

L'ARIA CAMBIA



Rapporto 2015

Qualità del'aria in Ticino



Giugno 2016

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 e
www.ti.ch/oasi

Concetto grafico e impaginazione

Variante – agenzia creativa
www.variante.ch

Citazione

UACER
Rapporto qualità dell'aria 2015
Dipartimento del territorio
del Cantone Ticino (Ed.)
Bellinzona, 2016

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, OIAf, 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'OIAf 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 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 vogliono 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).

Tutti i dati relativi ai vari inquinanti (valori semiorari, giornalieri, mensili e annuali) sono consultabili e scaricabili dal sito www.ti.ch/oasi.



La rete cantonale di misura

L'inquinamento atmosferico manifesta differenze regionali e locali notevoli, poiché è caratterizzato dal tipo di contaminante e dipende dalle fonti di emissione, dalla posizione geografica, dall'orografia 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, zona industriale, asse di transito). A questa si integrano le stazioni di Lugano e Magadino, gestite dall'Ufficio federale dell'ambiente, UFAM, e facenti parte della rete nazionale d'osservazione degli inquinanti atmosferici 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, NO_2 , per esempio, viene determinato anche tramite campionatura passiva in circa 180 ubicazioni distribuite in tutto il Cantone. Questa rete è stata riorganizzata nel corso del 2014; sono stati eliminati 43 punti di misura ridondanti e contemporaneamente sono stati posati 30 campionatori passivi in nuove ubicazioni.

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 Smartphone **airCheck**.

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

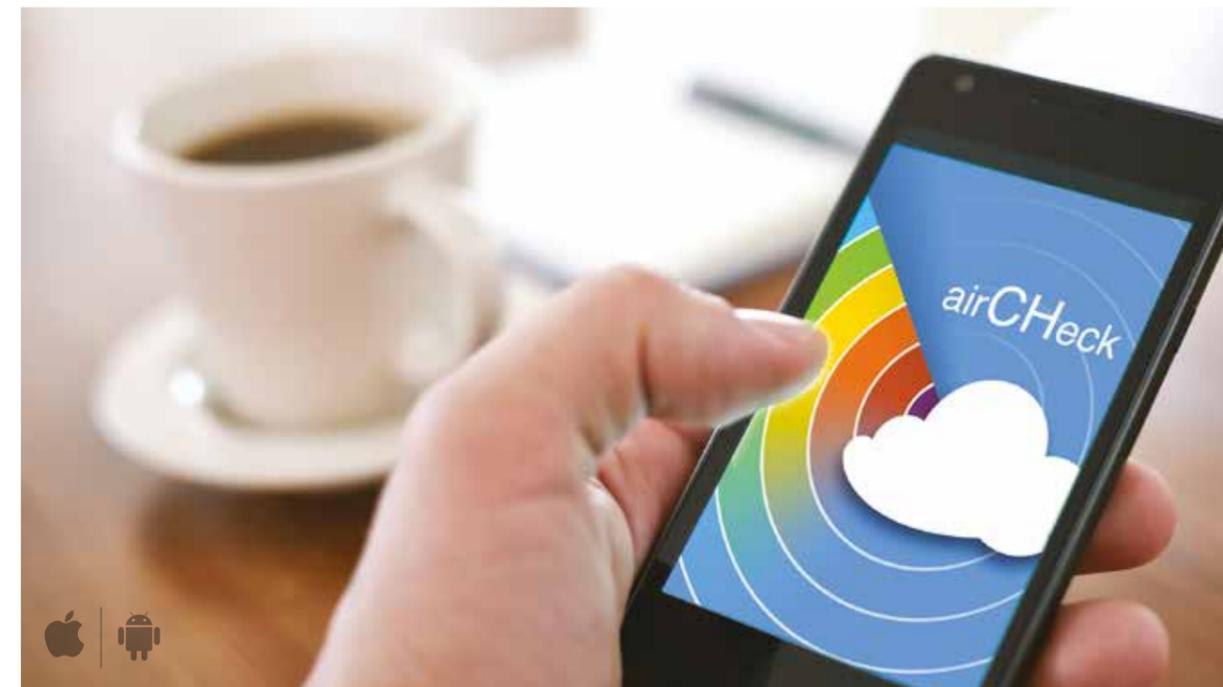


OASI, l'Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana

La rete cantonale di rilevamento della qualità dell'aria è integrata nell'Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana (OASI), quest'ultimo gestito dall'Ufficio del monitoraggio ambientale del Dipartimento del territorio. 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 e velocità), 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

L'applicazione airCheck - realizzata dall'Ufficio del monitoraggio ambientale - mostra l'attuale stato dell'aria in qualsiasi punto del territorio e i valori dei tre inquinanti principali rilevati dalle stazioni di misura presenti sul territorio svizzero, unitamente al loro andamento durante gli ultimi 4 giorni. 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 un quarto di secolo 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 (p.15)**, che illustra la variazione percentuale del carico inquinante in Ticino tra il 1990 ed il 2015.

In questo senso si registra una chiara tendenza al miglioramento: sull'arco di 25 anni le concentrazioni degli inquinanti primari (a sinistra nel grafico sopraccitato) quali SO₂ e CO, sono diminuite in modo notevole (75% circa); per contro gli inquinanti a carattere secondario (a destra) come O₃ e PM10 presentano una diminuzione meno pronunciata rispettivamente dell'8 e del 30%. 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 rimangono superati. Ozono e polveri sottili presentano in tutte le zone del Cantone (urbane, suburbane e rurali) concentrazioni superiori ai limiti OIAt. Per il diossido di azoto la situazione è conforme nelle zone rurali, in corso di risanamento nelle zone periferiche, mentre permane non conforme nei principali agglomerati ticinesi e lungo le principali vie di traffico.

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 12% 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 Novanta, ma per garantire una qualità dell'aria conforme all'OIAt queste dovranno essere ulteriormente diminuite. Il carico ambientale dei diversi inquinanti dell'aria potrà essere conforme ai limiti stabiliti dall'OIAt solo se le loro emissioni saranno ridotte nelle percentuali 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 o la fuliggine) dovranno diminuire nella misura riportata in questa tabella.

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

* VLI OIAt; valore limite d'immissione per OIAt, ** CL NO_x = 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.

2015: l'essenziale in breve

Anche nel 2015 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} .

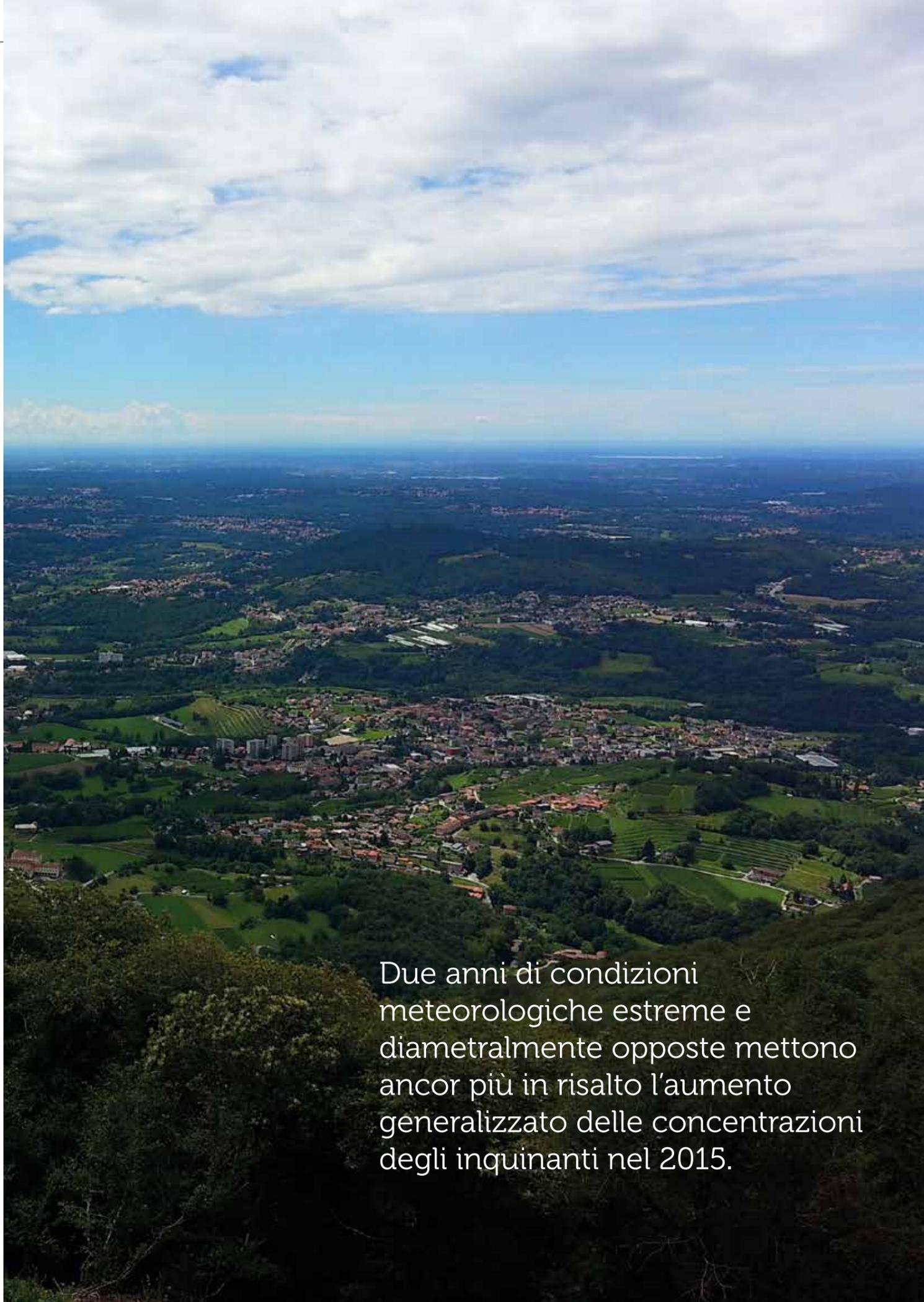
Per contro, altri inquinanti «classici» gassosi come il diossido di zolfo, SO_2 , il monossido di carbonio, CO , ma anche il piombo e il cadmio nelle polveri, sono da tempo ampiamente sotto controllo.

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** (p. 15) riassume il quadro delle principali immissioni inquinanti in Ticino nel 2015, 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.

Per quanto riguarda gli inquinanti principali, dopo un triennio 2012-2014 tendenzialmente positivo culminato con il raggiungimento di diversi minimi storici relativi agli inquinanti principali - il 2015 mostra un'inversione di tendenza, in ragione di un repentino e generale aumento dei valori, siano essi relativi alle medie annuali del diossido di azoto, del diossido di zolfo, delle polveri sottili, al numero di superamenti del limite orario per l'ozono, oppure alla media giornaliera più elevata per il monossido di carbonio. Una volta di più, a fungere da fattore determinante per il bilancio annuale del carico inquinante sono state le condizioni meteorologiche; infatti se il 2014 era stato un anno eccezionale con una meteorologia che aveva fortemente inibito l'accumulo di sostanze inquinanti nell'aria, altrettanto si può dire della seconda metà del 2015, caratterizzato da condizioni atmosferiche diametralmente opposte che hanno poi portato - dopo i primi mesi invernali tendenzialmente in linea con l'anno precedente - a un repentino aumento dei valori, in particolare a causa di un'estate particolarmente torrida e soleggiata e successivamente di un prolungato periodo di siccità che ha caratterizzato gli ultimi mesi del 2015.



Due anni di condizioni meteorologiche estreme e diametralmente opposte mettono ancor più in risalto l'aumento generalizzato delle concentrazioni degli inquinanti nel 2015.

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 private 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 65–70% delle emissioni di questo inquinante. Non sorprende quindi che i superamenti del valore limite annuo stabilito dall'OIA (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 45 µg/m³, Chiasso con 38, e Bioggio 35) e naturalmente lungo l'asse di traffico dell'A2 (Camignolo e Moleno). In generale il 2015 registra un aumento delle concentrazioni medie annue rispetto all'anno precedente, con dei valori sostanzialmente simili a quelli registrati nel 2013. Nonostante le elevate concentrazioni (giornaliere e mensili) registrate nell'ultimo trimestre, l'aumento delle medie annuali è stato tuttavia attenuato dalle concentrazioni relative al primo trimestre, in virtù di condizioni atmosferiche favorevoli che hanno contribuito a mantenere i valori giornalieri sul livello dei minimi storici dell'inverno 2014.

A prescindere dai risultati del 2015 rimane ad ogni modo preoccupante la situazione nel Mendrisiotto, che presenta valori più elevati rispetto al resto del Cantone ad immagine di Mendrisio, dove, il valore misurato per il diossido di azoto supera il limite OIA nella misura del 50%.

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. Nonostante il rialzo delle concentrazioni medie annue per il 2015, permangono conformi all'OIA le stazioni di misura di Lugano e Locarno, mentre Vezia e Bodio - a causa rispettivamente della posizione urbana e della vicinanza agli assi di traffico - ritornano a far registrare un valore superiore al limite di legge.

Pur considerando l'andamento generale positivo dall'inizio delle misurazioni verso la fine

degli Anni Ottanta ad oggi, i valori registrati negli ultimi anni mostrano una certa stagnazione delle immissioni di NO₂, 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.

Ozono (O₃): aumento delle ore di superamento

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.

Pur senza presentare 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, l'estate 2015 è risultata alquanto critica riguardo al numero di superamenti del valore limite orario fissato dall'OIA a 120 µg/m³.

Il valore medio orario massimo registrato a Mendrisio il 3 luglio 2015 è stato di 305 µg/m³. Il repentino aumento del numero di superamenti è quindi da un lato una logica conseguenza di un'estate 2015 seconda solo al 2003 in termini di temperatura. D'altro canto essa va oltretutto a contrapporsi con quella precedente, la meno soleggiata nei 130 anni di rilevamenti a disposizione, nonché una tra le più piovose dal 1864. Condizioni atmosferiche non particolarmente favorevoli alla formazione dell'ozono durante i mesi primaverili e autunnali anche nel 2015 hanno invece perlomeno contribuito a contenere il divario tra il numero di superamenti delle due estati a confronto.

In netto aumento rispetto al 2014 anche le ore di superamento della soglia d'informazione (180 µg/m³). Se da una parte ciò è chiaramente imputabile alla inusuali condizioni meteorologiche degli ultimi due anni, d'altro canto è legittimo ipotizzare che la minor quantità di precursori dell'ozono presenti nell'aria rispetto ad alcuni anni orsono (in particolare ossidi di azoto e composti organici volatili) abbia invece impedito di raggiungere le condizioni per l'introduzione di misure urgenti, come occorso durante le estati 2003 e 2006.

Anche nel caso dell'ozono è comunque importante sottolineare l'estrema volatilità dei valori registrati di anno in anno, ed in particolare il forte influsso dettato dalle condizioni meteorologiche. Proprio questo andamento altalenante dimostra infatti come non sia possibile diagnosticare né tantomeno prevedere un trend delle concentrazioni e del numero di superamenti.



Polveri sottili (PM10): inverno 2015 favorevole, ma poi...

Per quanto riguarda le polveri sottili, o PM10, i primi mesi invernali del 2015 sono trascorsi in maniera positiva, durante i quali frequenti precipitazioni e fasi ventose hanno contribuito a limitare e mantenere le concentrazioni sui livelli del 2014, annata eccezionalmente favorevole per le immissioni di questo inquinante. Dopo un periodo primaverile nella norma la meteorologia autunnale ha però portato a un repentino ed inusuale aumento delle concentrazioni, con dei valori generalmente osservabili durante il periodo invernale. In particolare a causa del prolungato periodo con scarsissime precipitazioni durante il quale sono già attive diverse fonti "invernali" di polveri sottili (impianti di riscaldamento) le medie annue di PM10 sono quindi risultate nettamente superiori rispetto all'anno precedente. Seppur in maniera marginale, all'aumento delle medie annuali hanno contribuito anche le concentrazioni del mese di luglio, durante il quale - peculiarità esclusiva del 2015 - malgrado l'assenza delle fonti invernali citate in precedenza il prolungato periodo di stabilità atmosferica e la scarsità di precipitazioni hanno portato all'accumulo di polveri sottili nell'aria, la cui origine è in questo caso quasi esclusivamente legata al traffico e alle emissioni industriali.

A livello cantonale, dopo un 2014 per la prima volta al di sotto del limite annuo OIAt (20 µg/m³), la media annua di tutte le stazioni di misura risale anch'essa con 23 µg/m³ ai livelli di due anni orsono. Tornano pure ad essere in maggioranza le località con una media annua superiore al limite OIAt, essendo tale valore rispettato unicamente a Locarno, Lugano, Magadino, Sigirino e Camorino.

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 t/a a circa 4'000 t/a a seguito dei provvedimenti previsti dal Piano di risanamento dell'aria del 1991 dapprima e del 2007 poi.

In particolare per il benzene il miglioramento è sensibile. Se ancora nel 2000 l'esposizione media della popolazione si aggirava attorno ai 2.5 µg/m³, nel 2007 le immissioni si erano ridotte del 60% e da allora si sono attestate sul valore di 1 µg/m³ 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 all'acquisto di sostanze o prodotti contenenti COV.

Figura 2 – Variazione percentuale delle immissioni (1990–2015)

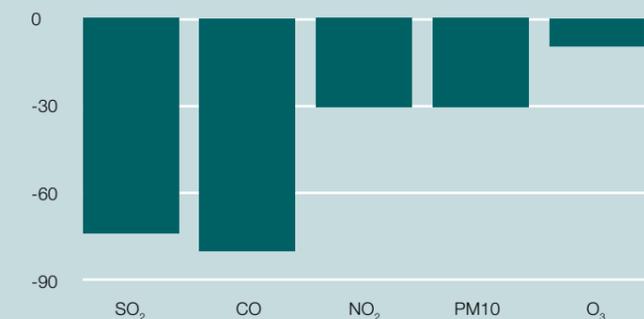
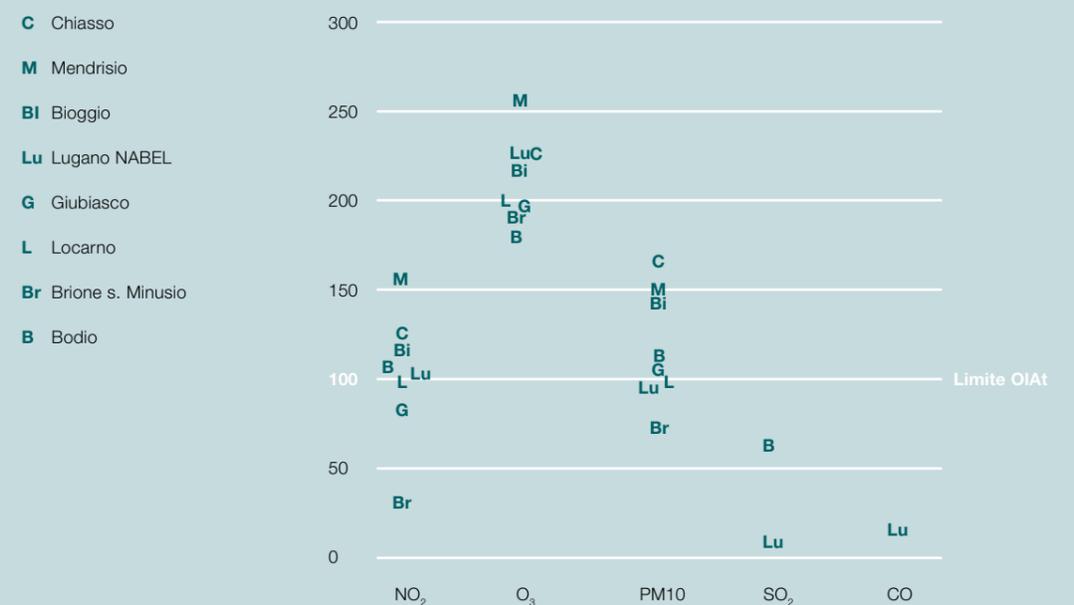


Figura 3 – Percentuale di conformità all'OIAt



Diossido di azoto (NO₂)



Il 2015

Come facilmente osservabile dall'evoluzione delle medie annue di NO₂ riportata nella figura 5, analogamente a quanto già occorso nel 2013, le condizioni atmosferiche dei mesi autunnali dopo un inverno relativamente tranquillo hanno favorito il rialzo delle medie annuali del 2015, riportando i valori a livelli molto simili proprio a quelli del 2013. In particolare i mesi di novembre e dicembre hanno presentato delle medie giornaliere e mensili spesso superiori a quelle dei mesi invernali (gennaio-marzo) del 2015. Ecco allora come tutte le stazioni di misura e la stragrande maggioranza di tutti i campionatori passivi distribuiti sul territorio (circa 180 punti di misura) presentino un netto aumento delle concentrazioni.

Anche la media annua di tutte le stazioni di misura presenti sul territorio con 30 µg/m³ risale al livello del 2013, che corrisponde anche al limite imposto dall'OIAI.

Per quanto riguarda invece il limite di legge per la media giornaliera di NO₂ (80 µg/m³, con un solo superamento annuo permesso dall'OIAI) nel 2015 esso è superato nelle stazioni di misura di Chiasso e Mendrisio con rispettivamente 7 e 11 superamenti. La media giornaliera massima registrata nel 2015 è stata di 87 µg/m³. In maniera del tutto analoga alle PM10 le maggiori concentrazioni di NO₂ si registrano generalmente nei mesi di dicembre, gennaio e febbraio.

I dati delle campagne di campionatura passiva del 2015 e degli anni precedenti sono disponibili online all'indirizzo www.ti.ch/aria.

Figura 4 – Medie annue di diossido di azoto nel 2015, in µg/m³

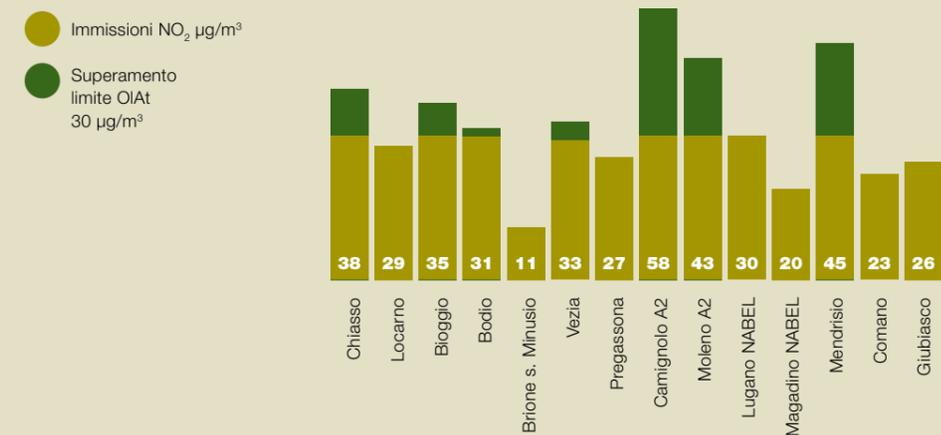


Figura 5 – Evoluzione delle medie annue di diossido di azoto, in µg/m³

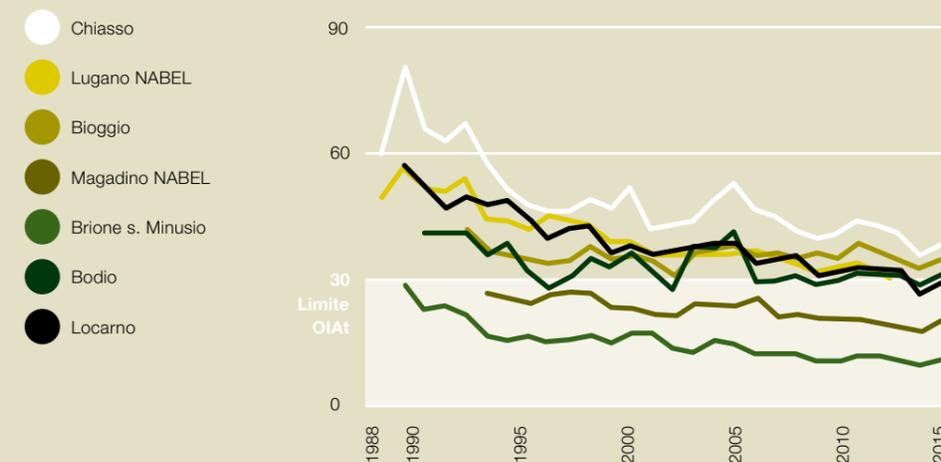
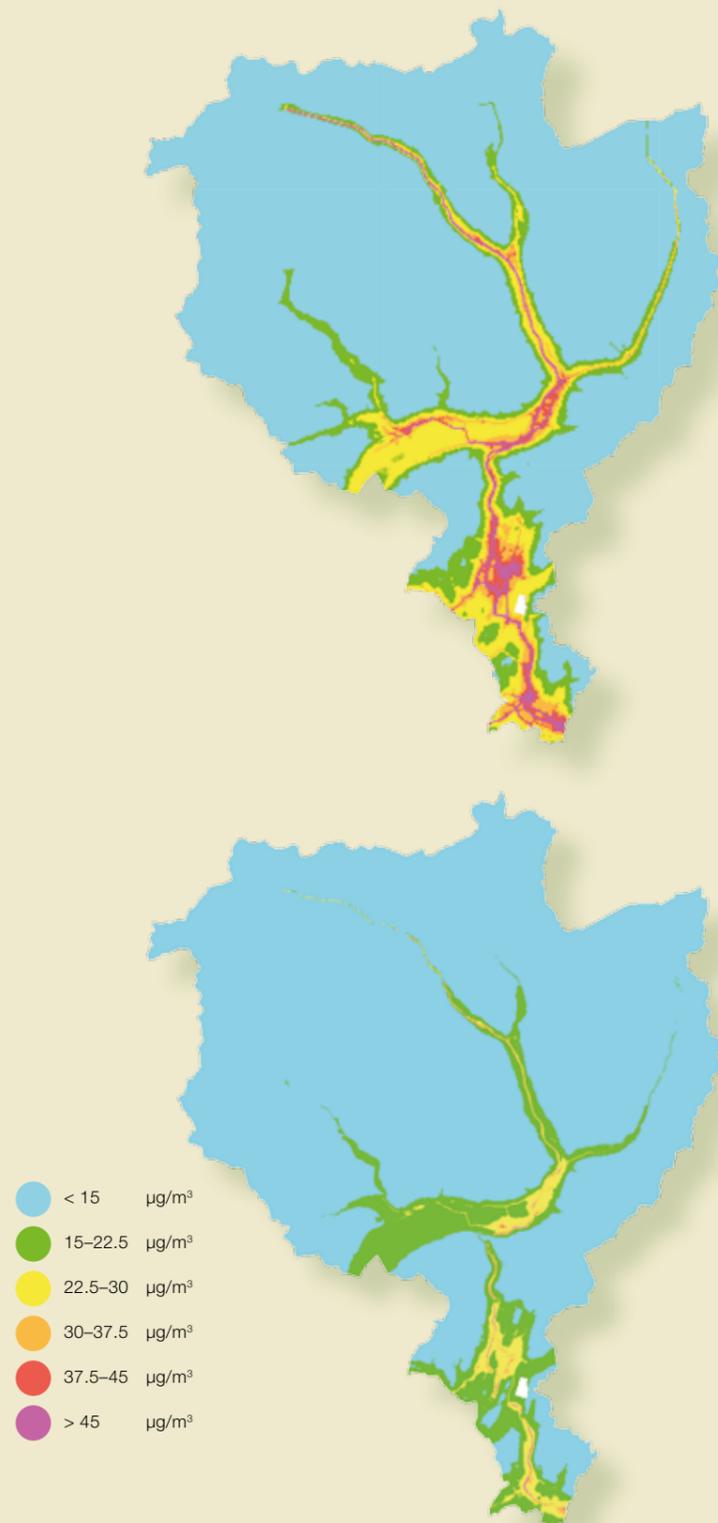




Figura 6 – Immissioni di diossido di azoto in Ticino nel 1990 (sopra) e 2015 (sotto)



L'evoluzione

La tendenza generale è positiva e volge alla diminuzione, anche se ciclicamente e all'esempio del 2015 le condizioni meteorologiche annuali inducono dei transitori peggioramenti. Sembra inoltre essere accertato che l'effetto del catalizzatore, che aveva dato un sostanziale apporto alla diminuzione di NO₂ negli Anni Novanta, è stato compensato dall'aumento del traffico. Dopo la forte diminuzione delle concentrazioni l'evoluzione di NO₂ illustrata nella figura 5 denota infatti da ormai circa 15 anni una relativa stabilità dei valori medi annui delle varie stazioni di misura, alcune delle quali rimangono ancora al di sopra del VLI di 30 µg/m³, in particolare nelle zone urbane e lungo gli assi di traffico principali. Per quanto riguarda invece l'evoluzione futura delle immissioni, uno dei fattori chiave oltre all'evoluzione del numero di veicoli e dei relativi coefficienti di emissione (espressi in grammi di diossido di azoto per km percorso) 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, 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 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 (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.

Malgrado le variazioni annuali dettate dalle condizioni meteorologiche, le concentrazioni sono perlopiù stagnanti da una quindicina d'anni; segno evidente di come il progresso tecnologico nel settore automobilistico sia controbilanciato dal crescente numero di veicoli in circolazione.

Ozono (O₃)



Il 2015

In estremo contrasto con il periodo estivo precedente, l'estate ticinese del 2015 risale le classifiche relative a temperature e soleggiamento, proiettandosi al secondo posto tra le estati più calde dopo quella ormai celeberrima ed apparentemente inarrivabile del 2003. Dopo l'estate 2014 meno soleggiata in 130 anni di misurazioni ecco quindi il luglio 2015 più caldo dall'inizio delle misurazioni 150 anni orsono, mese che già di per sé fa solitamente segnare il numero più alto di superamenti del valore limite orario sull'arco di un anno. Nonostante l'impennata del numero di superamenti registrata in tutte le stazioni di misura le cifre rimangono comunque sui livelli degli anni precedenti, come risulta evidente osservando la figura 8, raffigurante l'evoluzione del numero di superamenti a partire dal 1990. Ciò è essenzialmente spiegabile con il fatto che, quale particolarità del 2015, i superamenti sono stati per buona parte limitati ai mesi estivi (giugno-agosto), mentre durante altri anni il loro numero è risultato notevole anche nei periodi primaverili e autunnali. In secondo luogo la minor presenza di precursori dell'ozono quali ossidi di azoto e composti organici volatili (COV) sembrerebbe aver ridotto il livello delle concentrazioni orarie massime (cosiddetti "picchi", espressi attraverso il superamento della soglia di allarme fissata a 240 µg/m³: per esempio 34 ore a Chiasso nel 2006 contro 8 nel 2015) raggiunti durante le giornate più calde e con maggior soleggiamento. Un esempio che ben illustra questa situazione ci è dato dall'estate del 2006, con un numero sostanzialmente simile di ore di superamento del valore limite orario (120 µg/m³), nettamente meno calda e soleggiata rispetto al 2015, ma che fu sufficiente a creare le condizioni per l'ultima introduzione delle misure urgenti durante il periodo estivo.

La media del numero di superamenti registrati in tutte le stazioni, passata da 379 ore nel 2014 a 804 nel 2015 (+112%), seconda solo alla media di 858 ore del 2003. In netto aumento anche il numero di superamenti della soglia di informazione (180 µg/m³) e della soglia di allarme, con il valore medio orario massimo per il 2015 che il pomeriggio del 3 luglio a Mendrisio ha toccato quota 305 µg/m³.

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, dove si registra un valore (800) addirittura superiore a quello rilevato a Chiasso (791 ore). Ciò è chiaramente riconducibile alla mancanza di ossidi di azoto che «consumano» l'ozono durante la notte. 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.

I 98esimi 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 2015 il limite fissato dall'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico a 100 µg/m³, raggiungendo il loro massimo a Mendrisio con 235 µg/m³. Dal grafico relativo ai 98esimi percentili mensili massimi è possibile osservare l'esistenza di un gradiente sud - nord con i valori massimi registrati nel Sottoceneri, in particolare nel Mendrisiotto. Tale gradiente nel 2015 è tuttavia meno marcato rispetto agli anni precedenti. Ciò è probabilmente dovuto all'estrema combinazione di fattori quali temperatura e soleggiamento che ha attanagliato tutto il Ticino durante i mesi estivi; condizioni queste che hanno portato anche le concentrazioni nel Sopraceneri a livelli inusualmente elevati e solo di poco inferiori a quelle registrate nel Sud del Cantone.

L'evoluzione

Il numero annuo di superamenti orari presenta una certa variabilità, come ben si evince dall'evoluzione illustrata nella **figura 8**. Il 2015 va ad aggiungersi all'elenco di anni particolarmente sfavorevoli quali 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: in altre parole, a causa della complessità di questi fenomeni chimici a una riduzione dei precursori dell'ozono potrebbe non corrispondere necessariamente un'altrettanto sensibile diminuzione delle concentrazioni di O₃.

Numero di superamenti nella regola nonostante temperature e soleggiamento da primato, ma grande il divario con l'estate 2014 più bagnata di sempre.

Figura 7 – 98° percentile mensile massimo di ozono nel 2015

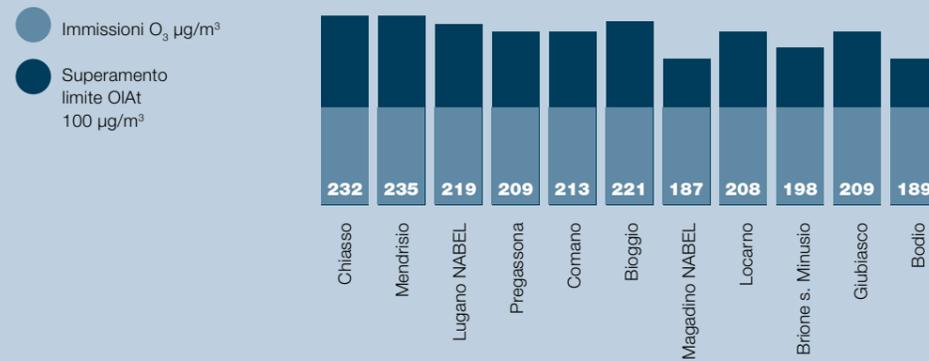


Figura 8 – Evoluzione del numero di superamenti del limite orario per l'ozono in µg/m³

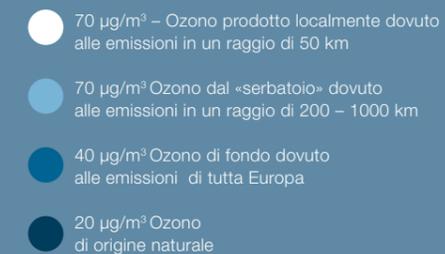


Origine dell'ozono

L'ozono «troposferico», O₃, è presente normalmente negli strati bassi dell'atmosfera (fino a 500 m) e quindi nell'aria che respiriamo. In situazioni globali particolarmente critiche, alte concentrazioni di ozono sono state misurate anche sullo Jungfraujoch, a 3'580 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 200–300 µg/m³. Questo carico può essere scomposto in una frazione di origine naturale di 20 µg/m³ 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 µg/m³. I rimanenti 140 µg/m³ provengono per metà dal cosiddetto «serbatoio di ozono» prodotto al sud delle Alpi in un raggio di oltre 200 km e per metà dalle emissioni locali prodotte in un raggio di 50 km.

Figura 9 – Composizione di un carico estivo di ozono di 200 µg/m³



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 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. Nel 2015 tale fenomeno è risultato più frequente durante i mesi autunnali e, seppur in minor misura, addirittura durante il periodo estivo, facendone un anno assolutamente peculiare dal punto di vista dell'evoluzione delle concentrazioni di PM10, e portando in definitiva a un rialzo generale delle concentrazioni medie annue dopo 3 anni di tendenza positiva. A prescindere dall'evoluzione annuale - negativa per il 2015 - una volta di più si conferma la strettissima dipendenza delle concentrazioni di PM10 dalle condizioni meteorologiche e pertanto la necessità di 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, dagli impianti di riscaldamento a legna e da quelli industriali.

Il 2015

Dopo i primi 3 mesi invernali trascorsi in modo estremamente favorevole e quindi in linea con i minimi storici stabiliti l'anno precedente, l'evoluzione delle concentrazioni delle PM10 ha poi presentato durante il resto dell'anno alcune anomalie rispetto al caratteristico andamento annuale, le quali in definitiva hanno portato a un rialzo generale delle concentrazioni medie annue. Pur essendo le PM10 un inquinante tipicamente invernale, durante il mese di luglio le concentrazioni sono risultate decisamente elevate per il periodo: logica conseguenza - malgrado l'assenza di fonti di emissione tipicamente invernali quali gli impianti di riscaldamento - di un prolungato periodo di stabilità atmosferica con scarse precipitazioni. Situazione che si è poi spesso ripresentata nel corso dei due ultimi mesi dell'anno, questa volta però con una maggiore presenza di fonti di emissione (impianti di riscaldamento, in particolare quelli a legna) e del fenomeno delle inversioni termiche.

Il rialzo delle concentrazioni durante la seconda parte del 2015 riporta quindi la media annua di tutte le stazioni di misura con $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ai livelli del 2013, che a suo tempo aveva già fatto segnare un minimo storico, è cioè prima di un 2014 straordinariamente ricco di precipitazioni che avevano portato ad un'ulteriore evoluzione positiva dei valori medi annui.

La concentrazione maggiore (media annua) è stata registrata a Chiasso, con $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre il valore più basso si misura una volta di più a Brione sopra Minusio dove, con $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ il valore limite di immissione è ampiamente 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 numero di superamenti del valore limite giornaliero ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), dopo un 2014 da primato (ben 6 stazioni di misura con al massimo un superamento annuo permesso dall'OIA) anche in questo caso i valori sono comparabili a quelli del 2013.

Il Sottoceneri rimane la regione maggiormente interessata da questo fenomeno, per il quale la quantità di sostanze emesse o risollevate nell'aria, la vicinanza alla Pianura padana e la frequenza delle inversioni termiche giocano un ruolo centrale. 62 sono i giorni con superamento del limite OIA a Chiasso, 49 a Mendrisio, 27 a Bioggio, 17 a Vezia e 9 a Lugano. Sensibilmente migliore la situazione nel Sopraceneri, ad eccezione di Biasca che con 24 superamenti riflette l'influsso della forte presenza di riscaldamenti a legna. Risulta infine definitivamente archiviata la problematica delle emissioni di polvere originate dai cantieri Alptransit: Sigirino (6 superamenti), Camorino (3) e Pollegio (7) si situano infatti nella parte più bassa della graduatoria relativa al numero di superamenti.

L'evoluzione

In generale, l'evoluzione delle medie annue di PM10 in Ticino attesta un lento e costante miglioramento, con i valori di diverse località 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 in gran parte riconducibili a condizioni meteo sfavorevoli piuttosto che a un effettivo aumento delle emissioni. Lo dimostra il fatto che, malgrado un 2015 non particolarmente favorevole, dal 2006 i valori registrati in tutto il Ticino hanno presentato un'evoluzione generale positiva, tanto che la media annua ponderata di tutte le stazioni è passata in nove anni da $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con una riduzione del 30% circa.

Aria pulita durante i mesi invernali, ma poi l'autunno è eccezionalmente secco ed ecco l'accumulo di polveri sottili che fa lievitare le medie annuali...



Figura 10 – Medie annue delle polveri sottili nel 2015, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

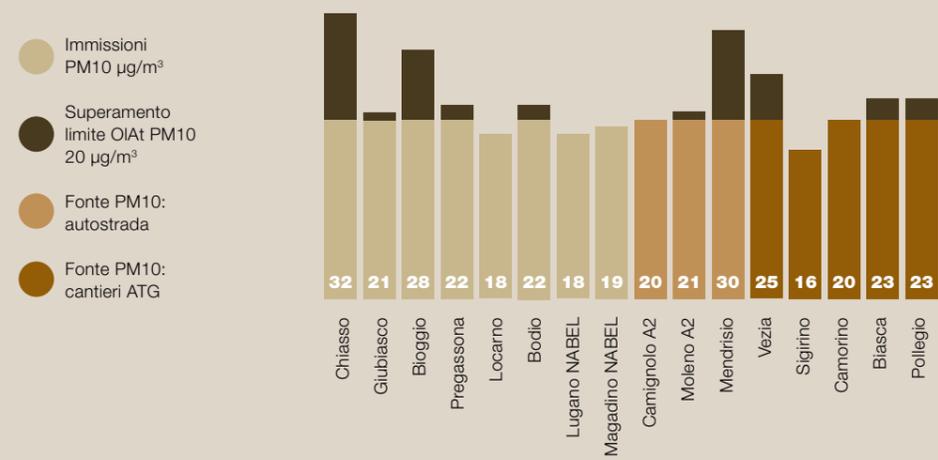


Figura 11 – Evoluzione delle medie annue delle polveri sottili, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

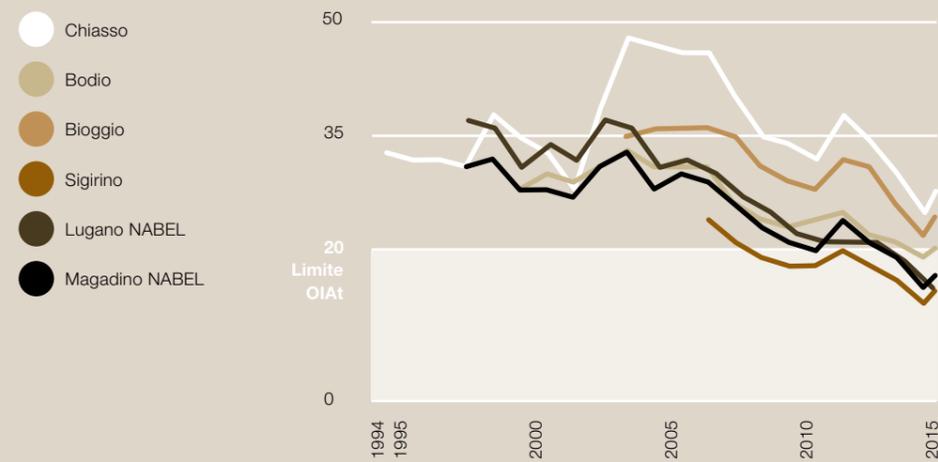


Figura 12 – Immissioni di polveri sottili in Ticino nel 1998 (sopra) e 2015 (sotto)



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 (PM2,5) 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, 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 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'OIA, 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 per la 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.

Felber Dietrich D. 2014

Inquinamento atmosferico e salute. Panoramica degli effetti.

Ufficio federale dell'ambiente, Berna.

Studi sull'ambiente n. 1425: 15 pagg.

