

## **Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Calabria**

*Dipartimento Provinciale di Cosenza - Servizio Tematico Aria*

# **Aggiornamento dati sulla qualità dell'aria Città di Acri Biennio 2019 - 2020**



# **Aria**



Report a cura di

Dott.ssa Claudia Tuoto - Dirigente del Servizio Aria

Dott.ssa Maria Anna Caravita - Funzionario del Servizio Aria



# Indice:

PREMESSA.....	2
1. QUADRO NORMATIVO.....	3
2. LA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA.....	7
2.1 Descrizione della Stazione.....	7
2.2 Efficienza della Stazione.....	7
3. ELABORAZIONE DEI PARAMETRI METEO CLIMATICI.....	9
3.1 Temperatura.....	9
3.2 Direzione e velocità del vento.....	10
3.3 Classi di Stabilità.....	17
4. INQUINANTI MONITORATI.....	19
4.1 Biossido di azoto.....	19
4.2 Particolato sospeso - PM10.....	21
4.3 Particolato sospeso - PM2.5.....	22
4.4 Monossido di Carbonio.....	24
4.5 Ozono.....	25
4.6 Biossido di Zolfo.....	27
4.7 Benzene.....	29
4.8 La caratterizzazione chimica del particolato.....	30
5. ANALISI DEI TREND DELLE CONCENTRAZIONI ANNUALI.....	32
CONSIDERAZIONI RIASSUNTIVE E FINALI.....	32



## PREMESSA

Il presente rapporto è stato redatto sulla base dei dati registrati dalla centralina per il monitoraggio della qualità dell'aria dell'ARPACAL presente nel Comune di Acri riferito al biennio 2019-2020. Il monitoraggio ha permesso di disporre di valori orari e giornalieri, misurati in continuo, dei seguenti parametri inquinanti:

- Monossido di carbonio CO;
- Ossidi di azoto NO<sub>x</sub>;
- Ozono O<sub>3</sub>;
- Biossido di zolfo SO<sub>2</sub>;
- Benzene, Toluene, Xileni;
- PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>.

Sono state condotte, inoltre, analisi relative alla caratterizzazione chimica del particolato PM<sub>10</sub> determinando i seguenti composti:

- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA);
- Metalli (Piombo, Cadmio, Nichel, Arsenio).

I dati del monitoraggio della Rete Regionale di Qualità dell'Aria sono pubblicati e consultabili sulla pagina web dell'ARPACAL ([www.arpacal.it](http://www.arpacal.it)) al link "Rete Regionale Qualità Aria".

Il presente lavoro è organizzato in capitoli ovvero: nel primo viene riportata una sintesi dei valori limite di concentrazione in atmosfera degli inquinanti monitorati fissati dalla normativa vigente; nel secondo capitolo viene descritta la rete di monitoraggio e riportati i rendimenti registrati per ciascun analizzatore/sensore, nei capitoli terzo e quarto vengono riportate le condizioni meteorologiche registrate e presentati i dati ottenuti, nel quinto capitolo vengono presentate le valutazioni sullo stato della qualità dell'aria.



## 1. QUADRO NORMATIVO

La normativa di riferimento in merito alla gestione della qualità dell'aria è il D.Lgs.155/2010 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" che prevede dei limiti imposti per garantire la salubrità dell'aria per i seguenti inquinanti: biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), monossido di carbonio (CO), particelle sospese con diametro inferiore a 10 micron (PM<sub>10</sub>) e diametro inferiore a 2,5 micron (PM<sub>2,5</sub>), ozono (O<sub>3</sub>), piombo (Pb), arsenico (As), cadmio (Cd), nichel (Ni) e benzo(a)pirene [B(a)p]. Questi limiti sono stati stabiliti in funzione dell'incidenza e/o della pericolosità relativa alla concentrazione dell'inquinante stesso.

In recepimento della direttiva 2008/50/CE, il suddetto decreto introduce l'Indice di Esposizione Media (IEM) espresso in µg/m<sup>3</sup>, con riferimento ai livelli di PM<sub>2,5</sub> nell'aria ambiente, che indica il livello medio da determinare sulla base di misurazioni effettuate da stazioni di fondo ubicate in siti fissi di campionamento urbani presso l'intero territorio nazionale e che riflette l'esposizione della popolazione.

Di seguito, per ogni inquinante, viene riportata una tabella riassuntiva dei relativi limiti normativi:

**Tabella 1.** Valori limite degli inquinanti

<b>NO<sub>2</sub>: Valore limite per la protezione della salute umana</b>	
Valore limite ( <b>media oraria</b> )	200 µg/m <sup>3</sup> Superamenti consentiti: 18 volte in un anno civile
Valore limite ( <b>media annuale</b> )	40 µg/m <sup>3</sup>
Soglia di allarme ( <b>media oraria</b> )	400 µg/m <sup>3</sup> (per 3 ore consecutive)

<b>NO<sub>x</sub>: Valore limite per la protezione degli ecosistemi</b>	
Valore limite ( <b>media annuale</b> )	30 µg/m <sup>3</sup>

<b>CO: Valore limite per la protezione della salute umana</b>	
Valore limite ( <b>massima media giornaliera calcolata su 8 ore</b> )	10 mg/m <sup>3</sup>

<b>PM<sub>10</sub>: Valore limite per la protezione della salute umana</b>	
Valore limite ( <b>media giornaliera</b> )	50 µg/m <sup>3</sup> Superamenti consentiti: 35 volte in un anno civile
Valore limite ( <b>media annuale</b> )	40 µg/m <sup>3</sup>



***PM<sub>2.5</sub>: Valore limite per la protezione della salute umana***

Valore limite ( <b>media annuale</b> )	25 µg/m <sup>3</sup>
Valore obiettivo ( <b>media annuale</b> )	25 µg/m <sup>3</sup>
Obbligo di concentrazione di esposizione per evitare effetti nocivi sulla salute umana ( <b>media annuale</b> )	20 µg/m <sup>3</sup>

***C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>: Valore limite per la protezione della salute umana***

Valore limite ( <b>media annuale</b> )	5 µg/m <sup>3</sup>
--	---------------------

***SO<sub>2</sub>: Valore limite per la protezione della salute umana***

Valore limite ( <b>media oraria</b> )	350 µg/m <sup>3</sup> Superamenti consentiti: 24 volte in un anno civile
Valore limite ( <b>media giornaliera</b> )	125 µg/m <sup>3</sup> Superamenti consentiti: 3 volte in un anno
Soglia di allarme ( <b>media oraria</b> )	500 µg/m <sup>3</sup> (per 3 ore consecutive)

***SO<sub>2</sub>: Valore limite per la protezione della vegetazione***

Valore limite ( <b>media annuale</b> )	20 µg/m <sup>3</sup>
--	----------------------

***O<sub>3</sub>: Valore limite per la protezione della salute umana***

Soglia di informazione ( <b>media oraria</b> )	180 µg/m <sup>3</sup>
Soglia di allarme ( <b>media oraria</b> )	240 µg/m <sup>3</sup> (per 3 ore consecutive)
Valore obiettivo ( <b>massima media giornaliera calcolata su 8 ore</b> )	120µg/m <sup>3</sup> Superamenti consentiti: 25 giorni per anno civile come media su 3 anni
Obiettivo a lungo termine ( <b>massima media giornaliera calcolata su 8 ore</b> ) (Non ancora definita la data entro cui deve essere raggiunto)	120 µg/m <sup>3</sup>

***O<sub>3</sub>: Valore limite per la protezione della vegetazione***

Valore obiettivo AOT40 ( <b>calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio come media su 5 anni</b> )	18.000 µg/m <sup>3</sup> h
Obiettivi a lungo termine AOT40 ( <b>calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio</b> )	6000 µg/m <sup>3</sup> h



<b>Benzo(a)pirene</b>	
Valore obiettivo ( <b>media annuale</b> )	1 ng/m <sup>3</sup>
<b>Arsenico</b>	
Valore obiettivo ( <b>media annuale</b> )	6 ng/m <sup>3</sup>
<b>Cadmio</b>	
Valore obiettivo ( <b>media annuale</b> )	5 ng/m <sup>3</sup>
<b>Nichel</b>	
Valore obiettivo ( <b>media annuale</b> )	20 ng/m <sup>3</sup>
<b>Piombo</b>	
Valore obiettivo ( <b>media annuale</b> )	0.5 µg/m <sup>3</sup>

Nel D.Lgs 155/10 sono riportate le seguenti definizioni:

- **valore limite:** livello fissato in base alle conoscenze scientifiche, incluse quelle relative alle migliori tecnologie disponibili, al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e che non deve essere successivamente superato;
- **valore obiettivo:** livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita;
- **soglia di allarme:** livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati;
- **soglia di informazione:** 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 nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive.
- **margini di tolleranza:** la percentuale del valore limite entro la quale il valore può essere superato alle condizioni stabilite dalla normativa; la legislazione stabilisce inoltre le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo;
- **superamenti consentiti:** numero di superamenti del valore limite consentiti dalla normativa per anno civile.



Il D.Lgs 155/2010 rappresenta un quadro normativo aggiornato alla luce dello sviluppo delle conoscenze in campo scientifico e sanitario e delle esperienze maturate facilitando, in materia di inquinamento atmosferico, una migliore cooperazione tra gli Stati dell'Unione Europea. I principali obiettivi che propone sono rivolti a una razionalizzazione delle attività di valutazione e di gestione della qualità dell'aria secondo canoni di efficienza, efficacia ed economicità, ed a una responsabilizzazione di tutti i soggetti coinvolti sulla base di una precisa suddivisione delle competenze.

Questa normativa prevede inoltre la suddivisione dell'intero territorio nazionale e regionale in zone e agglomerati, qualora presenti, da classificare e da riesaminare almeno ogni cinque anni ai fini della valutazione della qualità dell'aria. A tale suddivisione in zone devono provvedere le Regioni o, su loro delega, le Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente. In caso di individuazione di una o più aree di superamento all'interno delle zone, i piani e le misure da attuare devono agire sulle principali sorgenti di emissione, ovunque queste siano localizzate e che influenzano tali aree.

La valutazione e la gestione della qualità dell'aria ambiente competono allo Stato, alle Regioni e agli Enti locali.

Il D.Lgs 155/2010 abroga e sostituisce le seguenti norme:

- D.lgs 351/1999 “Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria”;
- DM 2 aprile 2002, n. 60 “Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle di piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio”;
- Il D.Lgs 183/2004 “Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria”;
- Il D.Lgs 152/2007 “Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente”;
- DPR 24 maggio 1988, n. 203, sulle emissioni in atmosfera (già in parte abrogato dal D.Lgs. 152/2006);

oltre a numerosi decreti attuativi (tra cui il D.M. 261/2002).

Successivamente alla pubblicazione del D.Lgs. 155/2010 sono stati emanati i seguenti documenti normativi:

- D.Lgs. 250/2012 “Modifiche e integrazioni al D. Lgs. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita”
- Decreto Ministeriale del 29.11.2012 “Individuazione delle stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria previste dall'articolo 6, comma 1, e dall'articolo 8 commi 6 e 7 del D.Lgs.155/2010.”



## 2. LA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

### 2.1 Descrizione della Stazione

Dal 2015, nel comune di Acri è installata una centralina di “fondo urbano” ovvero una stazione ubicata in posizione tale che il livello di inquinamento monitorato viene influenzato dal contributo integrato di tutte le fonti di emissione poste sopravento alla stazione stessa, rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel sito, senza la prevalenza di una specifica fonte di emissione (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, ecc.). Questa stazione per il monitoraggio della qualità dell'aria è ubicata in via Beato Angelo (Belvedere) avente *Coordinate geografiche (gradi decimali wgs 84)* Long: 16,38680 Lat: 39,48963. Nella figura seguente viene riportata una vista aerea della stazione.

**Figura 1.** Vista aerea della stazione di Acri



### 2.2 Efficienza della Stazione

Il rendimento di un analizzatore viene definito come il rapporto percentuale dei dati generati e validati rispetto al totale teorico, diminuito dei dati non generati o non validati a causa di tarature, calibrazioni, attività di manutenzione ordinaria e check automatico giornaliero.

La perdita di dati può essere dovuta a guasti accidentali o ad operazioni di manutenzione straordinaria. Nella tabella seguente vengono riportati i dati del rendimento annuale registrato nella stazione di monitoraggio:

**Tabella 2.** Rendimento annuale

Anno	Parametro: dati orari (Efficienza %)								
	NO	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	Benzene
2019	97	97	97	98	97	96	93	94	95
2020	98	98	98	98	98	96	94	92	99

Il rendimento registrato è stato tale da rendere possibile la valutazione della qualità dell'aria.



### 3. ELABORAZIONE DEI PARAMETRI METEO CLIMATICI

Le condizioni meteorologiche rivestono una fondamentale importanza nella valutazione della qualità dell'aria in quanto interagiscono in diversi modi con i processi di formazione, dispersione, trasporto e deposizione degli inquinanti. In particolare tra gli indicatori meteorologici che possono influenzare localmente la qualità dell'aria vanno ricordati la temperatura, le precipitazioni, la direzione e l'intensità del vento e le condizioni di stabilità dell'atmosfera.

#### 3.1 Temperatura

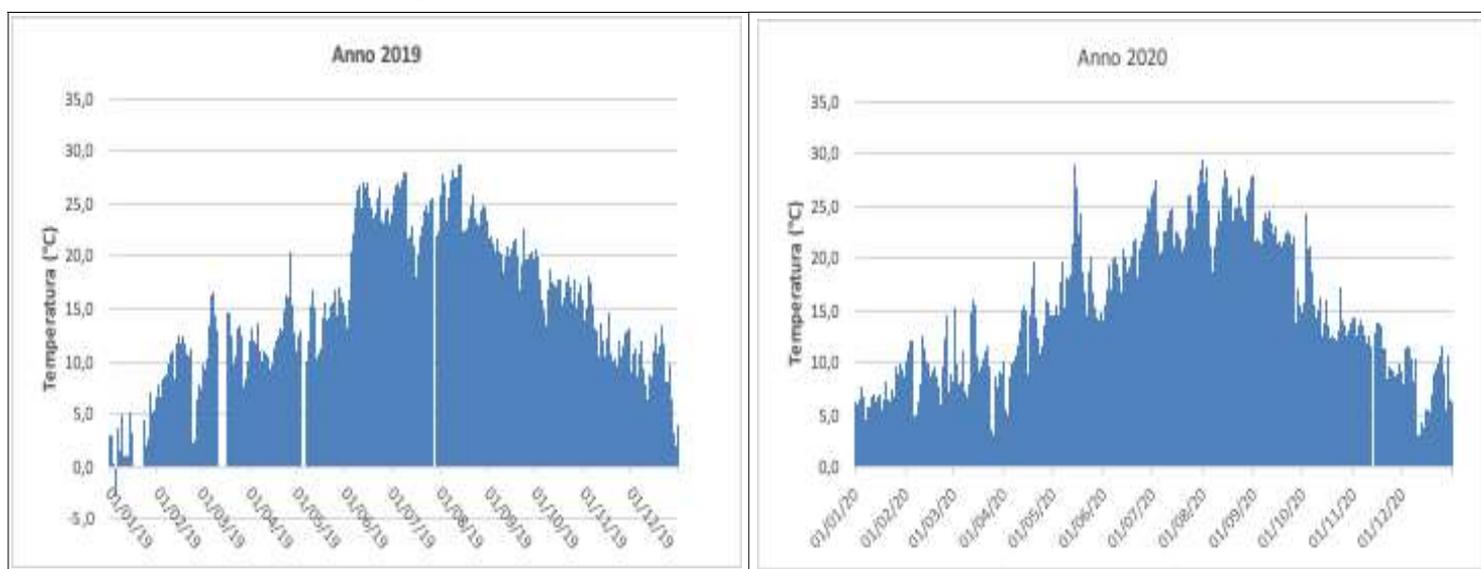
In Tabella 3 è riportato il valore della media annuale della temperatura, espressa in gradi Celsius:

**Tabella 3.** Indicatori per la temperatura

Temperatura media (°C)	Anno 2019	Anno 2020
		15,36

La figura seguente riporta l'andamento delle temperature giornaliere medie.

**Figura 2.** Andamento Temperature – Medie Giornaliere

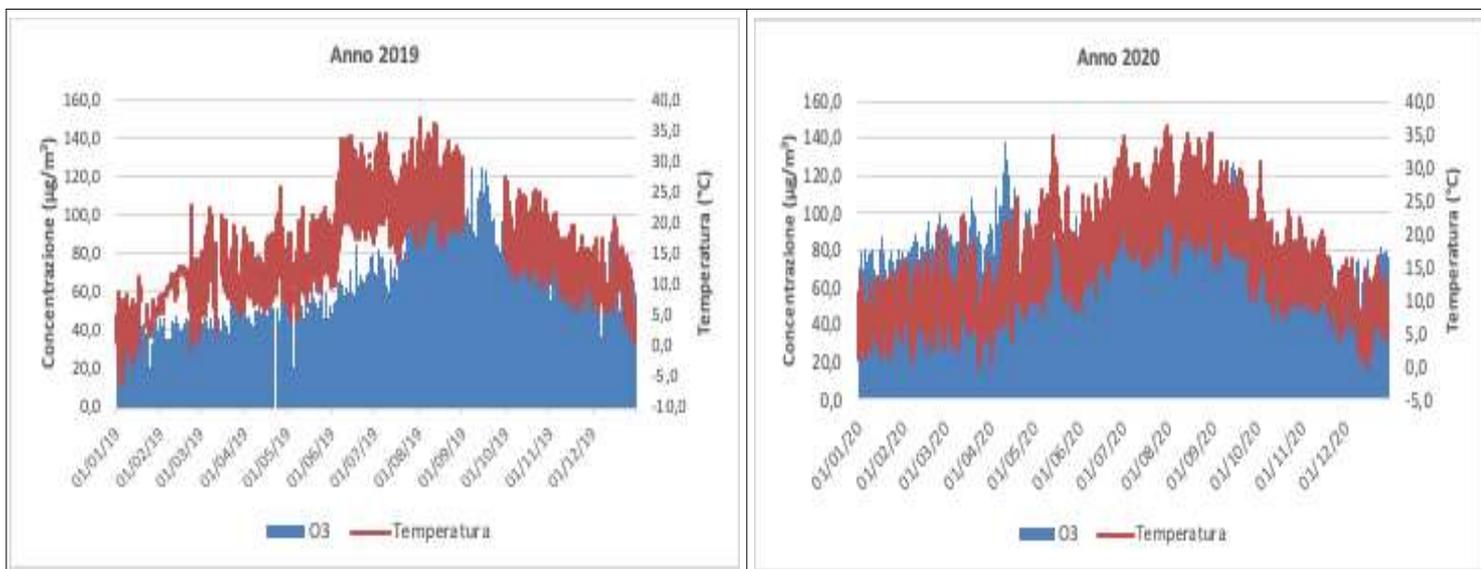


L'andamento della temperatura è di notevole interesse per descrivere soprattutto i fenomeni di inquinamento estivo legati alla formazione di ozono infatti, la temperatura massima giornaliera, indicatore fondamentale da mettere in relazione con la formazione di ozono, favorisce le reazioni fotochimiche tra l'ossigeno e gli ossidi di azoto (precursori) che portano alla formazione del suddetto inquinante.



Il grafico seguente, che mette in relazione la temperatura media oraria con la concentrazione massima oraria di ozono, mostra chiaramente un contestuale aumento della concentrazione di ozono con quello della temperatura proprio perché l'elevata radiazione solare e le alte temperature favoriscono le reazioni fotochimiche suddette.

**Figura 3.** Influenza della temperatura sulla concentrazione di Ozono



### 3.2 Direzione e velocità del vento

L'intensità e la direzione di provenienza del vento influenzano il trasporto e la diffusione degli inquinanti, generalmente la dispersione degli inquinanti immessi vicino alla superficie è favorita da velocità elevate mentre la direzione di provenienza del vento influenza in modo diretto la loro dispersione. Nella tabella seguente vengono riportati alcuni indicatori statistici riferiti alla velocità del vento.

**Tabella 4.** Indicatori relativi alla velocità del vento

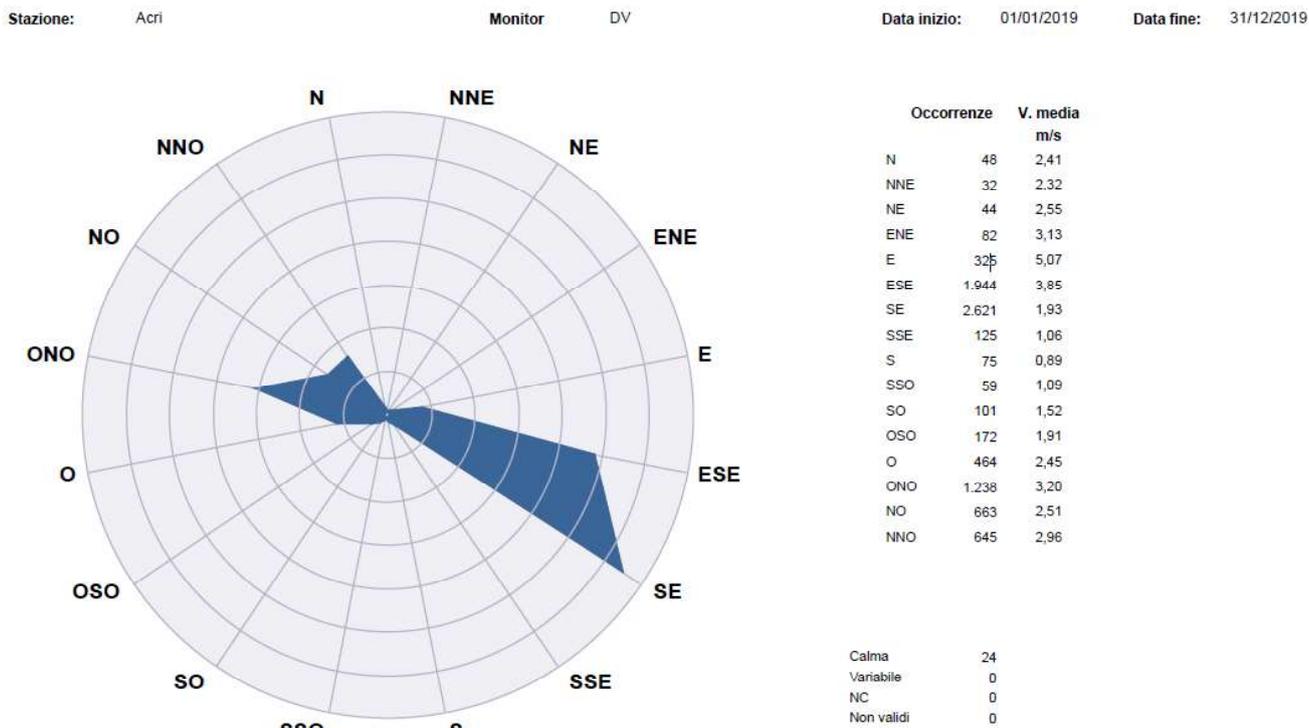
	<i>N° di dati validi</i>	<i>Velocità media annuale (m/s)</i>	<i>Massima velocità media giornaliera (m/s)</i>	<i>Massima velocità media oraria (m/s)</i>	<i>N° gg con velocità media &gt;2 m/s</i>	<i>N° gg con velocità media &lt;1 m/s</i>
Anno 2019	8700 (99%)	2,78	10,04 (23-02-2019)	14,91 (14-02-2019 h05)	275	1
Anno 2020	8765 (99,8%)	2,56	8,67 (06-01-2020)	12,15 (05-01-2020 h22)	261	2



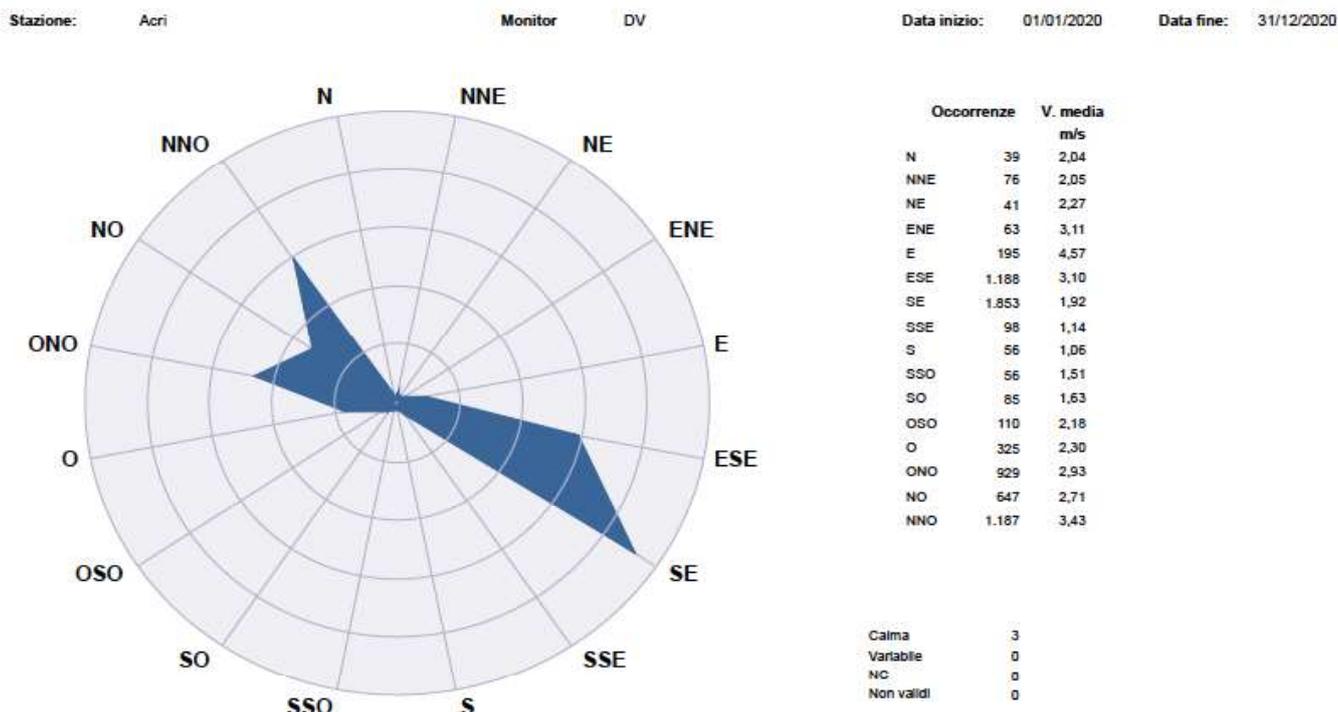
Il grafico della rosa dei venti, riportato nella figura 4, che mostra le frequenze relative della direzione di provenienza del vento riferite a 16 settori, evidenzia che le direzioni prevalenti dei venti sono state quelle Sud-Est (SE) e di Es-tSud-Est (ESE) in ambedue gli anni.

**Figura 4. Rosa dei Venti**

Anno 2019



Anno 2020



### 3.4 Classi di Stabilità

La stabilità atmosferica è un indicatore della turbolenza atmosferica alla quale si devono i rimescolamenti dell'aria e quindi il processo di diluizione degli inquinanti.

Per stimare la stabilità atmosferica è stato utilizzato il metodo di analisi di Pasquill che esprime la classe di stabilità in funzione della velocità del vento, della radiazione solare totale e della copertura nuvolosa. In particolare la stabilità atmosferica viene classificata in sei classi denominate: A, B, C, D, E, F, dove la categoria A è la più instabile e la categoria F identifica la più stabile. Di seguito, la tabella 6 elenca le classi di stabilità con le circostanze meteorologiche ad esse associate.

**Tabella 5.** Corrispondenze tra le categorie di Pasquill, e intensità della velocità del vento a 10m, radiazione solare globale e radiazione solare netta

Velocità del vento al suolo (m/s)	Radiazione globale (W/m <sup>2</sup> )				Radiazione netta (W/m <sup>2</sup> )		
	≥ 582	582÷291	291÷145	<145	> - 21	- 21 ÷ 42	< - 42
< 2	A	A/B	B	D	D	E	F
2 - 3	A/B	B	C	D	D	E	F
3 - 4	B	B/C	C	D	D	D	E
4 - 6	C	C/D	D	D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D	D	D

Da un punto di vista generale, tali classi possono essere così individuate:

**Tabella 6.** Classi di stabilità atmosferica di Pasquill

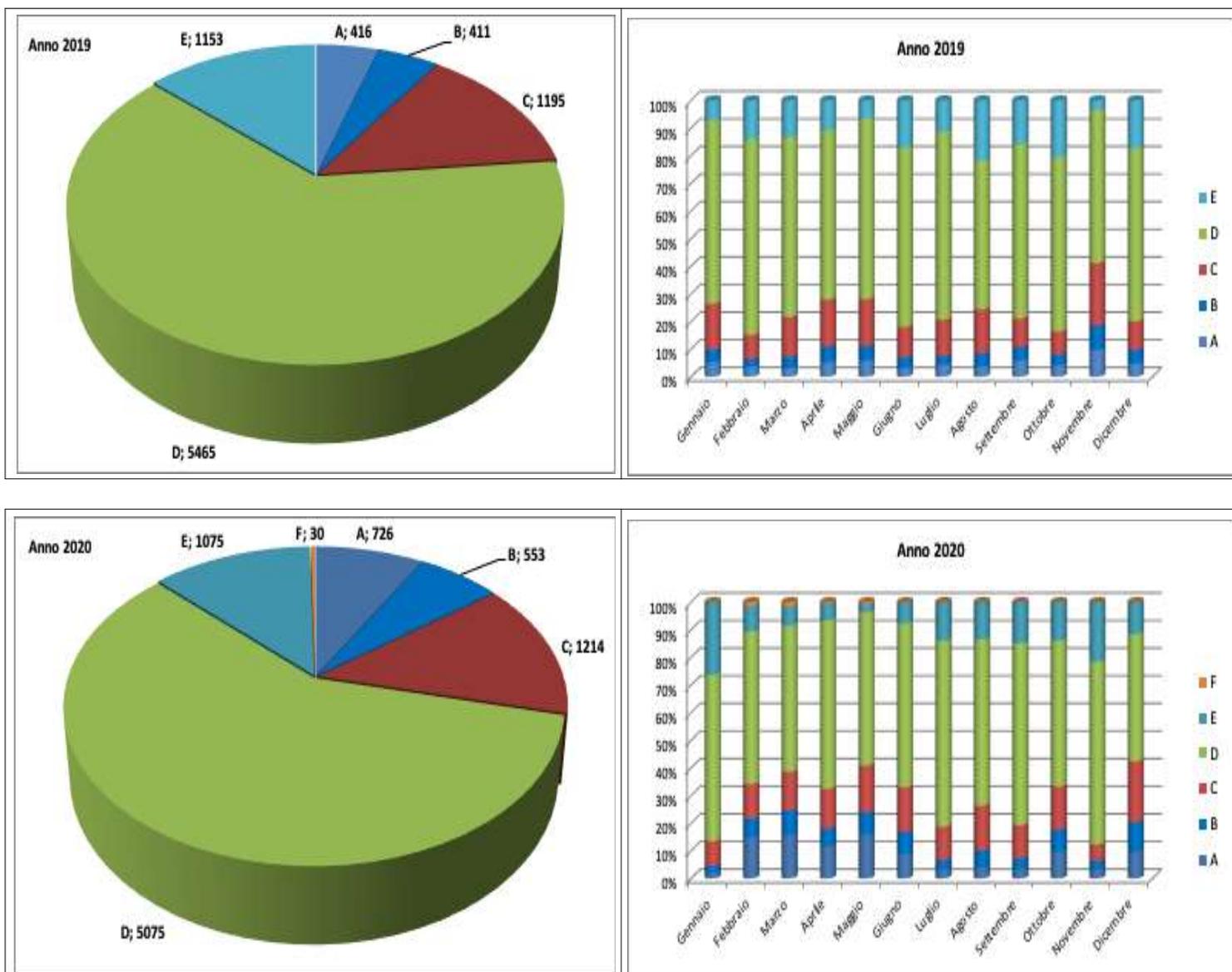
Classe di Stabilità secondo Pasquill	Condizioni Atmosferiche
A	Condizioni estremamente instabili
B	Condizioni moderatamente instabili
C	Condizioni leggermente instabili
D	Condizioni di neutralità
E	Condizioni leggermente stabili
F	Condizioni moderatamente stabili



In condizioni di stabilità (classe F) le sostanze inquinanti permangono più a lungo allo stesso livello, tali condizioni influenzano la dispersione verticale degli inquinanti nelle immediate vicinanze della fonte, in quanto ad una maggiore stabilità si associa un minore trasporto verticale. In condizioni di instabilità (classe A forte instabilità, B instabilità, C debole instabilità), i vortici di turbolenza raggiungono dimensioni notevoli e di conseguenza la dispersione degli inquinanti risulta velocissima. La classe D rappresenta la neutralità e in tale condizione la turbolenza atmosferica risulta bassa e la dispersione e la salita della nuvola dell'inquinante risultano inibite.

I seguenti grafici, elaborati sulla base dei dati meteorologici registrati nel biennio 2019-2020, sono esemplificativi delle condizioni di stabilità atmosferica e del loro verificarsi nella realtà. La percentuale relativa al numero di casi di ogni singola classe di stabilità è stata calcolata sul numero totale dei dati validi per l'anno corrente. Nelle figure seguenti vengono riportate le distribuzioni in termini di frequenza annuale e mensile delle diverse classi di stabilità di Pasquill.

**Figura 5.** Classi di stabilità: frequenza annuale e mensile



L'analisi della stabilità atmosferica indica, per ambedue gli anni esaminati, la classe D (atmosfera neutra) come quella largamente dominante seguita dalle classi C (condizioni leggermente instabili) ed E (condizioni leggermente stabili), la frequenza delle classi classe A (atmosfera fortemente instabile) e B (atmosfera moderatamente instabile) è sostanzialmente trascurabile, non si notano particolari variazioni stagionali delle classi di stabilità atmosferica.

## 4. INQUINANTI MONITORATI

Nei seguenti paragrafi vengono confrontati, per ciascuno inquinante, i valori registrati con i relativi limiti previsti dalla normativa. L'organizzazione è per inquinante. I trend presentati e commentati in questo paragrafo sono stati elaborati utilizzando i seguenti indicatori:

- la concentrazione media oraria per gli ossidi di azoto, ossidi di zolfo, e ozono;
- la media mobile di 8 ore per il monossido di carbonio e l'ozono;
- la media sulle 24 ore per il PM<sub>10</sub>, e ossidi di zolfo;
- la media annuale per benzene, PM<sub>2,5</sub>, metalli pesanti (cadmio, nichel, piombo, arsenico) e benzo(a)pirene.

### 4.1 Biossido di azoto

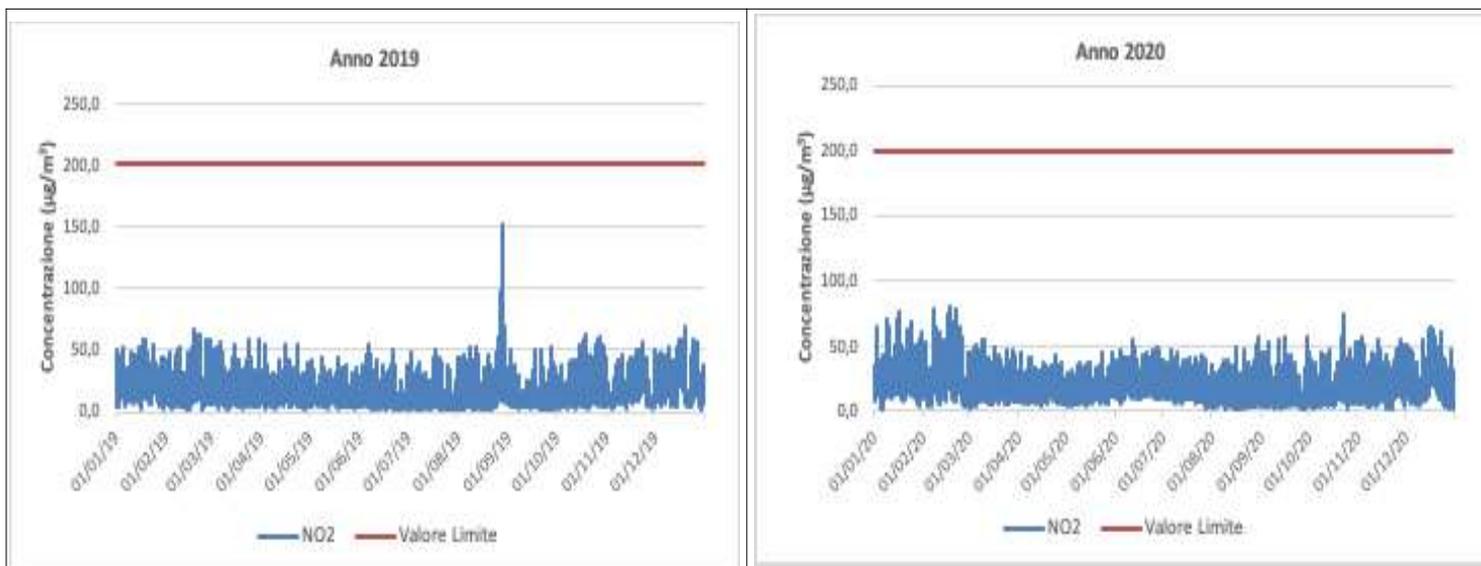
**Tabella 7.** Confronto della concentrazione di NO<sub>2</sub> con i valori limite

	<i>Valore limite (media oraria)</i>	<i>Massimo valore registrato</i>	<i>N° medie orarie &gt; 200 µg/m<sup>3</sup></i>	<i>Valore limite (media annuale)</i>	<i>Media annuale registrata</i>
Anno 2019	200 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 18 volte per anno civile)	152,1 µg/m <sup>3</sup> (28-08-2019 h20)	0	40 µg/m <sup>3</sup>	15,4 µg/m <sup>3</sup>
Anno 2020		80,9 µg/m <sup>3</sup> (18-02-2020 h10)	0		18,7 µg/m <sup>3</sup>

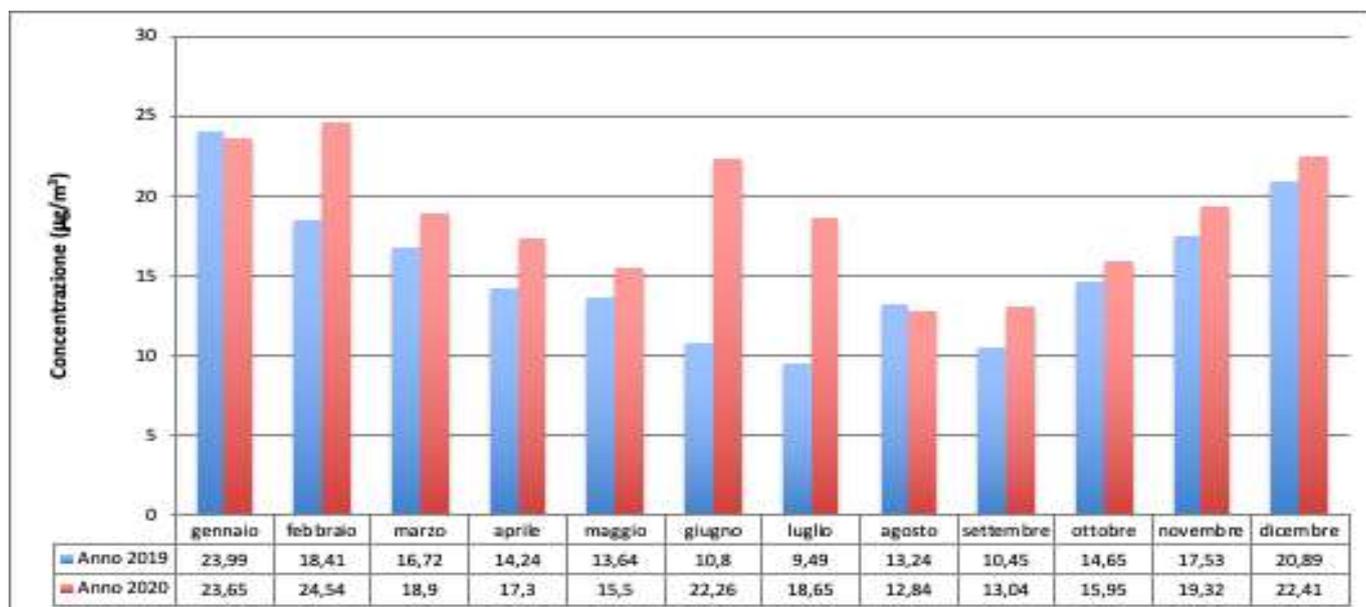


I dati registrati mostrano come il valore limite previsti dalla normativa sia stato abbondantemente rispettato. Nelle figure seguenti viene mostrato l'andamento della concentrazione del biossido di azoto, espressa come media oraria come e media mensile.

**Figura 6.** Andamento della concentrazione oraria del Biossido di Azoto



**Figura 7.** Andamento della concentrazione media mensile di NO<sub>2</sub>



## 4.2 Particolato sospeso PM<sub>10</sub>

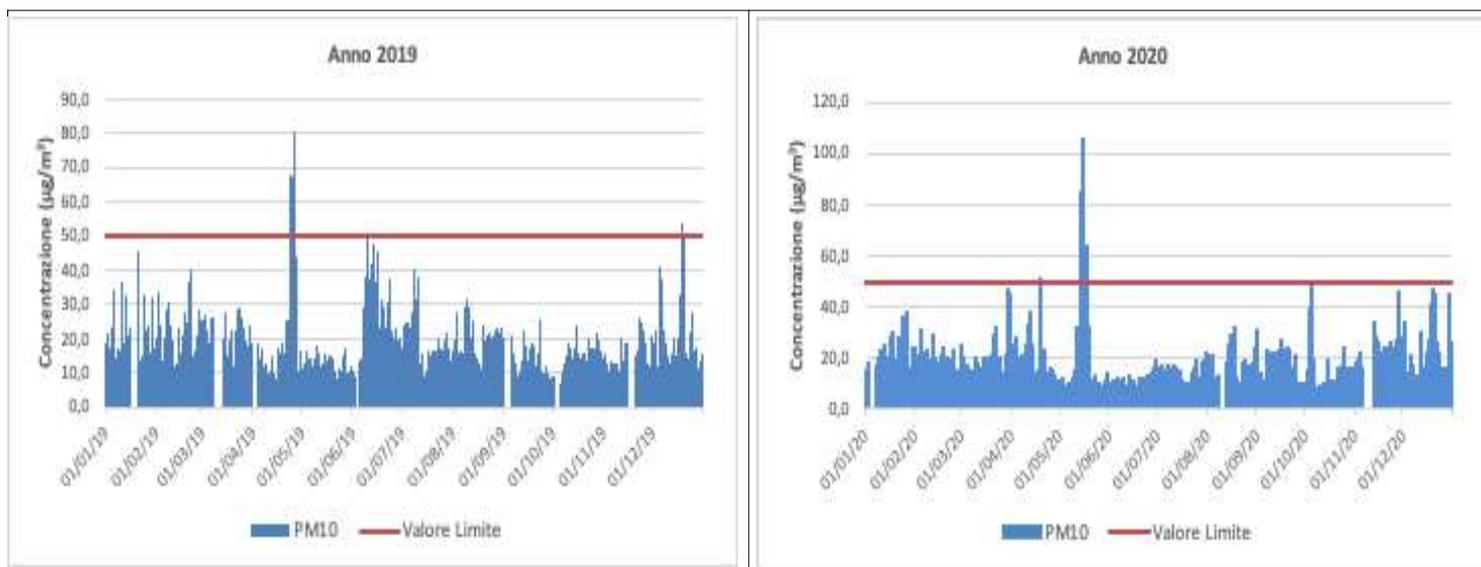
**Tabella 8.** Confronto della concentrazione di PM<sub>10</sub> con i valori limite

	<i>Valori limite (media giornaliera)</i>	<i>Massimo valore registrato</i>	<i>N° medie su 24 ore &gt; 50 µg/m<sup>3</sup></i>	<i>Valore limite annuale</i>	<i>Media annuale registrata</i>
Anno 2019	50 µg/m <sup>3</sup> <i>(Da non superare più di 35 volte nell'anno)</i>	80,5 µg/m <sup>3</sup> <i>(26-04-2019)</i>	6	40 µg/m <sup>3</sup>	19,8 µg/m <sup>3</sup>
Anno 2020		105,8 µg/m <sup>3</sup> <i>(15-05-2020)</i>	5		18,8 µg/m <sup>3</sup>

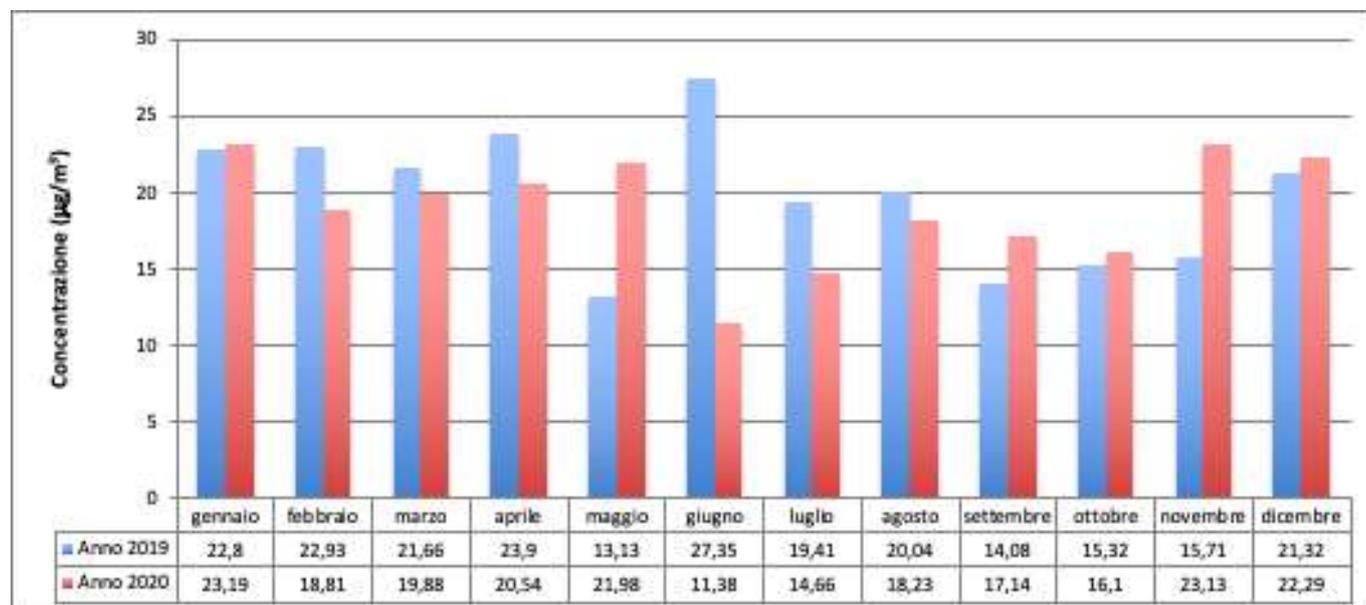
Il limite di 50 µg/m<sub>3</sub>, espresso come media giornaliera (il numero massimo di superamenti è fissato a 35) e il limite della concentrazione espressa come media annuale sono stati rispettati.

Nelle figure seguenti vengono mostrati gli andamenti della concentrazione di particolato PM<sub>10</sub>, espressa come media giornaliera e come media mensile.

**Figura 8.** Andamento della concentrazione del PM<sub>10</sub> espressa come media giornaliera



**Figura 9.** Andamento della concentrazione media mensile di PM<sub>10</sub>



### 4.3 Particolato sospeso PM<sub>2,5</sub>

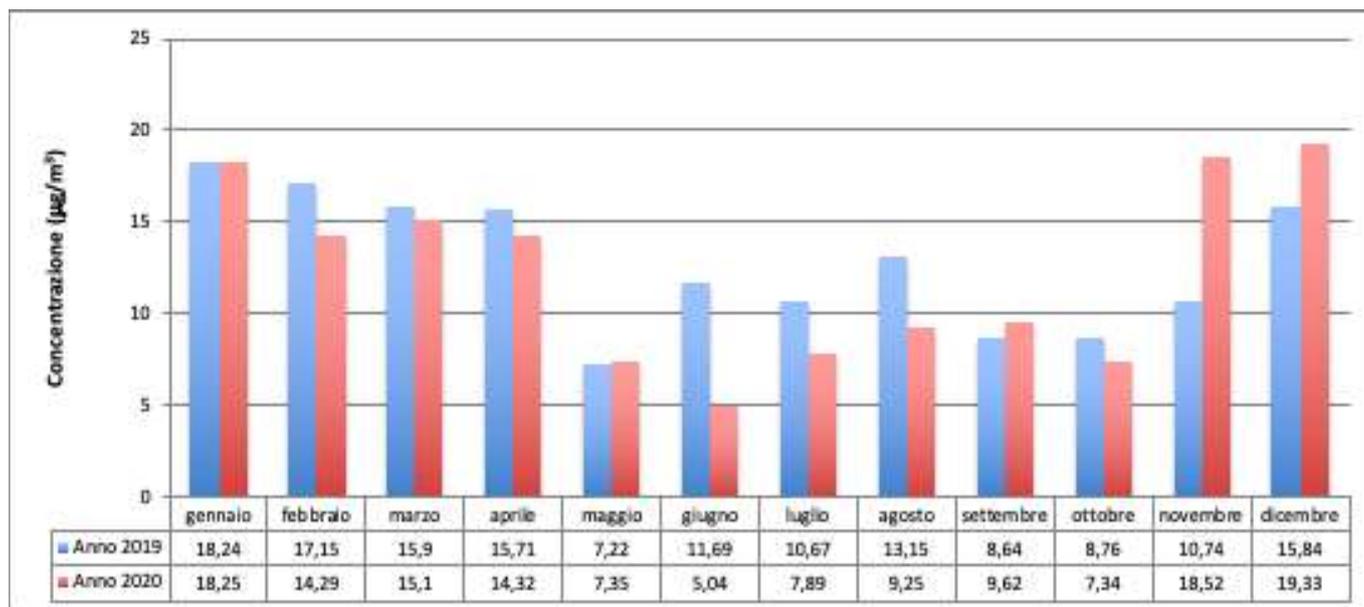
**Tabella 9.** Confronto della concentrazione di PM<sub>2,5</sub> con il valore limite

	<i>Valore limite annuale</i>	<i>Media annuale registrata</i>
Anno 2019	25,0 µg/m <sup>3</sup>	12,8 µg/m <sup>3</sup>
Anno 2020		12,0 µg/m <sup>3</sup>

Il valore registrato è nettamente inferiore al valore limite. Il trend della concentrazione del PM<sub>2,5</sub> espressa come media mensile, riportato nella figura seguente, mostra valori più bassi nei mesi estivi rispetto ai mesi freddi.

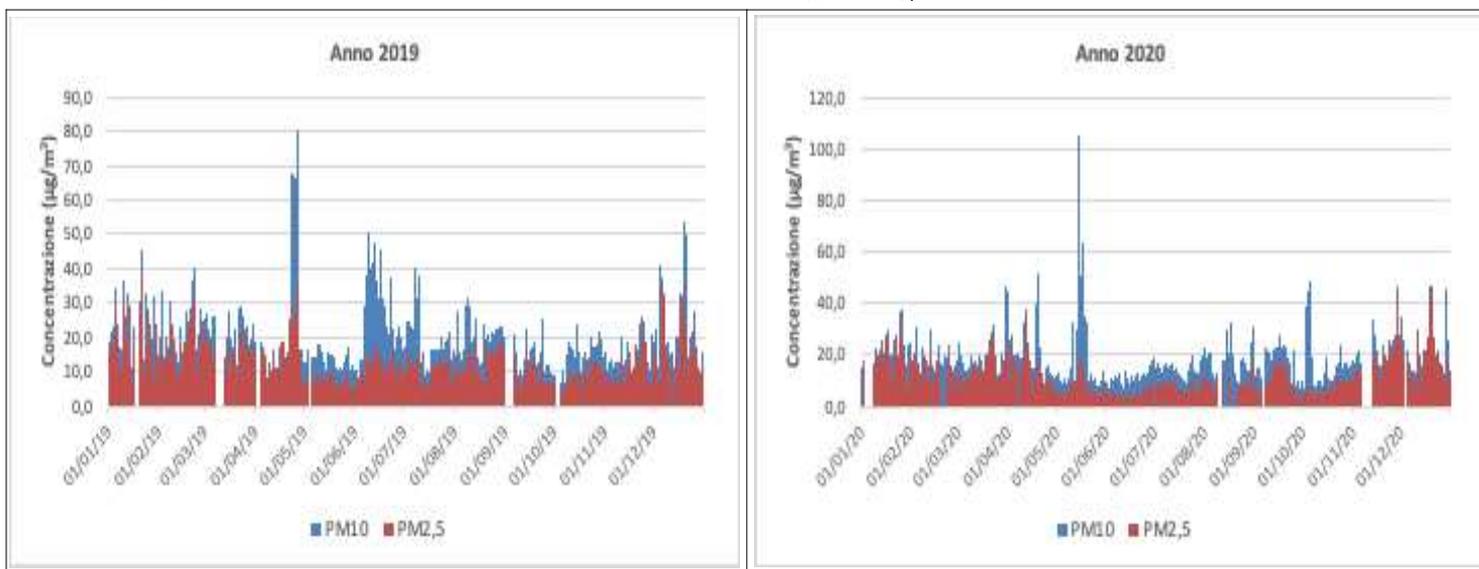


**Figura 10.** Andamento della concentrazione media mensile del PM<sub>2,5</sub>



Nella figura seguente viene messo in correlazione l'andamento della concentrazione, espressa come media giornaliera, del particolato PM<sub>2,5</sub> con quella del particolato PM<sub>10</sub>.

**Figura 11.** Andamento della concentrazione del PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> espresse come medie giornaliere



L'andamento delle concentrazioni è chiaramente simile, essendo il particolato PM<sub>2,5</sub> una frazione del particolato PM<sub>10</sub>. E' interessante notare che il maggiore contributo di particolato PM<sub>2,5</sub> nel PM<sub>10</sub> si verifica nei mesi invernali.



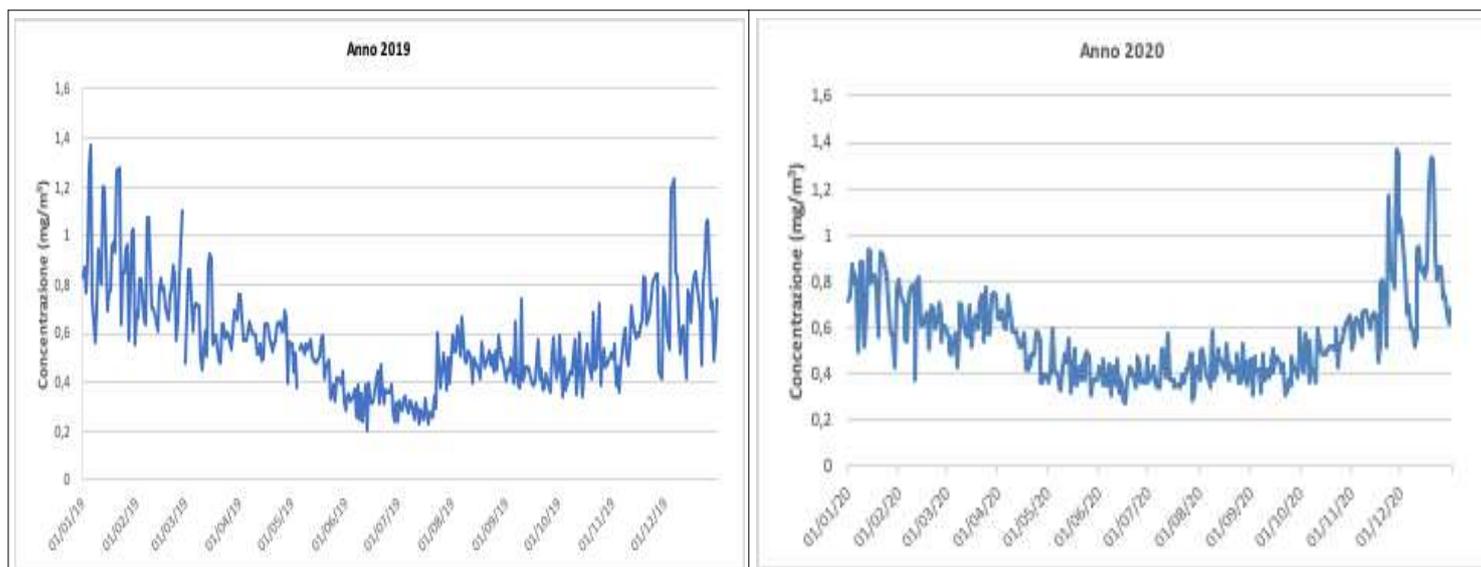
## 4.4 Monossido di Carbonio

**Tabella 10.** Confronto della concentrazione di CO con il valore limite

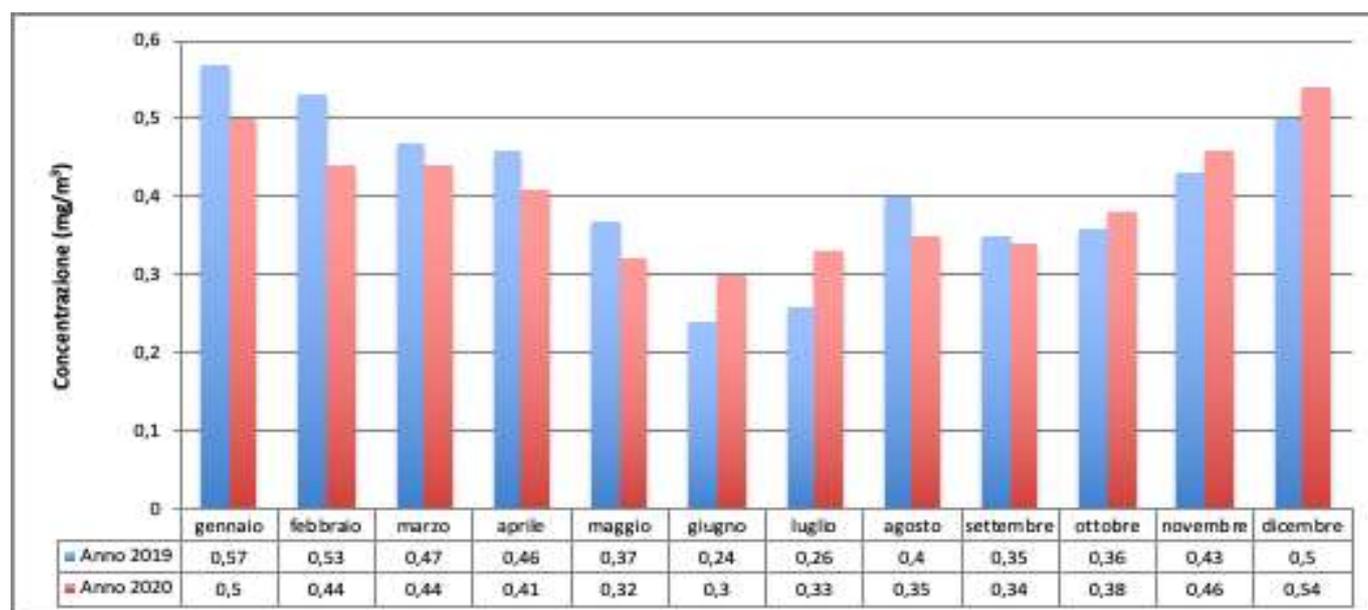
	<i>Valore limite</i>	<i>Massimo valore registrato</i>	<i>N° Media massima giornaliera su 8 ore &gt; 10 mg/m<sup>3</sup></i>
Anno 2019	10 mg/m <sup>3</sup> (media massima giornaliera su 8 ore)	1,3 mg/m <sup>3</sup> (06.01.2019)	0
Anno 2020		1,4 mg/m <sup>3</sup> (28.11.2020)	0

Il valore limite per la protezione della salute umana indicato dal D.Lgs 155/2010 non è mai stato superato. Nelle figure seguenti vengono mostrati gli andamenti della concentrazione di monossido di carbonio, espressa come media mobile su 8 ore e come media mensile.

**Figura 12.** Andamento della concentrazione media su 8 ore di Monossido di Carbonio



**Figura 13.** Andamento della concentrazione del Monossido di Carbonio



Seppure i valori registrati siano abbondantemente sotto il valore limite previsto dalla normativa, è evidente un andamento delle concentrazioni medie mensili leggermente più alti nei mesi freddi rispetto a quelli caldi.

#### 4.5 Ozono

**Tabella 11.** Confronto della concentrazione di O<sub>3</sub> con i valori limite

	<i>Valori limite orario</i>		<i>Massimo valore registrato</i>	<i>N° medie orarie</i>	
	<i>Soglia di informazione</i>	<i>Soglia di allarme</i>		<i>&gt; 180 µg/m³</i>	<i>&gt; 240 µg/m³</i>
Anno 2019	180 µg/m³	240 µg/m³	138 µg/m³ (08-08-2019 h14)	0	0
Anno 2020			138,6 µg/m³ (11-04-2020 h18)	0	0

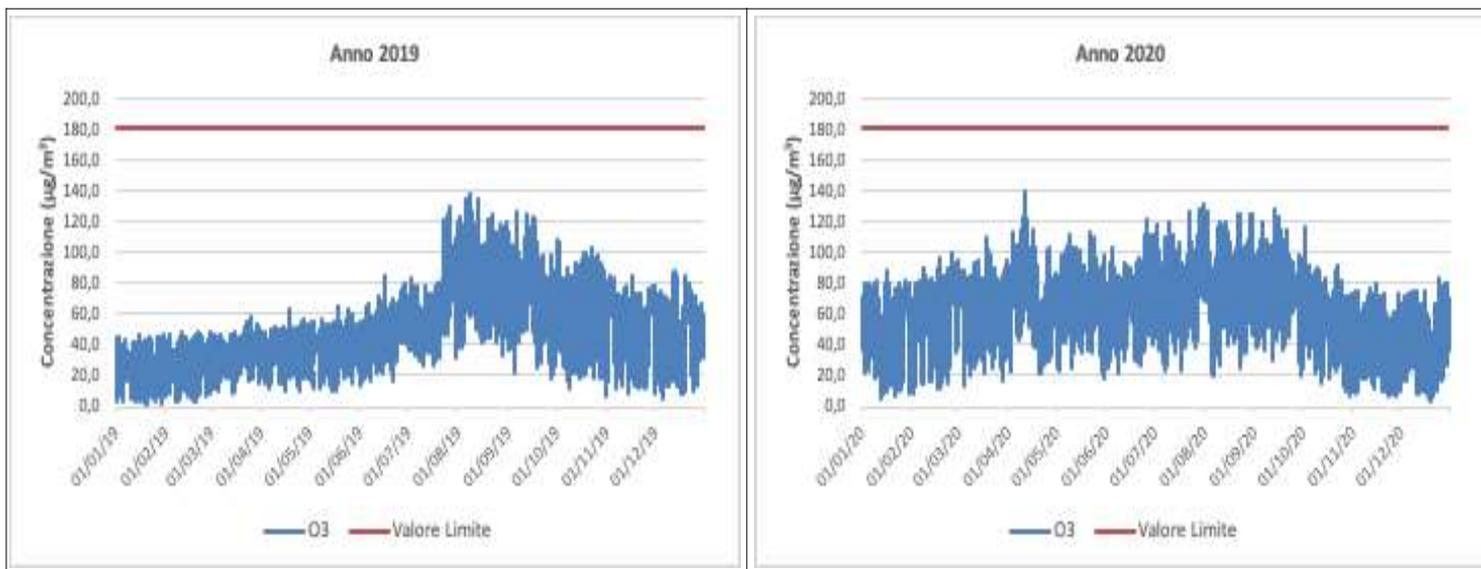
	<i>Obiettivo a lungo termine (Media massima giornaliera su 8 ore)</i>	<i>Massimo valore registrato</i>
Anno 2019	120 µg/m³	131,3 µg/m³ (06-08-2019)
Anno 2020		129,8 µg/m³ (11-04-2020)



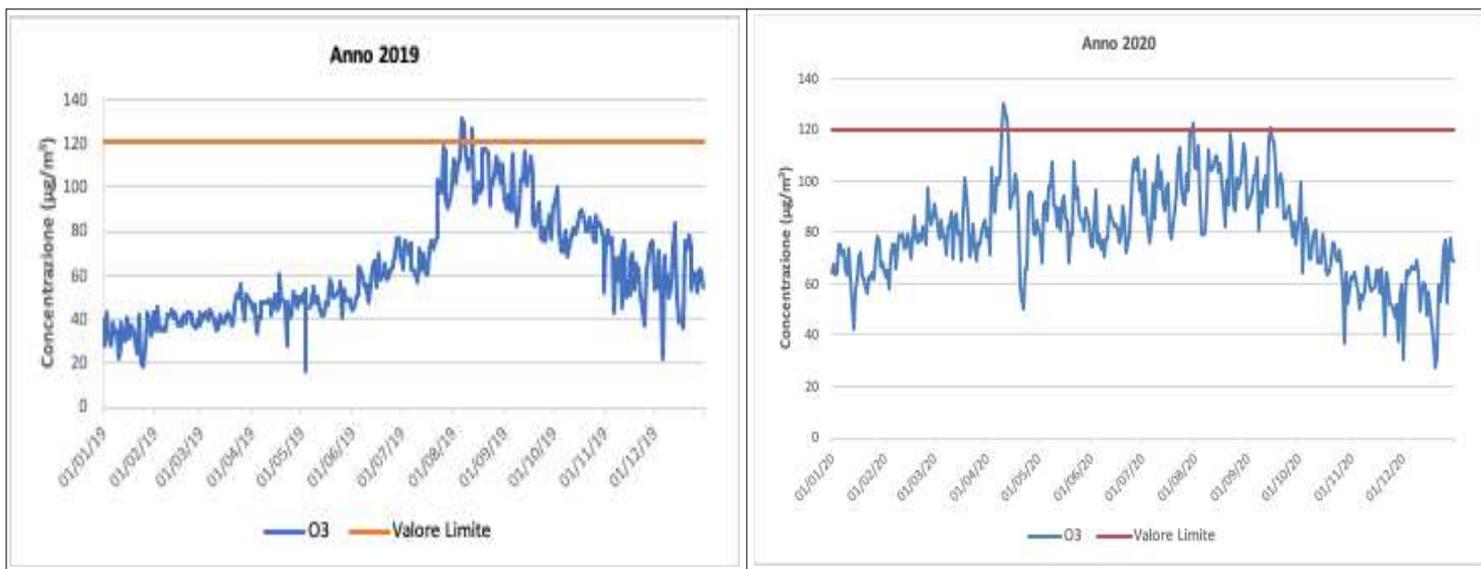
I valori registrati hanno mostrato il rispetto del valore previsto per la soglia di informazione e del valore obiettivo.

Nelle figure seguenti vengono mostrati gli andamenti delle concentrazioni di ozono, espresse come media oraria, come media mobile su 8 ore e come media mensile.

**Figura 14.** Andamento della concentrazione oraria dell'Ozono

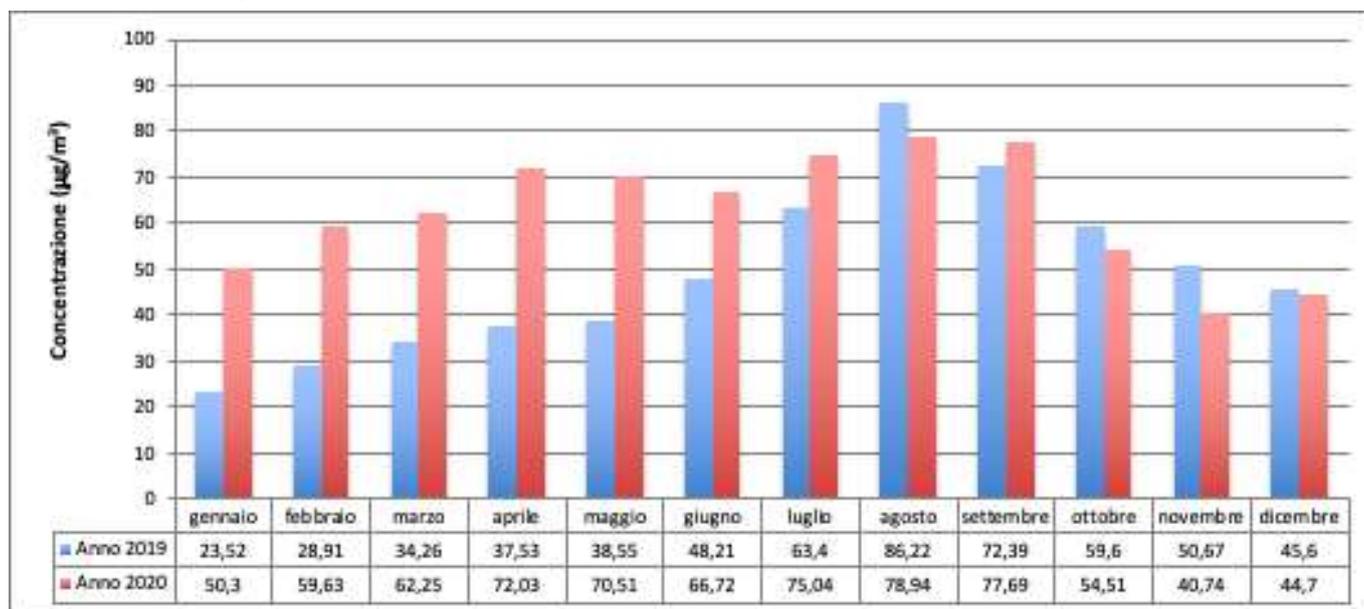


**Figura 15.** Andamento della concentrazione media su 8 ore di Ozono



L'ozono essendo un inquinante "secondario", che si forma a seguito di complesse reazioni fotochimiche favorite dalla radiazione solare in cui sono coinvolti inquinanti primari immessi direttamente in atmosfera, mostra una spiccata stagionalità infatti, i grafici mostrano come le concentrazioni più significative sono state rilevate nel periodo caldo della primavera-estate.

**Figura 16.** Andamento delle medie mensili della concentrazione di Ozono



## 4.6 Biossido di Zolfo

**Tabella 12.** Confronto della concentrazione di SO<sub>2</sub> con i valori limite

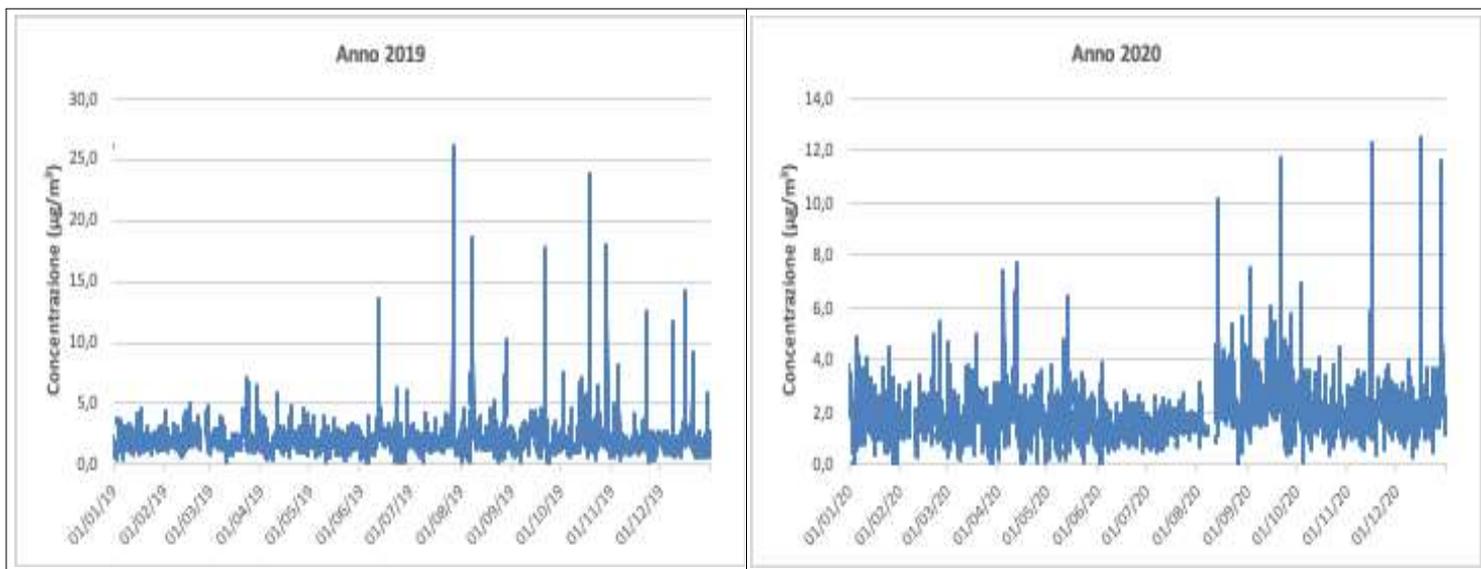
	<b>Valori limite (media oraria)</b>	<b>Massimo valore registrato</b>	<b>N° medie orarie &gt; 350 µg/m<sup>3</sup></b>
Anno 2019	350 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 24 volte per anno civile)	26,1 µg/m <sup>3</sup> (28-07-2019 h07)	0
Anno 2020		23,1 µg/m <sup>3</sup> (14-08-2020 h22)	0

	<b>Valori limite (media giornaliera)</b>	<b>Massimo valore registrato</b>	<b>N° medie giornaliere &gt; 125 µg/m<sup>3</sup></b>
Anno 2019	125 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 3 volte per anno civile)	8,1 µg/m <sup>3</sup> (08-08-2019)	0
Anno 2020		5,3 µg/m <sup>3</sup> (12-04-2020)	0



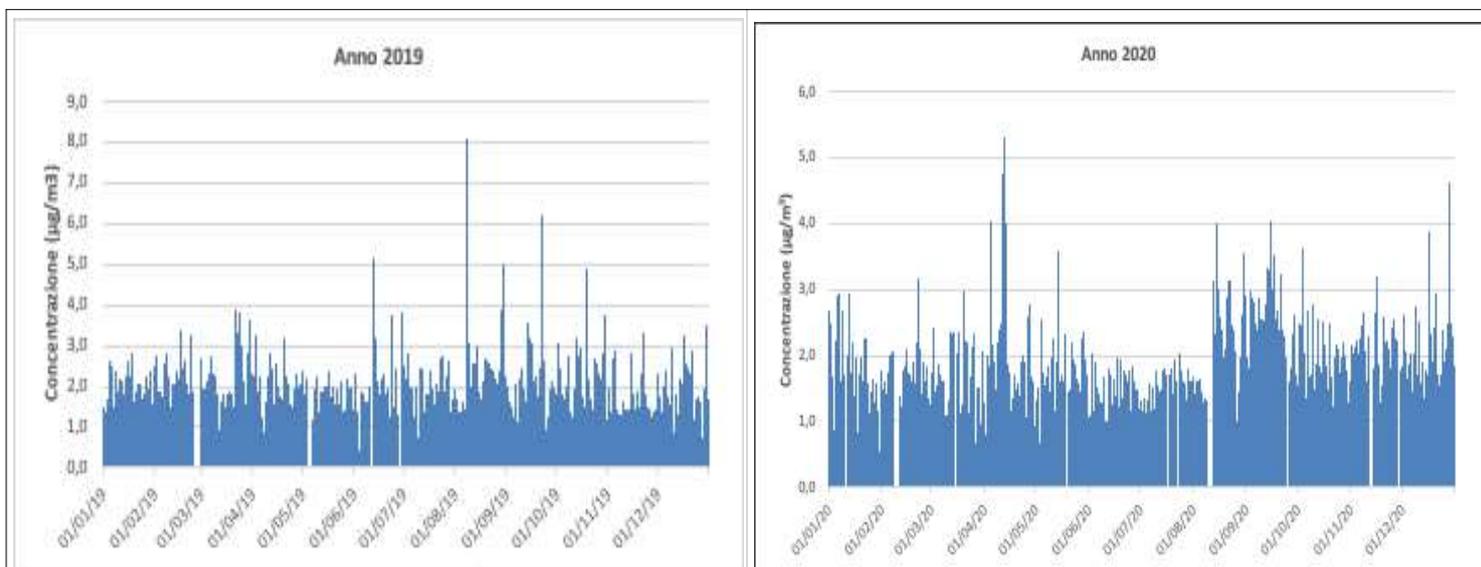
Anche per questo inquinante i valori registrati hanno evidenziato il rispetto dei valori limiti della normativa vigente. Nelle figure seguenti vengono mostrati gli andamenti della concentrazione di biossido di zolfo, espresse come media oraria, come media giornaliera e quindi come media mensile.

**Figura 17.** Andamento della concentrazione oraria di Biossido di Zolfo

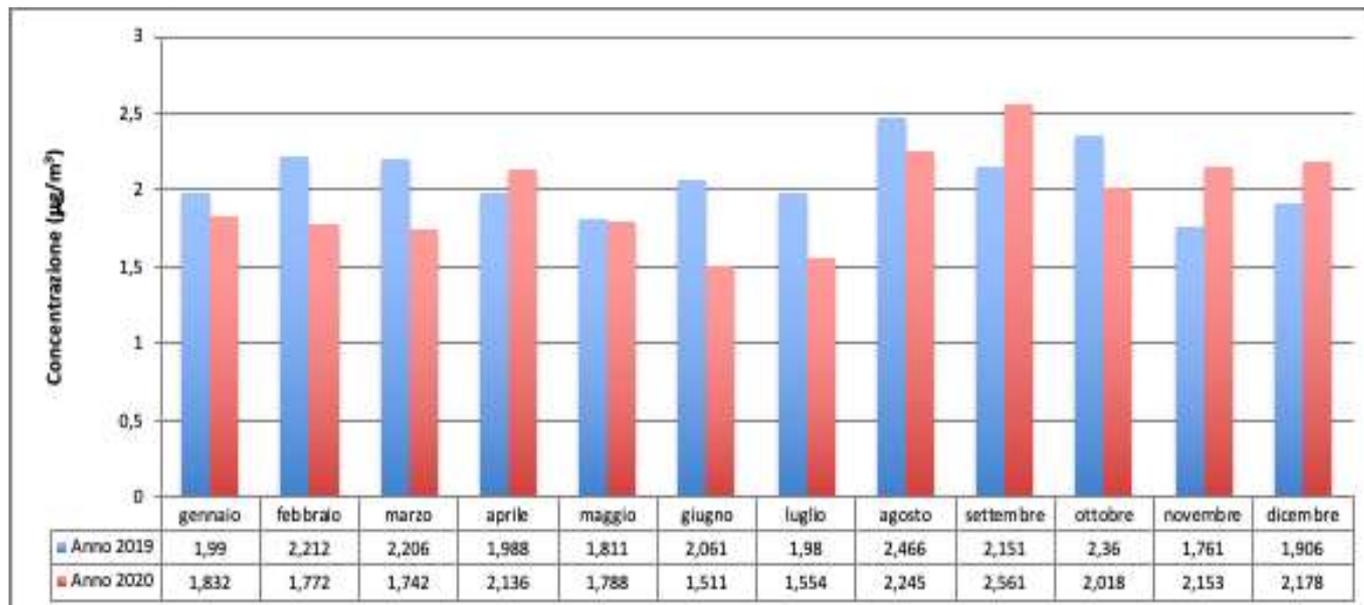


I valori di biossido di zolfo rilevati sono particolarmente contenuti e notevolmente inferiori ai livelli previsti dalla normativa.

**Figura 18.** Andamento della concentrazione giornaliera di Biossido di Zolfo



**Figura 19.** Andamento delle medie mensili della concentrazione di Biossido di Zolfo



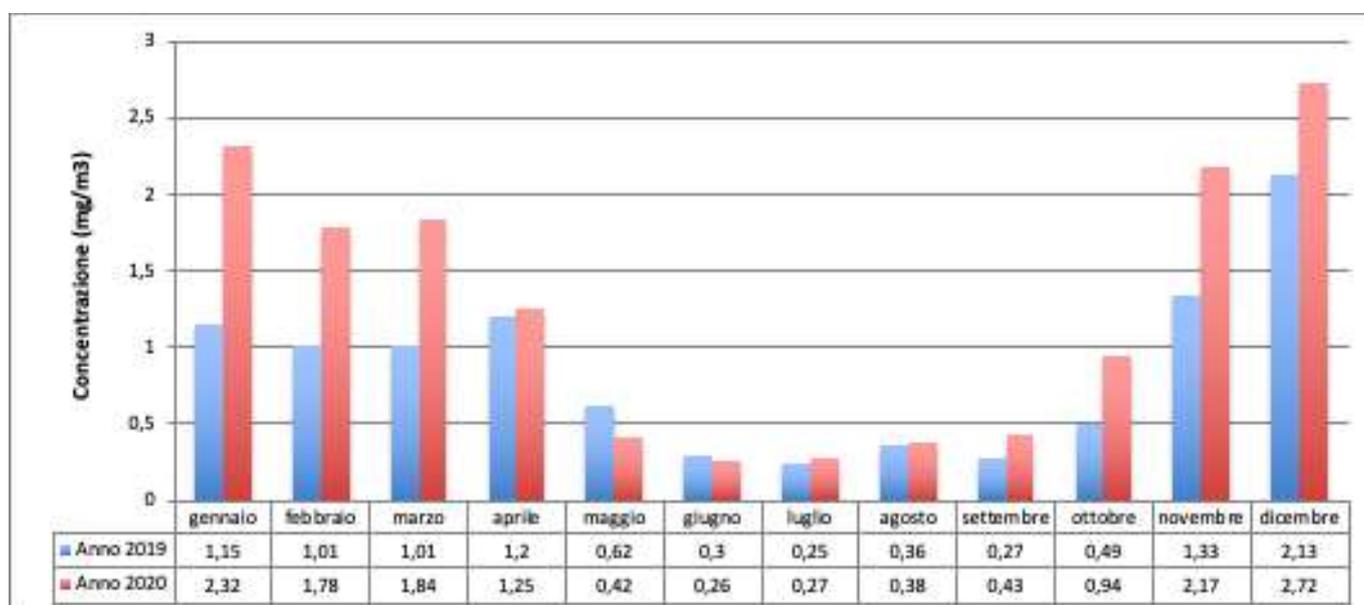
#### 4.7 Benzene

**Tabella 13.** Confronto della concentrazione di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> con il valore limite

	<i>Valore limite annuale</i>	<i>Media annuale registrata</i>
Anno 2019	5,0 µg/m <sup>3</sup>	0,85 µg/m <sup>3</sup>
Anno 2020		1,22 µg/m <sup>3</sup>

I valori registrati sono abbondantemente sotto il valore limite. Nella figura seguente viene mostrato l'andamento della concentrazione di benzene espressa come media mensile.

**Figura 20.** Andamento della concentrazione di Benzene



Oltre al benzene sono stati monitorati anche il toluene e gli xileni, sebbene la normativa non impone alcun limite sulla loro concentrazione nell'aria ambiente.

Nella tabella seguente si riportano la media annuale registrata per ciascuno di questi inquinanti.

**Tabella 14.** Media annuale per i composti aromatici monitorati

Media annuale registrata	Inquinante			
	Toluene	M-P-Xilene	O-Xilene	EtilBenzene
Anno 2019	0,72 µg/m <sup>3</sup>	0,42 µg/m <sup>3</sup>	0,42 µg/m <sup>3</sup>	0,30 µg/m <sup>3</sup>
Anno 2020	1,15 µg/m <sup>3</sup>	0,63 µg/m <sup>3</sup>	0,38 µg/m <sup>3</sup>	0,34 µg/m <sup>3</sup>

#### 4.8 La caratterizzazione chimica del particolato PM<sub>10</sub>

##### IPA [benzo(a)pirene]

Per questo inquinante l'attuale normativa italiana prevede un valore obiettivo pari a 1.0 ng/m<sup>3</sup>, espresso come media annuale, riferito al tenore totale presente nella frazione PM<sub>10</sub> del materiale particolato.

Il monitoraggio ha soddisfatto i criteri previsti dall'allegato 1 del D.Lgs 155/2010 sia per il periodo minimo di copertura del monitoraggio nell'arco dell'anno (minimo 33%) sia per la distribuzione dei dati nell'anno, pertanto, gli indicatori sono da ritenersi rappresentativi.

Nella tabella seguente viene riportato il confronto tra il valore obiettivo e il valore della media annuale di Benzo(a)pirene.

**Tabella 15.** Confronto della concentrazione di Benzo(a)pirene con i valori limite

	Valore obiettivo	Media annuale
Anno 2019	1,0 ng/m <sup>3</sup>	0,67 ng/m <sup>3</sup>
Anno 2020		0,59 ng/m <sup>3</sup>

Il valore limite è stato abbondantemente rispettato.



### Metalli Pesanti (Arsenico-Cadmio-Nichel-Piombo)

Analogamente a quanto previsto per il B(a)P, anche la concentrazione atmosferica di arsenico, cadmio, nichel e piombo è determinata su campioni di polvere, frazione PM<sub>10</sub>. Anche in questo caso il monitoraggio ha soddisfatto i criteri previsti dall'allegato 1 del D.Lgs 155/2010 sia per il periodo minimo di copertura del monitoraggio nell'arco dell'anno (minimo 50% per As, Cd e Ni e 90% per il Pb) sia per la distribuzione dei dati nell'anno e quindi gli indicatori sono da ritenersi rappresentativi.

Il confronto tra il valore obiettivo e il valore della media annuale, riportato nella tabella seguente, evidenzia come i valori di concentrazione siano al di sotto dei valori di riferimento normativi.

**Tabella 17.** Confronto della concentrazione dei metalli con i valori limite

<i>Inquinante</i>	<i>Valore obiettivo</i>	<i>Media annuale 2019</i>
As	6,0 ng/m <sup>3</sup>	0,24 ng/m <sup>3</sup>
Cd	5,0 ng/m <sup>3</sup>	0,06 ng/m <sup>3</sup>
Ni	20 ng/m <sup>3</sup>	1,28 ng/m <sup>3</sup>
Pb	0,5 µg/m <sup>3</sup>	0,002 µg/m <sup>3</sup>

<i>Inquinante</i>	<i>Valore obiettivo</i>	<i>Media annuale 2020</i>
As	6,0 ng/m <sup>3</sup>	0,17 ng/m <sup>3</sup>
Cd	5,0 ng/m <sup>3</sup>	0,07 ng/m <sup>3</sup>
Ni	20 ng/m <sup>3</sup>	0,72 ng/m <sup>3</sup>
Pb	0,5 µg/m <sup>3</sup>	0,002 µg/m <sup>3</sup>

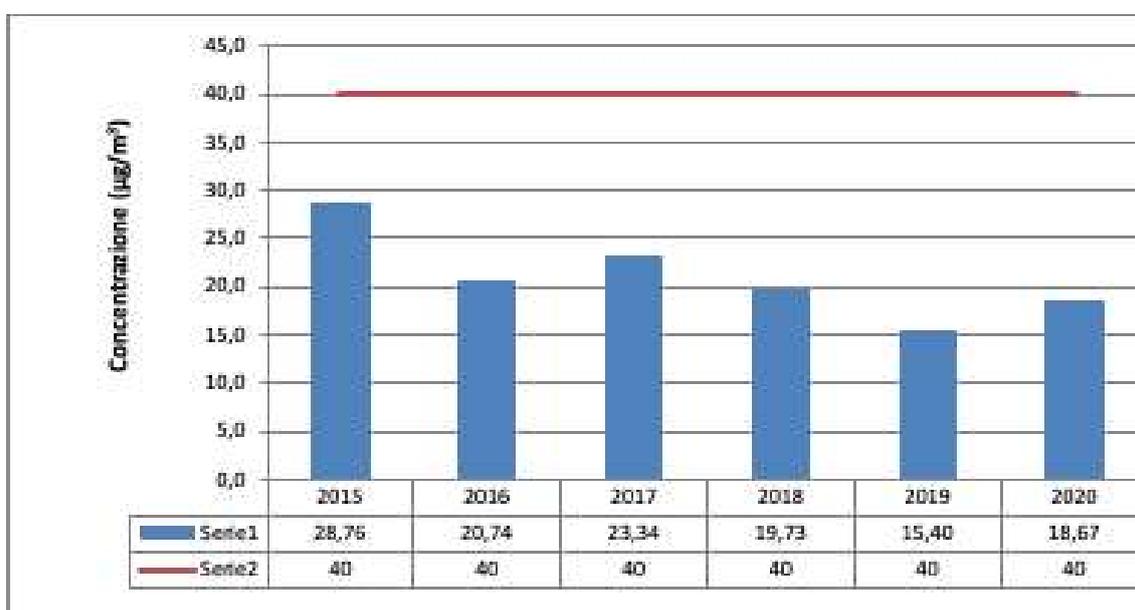


## 5. ANALISI DEI TREND DELLE CONCENTRAZIONI ANNUALI

Al fine di valutare l'andamento dei livelli di concentrazione in atmosfera sul lungo periodo e di descrivere in modo sintetico e in forma aggregata la qualità dell'aria nella zona monitorata vengono di seguiti mostrati, per ogni inquinante, i trend elaborati utilizzando come indicatore la concentrazione media annuale riferiti al periodo compreso tra il 2015 e il 2020.

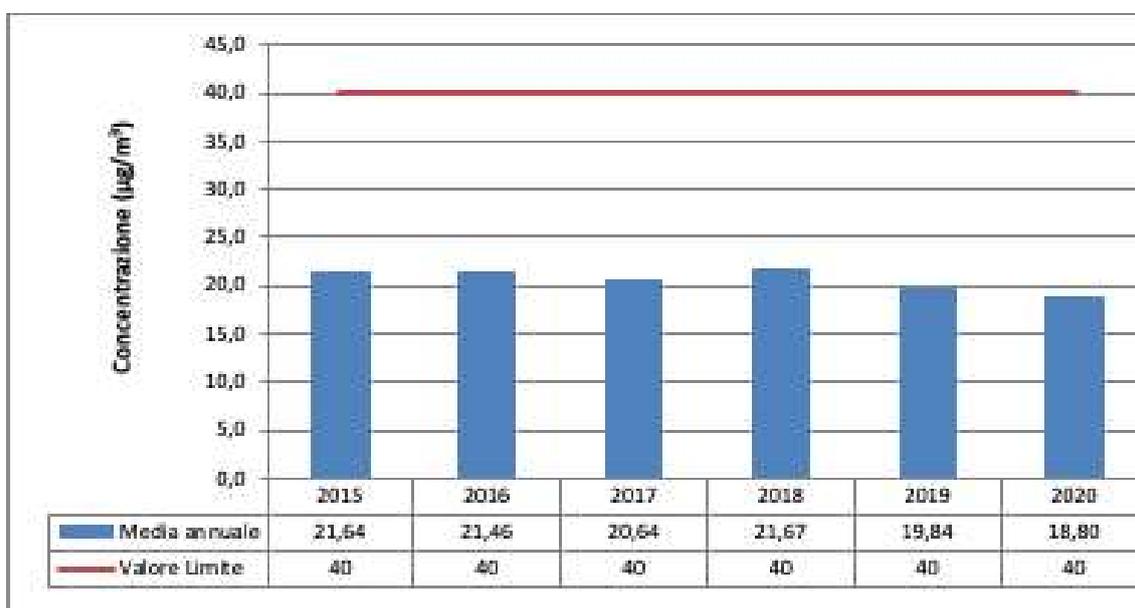
### Biossido di Azoto

Figura 21. Andamento delle medie annuali di NO<sub>2</sub>



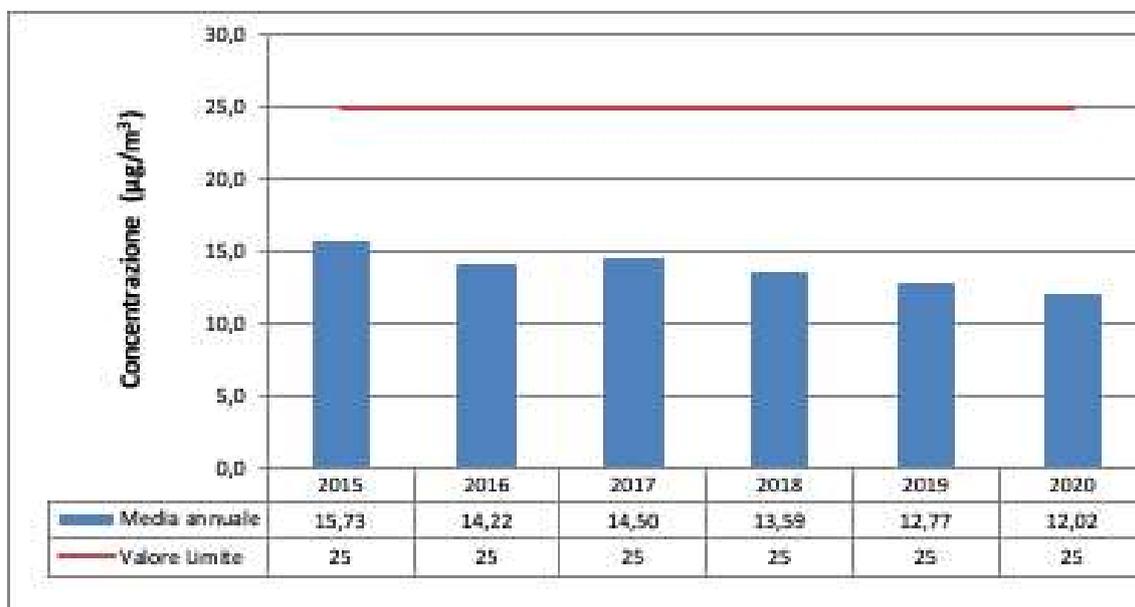
### Particolato sospeso - PM<sub>10</sub>

Figura 22. Andamento delle medie annuali di PM<sub>10</sub>



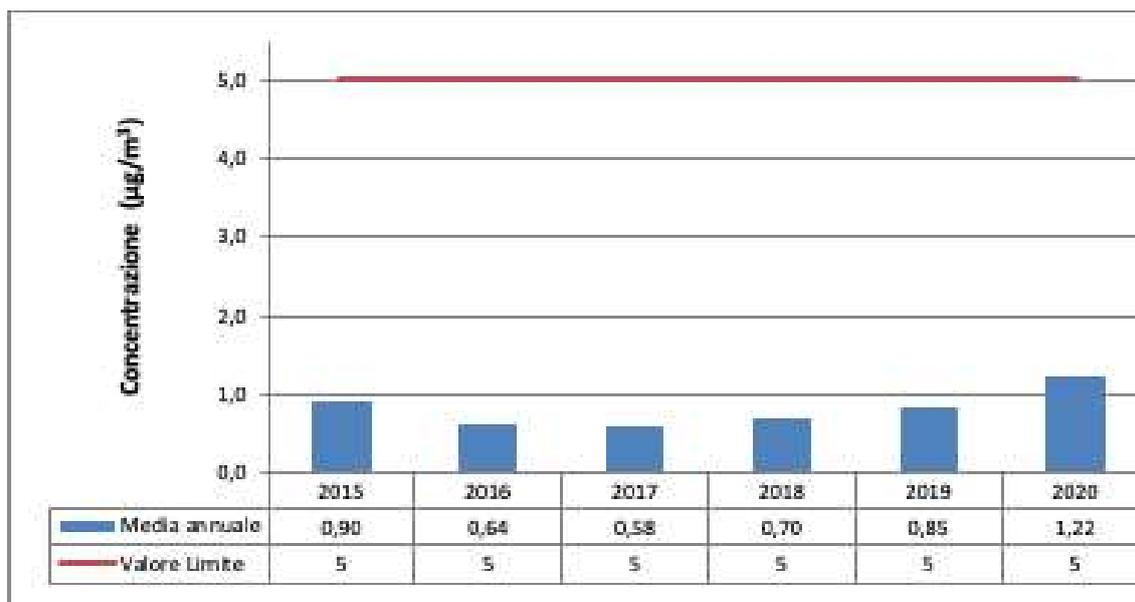
## Particolato sospeso – PM<sub>2.5</sub>

Figura 23. Andamento delle medie annuali di PM<sub>2.5</sub>



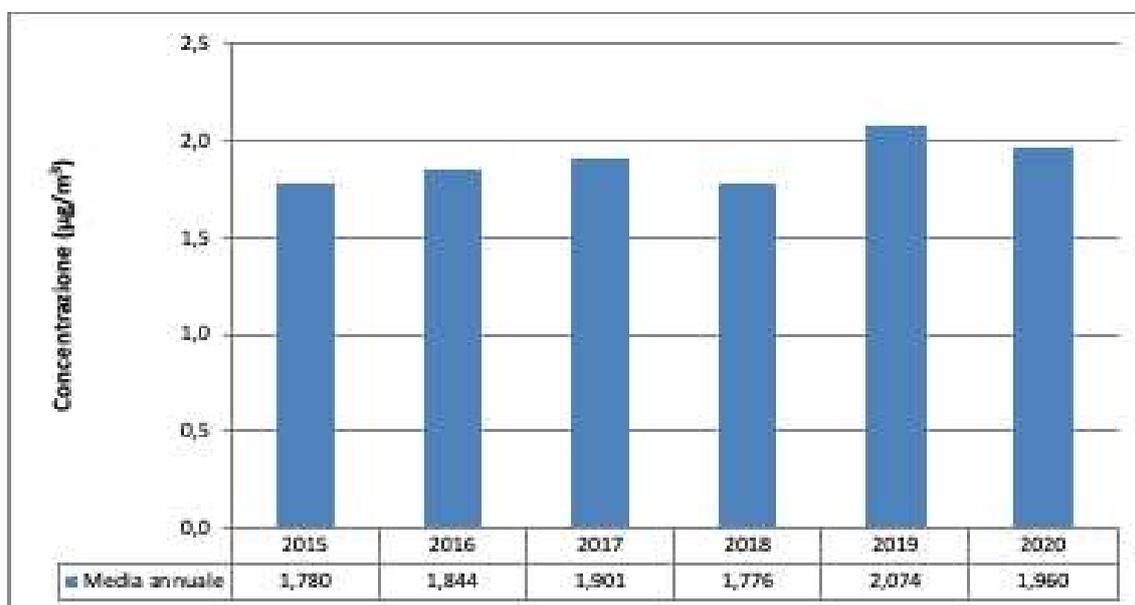
## Benzene

Figura 24. Andamento delle medie annuali di Benzene



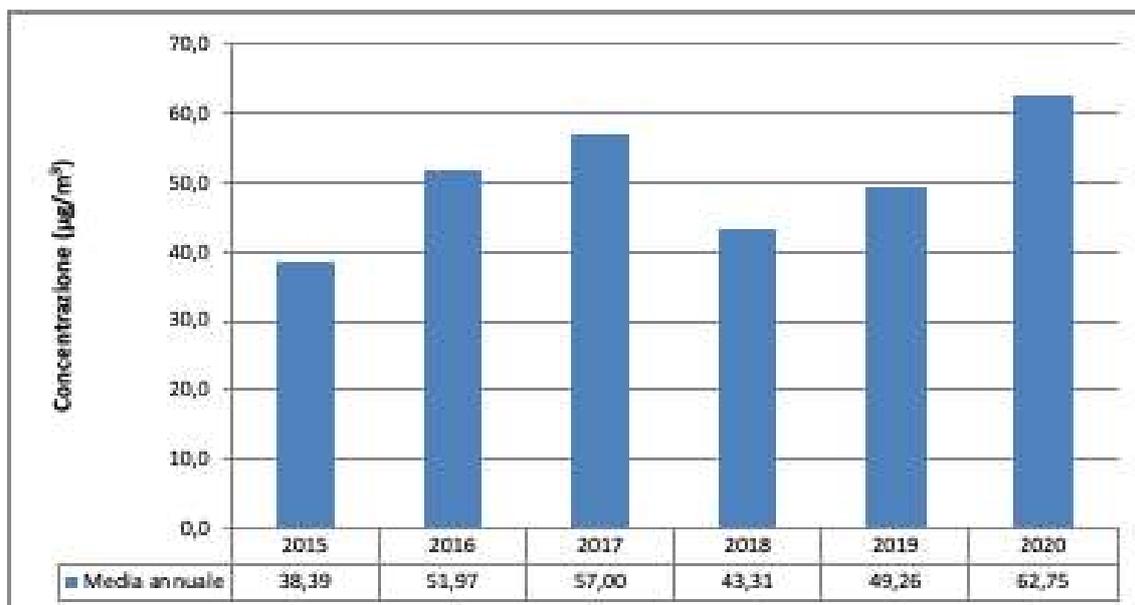
## Biossido di Zolfo

Figura 25. Andamento delle medie annuali di SO<sub>2</sub>



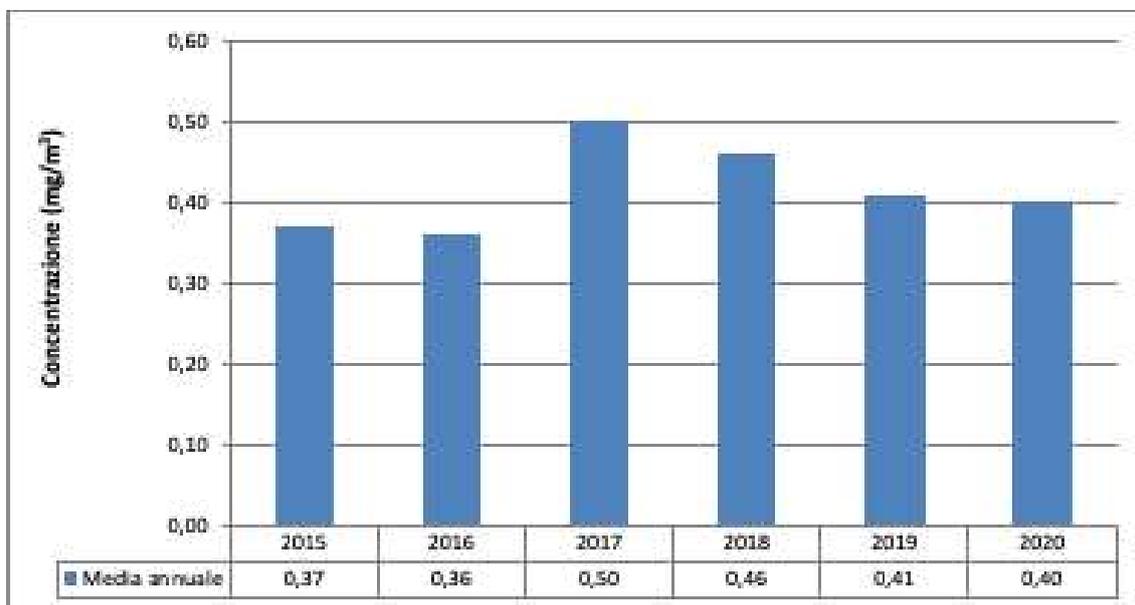
## Ozono

Figura 26. Andamento delle medie annuali di O<sub>3</sub>



## Monossido di Carbonio

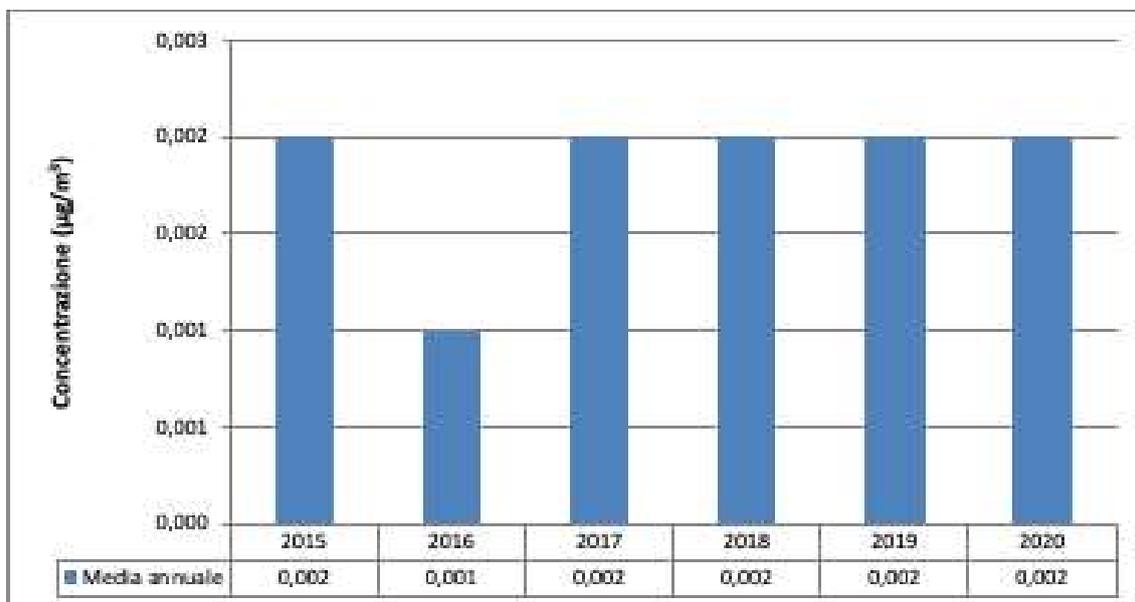
Figura 27. Andamento delle medie annuali di CO



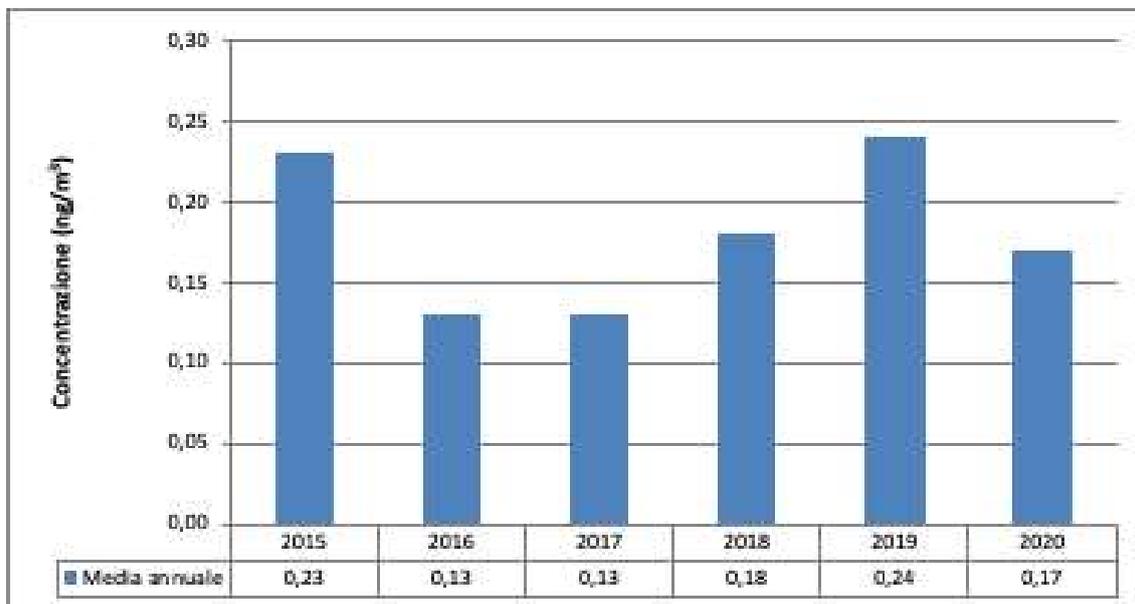
## Metalli

Figura 28. Andamento delle medie annuali di Metalli

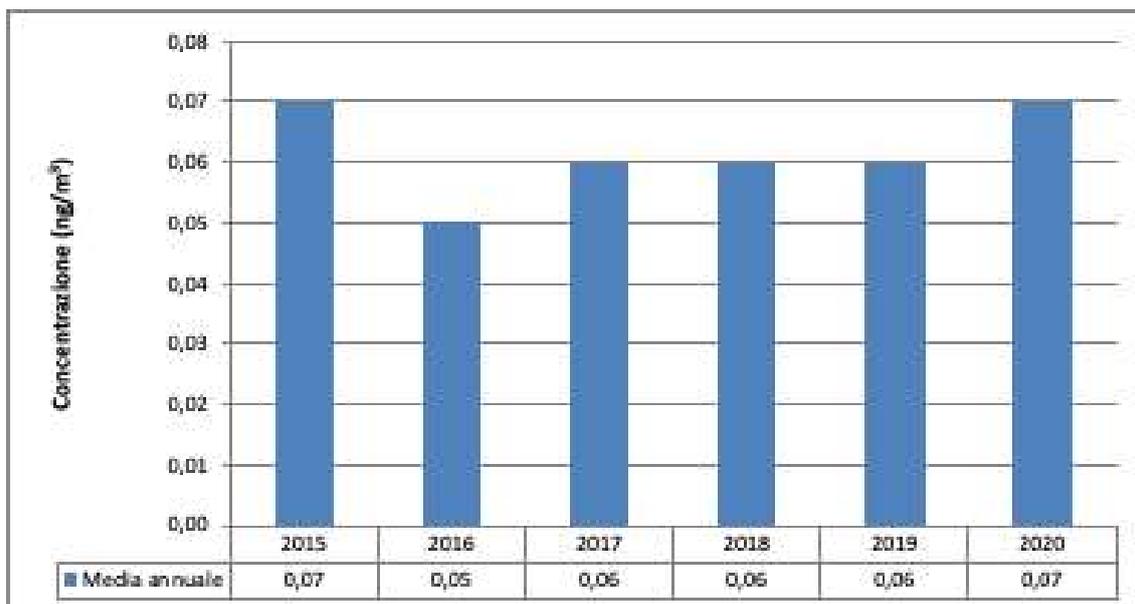
Piombo



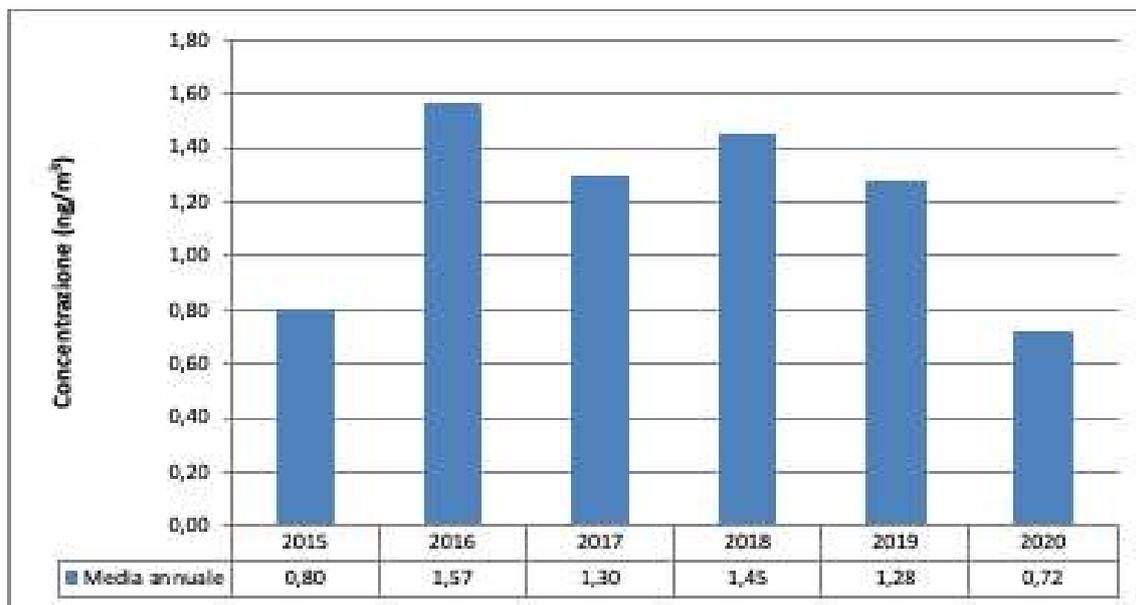
### Arsenico



### Cadmio

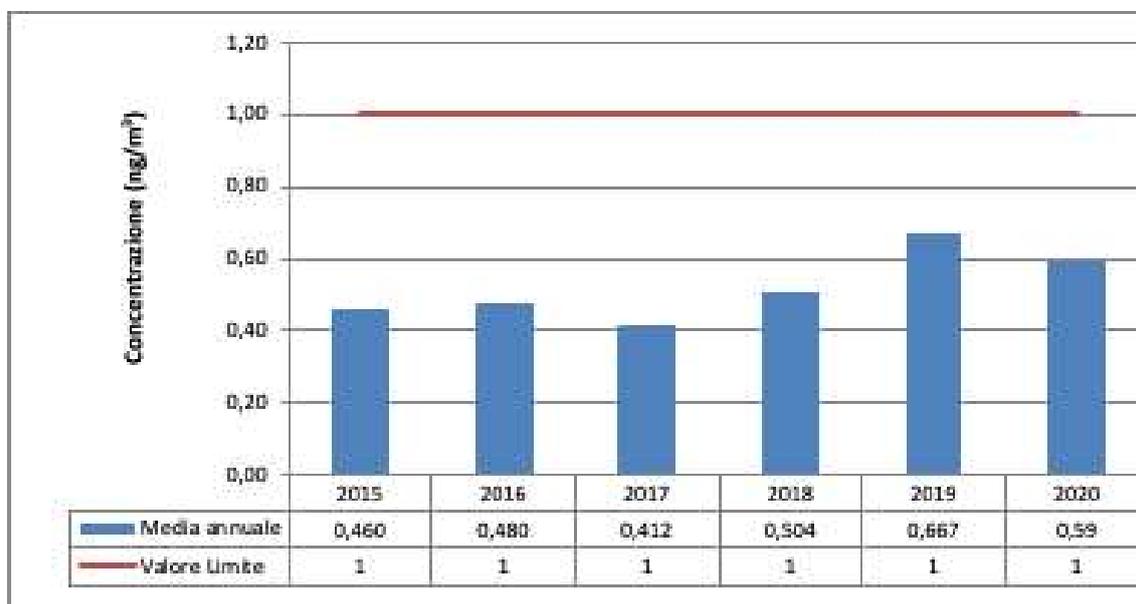


### Nichel



### IPA

Figura 29. Andamento delle medie annuali di Benzo(a)pirene



## CONSIDERAZIONI RIASSUNTIVE E FINALI

L'analisi degli indicatori di monitoraggio della qualità della aria ottenuti evidenzia una situazione complessivamente positiva infatti nei due anni considerati:

**PM<sub>10</sub>**: il limite di 40 µg/m<sup>3</sup> come media annuale e il limite di 35 giorni di superamento del valore medio giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> è stato rispettato;

**PM<sub>2,5</sub>**: il limite normativo di 25 µg/m<sup>3</sup> come media annuale non è stato superato;

**NO<sub>2</sub>**: il valore limite di 40 µg/m<sup>3</sup> come media annuale e il limite di 18 superamenti della media oraria di 200 µg/m<sup>3</sup> è stato rispettato;

**Ozono**: è stato rispettato il limite della soglia di informazione e il valore obiettivo per la protezione della popolazione;

**CO, SO<sub>2</sub> e Benzene**: Il monitoraggio ha confermato il pieno rispetto dei valori limite;

**Benzo(a)pirene**: il valore obiettivo di 1,0 ng/m<sup>3</sup> come media annuale è stato rispettato;

**Metalli pesanti**: il monitoraggio ha confermato il pieno rispetto dei valori limite per il piombo e dei valori obiettivo per arsenico, nichel e cadmio.





REGIONE



CALABRIA