

Il monitoraggio della Qualità dell'aria nelle Stazioni Locali di Ferrara

Report dati anno 2023

Arpae - Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia-Romagna

Servizio Sistemi Ambientali – Area Prevenzione Ambientale Centro

Via Bologna, 534 | 44124 - Ferrara | tel 0532 234811 fax 0532 234820 **PEC aoofe@cert.arpae.emr.it**

Sede legale Via Po, 5 | 40139 Bologna | tel 051 6223811 PEC dirigen@cert.arpae.emr.it | www.arpae.emr.it | P.IVA 04290860370

a cura di: Arpae Emilia Romagna - Area Prevenzione Ambientale Centro

Responsabilità scientifica:

Tiziana Melfi - Resp. Servizio Sistemi Ambientali

Gruppo di lavoro:

Sabina Bellodi, Michele Borsetti, Marco Tosi, Paola Leuci.

rev 0 - giugno 2024

Sommario

La rete locale di monitoraggio a Ferrara	3
La situazione nelle stazioni locali nel 2023 in sintesi	6
Polveri PM10	6
Polveri PM2.5	6
Metalli	6
Benzo(a)pirene	7
Ozono O3	7
Biossido di azoto NO2	7
Benzene	8
Monossido di carbonio	8
La situazione nelle stazioni locali in dettaglio	8
Materiale Particolato	9
Polveri PM10	9
Limiti di legge	9
Analisi dei dati	9
Superamenti del Valore Limite giornaliero di 50 µg/m3	10
Andamento medie mensili	11
Dati Giornalieri	11
Trend	12
Medie annuali	12
Superamenti	13
Particolato PM2.5	14
Limiti di legge	14
Analisi dei dati	14
Andamento medie mensili	14
Dati Giornalieri	15
Rapporto PM2.5/PM10	15
Trend	16
Medie annuali	16
Metalli: nichel, arsenico, cadmio e piombo	17
Limiti di legge	17
Analisi dei dati	18
Nichel	18
Arsenico	18
Cadmio	18
Piombo	18
Trend	19
Nichel	19
Arsenico	19
Cadmio	20
Piombo	20
Benzo(a)pirene	21
Limiti di legge	21
Analisi dati	21

Andamento medie mensili	22
Trend	22
Medie annuali	22
Diossine, Furani, Policlorobifenili	24
PCDD/PCDF, PCB e Fattori di Tossicità Equivalente: espressione dei risultati	24
Limiti di legge	25
Analisi dei dati	26
PCDD/PCDF	26
Trend	28
Medie mensili	28
Medie annuali	29
PCB	30
Trend	31
Medie mensili	31
Medie annuali	32
Ozono (O3)	33
Limiti di legge	33
Analisi dati	33
Superamenti della Soglia di Informazione	34
Superamenti Obiettivo a Lungo Termine	35
Andamento medie mensili	36
Dati giornalieri	36
Giorno Tipo	36
Trend	37
Numero di superamenti della Soglia di Informazione	37
Numero di giorni di superamento del Valore Obiettivo	38
Biossido di Azoto NO2	39
Limiti di legge	39
Analisi dei dati	39
Superamenti del valore limite orario	40
Andamento dati mensili	40
Dati Giornalieri	41
Giorno Tipo	41
Trend	41
Medie annuali	41
Benzene	43
Limiti di legge	43
Analisi dati	43
Dati giornalieri	44
Giorno Tipo	44
Trend	45
Medie annuali	45
Toluene, Etilbenzene e Xileni	46
Monossido di Carbonio (CO)	47
Limiti di legge	47
Analisi dati	47

Superamenti	48
Andamento medie mensili	48
Giorno tipo	49
Trend	49
Medie annuali	49
Modalità di diffusione dei dati	50

La rete locale di monitoraggio a Ferrara

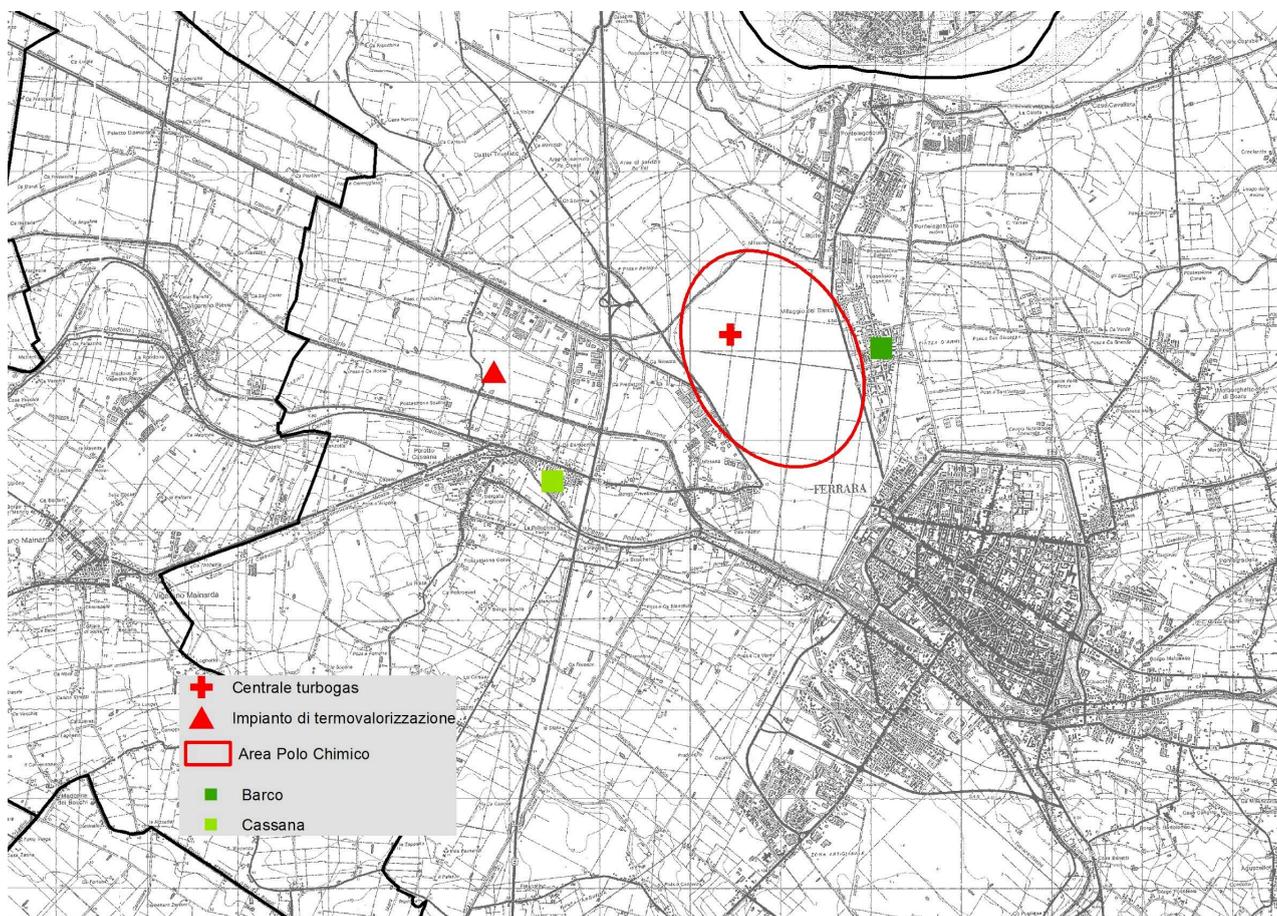
Le stazioni locali presenti nel territorio di Ferrara sono state collocate con l'obiettivo di valutare eventuali impatti sulla qualità dell'aria prodotti da specifiche fonti di emissione, come impianti industriali e infrastrutture. I dati sono, quindi, indicativi della sola realtà monitorata, a differenza di quelli rilevati dalle stazioni della rete regionale di monitoraggio, collocate in modo tale da rappresentare l'intero territorio regionale.

Nel territorio ferrarese le stazioni locali sono due: Barco e Cassana.

L'attuale stazione di monitoraggio della qualità dell'aria di **Barco** è entrata operativamente in funzione a partire da febbraio 2013. La stazione è nata a seguito degli accordi fra le amministrazioni locali (Comune e Provincia di Ferrara), le Società del Polo Chimico e Arpa, dopo un lungo e articolato percorso iniziato nel 2008 con un Accordo di Programma tra il Ministero dello Sviluppo Economico, la Regione Emilia Romagna, la Provincia, il Comune di Ferrara e le aziende coesediate nel Polo Industriale e Tecnologico di Ferrara, con lo scopo di "attuare sistemi di controllo delle emissioni in atmosfera".

La stazione di **Cassana** è entrata in funzione nel gennaio 2007, in adempimento a quanto previsto dal Decreto del Ministero delle Attività Produttive nell'atto di autorizzazione della centrale 'turbogas' di Ferrara. E' di proprietà della Società Enipower Ferrara che ha curato l'installazione della stazione e degli analizzatori automatici in essa presenti: monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO_x), PM10 e PM2.5.

Nel 2010, con l'attivazione da parte di HERAmbiente del Protocollo locale di sorveglianza ambientale collegato al termovalorizzatore di Ferrara, il sito di Cassana è entrato a far parte delle aree di monitoraggio collegate all'inceneritore. Nel 2011, a seguito della stipula di un'apposita convenzione tra Arpa, SEF e HERAmbiente, la gestione della centralina di Cassana è stata completamente affidata ad Arpa.

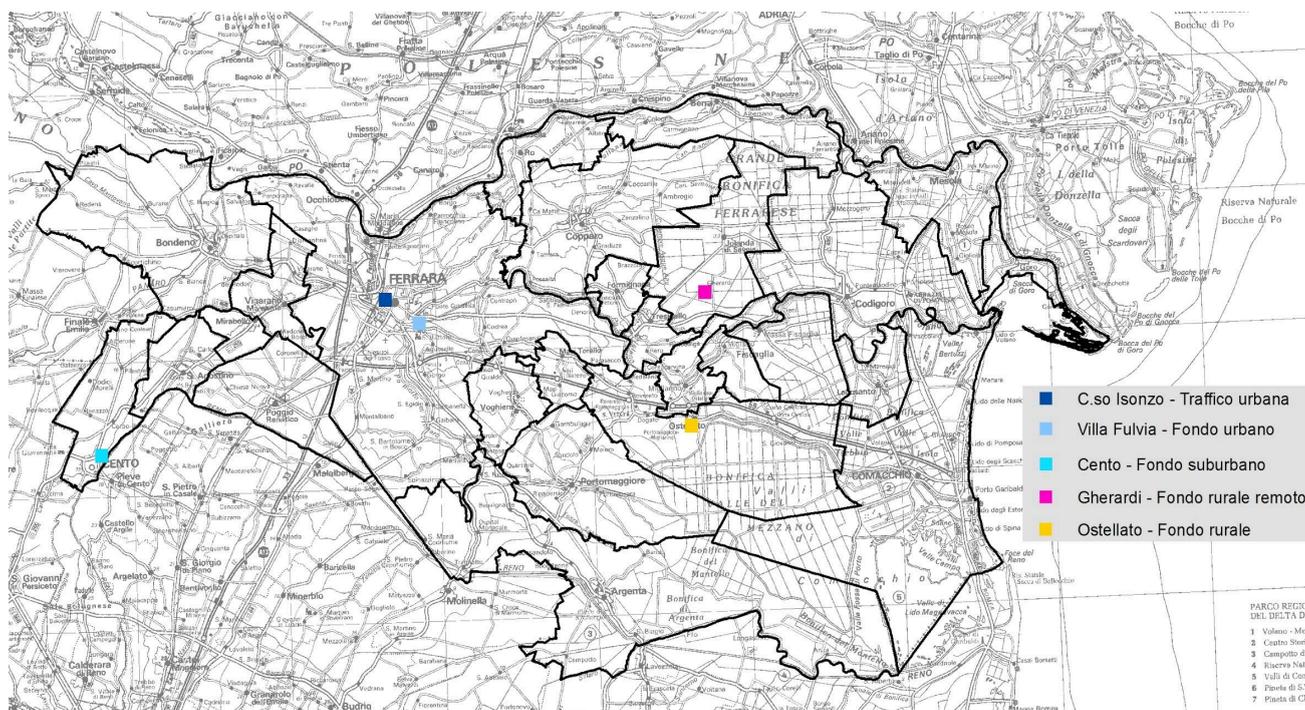


STAZIONI	Ubicazione	Comune	Attiva dal	CONFIGURAZIONE					
				NOX	O3	PM10	PM2.5	CO	BTEX
■ BARCO	Parchetto Maragno	Ferrara	2013	X	X	X	X	X	X
■ CASSANA	Via Giacomo Franco - loc. Cassana	Ferrara	2010	X		X	X	X	

Sul territorio provinciale, oltre alle stazioni locali, sono collocate cinque stazioni di monitoraggio facenti parte della **Rete Regionale di Monitoraggio** che nel complesso, sul territorio regionale, conta 47 stazioni e circa 163 analizzatori automatici. Scopo di questa rete è quello di valutare la qualità dell'aria in Emilia Romagna secondo quanto previsto dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 in attuazione della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa. I dati delle stazioni della rete regionale costituiscono un importante riferimento per la valutazione dei dati raccolti dalle stazioni locali che, diversamente dalle prime, sono collocate sul territorio con criteri che rispondono ad obiettivi specifici di monitoraggio, legati alla realtà territoriale in cui si inseriscono.

La rete ha ottenuto nel 2005 e mantiene tuttora la certificazione UNI EN ISO 9001.

Entrambe le stazioni di Barco e Cassana, pur non essendo certificate ai sensi della norma UNI EN ISO 9001, vengono gestite con modalità del tutto analoghe a quelle utilizzate per le stazioni della Rete Regionale di monitoraggio della qualità dell'aria.



STAZIONI	Ubicazione	Comune	Attiva dal	CONFIGURAZIONE				
				NOX	O3	PM10	PM2.5	BTEX
 C.ISONZO	Corso Isonzo	Ferrara	1990	X		X		X
 VILLA FULVIA	Via delle Mandriole	Ferrara	2008	X	X	X	X	
 CENTO	Via Parco del Reno	Cento	2007	X	X	X		
 GHERARDI	Gherardi	Jolanda di Savoia	1998	X	X	X	X	
 OSTELLATO	Via Strada Mezzano	Ostellato	2008	X	X		X	

La situazione nelle stazioni locali nel 2023 in sintesi

Polveri PM10

Valore Limite giornaliero: 50 µg/m³ numero di superamenti media giornaliero max 35 volte/anno

Valore Limite annuale: 40 µg/m³

 **VALORE LIMITE GIORNALIERO: SUPERATO A BARCO**

Nel 2023 la stazione di Barco non ha rispettato il valore imposto dalla normativa attestandosi al di sopra dei 35 superamenti (38), mentre si è rilevato il rispetto a Cassana (19).

Il trend del numero di superamenti rimane un indicatore ancora critico per la stazione di Barco.

 **VALORE LIMITE ANNUALE: RISPETTATO**

Il Valore limite annuale di 40 µg/m³) è stato rispettato in tutte le stazioni. Il trend delle medie annuali delle stazioni locali dal 2014 fino al 2023 mostra per Barco una stazionarietà e per Cassana una lieve diminuzione.

Polveri PM2.5

Valore Limite annuale: 25 µg/m³

 **VALORE LIMITE ANNUALE: RISPETTATO**

Il valore limite per la concentrazione media annuale di PM2.5 (25 µg/m³) è stato rispettato in entrambe le stazioni locali. La natura prevalentemente secondaria di questo inquinante, quindi la sua elevata diffusione spaziale, si traduce in concentrazioni generalmente omogenee in tutte le stazioni di misura, anche se collocate in aree diverse e lontane fra loro.

Il trend delle medie annuali, dal 2014 fino al 2023, mostra dati stazionari per Barco, sempre inferiori al Valore limite annuale e in lieve decremento per Cassana.

Metalli

Nichel: Valore Obiettivo (media annua): 20,0 ng/m³

Arsenico: Valore Obiettivo (media annua): 6,0 ng/m³

Cadmio: Valore Obiettivo (media annua): 5,0 ng/m³

Piombo: Valore Limite (media annua): 500 ng/m³

 **VALORE OBIETTIVO E VALORE LIMITE : RISPETTATI**

Come indicato dal D.Lgs. 155/10 i metalli sono stati ricercati sul particolato PM10; la misura è effettuata presso la stazione locale di Barco (stazione industriale).

Per tutti i metalli ricercati le concentrazioni medie annuali rilevate sono risultate ampiamente al di sotto dei valori di riferimento normativi.

Se si analizzano i trend dell'ultimo decennio nella stazione di Barco, in via generale si registra una sostanziale stazionarietà per Nichel e Piombo, un trend in forte diminuzione per Arsenico e in lieve aumento per Cadmio.

Benzo(a)pirene

Valore Obiettivo media annua: 1,0 ng/m³

 **VALORE OBIETTIVO: RISPETTATO**

Come indicato dal D.Lgs. 155/10 il benzo(a)pirene è stato ricercato sul particolato PM10; la misura è effettuata presso la stazione locale di Barco (stazione industriale).

Le concentrazioni medie annuali rilevate risultano ampiamente al di sotto dei valori di riferimento normativi (1,0 ng/m³).

I dati dal 2014 al 2023 sono sempre risultati molto contenuti e lontani dal Valore Obiettivo; nel 2023 si registra un lieve incremento rispetto agli ultimi due anni.

Ozono O₃

Protezione della salute umana:

Soglia di Informazione: 180 µg/m³ (media oraria)

Soglia di Allarme: 240 µg/m³ (media oraria da non superare per più di 3 ore consecutive)

Obiettivo a lungo termine: 120 µg/m³ (massimo giornaliero della media mobile su 8 ore)

Valore Obiettivo: 120 µg/m³ (massimo giornaliero della media mobile su 8 ore da non superare più di 25 volte/anno civile come media su tre anni)

 **SOGLIA DI INFORMAZIONE ALLA POPOLAZIONE: NON RISPETTATO**

Nel 2023 nella stazione di Barco non si sono registrati superamenti della Soglia di Informazione di 180 µg/m³.

 **SOGLIA DI ALLARME: RISPETTATA**

Nel 2023 nella stazione di Barco non risulta mai superata la Soglia di Allarme di 240 µg/m³.

 **OBIETTIVO A LUNGO TERMINE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA: NON RISPETTATO**

Il numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana dell'ozono continua a essere critico, essendosi verificato a Barco per 31 giorni.

Biossido di azoto NO₂

Valore Limite annuale: 40 µg/m³

Valore Limite orario: 200 µg/m³ numero di superamenti max 18 volte/anno

Soglia di Allarme: 400 µg/m³ (media oraria misurata per 3 ore consecutive)

 **VALORE LIMITE ANNUALE: RISPETTATO**

Nel 2023 il Valore Limite annuale di 40 µg/m³ risulta rispettato in tutte le stazioni.

Il trend delle medie annuali, dal 2014 al 2023, mostra per entrambe le stazioni locali un'apprezzabile diminuzione delle concentrazioni.

Il Biossido di Azoto al momento non si configura come un inquinante critico, né per i livelli medi né per gli episodi acuti, ma è comunque necessario mantenere sotto attento controllo questo inquinante che costituisce un precursore sia di polveri che di O₃.

 **VALORE LIMITE ORARIO E SOGLIA DI ALLARME: RISPETTATI**

Il valore limite orario per la protezione per la salute umana di 200 µg/m³ (da non superare per più di 18 ore/anno) non risulta da tempo raggiunto in nessuna stazione né locale né della rete di monitoraggio regionale.

Benzene

Valore Limite annuale: 5 µg/m³

 **VALORE LIMITE ANNUALE : RISPETTATO**

Le concentrazioni medie annuali di Benzene confermano anche per il 2023 il trend in diminuzione dell'ultimo decennio e non si segnalano criticità a carico di questo inquinante che ha ormai raggiunto livelli molto contenuti rispetto al Valore Limite Annuale.

Monossido di carbonio

Valore Limite orario: massima media mobile di 8 ore pari a 10 mg/m³

 **VALORE LIMITE ORARIO : RISPETTATO**

Le concentrazioni di Monossido di carbonio confermano anche per il 2023 livelli bassi, prossimi al limite di rilevabilità strumentale: non si rilevano criticità a carico di questo inquinante.

La situazione nelle stazioni locali in dettaglio

Di seguito vengono riportati i dati relativi ai parametri monitorati presso le stazioni locali.

L'analisi di ciascun inquinante prevede la presentazione tabellare dei dati, il confronto con i valori limite, l'andamento delle medie mensili e dei dati giornalieri, e il giorno tipico (solo per gli inquinanti che hanno dati orari).

Per valutare meglio i livelli delle concentrazioni misurate presso le stazioni locali, ai grafici contenenti i dati di Barco e Cassana sono stati affiancati quelli della stazione da traffico di C. Isonzo (situata a 2-3 km dal polo Chimico e a 5 km dall'inceneritore) e quelli di Villa Fulvia, stazione di fondo urbano di Ferrara (situata a circa 6 km dal polo Chimico e a 8 km dall'inceneritore), posta in direzione sud-sud-est quindi in una zona che si stima non interessata direttamente dalle ricadute degli impianti citati.

Le stazioni di C. Isonzo e di Villa Fulvia sono prese come riferimento anche per visualizzare l'andamento degli inquinanti attraverso linee di tendenza visualizzate nei grafici dei trend, così da fornire una indicazione dell'andamento dei vari parametri negli anni, sia in un contesto che risente della fonte traffico (Isonzo) che in un contesto che non risente prioritariamente di una singola fonte di emissione specifica (V.Fulvia).

Materiale Particolato

Il materiale particolato aerodisperso è un insieme eterogeneo di sostanze di diversa natura, particelle solide e liquide sospese in aria ambiente. È pertanto caratterizzato da una grande varietà di caratteristiche fisiche, chimiche, geometriche e morfologiche. Il termine PM10 identifica le particelle di diametro aerodinamico uguale o inferiore ai 10 µm; con PM2,5 si intende invece la frazione fine del particolato con particelle aventi diametro aerodinamico uguale o inferiore a 2,5 µm.

Solo una parte dell'inquinamento da polveri è di origine primaria, ossia dovuta ai soli processi di trasporto e diffusione di polveri direttamente emesse dalle varie sorgenti inquinanti, mentre la parte più consistente (circa il 70%) è di origine secondaria, ovvero dovuta ai processi chimico-fisici che avvengono in atmosfera a partire dai precursori (NH₃, NO_x, SO₂, COV) emessi da trasporti, agricoltura, impianti per il riscaldamento domestico e dal comparto industriale (vedi Quadro conoscitivo Piano Aria Integrato Regionale 2030 - Contributo percentuale al PM10 antropogenico per settore nella Regione Emilia Romagna).

Polveri PM10

Limiti di legge

D. Lgs. 155 del 13/8/2010 - Direttiva UE 2008/50/CE

Valore Limite giornaliero	media giornaliera da non superare più di 35 volte/anno	50 µg/m ³
Valore Limite annuale	media annuale	40 µg/m ³

Analisi dei dati

	Stazioni			
	Barco	Cassana	C. Isonzo	Villa Fulvia
Media annuale (µg/m ³)	28	22	27	23
n° sup. VL giornaliero	38	19	36* (30)	23
Minimo (µg/m ³)	6	< 3	3	< 3
Massimo (µg/m ³)	102	90	108	89
25° percentile (µg/m ³)	16	13	15	13
50° percentile (µg/m ³)	23	19	20,5	19
75° percentile (µg/m ³)	33	29	35	28
95° percentile (µg/m ³)	64	51	62	54
Dati Validi (%)	96%	96%	96%	98%
Limite di quantificazione 3 µg/m ³ ■ ≤ Valore Limite 40 µg/m ³ ■ > Valore Limite 40 µg/m ³				

* Considerato che hanno avuto luogo alcuni episodi di trasporto di polveri sahariane, è stata effettuata la valutazione di questi contributi al fine di procedere allo scorporo degli stessi, come consentito dalla normativa (art. 15 del D. Lgs. n. 155 del 13 agosto 2010, Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa). al netto del contributo del trasporto di polveri sahariane, il numero di superamenti scende a 30.

Tutte le stazioni locali presentano una media annuale di PM10 inferiore al Valore Limite annuale di 40 µg/m³.

I superamenti del Valore Limite giornaliero sono maggiori dei 35 consentiti nella stazione di Barco (38) e sono numericamente simili a quelli registrati nella stazione da traffico urbana C.Isonzo (36). Cassana invece ha fatto registrare un numero più limitato di superamenti (19), rientrando nel numero consentito. Anche i dati della stazione locale di Barco sono molto simili a quelli misurati a Corso Isonzo.

Si sottolinea che per quanto riguarda il numero delle giornate in cui è stato superato il limite di 50 µg/m³ nella stazione di C.Isonzo, considerato che nel corso dell'anno hanno avuto luogo alcuni episodi di trasporto di polveri sahariane, è stata effettuata a posteriori la valutazione di questi contributi al fine di procedere allo scorporo degli stessi, come consentito dalla normativa (art. 15 del D.Lgs n. 155 del 13 agosto 2010, Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa). Pertanto, al netto del contributo del trasporto di polveri sahariane, il numero di superamenti della stazione C. Isonzo passa da 36 a 30; i giorni che sono stati scorporati al fine del conteggio del numero dei superamenti previsto dalla norma, sono 25 febbraio, 8 ottobre, 10,11,12,13 ottobre.

Si precisa comunque che tutte le elaborazioni contenute nel presente report tengono conto del set di dati completo delle polveri per Corso Isonzo, anche delle concentrazioni misurate nelle giornate escluse dal conteggio del numero dei superamenti.

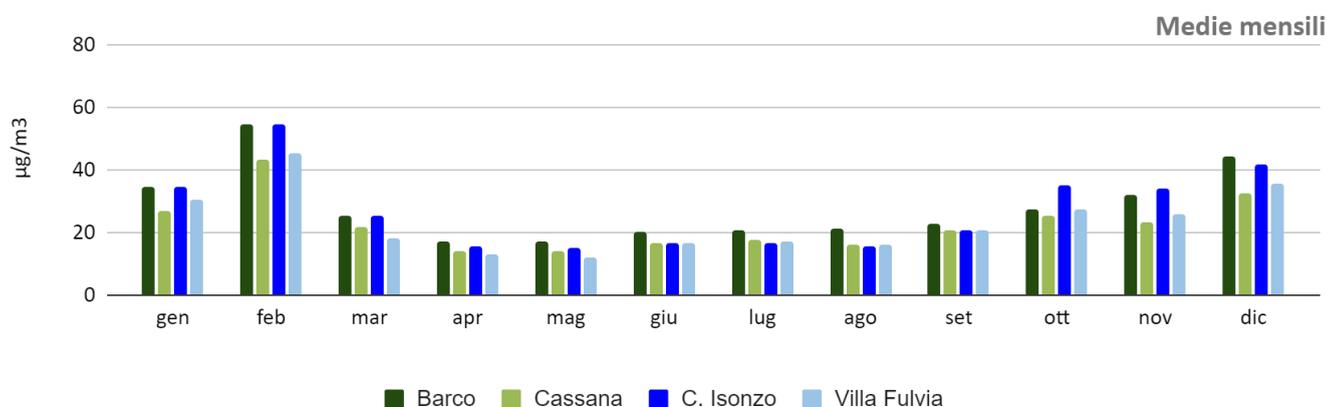
Superamenti del Valore Limite giornaliero di 50 µg/m³



I superamenti del Valore Limite Giornaliero fissato a 50 µg/m³ si concentrano nella stagione invernale; in particolare nel mese di febbraio la stazione della rete locale con il maggior numero di superamenti è risultata Barco con 16 superamenti, dato in linea con quello misurato nella stazione da traffico di C.Isonzo (15).

Se confrontiamo i dati annuali, si può notare che le maggiori criticità si registrano nella stazione di Barco dove sono stati registrati 38 giorni di superamento contro i 19 giorni di Cassana; nella stazione da traffico di C. Isonzo sono stati registrati 36 giorni di superamento (ricalcolati a 30 a seguito della valutazione che tiene conto degli episodi di trasporto di polvere sahariana), mentre Villa Fulvia, stazione di fondo urbano, presenta 23 giorni di superamento.

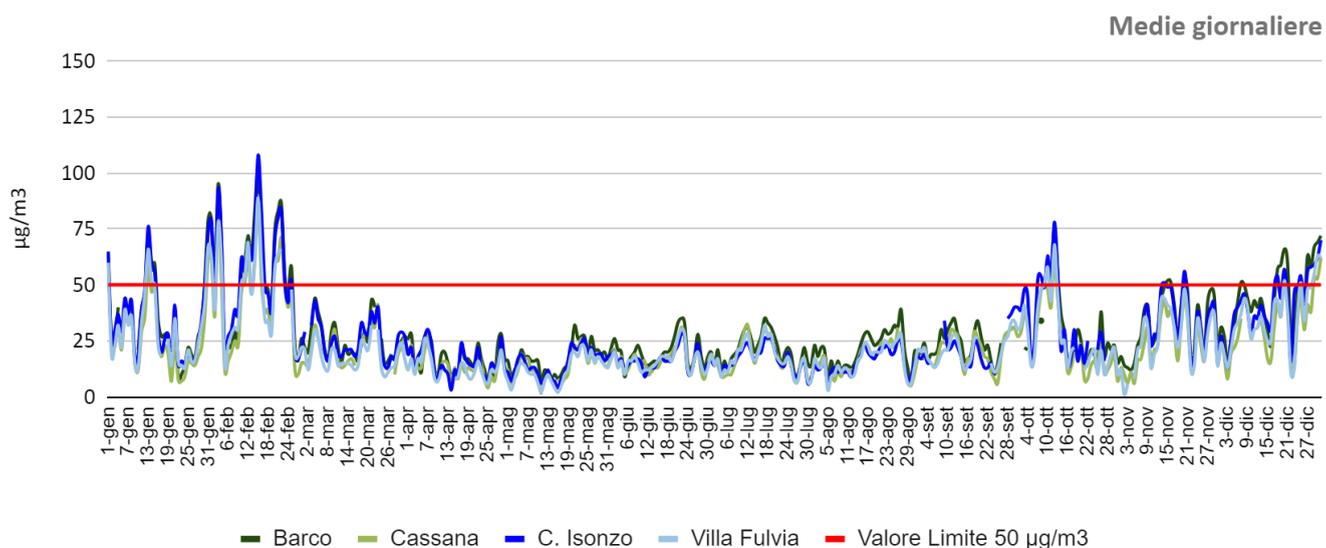
Andamento medie mensili



Come per i superamenti, anche per i valori medi emerge che i mesi maggiormente critici sono quelli invernali caratterizzati da elevata stabilità atmosferica, spesso inversione termica in quota, e da scarsa ventilazione: in questa situazione meteorologica si crea, nei livelli atmosferici più bassi, un unico strato di inquinamento diffuso e uniforme, dove la dispersione degli inquinanti emessi è fortemente limitata. Questo può determinare un marcato aumento delle concentrazioni che possono raggiungere valori molto elevati, anche a causa della formazione di particolato secondario dovuto alla trasformazione chimico-fisica degli inquinanti primari.

Nel 2023 le concentrazioni più alte di polveri PM10 sono state misurate nei mesi di febbraio, dicembre e gennaio: la media a febbraio delle stazioni locali è stata di 49 µg/m³, a dicembre la media è stata di 38 µg/m³ e a gennaio la media è stata di 31 µg/m³; la media delle stazioni di C.Isonzo e di Villa Fulvia è stata di 50 µg/m³ a febbraio, di 38 µg/m³ a dicembre e di 32 µg/m³ a gennaio .

Dati Giornalieri



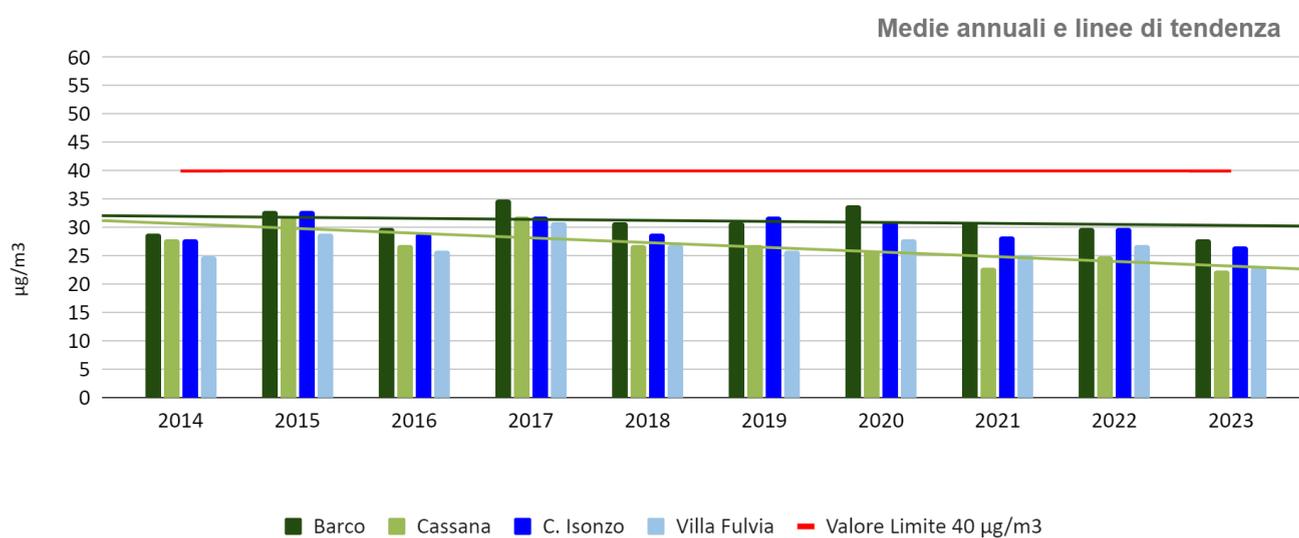
Il valore massimo giornaliero è stato misurato il giorno 15 febbraio che ha fatto registrare una concentrazione di 102 µg/m³ a Barco, di 90 µg/m³ a Cassana e di 108 µg/m³ a C.Isonzo.

Trend

Medie annuali

	Concentrazioni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	Barco	Cassana	C. Isonzo	Villa Fulvia
Anno 2014	29	28	28	25
Anno 2015	33	32	33	29
Anno 2016	30	27	29	26
Anno 2017	35	32	32	31
Anno 2018	31	27	29	27
Anno 2019	31	27	32	26
Anno 2020	34	26	31	28
Anno 2021	31	23	28	25
Anno 2022	30	25	30	27
Anno 2023	28	22	27	23

■ \leq Valore Limite $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 ■ $>$ Valore Limite $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

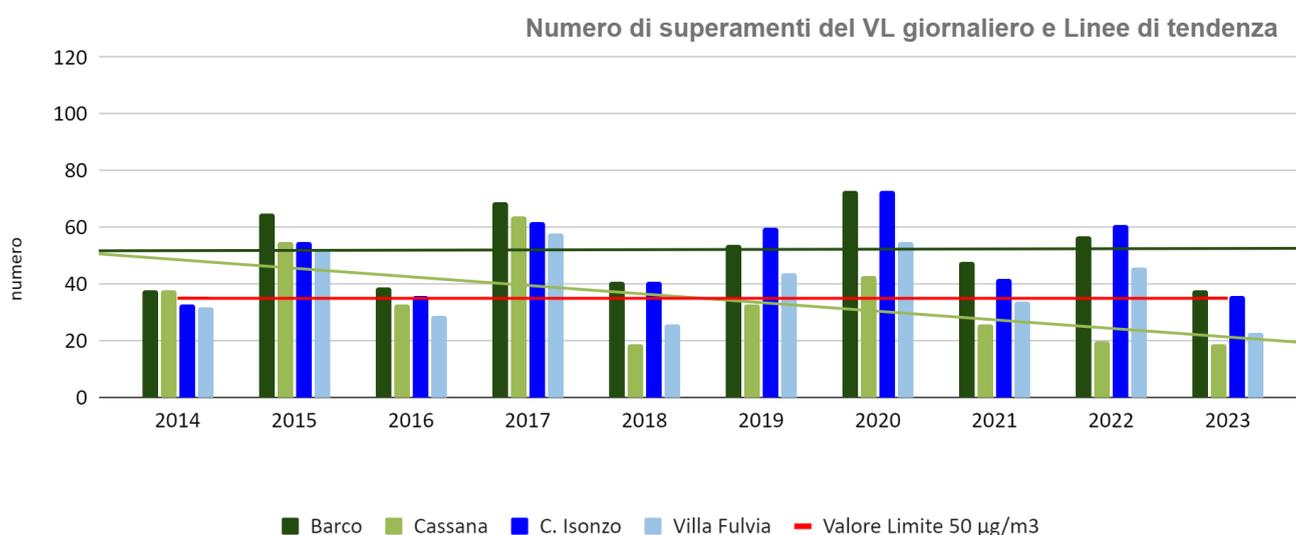


Nell'ultimo decennio il Valore Limite Annuale fissato a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato rispettato in tutte le stazioni e i dati del 2023 evidenziano un decremento delle concentrazioni. Il trend delle medie annuali delle stazioni locali dal 2014 fino al 2023 mostra una complessiva stazionarietà nella stazione locale di Barco e una lieve diminuzione delle concentrazioni nella stazione di Cassana.

Superamenti

	Numero di superamenti del valore limite giornaliero			
	Barco	Cassana	C. Isonzo	Villa Fulvia
Anno 2014	38	38	33	32
Anno 2015	65	55	55	52
Anno 2016	39	33	36	29
Anno 2017	69	64	62	58
Anno 2018	41	19	41	26
Anno 2019	54	33	60	44
Anno 2020	73	43	73	55
Anno 2021	48	26	42	34
Anno 2022	57	20	61	46
Anno 2023	38	19	36 (30)*	23

■ ≤ Valore Limite 35 g/anno
 ■ > Valore Limite 35 g/anno



Il trend del numero di superamenti delle stazioni locali rimane un indicatore ancora critico per la stazione di Barco, analogamente a quelle di C. Isonzo, mentre negli ultimi anni si registra un decremento a Cassana. Nel 2023 si è registrato per tutte le stazioni a confronto un decremento del numero dei superamenti: la stazione di Barco non ha rispettato il valore imposto dalla normativa attestandosi al di sopra dei 35 superamenti (38), mentre a Cassana il numero di superamenti è stato più contenuto (19).

Particolato PM2.5

Limiti di legge

D. Lgs. 155 del 13/8/2010 - Direttiva UE 2008/50/CE

Valore Limite annuale	media annuale	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
-----------------------	---------------	-----------------------------

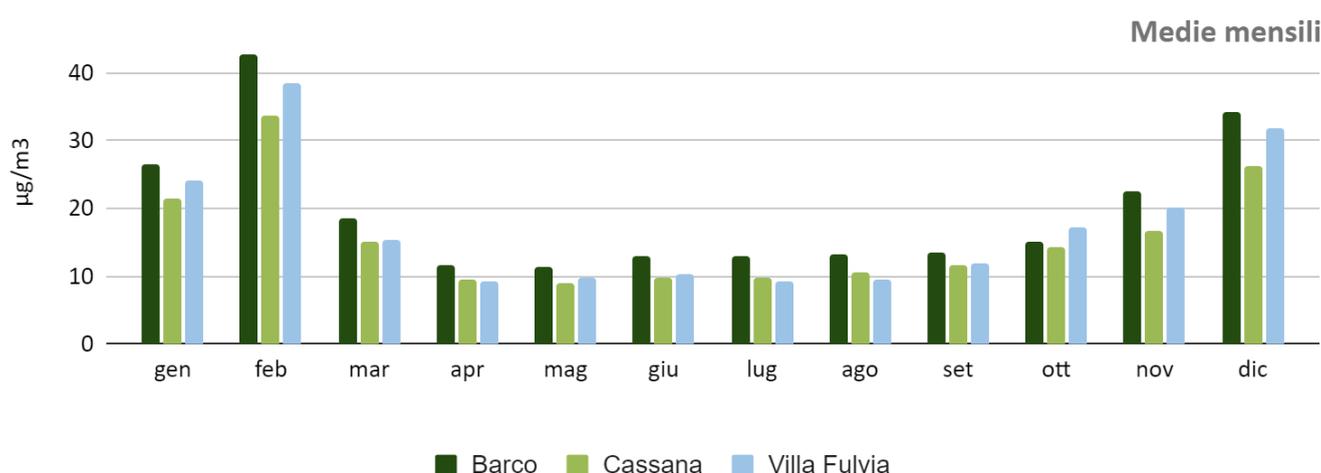
Analisi dei dati

	Stazioni		
	Barco	Cassana	Villa Fulvia
Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	20	16	17
Minimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	4	2	1
Massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	85	71	87
25° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	11	8	8
50° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	15	11	13
75° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	23	19	21
95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	52	41	44
Dati Validi (%)	96%	95%	95%

Limite di quantificazione 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ■ \leq Valore Limite 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ■ $>$ Valore Limite 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

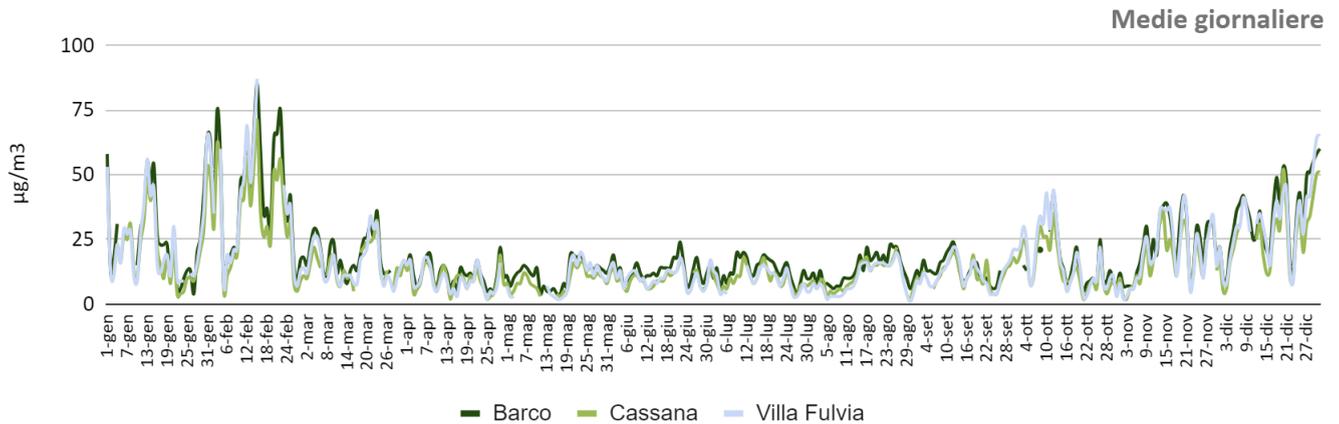
Tutte le stazioni rispettano il Valore Limite annuale di 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. I dati misurati nell'intero territorio provinciale sono simili tra loro a conferma della natura prevalentemente secondaria di questo inquinante, che determina un'elevata diffusione spaziale.

Andamento medie mensili



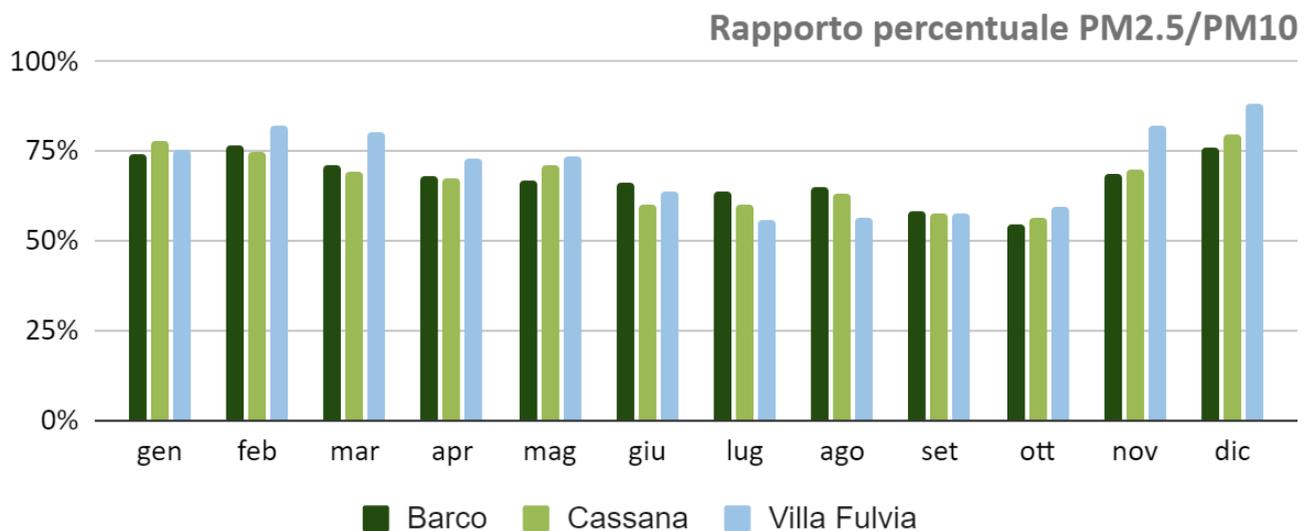
Come già osservato per le polveri PM10, anche le polveri PM2.5 risultano più elevate nella stagione autunnale/invernale rispetto a quella estiva, quando il maggior rimescolamento dell'atmosfera favorisce la dispersione degli inquinanti. Come già detto, la natura prevalentemente secondaria di questo inquinante, quindi la sua elevata diffusione spaziale, si traduce in concentrazioni generalmente omogenee in tutte le stazioni, anche se collocate in aree diverse e lontane fra loro.

Dati Giornalieri



Il massimo valore dell'anno nelle stazioni locali di Ferrara, pari a 85 µg/m³, è stato misurato a Barco il 15 febbraio, valore superiore rispetto a quello di Cassana (71 µg/m³).

Rapporto PM2.5/PM10



Dall'osservazione del rapporto tra i dati di PM2.5 e PM10 misurati nella stessa stazione emergono variazioni nei diversi mesi dell'anno; in particolare nella stagione invernale tale rapporto è più elevato (Barco 70%, Cassana 71%) mentre nella stagione estiva appare più contenuto (Barco 65%, Cassana 63%).

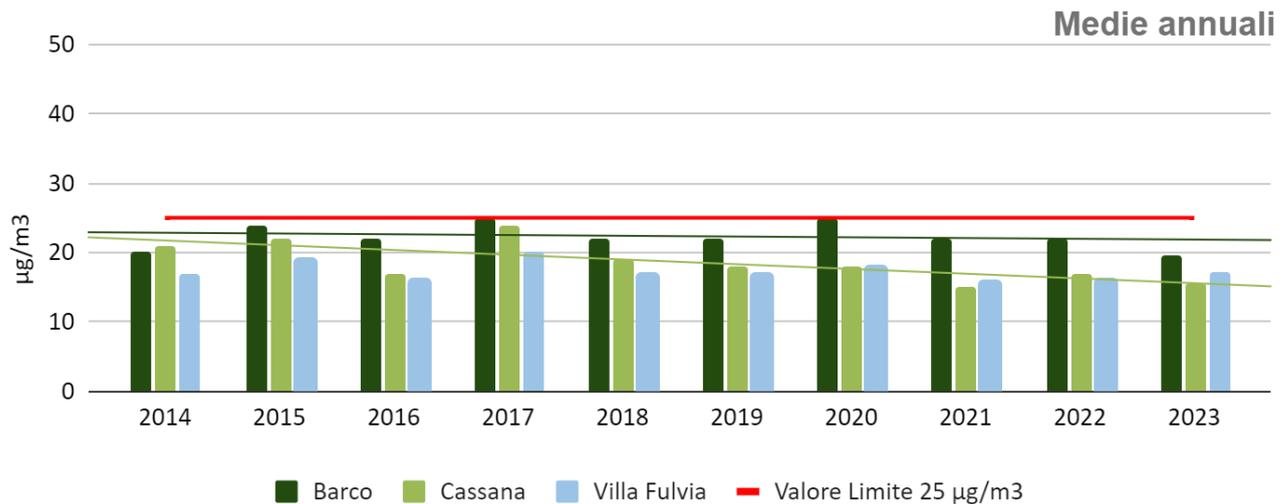
Il rapporto tra le due frazioni dimensionali è maggiore in inverno in virtù delle maggiori emissioni di particolato fine derivante sia da processi di combustione (es. riscaldamento domestico) che da processi di formazione di particolato secondario, favoriti proprio in inverno dalle particolari condizioni meteo climatiche (stabilità atmosferica persistente).

Le stazioni di Barco e Cassana presentano un rapporto medio annuo pari a 68 e 67%, a Villa Fulvia tale rapporto medio annuo è risultato del 70%.

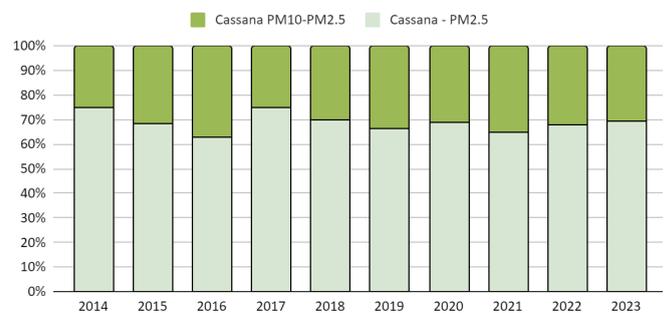
Trend
Medie annuali

	Concentrazioni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	Barco	Cassana	Villa Fulvia
Anno 2014	20	21	17
Anno 2015	24	22	19
Anno 2016	22	17	16
Anno 2017	25	24	20
Anno 2018	22	19	17
Anno 2019	22	18	17
Anno 2020	25	18	18
Anno 2021	22	15	16
Anno 2022	22	17	16
Anno 2023	20	16	17

■ \leq Valore Limite $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ■ $>$ Valore Limite $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Il trend delle medie annuali delle stazioni locali, dal 2014 fino al 2023, mostra dati inferiori o pari al Valore limite annuale. Nel decennio a Barco si è registrata una sostanziale stazionarietà delle concentrazioni, mentre a Cassana si è osservato un leggero decremento.



Dal grafico soprastante, che riporta un confronto del PM10 e del PM2.5 negli anni, si osserva che in tutte le centraline la frazione "fine" del PM10 (cioè quella inferiore a 2.5 micron) costituisce la frazione preponderante, contribuendo, in termini di massa, ad oltre il 60% della massa totale del PM10, con alcune variazioni interannuali.

Metalli: nichel, arsenico, cadmio e piombo

I metalli sono costituenti naturali della crosta terrestre. In atmosfera si trovano essenzialmente associati al particolato e spesso sono presenti a seguito di emissioni provenienti da diversi tipi di attività industriali. Tra i metalli oggetto di monitoraggio per la qualità dell'aria, quelli normati sono: il nichel (Ni), il cadmio (Cd), l'arsenico (As) e il piombo (Pb).

Nichel, cadmio e arsenico rivestono particolare rilevanza igienico-sanitaria, data la loro accertata cancerogenicità, secondo la classificazione dell'Agenzia internazionale di ricerca sul cancro (IARC), in quanto classificati in categoria 1. Per il piombo è stato evidenziato un ampio spettro di effetti tossici, in quanto tale sostanza interferisce con numerosi sistemi enzimatici.

I metalli presenti nel particolato atmosferico provengono da una molteplice varietà di fonti: il cadmio si origina prevalentemente da processi industriali, il nichel proviene dalla combustione, mentre le maggiori fonti antropogeniche dell'arsenico sono le attività estrattive, la fusione di metalli non ferrosi e la combustione di combustibili fossili; alle emissioni di piombo contribuisce ancora il traffico veicolare, nonché la combustione nei processi industriali.

Limiti di legge

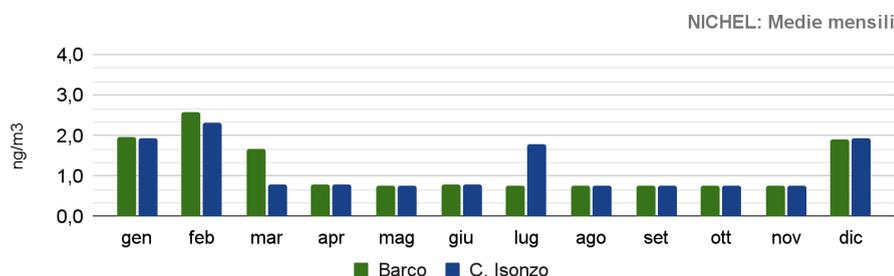
D. Lgs. 155 del 13/8/2010 - Direttiva UE 2008/50/CE

Nichel	Valore Obiettivo	media annuale	20 ng/m ³
Arsenico	Valore Obiettivo	media annuale	6 ng/m ³
Cadmio	Valore Obiettivo	media annuale	5 ng/m ³
Piombo	Valore Limite	media annuale	500 ng/m ³

Analisi dei dati

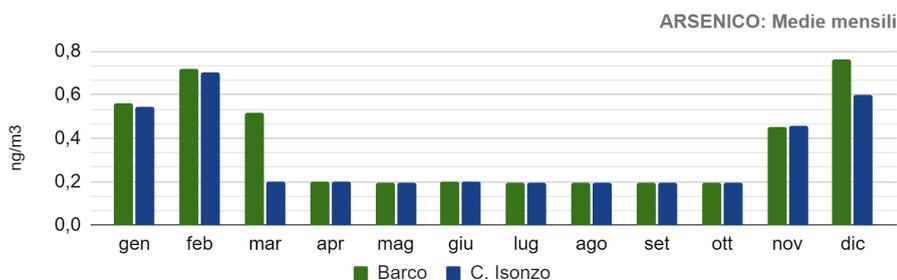
Nichel

	Stazione	
	Barco	C. Isonzo
Media annuale (ng/m ³)	1,198	1,187
Minimo (ng/m ³)	0,775	0,772
Massimo (ng/m ³)	2,579	2,328
Dati Validi (%)	100%	100%
<ul style="list-style-type: none"> ■ ≤ Valore Obiettivo 20 ng/m³ ■ > Valore Obiettivo 20 ng/m³ 		



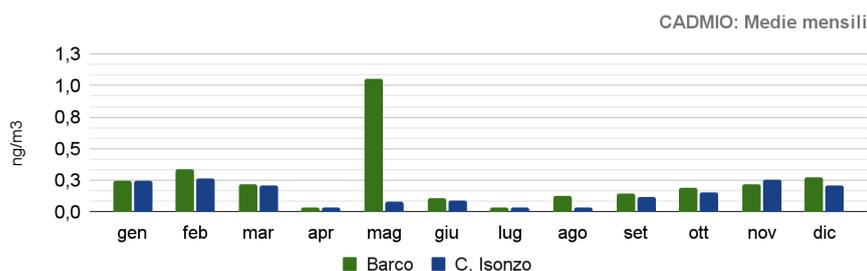
Arsenico

	Stazione	
	Barco	C. Isonzo
Media annuale (ng/m ³)	0,365	0,322
Minimo (ng/m ³)	0,194	0,193
Massimo (ng/m ³)	0,761	0,700
Dati Validi (%)	100%	100%
<ul style="list-style-type: none"> ■ ≤ Valore Obiettivo 6 ng/m³ ■ > Valore Obiettivo 6 ng/m³ 		



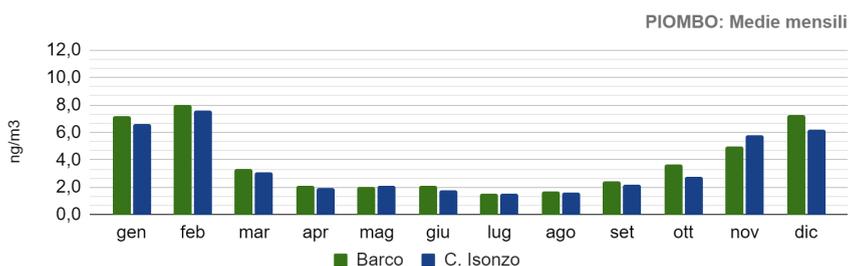
Cadmio

	Stazione	
	Barco	C. Isonzo
Media annuale (ng/m ³)	0,249	0,147
Minimo (ng/m ³)	0,039	0,038
Massimo (ng/m ³)	1,055	0,263
Dati Validi (%)	100%	100%
<ul style="list-style-type: none"> ■ ≤ Valore Obiettivo 5 ng/m³ ■ > Valore Obiettivo 5 ng/m³ 		



Piombo

	Stazione	
	Barco	C. Isonzo
Media annuale (ng/m ³)	3,873	3,617
Minimo (ng/m ³)	1,564	1,567
Massimo (ng/m ³)	7,990	7,615
Dati Validi (%)	100%	100%
<ul style="list-style-type: none"> ■ ≤ Valore Limite 500 ng/m³ ■ > Valore Limite 500 ng/m³ 		



In generale i metalli Nichel, arsenico, cadmio e piombo presentano medie mensili che seguono l'andamento delle polveri, con concentrazioni più alte nei mesi invernali; la concentrazione di maggio del nichel a Corso Isonzo e la concentrazione di luglio del cadmio a Barco risultano essere valori che si discostano dalle altre medie del periodo.

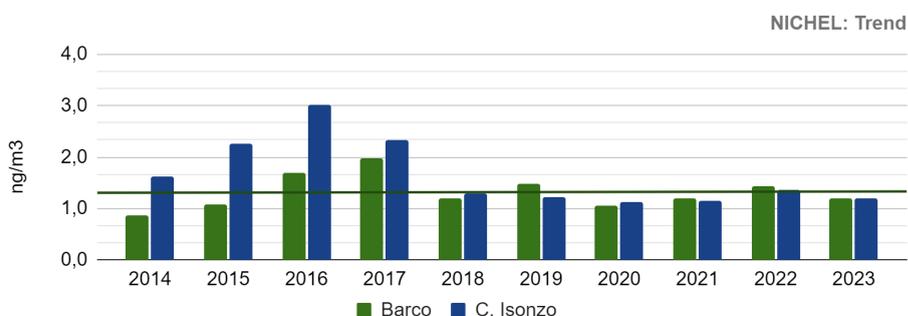
Le concentrazioni più alte a Barco sono state misurate per il nichel, arsenico e piombo a febbraio (nichel 2,579 ng/m³; arsenico 0,717 ng/m³; piombo 7,990 ng/m³), mentre il cadmio ha registrato un valore nel mese di maggio che si discosta dall'andamento degli altri mesi.

Analogamente a quanto registrato nella stazione da traffico di C. Isonzo, sia le concentrazioni mensili che quelle annuali, soprattutto per il piombo, risultano basse e lontane dai limiti o valori obiettivo indicati dalla normativa, per cui questi inquinanti non risultano critici per quanto riguarda la qualità dell'aria.

Trend

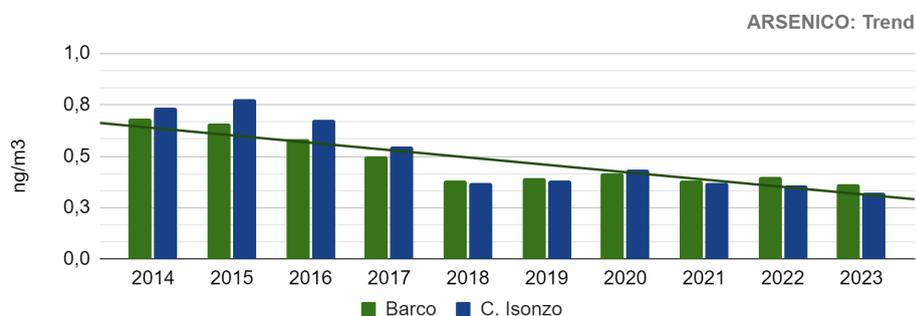
Nichel

Concentrazioni (ng/m ³)		
Stazione	Barco	C. Isonzo
Anno 2014	0,872	1,621
Anno 2015	1,080	2,260
Anno 2016	1,699	3,018
Anno 2017	1,972	2,340
Anno 2018	1,203	1,282
Anno 2019	1,471	1,221
Anno 2020	1,061	1,136
Anno 2021	1,203	1,142
Anno 2022	1,427	1,367
Anno 2023	1,198	1,187
■ ≤ Valore Obiettivo ■ > Valore Obiettivo		
Valore Obiettivo 20 ng/m ³		



Arsenico

Concentrazioni (ng/m ³)		
Stazione	Barco	C. Isonzo
Anno 2014	0,682	0,738
Anno 2015	0,657	0,778
Anno 2016	0,585	0,676
Anno 2017	0,501	0,549
Anno 2018	0,379	0,372
Anno 2019	0,396	0,384
Anno 2020	0,415	0,437
Anno 2021	0,382	0,372
Anno 2022	0,400	0,361
Anno 2023	0,365	0,322
■ ≤ Valore Obiettivo ■ > Valore Obiettivo		
Valore Obiettivo 6 ng/m ³		



Cadmio

Concentrazioni (ng/m ³)		
Stazione	Barco	C. Isonzo
Anno 2014	0,164	0,186
Anno 2015	0,182	0,205
Anno 2016	0,165	0,214
Anno 2017	0,148	0,158
Anno 2018	0,132	0,133
Anno 2019	0,157	0,164
Anno 2020	0,131	0,127
Anno 2021	0,272	0,132
Anno 2022	0,128	0,116
Anno 2023	0,249	0,147

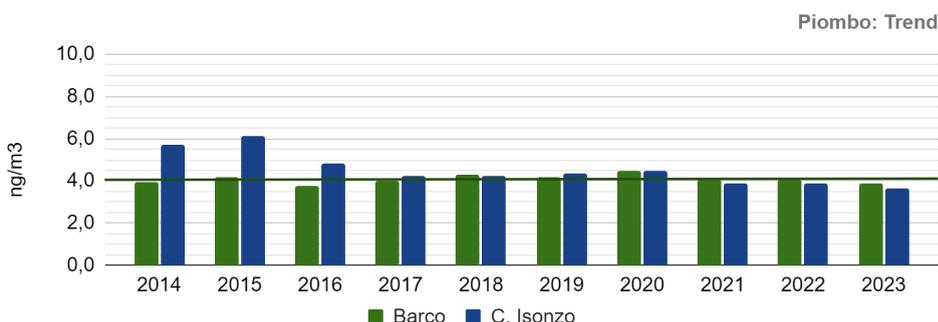
■ ≤ Valore Obiettivo
■ > Valore Obiettivo
Valore Obiettivo 5 ng/m³



Piombo

Concentrazioni (ng/m ³)		
Stazione	Barco	C. Isonzo
Anno 2014	3,962	5,714
Anno 2015	4,188	6,127
Anno 2016	3,742	4,823
Anno 2017	3,986	4,216
Anno 2018	4,291	4,242
Anno 2019	4,197	4,348
Anno 2020	4,476	4,463
Anno 2021	4,028	3,886
Anno 2022	4,037	3,896
Anno 2023	3,873	3,617

■ ≤ Valore Limite
■ > Valore Limite
Valore Limite 500 ng/m³



Se si analizzano i trend dell'ultimo decennio nella stazione di Barco, in via generale si registra una sostanziale stazionarietà per Nichel e Piombo, con un lieve incremento per il Cadmio e decremento per l'Arsenico.

Analogamente agli anni scorsi, anche nel 2023 tutti i metalli hanno fatto registrare medie annuali non solo decisamente inferiori ai rispettivi valori obiettivo (per il Piombo si parla di valore limite) ma anche inferiori alla Soglia di Valutazione Inferiore (SVI) prevista dalla normativa, che corrisponde al 50% del VL per il Piombo, al 40% del VO per Arsenico e Cadmio e al 50 % del VO per il Nichel, delineando una situazione in cui le misure continuative non sono strettamente necessarie, ma è sufficiente l'utilizzo di tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva.

Benzo(a)pirene

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) costituiscono un numeroso gruppo di composti organici formati da uno o più anelli benzenici. In generale si tratta di sostanze solide a temperatura ambiente, scarsamente solubili in acqua, degradabili in presenza di radiazione ultravioletta e altamente affini ai grassi presenti nei tessuti viventi.

Questi composti sono contenuti nel carbone e nei prodotti petroliferi (particolarmente nel gasolio e negli oli combustibili), quindi si rilevano nelle emissioni degli autoveicoli (sia diesel, che benzina).

Il composto più studiato e rilevato è il benzo(a)pirene (B(a)P), e presenta una struttura con cinque anelli aromatici condensati.

È una delle prime sostanze delle quali si è accertata la cancerogenicità ed è stata, quindi, utilizzata come indicatore dell'intera classe di composti policiclici aromatici: la IARC (IARC, 2012) ha classificato in particolare il benzo(a)pirene (B(a)P) come cancerogeno per l'uomo (categoria 1).

Una elevata quota delle emissioni di BaP proviene dalla combustione residenziale di biomassa solida. Il benzo(a)pirene viene emesso in atmosfera quasi totalmente adsorbito sul materiale particolato e la sua emissione risulta molto variabile a seconda del tipo di sorgente nonché del tipo e della qualità della combustione.

Limiti di legge

D. Lgs. 155 del 13/8/2010 - Direttiva UE 2008/50/CE

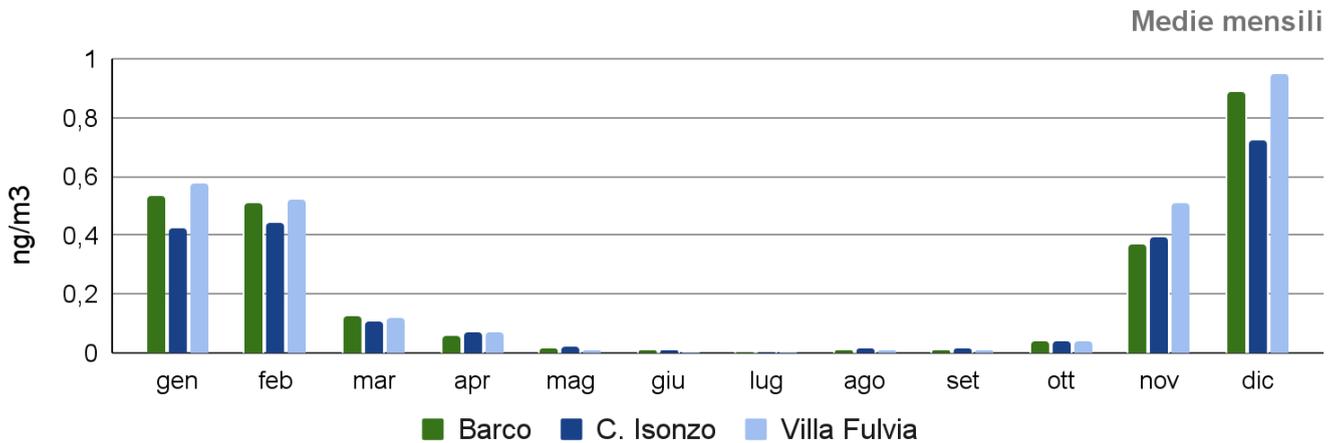
Valore Obiettivo	media annuale	1 ng/m ³
------------------	---------------	---------------------

Analisi dati

	Stazione		
	Barco	C. Isonzo	Villa Fulvia
Media annuale (ng/m³)	0,2151	0,1875	0,2355
Minimo (ng/m³)	0,0029	0,0029	0,0030
Massimo (ng/m³)	0,8904	0,7221	0,9477
Dati Validi (%)	100%	100%	100%
■ ≤ Valore Obiettivo 1 ng/m ³ ■ > Valore Obiettivo 1 ng/m ³			

La media annuale in tutte le stazioni è ampiamente inferiore al Valore Obiettivo di 1 ng/m³.

Andamento medie mensili



Le medie mensili di benzo(a)pirene presentano un andamento stagionale simile a quello delle polveri, più alte nei mesi invernali (da novembre a marzo).

Il dati più alti sono quelli di dicembre (pari a 0,8904 ng/m³ nella stazione di Barco, a 0,7221 ng/m³ nella stazione di C. Isonzo e 0,9477 ng/m³ a Villa Fulvia), quelli più bassi vanno da maggio ad agosto.

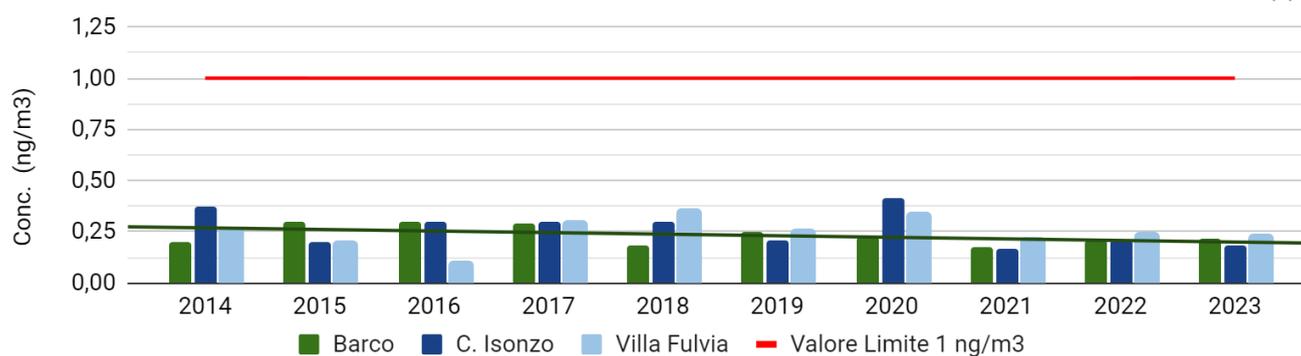
Trend

Medie annuali

Stazione	Concentrazioni (ng/m ³)		
	Barco	C. Isonzo	Villa Fulvia
Anno 2014	0,2000	0,3766	0,2623
Anno 2015	0,3000	0,2000	0,2000
Anno 2016	0,3000	0,3000	0,1000
Anno 2017	0,2939	0,3000	0,3000
Anno 2018	0,1821	0,3013	0,3570
Anno 2019	0,2469	0,2120	0,2565
Anno 2020	0,2244	0,4122	0,3412
Anno 2021	0,1772	0,1663	0,2185
Anno 2022	0,2076	0,2119	0,2405
Anno 2023	0,2151	0,1875	0,2355

■ ≤ Valore Obiettivo 1ng/m³
 ■ > Valore Obiettivo 1ng/m³

Trend B(a)P



I dati dal 2014 al 2023 sono sempre risultati molto contenuti e lontani dal Valore Obiettivo: il trend evidenzia un leggero calo negli anni considerati, fatta eccezione per Villa Fulvia dove si è registrato un lieve incremento in alcuni anni, che si ipotizza sia dovuto alla combustione di biomassa per riscaldamento domestico.

Diossine, Furani, Policlorobifenili

Il termine **“diossine”** si riferisce ad un gruppo di 210 composti chimici aromatici policlorurati, ossia formati da carbonio, idrogeno, ossigeno e cloro, divisi in due famiglie: dibenzo-p-diossine (PCDD o propriamente “diossine”) e dibenzo-p-furani (PCDF o “furani”). Sono per lo più di origine antropica, particolarmente stabili e persistenti nell’ambiente, tossici per l’uomo, gli animali e l’ambiente stesso; le diossine e i furani costituiscono infatti due delle dodici classi di inquinanti organici persistenti riconosciute a livello internazionale dall’UNEP¹.

Esistono 75 congeneri di diossine e 135 di furani: di questi solo 7 PCDD e 10 PCDF rispettivamente, destano particolare preoccupazione dal punto di vista tossicologico; la diossina che presenta la tossicità più bassa, comparata con quella degli altri congeneri, è la ottaclorodibenzo-p-diossina (OCDD) mentre la più pericolosa, per contaminazioni alimentari e ambientali, è la 2,3,7,8-tetracloro-dibenzo-p-diossina (TCDD) o ‘Diossina di Seveso’, classificata come “sicuramente cancerogena” ed inserita nel gruppo 1-Cancerogeni per l’uomo dalla IARC (International Agency for Research on Cancer) dal 1997².

Le diossine presenti nel particolato atmosferico provengono da una molteplice varietà di fonti: da processi chimici industriali per effetto di sintesi chimiche, e da processi termici, per effetto del calore. Tra i processi chimici emergono quelli di produzione delle plastiche, di composti chimici, della carta e degli oli combustibili e come tali sono anche responsabili diretti nella produzione di precursori; tra i processi termici si distinguono le combustioni incontrollate, l’incenerimento di rifiuti e fanghi, la combustione di carburante/combustibili nei processi di fusione dei metalli ferrosi e non ferrosi e nei processi di produzione del cemento, la combustione di legno trattato e i trasporti.

I **“Policlorobifenili” (PCB)** sono sostanze chimiche riconosciute a livello internazionale tra gli inquinanti organici più persistenti nell’ambiente; a causa della loro scarsa solubilità in acqua e della loro resistenza alla degradazione tendono ad accumularsi nel suolo e nei sedimenti creando fenomeni di bioaccumulo lungo la catena alimentare. Hanno effetti negativi sull’ambiente e sulla salute umana, quali la tossicità per il sistema riproduttivo, immunotossicità e cancerogenicità. Sono molecole sintetizzate all’inizio del secolo scorso e prodotte commercialmente fin dal 1930, sebbene attualmente siano banditi.

Tra i 209 congeneri del gruppo dei PCB un interesse particolare da un punto di vista tossicologico è legato ai 12 congeneri che costituiscono la classe dei PCB diossina-simili (DL-PCB).

I “Policlorobifenili” (PCB) presenti nel particolato atmosferico sono stati direttamente prodotti, o derivano dall’uso di prodotti che li contenevano o da emissioni da siti di stoccaggio/smaltimento inquinati da PCB o da processi termici.

PCDD/PCDF, PCB e Fattori di Tossicità Equivalente: espressione dei risultati

Generalmente PCDD/PCDF e PCB non vengono rilevati come singoli composti ma come miscele complesse dei diversi congeneri aventi differente tossicità.

Per esprimere la tossicità dei singoli congeneri è stato introdotto il concetto di *fattore di tossicità equivalente* (TEF - Toxicity Equivalence Factor): i fattori di tossicità equivalente si basano sulla considerazione che PCDD, PCDF e PCB diossina-simili sono composti strutturalmente simili che presentano il medesimo meccanismo di azione e producono analoghi effetti tossici.

¹ United Nations Environment Programme.

² IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 69;

<https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Polychlorinated-Dibenzo-Em-Para-Em-Dioxins-And-Polychlorinated-Dibenzofurans-1997>

I TEF vengono assegnati a ciascun PCDD/PCDF e composto "diossina simile" per confronto con il congenere più tossico, la 2,3,7,8 TCDD (2,3,7,8-tetracloro-dibenzo-p-diossina) a cui è assegnato convenzionalmente un valore di TEF pari a 1.

Per esprimere la concentrazione complessiva di PCDD/PCDF e PCB diossina-simili nelle diverse matrici si utilizza la *tossicità equivalente (TEQ)*: in pratica, il valore di concentrazione di 'diossina equivalente' complessivo di un campione si ottiene sommando i valori di concentrazione dei singoli congeneri dopo averli moltiplicati per i rispettivi fattori di tossicità equivalente TEF.

Le determinazioni di PCDD/PCDF e PCB vengono effettuate sul particolato campionato nella stazione di Barco appartenente alla Rete Locale, sono iniziate nel 2014 e da allora continuano ininterrottamente.

Di seguito vengono presentate le concentrazioni di diossine e PCB dioxin-like espresse in fg I-TEQ/m³ ottenute utilizzando il sistema di fattori di tossicità equivalente sviluppato in ambito NATO (NATO/CCMS,1988³).

Fattori di Tossicità Equivalente per Diossine, Furani e Policlorobifenili

PCDD/PCDF	I-TEF (NATO/CCMS, 1988)
2,3,7,8 TETRA-CDD	1
1,2,3,7,8 PENTA-CDD	0,5
1,2,3,4,7,8 ESA-CDD	0,1
1,2,3,6,7,8 ESA-CDD	0,1
1,2,3,7,8,9 ESA-CDD	0,1
1,2,3,4,6,7,8 EPTA-CDD	0,01
OCTA-CDD	0,001
2,3,7,8 TETRA-CDF	0,1
1,2,3,7,8 PENTA-CDF	0,05
2,3,4,7,8 PENTA-CDF	0,5
1,2,3,4,7,8 ESA-CDF	0,1
1,2,3,6,7,8 ESA-CDF	0,1
2,3,4,6,7,8 ESA-CDF	0,1
1,2,3,7,8,9 ESA-CDF	0,1
1,2,3,4,6,7,8 EPTA-CDF	0,01
1,2,3,4,7,8,9 EPTA-CDF	0,01
OCTA-CDF	0,001

Limiti di legge

Al momento non sono stati stabiliti valori limite o soglie di riferimento per PCDD/PCDF né a livello europeo né a livello nazionale o regionale. Fa eccezione la Germania, dove il Comitato Federale per il controllo dell'inquinamento atmosferico (LAI-Laenderausschuss fuer Immissiosschutz) ha proposto nel 1994 un limite cautelativo per l'aria ambiente di 150 fg I-TEQ/m³. Successivamente nel 2004 lo stesso Comitato, in seguito alla elaborazione di una nuova valutazione tossicologica congiunta delle diossine e dei PCB diossina-simili da parte della World Health Organization, ha adottato un limite per la concentrazione totale in aria di miscele di PCDD, PCDF e PCB-DL pari a 150 fg WHO-TEQ/m³(⁴).

³ NATO/CCMS: North Atlantic Treaty Organization/Committee on the Challenges of Modern Society. International Toxicity Equivalency Factor (I-TEF) method of risk assessment for complex mixtures of dioxin and related compounds, 186, 1988. Lo schema dei fattori di tossicità equivalente sviluppato in ambito NATO, fa parte del sistema I-TEQ, International Toxicity Equivalent, ed è utilizzato principalmente per misurare i livelli di tossicità nelle matrici ambientali (acqua, aria, suolo) mentre il secondo, sviluppato da WHO (Van den Berg et al., 1998), sistema WHO-TEQ, che comprende anche i congeneri policlorobifenili diossina-simili (PCB-dl), è tipicamente utilizzato per valutare i possibili effetti sulla salute umana.

⁴ Linea guida per aria ambiente: 150 fg WHO-TEQ/m³ definito dalla LAI-Laenderausschuss fuer Immissiosschutz - Comitato degli Stati per la protezione ambientale) per PCDD e PCDF.

Allo stato attuale in Italia esiste solo un parere espresso dalla Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale nel 1988 che prevede per l'ambiente esterno "limiti massimi tollerabili" per miscele di PCDD/F pari a 40 fg I-TEQ/m³ espresso in tossicità equivalente utilizzando i fattori di tossicità NATO del 1988. Tale valore non risulta più ripreso in altri documenti o atti normativi.

Il WHO nel documento "WHO -Air Quality Guidelines for Europe"⁵ ha stimato concentrazioni di tossicità equivalente (TEQ) in ambiente urbano di diossine e furani dell'ordine di 100 fg WHO-TEQ/m³ con una elevata variabilità da zona a zona; per quanto riguarda esposizioni prolungate nel tempo a concentrazioni superiori a 300 fg WHO-TEQ/m³, il WHO suggerisce che sono da considerarsi come indicatore di presenza di fonti di emissione locali, che devono essere quindi opportunamente identificate e controllate.

Per quanto riguarda i PCB, nello stesso documento il WHO indica che nell'aria ambiente si rileva un'elevata variabilità con valori medi che variano da 3 ng/m³ nelle aree urbane a 3 pg/m³ nelle aree rurali.

Analisi dei dati

PCDD/PCDF

STAZIONI	Comune	Dati Validi (%)	Concentrazioni (fg-I-TEQ/m ³)		
			Min	Max	Media Annuale
■ Barco	Ferrara	100	1,0	16,1	5,3
■ Stazioni Locali	■ ≤ 40 fg I-TEQ/m ³ valore Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale ■ > 40 fg I-TEQ/m ³ valore Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale				

Nella tabella e nella figura seguenti sono riportate le concentrazioni medie mensili del 2023 di ciascun congener (fg/m³)⁶ unitamente alla sommatoria espressa in termini di tossicità equivalente. Come riferimento si è utilizzato il sistema di fattori di tossicità equivalente sviluppato in ambito NATO (NATO/CCMS,1988), quindi i valori delle concentrazioni totali di PCDD e PCDF sono stati espressi in fg I-TEQ/m³. Nel calcolo della sommatoria gli analiti di concentrazione inferiore al limite di quantificazione sono stati valorizzati pari alla metà del loro limite.

⁵ "Air Quality Guidelines for Europe" del WHO Regional Office for Europe (Second Edition, 2000).

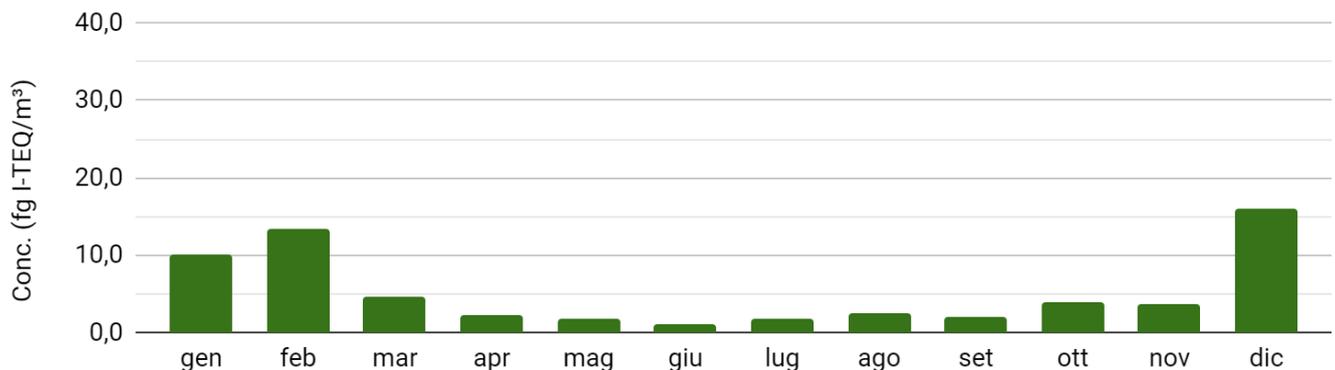
http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0017/123065/AQG2ndEd_5_11PCDDPCDF.pdf?ua=1

⁶ Un fentogrammo è pari a 10⁻¹⁵ grammi, ovvero un miliardesimo di milionesimo di grammo.

Concentrazioni medie mensili di PCDD/PCDF, anno 2023

PCDD PCDF (fg/m ³)	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre
2,3,7,8 T4CDD	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	1,0	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
1,2,3,7,8 P5CDD	< 0,6	2,8	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
1,2,3,4,7,8 H6CDD	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
1,2,3,6,7,8 H6CDD	4,0	2,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	9,4	6,4
1,2,3,7,8,9 H6CDD	3,1	4,3	1,3	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
1,2,3,4,6,7,8 H7CDD	34,0	24,1	10,7	14,1	2,8	10,3	< 0,6	5,7	3,9	14,8	39,5	30,7
O8CDD	72,0	63,9	27,5	48,0	10,4	28,1	10,7	20,3	11,3	30,3	96,5	78,5
2,3,7,8 T4CDF	5,7	8,0	3,6	1,3	0,8	< 0,6	0,9	1,5	0,8	0,9	< 0,6	13,1
1,2,3,7,8 P5CDF	5,3	6,4	2,1	< 0,6	1,0	< 0,6	< 0,6	< 0,6	0,6	< 0,6	< 0,6	6,8
2,3,4,7,8 P5CDF	10,0	13,0	3,9	2,7	1,2	< 0,6	1,5	< 0,6	1,9	4,1	< 0,6	16,5
1,2,3,4,7,8 H6CDF	6,4	7,6	2,9	< 0,6	1,1	< 0,6	1,6	3,8	2,0	1,9	12,6	11,9
1,2,3,6,7,8 H6CDF	6,3	7,6	3,5	< 0,6	1,2	< 0,6	< 0,6	3,8	1,0	1,9	14,4	11,1
2,3,4,6,7,8 H6CDF	8,8	11,5	5,0	< 0,6	1,1	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	3,8	< 0,6	14,6
1,2,3,7,8,9 H6CDF	2,3	0,6	1,7	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	5,4
1,2,3,4,6,7,8 H7CDF	25,0	33,3	11,1	4,3	3,5	8,9	4,4	7,6	5,9	8,4	43,7	28,0
1,2,3,4,7,8,9 H7CDF	< 0,6	< 0,6	2,0	< 0,6	0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	4,8
O8CDF	14,9	7,3	5,2	6,4	1,8	< 0,6	1,9	< 0,6	4,2	5,8	32,7	14,5
TOTALE (fg I-TEQ/m³)	10,1	13,4	4,6	2,4	1,7	1,1	1,7	2,6	2,1	3,9	3,7	16,1

PCDD/PCDF Totale: Rete Locale



Le concentrazioni medie mensili della somma di PCDD e PCDF nel 2023 evidenziano un andamento stagionale, con valori più elevati nei mesi invernali (in particolare gennaio, febbraio e dicembre) e valori decisamente inferiori negli altri mesi.

Per l'anno 2023, le medie mensili delle somme dei congeneri PCDD/PCDF espressi in fg I-TEQ/m³ risultano tutte ampiamente inferiori sia al valore consigliato nelle linee guida WHO per le aree urbane, pari a 100 fg I-TEQ/m³, che al valore di 40 fg I-TEQ/m³ fissato dalla Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale.

Inoltre i valori misurati si posizionano al limite inferiore rispetto ai valori di letteratura riportati per realtà tipiche di un ambiente antropizzato, che è solitamente caratterizzato da valori che si attestano tra i 30 e i 200 fg I-TEQ/m³ in area urbana, mentre sono confrontabili con i valori tra 4 e 20 fg I-TEQ/m³ tipici di un'area rurale.⁷

E' importante osservare che anche nel 2023 le misure effettuate non hanno mai rilevato la presenza del congenero più rilevante dal punto di vista tossicologico, la 2,3,7,8-tetracloro-dibenzo-p-diossina (TCDD).

⁷ APAT- Diossine Furani e PCB - https://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_821_allegato.pdf

Trend

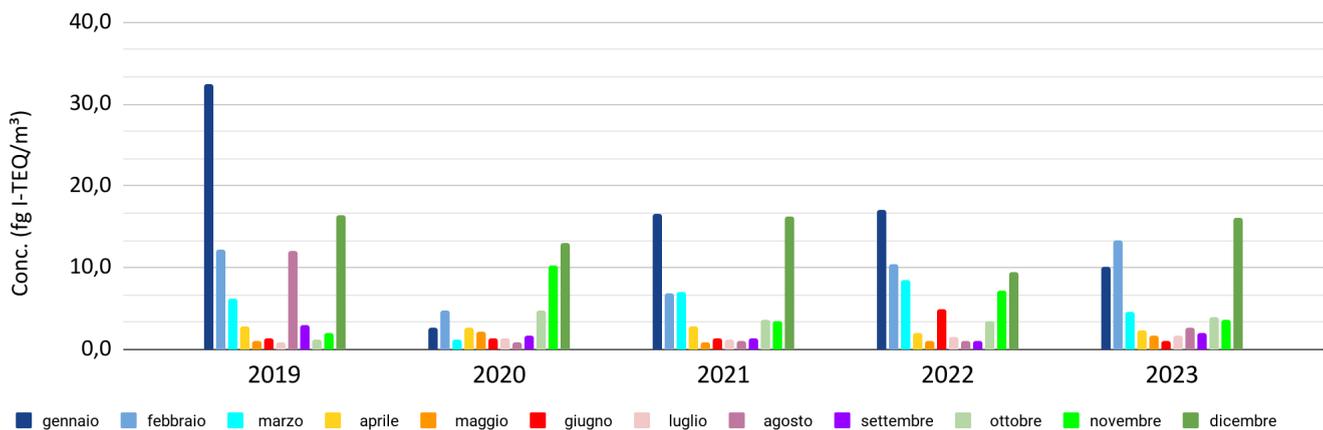
Medie mensili

Di seguito si riportano le concentrazioni medie mensili espresse in fg I-TEQ/m³ della somma di PCDD e PCDF negli ultimi cinque anni.

PCDD/PCDF Totali espressi in fg I-TEQ/m³, anni 2019-2023

PCDD PCDF (fg I-TEQ/m ³)	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre
2019	32,5	12,3	6,2	2,9	1,1	1,4	0,9	12,1	2,9	1,3	2,1	16,4
2020	2,6	4,7	1,2	2,7	2,2	1,4	1,3	0,9	1,7	4,7	10,3	13,1
2021	16,6	6,8	7,0	2,8	0,9	1,4	1,2	1,0	1,4	3,7	3,5	16,2
2022	17,1	10,4	8,6	2,0	1,1	5,0	1,6	1,1	1,0	3,5	7,2	9,5
2023	10,1	13,4	4,6	2,4	1,7	1,1	1,7	2,6	2,1	3,9	3,7	16,1

PCDD/PCDF Trend mensile 2018-2023: Rete Locale

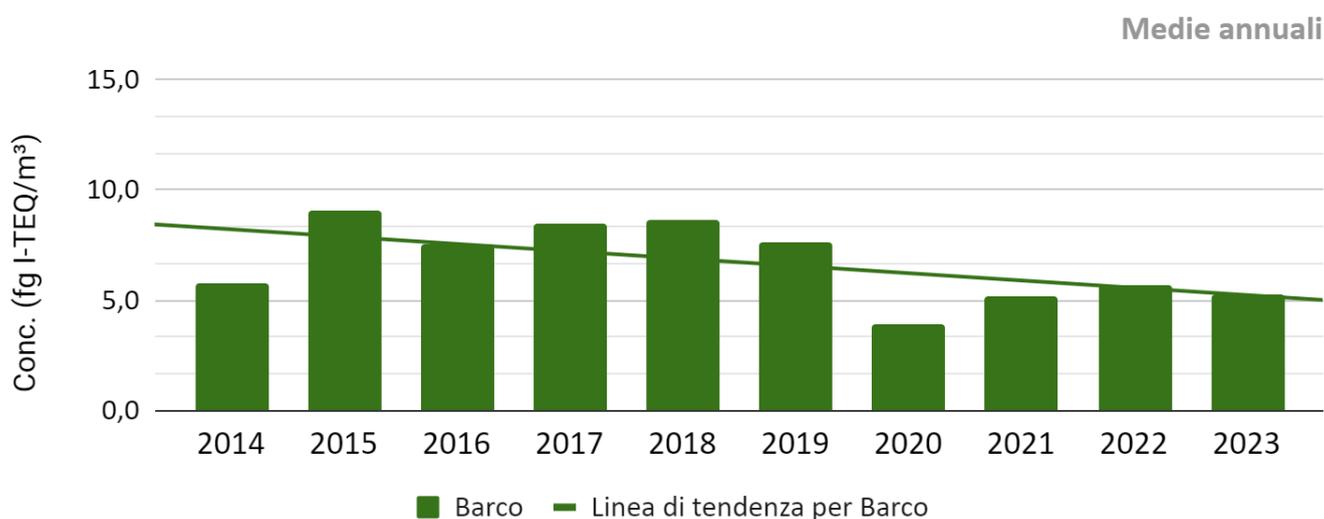


Analogamente a quanto si rileva per il particolato sospeso PM10 e PM2.5 e per gli inquinanti gassosi tipici della combustione, anche per le diossine e i furani in tutti gli anni il periodo invernale risulta essere quello più critico. I valori mensili più elevati sono nel range 10-20 fg I-TEQ/m³ e sono misurati in generale nei mesi di gennaio e dicembre, seguiti da febbraio e novembre, mentre nel periodo estivo i valori risultano sensibilmente inferiori, spesso di un ordine di grandezza. Fanno eccezione pochi valori estivi alti e atipici (misurati ad agosto 2019 e a giugno 2022) che risultano leggermente superiori alla media della stagione estiva e che sono dovuti probabilmente a fattori occasionali.

Tutte le medie mensili delle somme dei congeneri PCDD/PCDF espressi in fg I-TEQ/m³ risultano ampiamente inferiori sia al valore consigliato nelle linee guida WHO per le aree urbane, pari a 100 fg I-TEQ/m³, che al valore di riferimento pari a 40 fg I-TEQ/m³ fissato dalla Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale e si posizionano al limite inferiore del range di valori tipici di un'area urbana (range 30-200 fg I-TEQ/m³). Ad eccezione di un valore invernale del 2019, i dati sono confrontabili con quelli tipici di un'area rurale (range 4 -20 fg I-TEQ/m³).

Medie annuali

STAZIONI	Comune	Concentrazioni (fg I-TEQ/m ³)									
		Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Anno 2020	Anno 2021	Anno 2022	Anno 2023
■ Barco	Ferrara	5,8	9,0	7,5	8,5	8,6	7,7	3,9	5,2	5,7	5,3
■ Stazioni Locali		■ ≤ 40 fg I-TEQ/m ³ valore Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale ■ > 40 fg I-TEQ/m ³ valore Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale									



Le medie annuali della somma dei 17 congeneri, espressa in fg I-TEQ/m³, dal 2014 al 2023 rimangono al di sotto dei 10 fg I-TEQ/m³ e nel complesso si osserva un trend in leggera diminuzione.

Il confronto dei dati rilevati a Barco con quelli misurati in alcune realtà europee, evidenzia che gli esiti delle indagini effettuate a Barco risultano rientrare pienamente all'interno dei range dei valori riscontrati in letteratura, fra cui quelli delle indagini svolte in Europa sulle diossine in aria ambiente dalla Commissione Europea nel rapporto "Dioxins & PCBs: Environmental Levels and Human Exposure in Candidate Countries"⁸ pubblicato nel 2004.

Il confronto con altre realtà presenti sul territorio regionale, come ad esempio le concentrazioni rilevate nella provincia di Parma nello stesso periodo utilizzando la stessa metodica⁹, evidenzia andamenti simili e valori sovrapponibili per entrambe le zone (a Parma le medie annuali dal 2018 al 2022 sono ricomprese nel range 4.0 fg I-TEQ/m³ (Montebello, anno 2018) e 16.7 fg I-TEQ/m³ (Mezzani - Malcantone, anno 2021).

⁸ Final Report "Dioxins & PCBs: Environmental Levels and Human Exposure in Candidate Countries", Reference: ENV.C.2/SER/2002/0085, 16, June 2004, https://ec.europa.eu/environment/archives/dioxin/pdf/pcbs_final.pdf

⁹ Report annuale Rete locale di Parma, anno 2022

<https://www.arpae.it/it/il-territorio/parma/in-evidenza-a-parma/inceneritore-di-parma/qualita-dellaria-in-prossimita-del-termovalorizzatore/report-annuale-locale-2022/view>

PCB

STAZIONI	Comune	Dati Validi (%)	Concentrazioni (pg/m ³)		
			Min	Max	Media Annuale
■ Barco	Ferrara	100	0,93	2,95	1,65
■ Stazioni Locali ■ ≤ 3 pg/m ³ nelle aree rurali WHO ■ > 3 pg/m ³ nelle aree rurali WHO					

Nella tabella e nella figura che seguono sono riportate le concentrazioni medie mensili del 2023 di ciascun congenere (pg/m³); sono stati esclusi dalle rappresentazioni i PCB non dioxin-like in quanto questi congeneri hanno sempre presentato concentrazioni inferiori al limite di rilevabilità strumentale.

La sommatoria è stata espressa anche in termini di tossicità equivalente, utilizzando come riferimento il sistema di fattori di tossicità definito da WHO¹⁰ ed esprimendo la sommatoria in fg-TEQ/m³. Nel calcolo delle sommatorie gli analiti di concentrazione inferiore al limite di quantificazione sono stati valorizzati pari alla metà del loro limite.

Nel 2023 le medie mensili per tutti i PCB dioxin-like sono basse e tutte inferiori sia alla concentrazione tipica indicata nelle linee guida del WHO per i PCB totali per le aree urbane ed industriali (3000 pg/m³) ma anche alla concentrazioni tipica indicata nelle linee guida del WHO per le aree rurali (3 pg/m³).

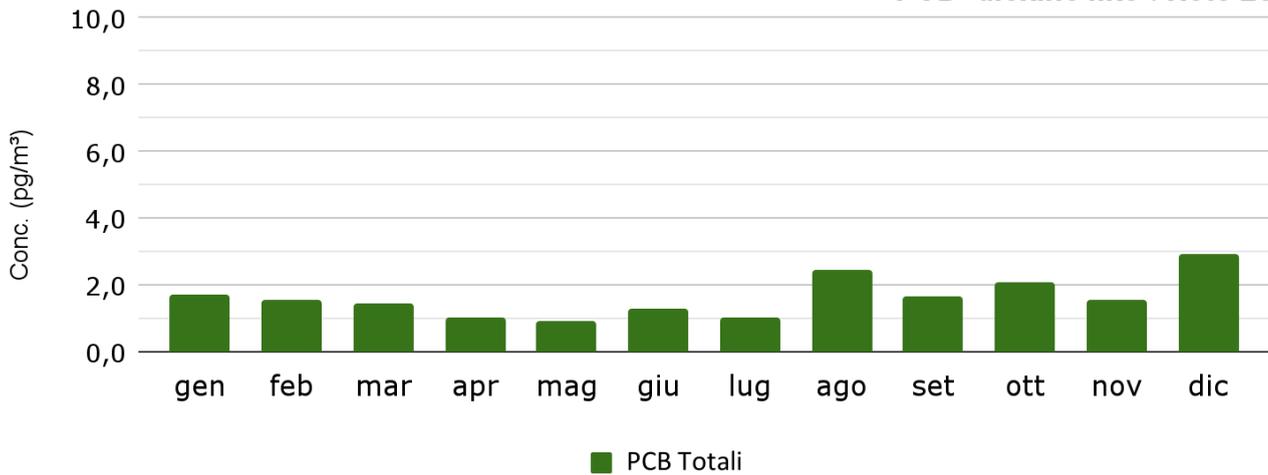
Il confronto con le diossine e i furani indica che in termini di concentrazione i PCB dioxin-like sono superiori rispetto a diossine e furani, ma essendo i rispettivi TEF molto bassi (ossia i PCB dioxin-like sono meno tossici di diossine e furani) in termini di tossicità equivalente i PCB dioxin-like sono inferiori rispetto a diossine e furani.

Concentrazione media mensile dei PCB dioxin-like, anno 2023

PCB (pg/m ³)	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre
PCB 81	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
PCB 77	0,06	0,05	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,06	0,04	0,07	0,06	0,09
PCB 123	0,03	0,04	0,02	<0,02	0,02	0,02	<0,02	0,02	0,03	<0,02	0,02	0,02
PCB 118	1,00	0,91	0,85	0,59	0,52	0,73	0,56	1,13	0,93	1,18	0,86	1,60
PCB 114	0,03	<0,02	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,03	0,03	0,03	<0,02	0,04
PCB 105	0,36	0,29	0,29	0,20	0,18	0,26	0,18	0,90	0,38	0,48	0,40	0,61
PCB 126	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
PCB 167+128	0,05	0,06	0,06	0,05	0,04	0,06	0,03	0,08	0,07	0,08	0,06	0,15
PCB 156	0,12	0,14	0,13	0,09	0,09	0,12	0,10	0,18	0,15	0,15	0,12	0,31
PCB 157	0,03	<0,02	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,09	0,03	0,02	0,02	<0,02	0,04
PCB169	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,04
PCB 189	0,03	<0,02	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,04
TOTALE PCB (pg/m³)	1,68	1,48	1,45	0,95	0,87	1,23	0,99	2,43	1,63	2,02	1,51	2,93
TOTALE PCB "dioxin like" (fg-TEQ/m³)	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,5	1,2	1,3	1,3	1,6	1,3	2,0

¹⁰ Il sistema per la misura della tossicità equivalente sviluppato da World Health Organization, è utilizzato per valutare il grado di tossicità di questi composti in relazione agli effetti sulla salute umana (sistema WHO-TE, World Health Organization-Toxicity Equivalent).

PCB "dioxine like": Rete Locale



Trend

Medie mensili

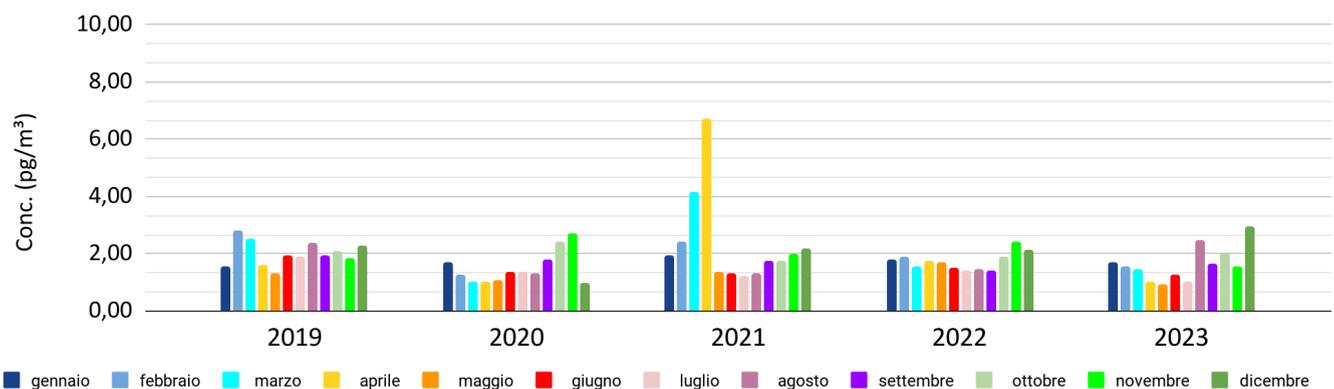
Di seguito si riportano le concentrazioni medie mensili espresse in pg/m^3 della somma dei PCB dioxin-like negli ultimi cinque anni.

Contrariamente ai PCDD/F, i PCB non seguono un andamento stagionale.

Concentrazioni medie mensili dei PCB dioxin-like totali in pg/m^3 , anni 2019-2023

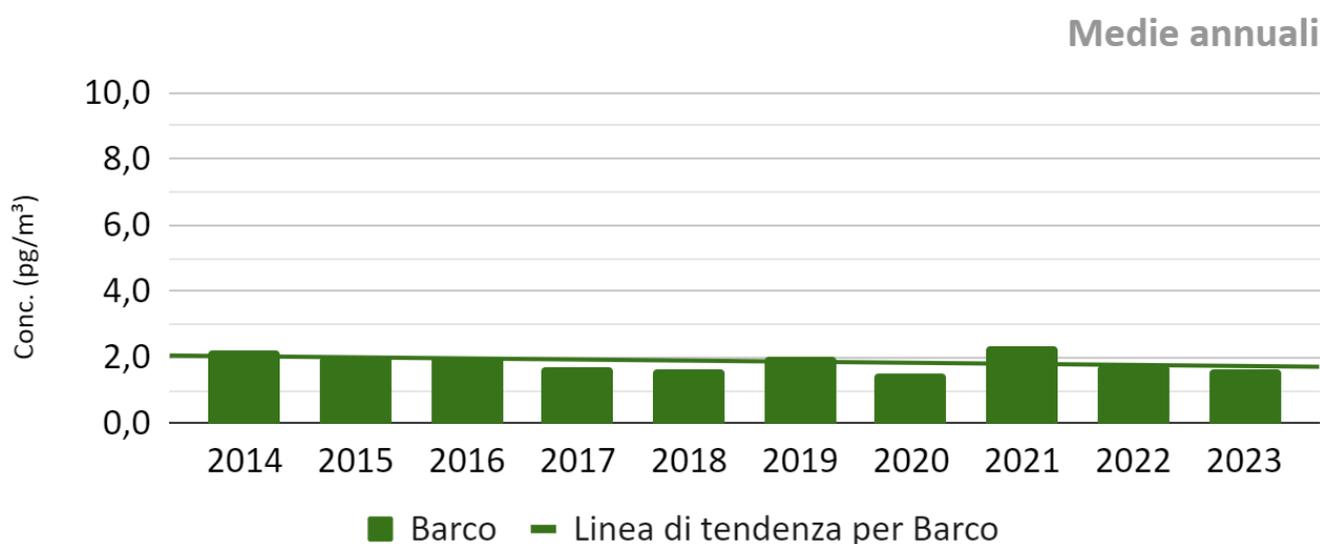
PCB (pg/m³)	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	Media annuale
2019	1,55	2,80	2,54	1,60	1,32	1,93	1,90	2,36	1,94	2,09	1,87	2,29	2,02
2020	1,71	1,29	1,04	1,04	1,06	1,38	1,36	1,30	1,79	2,43	2,71	1,01	1,51
2021	1,96	2,42	4,16	6,70	1,35	1,34	1,21	1,31	1,73	1,74	1,98	2,17	2,34
2022	1,81	1,91	1,58	1,78	1,70	1,53	1,40	1,45	1,43	1,88	2,42	2,16	1,75
2023	1,71	1,54	1,48	0,54	0,49	0,66	0,55	1,25	1,67	1,07	0,81	2,95	1,23

PCB Trend mensile 2018-2023: Rete Locale



Medie annuali

STAZIONI	Comune	Concentrazioni (pg/m ³)									
		Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Anno 2020	Anno 2021	Anno 2022	Anno 2023
■ Barco	Ferrara	2,19	2,02	2,02	1,71	1,64	2,02	1,51	2,34	1,75	1,65
■ Stazioni Locali		■ ≤ 3 pg/m ³ nelle aree rurali WHO					■ > 3 pg/m ³ nelle aree rurali WHO				



Il grafico soprastante riporta le medie annuali che indicano un trend di sostanziale stazionarietà, con valori molto bassi nell'intorno dei 2 pg/m³, inferiori alla concentrazione tipica per le aree rurali.

Il confronto dei valori di Barco con quelli rilevati in una indagine condotta nella Regione Veneto negli anni 2013-2014¹¹ indica valori confrontabili, mentre il raffronto dei PCB totali (non solo dioxin-like) con alcune realtà europee indica che le indagini effettuate a Barco restituiscono dati molto bassi, decisamente inferiori a quelli riportati in letteratura, come ad esempio nel rapporto pubblicato nel 2004 dalla Commissione Europea "Dioxins & PCBs: Environmental Levels and Human Exposure in Candidate Countries"¹²

¹¹<https://www.arpae.veneto.it/arpav/chi-e-arpav/file-e-allegati/dap-treviso/aria/qualita-aria-pedemontana/Relazione%20microinquinanti%20comune%20di%20Cornuda.pdf>

¹² Final Report "Dioxins & PCBs: Environmental Levels and Human Exposure in Candidate Countries", Reference: ENV.C.2/SER/2002/0085, 16, June 2004, https://ec.europa.eu/environment/archives/dioxin/pdf/pcbs_final.pdf

Ozono (O₃)

L'ozono è un componente gassoso dell'atmosfera, molto reattivo. Negli strati alti dell'atmosfera terrestre (stratosfera) è di origine naturale e aiuta a proteggere la vita sulla terra, creando uno scudo protettivo che filtra i raggi ultravioletti del sole.

L'ozono troposferico (O₃) è un inquinante secondario, che si forma mediante processi fotochimici a partire da inquinanti precursori presenti in atmosfera (ossidi di azoto e composti organici volatili), trasportati e diffusi da venti e turbolenza atmosferica. Proprio per questo le sue massime concentrazioni si osservano a distanza dalle sorgenti emissive degli inquinanti precursori, nelle zone suburbane e rurali, anche dell'Appennino.

Le reazioni fotochimiche che portano alla generazione dell'ozono sono catalizzate dalla radiazione solare; questo rende l'ozono un inquinante tipicamente estivo, con valori di concentrazione più elevati nelle estati contrassegnate da alte temperature.

Limiti di legge

D. Lgs. 155 del 13/8/2010 - Direttiva UE 2008/50/CE

Soglia di Informazione SI	media oraria	180 µg/m ³
Soglia di Allarme SA	media oraria	240 µg/m ³
Obiettivo a lungo termine OLT	massima media mobile 8 ore	120 µg/m ³
Valore Obiettivo VO	massima media mobile 8 ore pari a 120 µg/m ³ da non superare più di 25 volte come media di 3 anni	25
AOT 40	Per AOT40 si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m ³ e 80 µg/m ³ , da maggio a luglio, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le ore 8:00 e le 20:00 come media di 5 anni.	18000 µg/m ³ h

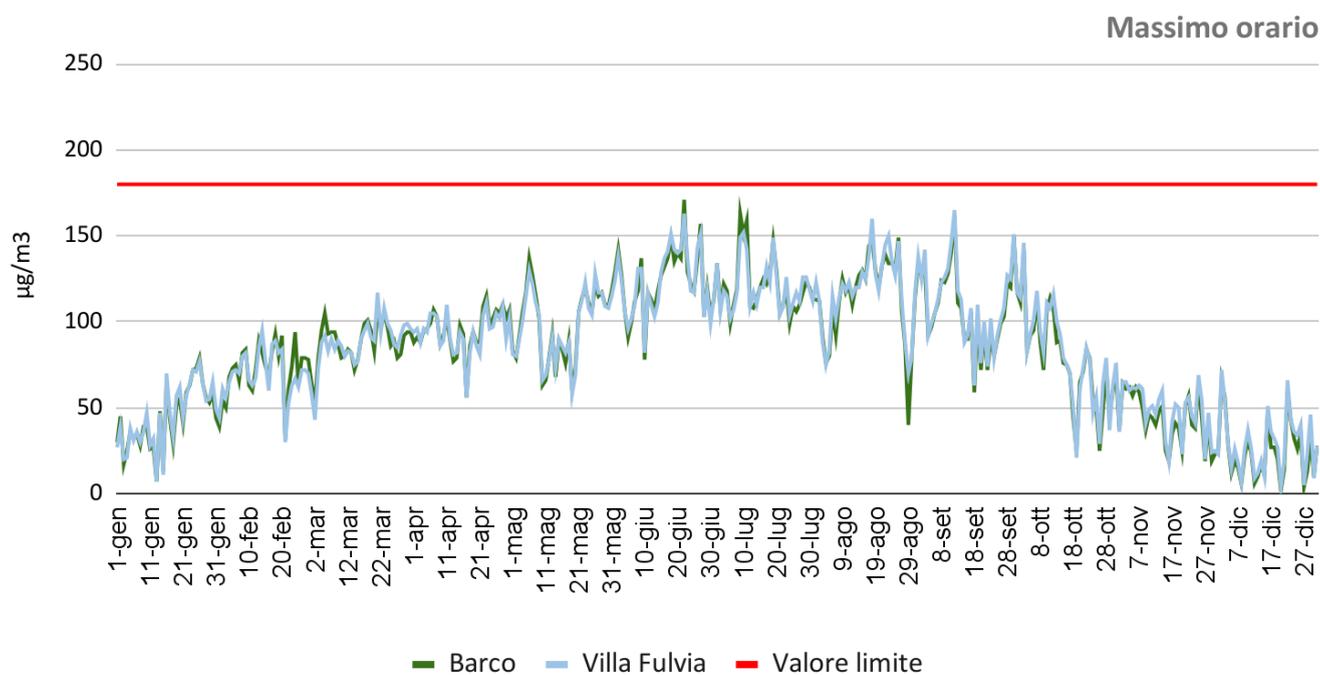
Analisi dati

	Stazioni	
	Barco	Villa Fulvia
n. giorni sup. OLT	31	34
n. giorni sup. SI	0	0
n. ore sup. SI	0	0
Media (µg/m³)	50	51
Minimo (µg/m³)	< 8	< 8
Massimo (µg/m³)	171	165
25° percentile (µg/m³)	20	22
50° percentile (µg/m³)	46	47
75° percentile (µg/m³)	75	75
95° percentile (µg/m³)	114	115
Dati Validi (%)	100%	100%

Limite di quantificazione: 8 µg/m³ ■ ≤ Soglia/Obiettivo ■ > Soglia/Obiettivo

Superamenti della Soglia di Informazione

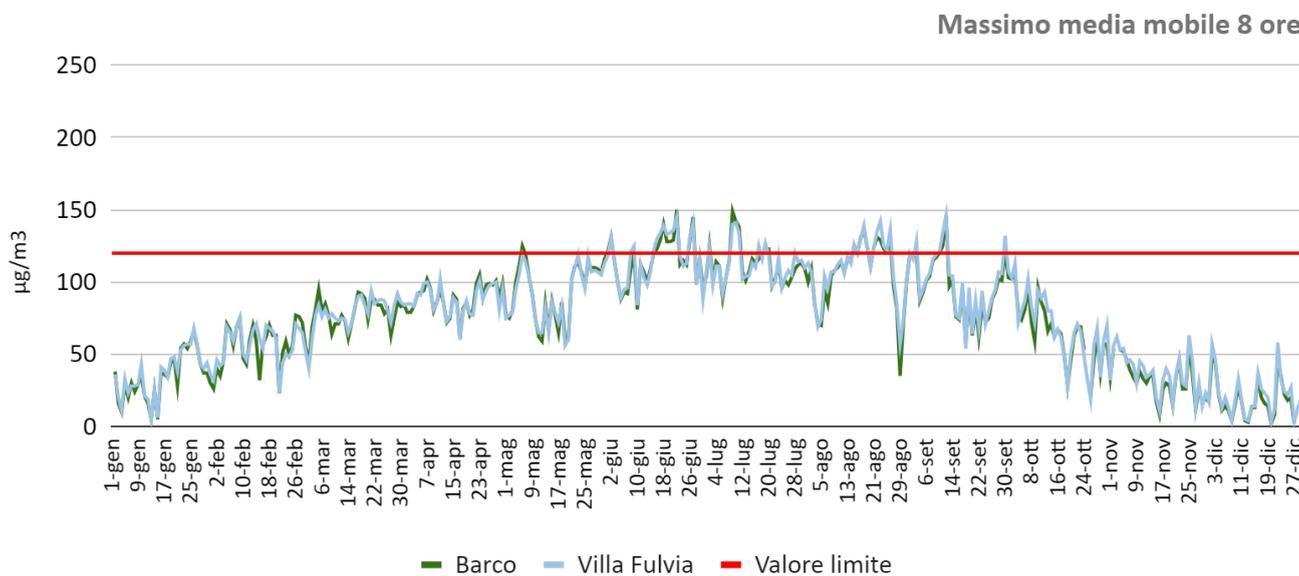
Superamenti (numero di ore)	Stazioni	
	Barco	Villa Fulvia
Gennaio	0	0
Febbraio	0	0
Marzo	0	0
Aprile	0	0
Maggio	0	0
Giugno	0	0
Luglio	0	0
Agosto	0	0
Settembre	0	0
Ottobre	0	0
Novembre	0	0
Dicembre	0	0



Nel 2023 non si sono registrati superamenti della soglia di informazione (180 µg/m³) in nessuna stazione; non risulta nemmeno superata la soglia di allarme di 240 µg/m³.

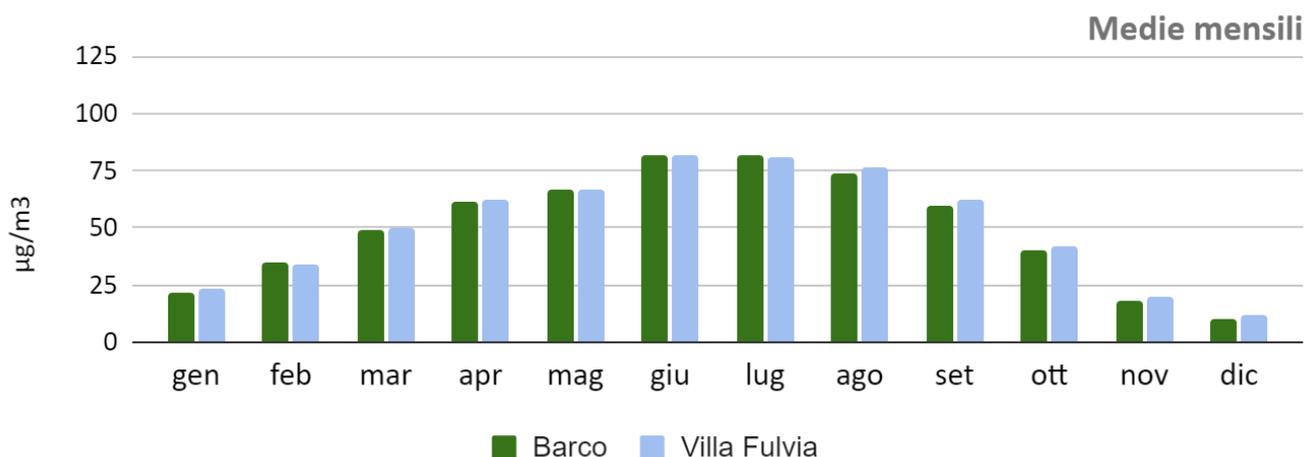
Superamenti Obiettivo a Lungo Termine

Superamenti (giorni)	Stazioni	
	Barco	Villa Fulvia
Gennaio	0	0
Febbraio	0	0
Marzo	0	0
Aprile	0	0
Maggio	1	0
Giugno	11	13
Luglio	5	6
Agosto	10	10
Settembre	4	5
Ottobre	0	0
Novembre	0	0
Dicembre	0	0



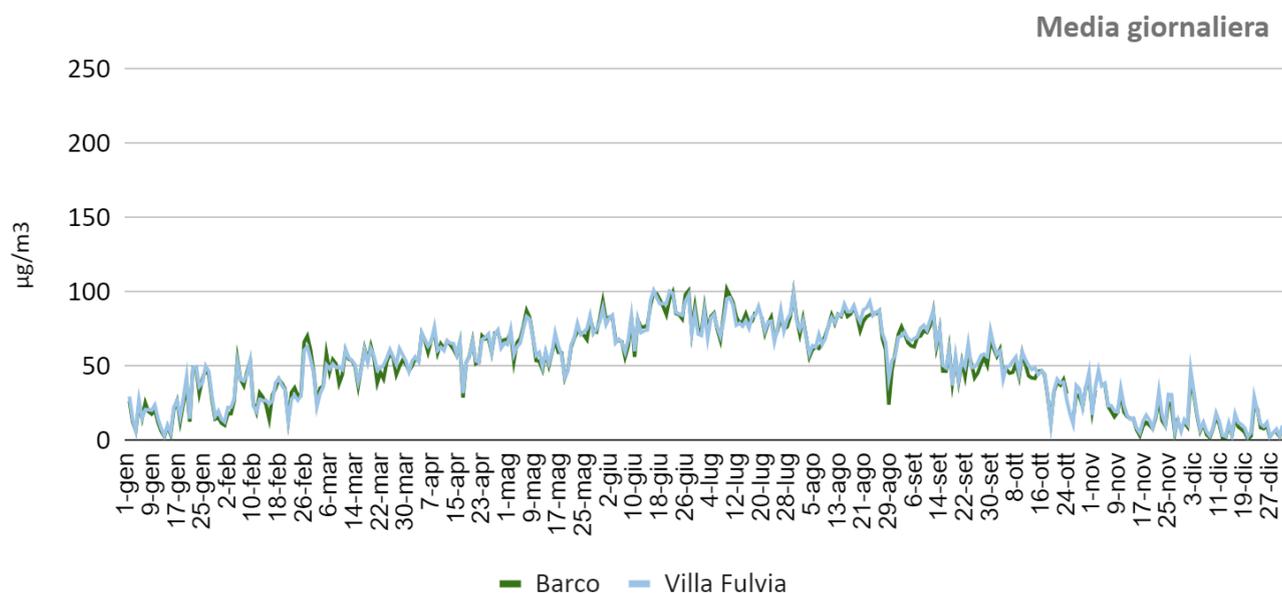
Il numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana dell'ozono (massima media mobile su 8 ore superiore a 120 µg/m³ riferita alla giornata) continua a essere critico. Tali superamenti risultano distribuiti soprattutto nei mesi di giugno, luglio e agosto, per un totale di 31 giorni a Barco e 34 a Villa Fulvia.

Andamento medie mensili

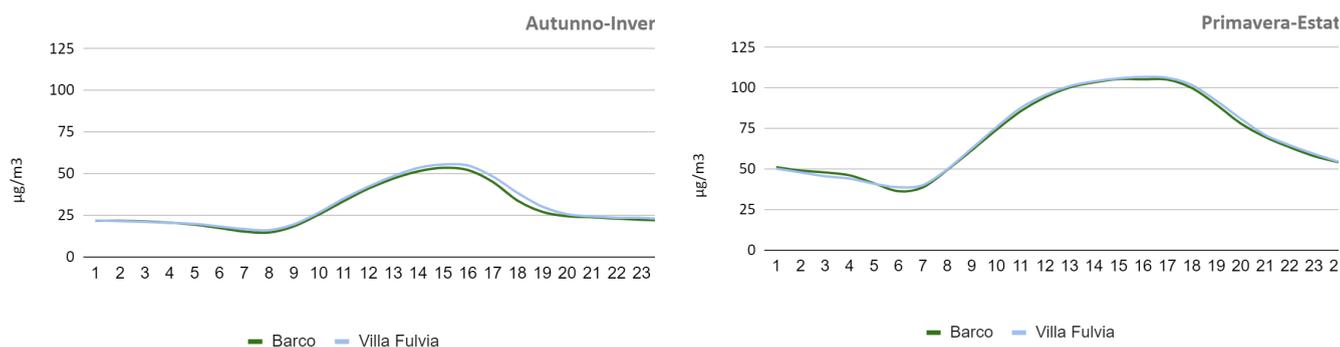


In ragione dell'origine fotochimica di questo inquinante, i massimi valori vengono registrati nei mesi estivi in cui la temperatura è maggiore.

Dati giornalieri



Giorno Tipo



Le rappresentazioni del giorno tipo evidenziano che le concentrazioni risultano più elevate nelle ore pomeridiane della giornata poco dopo le ore di massima insolazione e nelle stagioni calde, caratterizzate da un maggiore numero di giorni in cui è più attiva l'azione della luce solare. Le condizioni di alta pressione e di scarsa ventilazione favoriscono il ristagno degli inquinanti ed il loro accumulo. I profili del giorno tipo sono paragonabili sia in estate che in inverno, con valori marcatamente più elevati nel primo caso.

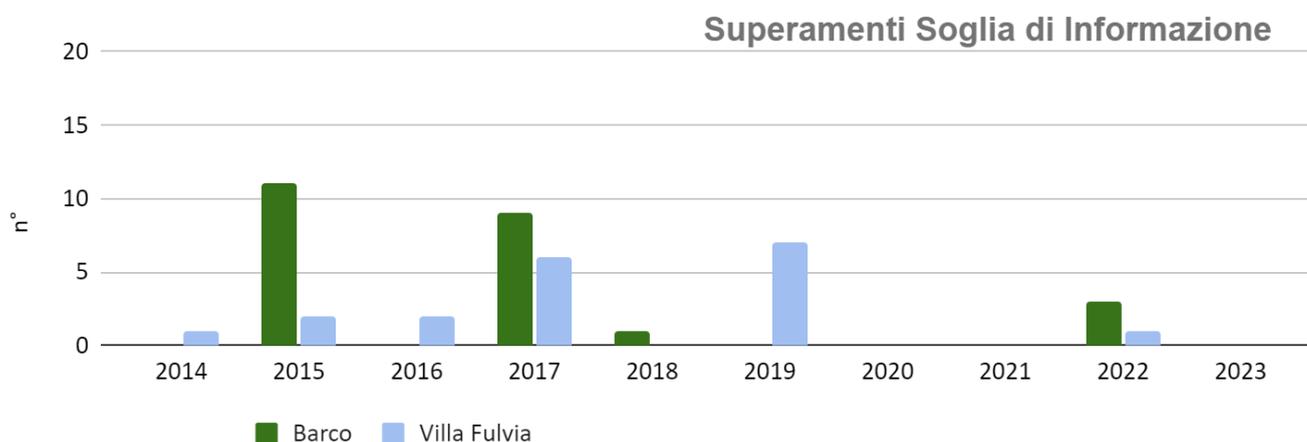
Trend

Numero di superamenti della Soglia di Informazione

	Numero di ore con superamento della Soglia Informazione	
	Barco	Villa Fulvia
Anno 2014	*	1
Anno 2015	11	2
Anno 2016	0	2
Anno 2017	9	6
Anno 2018	1	0
Anno 2019	0	7
Anno 2020	0	0
Anno 2021	0	0
Anno 2022	3	1
Anno 2023	0	0

■ Stazioni Locali
 ■ ≤ Valore Limite
 ■ > Valore Limite

(*): Copertura temporale inferiore a quella richiesta nell'Allegato VII D.Lgs. 155/2010
 dati non rappresentativi dell'intero anno, (resa mensile inferiore a 5 mesi su 6, nel periodo settembre – aprile)

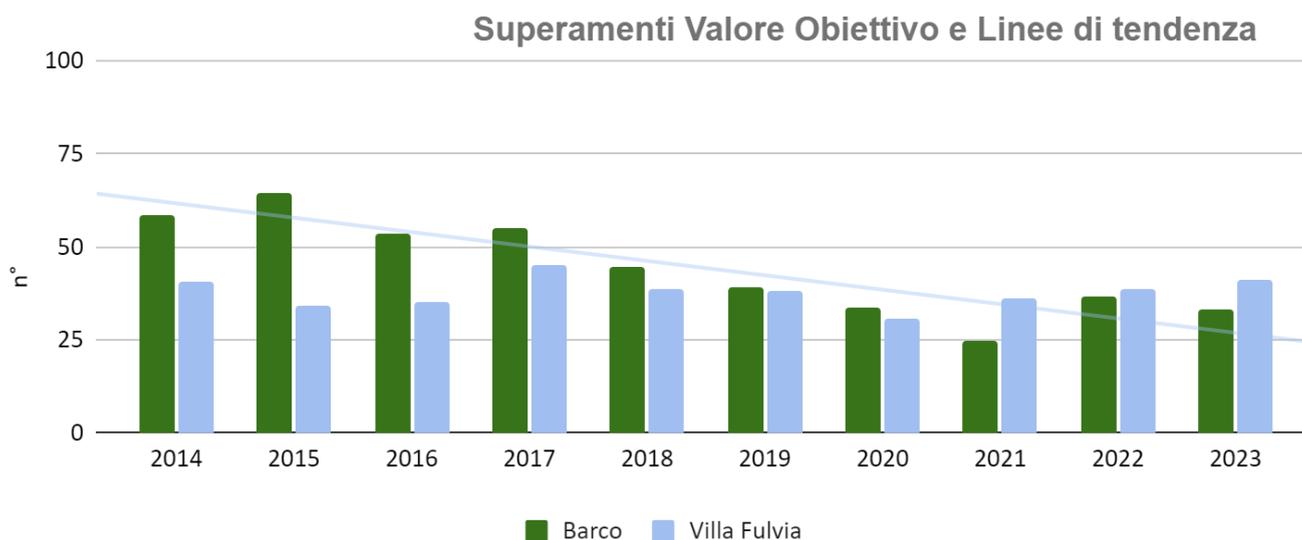


I superamenti della Soglia di Informazione oraria sono molto variabili negli anni e prevalentemente legati alla meteorologia che contraddistingue la stagione estiva, oltre che alla zona in cui è collocata la stazione; risulta quindi molto difficile stabilire un trend. Nel 2023 non si sono registrati superamenti di questo indicatore.

Numero di giorni di superamento del Valore Obiettivo

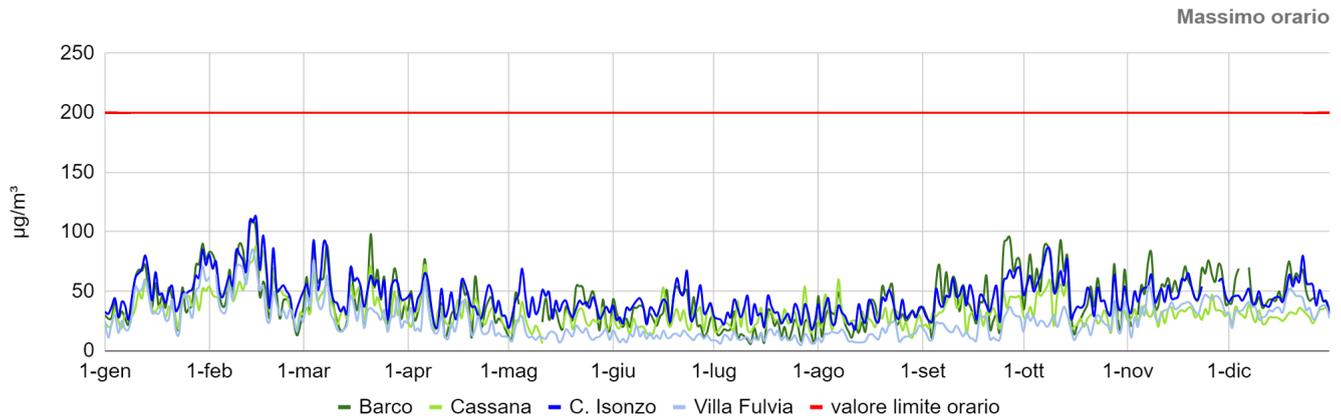
	Numero di giorni di superamento del Valore Obiettivo (media 3 anni)	
	Barco	Villa Fulvia
Anno 2014	59	41
Anno 2015	65	34
Anno 2016	54	35
Anno 2017	55	45
Anno 2018	45	39
Anno 2019	39	38
Anno 2020	34	31
Anno 2021	25	36
Anno 2022	37	39
Anno 2023	33	41

■ Stazioni Locali
 ■ ≤ Valore Obiettivo
 ■ > Valore Obiettivo



Nel grafico vengono riportati i superamenti del Valore Obiettivo (numero di superamenti dell'Obiettivo a Lungo Termine mediati su 3 anni). Il trend evidenzia una diminuzione dei superamenti, anche se si registrano nelle stazioni sempre valori elevati rispetto al consentito: nel 2023 a Barco si è registrato un valore obiettivo mediato su tre anni pari a 33 e a Villa Fulvia 41, a fronte dei 25 consentiti.

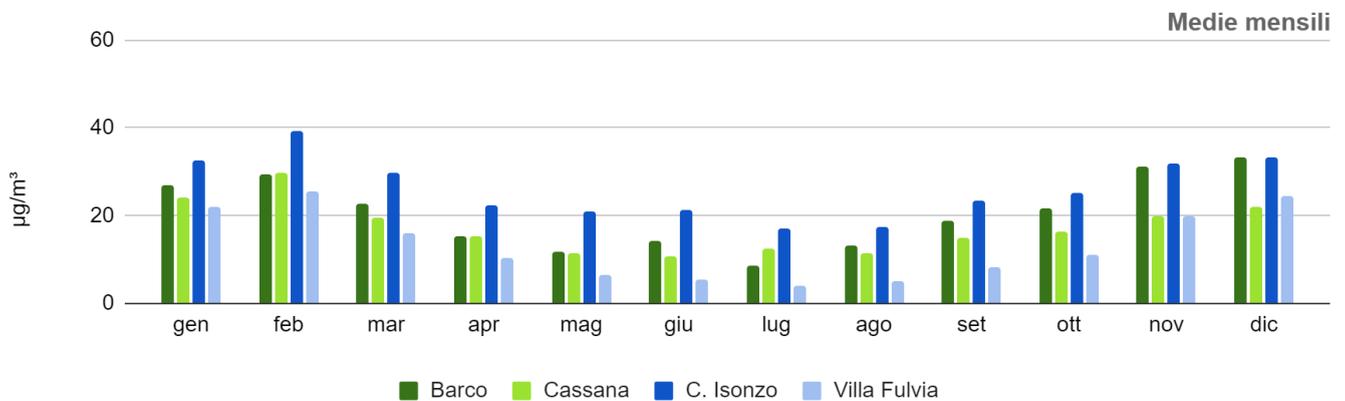
Superamenti del valore limite orario



Il Valore Limite Orario fissato a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ viene rispettato da tutte le stazioni locali così come dalle stazioni della rete regionale.

Il valore massimo tra le centraline locali è pari a $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ed è stato misurato presso la stazione industriale di Barco il giorno 14 febbraio alle ore 18.

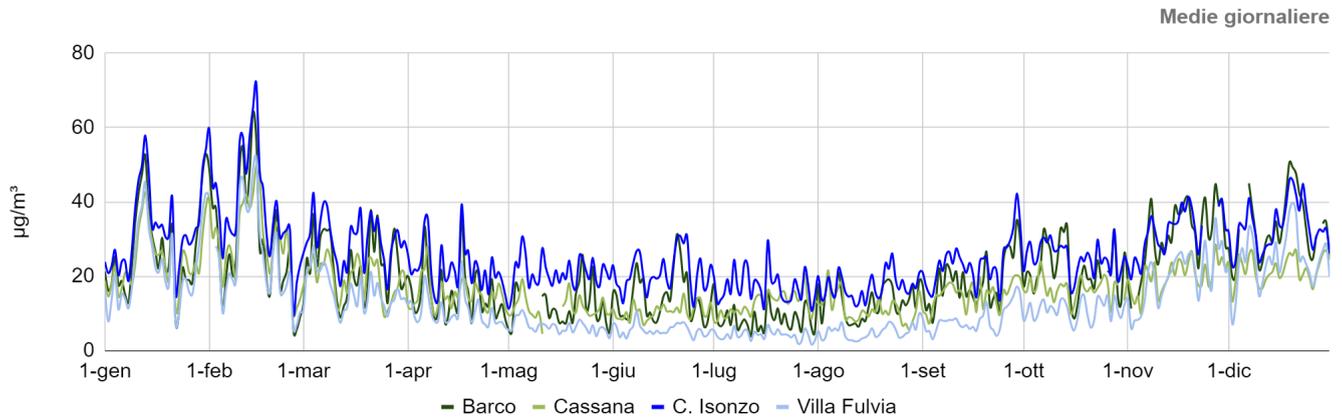
Andamento dati mensili



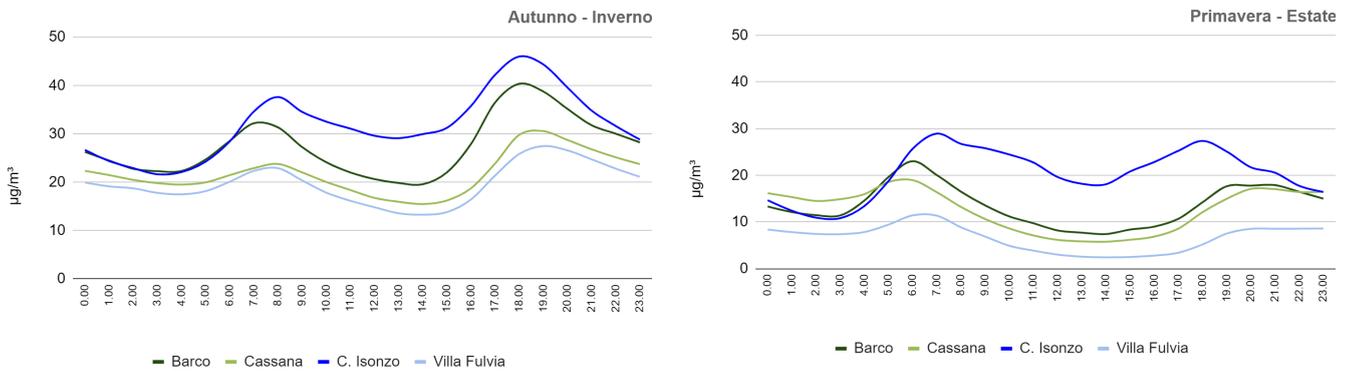
Dall'esame dei grafici delle medie mensili emerge che la stagione più critica per il biossido di azoto è quella invernale quando la stabilità atmosferica favorisce l'accumulo degli inquinanti. Nella stagione primaverile/estiva si osserva una riduzione generale dei livelli favorita anche da un rallentamento delle attività che costituiscono fattori di pressione per questo inquinante.

Il mese peggiore è risultato febbraio con una media complessiva per le stazioni locali di $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$; la stazione locale dove si registrano i valori più alti risulta Barco, con una media mensile a febbraio pari a $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e medie mensili di novembre e dicembre rispettivamente di 31 e $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dati Giornalieri



Giorno Tipo



Il giorno tipo mostra generalmente un doppio picco nelle ore mattutine e serali in corrispondenza di un numero maggiore di transiti veicolari relativi ai trasferimenti casa/lavoro, con livelli superiori, tra le locali, a Barco.

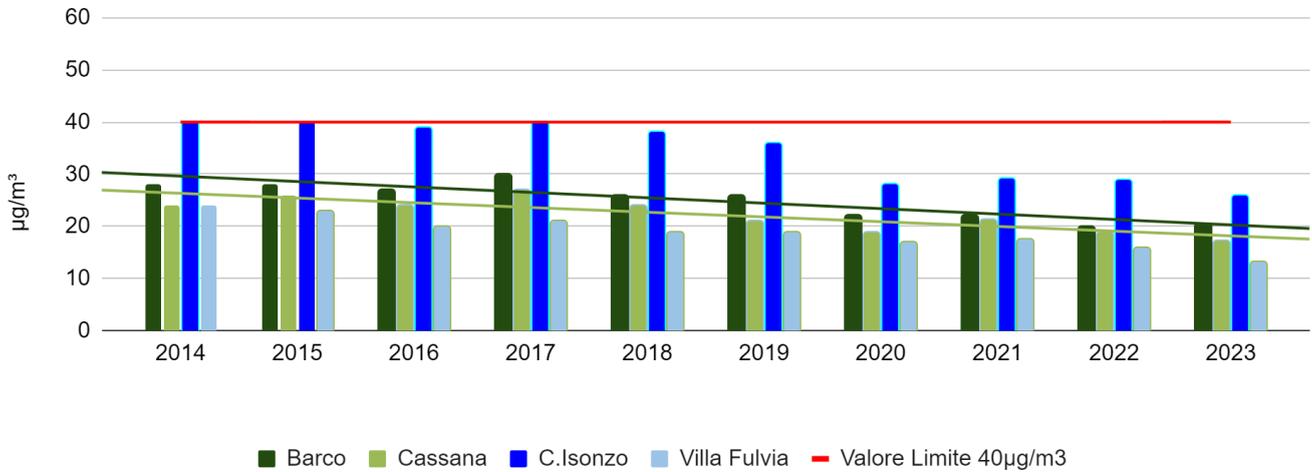
Trend

Medie annuali

	Concentrazioni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	Barco	Cassana	C. Isonzo	Villa Fulvia
Anno 2014	28	24	40	24
Anno 2015	28	26	40	23
Anno 2016	27	24	39	20
Anno 2017	30	27	40	21
Anno 2018	26	24	38	19
Anno 2019	26	21	36	19
Anno 2020	22	19	28	17
Anno 2021	22	21	29	18
Anno 2022	20	19	29	16
Anno 2023	21	17	26	13

 Stazioni Locali
 \leq Valore Limite $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 $>$ Valore Limite $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Medie annuali e Linee di tendenza



Il Valore Limite Annuale fissato a 40 µg/m³ risulta da diversi anni rispettato da tutte le stazioni, anche nella centralina da traffico di C. Isonzo, dove questo indicatore è stato in passato critico, con valori in alcuni anni prossimi o superiori al Valore Limite. Il trend delle medie annuali, dal 2014 al 2023, mostra per entrambe le stazioni locali una apprezzabile diminuzione delle concentrazioni; rispetto ai dati del 2014 quelli del 2023 mostrano una riduzione percentuale media pari al 27% (C. Isonzo e Villa Fulvia appartenenti alla RRQA mostrano una riduzione percentuale media pari al 40%), con valori leggermente più alti nella stazione industriale di Barco.

Benzene

Il benzene (C₆H₆) appartiene alla classe dei composti organici volatili, infatti a temperatura ambiente volatilizza assai facilmente, cioè passa dalla fase liquida a quella gassosa; è un costituente naturale del petrolio e ha un caratteristico odore aromatico pungente.

L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) classifica il benzene come sostanza cancerogena di classe I, in grado di produrre varie forme di leucemia. La classe I corrisponde ad una evidenza di cancerogenicità per l'uomo di livello "sufficiente".

In passato il benzene è stato ampiamente utilizzato come solvente in molteplici attività industriali e artigianali (produzione di gomma, plastica, inchiostri e vernici, nell'industria calzaturiera, nella stampa a rotocalco, nell'estrazione di oli e grassi etc.). La maggior parte del benzene oggi prodotto (85%) trova impiego nella chimica come materia prima per numerosi composti secondari, a loro volta utilizzati per produrre plastiche, resine, detergenti, fitofarmaci, intermedi per l'industria farmaceutica, vernici, collanti, inchiostri, adesivi e prodotti per la pulizia. Il benzene è, inoltre, contenuto nelle benzine, nelle quali viene aggiunto, insieme ad altri composti aromatici, per conferire le volute proprietà antidetonanti e per aumentare il "numero di ottani", in sostituzione totale (benzina verde) o parziale (benzina super) dei composti del piombo.

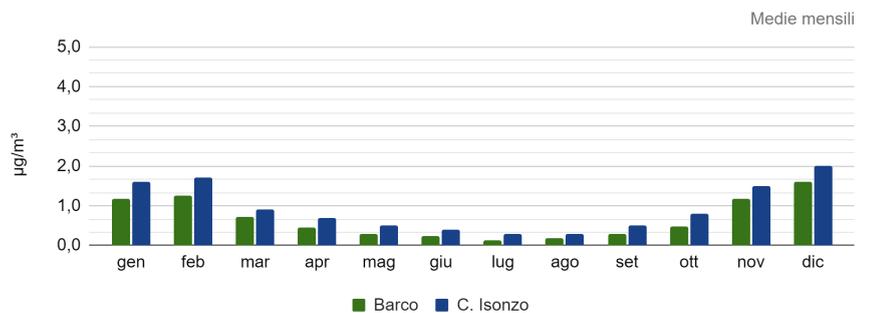
Limiti di legge

D. Lgs. 155 del 13/8/2010 - Direttiva UE 2008/50/CE

Valore Limite annuale	media annuale	5 µg/m ³
-----------------------	---------------	---------------------

Analisi dati

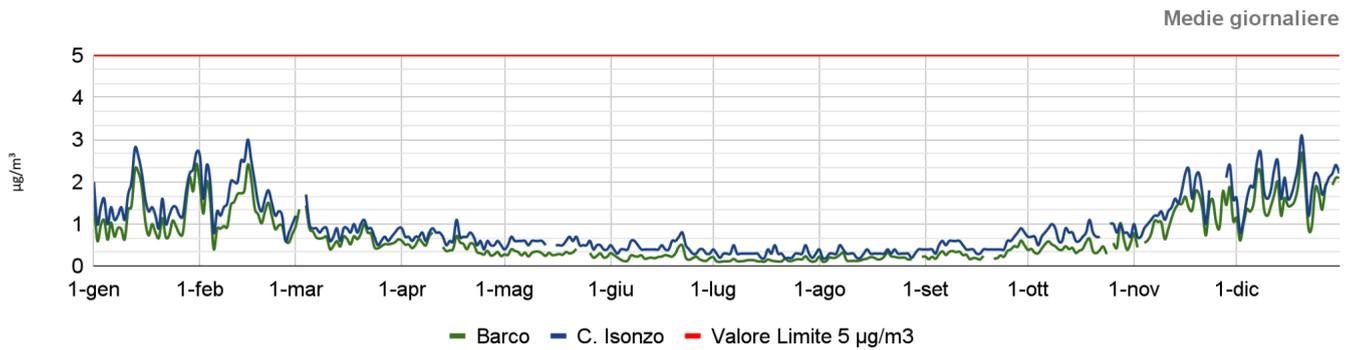
	Stazione	
	Barco	C. Isonzo
Media annuale (µg/m³)	0,7	0,9
Minimo (µg/m³)	< 0,1	< 0,1
Massimo (µg/m³)	4,9	6,1
25° percentile (µg/m³)	0,2	0,4
50° percentile (µg/m³)	0,4	0,7
75° percentile (µg/m³)	0,9	1,3
95° percentile (µg/m³)	2,0	2,4
Dati Validi (%)	98%	98%
Limite di quantificazione: 0,1 µg/m ³ ■ ≤ Valore Limite 5 µg/m ³ ■ > Valore Limite 5 µg/m ³		



I dati dell'anno 2023 rispettano ampiamente il Valore Limite annuale di 5 µg/m³.

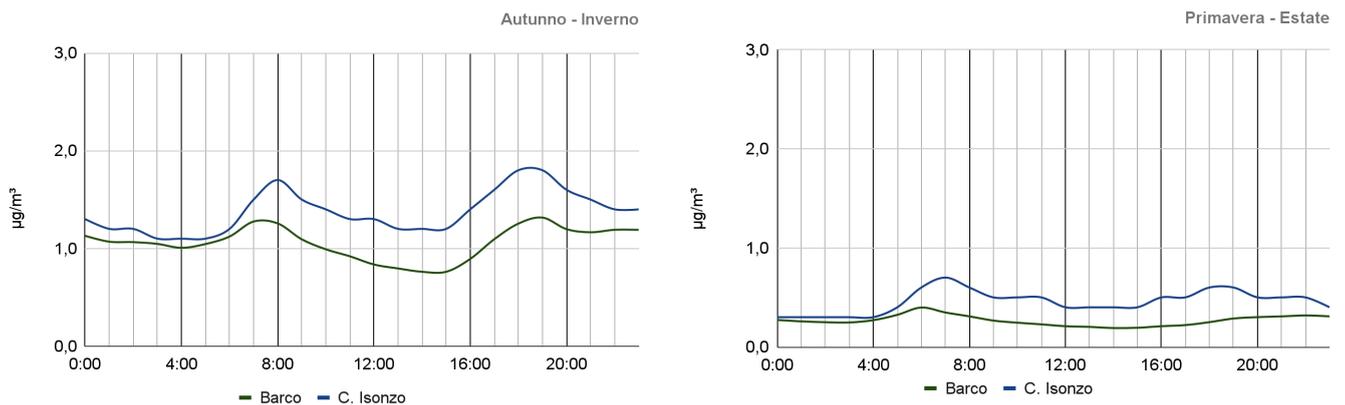
Dall'esame dei grafici emerge che la stagione invernale è quella che fa registrare le concentrazioni maggiori; nei mesi estivi i livelli di Benzene risultano estremamente bassi e prossimi al limite di rilevabilità strumentale. Le stazioni di Barco e C. Isonzo mostrano concentrazioni di Benzene simili, con valori leggermente più alti nella centralina da traffico di C. Isonzo.

Dati giornalieri



Il valore orario più alto nella stazione locale di Barco (4,9 µg/m³) è stato misurato il 17 dicembre, mentre nella centralina da traffico della RRQA di C. Isonzo (5,9 µg/m³) è stato misurato il 24 novembre.

Giorno Tipo



In analogia al biossido di azoto, il giorno tipo autunno-invernale evidenzia un doppio picco corrispondente alle ore mattutine e serali caratterizzate da maggiori transiti veicolari legati agli spostamenti casa - lavoro; nella stagione primaverile-estiva tale andamento risulta visibile solo nella stazione da traffico di C. Isonzo.

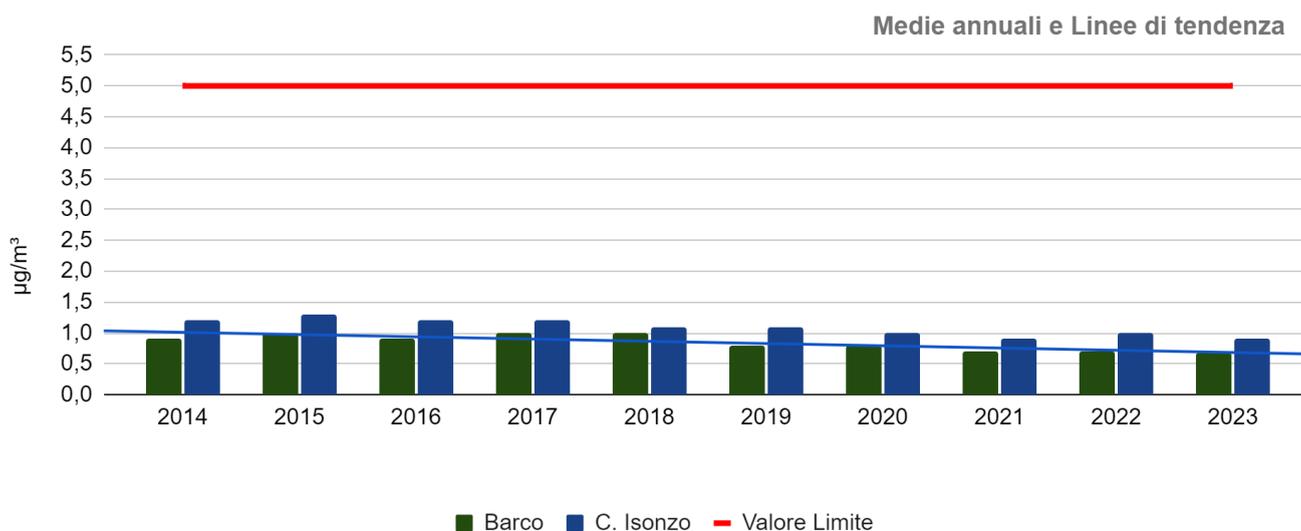
Il Valore Limite Annuale fissato in 5 µg/m³ risulta ampiamente rispettato in entrambe le stazioni.

Trend

Medie annuali

Concentrazioni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
Stazione	Barco	C. Isonzo
Anno 2014	0,9	1,2
Anno 2015	1,0	1,3
Anno 2016	0,9	1,2
Anno 2017	1,0	1,2
Anno 2018	1,0	1,1
Anno 2019	0,8	1,1
Anno 2020	0,8	1,0
Anno 2021	0,7	0,9
Anno 2022	0,7	1,0
Anno 2023	0,7	0,9

■ Stazioni Locali
 ■ \leq Valore Limite $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 ■ $>$ Valore Limite $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Le concentrazioni medie annuali di Benzene confermano anche per il 2023 il trend in diminuzione dell'ultimo decennio e non si segnalano criticità a carico di questo inquinante che ha ormai raggiunto livelli molto contenuti rispetto al Valore Limite Annuale.

Toluene, Etilbenzene e Xileni

Di seguito si riportano alcune elaborazioni sui dati di altri composti aromatici analizzati presso la stazione di Barco: si precisa che per Toluene, Etilbenzene e Xileni la normativa italiana non prevede Valori Limite in aria ambiente. Nella tabella seguente si riportano alcuni riferimenti internazionali sui livelli di esposizione.

Valori Guida Internazionali

Composto	Valore Guida	Periodo	Fonte
Toluene	260 µg/m ³	media settimanale	WHO - Air Quality Guidelines - Anno 2000
Xileni	*Rfc: 100 µg/m ³	media 24 ore	EPA – Integrated Risk Information System Anno 2003
Etilbenzene	*Rfc: 1000 µg/m ³	media 24 ore	EPA – Integrated Risk Information System - Anno 1991
*RfC= Reference Concentration for Chronic Inhalation Exposure			

	Barco			C. Isonzo		
	Toluene	Etilbenzene	Xileni	Toluene	Etilbenzene	Xileni
Media annuale (µg/m³)	1,6	0,3	1,3	2,5	0,4	2,3
Minimo (µg/m³)	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	0,1
Massimo (µg/m³)	22,0	16,1	21,7	57,9	7,4	35,4
25° percentile (µg/m³)	0,5	0,1	0,3	1,2	0,2	1,0
50° percentile (µg/m³)	1,0	0,2	0,8	1,8	0,3	1,6
75° percentile (µg/m³)	2,1	0,4	1,7	3,0	0,5	2,8
95° percentile (µg/m³)	4,8	1,0	4,0	6,3	1,1	5,9
Dati Validi (%)	98%	97%	96%	98%	98%	98%

Dall'esame dei dati emerge che la stazione di Barco presenta dati di toluene, etilbenzene e xileni lievemente più bassi rispetto alla stazione di C.Isonzo, in analogia con il benzene.

I dati misurati sono molto bassi e lontani dai valori Guida Internazionali.

Monossido di Carbonio (CO)

Il monossido di carbonio è un tipico prodotto derivante dalla combustione, è un gas incolore e inodore.

Il CO si forma durante la combustione in difetto di aria, quando il quantitativo di ossigeno non è sufficiente per ossidare completamente le sostanze organiche.

A bassissime dosi il CO non è pericoloso, ma già a livelli di concentrazione nel sangue pari al 10-20% il soggetto avverte i primi sintomi, quali lieve emicrania e stanchezza.

La principale sorgente di CO è storicamente rappresentata dal traffico veicolare (circa l'80% delle emissioni a livello mondiale), essendo presente in particolare, nei gas di scarico dei veicoli a benzina.

La concentrazione di CO emessa dagli scarichi dei veicoli è strettamente connessa alle condizioni di funzionamento del motore: si registrano concentrazioni più elevate con motore al minimo e in fase di decelerazione, condizioni tipiche di traffico urbano intenso e rallentato. La continua evoluzione delle tecnologie utilizzate ha comunque permesso di ridurre notevolmente la presenza di questo inquinante in aria.

Dal 2020 questo inquinante non viene più misurato nelle stazioni della rete regionale ma solo in quelle locali di Barco e Cassana.

Limiti di legge

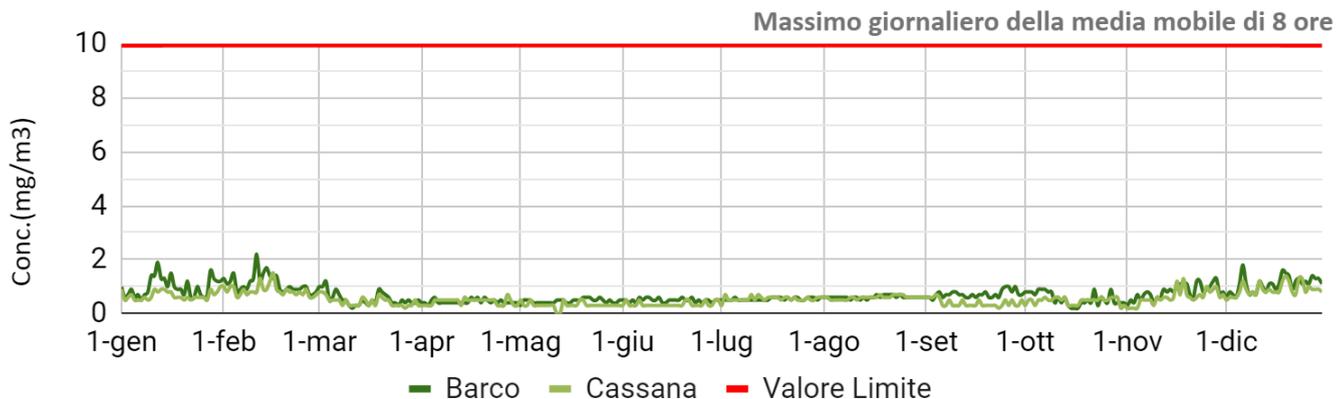
D. Lgs. 155 del 13/8/2010 - Direttiva UE 2008/50/CE

Valore Limite	massima media mobile 8 ore	10 mg/m ³
---------------	----------------------------	----------------------

Analisi dati

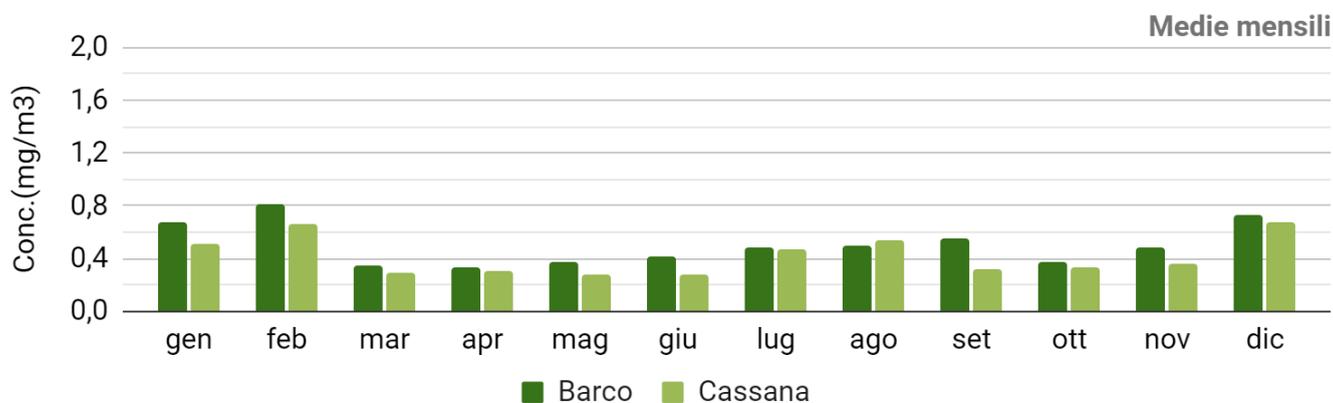
	Stazioni	
	Barco	Cassana
Massima media mobile su 8	1,0	1,0
Media annuale (mg/m ³)	0,5	0,4
Minimo (mg/m ³)	0,1	0,0
Massimo (mg/m ³)	2,2	1,5
25° percentile (mg/m ³)	0,4	0,3
50° percentile (mg/m ³)	0,5	0,3
75° percentile (mg/m ³)	0,6	0,5
95° percentile (mg/m ³)	0,9	0,8
Dati Validi (%)	100%	100%
■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite		

Superamenti



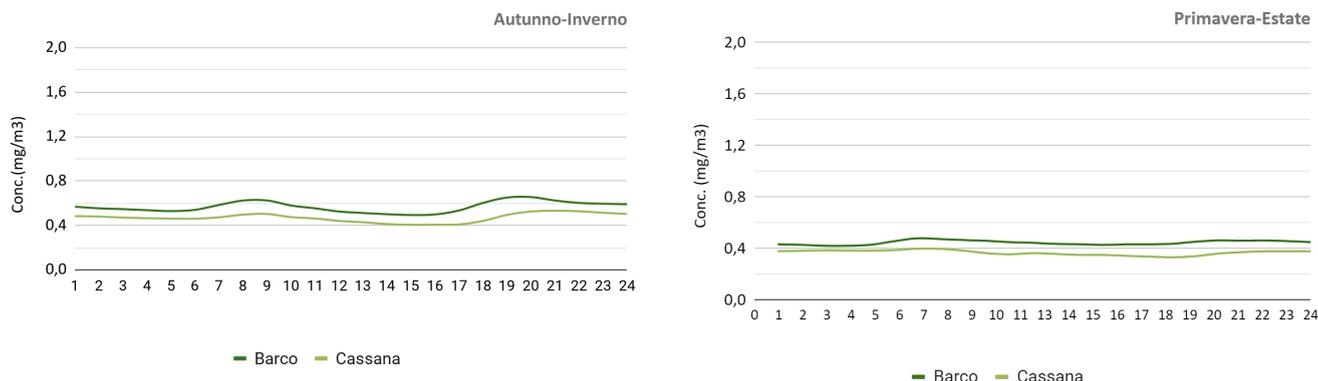
La massima media mobile delle 8 ore nel 2023 è risultata pari a 2,2 mg/m³ per la stazione di Barco, 1,5 mg/m³ per quella di Cassana, a fronte di un valore limite pari a 10 mg/m³. Non si rilevano pertanto criticità a carico di questo inquinante.

Andamento medie mensili



L'andamento di questo inquinante è pressoché costante nel corso dell'anno, con valori molto bassi, di poco superiori al limite di rilevabilità strumentale; durante l'inverno le concentrazioni sono lievemente superiori a causa dell'elevata stabilità atmosferica che crea condizioni sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Giorno tipo

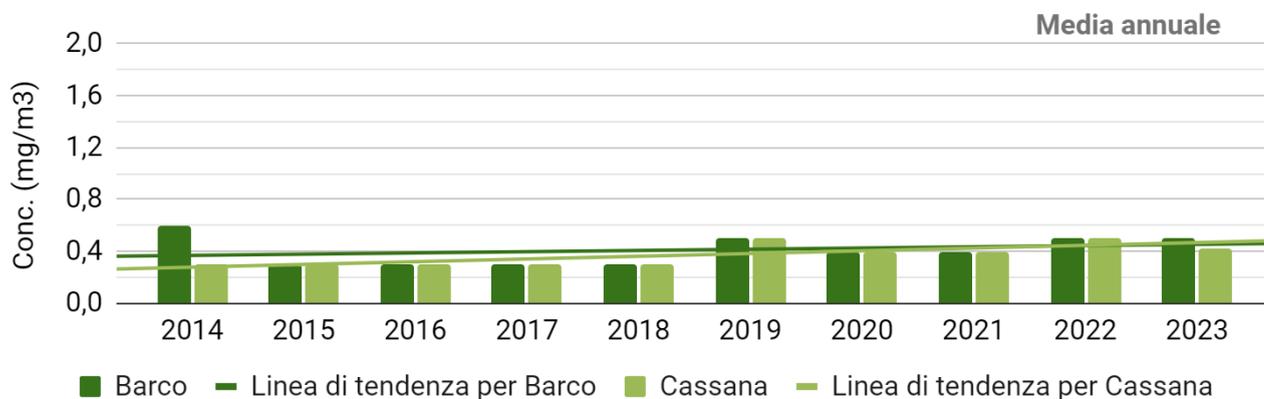


Il grafico del giorno tipo nella stagione Autunno-Inverno presenta due lievi picchi, al mattino e alla sera, nelle ore di maggior transito veicolare, con un lieve calo nelle ore centrali.

Trend

Medie annuali

Stazioni	Concentrazioni (mg/m ³)	
	Barco	Cassana
Anno 2014	0,6	0,3
Anno 2015	0,3	0,3
Anno 2016	0,3	0,3
Anno 2017	0,3	0,3
Anno 2018	0,3	0,3
Anno 2019	0,5	0,5
Anno 2020	0,4	0,4
Anno 2021	0,4	0,4
Anno 2022	0,5	0,5
Anno 2023	0,5	0,4



Il trend relativo alla media annuale evidenzia una sostanziale stabilità dei valori misurati, attestati su livelli molto bassi; questo inquinante, allo stato attuale, non presenta più alcuna criticità e, in considerazione di ciò, l'attuale configurazione della Rete di Monitoraggio non ne prevede più la misura; il CO viene precauzionalmente misurato solo nelle stazioni locali in prossimità di impianti di combustione.

Modalità di diffusione dei dati

Analogamente ai dati della Qualità dell'aria della RRQA, anche i dati delle stazioni locali sono pubblicati da Arpae Emilia-Romagna ogni giorno sulla pagina web dedicata alla qualità dell'aria <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria> in cui sono riportati i dati delle stazioni e le mappe di valutazione e previsione quotidiane su tutto il territorio regionale.

La sezione "Situazione riassuntiva regionale" riporta anche i livelli giornalieri e le statistiche riepilogative relative al superamento dei limiti in ciascuna stazione [Arpae - Qualità dell'aria: situazione riassuntiva regionale](#).

I dati giornalieri vengono pubblicati previa validazione da parte degli operatori qualificati; nei fine settimana e nei giorni festivi i dati sono pubblicati previo controllo automatico ma senza validazione da parte dell'operatore per cui possono subire variazioni a seguito del processo di validazione nel primo giorno lavorativo.