

La qualità dell'aria in provincia di Modena

Le stazioni della rete regionale di monitoraggio

Report dati anno 2022

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

Servizio Sistemi Ambientali – Area Prevenzione Ambientale Centro

Viale A.Fontanelli n.23 | 41121 Modena | tel 059 433611 fax 059 433658 **PEC aoomo@cert.arpae.emr.it**

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

SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ CERTIFICATO



UNI EN ISO 9001:2015

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

Responsabilità scientifica:

Enrica Canossa - Resp. Servizio Sistemi Ambientali

Tiziana Melfi - Resp. Unità Specialistica Aria/CEM

Gruppo di lavoro:

Antonella Anceschi, Antonella Sterni, Francesca Novelli, Paola Leuci, Sabina Bellodi

rev 0 - giugno 2023

Sommario

Quadro generale	5
L'inventario delle emissioni	7
Emissioni in provincia di Modena	8
Emissioni nel comune di Modena	10
La rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria	12
La rete regionale di monitoraggio a Modena	13
La qualità dell'aria a Modena in sintesi	14
Polveri PM10	14
Polveri PM2.5	14
Metalli	14
Benzo(a)pirene	15
Ozono O3	15
Biossido di azoto NO2	15
Benzene	16
IQA Indice sintetico della qualità dell'aria	16
La situazione in dettaglio	17
Polveri PM10	17
Limiti di legge	17
Analisi dei dati	18
Superamenti del Valore Limite giornaliero di 50 µg/m3	18
Andamento medie mensili	19
Settimana tipo	19
Dati Giornalieri	20
Trend	20
Medie annuali	20
Superamenti	21
Confronto Giorni critici e medie annuali PM10	22
Polveri PM2.5	23
Limiti di legge	23
Analisi dei dati	23
Andamento medie mensili	24
Settimana Tipo	24
Dati Giornalieri	25
Rapporto PM2.5/PM10	25
Trend	26
Medie annuali	26
Metalli: nichel, arsenico, cadmio e piombo	28
Limiti di legge	28
Analisi dei dati	28
Nichel	29
Arsenico	29
Cadmio	30
Trend	31
Nichel	31
Arsenico	31
Cadmio	32
Piombo	33

Benzo(a)pirene	34
Limiti di legge	34
Analisi dati	34
Andamento medie mensili	35
Trend	35
Medie annuali	35
Ozono (O3)	36
Limiti di legge	36
Analisi dati	36
Superamenti della Soglia di Informazione	37
Superamenti Obiettivo a Lungo Termine	38
Andamento medie mensili	39
Settimana Tipo	39
Dati giornalieri	40
Giorno Tipo	40
Trend	41
Numero di superamenti della Soglia di Informazione	41
Numero di giorni di superamento del Valore Obiettivo	42
AOT 40	43
Biossido di Azoto NO2	45
Limiti di legge	45
Analisi dei dati	45
Superamenti del Valore Limite orario di 200 µg/m3	46
Andamento dati mensili	46
Settimana tipo	47
Dati Giornalieri	47
Giorno Tipo	47
Trend	48
Medie annuali	48
Benzene	50
Limiti di legge	50
Analisi dati	50
Andamento medie mensili	51
Settimana tipo	51
Dati giornalieri	51
Giorno Tipo	52
Trend	52
Medie annuali	52
Toluene, Etilbenzene e Xileni	54
Indice sintetico della Qualità dell'aria (IQA)	55
Analisi dei dati	55
Trend	57
Modalità di diffusione dei dati	58

Allegato A: la meteorologia in provincia di Modena report anno 2022

Quadro generale



La regione Emilia-Romagna occupa la porzione sud orientale della Pianura Padana ed è delimitata dal fiume Po a nord, dal mare Adriatico a est e dalla catena Appenninica a sud. La fascia pianeggiante ha un'altitudine ovunque inferiore ai 100 m, con vaste aree al livello del mare nel settore orientale; le zone montuose sono caratterizzate da numerose piccole valli, che presentano generalmente un andamento parallelo tra loro e perpendicolare alla catena Appenninica.

Il Bacino Padano

Le condizioni meteorologiche e il clima dell'Emilia-Romagna sono fortemente influenzate dalla conformazione topografica della pianura padana: la presenza di montagne su tre lati rende questa regione una sorta di "catino" naturale, in cui l'aria tende a ristagnare.

Le condizioni meteorologiche influenzano i gas e gli aerosol presenti in atmosfera in molti modi: ne controllano il trasporto, la dispersione e la deposizione al suolo; influenzano le trasformazioni chimiche che li coinvolgono; hanno effetti diretti e indiretti sulla loro formazione. Alcune sostanze possono rimanere in aria per periodi anche molto lunghi, attraversando i confini amministrativi e rendendo difficile distinguere i contributi delle singole sorgenti emissive alle concentrazioni totali.

Ad esempio, nelle condizioni tipicamente estive con bassa ventilazione, intensa radiazione solare e presenza di un campo anticiclonico consolidato, gli strati atmosferici più vicino al suolo, a causa del loro riscaldamento, risultano interessati da fenomeni di rimescolamento e da locali circolazioni d'aria. In tali condizioni, sull'intero territorio di pianura le masse d'aria sono chimicamente omogenee e favorevoli alla dispersione di inquinanti quali PM10 e NO₂,

ma l'elevata radiazione solare favorisce la formazione di ozono, che si presenta a elevate concentrazioni su tutta l'area, con massimi locali dovuti al trasporto a piccola scala determinato dalle brezze.

Nel periodo invernale, la formazione di una vasta area anticiclonica stabile sul Nord Italia favorisce la formazione di condizioni di inversione termica nello strato atmosferico superficiale, in particolare nelle ore notturne.

In queste condizioni, che talvolta persistono per l'intera giornata, la dispersione degli inquinanti immessi in prossimità della superficie è fortemente limitata, determinando la formazione di aree inquinate in prossimità dei principali centri urbani; queste masse d'aria inquinate, rimanendo confinate prevalentemente alle aree urbane, portano alla formazione dei cosiddetti "pennacchi urbani".

Nelle stagioni di transizione, quali primavera e autunno, ma anche nel periodo invernale, sono frequenti le condizioni di tempo perturbato, determinate da condizioni generali di bassa pressione che si vengono a creare sull'area europea e mediterranea. Tra queste va ricordata la formazione di temporali in prossimità delle Alpi, la bora e i forti venti in prossimità del suolo nella parte orientale del bacino.

Nei mesi estivi si ha, invece, una minore influenza delle condizioni meteorologiche generali e prendono spesso il sopravvento fenomeni locali, quali i temporali, che si presentano con intensità diversa nelle varie zone del bacino padano adriatico. Tutte queste situazioni di tempo perturbato determinano, in generale, condizioni meteorologiche favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

L'inventario delle emissioni

Per comprendere il fenomeno dell'inquinamento atmosferico risulta fondamentale conoscere il carico emissivo degli inquinanti provenienti dalle diverse attività umane.

La stima quantitativa delle sostanze emesse dalle varie sorgenti, relativa dunque ai soli inquinanti di origine primaria, è realizzata utilizzando fattori di emissione medi e indicatori di attività integrati. Tali informazioni sono raccolte negli inventari delle emissioni, ovvero serie organizzate di dati relativi alla quantità di inquinanti introdotta in atmosfera da ciascuna fonte di emissione.

La metodologia di riferimento implementata dell'inventario regionale INEMAR è quella EMEP-CORINAIR¹ messa a punto dall'Agenzia Ambientale Europea.

La classificazione delle emissioni secondo tale metodologia prevede l'impiego della codifica **SNAP** (Selected Nomenclature for sources of Air Pollution) e lo svolgimento delle stime in funzione di essa.

Le attività antropiche e naturali che possono dare origine ad emissioni in atmosfera sono ripartite in **11 macrosettori**:

1. MS1 - Produzione di energia e trasformazione di combustibili: comprende le emissioni associate alla produzione di energia su ampia scala mediante processi di combustione controllata in caldaie, turbine a gas e motori stazionari.
2. MS2 - Combustione non industriale: comprende le emissioni associate ai processi di combustione non di tipo industriale e principalmente finalizzati alla produzione di calore (riscaldamento).
3. MS3 - Combustione industriale: comprende le emissioni associate ai processi di combustione per la produzione in loco di energia necessaria all'attività industriale.
4. MS4 - Processi Produttivi: comprende le emissioni associate dai processi industriali non legati alla combustione
5. MS5 - Estrazione e distribuzione di combustibili: comprende le emissioni dovute ai processi di produzione, distribuzione, stoccaggio di combustibile solido, liquido e gassoso e riguarda sia le attività sul territorio che quelle off-shore.
6. MS6 - Uso di solventi: comprende le emissioni prodotte dalle attività che prevedono l'utilizzo di prodotti contenenti solventi o la loro produzione.
7. MS7 - Trasporto su strada: include tutte le emissioni dovute alle automobili, ai veicoli commerciali leggeri e pesanti, ai motocicli, ciclomotori e agli altri mezzi di trasporto su gomma, comprendendo sia le emissioni dovute allo scarico sia quelle da usura dei freni, delle ruote e della strada
8. MS8 - Altre sorgenti mobili e macchinari: comprende le emissioni prodotte dal traffico aereo, marittimo, fluviale, ferroviario e dai mezzi a motore non transiti sulla rete stradale.
9. MS9 - Trattamento e smaltimento rifiuti: comprende le emissioni provenienti dalle attività di trattamento e smaltimento dei rifiuti.
10. MS10 - Agricoltura e allevamenti: il macrosettore 10 comprende le emissioni prodotte da tutte le pratiche agricole quali coltivazioni e allevamenti.
11. MS11 - Altre sorgenti e assorbimenti: il macrosettore 11 comprende le emissioni generate dall'attività fitologica di piante, arbusti ed erba, da fulmini, emissioni spontanee di gas, emissioni dal suolo e da vulcani, da combustione naturale e dalle attività antropiche quali foreste gestite e combustione dolosa di boschi.

L'aggiornamento più recente dell'**inventario regionale delle emissioni in atmosfera** è relativo all'anno **2019**².

Dall'inventario regionale è possibile estrarre le emissioni della provincia di Modena.

¹ <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019>

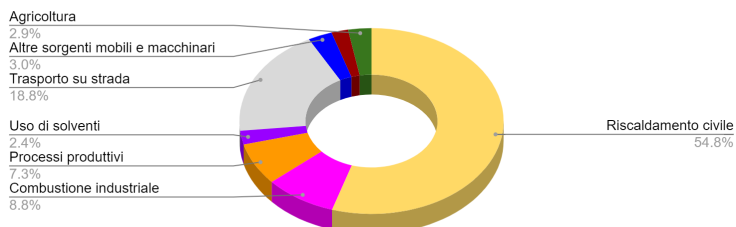
² <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/inventari-emissioni/inventario-inemar/inventario-emissioni>

Emissioni in provincia di Modena

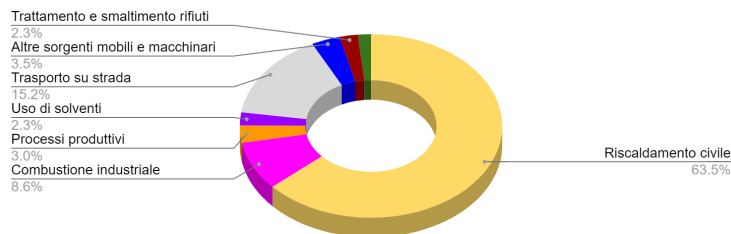
MACROSETTORI		Polveri PM10 t/a	Polveri PM2.5 t/a	Ossidi di Azoto NOx t/a	Monossido di carbonio CO t/a	Composti organici volatili COV t/a	Biossido di zolfo SO2 t/a	Ammoniaca NH3 t/a
MS1	Produzione di energia e trasformazione di combustibili	0	0	26	16	0	1	0
MS2	Riscaldamento civile	970	946	943	7311	826	34	112
MS3	Combustione industriale	156	128	1534	803	249	3575	11
MS4	Processi produttivi	129	45	10	8	43	3	10
MS5	Estrazione e distribuzione di combustibili	0	0	0	0	523	0	0
MS6	Uso di solventi	42	34	18	0	5035	0	1
MS7	Trasporto su strada	333	227	5325	4109	692	9	71
MS8	Altre sorgenti mobili e macchinari	52	52	943	335	101	3	0
MS9	Trattamento e smaltimento rifiuti	36	34	105	465	22	2	26
MS10	Agricoltura	51	24	60	91	4104	2	6213
MS11	Altre sorgenti e assorbimenti	0	0	0	0	3545	0	0
Totale		1769	1490	8965	13137	15138	3629	6445

Di seguito si riportano le distribuzioni percentuali delle emissioni generate dai vari macrosettori.

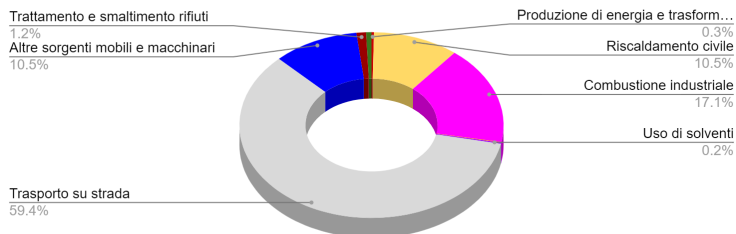
Contributo % dei macrosettori alle emissioni di PM10



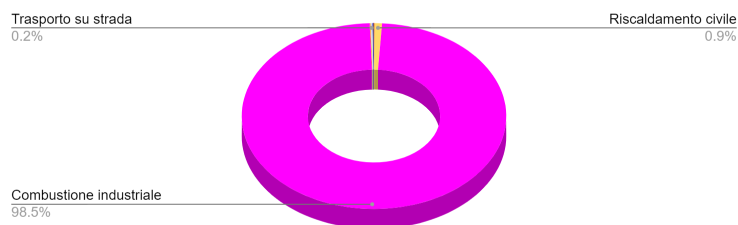
Contributo % dei macrosettori alle emissioni di PM2.5



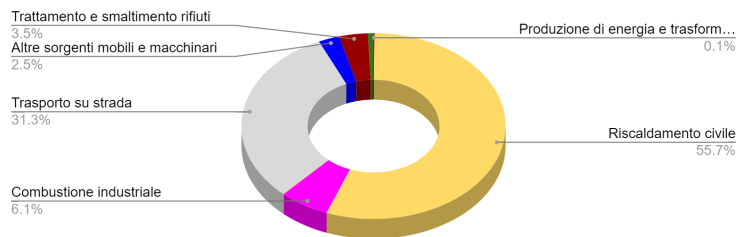
Contributo % dei macrosettori alle emissioni di NOx



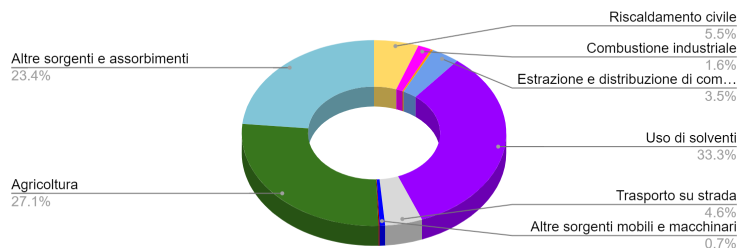
Contributo % dei macrosettori alle emissioni di SO2



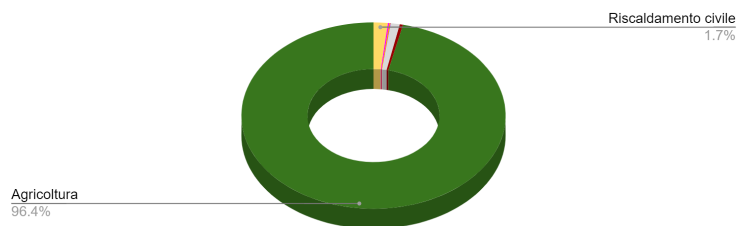
Contributo % dei macrosettori alle emissioni di CO



Contributo % dei macrosettori alle emissioni di COV



Contributo % dei macrosettori alle emissioni di NH3



Si osserva che:

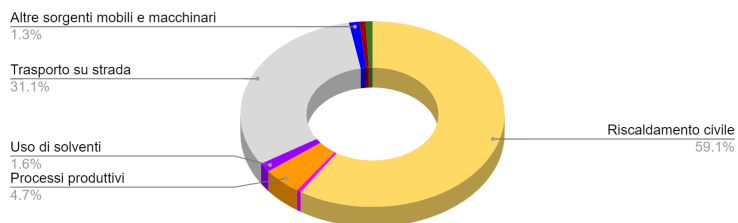
- **polveri primarie**: il maggiore contributo è dovuto al riscaldamento civile (55% PM10, 64% PM2.5), a cui segue il trasporto su strada (19% PM10, 15% PM2.5);
- **ossidi di azoto (NOx)**: la fonte principale è il trasporto su strada (59%), seguito dalla combustione nell'industria (17%), dal riscaldamento civile (11%) e dal trasporto con altre sorgenti mobili e macchinari (11%);
- **biossido di zolfo (SO₂)**: prodotto principalmente dalla combustione nell'industria (99%);
- **monossido di carbonio (CO)**: le fonti principali sono il riscaldamento civile (56%) e il trasporto su strada (31%);
- **composti organici volatili non metanici (COV)**: derivano soprattutto dall'utilizzo di solventi nel settore industriale e civile (33%); significativa risulta anche la produzione di COV di origine biogenica derivante dalle coltivazioni agricole e dalle foreste (27% e 23%);
- **ammoniaca (NH₃)**: deriva per la maggior parte da agricoltura e allevamenti (96%);

Emissioni nel comune di Modena

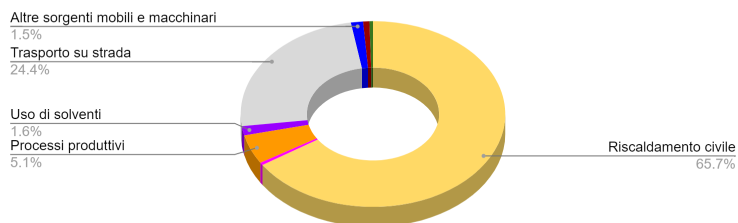
MACROSETTORI		Polveri PM10 t/a	Polveri PM2.5 t/a	Ossidi di Azoto NOx t/a	Monossido di carbonio CO t/a	Composti organici volatili COV t/a	Biossido di zolfo SO2 t/a	Ammoniaca NH3 t/a
MS1	Produzione di energia e trasformazione di combustibili	0	0	0	0	0	0	0
MS2	Riscaldamento civile	183	179	242	1401	164	7	21
MS3	Combustione industriale	2	1	33	14	14	176	11
MS4	Processi produttivi	15	14	1	0	1	2	7
MS5	Estrazione e distribuzione di combustibili	0	0	0	0	140	0	0
MS6	Uso di solventi	5	4	14	0	820	0	0
MS7	Trasporto su strada	96	66	1599	1206	191	3	21
MS8	Altre sorgenti mobili e macchinari	4	4	73	25	8	0	0
MS9	Trattamento e smaltimento rifiuti	2	2	73	35	10	1	1
MS10	Agricoltura	3	1	5	6	301	0	398
MS11	Altre sorgenti e assorbimenti	0	0	0	0	25	0	0
Totale		310	272	2041	2687	1673	190	458

Di seguito si riportano le distribuzioni percentuali delle emissioni generate dai vari macrosettori.

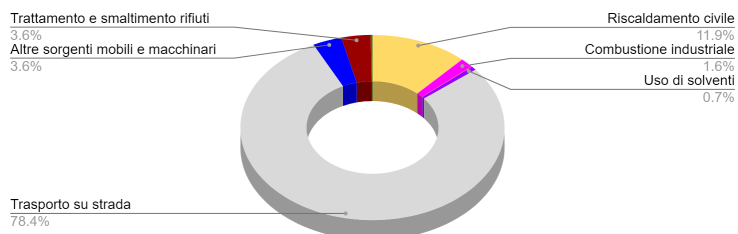
Contributo % dei macrosettori alle emissioni di PM10



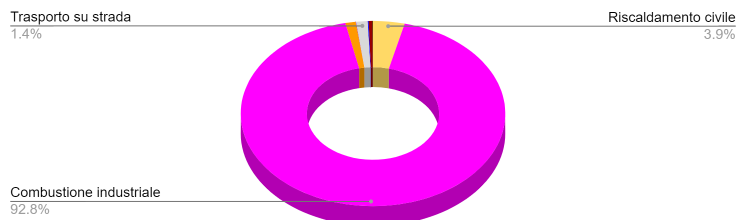
Contributo % dei macrosettori alle emissioni di PM2.5



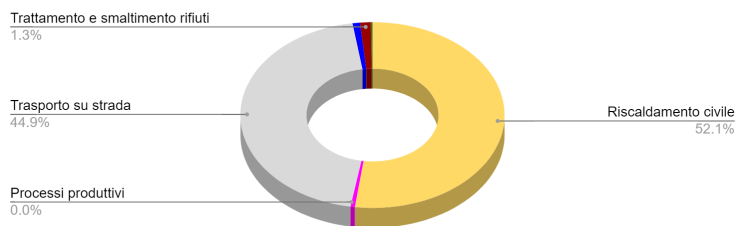
Contributo % dei macrosettori alle emissioni di NOx



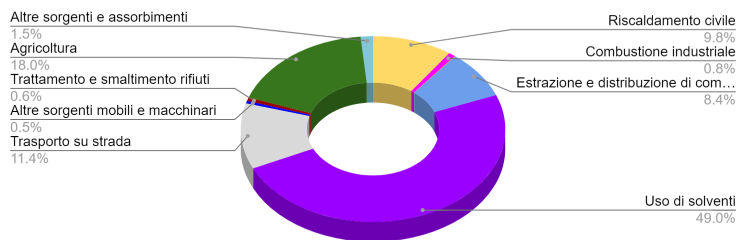
Contributo % dei macrosettori alle emissioni di SO2



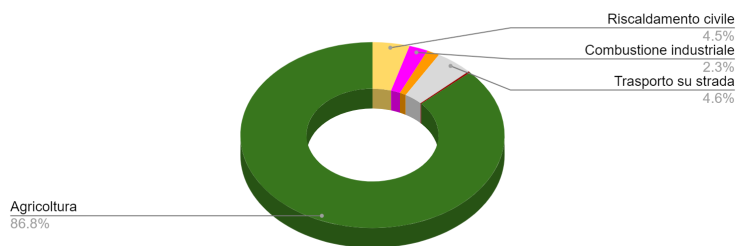
Contributo % dei macrosettori alle emissioni di CO



Contributo % dei macrosettori alle emissioni di COV



Contributo % dei macrosettori alle emissioni di NH3



Si osserva che:

- **polveri primarie**: il maggiore contributo è dovuto al riscaldamento civile (59% PM10, 66% PM2.5), a cui segue il trasporto su strada (31% PM10, 24% PM2.5);
- **ossidi di azoto (NOx)**: la fonte principale è il trasporto su strada (78%), seguito dal riscaldamento civile (12%);
- **biossido di zolfo (SO₂)**: è prodotto principalmente dalla combustione nell'industria (93%);
- **monossido di carbonio (CO)**: le fonti principali sono il riscaldamento civile (52%) e il trasporto su strada (45%);
- **composti organici volatili non metanici (COV)**: derivano soprattutto dall'utilizzo di solventi nel settore industriale e civile (49%); significativa risulta anche la produzione di COV di origine biogenica derivante dalle coltivazioni agricole (18%) e dal trasporto su strada (11%);
- **ammoniaca (NH₃)**: deriva per la maggior parte da agricoltura e allevamenti (87%);

La tabella seguente riporta i quantitativi complessivi emessi nel Comune e nella Provincia di Modena, evidenziando il peso percentuale del comune capoluogo rispetto al totale provinciale.

Emissioni totali	Polveri PM10 (t/anno)	Polveri PM2.5 (t/anno)	Ossidi di azoto NOx (t/anno)	Monossido di carbonio CO (t/anno)	Composti Organici Volatili COV (t/anno)	Biossido di zolfo SO2 (t/anno)	Ammoniaca NH3 (t/anno)
Comune di Modena	310	272	2041	2687	1673	190	458
Provincia di Modena	1769	1490	8965	13137	15138	3629	6445
contributo % Comune di Modena/Provincia di Modena	17.5%	18.2%	22.8%	20.5%	11.1%	5.2%	7.1%

Gli inquinanti per i quali è più significativo il peso del comune rispetto alla provincia sono polveri, monossido di carbonio ed ossidi di azoto.

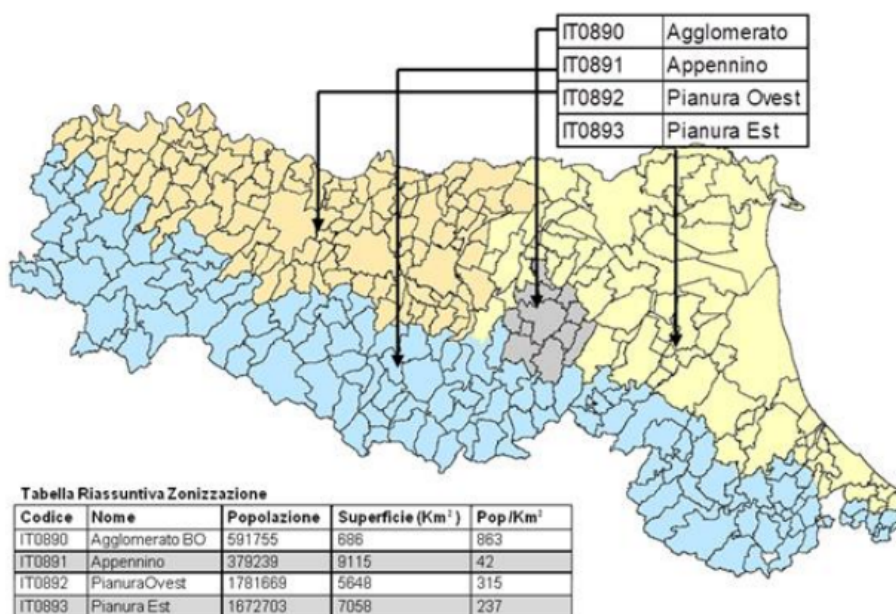
La rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria

La valutazione della qualità dell'aria in Emilia-Romagna viene attuata secondo un programma approvato dalla Giunta regionale da ultimo con Deliberazione n. 1135/2019 avente per oggetto "Approvazione del progetto di riesame della classificazione delle zone e degli agglomerati della Regione Emilia Romagna ai fini della valutazione della qualità dell'aria" in recepimento del Decreto Legislativo 13 agosto 2010 n. 155 di attuazione della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa."

La Delibera regionale riporta la suddivisione del territorio in quattro aree omogenee:

- **AGGLOMERATO DI BOLOGNA** - zona costituita da un insieme di aree urbane avente una popolazione inferiore a 250000 abitanti, ma con una densità di popolazione per Km² superiore a 3000 abitanti.
- **PIANURA OVEST** - porzione di territorio con caratteristiche meteo climatiche simili dove è elevato il rischio di superamento dei limiti di legge per alcuni parametri.
- **PIANURA EST** - porzione di territorio con caratteristiche meteo climatiche simili dove è elevato il rischio di superamento dei limiti di legge per alcuni parametri.
- **APPENNINO** - porzione di territorio dove i valori della qualità dell'aria sono inferiori ai parametri di legge

La zonizzazione definisce le unità territoriali sulle quali viene eseguita la valutazione della qualità dell'aria e alle quali si applicano le misure gestionali.



La rete regionale della qualità dell'aria (RRQA) dal primo gennaio 2013 è composta da 47 punti di misura in siti fissi ed è dotata di circa 170 analizzatori automatici. La rete è completata da 10 laboratori mobili e numerose unità mobili per la realizzazione di specifiche campagne di valutazione.

La rete ha ottenuto nel 2005 la certificazione UNI EN ISO 9001, che da allora ha sempre mantenuto. Il sistema di controllo qualità, attraverso una sistematica azione di documentazione delle procedure, controllo e verifica, garantisce il mantenimento degli standard stabiliti dalla certificazione.

Gli inquinanti monitorati variano da stazione a stazione in dipendenza dalle caratteristiche di diffusione e dinamica chimico-fisica dell'inquinamento, dalla distribuzione delle sorgenti di emissione e dalle caratteristiche del territorio. Si va dai 47 punti di misura per l'NO₂ ai 43 punti di misura per il PM₁₀, mentre vengono progressivamente ridotti gli analizzatori che monitorano inquinanti la cui concentrazione è ormai al di sotto del limite di rilevabilità strumentale o ampiamente al di sotto dei valori limite (esempio SO₂ e CO).

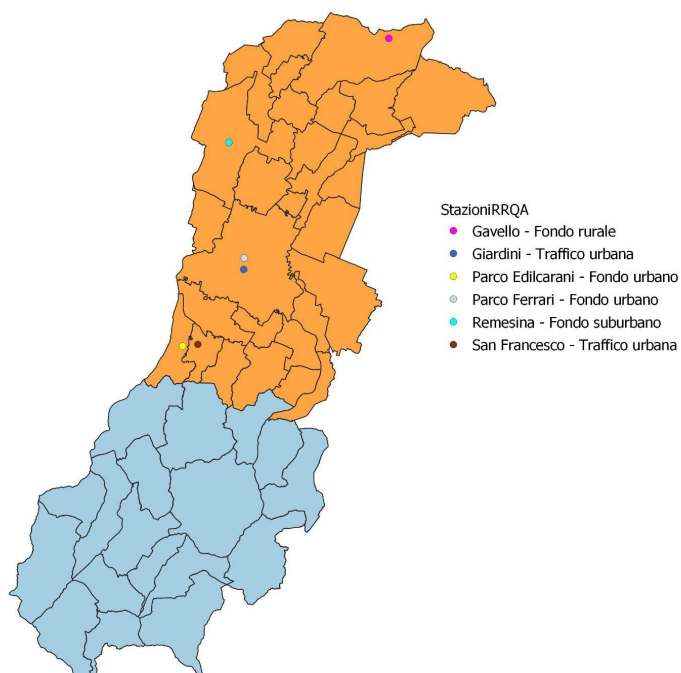
Le stazioni sono ubicate prevalentemente in area urbana e rappresentative pertanto delle aree a maggiore densità abitativa della regione.

Oggi le forme più significative di inquinamento sono dovute a inquinanti secondari (come ozono e polveri fini e ultrafini), che tendono a interessare tutto il territorio e non solo le aree industriali e urbane immediatamente prossime ai punti di emissione.

La rete regionale di monitoraggio a Modena

Zona Ovest	Bastiglia , Bomporto, Campogalliano, Camposanto, Carpi, Castelfranco Emilia, Castelnuevo Rangone, Castelvetro di Modena, Cavezzo, Concordia sulla Secchia, Finale Emilia, Fiorano Modenese, Formigine, Maranello, Medolla, Mirandola, Modena, Nonantola, Novi di Modena, Ravarino, San Cesario sul Panaro, San Felice sul Panaro, San Possidonio, San Prospero, Sassuolo, Savignano sul Panaro, Soliera, Spilamberto, Vignola
Appennino	Fanano, Fiumalbo, Frassinoro, Guiglia, Lama Mocogno, Marano sul Panaro, Montecreto, Montefiorino, Montese, Palagano, Pavullo nel Frignano, Pievepelago, Polinago, Prignano sulla Secchia, Riolunato, Serramazzoni, Sestola, Zocca

STAZIONI	Ubicazione	Comune	Attiva dal	zona	tipo	CONFIGURAZIONE				
						NO _x	O ₃	PM10	PM2.5	BTX
 GIARDINI	Via Giardini 543 *	Modena	1990			X		X		X
 PARCO FERRARI	Parco Ferrari	Modena	2005			X	X	X	X	
 REMESINA	Via Remesina	Carpi	1997			X	X	X		
 GAVELLO	Via Gazzi – loc. Gavello	Mirandola	2008			X	X	X	X	
 SAN FRANCESCO	Circ. San Francesco **	Fiorano M	2007			X		X		
 PARCO EDILCARANI	Parco Edilcarani	Sassuolo	2010			X	X	X	X	
Zona:  Urbana  Suburbana  Rurale Tipo:  Traffico  Fondo  Industriale										
* Traffico di 33000 veicoli /giorno **Traffico di 26000 veicoli/giorno										



A seguito della modifica della configurazione della rete determinata dalla DGR 1135/2019, a partire dal 2020 a Modena sono stati dismessi gli analizzatori di monossido di carbonio e un analizzatore di BTX. Il monitoraggio di benzene rimane nella stazione da traffico presente nel comune capoluogo (Giardini).

La qualità dell'aria a Modena in sintesi

Polveri PM10

Valore Limite giornaliero: 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (da non superare più di 35 volte/anno)

Valore Limite annuale: 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



VALORE LIMITE ANNUALE : RISPETTATO

Nel 2022 tutte le stazioni hanno misurato una media annuale inferiore al Valore limite annuale di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; le stazioni da traffico di Giardini e San Francesco sono quelle con valori più alti, pari rispettivamente a 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nell'ultimo decennio il Valore Limite Annuale fissato a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato rispettato in tutte le stazioni.

Il trend delle medie annuali mostra complessivamente un lieve incremento, soprattutto per la stazione da traffico di Giardini



VALORE LIMITE GIORNALIERO: NON RISPETTATO

I superamenti del Valore Limite giornaliero sono maggiori dei 35 consentiti in 4 stazioni su 6; le stazioni che rispettano completamente i limiti imposti dalla normativa sono Parco Edilcarani a Sassuolo (stazione di fondo urbano) e Gavello a Mirandola (stazione di fondo rurale).

Il trend del numero di superamenti delle stazioni della RRQA rimane un indicatore ancora critico in particolare per le stazioni da traffico, più contenuto per quelle di fondo.

Polveri PM2.5

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



VALORE LIMITE ANNUALE : RISPETTATO

Il valore limite per la concentrazione media annuale di PM2.5 (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) è stato rispettato in tutte le stazioni di misura.

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.

Il trend delle medie annuali mostra complessivamente una stabilità delle concentrazioni.

Metalli

Arsenico: Valore Obiettivo (media annuale): 6,0 ng/m^3

Cadmio: Valore Obiettivo (media annuale): 5,0 ng/m^3

Nichel: Valore Obiettivo (media annuale): 20,0 ng/m^3

Piombo: Valore Limite (media annuale): 500 ng/m^3



Valore Obiettivo o Valore Limite : RISPETTATO

Come indicato dal D.Lgs. 155/10 i metalli sono stati ricercati sul particolato PM10; la stazione di monitoraggio è quella di Parco Ferrari (tipologia fondo urbano) a Modena.

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

Se si analizza il trend delle medie annuali dal 2013 al 2022 della stazione di Parco Ferrari, si può notare un calo per tutti i metalli.

Benzo(a)pirene

Valore Obiettivo media annuale: 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 stazione di monitoraggio è quella di Parco Ferrari (tipologia fondo urbano) a Modena.

La concentrazione media annuale risulta ampiamente al di sotto del valore di riferimento normativo (1,0 ng/m³).

Il trend dal 2013 al 2022 evidenzia un leggero calo, anche se nel 2022 si è registrato un valore medio leggermente superiore a quelli del biennio precedente.

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)

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

Protezione della vegetazione

Valore Obiettivo: 18000 µg/m³*h (AOT40* : calcolata sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio) come media su 5 anni

*Per AOT40 si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ e 80 µg/m³ in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le ore 8:00 e le 20:00 nel periodo maggio-luglio



SOGLIA DI INFORMAZIONE ALLA POPOLAZIONE: NON RISPETTATA

Nel 2022 si sono verificate alcune ore con superamenti della soglia di informazione (180 µg/m³) in tutte le stazioni, Parco Ferrari, Remesina, Gavello e Parco Edilcarani.



SOGLIA DI ALLARME: RISPETTATA

Nel 2022 in tutte le stazioni non risulta mai superata la Soglia di Allarme di 240 µg/m³.



VALORE OBIETTIVO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA: NON RISPETTATO

Il numero di superamenti del valore obiettivo per la protezione della salute umana dell'ozono continua a essere critico, e il dato calcolato per il 2022 come media degli ultimi tre anni, per la maggior parte delle stazioni, è pari a circa il doppio dei giorni consentiti (25 superamenti).



PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE: NON RISPETTATO

La valutazione di questo indicatore, come indicato dal D.Lgs. 155/10, è riferita alle stazioni di fondo suburbano e rurale, quindi Carpi e Mirandola.

I dati sono ancora alti e lontani dal valore di 18000 µg/m³*h, indicato dalla normativa per la protezione della vegetazione, a conferma della criticità che ancora esiste per questo inquinante.

Biossido di azoto NO₂

Valore Limite orario: 200 µg/m³ (numero di superamenti max 18 ore/anno)

Valore Limite annuale: 40 µg/m³

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



VALORE LIMITE ANNUALE : RISPETTATO

Nel 2022, le concentrazioni di biossido di azoto (NO₂) in tutte le stazioni hanno rispettato il valore limite annuale, che risulta da diversi anni rispettato nelle stazioni di fondo e dal 2020 anche nelle stazioni da traffico di Giardini a

Modena e San Francesco a Fiorano. Il trend delle medie annuali delle stazioni della rete regionale nell'ultimo decennio mostra complessivamente una diminuzione delle concentrazioni; se si confrontano i dati del 2013 con quelli del 2022 si registra un calo, calcolato come valore medio di tutte le stazioni, pari a -18%.



VALORE LIMITE ORARIO E SOGLIA DI ALLARME: RISPETTATI

Il livello orario per la protezione per la salute umana di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (da non superare per più di 18 ore/anno) non risulta superato in nessuna stazione.

Benzene

Valore Limite annuale: $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$



VALORE LIMITE ANNUALE : RISPETTATO

Le concentrazioni medie annuali di Benzene confermano dati molto bassi sostanzialmente stazionari e non si segnalano criticità a carico di questo inquinante che ha ormai raggiunto livelli molto contenuti pari a circa un quinto del Valore Limite Annuale

IQA Indice sintetico della qualità dell'aria

Inquinante	Indicatore di riferimento	Valore
PM10	Media giornaliera	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$
O ₃	Valore massimo della media mobile su 8 ore	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$
NO ₂	Valore massimo orario	$200 \mu\text{g}/\text{m}^3$

L'indice di qualità dell'aria nel 2022 è risultato lievemente peggiore rispetto agli anni precedenti, anche se non si sono registrate giornate di qualità 'pessima'.

Nel 2022, l'aria è risultata "Buona" o "Accettabile" complessivamente in 203 giornate, corrispondenti a circa il 56% dell'anno. Per il restante periodo, 162 giornate (44%), la qualità dell'aria è risultata "Mediocre" o "Scadente", situazione determinata dal superamento di uno dei limiti sopra indicati.

La situazione in dettaglio

In seguito viene presentata la qualità dell'aria a Modena, documentata attraverso l'utilizzo di serie pluriennali di dati, considerando sia lo stato di qualità dell'aria, in quanto tale, che le pressioni esercitate dall'uomo su tale matrice.

Gli inquinanti che verranno descritti nei capitoli successivi sono quelli indicati nel DLgs 155 del 2010: polveri PM10 e PM2.5, metalli (nichel, arsenico, cadmio e piombo), benzo -a- pirene, ozono, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio.

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

Le stazioni di Giardini e Parco Ferrari sono prese come riferimento 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 (Giardini) che in un contesto che non risente prioritariamente di una singola fonte di emissione specifica (Parco Ferrari).

Polveri PM10

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 processi di trasporto e diffusione di polveri direttamente emesse dalle varie sorgenti inquinanti (in particolare dal riscaldamento civile con legna e dal traffico), 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 soprattutto dall'agricoltura, dai trasporti e dal comparto industriale (vedi Quadro conoscitivo Piano Aria Integrato Regionale 2030).

Limiti di legge

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

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

Analisi dei dati

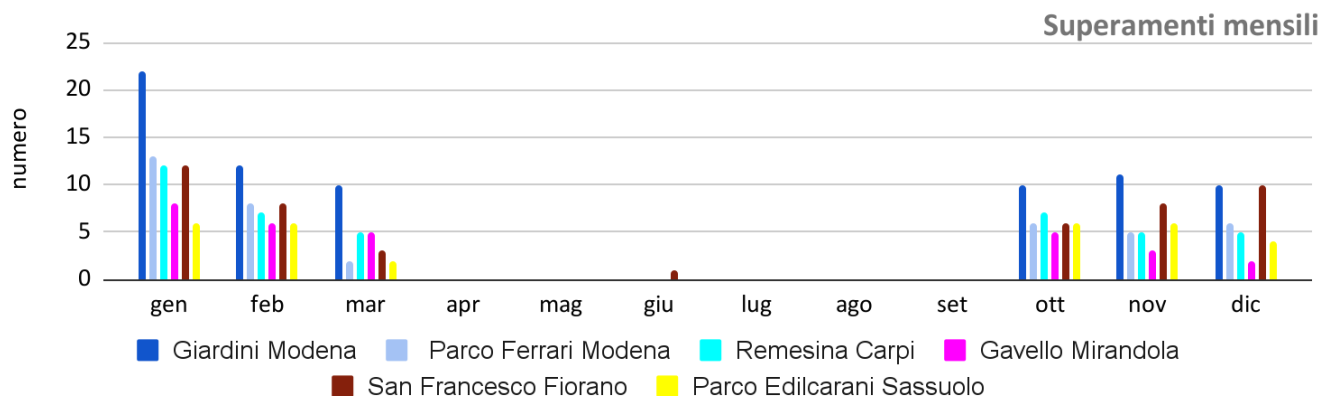
	Stazioni					
	Giardini Modena	Parco Ferrari Modena	Remesina Carpi	Gavello Mirandola	San Francesco Fiorano	Parco Edilcarani Sassuolo
Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	36	30	30	27	33	27
n° sup. VL giornaliero	75	40	41	29	48	30
Minimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	7	5	3	< 3	5	4
Massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	102	88	82	87	111	94
25° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	21	18	19	17	21	17
50° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	31	26	25	24	30	23
75° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	48	40	41	36	42	34
95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	73	62	59	54	64	57
Dati Validi (%)	98%	100%	100%	100%	99%	99%
Limite di quantificazione 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite						

STAZIONI	■ Giardini	■ Parco Ferrari	■ Remesina	■ Gavello	■ San Francesco	■ Parco Edilcarani
zona						
tipo						

Tutte le stazioni misurano una media annuale inferiore al Valore limite annuale di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; le stazioni da traffico di Giardini e San Francesco sono quelle con valori più alti, pari rispettivamente a 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

I superamenti del Valore Limite giornaliero sono maggiori dei 35 consentiti in 4 stazioni su 6; le stazioni che rispettano completamente i limiti imposti dalla normativa sono Parco Edilcarani a Sassuolo (stazione di fondo urbano) e Gavello a Mirandola (stazione di fondo rurale).

Superamenti del Valore Limite giornaliero di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

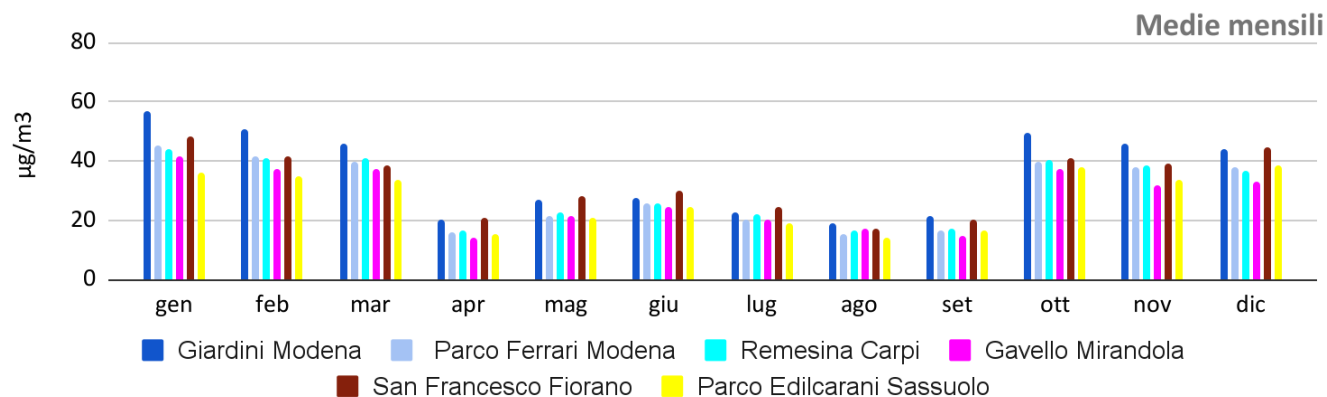


I superamenti del Valore Limite Giornaliero fissato a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ si concentrano nella stagione invernale: il mese con il maggior numero di superamenti è gennaio, seguono febbraio e ottobre; in particolare, nel mese più critico di gennaio, la stazione peggiore della Rete Regionale è risultata essere Giardini con 22 superamenti.

Se confrontiamo i dati misurati nella zona pedecollinare con quelli della zona di pianura, si può notare che quest'ultima presenta maggiori criticità; in particolare, a parità di tipologia di stazione, in quella da traffico di

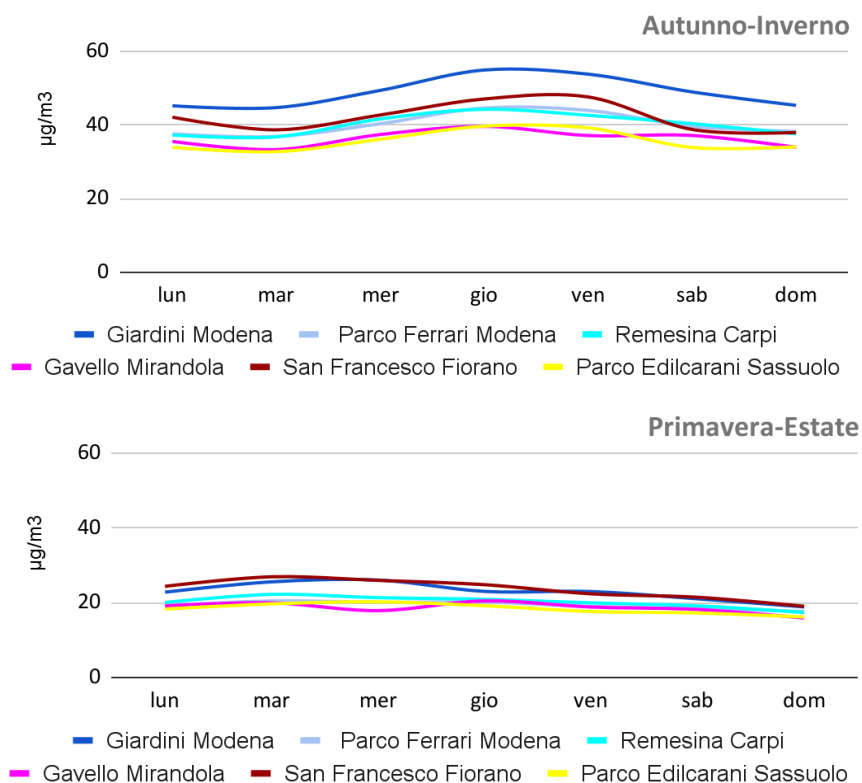
Giardini sono stati registrati 75 giorni di superamento, contro i 48 giorni di San Francesco; nelle stazioni di fondo, sono stati rilevati 40 superamenti a Parco Ferrari rispetto ai 30 di Parco Edilcarani.

Andamento medie mensili



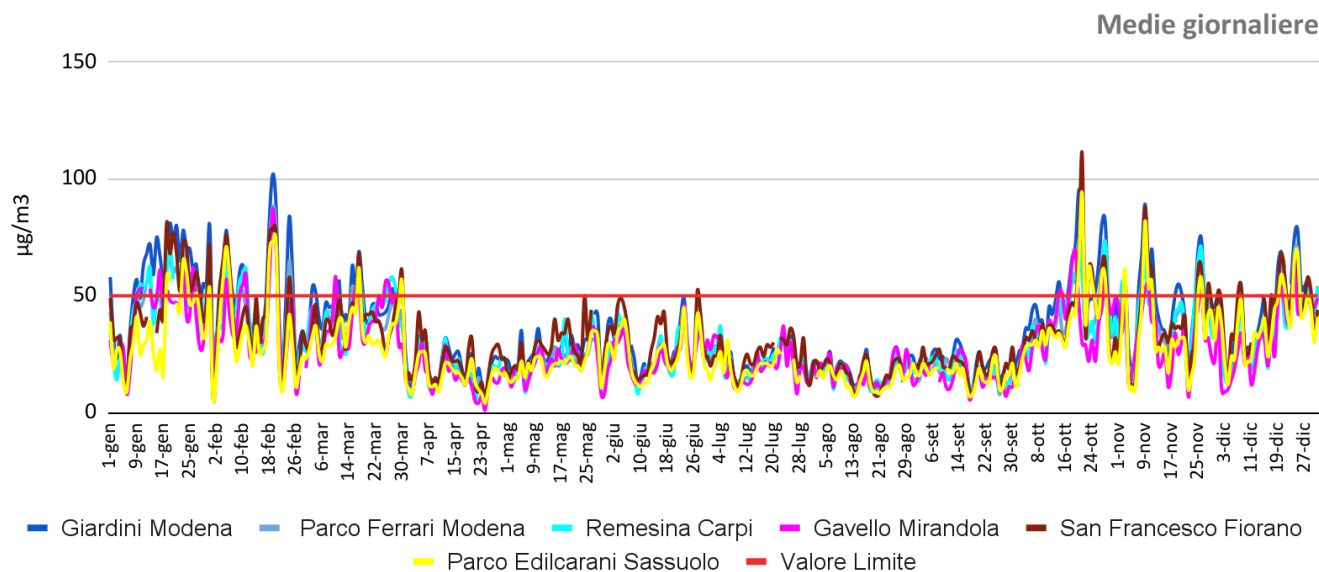
Come per i superamenti emerge che i mesi maggiormente critici sono quelli invernali caratterizzati da elevata stabilità atmosferica, spesso inversione termica in quota, e da scarsa ventilazione. Le concentrazioni più alte di polveri PM10 sono state misurate nei mesi di gennaio, febbraio e ottobre con una media provinciale di 45 µg/m³ a gennaio e di 41 µg/m³ nei due restanti mesi.

Settimana tipo



La settimana tipo nel periodo invernale mostra una lieve aumento dal lunedì al giovedì-venerdì, per poi diminuire nel weekend, mentre nel periodo estivo non si evidenziano variazioni rilevanti.

Dati Giornalieri



Il massimo valore dell'anno misurato dalla rete di Modena è stato quello di San Francesco il giorno 21 ottobre con un dato pari a 111 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; a Modena il massimo è stato registrato nella stazione di Giardini il giorno 19 febbraio (102 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

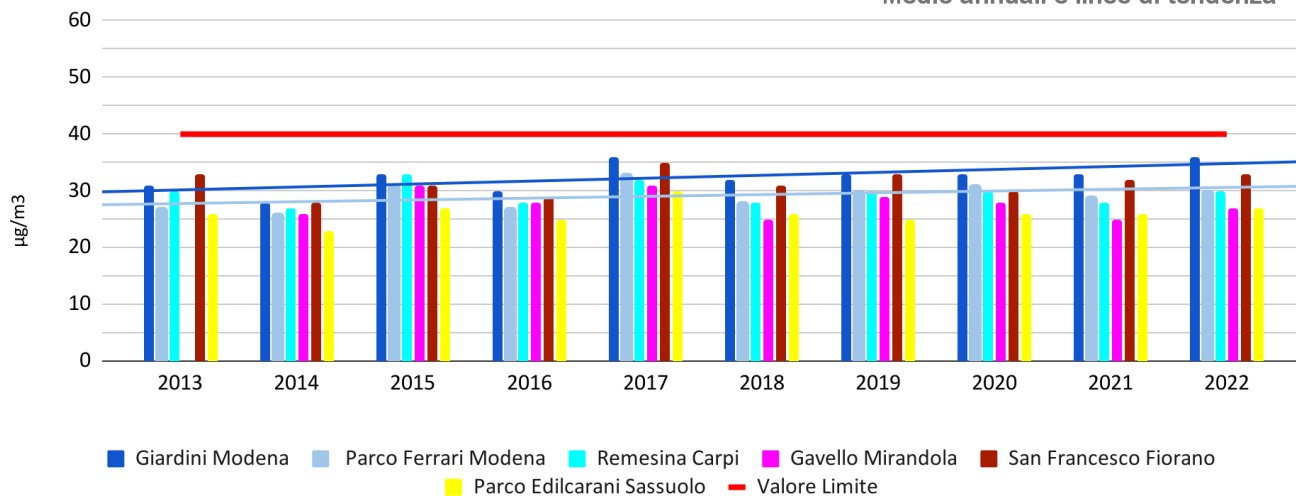
Trend

Medie annuali

	Concentrazioni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
	Giardini Modena	Parco Ferrari Modena	Remesina Carpi	Gavello Mirandola	San Francesco Fiorano	Parco Edilcarani Sassuolo
Anno 2013	31	27	30		33	26
Anno 2014	28	26	27	26	28	23
Anno 2015	33	31	33	31	31	27
Anno 2016	30	27	28	28	29	25
Anno 2017	36	33	32	31	35	30
Anno 2018	32	28	28	25	31	26
Anno 2019	33	30	30	29	33	25
Anno 2020	33	31	30	28	30	26
Anno 2021	33	29	28	25	32	26
Anno 2022	36	30	30	27	33	27
■ \leq Valore Limite ■ $>$ Valore Limite						

STAZIONI	■ Giardini	■ Parco Ferrari	■ Remesina	■ Gavello	■ San Francesco	■ Parco Edilcarani
zona						
tipo						

Medie annuali e linee di tendenza

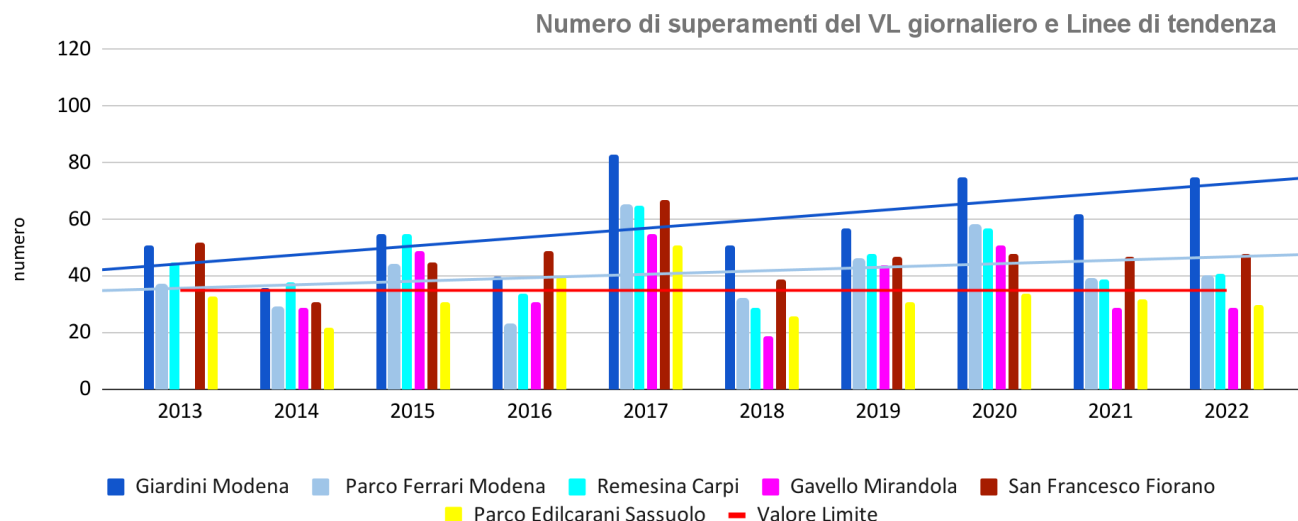


Nel decennio dal 2013 al 2022 il Valore Limite Annuale fissato a 40 µg/m³ viene rispettato da tutte le stazioni e i dati dell'ultimo anno rientrano nella variabilità del periodo. Il trend indica un lieve incremento, soprattutto per la stazione da traffico di Giardini.

Superamenti

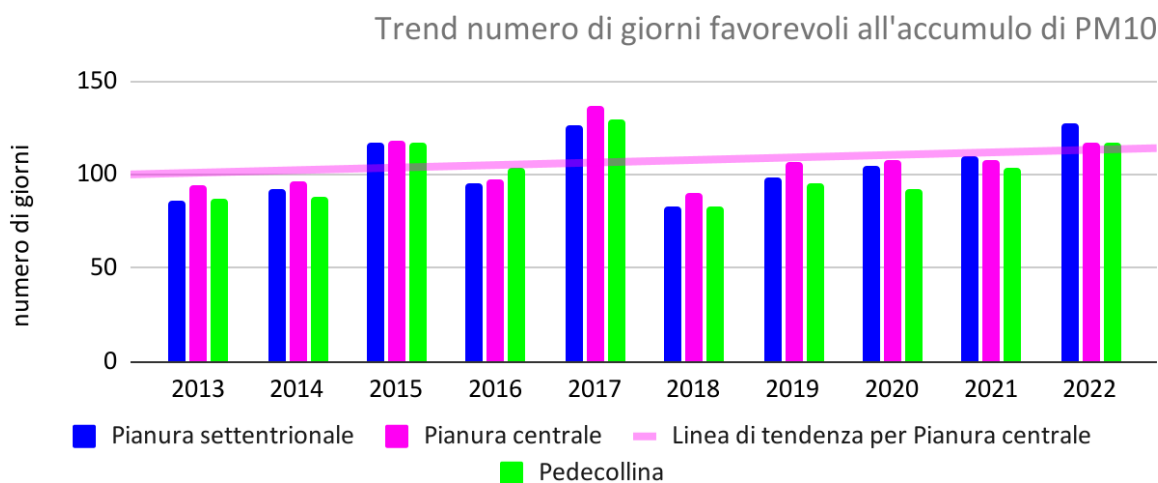
	Numero di superamenti del valore limite giornaliero					
	Giardini Modena	Parco Ferrari Modena	Remesina Carpi	Gavello Mirandola	San Francesco Fiorano	Parco Edilcarani Sassuolo
Anno 2013	51	37	45		52	33
Anno 2014	36	29	38	29	31	22
Anno 2015	55	44	55	49	45	31
Anno 2016	40	23	34	31	49	40
Anno 2017	83	65	65	55	67	51
Anno 2018	51	32	29	19	39	26
Anno 2019	57	46	48	44	47	31
Anno 2020	75	58	57	51	48	34
Anno 2021	62	39	39	29	47	32
Anno 2022	75	40	41	29	48	30
■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite						

STAZIONI	■ Giardini	■ Parco Ferrari	■ Remesina	■ Gavello	■ San Francesco	■ Parco Edilcarani
zona						
tipo						



Il trend del numero di superamenti delle stazioni della RRQA rimane un indicatore ancora critico in particolare per le stazioni da traffico, più contenuto per quelle di fondo. Nel 2022 la stazione di Giardini ha fatto registrare 75 superamenti, il valore massimo su scala regionale.

Confronto Giorni critici e medie annuali PM10



Il numero di giorni critici (giornate favorevoli all'accumulo di PM10, vedi allegato Meteo) varia, nella Pianura centrale, da un minimo di 90 del 2018 ad un massimo di 137 nel 2017. Il trend è in lieve aumento a causa degli anni 2015, 2017 e 2022, che presentano un numero più elevato di giorni favorevoli all'accumulo. Dopo un lieve decremento che si è registrato nel 2018, negli ultimi anni si è assistito ad un aumento del numero dei giorni favorevoli all'accumulo di PM10. Parallelamente si è assistito ad un aumento delle concentrazioni medie e soprattutto del numero dei superamenti nella stazione da traffico di Giardini.

Polveri PM2.5

Per particolato fine si intendono tutte le particelle solide o liquide sospese nell'aria con dimensioni microscopiche e quindi respirabili. Il PM2.5 è definito come il materiale particolato con un diametro aerodinamico medio inferiore a 2.5 micron ($1\ \mu\text{m} = 1$ millesimo di millimetro). Esso è originato sia per emissione diretta (particelle primarie), che per reazioni nell'atmosfera di composti chimici quali ossidi di azoto e zolfo, ammoniaca e composti organici (particelle secondarie).

Le sorgenti del particolato possono essere antropiche e naturali. Le fonti antropiche sono riconducibili principalmente ai processi di combustione quali: emissioni da traffico veicolare, utilizzo di combustibili (carbone, combustibili liquidi, legno, rifiuti, rifiuti agricoli), emissioni industriali (cementifici, fonderie, miniere). Le fonti naturali, invece, sono principalmente aerosol marino, suolo risollevato e trasportato dal vento, etc.







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		
	Parco Ferrari Modena	Gavello Mirandola	Parco Edilcarani Sassuolo
Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	18	18	17
Minimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	< 3	< 3	< 3
Massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	63	77	58
25° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	9	9	9
50° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	14	14	14
75° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	26	26	23
95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	44	44	38
Dati Validi (%)	99%	100%	99%
Limite di quantificazione 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite			

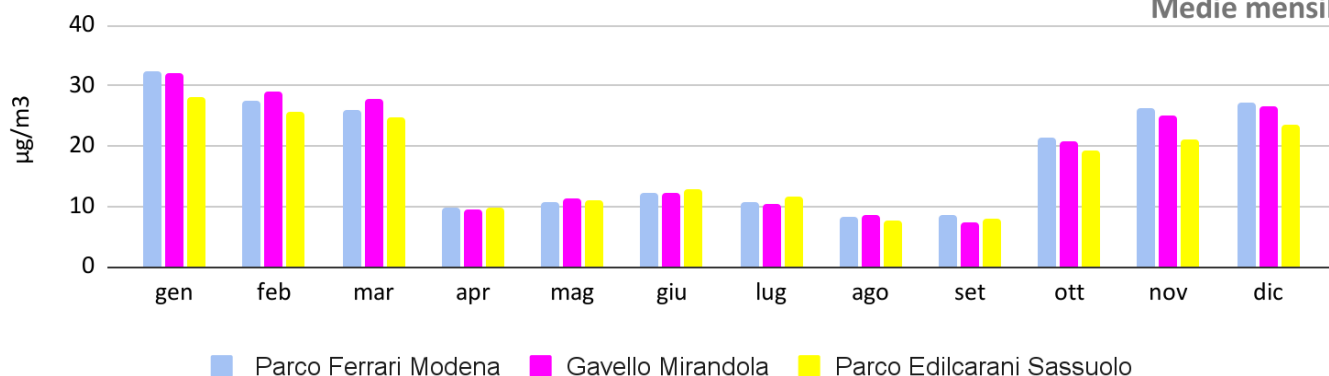
STAZIONI	■ Parco Ferrari	■ Gavello	■ Parco Edilcarani
zona			
tipo			

Tutte le stazioni rispettano il Valore Limite annuale di 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

I dati misurati nell'intero territorio provinciale sono molto simili tra loro a conferma della natura prevalentemente secondaria di questo inquinante, quindi della sua elevata diffusione spaziale.

Andamento medie mensili

Medie mensili

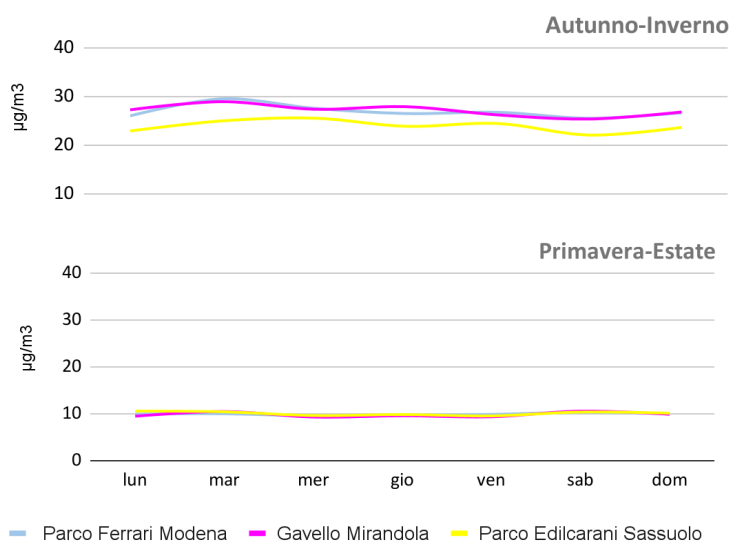


Come già osservato per le polveri PM10 anche le polveri PM2.5 risultano più elevate nella stagione autunnale/invernale rispetto a quella estiva.

Il mese più critico è stato gennaio che ha registrato una media complessiva di tutte le stazioni pari a $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

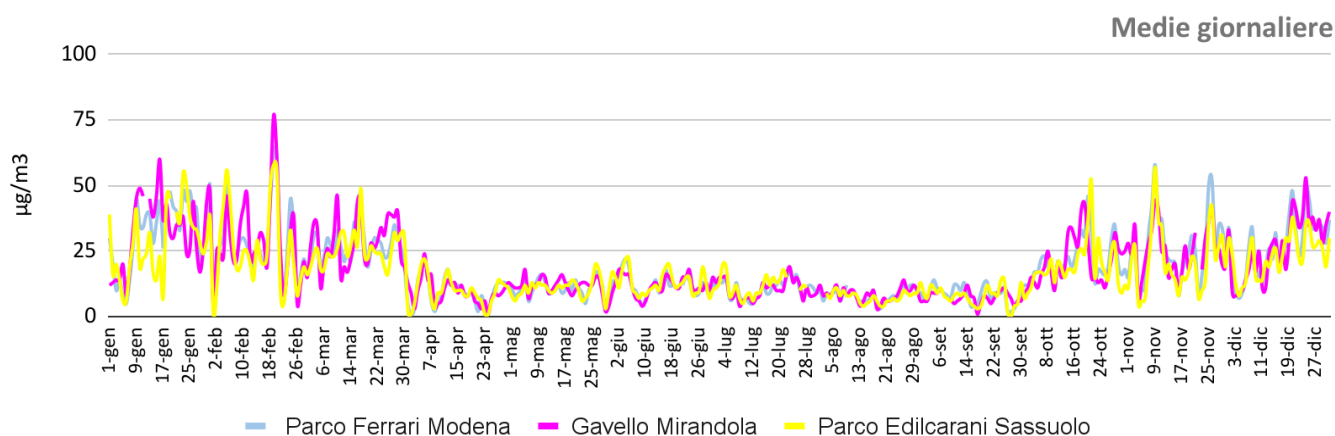
La natura prevalentemente secondaria di questo inquinante, quindi la sua elevata diffusione spaziale, si traduce in concentrazioni generalmente omogenee in tutte le stazioni, anche se collocate in aree diverse e lontane fra loro; la stazione di Parco Edilcarani a Sassuolo presenta valori lievemente più bassi rispetto alle altre stazioni, probabilmente grazie al miglior rimescolamento della zona pedecollinare.

Settimana Tipo



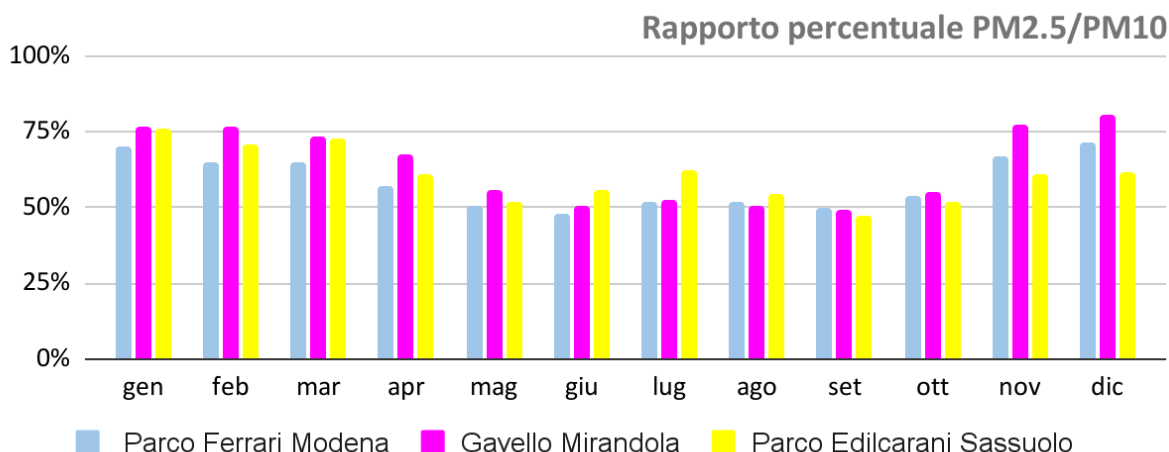
L'andamento è omogeneo durante l'intera settimana, sia nel periodo invernale che in quello estivo

Dati Giornalieri



Il massimo valore dell'anno delle stazioni RRQA è stato misurato a Gavello (Mirandola) il 19 febbraio (79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

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 (con una media del 68%) mentre nella stagione estiva appare più contenuto (con una media del 55%).

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).

La media annuale di questo rapporto percentuale risulta di 64% per la stazione di Gavello, 61% per quella di Parco Edilcarani e 59% per quella di Parco Ferrari.

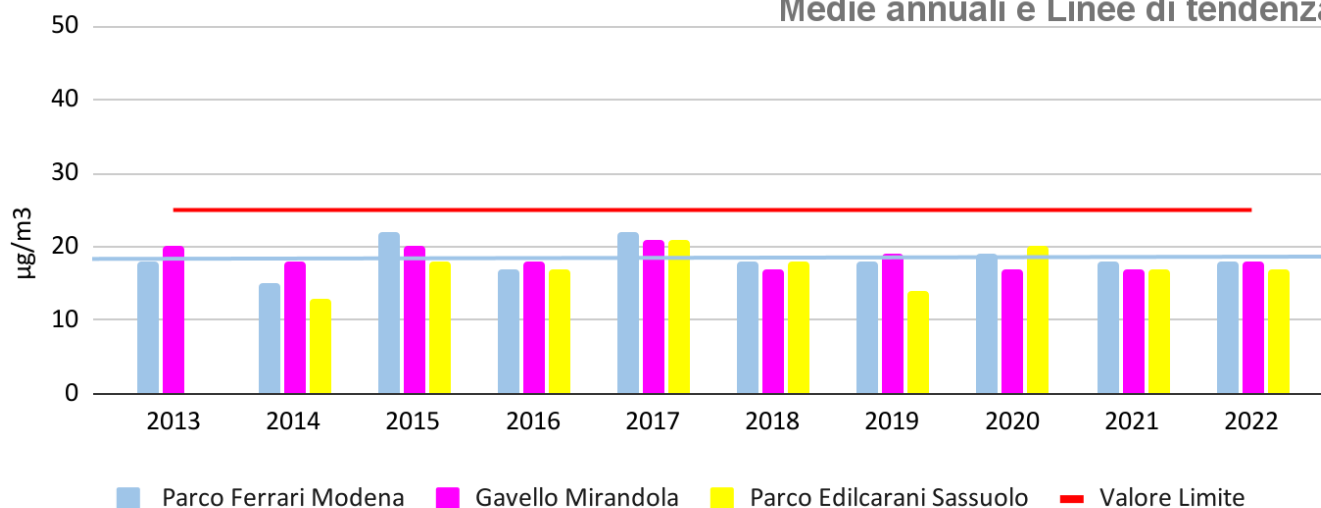
Trend

Medie annuali

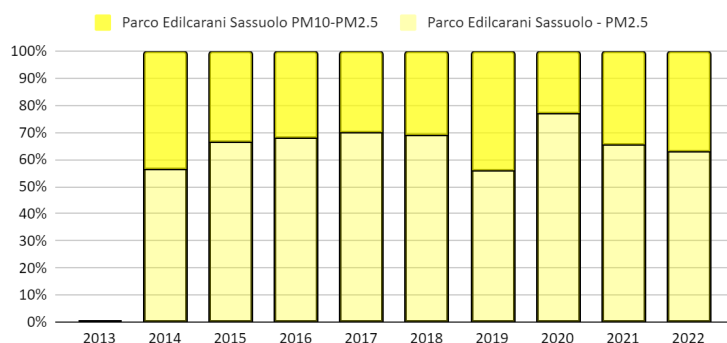
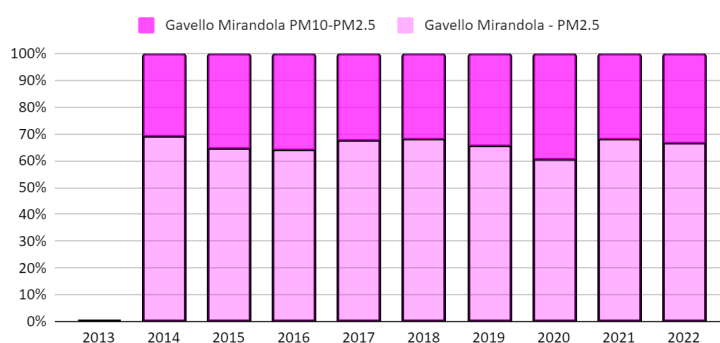
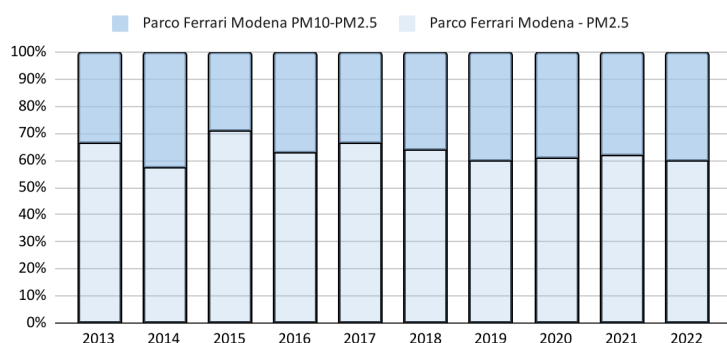
	Concentrazioni (µg/m3)		
	Parco Ferrari Modena	Gavello Mirandola	Parco Edilcarani Sassuolo
2013	18	20	
2014	15	18	13
2015	22	20	18
2016	17	18	17
2017	22	21	21
2018	18	17	18
2019	18	19	14
2020	19	17	20
2021	18	17	17
2022	18	18	17
■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite			

STAZIONI	Parco Ferrari	Gavello	Parco Edilcarani
zona			
tipo			

Medie annuali e Linee di tendenza



Il trend delle medie annuali delle stazioni della RRQA nel periodo 2013-2022 mostra dati sempre inferiori al valore limite e rileva complessivamente una stabilità delle concentrazioni.



Da questi grafici, che riportano un confronto del PM10 e del PM2.5 negli anni, si osserva che in tutte le centraline la frazione più "fine" del particolato (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.

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: nichel (Ni), cadmio (Cd), arsenico (As) e 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 appartenenti alla categoria 1. Per il piombo è stato evidenziato un ampio spettro di effetti tossici, causati dall'interferenza di tale sostanza 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; 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 contribuiscono il traffico veicolare (nonostante l'impiego generalizzato della benzina verde da oltre 15 anni) e 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

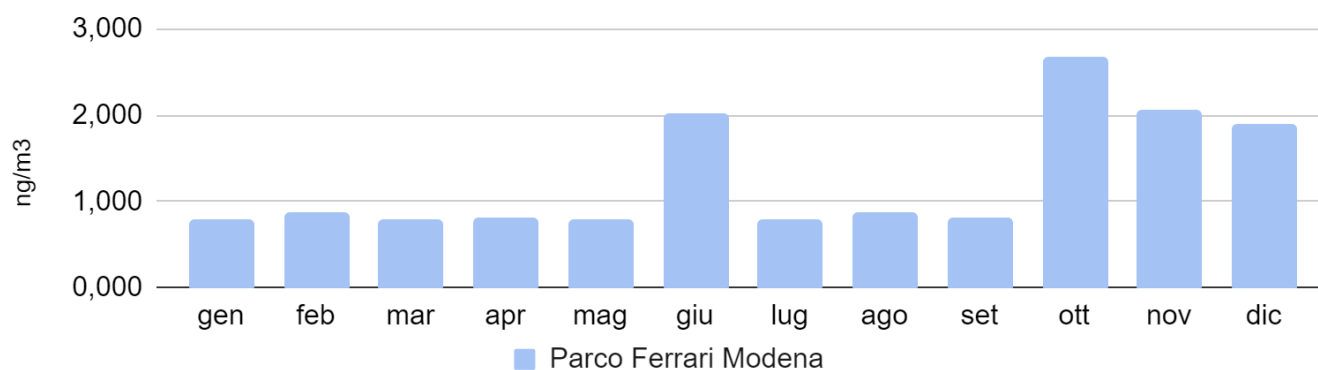
Analisi dei dati

STAZIONI	 Parco Ferrari
zona	
tipo	

Nichel

	Stazione
	Parco Ferrari Modena
Media annuale (ng/m³)	1,246
Minimo (ng/m³)	0,772
Massimo (ng/m³)	2,651
Dati Validi (%)	100%
■ ≤ Valore Obiettivo ■ > Valore Obiettivo	

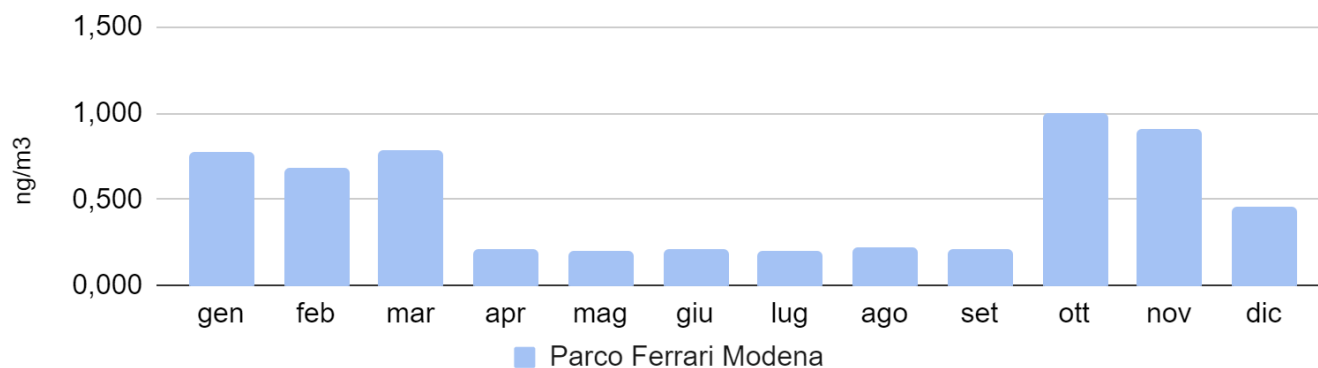
Medie mensili



Arsenico

	Stazione
	Parco Ferrari Modena
Media annuale (ng/m³)	0,479
Minimo (ng/m³)	0,193
Massimo (ng/m³)	0,994
Dati Validi (%)	100%
■ ≤ Valore Obiettivo ■ > Valore Obiettivo	

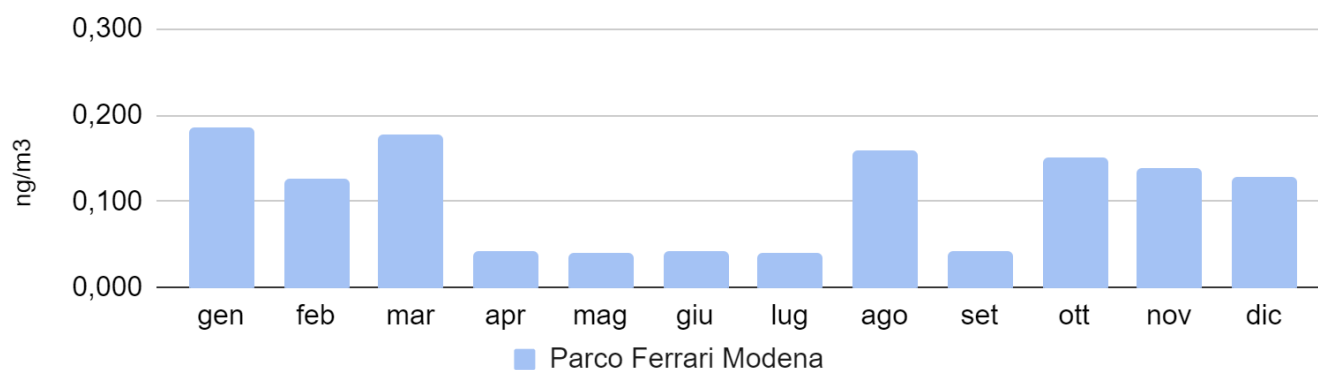
Medie mensili



Cadmio

	Stazione
	Parco Ferrari Modena
Media annuale (ng/m³)	0,104
Minimo (ng/m³)	0,038
Massimo (ng/m³)	0,184
Dati Validi (%)	100%
■ ≤ Valore Obiettivo ■ > Valore Obiettivo	

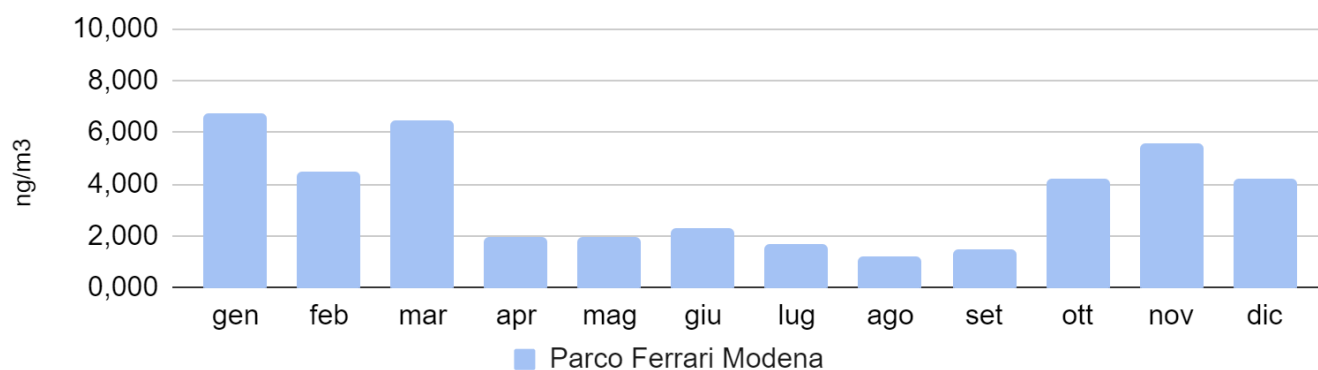
Medie mensili



Piombo

	Stazione
	Parco Ferrari Modena
Media annuale (ng/m³)	3,456
Minimo (ng/m³)	1,181
Massimo (ng/m³)	6,692
Dati Validi (%)	100%
■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite	

Medie mensili



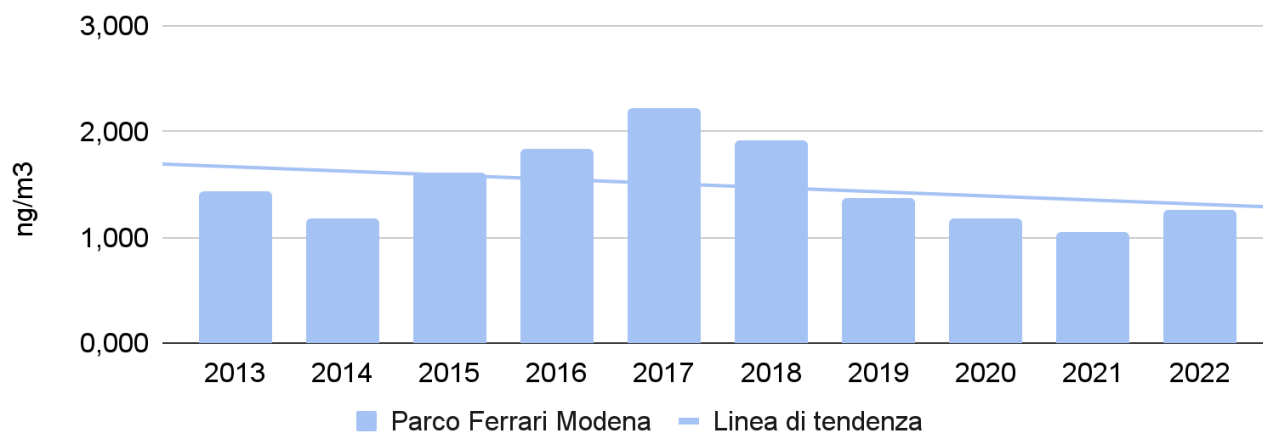
Arsenico e piombo presentano medie mensili che seguono l'andamento delle polveri, con concentrazioni più alte nei mesi invernali, mentre il nichel e il cadmio non hanno un andamento stagionale tipico.

Complessivamente sia le concentrazioni medie mensili che quelle annuali misurate, soprattutto per il piombo, risultano molto lontane dai limiti e dai valori obiettivo indicati dalla normativa, per cui questi inquinanti non risultano critici per quanto riguarda la qualità dell'aria.

Trend

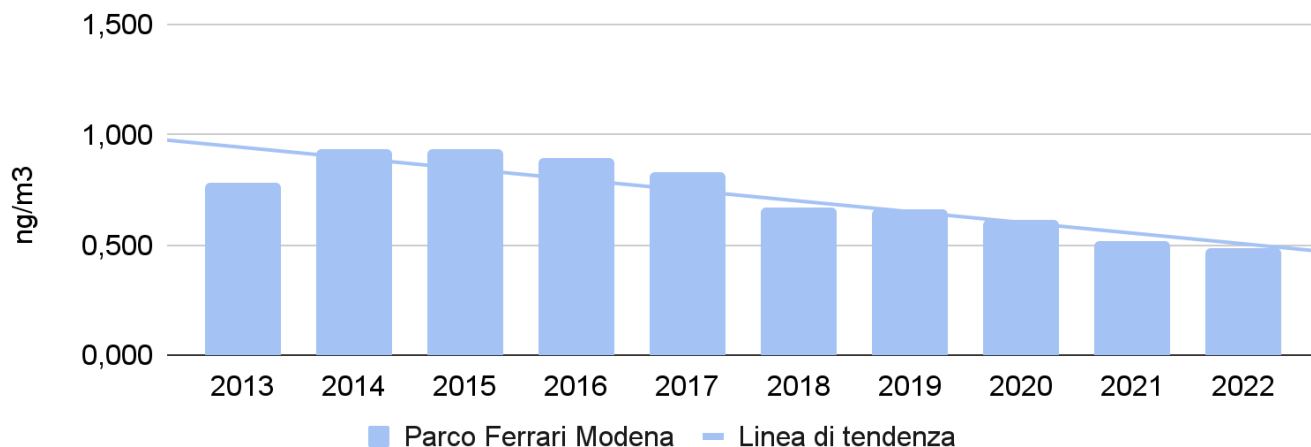
Nichel

	Concentrazioni (ng/m³)
	Parco Ferrari Modena
Anno 2013	1,429
Anno 2014	1,163
Anno 2015	1,604
Anno 2016	1,814
Anno 2017	2,208
Anno 2018	1,899
Anno 2019	1,360
Anno 2020	1,161
Anno 2021	1,029
Anno 2022	1,246
■ ≤ Valore Obiettivo ■ > Valore Obiettivo	
Valore Obiettivo 20 ng/m3	



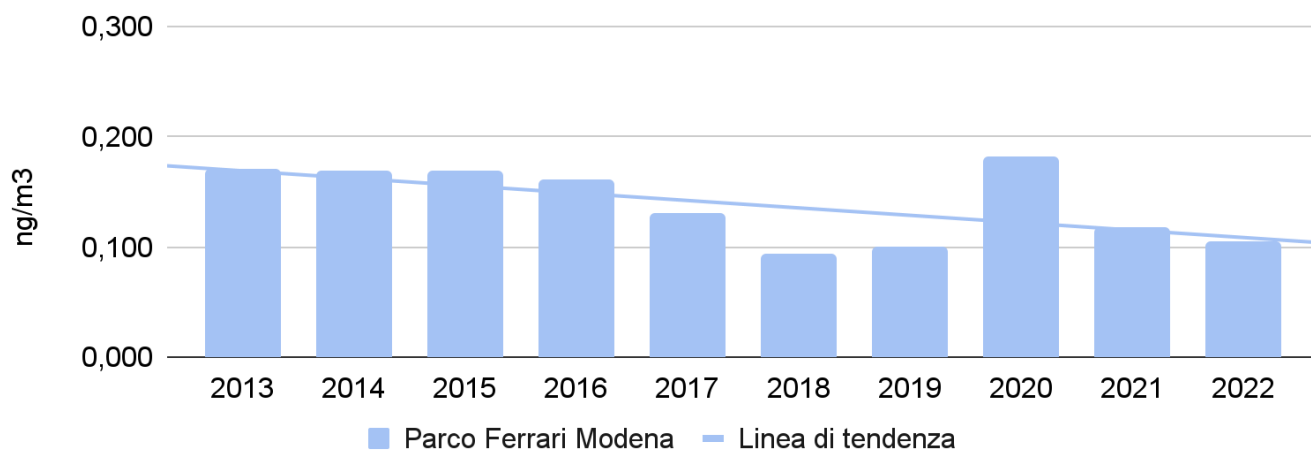
Arsenico

	Concentrazioni (ng/m³)
	Parco Ferrari Modena
Anno 2013	0,771
Anno 2014	0,929
Anno 2015	0,927
Anno 2016	0,883
Anno 2017	0,826
Anno 2018	0,659
Anno 2019	0,658
Anno 2020	0,604
Anno 2021	0,510
Anno 2022	0,479
■ ≤ Valore Obiettivo ■ > Valore Obiettivo	
Valore Obiettivo 6 ng/m3	



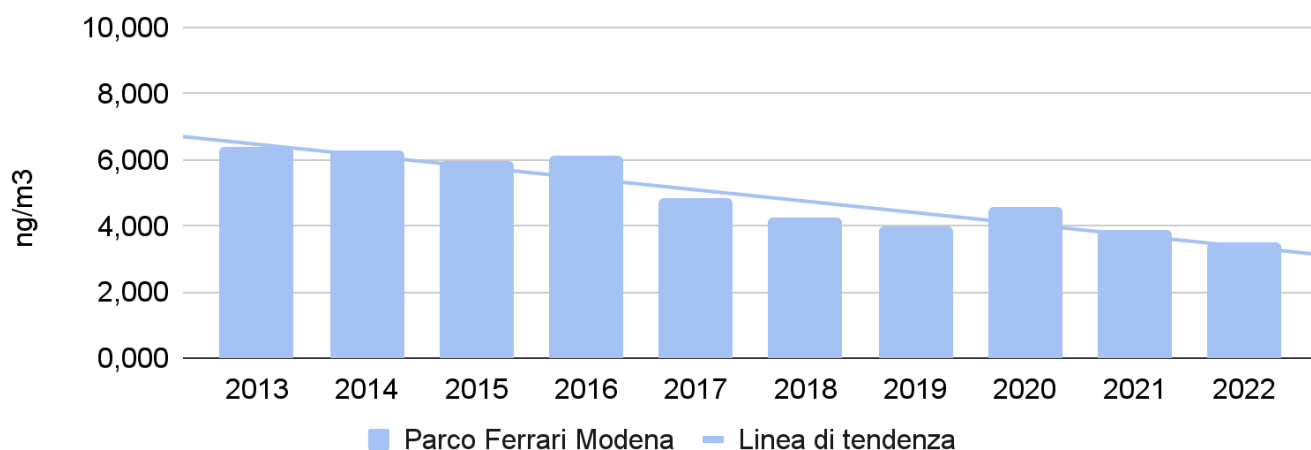
Cadmio

	Concentrazioni (ng/m³)
	Parco Ferrari Modena
Anno 2013	0,170
Anno 2014	0,168
Anno 2015	0,168
Anno 2016	0,160
Anno 2017	0,130
Anno 2018	0,093
Anno 2019	0,099
Anno 2020	0,181
Anno 2021	0,117
Anno 2022	0,104
■ ≤ Valore Obiettivo ■ > Valore Obiettivo	
Valore Obiettivo 5 ng/m3	



Piombo

	Concentrazioni (ng/m ³)
	Parco Ferrari Modena
Anno 2013	6,330
Anno 2014	6,242
Anno 2015	5,889
Anno 2016	6,088
Anno 2017	4,765
Anno 2018	4,194
Anno 2019	3,958
Anno 2020	4,497
Anno 2021	3,813
Anno 2022	3,456
■ ≤ Valore Obiettivo ■ > Valore Obiettivo	
Valore Limite 500 ng/m ³	



Se si analizza il trend delle medie annuali della stazione di Parco Ferrari, si può notare un calo per tutti i metalli. Analogamente agli anni scorsi, anche nel 2022 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, che 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 concentrazione 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
------------------	---------------	---------------------

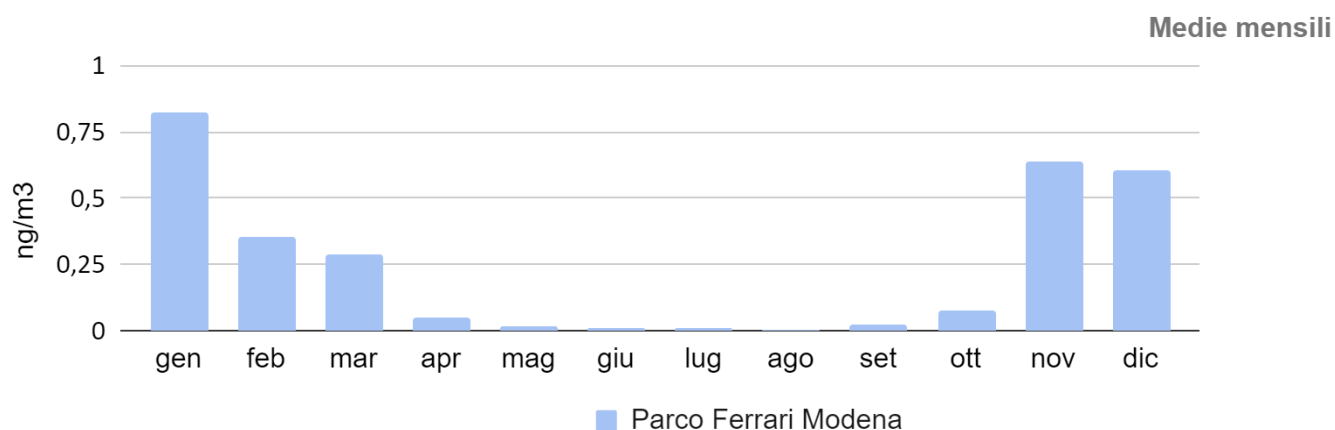
Analisi dati

STAZIONI	 Parco Ferrari
zona	
tipo	

	Stazione
	Parco Ferrari Modena
Media annuale (ng/m³)	0,2411
Minimo (ng/m³)	0,0033
Massimo (ng/m³)	0,8221
Dati Validi (%)	100,0%
■ ≤ Valore Obiettivo ■ > Valore Obiettivo	

La media annuale risulta ampiamente inferiore al Valore Obiettivo di 1 ng/m³.

Andamento medie mensili



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

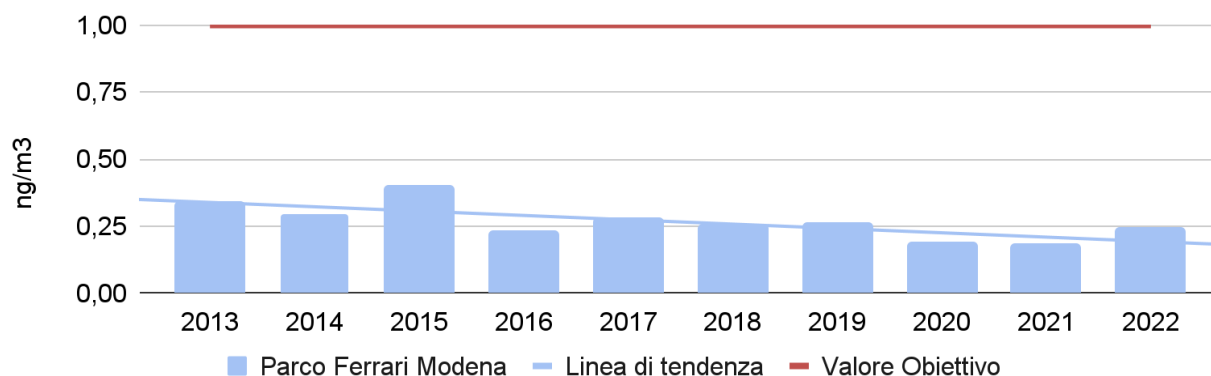
I dati più alti sono quelli di gennaio con un valore di 0,8221 ng/m³ e novembre con 0,6377 ng/m³, quelli più bassi sono quelli da maggio a settembre.

Trend

Medie annuali

	Concentrazioni (ng/m3)
	Parco Ferrari Modena
Anno 2013	0,3383
Anno 2014	0,2952
Anno 2015	0,3954
Anno 2016	0,2311
Anno 2017	0,2745
Anno 2018	0,2552
Anno 2019	0,2564
Anno 2020	0,1876
Anno 2021	0,1791
Anno 2022	0,2411

■ ≤ Valore Obiettivo ■ > Valore Obiettivo



I dati nell'ultimo decennio sono sempre risultati molto contenuti e lontani dal Valore Obiettivo: il trend evidenzia un leggero calo dei dati, anche se nel 2022 si è registrato un valore medio leggermente superiore a quelli del biennio precedente.

Ozono (O₃)

L'ozono è un componente gassoso dell'atmosfera, molto reattivo e aggressivo. 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, 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 avvengono a partire da inquinanti precursori presenti in atmosfera: ossidi di azoto e composti organici volatili. Le reazioni 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 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 il valore di 80 µg/m ³ , utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le ore 8:00 e le 20:00 nel periodo maggio-luglio come media di 5 anni.	18000 µg/m ³ h

Analisi dati

	Stazioni			
	Parco Ferrari Modena	Remesina Carpi	Gavello Mirandola	Parco Edilcarani Sassuolo
OLT (giorni)	74	53	58	54 (*)
SI (giorni)	2	1	1	4 (*)
SI (ore)	3	3	3	10 (*)
Media (µg/m ³)	46	44	48	51
Minimo (µg/m ³)	< 8	< 8	< 8	< 8
Massimo (µg/m ³)	188	189	184	199
25° percentile (µg/m ³)	< 8	8	13	19
50° percentile (µg/m ³)	36	35	39	46
75° percentile (µg/m ³)	77	69	77	76
95° percentile (µg/m ³)	128	122	123	125
Dati Validi (%)	100%	100%	100%	100%
Limite di quantificazione 8 µg/m ³ ■ ≤ Valore Obiettivo ■ > Valore Obiettivo				

STAZIONI	■ Parco Ferrari	■ Remesina	■ Gavello	■ Parco Edilcarani
zona				
tipo				

(*) Copertura temporale inferiore a quella richiesta nell'Allegato VII D.Lgs. 155/2010

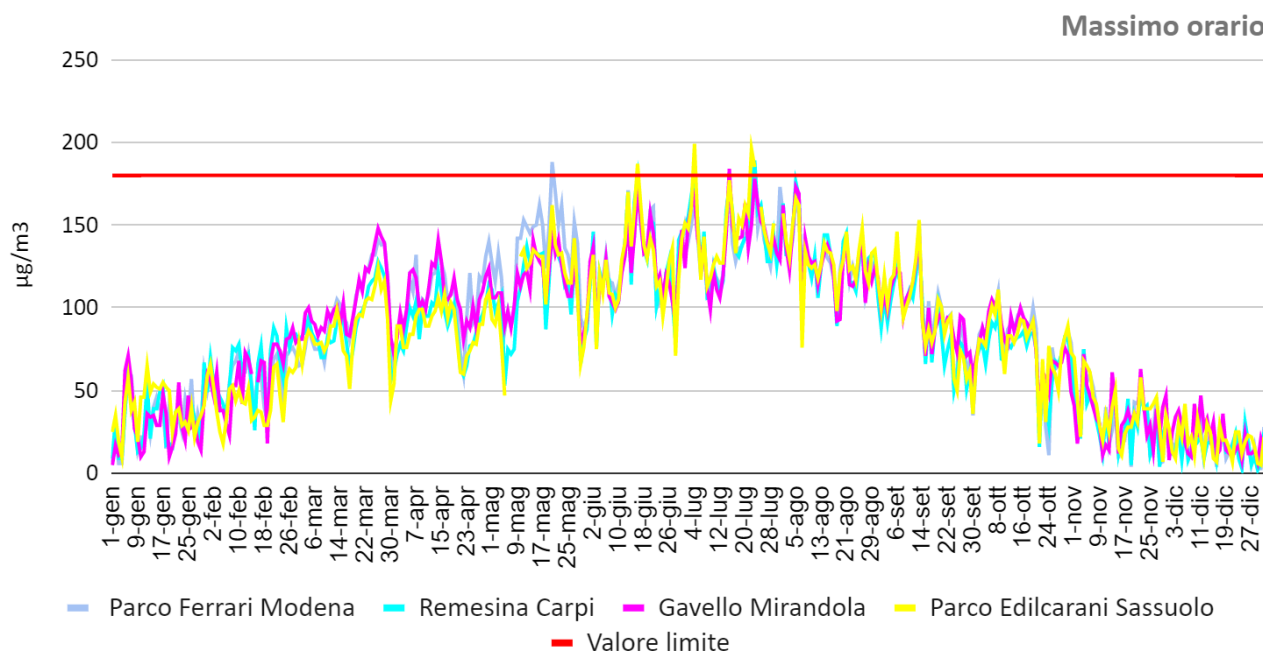
Il numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (massimo giornaliero della media mobile su 8 ore superiore a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dell'ozono continua a essere critico, essendo stato superato in tutte le stazioni in numerose giornate. Si sono inoltre verificati dei superamenti della soglia di informazione presso tutte le stazioni.

Superamenti della Soglia di Informazione

Superamenti (ore)	Stazioni			
	Parco Ferrari Modena	Remesina Carpi	Gavello Mirandola	Parco Edilcarani Sassuolo
Gennaio	0	0	0	0
Febbraio	0	0	0	0
Marzo	0	0	0	0
Aprile	0	0	0	0
Maggio	2	0	0	0 (*)
Giugno	0	0	0	3
Luglio	1	3	3	7 (*)
Agosto	0	0	0	0
Settembre	0	0	0	0
Ottobre	0	0	0	0
Novembre	0	0	0	0
Dicembre	0	0	0	0

STAZIONI	■ Parco Ferrari	■ Remesina	■ Gavello	■ Parco Edilcarani
zona				
tipo				

(*) Copertura temporale inferiore a quella richiesta nell'Allegato VII D.Lgs. 155/2010



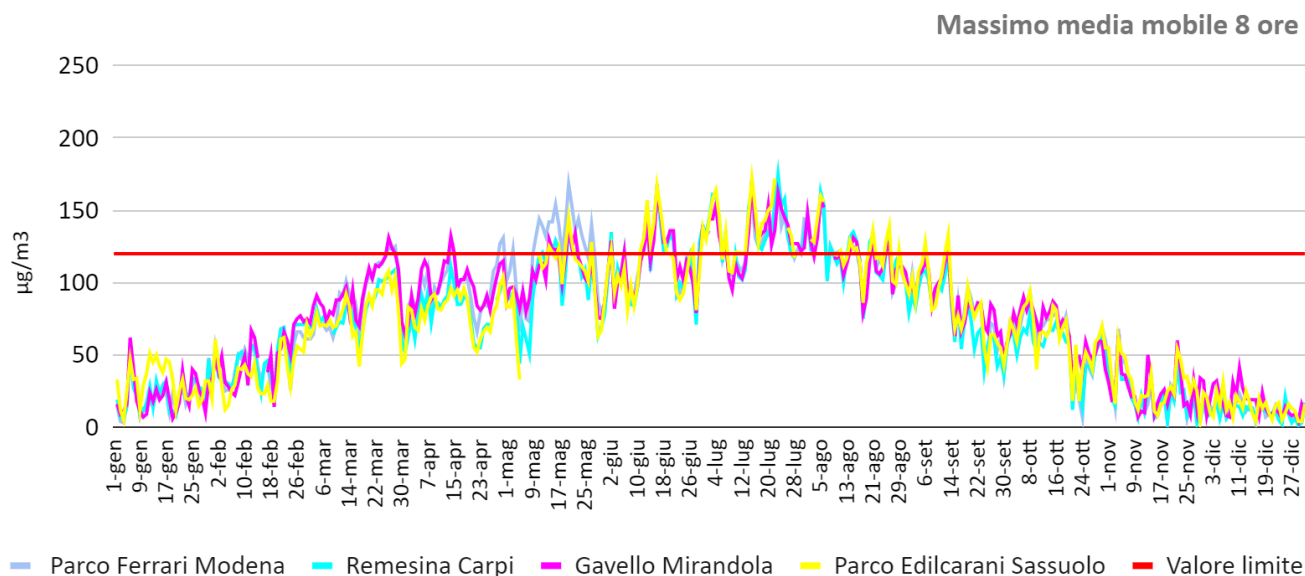
Nel 2022 si sono verificate 2 giornate con superamenti della soglia di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a Parco Ferrari, 1 a Remesina e a Gavello e 4 a Parco Edilcarani. Non si sono invece verificati superamenti della Soglia di Allarme di $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Superamenti Obiettivo a Lungo Termine

Superamenti (giorni)	Stazioni			
	Parco Ferrari Modena	Remesina Carpi	Gavello Mirandola	Parco Edilcarani Sassuolo
Gennaio	0	0	0	0
Febbraio	0	0	0	0
Marzo	3	0	2	0
Aprile	3	0	2	0
Maggio	17	7	6	7 (*)
Giugno	13	12	12	11
Luglio	21	20	24	20 (*)
Agosto	16	14	11	14
Settembre	1	0	1	2
Ottobre	0	0	0	0
Novembre	0	0	0	0
Dicembre	0	0	0	0

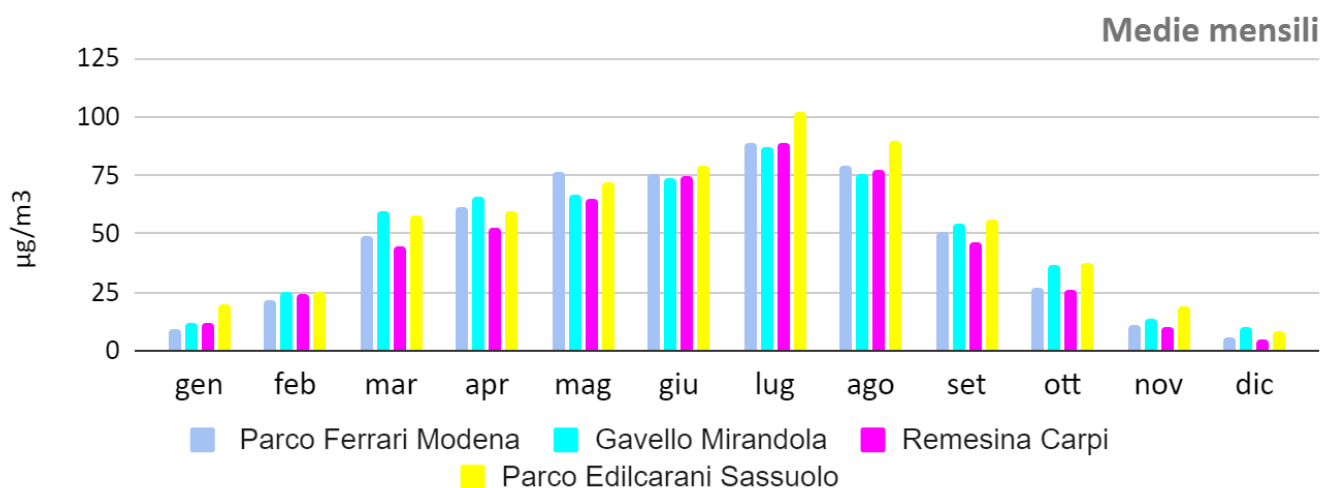
STAZIONI	Parco Ferrari	Remesina	Gavello	Parco Edilcarani
zona				
tipo				

(*) Copertura temporale inferiore a quella richiesta nell'Allegato VII D.Lgs. 155/2010



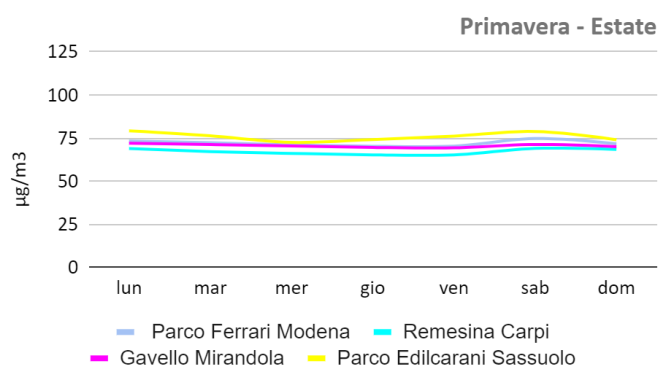
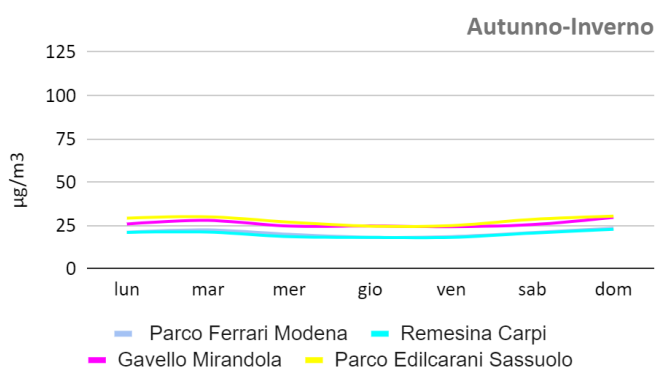
I superamenti dell'Obiettivo a lungo termine risultano distribuiti soprattutto nei mesi di maggio, giugno, luglio e agosto.

Andamento medie mensili

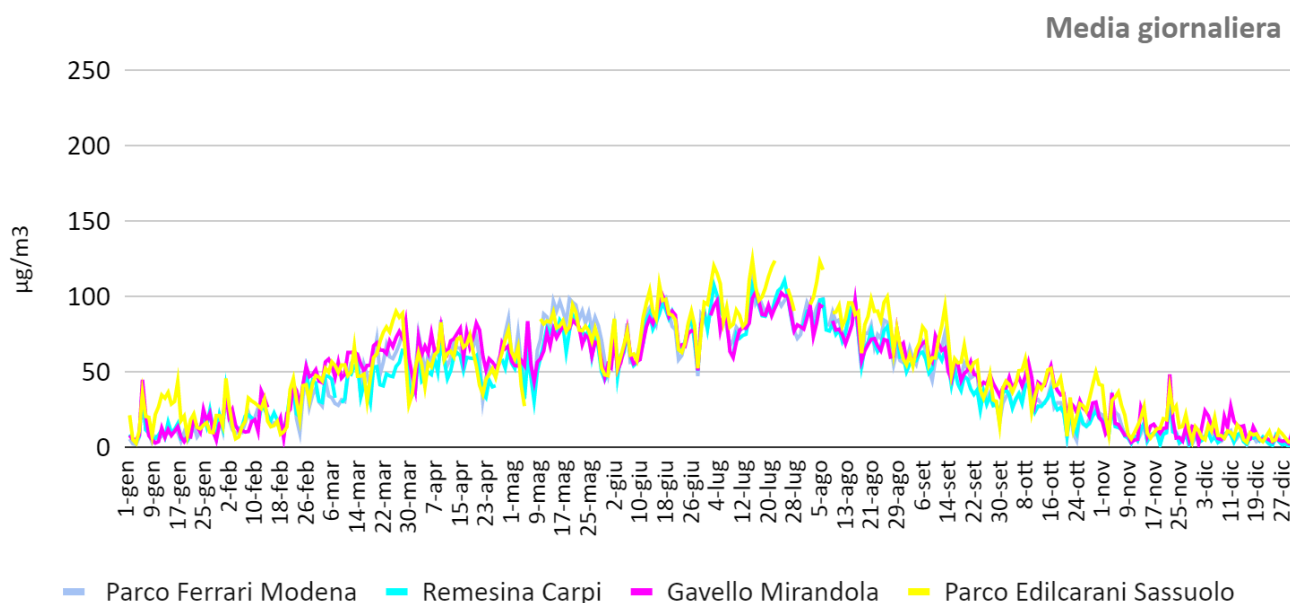


In ragione dell'origine fotochimica di questo inquinante, i massimi valori vengono registrati nei mesi estivi e nelle ore centrali della giornata, in cui l'irraggiamento, insieme alla temperatura, è maggiore.

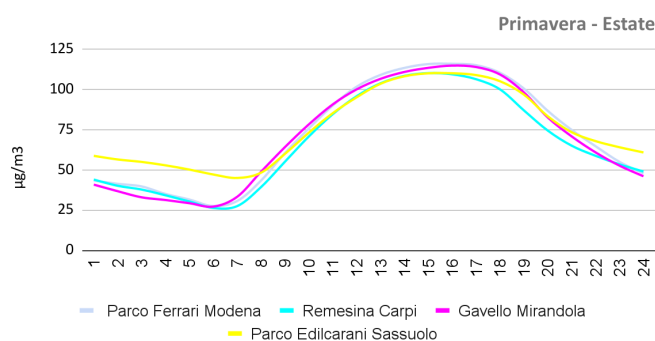
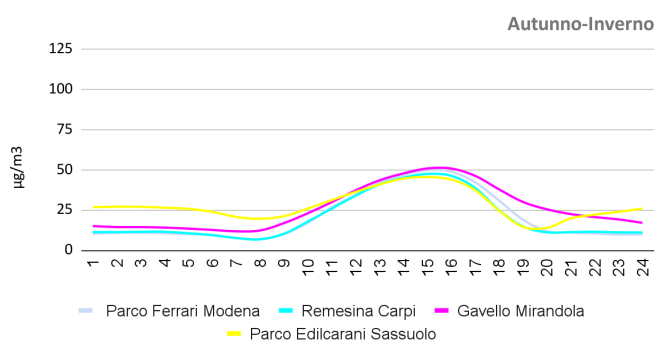
Settimana Tipo



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.

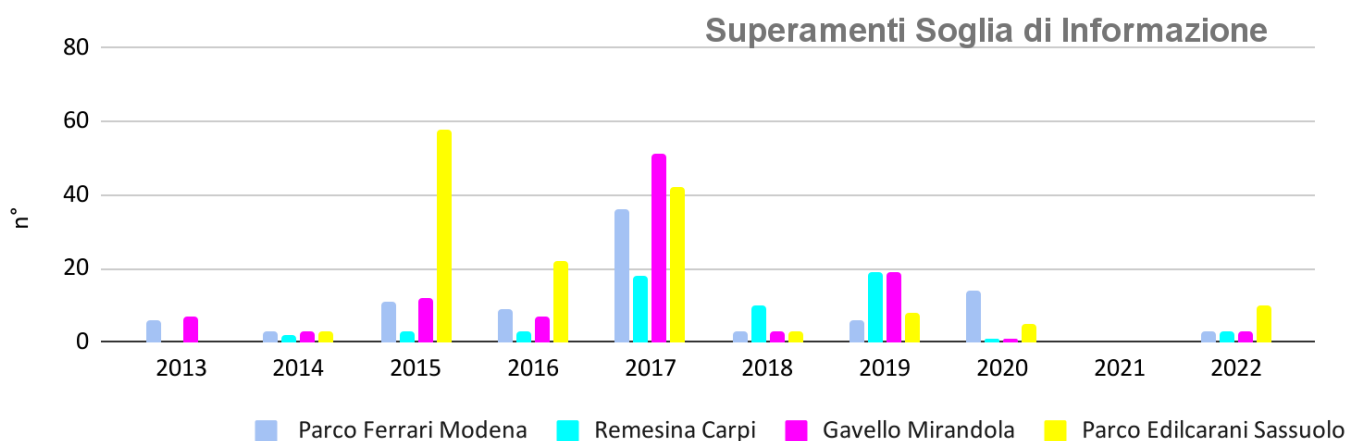
Trend

Numero di superamenti della Soglia di Informazione

	Numero di ore con superamento della Soglia di Informazione			
	Parco Ferrari Modena	Remesina Carpi	Gavello Mirandola	Parco Edilcarani Sassuolo
Anno 2013	6	0	7	
Anno 2014	3	2	3	3
Anno 2015	11	3	12	58
Anno 2016	9	3	7	22
Anno 2017	36	18	51	42
Anno 2018	3	10	3	3
Anno 2019	6	19	19	8
Anno 2020	14	1	1	5
Anno 2021	0	0	0	0
Anno 2022	3	3	3	10 (*)
■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite				

STAZIONI	Parco Ferrari	Remesina	Gavello	Parco Edilcarani
zona				
tipo				

(*) Copertura temporale inferiore a quella richiesta nell'Allegato VII D.Lgs. 155/2010



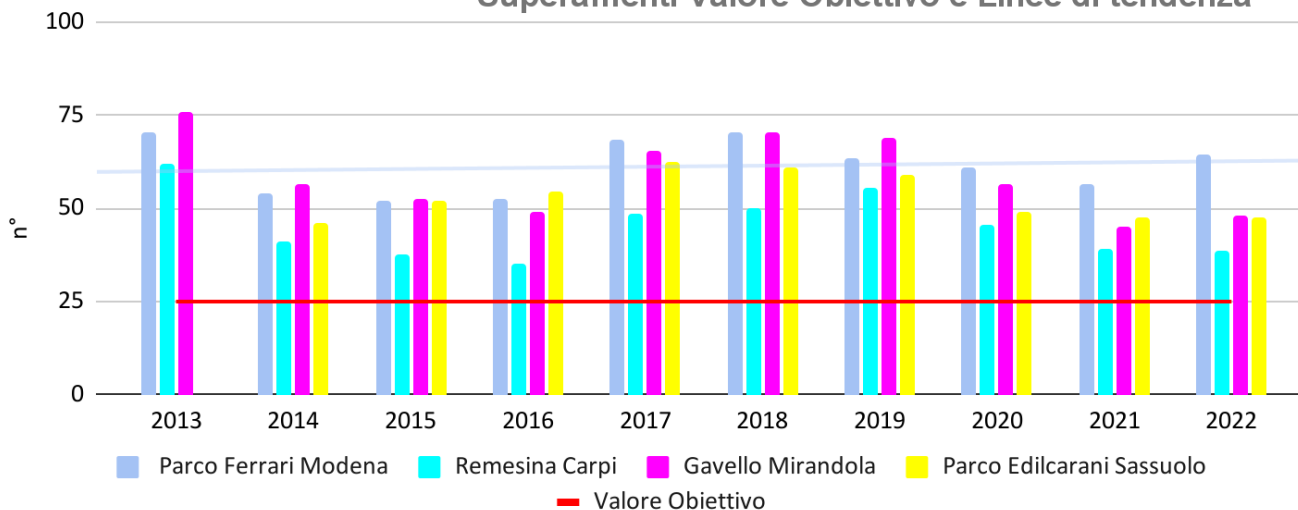
I superamenti della Soglia di Informazione sono molto variabili negli anni e prevalentemente legati alla meteorologia che contraddistingue la stagione estiva, oltre che alla zona in cui è collocata la stazione; risulta quindi molto difficile stabilire un trend dei superamenti.

Numero di giorni di superamento del Valore Obiettivo

	Numero di giorni di superamento del Valore Obiettivo (media 3 anni)			
	Parco Ferrari Modena	Remesina Carpi	Gavello Mirandola	Parco Edilcarani Sassuolo
Anno 2013	70	62	76	
Anno 2014	54	41	57	46
Anno 2015	52	38	53	52
Anno 2016	52	35	49	55
Anno 2017	68	49	65	62
Anno 2018	71	50	71	61
Anno 2019	64	56	69	59
Anno 2020	61	46	57	49
Anno 2021	57	39	45	48
Anno 2022	65	39	48	48
■ ≤ Valore Obiettivo ■ > Valore Obiettivo				

STAZIONI	Parco Ferrari	Remesina	Gavello	Parco Edilcarani
zona				
tipo				

Superamenti Valore Obiettivo e Linee di tendenza

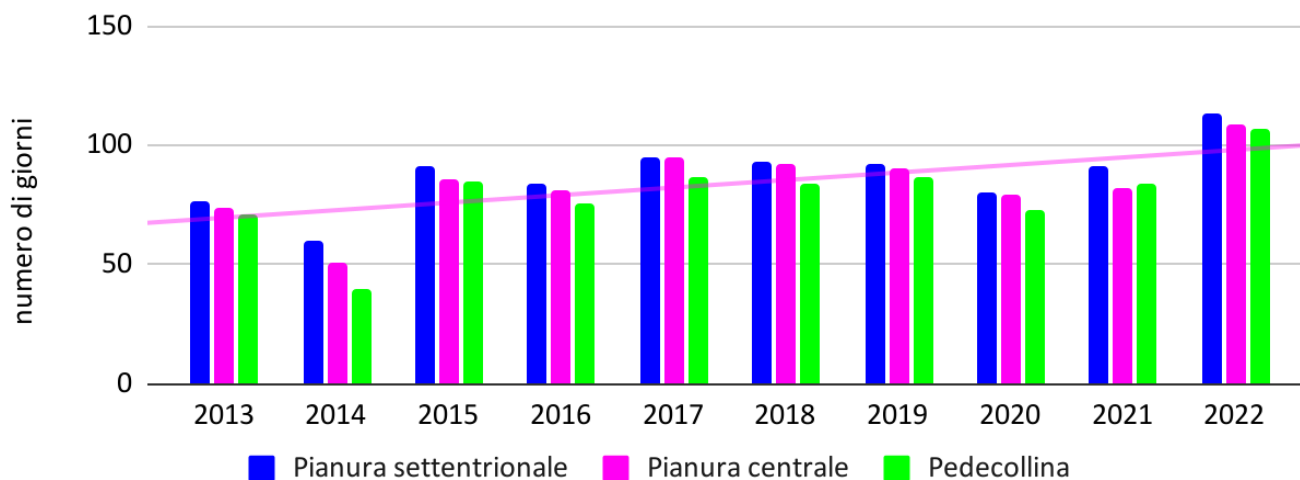


Nel grafico vengono riportati i superamenti del Valore Obiettivo (numero di superamenti dell'Obiettivo a Lungo Termine mediati su 3 anni) a confronto con il Valore Obiettivo di 25 superamenti, massimo indicato dalla normativa per la protezione della salute umana.

Gli anni migliori sono stati il 2014, 2015 e 2016, anche se presentano sempre un valore doppio rispetto al limite.

Il trend dell'ultimo decennio evidenzia un leggero calo dei superamenti per le stazioni di fondo rurale di Mirandola e di fondo sub-urbano di Carpi, mentre per Modena e Sassuolo la situazione risulta più stabile.

Trend numero di giorni favorevoli alla formazione di O3 e Linee di tendenza



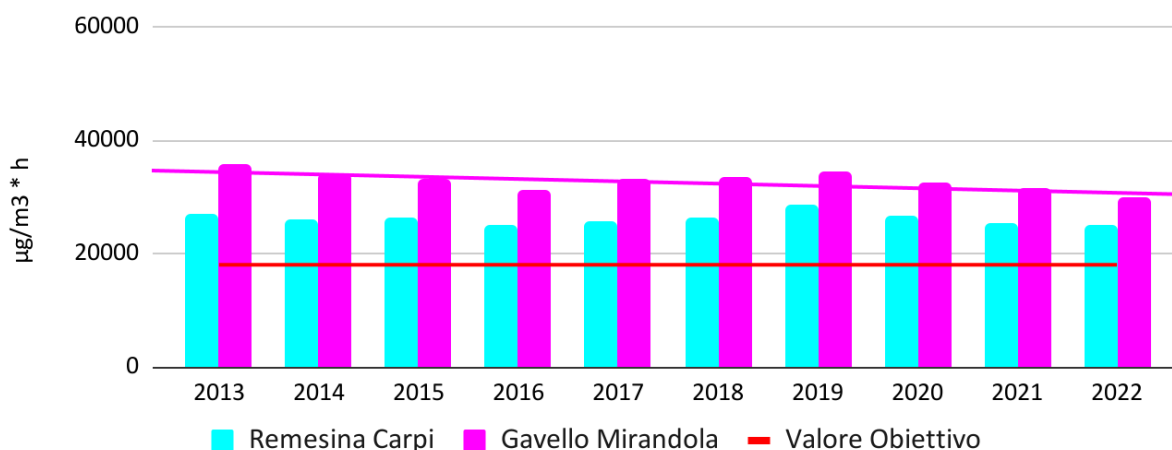
Se prendiamo in considerazione il trend del numero di giorni critici (giornate favorevoli all'accumulo di ozono - vedi allegato Meteo 2022), si può notare un aumento a causa degli anni 2017, 2018, 2019 e soprattutto 2022, anni che presentano un numero più elevato di giorni favorevoli all'accumulo.

AOT 40

	AOT40 (µg/m3h) media di 5 anni	
	Remesina Carpi	Gavello Mirandola
Anno 2013	26673	35543
Anno 2014	25803	33742
Anno 2015	26117	32785
Anno 2016	24567	30786
Anno 2017	25497	32741
Anno 2018	26013	33120
Anno 2019	28218	34008
Anno 2020	26426	32073
Anno 2021	25178	31061
Anno 2022	24694	29452
■ ≤ Valore Obiettivo ■ > Valore Obiettivo		

STAZIONI	Remesina	Gavello
zona		
tipo		

Superamenti Valore Obiettivo AOT40 e Linee di tendenza



La valutazione di questo indicatore, come definito dal D.Lgs. 155/10, è limitata alle stazioni di fondo suburbano e rurale, quindi nel calcolo sono state considerate solo le stazioni situate a Carpi e Mirandola.

Nella tabella e nel grafico vengono riportati, per ciascuna stazione, i valori di AOT40 come media di 5 anni, dato da confrontare con il Valore Obiettivo di 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ come richiesto dalla normativa.

Se si considerano i dati della stazione di Mirandola, nell'ultimo decennio si può notare un lieve calo, mentre la stazione di Carpi è abbastanza stabile; i dati sono ancora lontani dal valore di 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$, indicato dalla normativa per la protezione della vegetazione, a conferma della criticità che ancora esiste per questo inquinante.

Biossido di Azoto NO₂

Con il termine NO_x viene indicato genericamente l'insieme dei due più importanti ossidi di azoto a livello di inquinamento atmosferico, ossia l'ossido di azoto (NO) e il biossido di azoto (NO₂), gas bruno di odore acre e pungente.

Gli ossidi di azoto giocano un ruolo fondamentale nella formazione dell'ozono e contribuiscono anche alla costituzione di aerosol organico secondario, determinando un aumento della concentrazione di PM10 e PM2.5.

L'ossido di azoto (NO) si forma principalmente per reazione dell'azoto contenuto nell'aria con l'ossigeno atmosferico in processi che avvengono a elevata temperatura. Il biossido di azoto (NO₂) si forma prevalentemente dall'ossidazione del monossido di azoto (NO) e solo in minima parte viene emesso direttamente.

Limiti di legge

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

Valore Limite orario (da non superare più di 18 volte/anno)	media oraria	200 µg/m ³
Soglia di Allarme	media oraria (misurata per 3 ore consecutive)	400 µg/m ³
Valore Limite annuale	media annuale	40 µg/m ³

Analisi dei dati

	Stazioni					
	Giardini Modena	Parco Ferrari Modena	Remesina Carpi	Gavello Mirandola	San Francesco Fiorano	Parco Edilcarani Sassuolo
Media annuale (µg/m ³)	33	23	24	13	37	17
n° sup. VL orario	0	0	0	0	0	0
Minimo (µg/m ³)	< 8	< 8	< 8	< 8	< 8	< 8
Massimo (µg/m ³)	144	113	116	58	132	88
25° percentile (µg/m ³)	20	10	13	7	18	10
50° percentile (µg/m ³)	30	20	21	11	32	14
75° percentile (µg/m ³)	42	31	31	18	53	22
95° percentile (µg/m ³)	67	52	53	31	76	38
Dati Validi (%)	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Limite di quantificazione 8 µg/m ³ ■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite						

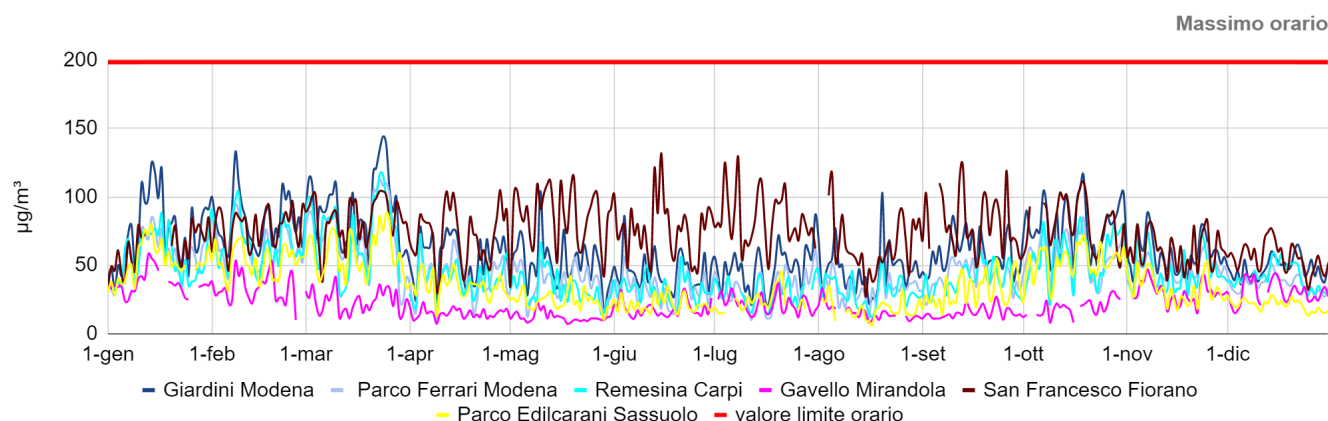
STAZIONI	■ Giardini	■ Parco Ferrari	■ Remesina	■ Gavello	■ San Francesco	■ Parco Edilcarani
zona						
tipo						

Nel 2022, le concentrazioni di biossido di azoto (NO₂) in tutte le stazioni hanno rispettato il valore limite annuale.

Il numero di superamenti del livello orario per la protezione per la salute umana di 200 µg/m³ (da non superare per più di 18 ore/anno) non risulta superato in nessuna stazione.

I dati più alti tra le stazioni della rete regionale sono stati misurati presso le stazioni da traffico Giardini e San Francesco, collocate a lato di due importanti arterie stradali (33.000 veicoli/gg e 26.000 veicoli/gg): 33 µg/m³ e 37 µg/m³.

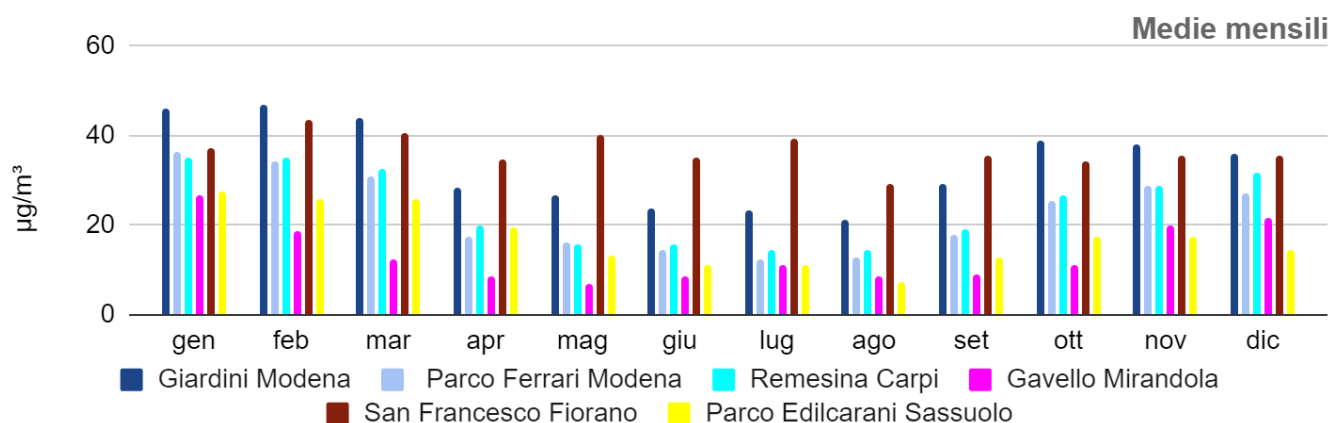
Superamenti del Valore Limite orario di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



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

Il valore massimo di 144 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato misurato presso la stazione da traffico di Giardini il giorno 24 marzo alle ore 19.

Andamento dati mensili

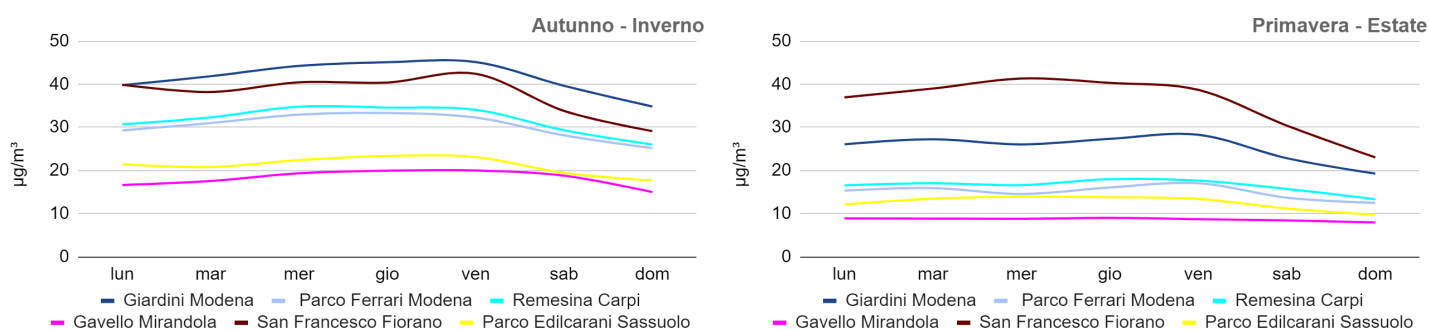


Dall'esame dei grafici delle medie mensili emerge che la stagione più critica per il biossido di azoto è quella invernale quando la stabilità atmosferica favorisce l'accumulo degli inquinanti. Tuttavia la stazione di Fiorano mostra valori sostanzialmente invariati durante tutto l'anno.

Il mese con le più alte concentrazioni è risultato gennaio con una media complessiva per le stazioni della Rete Regionale di 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e le stazioni peggiori sono quelle maggiormente interessate dai transiti veicolari, ossia Giardini a Modena e San Francesco a Fiorano; queste ultime hanno registrato la media mensile più alta nel mese di febbraio con valori rispettivamente di 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nella stagione primaverile/estiva si osserva una riduzione generale dei livelli di biossido d'azoto in tutte le stazioni ad esclusione di San Francesco; quest'ultima, caratterizzata da una tipologia di traffico legata alle attività produttive/industriali della zona, non evidenzia cali significativi nei diversi mesi dell'anno, fatta eccezione per agosto quando le attività subiscono un sensibile rallentamento legato alle interruzioni estive.

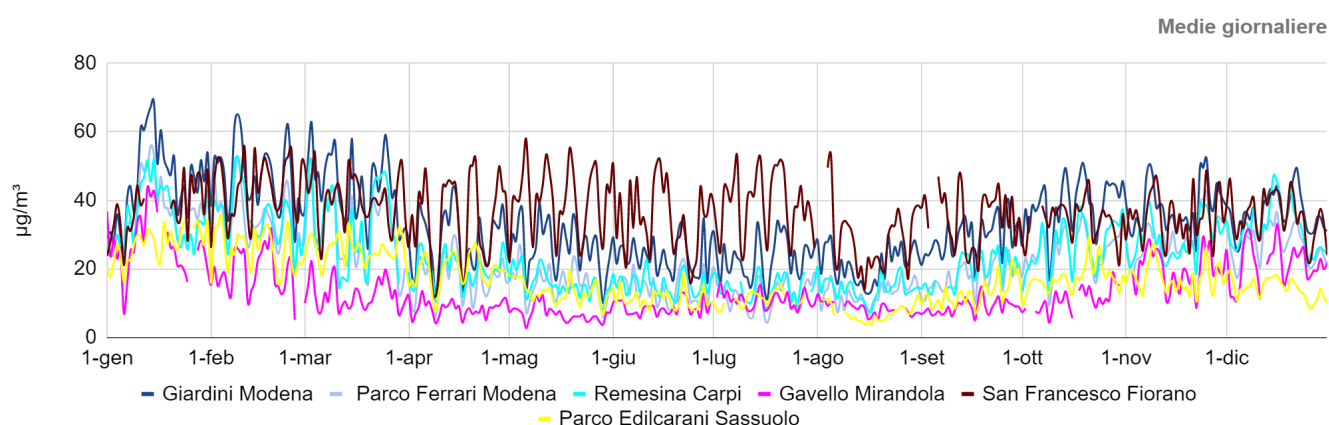
Settimana tipo



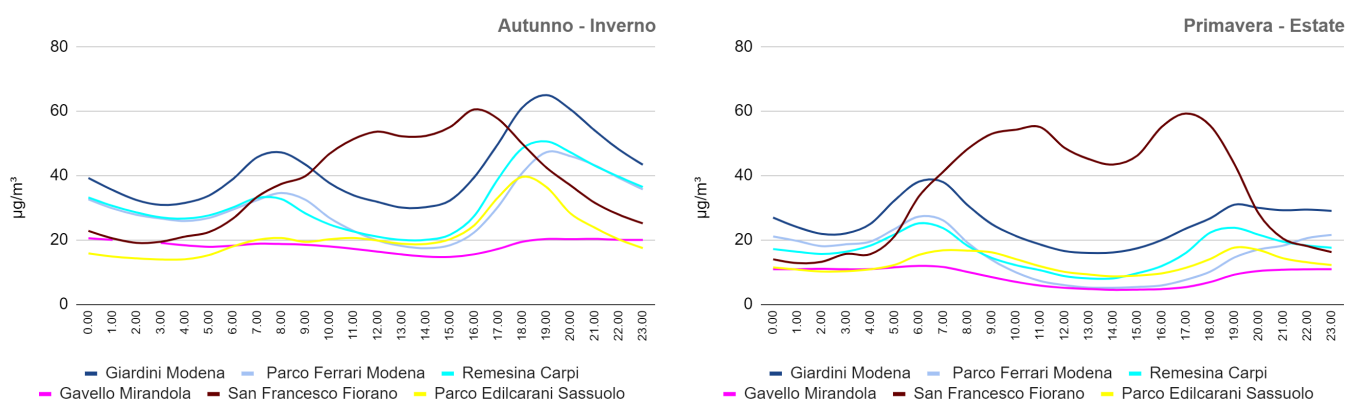
La settimana tipica mostra nel periodo autunno-inverno un accumulo progressivo fino al venerdì, poi un calo il sabato e la domenica; questo andamento è più evidente nelle stazioni da traffico, in particolare in quella di Fiorano, dove i transiti veicolari sono prevalentemente legati alle attività produttive della zona mentre è pressoché costante per la stazione di Gavello.

Nel periodo primavera-estate non si evidenzia lo stesso incremento se non per le stazioni da traffico.

Dati Giornalieri



Giorno Tipo



Il giorno tipico, in entrambi i periodi dell'anno, mostra generalmente un doppio picco nelle ore mattutine e serali in corrispondenza di un numero maggiore di transiti veicolari relativi ai trasferimenti casa-lavoro, ad esclusione della

stazione di fondo rurale di Gavello a Mirandola, collocata lontano da fonti di emissioni dirette, i cui dati appaiono piuttosto contenuti e senza variazioni significative nella giornata.

Si segnala inoltre che la stazione di San Francesco a Fiorano segue un andamento non confrontabile con le altre stazioni; in particolare si osserva che le concentrazioni di biossido di azoto aumentano nelle prime ore del mattino (dalle ore 7) per poi mantenersi costanti nelle ore centrali della giornata e registrare un nuovo incremento intorno alle ore 17-18. Questa condizione è legata alla tipologia di traffico che interessa questa stazione, influenzata prevalentemente dalle attività produttive della zona.

Trend

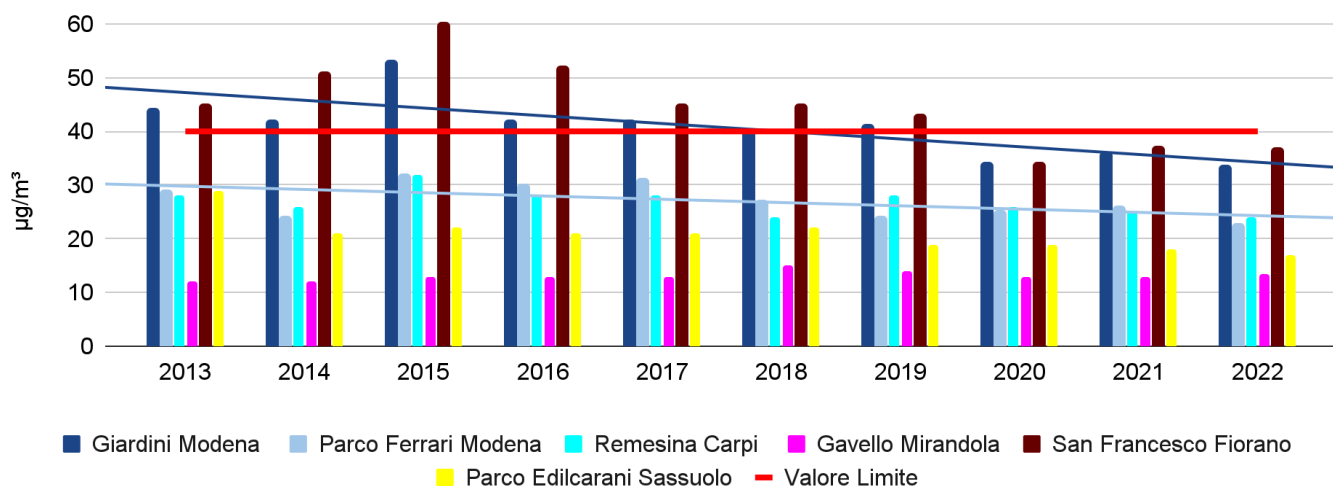
Medie annuali

	Concentrazioni (µg/m ³)					
	Giardini Modena	Parco Ferrari Modena	Remesina Carpi	Gavello Mirandola	San Francesco Fiorano	Parco Edilcarani Sassuolo
Anno 2013	44	29	28		45	29
Anno 2014	42	24	26	12	51	21
Anno 2015	53	32	32	13	60	22
Anno 2016	42	30	28	13	52	21
Anno 2017	42	31	28	13	45	21
Anno 2018	40	27	24	15	45	22
Anno 2019	41	24	28	14	43	19
Anno 2020	34	25	26	13	34	19
Anno 2021	36	26	25	13	37	18
Anno 2022	33	23	24	13	37	17

■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite

STAZIONI	■ Giardini	■ Parco Ferrari	■ Remesina	■ Gavello	■ San Francesco	■ Parco Edilcarani
zona						
tipo						

Medie annuali e Linee di tendenza



Il trend delle medie annuali delle stazioni della rete regionale nell'ultimo decennio mostra complessivamente una diminuzione delle concentrazioni; se si confrontano i dati del 2013 con quelli del 2022 si registra un calo, calcolato come valore medio di tutte le stazioni, pari a -18%.

Il Valore Limite Annuale fissato a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ risulta da diversi anni rispettato nelle stazioni di fondo e dal 2020, anche nelle stazioni da traffico di Giardini a Modena e San Francesco a Fiorano.

Per quanto riguarda la stazione di fondo rurale di Gavello a Mirandola le concentrazioni medie annuali appaiono sempre piuttosto contenute e non si osservano variazioni significative negli anni di questo inquinante.

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 quanto 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.

Dal 1 gennaio 2020 in seguito all'approvazione della DGR 1135/2019 "Approvazione del progetto di riesame della classificazione delle zone e degli agglomerati della Regione Emilia-Romagna ai fini della valutazione della qualità dell'aria", il monitoraggio di questo inquinante rimane come presidio solo nel comune capoluogo.



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

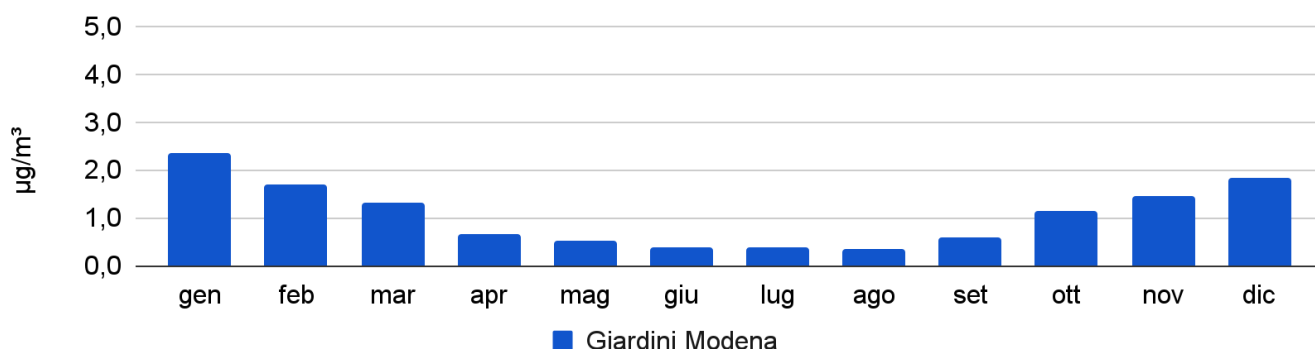
	Stazione
	Giardini Modena
Media annuale (µg/m ³)	1,1
Minimo (µg/m ³)	< 0,1
Massimo (µg/m ³)	6,2
25° percentile (µg/m ³)	0,4
50° percentile (µg/m ³)	0,7
75° percentile (µg/m ³)	1,4
95° percentile (µg/m ³)	2,9
Dati Validi (%)	98%
Limite di quantificazione 0.1 µg/m ³ ■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite	

STAZIONI	■ Giardini
zona	
tipo	

I dati dell'anno 2022 rispettano ampiamente il Valore Limite annuale di 5 µg/m³.

Andamento medie mensili

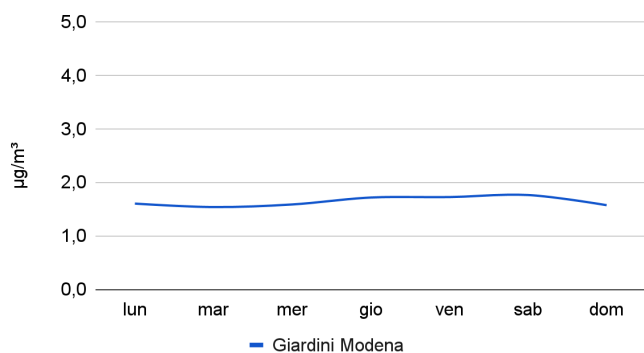
Medie mensili



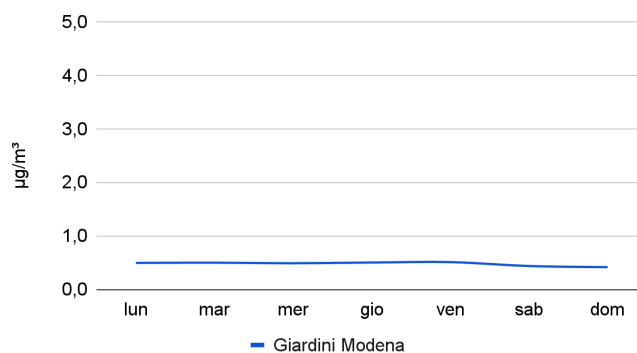
Dall'esame del grafico emerge che durante la stagione invernale si misurano dati più alti rispetto a quella estiva, dove i livelli di Benzene risultano estremamente bassi e prossimi al limite di rilevabilità strumentale.

Settimana tipo

Autunno - Inverno

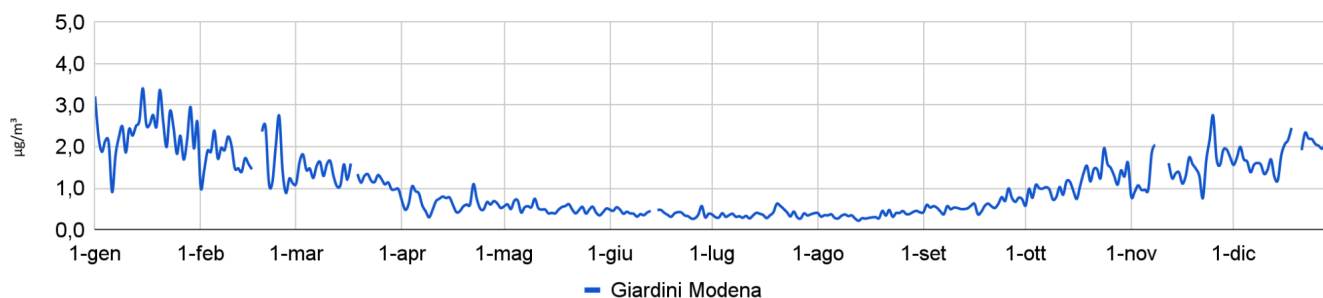


Primavera - Estate



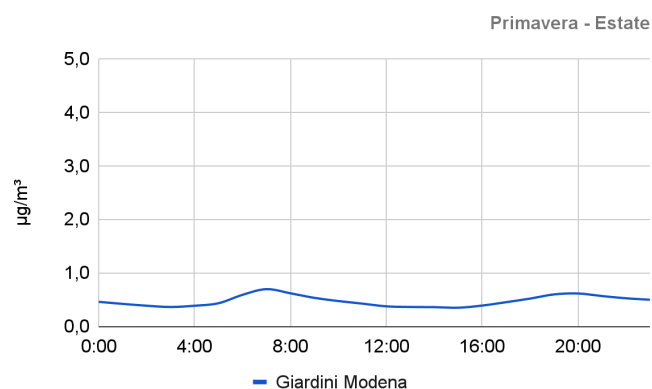
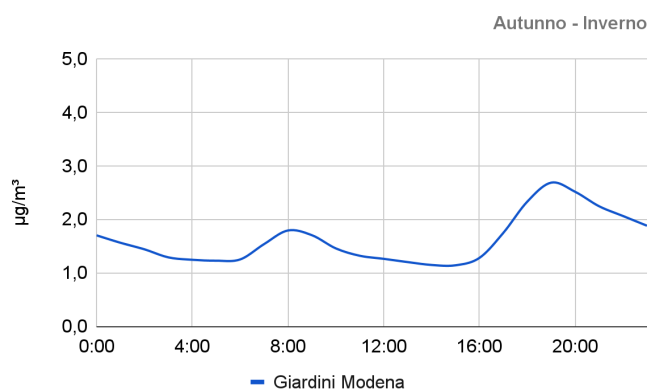
Dati giornalieri

Medie giornaliere



Il valore più alto (3,4 µg/m³) è stato misurato il 15 e il 20 di gennaio.

Giorno Tipo



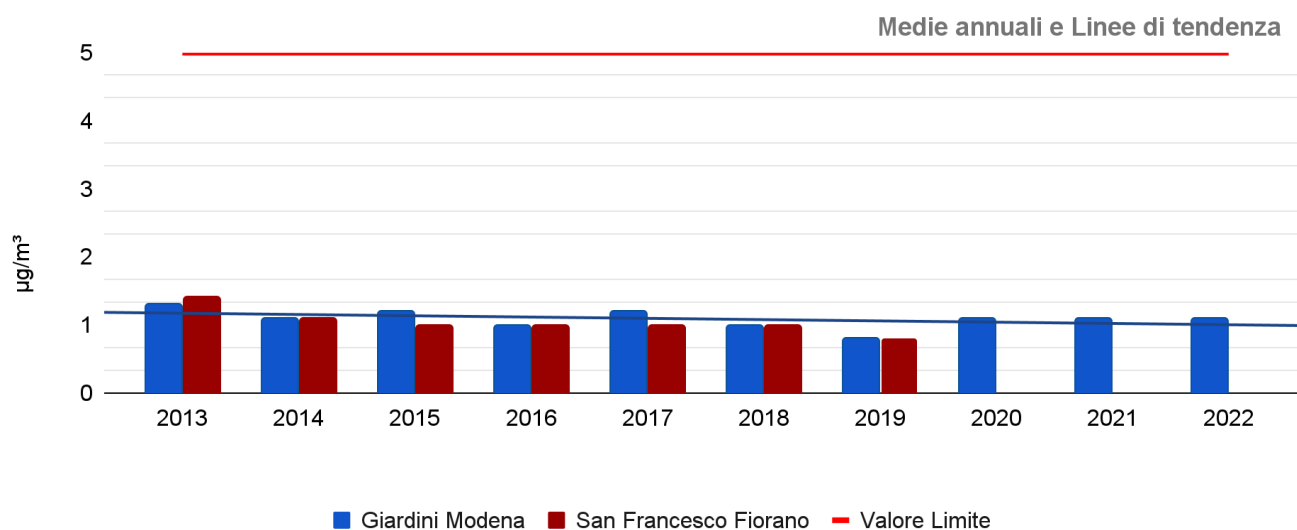
Il giorno tipico autunno-invernale evidenzia generalmente un doppio picco corrispondente alle ore mattutine e serali caratterizzate da maggiori transiti veicolari legati agli spostamenti casa - lavoro (il flusso veicolare presso la stazione di Giardini a Modena è di circa 30000 veicoli/gg), nella stagione primaverile-estiva tale andamento, seppur presente, risulta smorzato.

Trend

Medie annuali

	Concentrazioni (µg/m ³)	
	Giardini Modena	San Francesco Fiorano
Anno 2013	1,3	1,4
Anno 2014	1,1	1,1
Anno 2015	1,2	1,0
Anno 2016	1,0	1,0
Anno 2017	1,2	1,0
Anno 2018	1,0	1,0
Anno 2019	0,8	0,8
Anno 2020	1,1	
Anno 2021	1,1	
Anno 2022	1,1	
■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite		

STAZIONI	■ Giardini	■ San Francesco
zona		
tipo		



Le concentrazioni medie annuali di Benzene confermano dati molto bassi sostanzialmente stazionari e non si segnalano criticità a carico di questo inquinante che ha ormai raggiunto livelli molto contenuti pari a circa un quinto del Valore Limite Annuale. Se si confrontano i dati del 2013 con quelli del 2022, per la stazione di Giardini a Modena il calo percentuale risulta del -15%.

A seguito della revisione della rete regionale, dal 2020 il benzene viene misurato solo nella stazione di Giardini.




Toluene, Etilbenzene e Xileni

Di seguito si riportano alcune elaborazioni sui dati di altri composti aromatici analizzati presso la stazione da traffico di Giardini a Modena: 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 Guide lines - Anno 2000
Xileni	4800 µg/m ³	media 24 ore	WHO – International Programme of Chemical Safety - Anno 1997
	870 µg/m ³	media annuale	
Etilbenzene	*RfC: 1000 µg/m ³	media 24 ore	EPA – Integrated Risk Information System - Anno 1991
*RfC= Reference Concentration for Chronic Inhalation Exposure			

	Giardini Modena		
	Toluene	Etilbenzene	Xileni
Media annuale (µg/m³)	5,4	0,5	3,5
Minimo (µg/m³)	0,5	< 0,1	0,1
Massimo (µg/m³)	73,5	13,7	73,5
25° percentile (µg/m³)	2,7	0,2	1,5
50° percentile (µg/m³)	4,2	0,4	2,4
75° percentile (µg/m³)	6,7	0,6	3,9
95° percentile (µg/m³)	14,0	1,3	10,3
Dati Validi (%)	98%	98%	98%

STAZIONI	 Giardini
zona	
tipo	

I dati di Toluene, Etilbenzene e Xileni sono molto contenuti rispetto a quanto indicato dai valori Guida Internazionali.

Indice sintetico della Qualità dell'aria (IQA)

L'inquinamento atmosferico è un importante fattore di rischio per la salute umana. Al fine di fornire informazioni in modo semplice e immediato sul livello qualitativo dell'aria che si respira, Arpae Emilia-Romagna, sulla base di precedenti esperienze attuate anche in altre regioni europee, ha realizzato un **Indice di Qualità dell'Aria (IQA)** che rappresenta sinteticamente lo stato dell'inquinamento atmosferico.

Gli inquinanti solitamente inclusi nella definizione degli indici di qualità dell'aria sono quelli che hanno effetti a breve termine, quali il monossido di carbonio (CO), il biossido di azoto (NO₂), l'ozono (O₃), il biossido di zolfo (SO₂), il particolato (PTS, PM10 o PM2.5 a seconda delle dimensioni). Gli indici trovano applicazione nella comunicazione quotidiana alla popolazione per evitare esposizioni a concentrazioni di inquinanti che possano dare effetti sanitari immediati, prevalentemente di tipo cardiovascolare o respiratorio.

L'indice realizzato per l'Emilia-Romagna considera, tra gli inquinanti con effetti a breve termine, il PM10, l'NO₂ e l'O₃, in quanto sono quelli che nella nostra regione presentano le maggiori criticità. Sono stati invece esclusi il CO e l'SO₂ le cui concentrazioni, negli ultimi decenni, hanno subito una drastica diminuzione, tanto da essere ormai stabilmente e ampiamente sotto i limiti di legge.

Per ogni inquinante viene calcolato un sottoindice, ottenuto dividendo la concentrazione misurata per il relativo limite previsto dalla legislazione per la protezione della salute umana (nel caso di più limiti si è scelto il più basso) e moltiplicando il valore ottenuto per 100.

In linea con l'approccio adottato dalla maggior parte degli indici utilizzati a livello internazionale, si è scelto di definire il valore dell'indice sintetico come il valore del sottoindice peggiore.

La tabella che segue riporta i limiti che sono stati utilizzati per il calcolo dei tre sottoindici.

L'IQA qui rappresentato è stato calcolato mediando i dati delle stazioni collocate nel comune di Modena.

La scelta è dovuta al fatto che essendoci in ogni capoluogo lo stesso numero e tipologia di stazione, l'IQA di ogni provincia è confrontabile con le altre della regione Emilia Romagna.

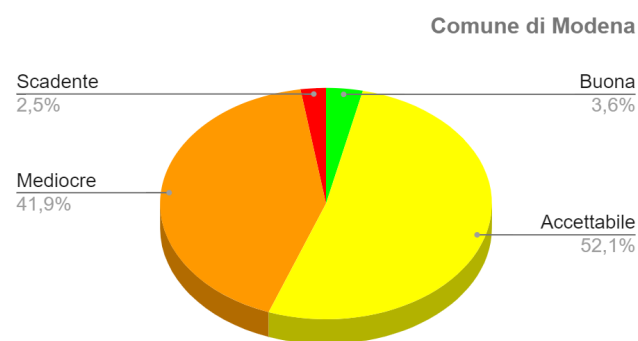
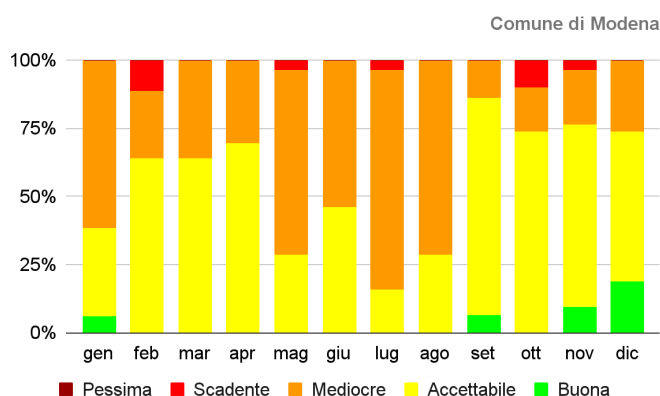
Inquinante	Indicatore di riferimento	Valore
PM10	Media giornaliera	50 µg/m ³
O ₃	Valore massimo della media mobile su 8 ore	120 µg/m ³
NO ₂	Valore massimo orario	200 µg/m ³

Analisi dei dati

Classe di qualità	Scala cromatica
BUONA	<50
ACCETTABILE	50-99
MEDIOCRE	100-149
SCADENTE	150-199
PESSIMA	>200

STAZIONI	■ Giardini	■ Parco Ferrari
zona		
tipo		

	Classi di qualità				
	Buona	Accettabile	Mediocre	Scadente	Pessima
gen	2	10	19	0	0
feb	0	18	7	3	0
mar	0	20	11	0	0
apr	0	21	9	0	0
mag	0	9	21	1	0
giu	0	14	16	0	0
lug	0	5	25	1	0
ago	0	9	22	0	0
set	2	24	4	0	0
ott	0	23	5	3	0
nov	3	20	6	1	0
dic	6	17	8	0	0
Totale	13	190	153	9	0



La qualità dell'aria nell'anno 2022 è risultata:

- **“Buona”, per un totale di 13 giornate corrispondenti al 4% dell'anno.**

I mesi che hanno presentato il maggior numero di giornate con qualità “Buona” sono stati dicembre con 6 giorni, a cui segue novembre con 3.

- **“Accettabile”, per un totale di 190 giornate corrispondenti al 52% dell'anno.**

I mesi che hanno presentato il maggior numero di giornate con qualità “Accettabile” sono stati settembre, ottobre e aprile con rispettivamente 24, 23 e 21 giornate.

- **“Mediocre”, per un totale di 153 giornate corrispondenti al 42% dell'anno.**

I mesi con il numero maggiore di giornate di qualità “Mediocre” sono stati luglio con 25 giorni e agosto con 22, segue maggio con 21 gg. Nei mesi invernali ciò che rende la qualità dell'aria “Mediocre” sono gli alti valori di polveri PM10 che superano il Valore Limite giornaliero ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mentre in estate la situazione è dovuta agli alti livelli di ozono che spesso hanno superato il Valore Obiettivo di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

- **“Scadente”, per un totale di 9 giornate corrispondenti al 2% dell'anno.**

I mesi con il maggior numero di giornate con una qualità dell'aria “Scadente” sono stati febbraio e ottobre con 3 giorni.

- **“Pessima” nessuna giornata**

L'aria non è risultata “Pessima”.

Nel 2022, l'aria è risultata "Buona" o "Accettabile" complessivamente in 203 giornate, corrispondenti a circa il 56% dell'anno. Per il restante periodo, 162 giornate (44%), la qualità dell'aria è risultata "Mediocre" o "Scadente", situazione determinata dal superamento di uno dei limiti sopra indicati.

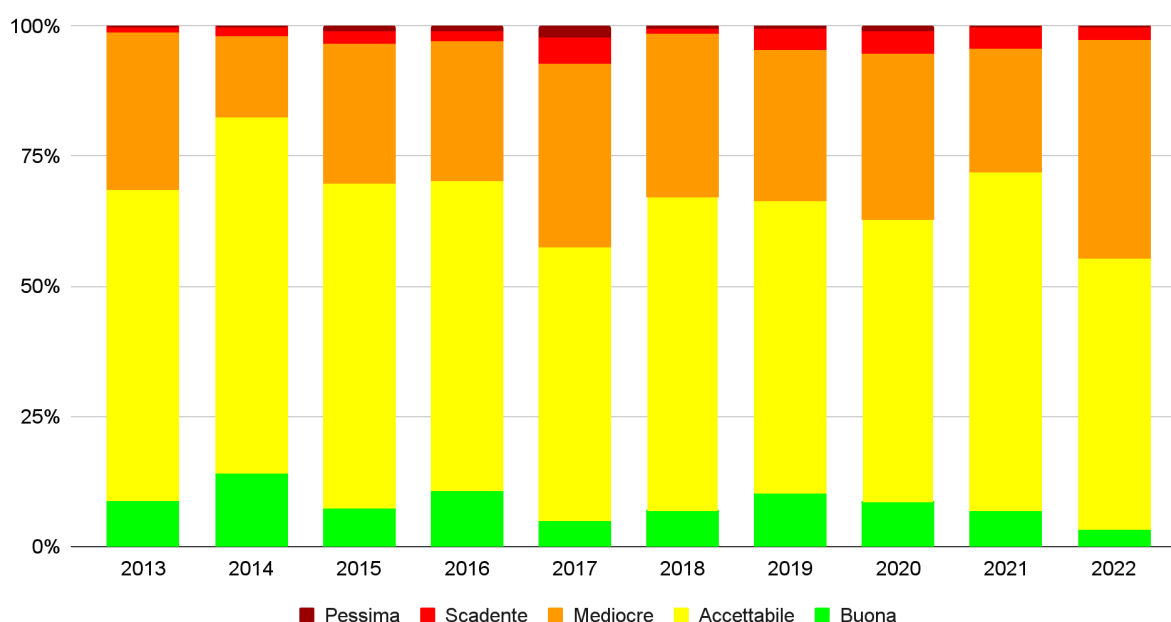
Nei mesi di gennaio, febbraio, ottobre, novembre e dicembre, il valore dell'indice sintetico, scelto come valore del sottoindice peggiore, è determinato principalmente dai livelli di PM10, inquinante critico invernale.

Nei mesi di aprile, maggio, giugno, luglio, agosto e settembre, il valore dell'indice sintetico dipende nella quasi totalità delle giornate dai livelli di O₃, inquinante critico estivo.

Nel mese di marzo, invece, si osserva una distribuzione omogenea delle giornate in cui l'IQA deriva dai livelli di PM10 e dai livelli di O₃.

I mesi con la migliore qualità dell'aria sono stati marzo, aprile, settembre e dicembre, mesi nei quali non si sono verificate giornate con IQA "Scadente" e in cui il numero di giorni con IQA "Mediocre" è risultato minore di 15.

Trend



L'indice di qualità dell'aria nel 2022 è risultato lievemente peggiore rispetto agli anni precedenti, anche se non si sono registrate giornate di qualità 'pessima'.

Mediamente negli ultimi 10 anni la qualità dell'aria si è presentata per un 8% "Buona", per un 59% "Accettabile", per un 29% "Mediocre", per un 3% "Scadente" e per un 1% "Pessima".

Modalità di diffusione dei dati

I dati della Qualità dell'aria 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.

Il sito [Liberiamo l'Aria](#), aggiornato quotidianamente durante il periodo invernale, riporta le informazioni relative ai provvedimenti emergenziali e le informazioni aggregate a livello provinciale relative al superamento del valore limite giornaliero per PM10.

Infine i dati sono disponibili anche in modalità open data al link:

<https://dati.arpae.it/dataset/qualita-dell-aria-rete-di-monitoraggio>.