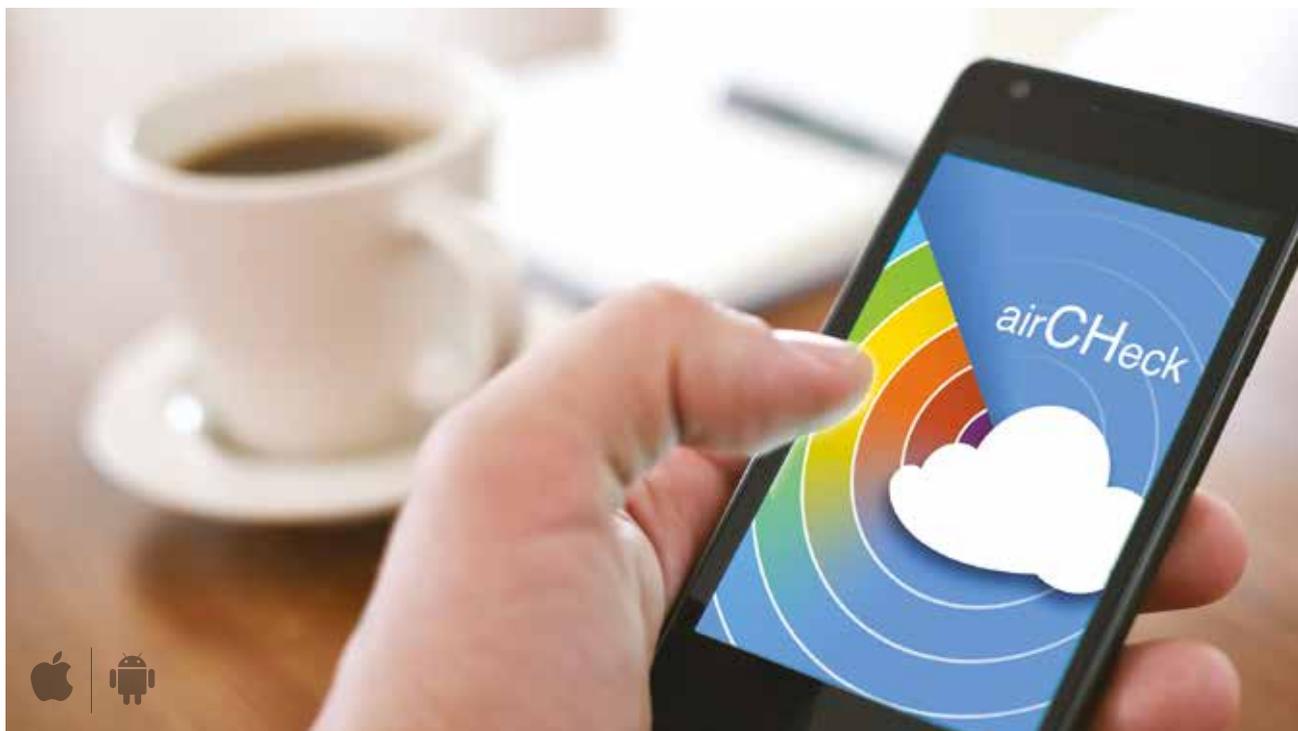


OASI, l'Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana

La rete cantonale di rilevamento della qualità dell'aria è integrata nell'Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana (OASI). A livello pratico l'OASI contempla tre campi d'azione: l'osservazione vera e propria, la gestione dei dati e l'informazione. La fase di osservazione prevede il rilevamento del traffico (tipo di veicolo, velocità e peso), della meteorologia e delle emissioni ed immissioni foniche ed atmosferiche. Il sistema di gestione dei dati è interamente informatizzato e coordina la memorizzazione dei vari input (degli anni passati ed attuali) provenienti dai diversi punti di rilevamento. Dal 2008 l'OASI è stato inoltre ampliato a diversi altri settori, quali i siti inquinati, l'idrologia, l'inquinamento luminoso, le frane e le radiazioni non ionizzanti.

AirCheck: lo stato dell'aria sul telefonino

Successore dell'apprezzata applicazione «Qualità dell'aria in Ticino», oltre a mostrare l'attuale stato dell'aria in qualsiasi punto del territorio, airCheck mostra anche le singole stazioni di misura. Il tutto non più unicamente a livello ticinese come nella versione precedente, bensì per l'intera Svizzera e il Principato del Liechtenstein. L'applicazione è disponibile sia per iPhone che per la piattaforma Android.



L'aria in Ticino

In generale

Evoluzione generale favorevole, ma...

Per quel che concerne la qualità dell'aria in generale, in oltre 20 anni si sono osservati in Ticino costanti progressi. Le immissioni dei principali inquinanti hanno fatto registrare riduzioni più o meno marcate, come riportato nella **figura 2**, che illustra la variazione percentuale del carico inquinante in Ticino tra il 1990 ed il 2013.

In questo senso si registra una chiara tendenza al miglioramento: sull'arco di 23 anni le concentrazioni degli inquinanti primari (a sinistra nel grafico) quali SO₂ e CO, sono diminuite in modo notevole (70–80%); per contro gli inquinanti a carattere secondario (a destra) come O₃ e PM10 presentano una diminuzione meno pronunciata del 25% circa. Tra gli inquinanti primari fa eccezione l'NO₂, le cui concentrazioni denotano da ormai una decina d'anni una relativa stabilità.

... sono necessari ulteriori progressi

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

La riduzione delle emissioni di NO₂ (inquinante primario tossico di per sé e precursore di ozono e PM10) rimane il perno del risanamento della qualità dell'aria e deve indurre a perseguire gli sforzi volti a riportare le sue immissioni sotto la soglia di legge. Per le altre sostanze inquinanti la situazione attuale garantisce il rispetto dei valori limite OIAT: i valori di diossido



di zolfo così come quelli di monossido di carbonio, che nei decenni passati erano fonte di preoccupazione, hanno ormai raggiunto a Lugano il 7 rispettivamente il 10% della soglia di legge. Per far fronte a questa situazione e contrastare l'inquinamento – causato in particolare dal diossido d'azoto, dall'ozono e dalle polveri sottili – occorrerà migliorare e rendere più specifici i provvedimenti già adottati. Due sono le strade da percorrere: da un lato il ricorso a provvedimenti tecnici in grado di diminuire le stesse emissioni, dall'altro la riduzione del consumo e quindi indirettamente delle relative emissioni generate dalla produzione.

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'OIAI queste dovranno essere ulteriormente diminuite. Il carico ambientale dei diversi inquinanti dell'aria potrà essere conforme ai limiti stabiliti dall'OIAI solo se le loro emissioni saranno ridotte nelle percentuali indicate qui di seguito. 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 in questa tabella.

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

* VLI; valore limite d'immissione per OIAI, ** CL NOX = Carico critico (Critical Loads) per gli ossidi di azoto, che secondo la Convenzione di Ginevra deve essere rispettato a lungo termine.



I piani di risanamento dell'aria

Il Consiglio di Stato del Cantone Ticino ha adottato nel 2007 il Piano cantonale di risanamento dell'aria 2007–2016, PRA, che contempla i provvedimenti per gli impianti fissi e il traffico. Per quest'ultimo aspetto, provvedimenti adeguati alle realtà locali sono già in vigore sulla base dei piani regionali specifici e delle misure fiancheggiatrici per le principali opere stradali. Il Consiglio di Stato ha adottato il Piano di risanamento dell'aria del Luganese (PRAL) nel 2002 e il Piano di risanamento dell'aria del Mendrisiotto (PRAM) nel 2005. Pure molto importanti per il miglioramento della qualità dell'aria sono i piani d'agglomerato del Mendrisiotto (PAM), del Luganese (PAL), del Bellinzonese (PAB) e del Locarnese (PALoc). Le misure contenutevi sono finanziate parzialmente dalla Confederazione e riprendono in parte anche i provvedimenti contenuti nel PRA e nei vari piani regionali di risanamento dell'aria. Le esperienze sia a livello regionale, sia a livello cantonale e federale hanno dimostrato che per garantire un'applicazione coerente ed efficace dei provvedimenti è necessario seguire costantemente la loro realizzazione. Per questa ragione, dal 2007, è stato attivato un sistema di monitoraggio dei diversi piani di risanamento dell'aria, sia a livello cantonale che regionale. I relativi rapporti di controlling sono pubblicati sul sito www.ti.ch/aria.

2013: l'essenziale in breve

Anche nel 2013 gli inquinanti che superano i limiti fissati dall'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIA) sia per le medie annue che per le medie giornaliere o orarie, sono il diossido di azoto, NO_2 , l'ozono, O_3 , e le polveri sottili, PM_{10} .

Per contro, gli inquinanti «classici» gassosi come il diossido di zolfo, il monossido di carbonio, ma anche il piombo e il cadmio nelle polveri, sono da tempo ampiamente sotto controllo. L'ozono e le polveri sottili hanno un andamento stagionale caratteristico, che dà origine al cosiddetto smog fotochimico estivo (del quale l'ozono è il principale indicatore) e allo smog invernale, caratterizzato da elevate concentrazioni di PM_{10} . Questi due fenomeni sono determinati in modo considerevole dalle emissioni locali, dalle condizioni atmosferiche e dall'influsso dell'aria su scala regionale e continentale.

Ozono e polveri sottili presentano dunque 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, rispecchia lo stato locale dell'inquinamento dell'aria.

La **figura 3** riassume il quadro delle principali immissioni inquinanti in Ticino nel 2013, riportando per ogni sostanza i valori medi annui (i valori massimi nel caso di ozono e monossido di carbonio), rilevati dalle stazioni di analisi ed espressi come percentuale dei rispettivi valori limite d'immissione. I valori al di sopra della soglia fissata dalla legge mostrano il carico a cui parte della popolazione ticinese è esposta.

Rispetto all'anno precedente, oltre ad una leggera diminuzione dei valori di NO_2 , il 2013 segna da una parte un netto calo delle concentrazioni di polveri sottili – in particolar modo in un periodo invernale caratterizzato da frequenti precipitazioni – e dall'altra un aumento generalizzato delle concentrazioni di ozono nei mesi estivi, contraddistinti da un soleggiamento superiore alla media. Il tutto ad ulteriore conferma della strettissima correlazione esistente tra lo stato dell'aria e le condizioni meteorologiche.

...il 2013 segna un calo delle polveri sottili e più ore di superamento del limite per l'ozono: un'ulteriore conferma della strettissima relazione tra stato dell'aria e condizioni meteo.



Diossido d'azoto (NO₂): stagnazione delle concentrazioni

La rapida diminuzione delle concentrazioni di diossido d'azoto registrata negli Anni Novanta, attribuibile all'introduzione del catalizzatore e ad altri provvedimenti di natura tecnica, ha subito a partire dagli anni 2000 un rallentamento. Questa evoluzione può essere ricondotta a diversi fattori: da una parte all'aumento delle percorrenze chilometriche e dall'altra all'incremento delle vetture diesel in circolazione, che hanno in parte annullato il beneficio conseguito col miglioramento tecnico dei veicoli. Infatti, per rispettare le norme sempre più stringenti in materia di emissioni di polveri, i motori diesel più recenti emettono più NO₂ rispetto ai modelli precedenti.

In Ticino la fonte principale di NO₂ è il traffico stradale, responsabile di circa il 70–75% delle emissioni di questo inquinante. Non sorprende quindi che i superamenti del valore limite annuo stabilito dall'OIAAt (30 µg/m³) vengano registrati soprattutto nei principali agglomerati e lungo le strade maggiormente trafficate (come ad esempio a Mendrisio, con una media annua di 46 µg/m³, Chiasso con 41, Lugano 31 e Locarno 32) e naturalmente lungo l'asse di traffico dell'A2 (Camignolo, Moleno e Bodio).

Nelle periferie degli agglomerati e nelle zone suburbane le immissioni di ossidi di azoto sono invece generalmente inferiori al limite di legge, così come nelle zone rurali e discoste, come ad esempio a Magadino e Brione sopra Minusio, dove il valore limite è ampiamente rispettato.

Pur considerando l'andamento generale positivo dall'inizio delle misurazioni verso la fine degli Anni Ottanta ad oggi, i valori registrati negli ultimi anni denotano una certa stagnazione delle immissioni di NO₂, probabilmente a conferma dell'aumento del numero di veicoli diesel, oltre che naturalmente del numero totale di veicoli in circolazione. Questi risultati sono corroborati anche dai dati registrati dai campionatori passivi, che hanno rilevato la stessa tendenza in luoghi considerati molto, mediamente o poco inquinati.

Nonostante una meteo invernale favorevole nel 2013, rimane preoccupante la situazione nel Mendrisiotto, che presenta valori più elevati rispetto al resto del Cantone ad immagine di Mendrisio, dove, il VLI per il diossido di azoto supera di oltre il 50% il limite OIAAt.



Ozono (O₃): aumento del numero di superamenti

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

Anche il 2013 non ha presentato situazioni allarmanti, verificatesi ad esempio negli anni 2003 e 2006, quando sono state introdotte misure urgenti per il contenimento delle emissioni dei precursori dell'ozono. Il valore medio orario massimo registrato nel 2013 è stato di 239 µg/m³ a Mendrisio. Le condizioni per l'introduzione di misure urgenti (superamento del valore medio orario di 240 µg/m³ per 3 ore consecutive e previsioni meteo di stabilità atmosferica) non sono quindi state raggiunte. Ciò nondimeno il soleggiamento durante i mesi estivi è stato nettamente superiore alla norma 1981–2010 (fino al 125% nel Mendrisiotto) e in particolare i mesi di luglio e agosto hanno contribuito al bilancio positivo del soleggiamento, il che si è tradotto in un aumento generalizzato rispetto all'anno precedente del numero di superamenti del limite orario per questa sostanza inquinante.

Quanto invece alle concentrazioni orarie massime registrate rispetto ad altre estati con una meteorologia paragonabile a quella del 2013, negli ultimi anni si osserva una progressiva diminuzione delle ore di superamento della soglia d'allarme (240 µg/m³). In particolare è interessante notare come per la prima volta dall'inizio delle misurazioni in Ticino (1990), malgrado un'estate 2013 particolarmente calda e soleggiata, non si sia verificato nemmeno un superamento orario di questa soglia.



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

Per le polveri sottili i limiti di immissione fissati dall'OIA per la media annua ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e la media giornaliera ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) continuano ad essere superati, sia negli agglomerati che in periferia. Ad eccezione della stazione di misura di Chiasso, i valori registrati di PM10 sono rimasti negli anni più o meno stabili, attestandosi tra la media annua minima di Sigirino di $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tra le poche sotto il limite di legge) e la media massima di Chiasso pari a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Da alcuni anni sono monitorate le emissioni di polveri nei pressi dei grandi cantieri di Alptransit. A Pollegio e a Camorino – dove negli anni scorsi si sono registrate concentrazioni superiori alla media proprio per la presenza del cantiere di Alptransit – nel 2013 le concentrazioni medie annue risultano essere in linea con quelle delle località più prossime. Ciò è spiegabile almeno in parte con il progressivo spostamento dei lavori di traforo in punti sempre più distanti dall'imbocco delle rispettive gallerie oggetto dei lavori.

Grazie alle condizioni meteorologiche invernali estremamente favorevoli alla dispersione delle sostanze inquinanti nell'aria, con precipitazioni frequenti e temperature nettamente sopra la media stagionale che hanno limitato la formazione di inversioni termiche persistenti, la media di tutte le stazioni di misura, pari a $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, è risultata essere la più bassa dall'inizio delle misurazioni in Ticino nel 1994. Sempre per la prima volta tutte le stazioni di misura hanno registrato, oltre ad una diminuzione della media annua, un progressivo calo delle medie giornaliere massime e del numero di superamenti del valore limite giornaliero.

Analogamente agli altri due inquinanti principali, nonostante degli evidenti miglioramenti, vari fattori come per esempio la grande varietà di fonti emittenti, la stretta dipendenza tra concentrazioni di PM10 e meteorologia, ed infine la mancanza di una correlazione diretta tra emissioni ed immissioni, rendono il risanamento ancora impegnativo e lungo.

Composti organici volatili, COV: forte riduzione delle concentrazioni

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

In particolare per il benzene il miglioramento è sensibile. Se ancora nel 2000 l'esposizione media della popolazione si aggirava attorno ai $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nel 2007 le immissioni si erano ridotte del 60% e da allora si sono attestate sul valore di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in quasi tutte le località. Anche a livello industriale l'evoluzione generale indica una tendenza favorevole a riprova della bontà delle misure adottate e della validità delle tasse d'incentivazione, applicate sulle emissioni industriali.

Figura 2 – Variazione percentuale delle immissioni (1990–2013)

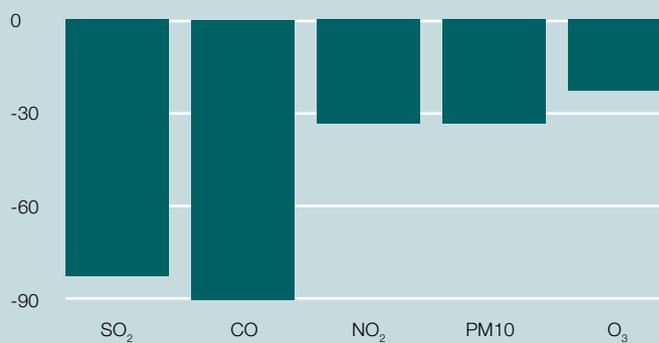
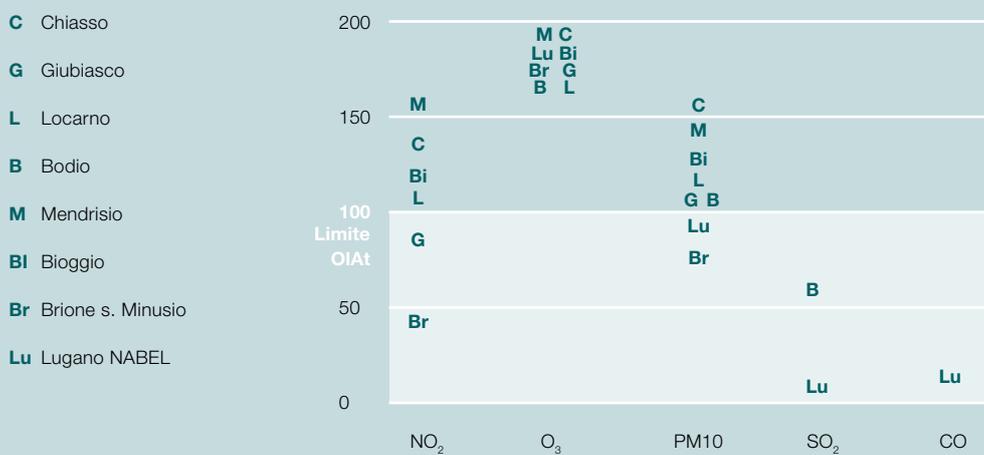


Figura 3 – Percentuale di conformità all'OIAI



Diossido di azoto (NO₂)



Il 2013

Come già l'anno precedente, il 2013 è stato caratterizzato da condizioni meteo invernali che hanno favorito la dispersione delle sostanze inquinanti, e che nella loro entità hanno portato ad un'ulteriore diminuzione delle concentrazioni di NO₂, segnando addirittura il minimo storico dall'inizio delle misurazioni nel 1988.

Tutte le stazioni di misura presentano una diminuzione della media annua di NO₂, ad eccezione di quella di Pregassona che, per il secondo anno consecutivo, segna una controtendenza con un aumento di circa 1 µg/m³. Ciò è molto probabilmente dovuto all'apertura della galleria Veduggio-Cassarate, avvenuta nel luglio del 2012. Sempre a questo proposito lo sgravio del volume di traffico nel Comune di Vezia, unitamente alla chiusura del cantiere della galleria, potrebbe avere indotto una diminuzione della concentrazione della media annua di ben 7 µg/m³, passando da 35 µg/m³ nel 2011 a 28 nel 2013.

I dati delle campagne di campionatura passiva del 2013 e degli anni precedenti sono disponibili online all'indirizzo www.ti.ch/aria.

Figura 4 – Medie annue di diossido di azoto nel 2013, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

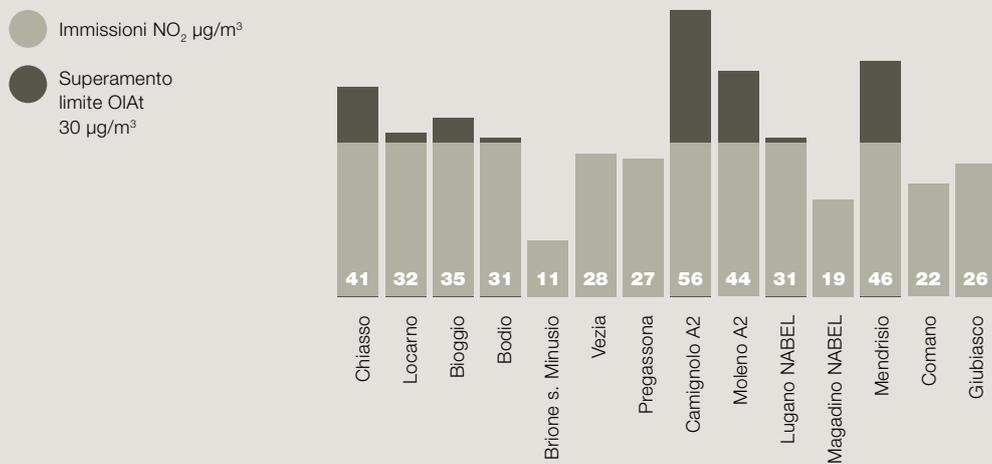
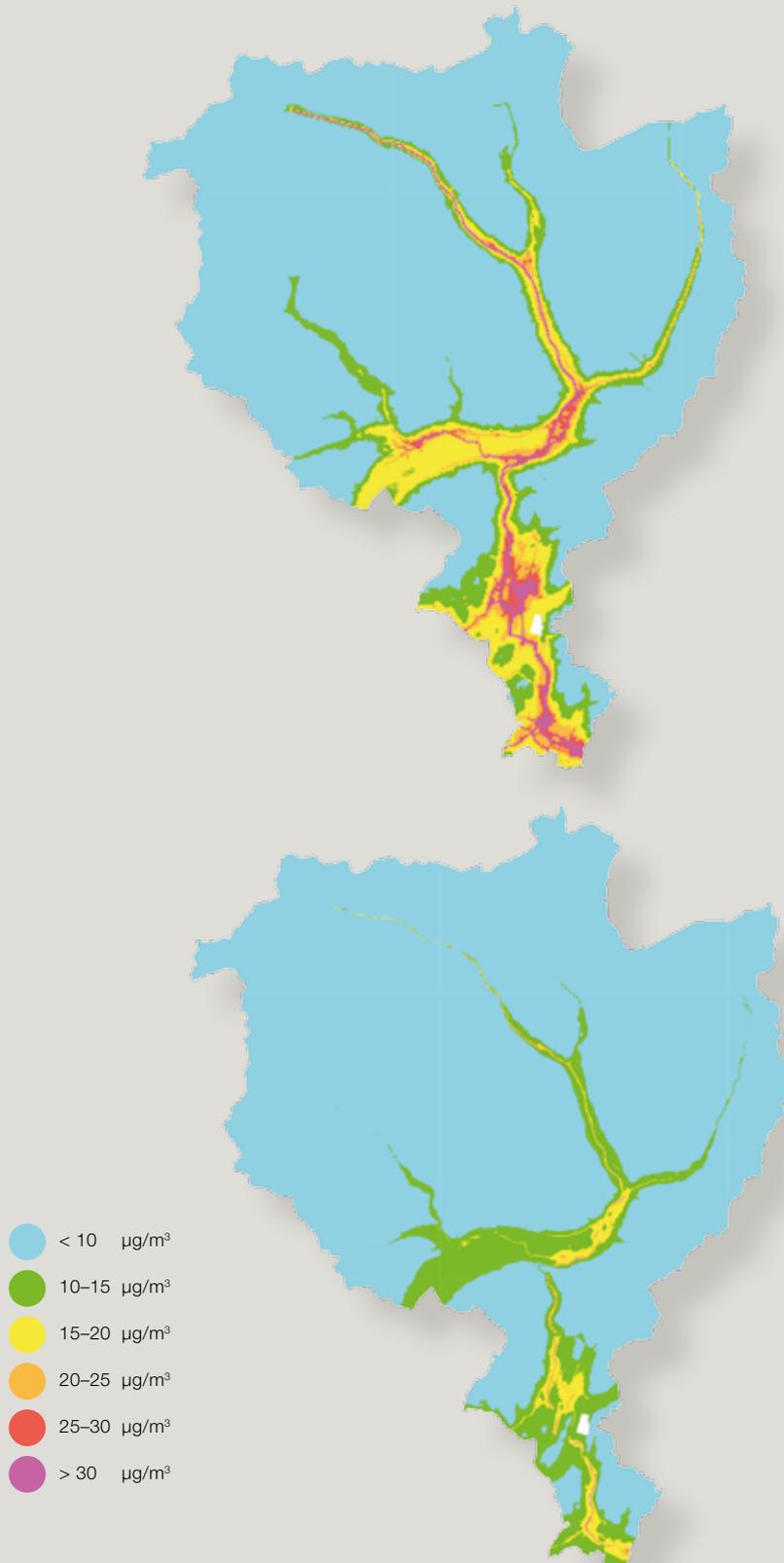


Figura 5 – Evoluzione delle medie annue di diossido di azoto, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Figura 6 – Immissioni di diossido di azoto in Ticino nel 1990 (sopra) e 2013 (sotto)



L'evoluzione

La tendenza generale è positiva e volge alla diminuzione, anche se ciclicamente le condizioni meteorologiche annuali inducono dei transitori peggioramenti. Dopo la forte diminuzione delle concentrazioni instauratesi dagli Anni Novanta, l'evoluzione di NO_2 denota da ormai circa 15 anni una relativa stabilità dei valori medi annui. Fanno eccezione i valori di alcune stazioni di misura, come Chiasso e Bodio dove gli anni 2003–2006 meteorologicamente sfavorevoli hanno visto un evidente e repentino rialzo delle concentrazioni di diossido di azoto. Dopo un nuovo biennio sfavorevole (2010–2011) le concentrazioni di diossido di azoto hanno ripreso a migliorare, ma in diverse stazioni di misura rimangono ancora lontane dal VLI di $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in particolare nelle zone urbane e lungo gli assi di traffico principali. Ad ogni modo sembra essere accertato che l'effetto del catalizzatore, che aveva dato un sostanziale apporto alla diminuzione di NO_2 negli Anni Novanta, è stato compensato dall'aumento del traffico. Un altro fattore chiave per l'evoluzione delle immissioni potrebbe invece essere l'aumento del numero di vetture diesel, che emettono maggiori quantità di ossidi di azoto rispetto a quelle a benzina.

Origine

Quando si parla di ossidi di azoto, NO_x , si fa riferimento alla somma di diossido di azoto, NO_2 , e monossido di azoto, NO . Quest'ultimo nell'atmosfera si trasforma quasi subito in NO_2 . Per questo motivo e a causa della tossicità del diossido d'azoto, il limite d'immissione OIAt è fissato solamente per l' NO_2 . 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 ca. il 70% delle emissioni, i riscaldamenti e i processi industriali.

Effetti

Sulla salute: elevate concentrazioni di ossidi di azoto provocano disturbi di vario genere all'apparato respiratorio. Il diossido d'azoto funge anche da amplificatore per effetti nocivi dovuti ad altri inquinanti (O_3 , PM_{10}). Sull'ambiente e la natura: grandi quantità di NO_2 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.

Le concentrazioni hanno ripreso a migliorare, ma nelle zone urbane e lungo gli assi di traffico rimangono ancora lontane dal valore limite fissato dalla legge.





Ozono (O_3)



Il 2013

Quella del 2013 si piazza al settimo posto nella classifica delle estati più calde dall'inizio delle misurazioni sistematiche nel 1864. Oltre dunque alle elevate temperature registrate durante i 3 mesi estivi, il soleggiamento superiore alla media e un quantitativo di precipitazioni sul Ticino centrale e meridionale inferiore alla metà della norma 1981–2010, hanno creato le condizioni ideali per la formazione dell'ozono. Di conseguenza nel 2013 si osserva in generale un leggero aumento dei superamenti del valore limite orario rispetto all'anno precedente, caratterizzato da un'estate anch'essa tra le più calde ma con un soleggiamento inferiore in luglio, quando solitamente si registra il maggior numero di superamenti. Altri fattori che hanno contribuito a limitare il numero di superamenti sono stati l'estrema carenza di sole nel periodo primaverile (il meno soleggiato degli ultimi 35 anni) e il subitaneo arrivo del tempo autunnale a partire dalla metà di settembre.

Sempre per quanto riguarda il numero di superamenti, una località degna di nota è quella di Brione sopra Minusio, situata in quota e lontana da fonti di ossidi di azoto. Ebbene proprio qui con 659 ore di superamento nel 2013, si registra un valore addirittura superiore a quello rilevato a Chiasso. Ciò è chiaramente riconducibile alla mancanza di ossidi di azoto che «consumano» l'ozono durante la notte. I 98^{esimi} percentili mensili massimi di ozono (definibili come i valori medi orari massimi raggiunti senza considerare il 2% dei valori massimi in assoluto, ossia le «punte» massime raggiunte in condizioni eccezionali) in Ticino hanno superato

anche nel 2013 il limite fissato dall'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, raggiungendo il loro massimo a Mendrisio con $205 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dal grafico relativo ai 98^{esimi} percentili mensili massimi è possibile osservare l'esistenza di un gradiente sud – nord con i valori massimi registrati nel Sottoceneri, in particolare nel Mendrisiotto. Il valore di Brione sopra Minusio è invece in linea con quelli registrati nelle stazioni di misura del Sottoceneri. Come accennato in precedenza, ciò è principalmente dovuto al fatto che – in assenza di elevate concentrazioni di NO_2 quale precursore dell'ozono – al contrario delle zone fortemente inquinate la riduzione dell'ozono a ossigeno durante le ore notturne non avviene con la stessa intensità. In altre parole, all'alba di una giornata estiva con un soleggiamento abbondante, la concentrazione «di fondo» dell'ozono a Brione è generalmente superiore alle località circostanti (p.es. Locarno), il che può portare durante le ore più calde della giornata a delle medie orarie massime piuttosto elevate malgrado una scarsa presenza di inquinanti primari nell'aria.

L'evoluzione

Il numero annuo di superamenti orari presenta una certa variabilità, come ben si evince dall'evoluzione illustrata nella **figura 8**. Spiccano, come anni particolarmente sfavorevoli, il 2003, il 2006 e il 2009. Per valutare oggettivamente l'evoluzione dell'ozono bisogna però considerare che i dati annuali possono essere comparati solo escludendo l'effetto dovuto alla variazione annuale della temperatura. In sintesi la situazione rimane in ogni caso insoddisfacente, anche se è necessario ricordare che il risanamento è attuabile solo agendo sui precursori dell'ozono (composti organici volatili, COV, e il diossido d'azoto) e i suoi effetti saranno visibili 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.

Considerando le caratteristiche dell'estate 2013, sorprende subito il fatto che per la prima volta dall'inizio delle misurazioni relative all'ozono – nel 1988 – non sia stata superata la soglia di allarme fissata dall'OIAAt a $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Da un'analisi più attenta risulta infatti che in passato, nei periodi estivi con condizioni simili si verificavano nettamente più superamenti della soglia di allarme. Come confermato da uno studio effettuato dal Paul Scherrer Institut, PSI [1], la tendenza alla diminuzione di questo tipo di superamento, in particolare nel Mendrisiotto, è principalmente dovuta al fatto che, a parità di condizioni atmosferiche, ad oggi sono presenti nell'aria concentrazioni inferiori dei precursori dell'ozono quali ossidi di azoto e composti organici volatili, con una conseguente riduzione delle concentrazioni massime registrate sia in estate sia durante il periodo invernale.

...sorprende subito il fatto che per la prima volta dall'inizio delle misurazioni non sia stata superata la soglia d'allarme.

Origine dell'ozono

L'ozono «troposferico», O_3 , 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 Jungfraujoeh, a 3'580 m s.l.m. L'ozono è una delle componenti principali del cosiddetto smog fotochimico estivo. Si forma sotto l'effetto dei raggi solari a partire dagli ossidi di azoto (NO_x) e dai composti organici volatili (COV), i cosiddetti precursori dell'ozono prodotti dalle attività umane. L'entità di questo processo dipende dalle concentrazioni dei precursori e dall'intensità dell'insolazione.

È durante le giornate estive molto calde e poco ventose, quindi, che si formano i maggiori quantitativi di ozono; il perdurare di tali condizioni atmosferiche rafforza questo fenomeno. L'arrivo del brutto tempo accompagnato da piogge e vento riporta i valori a livelli più bassi. Lo smog estivo è anche un fenomeno che riguarda l'Europa intera, con masse d'aria cariche di ozono che si spingono su tutta la Svizzera, aumentando le concentrazioni già prodotte localmente. L'ozono troposferico va distinto dall'ozono «stratosferico»: uno schermo protettivo dai raggi ultravioletti (UV) presente negli strati alti della nostra atmosfera, che negli ultimi decenni ha subito un assottigliamento considerevole (il «buco dell'ozono») provocato dai clorofluorocarburi (CFC). Al sud delle Alpi – durante gli episodi di smog estivo – negli ultimi anni le punte di ozono si situano attorno ai 200–250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Questo carico può essere scomposto in una frazione di origine naturale di 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e in tre altre frazioni, tutte causate dalle emissioni delle attività umane. E che si distinguono per la regione dalla quale provengono. In una tipica giornata di smog estivo, le emissioni dell'intera Europa producono un carico di fondo che si situa attorno ai 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. I rimanenti 140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ provengono per metà dal cosiddetto «serbatoio di ozono» prodotto al sud delle Alpi in un raggio di oltre 200 km e per metà dalle emissioni locali prodotte in un raggio di 50 km.

Figura 9 – Composizione di un carico estivo di ozono di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – Ozono prodotto localmente dovuto alle emissioni in un raggio di 50 km
- 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Ozono dal «serbatoio» dovuto alle emissioni in un raggio di 200 – 1000 km
- 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Ozono di fondo dovuto alle emissioni di tutta Europa
- 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Ozono di origine naturale



Effetti

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

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

Polveri sottili (PM 10)



Fattori

L'andamento stagionale tipico delle polveri sottili è da ricondurre a due fattori. Da un canto vi è l'attivazione di fonti «invernali» (impianti di riscaldamento a olio e legna), dall'altro canto vi è la formazione di inversioni termiche, molto più marcata in inverno. Durante l'inversione, l'aria è stratificata, il che inibisce il suo rimescolamento in verticale. Le emissioni locali si accumulano così per più giorni, caricando sempre più l'aria. Se da un lato è dunque incoraggiante il fatto che per il secondo anno consecutivo si siano registrate le concentrazioni più basse degli ultimi 15 anni, non va dimenticato che ciò è in gran parte dovuto a un inverno ricco di precipitazioni e situazioni ventose. Per ottenere in modo duraturo una buona qualità dell'aria e affinché essa sia meno dipendente dalle condizioni atmosferiche è assolutamente necessario proseguire la lotta contro lo smog invernale. In questo senso i provvedimenti contenuti nel piano di risanamento dell'aria 2007–2016 (PRA) e in altri piani di risanamento allestiti a livello regionale hanno lo scopo di ridurre il più possibile le emissioni prodotte dalle diverse fonti, che per le PM10 sono rappresentate in modo particolare dal traffico veicolare e dagli impianti di riscaldamento a legna.

Il 2013

Malgrado un inverno con condizioni meteorologiche eccezionalmente favorevoli alla dispersione degli inquinanti atmosferici, anche nel 2013 le medie annue di polveri sottili hanno superato nella maggior parte delle stazioni di misura il limite di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fissato dall'OIA. La concentrazione maggiore è stata registrata a Chiasso, con $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre il valore più basso si misura una volta di più a Brione sopra Minusio dove, con $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ il VLI è rispettato. La **figura 10** evidenzia come nel Sottoceneri, nel Mendrisiotto e nella piana del Vedeggio le concentrazioni medie annue siano più elevate che nel resto del Cantone.

Per quanto riguarda invece il valore limite giornaliero ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), nel Sottoceneri vi sono stati rispettivamente 56 e 53 superamenti a Chiasso e Mendrisio, 33 a Bioggio, 9 a Lugano e 11 a Camignolo, quando l'OIA ammette un unico superamento annuo. La maggior parte dei superamenti è stata riscontrata tra ottobre e marzo. Nel Sopraceneri la situazione è sensibilmente migliore: 6 superamenti a Giubiasco, 8 a Locarno, 8 a Bodio e 16 a Moleno.

L'evoluzione

In generale, l'evoluzione delle medie annue di PM10 in Ticino attesta un lento e costante miglioramento, con valori che rimangono comunque al di sopra del limite OIA fissato a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media annua. Temporanei peggioramenti durante alcuni anni sono comunque considerati normali. E, al contrario di inquinanti primari quali per esempio NO_2 o SO_2 , in gran parte riconducibili a condizioni meteo sfavorevoli piuttosto che a un effettivo aumento delle emissioni. Ne sono un esempio i valori di Chiasso dal 2003 al 2006, significativamente più elevati rispetto a quelli degli anni precedenti. Ciò può essere ricondotto ai lunghi periodi d'inversione termica e di siccità che hanno caratterizzato i mesi invernali di quegli anni in Ticino, in particolare nel Sottoceneri. Per il resto e ad eccezione del 2011 (che aveva pure presentato una meteorologia sfavorevole durante i mesi invernali) dal 2006 i valori registrati in tutto il Ticino hanno presentato un'evoluzione generale favorevole, tanto che la media annua ponderata di tutte le stazioni è passata in sei anni da $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con una riduzione del 30% circa.

Le polveri atmosferiche sono una miscela complessa di particelle in sospensione nell'aria, differenti tra loro per dimensione, origine e composizione chimica.





Figura 10 – Medie annue delle polveri sottili nel 2013, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

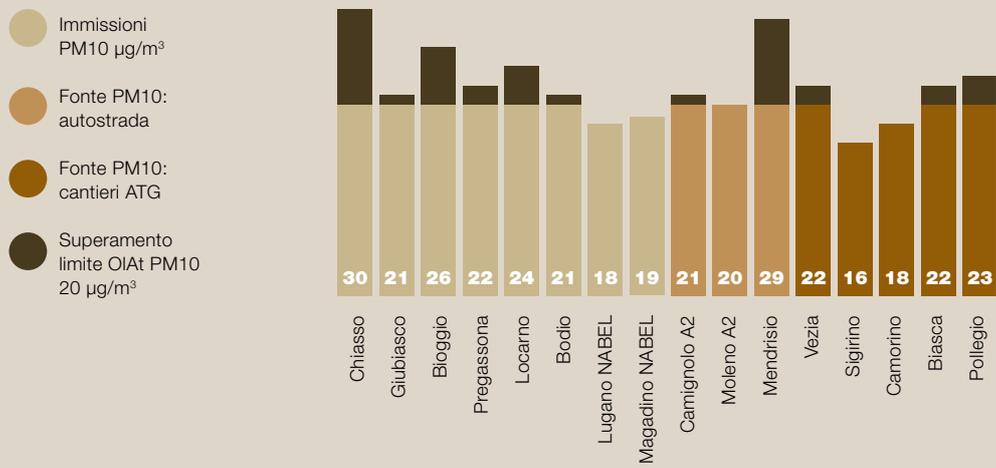


Figura 11 – Evoluzione delle medie annue delle polveri sottili, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

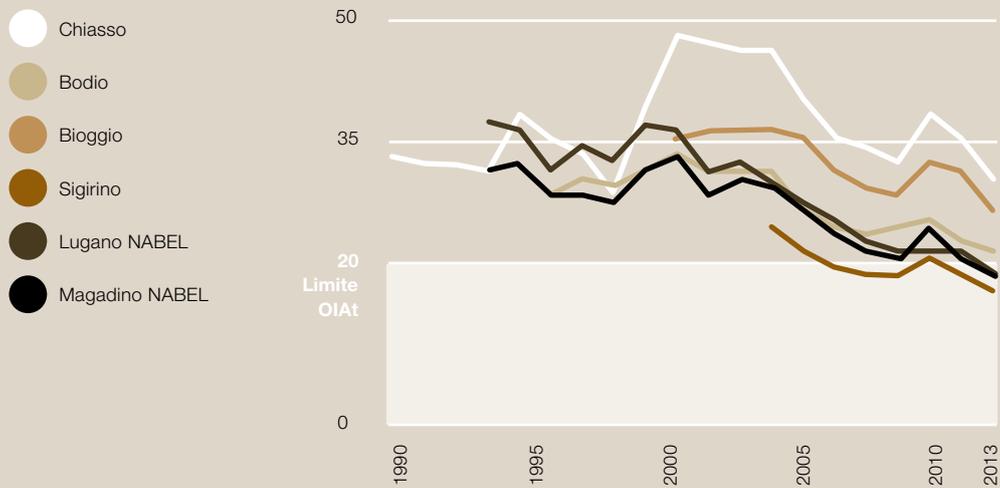
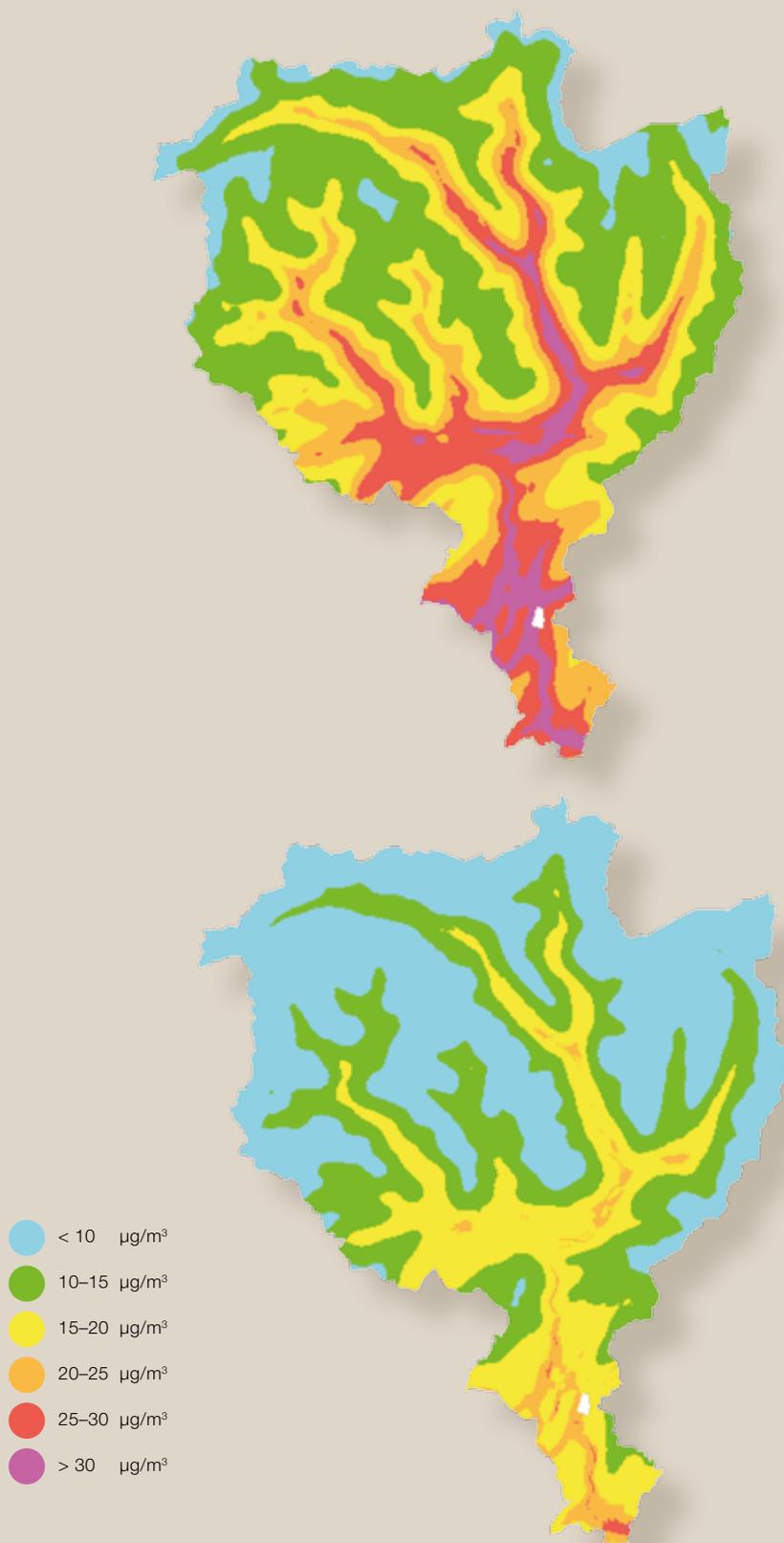


Figura 12 – Immissioni di polveri sottili in Ticino nel 1998 (sopra) e 2013 (sotto)



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 in seguito a reazioni chimico-fisiche tra le particelle primarie e altri inquinanti dell'aria. Anche sali di origine marina, spore, muffe e pollini sono considerati polveri atmosferiche di origine naturale. Da sottolineare che le particelle di origine naturale possono anche essere grossolane, mentre quelle di origine antropica sono quasi esclusivamente sottili ed ultrafini.

Composizione e dimensione

A seconda del processo di formazione le polveri variano di composizione. Queste possono contenere sostanze inquinanti e tossiche per gli esseri viventi in varia concentrazione (per esempio fuliggine, sostanze minerali, metalli pesanti e composti organici). Le componenti più rilevanti sono nitrato e solfato di ammonio, carbonio elementare (soprattutto nella fuliggine), composti organici, sostanze minerali, cloruro di sodio, acqua. Una delle possibili suddivisioni delle polveri in sospensione 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 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 varia tra il 65 e l'85%).

Effetti sulla salute

A ogni nostro respiro migliaia di particelle sottili giungono nelle vie respiratorie e penetrano nei polmoni. Questi inquinanti si depositano nei bronchi e negli alveoli dove, a breve o a lungo termine, possono produrre effetti nocivi sulla salute. Più le particelle sono fini, più penetrano in profondità nei polmoni. I più recenti studi scientifici dimostrano che l'inquinamento da polveri sottili ha degli effetti significativi sulla salute dell'uomo anche in concentrazioni relativamente basse, come quelle misurate in alcune località svizzere. Più elevato è l'inquinamento, più frequenti sono i disturbi e le malattie. La gamma di effetti analizzati è molto ampia e spazia dalla mortalità eccessiva dei lattanti allo sviluppo ritardato dei polmoni nei bambini, da malattie cardiovascolari e alle vie respiratorie a crisi di asma e allergie, fino alla riduzione dell'aspettativa di vita dovuta a malattie cardiache e polmonari (compreso il cancro ai polmoni). In Svizzera, gli effetti a lungo termine dell'inquinamento atmosferico sulla salute sono analizzati nello studio nazionale di coorte SAPALDIA (Swiss Cohort Study on Air Pollution and Lung and Heart Diseases in Adults) dell'Istituto svizzero tropicale e di salute pubblica (Swiss TPH) di Basilea. Un confronto dei dati SAPALDIA con altri studi svolti a livello europeo ha dimostrato che la mortalità dovuta alle polveri sottili (PM_{2,5}) aumenta anche con concentrazioni basse di 10–15 microgrammi per metro cubo di aria (valore medio annuo). I risultati della ricerca svizzera indicano fortunatamente che la salute migliora abbastanza rapidamente se il tenore di inquinanti nell'aria diminuisce. Le misure volte a migliorare la qualità dell'aria influiscono quindi in modo positivo ed evidente sulla salute della popolazione e quindi sull'economia. Tutte le polveri possono inoltre ricadere sulla superficie terrestre. In special modo i metalli pesanti (ad esempio piombo, zinco, cadmio, ferro, rame, ecc.) eventualmente presenti in esse, al contrario di altri inquinanti, non si degradano chimicamente, ma tendono ad accumularsi nei diversi ecosistemi (assunzione da parte della flora e della fauna), a risalire la catena alimentare, per infine giungere agli esseri umani, agendo in modo nocivo. I metalli pesanti presenti nell'aria, fatta eccezione per il mercurio che è volatile, sono legati al particolato in sospensione. Essi rappresentano un rischio per le persone e per l'ambiente: alcuni di essi ad elevate concentrazioni sono tossici e altri, come per esempio il cadmio, cancerogeni.

Allegati

I valori limite di immissione (VLI)

La Legge sulla protezione dell'ambiente, LPAmb, e l'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico, OIAt, si prefiggono di proteggere le persone, gli animali, le piante ed in generale l'ambiente e la natura dagli inquinanti dell'aria. Per questo l'OIAt definisce limiti di immissione (vedi tabella sottostante) che, se rispettati, garantiscono una qualità dell'aria accettabile e rendono improbabili gli effetti negativi dell'inquinamento atmosferico sulla salute di adulti, bambini, anziani e gestanti. I Cantoni hanno perciò il compito di verificare regolarmente, in base ai valori limite d'immissione, VLI, fissati dall'OIAt, la qualità dell'aria sul proprio territorio e di comunicare l'esito di questi 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 24h; 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 24h; può essere superato al massimo 1 volta all'anno
Monossido di carbonio (CO)	8 mg/m ³	Valore medio su 24h; 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 1h; può essere superato al massimo 1 volta all'anno
Polveri sottili (PM10)	20 µg/m ³	Valore annuo medio (media aritmetica)
	50 µg/m ³	Valore medio su 24h; 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	400 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)

Unità di misura

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

Concetti statistici

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.
98% dei valori medi su ½ h di un mese	98° percentile delle medie semiorarie di un mese	Secondo l'OIAt il 98% di tutti i valori semiorari misurati in una località durante 1 mese devono essere inferiori, e di conseguenza il 2% degli stessi può essere superiore, al limite indicato. Essendoci in 1 mese 1440 semiore; il 2% corrisponde a 29 semiore.

Simboli e abbreviazioni

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

Bibliografia

Keller J., Prévôt A. S. H., Béguin A. F., Jutzi V., Ordonez C. 2008.

Trends of ozone and Ox in Switzerland from 1992 to 2007: Observations at selected stations of the NABEL, OASI (Ticino) and ANU (Graubünden) networks corrected for meteorological Variability.

PSI Bericht Nr. 08-03.

Dr. Laura Perez, Dr. Leticia Grize, PD Dr. Christian Schindler, Dr. Denis Infanger, Dr. Hansjörg Sommer, Gian-Marco Alt, Roy Eugster, Dr. Robert Gehrig, November 2013.

Study of the effect of particulate matter (PM10) on emergency hospital admissions and mortality for the period of 2001 to 2010 and of nitrogen dioxide on mortality for the period of 1995 to 2010.

AWEL, Swiss TPH.

Ufficio dell'aria, del clima
e delle energie rinnovabili
Via Franco Zorzi 13
6500 Bellinzona

Capoufficio
Mirco Moser

tel. +41 91 814 29 70
www.ti.ch/aria

