

**TRENTINO**

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente
Settore qualità ambientale
U.O. tutela dell'aria ed agenti fisici
Via Lidorno, 1 – 38123 Trento
T +39 0461 494796
F +39 0461 497759
pec sqa.appa@pec.provincia.tn.it
@ ariaagf.appa@provincia.tn.it
web www.appa.provincia.tn.it



RAPPORTO QUALITÀ DELL'ARIA

2019



*Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente
Settore qualità ambientale
U.O. tutela dell'aria ed agenti fisici*

Autori:

Stefano Berlanda

Selene Cattani

Elisa Malloci

Valentina Miotto

Gabriele Tonidandel

Trento, agosto 2020

Questo lavoro può essere liberamente utilizzato senza omissioni o aggiunte. Per eventuali riproduzioni, ristampe o utilizzo di estratti, deve essere richiesta l'autorizzazione all'A.P.A.

Indice

| | |
|--|----|
| 1 Sintesi..... | 1 |
| 2 Introduzione..... | 2 |
| 3 Zonizzazione e classificazione delle zone..... | 3 |
| 4 La rete di monitoraggio..... | 7 |
| 5 Dati 2019..... | 9 |
| 5.1 Biossido di azoto NO ₂ | 10 |
| 5.2 Particolato atmosferico (PM10 e PM2,5)..... | 13 |
| 5.3 Monossido di carbonio CO..... | 18 |
| 5.4 Biossido di zolfo SO ₂ | 20 |
| 5.5 Benzene C ₆ H ₆ | 22 |
| 5.6 Metalli..... | 24 |
| 5.7 Benzo(a)pirene – B(a)P..... | 27 |
| 5.8 Ozono O ₃ | 29 |
| 6 Conclusioni..... | 33 |

1 Sintesi

Lo stato della qualità dell'aria ambiente della Provincia autonoma di Trento che emerge dalle attività di monitoraggio effettuate nel corso del 2019, confrontati anche con quelli degli anni precedenti, indica una situazione nel complesso positiva, con qualche criticità che continua per gli inquinanti biossido di azoto ed ozono. Di seguito sono sintetizzati i dati rilevati nel 2019 per ogni inquinante per il quale la normativa vigente fissa limiti di concentrazione.

- NO₂ (biossido di azoto): il valore limite per la media annuale di 40 µg/m³ è stato superato solo presso la stazione di traffico di Trento via Bolzano, pur evidenziando il valore più basso finora registrato (43 µg/m³); il limite sui superamenti del valore medio orario di 200 µg/m³ (storicamente quasi mai superato sul territorio provinciale) è invece stato ampiamente rispettato in tutte le stazioni.
- PM₁₀ (particolato atmosferico): il limite di 35 giorni di superamento del valore medio giornaliero di 50 µg/m³ è stato abbondantemente rispettato presso tutti i siti di misura, così come il limite di 40 µg/m³ come media annuale.
- PM_{2,5} (particolato atmosferico): si conferma il rispetto del limite normativo di 25 µg/m³ come media annuale, già osservato a partire da quando è attivo il monitoraggio di questo inquinante (anno 2015) presso tutte le stazioni in cui è rilevato.
- CO (monossido di carbonio), SO₂ (biossido di zolfo) e C₆H₆ (benzene): per questi inquinanti le concentrazioni registrate evidenziano da anni il pieno rispetto dei limiti.
- Metalli pesanti: per il 2019 è confermato il pieno rispetto dei valori limite per il piombo (Pb) e dei valori obiettivo per arsenico (As), nichel (Ni) e cadmio (Cd).
- B(a)P (benzo(a)pirene): il valore misurato nel 2019 nella zona di *Fondovalle* è stato di 0,9 ng/m³, non il più basso in assoluto rispetto a precedenti annualità, ma comunque inferiore al valore obiettivo posto a 1,0 ng/m³.
- O₃ (ozono): nel 2019 è stata ancora una volta confermata la criticità per questo parametro, con il valore obiettivo di 120 µg/m³ (da non superare più di 25 volte per anno civile, calcolato come media su tre anni e riferito alla media massima giornaliera calcolata su 8 ore) ancora costantemente superato e in maniera diffusa su tutto il territorio provinciale (ad eccezione della stazione di Borgo Valsugana). Da rimarcare un breve ma importante episodio di smog fotochimico verificatosi alla fine del mese di giugno che ha determinato presso la stazione di Riva del Garda, per la prima volta in Trentino da quando è attivo il monitoraggio dell'ozono (1988), anche il superamento della soglia di allarme.

2 Introduzione

Ai sensi del Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante l'*Attuazione della direttiva europea 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa*, le regioni e le province autonome elaborano e mettono a disposizione del pubblico relazioni annuali aventi ad oggetto tutti gli inquinanti disciplinati dal decreto stesso e contenenti una sintetica illustrazione circa i superamenti dei valori limite, dei valori obiettivo, degli obiettivi a lungo termine, delle soglie di informazione e delle soglie di allarme con riferimento ai periodi di mediazione previsti.

Il presente rapporto riassume i valori rilevati nel corso dell'anno 2019 dalla rete di monitoraggio provinciale, evidenziando i casi di mancato rispetto dei limiti previsti.

Viene inoltre riportato il confronto con i dati degli anni precedenti, al fine di evidenziare i trend in atto per i diversi inquinanti.

In generale la morfologia e le caratteristiche meteo-climatiche del Trentino sono tali da determinare condizioni di dispersione e diluizione degli inquinanti spesso sfavorevoli, in particolare nella stagione invernale: la scarsità di vento e precipitazioni, nonché la frequenza di situazioni di stabilità atmosferica e forte inversione termica, contribuiscono a determinare condizioni di accumulo degli inquinanti in prossimità del suolo che persistono anche per giorni.

Queste situazioni permettono inoltre l'aumento delle concentrazioni degli inquinanti cosiddetti secondari (che si formano a partire da inquinanti primari grazie a processi chimico-fisici o reazioni foto-chimiche), come il particolato atmosferico secondario, che si sommano ulteriormente al contributo dato dagli inquinanti primari. Ne consegue che la naturale variabilità interannuale delle condizioni meteo-climatiche influenza in maniera significativa lo stato di qualità dell'aria medio annuale che la riflette.

Un accenno a parte merita l'ozono, un inquinante prevalentemente secondario le cui concentrazioni aumentano in particolare nella stagione estiva, a causa degli elevati apporti di radiazione solare che ne promuove la formazione, preferenzialmente nelle aree non intensamente urbanizzate, come le aree di alta montagna.

3 Zonizzazione e classificazione delle zone

Ai sensi dell'art. 3 del D.Lgs. 155/2010 è stata definita ed approvata, con deliberazione della Giunta provinciale n. 1036 del 20 maggio 2011, la nuova zonizzazione del territorio della Provincia Autonoma di Trento.

Il territorio della Provincia di Trento presenta un'estensione di circa 6.200 km² ed una densità abitativa pari a circa 85 abitanti/km², un valore piuttosto basso che riflette la morfologia prevalentemente montuosa della regione. La popolazione e le attività produttive si concentrano nei centri abitati, che si localizzano soprattutto nei fondovalle del territorio. Di conseguenza le emissioni in aria di inquinanti primari (quegli inquinanti che sono emessi direttamente), che in Trentino derivano principalmente dai riscaldamenti civili e dal traffico, avvengono preferenzialmente nelle aree di fondovalle. Di conseguenza per gli inquinanti ossidi di azoto, PM10, PM2,5, monossido di carbonio, ossidi di zolfo, benzo(a)pirene e metalli sono state individuate 2 zone:

- **Fondovalle**: comprende le aree in cui si concentrano sia la presenza di popolazione che le emissioni di inquinanti;
- **Montagna**: corrisponde al territorio in cui emissioni di inquinanti e popolazione sono presenti in modo non significativo (Fig. 3.1).

La linea di separazione fra le 2 zone è stata fissata in corrispondenza della quota altimetrica pari a 1500 m s.l.m., in modo da includere nella prima zona tutti i centri abitati. Nella zona di fondovalle, che copre un'area di circa 3500 km², risiede infatti oltre il 99% della popolazione (Tab. 3.1).

Per l'ozono, inquinante di natura esclusivamente secondaria, le cui concentrazioni aumentano in particolare nella stagione estiva a causa degli elevati apporti di radiazione solare che ne promuovono la formazione, il territorio provinciale non presenta invece caratteristiche tali da poter definire zone a differente criticità. Per tali motivi si è definita un'unica zona corrispondente ai confini amministrativi provinciali (Fig. 3.2).

Tab. 3.1: Zone.

| Nome zona | Codice | Estensione | Popolazione | Inquinanti |
|------------|--------|-----------------------|-------------|--|
| Fondovalle | IT0403 | 3.505 km ² | 523.682 | NO ₂ , PM10, PM2,5, CO, SO ₂ , C ₆ H ₆ , Pb, B(a)P, As, Cd, Ni |
| Montagna | IT0404 | 2.685 km ² | 1.144 | NO ₂ , PM10, PM2,5, CO, SO ₂ , C ₆ H ₆ , Pb, B(a)P, As, Cd, Ni |
| Zona ozono | IT0405 | 6.190 km ² | 524.826 | O ₃ |

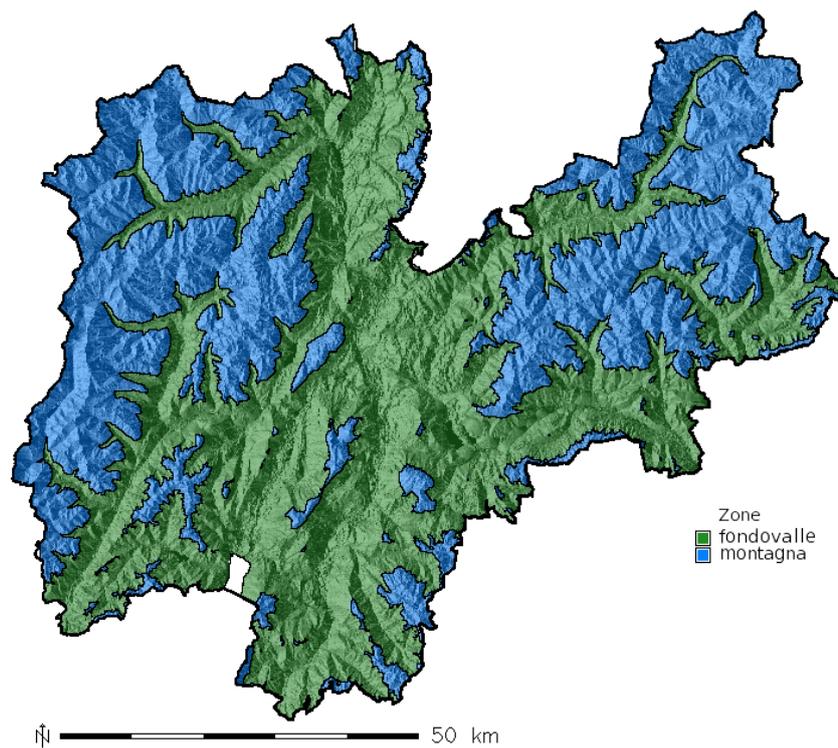


Fig. 3.1: Zonizzazione per la tutela della salute umana - NO₂, PM10, PM2,5, CO, SO₂, C₆H₆, Pb, B(a)P, As, Cd, Ni.



Fig. 3.2: Zonizzazione per la tutela della salute umana - O₃.

La classificazione delle zone è effettuata per ciascun inquinante sulla base delle soglie di valutazione superiori e inferiori previste dell'Allegato II del D.Lgs. 155/2010 e sulla base dei dati raccolti nel quinquennio precedente.

La soglia di valutazione superiore è definita come il *livello al di sotto del quale le misurazioni in siti fissi possono essere combinate con misurazioni indicative o tecniche di modellizzazione e, per l'arsenico, il cadmio, il nichel ed il benzo(a)pirene, livello al di sotto del quale le misurazioni in siti fissi o indicative possono essere combinate con tecniche di modellizzazione.*

La soglia di valutazione inferiore è definita come il *livello al di sotto del quale è previsto, anche in via esclusiva, l'utilizzo di tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva.*

In Provincia di Trento, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, la classificazione delle zone è stata effettuata nel corso del 2011 sulla base dei dati raccolti nel quinquennio 2005-2009 (approvata con deliberazione della Giunta provinciale n. 1036 del 20 maggio 2011 e sulla quale si basa il programma di valutazione vigente), seguita dall'aggiornamento quinquennale approvato con deliberazione della Giunta provinciale n. 2338 del 16 dicembre 2016 basato sui dati raccolti nel quinquennio 2011-15, e riportata in Tab. 3.2.

La classificazione è utilizzata per stabilire quali metodi di valutazione della qualità dell'aria vadano implementati, secondo questi principi:

- le misurazioni in siti fissi sono obbligatorie quando i livelli degli inquinanti sono superiori alla soglia di valutazione superiore (*UAT*), compresi tra soglia di valutazione inferiore e rispettiva soglia di valutazione superiore (*UAT-LAT*) o superiori all'obiettivo a lungo termine nel caso dell'ozono (*LTO_U*);
- le misurazioni in siti fissi non sono obbligatorie e possono essere utilizzate, anche in via esclusiva, tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva quando i livelli degli inquinanti sono inferiori alla soglia di valutazione inferiore (*LAT / LAT_SA*).

Tab. 3.2: Attuale classificazione delle zone.

| | Zona IT0403 Fondovalle | Zona IT0404 Montagna | Zona IT0405 Zona ozono |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| SO₂ | LAT | LAT_SA | |
| NO₂ (1 h) | UAT | LAT | |
| NO₂ (1 y) | UAT | LAT | |
| PM10 (24 h) | UAT | LAT | |
| PM10 (1 y) | UAT-LAT | LAT | |
| PM2,5 | UAT | LAT_SA | |
| CO | LAT | LAT_SA | |
| C₆H₆ | LAT | LAT_SA | |
| B(a)P | UAT | LAT_SA | |
| As | LAT | LAT_SA | |
| Cd | LAT | LAT_SA | |
| Ni | LAT | LAT_SA | |
| Pb | LAT | LAT_SA | |
| O₃ | | | LTO_U |

Legenda

- “LAT”: minore della soglia di valutazione inferiore (dati su 5 anni);
- “UAT”: maggiore della soglia di valutazione superiore (dati su 5 anni);
- “UAT-LAT”: compreso tra la soglia di valutazione superiore e la soglia di valutazione inferiore (dati su 5 anni).
- “LAT_SA” : minore della soglia di valutazione inferiore (non disponibili dati su 5 anni, valutazione supplementare con campagne mobili e tecniche di modellizzazione);
- “LTO_U”: superiore all’obiettivo a lungo termine dell’ozono (Allegato VII) (dati su 5 anni)

4 La rete di monitoraggio

Sulla base della classificazione delle zone approvata nel 2011, è stato redatto il *Programma di Valutazione*, che indica le stazioni della rete da utilizzare per la misurazione in siti fissi, secondo le indicazioni del D.Lgs. 155/2010 (Tab. 4.1). Il programma di valutazione, redatto nel 2014, ha ad oggi trovato piena applicazione.

Le stazioni di monitoraggio incluse nel *Programma di Valutazione* sono sette in totale (Tab. 4.1). La stazione di Trento via Bolzano è una stazione di misurazione di *traffico*, ubicata a lato di un'arteria stradale significativamente trafficata, affinché il livello di inquinamento rilevato sia rappresentativo di una situazione influenzata prevalentemente dalle emissioni di traffico, in modo tale che il livello di inquinamento rilevato sia influenzato prevalentemente da emissioni da traffico provenienti da strade limitrofe con intensità di traffico medio alta. Le altre sei sono stazioni di misurazione di *fondo* (urbano, suburbano o rurale a seconda della localizzazione), in quanto posizionate in maniera tale che il livello di inquinamento non sia influenzato prevalentemente da emissioni da specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, ecc.), ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel sito.

La localizzazione delle stazioni di monitoraggio nel territorio provinciale è rappresentata in Fig. 5.1.

Tab. 4.1: Punti di misura secondo il programma di valutazione al 31 dicembre 2019.

| Stazione | Tipo di zona | Tipo di stazione | Inquinanti |
|--------------------------------|--------------|------------------|--|
| IT1037A Trento Parco S. Chiara | urbana | fondo | SO ₂ , PM10, PM2,5, NO _x , O ₃ , As, Cd, Ni, Pb, B(a)P |
| IT1859A Trento via Bolzano | urbana | traffico | CO, PM10, NO _x , C ₆ H ₆ |
| IT0591A Rovereto | urbana | fondo | PM10, PM2,5, NO _x |
| IT0703A Borgo Valsugana | suburbana | fondo | PM10, PM2,5, NO _x , O ₃ |
| IT0753A Riva del Garda | suburbana | fondo | PM10, O ₃ |
| IT1930A Piana Rotaliana | rurale | fondo | O ₃ |
| IT1191A Monte Gaza | rurale | fondo | PM10, NO _x , O ₃ |

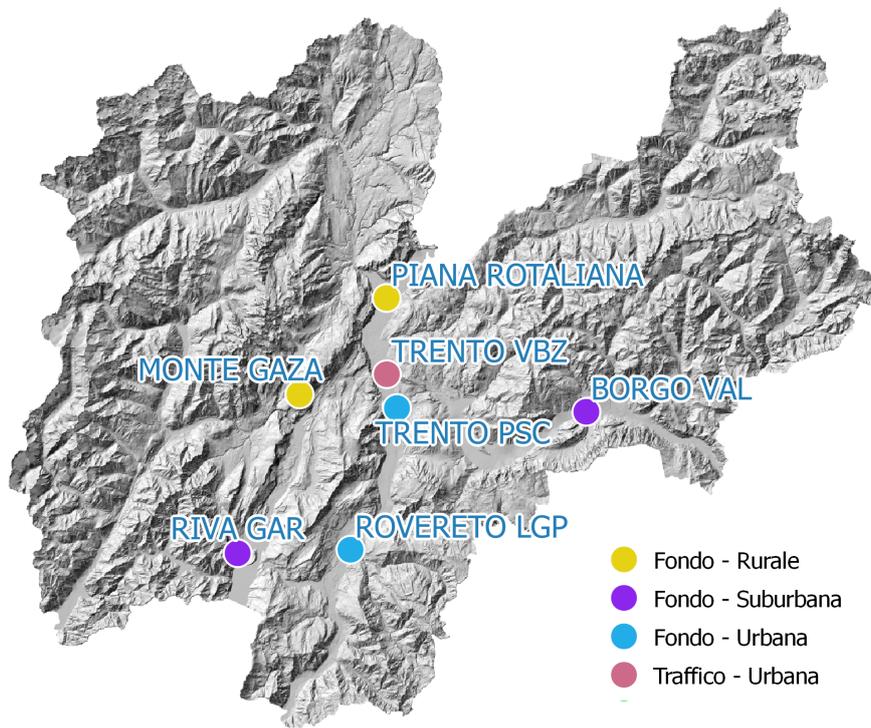


Fig. 4.1: Localizzazione delle stazioni della rete di monitoraggio.

5 Dati 2019

Per tutti i punti di misura individuati nel *Programma di Valutazione* è stata assicurata nel 2019 la raccolta minima dei dati come indicato dal D.Lgs. 155/2010.

All'interno della zona *IT0404 Montagna* non sono presenti punti di misura per gli inquinanti PM_{2,5}, CO, SO₂, C₆H₆, As, Cd, Ni, Pb e B(a)P. La stima delle concentrazioni di questi inquinanti viene effettuata, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, con tecniche di stima obiettiva, secondo quanto riportato nel paragrafo 3.

Si riportano di seguito i valori misurati presso le stazioni di monitoraggio ed il relativo confronto con i limiti normativi per ciascun inquinante. I casi di superamento dei limiti/valori obiettivo sono evidenziati in **rosso** e, in particolare, nel 2019 sono relativi al superamento del limite di media annua previsto per l'inquinante NO₂ (biossido di azoto) nella zona *IT0403 Fondovalle* ed al superamento del valore obiettivo previsto per l'inquinante O₃ (ozono) nella zona *IT0405 Zona ozono*.

5.1 Biossido di azoto NO₂

Gli ossidi di azoto (NO, N₂O, NO₂ ed altri, indicati collettivamente come NO_x) sono generati dai processi di combustione per reazione diretta ad alta temperatura tra l'azoto e l'ossigeno presenti nell'aria. I processi di combustione emettono quale componente primario monossido di azoto (NO), gas incolore, inodore ed insapore. In presenza di ossigeno (O₂) e di radicali ossidanti, l'NO si trasforma in biossido di azoto (NO₂), gas di colore rosso bruno, di odore forte e pungente, altamente tossico ed irritante. L'NO₂ può essere generato anche da altri processi ossidativi, tra i quali è di particolare rilevanza la reazione tra NO e ozono (O₃), presente in elevate concentrazioni nei periodi di maggior irraggiamento solare. L'NO₂ è dunque principalmente un inquinante secondario, sebbene questo gas si possa formare anche durante il processo di combustione stesso, così come durante processi caratterizzati da assenza di combustione (ad esempio nella produzione di acido nitrico e di fertilizzanti azotati) e processi naturali (attività batterica, eruzioni vulcaniche, incendi).

In merito agli effetti sulla salute dell'uomo, il monossido di azoto NO agisce sull'emoglobina, fissandosi ad essa ed interferendo con la normale ossigenazione dei tessuti da parte del sangue, anche se non sono mai stati riscontrati casi di decessi per avvelenamento da NO. Il biossido di azoto NO₂ è considerato più pericoloso per la salute umana, in quanto ha una tossicità fino a quattro volte maggiore di quella di NO. Forte ossidante ed irritante, esercita il suo effetto tossico principalmente sugli occhi, sulle mucose e sui polmoni e può essere responsabile di specifiche patologie a carico dell'apparato respiratorio (bronchiti, allergie, irritazioni, edemi polmonari che possono portare anche al decesso).

L'NO₂, in condizioni di forte irraggiamento solare, provoca reazioni fotochimiche secondarie che danno origine ad altre sostanze inquinanti (*smog fotochimico*). Inoltre, la sua trasformazione in acido nitrico in presenza di umidità è una delle cause della formazione delle cosiddette *piogge acide*, che provocano ingenti danni alle piante e più in generale alterano gli equilibri ecologici ambientali.

Il D.Lgs. 155/2010 prevede per il biossido di azoto un limite annuale ed uno orario (con limite di superamenti calcolato su base annuale) (Tab. 5.1). È stabilita anche una soglia di allarme pari a 400 µg/m³ misurati per 3 ore consecutive presso siti fissi di campionamento aventi un'area di rappresentatività di almeno 100 km².

Tab. 5.1: NO₂ – valori limite.

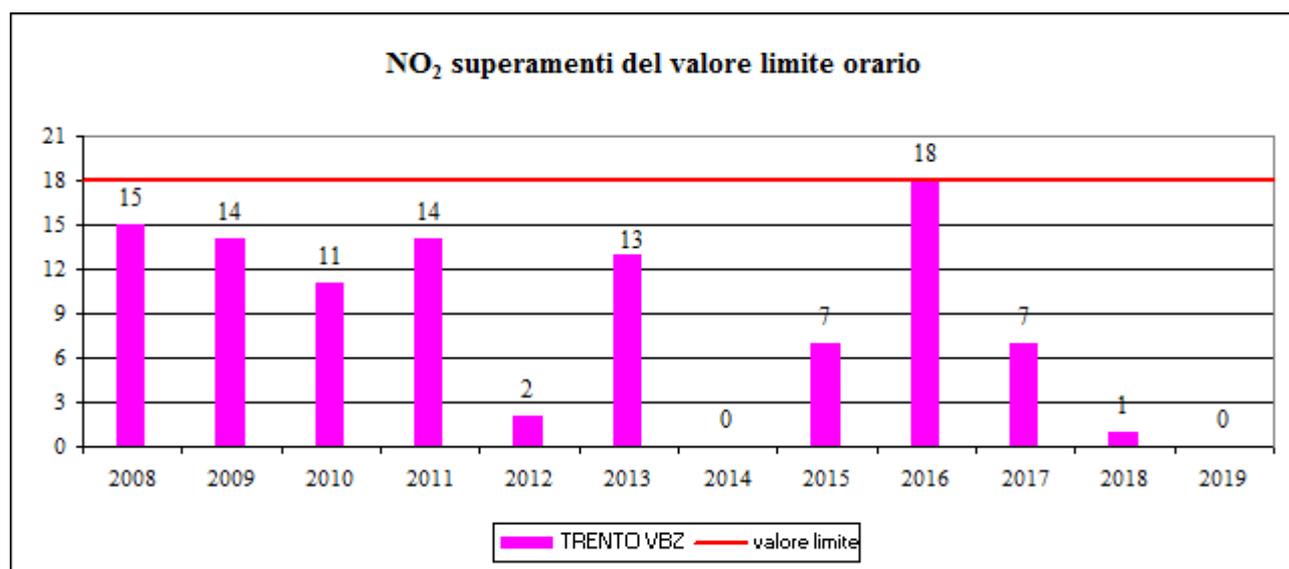
| NO ₂ | |
|-----------------------|---|
| Periodo di mediazione | Valore limite |
| 1 ora | 200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno civile |
| Anno civile | 40 µg/m ³ |

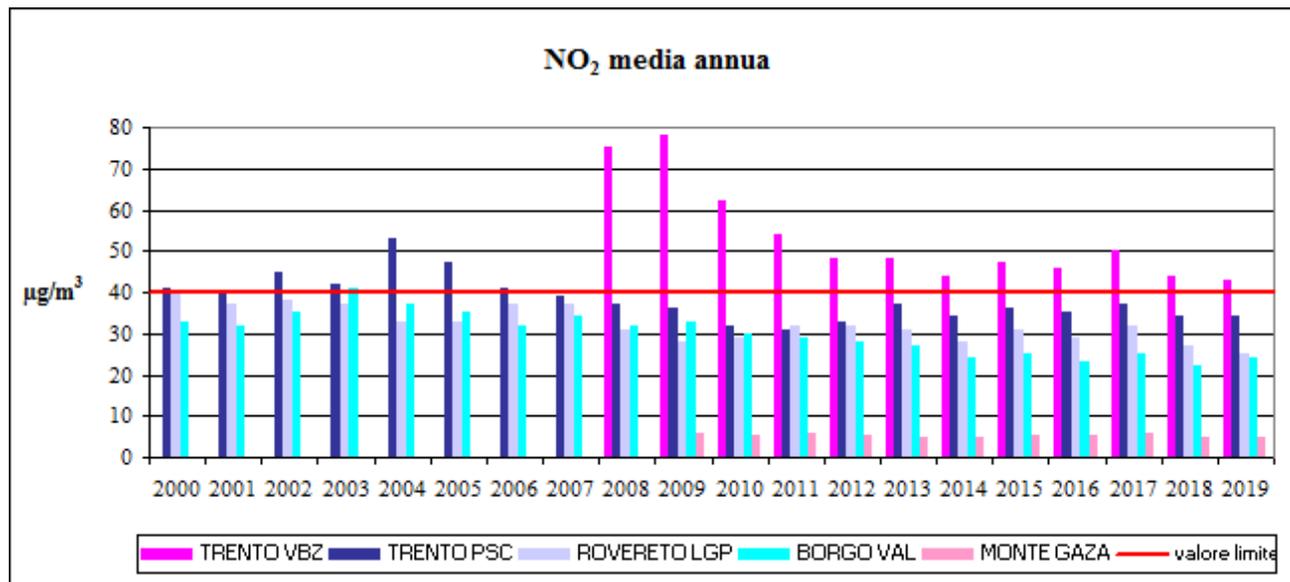
Nel corso del 2019 il valore limite orario di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ non è mai stato superato in nessuna delle stazioni di monitoraggio. In generale, su tutto il territorio provinciale non sono mai stati registrati più di 18 superamenti annui, numero massimo previsto dalla normativa; inoltre, ad eccezione della stazione di traffico sita a Trento via Bolzano (Fig. 5.1), in tutte le altre stazioni della rete di monitoraggio il limite orario di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ non è mai stato superato neanche in passato.

Per quanto riguarda la media annua, è confermato il trend positivo degli ultimi anni con concentrazioni medie annue in progressiva diminuzione. Per tutte le stazioni di fondo, a partire dal 2008, si osserva il rispetto del limite sulla media annuale (Fig. 5.2). Diverse le considerazioni per il sito di traffico di Trento via Bolzano, dove il limite sulla media annua di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ non è rispettato. Nonostante a partire dal 2009 sia riconoscibile un chiaro trend decrescente, il valore limite non è mai stato rispettato; in ogni caso presso questa stazione nel 2019 è stato misurato il valore più basso finora registrato, vale a dire $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tab. 5.2: NO_2 – dati 2019.

| NO_2 | | | |
|---------------|--------------------------|---|---|
| Zona | Stazione di monitoraggio | Ore di superamento del limite media oraria $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | Media annua |
| IT0403 | Trento Parco S. Chiara | 0 | $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| | Trento via Bolzano | 0 | $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| | Rovereto | 0 | $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| | Borgo Valsugana | 0 | $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| IT0404 | Monte Gaza | 0 | $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Limite | | 18 | $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ |

Fig. 5.1: NO_2 – superamenti del valore limite orario.



5.2 Particolato atmosferico (PM10 e PM2,5)

Con i termini polveri atmosferiche, particolato sospeso, polveri totali sospese (PTS), polveri fini o semplicemente PM (dall'inglese *Particulate Matter*) si indica un insieme eterogeneo di particelle solide e liquide che, a causa delle ridotte dimensioni, tendono a rimanere sospese in aria. Le singole particelle sono molto diverse tra loro per dimensione, forma, composizione chimica e processo di formazione.

Le polveri atmosferiche sono sia di origine naturale che antropica. Le più importanti sorgenti naturali sono riconducibili a fenomeni di erosione eolica, all'effetto degli agenti atmosferici, ad incendi boschivi, attività vulcanica, ecc. Le sorgenti antropiche sono principalmente associate ad attività di combustione. Altri importanti processi di formazione di particolato atmosferico sono l'erosione della pavimentazione stradale e del suolo, l'usura di freni e pneumatici dei veicoli, l'aerosol marino, i flussi di polveri desertiche e, con cadenza stagionale, l'aerosol biogenico (spore e pollini).

Oltre alle emissioni dirette (*particolato primario*), le polveri si formano anche per reazioni chimiche e fotochimiche in atmosfera in presenza dei cosiddetti inquinanti precursori, come ossidi di azoto, ossidi di zolfo, ammoniaca, composti organici volatili e ozono, formando il *particolato secondario*.

In funzione del diametro, il particolato atmosferico è suddiviso in:

- particelle grossolane con diametro superiore a 10 μm ;
- particelle fini (PM10) con diametro inferiore a 10 μm ;
- particelle ultrafini (PM2,5) con diametro inferiore a 2,5 μm .

La dimensione delle particelle è strettamente legata all'entità del danno che queste possono arrecare alla salute dell'uomo: tanto più piccole sono le particelle, tanto maggiore è la loro capacità di penetrare nell'apparato respiratorio e causare effetti nocivi sia a breve termine (effetti acuti come irritazione dei polmoni, broncocostrizione, tosse e mancanza di respiro, diminuzione della capacità polmonare, bronchite cronica, ...), sia a lungo termine (effetti cronici, tumori, ...). La nocività del particolato è imputabile sia alla tossicità propria dei costituenti delle polveri, sia a quella delle sostanze eventualmente assorbite dalle polveri stesse, quali ad esempio metalli tossici (piombo, cadmio e nichel) e Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).

Il particolato atmosferico ha un impatto significativo anche su ambiente e clima: la sua deposizione sulle foglie delle piante inibisce il processo di fotosintesi, le polveri sospese favoriscono la formazione di nebbie e nuvole e il potenziale verificarsi di fenomeni di *piogge acide*, gli inquinanti assorbiti nel particolato possono comportare effetti di corrosione dei materiali, il particolato sospeso riduce la visibilità, assorbe la radiazione solare diretta e la radiazione infrarossa emessa dalla superficie terrestre, alterando l'equilibrio termico dell'atmosfera.

Le fonti di emissione di particolato nelle aree urbane sono principalmente il traffico veicolare (in particolare i motori diesel ed i ciclomotori) e gli impianti di riscaldamento civili. Particolarmente critici sono gli impianti di riscaldamento alimentati a combustibili solidi e liquidi, come gasolio, olio combustibile, carbone e, in Trentino, soprattutto la legna, il cui utilizzo in piccoli impianti domestici è molto diffuso. Le fonti di inquinamento industriali sono invece da ritenersi secondarie.

Le condizioni più favorevoli alla persistenza dell'inquinamento da polveri avvengono soprattutto nella stagione invernale, in presenza di particolari condizioni meteorologiche (alta pressione, elevata stabilità atmosferica, prolungata inversione termica, assenza di precipitazioni) che inibiscono la dispersione e la diluizione degli inquinanti e ne favoriscono l'accumulo in prossimità del suolo, in particolare nelle aree di fondovalle, anche per più giorni di seguito.

Il D.Lgs. 155/2010 stabilisce i valori limite per la concentrazione in aria ambiente di particolato PM10 (limite annuale e limite giornaliero con numero di superamenti calcolato su base annuale Tab. 5.3) e PM2,5 (limite annuale Tab. 5.4).

Tab. 5.3: PM10 – valori limite.

| PM10 | |
|------------------------------|---|
| Periodo di mediazione | Valore limite |
| 1 ora | 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte per anno civile |
| Anno civile | 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |

Tab. 5.4: PM2,5 – valore limite.

| PM2,5 | |
|------------------------------|-----------------------------|
| Periodo di mediazione | Valore limite |
| Anno civile | 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |

5.2.1 *PM10*

Le concentrazioni medie annuali ed il numero di superamenti per il **PM10** sono riportati in Tab. 5.5.

Per quanto riguarda la soglia sul valore limite giornaliero, a partire dal 2013 il limite dei 35 superamenti annuali è rispettato in tutti i siti di misura. Si nota che, ad esclusione dei siti di Trento via Bolzano e Borgo Valsugana, per le restanti stazioni tale condizione è verificata già a partire dal 2009 (Fig. 5.3).

La presenza di un andamento relativamente irregolare è principalmente imputabile alla forte correlazione tra le concentrazioni di PM10 e le condizioni meteorologiche invernali più o meno favorevoli alla dispersione degli inquinanti, caratterizzate da una potenzialmente marcata variabilità interannuale. Questo rende difficile decretare con certezza se si sia raggiunta una stabilizzazione del numero di superamenti annuali su valori inferiori alla soglia prevista dalla normativa di riferimento, sebbene si possa affermare con ragionevole sicurezza che le stazioni di fondovalle di Trento Parco S. Chiara, Rovereto, Piana Rotaliana e Riva del Garda non rappresentino situazioni di particolare criticità rispetto a tale limite normativo.

In Fig. 5.4 è mostrato l'andamento della concentrazione media annua. Diversamente dal limite giornaliero, storicamente il limite annuo previsto è sempre stato ampiamente rispettato in tutte le stazioni, con l'unica eccezione della stazione di Riva del Garda nell'anno 2006. In particolare, dal 2006 è possibile notare una progressiva riduzione della concentrazione media annua, che risulta attualmente ampiamente inferiore rispetto al valore limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ imposto dalla normativa.

Tab. 5.5: PM10 – dati 2019.

| PM10 | | | |
|---------------|--------------------------|--|---|
| Zona | Stazione di monitoraggio | Giorni di superamento del limite media giornaliera $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | Media annua |
| IT0403 | Trento Parco S. Chiara | 0 | $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| | Trento via Bolzano | 3 | $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| | Rovereto | 1 | $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| | Borgo Valsugana | 13 | $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| | Riva del Garda | 5 | $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| IT0404 | Monte Gaza | 0 | $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Limite | | 35 | $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ |

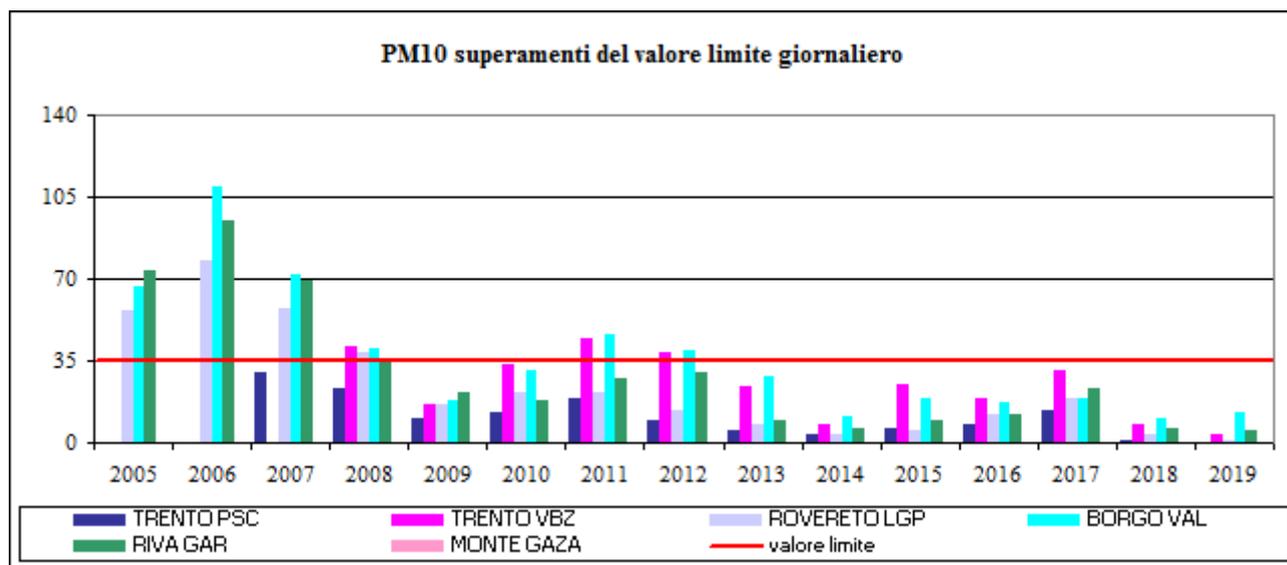


Fig. 5.3: PM10 – numero di superamenti del valore limite giornaliero.

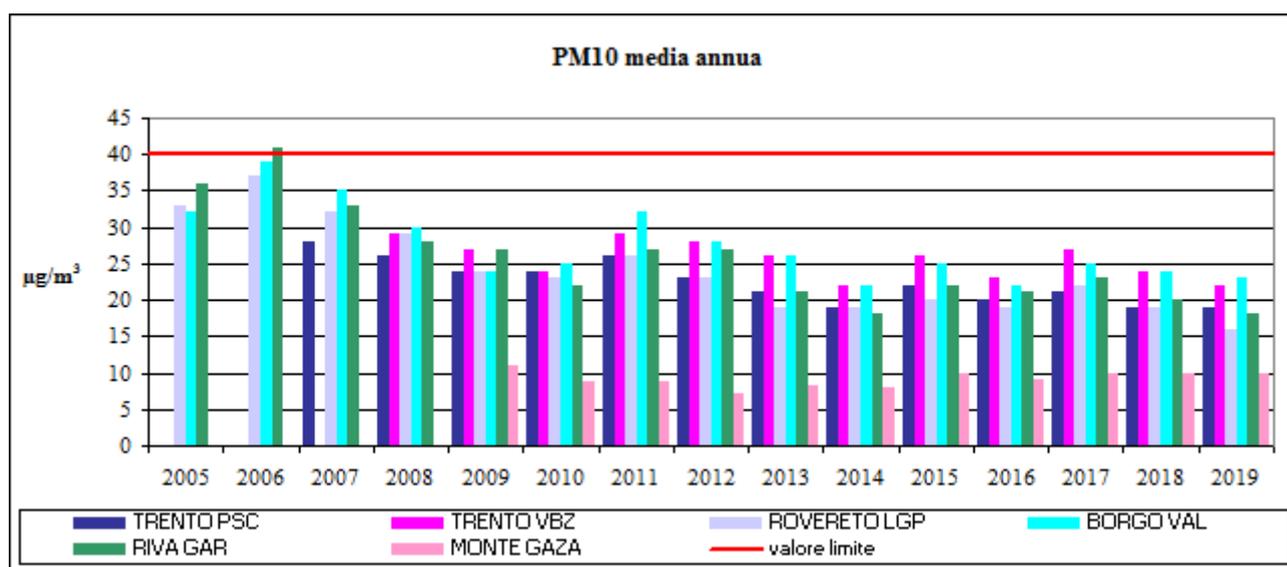


Fig. 5.4: PM10 – media annua.

5.2.2 *PM_{2,5}*

Il **PM_{2,5}** viene misurato nelle stazioni di Trento Parco S. Chiara, Rovereto e Borgo Valsugana.

Per il 2019, come negli anni precedenti, in tutte le stazioni la media annuale è risultata inferiore al valore limite (previsto dal 1° gennaio 2015) e pertanto viene confermato il suo rispetto, osservato già a partire da quando è attivo il monitoraggio di questo inquinante (Tab. 5.6 e Fig. 5.5). I valori misurati nel corso del 2019 sono i più bassi finora registrati.

Tab. 5.6: **PM_{2,5}** – dati 2019.

| PM _{2,5} | | |
|-------------------|--------------------------|----------------------------|
| Zona | Stazione di monitoraggio | Media annua |
| IT0403 | Trento Parco S. Chiara | 13 µg/m ³ |
| | Rovereto | 13 µg/m ³ |
| | Borgo Valsugana | 15 µg/m ³ |
| IT0404 | (stima obiettiva) | 2 µg/m ³ |
| <i>Limite</i> | | <i>25 µg/m³</i> |

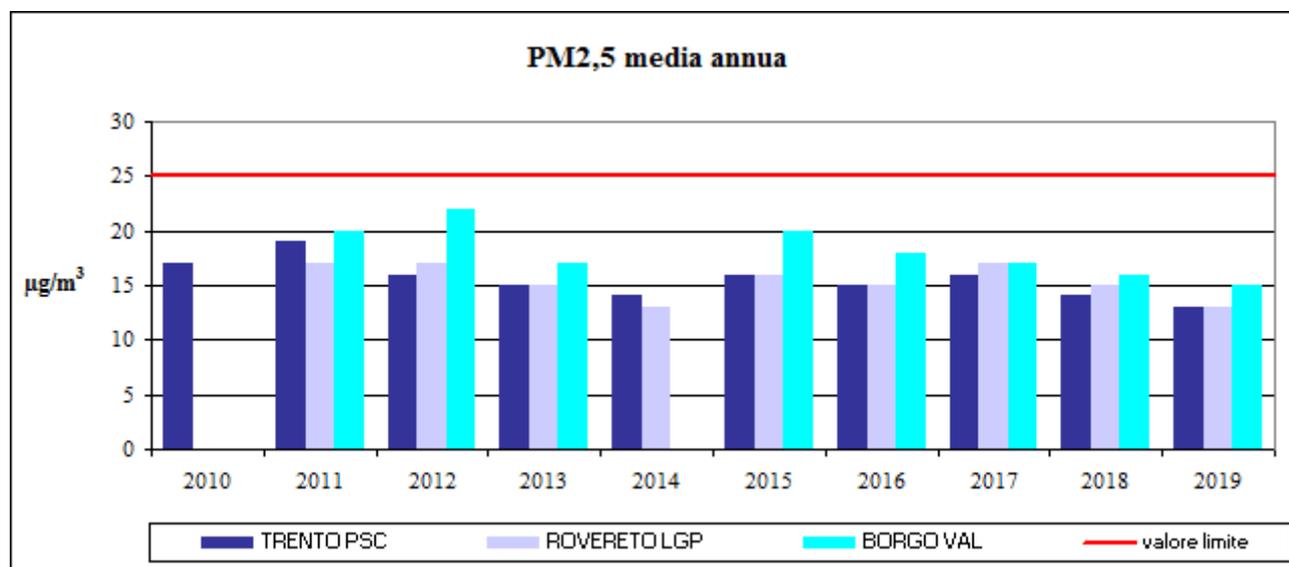


Fig. 5.5: **PM_{2,5}** – media annua.

5.3 Monossido di carbonio CO

Il monossido di carbonio è un gas incolore, insapore, inodore e poco più leggero dell'aria; rappresenta l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera. Si forma principalmente a causa della combustione incompleta degli idrocarburi, presenti in carburanti e combustibili, in carenza di ossigeno.

Il CO è un inquinante primario con un tempo di permanenza in atmosfera relativamente lungo e con una bassa reattività chimica. Pertanto le concentrazioni maggiori si riscontrano in prossimità delle sorgenti principali e le aree più a rischio sono quelle caratterizzate da ristagno di aria e scarsa diluizione (ad esempio, nel caso di strade strette circondate da edifici alti e contigui con *effetto canyon*).

La tossicità del CO è dovuta alla sua capacità di legarsi con l'emoglobina del sangue in concorrenza con l'ossigeno, interferendo sul trasporto di ossigeno ai tessuti. Il legame tra CO ed emoglobina è 200 volte più intenso di quello tra l'emoglobina e ossigeno: dunque la presenza di elevate concentrazioni di CO nell'aria inibisce il naturale processo di ossigenazione del sangue. Si verificano conseguenze dannose sul sistema nervoso e cardiovascolare, in particolare nelle persone affette da cardiopatie e nei fumatori. Concentrazioni molto elevate di CO possono condurre alla morte per asfissia, mentre alle concentrazioni abitualmente rilevabili nell'atmosfera urbana gli effetti sulla salute sono reversibili e sicuramente meno acuti: infatti se l'esposizione al CO viene interrotta, la sua combinazione con l'emoglobina viene spontaneamente rilasciata in poche ore.

A seguito della sostanziale riduzione delle concentrazioni di monossido di carbonio registrata negli anni, il numero di punti di monitoraggio in Provincia di Trento è stato progressivamente ridotto ed attualmente la misura è effettuata nella sola stazione di monitoraggio di traffico di Trento via Bolzano.

Nel 2019, così come negli ultimi anni, è stato rispettato il valore limite imposto dalla normativa (media calcolata su 8 ore inferiore a 10 mg/m³). Dal 2005 la concentrazione media annua di CO si è stabilizzata su valori inferiori a 1 mg/m³ (Fig. 5.6). Il monossido di carbonio di conseguenza rappresenta un inquinante primario non critico per il territorio trentino.

Tab. 5.7: CO – valore limite.

| CO | |
|--|----------------------|
| Periodo di mediazione | Valore limite |
| Media massima giornaliera calcolata su 8 ore | 10 mg/m ³ |

Tab. 5.8: CO – dati 2019.

| CO | | |
|---------------|--------------------------|--|
| Zona | Stazione di monitoraggio | Giorni di superamento del limite media su 8 h 10 mg/m ³ |
| IT0403 | Trento via Bolzano | 0 |
| IT0404 | (stima obiettiva) | 0 |
| <i>Limite</i> | | <i>0</i> |

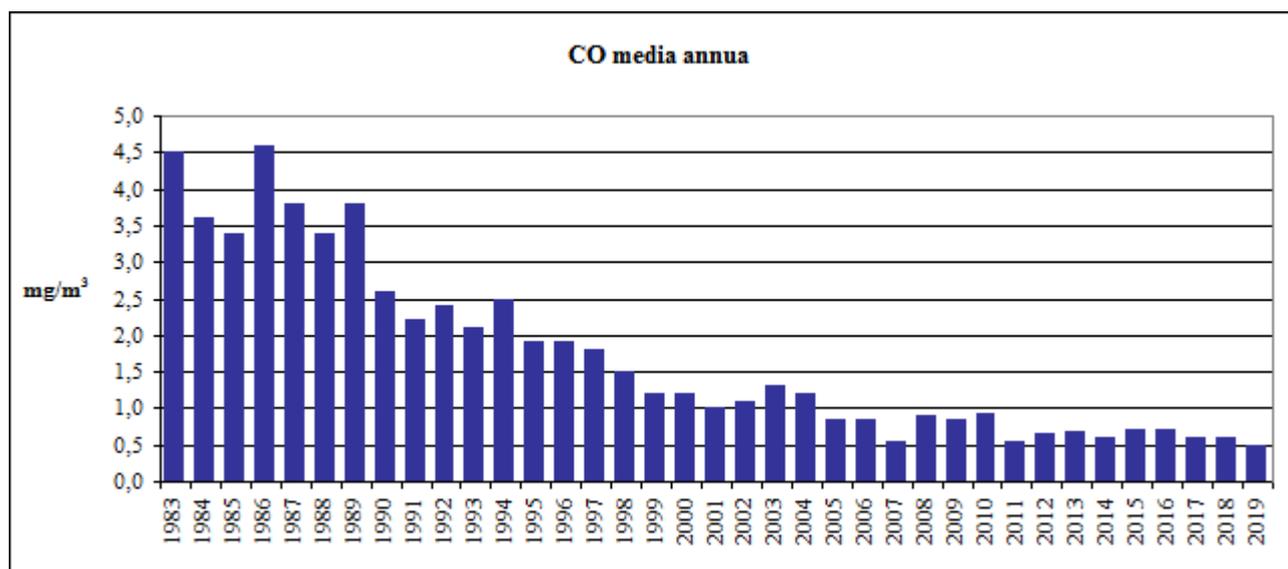


Fig. 5.6: CO – media annua.

5.4 Biossido di zolfo SO₂

Il biossido di zolfo o anidride solforosa (SO₂) è un gas incolore, dall'odore pungente ed irritante. In atmosfera l'SO₂ può trasformarsi in triossido di zolfo (SO₃) mediante processi di ossidazione indotti dall'irraggiamento solare; a sua volta, in combinazione con concentrazioni significative di vapore acqueo, l'SO₃ forma facilmente acido solforico (H₂SO₄), causa primaria delle *piogge acide*. Il tempo di persistenza dell'SO₂ nell'ambiente è tipicamente di circa 4 giorni; in particolari condizioni meteorologiche e in presenza di concentrazioni elevate, tale sostanza può diffondersi nell'atmosfera ed interessare territori situati anche a grande distanza dalla sorgente inquinante.

Le principali emissioni di biossido di zolfo derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (gasolio, olio combustibile, carbone), in cui lo zolfo è presente come impurità, oltre che da alcuni particolari processi industriali (settore metallurgico). Una percentuale di biossido di zolfo nell'aria proviene anche dal traffico veicolare, in particolare con motore diesel. Infine non è indifferente la quota prodotta dalle fonti naturali (vulcani).

L'SO₂ è considerato molto pericoloso, a causa dell'ipersensibilità ad esso mostrata da alcune fasce di popolazione, come anziani o persone soggette a malattie croniche dell'apparato respiratorio-cardiovascolare. Già a basse concentrazioni è una sostanza irritante per occhi, gola e tratto superiore delle vie respiratorie; a concentrazioni elevate può dar luogo ad irritazioni delle mucose nasali, bronchiti e malattie polmonari, mentre un'esposizione prolungata può comportare incremento di faringiti, affaticamento e disturbi a carico dell'apparato sensorio. I suoi effetti risultano amplificati in presenza di nebbia, in quanto esso è facilmente solubile nelle piccole gocce d'acqua. Le gocce più piccole possono arrivare in profondità nell'apparato polmonare, causando bronco-costrizione, irritazione bronchiale e bronchite acuta. È inoltre accertato un effetto irritante sinergico in caso di esposizione concomitante con il particolato, dovuto probabilmente alla capacità di quest'ultimo di veicolare il biossido di zolfo nelle zone respiratorie del polmone profondo.

Come anticipato, il biossido di zolfo presente in atmosfera è il principale responsabile delle cosiddette *piogge acide*, in quanto, attraverso reazioni con l'ossigeno e le molecole d'acqua, tende a trasformarsi in anidride solforica e, in presenza di umidità, in acido solforico. Le precipitazioni piovose con una componente acida significativa sono responsabili di danni alla vegetazione, con la presenza di zone necrotiche sulla foglie che, successivamente, scoloriscono e seccano, e di danni al sistema acquatico con l'acidificazione dei corpi idrici, in particolare quelli a debole ricambio, con conseguente compromissione della vita acquatica. Si evidenzia anche l'effetto corrosivo dell'acido solforico su alcuni materiali, come metalli e sostanze contenenti carbonati che vengono convertiti a solfati, con danni al patrimonio monumentale delle città.

Analizzando l'andamento della concentrazione media annua di SO₂ dell'ultimo trentennio, si nota a partire dal 2006 una stabilizzazione della concentrazione su valori inferiori a 3 µg/m³ (Fig. 5.7). Analogamente al monossido di carbonio, anche per il biossido di zolfo il numero di punti di

monitoraggio in Provincia di Trento è stato progressivamente ridotto ed attualmente la misura è effettuata nella sola stazione di Trento Parco S. Chiara.

Coerentemente con l'andamento degli ultimi anni, anche nel 2019 non si sono riscontrati superamenti del valore limite orario ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$), del valore limite giornaliero ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$), né della soglia di allarme ($500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per 3 ore consecutive). Il biossido di zolfo di conseguenza rappresenta un inquinante primario non critico per il territorio trentino.

Tab. 5.9: SO₂ – valori limite.

| SO ₂ | |
|-----------------------|--|
| Periodo di mediazione | Valore limite |
| 1 ora | $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 24 volte per anno civile |
| 1 giorno | $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte per anno civile |

Tab. 5.10: SO₂ – dati 2019.

| SO ₂ | | | |
|-----------------|--------------------------|---|---|
| Zona | Stazione di monitoraggio | Giorni di superamento del limite media giornaliera $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | Ore di superamento del limite media oraria $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| IT0403 | Trento Parco S. Chiara | 0 | 0 |
| IT0404 | (stima obiettiva) | 0 | 0 |
| Limite | | 3 | 24 |

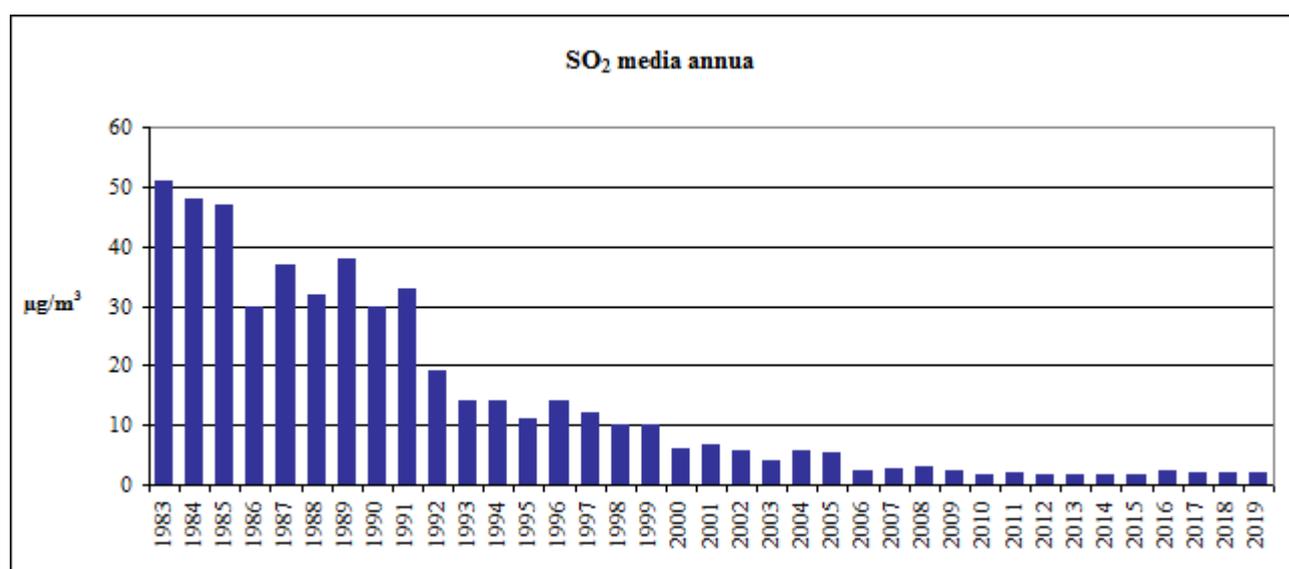


Fig. 5.7: SO₂ – media annua.

5.5 Benzene C₆H₆

Per COV (Composti Organici Volatili) si intende una serie di sostanze in miscele complesse che evaporano facilmente a temperatura ambiente. Il termine *organico* indica che i composti contengono carbonio.

I COV sono oltre 300 e i più noti sono gli idrocarburi alifatici (dal n-esano, al n-esadecano e i metilesani), i terpeni, gli idrocarburi aromatici (benzene e derivati, toluene, o-xilene, stirene), gli idrocarburi clorinati (cloroformio, diclorometano, clorobenzeni), gli alcoli (etanolo, propanolo, butanolo e derivati), gli esteri, i chetoni e le aldeidi (formaldeide).

Il benzene (C₆H₆) è il più semplice degli idrocarburi aromatici. È un liquido incolore, molto volatile, poco stabile in acqua e presenta un caratteristico odore aromatico pungente, che diventa irritante a concentrazioni elevate. A temperatura ambiente è volatile, scarsamente solubile in acqua e miscibile invece con composti organici come alcool, cloroformio e tetracloruro di carbonio.

Per le sue caratteristiche lipofile, nel corpo umano il benzene si concentra soprattutto nei tessuti più grassi ed è assunto principalmente per inalazione diretta, favorita dalla sua alta volatilità. L'esposizione cronica al benzene provoca danni ematologici (anemie, ecc.) e genetici (alterazioni geniche e cromosomiche).

A partire dal 2003, le concentrazioni medie annue di benzene risultano abbondantemente inferiori al valore limite di 5,0 µg/m³ e dal 2007 tali concentrazioni hanno raggiunto valori stabilmente inferiori a 1,0 µg/m³. Il benzene di conseguenza rappresenta un inquinante primario non critico per il territorio trentino. Attualmente il benzene è misurato esclusivamente presso il sito di Trento via Bolzano.

Tab. 5.11: C₆H₆ – valore limite.

| C ₆ H ₆ | |
|-------------------------------|-----------------------|
| Periodo di mediazione | Valore limite |
| Anno civile | 5,0 µg/m ³ |

Tab. 5.12: C₆H₆ – dati 2019.

| C ₆ H ₆ | | |
|-------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Zona | Stazione di monitoraggio | Media annua |
| IT0403 | Trento via Bolzano | 0,7 µg/m ³ |
| IT0404 | (stima obiettiva) | 0,08 µg/m ³ |
| Limite | | 5,0 µg/m³ |

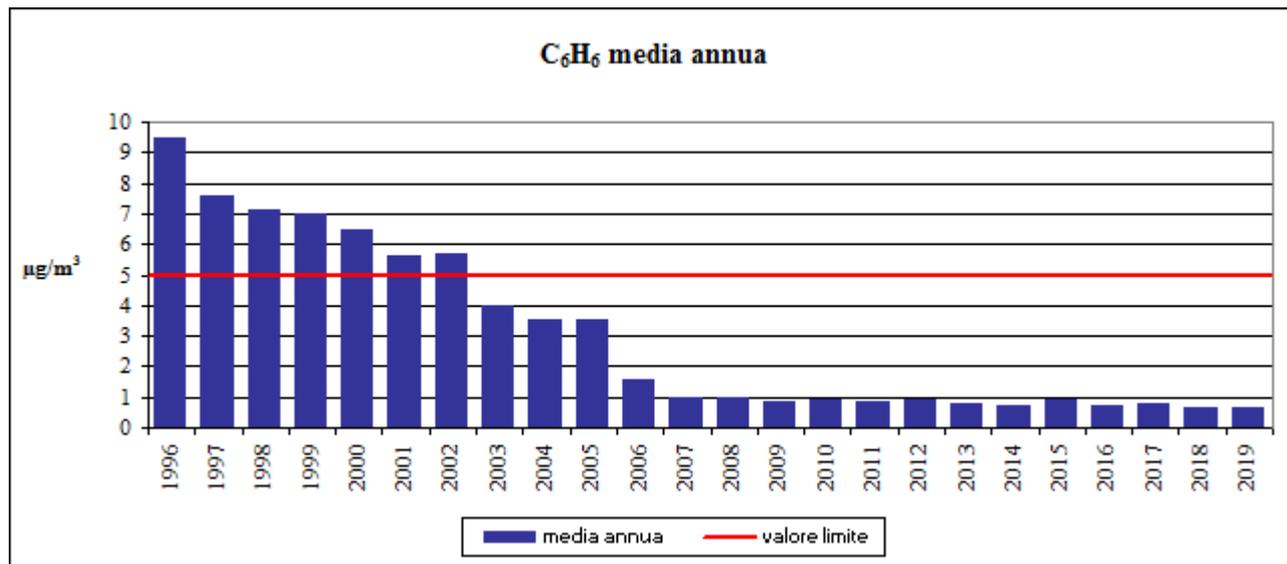


Fig. 5.8: C₆H₆ – media annua.

5.6 Metalli

Nel particolato atmosferico sono presenti metalli di varia natura, tra i quali i principali sono piombo (Pb), arsenico (As), cadmio (Cd), nichel (Ni), zinco (Zn), rame (Cu) e ferro (Fe). Essi provengono da una molteplice varietà di fonti: processi industriali, processi di combustione, emissioni autoveicolari, erosione dei suoli, ecc. I metalli monitorati a maggiore rilevanza sotto il profilo tossicologico sono il nichel, il cadmio ed il piombo.

A differenza di altri inquinanti, la misura delle concentrazioni di metalli non avviene in continuo, ma mediante la raccolta di campioni giornalieri di PM10. Nel corso del 2019 sono stati raccolti campioni di PM10 a giorni alterni presso la stazione di Trento Parco S. Chiara. I campioni sono stati successivamente analizzati per la determinazione dei metalli.

Le concentrazioni di **piombo** rilevate nel 2019 confermano il rispetto con ampio margine del limite annuo per questo inquinante (concentrazione media inferiore all'1% del valore limite), così come verificatosi negli anni precedenti (Tab. 5.14 e Fig. 5.9).

Per quanto riguarda **arsenico**, **cadmio** e **nichel**, le concentrazioni rilevate sono risultate contenute, in linea con gli anni precedenti, e anche in questo caso inferiori ai rispettivi valori obiettivo (Tab. 5.14, Fig. 5.10, Fig. 5.11 e Fig. 5.12).

In conclusione piombo, arsenico, cadmio e nichel rappresentano inquinanti primari non critici per il territorio trentino.

Tab. 5.13: Metalli – valori limite/obiettivo.

| Pb | |
|------------------------------|-------------------------|
| Periodo di mediazione | Valore limite |
| Anno civile | 0,5 µg/m ³ |
| As | |
| Periodo di mediazione | Valore obiettivo |
| Anno civile | 6,0 ng/m ³ |
| Cd | |
| Periodo di mediazione | Valore obiettivo |
| Anno civile | 5,0 ng/m ³ |
| Ni | |
| Periodo di mediazione | Valore obiettivo |
| Anno civile | 20,0 ng/m ³ |

Tab. 5.14: Metalli – dati 2019.

| Metalli – medie annuali | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|--|--|--|---|
| Zona | Stazione di monitoraggio | Pb | As | Cd | Ni |
| IT0403 | Trento Parco S. Chiara | 0,0029 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 1,5 ng/m^3 | 1,5 ng/m^3 | 1,3 ng/m^3 |
| IT0404 | (stima obiettiva) | 0,0005 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 0,26 ng/m^3 | 0,26 ng/m^3 | 0,22 ng/m^3 |
| <i>Limite / valore obiettivo</i> | | <i>0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$</i> | <i>6,0 ng/m^3</i> | <i>5,0 ng/m^3</i> | <i>20,0 ng/m^3</i> |

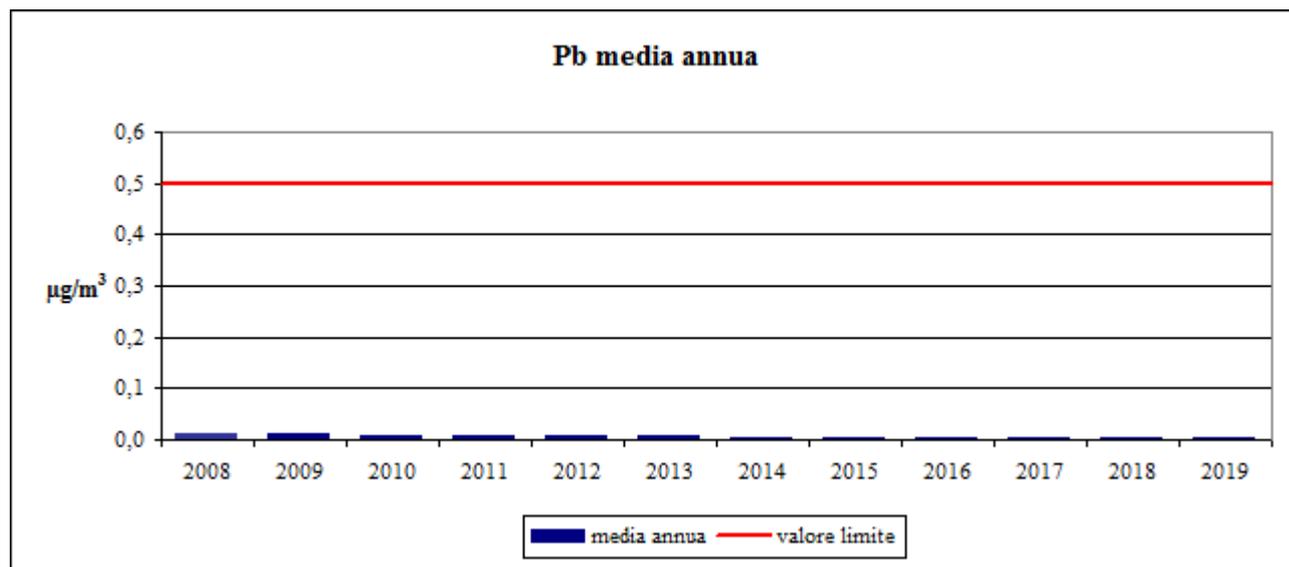


Fig. 5.9: Pb – media annua.

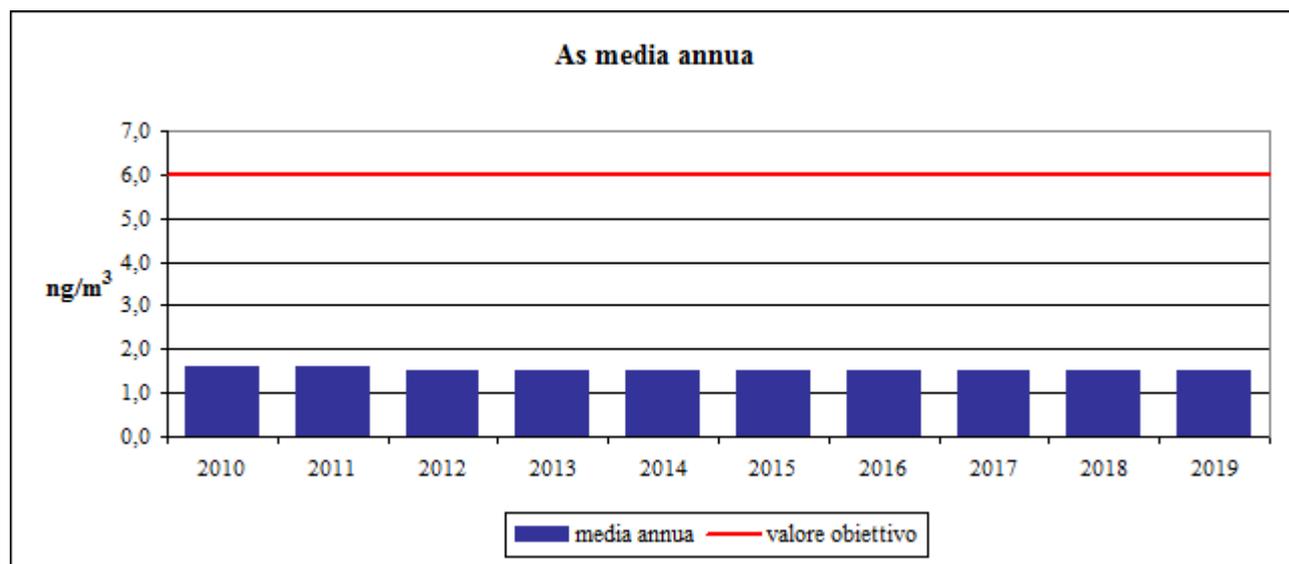


Fig. 5.10: As – media annua.

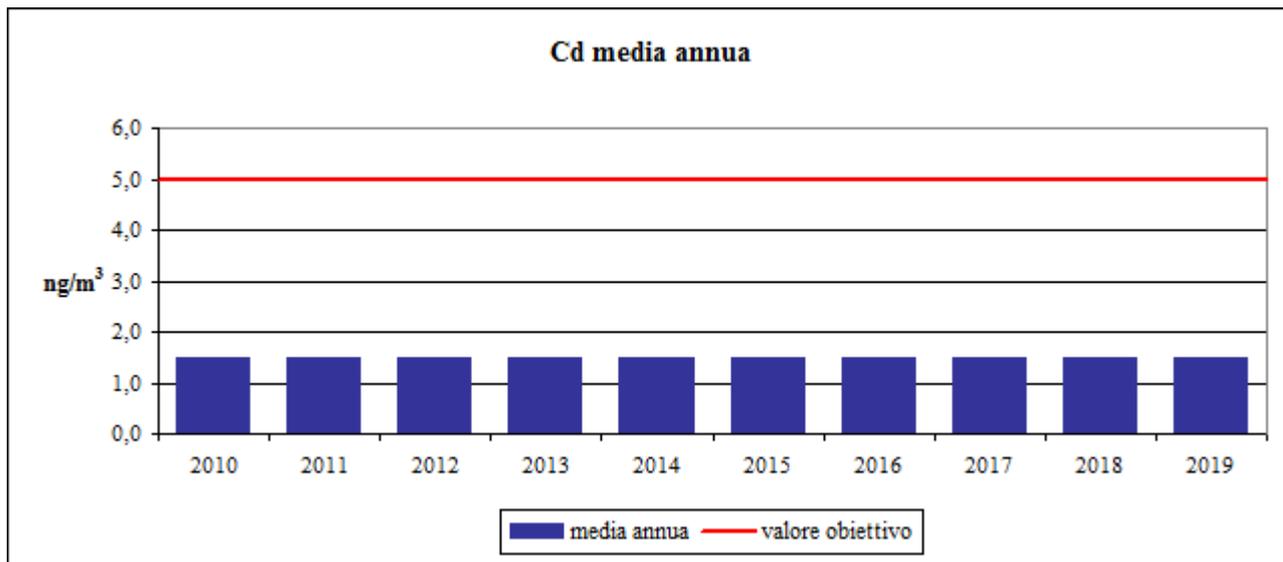


Fig. 5.11: Cd – media annua.

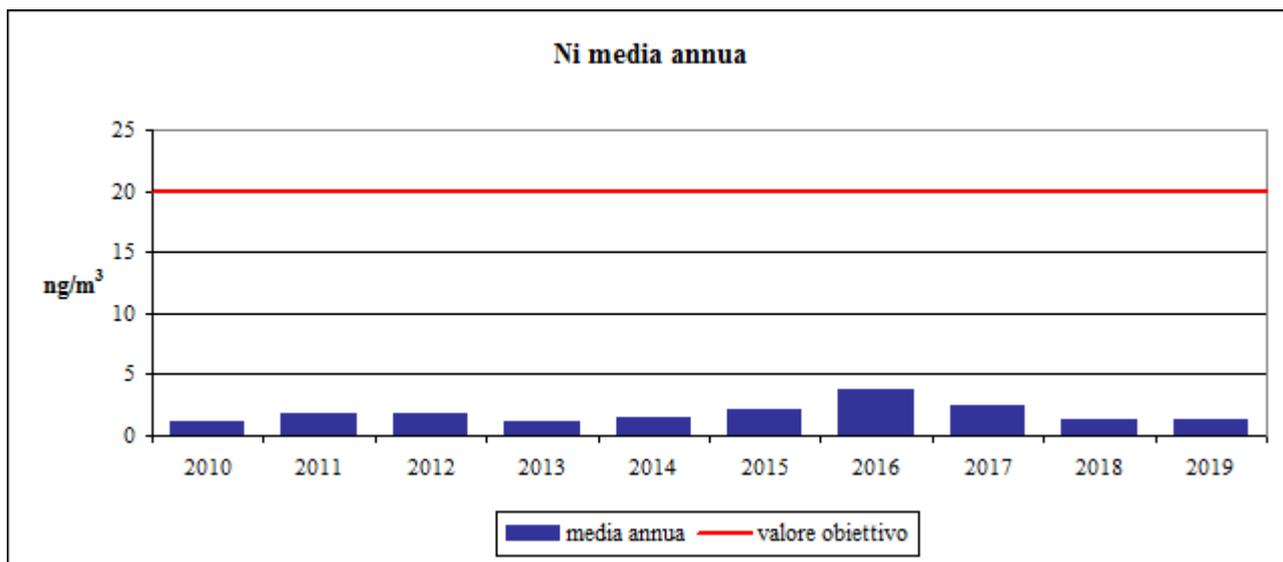


Fig. 5.12: Ni – media annua.

5.7 Benzo(a)pirene – B(a)P

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) sono composti organici con due o più anelli aromatici fusi, formati interamente da carbonio e idrogeno. In generale si tratta di sostanze solide a temperatura ambiente, scarsamente solubili in acqua, degradabili in presenza di radiazione ultravioletta ed altamente affini ai grassi presenti nei tessuti viventi. Il composto più studiato e rilevato è il benzo(a)pirene, caratterizzato da una struttura con cinque anelli aromatici condensati.

L'assorbimento degli IPA può avvenire per inalazione di polveri, aerosol o vapori, essendo presenti come sostanze adsorbite sul particolato, per ingestione di alimenti contaminati o attraverso la cute.

Per quanto riguarda le conseguenze sulla salute, un numero considerevole di IPA presentano attività cancerogena, accertata sia tramite esperimenti di laboratorio che indagini epidemiologiche, mentre non sono stati rilevati casi di effetti tossicologici acuti.

In Trentino la combustione della biomassa legnosa negli impianti di riscaldamento domestici è responsabile di circa il 99% delle emissioni primarie di B(a)P. Gli IPA sono inoltre presenti nelle emissioni dei gas di scarico degli autoveicoli, sia diesel che benzina.

A differenza di altri inquinanti, la misura del benzo(a)pirene non avviene in continuo, ma mediante la raccolta di campioni giornalieri di PM10. Nel corso del 2019 sono stati raccolti campioni di PM10 a giorni alterni presso la stazione di Trento Parco S. Chiara. I campioni sono stati successivamente analizzati per la determinazione degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), tra cui in particolare il benzo(a)pirene.

Il valore medio annuo 2019 di benzo(a)pirene, pari a 0,9 ng/m³, rispetta il valore obiettivo ed è in linea con quanto registrato negli ultimi anni (Fig. 5.13). Sebbene si osservi un calo negli ultimi anni, con il rispetto del valore obiettivo per il quarto anno consecutivo, resta concreto il rischio di superamento della soglia prevista per questo inquinante.

Tab. 5.15: B(a)P – valore obiettivo.

| B(a)P | |
|------------------------------|-------------------------|
| Periodo di mediazione | Valore obiettivo |
| Anno civile | 1,0 µg/m ³ |

Tab. 5.16: B(a)P – dati 2019.

| B(a)P | | |
|-------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Zona | Stazione di monitoraggio | Media annua |
| IT0403 | Trento Parco S. Chiara | 0,9 ng/m ³ |
| IT0404 | (stima obiettiva) | 0,15 ng/m ³ |
| Valore obiettivo | | 1,0 ng/m³ |

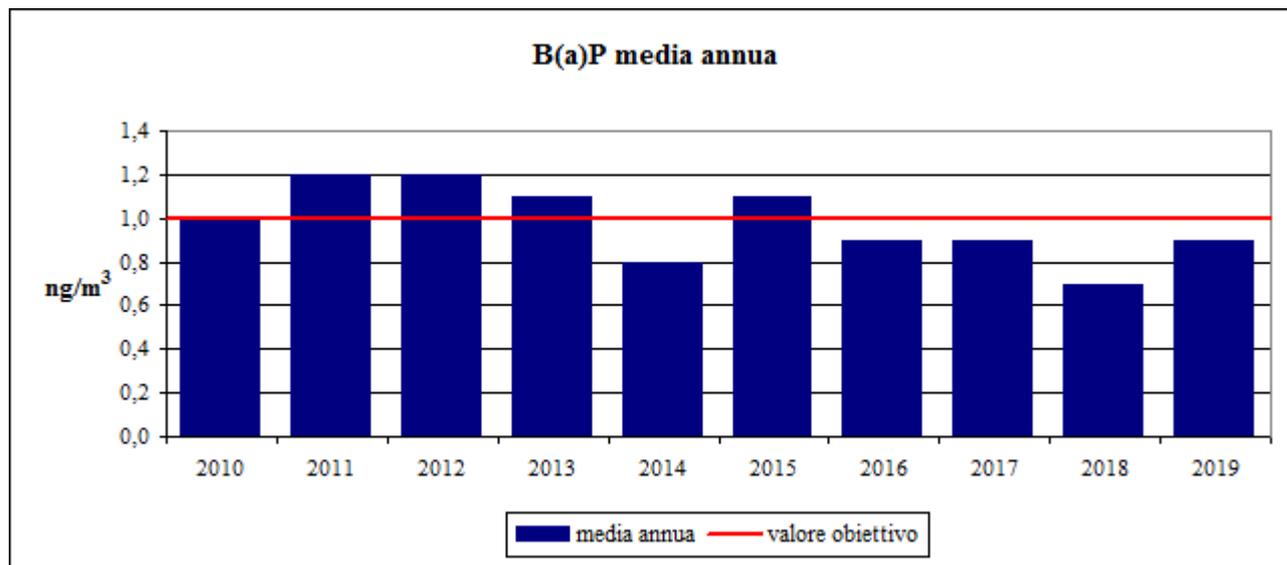


Fig. 5.13: B(a)P – media annua.

5.8 Ozono O₃

L'ozono O₃ è un gas di odore pungente, altamente reattivo, dotato di un elevato potere ossidante e, ad elevate concentrazioni, di colore blu/azzurro. In natura è presente negli strati alti dell'atmosfera terrestre (nella stratosfera, ad un'altezza compresa fra i 30 km ed i 50 km dal suolo) e ricopre l'importante funzione di proteggere la superficie terrestre dalle radiazioni ultraviolette emesse dal sole, che se non intercettate risulterebbero dannose per gli esseri viventi.

Negli strati bassi dell'atmosfera (nella troposfera, al di sotto dei 10-15 km di altezza dal suolo), l'ozono è presente naturalmente in basse concentrazioni per effetto del naturale scambio con la stratosfera. Tale concentrazione può però aumentare in alcune aree a causa del cosiddetto *smog fotochimico*, causato da un ciclo di reazioni di inquinanti primari precursori, come ossidi di azoto, idrocarburi e composti organici volatili, che si origina soprattutto nei mesi estivi in concomitanza di intenso irraggiamento solare ed elevate temperature. Per questo motivo l'ozono viene indicato come un inquinante secondario.

La capacità dell'O₃ di spostarsi con le masse d'aria anche a diversi chilometri dalla fonte comporta la presenza di concentrazioni elevate fino a grandi distanze dalle sorgenti (decine o centinaia di km), determinando il rischio di esposizioni significative in gruppi di popolazione relativamente distanti dalle fonti principali di inquinanti precursori. È importante sottolineare che, in prossimità di sorgenti emissive di monossido di azoto (NO), l'ozono viene significativamente consumato dalla reazione $\text{NO} + \text{O}_3 = \text{NO}_2 + \text{O}_2$. Di conseguenza i valori più elevati di questo inquinante si raggiungono normalmente nelle zone meno interessate dalle attività umane.

Negli ambienti interni la concentrazione di O₃ è notevolmente inferiore, poiché la sua grande reattività ne consente la rapida distruzione. Per questo motivo in situazioni di allarme è consigliabile che le persone a maggior rischio rimangano in casa.

A causa del suo alto potere ossidante, elevati livelli di O₃ danneggiano la salute umana e quella degli animali, hanno effetti nocivi sulla vegetazione (riduzione dell'attività di fotosintesi, formazione delle *piogge acide*, necrosi fogliare), deteriorano i materiali e riducono la visibilità. Per quanto riguarda gli effetti sulla salute dell'uomo, non sono ancora ben note le conseguenze croniche derivanti da una lunga esposizione a basse concentrazioni di ozono. Gli effetti acuti più evidenti sono invece severe irritazioni della mucosa degli occhi, infiammazioni ed alterazioni a carico dell'apparato respiratorio ed un senso di pressione sul torace. Concentrazioni particolarmente elevate possono portare anche ad alterazioni delle funzioni respiratorie, ad un aumento della frequenza degli attacchi asmatici, all'insorgere di malattie dell'apparato respiratorio ed al peggioramento di patologie, già in atto, di tipo respiratorio e cardiaco.

I soggetti più sensibili al fenomeno sono i bambini, gli anziani, le donne in gravidanza, chi svolge attività fisica o lavorativa all'aperto. I soggetti a rischio sono le persone asmatiche, con patologie polmonari o cardiache.

Il D.Lgs. 155/2010 stabilisce per l'ozono un *valore obiettivo* (Tab. 5.18), una *soglia di allarme* ed una *soglia di informazione* (Tab. 5.17).

Per *soglia di informazione* si intende il livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione, il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive. Al superamento della soglia di informazione le persone sensibili devono evitare di svolgere attività fisica anche moderata all'aperto, come camminare velocemente, in particolare nelle ore più calde e di maggiore insolazione.

Per *soglia di allarme* si intende il livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso, il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati. Al superamento della soglia di allarme, in particolare nelle ore più calde e di maggiore insolazione, le persone sensibili devono evitare qualsiasi attività fisica all'aperto e tutta la popolazione deve evitare di svolgere intensa attività fisica all'aperto, come ad esempio correre.

Tab. 5.17: O₃ – soglie di informazione e di allarme.

| O ₃ | | |
|----------------|-----------------------|-----------------------|
| Finalità | Periodo di mediazione | Soglia |
| Informazione | 1 ora | 180 µg/m ³ |
| Allarme | 1 ora | 240 µg/m ³ |

Tab. 5.18: O₃ – valore obiettivo.

| O ₃ | |
|------------------------------------|--|
| Periodo di mediazione | Valore obiettivo |
| Media massima giornaliera su 8 ore | 120 µg/m ³ da non superare per più di 25 volte per anno civile (come media su 3 anni) |

I valori registrati per questo inquinante mostrano una variabilità interannuale piuttosto marcata, strettamente legata alla variabilità meteo-climatica, data la forte dipendenza delle concentrazioni di ozono dalle variabili meteorologiche radiazione solare e temperatura.

Nel corso del 2019, come atteso, si sono verificati diversi superamenti della soglia di informazione, ma in occasione di un importante episodio di smog fotochimico, verificatosi alla fine del mese di giugno, per la prima volta in Trentino da quando è attivo il monitoraggio dell'ozono (1988) si è

anche dovuto registrare, ancorché per sole due ore, il superamento della soglia di allarme presso la stazione di Riva del Garda (Tab. 5.19).

Il valore obiettivo, pari a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 25 volte per anno civile come media su 3 anni e riferito alla media massima giornaliera calcolata su 8 ore, continua ad essere superato costantemente ed in maniera diffusa su tutto il territorio provinciale, ad eccezione della stazione di Borgo Valsugana, per la quale le medie triennali, nel triennio 2017-2019, risultano rispettare il valore obiettivo (Fig. 5.15 e Fig. 5.16).

Tab. 5.19: O₃ – dati 2019.

| O ₃ | | | | | |
|-------------------------|--------------------------|--|-----------------|---------------------------------|---------|
| Zona | Stazione di monitoraggio | Giorni di superamento del valore obiettivo media su 8 h $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | | Ore di superamento delle soglie | |
| | | 2019 | Media 2017-2019 | Informazione | Allarme |
| IT0405 | Trento Parco S. Chiara | 40 | 46 | 24 | 0 |
| | Borgo Valsugana | 19 | 23 | 3 | 0 |
| | Riva del Garda | 61 | 61 | 54 | 2 |
| | Piana Rotaliana | 39 | 42 | 12 | 0 |
| | Monte Gaza | 103 | 107 | 133 | 0 |
| <i>Valore obiettivo</i> | | | 25 | - | - |

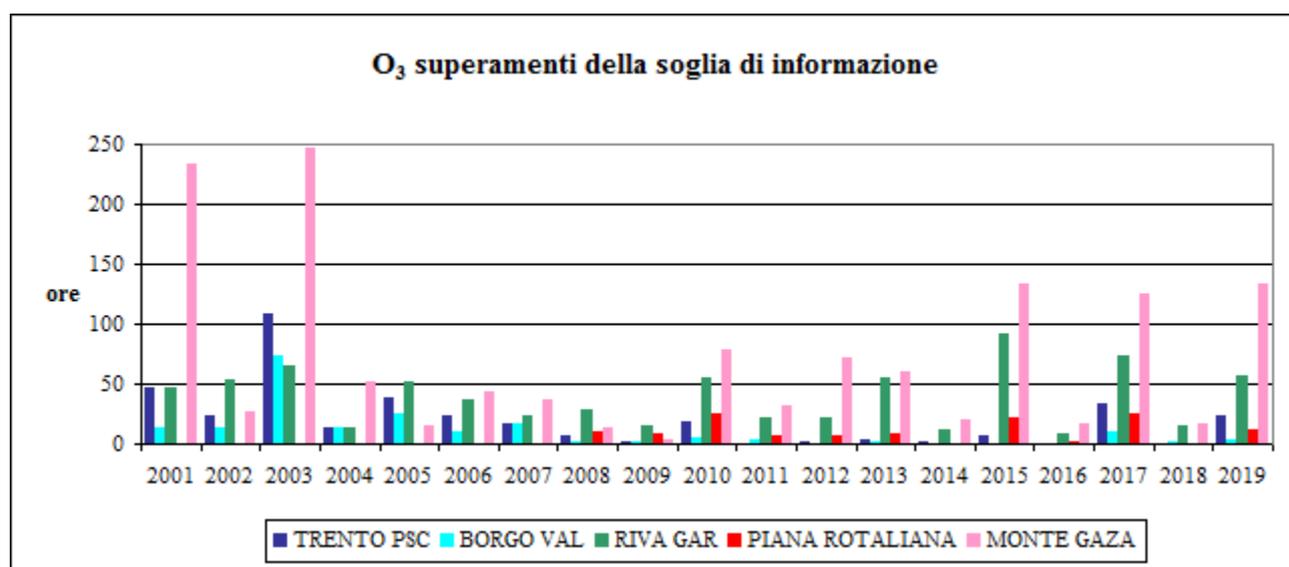


Fig. 5.14: O₃ – superamenti della soglia di informazione.

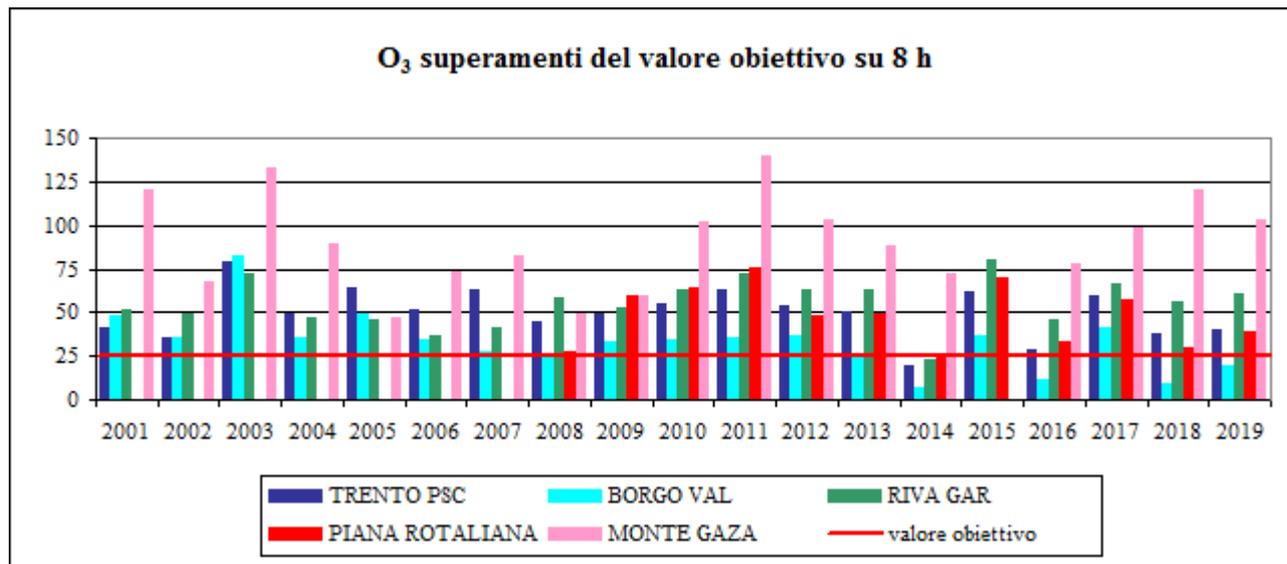


Fig. 5.15: O₃ – superamenti del valore obiettivo.

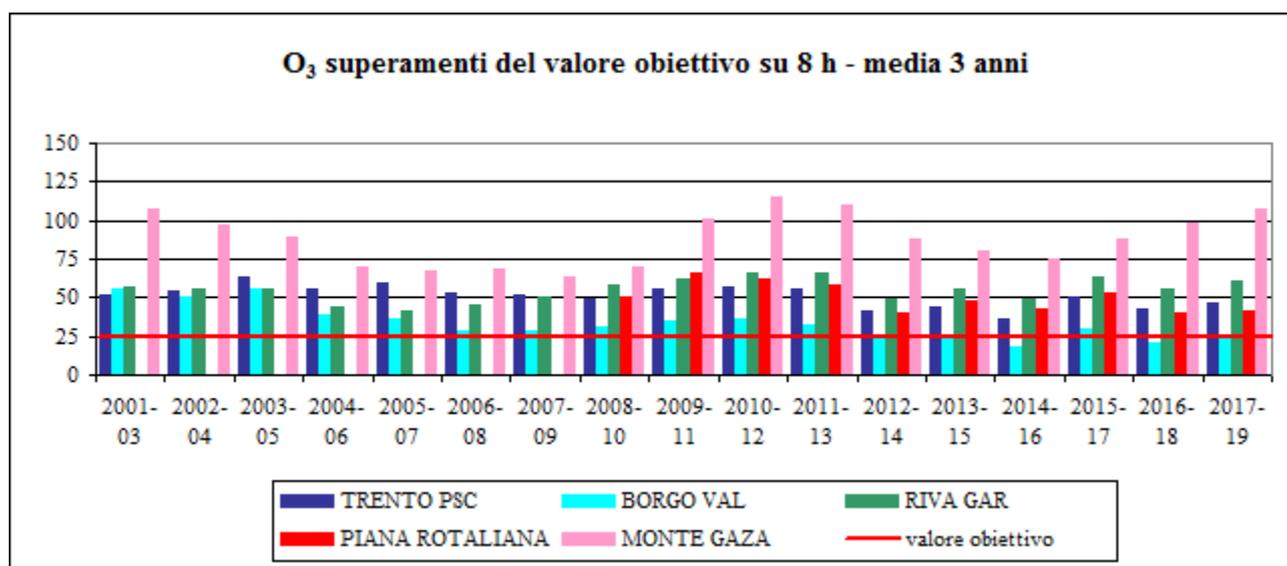


Fig. 5.16: O₃ – superamenti del valore obiettivo, media su 3 anni.

6 Conclusioni

Nel quadro di una situazione complessivamente positiva per quanto concerne lo stato della qualità dell'aria ambiente della Provincia autonoma di Trento, anche i dati raccolti grazie alle attività di monitoraggio nel 2019 evidenziano limitate criticità, nello specifico due casi di superamento dei limiti/valori obiettivo:

- il superamento del limite di media annua previsto per l'inquinante **biossido di azoto NO₂** nella zona *IT0403 Fondovalle*, legato ai valori registrati presso il sito di traffico di Trento via Bolzano;
- il superamento del valore obiettivo previsto per l'inquinante **ozono O₃** nella zona *IT0405 Zona ozono*, registrato in maniera diffusa in tutte le stazioni della rete con la sola eccezione del sito di Borgo Valsugana.

In entrambi i casi si tratta di conferme di problematiche già evidenziate negli scorsi anni. Per l'**NO₂**, nonostante la media annuale sia la più bassa finora registrata, non è stato ancora conseguito per la prima volta il rispetto del limite. L'assenza di superamenti del valore limite medio orario può essere interpretata come un ulteriore indicatore di un trend di miglioramento, pur con la cautela dovuta alla variabilità interannuale delle condizioni meteo-climatiche che influenzano la concentrazione ed il ristagno degli inquinanti al suolo, specialmente nella stagione invernale.

Rispetto all'inquinante **ozono**, si sottolinea come esso rappresenti un problema di complessa soluzione a causa della sua natura esclusivamente secondaria, dell'influenza delle condizioni meteorologiche estive sull'innalzamento della sua concentrazione, del contributo dovuto non solo alle sorgenti locali degli inquinanti cosiddetti *precursori*, ma anche al trasporto su lunga distanza. Per ridurre gli elevati livelli delle concentrazioni di ozono, rilevati in estate non solo in Italia ma in tutta l'Europa centro-meridionale, servono pertanto misure di ampio respiro, ad una scala territoriale più ampia di quella provinciale o regionale. La variabilità meteorologica interannuale in termini di radiazione solare e la temperatura nella stagione estiva ricopre a tal riguardo un ruolo primario.

Per quanto riguarda gli altri 2 inquinanti potenzialmente critici, **particolato PM10** e **benzo(a)pirene**, i dati 2019 sono positivi, confermando anche per quest'anno il rispetto dei rispettivi limiti e valore obiettivo.

Per gli altri inquinanti, **polveri sottili PM2,5**, **biossido di zolfo**, **monossido di carbonio**, **benzene** e **metalli**, si conferma anche per il 2019, così come ormai da molti anni, il rispetto dei limiti e valori obiettivo.

Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente
Settore qualità ambientale
U.O. tutela dell'aria ed agenti fisici
Via Lidorno, 1 – 38123 Trento
T +39 0461 494796
F +39 0461 497759
pec sqa.appa@pec.provincia.tn.it
@ariaagf.appa@provincia.tn.it
web www.appa.provincia.tn.it

