

Comune di NONANTOLA



Sindaco
Federica Nannetti

Progettista PUG
Arch. Carla Ferrari

UT Comune di Nonantola
Gianluigi Masetti, Responsabile Ufficio di Piano e RUP
Elena Mariotti e Silvia Preti

QUADRO CONOSCITIVO

QUALITA' DELL'ARIA NELL'AMBIENTE URBANO

RELAZIONE

Agg. dicembre 2023

a cura di
Ing. Roberto Odorici

collaboratori
Dott. Chim. Carlo Odorici

INDICE

1	QUALITÀ DELL'ARIA NELLA PROVINCIA DI MODENA.....	2
1.1	QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO	2
1.1.1	Correlazione qualità dell'aria condizioni climatiche e geografiche.....	5
1.2	QUALITÀ DELL'ARIA	5
1.2.1	Particolato PM10.....	5
1.2.2	Biossido d'Azoto.....	8
1.2.3	Ozono	9
1.2.4	Valutazione Complessiva tramite Indice di qualità dell'aria (IQA)	11
2	LA QUALITÀ DELL'ARIA A NONANTOLA	13
2.1	STIME MODELLISTICHE DI ARPAE	13
2.1.1	Particolato PM10.....	13
2.1.2	Biossido d'Azoto.....	15
2.1.3	Ozono	16
2.2	CAMPAGNE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA A NONANTOLA.....	17
2.2.1	Nelle aree soggette alla ricaduta dell'inceneritore HERA	19
2.2.2	Indagini in aree adiacenti il tracciato storico della SP255	21
2.2.3	Le campagne di monitoraggio della qualità dell'aria più recenti.....	22
3	INVENTARIO REGIONALE EMISSIONI IN ATMOSFERA.....	25
3.1	METODOLOGIA DI CALCOLO	25
3.2	EMISSIONI DELLA PROVINCIA DI MODENA	26
3.3	EMISSIONI DEL COMUNE DI MODENA	27
3.4	EMISSIONI DEL COMUNE DI NONANTOLA	28
3.5	CONFRONTO QUANTITATIVO E QUALITATIVO DEI VALORI CALCOLATI	31

1 QUALITÀ DELL'ARIA NELLA PROVINCIA DI MODENA

Per inquinamento atmosferico s'intende la modifica della composizione dell'aria atmosferica dovuta all'emissione di sostanze estranee in misura tale da alterarne la salubrità e costituire pregiudizio diretto o indiretto per la salute e/o danno alle costruzioni ed alla vegetazione.

Le cause che determinano l'inquinamento atmosferico possono essere sia di tipo naturale, sia indotte dalle attività umane: rientrano fra queste ultime le emissioni industriali, quelle delle centrali termoelettriche e di produzione di calore, compreso il riscaldamento domestico, ma soprattutto quelle dovute al traffico che, prossime al suolo, favoriscono l'accumulo degli inquinanti a basse quote, quindi nell'aria immediatamente respirabile.

Per quanto riguarda la qualità dell'aria le considerazioni ed i confronti vengono effettuati per PM10 ed NOx come indicato dal Piano Aria Integrato Regionale (PAIR2030) oltre che per l'ozono inquinante secondario che presumibilmente sarà quello che per ultimo si riuscirà a mettere sotto controllo.

1.1 QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO

La norma fondamentale che regola la qualità dell'aria è il D.Lgs.13 agosto 2010 n. 155 sul quale si basa il quadro normativo in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria nei paesi UE. Esso stabilisce i valori limite e gli obiettivi di qualità per le concentrazioni nell'aria per i diversi composti derivanti dai processi di combustione e dalle emissioni industriali, definisce inoltre anche le modalità e i criteri per l'effettuazione del monitoraggio.

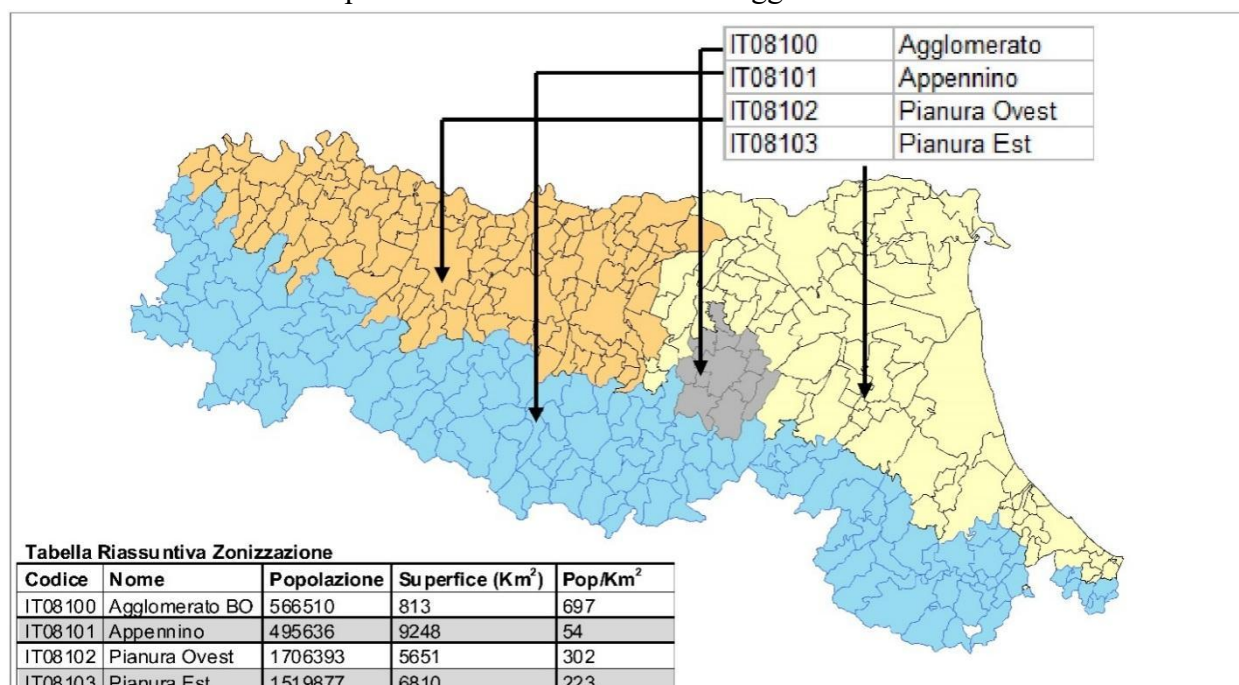


Figura 1: La zonizzazione del territorio regionale per la tutela della qualità dell'aria in vigore dal 2011

In conformità con quanto previsto dal D.Lgs.155/2010, la Regione Emilia-Romagna ha rivisto la zonizzazione del territorio, valutando le aree che risultano meteorologicamente omogenee e individuando in particolare tre zone: la Pianura ovest, la Pianura est, area appenninica, a cui si

aggiunge l'agglomerato di Bologna. Tale zonizzazione, riportata in Figura 1 è stata approvata anche dal Ministero dell'Ambiente, con pronunciamento del 13 settembre 2011 ed ha sostituito la precedente zonizzazione definita su base provinciale, alla quale si riferiscono tutti i dati rilevati fino a quel momento.

La cartografia delle aree di superamento è stata successivamente integrata con valutazioni di carattere modellistico, ai fini di individuare le aree di superamento su base comunale, dei valori limite del PM10 e NO2 con riferimento all'anno 2009 (ALLEGATO 2 - A), approvata con DAL 51/201129 e DGR 362/201230). Queste aree rappresentano le zone più critiche del territorio regionale ed il Piano deve pertanto prevedere criteri di localizzazione e condizioni di esercizio delle attività e delle sorgenti emissive ivi localizzate al fine di rientrare negli standard di qualità dell'aria.

Il risultato finale è rappresentato nella planimetria in Figura 2 che riporta il perimetro dei confini comunali in cui vengono superati i limiti della qualità dell'aria per NO2 e PM10.

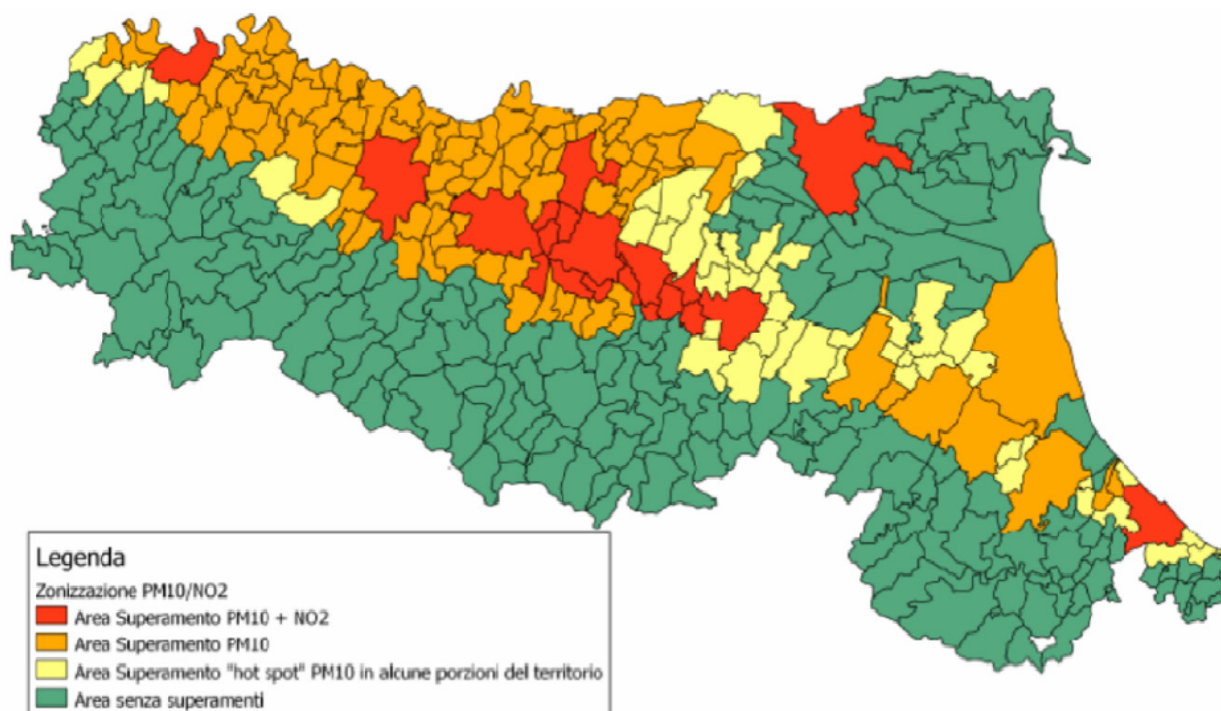
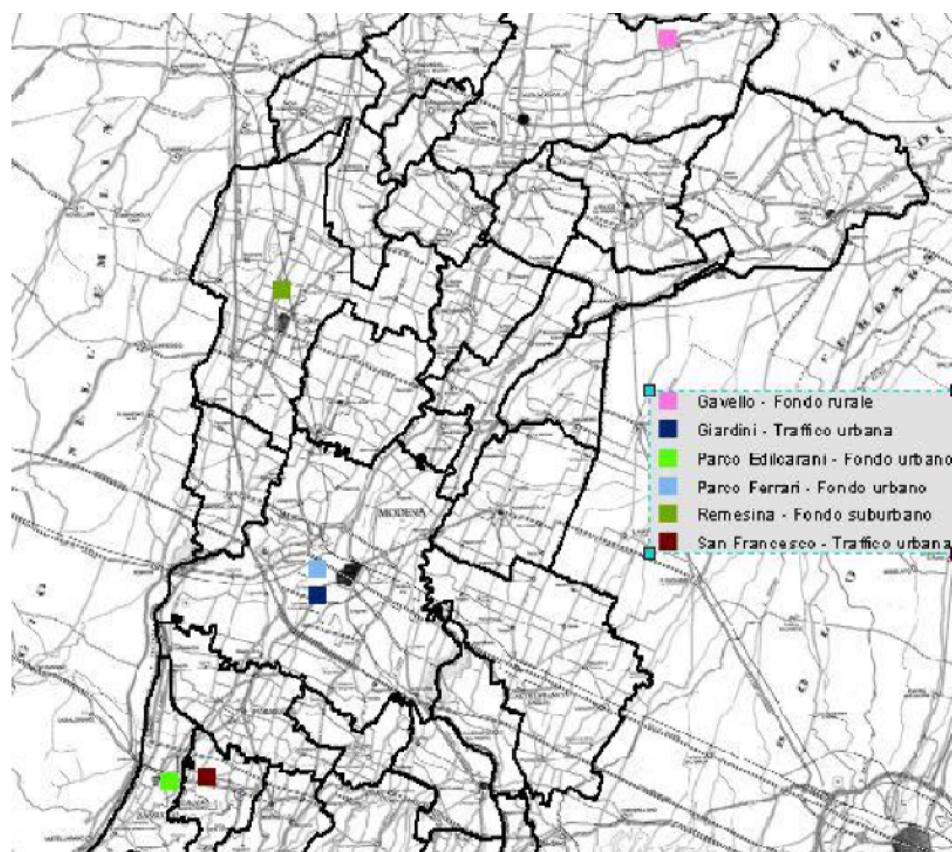


Figura 2 Cartografia delle aree di superamento dei limiti sulla qualità dell'aria su base comunale

Rispetto tale zonizzazione, il comune di Nonantola collocato a nord/est del comune di Modena rientra nella Pianura Est e ricade nella zona di superamento per le PM10 in alcune porzioni del territorio ma non di superamento per NO2.

La localizzazione delle stazioni di monitoraggio attivate nella provincia di Modena sulla base dei criteri previsti dal quadro normativo vigente è riportata nella figura seguente.



STAZIONI	Ubicazione	Comune	Attiva dal	zona	tipo	CONFIGURAZIONE				
						NOX	O3	PM10	PM2.5	BTEX
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 Modenese	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

Figura 3: Localizzazione delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria in provincia di Modena

1.1.1 Correlazione qualità dell'aria condizioni climatiche e geografiche

Esiste una stretta correlazione tra la concentrazione degli inquinanti nell'atmosfera e condizioni meteorologiche; le condizioni meteo possono favorire l'accumulo o la dispersione degli inquinanti nell'atmosfera con il conseguente possibile superamento delle soglie massime; tra queste le principali sono: la presenza di vento, la pioggia, l'irraggiamento solare, il gradiente termico, la presenza di strati d'inversione. Nella pianura Padana la presenza di una cortina di monti su tre lati riduce la presenza di vento e favorisce la stratificazione al suolo di inquinanti.

Nei centri abitati, le aree in cui si concentra la massima immissione di sostanze inquinanti nell'aria, l'edificato rallenta i processi naturali di autodepurazione. La concentrazione degli inquinanti nell'atmosfera è influenzata dalle condizioni meteo; queste ultime influenzano i tempi necessari all'eliminazione o alla dispersione degli inquinanti immessi nell'aria.

La ridotta capacità di dispersione degli inquinanti determina l'accumulo negli strati di aria vicini al suolo; i parametri utilizzati quali indicatori meteorologici locali, particolarmente significativi per la loro influenza sulla qualità dell'aria atmosferica sono:

- le **precipitazioni**, efficaci nell'abbattere gli inquinanti;
- l'**altezza di rimescolamento**, rappresenta l'altezza dal suolo all'interno della quale avviene il rimescolamento degli inquinanti; più tale altezza è elevata, maggiore è la quantità di aria soggetta a moti turbolenti e minori sono le concentrazioni degli inquinanti;
- l'**intensità del vento**, allontana gli inquinanti dalle sorgenti, favorisce la diminuzione delle concentrazioni nelle aree urbane, la sua direzione determina la zona verso cui gli inquinanti vengono trasportati.

1.2 QUALITÀ DELL'ARIA

I dati utilizzati per definire la qualità dell'aria atmosferica sono quelli contenuti nei Report annuali elaborati da ARPAE; la relazione iniziale utilizzava i dati allora disponibili, ovvero i risultati delle rilevazioni fino all'anno 2020. La revisione è avvenuta sostituendo i dati presenti nella relazione con le rilevazioni eseguite nel 2022 ed aggiornando/integrando i commenti. Si è proceduto all'analisi degli ultimi dieci anni, quindi del periodo 2013-2022.

1.2.1 Particolato PM10

Il materiale particolato aerodisperso è costituito da particelle solide e liquide aventi diametro aerodinamico variabile tra 0,1 e circa 100 µm. Il termine PM10 identifica le particelle di diametro inferiore o uguale ai 10 µm.

In generale il materiale particolato di queste dimensioni può rimanere a lungo sospeso nell'aria quindi, può essere trasportato anche a grande distanza dal punto di emissione.

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 (come indicato nel Quadro conoscitivo Piano Aria Integrato Regionale 2030).

I mesi maggiormente critici per le polveri sono quelli invernali caratterizzati da elevata stabilità atmosferica, spesso inversione termica in quota, e da scarsa ventilazione.

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

Valore Limite annuale media annuale 40 µg/m³

Nell'anno 2022 le concentrazioni medie annuali di PM₁₀ in tutte le stazioni hanno rispettato il valore limite annuale di 40 µg/m³. Il numero massimo di superamenti del Valore limite giornaliero (35 giorni nell'anno solare) è stato superato da 4 stazioni su 6, in particolare le due stazioni da traffico: Giardini (Modena) ha superato 75 volte e 48 San Francesco a Fiorano.

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; il massimo valore dell'anno è stato quello misurato a San Francesco il giorno 21 ottobre con un dato pari a 111 µg/m³; a Modena il massimo è stato registrato presso la stazione di Giardini il giorno 19 febbraio (102 µg/m³).

La tabella riportata in figura 4 riporta un'analisi statistica sui dati giornalieri misurati dalle stazioni della rete regionale della qualità dell'aria.

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

Fig.4 Analisi dei dati medi giornalieri misurati nell'anno 2022 (fonte Arpa Report 2022)

Si riporta successivamente una analisi dei dati misurati dalla rete di monitoraggio per gli anni dal 2013 al 2022 per capire le tendenze in atto.

anno	Concentrazioni medie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						Valore Limite
	Giardini (Modena)	Parco Ferrari (Modena)	Remesina (Carpi)	Gavello (Mirandola)	San Francesco (Fiorano)	Parco Edilcarani (Sassuolo)	
2013	31	27	30		33	26	40
2014	28	26	27	26	28	23	40
2015	33	31	33	31	31	27	40
2016	30	27	28	28	29	25	40
2017	36	33	32	31	35	30	40
2018	32	28	28	25	31	26	40
2019	33	30	30	29	33	25	40
2020	33	31	30	28	30	26	40
2021	33	29	28	25	32	26	40
2022	36	30	30	27	33	27	40
	colori celle: >Valore Limite <Valore Limite						

Figura 5: Valore della media annuale tra gli anni 2013-2022 (fonte Arpae Report 2022)

Negli ultimi dieci anni non è mai stato superato il Valore Limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da nessuna stazione a conferma che questo limite non risulta più critico.

I trend delle medie annuali di tutte le stazioni sono stabili o in lieve diminuzione anche se si presentano singolarità come quelle degli anni 2017 e 2022 dove probabilmente a causa della stagione sfavorevole, i dati si alzano lievemente.

anno	Numero di Superamenti						Valore Limite
	Giardini (Modena)	Parco Ferrari (Modena)	Remesina (Carpi)	Gavello (Mirandola)	San Francesco (Fiorano)	Parco Edilcarani (Sassuolo)	
2013	51	37	45		52	33	35
2014	36	29	38	29	31	22	35
2015	55	44	55	49	45	31	35
2016	40	23	34	31	49	40	35
2017	83	65	65	55	67	51	35
2018	51	32	29	19	39	26	35
2019	57	46	48	44	47	31	35
2020	75	58	57	51	48	34	35
2021	62	39	39	29	47	32	35
2022	75	40	41	29	48	30	35
	colori celle: >Valore Limite <Valore Limite						

Figura 6: Numero delle giornate di superamento del valore di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (fonte: Arpae Report 2022)

Nella Figura 6 sono riportati il numero delle giornate di superamento del valore limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 35 giorni in un anno.

Come si può evincere dai dati della tabella, il numero di superamenti del Valore limite giornaliero rimane il parametro più critico soprattutto per le stazioni da traffico, mentre per quelle di fondo la situazione è meno compromessa in quanto in alcuni anni favorevoli dal punto di vista della diffusione degli inquinanti, questo limite non viene superato.

Solo la stazione di fondo urbano di Sassuolo, da alcuni anni, rispetta questo limite, inoltre nell'ultimo biennio si sono ridotti i superamenti nella stazione di fondo rurale di Gavello.

1.2.2 Biossido d'Azoto

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.

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 dall'ossidazione del monossido di azoto (NO) e solo in minima parte viene emesso direttamente. 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 PM_{2.5}.

I mesi maggiormente critici sono quelli invernali caratterizzati da elevata stabilità atmosferica, spesso inversione termica in quota, e da scarsa ventilazione.

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/m³

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

Valore Limite annuale media annuale 40 µg/m³

Nel 2022, le concentrazioni di biossido di azoto (NO₂) in tutte le stazioni hanno rispettato il valore limite annuale di 40 µg/m³.

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 37µg/m³.

La tabella riportata in figura 7 riporta un'analisi statistica sui dati orari misurati nelle stazioni della rete regionale della qualità dell'aria.

	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						

Figura 7 Analisi dei dati medi orari misurati nell'anno 2022 (fonte Arpa Report 2022)

Si riporta successivamente una analisi dei dati misurati dalla rete di monitoraggio per gli anni dal 2013 al 2022 per capire le tendenze in atto.

anno	Concentrazioni medie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						Valore Limite
	Giardini (Modena)	Parco Ferrari (Modena)	Remesina (Carpi)	Gavello (Mirandola)	San Francesco	Parco Edilcarani	
2013	49	31	32	15	51	31	40
2014	44	29	28	12	45	29	40
2015	42	24	26	12	51	21	40
2016	53	32	32	13	60	22	40
2017	42	30	28	13	52	21	40
2018	42	31	28	13	45	21	40
2019	40	27	24	15	45	22	40
2020	41	24	28	14	43	19	40
2021	34	25	26	13	34	19	40
2022	36	26	25	13	37	18	40
		colori celle:		>Valore Limite	<Valore Limite		

Figura 8 Valore della media annuale tra gli anni 2013-2022 (fonte Arpae Report 2022)

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.

1.2.3 Ozono

L'ozono si forma sia naturalmente, per interazione tra i composti organici emessi in natura e l'ossigeno dell'aria sotto l'irradiazione solare, sia a seguito dell'immissione di solventi e ossidi di azoto dalle attività umane. L'immissione di inquinanti primari (prodotti dal traffico, dai processi di combustione, dai solventi delle vernici, dall'evaporazione di carburanti etc.), favorisce quindi la produzione di ozono rispetto alle quantità altrimenti presenti in natura durante i mesi estivi.

L'ozono è un componente gassoso dell'atmosfera, molto reattivo e aggressivo; nell'alta atmosfera terrestre (stratosfera) è di origine naturale e aiuta a proteggere la vita sulla Terra, creando uno scudo che filtra i raggi ultravioletti del Sole. Nei bassi strati della atmosfera (troposfera) concentrazioni elevate sono di origine antropica e possono provocare disturbi irritativi all'apparato respiratorio e danni alla vegetazione. Nella tabella che segue sono riportate le diverse soglie che vengono verificati nelle stazioni di monitoraggio.

Limiti di legge: D. Lgs. 155 del 13/8/2010 - Direttiva UE 2008/50/CE

Soglia di Informazione (SI) media oraria $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Soglia di Allarme (SA) media oraria $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Obiettivo a lungo termine (OLT) massima media mobile 8 ore $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore Obiettivo (VO) massima media mobile 8 ore $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 25 volte come media di 3 anni: $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Nell'anno 2022 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, mentre non è mai stata superata la Soglia di Allarme di 240 µg//m³.

La tabella riportata in figura 9 riporta un'analisi statistica sui dati orari misurati nelle stazioni della rete regionale della qualità dell'aria.

		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°	(µg/m ³)	<8	8	13	19
50°	(µg/m ³)	36	35	39	46
75°	(µg/m ³)	77	69	77	76
95°	(µg/m ³)	128	122	123	125
Dati validi	(%)	100%	100%	100%	100%
colori celle:		>Valore Obiettivo/Soglia di Informazione	<Valore Obiettivo/Soglia di Informazione		

Figura 9: Sintesi dei risultati riferiti all'anno 2022 (fonte Arpae Report 2022)

Si riporta successivamente una analisi dei dati misurati dalla rete di monitoraggio per gli anni dal 2013 al 2022 per capire le tendenze in atto.

Anno	Parco Ferrari -Modena	Remesina - Carpi	Gavello - Mirandola	Parco Edilcarani (Sassuolo)	Valore Obiettivo
2013	70	62	76		25
2014	54	41	57	46	25
2015	52	38	53	52	25
2016	52	35	49	55	25
2017	68	49	65	62	25
2018	71	50	71	61	25
2019	64	56	69	59	25
2020	61	46	57	49	25
2021	57	39	45	48	25
2022	65	39	48	48	25
colori celle:		>Valore Obiettivo	<Valore Obiettivo		

Figura 10: N° superamenti dei valori obiettivo per la protezione della salute umana (Arpae Report 2022)

Il numero di superamenti del Valore Obiettivo risultano quasi sempre più del doppio di quanto indicato dalla normativa (25 superamenti come media di 3 anni) in tutte le stazioni e non si notano tendenze chiare in atto, in questo momento sembrano essere legati principalmente alla stagione estiva che se si presenta particolarmente calda favorisce lo sviluppo di ozono e quindi gli sforamenti.

Anno	Parco Ferrari -Modena	Remesina - Carpi	Gavello - Mirandola	Parco Edilcarani (Sassuolo)
2013	6	0	7	
2014	3	2	3	3
2015	11	3	12	58
2016	9	3	7	22
2017	36	18	51	42
2018	3	10	3	3
2019	6	19	19	8
2020	14	1	1	5
2021	0	0	0	0
2022	3	3	3	10
colori celle:	>Soglia di Informazione		<Soglia di Informazione	

Figura 11: N° superamenti della Soglia di Informazione per la protezione della salute umana (Arpae Report 2022)

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.

1.2.4 Valutazione Complessiva tramite Indice di qualità dell'aria (IQA)

L'indice realizzato da Arpae per l'Emilia-Romagna considera solo i dati degli inquinanti con effetti a breve termine, il PM10, l'NO₂ e l'O₃, in quanto sono quelli che nella 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, scegliendo poi il valore dell'indice sintetico come il valore del sottoindice peggiore.

Nel 2022 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

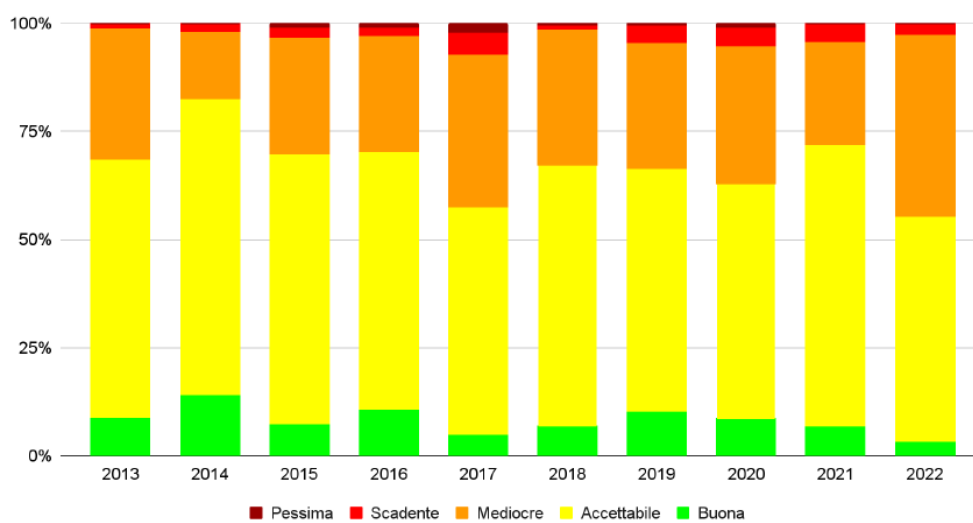


Figura 12: IQA anni 2013-2022 (Arpae Report 2022)

Mediamente negli ultimi 10 anni la qualità dell'aria si è presentata "Buona" o "Accettabile" per circa 245 giornate corrispondenti al 67% dell'anno, mentre è risultata "Mediocre", "Scadente" o "Pessima" per il restante periodo 120 giorni (33%).

2 LA QUALITÀ DELL'ARIA A NONANTOLA

2.1 STIME MODELLISTICHE DI ARPAE

Utilizzando le valutazioni annuali delle concentrazioni di fondo scaricabili dal portale Open Data di Arpae è possibile stimare i dati medi del comune di Nonantola e valutarli tramite il confronto con i dati misurati dalle stazioni della rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria.

Sono disponibili i dati dal 2016 al 2022 al seguente indirizzo:

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

La valutazione su base annua è stata realizzata tenendo conto dei dati misurati dalle stazioni della rete osservativa di Arpae e delle simulazioni ottenute dalla catena modellistica NINFA operativa in Arpae. La metodologia applicata si basa su tecniche geostatistiche di kriging a deriva esterna in cui si utilizza il campo di analisi prodotto dal modello NINFA come guida per la spazializzazione del dato. Le valutazioni su scala regionale sono rappresentative delle concentrazioni di fondo e sono fornite su grigliato a risoluzione 3 Km x 3 Km o su base comunale sotto forma di tabella.

Di seguito verranno presentati i dati stimati da Arpae per il Comune di Nonantola corrispondenti ad una zona di **fondo urbano**, e confrontati con i dati misurati dalle stazioni di Modena.

Si precisa che un sito di fondo urbano presente le seguenti caratteristiche:

- un sito di campionamento **URBANO** è inserito in aree edificate in continuo o almeno in modo predominante
- una stazione di misurazione di **FONDO** è ubicata in posizione tale che il livello di inquinamento non sia influenzato prevalentemente da emissioni da specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, ecc.) ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravvento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel sito

Di seguito si prenderanno in esame gli inquinanti analizzati nel precedente capitolo: PM10, NO₂ e O₃.

2.1.1 Particolato PM10

Nelle tabelle e nei grafici sotto riportati vengono messi a confronto i dati stimati per Nonantola con i dati delle stazioni della rete di monitoraggio per individuare le eventuali analogie.

- Concentrazioni medie annuali a confronto con il Valore Limite di 40µg/m³:

anno	Concentrazioni medie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)							Valore Limite
	Giardini - Modena	Parco Ferrari -Modena	Remesina - Carpi	Gavello - Mirandola	San Francesco -Fiorano	Parco Edilcarani - Sassuolo	Nonantola (stima valori di fondo)	
2016	30	27	28	28	29	25	27	40
2017	36	33	32	31	35	30	33	40
2018	32	28	28	25	31	26	28	40
2019	33	30	30	29	33	25	28	40
2020	33	31	30	28	30	26	28	40
2021	33	29	28	25	32	26	26	40
2022	36	30	30	27	33	27	28	40
	colori celle:		>Valore Limite	<Valore Limite				

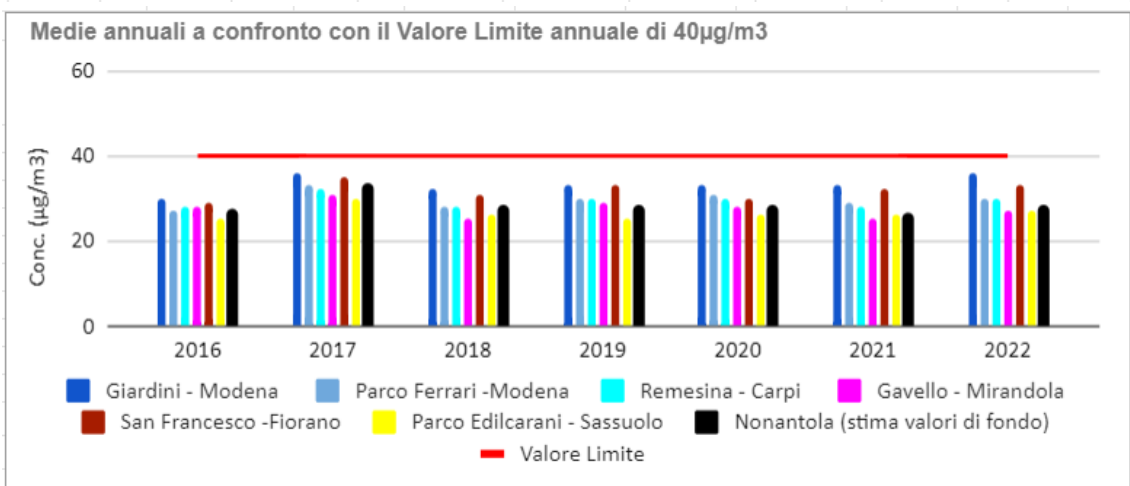


Figura 13 Concentrazioni medie annuali di PM10 per il periodo 2016-2022

- Superamenti del Valore Limite giornaliero ($50\mu\text{g}/\text{m}^3$) a confronto con il Limite di 35 superamenti all'anno:

anno	Numero di Superamenti							Valore Limite
	Giardini (Modena)	Parco Ferrari (Modena)	Remesina (Carpi)	Gavello (Mirandola)	San Francesco (Fiorano)	Parco Edilcarani (Sassuolo)	Nonantola (stima valori di fondo)	
2016	40	23	34	31	49	40	28	35
2017	83	65	65	55	67	51	60	35
2018	51	32	29	19	39	26	24	35
2019	57	46	48	44	47	31	32	35
2020	75	58	57	51	48	34	47	35
2021	62	39	39	29	47	32	32	35
2022	75	40	41	29	48	30	32	35
	colori celle:		>Valore Limite	<Valore Limite				

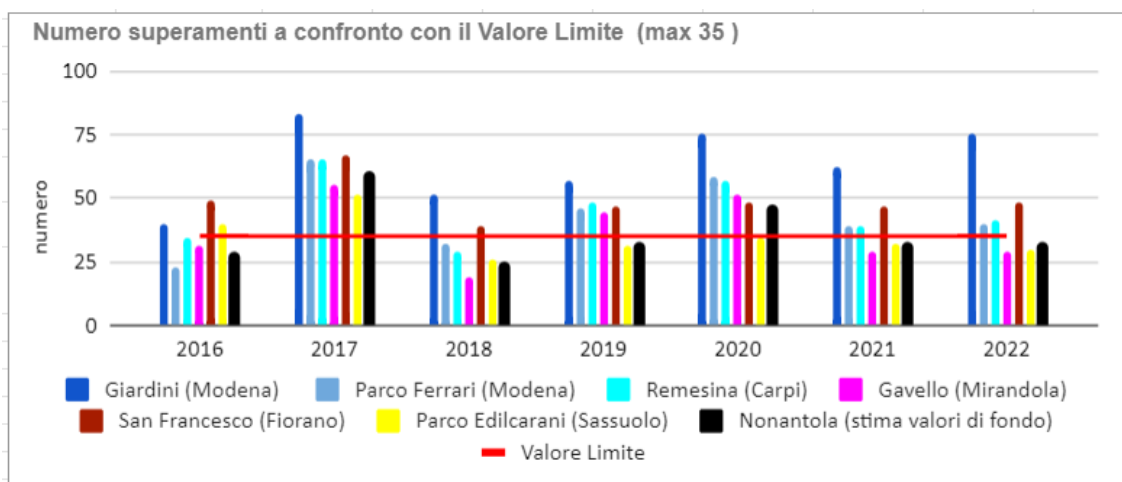


Figura 14 Superamenti del Valore Limite giornaliero per il periodo 2016-2022

Sia le concentrazioni medie annuali che i superamenti delle polveri PM10 stimati da Arpae per il Comune di Nonantola, sono molto simili alla stazione di fondo rurale di Gavello situata a Mirandola, dove si può ipotizzare che rimanga la criticità relativa ai superamenti del Valore Limite giornaliero.

2.1.2 Biossido d'Azoto

Nella tabella e nel grafico sotto riportati vengono messi a confronto i dati stimati per Nonantola con i dati delle stazioni della rete di monitoraggio per individuare eventuali analogie.

- Concentrazioni medie annuali a confronto con il Valore Limite di $40\mu\text{g}/\text{m}^3$:

anno	Concentrazioni medie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)							Valore Limite
	Giardini (Modena)	Parco Ferrari (Modena)	Remesina (Carpi)	Gavello (Mirandola)	San Francesco (Fiorano)	Parco Edilcarani (Sassuolo)	Nonantola (stima valori di fondo)	
2016	53	32	32	13	60	22	22	40
2017	42	30	28	13	52	21	22	40
2018	42	31	28	13	45	21	20	40
2019	40	27	24	15	45	22	20	40
2020	41	24	28	14	43	19	18	40
2021	34	25	26	13	34	19	18	40
2022	36	26	25	13	37	18	17	40
	colori celle:		>Valore Limite	<Valore Limite				

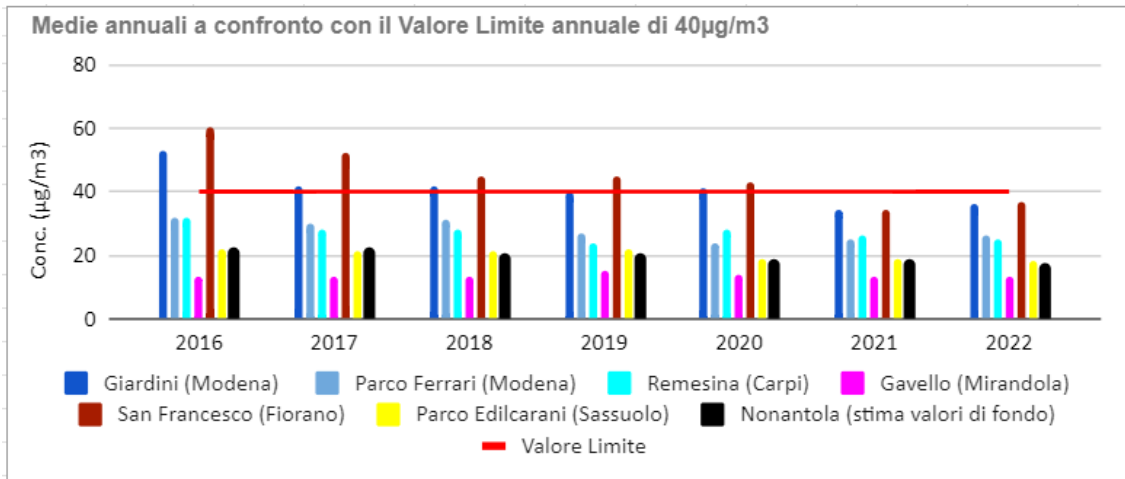


Figura 15 Concentrazioni medie annuali di NO2 per il periodo 2016-2022

Le concentrazioni medie annuali di NO2 stimate per Nonantola, sono intermedie tra la stazione di fondo suburbano di Carpi e quella di fondo rurale di Gavello situata a Mirandola, quindi si può ipotizzare che non ci siano criticità per quanto riguarda questo inquinante in zone lontano da vie molto trafficate.

2.1.3 Ozono

Nella tabella e nel grafico sotto riportati vengono messi a confronto i dati stimati per Nonantola con i dati delle stazioni della rete di monitoraggio per individuare eventuali analogie.

Numero di Superamenti						
anno	Parco Ferrari -Modena	Remesina - Carpi	Gavello - Mirandola	Parco Edilcarani (Sassuolo)	Nonantola (stima valori di fondo)	Valore Obiettivo
2016	52	35	49	55	58	25
2017	68	49	65	62	64	25
2018	71	50	71	61	62	25
2019	64	56	69	59	58	25
2020	61	46	57	49	53	25
2021	57	39	45	48	49	25
2022	65	39	48	48	55	25
colori celle:		>Valore Obiettivo	<Valore Obiettivo			

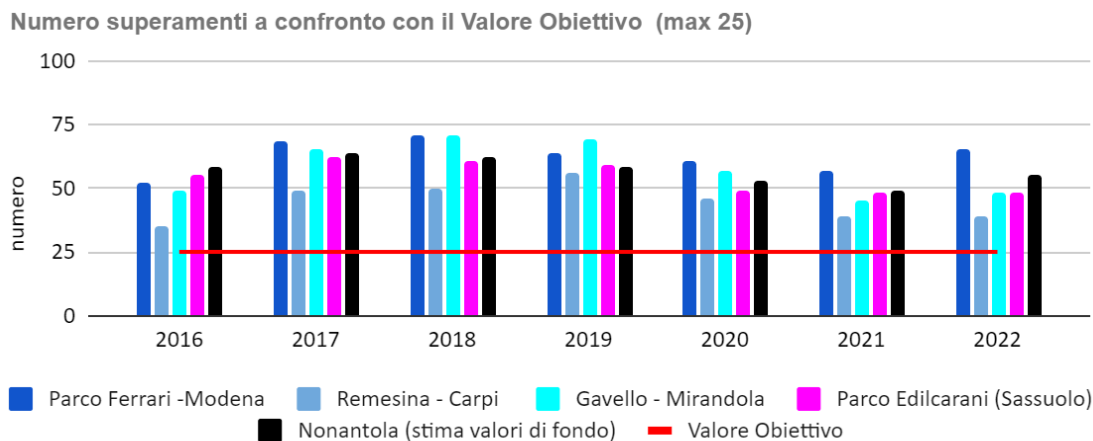


Figura 16 Numero di superamenti dell'Obiettivo a lungo termine per O₃ per il periodo 2016-2022

I superamenti del Valore Obiettivo stimati per Nonantola, sono simili a quelli misurati presso la stazione di fondo suburbano di Carpi, quindi si può ipotizzare che permangano le stesse criticità, così come per le altre stazioni della rete di monitoraggio.

2.2 CAMPAGNE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA A NONANTOLA

Nel comune di Nonantola sono stati eseguiti diversi monitoraggi della qualità dell'aria utilizzando la stazione mobile di Arpae; le relazioni con i dati e il confronto con le stazioni fisse sono disponibili al seguente indirizzo <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/report-aria/dati-laboratori-mobili>

I monitoraggi eseguiti, in parte su richiesta del Comune di Nonantola, nel periodo dal 2006 al 2020, sono riassunti nella tabella di figura XX e nella mappa di figura XX sono indicati i punti di monitoraggio.

Punto mappa	Anno	dal	al	punto	Tipo di sito di misura	inquinanti misurati	OBIETTIVO
P1	2009	26/1	18/02	Via Rebecchi	Fondo rurale	NO2, CO, PM10	L'Autorizzazione Integrata Ambientale rilasciata ad HERA S.p.A per la gestione dell'area impiantistica di via Cavazza (Modena), che comprende anche l'impianto di Termovalorizzazione (Determinazione della Provincia di Modena n°408 del 7 ottobre 2011 – AIA modifica sostanziale), prevede la realizzazione di campagne di monitoraggio della qualità dell'aria nelle fasi ante e post-opera, nei Comuni confinanti con la zona Nord di Modena, ove si trova l'impianto di incenerimento (Bomporto, Bastiglia, Castelfranco, Campogalliano, Soliera e Nonantola).
P2	2010	10/11	09/12	Via Grieco	Fondo urbano	NO2, CO, O3, SO2, PM10	La campagna è stata effettuata con l'obiettivo di misurare la qualità dell'aria a Nonantola, nei pressi della Scuola Primaria Nascimbeni.
P3	2011	02/11	21/12	S.P. Ovest 255	Traffico	NO2, CO, O3, SO2, PM10, Benzene	L'obiettivo del monitoraggio è quello di valutare l'impatto della Strada Provinciale sull'abitato, anche alla luce della realizzazione della nuova tangenziale di Nonantola, il cui primo tratto, che si snoda a Nord del paese tra la rotonda posta all'incrocio tra la SP 255 e via Gazzate fino alla rotonda di via Fossa Signora, per terminare all'incrocio con via di Mezzo, è stato aperto precedentemente l'inizio delle misure.
P2	2012	15/11	12/12	Via Grieco	Fondo urbano	NO2, CO, O3, SO2, PM10	La campagna è stata effettuata con l'obiettivo di misurare la qualità dell'aria a Nonantola, nei pressi della Scuola Primaria Nascimbeni.
P1	2016	29/01	23/02	Via Rebecchi	Fondo rurale	NO2, CO, PM10	L'Autorizzazione Integrata Ambientale rilasciata ad HERA S.p.A per la gestione dell'area impiantistica di via Cavazza (Modena), che comprende anche l'impianto di Termovalorizzazione (Determinazione della Provincia di Modena n°408 del 7 ottobre 2011 – AIA modifica sostanziale), prevede la realizzazione di campagne di monitoraggio della qualità dell'aria nelle fasi ante e post-opera, nei Comuni confinanti con la zona Nord di Modena, ove si trova l'impianto di incenerimento (Bomporto, Bastiglia, Castelfranco, Campogalliano, Soliera e Nonantola).
P4	2016	29/01	23/02	Via Vittorio Veneto	Traffico	NO2, CO, O3, SO2, PM10	La campagna è stata effettuata con l'obiettivo di misurare la qualità dell'aria nel centro di Nonantola, in prossimità della Scuola Primaria "F.lli Cervi", posizionando il Mezzo Mobile in Via Vittorio Veneto, nel parcheggio della Banca Unicredit.
P5	2019	07/03	02/04	Piazza Ilaria Alpi	Traffico	PM10, PM2,5, O3, NO2, BTEX	La campagna è stata effettuata con l'obiettivo di misurare la qualità dell'aria nel centro di Nonantola; il Laboratorio Mobile è stato posizionato nel parcheggio del supermercato Coop di Nonantola, piazza Ilaria Alpi, in zona residenziale/commerciale. La sorgente principale di inquinamento atmosferico è riconducibile al transito di auto e mezzi sulla Strada Provinciale 255 ubicata a circa 15 metri in linea d'aria dal punto di monitoraggio.
P5	2020	25/09	20/10	Piazza Ilaria Alpi	Traffico	PM10, PM2,5, O3, NO2, BTEX	La campagna è stata effettuata con l'obiettivo di misurare la qualità dell'aria nel centro di Nonantola; il Laboratorio Mobile è stato posizionato nel parcheggio del supermercato Coop di Nonantola, piazza Ilaria Alpi, in zona residenziale/commerciale. La sorgente principale di inquinamento atmosferico è riconducibile al transito di auto e mezzi sulla Strada Provinciale 255 ubicata a circa 15 metri in linea d'aria dal punto di monitoraggio.

Figura 17 Campagne di monitoraggio eseguite a Nonantola dal 2009 al 2020

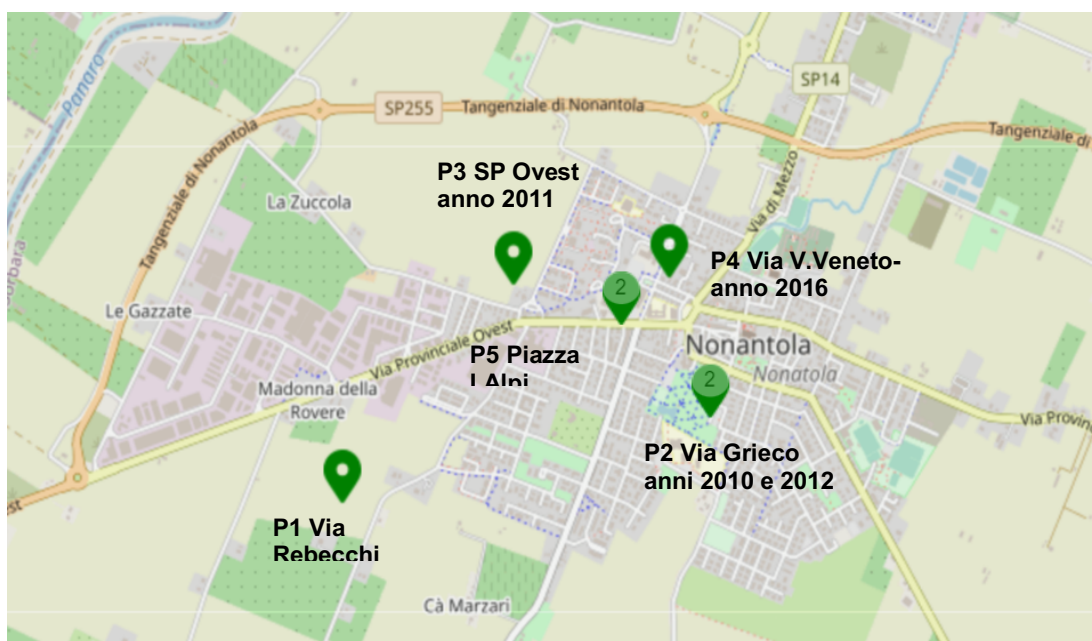


Figura 18 Punti di monitoraggio a Nonantola dal 2009 al 2020

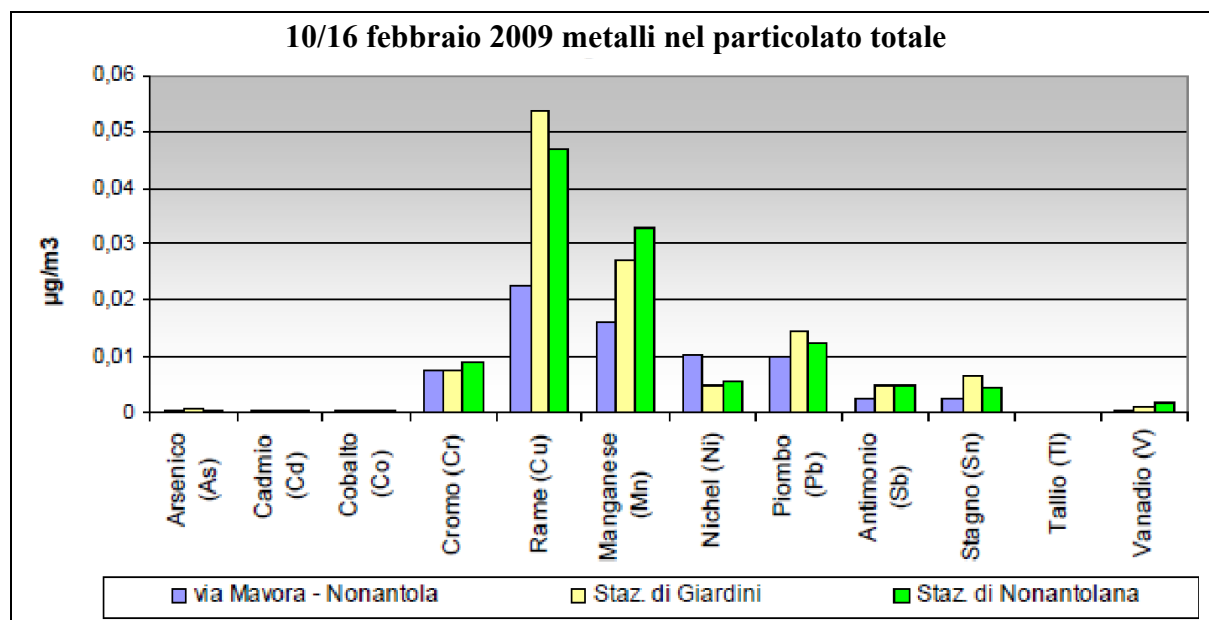
2.2.1 Nelle aree soggette alla ricaduta dell'inceneritore HERA

L'autorizzazione integrata ambientale rilasciata ad Hera prevede una serie di controlli, tra questi anche rilevazioni con il mezzo mobile in alcuni punti individuati nell'area di ricaduta delle emissioni in atmosfera estesa ai comuni confinanti a nord. Uno di questi punti è stato individuato nell'area sud/est di Nonantola in prossimità del n° civico 72 di via Rebecchi (P1 nella figura XX) in modo da evitare la vicinanza di sorgenti locali, quali strade o aree industriali. In tale luogo è stato posizionato il mezzo mobile dal 29/01 al 23/02 del 2016; in precedenza era stata eseguita una rilevazione prima delle modifiche all'impianto, tra il 26/01 ed il 18/02 del 2009. Su tale punto di misura oltre ai tipici inquinanti atmosferici (PM10, NO2, O3) il monitoraggio ha compreso anche le Polveri Totali ed i metalli pesanti. I risultati sono descritti in modo completo nelle relazioni prodotte da Arpa disponibili sul sito, in sintesi si riportano alcune considerazioni. In entrambi i periodi di campionamento la rosa dei venti evidenziava la prevalenza di venti da ovest-nord-ovest.

I livelli medi di NO2 nel 2009 in via Rebecchi sono risultati inferiori a quelli misurati in tutte le stazioni urbane di Modena; nella campagna eseguita nel 2016 la situazione è risultata confermata. Per questo inquinante si ritiene non siano presenti criticità nel sito preso in esame

La media dei valori giornalieri delle PM10 nei campionamenti del 2009 dal mezzo mobile sono risultati inferiori a tutti quelli misurati nelle stazioni urbane di Modena; nella campagna eseguita nel 2016 la situazione è risultata sostanzialmente confermata con la esclusione del 29 e 30 gennaio; in tali giornate si sono rilevati i valori massimi dell'intero periodo, in questo caso in via Rebecchi a Nonantola i valori misurati sono stati, seppure di poco, superiori.

I livelli medi giornalieri di polveri totali sospese PTS in via Rebecchi, nel 2009, sono risultati inferiori a quelli misurati nelle due stazioni di via Giardini e via Nonantolana di Modena; nella campagna eseguita nel 2016 il confronto è riferito alla sola stazione di via Giardini nella quale sono stati misurati valori superiori a Nonantola.

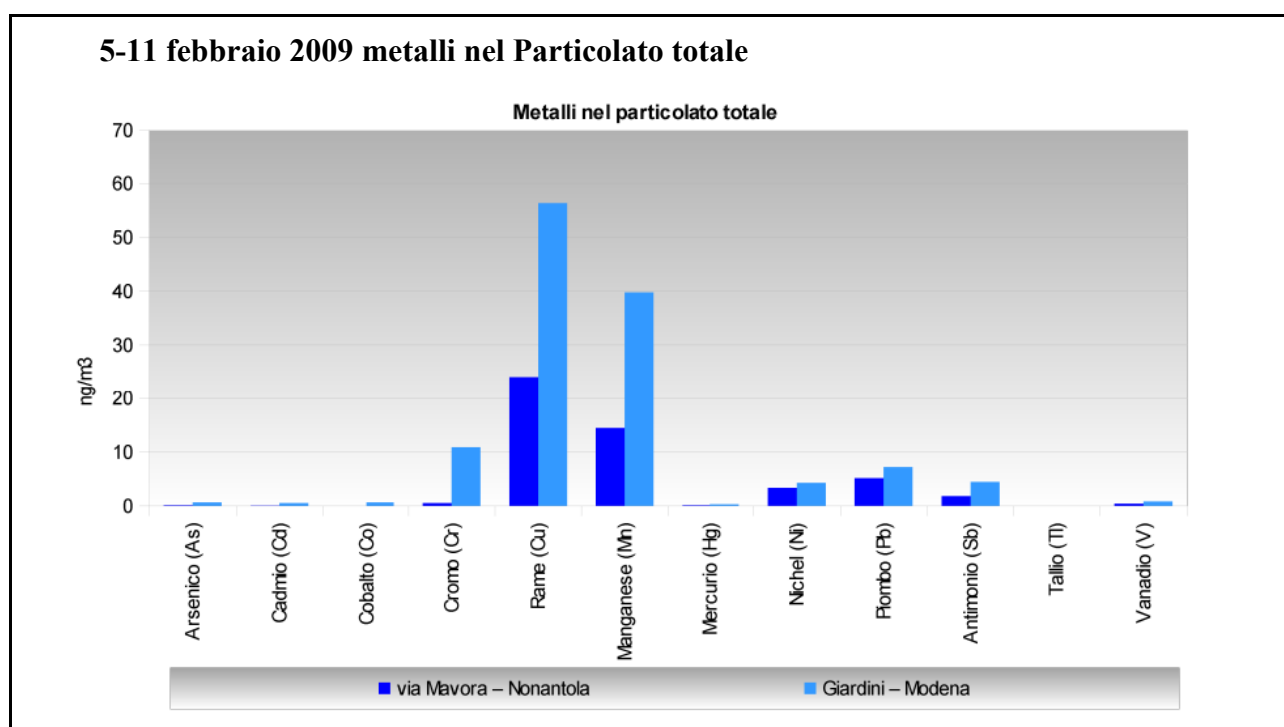


La determinazione dei metalli è stata effettuata sulle membrane utilizzate per il campionamento delle polveri ottenendo un'unica aliquota, sia col mezzo mobile, che nelle stazioni fisse.

Il grafico nella pagina precedente riporta la concentrazione media nel periodo campionato espresso in microgrammi di ogni metallo per metro cubo di aria nel periodo 10-16 febbraio 2009.

La concentrazione di arsenico, cadmio e cromo misurate a Nonantola sono simili a quanto riscontrato nelle postazioni fisse; leggermente superiore il Ni anche se comunque a livelli contenuti; gli altri metalli rilevati sono invece inferiori a quanto si riscontra in area urbana, dove si ritiene significativo il contributo del traffico veicolare.

La determinazione dei metalli nel 2016 è avvenuta con le stesse modalità seguite nel 2009 sulle membrane campionate per le PTS dal 5 al 11 febbraio, nella postazione di Nonantola e nella stazione fissa di via Giardini. Le concentrazioni di metalli rilevate a Nonantola sono risultate inferiori a quanto rilevato in area urbana, come si può osservare dal grafico che segue, dove la concentrazione è riportata in nanogrammi per metro cubo e non in microgrammi come nella indagine del 2009; nel sito indagato, inoltre, il cobalto e il tallio sono risultati inferiori al limite di rilevabilità.



Per alcuni dei metalli analizzati (As, Pb, Cd e Ni), la normativa italiana fissa valori obiettivo e valori limite su base annuale (DL n. 155/2010); nel confronto con la norma, va inoltre tenuto presente che i valori di riferimento sono definiti sulla frazione PM10, mentre da prescrizione AIA la determinazione dei metalli viene effettuata sulle polveri totali, raccogliendo così eventuali contributi presenti nella frazione più grossolana. Sebbene un monitoraggio di una sola settimana non permetta un confronto con gli standard normativi vigenti e la frazione analizzata non sia quella prevista dalla normativa, è comunque possibile evidenziare come le concentrazioni di questi metalli siano ampiamente inferiori ai rispettivi valori di riferimento (As: valore obiettivo di 6,0 ng/m³, Cd: valore obiettivo 5,0 ng/m³, Ni: valore obiettivo di 20 ng/m³, Pb: valore limite di 0,5 µg/m³). Pur tenendo conto della breve durata della campagna di misure, la concentrazione dei metalli rilevata, costituisce conferma dei risultati della valutazione previsionale modellistica sulla dispersione di polveri e metalli sull'area esterna determinate dal Termovalorizzatore di via Cavazza (Modena) non sono modificate in modo significativo le concentrazioni comunque presenti nella zona.

2.2.2 Indagini in aree adiacenti il tracciato storico della SP255

Diverse sono state le campagne con l'obiettivo di misurare la qualità dell'aria nella zona centrale dell'abitato di Nonantola nell'area direttamente interessata dal traffico della SP255, in prossimità del bordo stradale per periodi da 4 a 7 settimane dal 2011 al 2020.

Il mezzo mobile è stato posizionato: dal 2/11 al 21/12 del 2011 in prossimità della cantina Giacobazzi (P3); dal 11/02 all'8/3 del 2016 in vicinanza all'incrocio con via Mavora (P4); dal 7/03 al 2/4 del 2019 e dal 2/11 all'11/12 del 2020 nel parcheggio Coop in piazza Ilaria Alpi (P5).

La principale sorgente di inquinamento atmosferico è da attribuire al traffico sulla SP255. La comparazione riportata da Arpaè è fatta con le stazioni della rete di monitoraggio, le comparazioni di seguito riportate si riferiscono ad NO₂ e PM₁₀, che sono i parametri critici .

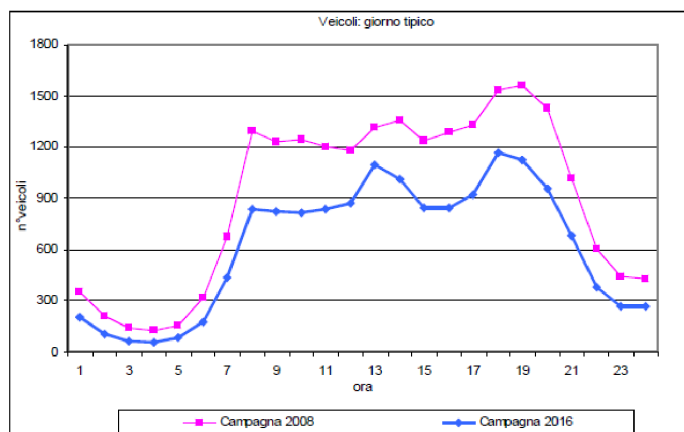
La campagna effettuata nel 2011 è avvenuta poco dopo l'apertura del primo tratto della nuova tangenziale di Nonantola, che pertanto riduceva solo in parte il traffico sul tratto urbano della SP255, quello dei veicoli diretti a nord di Nonantola. I livelli medi di NO₂ rilevati a Nonantola sono di poco superiori a quelli misurati nelle stazioni di traffico di Modena mentre i massimi orari sono più contenuti, prescindendo dalle diverse dinamiche del traffico, la situazione non pare significativamente mutata rispetto a quanto emerso nelle indagini precedenti. La stessa valutazione può essere fatta per quanto riguarda le polveri (PM₁₀). La stagione tardo autunnale non consente una valutazione sulla concentrazione dell'ozono.

La campagna effettuata nel 2016 è avvenuta a tangenziale aperta, oltre al monitoraggio con mezzo mobile è stato ripetuto anche il controllo del traffico eseguito prima dell'apertura della tangenziale nel febbraio 2008 che mostra una riduzione significativa del traffico, nella figura riportata a lato che riporta la distribuzione oraria nel giorno tipico. Il numero di veicoli in transito si è ridotto nei giorni feriali del 24%, i veicoli pesanti che risultavano essere nel 2008 pari al 8,6% sono ridotti al 1,9%.

I livelli medi di NO₂ sono risultati inferiori a quelli misurati nelle stazioni di traffico di Modena, mentre nel febbraio 2008 i valori risultavano seppure di poco superiori a quelli misurati nelle stesse stazioni di traffico di Modena.

I livelli giornalieri di polveri PM₁₀ rilevati dal mezzo mobile e la media del periodo monitorato, risultano simili a quelli osservati nelle stazioni fisse prese a riferimento nell'indagine del 2016. Nell'indagine del 2008 le concentrazioni di polveri rilevate in Via Veneto a Nonantola erano invece seppure di poco più elevate rispetto alle stazioni di monitoraggio dell'agglomerato di Modena.

Il confronto tra le due campagne eseguite nello stesso periodo stagionale attesta come la tangenziale abbia determinato la riduzione del traffico soprattutto pesante nel tratto urbano della SP255 ma anche la riduzione significativa delle concentrazioni di NO₂ e PM₁₀, che sono gli inquinanti per i quali vengono superati gli standard di qualità dell'aria nella pianura modenese.



2.2.3 Le campagne di monitoraggio della qualità dell'aria più recenti

La campagna è stata effettuata con l'obiettivo di misurare la qualità dell'aria nel centro di Nonantola; il Laboratorio Mobile è stato posizionato nel parcheggio del supermercato Coop di Nonantola, piazza Ilaria Alpi, in una zona residenziale/commerciale. Il sito individuato, ubicato a lato della Strada Provinciale 255 può considerarsi una postazione di misura di traffico anche se non rispetta esattamente le caratteristiche indicate nel DLgs 155/2020.



Figura 19 Mappa di Nonantola con l'evidenza del punto di monitoraggio presso Piazza Ilaria Alpi

Di seguito si riporta una tabella con il riassunto dei risultati della campagna di monitoraggio più recente, effettuata dal 25/09/2020 al 20/10/2020.

Inquinanti		Laboratorio Mobile - Nonantola	Giardini - Modena - T	Parco Ferrari - Modena - FU	Remesina - Carpi - FSU	Gavello - Mirandola - FRU
PM10	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	22	23	21	21	20
	Massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	56	54	49	47	53
PM2,5	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	13		11		13
	Massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	38		26		35
NO2	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24	35	25	34	10
	Massimo h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	87	108	77	101	35
O3	Max media mobile 8 ore ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	83		90	67	82
	Massimo h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	99		104	82	91
Benzene Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		0,8	1,0			

Figura 18 Risultati della campagna di monitoraggio effettuata dal 25/09/2020 al 20/10/2020

La campagna è stata prevalentemente caratterizzata da tempo stabile ad esclusione di tre periodi, dal 25 al 28 settembre, dal 1 al 4 ottobre e dal 11 al 17 ottobre, in cui hanno prevalso condizioni di instabilità meteorologica associata a precipitazioni.

Polveri PM10 e PM2.5 : le concentrazioni giornaliere di polveri rilevate a Nonantola, nonché la media del periodo di monitoraggio, risultano simili a quanto rilevato nelle stazioni fisse con andamenti ben correlati tra loro. Nel sito indagato si sono registrati complessivamente 2 superamenti del Valore Limite Giornaliero il 19 e 20 ottobre contro 1 superamento registrato a Giardini e Gavello; le stazioni di Parco Ferrari e Remesina, nel periodo di misura, non hanno registrato superamenti. Nel periodo di monitoraggio, In tutte le postazioni considerate, la frazione PM2.5 ha rappresentato una componente significativa contribuendo in termini di massa, al 60% circa della massa del PM10 a Nonantola e nella stazione fissa di Gavello, al 51% a Parco Ferrari.

Se si applica un'analisi statistica tra i dati di polveri PM10 misurati a Nonantola e quelli misurati dalle stazioni della rete regionale nello stesso periodo, il sito indagato presenta un'ottima correlazione con la stazione di Remesina a Carpi sia negli andamenti che nei livelli di concentrazione misurati (indice di correlazione di Pearson $R=0,97$).

Biossido d'Azoto NO₂ : i livelli medi misurati a Nonantola risultano simili a quanto rilevato nella stazione di fondo urbano di Parco Ferrari ed inferiori in prossimità della stazione da traffico "Giardini". La stazione di Gavello ha rilevato livelli inferiori di questo inquinante rispetto al sito indagato come è normale attendersi da una stazione di fondo rurale non direttamente interessata da emissioni di inquinanti.

Se si applica un'analisi statistica tra i dati di NO₂ misurati a Nonantola e quelli misurati dalle stazioni della rete regionale nello stesso periodo, il sito indagato presenta un'ottima correlazione con la stazione di Remesina a Carpi sia negli andamenti che nei livelli di concentrazione misurati (indice di correlazione di Pearson $R=0,87$).

Ozono O₃ : le concentrazioni misurate nel sito indagato non evidenziano criticità in quanto la stagione in cui si è svolta la campagna non è particolarmente favorevole alla formazione di questo inquinante, a causa dello scarso irraggiamento solare, a cui le concentrazioni di Ozono sono legate. I livelli di O₃ registrati a Nonantola sono simili a quanto misurato nella stazione di fondo di Gavello; in tutte le postazioni prese in esame sono risultati assenti superamenti del Valore Obiettivo e della Soglia di Informazione imposti dalla normativa.

Benzene: le concentrazioni rilevate a Nonantola risultano lievemente inferiori rispetto quanto misurato nella stazione da traffico di Giardini a Modena come media sull'intero periodo di misura; i livelli di questo inquinante, in entrambi i siti considerati, appaiono contenuti.

Sebbene sia stata una campagna di breve durata e quindi non è possibile eseguire il confronto con il Valore limite annuale, e sebbene il sito monitorato con il Laboratorio mobile sia da traffico, mentre i dati delle stime corrispondono ad un sito di fondo urbano, i risultati confermano che il territorio di comunale è molto simile ai dati della stazione di Remesina a Carpi (vedi capitolo 3.1).

3 INVENTARIO REGIONALE EMISSIONI IN ATMOSFERA

La concentrazione di inquinanti nell'aria è fortemente influenzata dalle condizioni meteorologiche del periodo stagionale, ma evidentemente anche dalla quantità di inquinanti emessi in atmosfera che proviene da diverse attività umane.

Arpae ha provveduto ad eseguire la stima quantitativa delle sostanze emesse dalle varie sorgenti, relativa dunque ai soli inquinanti di origine primaria; il calcolo è avvenuto 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-CORINAIR contenuta nel documento "EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2013.

Di seguito si riporta la descrizione della metodologia ripresa dal sito di Arpae e si presentano i risultati per la Provincia di Modena, per il Comune di Modena e per il Comune di Nonantola.

3.1 METODOLOGIA DI CALCOLO

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 di seguito elencati:

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 transitanti sulla rete stradale.
9. MS9-Trattamento e smaltimento rifiuti: comprende le emissioni provenienti dalle attività di trattamento e smaltimento dei rifiuti.
- 10.-Agricoltura e allevamenti: il macrosettore 10 comprende le emissioni prodotte da tutte le pratiche agricole quali coltivazioni e allevamenti.
11. 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, all'indirizzo <https://www.inemar.eu/xwiki/bin/view/Inemar/WebHome> è possibile scaricare l'intera pubblicazione.

3.2 EMISSIONI DELLA PROVINCIA DI MODENA

Nella tabella della pagina seguente sono riportate le emissioni complessive dal territorio provinciale di Modena espresse in t/anno. Nel grafico che segue la tabella si riporta la ripartizione percentuale per i macrosettori che risultano più significativi per ognuno degli inquinanti presi in esame.

MACROSETTORI		PM10 t/a	PM2.5 t/a	NOx t/a	CO t/a	COV t/a	SO2 t/a	NH3 t/a	CO2 (Kt/a)
MS1	Produzione di energia e trasformazione di combustibili	0,0	0,0	26,3	16,0	0,0	1,5	0,0	0,0
MS2	Riscaldamento civile	970,1	946,0	942,8	7311,0	825,6	33,9	112,3	1321,0
MS3	Combustione industriale	155,7	127,6	1534,4	802,8	248,7	3575,0	11,2	1343,5
MS4	Processi produttivi	129,2	45,0	10,4	7,5	42,5	3,1	10,1	6,1
MS5	Estrazione e distribuzione di combustibili	0,0	0,0	0,0	0,0	522,6	0,0	0,0	0,0
MS6	Uso di solventi	42,5	34,4	17,7	0,0	5035,1	0,3	1,4	0,0
MS7	Trasporto su strada	332,8	226,9	5325,1	4108,8	691,8	9,0	70,6	1702,2
MS8	Altre sorgenti mobili e macchinari	52,4	52,4	943,1	334,5	100,6	2,7	0,2	89,8
MS9	Trattamento e smaltimento rifiuti	36,2	33,7	104,9	465,3	21,5	2,0	26,2	43,4
MS10	Agricoltura	50,6	24,1	60,0	90,8	4103,9	1,7	6212,5	0,0
MS11	Altre sorgenti e assorbimenti	0,0	0,0	0,0	0,0	3545,3	0,0	0,0	-633,0
Totale		1769,5	1490,2	8964,5	13136,6	15137,5	3629,3	6444,5	3872,9

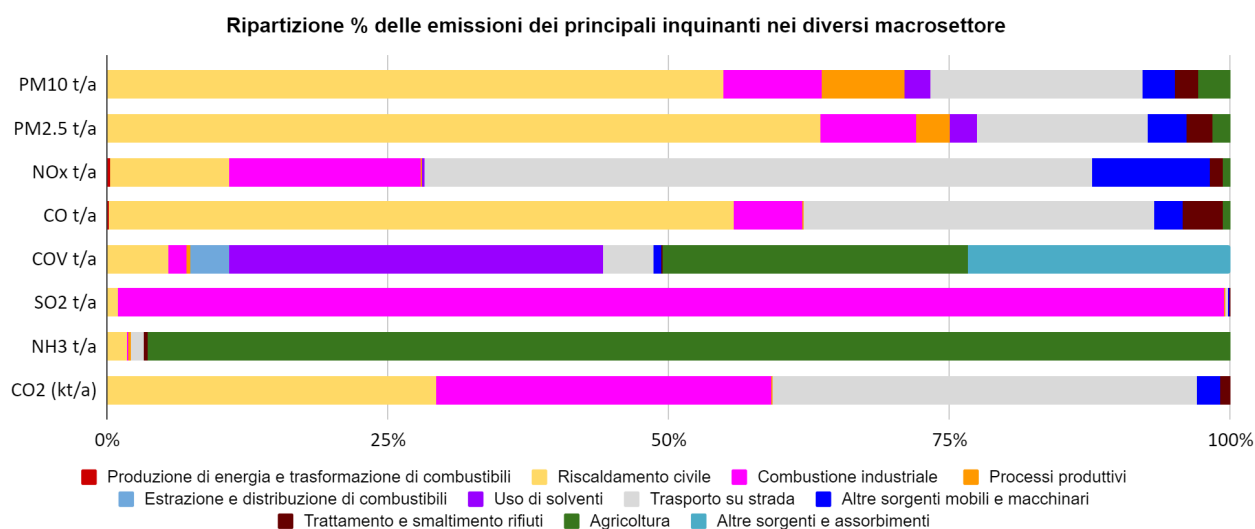


Figura 20 Emissioni della Provincia di Modena (dati Inemar 2019- Arpae)

Dall'esame della tabella e dal grafico si ricavano i seguenti diversi contributi:

Polveri primarie: il maggiore contributo è dovuto al riscaldamento civile (54,8% PM10, 63,5% PM2.5) che utilizza le biomasse come combustibile, al trasporto su strada (18,8% PM10, 15,2% PM2.5), seguiti dalla combustione industriale (9%) e dai Processi produttivi (7,3% PM10 e 3,0% PM2.5).

Ossidi di azoto (NOx): la fonte principale di ossidi di azoto è il trasporto su strada (59,4%), seguito dalla combustione nell'industria (17,1%), dal riscaldamento civile (10,5%) e dal trasporto dovuto ad altre sorgenti mobili (10,5%)

Monossido di carbonio (CO): la fonte principale di monossido di carbonio è dovuta al riscaldamento civile (55,7%) e dal trasporto stradale (31,3%)

Composti organici volatili (COV): la fonte principale di COV è l'uso di solventi (33,3%), agricoltura (27,1) e da altre sorgenti e assorbimento (23,4).

Biossido di zolfo (SO2): è prodotto principalmente dalla combustione nell'industria (98,5%).

Ammoniaca (NH3): deriva quasi completamente da pratiche agricole e zootecnia (96,4%).

Anidride carbonica (CO2): il trasporto su strada contribuisce per il 44%, segue il riscaldamento civile con il 31% e la combustione industriale con il 34,7%.

3.3 EMISSIONI DEL COMUNE DI MODENA

Nella tabella che segue sono riportate le emissioni complessive del Comune di Modena espresse in t./anno. Nel grafico nella pagina che segue si riporta la ripartizione percentuale per i macrosettori che risultano più significativi per ognuno degli inquinanti presi in esame.

MACROSETTORI		PM10 t/a	PM2.5 t/a	NOx t/a	CO t/a	COV t/a	SO2 t/a	NH3 t/a	CO2 (Kt/anno)
MS1	Produzione di energia e trasformazione di combustibili	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MS2	Riscaldamento civile	183,1	178,6	242,4	1401,0	163,9	7,3	20,8	409,1
MS3	Combustione industriale	1,7	1,3	33,4	14,2	13,8	176,0	10,6	26,1
MS4	Processi produttivi	14,6	13,8	1,2	0,2	0,8	2,4	7,1	0,0
MS5	Estrazione e distribuzione di combustibili	0,0	0,0	0,0	0,0	140,1	0,0	0,0	0,0
MS6	Uso di solventi	4,9	4,4	13,7	0,0	819,8	0,1	0,0	0,0
MS7	Trasporto su strada	96,4	66,3	1599,4	1206,4	191,3	2,7	21,1	520,4
MS8	Altre sorgenti mobili e macchinari	4,0	4,0	72,6	24,7	7,6	0,2	0,0	7,1
MS9	Trattamento e smaltimento rifiuti	2,2	2,1	73,2	35,1	9,8	0,9	1,1	30,1
MS10	Agricoltura	2,7	1,2	4,7	5,7	301,0	0,1	397,7	0,0
MS11	Altre sorgenti e assorbimenti	0,0	0,0	0,0	0,0	25,2	0,0	0,0	-4,9
Totale		309,7	271,7	2040,5	2687,3	1673,2	189,7	458,3	987,8

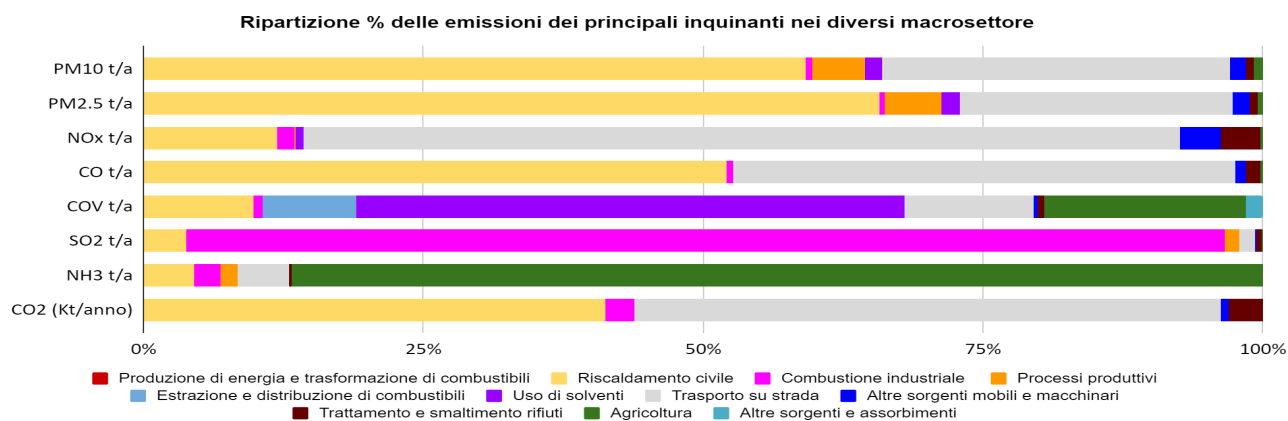


Figura 21 Emissioni del Comune di Modena (dati Inemar 2019- Arpa)

Dall'esame della tabella e dal grafico si ricavano i seguenti diversi contributi:

Polveri primarie: il maggiore contributo è dovuto al riscaldamento civile (59,1% PM10, 65,7% PM2.5) ed al trasporto su strada (31,1% PM10, 24,4% PM2,5); per PM10 è preponderante l'apporto delle attività di combustione di biomasse legnose, dei mezzi di trasporto ad alimentazione diesel, oltre ad usura freni e pneumatici e abrasione manto stradale da tutti i mezzi di trasporto.

Ossidi di azoto (NOx): la fonte principale di ossidi di azoto è il trasporto su strada (78,4%), seguito dal riscaldamento civile (11,9%).

Monossido di carbonio (CO): le fonti principali di monossido di carbonio sono: il riscaldamento civile (52,1%)e il trasporto su strada (44,9%).

Composti organici volatili non metanici COV: derivano soprattutto dall'utilizzo di solventi nel settore industriale e civile (49%), dal trasporto su strada (11,4%), significativa risulta anche la produzione di COV di origine biogenica da specie agricole e vegetazione (18).

Biossido di zolfo (SO2): è prodotto principalmente dalla combustione nell'industria (92,8%).

Ammoniaca (NH3): deriva quasi completamente da pratiche agricole e zootecnia (86,8%).

Anidride carbonica (CO2): il trasporto su strada contribuisce per il 52,7 %, segue il riscaldamento civile con il 41,4% .

3.4 EMISSIONI DEL COMUNE DI NONANTOLA

Nella tabella della pagina seguente sono riportate le emissioni complessive dal territorio del comune di Nonantola espresse in t/anno.

Nel grafico che segue la tabella si riporta la ripartizione percentuale per i macrosettori che risultano più significativi per ognuno degli inquinanti presi in esame.

MACROSETTORI		PM10 t/a	PM2.5 t/a	NOx t/a	CO t/a	COV t/a	SO2 t/a	NH3 t/a	CO2 (Kt/anno)
MS1	Produzione di energia e trasformazione di combustibili	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MS2	Riscaldamento civile	13,7	13,4	16,7	106,2	12,2	0,5	1,5	27,7
MS3	Combustione industriale	0,1	0,1	1,8	0,3	0,1	1,4	0,0	0,8
MS4	Processi produttivi	0,7	0,6	0,0	0,0	4,4	0,0	0,0	0,0
MS5	Estrazione e distribuzione di combustibili	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4	0,0	0,0	0,0
MS6	Uso di solventi	0,8	0,7	0,0	0,0	106,1	0,0	0,0	0,0
MS7	Trasporto su strada	5,7	3,9	83,9	53,9	12,5	0,1	1,0	26,4
MS8	Altre sorgenti mobili e macchinari	1,2	1,2	21,1	7,3	2,2	0,1	0,0	1988,0
MS9	Trattamento e smaltimento rifiuti	1,5	1,4	1,0	18,0	0,4	0,0	0,0	0,0
MS10	Agricoltura	1,0	0,6	2,6	3,9	124,4	0,1	101,6	0,0
MS11	Altre sorgenti e assorbimenti	0,0	0,0	0,0	0,0	8,2	0,0	0,0	-1,1
Totale		24,7	21,8	127,1	189,6	278,0	2,3	104,1	55,8

Ripartizione % delle emissioni dei principali inquinanti nei diversi macrosettore

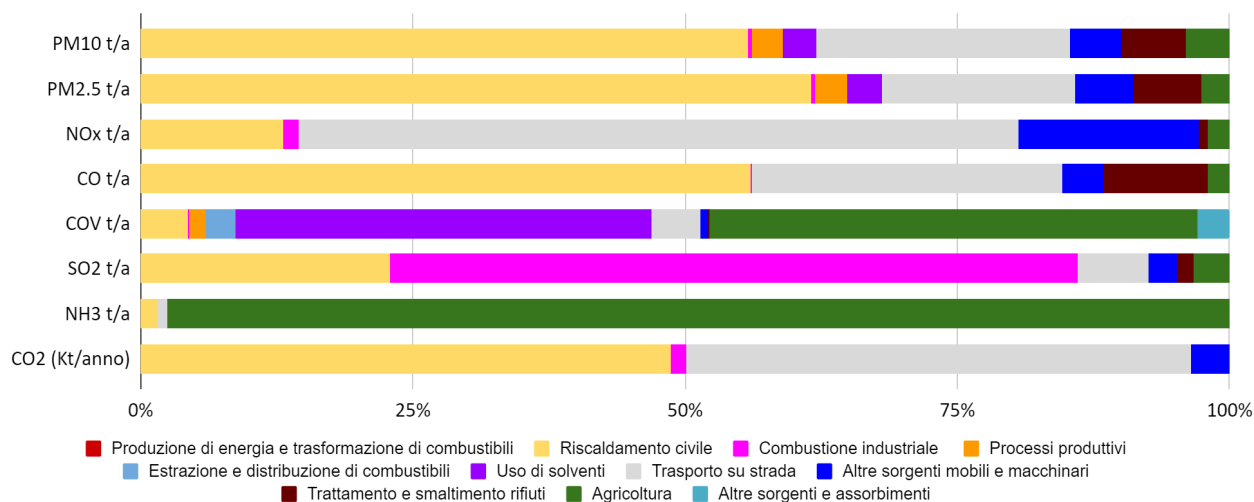
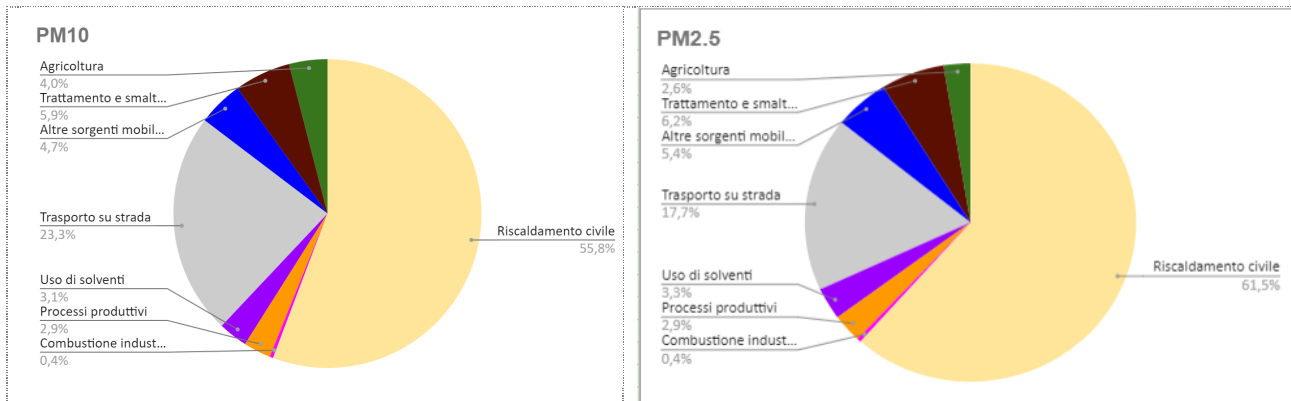
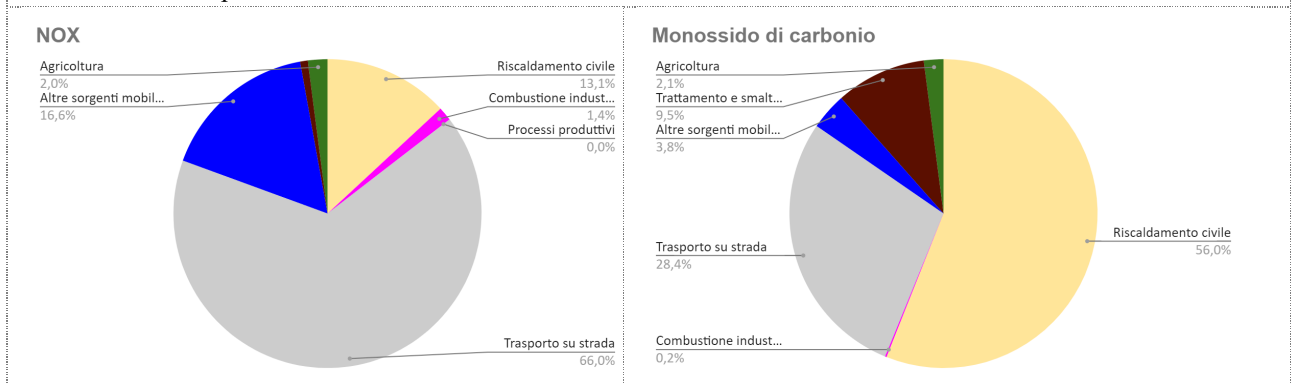


Figura 22 Emissioni del Comune di Nonantola (dati Inemar 2019- Arpae)

Nella pagina che segue si propongono diversi grafici, che consentono un confronto rapido dei contributi dei singoli macrosettori alle emissioni per il comune di Nonantola.

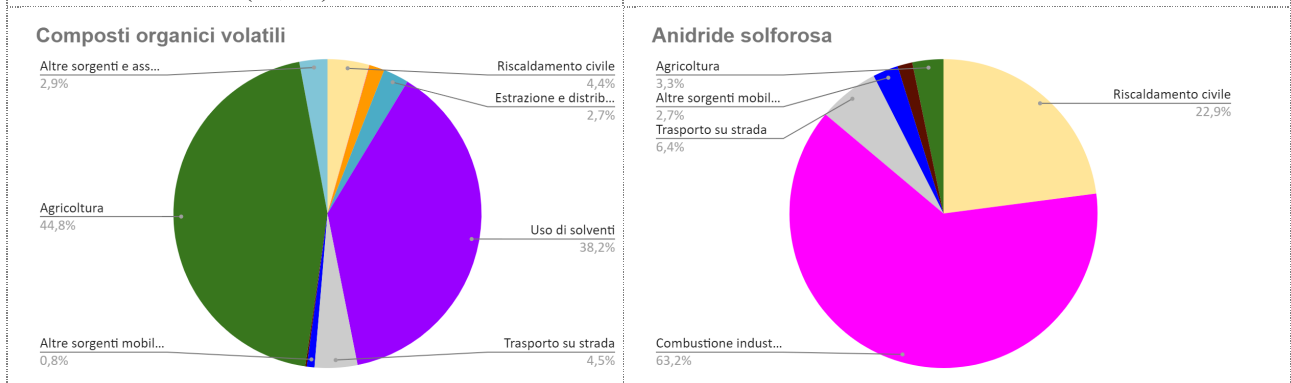


Polveri primarie: il maggiore contributo è dovuto al riscaldamento civile (55,8% PM10, 61,5% PM2.5) ed al trasporto su strada (23,3% PM10, 17,7% PM2,5); per PM10 è preponderante l'apporto delle attività di combustione di biomasse legnose, dei mezzi di trasporto ad alimentazione diesel, oltre ad usura freni e pneumatici e abrasione manto stradale da tutti i mezzi di trasporto



Ossidi di azoto (NOx): la fonte principale di ossidi di azoto è il trasporto su strada (66,0%), seguito dal trasporto dovuto ad altre sorgenti mobili (16,6%) e dal riscaldamento civile (13,1%).

Monossido di carbonio (CO): le fonti principali di monossido di carbonio sono: il riscaldamento civile (56%) e il trasporto su strada (28,4%).



Composti organici volatili non metanici COV: derivano soprattutto dall'utilizzo di solventi nel settore industriale e civile (38,2%), dal trasporto su strada (4,5%), significativa risulta anche la produzione di COV di origine biogenica da specie agricole e vegetazione (44,8%).

Biossido di zolfo (SO2): è prodotto principalmente dalla combustione nell'industria (63,2%) e dal riscaldamento civile (22,9%).

Figura 23 Emissioni del Comune di Nonantola (dati Inemar 2019- Arpae)

3.5 CONFRONTO QUANTITATIVO E QUALITATIVO DEI VALORI CALCOLATI

Nella tabella che segue sono riportate le emissioni annue per i diversi inquinanti presi in esame generate nel comune di Nonantola, per confronto sono riassunte anche le emissioni generate nel capoluogo e nell'intera provincia; nelle ultime due colonne sono riportati il numero di abitanti e la superficie complessiva del territorio.

Emissioni totali	Polveri PM10 (t/anno)	Polveri PM2.5 (t/anno)	Ossidi di azoto (t/anno)	Monossido di carbonio (t/anno)	Composti Organici Volatili (t/anno)	Biossido di zolfo (t/anno)	Ammoniacca (t/anno)	Anidride carbonica (Kt/anno)	Superficie (km2)	Abitanti (numero)
Comune di Nonantola	25	22	127	190	278	2	104	56	55,32	16106
Comune di Modena	310	272	2041	2687	1673	190	458	988	183,17	184153
Provincia di Modena	1769	1490	8965	13137	15138	3629	6445	3872	2688,65	702521
% Nonantola/ Comune Modena	7,96%	8,01%	6,23%	7,06%	16,61%	1,21%	22,71%	5,65%	30,20%	8,75%
% Nonantola/ Provincia Modena	1,4%	1,5%	1,4%	1,4%	1,8%	0,1%	1,6%	1,4%	2,1%	2,3%

Rapporti percentuali

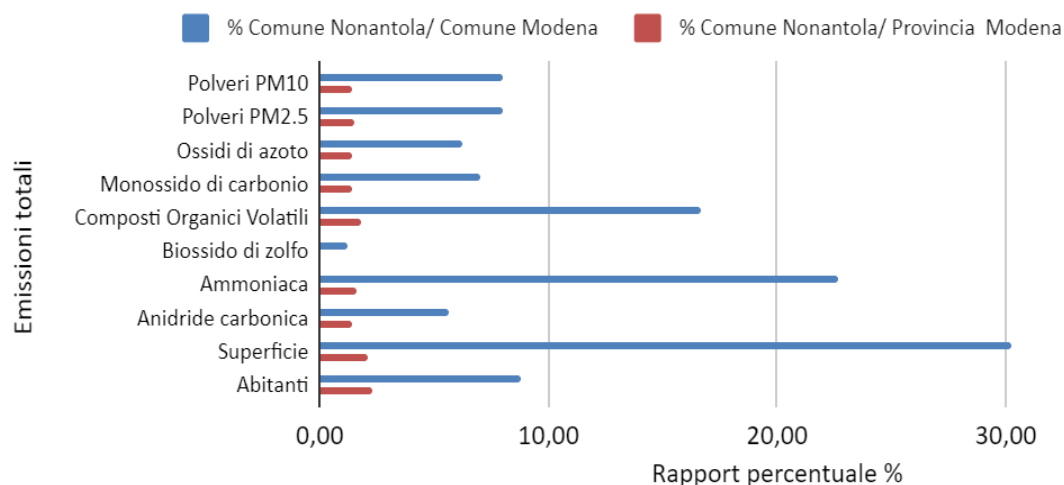


Figura 24 Rapporti percentuali

Dall'esame della tabella la comparazione tra comune di Nonantola e comune di Modena mostra come le percentuali di emissione risultino: per le polveri (PM10 e PM2.5), NOX, CO e CO2 correlabili col rapporto fra il numero di abitanti; mentre per gli inquinanti da allevamenti e/o coltivazione dei suoli invece, correlabili col rapporto fra le superfici dei territori dei due comuni; per gli inquinanti da emissioni industriali il contributo percentuale del comune di Nonantola modesto, il che farebbe ritenere che le emissioni industriali determinano limitati impatti diretti.

La comparazione tra comune di Nonantola e provincia di Modena mostra come le percentuali di emissione di tutti gli inquinanti siano tra loro molto vicine, non si rilevano più differenze tra inquinanti da traffico ed inquinanti da allevamenti e/o coltivazione dei suoli; per gli inquinanti tipici delle emissioni industriali, in particolare per il biossido di zolfo, il contributo percentuale del comune di Nonantola è pressoché nullo.