



Sinadoc 33670/2022

# Monitoraggio della qualità dell'aria con Laboratorio Mobile Comune di Campogalliano (MO) RELAZIONE TECNICA

## Indice

DESCRIZIONE DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	1
STAZIONI DI CONFRONTO	2
SINTESI DEI RISULTATI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	5
ANALISI DEI DATI E DELLE CONDIZIONI AL CONTORNO	8
L'andamento meteorologico	8
Le emissioni nel territorio	10
I dati rilevati	13
Polveri PM10	13
Polveri PM2,5	15
Ozono (O3)	17
Benzene	22
Toluene, Etilbenzene, Xileni	24
Indice di Qualità dell'Aria	25
Le stime dei valori annuali dell'anno 2022 e 2023	27
Allegato 1 – Inquadramento normativo D.Lgs. n. 155/2010	28
Allegato 2 – Limiti di quantificazione per inquinante	28

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

**Servizio Sistemi Ambientali** - Area Prevenzione Ambientale Centro

**viale Fontanelli 23 | 41121 Modena** | tel +39 059 433611 | [PEC aoomo@cert.arpae.emr.it](mailto:PEC_aoomo@cert.arpae.emr.it)














*Sede legale Arpae: Via Po 5, 40139 Bologna* | tel 051 6223811 | [PEC dirigen@cert.arpae.emr.it](mailto:PEC_dirigen@cert.arpae.emr.it) | [www.arpae.it](http://www.arpae.it) | P.IVA 04290860370

## DESCRIZIONE DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

Comune	Campogalliano
Periodo	1^ campagna: Dal 11/01/2023 al 14/02/2023 2^ campagna: Dal 01/06/2023 al 25/07/2023
Zona Monitorata	via Mattei - Area sportiva comunale
Coordinate UTM	646304 EST, 4949709 NORD
Inquinanti misurati	Polveri PM10, Polveri PM2,5, Ozono (O3), Biossido d'Azoto (NO2), BTEX (Benzene, Toluene, Etilbenzene, Xileni)
Parametri meteorologici misurati	Temperatura, Umidità Relativa, Velocità Vento, Direzione Vento, Pioggia
Obiettivo dell'indagine e tipo di Zona	Il Laboratorio Mobile è stato posizionato in Via E. Mattei, nel parcheggio dell'Area Sportiva Comunale; la zona oggetto del monitoraggio è prevalentemente di tipo residenziale. Oltre all'inquinamento di fondo, le sorgenti principali di inquinamento atmosferico sono da ricondurre al transito di auto e mezzi sull'Autostrada A22, posta a circa 230 metri in linea d'aria dal Laboratorio Mobile, ed alle attività produttive collocate nell'area artigianale/industriale prossima al sito indagato, i cui primi stabilimenti sono ubicati a circa 350 metri a Sud ed Est in linea d'aria rispetto al sito monitorato. Da segnalare inoltre la presenza di un'altra zona industriale collocata a circa 650 metri a Nord in linea d'aria dal luogo ove è stato posizionato il Laboratorio Mobile.

## STAZIONI DI CONFRONTO

I dati rilevati sono confrontati con quelli misurati nello stesso periodo nelle seguenti stazioni fisse collocate nella Zona di Pianura Ovest, area territoriale definita dalla Zonizzazione della Regione Emilia – Romagna approvata con D.G.R. nel 2011.

<b>Stazione: GIARDINI</b> -   traffico (T) (30000 veicoli/gg)	■	<b>Stazione: REMESINA</b> -   fondo suburbano (FSU)	■
Ubicazione: Via Giardini 543 - Modena		Ubicazione: Via Remesina - Carpi	
Anno attivazione 1990		Anno attivazione 1997	
Inquinanti monitorati: NOx, BTX, PM <sub>10</sub>		Inquinanti monitorati: NOx, O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub>	
<b>Stazione: PARCO FERRARI</b> -   fondo urbano (FU)	■	<b>Stazione: GAVELLO</b> -   fondo rurale (FRU)	■
Ubicazione: Parco Ferrari - Modena		Ubicazione: Via Gazzi – loc. Gavello - Mirandola	
Anno attivazione 2005		Anno attivazione 2008	
Inquinanti monitorati: NOx, O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub>		Inquinanti monitorati: NOx, O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub>	
Tipo di Zona:  <b>Urbana</b>  <b>Suburbana</b>  <b>Rurale</b> Tipo di stazione:  <b>Traffico</b>  <b>Fondo</b>			



**SINTESI DEI RISULTATI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO**

<b>Valori medi e massimi misurati nel periodo di monitoraggio dal 11/01/2023 al 14/02/2023</b>						
Inquinanti		Laboratorio Mobile - Campogalliano	Giardini - Modena - T	Parco Ferrari - Modena - FU	Remesina- Carpi - FSU	Gavello - Mirandola - FRU
PM10	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	41	46	40	41	37
	Massimo giornaliero ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	69	87	70	71	74
	N° superamenti giornalieri	11	11	8	12	11
PM2,5	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	30		31		30
	Massimo giornaliero ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	47		66		63
NO <sub>2</sub>	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	35	45	34	36	21
	Massimo orario ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	88	130	109	125	52
O <sub>3</sub>	Max media mobile 8 ore ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	74		60	65	71
	Massimo orario ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	97		76	89	86
	N° Superamenti Valore Obiettivo	0		0	0	0
	N° Superamenti Soglia Informazione	0		0	0	0
Benzene Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		1,7	1,8			
Toluene Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		3,0	3,5			
Etilbenzene Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		0,4	0,5			
Xileni Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		1,6	2,5			

<b>Valori medi e massimi misurati nel periodo di monitoraggio dal 01/06/2023 al 25/07/2023</b>						
Inquinanti		Laboratorio Mobile - Campogalliano	Giardini - Modena - T	Parco Ferrari - Modena - FU	Remesina - Carpi - FSU	Gavello - Mirandola - FRU
PM10	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	22	24	21	21	21
	Massimo giornaliero ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	37	43	35	41	37
	N° superamenti giornalieri	0	0	0	0	0
PM2,5	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	9		12		12
	Massimo giornaliero ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	15		21		21
NO <sub>2</sub>	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	16	22	14	12	<8
	Massimo orario ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	94	62	48	48	24
O <sub>3</sub>	Max media mobile 8 ore ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	172		176	149	157
	Massimo orario ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	187		195	162	162
	N° Superamenti Valore Obiettivo	41		35	17	23
	N° Superamenti Soglia Informazione	7		10	0	0
Benzene Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		0,2	0,3			
Toluene Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		0,7	1,5			
Etilbenzene Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		<0,1	0,2			
Xileni Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		0,4	1,0			

Le campagne invernale e estiva sono state entrambe prevalentemente caratterizzate da stabilità meteorologica secondo quanto meglio dettagliato nel capitolo seguente.

Tipicamente la stagione estiva registra concentrazioni di inquinanti inferiori a quanto rilevato nella stagione invernale: nelle condizioni tipiche estive, gli strati atmosferici più vicini al suolo, a causa del loro riscaldamento, risultano interessati da fenomeni di rimescolamento e da locali circolazioni d'aria tali da favorire la dispersione di inquinanti quali  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ ,  $NO_2$  e Benzene. Andamento diverso si osserva invece per l' $O_3$  che in questa stagione, a causa dell'elevato irraggiamento solare e delle alte temperature, presenta concentrazioni elevate su tutta l'area padana, 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 queste condizioni, che talvolta persistono per l'intera giornata, la dispersione degli inquinanti immessi in prossimità della superficie è fortemente limitata e si assiste così a fenomeni di accumulo degli inquinanti in prossimità della superficie.

In entrambe le campagne - quella invernale e quella estiva - le misure effettuate con il Laboratorio Mobile hanno avuto una buona copertura temporale e il rendimento degli analizzatori è stato superiore al 90% per tutti gli inquinanti ad esclusione del benzene che nella campagna invernale, causa anomalia strumentale, ha avuto un rendimento pari al 83%; si ritiene comunque significativa l'indagine anche per questo inquinante.

#### Polveri $PM_{10}$ e $PM_{2.5}$

Le concentrazioni giornaliere di polveri rilevate dal Laboratorio Mobile nelle due campagne di monitoraggio sono risultate simili a quelle delle stazioni di fondo, sia nei livelli registrati che negli andamenti; nel periodo invernale sono stati registrati 11 superamenti del Valore Limite Giornaliero di  $PM_{10}$  ( $50 \mu/m^3$ ) così come a Giardini e Gavello, contro i 12 e 8 rilevati rispettivamente a Remesina e Parco Ferrari, mentre la campagna estiva non ha evidenziato particolari criticità a carico di questo inquinante.

Nei periodi di misura si è osservato che la frazione  $PM_{2.5}$  ha rappresentato nel sito indagato, in termini di massa, il 74% del  $PM_{10}$  nella stagione invernale e il 40% nella stagione estiva. Nelle stazioni fisse si è osservato un rapporto  $PM_{2.5}/PM_{10}$  a Gavello pari al 81% nella stagione invernale e 74% nella stagione estiva e a Parco Ferrari rispettivamente 74% e 58%.

#### Ozono $O_3$

I livelli di  $O_3$  registrati dal laboratorio mobile sono lievemente superiori a quanto misurato nelle stazioni di fondo prese a riferimento. Le concentrazioni misurate nel sito indagato non evidenziano particolari criticità nella campagna invernale, mentre si sono registrate 41 giornate di superamento dell'Obiettivo a lungo termine ( $120 \mu g/m^3$ ) contro 35, 17 e 23 registrate rispettivamente a Parco Ferrari, Remesina e Gavello.

Si osserva inoltre che la Soglia di Informazione ( $180 \mu g/m^3$ ) non è stata rispettata nel sito di indagine (7 superamenti) e a Parco Ferrari (10 superamenti).



### Biossido d'Azoto NO<sub>2</sub>

I livelli medi di NO<sub>2</sub> rilevati a Campogalliano, in entrambe le stagioni esaminate, sono risultati simili alle stazioni di fondo di Parco Ferrari e Remesina e inferiori a quanto rilevato nella stazione da traffico di Giardini. In ogni postazione considerata non si sono registrati superamenti del Valore Limite Orario (200 µg/m<sup>3</sup>) per la protezione della salute umana.

### Benzene

Le concentrazioni di Benzene a Campogalliano risultano inferiori a quanto rilevato nella stazione da traffico di Giardini a Modena; in entrambe le postazioni considerate, i livelli di questo inquinante appaiono estremamente contenuti e lontani dal Valore Limite Annuale imposto dalla normativa di 5 µg/m<sup>3</sup>.

### Indice di qualità dell'aria (IQA)

I valori dell' IQA del sito indagato e della stazione di fondo di Remesina a Carpi mostrano, per la campagna invernale, una classificazione in termini di "qualità dell'aria" sostanzialmente simile tra le due postazioni con differenze non significative. In particolare, a Campogalliano, durante la campagna estiva si sono verificati 11 giorni con qualità dell'aria "Mediocre", 19 giorni con qualità "Accettabile" e 5 giorni con qualità "Buona".

Per quanto riguarda la campagna estiva è possibile osservare che i valori dell'IQA evidenziano una situazione peggiore a Campogalliano rispetto la stazione fissa presa a riferimento; ciò è da attribuire ai livelli di Ozono che hanno contribuito in modo esclusivo alla definizione dell'IQA, registrando nel sito indagato 41 giornate classificate "Mediocri" contro 17 giornate rilevate a Remesina.

## ANALISI DEI DATI E DELLE CONDIZIONI AL CONTORNO

### L'andamento meteorologico

**Campagna Invernale:** nel mese di gennaio, a partire dalla seconda metà, il flusso temperato atlantico diviene più settentrionale, con il prevalere di aria artica marittima che porta a condizioni di instabilità e freddo moderato. L'assenza però di anticicloni termici di origine continentale in grado di influenzare la nostra regione, impedisce comunque la piena affermazione della stagione invernale, secondo un trend peraltro oramai consolidato nell'ultimo ventennio. Il mese di febbraio si è caratterizzato per la netta prevalenza di figure anticicloniche in Europa e di conseguenza sulla nostra regione, con richiamo di correnti particolarmente miti per la stagione e anomalia negativa di precipitazioni<sup>1</sup>.

**Campagna Estiva:** il mese di giugno si è contraddistinto da frequenti condizioni instabili. Inizialmente ciò è stato dovuto alla persistenza della configurazione sinottica che aveva caratterizzato gran parte di maggio con anomalia barica negativa sul Mediterraneo e positiva sul nord Europa. Nell'ultima settimana del mese invece ha prevalso un flusso zonale in cui deboli fasi anticicloniche si sono alternate con infiltrazioni di aria più fresca e transito di blande saccature in quota. Tra queste due configurazioni, da metà mese fino al solstizio d'estate, si interpone una fase con alta pressione subtropicale e tempo stabile con moderata onda di calore. Il mese di luglio si è contraddistinto per la frequente presenza dell'anticiclone africano che, pur mantenendo i suoi massimi soprattutto su centro e sud Italia, ha portato un paio di ondate di calore di rilievo assoluto anche sulla nostra regione<sup>2</sup>.

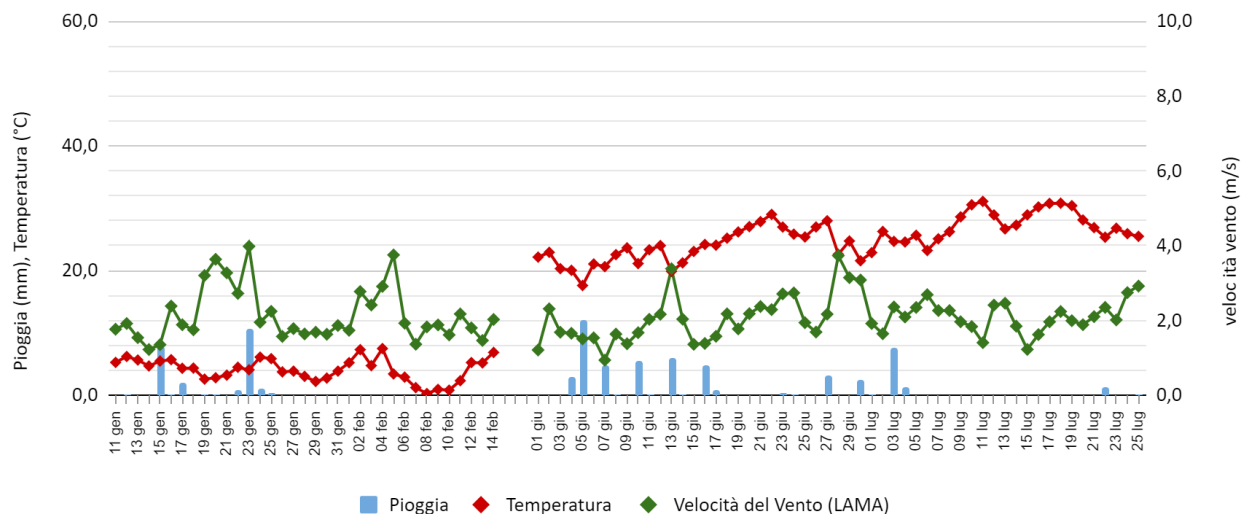
Di seguito si riportano i dati meteorologici misurati dal Laboratorio Mobile; per i dati di Direzione e Velocità Vento è stata invece utilizzata un'estrazione ricavata dal dataset LAMA (Limited Area Model Analysis), fornito da ARPAE-SIMC.

Periodo di Monitoraggio	Temperatura (°C)			Umidità (%)			Velocità Vento (LAMA) (m/sec)		Pioggia		
	Min.	Med.	Max	Min.	Med.	Max	Med.	Max	mm totali caduti nel periodo	N° gg piovosi (> 1 mm)	Giorno più piovoso
<b>Elaborazione dati orari - Campagna Invernale</b>											
dal 11/01/2023 al 14/02/2023	-4,9	4,1	16,2	27	82	99	2,1	7,5	23,4	3	10,6 mm (23/01/2023)
<b>Elaborazione dati orari - Campagna Estiva</b>											
dal 01/06/2023 al 25/07/2023	15,0	25,3	37,6	21	65	99	2,1	8,1	54,4	11	12,0 mm (05/06/2023)

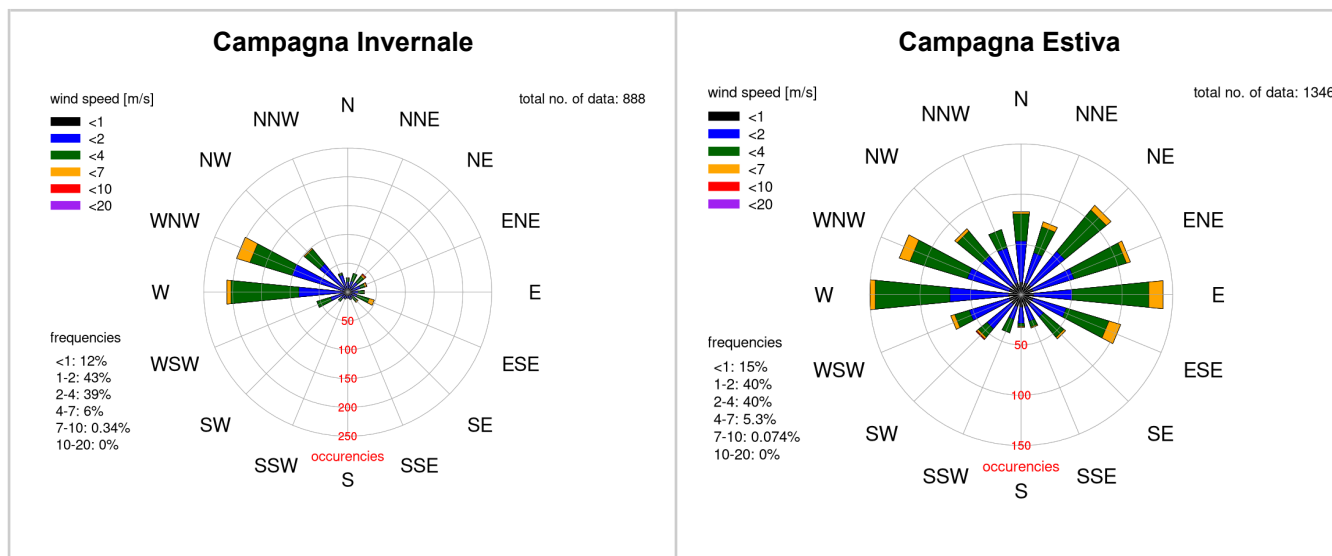
<sup>1</sup> Per ulteriori approfondimenti su questo particolare evento meteorologico si rimanda al report specifico redatto dal SIMC - Arpae [https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/bollettini-mensili/bm\\_202301.pdf/view](https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/bollettini-mensili/bm_202301.pdf/view)  
[https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/bollettini-mensili/bm\\_202302.pdf/view](https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/bollettini-mensili/bm_202302.pdf/view)

<sup>2</sup> Per ulteriori approfondimenti su questo particolare evento meteorologico si rimanda al report specifico redatto dal SIMC - Arpae [https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/bollettini-mensili/bm\\_202306-1.pdf/view](https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/bollettini-mensili/bm_202306-1.pdf/view)

Andamento giornaliero dei parametri meteo



Rosa del vento - Direzione e Velocità Vento rilevati



Dall'esame delle due Rose dei Venti si evidenzia, nella stagione invernale, che le componenti prevalenti provengono da Ovest-Nord-Ovest e Ovest; nel periodo estivo è invece possibile osservare che le componenti prevalenti provengono da Est e da Ovest.



## Le emissioni nel territorio

La stima delle emissioni in atmosfera viene effettuata attraverso l'inventario delle emissioni, che costituisce una serie organizzata di dati relativi alla quantità di inquinanti introdotti in atmosfera a seguito di attività antropiche e da sorgenti naturali.

Le stime emissive sono organizzate per inquinante, tipo di attività, combustibile eventualmente utilizzato, unità territoriale, periodo di tempo e sono relative ai soli inquinanti di origine primaria.

L'inventario regionale è realizzato mediante il software INEMAR (INventario EMissioni ARia), strumento messo a punto e progressivamente aggiornato nell'ambito di una convenzione interregionale<sup>3</sup>.

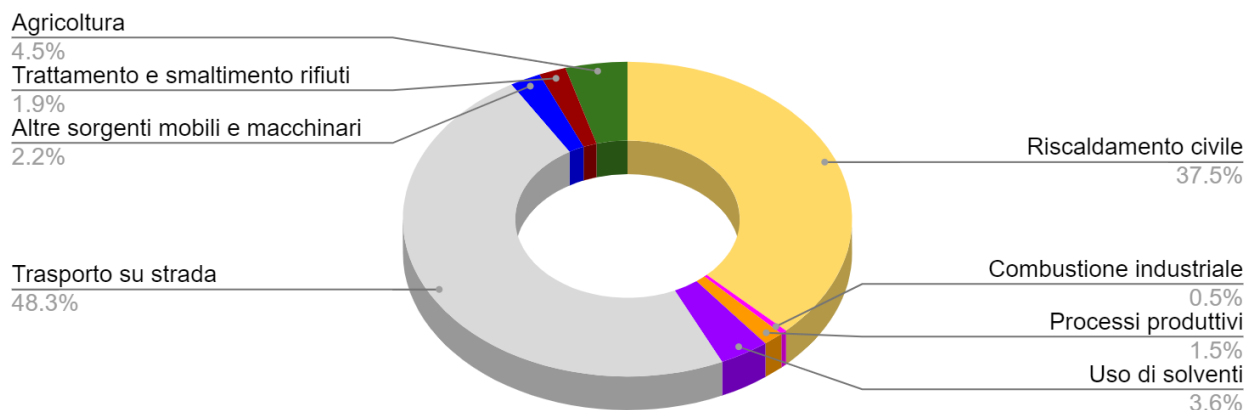
La metodologia di riferimento implementata in INEMAR è quella EMEP-CORINAIR contenuta nel documento "EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019".

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**.

L'aggiornamento più recente dell'**inventario regionale delle emissioni in atmosfera** è relativo all'anno **2019**<sup>4</sup>. Dall'inventario regionale è possibile desumere le emissioni della provincia di Modena e del comune di Campogalliano nello specifico.

I grafici che seguono, mostrano il contributo percentuale di ogni singolo macrosettore al carico emissivo dei diversi inquinanti nel comune di Campogalliano. Vengono riportati gli inquinanti misurati e quelli precursori di particolato secondario e ozono (PM10, PM2.5, NO<sub>x</sub>, COVNM, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>).

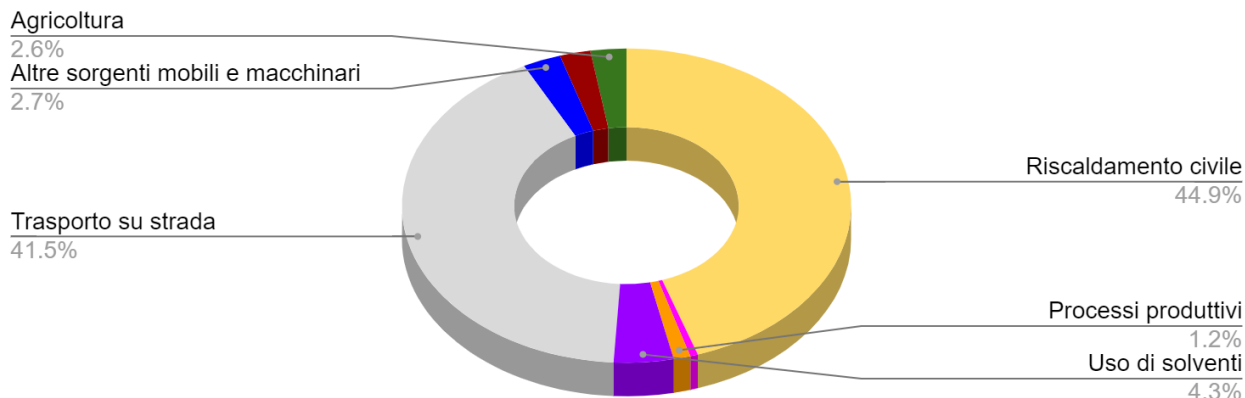
### Contributo % dei macrosettori alle emissioni di PM10



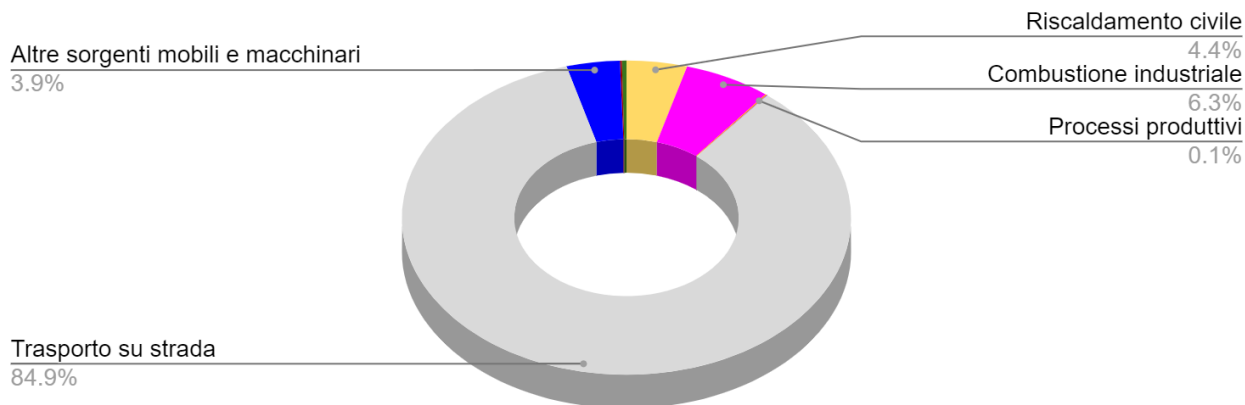
<sup>3</sup> Inemar è stato realizzato nel periodo 1999-2000 dalla Regione Lombardia, con una collaborazione della Regione Piemonte. Dal 2003 è gestito e sviluppato da ARPA Lombardia; dal 2006 il suo utilizzo è condiviso nel quadro di un accordo interregionale, per gli inventari delle emissioni di Lombardia, Piemonte, Emilia Romagna, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Puglia e le Province Autonome di Trento e di Bolzano.

<sup>4</sup> La pubblicazione del report "Aggiornamento dell'inventario regionale delle emissioni in atmosfera dell'Emilia-Romagna relativo all'anno 2019" -(inemar-er 2019) è scaricabile all'indirizzo [https://www.arpae.it/temi-ambientali/aria/inventari-emissioni/inventario-inemar/inventario\\_emissioni\\_2019.pdf](https://www.arpae.it/temi-ambientali/aria/inventari-emissioni/inventario-inemar/inventario_emissioni_2019.pdf)

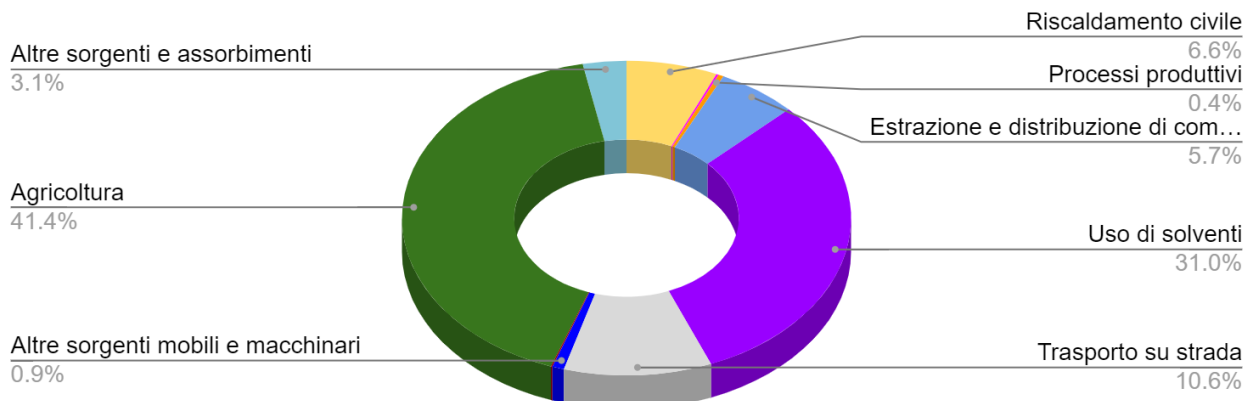
### Contributo % dei macrosettori alle emissioni di PM2.5



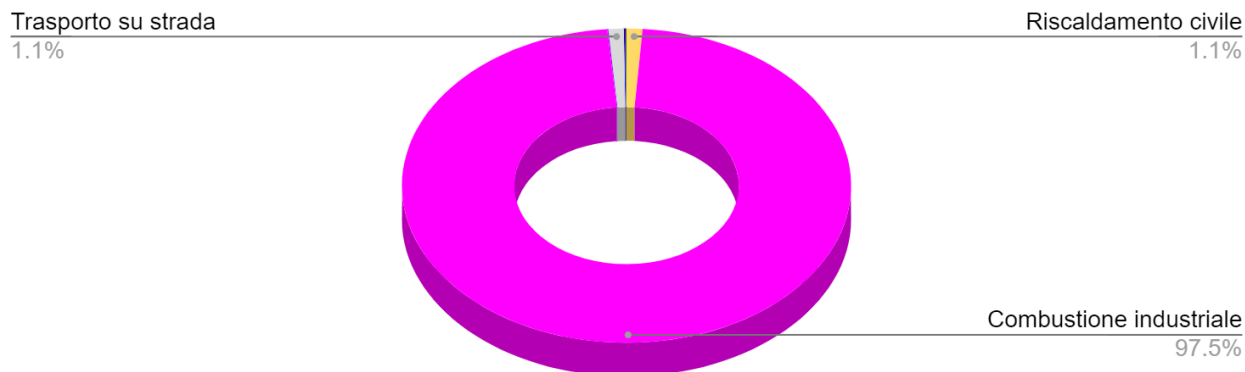
### Contributo % dei macrosettori alle emissioni di NOX



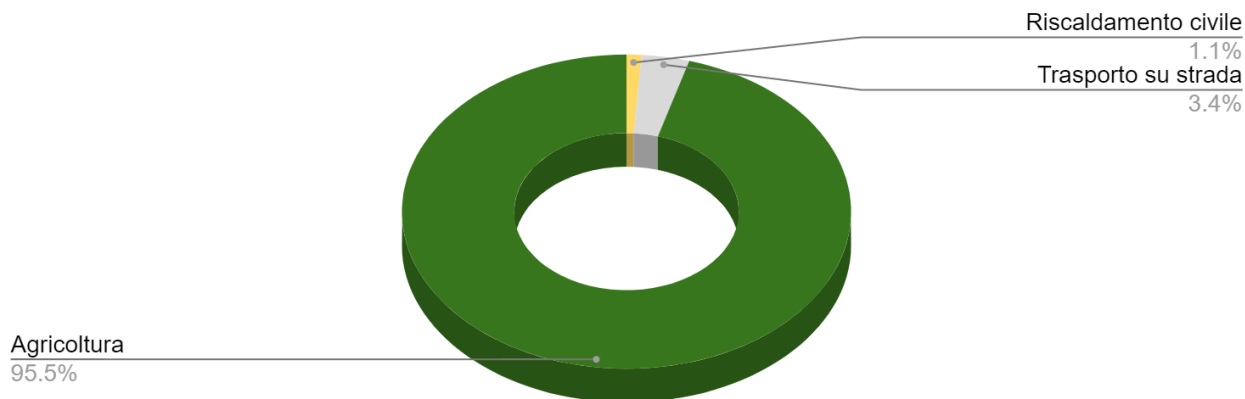
### Contributo % dei macrosettori alle emissioni di COVNM



### Contributo % dei macrosettori alle emissioni di SO2



### Contributo % dei macrosettori alle emissioni di NH3



La tabella seguente confronta i carichi emissivi del comune di Campogalliano con quelli dell'intero territorio provinciale, sia in termini assoluti che percentuali.

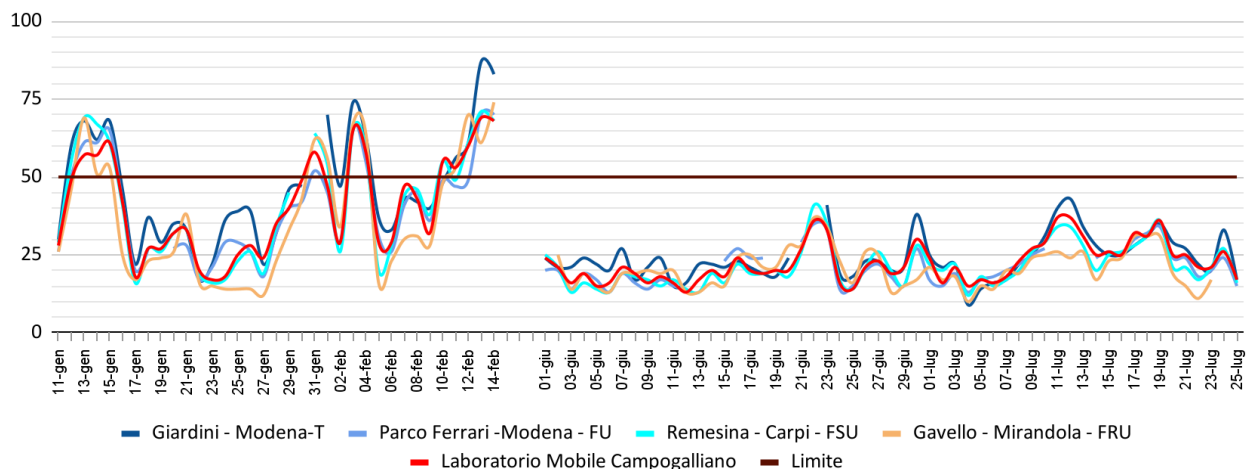
Emissioni totali (t/anno)	Polveri PM10	Polveri PM2.5	Ossidi di azoto NO <sub>x</sub>	Monossido di carbonio CO	Composti Organici Volatili COVNM	Biossido di zolfo SO <sub>2</sub>	Ammoniaca NH <sub>3</sub>
Comune di Campogalliano	33	27	345	322	166	44	135
Provincia di Modena	1769	1490	8965	13137	15138	3629	6445
contributo % Comune di Campogalliano/Provincia di Modena	<b>1,9%</b>	<b>1,8%</b>	<b>3,8%</b>	<b>2,5%</b>	<b>1,1%</b>	<b>1,2%</b>	<b>2,1%</b>

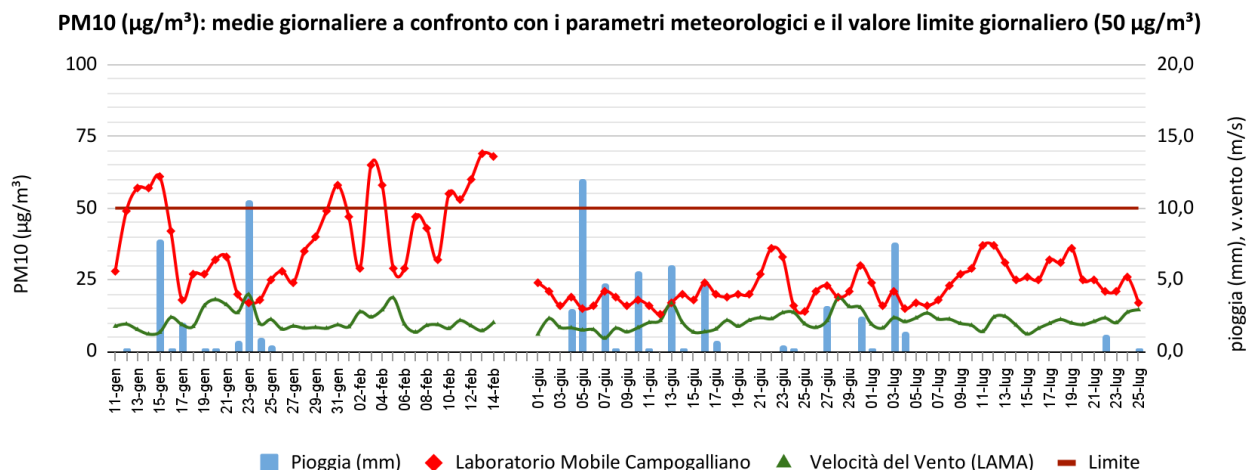
Copia di documento acquisito nel protocollo informatico del Comune di Campogalliano.

## I dati rilevati

## Polveri PM10

Stazioni	Laboratorio Mobile Campogalliano	Giardini - Modena-T	Parco Ferrari -Modena - FU	Remesina - Carpi - FSU	Gavello - Mirandola - FRU
<b>Elaborazione dati giornalieri - Campagna Invernale</b>					
Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	41	46	40	41	37
n° sup.VL giornaliero	11	11	8	12	11
Minimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	17	17	17	16	12
Massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	69	87	70	71	74
Dati validi (%)	100	97	97	97	100
<b>Elaborazione dati giornalieri - Campagna Estiva</b>					
Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	22	24	21	21	21
n° sup.VL giornaliero	0	0	0	0	0
Minimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	13	9	13	12	10
Massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	37	43	35	41	37
Dati validi (%)	100	96	87	100	95
<b>Confronto con la normativa - Anno 2022</b>					
Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	===	36	30	30	27
n° sup.VL giornaliero	===	75	40	41	29
<b>D.Lgs 155/2010</b>					
<b>Valore Limite giornaliero = 50 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>, Max 35 giorni di superamento/anno</b>					
<b>Valore Limite annuale = 40 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>					
<span style="color: green;">■</span> $\leq$ Valore Limite <span style="color: orange;">■</span> $>$ Valore Limite					

PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ): medie giornaliere a confronto con il valore limite giornaliero (50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



Le concentrazioni giornaliere di polveri rilevate dal Laboratorio Mobile nelle due campagne di monitoraggio sono risultate simili a quelle delle stazioni di fondo e lievemente inferiori alla stazione da traffico di Giardini, sia nei livelli registrati che negli andamenti.

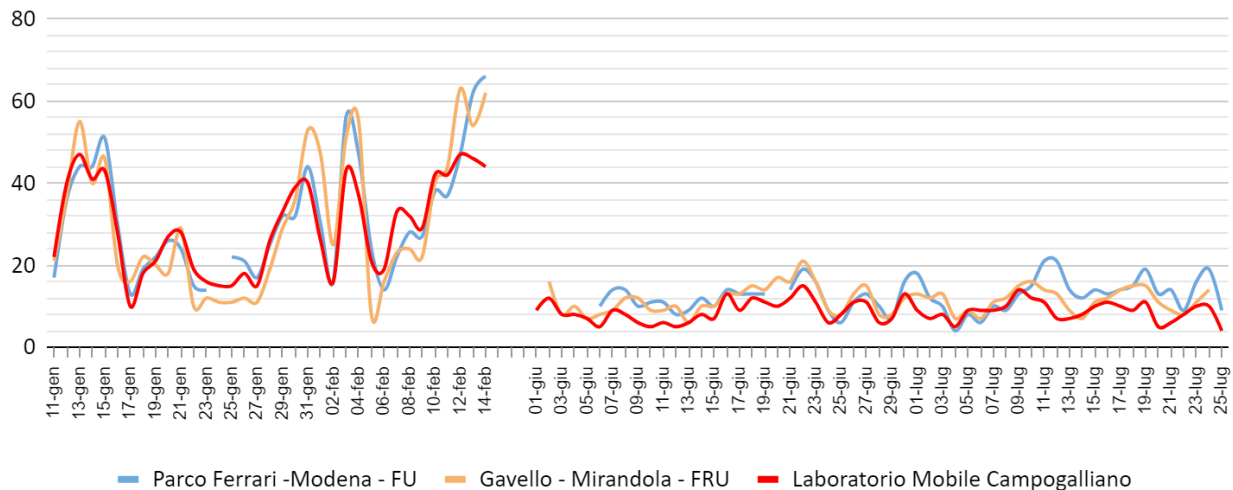
La campagna invernale si è svolta durante un periodo in cui sono maggiormente consistenti le emissioni derivanti dalle sorgenti di riscaldamento civile e traffico che vanno a sommarsi alle emissioni normalmente presenti. Il grafico che rappresenta i dati di PM10 rilevati nel sito indagato rapportati ai parametri meteo evidenzia che le concentrazioni più contenute si sono registrate nelle giornate in cui hanno prevalso condizioni di instabilità meteorologica, associata in alcune giornate a precipitazioni (15/01, 17/01, dal 23/01 al 25/01). A Campogalliano sono stati registrati 11 superamenti del Valore Limite Giornaliero ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) così come a Giardini e Gavello contro i 12 e 8 rilevati rispettivamente a Remesina e Parco Ferrari.

La campagna estiva non evidenzia particolari criticità a carico di questo inquinante come normalmente è possibile attendersi da questa stagione, favorevole alla dispersione degli inquinanti in atmosfera; in nessuna postazione presa in esame sono stati registrati superamenti del Valore Limite Giornaliero.

Se si applica un'analisi statistica tra i dati di polveri PM10 misurati a Campogalliano e quelli misurati dalle stazioni della rete regionale nello stesso periodo, il sito indagato presenta un'ottima correlazione con gli andamenti della stazione fissa di Parco Ferrari (indice di correlazione di Pearson  $R=0,97$ ) e Remesina a Carpi (indice di correlazione di Pearson  $R=0,98$ ).

## Polveri PM2,5

Stazioni	Laboratorio Mobile Campogalliano	Parco Ferrari -Modena - FU	Gavello - Mirandola - FRU
<b>Elaborazione dati giornalieri - Campagna Invernale</b>			
Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	30	31	30
Minimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	10	13	8
Massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	47	66	63
Dati validi (%)	100	97	100
<b>Elaborazione dati giornalieri - Campagna Estiva</b>			
Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	9	12	12
Minimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	4	4	6
Massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	15	21	21
Dati validi (%)	100	89	96
<b>Confronto con la normativa - Anno 2022</b>			
Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	===	18	18
<b>D.Lgs 155/2010</b>			
<b>Valore Obiettivo = 25 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>			
<b>Valore Limite Annuale = 25 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>			
<span style="color: green;">■</span> $\leq$ Valore Limite <span style="color: orange;">■</span> $>$ Valore Limite			

PM 2,5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ): medie giornaliere

Le concentrazioni giornaliere di Polveri PM2.5 rilevate a Campogalliano sono risultate simili a quelle delle stazioni di fondo prese a riferimento nella campagna invernale e lievemente inferiori nella campagna estiva, con andamenti ben correlati; come già osservato per il PM10, la campagna invernale ha registrato livelli superiori rispetto al periodo estivo. Nel periodo invernale si è osservato che la frazione PM2.5 ha rappresentato, in termini di massa, la quota maggioritaria del PM10, cioè il 74% a Campogalliano e nella stazione di Parco Ferrari, il 81% a Gavello. Nel periodo estivo il rapporto PM2.5/PM10 è risultato essere il



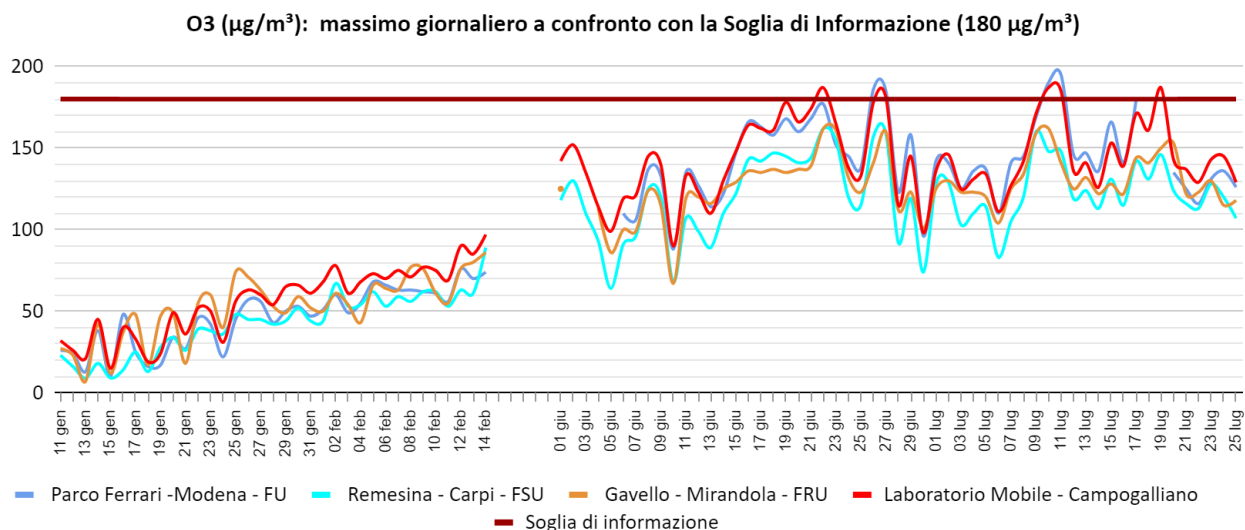
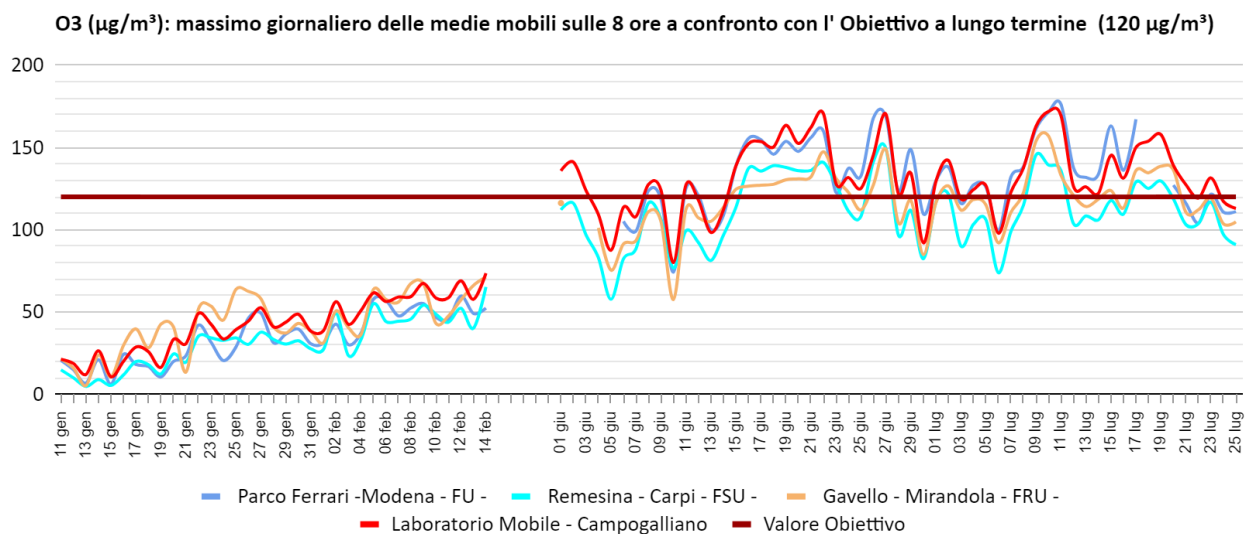
40% nel sito indagato contro un 57% e 58% osservati rispettivamente a Gavello e Parco Ferrari.

Non è possibile fare valutazioni circa il rispetto della normativa in quanto, per questo inquinante, esiste solamente un valore limite annuale fissato a 25 µg/m<sup>3</sup>.

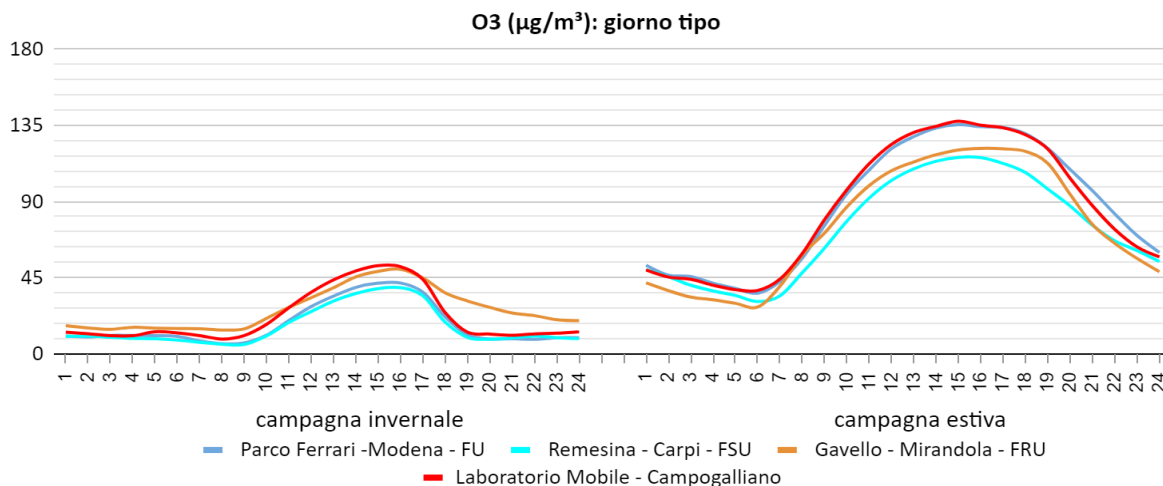
## Ozono (O3)

Stazioni	Laboratorio Mobile Campogalliano	Parco Ferrari -Modena - FU	Remesina - Carpi - FSU	Gavello - Mirandola - FRU
<b>Elaborazione dati orari- Campagna Invernale</b>				
Massimo h ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	97	76	89	86
Massimo media mob 8h ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	74	60	65	71
n° ore sup.Soglia di Informazione	0	0	0	0
n° gg. sup. Valore Obiettivo	0	0	0	0
Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	22	17	16	26
Minimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<8	<8	<8	<8
Dati validi (%)	100	100	100	100
<b>Elaborazione dati orari- Campagna Estiva</b>				
Massimo h ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	187	195	162	162
Massimo media mob 8h ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	172	176	149	157
n° ore sup.Soglia di Informazione	7	10	0	0
n° gg. sup. Valore Obiettivo	41	35	17	23
Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	87	88	74	76
Minimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<8	<8	<8	<8
Dati validi (%)	98	89	100	97
<b>Confronto con la normativa - Anno 2022</b>				
n° ore sup.Soglia di Informazione	===	3	3	3
n° gg. sup. Valore Obiettivo	===	74	53	58
<b>D.Lgs 155/2010</b>				
<b>Soglia di Informazione (S.I.) = 180 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math> (media oraria da non superare)</b>				
<b>Valore Obiettivo (V.O.) = 120 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math> (Valore massimo della media mobile su 8 ore da non superare per più di 25 volte all'anno come media degli ultimi 3 anni)</b>				
<span style="color: green;">■</span> ≤ Valore Limite <span style="color: orange;">■</span> > Valore Limite				





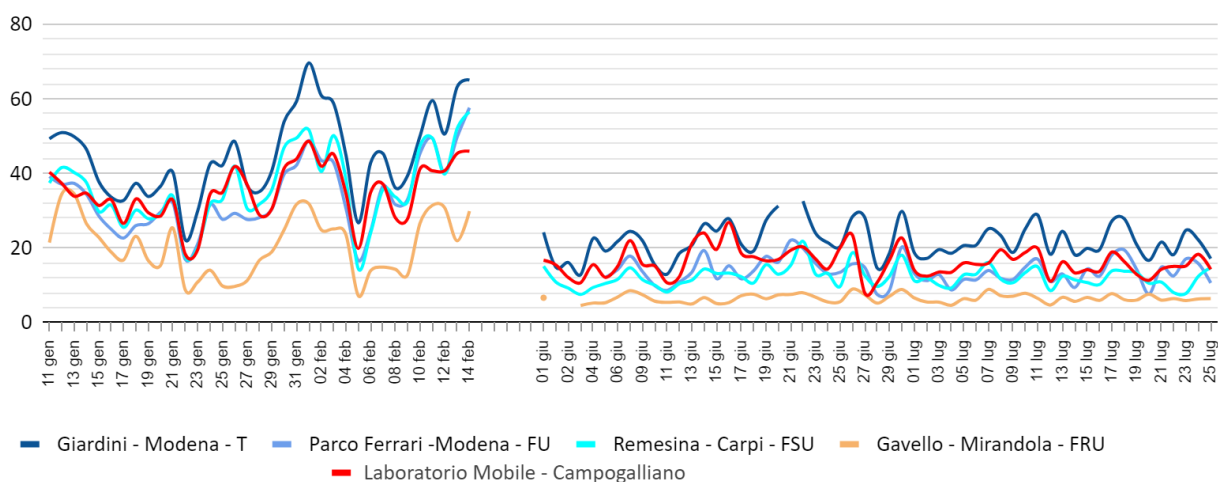
Nel sito di indagine, le concentrazioni di Ozono risultano lievemente superiori a quanto misurato nelle stazioni di fondo prese a riferimento; per tutte le postazioni esaminate i livelli di questo inquinante sono risultati superiori nella stagione estiva in quanto legati agli incrementi della radiazione solare e delle elevate temperature a cui normalmente si assiste in questo periodo. A Campogalliano si sono registrate 41 giornate di superamento dell'Obiettivo a lungo termine ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) contro 35, 17 e 23 registrate rispettivamente a Parco Ferrari, Remesina e Gavello; si osserva inoltre che la Soglia di Informazione ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) non è stata rispettata nel sito di indagine (7 superamenti) e a Parco Ferrari (10 superamenti).



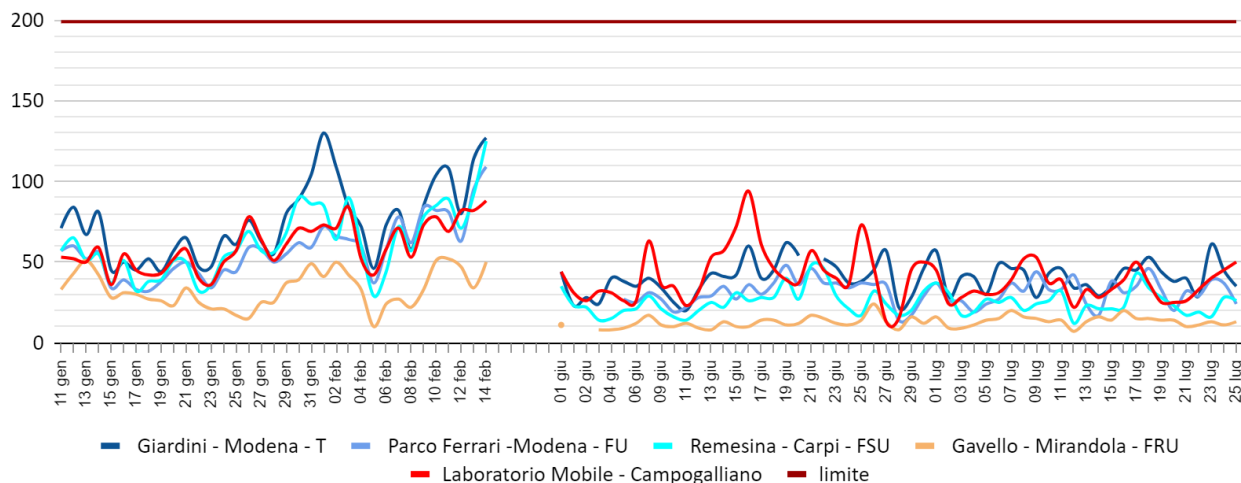
Il grafico del giorno tipico, analogamente a quanto già osservato, evidenzia concentrazioni di Ozono superiori nella stagione estiva rispetto a quella invernale: in entrambe le campagne si osserva un trend in aumento a partire dalle ore del tardo mattino per raggiungere concentrazioni più elevate nelle ore pomeridiane, dalle 14 alle 17 poco dopo le ore di massimo irraggiamento, con livelli nel sito indagato simili a quanto rilevato nella stazione fissa di Parco Ferrari.

Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

Stazioni	Laboratorio Mobile Campogalliano	Giardini - Modena - T	Parco Ferrari -Modena - FU	Remesina - Carpi - FSU	Gavello - Mirandola - FRU
<b>Elaborazione dati orari- Campagna Invernale</b>					
Media (µg/m <sup>3</sup> )	35	45	34	36	21
n° sup.VL giornaliero	0	0	0	0	0
Minimo (µg/m <sup>3</sup> )	<8	8	<8	<8	<8
Massimo (µg/m <sup>3</sup> )	88	130	109	125	52
Dati validi (%)	98	100	100	100	100
<b>Elaborazione dati orari- Campagna Estiva</b>					
Media (µg/m <sup>3</sup> )	16	22	14	12	<8
n° sup.VL giornaliero	0	0	0	0	0
Minimo (µg/m <sup>3</sup> )	<8	<8	<8	<8	<8
Massimo (µg/m <sup>3</sup> )	94	62	48	48	24
Dati validi (%)	98	98	92	100	97
<b>Confronto con la normativa - Anno 2022</b>					
Media annuale (µg/m <sup>3</sup> )	===	33	23	24	13
n° sup.VL giornaliero	===	0	0	0	0
<b>D.Lgs 155/2010</b>					
<b>Valore Limite orario= 200 µg/m<sup>3</sup> (media oraria da non superare più di 18 volte in un anno)</b>					
<b>Valore Limite annuale = 40 µg/m<sup>3</sup> (media annua)</b>					
<span style="color: green;">■</span> ≤ Valore Limite <span style="color: orange;">■</span> > Valore Limite					

NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>): medie giornaliere

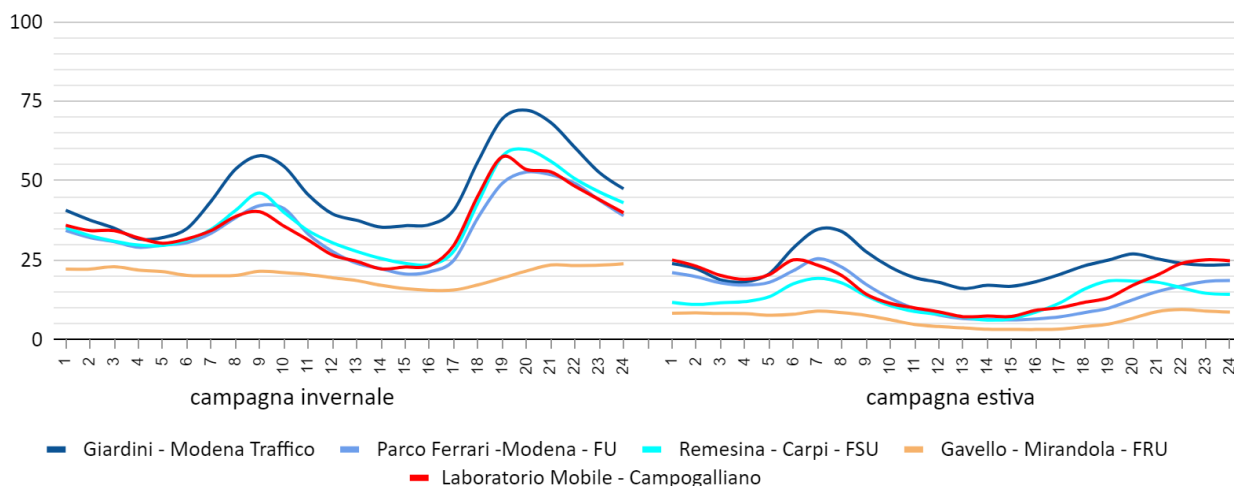
NO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ): massimi giornalieri a confronto con il valore limite orario di 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



I livelli medi di NO<sub>2</sub> rilevati a Campogalliano, in entrambe le stagioni esaminate, sono risultati simili alle stazioni di fondo di Parco Ferrari e Remesina e inferiori a quanto rilevato nella stazione da traffico di Giardini. La stazione rurale di Gavello, che non risente di emissioni locali - visto il suo posizionamento finalizzato a misurare i livelli di inquinamento dovuto a fenomeni di trasporto sul lungo raggio - ha registrato concentrazioni sensibilmente inferiori rispetto a tutte le altre postazioni esaminate. In ogni stazione considerata non si sono registrati superamenti del Valore Limite Orario (200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) per la protezione della salute umana.

Se si applica un'analisi statistica tra i dati di NO<sub>2</sub> misurati a Campogalliano e quelli misurati dalle stazioni della rete regionale nello stesso periodo, il sito indagato risulta meglio correlato con la stazione fissa di Parco Ferrari (indice di correlazione di Pearson R=0,87).

NO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ): giorno tipo feriale - campagna invernale e estiva

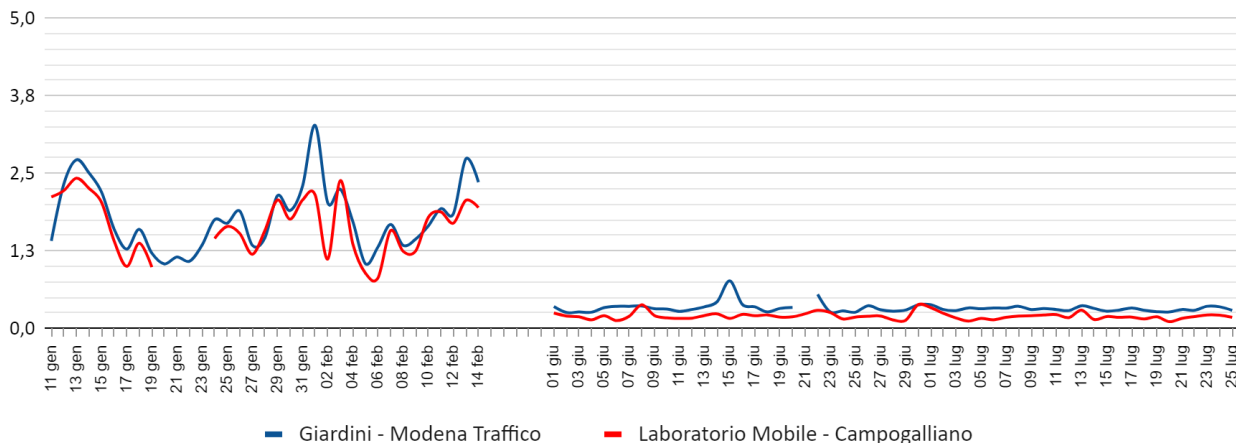


Il giorno tipo feriale, per tutte le postazioni considerate, mostra un leggero andamento bimodale che rispecchia gli spostamenti casa-lavoro nella fascia mattutina e in quella tardo-pomeridiana, maggiormente marcato nella stagione invernale. Questo andamento risulta evidente per tutte le postazioni considerate ad esclusione della stazione rurale di Gavello che non risente di emissioni locali dovute al traffico

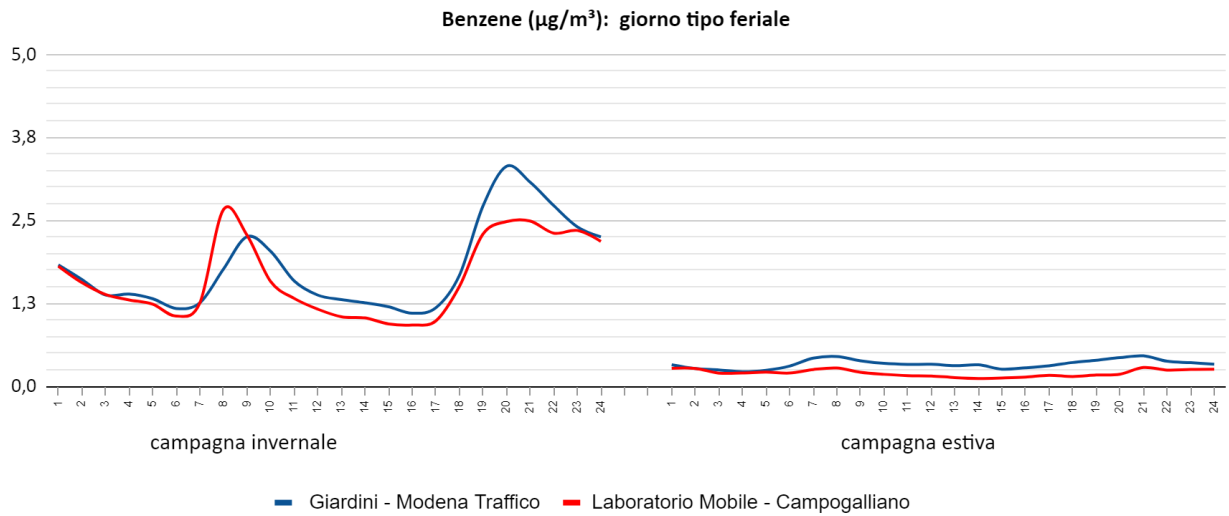
**Benzene**

Stazioni	Laboratorio Mobile Campogalliano	Giardini - Modena - T
<b>Elaborazione dati orari- Campagna Invernale</b>		
Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1,7	1,8
Minimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,3	0,5
Massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	8,9	12,3
Dati validi (%)	83	96
<b>Elaborazione dati orari- Campagna Estiva</b>		
Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,2	0,3
Minimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<0,1	0,1
Massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2,4	3,0
Dati validi (%)	96	94
<b>Confronto con la normativa - Anno 2022</b>		
Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	===	1,1
<b>D.Lgs 155/2010</b>		
<b>Valore Limite annuale = 5 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math> (media annua)</b>		
<span style="color: green;">■</span> ≤ Valore Limite <span style="color: orange;">■</span> > Valore Limite		

Benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ): medie giornaliere



Le concentrazioni di Benzene a Campogalliano risultano inferiori a quanto rilevato nella stazione da traffico di Giardini a Modena; in entrambe le postazioni considerate, i livelli di questo inquinante appaiono estremamente contenuti e lontani dal Valore Limite Annuale imposto dalla normativa di 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Il giorno tipo feriale, per entrambe le postazioni prese in esame, mostra, analogamente a quanto osservato per l'NO<sub>2</sub>, un andamento bimodale, particolarmente evidente nella campagna invernale: le concentrazioni maggiori si osservano nelle ore mattutine in corrispondenza dei maggiori flussi veicolari prevalentemente legate agli spostamenti casa-lavoro e nelle ore serali.

### Toluene, Etilbenzene, Xileni

Per quanto riguarda Toluene, Etilbenzene e Xileni, tenuto conto che la normativa italiana non prevede valori limite in aria ambiente per questi composti e pertanto non è possibile fare valutazioni circa il rispetto o meno della normativa stessa, si riporta di seguito una sintesi delle concentrazioni rilevate durante la campagna.

			Minimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
TOLUENE	campagna invernale	LM-Campogalliano	<0,1	51,8	3,0
		Giardini - Modena - T	0,1	34,3	3,5
	campagna estiva	LM-Campogalliano	<0,1	10,6	0,7
		Giardini - Modena - T	0,4	19,9	1,5
ETILBENZENE	campagna invernale	LM-Campogalliano	<0,1	5,3	0,4
		Giardini - Modena - T	<0,1	4,5	0,5
	campagna estiva	LM-Campogalliano	<0,1	2,3	<0,1
		Giardini - Modena - T	<0,1	1,6	0,2
XILENI TOTALI	campagna invernale	LM-Campogalliano	0,1	30,4	1,6
		Giardini - Modena - T	0,2	25,7	2,5
	campagna estiva	LM-Campogalliano	<0,1	12,9	0,4
		Giardini - Modena - T	0,1	11,1	1,0

I valori misurati, se raffrontati con i Valori Guida Internazionali (vedi tabella seguente), sono estremamente contenuti.

Valori Guida Internazionali			
Composto	Valore Guida	Periodo Riferimento	Fonte
Toluene	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	media settimanale	WHO - Air Quality Guidelines Anno 2000
Etil Benzene	*RfC: 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	media 24 ore	EPA – Integrated Risk Information System Anno 1991
Xileni	4800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	media 24 ore	WHO - International Programme of Chemical Safety - Anno 1997






\*RfC= Reference Concentration for Chronic Inhalation Exposure

## Indice di Qualità dell'Aria

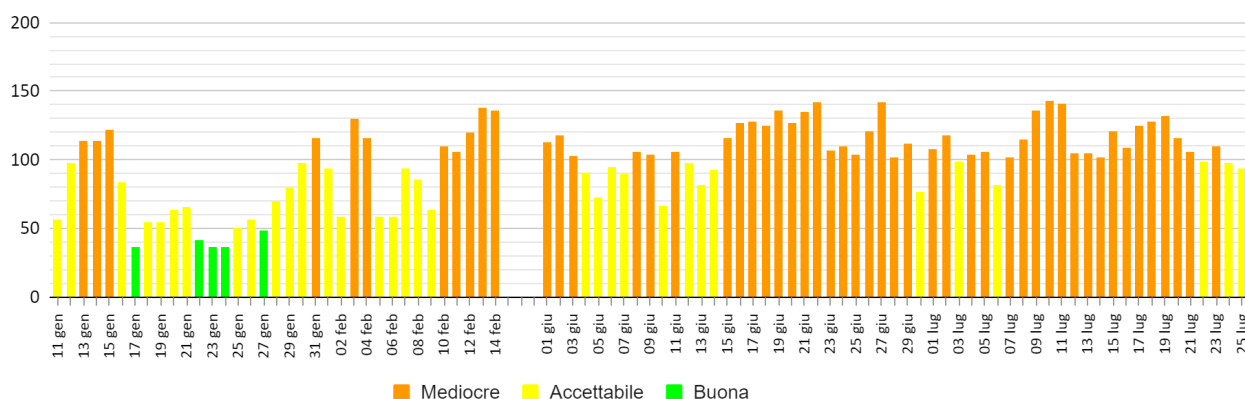
L'indice di qualità dell'aria rappresenta un modo semplice ed immediato per valutare il livello qualitativo della qualità dell'aria nel sito indagato; l'indice viene costruito tenendo conto dei livelli misurati degli inquinanti atmosferici e dei relativi valori limite per la protezione della salute umana. In Emilia Romagna l'indice viene calcolato considerando i livelli di PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub> che nella nostra regione rappresentano gli inquinanti più critici<sup>5</sup>. Il valore dell'indice viene determinato in base al sottoindice dell'inquinante peggiore.

I valori dell'indice sono raggruppati in cinque classi con ampiezza degli intervalli uniforme e pari a 50. La tabella sottostante riporta le classi identificate con i corrispondenti intervalli di valori numerici e cromatismi.

A seguire è riportato il valore giornaliero dell'indice di qualità durante le campagne di monitoraggio.

Valori dell'indice	Cromatismi	Qualità dell'aria
< 50		Buona
50-99		Accettabile
100-149		Mediocre
150-199		Scadente
> 200		Pessima

Laboratorio Mobile Campogalliano: Indice di Qualità dell'Aria giornaliero

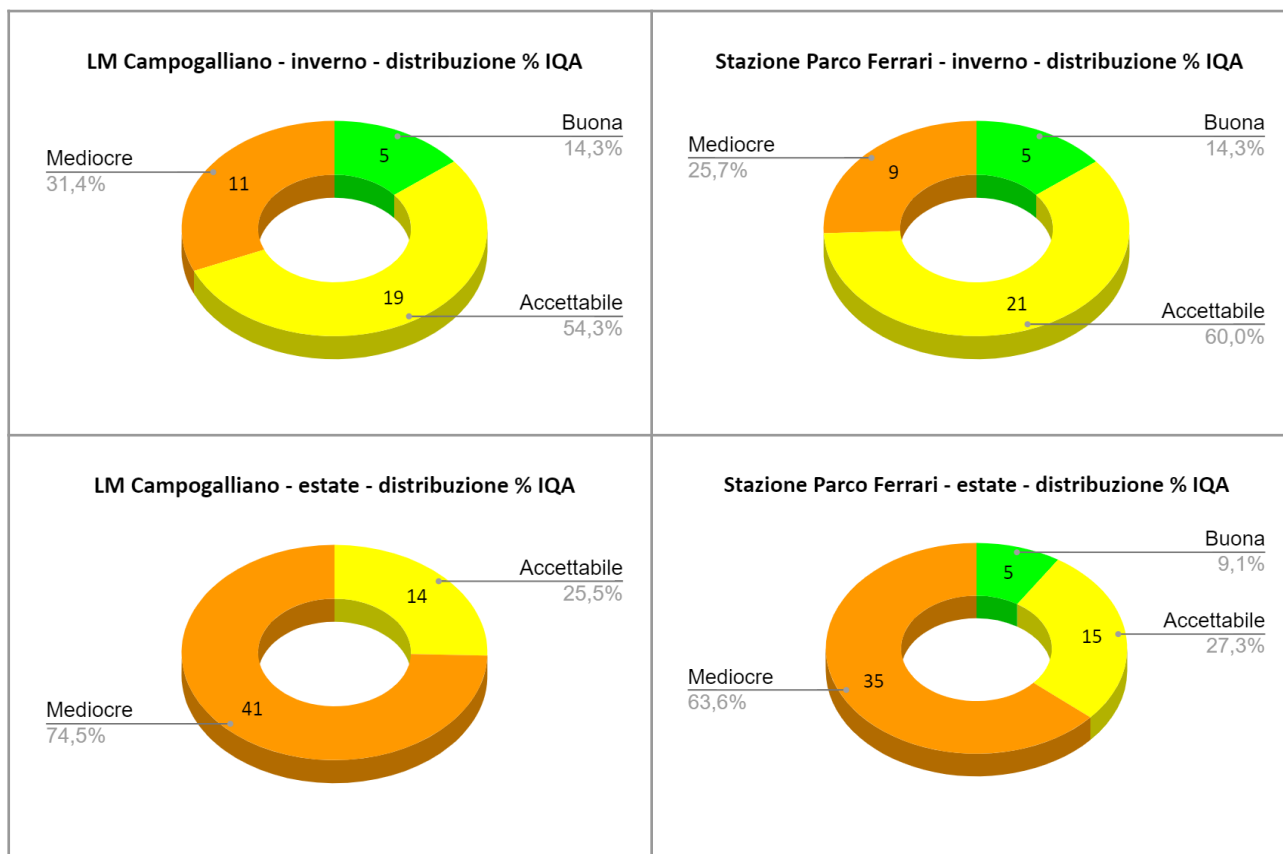


Nella campagna invernale la qualità dell'aria ha registrato il 54% di giornate classificate "Accettabile" (19 giorni); le restanti giornate sono classificate per il 15% "Buona" (5 giorni) e per il 31% "Mediocre" (11 giorni). L'attribuzione alle diverse classi è stata determinata dalle concentrazioni di PM<sub>10</sub> che nelle giornate definite "Mediocre" hanno registrato 11 superamenti del Valore Limite Giornaliero (50 µg/m<sup>3</sup>).

Nella campagna estiva la qualità dell'aria è stata prevalentemente "Mediocre" (41 giorni) ed in misura minore "Accettabile" (14 giorni); l'attribuzione alle diverse classi è da ricondurre esclusivamente ai livelli di O<sub>3</sub>, inquinante legato all'incremento della radiazione solare e delle temperature a cui normalmente si assiste in questa stagione. In particolare nel sito indagato le giornate in cui la qualità dell'aria è stata definita "Mediocre" hanno registrato superamenti dell'Obiettivo a lungo termine per l'Ozono (120 µg/m<sup>3</sup>).

<sup>5</sup> Per ulteriori approfondimenti si rimanda al seguente indirizzo web sulle pagine di Arpa <https://www.arpae.it/temi-ambientali/aria/scopri-di-piu/inquinanti-e-iga/indice-della-qualita-dell-aria-iga>





I grafici di confronto dell' IQA tra il sito indagato e la stazione di fondo di Parco Ferrari a Modena (stazione fissa meglio correlata per gli inquinanti NO<sub>2</sub> e PM10) mostrano, per la campagna invernale, una classificazione in termini di "qualità dell'aria" sostanzialmente simile tra le due postazioni con differenze non significative e riconducibili, per quanto riguarda la classificazione delle giornate definite "Mediocri", al numero di superamenti del Valore Limite giornaliero del PM10 che a Campogalliano sono risultati 11 contro gli 8 riscontrati a Parco Ferrari.

Per quanto riguarda la campagna estiva, i grafici evidenziano una situazione lievemente peggiore a Campogalliano rispetto la stazione fissa presa a riferimento; ciò è da attribuire ai livelli di Ozono che hanno contribuito in modo esclusivo alla definizione dell'IQA, registrando nel sito indagato 41 superamenti dell'Obiettivo a lungo termine (120 µg/m<sup>3</sup>) contro 35 rilevati a Parco Ferrari.

## Le stime dei valori annuali dell'anno 2022 e 2023

Per poter estendere temporalmente gli esiti del monitoraggio all'intero anno 2023, tenuto conto che la normativa prevede valori limite per ogni inquinante da valutare sull'anno solare, è necessario applicare una procedura statistica che, basandosi sulla stazione di monitoraggio della rete provinciale meglio correlata con il sito in esame, permette di stimare il valore della media annuale e il numero dei superamenti annui per i parametri NO<sub>2</sub> e PM10, partendo dai dati misurati nel monitoraggio di breve durata.

Non essendo ancora disponibile l'intera serie temporale dei dati misurati nell'anno 2023 per le stazioni della RRQA, anno in cui è stata condotta l'indagine a Campogalliano, tale stima sarà trasmessa come nota integrativa alla presente relazione nei primi mesi del 2024 e integrerà le presenti valutazioni.

A titolo di confronto è comunque utile qui riportare alcune stime annuali ricavate dalle elaborazioni effettuate da Arpae – Servizio Idro Meteo Clima che, integrando il dato delle stazioni della Rete di Monitoraggio Regionale della Qualità dell'Aria con le simulazioni ottenute dalla catena modellistica NINFA<sup>6</sup>, produce delle stime annuali rappresentative delle concentrazioni di fondo in aree corrispondenti a celle di 3 km x 3 km<sup>7</sup>.

La tabella seguente mette a confronto la stima su base annua riferita al 2022 per la cella in cui ricade il sito di monitoraggio (che dai risultati della campagna di misura è equiparabile ad un sito di fondo urbano/suburbano) con quanto rilevato nelle stazioni fisse di riferimento.

Anno 2022	Dati stimati	Dati misurati				Limite
	Cella 3 Km x 3 Km Campogalliano	Giardini - Modena - T	Parco Ferrari - Modena - FU	Remesina - Carpi - FSU	Gavello - Mirandola - FRU	
PM10 Media (µg/m <sup>3</sup> )	30	36	30	30	27	40
PM10 n° gg. sup. Valore Limite giornaliero	35	75	40	41	29	35
PM2.5 Media (µg/m <sup>3</sup> )	19	===	18	===	18	25
NO2 Media (µg/m <sup>3</sup> )	22	33	23	24	13	40
O3 n° gg. sup. Valore Obiettivo	64	===	74	53	58	25

Le stime delle concentrazioni su base annuale relative all'anno 2022 risultano, per il sito di indagine, uguali (PM10) o leggermente inferiori (NO<sub>2</sub>) ai dati misurati nelle stazioni di fondo urbano di Parco Ferrari e suburbano di Remesina e superiori a quelli della stazione di fondo rurale di Gavello; le stime di PM2.5 restituiscono invece valori leggermente superiori alle stazioni di confronto. Il numero di giorni di superamento stimato di PM10 risulta intermedio tra quello misurato nelle stazioni di fondo urbano/suburbano e quello relativo alla stazione di fondo rurale. Infine, il numero di giorni di superamento del valore obiettivo stimato per il parametro O<sub>3</sub> risulta inferiore solo a quello rilevato a Parco Ferrari.

I tecnici incaricati  
Antonella Anceschi  
Antonella Sterni

FIRMATO ELETTRONICAMENTE SECONDO LE VIGENTI DISPOSIZIONI DI LEGGE

<sup>6</sup><https://internet-pline5.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/scopri-di-piu/approfondimenti-su-previsioni-e-valutazioni-da-modello-qa/modello-pr-evisionale-ninfa>

<sup>7</sup><https://dati.arpae.it/dataset/qualita-dell-aria-valutazioni-annuali-delle-concentrazioni-di-fondo>

### Allegato 1 – Inquadramento normativo D.Lgs. n. 155/2010

Si riassume nella tabella sottostante l'attuale quadro normativo relativo agli inquinanti monitorati.

Polveri PM10	Valore Limite giornaliero = 50 µg/m <sup>3</sup> , Max 35 giorni di superamento/anno Valore Limite annuale = 40 µg/m <sup>3</sup>
Polveri PM2.5	Valore Obiettivo annuale = 25 µg/m <sup>3</sup>
Nichel	Valore Obiettivo annuale = 20,0 ng/m <sup>3</sup>
Arsenico	Valore Obiettivo annuale = 6,0 ng/m <sup>3</sup>
Cadmio	Valore Obiettivo annuale = 5,0 ng/m <sup>3</sup>
Piombo	Valore Limite annuale = 500 ng/m <sup>3</sup>
Benzo(a)pirene	Valore Obiettivo annuale = 1 ng/m <sup>3</sup>
Ozono O <sub>3</sub>	Soglia di Informazione (S.I.) = 180 µg/m <sup>3</sup> (media oraria da non superare) Valore Obiettivo (V.O.) = 120 µg/m <sup>3</sup> (Valore massimo della media mobile su 8 ore da non superare per più di 25 volte all'anno come media degli ultimi 3 anni)
Biossido di azoto NO <sub>2</sub>	Valore Limite orario= 200 µg/m <sup>3</sup> (media oraria da non superare più di 18 volte in un anno) Valore Limite annuale = 40 µg/m <sup>3</sup> (media annua)
Benzene	Valore Limite annuale = 5 µg/m <sup>3</sup> (media annua)

I valori dei gas sono espressi in µg/m<sup>3</sup> ( a 20°C e 101,3 kPa ) mentre i valori delle polveri sono espressi in µg/m<sup>3</sup> a temperatura ambiente così come previsto dalle norme UNI di ogni inquinante e dal D.Lgs. n. 155/2010.

### Allegato 2 – Limiti di quantificazione per inquinante

Polveri PM10	3 µg/m <sup>3</sup>
Polveri PM2.5	3 µg/m <sup>3</sup>
Ozono O <sub>3</sub>	8 µg/m <sup>3</sup>
Biossido di azoto NO <sub>2</sub>	8 µg/m <sup>3</sup>
Benzene	0,1 µg/m <sup>3</sup>