

“Qualità
dell’*aria*
in Ticino”
Rapporto 2018



Dipartimento
del territorio

Indice

Introduzione

Il rilevamento della qualità dell'aria	3
La rete cantonale di misura	5

L'aria in Ticino

In generale	8
Diossido d'azoto (NO ₂)	16
Ozono (O ₃)	22
Polveri fini (PM10 e PM2.5)	26

Allegati

I valori limite di immissione (VLI)	33
Simboli e abbreviazioni	34
Bibliografia	35

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

Le singole stazioni	
I dati dei campionatori passivi di NO ₂	
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, 6 stazioni di misura in continuo. Le sempre maggiori richieste di Comuni e popolazione toccati dalle emissioni di determinati impianti hanno portato, dal 2005 ad oggi, ad estendere la rete con nuove stazioni, come quelle per monitorare i cantieri di AlpTransit oppure quella posta nel 2016 per monitorare dapprima i lavori e poi gli effetti del raddoppio della galleria del San Gottardo. 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 (valori semiorari, giornalieri, mensili e annuali), assieme a svariati altri parametri rilevati su tutto il territorio (meteo, inquinamento fonico, inquinamento luminoso, ecc.) confluiscono nell'Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana (OASI), e sono consultabili e scaricabili dal sito www.ti.ch/oasi.



KONTRON
INSTRUMENTS

PALAS

KONTRON
INSTRUMENTS



Schaltung für
Messung im
Ausschlag

La rete cantonale di misura

L'inquinamento atmosferico presenta differenze regionali e locali notevoli, poiché è caratterizzato dal tipo di sostanza inquinante 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.

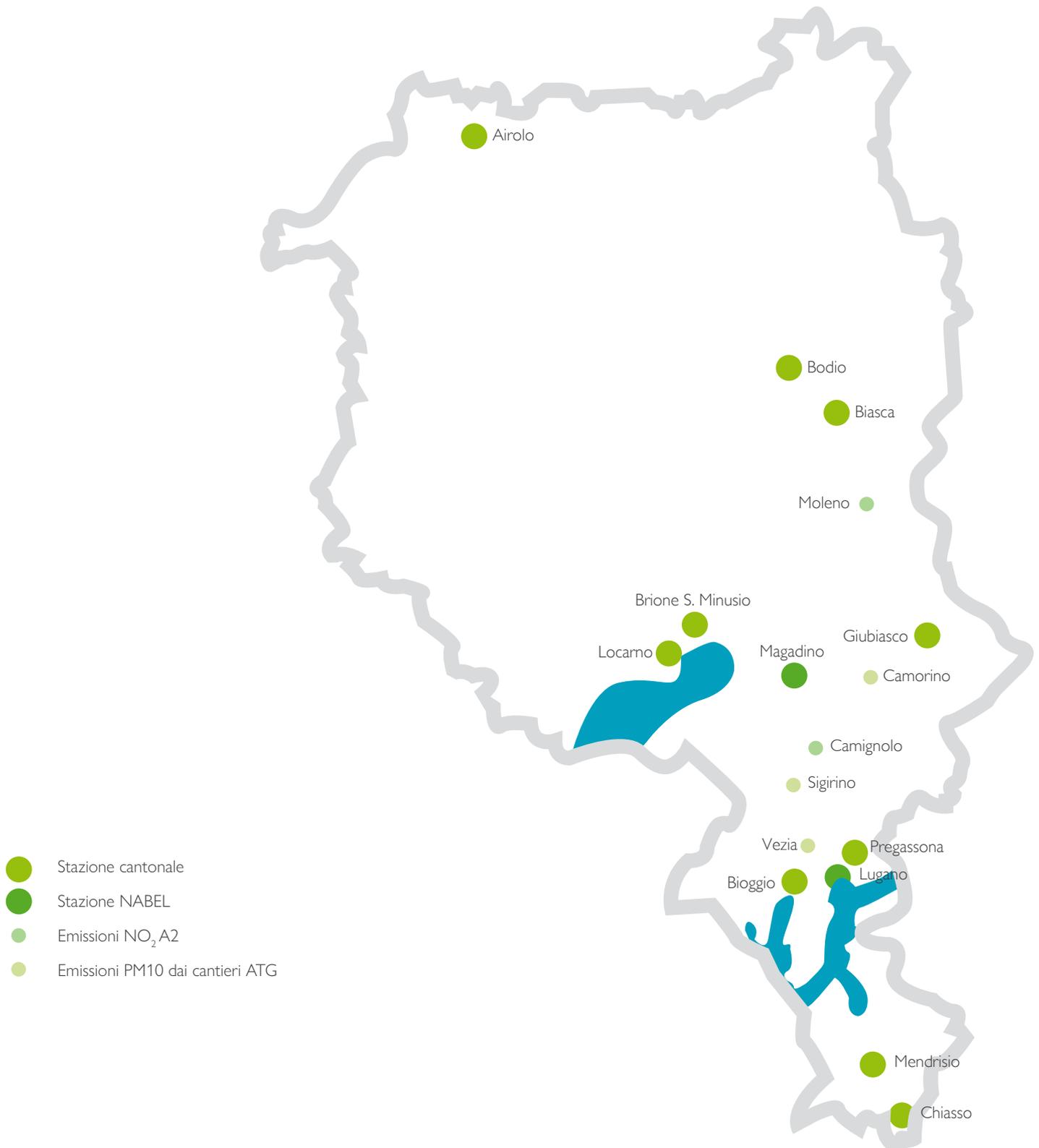
La rete è lo strumento di verifica della qualità dell'aria ticinese. Comprende in primo luogo 10 stazioni di misura situate a Chiasso, Mendrisio, Bioggio, Pregassona, Locarno, Brione sopra Minusio, Giubiasco, Biasca, Bodio e Airolo. A partire dagli Anni Novanta la rete di base monitora la situazione dell'aria in diverse ubicazioni caratteristiche di una determinata situazione (agglomerato, campagna, centro città, zona industriale, asse di transito). A questa si integrano le 4 stazioni gestite dall'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM) di Lugano e Magadino (facenti parte della rete nazionale d'osservazione degli inquinanti atmosferici NABEL, Nationales Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe) e quelle di Moleno e Camignolo per monitorare gli effetti del traffico sull'autostrada A2. 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, per un totale di 17 stazioni.

Ai dati delle stazioni di misura presenti in Ticino si aggiungono quelli provenienti da ulteriori rilevamenti: il diossido di azoto, NO₂, per esempio, viene determinato anche tramite campionatura passiva in circa 180 ubicazioni distribuite in tutto il Cantone.

Il funzionamento della rete di rilevamento risulta particolarmente affidabile, e permette di avere una disponibilità generalmente superiore al 99% delle medie semiorarie registrate.

I dati sono trasmessi e pubblicati praticamente in tempo reale, cosicché oggi chiunque può accedere in ogni momento alle informazioni sullo stato dell'aria, ad esempio tramite 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 quindi 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), gestito dall'Ufficio del monitoraggio ambientale del Dipartimento del territorio. Nato nel 2002, l'OASI contempla tre campi d'azione: l'osservazione vera e propria, la gestione dei dati e l'informazione. L'osservazione prevede il rilevamento di dati in vari campi (qualità dell'aria, traffico, meteorologia,...) con effetto diretto o indiretto sull'ambiente. I dati accessibili e scaricabili, così come i settori toccati dall'OASI aumentano di anno in anno, mentre 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.

airCheck: ora anche con l'app di MeteoSvizzera

Sviluppata dal Dipartimento del territorio, l'applicazione «airCheck» mostra in tempo reale lo stato dell'aria in qualsiasi punto del territorio svizzero, attraverso i valori dei tre inquinanti principali (polveri fini, ozono e diossido di azoto) e il loro andamento durante gli ultimi 4 giorni. L'applicazione è disponibile per iOS, Android e Windows 10 Mobile.

A partire dal 2017 MeteoSvizzera ha ampliato l'offerta della propria applicazione «MeteoSvizzera» con informazioni sullo stato dell'aria, integrando airCheck nel quadro di una collaborazione con l'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM) e la Società svizzera dei responsabili della protezione dell'aria (Cercl'Air).



L'aria in Ticino

In generale

Evoluzione generale favorevole, ma...

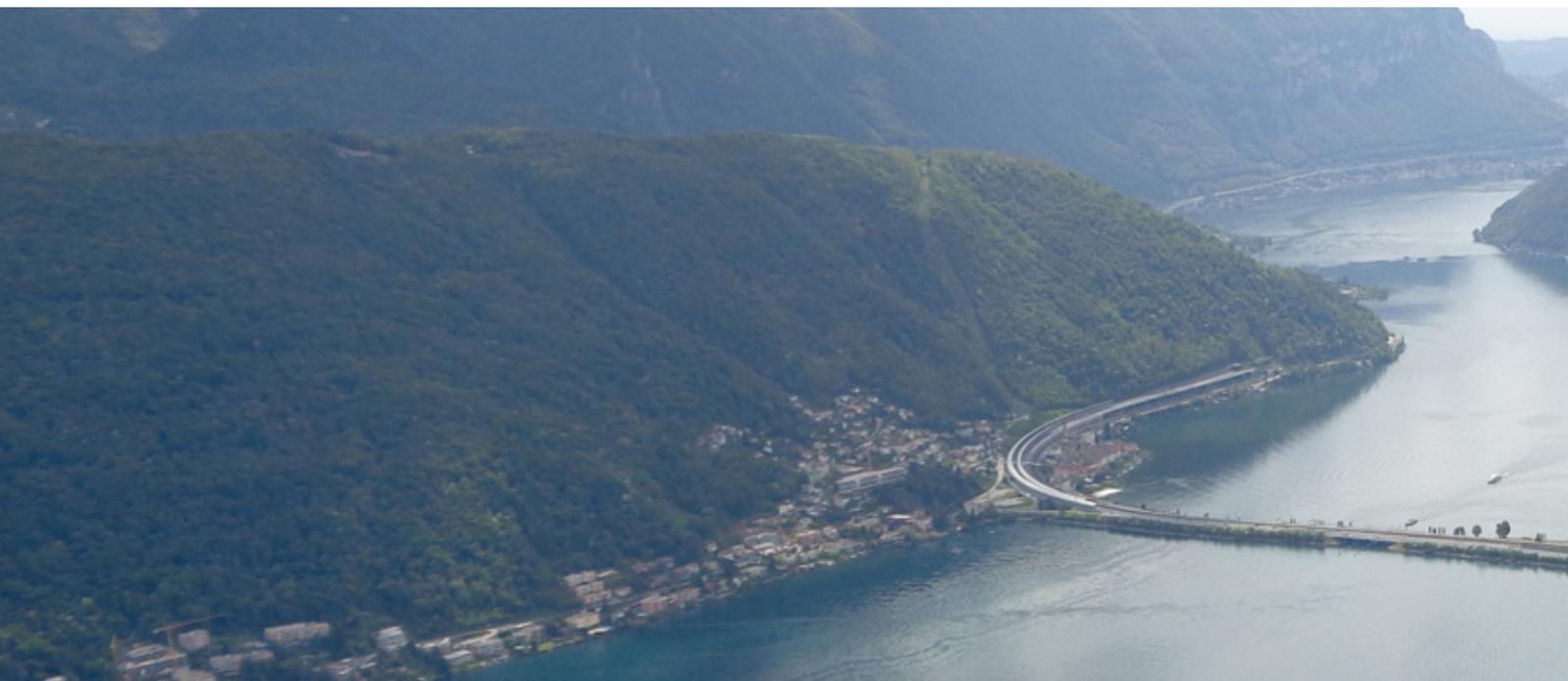
In circa trent'anni di misurazioni della qualità dell'aria in Ticino si sono osservati costanti progressi. Le concentrazioni dei principali inquinanti hanno fatto registrare riduzioni importanti, ben evidenti nella figura 2 (p.15) che illustra la variazione del carico inquinante in Ticino tra il 1990 ed il 2018.

Chiara è quindi la tendenza al miglioramento, seppur con differenze importanti a dipendenza della sostanza inquinante: le concentrazioni degli inquinanti primari quali il diossido di zolfo (SO_2), il monossido di carbonio (CO) e il diossido di azoto (NO_2) sono diminuite in modo notevole; per contro gli inquinanti a carattere secondario (a destra nella figura) come l'ozono (O_3) e le polveri fini (PM10) presentano una diminuzione meno pronunciata.

... sono necessari ulteriori progressi

Malgrado l'evoluzione generale favorevole, diversi valori limite fissati dalla legge rimangono superati. In tutte le zone del Cantone (urbane, suburbane e rurali) ozono e polveri fini presentano concentrazioni superiori ai limiti OIAt. Per il diossido di azoto la situazione è conforme nelle zone rurali e periferiche, mentre permane non conforme nei principali agglomerati ticinesi e lungo le principali vie di traffico.

La riduzione delle emissioni di NO_2 (inquinante primario tossico e precursore di ozono e polveri fini) 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 SO_2 così come quelli di CO, che nei decenni passati erano fonte di preoccupazione, raggiungono nel 2018



a Lugano il 3 rispettivamente il 13% del limite di legge. Per far fronte a questa situazione e contrastare l'inquinamento occorre quindi migliorare e rendere più specifici i provvedimenti pianificati e poi adottati nel 2018 dal Consiglio di Stato tramite il Piano di risanamento dell'aria. Due sono le strade da percorrere: da un lato il ricorso a provvedimenti tecnici in grado di diminuire le emissioni alla fonte, dall'altro la riduzione dei consumi (p.es. i chilometri percorsi in auto) e dunque indirettamente la riduzione delle emissioni complessive.

Il punto della situazione: con le diverse misure di risanamento si è ottenuta la riduzione di circa la metà delle emissioni rispetto agli Anni Novanta, ma per garantire una qualità dell'aria conforme all'OIAAt queste dovranno essere ulteriormente ridotte nelle percentuali indicate nella tabella qui sotto.

Inquinante	Riduzione emissioni rispetto al 2015	Base legale
Ossidi di azoto (NO _x)	ca. 40%	VLI* OIAAt per NO ₂ e O ₃ , CL NO _x **
Polveri fini (PM10)	ca. 50%	VLI* OIAAt per PM10
Composti organici volatili (COV)	ca. 50%	VLI* OIAAt per O ₃ e PM10
Ammoniaca (NH ₃) Sostanze cancerogene (es. fuliggine, Benzene, Toluene e Xilene, BTX)	ca. 35% Riduzione massima possibile, in quanto non esiste una soglia al di sotto della quale non si abbiano effetti cancerogeni	VLI* OIAAt per PM10 e O ₃ , CL NO _x ** -

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



Il Piano di risanamento dell'aria (PRA)

Nel mese di maggio del 2018 il Consiglio di Stato ha approvato il nuovo Piano cantonale di risanamento dell'aria (PRA2017) costituito da 12 misure, 9 delle quali riguardano gli impianti stazionari e 2 sono votate alla riduzione delle emissioni dei veicoli. Il PRA2017 non contempla invece più misure riguardanti la riduzione e la fluidificazione del traffico veicolare, la mobilità ciclopedonale e il risparmio energetico negli edifici, poiché riprese in altri documenti programmatici quali i programmi d'agglomerato (PA) e il Piano energetico cantonale (PEC).

2018: l'essenziale in breve

Anche nel 2018 gli inquinanti che hanno superato i limiti fissati dall'OIAAt sono il diossido di azoto, l'ozono e le polveri fini, mentre altri inquinanti «classici» gassosi come il diossido di zolfo e il monossido di carbonio sono ormai da molti anni ampiamente sotto controllo. L'ozono e le polveri fini hanno un andamento stagionale caratteristico, che dà origine allo smog estivo, del quale l'ozono è il principale indicatore, e allo smog invernale, caratterizzato da elevate concentrazioni di polveri fini. Questi due fenomeni sono determinati in modo considerevole dalle emissioni locali, dalle condizioni atmosferiche e dall'influsso dell'aria su scala regionale e continentale.

La figura 3 (p.15) mostra il carico medio al quale è stata esposta la popolazione in Ticino nel 2018. Essa indica il valore percentuale rispetto al limite d'immissione di ognuno degli inquinanti (la media annua per diossido di azoto, polveri fini (PM10 e PM2.5) e diossido di zolfo, e la media oraria massima per l'ozono).

Rispetto al 2017, caratterizzato da un peggioramento generale della qualità dell'aria, il 2018 presenta un bilancio in chiaroscuro: se da una parte i livelli misurati di polveri fini (PM10) e diossido di azoto (NO_2) raggiungono nuovi minimi storici nel monitoraggio della qualità dell'aria in Ticino, dall'altra il numero di superamenti del limite orario per l'ozono fa un ulteriore balzo verso l'alto, attestandosi tra i più alti mai registrati dall'inizio delle misurazioni. Oltre al contributo positivo derivante da una tendenza generale alla diminuzione delle emissioni, tra i fattori che hanno influenzato in modo sensibile la variazione delle concentrazioni rispetto all'anno precedente sono da tenere in considerazione per le PM10 un inverno particolarmente ricco di precipitazioni in forma di pioggia e neve, e per l'ozono una delle estati più calde dall'inizio delle misurazioni (che scalza dalla terza posizione quella dell'anno precedente), alla quale vanno aggiunti un nuovo record in termini di ore di soleggiamento, prolungati periodi di siccità e infine l'autunno più caldo di sempre al Sud delle Alpi.

A scenic landscape of a valley with a lake and mountains under a hazy sky. The foreground is dominated by dense green trees and a winding road. In the middle ground, a large lake is visible, surrounded by forested hills. The background features misty, layered mountain ranges under a pale, overcast sky. The overall atmosphere is serene and somewhat somber due to the haze.

il **2018**
è in **chiaroscuro**

Diossido d'azoto (NO₂): nuovi minimi storici

In Ticino la fonte principale di NO₂ è il traffico stradale, responsabile di circa il 70% delle emissioni di questo inquinante. Non sorprende quindi che i superamenti del valore limite annuo stabilito dall'OIA (30 µg/m³) siano registrati soprattutto nei principali agglomerati, lungo le strade maggiormente trafficate e naturalmente lungo l'asse di traffico dell'A2 (Camignolo e Moleno). Nelle periferie degli agglomerati e nelle zone suburbane le immissioni 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.

Nel 2018 il bilancio delle immissioni di NO₂ è particolarmente positivo, con una diminuzione sensibile delle medie annue in tutte le stazioni di misura e nuovi minimi storici dopo quelli del 2016 e del 2014. Fatta eccezione per le due stazioni di misura ubicate direttamente a lato dell'autostrada, solamente le stazioni di Chiasso e Mendrisio superano infatti – nella misura del 10% circa – la media annua stabilita dall'OIA. A prescindere dal forte influsso delle condizioni meteorologiche sulle medie annue, la tendenza al miglioramento sembra essersi accentuata nel corso degli ultimi 7 anni circa, con diminuzioni molto più marcate durante gli anni meteorologicamente favorevoli alla dispersione degli inquinanti rispetto all'entità degli aumenti registrati durante gli altri anni.



Ozono (O₃): più superamenti del limite orario

La formazione dell'ozono nell'aria che respiriamo dipende fortemente dalla presenza dei suoi precursori (principalmente ossidi di azoto e composti organici volatili) da una parte e dalle condizioni meteorologiche dall'altra. Proprio per questo motivo i valori registrati di anno in anno sono soggetti a una grande volatilità, il che rende praticamente impossibile prevedere un trend delle concentrazioni e del numero di superamenti del limite orario. Certo è che anche nel 2018 i limiti d'immissione rimangono superati su tutto il territorio cantonale, sia nei luoghi fortemente urbanizzati che in quelli periferici.

Dal punto di vista meteorologico il 2018 ha presentato una volta di più una serie di condizioni estreme, la cui frequenza si è decisamente intensificata nel corso degli ultimi anni: il semestre estivo (aprile-settembre) durante il quale è più probabile il verificarsi di superamenti del limite orario per l'ozono è risultato il più caldo di sempre, superando addirittura il precedente primato del 2003: alla quarta primavera più calda ha fatto seguito l'estate più soleggiata di sempre, accompagnata da un'ondata di caldo tra le più intense mai registrate a Sud delle Alpi (18 giorni consecutivi di canicola) e siccità persistente tra aprile e agosto. A far lievitare ulteriormente il numero di superamenti è infine arrivato a Sud delle Alpi l'autunno più caldo in oltre un secolo e mezzo di misurazioni sistematiche.



Polveri fini (PM10): ai minimi storici, ma...

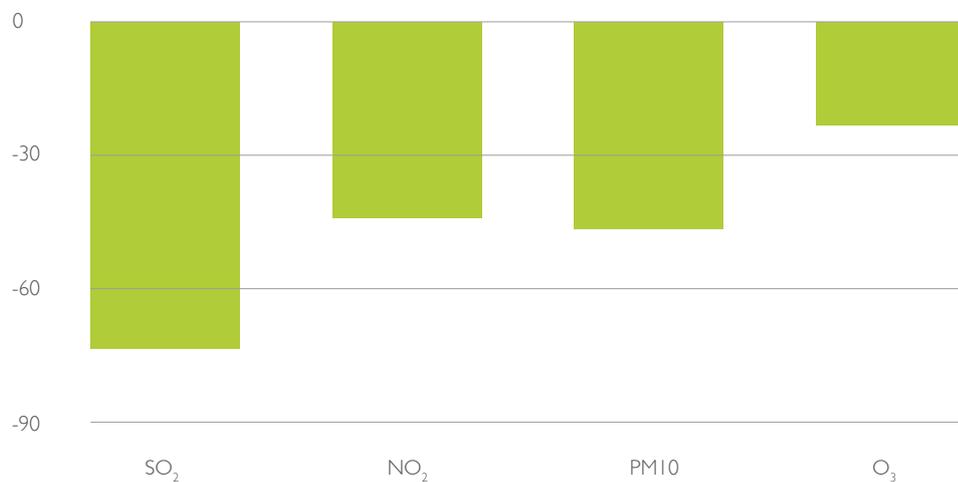
Dall'inizio delle misurazioni delle PM10 in Ticino verso metà degli anni novanta i dati registrati nel 2018 sono i più bassi in assoluto per quanto riguarda sia le medie annue sia il numero di superamenti del valore limite giornaliero. Il 2018 non ha nemmeno registrato episodi di smog acuto invernale, al contrario dell'anno precedente quando l'introduzione di provvedimenti urgenti – votati a ridurre le concentrazioni più elevate di polveri fini a tutela della salute della popolazione – si era resa necessaria per ben due volte.

Risultato della tendenza sul lungo termine alla diminuzione delle concentrazioni e di un 2018 caratterizzato da una meteorologia favorevole alla dispersione degli inquinanti, il raggiungimento di un minimo storico non deve tuttavia far pensare in una soluzione in tempi brevi della problematica relativa alle polveri fini. Sebbene nel 2018 solamente le stazioni di Chiasso e Mendrisio presentino una media annua superiore al limite OIAt, ancora molto frequenti in gran parte del Cantone sono i giorni con superamento del limite giornaliero, per il quale l'OIAt a partire dal 2018 permette un limite di 3 superamenti annui.

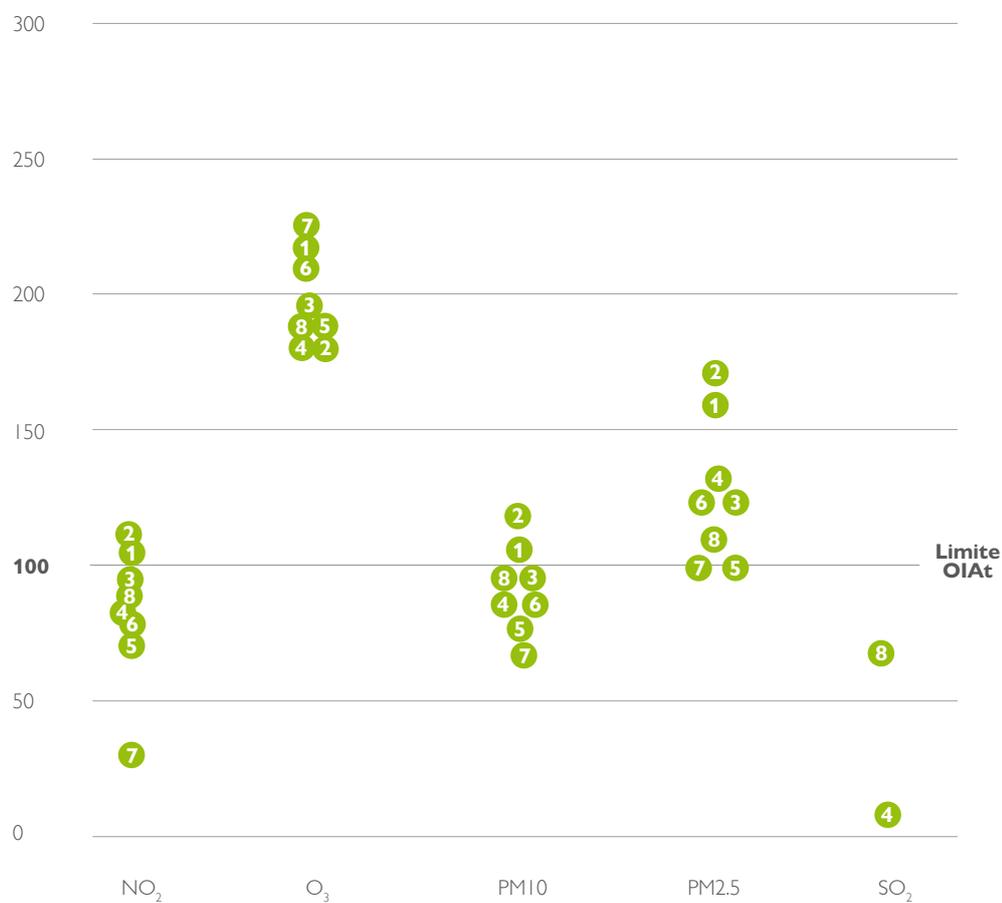
Composti organici volatili (COV): forte riduzione delle concentrazioni

Annoverati assieme al diossido di azoto tra i principali precursori dell'ozono, le emissioni di composti organici volatili (COV) hanno registrato un'importante riduzione a partire dai primi Anni Novanta, passando da 10'000 t/a a circa 4'000 t/a a seguito dei provvedimenti previsti dall'ordinanza relativa alla tassa d'incentivazione sui composti organici volatili entrata in vigore nel 1997.

All'esempio del benzene, se ancora nel 2000 l'esposizione media della popolazione si aggirava attorno ai 2.5 µg/m³, dal 2007 le immissioni si attestano sul valore di 1 µg/m³ in quasi tutte le località (-60%). Anche a livello industriale l'evoluzione generale indica una tendenza favorevole a riprova della bontà e della validità delle tasse d'incentivazione, applicate all'acquisto di sostanze o prodotti contenenti COV.

Figura 2 – Variazione percentuale delle immissioni (1990–2018)**Figura 3** – Percentuale di conformità all'OIAt

- 1 Chiasso
- 2 Mendrisio
- 3 Bioggio
- 4 Lugano NABEL
- 5 Giubiasco
- 6 Locarno
- 7 Brione s. Minusio
- 8 Bodio



Diossido di azoto (NO₂)



Il 2018

Nel 2018 le medie annue del diossido di azoto diminuiscono in tutte le stazioni di misura, raggiungendo i valori più bassi dall'inizio delle misurazioni. Il divario con l'anno precedente, che aveva fatto registrare un lieve aumento delle concentrazioni, è particolarmente accentuato: le ragioni vanno da un canto sicuramente attribuite a una meteorologia favorevole alla dispersione degli inquinanti durante i mesi invernali e autunnali, i quali notoriamente sono i più critici per le immissioni di NO₂. D'altro canto il susseguirsi di diversi minimi storici nello spazio di pochi anni sembra evidenziare, a partire dall'inizio del decennio, una più marcata tendenza alla diminuzione delle concentrazioni rispetto ai primi anni del duemila, a loro volta caratterizzati da una lieve diminuzione con tendenza alla stagnazione (vedasi anche il paragrafo "L'evoluzione" a p. 21).

Rispetto al 2017, Chiasso presenta con una media annua di 32 µg/m³ la diminuzione più marcata di ben 6 unità. Sensibili diminuzioni delle medie annue sono pure riscontrabili in tutte le altre stazioni di misura, tanto che per la prima volta in assoluto oltre ai punti di misura posti direttamente a lato dell'autostrada (Camignolo e Moleno) solamente Chiasso e Mendrisio superano il limite OIAt di 30 µg/m³. La diminuzione generalizzata dei valori di NO₂ è riscontrabile anche nelle medie annue ottenute dall'analisi dei campionatori passivi distribuiti sul territorio (circa 180 punti di misura), consultabili in formato digitale negli allegati al presente rapporto (www.ti.ch/aria).

Anche per quanto riguarda il limite giornaliero per l'NO₂ stabilito dall'OIAt (80 µg/m³, con al massimo un solo superamento annuo) si registra un drastico calo del numero di superamenti, nessuno dei quali in prossimità di zone abitate. Del totale di 3 superamenti registrati tutti a Camignolo, la media giornaliera massima è stata di 88 µg/m³. In maniera del tutto analoga alle polveri fini e al diossido di zolfo, le maggiori concentrazioni di NO₂ si registrano generalmente nei mesi tra novembre e febbraio.

Figura 4 – Medie annue di diossido di azoto nel 2018, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- Immissioni NO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Superamento limite OIAt $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$

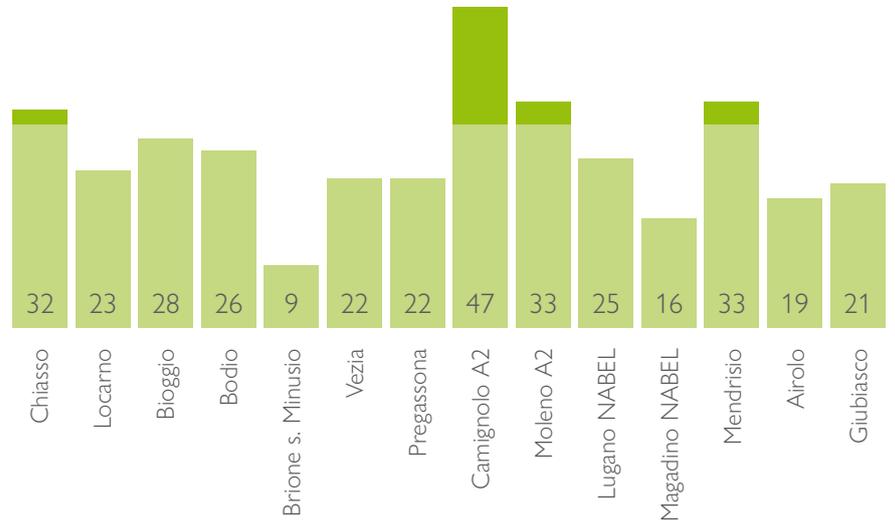
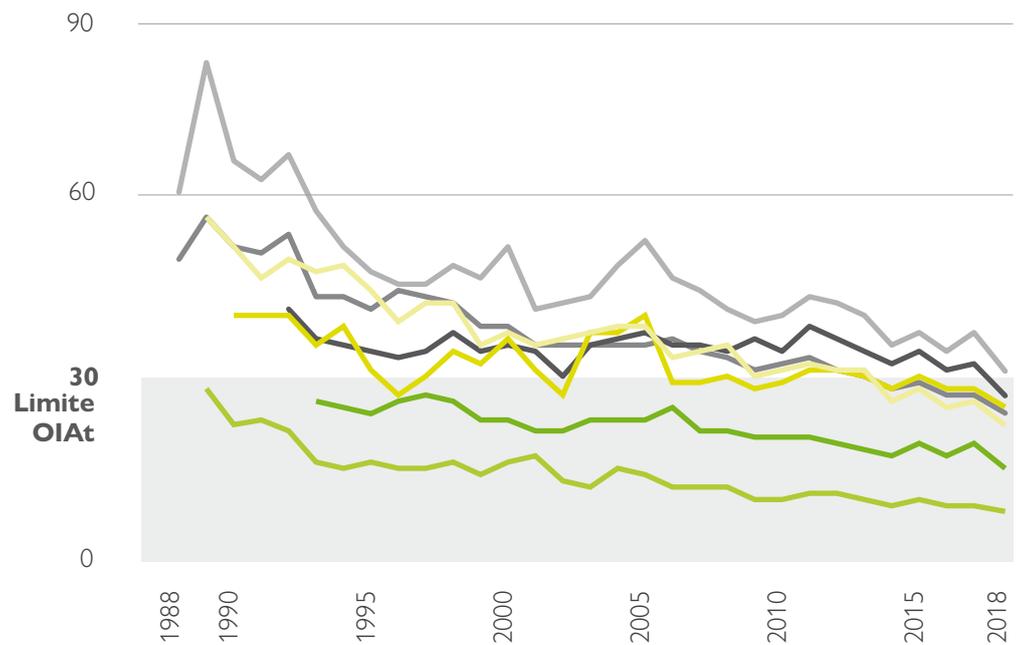


Figura 5 – Evoluzione delle medie annue di diossido di azoto, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- Chiasso
- Lugano NABEL
- Bioggio
- Magadino NABEL
- Brione s. Minusio
- Bodio
- Locarno





 **DIGITEL**
enviro-sense
www.digitel-ag.com
we care

www.innet.ch
innet
Umweltmonitoring

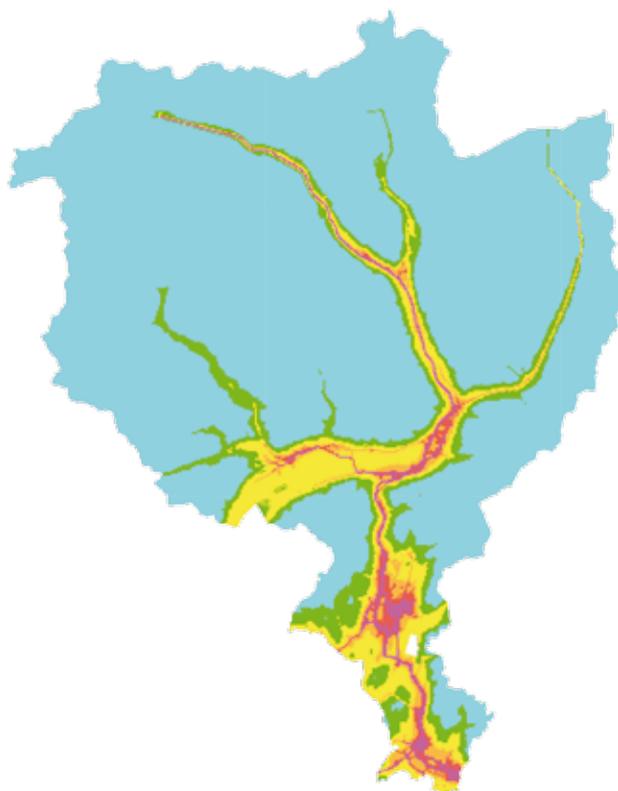
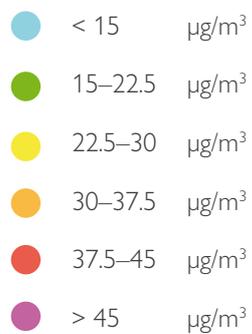
 **DIGITEL**
enviro-sense
www.digitel-ag.com

Handwritten graffiti



DIGITEL
@tyvd-14784
www.digitel.no

Figura 6 – Immissioni di diossido di azoto in Ticino nel 1990 (sopra) e 2018 (sotto)



L'evoluzione

La rapida diminuzione delle concentrazioni di NO_2 registrata negli anni novanta, raggiunta soprattutto grazie all'introduzione del catalizzatore, ha subito un rallentamento dai primi anni duemila: l'aumento delle percorrenze chilometriche da una parte, e dall'altra l'incremento delle vetture diesel in circolazione hanno in parte annullato il beneficio conseguito col miglioramento tecnico dei veicoli. Una più marcata tendenza al miglioramento sembrerebbe tuttavia essere in atto da poco meno di un decennio, con diminuzioni più marcate delle medie annue durante gli anni positivi se comparati ai peggioramenti registrati negli anni con una meteorologia sfavorevole alla dispersione degli inquinanti.

Per quanto riguarda l'evoluzione futura delle immissioni, i fattori chiave rimangono da una parte l'evoluzione del numero di veicoli e dall'altra quella dei coefficienti di emissione (grammi di NO_2 per km percorso) dei veicoli e di quelli alimentati a diesel in particolare, i quali per rispettare norme sempre più stringenti in materia di emissioni di CO_2 , emettono maggiori quantità di NO_2 rispetto ai modelli precedenti.

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.

“**Sempre più
veicoli sulle
strade e
sempre meno
emissioni per
chilometro
percorso. NO_2 ,
quo vadis?**”

Ozono (O₃)



Il 2018

Nel 2018 il numero di superamenti del limite orario per l'ozono ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) scende dalla seconda posizione quello fatto registrare nel 2015 in concomitanza con la seconda estate più calda dall'inizio delle misurazioni, dopo che nel 2017 il numero di superamenti aveva già sfiorato questo "sorpasso" (figura 8).

La maggiore frequenza negli ultimi anni di estati con temperature e soleggiamento estremi (2018, 2017, 2015, oltre naturalmente a quella del 2003) e delle giornate con un clima estivo o persino tropicale durante la primavera e l'autunno sembrano quindi andare di pari passo con il raggiungimento di nuovi primati riguardanti questo inquinante.

L'ozono in cifre: il numero medio di superamenti sale da 606 ore nel 2017 a 699 nel 2018 (+15%). Sono invece molto variabili rispetto all'anno precedente i superamenti della soglia d'informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$), con aumenti in alcune stazioni di misura e diminuzioni in altre anche vicine tra di loro, come ad esempio Chiasso (+8%) e Mendrisio (-52%). Il totale delle ore di superamento della soglia d'informazione è leggermente inferiore rispetto al 2017 (-10%), mentre è in leggero aumento il numero totale di superamenti della soglia d'allarme ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$): questi ultimi sono stati registrati unicamente a Brione (10 ore contro 0 nel 2017), Locarno (3) e Chiasso (1). Brione sopra Minusio presenta la media oraria più elevata del 2018 con $272 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($257 \mu\text{g}/\text{m}^3$ il primato del 2017 misurato a Mendrisio).

A Brione sopra Minusio, stazione situata in quota, le ore di superamento sono paragonabili a quelle rilevate in località dove le concentrazioni dei precursori dell'ozono sono molto più elevate: mentre nei centri urbani gli ossidi di azoto «consumano» quasi completamente l'ozono durante le ore notturne (attraverso la reazione inversa alla formazione dell'ozono, dovuta all'assenza dell'irraggiamento solare), ciò avviene in maniera molto limitata a Brione, motivo per cui le concentrazioni di ozono rimangono spesso oltre il limite OIAt anche durante le ore notturne portando quindi a un considerevole numero di superamenti.

Un altro limite di legge stabilito dall'OIAt per l'ozono è quello del 98° percentile mensile massimo, definibile come il valore semiorario massimo raggiunto in un mese senza considerare il 2 % dei valori «picco» raggiunti in condizioni eccezionali. In Ticino questo limite di $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato superato anche nel 2018, raggiungendo il valore massimo a Brione sopra Minusio ($226 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Dall'illustrazione grafica dei 98esimi percentili mensili massimi (p. 24) si osserva l'esistenza di un gradiente sud-nord. A causa dell'estate 2018 caratterizzata da condizioni meteo estreme, tale gradiente si presenta tuttavia più livellato rispetto agli anni precedenti, con i valori più elevati registrati nel Sottoceneri e che con l'eccezione di Brione sopra Minusio tendono a diminuire man mano che ci si sposta verso nord. Per la seconda volta in assoluto dopo il 2017, il 2018 eguaglia inoltre il primato di 8 mesi consecutivi (marzo-ottobre) durante i quali è stato superato il limite OIAt.

“**Ridurre la quantità degli ingredienti è la ricetta per un'aria povera di ozono.**”

L'evoluzione

La situazione per l'ozono rimane insoddisfacente su tutto il territorio cantonale. Sia nelle località con una forte concentrazione di precursori, sia in luoghi lontani da fonti di emissione le concentrazioni superano durante centinaia di ore l'anno il limite OIAt, quando la legge permette una sola ora di superamento.

Nonostante la forte dipendenza da fattori meteorologici quali soleggiamento e temperatura, l'evoluzione del numero di superamenti dipende infatti anche dalle concentrazioni di diossido di azoto e composti organici volatili quali “ingredienti” nelle reazioni chimiche che portano alla formazione dell'ozono. Senza nulla togliere al fatto che una riduzione del carico di ozono quale inquinante secondario è possibile solo agendo sui suoi precursori, va doverosamente precisato che, a causa della complessità delle reazioni chimiche, a una riduzione dei precursori non corrisponde una diminuzione altrettanto sensibile delle concentrazioni nell'aria. Ciò sembra essere confermato dall'evoluzione del numero di superamenti, (v. Figura 8), i quali – fatta eccezione per il 2003 – si muovono entro un intervallo che nel tempo è rimasto praticamente costante.

Nonostante la formazione d'importanti quantitativi di ozono sia un fenomeno tipico dei mesi estivi, durante gli ultimi anni l'aumento di giornate estive o persino tropicali al di fuori di questi mesi ha influito in maniera sensibile sul numero di superamenti: in questo senso le primavere 2017 e 2018 si piazzano al 3° e 4° posto tra le più calde di sempre, mentre al Sud delle Alpi l'autunno 2018 è stato il più caldo in assoluto dall'inizio delle misurazioni.

Più confortante appare invece l'evoluzione del numero di superamenti della soglia d'informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e della soglia d'allarme ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$): la minor presenza nell'aria di precursori dell'ozono sembrerebbe aver ridotto tale numero rispetto al passato, così come le concentrazioni orarie massime raggiunte durante le giornate più critiche.

Figura 7 – 98° percentile mensile massimo di ozono nel 2018

- Immissioni O₃ µg/m³
- Superamento limite OIAt 100 µg/m³

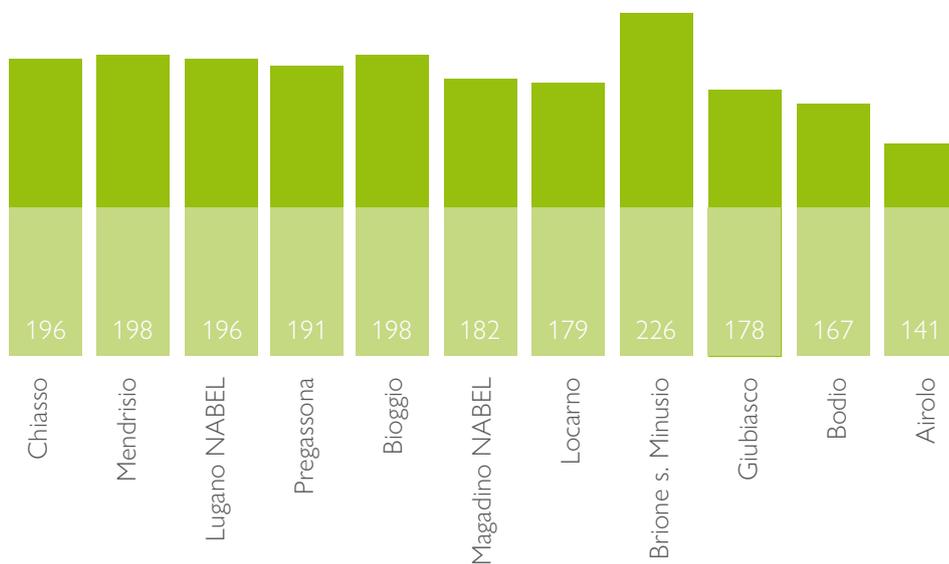
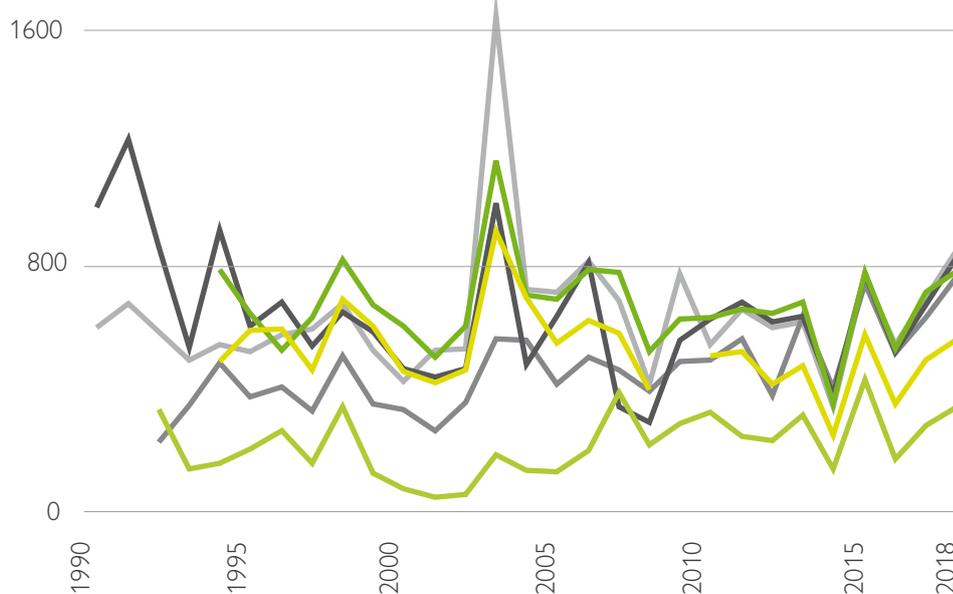


Figura 8 – Evoluzione del numero di superamenti del limite orario per l'ozono in ore

- Chiasso
- Bioggio
- Brione
- Lugano NABEL
- Bodio
- Magadino NABEL



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 Jungfrauoch, a 3'580 m s.l.m. L'ozono è una delle componenti principali del cosiddetto smog fotochimico estivo. Si forma sotto l'effetto dei raggi solari a partire dagli ossidi di azoto (NO_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 quindi durante le giornate estive molto calde e poco ventose 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. Al Sud delle Alpi – durante gli episodi di smog estivo – negli ultimi anni le punte di ozono si situano fra i 200 e i 300 $\mu g/m^3$. Questo carico può essere scomposto in una frazione di origine naturale di 20 $\mu g/m^3$ 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 $\mu g/m^3$. I rimanenti 140 $\mu g/m^3$ 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 $\mu g/m^3$

- 70 $\mu g/m^3$ – Ozono prodotto localmente dovuto alle emissioni in un raggio di 50 km
- 70 $\mu g/m^3$ Ozono dal «serbatoio» dovuto alle emissioni in un raggio di 200 – 1000 km
- 40 $\mu g/m^3$ Ozono di fondo dovuto alle emissioni di tutta Europa
- 20 $\mu g/m^3$ 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 fini (PM10 e PM2.5)



Il 2018

L'andamento stagionale tipico delle polveri fini è da ricondurre a due fattori. Da un canto vi è l'attivazione di fonti «invernali» quali gli impianti di riscaldamento a olio e legna, dall'altro la formazione di inversioni termiche, molto più marcata durante i mesi più freddi dell'anno. Durante l'inversione l'aria è stratificata, il suo rimescolamento in verticale limitato o assente e di conseguenza le emissioni locali si accumulano per più giorni, caricando sempre più l'aria di particelle in sospensione.

Il bilancio annuale delle PM10 per il 2018 presenta una forte diminuzione, sia dei giorni con superamento del valore limite giornaliero ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sia delle medie annue. Per quanto riguarda il Sottoceneri, quale regione particolarmente interessata dallo smog invernale, questi dati sono inoltre i più bassi registrati dall'inizio delle misurazioni, sebbene Chiasso ($21 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e Mendrisio ($24 \mu\text{g}/\text{m}^3$) siano le uniche due stazioni di misura a rimanere al di sopra del limite annuo di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nelle altre località le medie annue sono invece di poco superiori ai rispettivi minimi storici registrati nel 2014.

Anche la media annua di tutte le stazioni di misura della rete ticinese diminuisce di un'ulteriore unità a $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rispetto ai primati del 2016 e 2014, e quindi nuovamente al di sotto del limite annuo OIAt dopo il temporaneo peggioramento del 2017, ($21 \mu\text{g}/\text{m}^3$) quando ben 7 stazioni di misura presentavano una media annua non conforme alla legge.

Per quanto riguarda il numero di superamenti del valore limite giornaliero, a prescindere dal miglioramento registrato nel 2018, la situazione continua a essere non conforme su gran parte del territorio, e questo nonostante dal 1. giugno 2018 l'OIAAt permetta tre superamenti (e non più uno solo) del valore limite giornaliero (v. figura 13).

Osservando nel dettaglio le differenze regionali, analogamente a quanto riscontrabile per l'ozono, è evidente come anche per le polveri fini esista un "gradiente" sud-nord del carico ambientale, con 24 giorni di superamento a Mendrisio che si contrappongono allo zero di Airolo, a testimonianza di come il Sottoceneri sia la regione maggiormente interessata dall'inquinamento da polveri fini, laddove la maggiore quantità di sostanze emesse o risollevate nell'aria, la vicinanza alla Pianura padana e la frequenza delle inversioni termiche giocano un ruolo determinante per il carico ambientale di questa regione.

L'evoluzione

Come ben si evince dalla figura 12, l'evoluzione delle medie annue di PM10 in Ticino attesta un lento e costante miglioramento, tanto che dal 2006 la media annua ponderata di tutte le stazioni di misura è diminuita da 33 a 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con una riduzione del 45% circa.

Sebbene nel 2018 solamente due stazioni di misura presentino delle medie annue superiori al limite OIAAt, è molto importante tenere sempre presente la strettissima dipendenza di questi valori dalle condizioni meteorologiche, le quali rendono impossibile prevedere le variazioni tra un anno e l'altro, e che durante gli anni con condizioni sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti portano a un peggioramento della situazione. Per questo motivo si conferma nel modo più assoluto la necessità di proseguire la lotta contro lo smog invernale. Lo strumento principale, sono i provvedimenti contenuti nel piano di risanamento dell'aria (PRA), che hanno l'obiettivo di ridurre il più possibile le emissioni prodotte dalle diverse fonti, che per le polveri fini sono rappresentate dal traffico veicolare in costante aumento, dagli impianti di riscaldamento a legna e dal settore industriale.

PM2.5: nuovo limite OIAAt

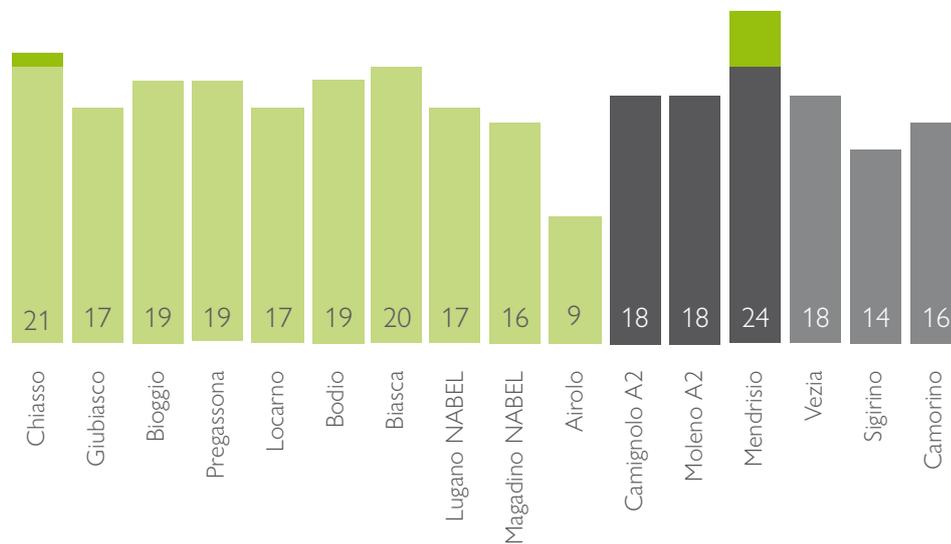
Così come già avviene da diversi anni nelle stazioni della rete nazionale NABEL, dal 2016 anche la rete cantonale rileva le concentrazioni delle PM2.5, le polveri fini con diametro inferiore a 2.5 μm (0.0025 mm). Nel 2018 quattro località (Brione s. Minusio, Airolo, Locarno e Pregassona) si aggiungono alla rete, per un totale di 11 punti di misura di questo inquinante. La figura 11 rappresenta le medie annue per il 2018, che è anche l'anno a partire dal quale l'OIAAt fissa un limite di 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, corrispondente al valore raccomandato dall'Organizzazione mondiale della sanità. In base ai dati pluriennali delle stazioni NABEL, si osserva che le PM2.5 costituiscono circa il 60-75% della massa delle PM10. A dipendenza delle caratteristiche del punto di misura questa variabilità è riscontrabile anche nelle medie annue misurate in Ticino (cfr. figure 10 e 11). Sempre a livello svizzero risulta inoltre che dal 1998 il carico di PM2.5 nell'aria è diminuito di oltre il 40%.

“**Nel 2018
minimi
storici nel
Sottoceneri.**”



Figura 10 – Medie annue delle PM10 nel 2018, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- Immissioni PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Superamento limite OIAt PM10 $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Fonte PM10: autostrada
- Fonte PM10: cantieri ATG

**Figura 11** – Medie annue delle PM2.5 nel 2018, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- Immissioni PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Superamento limite OIAt PM2.5 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Fonte PM2.5: autostrada

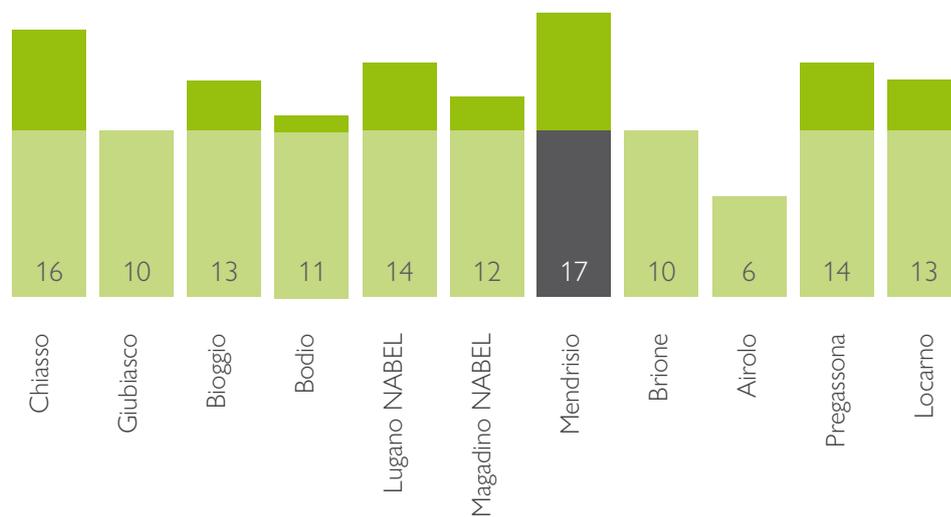


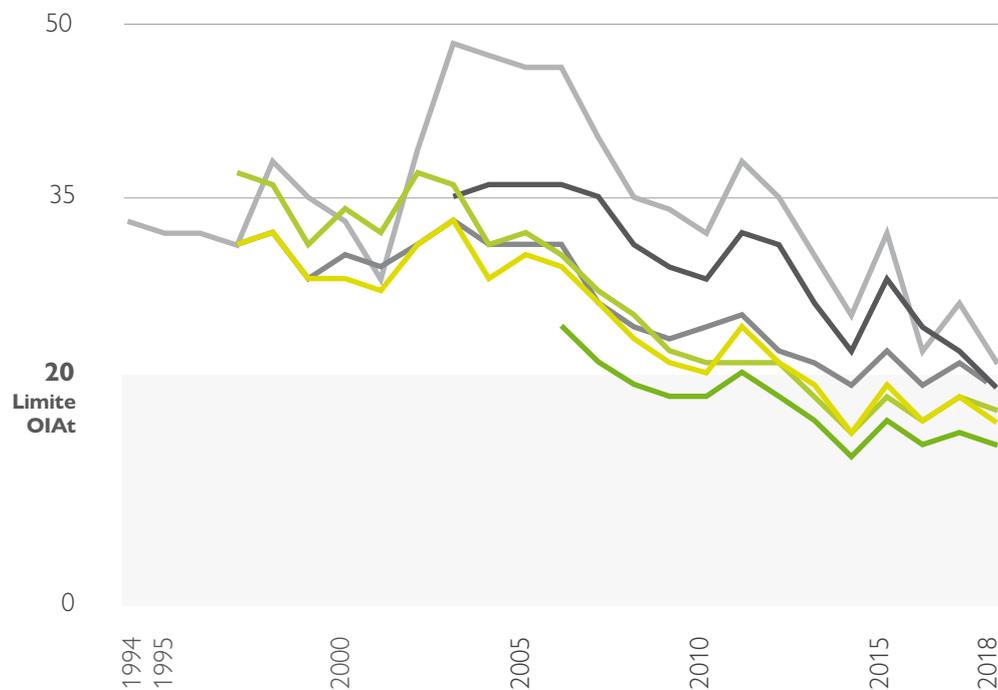
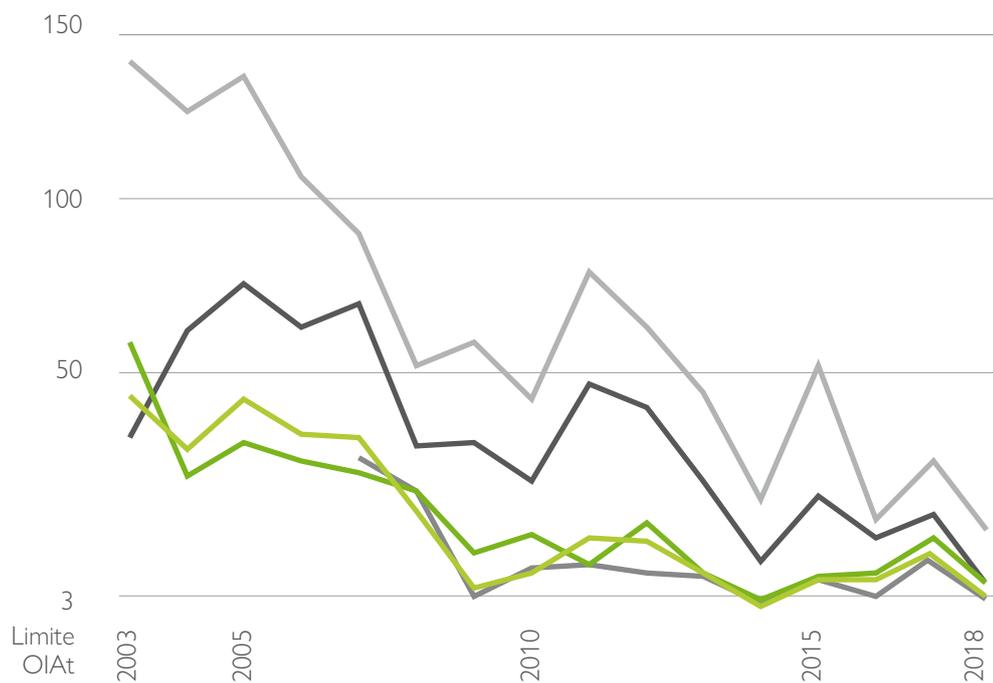
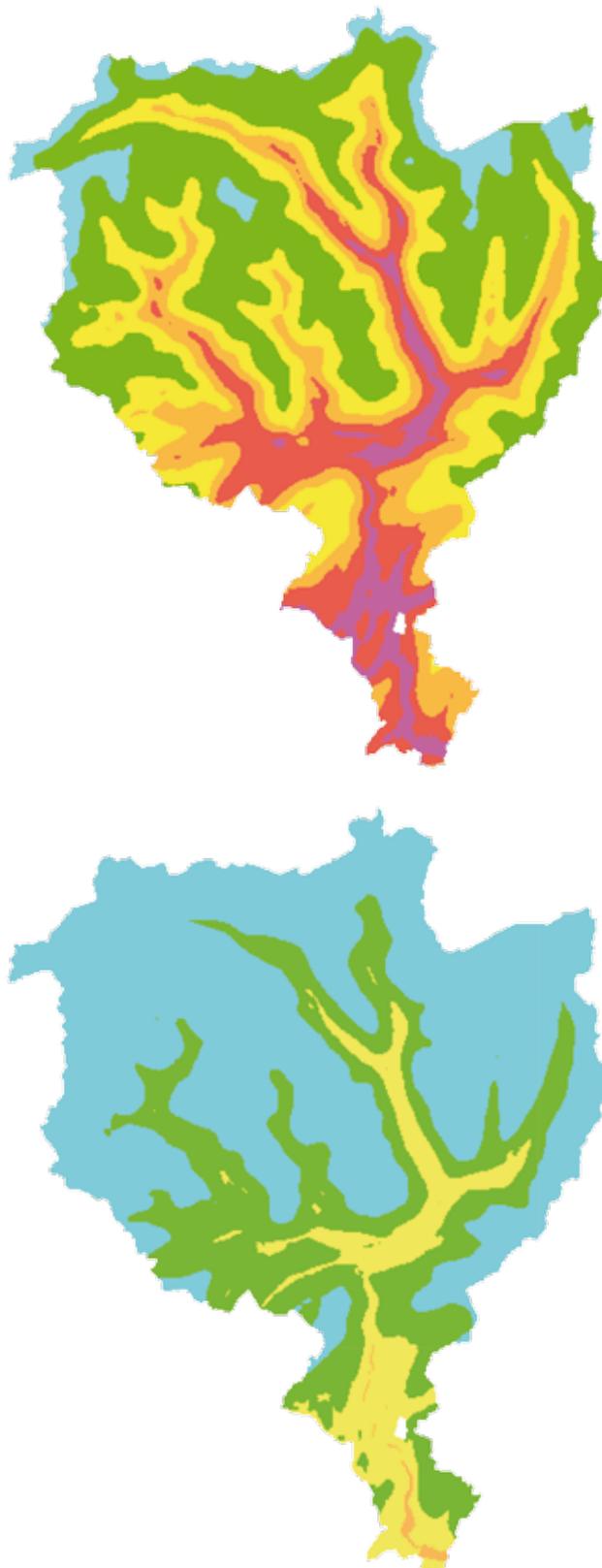
Figura 12 – Evoluzione delle medie annue delle PM10, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ **Figura 13** – Evoluzione del numero di superamenti del limite giornaliero

Figura 14 – Immissioni di PM10 in Ticino nel 1998 (sopra) e 2018 (sotto)



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 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 µg/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 fini (PM10)	20 µg/m ³	Valore annuo medio (media aritmetica)
Polveri fini (PM2.5)	50 µg/m ³	Valore medio su 24h; può essere superato al massimo 3 volte all'anno
	10 µg/m ³	Valore annuo medio (media aritmetica)
Piombo (Pb) nelle polveri fini	0.5 µg/m ³	Valore annuo medio (media aritmetica)
Cadmio (Cd) nelle polveri fini	1.5 ng/m ³	Valore annuo medio (media aritmetica)
Polveri in ricaduta totali	200 mg/(m ² xd)	Valore annuo medio (media aritmetica)
Piombo (Pb) nelle polveri in ricaduta	100	Valore annuo medio (media aritmetica)
Cadmio (Cd) nelle polveri in ricaduta	2 µg/(m ² xd)	Valore annuo medio (media aritmetica)
Zinco (Zn) nelle polveri in ricaduta	400 µg/(m ² xd)	Valore annuo medio (media aritmetica)
Tallio (Tl) nelle polveri in ricaduta	2 µg/(m ² xd)	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
Pb	Piombo
PM10	Polveri fini con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (0.01 mm)
PM2.5	Polveri fini con diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm (0.0025 mm)
PM1	Polveri fini 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.

Felber Dietrich D. 2014

Inquinamento atmosferico e salute. Panoramica degli effetti.

Ufficio federale dell'ambiente, Berna.

Studi sull'ambiente n. 1425: 15 pagg.

BAFU 2017: NABEL - Luftbelastung 2016. Messresultate des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (NABEL).

Bundesamt für Umwelt, Bern.

Umwelt-Zustand Nr. 1624: 132 pagg.

Per ulteriori informazioni

**Ufficio dell'aria, del clima
e delle energie rinnovabili**

Divisione dell'ambiente
Dipartimento del territorio

Via Franco Zorzi 13
6500 Bellinzona
tel. +41 91 814 29 70

www.ti.ch/aria

Capoufficio
Mirco Moser

Citazione

UACER
Rapporto qualità dell'aria 2018
Dipartimento del territorio
del Cantone Ticino (Ed.)
Bellinzona, giugno 2019

