“Qualità dell’*aria* in Ticino”

Rapporto 2020

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

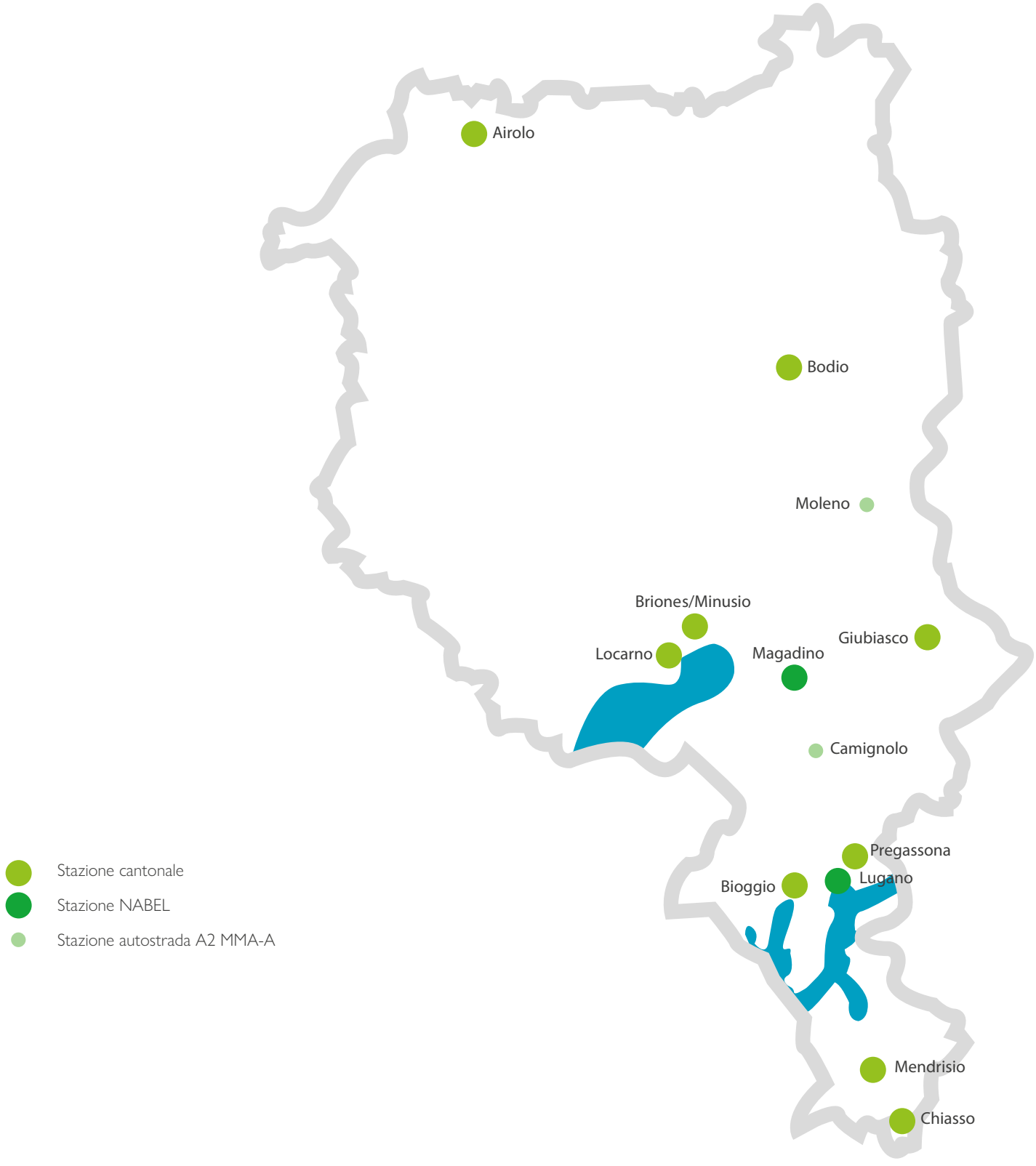
Il rilevamento della qualità dell'aria

L'Ordinanza federale contro l'inquinamento atmosferico, OIAt, 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'OIAt sono:

- sorvegliare lo stato e lo 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, a estendere la rete con nuove stazioni, per esempio quelle per monitorare i cantieri di AlpTransit (ATG) oppure quella presente dal 2016 ad Airolo per monitorare dapprima i lavori e successivamente gli effetti del raddoppio della galleria del San Gottardo. Con le stazioni di Moleno e Camignolo s'intende invece monitorare gli effetti del traffico sull'ambiente lungo l'autostrada A2, nell'ambito del progetto Monitoraggio delle misure di accompagnamento - Ambiente MMA-A, promosso dall'Ufficio federale dell'ambiente nell'ambito dell'applicazione della Legge federale sul trasferimento del traffico merci, e che prevede il rilevamento di dati concernenti la qualità dell'aria e il livello dei rumori presso sette stazioni di misurazione lungo le strade nazionali A2 e A13.
Tutti i dati sull'aria (valori semiorari, giornalieri, mensili e annuali), assieme a svariati altri parametri rilevati su tutto il territorio (meteorologia, inquinamento fonico, inquinamento luminoso, ecc.) confluiscono nell'Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana (OASI) e sono consultabili e scaricabili dal sito www.ti.ch/oasi.

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



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.
La rete di rilevamento viene quindi continuamente adeguata alle mutevoli situazioni di carico (dovute per esempio alla realizzazione di impianti) 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.

La rete delle stazioni di misura è lo strumento di verifica della qualità dell'aria ticinese (Figura 1). Comprende in primo luogo 9 stazioni di misura situate a Chiasso, Mendrisio, Bioggio, Pregassona, Locarno, Brione s/Minusio, Giubiasco, Bodio e Airolo. A partire dagli anni Novanta la rete cantonale di base monitora lo stato dell'aria in diverse ubicazioni caratteristiche di una determinata situazione (agglomerato, campagna, centro città, zona industriale, asse di transito). A questa si integrano 2 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), quelle di Moleno e Camignolo (gestite dall'OASI per conto dell'UFAM nell'ambito del progetto MMA-A) per monitorare gli effetti del traffico sull'autostrada A2 e due punti di misura delle PM10 a Sigirino e Biasca.

Ai dati delle 13 stazioni di misura presenti in Ticino si aggiungono quelli provenienti da ulteriori rilevamenti: il diossido di azoto, NO_2, per esempio, viene determinato anche tramite campionatura passiva in circa 160 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 sull'arco di un anno. I dati sono trasmessi e pubblicati praticamente in tempo reale, cosicché oggigiorno chiunque può accedere in ogni momento alle informazioni sullo stato dell'aria, sia tramite il sito www.ti.ch/oasi, sia attraverso l'applicazione gratuita per Smartphone airCHeck. Questa velocità di trasmissione e di elaborazione delle informazioni permette inoltre di intervenire immediatamente in caso di forte inquinamento: da una parte le autorità possono adottare il concetto di «misure d'urgenza» nel caso di episodi di smog acuto, mentre dall'altra la popolazione può informarsi e adattare i propri comportamenti in funzione dei livelli di inquinamento atmosferico presenti.

OASI, l'Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana

La rete cantonale di rilevamento della qualità dell'aria è integrata nell'Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana (www.ti.ch/oasi), gestito dall'Ufficio del monitoraggio ambientale del Dipartimento del territorio. Nato nel 2002, 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. 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: anche con l'app di MeteoSvizzera

Ideata e gestita dall'OASI, uno strumento del 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 e Android.
A partire dal 2017 MeteoSvizzera ha ampliato l'offerta della propria applicazione «MeteoSwiss» 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

Forte riduzione delle concentrazioni, 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 che illustra la variazione del carico inquinante in Ticino tra il 1990 ed il 2020. Chiara è quindi la tendenza al miglioramento, seppur con differenze importanti a dipendenza della sostanza inquinante: le concentrazioni degli inquinanti primari, emessi direttamente da una fonte di emissione, quali il diossido di zolfo (SO_2), il monossido di carbonio (CO), il diossido di azoto (NO_2) e parzialmente primari, quali le polveri fini (PM10), sono diminuite in modo notevole; per contro un inquinante a carattere secondario come l'ozono (O_3), che si forma in un secondo tempo attraverso delle reazioni chimiche nell'atmosfera a partire da altre sostanze inquinanti, presenta una diminuzione meno pronunciata.

…per il rispetto di tutti i limiti di legge rimane ancora molta strada da fare.

Malgrado l'evoluzione generale favorevole, diversi valori limite fissati dalla legge rimangono superati. In tutte le zone del Cantone (urbane, suburbane e rurali) l'ozono e le 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 quanto riguarda SO_2 e CO, il rispetto dei valori limite OIAt è garantito da molto tempo: le loro concentrazioni, che nei decenni passati erano fonte di preoccupazione, raggiungono nel 2020 a Lugano il 7 rispettivamente l'8% del limite di legge. A Bodio le concentrazioni di SO_2, pur rimanendo entro i limiti di legge, sono influenzate dalle emissioni di una ditta attiva nel settore della produzione di grafite.

Per far fronte a questa situazione non conforme alla legge e contrastare l'inquinamento occorre quindi implementare i provvedimenti 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'OIAt 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* OIAt per NO_2 e O_3, CL NO_x **
Polveri fini (PM10)	ca. 50%	VLI* OIAt per PM10
Composti organici volatili (COV)	ca. 50%	VLI* OIAt per O_3 e PM10
Ammoniaca (NH_3) Sostanze cancerogene (es. fuliggine, Benzene, Toluene e Xilene)	ca. 35% Riduzione massima possibile, in quanto non esiste una soglia al di sotto della quale non si abbiano effetti cancerogeni	VLI* OIAt per PM10 e O_3 , CL NO_x** -

** VLI OIAt; valore limite d'immissione fissato dall'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.*

Figura 2 – Variazione percentuale delle immissioni nell'intervallo 1990–2020. Per le PM10 le misurazioni sono iniziate nel 1998.

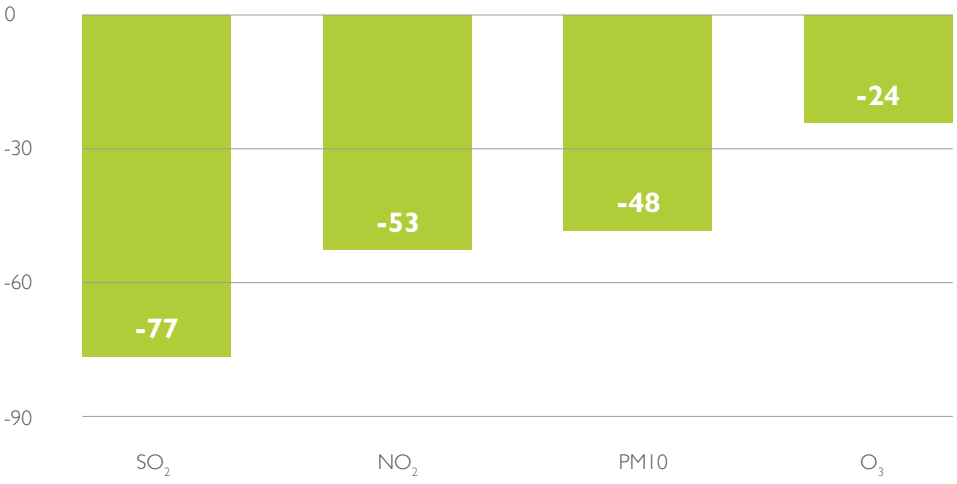
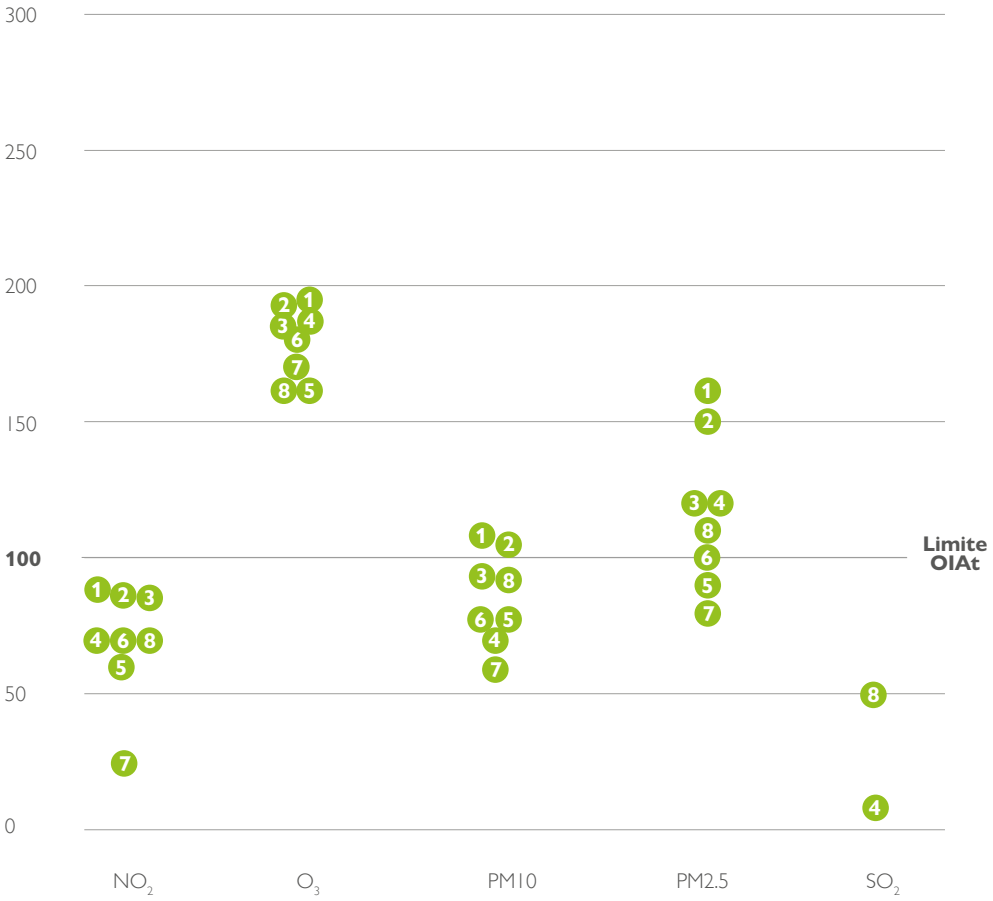


Figura 3 – Carico medio al quale è stata esposta la popolazione in Ticino nel 2020. La figura indica per ognuno degli inquinanti il valore percentuale rispetto al valore limite permesso dalla legge (la media annua per diossido di azoto, polveri fini - PM10 e PM2.5 - e diossido di zolfo, e la media oraria massima per l'ozono).

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



L’aria in Ticino nel 2020: quasi tutto bene.

Diossido d'azoto (NO_2): minor carico ambientale grazie al Lockdown, ma non solo...

In Ticino la fonte principale di NO_2 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'OIAt (30 µg/m^3) siano registrati soprattutto nei principali agglomerati, lungo le strade maggiormente trafficate e naturalmente lungo l'asse di traffico dell'A2. 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 s/Minusio, dove il valore limite è ampiamente rispettato.

Nel 2020 le medie annue di NO_2 sono inferiori al limite stabilito dall'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico in quasi tutte le stazioni di misura della rete cantonale (Figura 4). Unica eccezione la stazione di misura di Camignolo, situata direttamente a lato dell'autostrada in un luogo distante dalle zone abitate e quindi non particolarmente rappresentativo per descrivere l'esposizione della popolazione alle immissioni di NO_2. Il bilancio positivo delle medie annue di tutte le stazioni di misura rispetto agli anni precedenti si traduce inoltre anche nel 2020 nel raggiungimento di un nuovo minimo storico, che va ad allungare una serie di primati stabiliti con notevole frequenza e regolarità durante gli ultimi anni (2019, 2018, 2016 e 2014).

Oltre al forte influsso delle condizioni meteorologiche sulle concentrazioni – e naturalmente all'effetto positivo sulla qualità dell'aria derivante dalle misure di contenimento del Covid-19 durante il periodo tra marzo e maggio 2020 – la tendenza al miglioramento sembra essersi accentuata nel corso dell'ultimo decennio grazie soprattutto al miglioramento tecnologico e ai provvedimenti per la riduzione delle emissioni.

Ozono (O_3): immissioni sempre eccessive

La formazione dell'ozono nell'aria che respiriamo dipende fortemente dalla presenza dei suoi precursori (principalmente gli ossidi di azoto e i 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 variabilità, il che rende praticamente impossibile prevedere un trend delle concentrazioni e del numero di superamenti del limite orario. Certo è che anche nel 2020 i limiti d'immissione rimangono superati su tutto il territorio cantonale, sia nei luoghi fortemente urbanizzati che in quelli periferici oppure alle quote più elevate.

Dal punto di vista meteorologico il semestre estivo 2020 (aprile-settembre) ha presentato una serie di condizioni che hanno portato a una diminuzione, rispetto all'anno precedente, del numero complessivo di ore durante le quali è stato superato il valore limite orario per l'ozono. Nonostante i mesi di aprile e settembre siano stati particolarmente soleggiati e asciutti, con condizioni ideali per la formazione dell'ozono, a influire in modo preponderante sul numero di superamenti è stata un'estate con una temperatura media e un soleggiamento solo leggermente superiori alla norma, con un mese di luglio – cruciale per il bilancio annuo delle immissioni di ozono – caratterizzato da un caldo moderato, condizioni meteorologiche sempre piuttosto variabili e solo poche giornate tropicali.

Polveri fini (PM10): concentrazioni in lieve rialzo

Nel contesto di un trend positivo in atto da una dozzina di anni circa, le medie annue delle PM10 per il 2020 si attestano leggermente al di sopra dell'anno precedente, caratterizzato a sua volta dai valori più bassi in assoluto dall'inizio delle misurazioni. Con particolare riferimento alle stazioni di Chiasso e Mendrisio, le rispettive medie annue di 23 e 21 µg/m^3 ritornano quindi a superare il limite stabilito dall'Ordinanza federale contro l'inquinamento atmosferico (20 µg/m^3). Nonostante una diminuzione delle emissioni durante i mesi di confinamento, a pesare maggiormente sul bilancio delle polveri fini (PM10 e PM2.5) è stato il periodo asciutto a Sud delle Alpi durante i mesi di gennaio e febbraio (generalmente i più critici per questo tipo di inquinante), con precipitazioni eccezionalmente scarse tra il 5 e il 10% della norma 1981-2010.

Nonostante la tendenza al miglioramento, in diverse zone del Cantone sono inoltre ancora piuttosto frequenti i giorni con una media giornaliera superiore al limite di legge (50 µg/m3), pure in leggero aumento rispetto ai minimi storici registrati nel 2019 e per i quali l'OIAt permette al massimo 3 superamenti annui. Il limite OIAt di 10 µg/m^3 introdotto nel 2018 per la media annua delle polveri fini con diametro inferiore a 2.5 micrometri (PM2.5) è superato in buona parte del Cantone.

Composti organici volatili (COV): forte riduzione delle concentrazioni

In Ticino diverse fonti contribuiscono alle emissioni di composti organici volatili (COV): oltre alle fonti antropiche – processi industriali e artigianali, economie domestiche e traffico stradale – i boschi rappresentano la sorgente più importante di COV, corrispondente a circa il 50-80% delle emissioni totali a seconda della stagione. Di conseguenza, durante il periodo di lockdown, la diminuzione delle attività umane non ha portato a una marcata diminuzione delle emissioni di COV, come invece è stato il caso per le emissioni di ossidi di azoto, questi ultimi di origine quasi unicamente antropica.

Annoverati assieme al diossido di azoto tra i principali precursori dell'ozono, le emissioni di 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 (OCOV) entrata in vigore nel 1997.

Anche a livello industriale l'evoluzione generale indica una tendenza favorevole, a riprova dell'efficacia delle tasse d'incentivazione applicate all'acquisto di sostanze o prodotti contenenti COV.

Le emissioni di benzene, per esempio, sono fortemente diminuite negli ultimi anni, soprattutto grazie alla riduzione del contenuto ammissibile di benzene nei carburanti e nel recupero dei vapori nelle stazioni di servizio e nei depositi di carburante. Se ancora nel 2000 l'esposizione media della popolazione si aggirava attorno a 2.5 µg/m^3, le immissioni attuali si attestano su valori inferiori a 0.5 µg/m^3 in quasi tutte le località (fonte: UFAM).

Ciononostante, gli attuali livelli di benzene rimangono troppo elevati e rappresentano per la popolazione un rischio di cancro superiore al livello considerato tollerabile dalla Commissione federale d'igiene dell'aria. Le emissioni derivanti dai processi di combustione e dall'evaporazione di combustibili e carburanti devono quindi essere ulteriormente ridotte.

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, mentre due 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).

2020: l'essenziale in breve

Anche nel 2020 gli inquinanti che superano i limiti fissati dall'OIAt 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 e conformi ai rispettivi limiti di legge. 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 oltre che dalle condizioni atmosferiche anche dalle emissioni locali (preponderanti per lo smog invernale) e dall'influsso dell'aria su scala regionale e continentale (preponderante per lo smog estivo).

La figura 3 mostra il carico medio al quale è stata esposta la popolazione in Ticino nel 2020. Essa indica per ognuno degli inquinanti il valore percentuale rispetto al valore limite permesso dalla legge (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).

Nonostante delle condizioni meteorologiche spesso favorevoli all'accumulo di inquinanti nell'aria e quindi all'aumento delle concentrazioni, nel 2020 le misure di contenimento della pandemia e in modo particolare il periodo di Lockdown durante i mesi di marzo e aprile hanno causato una drastica diminuzione delle emissioni degli ossidi di azoto, delle quali circa il 70 % è prodotto dal traffico stradale, e il restante dal settore industriale e dalle economie domestiche. Ciò si traduce nel raggiungimento – per il terzo anno consecutivo – di nuovi minimi storici per le medie annue del diossido di azoto. Per l'ozono e le polveri fini la relazione tra le misure di contenimento e la variazione del rispettivo carico ambientale è invece meno evidente.

Oltre che dalle fonti di emissione e dall'influsso pluriennale positivo derivante dal progresso tecnologico, il bilancio delle immissioni per il 2020 è determinato anche dalle condizioni meteorologiche, e in particolare dai seguenti fattori: per le polveri fini e il diossido di azoto l'inverno più mite in assoluto dall'inizio delle misurazioni, con i mesi di gennaio e febbraio eccezionalmente poveri di precipitazioni, e per l'ozono una stagione estiva che non rientra tra le più calde di sempre, pur dando continuità alla serie di estati molto calde dell'ultimo trentennio, con un una temperatura media di circa 1°C superiore alla norma e due ondate di calore moderate rispetto a quelle registrate nei due anni precedenti.

Diossido di azoto (NO_2)

Il 2020

Per il terzo anno consecutivo tutte le stazioni di misura presentano una diminuzione delle medie annue del diossido di azoto, stabilendo così anche nel 2020 un nuovo primato che va ad allungare la serie di minimi storici dall'inizio delle misurazioni nella seconda metà degli anni Ottanta. A differenza degli anni precedenti, nonostante condizioni meteorologiche durante il periodo invernale spesso sfavorevoli per la qualità dell'aria, la drastica diminuzione delle emissioni causata dai provvedimenti per il contenimento della pandemia ha influito sul bilancio annuo delle immissioni di NO_2.In termini quantitativi – sul periodo compreso tra metà marzo e inizio maggio 2020, e in confronto a quanto atteso dalla tendenza in diminuzione degli ultimi dieci anni – si registra una diminuzione di circa il 50 % delle concentrazioni lungo l'autostrada, del 35-40 % in città e periferia, e del 20 % nelle stazioni di misurazione ubicate in aree discoste, dove i valori riscontrati in questo periodo rappresentano il cosiddetto "inquinamento di fondo". Oltre agli effetti delle misure di confinamento sulle immissioni è d'altro canto importante osservare come, una volta ripristinati i volumi di traffico in seguito all'allentamento delle misure, le concentrazioni sono rimaste costantemente ben al di sotto dei valori minimi registrati nei 5 anni precedenti (2015-2019), nel contesto di un trend positivo in atto dall'inizio del decennio scorso.

Nel 2020 le medie annue di NO_2 in tutte le stazioni di misura rispettano il limite OIAt di 30 µg/m³, con l'unica eccezione di Camignolo, situata direttamente a lato dell'autostrada e quindi non rappresentativa per l'esposizione della popolazione alle immissioni di questo inquinante. Le medie annue per il 2020 rilevate presso le stazioni di Chiasso e Mendrisio (quest'ultima situata nelle vicinanze dell'asse autostradale) corrispondono pressappoco a quelle misurate a Brione sopra Minusio all'inizio degli anni Novanta, a dimostrazione dell'entità della riduzione delle concentrazioni sul lungo termine, e di come questo miglioramento sia da attribuire all'effettiva riduzione a livello locale delle emissioni del traffico motorizzato, del settore industriale e degli impianti di riscaldamento alimentati con combustibili fossili.
Nonostante si rilevino ancora dei superamenti puntuali del limite annuo lungo le vie di transito, la diminuzione generalizzata dei valori di NO_2 è chiaramente riscontrabile anche nelle medie annue ottenute dall'analisi dei campionatori passivi distribuiti sul territorio (circa 160 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'NO_2 stabilito dall'OIAt (80 µg/m³, con al massimo un solo superamento annuo per ogni stazione di misura), il bilancio è positivo e in ulteriore diminuzione rispetto ai due anni precedenti, passando da 3 a un unico superamento annuo registrato a Camignolo. In oltre 30 anni di misurazioni dell'NO_2 si tratta inoltre della prima volta che il numero di superamenti di ogni stazione di misura è conforme al suddetto limite di legge. In maniera del tutto analoga alle polveri fini e al diossido di zolfo, i giorni con le maggiori concentrazioni di NO_2 si registrano generalmente nei mesi da novembre a febbraio.

Figura 4 – Medie annue di diossido di azoto nel 2020, in µg/m³

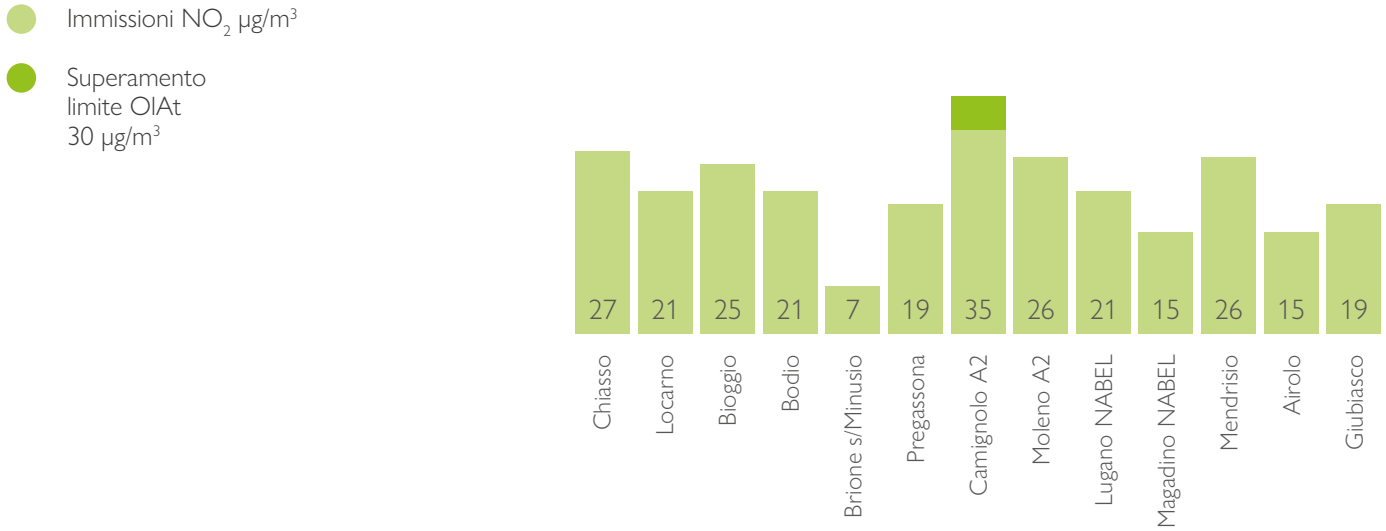


Figura 5 – Evoluzione delle medie annue di diossido di azoto, in µg/m³ in alcune stazioni di misura. I dati completi sono consultabili all'indirizzo www.ti.ch/oasi.

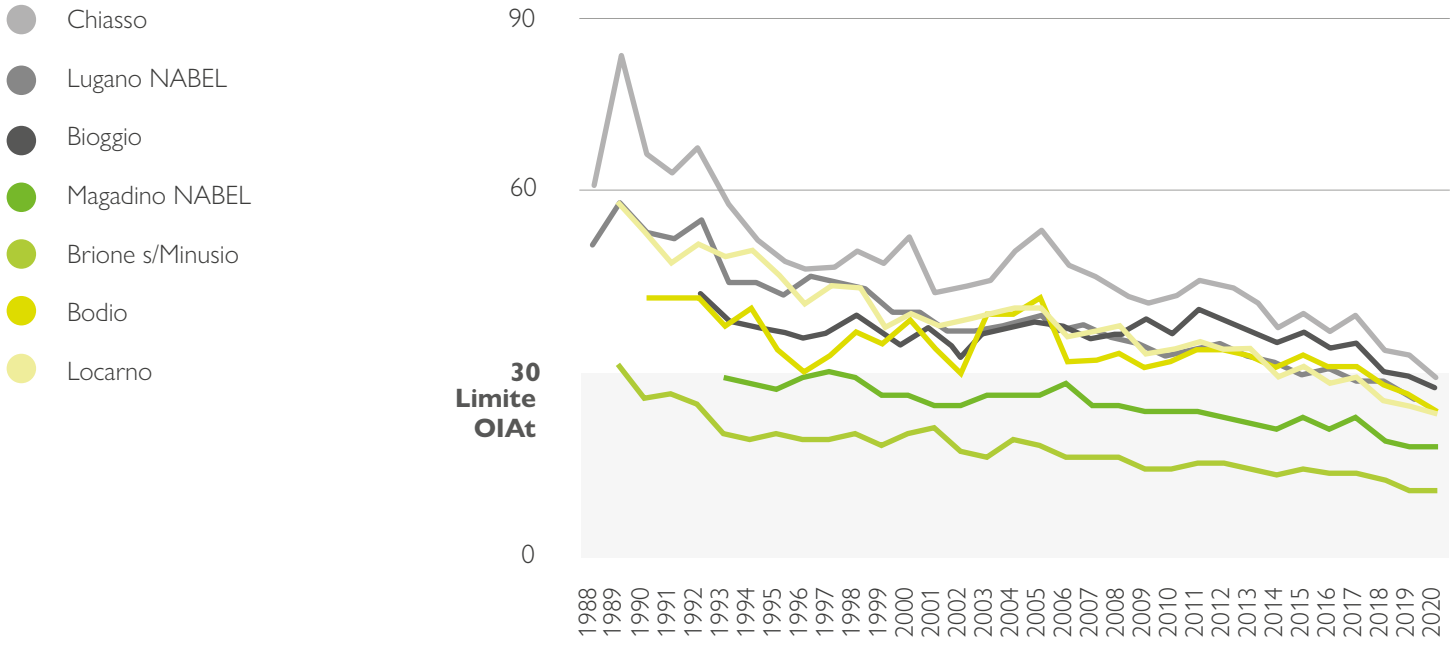
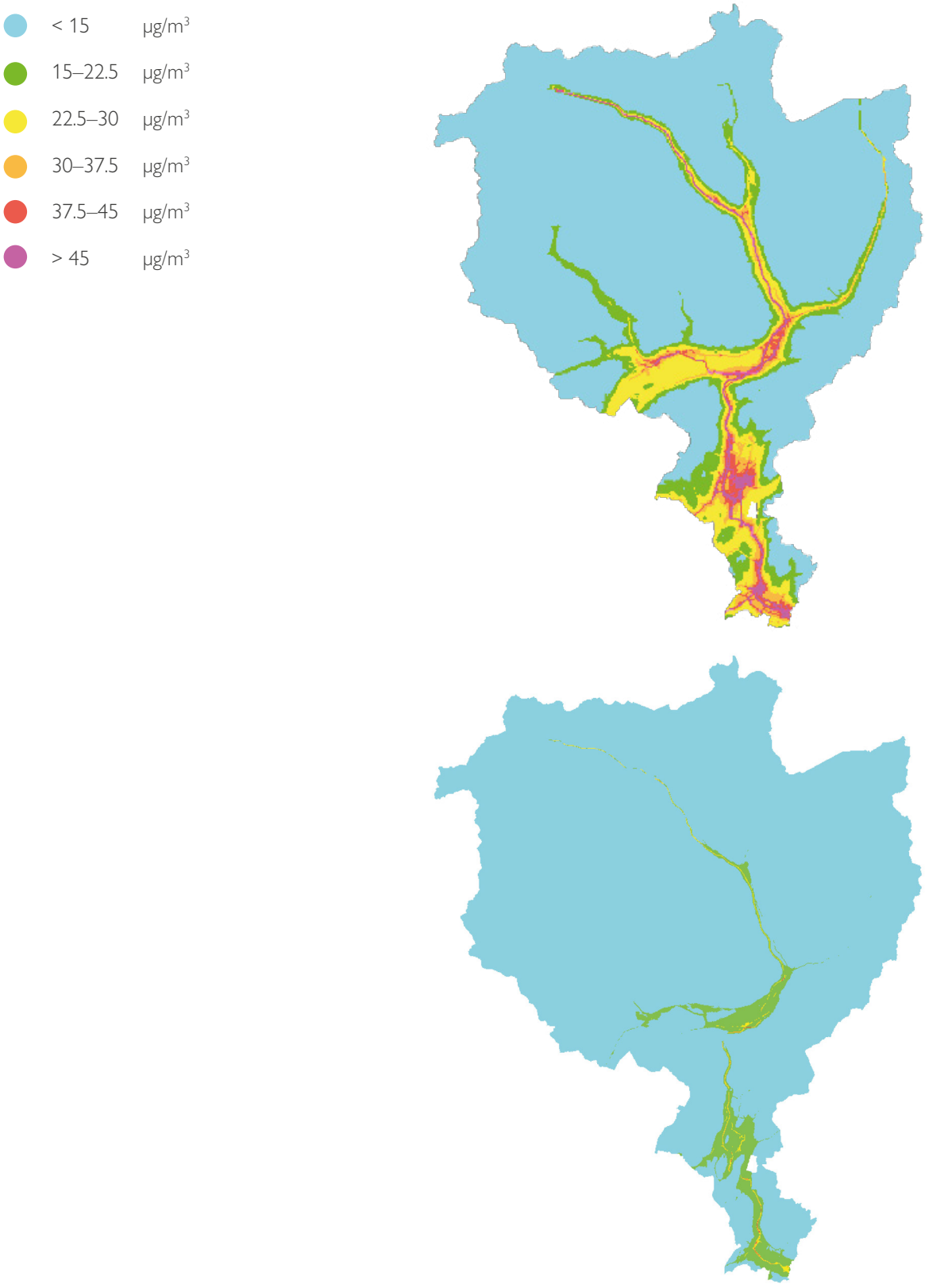


Figura 6 – Immissioni di diossido di azoto (media annua, limite OIAt 30 µg/m³) in Ticino nel 1990 (sopra) e 2020 (sotto). Le mappe delle immissioni per gli anni dal 1990 al 2020 sono consultabili all'indirizzo www.ti.ch/oasi



L'evoluzione

La rapida diminuzione delle concentrazioni di NO_2 durante gli anni Novanta, raggiunta grazie soprattutto all'introduzione del catalizzatore, ha subìto un rallentamento a partire 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 tecnologico dei veicoli. Una più marcata tendenza al miglioramento ha preso poi avvio all'inizio dell'ultimo decennio, con gli effetti del progresso tecnologico sulle emissioni che sembrerebbero essere di nuovo preponderanti rispetto all'aumento delle percorrenze chilometriche. Questa tendenza al miglioramento è anche corroborata da una serie di minimi storici delle medie annue di NO_2 registrati nel corso degli ultimi anni.
Per quanto riguarda l'evoluzione futura delle immissioni, i fattori chiave rimangono da una parte l'evoluzione del numero di veicoli (in particolare di quelli a propulsione elettrica) 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.

> **Emissioni dei veicoli: il progresso tecnologico porterà ad avere un adeguamento del parco veicoli, che sarà sempre più efficiente**

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. Questi ossidi sono il prodotto della combustione di carburanti e combustibili 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, PM10). Ulteriori informazioni consultando il link https://www.swisstph.ch/en/projects/ludok/effetti-sulla-salute/
Sull'ambiente e la natura: grandi quantità di NO_2 agiscono negativamente su animali, piante ed ecosistemi, in particolare attraverso l'apporto eccessivo di azoto nel terreno e nella falda. Smog estivo e ozono: gli ossidi di azoto sono fra i principali precursori dell'ozono.

Ozono (O_3)

Il 2020

Nonostante sia da annoverare tra le più calde dell'ultimo trentennio, con un una temperatura media di circa 1°C superiore alla norma, l'estate 2020 al Sud delle Alpi è risultata meno calda e meno soleggiata rispetto alla precedente. Contrariamente al 2019, malgrado due ondate di calore moderate, non si sono inoltre verificati episodi di smog estivo acuto tali da determinare l'introduzione di provvedimenti urgenti per la limitazione delle emissioni. In modo quasi scontato, anche il numero complessivo di ore con superamento del limite orario per l'ozono (120 µg/m^3) presenta per il secondo anno consecutivo una sensibile diminuzione, attestandosi su valori vicini alla media pluriennale (figura 8).

L'ozono del 2020 in cifre: il numero medio di superamenti del valore limite orario diminuisce da 633 ore nel 2019 a 547 nel 2020 (-14%). Grazie all'assenza di episodi di smog estivo acuto diminuiscono quasi ovunque anche le medie orarie massime raggiunte, così come le ore con superamento della soglia d'informazione alla popolazione (180 µg/m^3), e si riduce a zero il numero di ore di superamento della soglia d'allarme (240 µg/m^3), essendo la media oraria massima registrata a Chiasso pari a 238 µg/m^3.

A Brione s/Minusio, località in quota e lontana da fonti di emissione, le ore di superamento sono sullo stesso livello di quelle rilevate in località dove il carico inquinante dei precursori dell'ozono è molto più elevato. 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 s/Minusio; per questo motivo le concentrazioni rimangono spesso oltre il limite OIAt anche durante le ore notturne, influenzando in maniera considerevole il numero totale di superamenti.

Oltre al limite orario, un'altro limite di legge stabilito dall'OIAt per l'ozono è quello del 98° percentile mensile massimo, definibile come il valore semiorario massimo registrato in un mese senza considerare il 2% dei «picchi» raggiunti in condizioni eccezionali. In Ticino questo limite di 100 µg/m^3 è stato superato anche nel 2020, con i valori massimi nel Sottoceneri e a Brione s/Minusio oltre il doppio limite di legge. Dall'illustrazione grafica dei 98° percentili mensili massimi (figura 7) si osserva l'esistenza di un gradiente sud–nord, con il valore di Chiasso (202 µg/m^3) che si contrappone a quello di Airolo (123 µg/m^3). Ad eccezione della stazione di Giubiasco il limite del 98° percentile mensile è stato superato sull'arco di ben 7 mesi (aprile-ottobre): durante gli ultimi anni questa situazione si presenta sempre con maggiore frequenza, a testimonianza di come le giornate con temperature e irraggiamento solare molto elevati si verifichino sempre più spesso anche al di fuori dei mesi estivi, ad immagine del primato di 8 mesi consecutivi di superamento del limite registrati nel 2018 e nel 2017.

“Ridurre la quantità degli *ingredienti* nell' aria è la *ricetta* per una *dieta* 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 (principalmente ossidi di azoto e composti organici volatili), sia in luoghi lontani da fonti di emissione, le concentrazioni superano durante centinaia di ore l'anno il limite di legge, il quale permette una sola ora di superamento per ogni stazione di misura.
Oltre che da fattori meteorologici quali soleggiamento e temperatura, l'evoluzione del numero di superamenti dipende infatti anche dalle concentrazioni di ossidi di azoto e composti organici volatili, i precursori rappresentano gli “ingredienti” delle 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 e poiché le concentrazioni dipendono solo in parte dalle emissioni locali (figura 9), 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 di 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 influisce inoltre in maniera sensibile sul numero di superamenti, contribuendo a mantenere i valori elevati anche durante gli anni caratterizzati da mesi estivi poco favorevoli alla formazione dell'ozono.

Figura 7 – 98° percentile mensile massimo di ozono nel 2020, in µg/m³

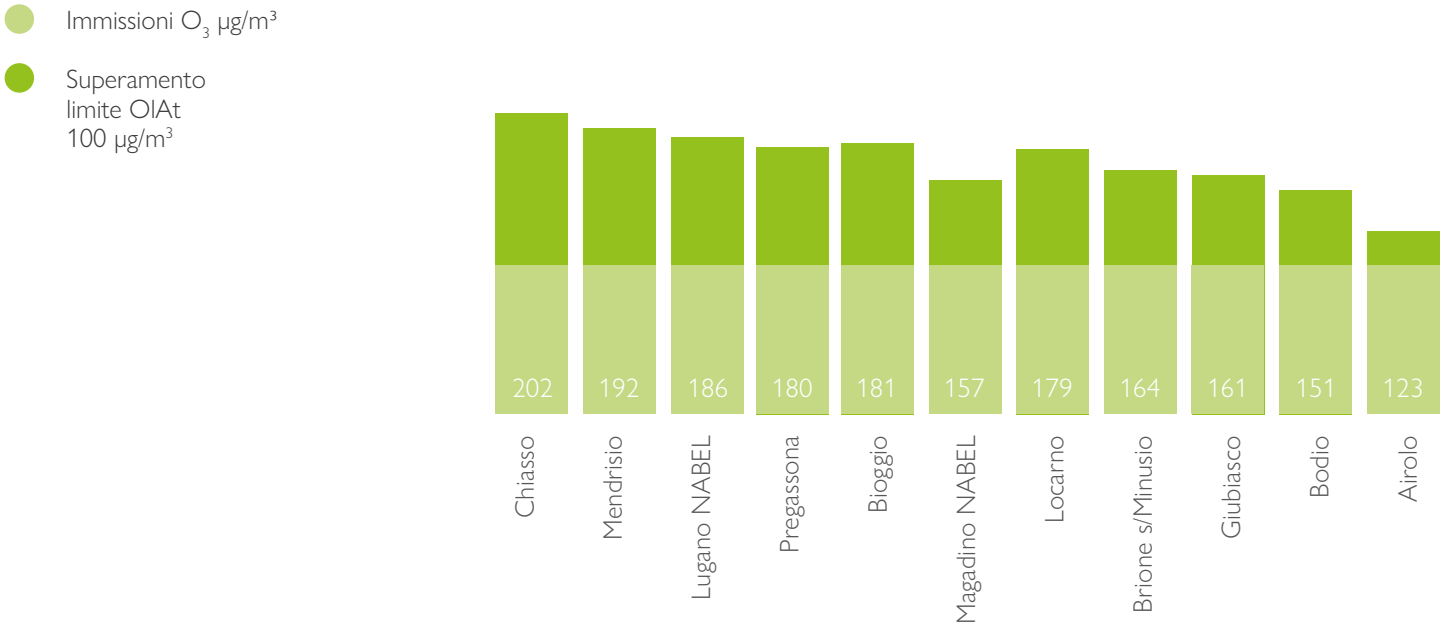
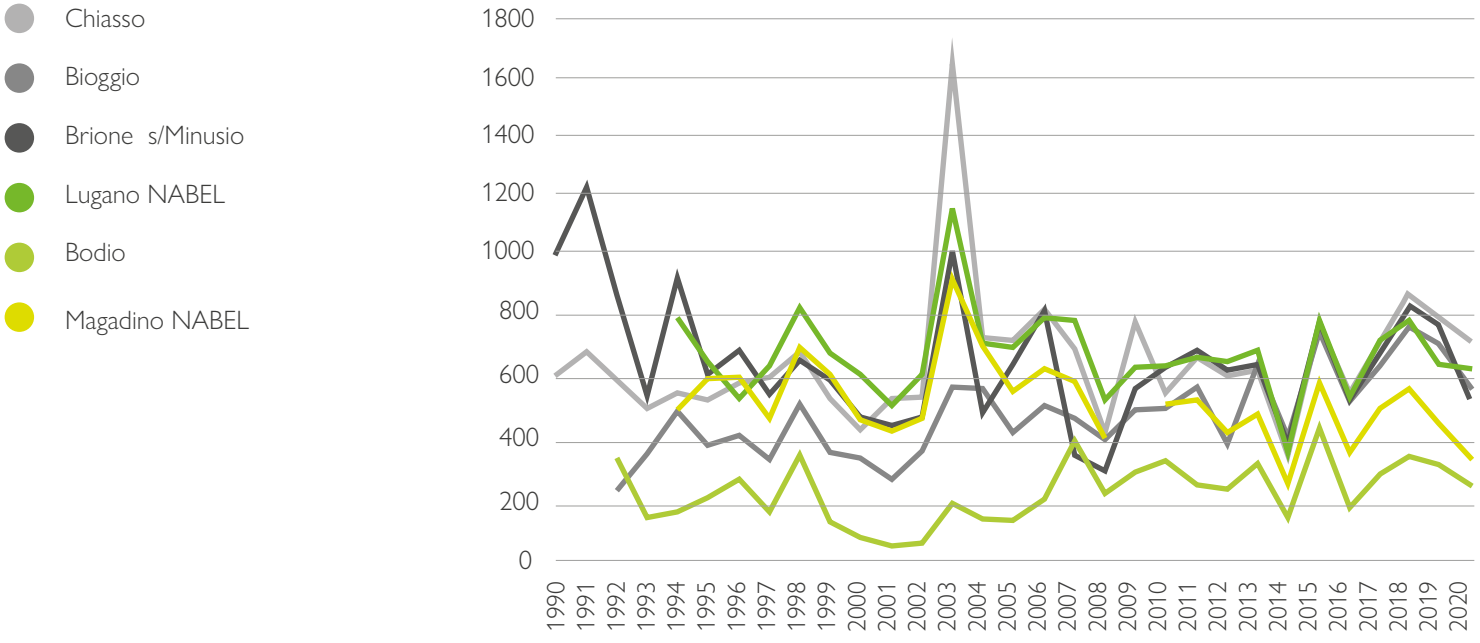


Figura 8 – Evoluzione del numero di superamenti del limite orario per l'ozono in alcune stazioni di misura. I dati completi sono consultabili all'indirizzo www.ti.ch/oasi.



Origine

L'ozono «troposferico», O_3, è presente normalmente negli strati bassi dell'atmosfera, e quindi nell'aria che respiriamo. In situazioni 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, principalmente a partire dagli ossidi di azoto (NO_x) e dai composti organici volatili (COV), i cosiddetti precursori dell'ozono prodotti dalle attività umane. Oltre a quelli citati esistono moltissimi altri precursori dell'ozono, di origine sia antropica che naturale, i quali contribuiscono alla formazione a alla distruzione di questo inquinante attraverso circa una dozzina di reazioni chimiche. L'entità di questo processo dipende dall'intensità dell'insolazione e dalle concentrazioni dei precursori. 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 sono attestate fra i 200 e i 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. Esse 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. Ulteriori informazioni consultando il link https://www.swisstph.ch/en/projects/ludok/effetti-sulla-salute/
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. A causa del suo potere ossidante aggredisce e contribuisce a deteriorare anche materiali organici, come plastiche, vernici o fibre tessili.

Polveri fini (PM10 e PM2.5)

Il 2020

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 l'accumulo di aria fredda in prossimità del suolo (e nel contempo aria più mite in montagna) molto più marcato durante i mesi freddi, situazione conosciuta con il nome di inversione termica. Durante l'inversione termica l'aria è quindi stratificata e il suo rimescolamento in verticale risulta limitato o assente. Di conseguenza le emissioni locali si accumulano per più giorni, caricando sempre più l'aria di particelle in sospensione.

Un chiaro esempio della volatilità delle concentrazioni dovuta alla condizioni meteorologiche si è verificato durante il mese di marzo 2020, con dapprima un repentino abbassamento delle concentrazioni grazie all'arrivo di aria più calda dagli strati alti dell'atmosfera dovuta ad alcuni giorni di favonio, e verso la fine del mese un lento e graduale accumulo di particelle a causa della lunga assenza di precipitazioni e di un periodo caratterizzato da temperature più basse. Al fattore meteorologico va poi aggiunta la regolazione degli impianti di riscaldamento in funzione della temperatura esterna e la conseguente variazione delle emissioni di PM10, con particolare riferimento ai sistemi di riscaldamento alimentati a legna e olio combustibile.

Seppur in aumento di un'unita rispetto al 2019, la media annua delle PM10 di tutte le stazioni di misura della rete ticinese rimane, con 17 µg/m³, simbolicamente al di sotto del limite OIAt di 20 µg/m³. Per quanto riguarda gli effetti delle misure di contenimento del COVID-19 sulle concentrazioni di polveri fini, a differenza del diossido di azoto, essi sono più complessi e quindi difficili da quantificare. Le concentrazioni - oltre a dipendere dalle fonti toccate dalle misure di contenimento - sono determinate anche da un gran numero di altre fonti di emissioni, come ad esempio gli impianti di riscaldamento, l'agricoltura e le fonti naturali.
Non stupisce quindi che le concentrazioni medie giornaliere durante il lockdown e nei mesi successivi si siano attestate su valori in linea con quelli registrati nello stesso periodo dei 5 anni precedenti. È quindi molto probabile che la variazione delle concentrazioni rispetto all'anno precedente sia perlopiù da attribuire all'influsso della meteorologia.

Contrariamente alle medie annue perlopiù conformi al limite OIAt, per quanto riguarda le medie giornaliere la situazione in buona parte del Sottoceneri continua a essere non conforme al valore limite di 50 µg/m³, e questo nonostante il fatto che dal 2018 l'OIAt permetta tre superamenti annui di tale limite invece di uno solo (figura 13).
Osservando nel dettaglio le differenze regionali, analogamente a quanto riscontrabile per altri inquinanti, è evidente come in Ticino anche per le polveri fini esista un "gradiente" sud-nord del carico ambientale, con 24 giorni di superamento a Chiasso e 23 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, dove la maggiore quantità di sostanze emesse o risollevate nell'aria, così come la vicinanza alla Pianura Padana e la frequenza delle inversioni termiche giocano un ruolo determinante per il maggior carico ambientale di questa regione.

PM2.5

Così come già avviene da molti 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). Il limite di legge di 10 µg/m³ per le PM2.5 è entrato in vigore nel 2018, e corrisponde alla media annua raccomandata dall'Organizzazione mondiale della sanità. La figura 11 rappresenta le medie annue per il 2020 in 12 località ticinesi: così come per le PM10, il 2020 presenta un aumento delle concentrazioni di PM2.5 rispetto all'anno precedente, con la metà delle stazioni di misura (Chiasso, Mendrisio, Lugano, Bioggio, Pregassona e Bodio) al di sopra del limite OIAt.

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 nel confronto delle medie annue misurate in Ticino (cfr. figure 10 e 11). Sempre a livello svizzero, dal 1998 il carico di PM2.5 nell'aria è diminuito di oltre il 40%.

L'evoluzione

L'evoluzione delle medie annue di PM10 in Ticino attesta un lento e costante miglioramento (figura 12), tanto che dal 2006 la media annua ponderata di tutte le stazioni di misura è diminuita da 33 a 17 µg/m³, con una riduzione di circa il 50%.
Oltre all'influsso positivo sul lungo termine attribuibile al progresso tecnologico nell'ambito delle diverse fonti di emissione (veicoli, impianti industriali, impianti di riscaldamento, ecc.), è molto importante tenere sempre presente la strettissima dipendenza dei livelli di polveri fini 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 la necessità di proseguire la lotta contro lo smog invernale, non da ultimo perché il valore limite giornaliero per le PM10 è ancora superato in diverse regioni del Cantone, così come lo è la media annua per le PM2.5. Lo strumento principale per far fronte alla problematica delle polveri fini è costituito dai provvedimenti del 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.

"Polveri fini in lieve rialzo, ma la tendenza è positiva"

Figura 10 – Medie annue delle PM10 nel 2020, in µg/m³

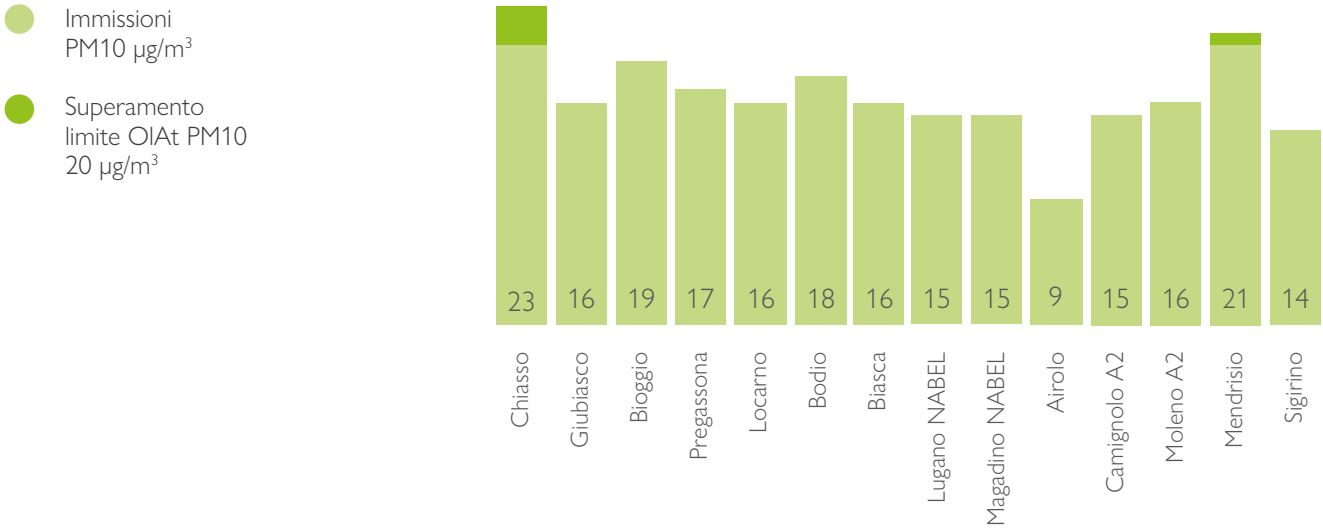


Figura 11 – Medie annue delle PM2.5 nel 2020, in µg/m³

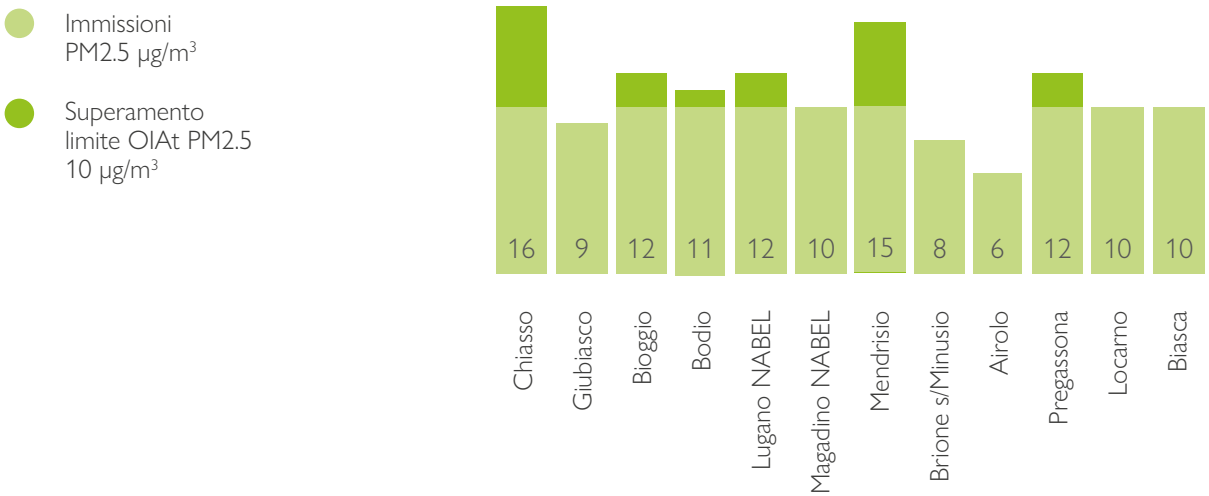


Figura 12 – Evoluzione delle medie annue delle PM10, in µg/m³ in alcune stazioni di misura. I dati completi sono consultabili all'indirizzo www.ti.ch/oasi.

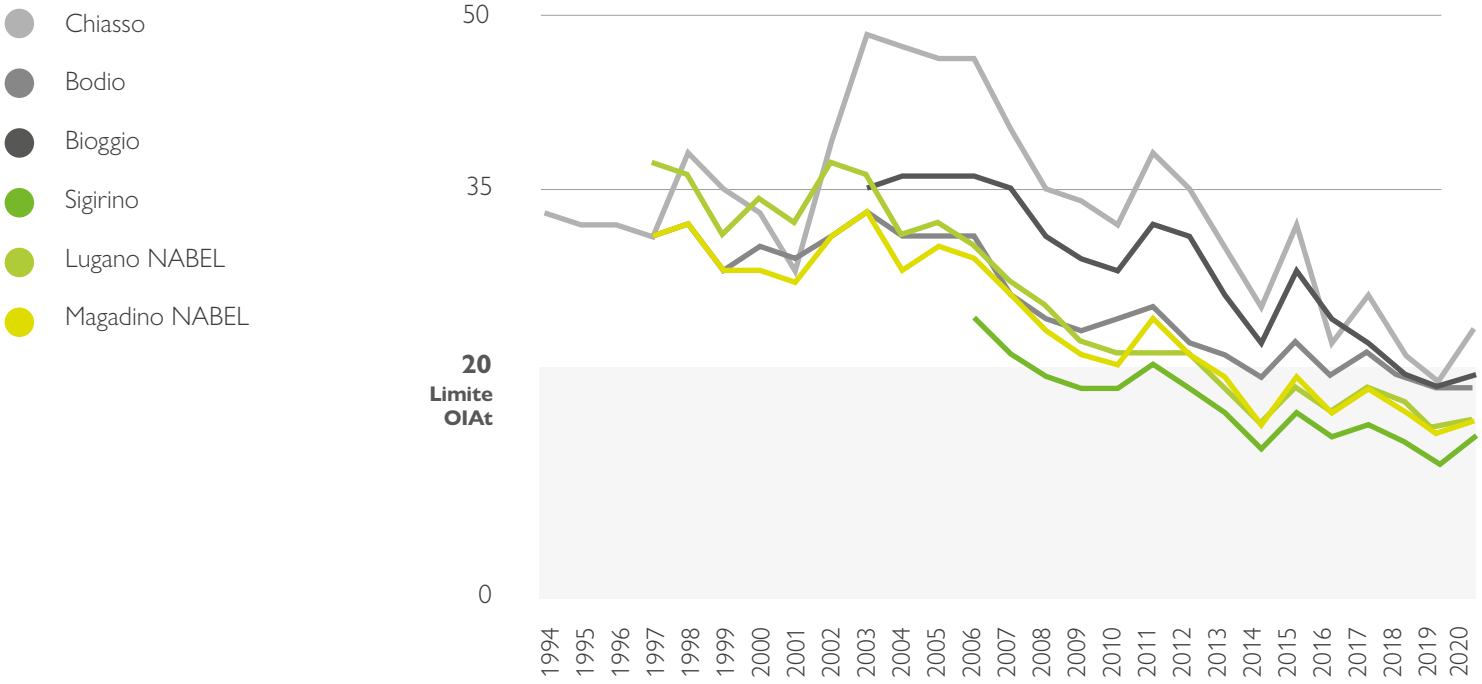


Figura 13 – Evoluzione del numero di superamenti del limite giornaliero delle PM10 in alcune stazioni di misura. I dati completi sono consultabili all'indirizzo www.ti.ch/oasi.

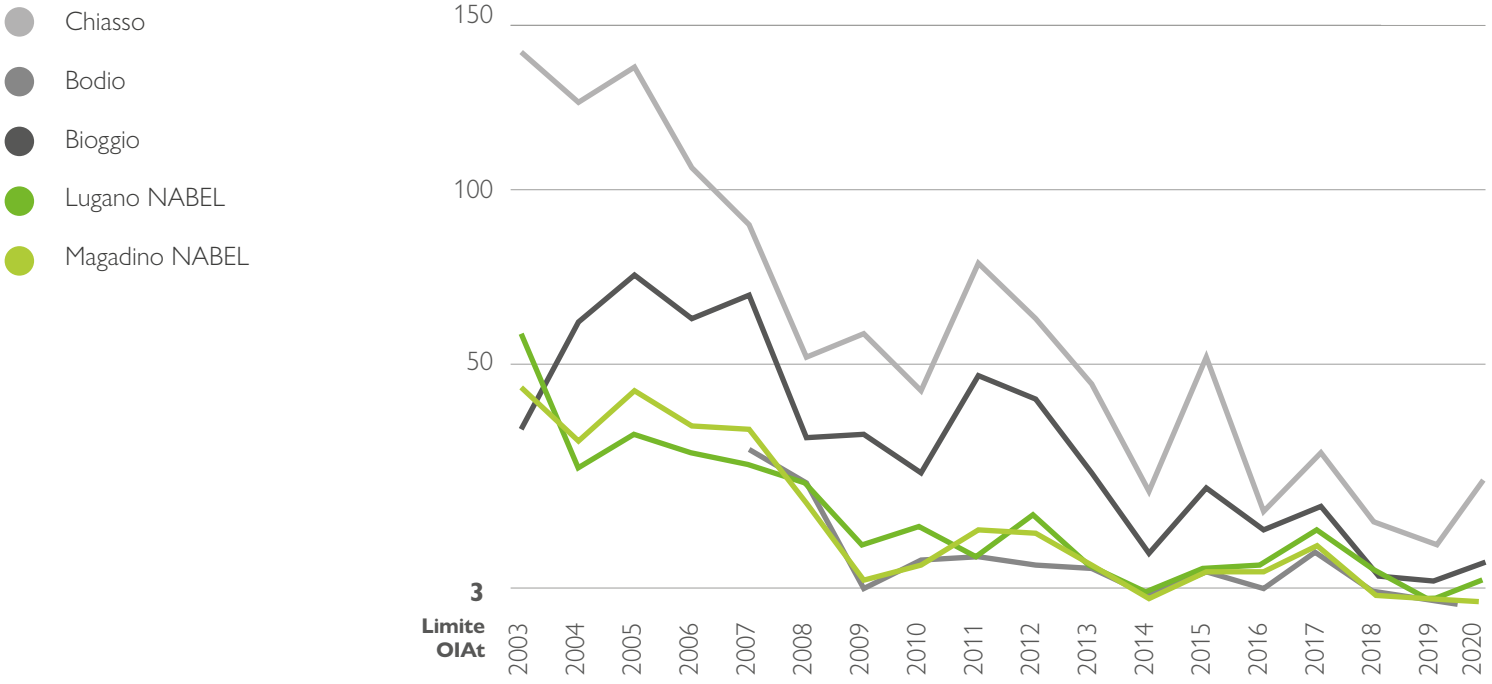
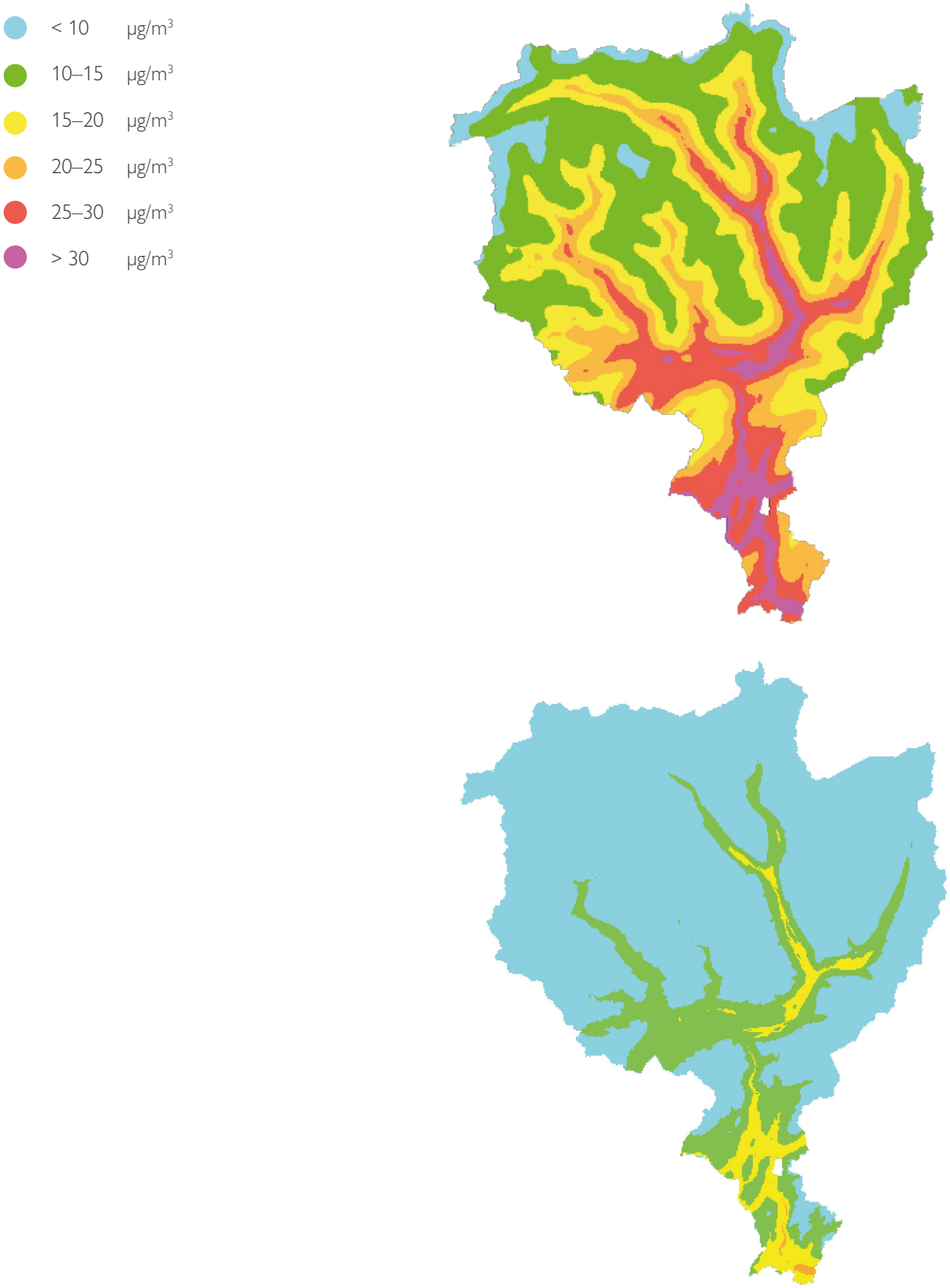


Figura 14 – Immissioni di PM10 in Ticino (media annua, limite OIAt 20 µg/m³) nel 1998 (sopra) e 2020 (sotto). Le mappe delle immissioni per gli anni dal 1998 al 2020 sono consultabili all'indirizzo www.ti.ch/oasi



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 a olio e legna, industrie) e quelli di erosione e disgregazione (naturali: suolo; antropici: agricoltura/selvicoltura, usura della pavimentazione stradale, 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 fini 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 e 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, 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 60 e il 75%).

Effetti sulla salute

A ogni nostro respiro migliaia di particelle fini 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 fini 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 dal rischio di mortalità eccessivo 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 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 il rischio di mortalità dovuto alle polveri fini (PM2.5) aumenta anche con concentrazioni basse di 10-15 µg/m³ (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 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. Ulteriori informazioni consultando il link https://www.swisstph.ch/en/projects/ludok/effetti-sulla-salute/

Allegati

I valori limite di immissione (VLI)

La Legge sulla protezione dell'ambiente (LPAmb) e l'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIAt) si prefiggono di proteggere le persone, gli animali, le piante ed in generale l'ambiente e la natura dagli inquinanti dell'aria. Per questo l'OIAt definisce limiti di immissione (vedi tabella sottostante) che, se rispettati, garantiscono una qualità dell'aria accettabile e rendono improbabili gli effetti negativi dell'inquinamento atmosferico sulla salute di adulti, bambini, anziani e gestanti. I Cantoni hanno perciò il compito di verificare regolarmente 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/m³	Valore annuo medio (media aritmetica)
	100	µg/m³	95% dei valori medi su ½ h di un anno ≤ 100 µg/m³
	100	µg/m³	Valore medio su 24h; può essere superato al massimo 1 volta all'anno
Diossido di azoto (NO_2)	30	µg/m³	Valore annuo medio (media aritmetica)
	100	µg/m³	95% dei valori medi su ½ h di un anno ≤ 100 µg/m³
	80	µg/m³	Valore medio su 24h; può essere superato al massimo 1 volta all'anno
Monossido di carbonio (CO)	8	µg/m³	Valore medio su 24h; può essere superato al massimo 1 volta all'anno
Ozono (O_3)	100	µg/m³	98% dei valori medi su ½ h di un mese ≤ 100 µg/m³
	120	µg/m³	Valore medio su 1h; può essere superato al massimo 1 volta all'anno
Polveri fini (PM10)	20	µg/m³	Valore annuo medio (media aritmetica)
	50	µg/m³	Valore medio su 24h; può essere superato al massimo 3 volte all'anno
Polveri fini (PM2.5)	10	µg/m³	Valore annuo medio (media aritmetica)
Piombo (Pb) nelle polveri fini	0.5	µg/m³	Valore annuo medio (media aritmetica)
Cadmio (Cd) nelle polveri fini	1.5	ng/m³	Valore annuo medio (media aritmetica)
Polveri in ricaduta totali	200	mg/(m²xd)	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/(m²xd)	Valore annuo medio (media aritmetica)
Zinco (Zn) nelle polveri in ricaduta	400	µg/(m²xd)	Valore annuo medio (media aritmetica)
Tallio (Tl) nelle polveri in ricaduta	2	µg/(m²xd)	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/m³	milligrammo/metrocubo	1 mg/m³ = 10^{-3} g/m³ = 1000 µg/m³
µg/m³	microgrammo/metrocubo	1 µg/m³ = 10^{-6} g/m³ = 1000 ng/m³
ng/m³	nanogrammo/metrocubo	1 ng/m³ = 10^{-9} g/m³

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
NOx	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 2016: NABEL - Luftbelastung 2015.
Messresultate des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (NABEL).
Bundesamt für Umwelt, Bern.
Umwelt-Zustand Nr. 1624: 132 pagg.

BAFU 2013
Benzol-Immissionen Schweiz Modellierung 1990–2020.
INFRAS, Meteotest, im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU): 43 pagg.

Per ulteriori informazioni

Ufficio dell'aria, del clima
e delle energie rinnovabili
Sezione per la protezione dell'aria,
dell'acqua e del suolo
Divisione dell'ambiente
Dipartimento del territorio

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

www.ti.ch/aria

Citazione

UACER
Rapporto qualità dell'aria 2020
Dipartimento del territorio
del Cantone Ticino (Ed.)
Bellinzona, giugno 2021