



Qualità dell'aria nel comune di Sarroch - Dati del 2024

Confronto con i dati del
2017, 2020, 2021, 2022 e 2023

A cura del comune di Sarroch e
del Dipartimento di Scienze Chimiche e
Geologiche
dell'Università di Cagliari

Composizione media dell'aria* che respiriamo

Componente		Volume percentuale	
N ₂	AZOTO	78.03	} 99.91%
O ₂	OSSIGENO	20.95	
Ar	ARGON	0.93	
CO ₂	ANIDRIDE CARBONICA	0.033	
H ₂	IDROGENO	0.00005	
O ₃	OZONO	Tra 0.0000003 e 0.000003	
He	ELIO	0.0005	
Ne	NEON	0.0018	
Kr	CRIPTO	0.00011	
Xe	XENO	0.000001	

* Aria secca

Introduzione

Principali inquinanti

- La legge prevede di tenere sotto controllo i seguenti inquinanti:
- Anidride solforosa (SO₂)
- Ossidi di azoto NO_x (NO₂ e NO)
- Polveri sottili PM₁₀
- Monossido di Carbonio (CO)
- Ozono (O₃)
- Benzene

Introduzione

Altri inquinanti

Inoltre ci sono inquinanti che è bene monitorare:

- Idrogeno solforato (H_2S)
- Toluene
- Etilbenzene
- o, m, p-Xilene
- Metano (CH_4)
- Idrocarburi non metanici (NMHC)

Introduzione

- Gli inquinanti principali vengono monitorati in tutte le grosse città (non solo a Sarroch)
- Per ogni inquinante verrà mostrata una breve descrizione delle possibili sorgenti e degli effetti che può avere sull'uomo
- I dati del 2023 usati per i grafici di questa presentazione provenienti dal laboratorio mobile del Comune, posizionato in Via Fermi 1, sono stati validati e forniti dalla società Project Automation S.p.A.
- I dati verranno messi a confronto con i valori di riferimento indicati dalla normativa vigente (DLgs 155/10) e dalle direttive dell'OMS.
- I dati verranno inoltre confrontati con quelli del 2017 e del 2020, quando il laboratorio mobile si trovava in via Umbria, del 2021 e del 2022 (anche i dati degli anni precedenti al 2023 sono stati validati e forniti dalla Project Automation S.p.A).

Come leggere **tabelle** e grafici

Di seguito per ogni inquinante viene riportata una tabella simile a questa, valida per l'SO₂:

Inquinante e sotto
unità di misura della
concentrazione

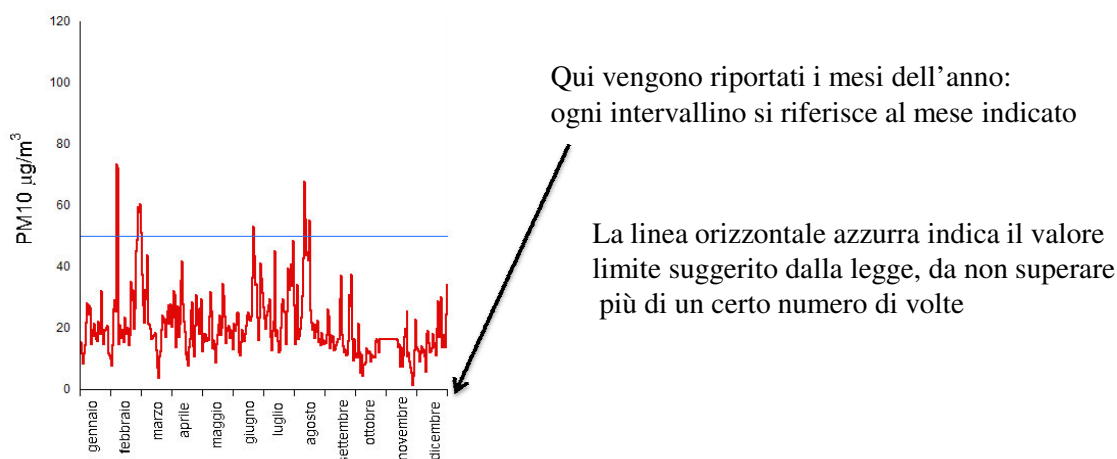
Periodo nel quale sono mediati i dati

Inquinante	riferimento	periodo di mediazione				
		anno	24 ore	1 ora	30 minuti	10 minuti
SO ₂ µg/m ³	DLgs 155		125**	350***		
	OMS		20			500

Legge o organizzazione

In questo caso, a titolo di esempio, il DL155/10 prevede di mediare il dato sulle 24 ore e pone a 125 µg/m³ il valore massimo consentito. L'OMS indica invece un valore più restrittivo pari a 20 µg/m³

Come leggere tabelle e **grafici**



L'andamento della concentrazione al variare dei mesi è indicato dal grafico rosso. La concentrazione corrispondente ad un certo momento può essere letta sull'asse nero verticale.

Particolare attenzione deve essere fatta nel verificare se il grafico che si sta guardando è mediato sulle 24 ore o se riporta i valori delle concentrazioni orarie.

Nell'esempio riportato, il dato è mediato sulle 24 ore: questo vuol dire che il grafico è composto da 365 punti. Ogni punto rappresenta la media calcolata quel particolare giorno dell'anno con i relativi 24 dati orari. Quando si riportano i dati orari il grafico è composto da 8760 punti (sono le ore presenti in un anno).

Anidride solforosa (SO₂)

Origine antropica

- Si origina dalla reazione dello zolfo contenuto nei combustibili con l'ossigeno. La principale fonte di inquinamento è costituita dai combustibili fossili, in particolare olio combustibile. L'anidride solforosa può quindi provenire da impianti di riscaldamento civili, fonti industriali e in misura minore, dal traffico veicolare.
- E' in parte responsabile dell'acidificazione delle precipitazioni.

Effetti sull'uomo

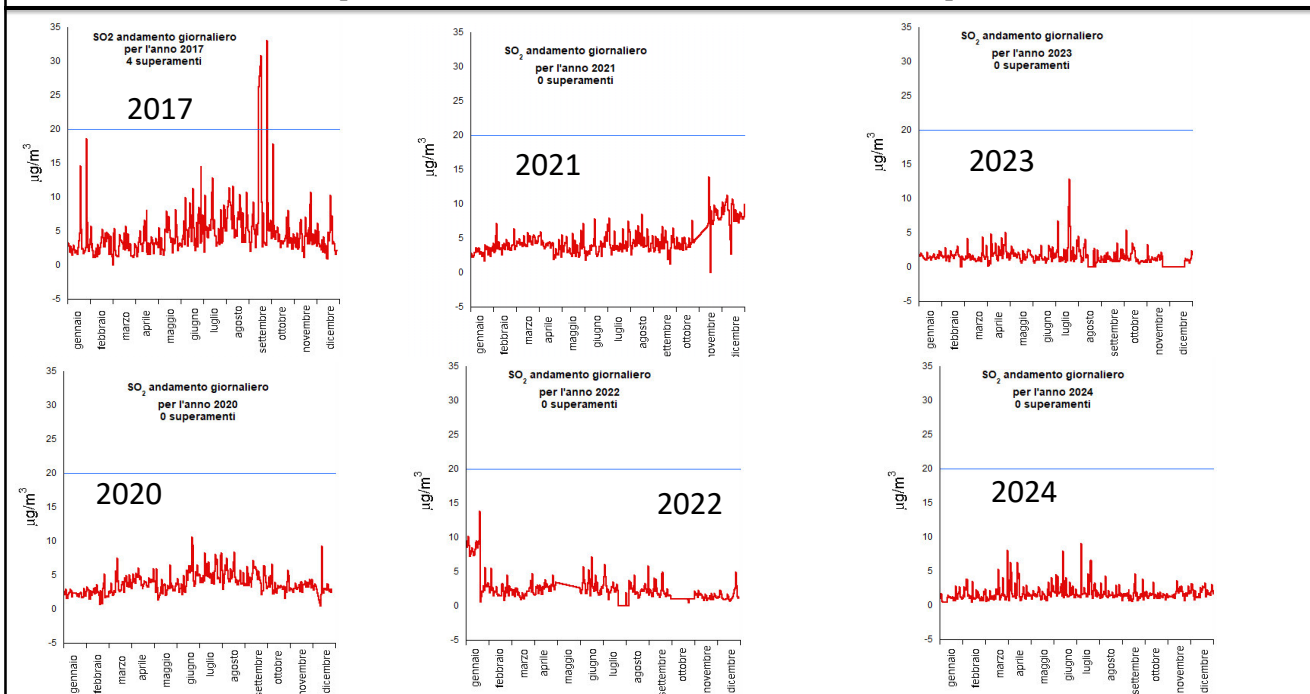
- E' considerato un bronco irritante a marcata attività. Fino a pochi anni or sono era ritenuto l'inquinante atmosferico più importante, ma con il miglioramento della qualità dei combustibili per il riscaldamento e per autotrazione e con l'estendersi della metanizzazione in molte città, la sua concentrazione in atmosfera è andata via via decrescendo.

Anidride solforosa (SO₂)

Inquinante	riferimento	periodo di mediazione				
		anno	24 ore	1 ora	30 minuti	10 minuti
SO ₂ µg/m ³	DLgs 155		125**	350***		
	OMS		20			500

*** consentiti n. 24 superamenti all'anno

** consentiti n. 3 superamenti all'anno



Ossidi di azoto (NO₂ e NO) NO_x

Origine

- Sono inquinanti prodotti dagli impianti di combustione (veicoli, impianti termici, industrie). Il monossido è un composto di bassa tossicità e perciò non soggetto a limiti di legge, la cui importanza dipende dal fatto di essere un precursore del biossido di azoto. E' infatti il monossido ad essere emesso primariamente nei processi di combustione. In presenza di ossigeno il monossido viene convertito a biossido di azoto, che presenta una tossicità ben maggiore.

Effetti sull'uomo e sull'ambiente

- Il biossido di azoto è un inquinante molto importante non solo per la sua pericolosità intrinseca, ma anche per il fatto di essere coinvolto in 3 fenomeni di inquinamento:

Ossidi di azoto (NO_2 e NO) NO_x

1) Reagisce con l'emoglobina

modificandone le proprietà chimiche e fisiologiche dando luogo a metaemoglobina. Quest' ultima molecola non è più in grado di trasportare l'ossigeno (ruolo che è proprio dell'emoglobina).

Il biossido di azoto a concentrazioni di 10 - 20 ppm esercita una azione irritante sugli occhi, naso e sulle vie respiratorie

2) Le piogge acide.

Il biossido può infatti subire una serie di trasformazioni che hanno come risultato la sua conversione in acido nitrico, con conseguente acidificazione dell'umidità atmosferica.

Precipitazioni acide hanno effetti sul patrimonio artistico, ma anche sull'ecosistema, in quanto alterano gli equilibri chimico fisici a livello del suolo e provocano danni alla vegetazione.

Ossidi di azoto (NO_2 e NO) NO_x

3) **Formazione dello smog fotochimico.**

Con questo termine si intende una miscela molto complessa di composti altamente reattivi e perciò fortemente aggressivi per l'uomo, gli animali, la vegetazione e quindi potenzialmente nocivi per la salute e per l'ambiente anche a bassissime concentrazioni.

Lo smog fotochimico si forma, sotto particolari condizioni meteorologiche, in presenza di opportune concentrazioni di

biossido di azoto e idrocarburi.

Il processo di formazione è innescato dalla reazione del biossido di azoto con la luce del sole e procede con una serie di reazioni a catena non controllabili.

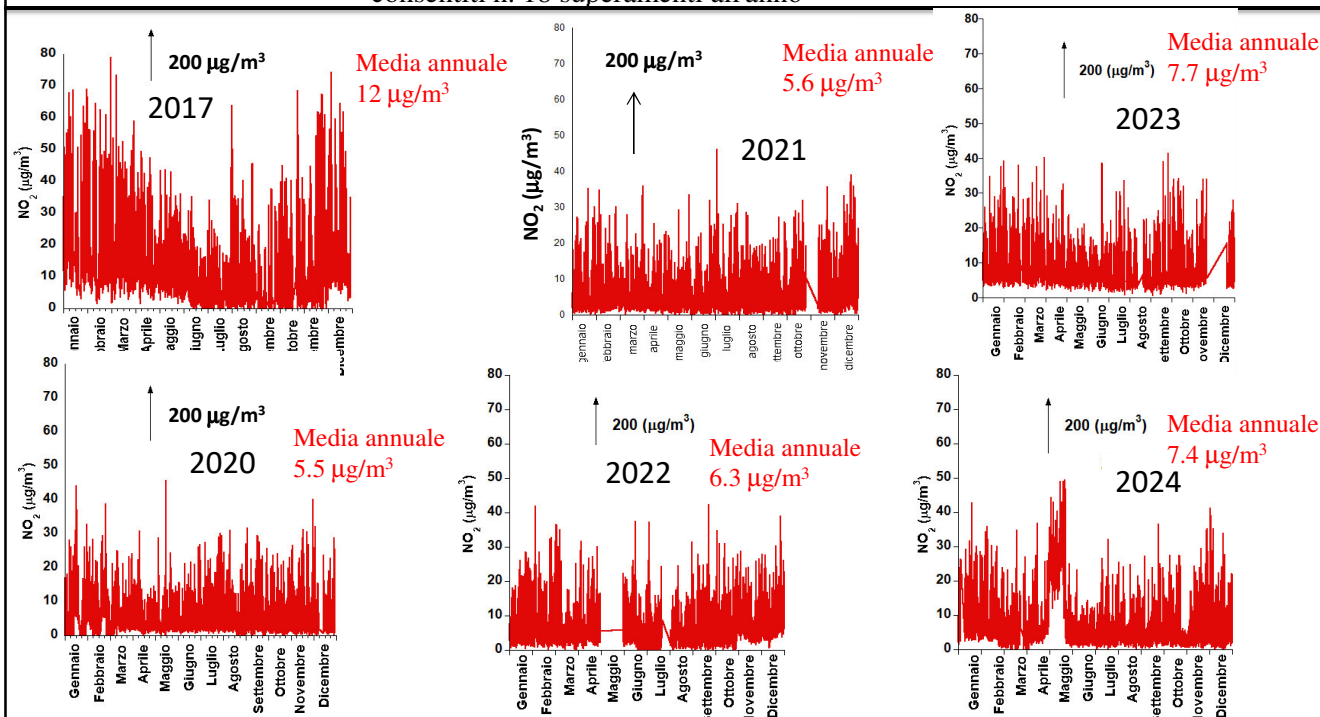
La formazione dello smog fotochimico è favorita nei centri urbani ad alta densità di traffico in condizioni di calma di vento e di alta insolazione.

Biossido di azoto (NO₂)

inquinante	riferimento	periodo di mediazione		
		anno	24 ore	1 ora
NO ₂ µg/m ³	DLgs 155	40		200**
	OMS	40		200

Grafici riportanti l'andamento orario

** consentiti n. 18 superamenti all'anno



Ozono (O₃)

Origine

- Si tratta di una forma di ossigeno molecolare altamente reattivo che si forma come inquinante secondario a seguito di una complessa serie di reazioni innescate dalla luce solare.

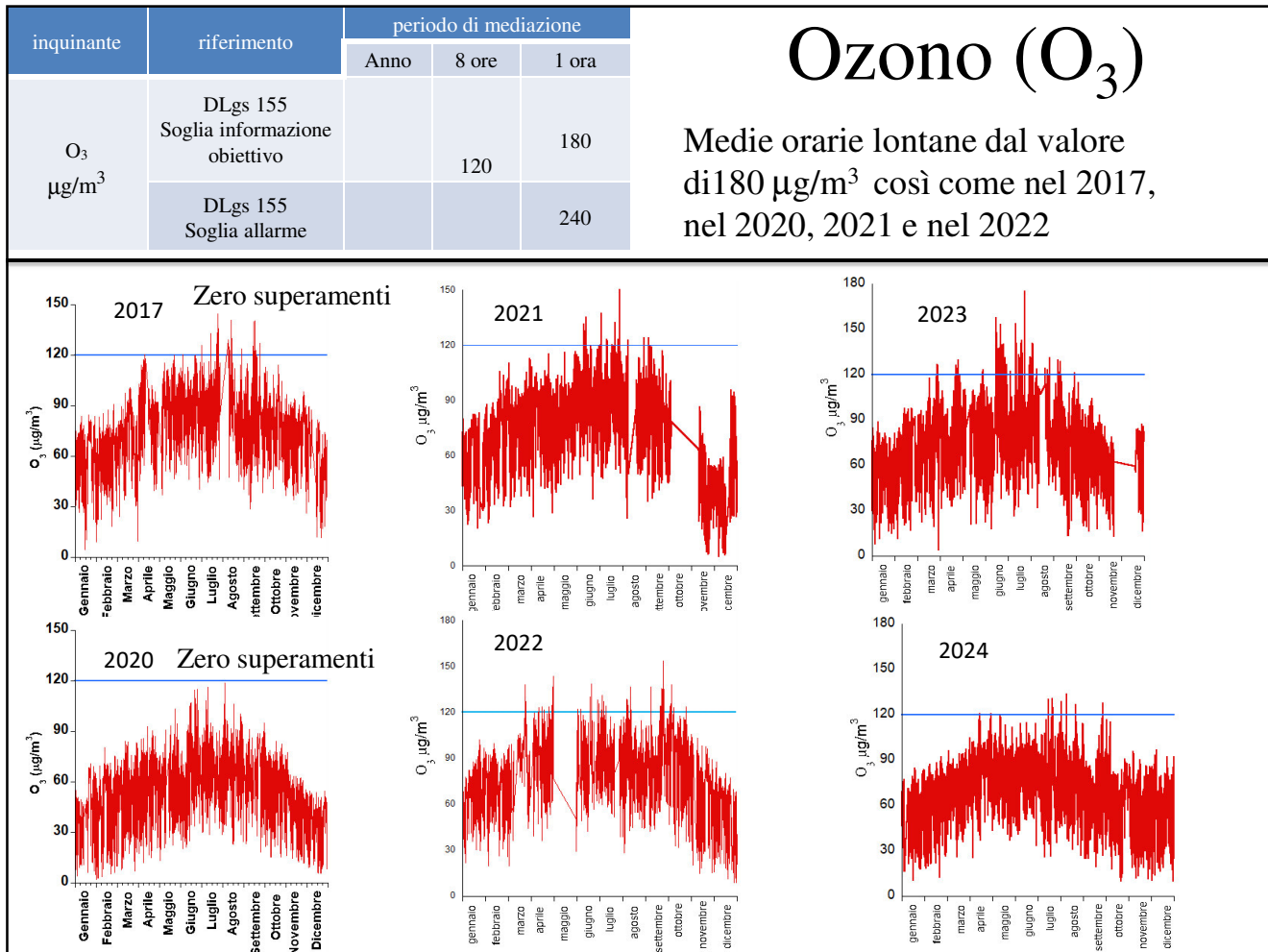
La sua concentrazione è determinata anche dalla presenza di altre categorie di sostanze, quali gli ossidi di azoto e gli idrocarburi (specie dette perciò "precursori"), con i quali è coinvolto nella formazione dello

smog fotochimico,

una miscela complessa di composti con proprietà irritanti tra cui l'ozono.

Effetti sull'uomo e sull'ambiente

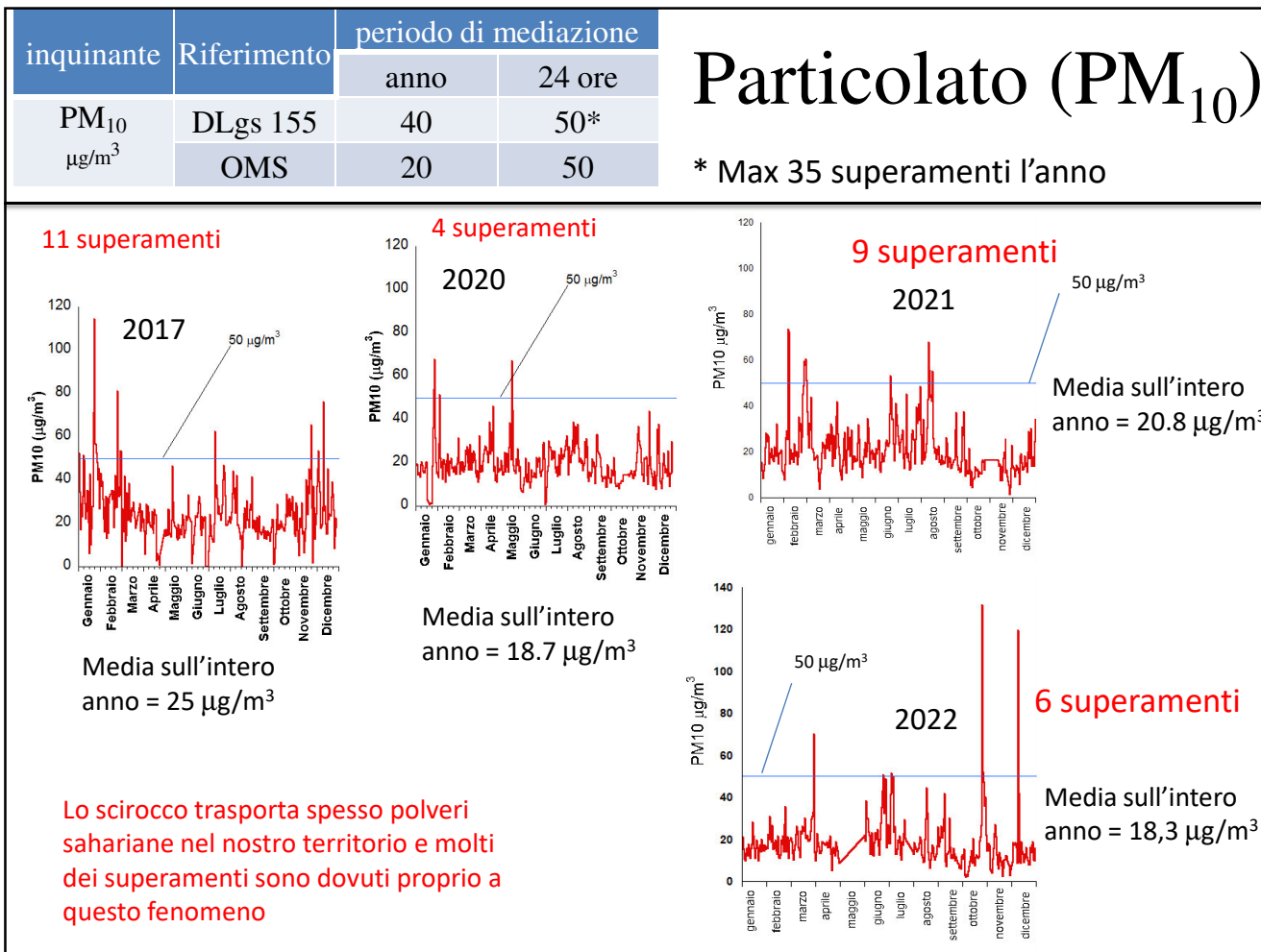
- La sua aggressività lo rende potenzialmente in grado di reagire con i tessuti viventi: è un riconosciuto bronco irritante ed è in grado di alterare la funzionalità polmonare, nonché di causare disturbi agli occhi e alle mucose.

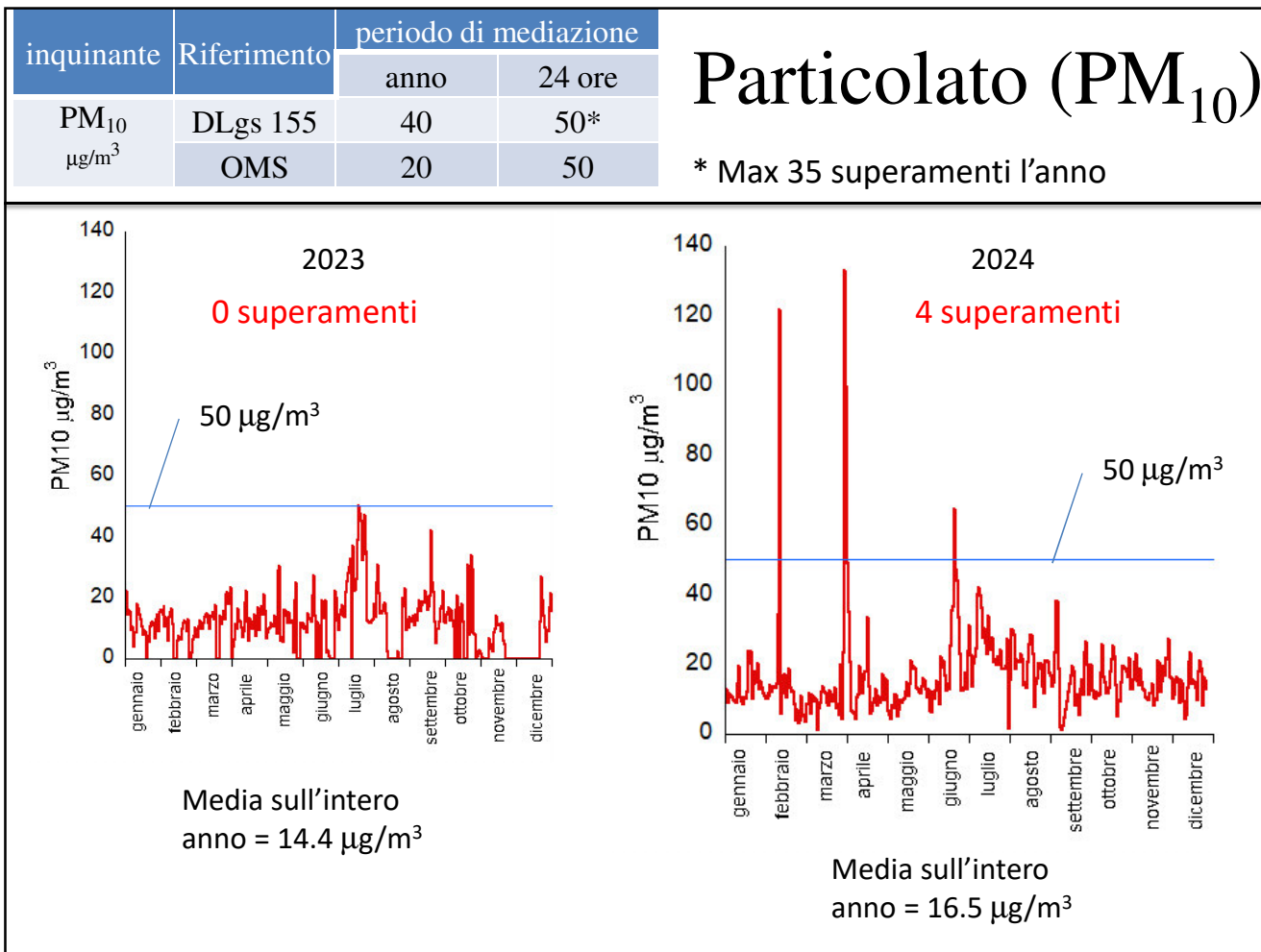


Particolato (PM₁₀)

- Non si tratta di un inquinante specifico: particelle solide aerodisperse.
- Sicuramente i processi di combustione sono una fonte significativa di particolato.
- Sono classificate in base alle loro dimensioni che ne definiscono la respirabilità (la pericolosità) ed il tempo di permanenza nell'atmosfera.
- Possiamo distinguere allora le polveri totali Sospese (PTS), oppure la frazione di polveri il cui diametro aerodinamico è inferiore o uguale al valore nominale di 10 μm (indicate in sigla come PM₁₀).
- Il PM₁₀ è molto importante ai fini tossicologici perché rappresenta la cosiddetta frazione toracica delle polveri, cioè la frazione che può superare la laringe e penetrare nei bronchi.

Effetti sull'uomo e sull'ambiente: la tossicità del particolato è legata soprattutto alla sua qualità chimica ed in particolare alla capacità di assorbire sulla sua superficie sostanze tossiche, quali metalli pesanti, idrocarburi policiclici aromatici, ecc. Questo fenomeno di assorbimento interessa soprattutto il particolato fine con diametro inferiore rispettivamente, 10 , 2.5, 1 μm (PM₁₀, PM_{2.5}, PM₁).





Monossido di carbonio (CO)

Origine

Il monossido di carbonio è un gas tossico che si forma in tutti i processi di combustione che avvengono in difetto di ossigeno.

La causa principale di inquinamento da monossido di carbonio è oggi indubbiamente costituita dal traffico veicolare. Si stima che il settore dei trasporti contribuisca per il 90 % alle emissioni di CO di origine antropica.

La quantità di CO prodotta dipende dal tipo di motorizzazione, dalla velocità di marcia e da altri fattori.

Si verificano alte produzioni di questo inquinante in condizioni di traffico congestionato con bassa velocità di scorrimento, condizioni che si verificano tipicamente nei centri urbani. Fonti di emissione di minore importanza sono le attività industriali in cui sono coinvolti processi termici e gli impianti di riscaldamento delle abitazioni.

La situazione del CO è in via di miglioramento con l'introduzione diffusa di auto dotate di marmitta catalitica, che permettono di ridurre le emissioni di CO fino al 90%.

Monossido di carbonio (CO)

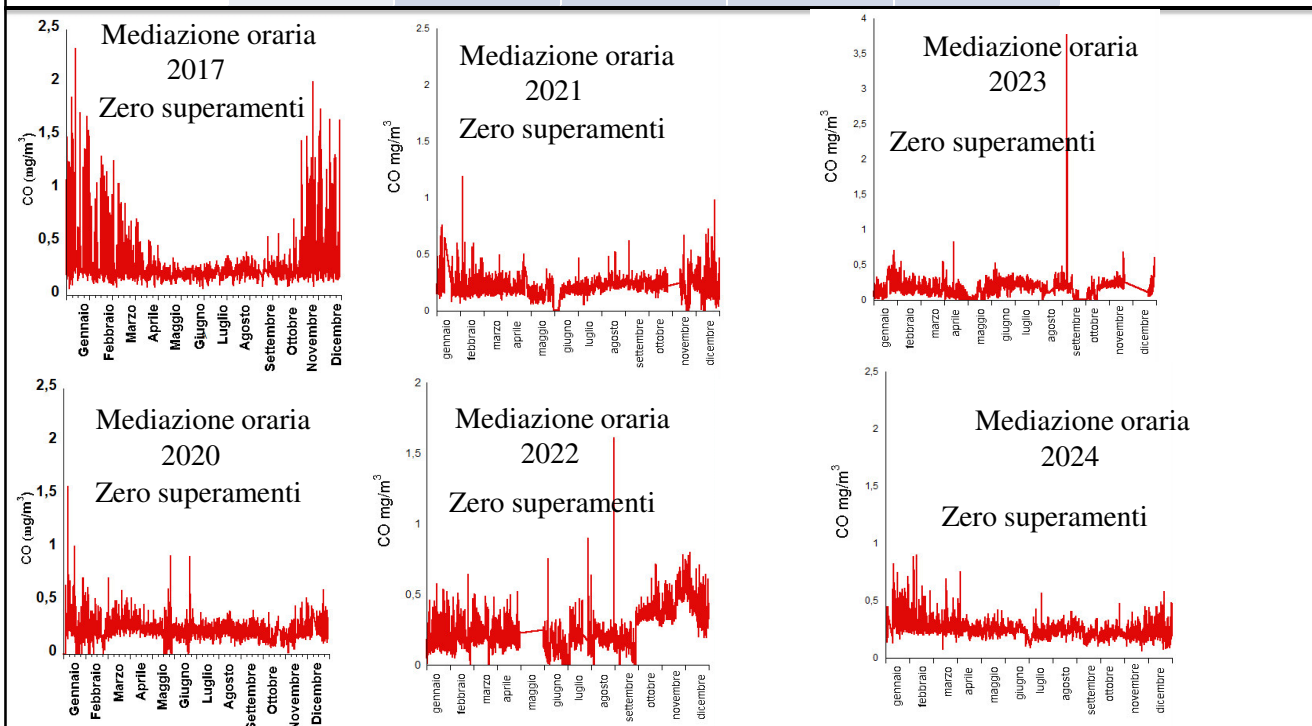
Effetti sull'uomo e sull'ambiente: Il monossido di carbonio ha la proprietà di entrare in competizione con l'ossigeno e di fissarsi in modo irreversibile all'emoglobina del sangue con un legame con l'emoglobina più forte rispetto a quello con l'ossigeno di circa 200 volte, portando così ad un'alterazione del meccanismo di trasporto dell'ossigeno stesso dai polmoni a tutti i distretti dell'organismo.

A concentrazioni molto elevate (che si rinvencono in ambienti chiusi) il CO può portare a morte per asfissia.

Alle concentrazioni rilevabili nei centri urbani gli effetti tossici sono meno evidenti, ma possono provocare condizioni croniche di insufficienza respiratoria o anemia.

Monossido di carbonio (CO)

inquinante	Riferimento	periodo di mediazione		
		anno	8 ore	1 ora
CO mg/m ³	DLgs 155		10	
	OMS		10	30



Benzene

Origine

- Il benzene appartiene alla classe degli idrocarburi aromatici, i cui componenti più noti sono, oltre al benzene stesso, toluene e xileni.
- La loro concentrazione in atmosfera nelle aree urbane è direttamente correlabile al traffico veicolare: infatti il benzene è diventato un inquinante atmosferico di primaria importanza solo da alcuni anni, con l'introduzione sul mercato delle benzine verdi.
- Toluene e xileni sono composti di tossicità inferiore e non sono soggetti a limiti di legge, ma vengono monitorati contemporaneamente al benzene.

Effetti sull'uomo e sull'ambiente:

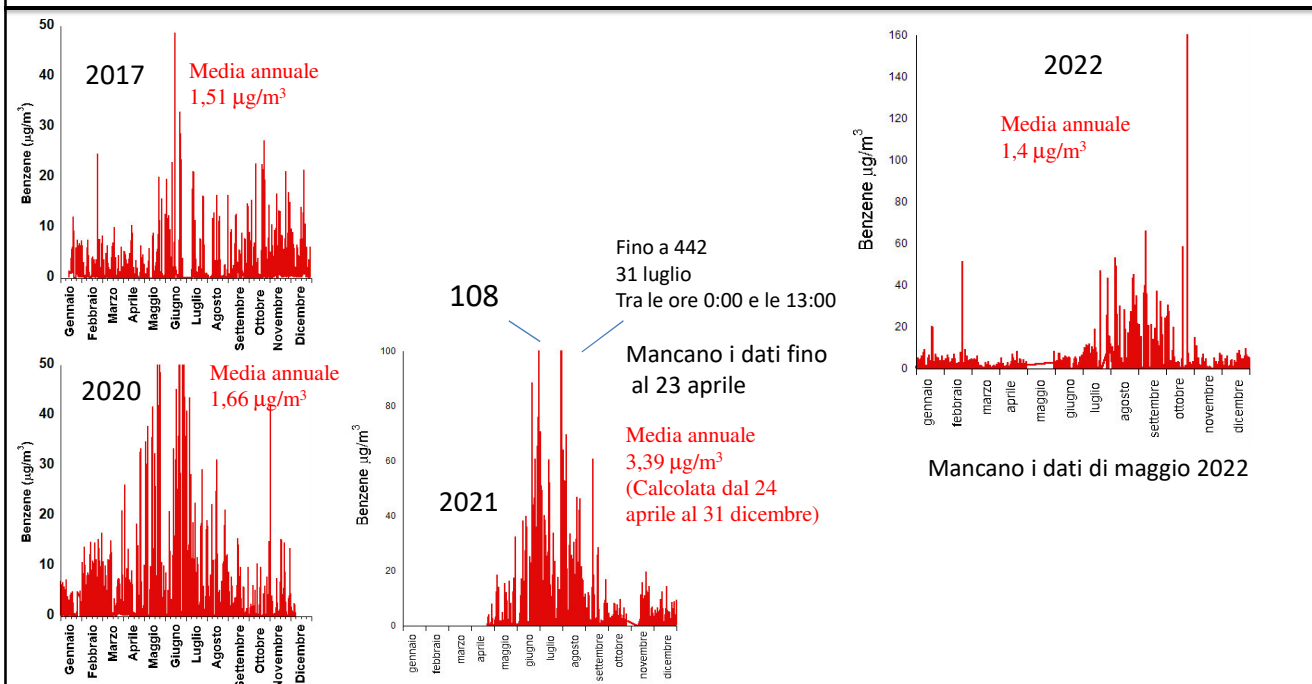
- il benzene è stato classificato dal 1982, dalla IARC (International Agency for Research on Cancer), in Classe I (cancerogeno certo per l'uomo).

Benzene

Andamento orario

inquinante	Riferimento *	periodo di mediazione				
		anno	24 ore	1 ora	30 minuti	10 minuti
BENZENE $\mu\text{g}/\text{m}^3$	DLgs 155	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$				

* OMS non ha fissato riferimenti in quanto cancerogeno

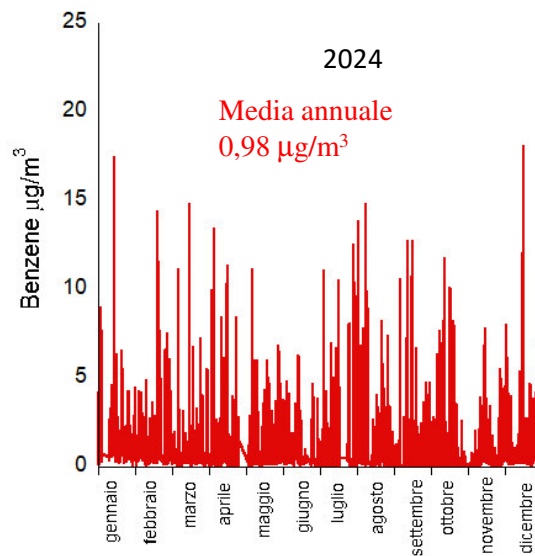
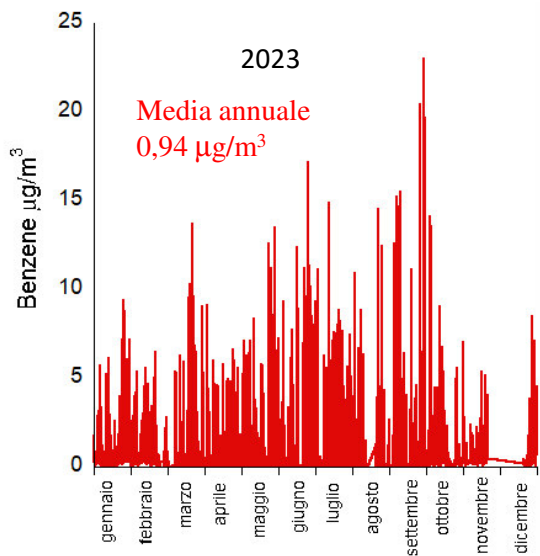


Benzene

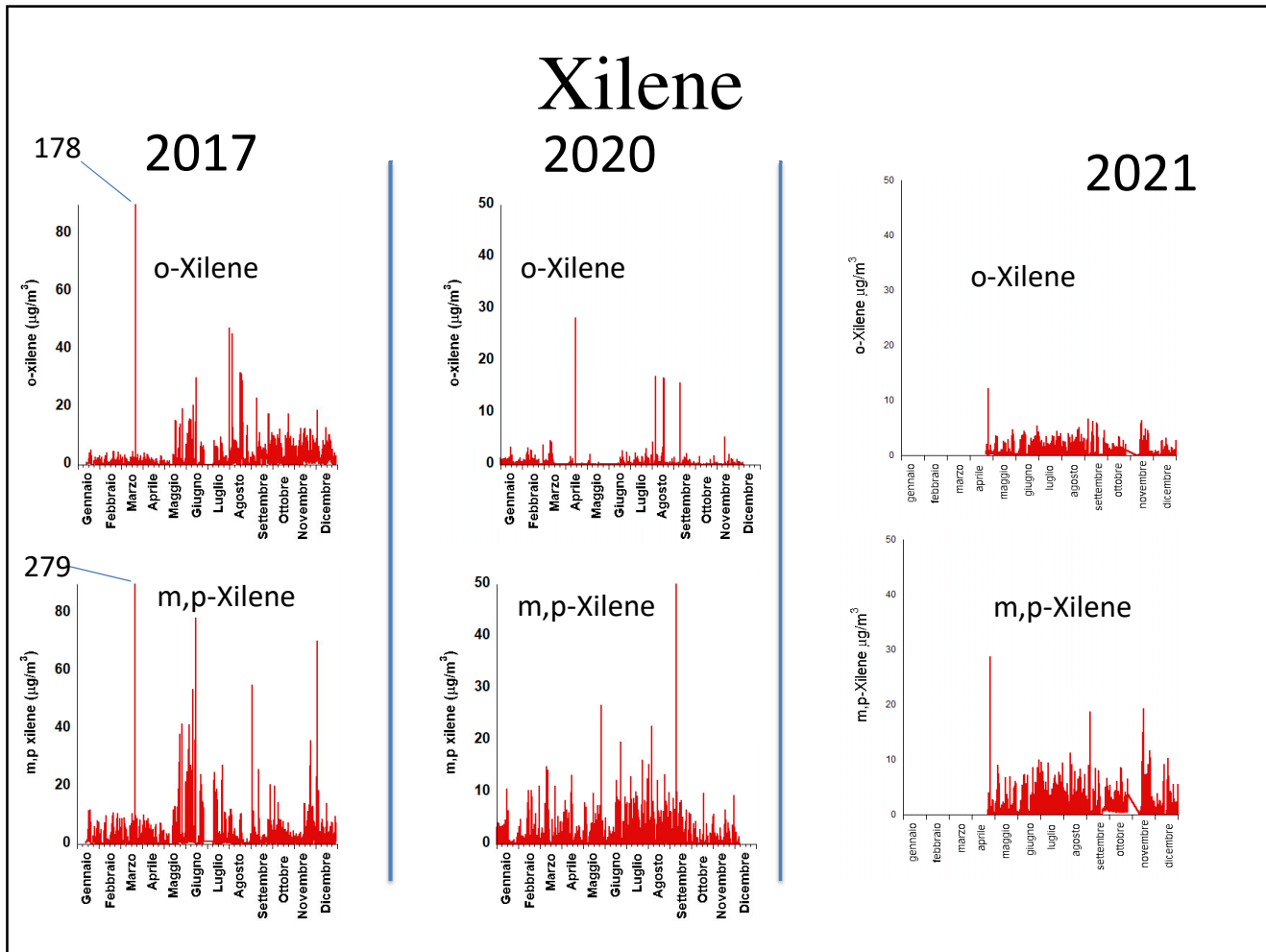
Andamento orario

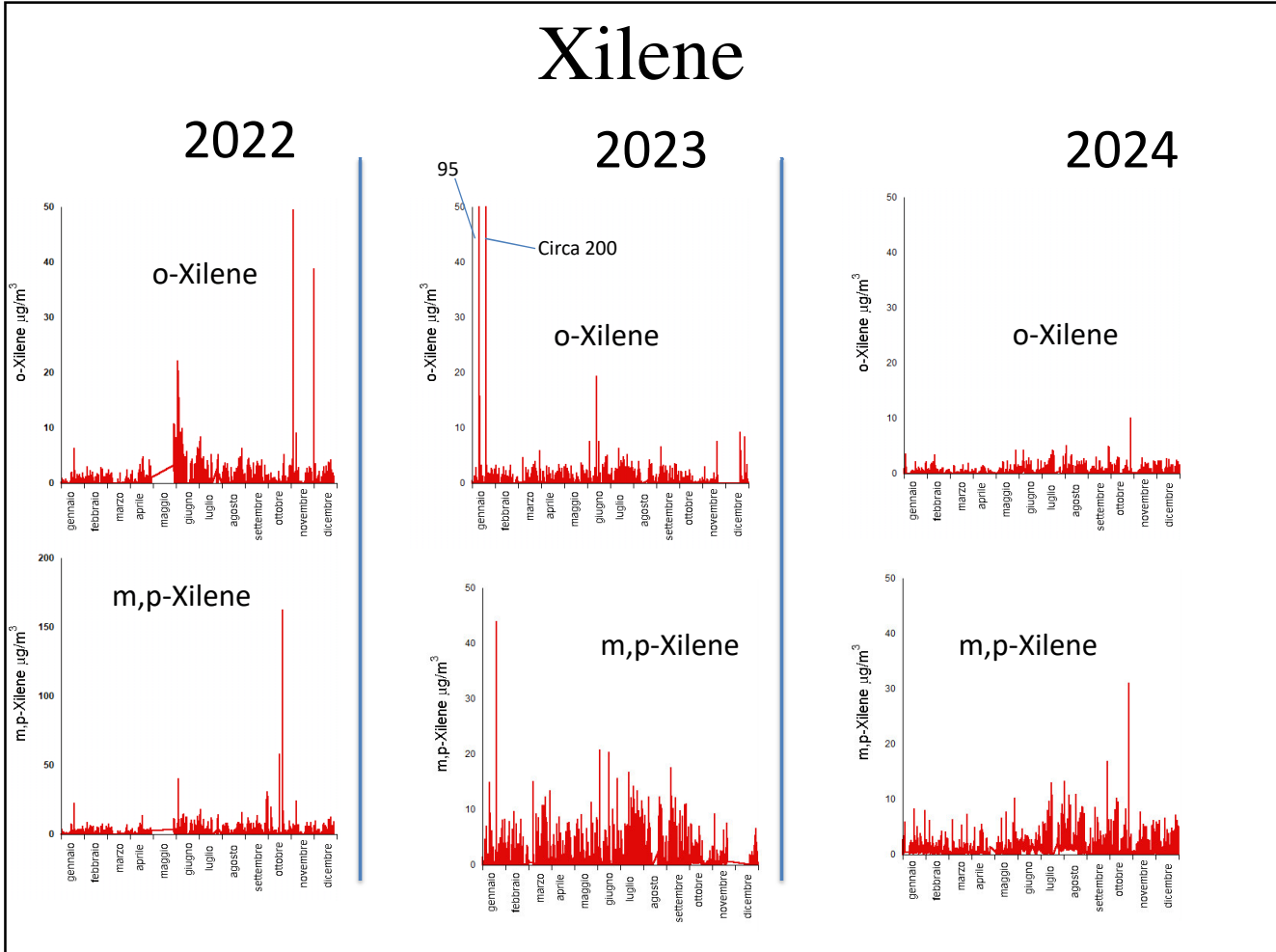
inquinante	Riferimento *	periodo di mediazione				
		anno	24 ore	1 ora	30 minuti	10 minuti
BENZENE µg/m ³	DLgs 155	5 µg/m ³				

* OMS non ha fissato riferimenti in quanto cancerogeno

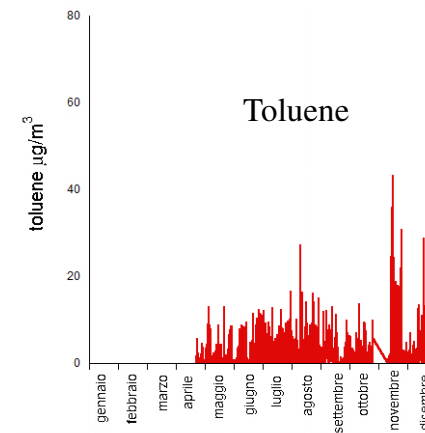
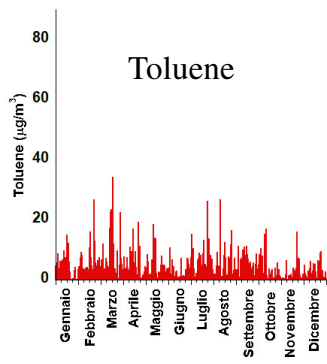
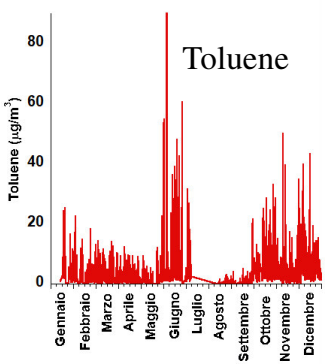
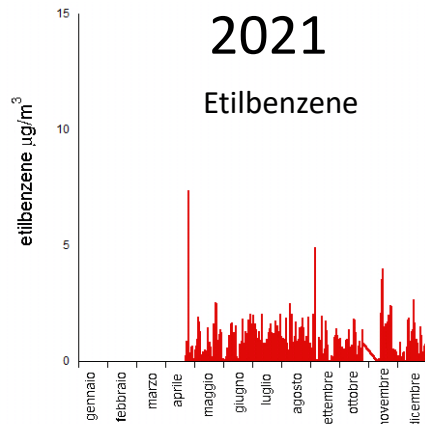
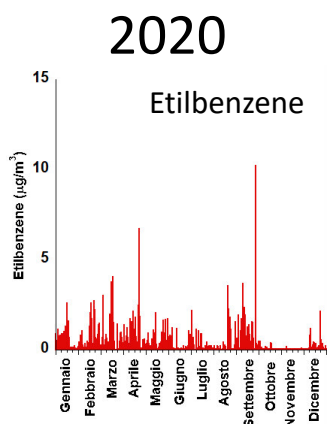
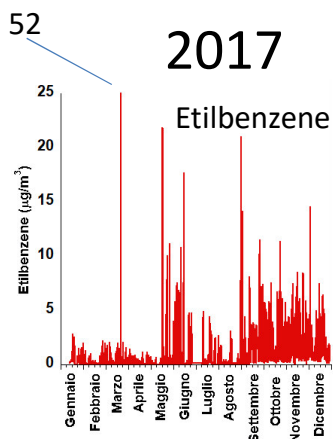


Mancano i dati da metà Novembre
a metà Dicembre 2023

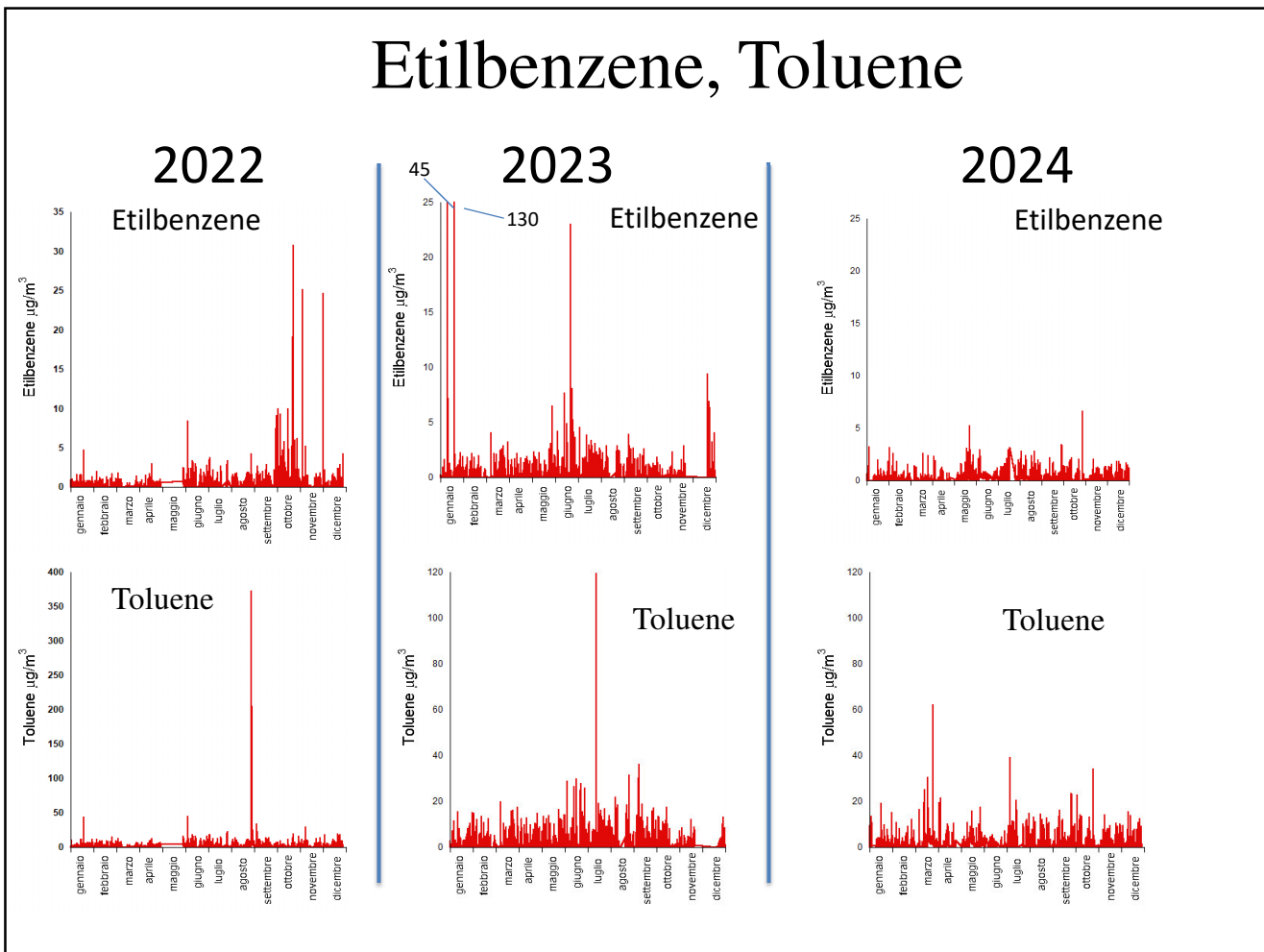




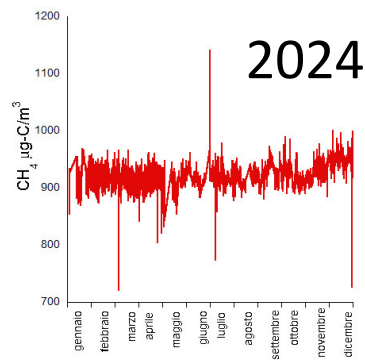
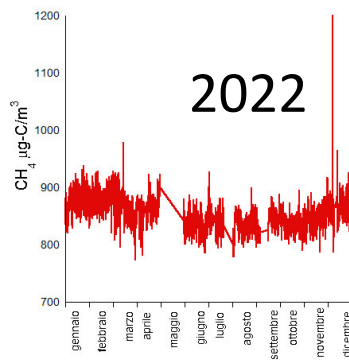
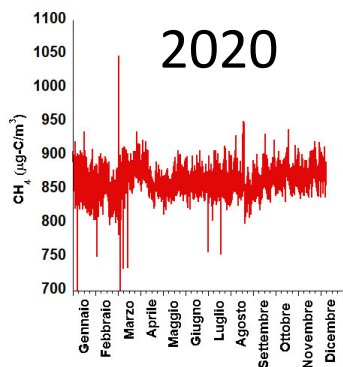
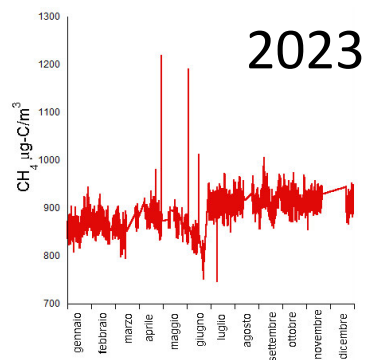
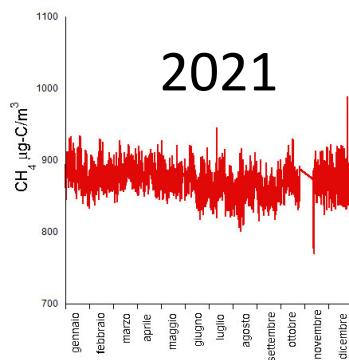
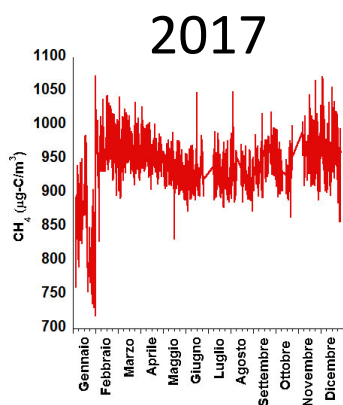
Etilbenzene, Toluene



Etilbenzene, Toluene



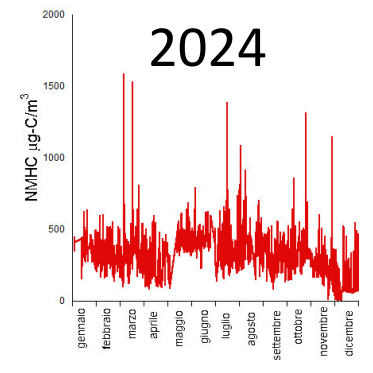
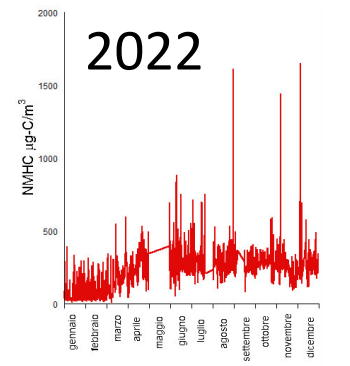
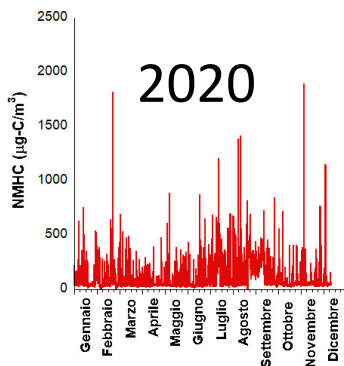
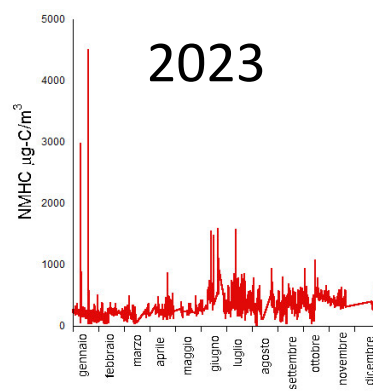
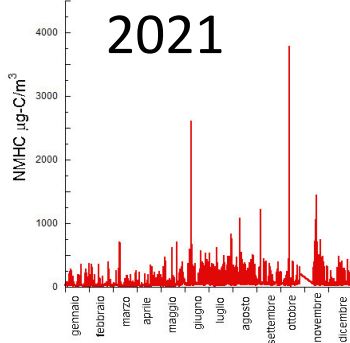
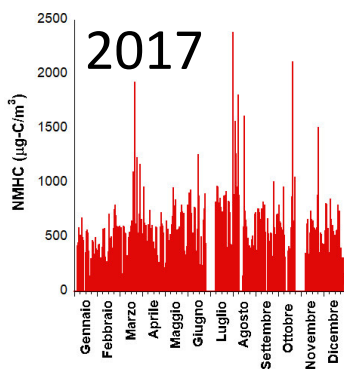
Metano, CH₄



Idrocarburi non metanici (NMHC)

Medie orarie

Si tratta di sostanze non aventi odore



Idrogeno Solforato H₂S

Origine

- **Naturale:** è presente nelle emissioni delle zone geotermiche e vulcaniche, è prodotto dalla degradazione batterica di proteine animali e vegetali.
- **Antropica:** è un coprodotto indesiderato nei processi di produzione di carbon coke, della cellulosa, di raffinazione del petrolio, di rifinitura di oli grezzi, di concia delle pelli, di fertilizzanti, di coloranti e pigmenti, di trattamento delle acque di scarico e di altri procedimenti industriali.

Effetti sull'uomo e sull'ambiente

È una sostanza estremamente tossica poiché è irritante ed asfissiante. L'azione irritante, che si esplica a concentrazioni superiori ai 15.000 µg/m³ ha come bersaglio le mucose, soprattutto gli occhi; a concentrazioni di 715.000 µg/m³, per inalazione, può causare la morte anche in 5 minuti (WHO 1981, Canadian Centre for Occupational Health and Safety 2001).

Idrogeno Solforato H₂S

- L'inquinamento delle acque con idrogeno solforato provoca la moria di pesci;
- l'effetto sulle piante non è acuto, ma cronico per la sottrazione di microelementi essenziali per il funzionamento dei sistemi enzimatici. Nei confronti dei materiali mostra una discreta aggressività, provocandone un rapido deterioramento.

Normativa e limiti

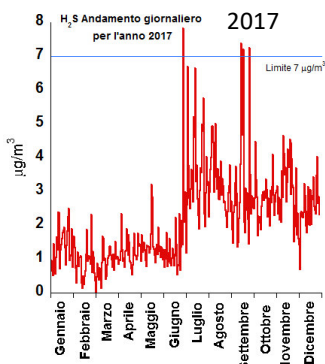
- La normativa europea e quella nazionale non stabiliscono valori limite, soglie di allarme e/o valori obiettivo di qualità dell'aria. In mancanza di riferimenti normativi è una prassi consolidata, a livello nazionale ed internazionale, riferirsi ai valori guida indicati dalla OMS-WHO.

Si tratta di una sostanza gassosa a temperatura ambiente avente odore sgradevole di uova marce. La soglia di concentrazione alla quale si percepisce l'odore è di 7 µg/m³, ma alcuni percepiscono l'odore già a 4 µg/m³.

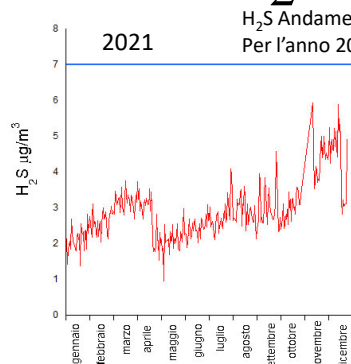
Idrogeno Solforato H₂S

Idrogeno solforato	
Concentrazione	Riferimento individuato
150 µg/m ³ media 24 ore	WHO Guidelines ed. 2000
100 µg/m ³ >1-14 giorni (valore medio sul periodo)	WHO-IPCS
20 µg/m ³ fino a 90 giorni (valore medio sul periodo)	WHO-IPCS

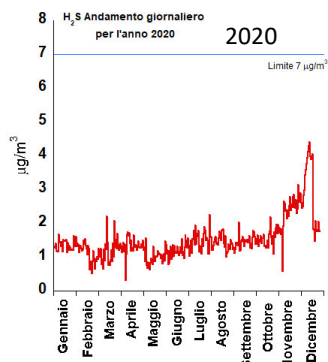
Idrogeno Solforato H₂S



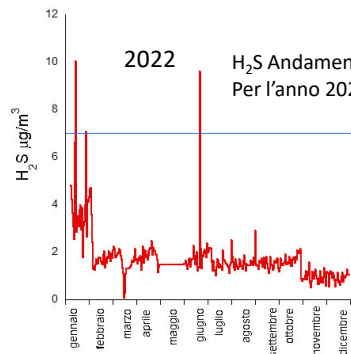
Soglia odore 7 µg/m³:
sulle medie giornaliere
si hanno 4 superamenti



Soglia odore 7 µg/m³:
sulle medie giornaliere
si hanno 0 superamenti



Soglia odore 7 µg/m³:
sulle medie giornaliere
si hanno 0 superamenti



Soglia odore 7 µg/m³:
sulle medie giornaliere
si hanno 3 superamenti

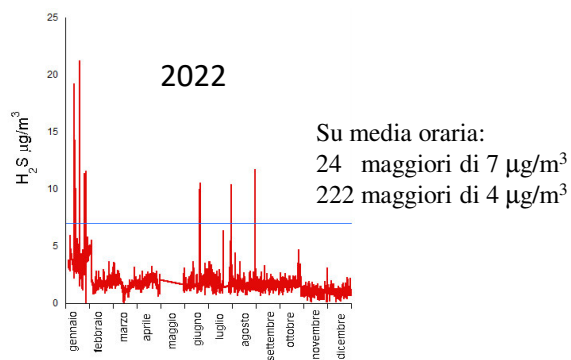
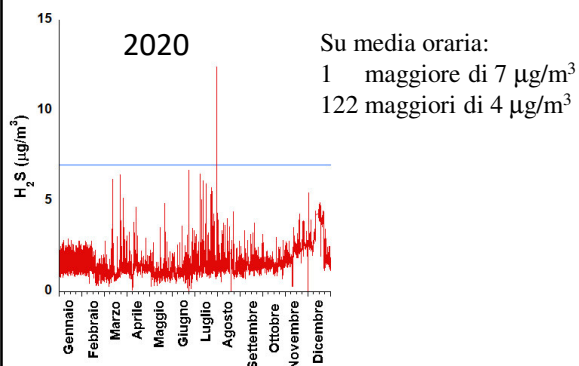
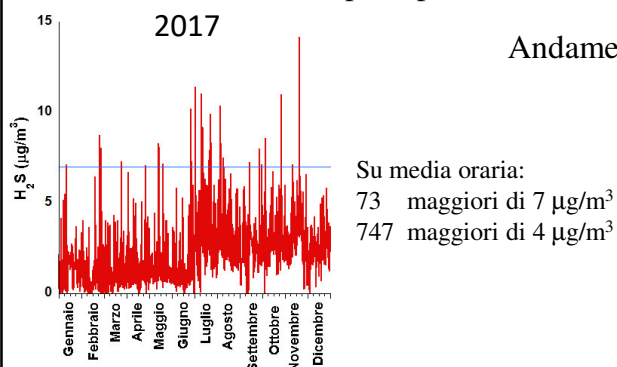
In tutti gli anni confrontati si e' sempre lontani e al di sotto del valore limite di 150 µg/m³ suggerito dall' Organizzazione Mondiale Della Sanità (WHO).

2020

Idrogeno Solforato H₂S

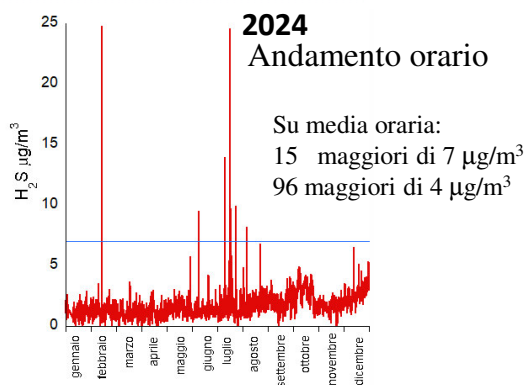
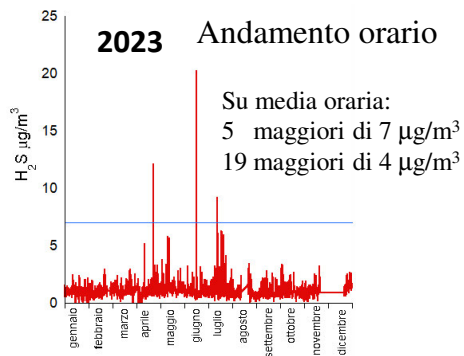
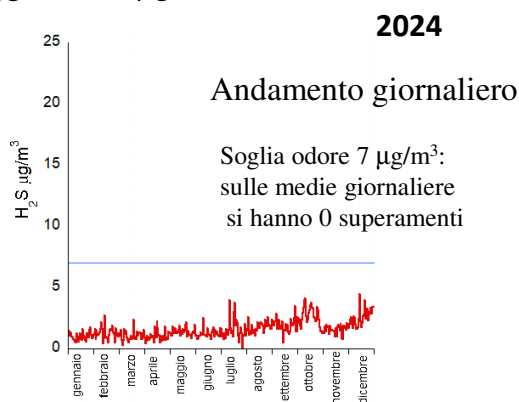
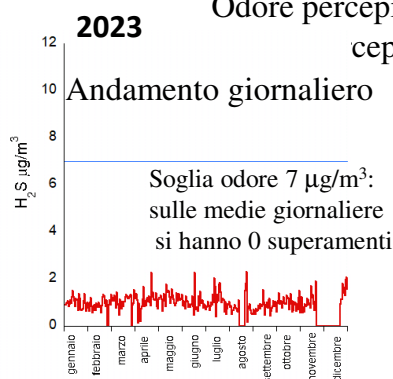
Odore percepito a concentrazioni maggiori di 7 µg/m³
 Alcuni percepiscono odore a 4 µg/m³

Andamento orario



Idrogeno Solforato H₂S

Odore percepito a concentrazioni maggiori di 7 µg/m³
cepiscono odore a 4 µg/m³



Conclusioni

Vengono di seguito riportate alcune considerazioni con riferimento a ciascun inquinante.

- **Anidride solforosa (SO₂):**

I valori sono ampiamente al di sotto del limite di 125 µg/m³ imposto dalla legge. Nel 2017 era stato superato 4 volte il limite suggerito dall'OMS, ma nel complesso la situazione è andata migliorando nel 2020, 2021, 2022, 2023 e nel 2024.

- **Ossidi d'azoto (NO₂):**

I valori delle medie orarie e delle medie annuali sono abbondantemente al di sotto dei rispettivi limiti imposti dalla legge e di quelli suggeriti dall'OMS.

- **Ozono:**

L'andamento delle concentrazioni risulta molto simile per gli anni considerati e non è stato mai raggiunto il valore imposto dalla legge come valore massimo orario ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Da notare come i valori tendano ad avere un andamento che dà luogo ad un grafico a campana con valori massimi in estate. Tale andamento è caratteristico degli inquinanti che si formano in seguito all'irraggiamento solare, che è massimo nella stagione estiva.

- **Particolato (PM10):**

Dal punto di vista delle polveri sottili (frazione respirabile) la situazione per gli anni a confronto non presenta grandi differenze. I valori giornalieri superano il limite di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ molto raramente e restano comunque nei limiti consentiti dalla legge. Le medie annuali oscillano intorno al valore di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ suggerito dall'OMS come valore limite e nel 2023 si è registrato il valore medio annuale minimo tra gli anni monitorati. Da considerare che il valore di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ suggerito dall'OMS come limite è molto restrittivo per la Sardegna che essendo un'isola ha un fondo naturale piuttosto elevato per via dell'aerosol marino e dello scirocco che trasporta ingenti quantità di polvere sahariana.

- **Monossido di Carbonio (CO);**

La situazione sembra essere molto simile negli anni a confronto anche se l'andamento sembra migliorare nel 2020, 2021, 2022 e nel 2023. In ogni caso i valori sono ampiamente al di sotto dei limiti imposti dalla legge o suggeriti dall'OMS.

- **Benzene:**

L'OMS considera particolarmente pericoloso questo inquinante e non pone limiti in quanto, secondo questa organizzazione, il benzene non dovrebbe esserci nell'aria che respiriamo.

La legge 155/10 impone di mediare i dati su base annua e di restare sotto il valore di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nei sei anni a confronto questo dato è stato ampiamente rispettato. Il comportamento anomalo riscontrato nel 2021 sembra essere rientrato nel 2022.

Interessante notare l'andamento orario mostrato dai grafici che peggiora nel 2021 rispetto al 2017 e 2020, ma torna su valori simili al 2017 e al 2020 nel 2022. Nel 2023 si nota un ulteriore decisivo miglioramento: rispetto agli anni precedenti la media annuale per la prima volta scende sotto il valore di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dato che è stato confermato nel 2024.

- **Idrogeno solforato (H₂S):**

La legge non pone limiti a questo inquinante. Tuttavia possiamo rifarci alle linee guida dell'OMS che indica alcuni valori soglia. L'OMS fissa a 150 µg/m³ il valore medio giornaliero. Stando a questa indicazione tutti i valori delle medie giornaliere dei sei anni a confronto sono abbondantemente al di sotto del suddetto limite.

Tuttavia l'H₂S ha un odore sgradevole che viene percepito quando la concentrazione supera i 7 µg/m³ anche se alcuni percepiscono l'odore già a 4 µg/m³.

Può essere utile osservare l'andamento orario e verificare quante volte il limite di 7 o di 4 µg/m³ viene superato. Dal confronto di questi grafici si può affermare che la situazione è migliorata nel 2022 rispetto al 2017 e al 2021, anche se in alcuni momenti sono stati superati i limiti di percezione dell'odore. Il dato del 2020, decisamente migliore degli altri anni, potrebbe essere falsato dai dati raccolti durante la pandemia e pertanto di difficile interpretazione e utilizzo. Il 2023 mostra decisamente un andamento migliore rispetto agli anni precedenti. Con soli 5 valori maggiori di 7 µg/m³ e 19 maggiori di 4 µg/m³ misurati su media oraria, il 2023 si colloca come il migliore tra i sei anni presi in considerazione per quanto riguarda questo inquinante. Nonostante il lieve peggioramento rispetto alle medie orarie del 2023, il 2024 si colloca subito dopo il 2023 nella piccola classifica degli anni migliori.

- È possibile affermare che nel complesso la qualità dell'aria rispetta i limiti imposti dalla normativa.

Le criticità, soprattutto per quanto riguarda il benzene e le sostanze odorigene (H₂S) presenti fino al 2022, sembrano superate nel 2023 i cui valori sono in parte confermati nel 2024. E' auspicabile che questo andamento sia confermato nel 2025 e negli anni che verranno. E' in corso l'analisi di tutti i risultati ottenuti dal 2017 in poi, completati dai valori acquisiti nel 2018 e 2019, per vedere gli andamenti nel tempo di ciascun inquinante.

Metano, CH₄

Il metano sembra avere una concentrazione costante durante l' anno e nel tempo.
Il valore che si registra mediamente si attesta intorno a 900 µg-C/m³.