

# Rapporto sulla qualità dell'aria della Provincia di Forlì-Cesena

Anno 2021



Edizione Giugno 2022

Gli operatori di **ARPAE – Sezione di Forlì-Cesena** che hanno collaborato:

Gestione monitor e postazioni

Paolo Vittori  
Silvia Sandrini  
Gloria Maresi  
Lidia Bressan

Elaborazione dati

Patrizia Luciali  
Deborah Valbonetti  
Paolo Vittori  
Silvia Sandrini  
Gloria Maresi  
Lidia Bressan

Redazione relazione

Patrizia Luciali  
Francesca Liguori  
Deborah Valbonetti  
Silvia Sandrini  
Gloria Maresi

*Dal 2005 la Rete Regionale di monitoraggio della qualità dell'aria (RRQA) è certificata ISO 9001:2015 relativamente al processo di monitoraggio, acquisizione e validazione dati.*

**SISTEMA DI GESTIONE  
QUALITÀ CERTIFICATO**



**UNI EN ISO 9001:2015**

# INDICE

	<i>Pag.</i>
<b>1 - IL QUADRO NORMATIVO IN MATERIA DI QUALITÀ DELL'ARIA</b>	<b>1</b>
1.1 Quadro normativo nazionale: limiti e valori di riferimento	1
1.2 Valori guida dell'OMS	4
1.3 Zonizzazione della Regione Emilia Romagna e della Provincia di Forlì-Cesena	6
1.4 Limiti di quantificazione strumentali	7
<b>2 – LA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA</b>	<b>8</b>
2.1 Configurazione della Rete Regionale	8
2.2 Configurazione della Rete di Forlì-Cesena	8
2.3 Stazioni della Rete Regionale di Qualità dell'Aria (RRQA) di Forlì-Cesena	11
<b>3 – INDICATORI METEOROLOGICI PER LO STUDIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NEI TERRITORI DELLE PROVINCE DI RAVENNA, FORLÌ-CESENA E RIMINI (APA-EST)</b>	<b>14</b>
3.1 Indicatori meteorologici a supporto dello studio della qualità dell'aria	14
3.2 Andamento meteorologico del 2021	14
3.2.1 Temperatura	14
3.2.2 Precipitazioni	17
3.2.3 Intensità e direzione del vento	20
<b>4 - VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NELLA PROVINCIA DI FORLÌ-CESENA</b>	<b>23</b>
4.1 Biossido di Azoto NO <sub>2</sub> e Ossidi di Azoto NO <sub>x</sub>	23
4.2 Ozono O <sub>3</sub>	29
4.3 Benzene C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	34
4.4 Toluene C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> e Xileni C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	37
4.5 Particolato PM10	40
4.6 Particolato PM2.5	45

## 1 . IL QUADRO NORMATIVO IN MATERIA DI QUALITÀ DELL'ARIA

### 1.1 – Quadro normativo nazionale: limiti e valori di riferimento

La normativa di riferimento in materia di qualità dell'aria è il D.Lgs del 13 agosto 2010, n.155 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa".

In aprile 2017 è stato emanato il decreto «Procedure di garanzia di qualità per verificare il rispetto della qualità delle misure dell'aria ambiente, effettuate nelle stazioni delle reti di misura» (G.U. 26/04/2017, n. 96) che definisce le procedure di garanzia di qualità previste per verificare il rispetto della qualità delle misure dell'aria ambiente e demanda ad ISPRA l'adozione di apposite linee guida per garantire l'applicazione di procedure omogenee in tutto il territorio nazionale.

Il decreto D.Lgs n.155/2010, oltre ad introdurre strumenti per contrastare più efficacemente l'inquinamento atmosferico, fornire una metodologia di riferimento per la caratterizzazione delle zone (zonizzazione), definisce i valori di riferimento che permettono di valutare la qualità dell'aria, su base annuale, considerando le concentrazioni dei diversi inquinanti.

In particolare, i valori limite e di riferimento per i diversi inquinanti, sono:

<i><b>INQUINANTE</b></i>	<i><b>PERIODO DI MEDIAZIONE</b></i>	<i><b>VALORE LIMITE</b></i>	
<b>Biossido di zolfo</b>	Orario (non più di 24 volte all'anno)	350	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Giornaliero (non più di 3 volte all'anno)	125	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>Biossido di azoto</b>	Orario (per non più di 18 volte all'anno)	200	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Annuo	40	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>Benzene</b>	Annuo	5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>Monossido di carbonio</b>	Media max giornaliera su 8 ore	10	$\text{mg}/\text{m}^3$
<b>Particolato PM 10</b>	Giornaliero (non più di 35 volte all'anno)	50	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Annuo	40	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>Particolato PM 2.5</b>	Annuo al 2015	25	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Annuo - Valore limite indicativo	20	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>Piombo</b>	Anno	0.5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabella 1.1 - Valori limite (VL): Livello che non deve essere superato

<i><b>INQUINANTE</b></i>	<i><b>PERIODO DI MEDIAZIONE</b></i>	<i><b>Livelli critici per la vegetazione</b></i>	
<b>Biossido di zolfo</b>	Annuale	20	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Invernale (1 ott.- 31 mar.)	20	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>Ossidi di azoto (NOx)</b>	Annuo	30	$\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabella 1.2 - Livelli critici per la vegetazione: Livello oltre il quale possono sussistere rischi o danni per ecosistemi e vegetazione, non per gli esseri umani

<i>INQUINANTE</i>	<i>PERIODO DI MEDIAZIONE</i>	<i>Soglia di Allarme</i>	
<b>Biossido di zolfo</b>	Per 3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 km <sup>2</sup>	500	µg/m <sup>3</sup>
<b>Biossido di azoto</b>	Per 3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 km <sup>2</sup>	400	µg/m <sup>3</sup>

Tabella 1.3 - Soglie di allarme per biossido di zolfo e di azoto.

Il Decreto mantiene in essere un sistema di sorveglianza dell'inquinamento da ozono su tutto il territorio nazionale, indicando *valori obiettivo*, *obiettivi a lungo termine*, *soglia di informazione* e *soglia di allarme*<sup>(1)</sup> da perseguire secondo una tempistica stabilita (Tabelle 1.4 e 1.5).

<i>Valori obiettivo</i>			
<i>Finalità</i>	<i>Periodo di mediazione</i>	<i>Valore obiettivo</i>	<i>Data raggiungimento</i> <sup>(2)</sup>
<b>Protezione della salute umana</b>	Media su 8 ore massima giornaliera nell'arco di un anno civile	<b>120 µg/m<sup>3</sup></b> da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni	<b>2013</b> (dati 2010 – 2012)
<b>Protezione della vegetazione</b>	AOT40 <sup>(1)</sup> Calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	<b>18000 µg/m<sup>3</sup>h</b> come media su 5 anni	<b>2015</b> (dati 2010 – 2014)
<i>Obiettivi a lungo termine</i>			
<i>Finalità</i>	<i>Periodo di mediazione</i>	<i>Obiettivo a lungo termine</i>	<i>Data raggiungimento</i> <sup>(2)</sup>
<b>Protezione della salute umana</b>	Media su 8 ore massima giornaliera nell'arco di un anno civile	<b>120 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>Non definito</b>
<b>Protezione della vegetazione</b>	AOT40 <sup>(1)</sup> Calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	<b>6000 µg/m<sup>3</sup>h</b>	<b>Non definito</b>

(1) AOT40 (espresso in µg/m<sup>3</sup>h) si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni > 80 µg/m<sup>3</sup> e 80 µg/m<sup>3</sup> rilevate in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00 (ora dell'Europa centrale).

(2) Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo / l'obiettivo a lungo termine

Tabella 1.4 – Valori obiettivo e obiettivi a lungo termine per l'ozono.

<i>Finalità</i>	<i>Periodo di mediazione</i>	<i>Soglia</i>
<b>Informazione</b>	1 ora	<b>180 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Allarme</b>	1 ora <sup>(1)</sup>	<b>240 µg/m<sup>3</sup></b>

(1) Per l'applicazione dell'art.10 comma 1, deve essere misurato o previsto un superamento per tre ore consecutive

Tabella 1.5 – Soglie di informazione e di allarme per l'ozono.

La registrazione del superamento della soglia di informazione o di allarme comporta l'obbligo, per la Regione (art.14 comma 1), di fornire al pubblico informazioni relativamente a:

<sup>1</sup> Valore Obiettivo: Livello da conseguire, *ove possibile*, entro una data prestabilita.

Obiettivo a lungo termine: Livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate

Soglia di Allarme: Livello oltre il quale sussiste pericolo per la salute umana, il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive.

Soglia di Informazione: Livello oltre il quale sussiste pericolo per la salute umana per alcuni gruppi sensibili, il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive.

- superamenti registrati (località, tipo di soglia superata, data, ora di inizio e durata del fenomeno, concentrazione oraria più elevata e concentrazione media più elevata sulle 8 ore);
- previsioni sull'evoluzione del fenomeno con l'indicazione dell'area geografica prevedibilmente interessata dai superamenti;
- informazioni sui settori colpiti della popolazione e sui possibili effetti sulla salute e sulla condotta raccomandata (informazione sui gruppi di popolazione a rischio; descrizione dei sintomi riscontrabili gruppi di popolazione a rischio; precauzioni che i gruppi interessati devono prendere; riferimenti per ottenere ulteriori informazioni);
- informazioni sulle azioni preventive per la riduzione dell'inquinamento e/o per la riduzione dell'esposizione all'inquinamento con l'indicazione dei principali settori cui si riferiscono le fonti e delle azioni raccomandate per la riduzione delle emissioni.

Per assolvere a tali obblighi nel periodo estivo viene pubblicato uno specifico “Bollettino regionale per l'Ozono” consultabile alla pagina <https://apps.arpae.it/qualita-aria/bollettino-ozono/>.

Sempre per facilitare l'informazione e la diffusione dei dati di Qualità dell'aria, Arpae pubblica sul proprio sito web quotidianamente:

- il Bollettino Regionale, cioè le concentrazioni misurate dalle stazioni della rete di controllo della qualità dell'aria installate nel territorio provinciale (consultabile alla pagina: <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/dati-qualita-aria/>);
- le concentrazioni di PM10, PM2.5, Ozono e Biossido di Azoto su scala regionale. (*link*: <https://apps.arpae.it/qualita-aria/bollettino-qa/>)

Il Decreto 155/2010 fissa anche valori obiettivo (riportati in Tabella 1.6) della concentrazione nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene per evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi di tali inquinanti sulla salute umana e sull'ambiente nel suo complesso.

Il valore obiettivo del benzo(a)pirene (**1,0 ng/m<sup>3</sup>**) viene usato come *marker* per il rischio cancerogeno degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA).

<i>Inquinante</i>	<i>Parametro</i>	<i>Valori Obiettivo</i>
<b>Arsenico</b>	Tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM10 del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile	<b>6,0 ng/m<sup>3</sup></b>
<b>Cadmio</b>		<b>5,0 ng/m<sup>3</sup></b>
<b>Nichel</b>		<b>20,0 ng/m<sup>3</sup></b>
<b>Benzo(a)pirene</b>		<b>1,0 ng/m<sup>3</sup></b>

Tabella 1.6 –Valori obiettivo per arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.

La norma suggerisce, in un numero limitato di stazioni, di effettuare, contestualmente al benzo(a)pirene, la misurazione delle concentrazioni nell'aria ambiente di altri 6 IPA: benzo(a)antracene, benzo(b)fluorantene, benzo(j)fluorantene, benzo(k)fluorantene, indeno(1,2,3-cd)pirene e dibenzo(a,h)antracene, al fine di verificare la costanza dei rapporti nel tempo e nello spazio tra il benzo(a)pirene e gli altri idrocarburi policiclici aromatici di rilevanza tossicologica.

L'Agenzia per la Ricerca sul Cancro (IARC) ha classificato, fino ad ora, 48 IPA; la classificazione di alcuni dei composti che più frequentemente si ritrovano nell'aria sono riportati in tabella 1.7, dove sono evidenziati in grigio quelli richiamati dal DLvo 155/2010.

Nome	Classificazione IARC	Nome	Classificazione IARC
benzo[a]pirene	1	dibenzo[a,h]acridine	2B
benzo[a]antracene	2A	dibenzo[a,i]pirene	2B
dibenzo[a,h]antracene	2A	benzo[g,h,i]perilene	3
benzo[b]fluorantene	2B	metilfenantrene	3
benzo[j]fluorantene	2B	crisene	3
benzo[k]fluorantene	2B	antracene	3
indeno[1,2,3-cd]pirene	2B	fluorene	3
5-metil-crisene	2B		

Nota : 1: Cancerogeno 2A: Probabile cancerogeno per l'uomo  
 2B: Possibile cancerogeno per l'uomo 3: Non classificabile come cancerogeno per l'uomo

Tabella 1.7 – Cancerogenicità dei principali IPA.

## 1.2 - Valori guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS)

Nel 2021 l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha aggiornato le proprie Linee guida (AQG) e ha individuato, per sei inquinanti principali (PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, ozono, biossido di azoto, biossido di zolfo, monossido di carbonio), i livelli di qualità dell'aria da raggiungere per proteggere la salute umana. I valori guida, cioè le concentrazioni in aria di inquinanti al di sotto delle quali - secondo le evidenze scientifiche disponibili - non sono attesi effetti avversi per la salute, costituiscono, quindi, uno strumento per valutare l'esposizione della popolazione a livelli di inquinanti potenzialmente dannosi per la salute, oltre a fornire un importante riferimento nel fissare gli standard e gli obiettivi normativi, tra cui l'attuale revisione della direttiva europea. L'aggiornamento delle linee guida, si è reso necessario alla luce dei sempre più numerosi studi che dimostrano gli impatti negativi sulla salute provenienti da livelli di inquinamento atmosferico anche bassi.

Con la revisione e l'abbassamento dei limiti, l'OMS intende anche contribuire alla mitigazione del cambiamento climatico: alcuni inquinanti, infatti, come il black carbon e l'ozono troposferico, hanno anche un effetto sul riscaldamento globale.

Rispetto all'ultimo aggiornamento del 2006, le principali modifiche apportate sono:

- PM<sub>10</sub>: il valore annuale passa da 20 a 15 µg/m<sup>3</sup>, quello sulle 24 ore da 50 a 45 µg/m<sup>3</sup>
- PM<sub>2,5</sub>: il valore annuale passa da 10 a 5 µg/m<sup>3</sup>, quello sulle 24 ore da 25 a 15 µg/m<sup>3</sup>
- biossido di azoto: il valore annuale passa da 40 a 10 µg/m<sup>3</sup> e viene introdotto un valore sulle 24 ore pari a 25 µg/m<sup>3</sup>
- ozono: si introduce un valore per il picco stagionale pari a 60 µg/m<sup>3</sup>
- biossido di zolfo: il valore sulle 24 ore passa da 20 a 40 µg/m<sup>3</sup>
- monossido di carbonio: si introduce un valore sulle 24 ore pari a 4 µg/m<sup>3</sup>

Rimangono validi i valori guida o valori di riferimento precedenti che non sono stati modificati nella versione 2021.

Pertanto, i valori guida dell'OMS per la qualità dell'aria risultano (Tabella 1.8):

<i>Sostanza</i>	<i>Valore guida</i> OMS-AQG <sup>(1)</sup> – valori guida 2021	<i>Tempo di mediazione</i>
NO <sub>2</sub>	10 µg/m <sup>3</sup>	annuale
	200 µg/m <sup>3</sup>	1 ora
SO <sub>2</sub>	40 µg/m <sup>3</sup>	24 ore
	500 µg/m <sup>3</sup>	10 min
O <sub>3</sub>	100 µg/m <sup>3</sup>	8 ore
	60 µg/m <sup>3</sup>	picco stagionale*
PM <sub>10</sub>	15 µg/m <sup>3</sup>	annuale
	45 µg/m <sup>3</sup>	24 ore
PM <sub>2.5</sub>	5 µg/m <sup>3</sup>	annuale
	15 µg/m <sup>3</sup>	24 ore
<b>OMS-AQG – valori guida 2021</b>		
CO	4 mg/m <sup>3</sup>	24 ore
	100 mg/m <sup>3</sup>	15 min
	35 mg/m <sup>3</sup>	1 ora
	10 mg/m <sup>3</sup>	8 ore
Toluene	260 µg/m <sup>3</sup>	Media settimanale
Xileni	4800 µg/m <sup>3</sup>	Media su 24 ore

\*media della concentrazione massima giornaliera calcolata su 8 ore nei sei mesi estivi (1° aprile – 30 settembre)

(1) **Air Quality Guidelines**: una serie di raccomandazioni dell'OMS per proteggere la salute dell'uomo dagli effetti negativi provenienti dall'esposizione a sostanze pericolose e inquinanti atmosferici. Inoltre, è uno strumento per le autorità nazionali a gestire e ridurre tali sostanze inquinanti.

**Tabella 1.8 - Valori guida della qualità dell'aria indicati dall'OMS**  
(<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>). Solo per gli Xileni il riferimento è WHO: Xylenes, Environmental Health Criteria 190, World Health Organization, Geneva, CH, 1997

L'OMS, per alcuni inquinanti atmosferici ad azione cancerogena (Tabella 1.9), non fornisce un valore guida ma indica l'*indice di rischio unitario* per la popolazione, ovvero il rischio associato alla presenza di tali inquinanti nell'aria a cui è sottoposta la popolazione. La stima dell'incremento di *rischio unitario* (U.R.) è intesa come il rischio addizionale di cancro che può verificarsi in una ipotetica popolazione nella quale tutti gli individui siano continuamente esposti, dalla nascita e per tutto l'intero tempo di vita, ad una concentrazione dell'agente di rischio nell'aria che essi respirano pari ad 1 µg/m<sup>3</sup>.

<i>Sostanza</i>	<i>Rischio unitario</i> Indice di rischio/tempo di vita (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>
<b>BENZENE</b>	6 x 10 <sup>-6</sup>
<b>IPA (BaP)</b>	8.7 x 10 <sup>-2</sup>
<b>NICHEL</b>	3.8 x 10 <sup>-4</sup>
<b>ARSENICO</b>	1.5 x 10 <sup>-3</sup>
<b>CROMO esavalente</b>	(1.1 ÷ 13) x 10 <sup>-2</sup>

Tabella 1.9 Indice di rischio unitario (OMS)



### 1.3 - Zonizzazione della Regione Emilia Romagna e della Provincia di Forlì-Cesena

A norma del D.Lgs 155/2010 la Regione Emilia Romagna ha effettuato la zonizzazione del proprio territorio in aree omogenee ai fini della valutazione della qualità dell'aria ([Delibera della Giunta regionale del 27/12/2011, n. 2001](#)), prevedendo la suddivisione del territorio in un agglomerato (Bologna) ed in tre zone omogenee: la zona “Appennino”, la zona “Pianura Ovest” e la zona “Pianura Est” (Fig.1.1).

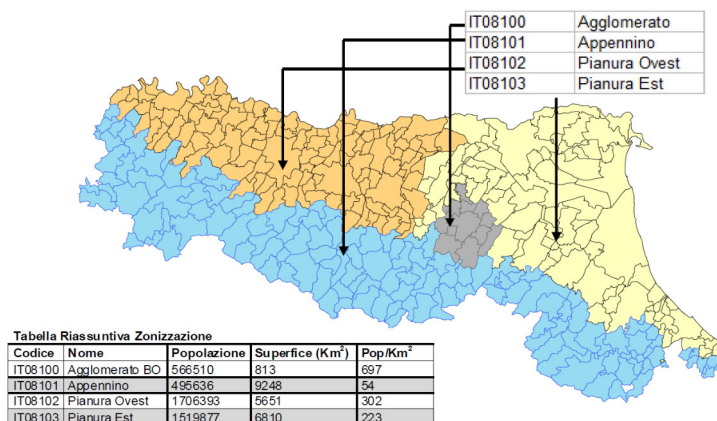


Figura 1.1 – Zonizzazione regionale (DLgs 155/2010 e DGR 2001/2011)

Il territorio della provincia di Forlì-Cesena risulta in parte nella zona “Appennino” ed in parte nella zona “Pianura Est”:

<b>ZONA Pianura EST</b>	Bertinoro, Cesena, Cesenatico, Forlì, Forlimpopoli, Gambettola, Gatteo, Longiano, Meldola, San Mauro Pascoli, Savignano sul Rubicone.
<b>ZONA Appennino</b>	Bagno di Romagna, Borghi, Castrocaro Terme e Terra del Sole, Civitella di Romagna, Dovadola, Galeata, Mercato Saraceno, Modigliana, Montiano, Portico e San Benedetto, Predappio, Premilcuore, Rocca San Casciano, Roncofreddo, Santa Sofia, Sarsina, Sogliano al Rubicone, Tredozio, Verghereto.

Tabella 1.10 – Zonizzazione per la Provincia di Forlì-Cesena (DLgs 155/2010 e DGR 2001/2011)

La Regione ha quindi il compito di effettuare la *valutazione della qualità dell'aria ambiente* (DLgs 155/10 art. 5, Allegato II, Appendice II e Appendice III) e predispone un *piano di qualità dell'aria* con le misure necessarie che, agendo sulle principali sorgenti di emissione che hanno influenza sulla aree di superamento, permettano di raggiungere i valori limite nei termini prescritti.

L'Emilia Romagna, con Delibera di Giunta n. 1180 del 21 luglio 2014, ha adottato la Proposta di Piano Aria Integrato Regionale approvato dalla Assemblea legislativa dell'Emilia-Romagna in aprile 2017 (**PAIR 2020**) e in fase di aggiornamento (PAIR 2030 nel 2023).

## 1.4 – Limiti di quantificazione strumentali (LdQ)

Il limite di quantificazione è la concentrazione minima alla quale la misura strumentale quantitativa è fornita con ragionevole certezza statistica (predefinita).

I limiti di quantificazione degli analizzatori automatici in uso nella Rete Regionale di Qualità dell'aria sono:

<i>Inquinante</i>	<i>Limite di quantificazione L.Q.</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Espressione utilizzata in caso di valore inferiore a LQ</i>
<b>NO<sub>2</sub></b>	8	µg/m <sup>3</sup>	<8
<b>SO<sub>2</sub></b>	10	µg/m <sup>3</sup>	<10
<b>O<sub>3</sub></b>	8	µg/m <sup>3</sup>	<8
<b>PM<sub>10</sub></b>	3	µg/m <sup>3</sup>	<3
<b>PM<sub>2.5</sub></b>	3	µg/m <sup>3</sup>	<3
<b>CO</b>	0,4	mg/m <sup>3</sup>	<0,4
<b>Benzene</b>	0,1	µg/m <sup>3</sup>	<0,1

## 2. LA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

### 2.1 – Configurazione della Rete Regionale

La Regione Emilia Romagna ha effettuato, a partire dal 2005, alcune revisioni della configurazione della Rete Regionale di monitoraggio della Qualità dell'Aria (RRQA), per rendere conforme la rete ai nuovi requisiti normativi nazionali e regionali (DLgs 155/2010 e DGR 2001/2011).

L'attuale RRQA, che tiene conto anche della suddivisione del territorio regionale in zone omogenee dal punto di vista della qualità dell'aria, è composta da 47 stazioni di misura (Fig.2.1),

I punti di campionamento sono stati individuati per verificare il rispetto dei valori limite:

- per la protezione della salute umana (*stazioni di Traffico Urbano, Fondo Urbano, Fondo Urbano Residenziale, Fondo Sub Urbano*) e
- per la protezione degli ecosistemi e/o della vegetazione (*Fondo rurale e Fondo remoto*).

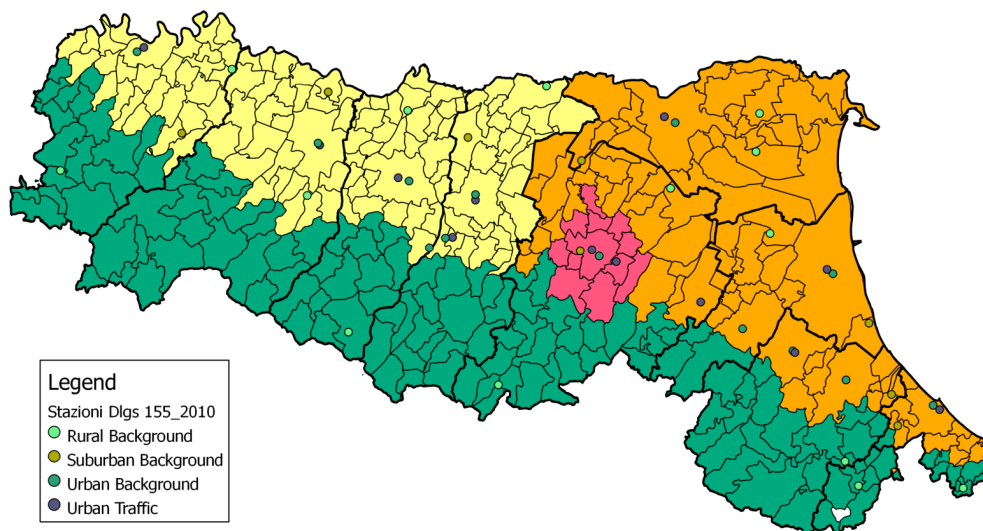


Figura 2.1 -  
Dislocazione delle  
stazioni nella rete  
regionale

(DLgs 155/2010 e  
DGR 2001/2011)

## 2.2 - Configurazione della Rete di Forlì-Cesena

Nella Provincia di Forlì-Cesena sono presenti 5 stazioni della Rete Regionale di rilevamento della qualità dell'aria (RRQA). La cartina di Figura 2.2 fornisce un'indicazione della distribuzione spaziale delle stazioni all'interno del territorio provinciale, mentre la configurazione della rete e la relativa dotazione strumentale è riportata in Tabella 2.1.

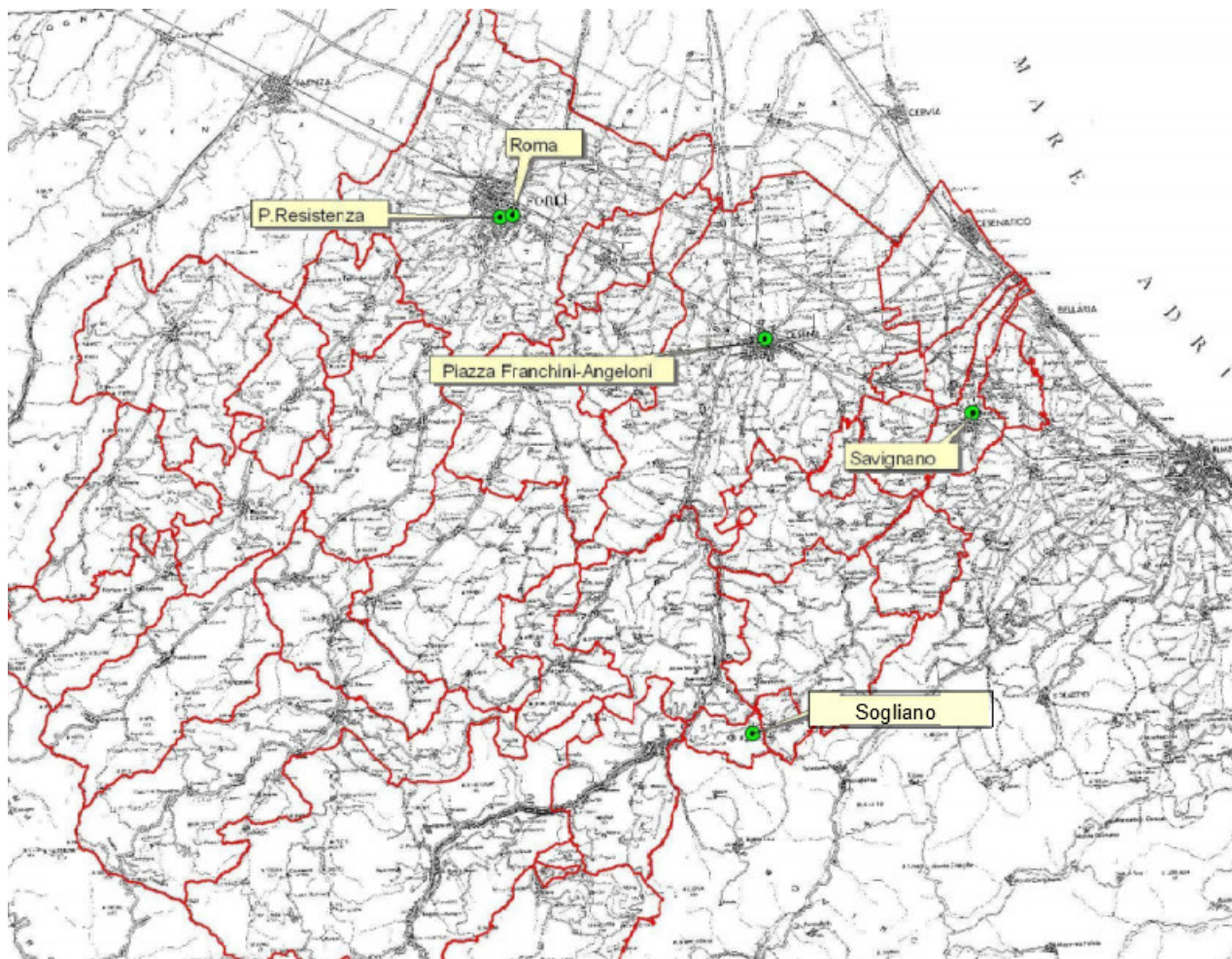



























Figura 2.2 – Forlì-Cesena - Distribuzione spaziale delle stazioni di rilevamento della qualità dell'aria

Nella rete afferente alla provincia di Forlì-Cesena le stazioni sono tutte collocate in ZONA PIANURA EST, ad eccezione della stazione Sogliano che è collocata in ZONA APPENNINO (fondo rurale).

Zona	Comune	Stazione	Tipo	Zona + Tipo	Inquinanti misurati					
					PM10	PM2.5	NOx	CO	BTX	O3
	Sogliano al Rubicone	Sogliano		<i>FRu</i>						
	Savignano sul Rubicone	Savignano		<i>FSubU</i>						
	Cesena	Franchini-Angeloni		<i>FU</i>						
	Forlì	Resistenza		<i>FU</i>						
	Forlì	Roma		<i>TU</i>						

**Legenda**

Classificazione Zona	
	Urbana
	Suburbana
	Rurale

Classificazione Stazione	
	Traffico
	Fondo
	Industriale



Zona + tipo Stazione			
		Fondo Rurale	<i>FRu</i>
		Fondo Sub Urbano	<i>FsubU</i>
		Fondo Urbano	<i>FU</i>
		Traffico Urbano	<i>TU</i>
		Indust. Urbana	<i>Ind-U</i>
		Industriale	<i>Ind</i>



Tabella 2.1 – Configurazione della RRQA di Forlì-Cesena al 31/12/2021

Nei capitoli successivi sono riportate esclusivamente le elaborazioni statistiche dei dati rilevati dalla RRQA.

## 2.3 – Stazioni della Rete Regionale di Qualità dell'Aria (RRQA) di Forlì-Cesena

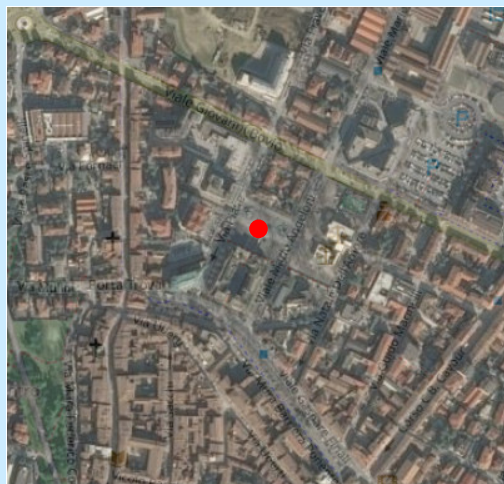
Si riportano le schede, con la documentazione fotografica e la localizzazione, delle stazioni di monitoraggio della rete pubblica nella configurazione 2021.

<p><b>Stazione:</b> <i>Sogliano</i> <i>(Sogliano al Rubicone – Fraz. Savignano di Rigo)</i></p>	<p><b>Zona :</b> <i>Agglomerato Appenino</i></p>
	
<p><b>Tipo Stazione:</b> Fondo Rurale</p> <p><b>Inquinanti:</b> PM<sub>10</sub> - NO<sub>x</sub> - O<sub>3</sub></p>	<p><b>Coordinate geografiche:</b></p> <p>UTM32    X: 758798    Y: 4868778</p>

<p><b>Stazione:</b> <i>Savignano</i> <i>(Savignano sul Rubicone)</i></p>	<p><b>Zona :</b> <i>Agglomerato Pianura Est</i></p>
	
<p><b>Tipo Stazione:</b> Fondo SubUrbano</p> <p><b>Inquinanti:</b> PM<sub>10</sub> - PM<sub>2,5</sub> - NO<sub>x</sub> - O<sub>3</sub></p>	<p><b>Coordinate geografiche:</b></p> <p>UTM32    X: 772239    Y: 4888287</p>

**Stazione: Franchini-Angeloni (Cesena)**

**Zona : Agglomerato Pianura Est**



**Tipo Stazione: Fondo Urbano**

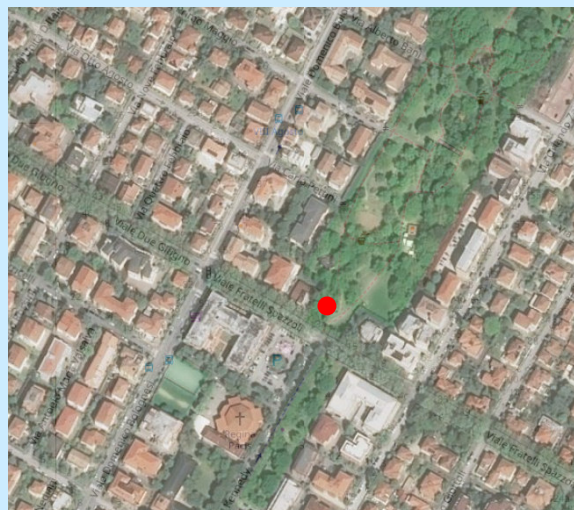
**Coordinate geografiche:**

**Inquinanti: PM<sub>10</sub> - NO<sub>x</sub>**

**UTM32: X: 795939 Y: 4892795**

**Stazione: Resistenza (Forlì)**

**Zona : Agglomerato Pianura Est**



**Tipo Stazione: Fondo Urbano**

**Coordinate geografiche:**

**Inquinanti: PM<sub>10</sub> - PM<sub>2,5</sub> - NO<sub>x</sub> - O<sub>3</sub>**

**UTM32: X: 743414 Y: 4900187**

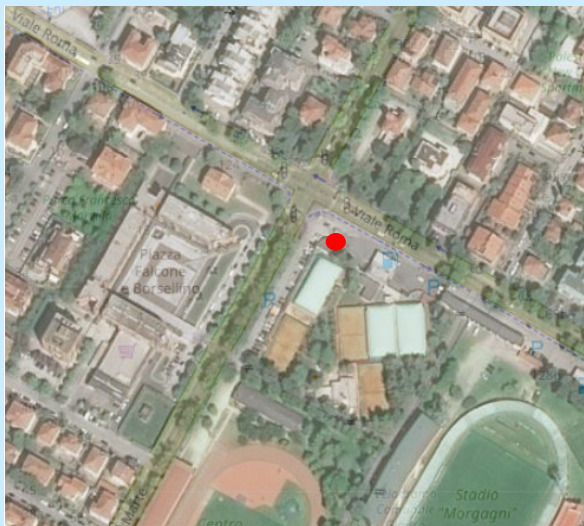
**Stazione:** Roma (Forlì)



**Tipo Stazione:** Traffico Urbano

**Inquinanti:** PM<sub>10</sub> – NO<sub>x</sub> – BTX

**Zona :** Agglomerato Pianura Est



**Coordinate geografiche:**

UTM32    X: 744179    Y: 4900325



### 3 - INDICATORI METEOROLOGICI PER LO STUDIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NEI TERRITORI DELLE PROVINCE DI RAVENNA, FORLÌ-CESENA E RIMINI (APA-EST)

#### 3.1 Indicatori meteorologici a supporto dello studio della qualità dell'aria

L'atmosfera rappresenta l'ambiente dove gli inquinanti, immessi da varie sorgenti, diffondono, vengono dispersi e subiscono trasformazioni del loro stato fisico e chimico. Le condizioni meteorologiche interagiscono, quindi, in vari modi con i processi di formazione, dispersione, trasporto e deposizione degli inquinanti ed alcuni indicatori meteorologici possono essere posti in relazione con tali processi; fra questi:

- La **temperatura dell'aria**: temperature elevate sono, in genere, associate ad elevati valori di ozono, mentre le basse temperature, durante il periodo invernale, sono spesso correlate a condizioni di inversione termica, inversione termica che tende a confinare gli inquinanti in prossimità della superficie e quindi a fare aumentare le concentrazioni misurate.
- Le **precipitazioni e la nebbia** influiscono sulla deposizione e sulla rimozione umida degli inquinanti aerodispersi. L'assenza di precipitazioni e di nubi riduce la capacità dell'atmosfera di rimuovere, attraverso i processi di deposizione umida e di dilavamento, gli inquinanti, in particolare le particelle fini.
- **L'intensità del vento** incide sul trasporto e la diffusione degli inquinanti; elevate velocità del vento tendono a favorire la dispersione degli inquinanti immessi vicino alla superficie.
- La **direzione del vento** agisce in modo diretto sulla dispersione degli inquinanti.

Nel seguito viene presentata la descrizione dell'andamento di alcuni parametri meteorologici rilevati nel 2021 nelle province di Ravenna, Forlì-Cesena e Rimini, territori che costituiscono l'area vasta di competenza della Prevenzione Ambientale Est di ARPAE (APA est).

I dati relativi al 2021 sono confrontati con i valori climatici e con le serie storiche, oltre che con grafici e mappe di diversi indici annuali e mensili calcolati a partire dai valori giornalieri di precipitazioni e temperatura del dataset climatico "Eraclito" dell'Osservatorio Clima di Arpae.

#### 3.2 - Andamento meteorologico del 2021

##### 3.2.1 – Temperatura

Nel territorio delle tre province, nel 2021, la temperatura media annuale ha raggiunto valori simili a quelli climatici degli ultimi 30 anni (1991-2020) come si rileva dalla figura 3.1, che presenta le serie delle temperature medie annuali nelle tre province, in pianura (linea gialla) e nei rilievi (linea marrone) dal 1991 al 2021. In generale, il 2021 presenta – rispetto al dato climatico – una lieve anomalia positiva nelle aree di pianura (+0,1°C) e negativa sui rilievi (-0,2°C).

Gli andamenti delle differenze sono del tutto simili (figura 3.2 c) anche se con variazioni leggermente più significative sui rilievi.

Nel calcolo generale della temperatura media annuale, le anomalie positive dell'estate, particolarmente intense a giugno, e quelle del mese di febbraio sono state compensate da una primavera più fresca del clima, mentre i mesi restanti hanno avuto temperature prossime alla norma, come si può notare dalla figura 3.2 che presenta i valori medi mensili, climatici (1991-2020) e anomalie mensili mediate sulle aree di pianura (a) e sui rilievi (b) delle tre province.

Confrontando la media mensile delle temperature delle aree di pianura e dei rilievi dell'area vasta del 2021 con quelle climatiche (dal 1991 al 2020 – figure 3.2 a e b) si nota che:

→ in pianura: le temperature sono state superiori alla media in modo più consistente in febbraio (+2.3°C) e in giugno (+ 1,5), mentre in gennaio, luglio, settembre, novembre e dicembre l'aumento è inferiore a 1°C, compreso fra 0,1°C e 0,9°C; le temperature sono invece inferiori alla media in aprile (-2°C), maggio (-1.1°C) e ottobre (-1°C) in modo apprezzabile, mentre in marzo e agosto le differenze sono rispettivamente -0,7°C e -0,1°C.

→ anche sui rilievi: le temperature sono state superiori alla media in febbraio (+2.2°C) e in giugno (+ 1,0); in luglio, settembre, ottobre, novembre e dicembre l'aumento è inferiore a 1°C, compreso fra 0,1°C e 0,7°C; le temperature sono invece inferiori alla media in aprile (-2,4°C), maggio (-1.3°C) e ottobre (-1,9°C) in modo apprezzabile, mentre in gennaio, marzo e agosto le differenze sono rispettivamente -0,3°C, -0,9°C e -0,5°C.

Osservando i valori termici degli ultimi due mesi dell'inverno meteorologico 2020-2021, si nota che, mentre in gennaio le temperature in pianura sono state prossime alla norma, febbraio è stato molto mite, con temperature di oltre 2 °C superiori al clima 1991-2020 (fig. 3.2). La primavera è stata, al contrario, più fredda delle attese climatiche, con un'anomalia in pianura tra -1 e -1.5 °C; gli scostamenti più intensi si sono osservati in aprile, mese per il quale si calcola, in pianura, uno scostamento negativo di 2 °C rispetto al clima 1991-2020.

L'estate 2021, come sempre più frequentemente accade negli ultimi anni, è stata calda, anche rispetto al clima recente 1991-2020, con scostamenti medi stagionali in pianura compresi tra +0.5 e +1 °C, e fino a +1.5 °C sulla fascia costiera.

Le anomalie più elevate rispetto alle attese climatiche si sono osservate in giugno, che ha avuto in pianura temperature di 1.5 °C superiori al clima; luglio 2021 è stato più caldo di circa 1 °C, mentre a Brisighella è stata raggiunta, il giorno di ferragosto, la temperatura massima assoluta regionale (40,3 °C).

Gli scostamenti stagionali, sebbene apparentemente contenuti, fanno dell'estate 2021, nella pianura della Romagna, una tra le più calde degli ultimi anni con valori simili alle estati 2019, 2017, 2015 e 2012, anche se ancora lontana dai record dell'estate 2003.

Va infine ricordato che, a livello regionale, il numero di giorni caldi osservati nel corso dell'estate 2021 è stato il quinto valore dal 1961, assieme al 1994, e dopo 2003, 2012, 2017 e 2008.

Nell'autunno 2021 le temperature sono rientrate nella norma, con valori lievemente più freddi sui rilievi; anche l'ultimo mese dell'anno ha avuto temperature in linea con il clima recente.

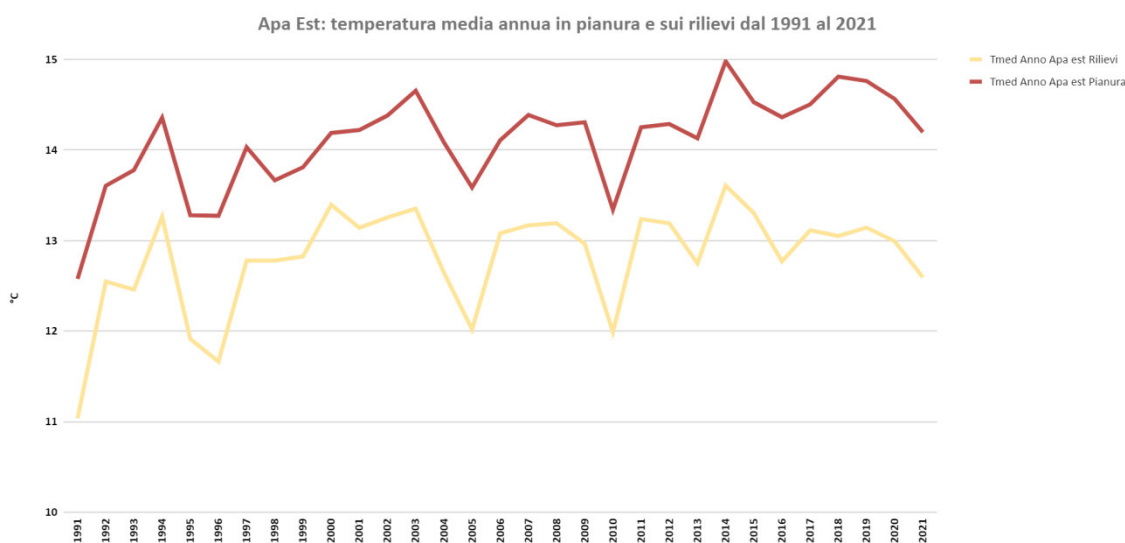


Figura 3.1: Grafico delle serie di temperatura media annua dal 1991 al 2021 mediata sulle aree di pianura e sui rilievi delle province di Ravenna, Forlì-Cesena e Rimini.

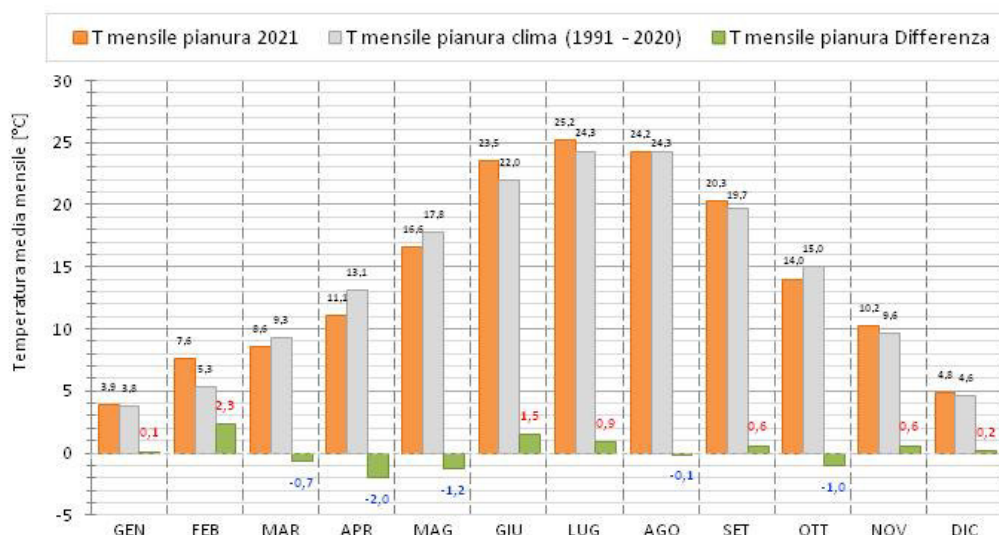


Figura 3.2a: Temperature medie mensili, valori climatici mensili (1991-2020) e anomalie mensili mediati sulle aree di pianura

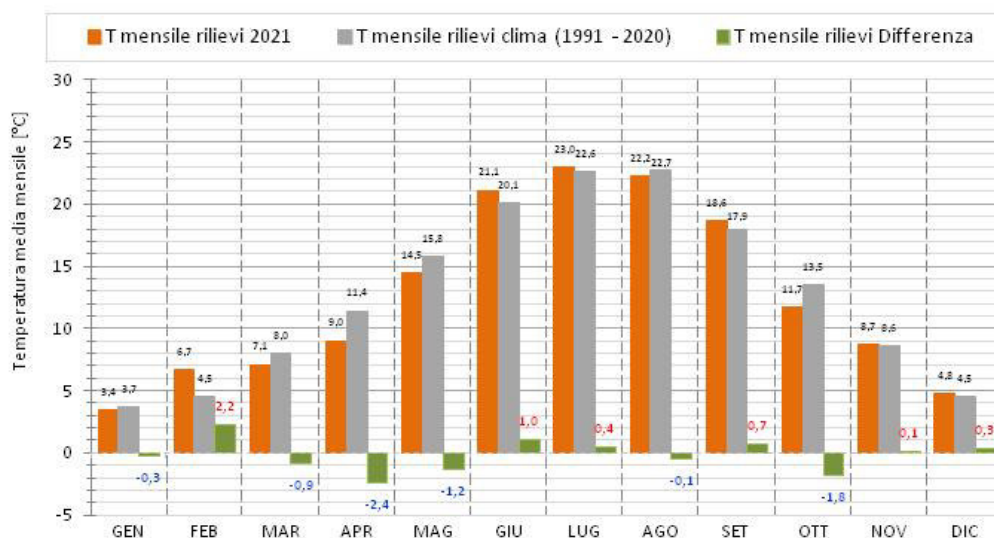


Figura 3.2b: Temperature medie mensili, valori climatici mensili (1991-2020) e anomalie mensili mediati sui rilievi delle tre province

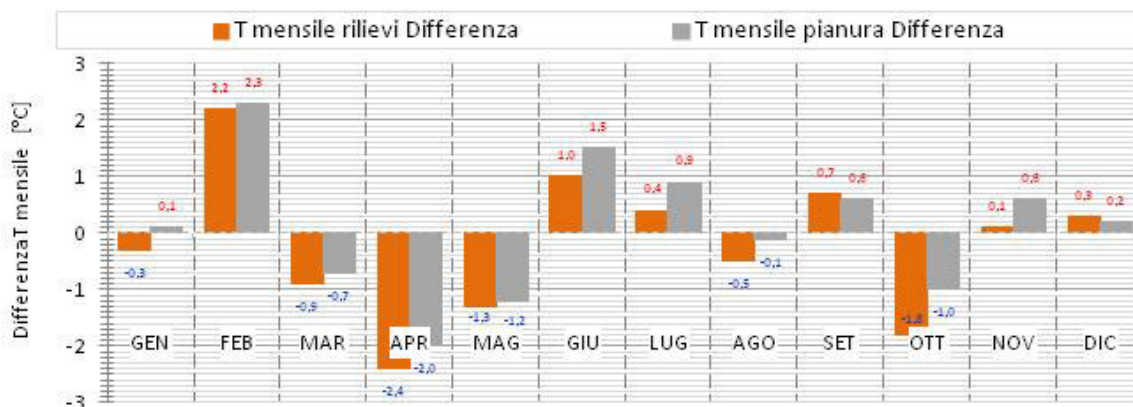


Figura 3.2c: Differenze delle temperature medie mensili, valori climatici mensili (1991-2020) e anomalie mensili mediati sui territori di pianura e sui rilievi delle tre province

### 3.2.2 – Precipitazioni

Considerando l'area delle province di Forlì-Cesena, Rimini e Ravenna, l'anno 2021 è stato estremamente siccitoso: in pianura il meno piovoso degli ultimi 30 anni, sui rilievi più elevati tra i meno piovosi dal 1991, insieme al 2017, 2011 e 2007 (figura 3.3).

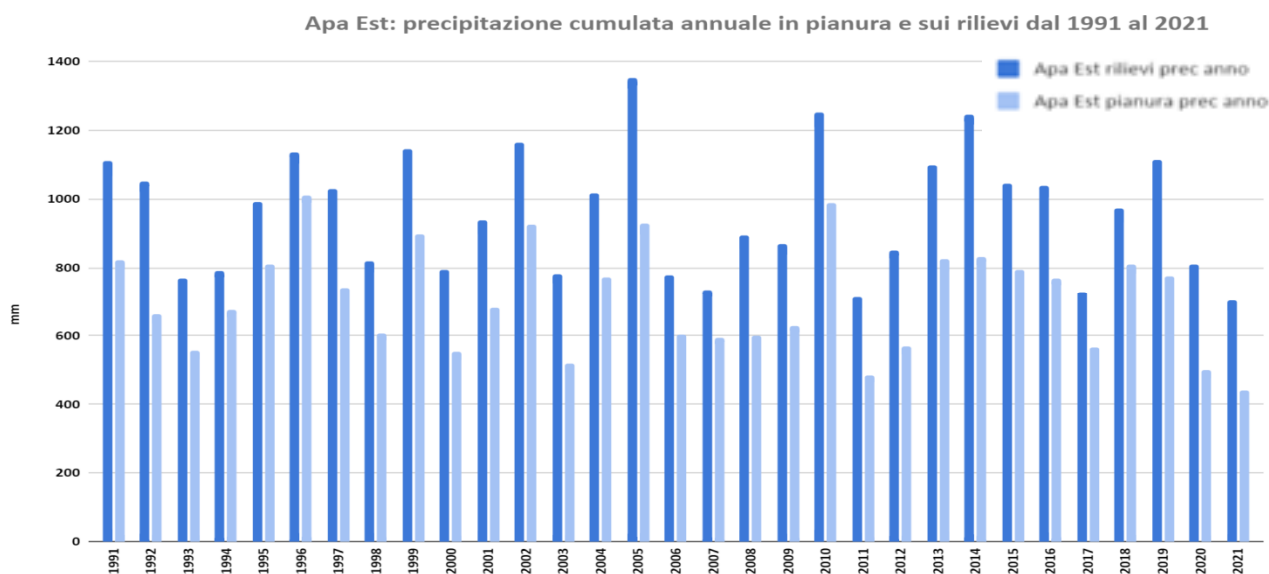


Figura 3.3: Grafico delle serie di precipitazioni medie annue dal 1991 al 2021 mediate sulle aree di pianura e sui rilievi delle province di Ravenna, Forlì-Cesena e Rimini.

La figura 3.4 presenta i totali mensili di precipitazioni mediate sulle aree di pianura (figura 3.4a), e sui rilievi (figura 3.4b), insieme ai valori climatici di riferimento e alle corrispondenti anomalie.

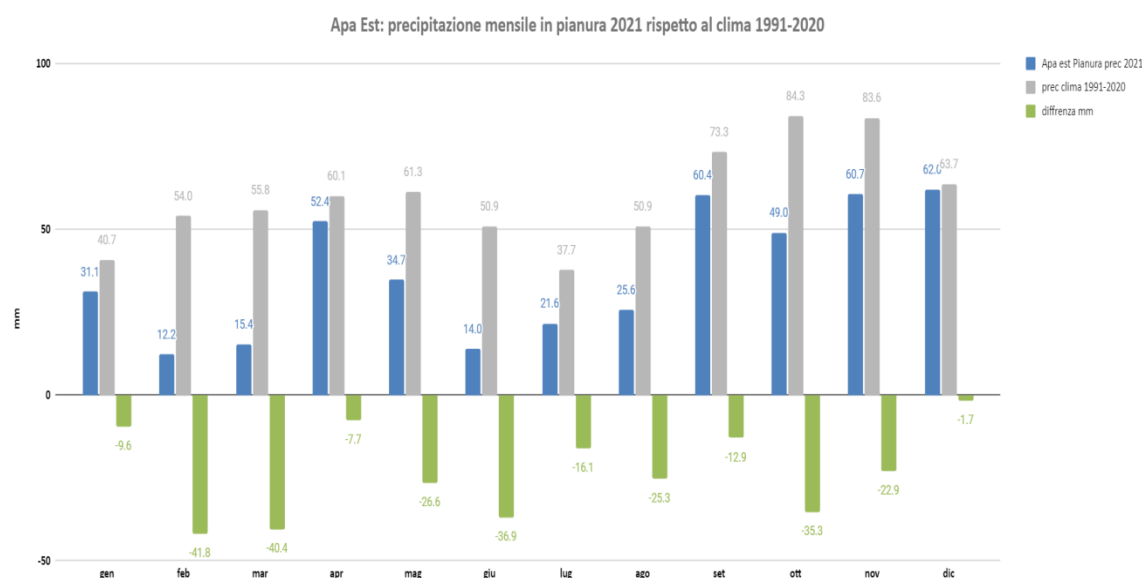
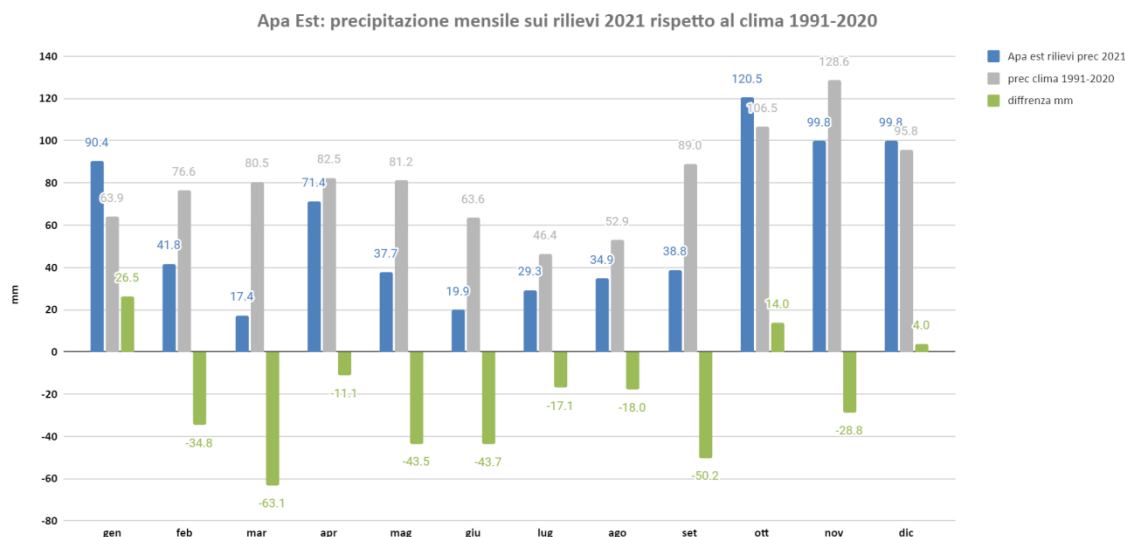


Figura 3.4a: Precipitazioni medie mensili, valori climatici mensili (1991-2020) e anomalie mensili mediate sulle aree di pianura delle tre province.



**Figura 3.4b: Precipitazioni medie mensili, valori climatici mensili (1991-2020) e anomalie mensili mediati sui rilievi delle tre provincie.**

Considerando le sole aree di pianura, tutti i mesi del 2021 (tranne il mese di dicembre) hanno avuto precipitazioni inferiori o molto inferiori alle medie 1991-2020. In gennaio e febbraio, gli ultimi due mesi dell'inverno 2020-2021, le precipitazioni cumulate in pianura sono state generalmente inferiori ai 50 mm, superiori solo nel riminese, con deficit di oltre il 50% rispetto alle attese climatiche. Le anomalie negative sono proseguite anche nella primavera meteorologica: nei mesi di marzo, aprile e maggio in gran parte delle aree di pianura, le cumulate di pioggia hanno raggiunto e superato i 100 mm, con valori inferiori solo in aree della fascia costiera ravennate e nel riminese; gli scostamenti sul clima 1991-2020 sono risultati negativi con deficit percentuali generalmente compresi tra 30 e 50 %, fino a punte del 60 % di pioggia in meno sul riminese.

L'estate 2021 ha visto un'ulteriore intensificazione dell'anomalia negativa nelle piogge: in pianura le cumulate di giugno, luglio e agosto sono risultate in generale comprese tra 50 e 75 mm, meno della metà delle piogge attese, con deficit che localmente hanno superato il 60 %, e punte di oltre il 70 % in aree di confine tra le province di FC e nel riminese.

L'autunno ha visto una ripresa delle piogge, che sono però rimaste sempre inferiori al clima: nei mesi di settembre, ottobre e novembre in pianura si sono registrate cumulate di pioggia tra 150 e 200 mm, valori che risultano inferiori alle attese climatiche tra il 20 ed il 40 %.

Dicembre 2021, primo mese dell'inverno meteorologico 2021-2022, è stato il solo mese dell'anno ad avvicinarsi alle piogge climaticamente attese; in vaste aree di pianura le piogge del mese hanno raggiunto i valori normali mentre i deficit di pioggia localizzati nel riminese e nel ravennate si sono attestati vicino al 30 %.

Riguardo al numero di giorni di pioggia (figura 3.5) - definiti come i giorni con precipitazione superiore a 0.3 mm - si osserva che questo indice per l'anno 2021 ha un valore decisamente inferiore alle attese climatiche. Le anomalie più intense rispetto all'andamento normale sono state registrate in estate, stagione che nel 2021 ha avuto in generale tra 5 e 10 gg di pioggia, 5-10 gg in meno rispetto alle attese climatiche 1991-2020.

Nella primavera 2021 si calcolano in pianura circa 20 gg di pioggia con scostamenti negativi di 5-10 gg rispetto al clima.

Per l'autunno 2021 si calcolano in pianura tra 20 e 30 gg di pioggia, valori in generale prossimi alle attese climatiche; qualche giorno di pioggia in meno rispetto al clima si stima solamente in aree della pianura ravennate.

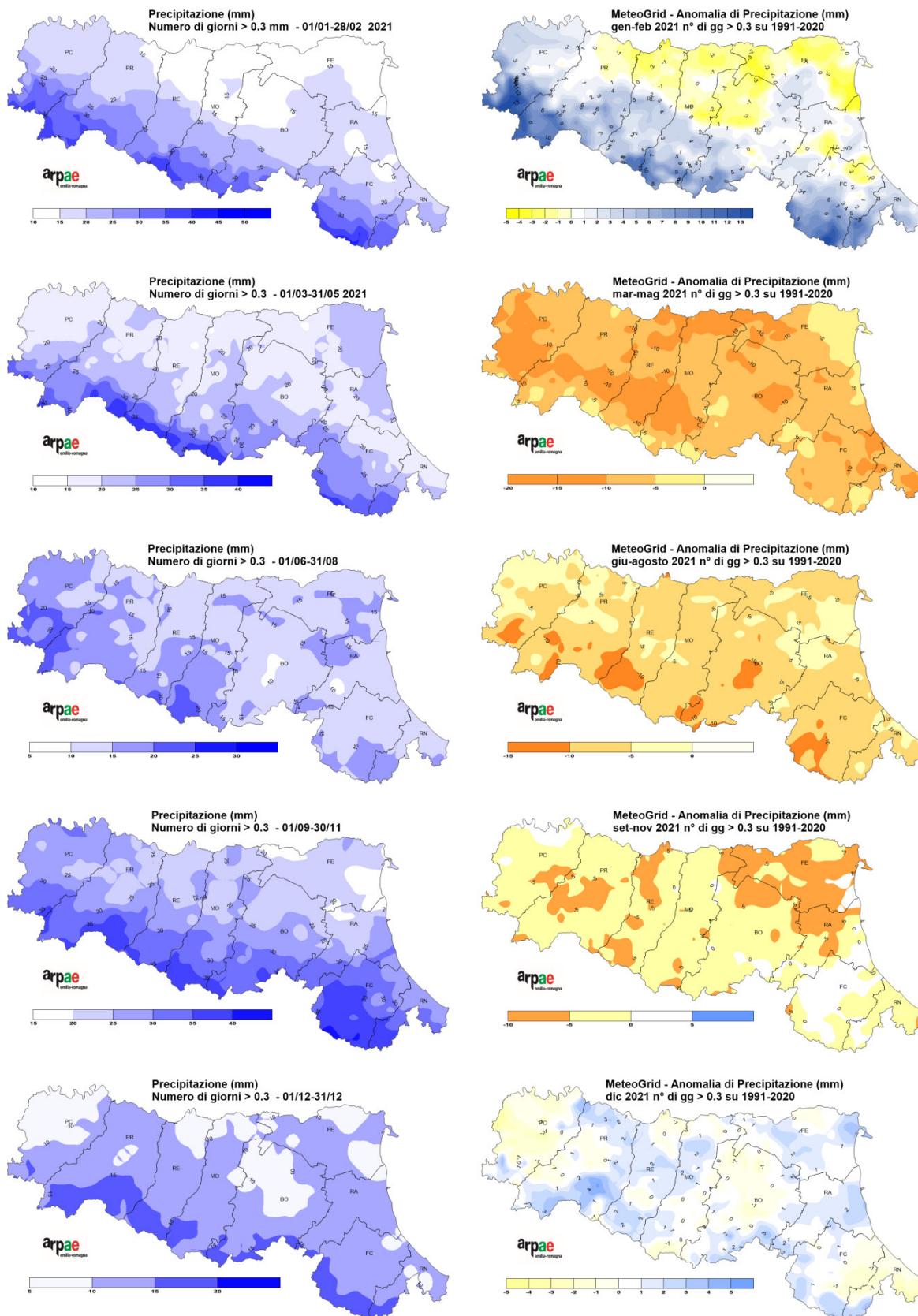
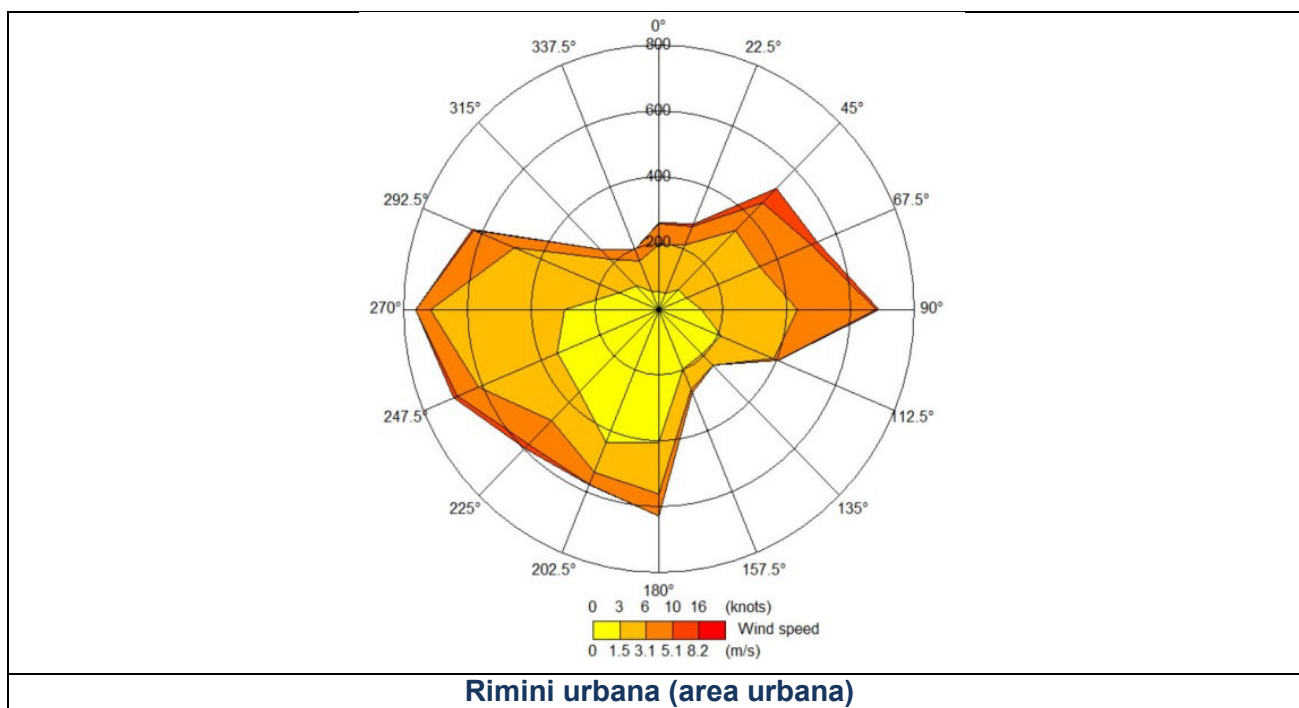
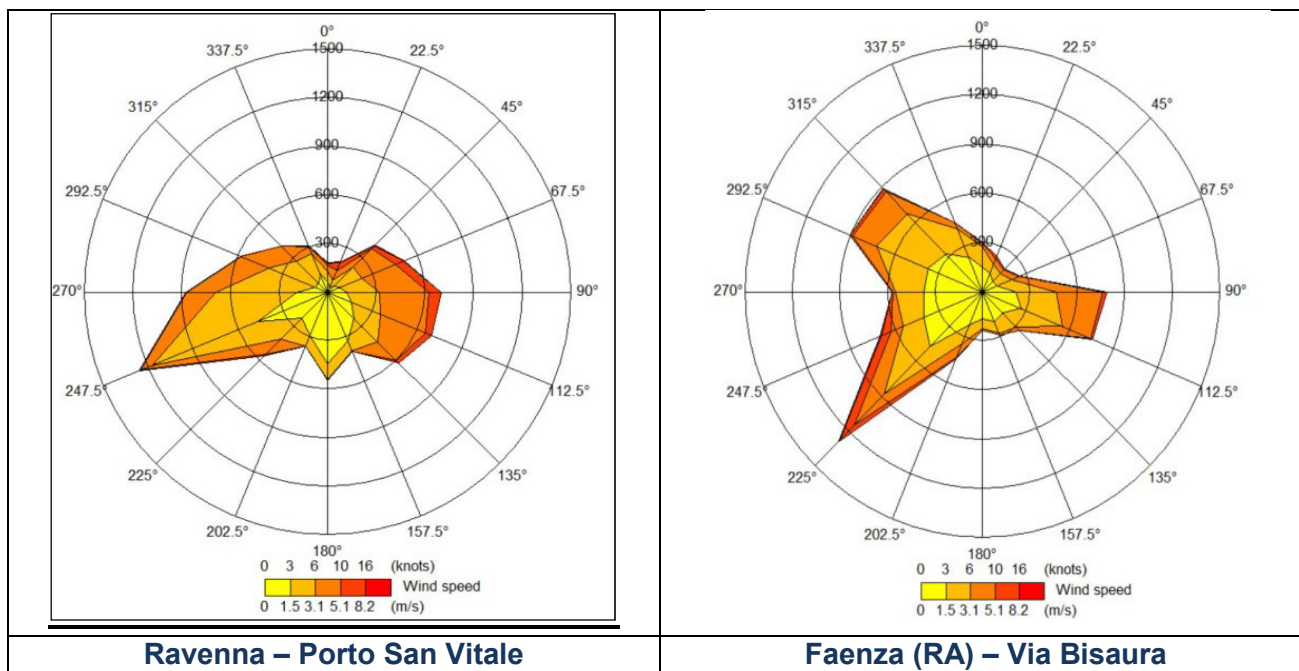


Figura 3.5: Mappe stagionali dell'indice del numero di giorni piovosi (giorni con con precipitazioni > 0.3 mm) e anomalie rispetto al clima 1991-2020

### 3.2.3 – Intensità e direzione del vento

Nelle figure successive sono rappresentate le rose dei venti annuali (Figura 3.6) e stagionali (Figura 3.7), in termini di direzione ed intensità del vento di provenienza, relative alle stazioni di:

- Ravenna: Porto San Vitale, e Bisaura (stazioni Locali della rete di Ravenna) ;
- Rimini: Rimini urbana (stazione del Servizio Idro Meteo Clima di Arpae) ;e
- Forlì-Cesena: Hera-Forlì (stazione della rete Locale di Forlì).



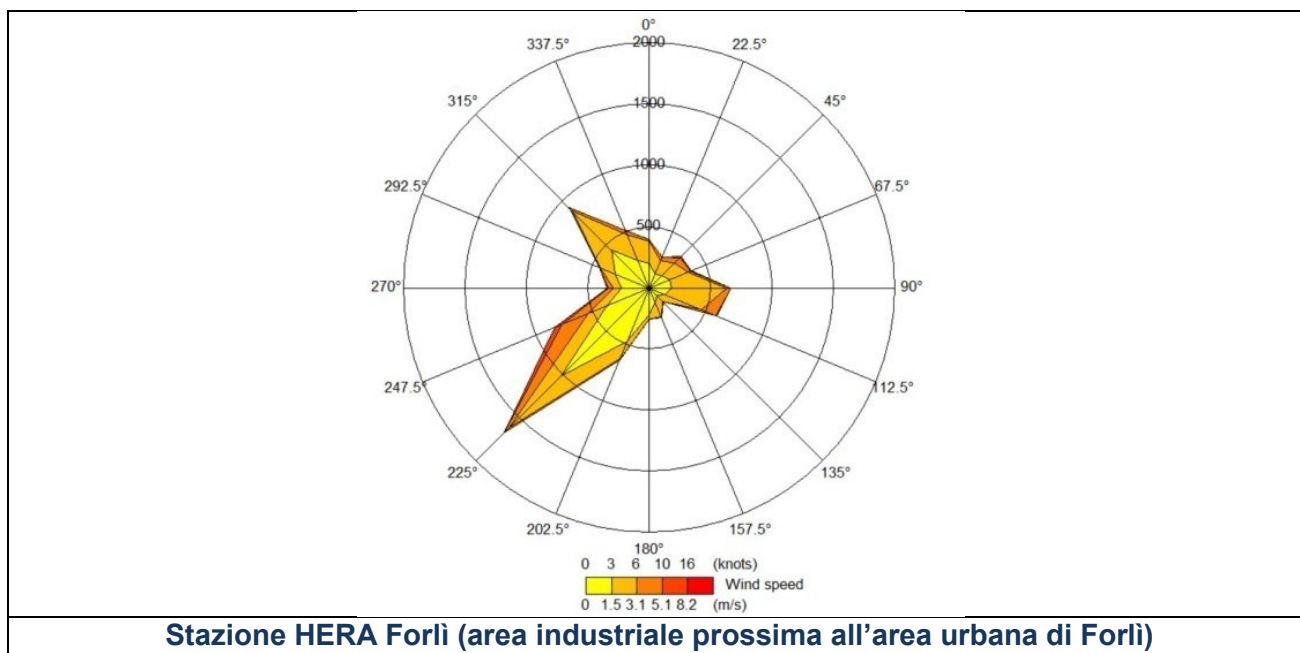
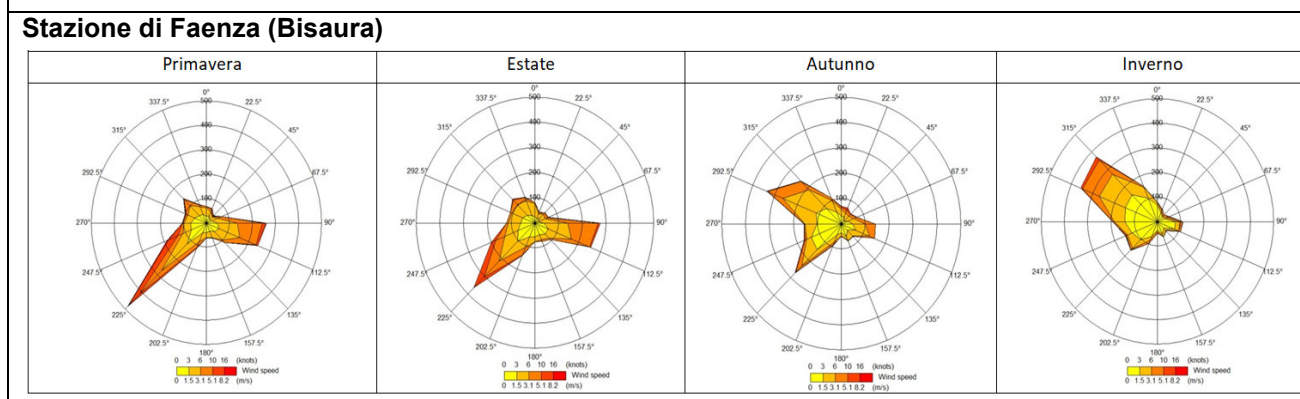
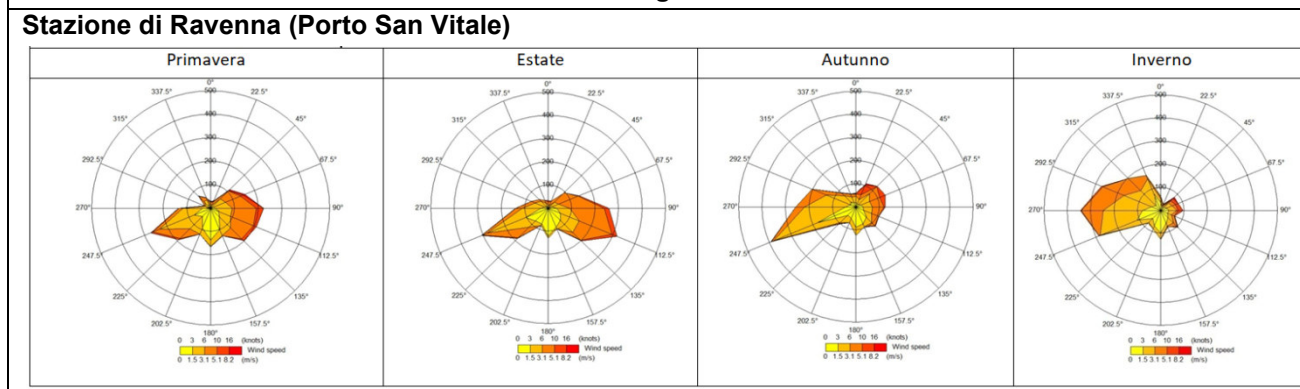


Figura 3.6: Rose dei venti annuali della stazione di Ravenna, Rimini e Forlì-Cesena - Anno 2021

**Rose dei venti stagionali – Anno 2021**





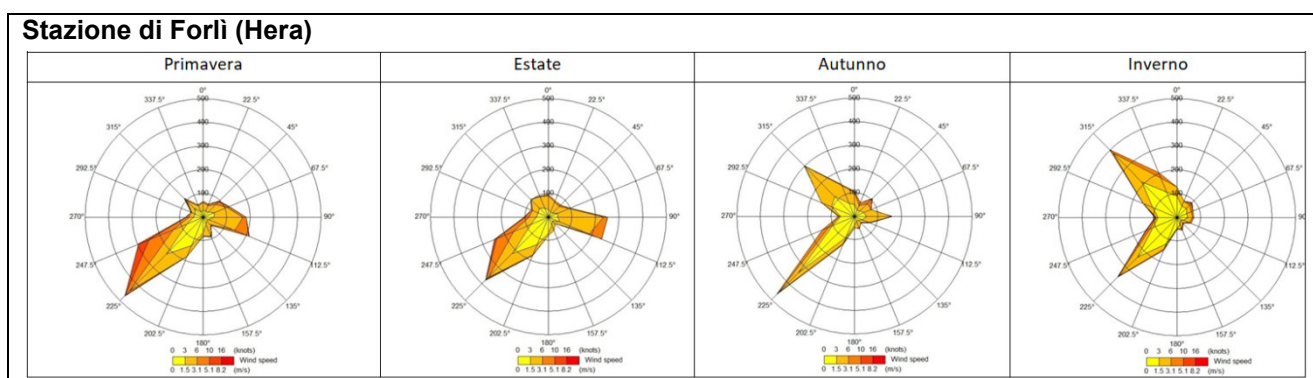
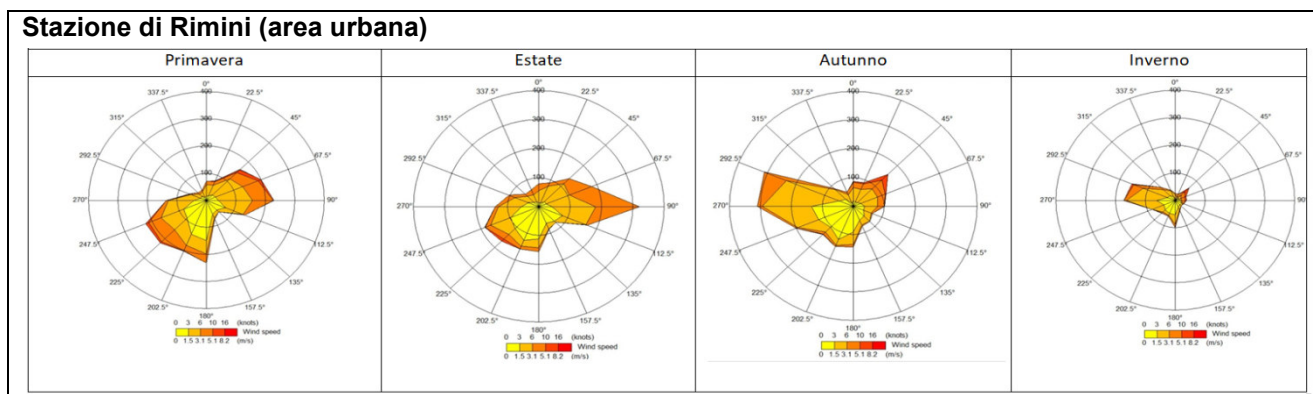


Figura 3.7: Rose dei venti stagionali della stazione di Ravenna, Rimini e Forlì-Cesena – Anno 2021

Dalla lettura delle rose dei venti si evince che :

A Ravenna e Rimini in autunno e inverno prevalgono i venti occidentali mentre nella stagione primaverile e, soprattutto, in estate prevalgono venti da est, tipici delle brezze marine.



A Faenza e Forlì su base annuale si evidenziano tre direzioni principali, SO, NO ed Est, con velocità maggiori da SO. In primavera si evidenzia una componente da Est, che si rafforza in estate e scompare quella da NO. Anche queste zone, pur essendo relativamente distanti dalla costa, risentono l'effetto del mare.

## 4 - VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NELLA PROVINCIA DI FORLÌ-CESENA

### 4.1 Biossido di Azoto NO<sub>2</sub> e Ossidi di Azoto NO<sub>x</sub>

Con il termine ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) viene indicato genericamente l'insieme dei due più importanti ossidi di azoto a livello di inquinamento atmosferico: il monossido di azoto (NO) e il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>). Il primo è un gas inodore e incolore che costituisce la componente principale delle emissioni di ossidi di azoto nell'aria e viene gradualmente ossidato a NO<sub>2</sub>, gas di colore rosso-bruno, caratterizzato da un odore acre e pungente. Il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) viene normalmente generato a seguito di processi di combustione ad elevata temperatura: le principali sorgenti emissive sono il traffico veicolare, gli impianti di riscaldamento ed alcuni processi industriali; è per lo più un inquinante secondario, che svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico e delle piogge acide, ed è tra i precursori di alcune frazioni significative di particolato.

#### Valutazione in sintesi

<i>Indicatore</i>	<i>Copertura temporale</i>	<i>Stato attuale indicatore</i>	<i>Trend</i>
Concentrazione in aria di biossido di azoto (NO <sub>2</sub> )	2011 – 2021		
Superamenti dei limiti di legge per il biossido di azoto (NO <sub>2</sub> )	2011 - 2021		

Il biossido di azoto, inquinante che ha anche importanti interazioni sul ciclo di formazione del particolato e dell'ozono (O<sub>3</sub>), viene misurato in tutte le stazioni della Rete.

Il valore limite orario e della media annuale (40 µg/m<sup>3</sup>) è rispettato in tutte le stazioni della rete dal 2011.

E' comunque importante mantenere alta l'attenzione su questo inquinante, sia perché gli NO<sub>x</sub> sono tra i precursori del particolato secondario e dell'O<sub>3</sub>, sia per le criticità ancora riscontrate a livello regionale, in particolare, nelle concentrazioni medie annuali.

$NO_2$ [L.Q. = $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ]				Concentrazioni in $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Limiti Normativi		Valori guida OMS	Valori guida OMS
Stazione	Comune	Tipologia	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Max orario	Minimo	Massimo	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Max 18	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
						Media anno	N° Sup. 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$	Max orario	Media annua
Franchini-Angeloni	Cesena	Fondo Urbano	100	< 8	79	20	0	79	20
Parco Resistenza	Forlì	Fondo Urbano	95	< 8	85	19	0	85	19
Roma	Forlì	Traffico	96	< 8	117	28	0	117	28
Savignano	Savignano sul Rubicone	Fondo Suburbano	97	< 8	74	19	0	74	19
Sogliano	Sogliano	Fondo Rurale	92	< 8	34	< 8	0	34	< 8

 Tabella 4.1 –  $NO_2$ : Parametri statistici e confronto con i valori previsti dalle norme

I limiti di lungo (media annuale) e di breve periodo (massimo della media oraria) del biossido di azoto nell'anno 2021 sono stati rispettati in tutte le stazioni della Rete Regionale di Forlì-Cesena. La media annuale più elevata ( $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) è stata rilevata nella stazione di traffico (Roma), dove si è registrato anche il massimo orario più alto ( $117 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Nel grafico di Figura 4.1 sono rappresentate le concentrazioni medie annue di  $NO_2$  confrontate con il valore limite (linea viola).

Nota: nei grafici che seguono non è riportato il dato relativo al fondo remoto (Sogliano) in quanto circa il 92% delle concentrazioni medie orarie rilevate di  $NO_2$  sono inferiori al limite di quantificazione strumentale ( $< 8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

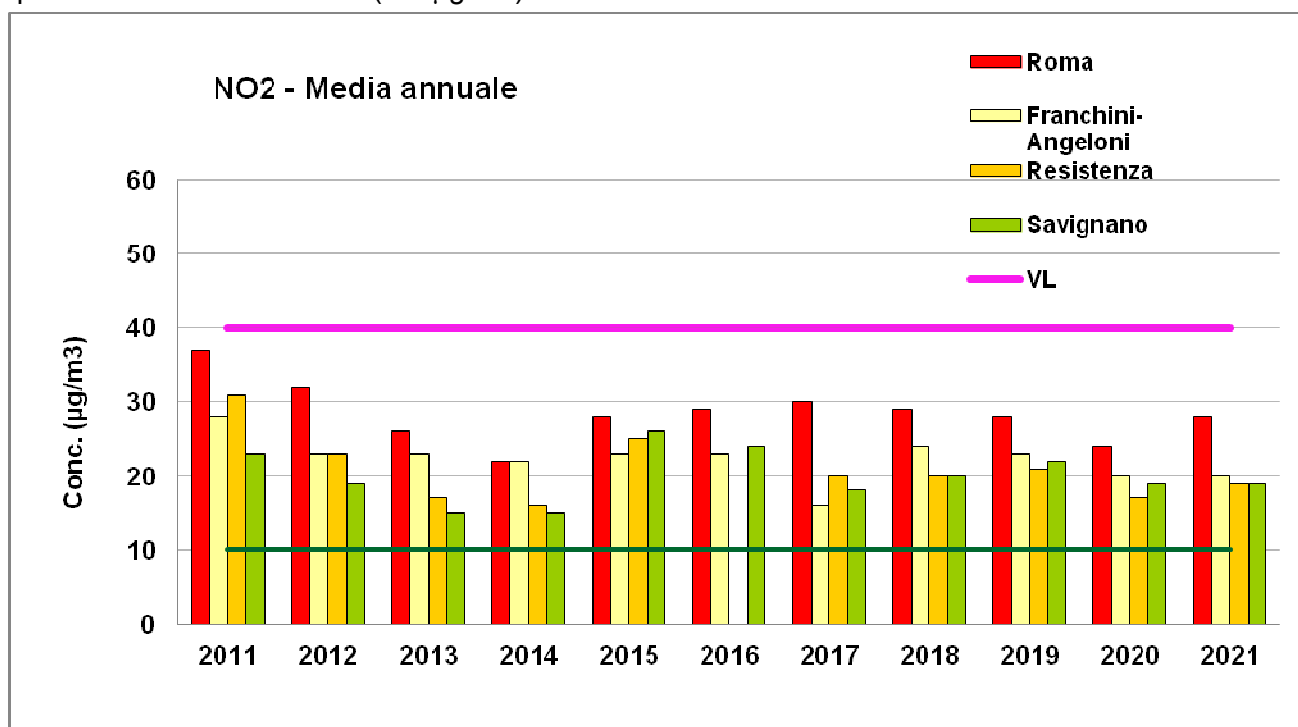


Figura 4.1 – Medie annuali

Nella Figura 4.2 sono riportate le concentrazioni medie mensili del 2021 per le stazioni della provincia di Forlì-Cesena.

L'andamento è simile in tutte le stazioni: le concentrazioni più alte si rilevano nei mesi invernali.

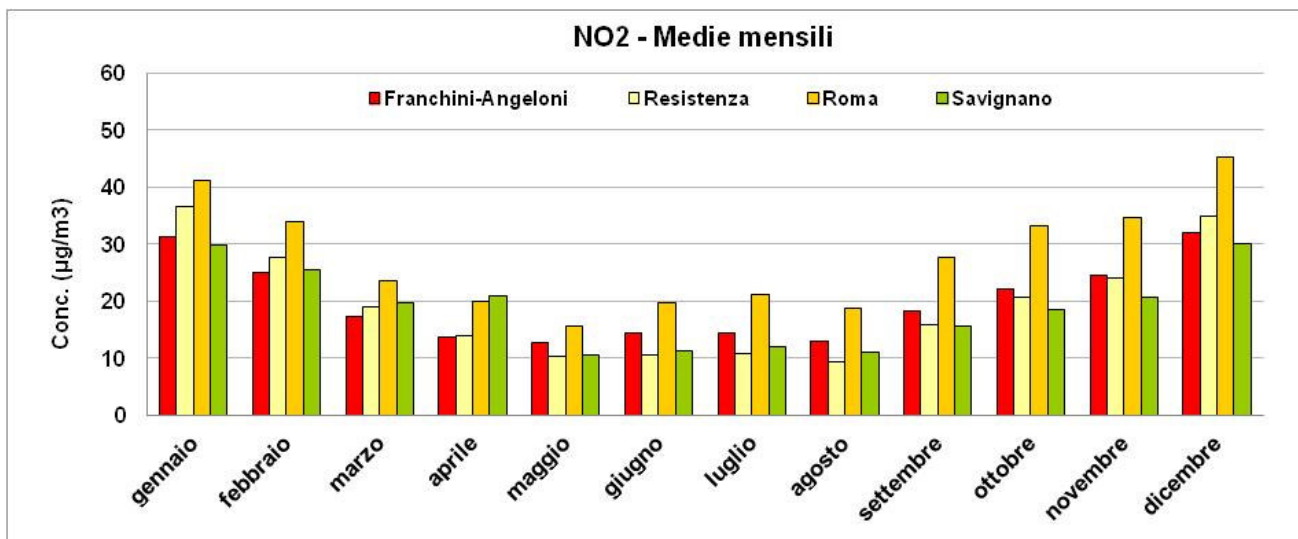
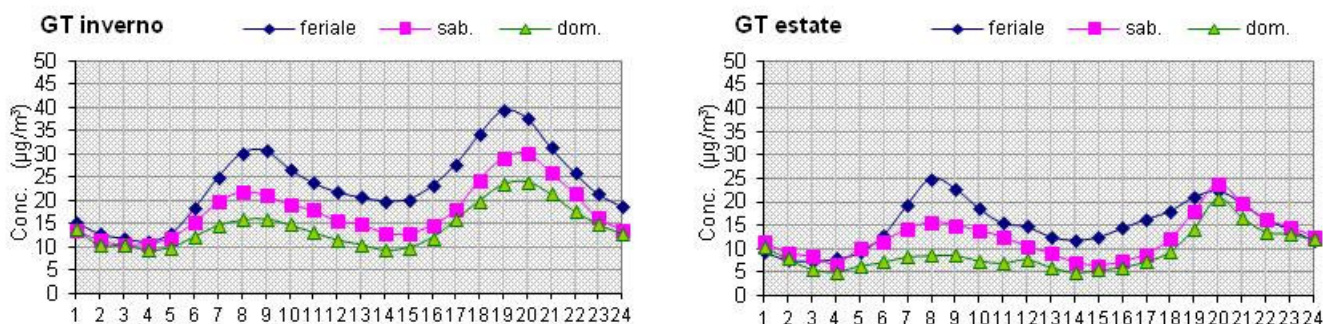


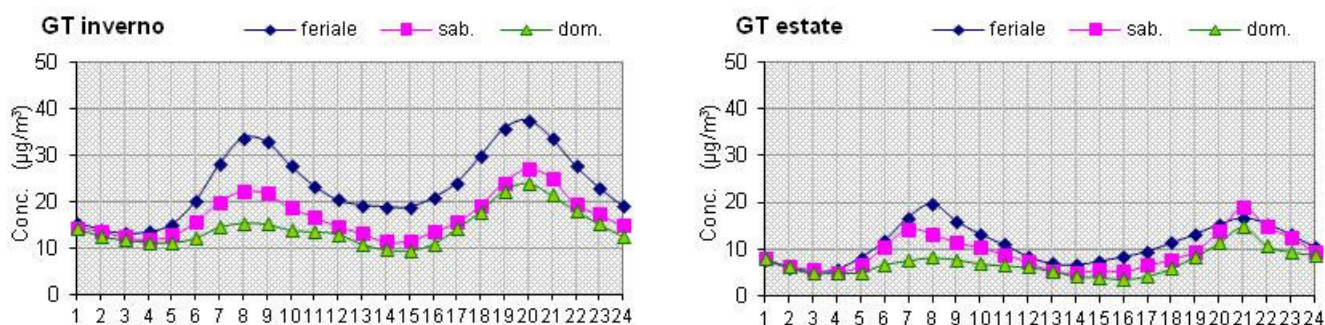
Figura 4.2 - Medie Mensili

Per visualizzare l'andamento delle concentrazioni orarie di un inquinante che mediamente si riscontrano nella giornata, si può calcolare e rappresentare graficamente il «giorno tipico - GT».

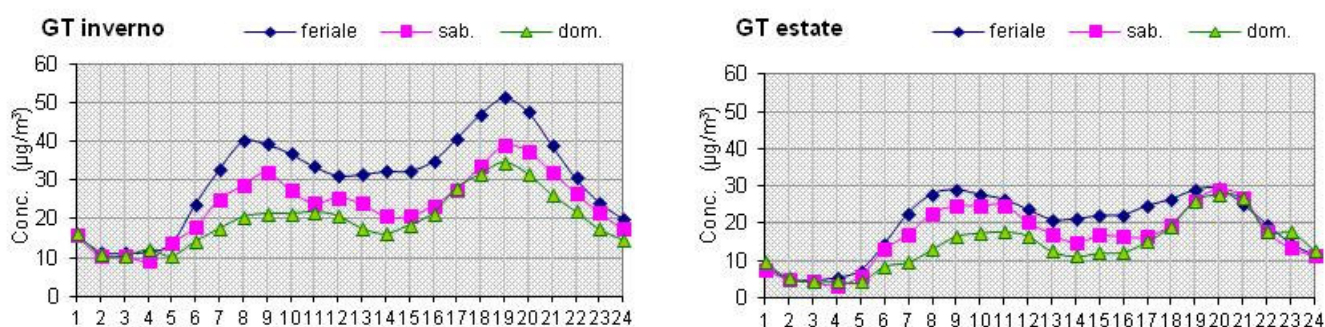
Il GT è calcolato effettuando la media dei dati rilevati alla stessa ora del giorno, in un determinato periodo, per tutte le 24 ore della giornata: rappresenta quindi un ipotetico giorno "medio" che permette di evidenziare situazioni di concentrazione dell'inquinante ricorrenti e minimizzare le fluttuazioni casuali. I grafici che seguono (Figura 4.3) sono relativi al GT dell'NO<sub>2</sub> del semestre estivo e del semestre invernale, distinguendo i giorni feriali, prefestivi e festivi.



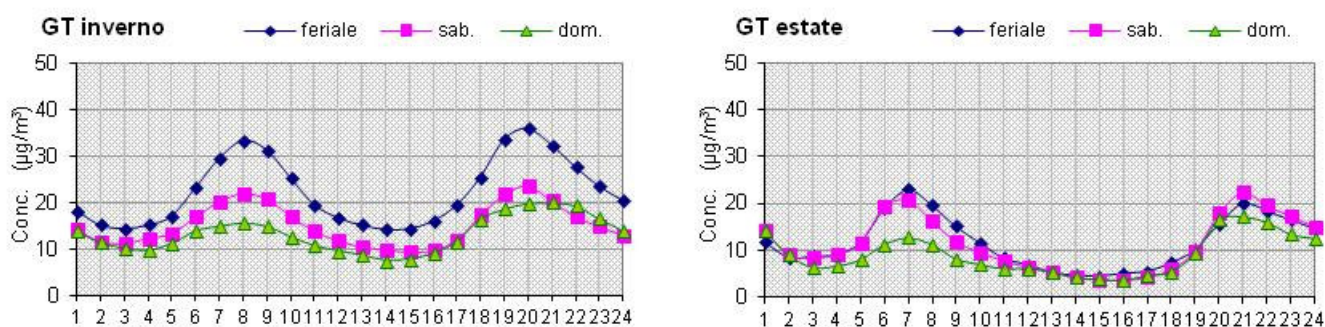
Franchini-Angeloni – Fondo Urbano (FU)



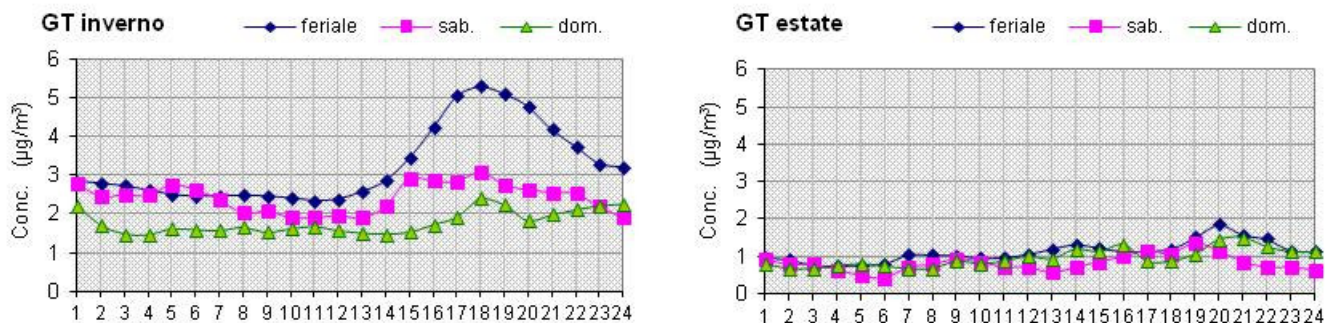
**Parco Resistenza – Fondo Urbano (FU)**



**Roma – Traffico Urbano (TU)**



**Savignano – Fondo Suburbano (FSub-U)**



**Sogliano – Fondo Rurale (F-Rur)**

Figura 4.3 – Biossido di azoto - giorni tipici – stazioni della rete di controllo della qualità dell'aria

Infine, in Tabella 4.2, sono riportati alcuni parametri statistici relativi alle concentrazioni orarie per la serie storica dal 2011 al 2021.

Tabella 4.2 - Andamento temporale di NO<sub>2</sub> dal 2011 al 2021 (concentrazioni espresse in µg/m<sup>3</sup>)

**Stazione: Franchini-Angeloni**

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Media	28	23	23	22	23	23	16	24	23	20	20
50°Percentile	24	20	20	19	21	20	12	21	20	16	17
90°Percentile	51	44	42	42	42	40	33	44	43	39	38
95°Percentile	59	53	49	50	49	46	43	51	52	47	44
98°Percentile	68	64	58	58	56	54	52	59	61	56	53
Max	108	133	88	94	79	97	111	91	91	104	79
> 200 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% dati validi	100	96	88	96	96	96	96	100	100	100	100

**Stazione: Parco Resistenza**

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Media	31	23	17	16	25	n.c.	20	20	21	17	19
50°Percentile	28	16	14	13	22	n.c.	17	16	16	12	15
90°Percentile	58	52	33	31	45	n.c.	40	41	45	39	40
95°Percentile	66	62	39	37	52	n.c.	47	49	53	47	47
98°Percentile	75	75	45	42	61	n.c.	56	56	64	57	56
Max	117	123	80	83	92	n.c.	102	106	106	111	85
> 200 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	n.c.	0	0	0	0	0
% dati validi	98	96	98	93	91	53	97	98	98	99	95

"n.c."= non calcolato in quanto i dati disponibili sono risultati inferiori a quelli previsti dalla norma (D.Lgs. 155/2010).

**Stazione: Roma**

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Media	37	32	26	22	28	29	30	29	28	24	28
50°Percentile	35	30	24	21	26	26	28	27	25	21	25
90°Percentile	63	58	48	41	49	50	53	52	52	47	52
95°Percentile	66	62	39	37	58	58	53	62	62	55	61
98°Percentile	75	75	45	42	69	70	75	73	74	67	72
Max	157	143	123	104	106	120	130	139	115	123	117
> 200 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% dati validi	91	91	90	96	83	88	94	93	97	95	96

**Stazione: Savignano**

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Media	23	19	15	15	26	24	18	20	22	19	19
50°Percentile	19	15	12	12	24	21	15	16	18	14	15
90°Percentile	46	40	31	29	48	45	35	40	43	40	38
95°Percentile	55	48	38	36	54	55	41	48	50	48	45
98°Percentile	65	61	44	44	63	67	48	56	59	58	53
Max	102	109	73	67	91	111	97	89	106	82	74
> 200 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% dati validi	88	87	98	99	88	94	94	98	100	100	97

**Stazione: Sogliano**

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>Media</b>	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8
<b>50°Percentile</b>	3	3	3	1	2	1	1	2	2	2	2
<b>90°Percentile</b>	7	8	7	5	6	4	4	6	7	9	7
<b>95°Percentile</b>	10	11	9	8	9	7	6	9	11	13	9
<b>98°Percentile</b>	17	16	12	12	13	10	9	14	15	21	12
<b>Max</b>	44	35	35	30	35	30	28	29	40	93	34
<b>&gt; 200 µg/m<sup>3</sup></b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>% dati validi</b>	88	83	89	92	92	84	90	75	94	94	92

Nota: il dato in rosso indica che in quell'anno non è stata raggiunta l'efficienza prevista dal D.lgs 155/2010 per poter procedere all'elaborazione degli indicatori previsti.

Per gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) la normativa indica un valore limite annuale per la protezione della vegetazione pari a 30 µg/m<sup>3</sup> (somma di monossido e biossido di azoto calcolata in ppm ed espressa come biossido di azoto) e dà indicazioni circa il posizionamento delle stazioni in cui verificare il rispetto del limite. In particolare, i punti di campionamento destinati alla protezione degli ecosistemi o della vegetazione devono essere ubicati a più di 20 km dagli agglomerati o a più di 5 km da aree edificate diverse dagli agglomerati o da impianti industriali e da autostrade.

Nella RRQA della provincia di Forlì-Cesena la stazione che soddisfa questi criteri è quella di fondo rurale "Sogliano" e in questa postazione, la concentrazione media annuale di NO<sub>x</sub> misurata nel 2021 è inferiore al limite per la protezione della vegetazione (Tabella 4.3).

**Tabella 4.3 - NO<sub>x</sub>: media annuale 2021**



<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>Riferimenti normativi</b>		<b>Sogliano</b>
<b>D.Lgs. 155/2010</b>	Protezione della vegetazione Media annuale	30 µg/m <sup>3</sup>	5 µg/m <sup>3</sup>

## 4.2 Ozono O<sub>3</sub>

L'Ozono O<sub>3</sub> è un gas molto reattivo presente in atmosfera. Negli strati alti (stratosfera) è di origine naturale e aiuta a proteggere la vita sulla terra formando uno strato protettivo che filtra i raggi ultravioletti del sole, mentre negli strati più bassi (troposfera), se presente in concentrazioni elevate, provoca disturbi irritativi all'apparato respiratorio e danni alla vegetazione.

L'Ozono di origine naturale si forma per interazione tra composti organici emessi in natura e l'ossigeno dell'aria sotto l'irradiazione solare, mentre quello di origini antropica si forma a seguito di reazioni con sostanze precursori quali composti organici volatili (COV) e ossidi di azoto. L'immissione di inquinanti primari, prodotti da traffico, processi di combustione, solventi delle vernici, evaporazione di carburanti, etc., favorisce la produzione di un eccesso di Ozono rispetto alle quantità presenti in natura durante i mesi estivi.

### Valutazione in sintesi

<i>Indicatore</i>	<i>Copertura temporale</i>	<i>Stato attuale indicatore</i>	<i>Trend</i>
Concentrazione in aria a livello del suolo di Ozono	2011 – 2021		
Superamento dei valori obiettivo previsti dalla normativa per l'Ozono	2011 – 2021		

L'ozono viene misurato nelle stazioni di Fondo (urbano, sub-urbano e rurale), dove si prevede che le concentrazioni siano più elevate, in virtù dell'origine secondaria di questo inquinante.

I valori di ozono misurati nel 2021 confermano il persistere di una situazione critica per questo inquinante, con superamenti dei valori obiettivo per la protezione della salute umana in più stazioni, sebbene la concentrazione oraria di 180 µg/m<sup>3</sup>, valore soglia per l'informazione, non sia stata superata in nessuna stazione della rete regionale.

La situazione di criticità, diffusa in tutta la Regione, è riconducibile all'origine fotochimica e alla natura esclusivamente secondaria di questo inquinante, caratteristiche che rendono la riduzione delle concentrazioni di ozono più complessa rispetto a quella di altri inquinanti primari. Infatti, spesso i precursori dell'ozono sono prodotti anche a distanze notevoli rispetto al punto in cui vengono misurate le concentrazioni maggiori di questo inquinante, e questo rende decisamente più difficile intervenire e pianificare azioni di risanamento/mitigazione.



Tabella 4.4 - O<sub>3</sub>: parametri statistici e confronto con i valori previsti dalle norme

<b>O<sub>3</sub> [L.Q. = 8 µg/m<sup>3</sup>]</b>				<b>Concentrazioni in µg/m<sup>3</sup></b>		<b>Soglia informazione</b>		<b>Soglia allarme</b>	<b>Valori guida OMS</b>
Stazione	Comune	Tipologia	Efficienza%	Minimo	Massimo	180 µg/m <sup>3</sup>		240 µg/m <sup>3</sup>	100 µg/m <sup>3</sup>
						ore di Sup.	giorni di Sup.	ore di Sup	Max Media 8 ore
<b>Parco Resistenza</b>	Forlì	Fondo Urbano	100	< 8	173	0	0	0	164
<b>Savignano</b>	Savignano sul Rubicone	Fondo Suburbano	96	< 8	158	0	0	0	145
<b>Sogliano</b>	Sogliano	Fondo Rurale	99	< 8	152	0	0	0	149

<b>O<sub>3</sub></b>	<b>Valori obiettivo per la protezione della salute umana e della vegetazione</b>											
	<b>N. gg superamenti di 120 µg/m<sup>3</sup> della media massima di 8 h da non superare per più di 25 gg (media 3 anni)</b>										<b>AOT 40<sup>1</sup> (µg/m<sup>3</sup> h) 18000 media 5 anni</b>	
Stazione	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	Anno	Media 3 anni	Anno	Media 5 anni
<b>Parco Resistenza</b>	0	0	0	13	12	7	6	0	<b>38</b>	<b>38</b>	<b>23499</b>	<b>23940</b>
<b>Savignano</b>	0	0	0	11	6	3	3	0	23	22	<b>21951</b>	<b>23472</b>
<b>Sogliano</b>	0	0	0	11	3	5	2	0	21	<b>31</b>	17108	<b>20940</b>

1 - Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb → valuta la qualità dell'aria tramite la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m<sup>3</sup> (= 40 ppb per l'Ozono) e 80 µg/m<sup>3</sup> rilevate da maggio a luglio in orario 8-20.

Il D.Lgs. 155/2010, oltre agli obiettivi a lungo termine per la protezione della salute umana e della vegetazione, fissa:

- la soglia di informazione (media oraria > 180 µg/m<sup>3</sup>): livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi della popolazione particolarmente sensibili, il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive;
- la soglia di allarme (media oraria > 240 µg/m<sup>3</sup> per tre ore consecutive): livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone l'adozione di provvedimenti immediati.

Come già indicato, l'ozono è un inquinante secondario che si forma a seguito di complesse reazioni fotochimiche (favorite dalla radiazione solare) a partire da inquinanti primari (o precursori) immessi direttamente in atmosfera, quali gli ossidi di azoto e i composti organici volatili.

Per questo motivo, le stazioni in cui misurare l'ozono sono le stazioni di fondo:

Finalità della misurazione	Tipo di stazione	Stazioni RRQA Ravenna
protezione della salute umana	Fondo Urbano	Resistenza
protezione della salute umana/ protezione della vegetazione	Fondo Sub Urbano Fondo Rurale	Savignano Savignano di Rigo

La formazione dell'ozono dipende anche dall'intensità della radiazione solare, pertanto l'andamento delle concentrazioni di ozono troposferico ha una spiccata stagionalità (le più significative si rilevano nel periodo primavera-estate come illustrato in Figura 4.4) ed un caratteristico andamento giornaliero, con il massimo di concentrazione in corrispondenza delle ore di maggiore insolazione (ore 13 ÷ 14 - Figura 4.5).

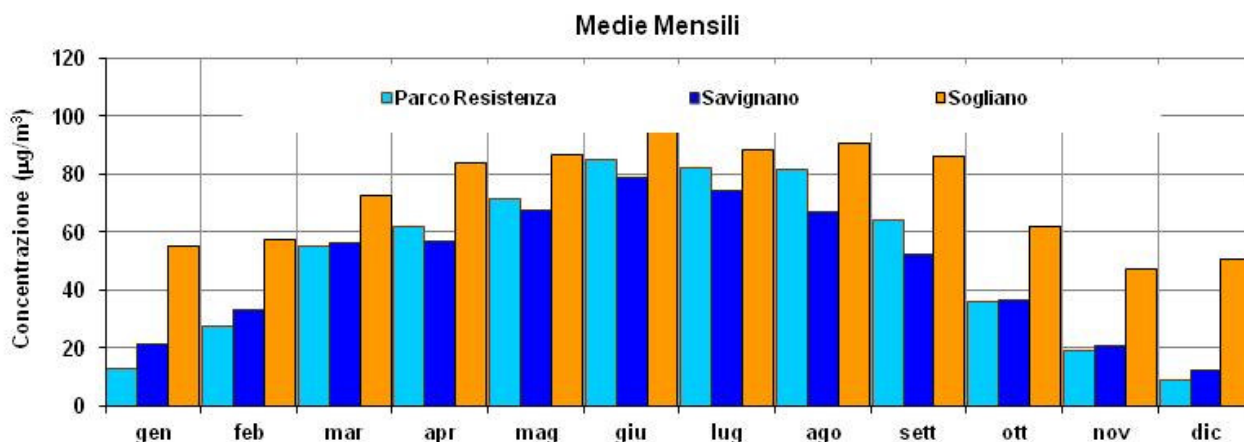
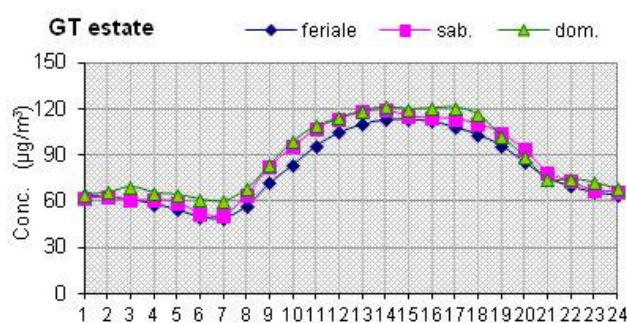
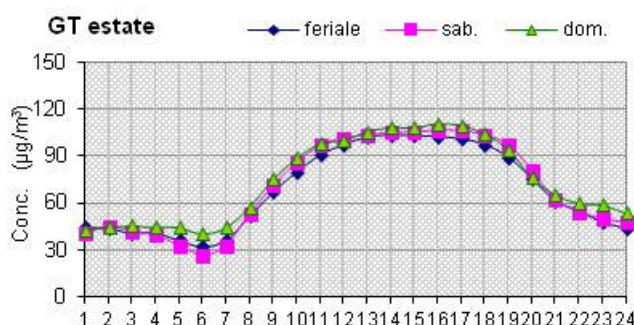


Figura 4.4 – Ozono - Concentrazioni medie mensili Stazioni di Fondo – anno 2021

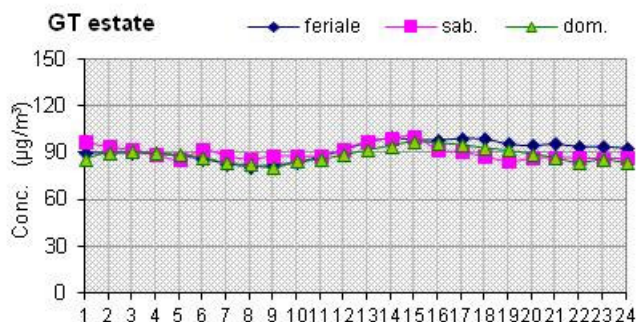
Gli andamenti giornalieri delle concentrazioni di ozono nelle stazioni di Pianura (Parco Resistenza e Savignano) sono molto simili: il minimo è tra le 6 e le 7 del mattino (quando l'ozono prodotto il giorno precedente è completamente diffuso) ed il massimo si riscontra nelle ore centrali del pomeriggio, quando è maggiore l'insolazione e quindi più intensa la formazione dell'inquinante. Diverso è l'andamento nella stazione appenninica (Sogliano), dove non si osserva un'oscillazione giornaliera marcata e le concentrazioni si mantengono su valori mediamente più alti, come tipicamente avviene per le stazioni in quota.



Ozono - Parco Resistenza – Fondo Urbano (FU)



**Ozono - Savignano – Fondo Suburbano (FSub-U)**

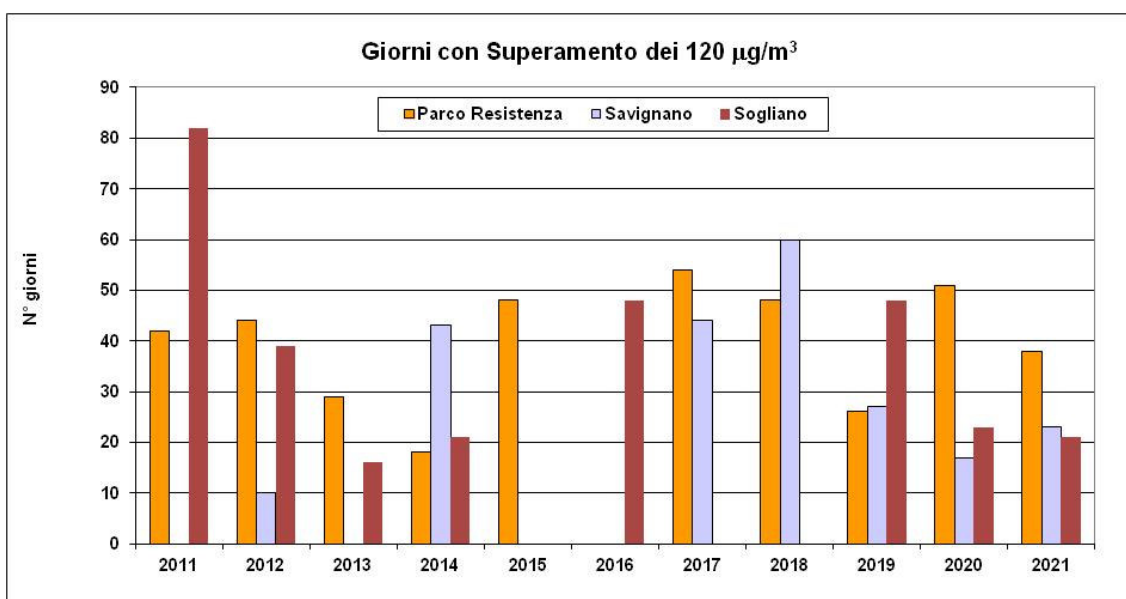


**Ozono - Sogliano – Fondo Rurale (F-Rur)**

**Figura 4.5 - Ozono: giorni tipici estivi – anno 2021**

Il valore obiettivo per la protezione della salute umana non è raggiunto nella stazione di Fondo urbano (Parco Resistenza) e nella stazione di Fondo sub-urbano (Sogliano). In queste due stazioni, infatti, negli ultimi 3 anni la media dei giorni in cui è avvenuto il superamento del valore di 120 ug/m3 per la media mobile di 8 ore è superiore ai 25 consentiti dalla normativa. In particolare la media del triennio dei giorni di superamento corrisponde a 38 per Parco Resistenza, 31 per Sogliano e 22 per Savignano. Prendendo in considerazione i soli superamenti del 2021 essi sono: 38 per Parco Resistenza, 21 per Sogliano e 23 per Savignano.

Il numero di giorni di superamento dei 120 µg/m<sup>3</sup> dal 2011 al 2021, in ogni singolo anno, è riportato in Figura 4.6. I dati mancanti sono dovuti al fatto che il numero di superamenti per quell'anno non è stato calcolabile in quanto i dati disponibili sono risultati inferiori a quelli previsti dalla norma (D.Lgs. 155/2010).



**Figura 4.6 – Ozono - Giorni con superamento dei 120 µg/m<sup>3</sup>- periodo 2011 - 2021**

Per quanto riguarda gli episodi acuti, la soglia di informazione (180 µg/m<sup>3</sup>) e la soglia di allarme (240 µg/m<sup>3</sup>) non sono mai state raggiunte.

Infine, si riportano in Tabella 4.5 alcuni parametri statistici relativi all'ozono, calcolati nel periodo dal 2011 al 2021.

Tabella 4.5 - Andamento temporale dell'ozono dal 2011 al 2021 (concentrazioni espresse in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

**Stazione: Parco Resistenza**

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Media	43	44	41	42	45	43	52	48	43	51	51
50°Percentile	33	36	32	35	40	38	47	42	39	49	48
90°Percentile	102	100	92	95	97	95	107	104	89	106	100
95°Percentile	118	117	111	108	113	112	124	121	108	120	115
98°Percentile	133	138	131	123	133	131	144	136	126	136	131
Max orario $\mu\text{g}/\text{m}^3$	168	192	187	189	169	183	203	184	163	191	173
N° giorni sup 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	42	44	29	18	48	n.c.	54	48	26	51	38
N° giorni sup 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	3	3	1	5	1	7	3	0	3	0
N° giorni sup 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% dati validi	94	96	97	91	97	96	98	98	100	100	100

**Stazione: Savignano**

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Media	39	44	29	48	49	45	51	54	44	47	48
50°Percentile	34	40	25	42	43	38	45	49	36	42	42
90°Percentile	82	90	63	106	101	100	106	111	97	99	99
95°Percentile	91	103	70	120	117	118	119	125	112	112	110
98°Percentile	102	115	77	134	136	135	136	140	128	122	123
Max orario $\mu\text{g}/\text{m}^3$	128	163	98	185	186	184	202	196	175	156	158
N° giorni sup 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	n.c.	10	n.c.	43	n.c.	n.c.	44	60	27	17	23
N° giorni sup 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0	2	7	1	3	2	0	0	0
N° giorni sup 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% dati validi	93	97	79	98	92	96	98	96	97	99	96

**Stazione: Sogliano**

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Media	85	79	70	74	83	76	85	79	85	74	73
50°Percentile	86	79	69	75	79	73	83	79	84	74	73
90°Percentile	124	112	102	106	120	113	117	111	115	106	103
95°Percentile	133	121	111	115	133	125	127	120	125	114	111
98°Percentile	143	136	120	129	145	136	139	130	136	124	122
Max orario $\mu\text{g}/\text{m}^3$	175	195	185	169	180	182	187	164	178	164	152
N° giorni sup 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	82	39	16	21	n.c.	48	n.c.	n.c.	48	23	21
N° giorni sup 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	1	2	0	5	1	4	0	0	0	0
N° giorni sup 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% dati validi	84	91	93	98	96	97	94	94	100	97	99

"n.c."= non calcolato in quanto i dati disponibili sono risultati inferiori a quelli previsti dalla norma (D.Lgs. 155/2010).



### 4.3 Benzene C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

Il benzene è una sostanza chimica liquida e incolore dal caratteristico odore pungente.

È il più comune e il più largamente utilizzato degli idrocarburi aromatici ed è impiegato come antidetonante nelle benzine. I veicoli a motore rappresentano infatti la principale fonte di emissione per questo inquinante che viene immesso nell'aria con i gas di scarico. Un'altra sorgente di benzene è rappresentata dalle emissioni di solventi prodotte da attività artigianali ed industriali come ad esempio: produzione di plastiche, resine, detergenti, vernici, collanti, inchiostri, adesivi, prodotti per la pulizia, ecc.

Oltre ad essere uno dei composti aromatici più utilizzati è anche uno dei più tossici, classificato dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) come cancerogeno di classe I per l'uomo.

#### Valutazione in sintesi

<i>Indicatore</i>	<i>Copertura temporale</i>	<i>Stato attuale indicatore</i>	<i>Trend</i>
Concentrazione media annuale di Benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	2011 – 2021		

Nel 2021 le concentrazioni medie annue del benzene sono inferiori ai limiti normativi, con valori simili a quelli rilevati negli ultimi anni.

La situazione, in relazione al rispetto del limite di legge, non è critica ma, considerata l'accertata cancerogenicità del composto e le concentrazioni comunque significative che si possono registrare durante i mesi invernali, la valutazione dello stato dell'indicatore non può essere considerata positiva.

Tabella 4.6 - C6H6: parametri statistici e confronto con i valori previsti dalle norme

<b><i>Benzene C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></i></b> [L.Q. = 0,1 µg/m <sup>3</sup> ]				<b><i>Concentrazioni</i></b> <b><i>in µg/m<sup>3</sup></i></b>				<b><i>Limite Normativo</i></b>
<i>Stazione</i>	<i>Comune</i>	<i>Tipologia</i>	<i>Efficienza %</i>	<i>Minimo orario</i>	<i>Massimo orario</i>	<i>Media Max giornaliera</i>	<i>Media Max settimanale</i>	5,0 µg/m <sup>3</sup>
								<i>Media annuale</i>
<b>Roma</b>	Forlì	Traffico	97	< 0,1	14,5	4,1	2,9	0,9

Per il benzene il limite per la protezione della salute umana, entrato in vigore il 1° gennaio 2010, è pari a 5,0 µg/m<sup>3</sup> come media annuale.

In Tabella 4.6 sono riassunti i parametri statistici relativi alle concentrazioni di benzene rilevate a Forlì mediante monitoraggio con strumentazione in continuo.

La concentrazione del benzene è inferiore al limite normativo, con un valore medio annuo pari a  $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , in linea con quelli registrati negli anni precedenti.

In Figura 4.7 sono rappresentate le concentrazioni medie annuali a partire dal 2011: il valore limite, entrato in vigore nel 2010, è sempre stato rispettato e, a partire dal 2011, la concentrazione annuale è stabilmente inferiore a  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

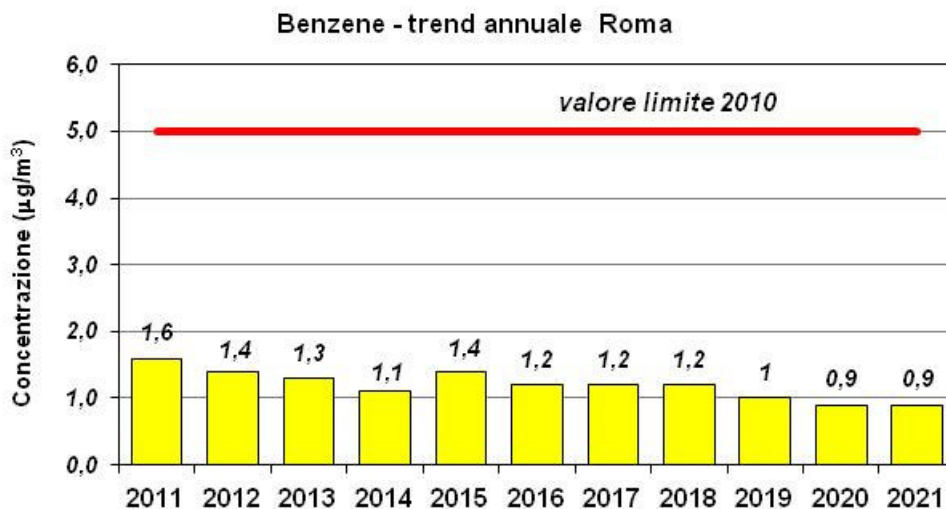


Figura 4.7 - Confronto con i valori limite- D.lgs. 155/10

Il grafico successivo (Figura 4.8) riporta le concentrazioni medie mensili: i valori più alti, si rilevano nella stagione invernale, periodo in cui anche gli altri inquinanti (ad esclusione dell'ozono) manifestano le concentrazioni più elevate.

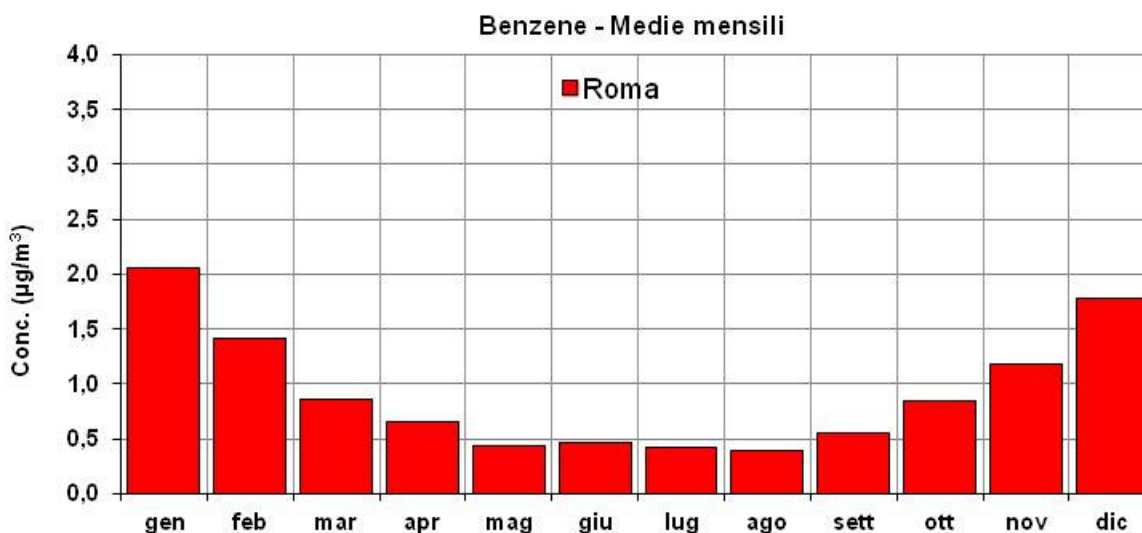


Figura 4.8 - Concentrazioni medie mensili: Roma - Anno 2021

La Tabella 4.7 riporta alcuni parametri statistici delle concentrazioni di benzene a partire dal 2011. Si osserva, negli anni, una progressiva diminuzione della concentrazione e, ad oggi, il dato risulta

stabile su valori contenuti. Tale riduzione è essenzialmente riconducibile alla limitazione del contenuto massimo di benzene e degli idrocarburi aromatici nelle benzine<sup>1</sup>.

Tabella 4.7 - Andamento temporale di Benzene dal 2011 al 2021 (concentrazioni espresse in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

**Stazione: Roma**

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>Media</b>	1,6	1,4	1,3	1,1	1,4	1,2	1,2	1,2	1	0,9	0,9
<b>50°Percentile</b>	1,1	1,0	0,9	0,8	1,0	0,9	0,8	0,9	0,7	0,6	0,7
<b>90°Percentile</b>	3,5	3,0	2,6	2,4	2,9	2,6	2,6	2,4	2,1	2,0	1,9
<b>95°Percentile</b>	4,5	4,0	3,4	2,9	3,9	3,3	3,4	2,9	2,8	2,7	2,5
<b>98°Percentile</b>	5,7	5,1	4,4	3,7	5,2	4,3	4,6	3,6	3,6	3,6	3,2
<b>Max</b>	14,7	11,6	12,1	7,5	11,4	8,3	10,8	7,7	9,3	7,1	14,5
N° giorni > 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0
N° giorni >10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>% dati validi</b>	<b>86</b>	92	94	95	91	91	98	99	99	96	97

Nota: il dato in rosso indica che in quell'anno non è stata raggiunta l'efficienza prevista dal D.lgs 155/2010 per poter procedere all'elaborazione degli indicatori previsti.

<sup>1</sup> Già la legge 413/97 fissava per il benzene e per gli aromatici limiti massimi in percentuale volumetrica (1% in vol per il benzene e 40% in vol per gli aromatici). Il Decreto Legislativo n.66/2005 (recepimento Direttiva 98/70/CE) prevedeva per le benzine i seguenti valori massimi:

- tenore di Piombo: 0.005 g/l,
- contenuto di benzene: 1 % vol;
- contenuto di zolfo: 150 mg/kg fino al 31/12/2004, poi dal 1/1/2005: 50 mg/kg;
- contenuto di aromatici: 42% vol. fino al 31/12/2004, poi dal 1/1/2005, il 35% vol.

Il D.Lgs. n.55/2011 (recepimento della direttiva 2009/30/CE) ha poi stabilito le *specifiche ecologiche* della benzina. Fra queste, i seguenti limiti:

Analisi degli idrocarburi: olefinici 18,0% (v/v) – aromatici 35,0% (v/v) - benzene) 1,0% (v/v)



Tenore di zolfo: 10,0 mg/kg Tenore di piombo: 0,005 g/l

## 4.4 Toluene( C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>) e Xileni (C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>)

Il Toluene è un liquido volatile ed incolore dall'odore fruttato e pungente; è un idrocarburo aromatico principalmente utilizzato come sostituto del benzene, sia come reattivo che come solvente. Come solvente viene impiegato per sciogliere resine, grassi, oli, vernici, colle, coloranti e molti altri composti, E' contenuto anche nelle benzine,

Il termine Xileni si riferisce alla miscela di tre composti isomeri derivati dal benzene, chiamati rispettivamente orto-xilene, meta-xilene e para-xilene, le cui proprietà chimiche variano leggermente da isomero a isomero, Lo xilene è un liquido incolore avente un odore lievemente dolce; è anch'esso un idrocarburo aromatico infiammabile e nocivo, È un prodotto che si trova naturalmente nel petrolio e nel catrame: le industrie chimiche producono lo xilene a partire dal petrolio ed è utilizzato come solvente nella stampa, per la lavorazione delle gomme e del cuoio, come agente pulente per acciai, e come diluente per vernici, Il p-xilene viene usato anche nel confezionamento di alimenti, Si può formare anche negli incendi boschivi,

### Valutazione in sintesi

<i>Indicatore</i>	<i>Copertura temporale</i>	<i>Stato attuale indicatore</i>	<i>Trend</i>
Concentrazione media annuale di Toluene (C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> ) e Xileni (C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> )	2011 – 2021		

La normativa nazionale non fissa valori limite di qualità dell'aria per toluene e xileni, mentre l'OMS indica dei valori guida, che corrispondono alle concentrazioni al di sopra delle quali si possono riscontrare effetti sulla salute della popolazione non esposta professionalmente,

Toluene e xileni vengono misurati nelle stesse stazioni in cui si effettua la misura del benzene quindi, nella stazione di Traffico urbano (Roma).

Nel 2021 i valori di toluene e xileni misurati in tutte le postazioni hanno concentrazioni massime ben al di sotto di valori guida dell'OMS.

In modo analogo al benzene, a partire dal 2011 le concentrazioni di entrambi gli inquinanti sono progressivamente diminuite in tutte le stazioni.



Tabella 4.8 – Toluene e Xileni: parametri statistici e confronto con i valori previsti dalle norme

<b>Toluene <math>C_7H_8</math></b>				<b>Concentrazioni in <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>				<b>OMS</b>
<i>Stazione</i>	<i>Comune</i>	<i>Tipologia</i>	<i>Efficienza%</i>	<i>Massimo orario</i>	<i>Media Max giornaliera</i>	<i>Max Media settimanali</i>	<i>Media annuale</i>	<i>260 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></i>
								<i>Media settimanale</i>
Roma	Forlì	Traffico	97	45,2	6,5	4,8	2,5	4,8
<b>Xileni <math>C_8H_{10}</math></b>				<b>Concentrazioni in <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>				<b>OMS</b>
<i>Stazione</i>	<i>Comune</i>	<i>Tipologia</i>	<i>Efficienza%</i>	<i>Massimo orario</i>	<i>Media Max giornaliera</i>	<i>Max Media settimanali</i>	<i>Media annuale</i>	<i>4800 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></i>
								<i>Media 24 ore</i>
Roma	Forlì	Traffico	95	30,9	5,9	2,6	1,3	5,9

Relativamente allo xilene, si misurano 3 isomeri: m-xilene, p-xilene e o-xilene,

La Tabella 4.8 sintetizza le elaborazioni statistiche relative a tutti i campionamenti effettuati e la Figura 4.9 riporta le medie mensili.

Le concentrazioni massime rilevate in tutte le postazioni sono ben al di sotto dei valori guida dell'OMS (riportati in verde nell'ultima colonna in Tabella 4.8).

Toluene e xileni presentano un andamento stagionale meno marcato rispetto al benzene anche se, anche per questi inquinanti, le concentrazioni sono più alte in inverno e più contenute in estate.

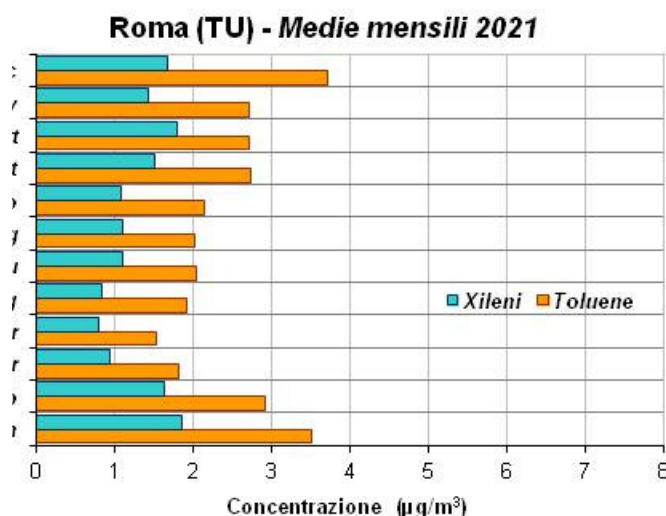


Figura 4.9 - Toluene e Xileni: concentrazioni medie mensili – anno 2021

In Tabella 4.9 sono riportati alcuni parametri statistici relativi a toluene e xileni per la serie storica dal 2011 al 2021.

Tabella 4.9 - Andamento temporale di Toluene e Xileni dal 2011 al 2021 (concentrazioni espresse in µg/m<sup>3</sup>)

**Stazione: Roma**

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>Toluene</b>											
<b>% dati validi</b>	86	92	94	95	91	91	98	99	99	96	97
<b>Media</b>	4,5	4,3	3,7	3,9	4,7	3,8	3,4	3,5	3,4	2,5	2,5
<b>Max orario</b>	47,9	57,9	40,3	33,3	48,1	27,6	32,4	38,4	31,3	32,4	45,2
<b>Xileni</b>											
<b>% dati validi</b>	86	92	94	95	91	91	98	99	99	96	97
<b>Media</b>	2,0	1,9	2,1	1,9	2,6	2,2	2,0	1,9	1,7	1,2	1,3
<b>Max orario</b>	27,3	23	25,6	19,4	29,1	20,6	27,9	18,1	24,0	17,6	30,9

Nota: il dato in rosso indica che in quell'anno non è stata raggiunta l'efficienza prevista dal D.lgs 155/2010 per poter procedere all'elaborazione degli indicatori previsti.

## 4.5 Particolato PM10





Con il termine PM10 si intende l'insieme di particelle atmosferiche solide e liquide aventi diametro aerodinamico inferiore o uguale a 10 µm, In generale il particolato di queste dimensioni permane in atmosfera per lunghi periodi e può essere trasportato anche a distanza considerevole dal punto di emissione, Il PM10, che ha una natura chimica particolarmente complessa e variabile, è in grado di penetrare nell'apparato respiratorio umano e avere effetti negativi sulla salute.

Il particolato può essere emesso direttamente dalle sorgenti in atmosfera (primario) oppure formarsi in atmosfera attraverso reazioni chimiche fra altre specie di inquinanti, come ad esempio gli ossidi di zolfo e di azoto, i composti organici volatili (COV) e l'ammoniaca (particolato secondario).

Il PM10 può essere emesso da sorgenti naturali: eruzioni vulcaniche, erosione dei venti sulle rocce, incendi boschivi, o da sorgenti antropiche: tra queste una delle più significative è il traffico veicolare.

Questo inquinante è oggetto di numerosi studi a livello internazionale per la valutazione dell'impatto sanitario, ricerche che hanno portato l'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) a affermare che «vi è una stretta, relazione quantitativa tra l'esposizione ad alte concentrazioni di particolato fine (PM10 e PM2.5) e un aumento della mortalità e morbilità, sia quotidiana sia nel tempo, [...] Il particolato fine ha effetti sulla salute, anche a concentrazioni molto basse, infatti non è stata identificata una soglia al di sotto della quale non si osservano danni alla salute». Pertanto, l'OMS, pur indicando dei valori guida (per il PM10: 15 µg/m<sup>3</sup> come media annuale e 45 µg/m<sup>3</sup> come media sulle 24 ore), pone l'obiettivo di raggiungere «le più basse concentrazioni di PM possibile».

### Valutazione in sintesi

<i>Indicatore</i>	<i>Copertura temporale</i>	<i>Stato attuale indicatore</i>	<i>Trend</i>
Concentrazione media annuale di particolato PM10	2011 – 2021		
Numero superamenti del limite giornaliero per particolato PM10	2011 – 2021		

Il PM10 viene misurato in tutte le stazioni della rete.

Nel 2021 il limite della media annuale del PM10 (40 µg/m<sup>3</sup>) e il limite giornaliero (media giornaliera di 50 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 35 volte in un anno) sono stati rispettati in tutte le stazioni della Provincia di Forlì-Cesena.

Il valore guida dell'OMS di 15 µg/m<sup>3</sup> come media annuale è stato superato in tutte le stazioni, tranne in quella di Sogliano (Fondo rurale), mentre il valore guida di 45 µg/m<sup>3</sup> come concentrazione sulle 24 ore è stato superato in tutte le stazioni.

La media annuale, già da diversi anni, si attesta attorno al valore di 20-25 µg/m<sup>3</sup>, tuttavia il PM10 resta un inquinante critico sia per i diffusi superamenti del limite di breve periodo sia per gli importanti effetti che è stato dimostrato avere sulla salute.

Considerata la classificazione data a questo inquinante dallo IARC e le concentrazioni significative misurate, soprattutto in periodo invernale, la valutazione dello stato dell'indicatore non può essere considerata positiva.

Tabella 4.10 – PM10: parametri statistici e confronto con i valori previsti dalle norme

<b>PM10</b> [L.Q. = 3 µg/m <sup>3</sup> ]				<b>Concentrazioni in µg/m<sup>3</sup></b>		<b>Limiti Normativi</b>	
<i>Stazione</i>	<i>Comune</i>	<i>Tipologia</i>	<i>Efficienz a%</i>	<i>Minimo</i>	<i>Massimo*</i>	<i>40 µg/m<sup>3</sup></i> <i>Valore guida OMS: 15 µg/m<sup>3</sup></i>	<i>Max 35</i> <i>Valore guida OMS: 45 µg/m<sup>3</sup> da non superare mai</i>
						<i>Media anno</i>	<i>N° giorni Sup, 50 µg/m<sup>3</sup></i>
<b>Franchini-Angeloni</b>	Cesena	Fondo Urbano	98	4	100	23	19 (OMS 26)
<b>Parco Resistenza</b>	Forlì	Fondo Urbano	98	0	97	21	18 (OMS 27)
<b>Roma</b>	Forlì	Traffico	99	2	104	24	24 (OMS 33)
<b>Savignano</b>	Savignano o sul Rubicone	Fondo Suburbano	91	3	105	23	21 (OMS 29)
<b>Sogliano</b>	Sogliano	Fondo Rurale	94	0	67	12	3 (OMS 5)

Nel 2021, quindi, il limite della media annuale è stato rispettato in tutte le postazioni, così come il limite giornaliero (media giornaliera di 50 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 35 volte in un anno) (Tabella 4.10).

Le Figure 4.10 e 4.11 riportano l'andamento negli ultimi sei anni rispettivamente della media annuale e del numero di giorni con concentrazioni superiori a 50 µg/m<sup>3</sup>: nel 2021 la media annuale è in linea con quella degli anni precedenti, mentre il numero di superamenti è inferiore.

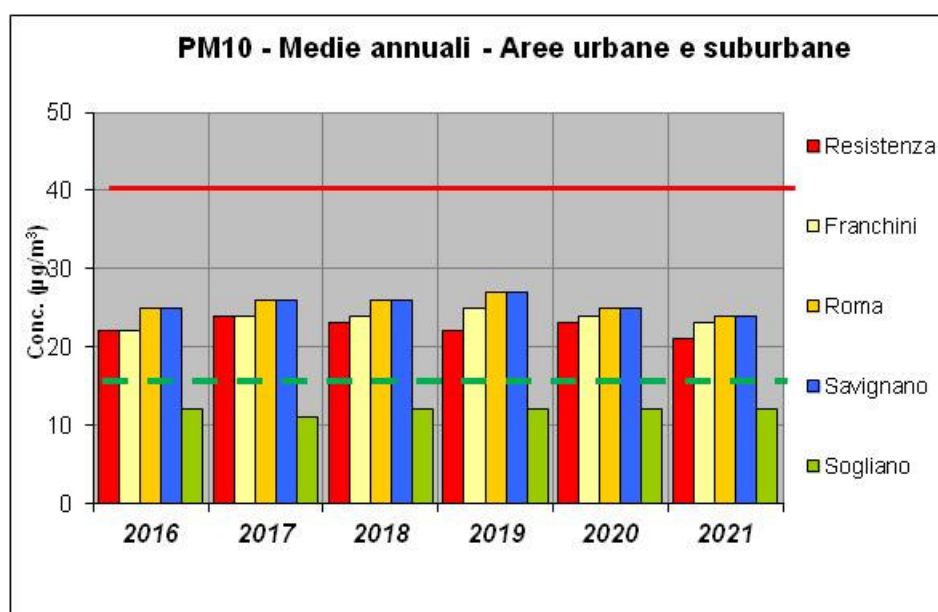


Figura 4.10 – PM10 medie annuali

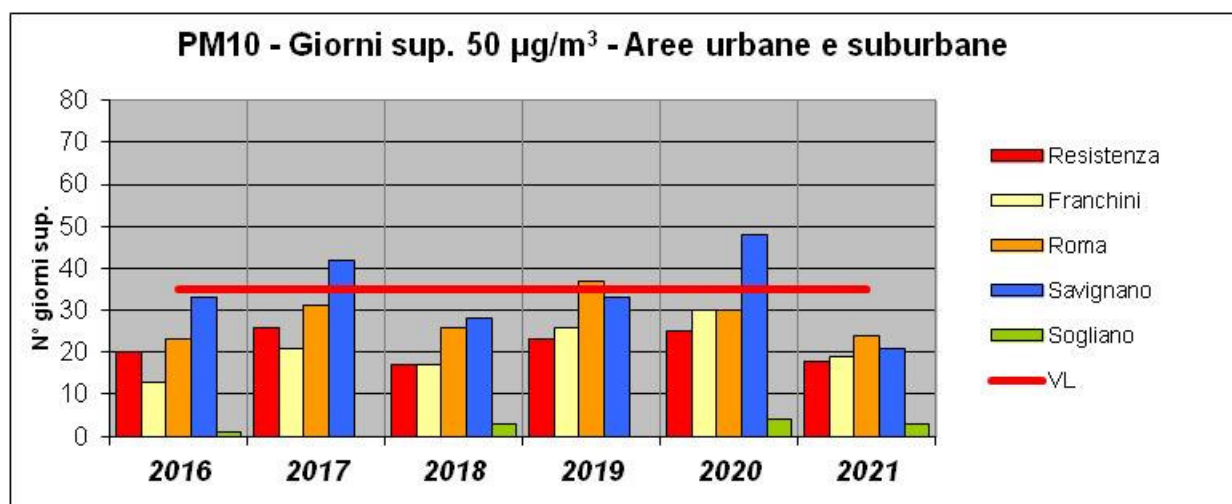


Figura 4.11 – PM10 giorni con superamento dei 50 µg/m³

Il grafico di Figura 4.12 (superamenti cumulati) consente di visualizzare fino a quale giorno dell'anno, nelle diverse stazioni, il limite di breve periodo è stato rispettato; nel 2021 il limite è stato sempre rispettato.

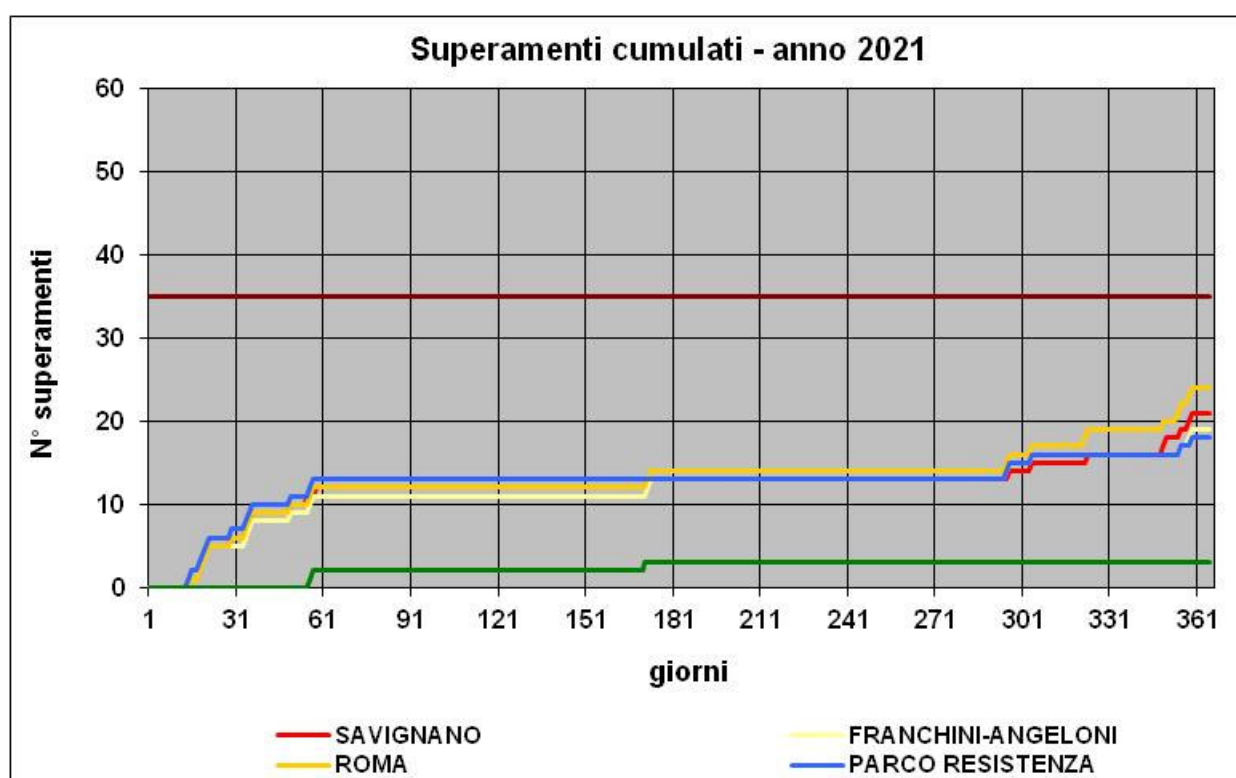


Figura 4.12 – PM10 Superamenti cumulati

Le medie mensili di PM10 (Figura 4.13), come prevedibile, sono più elevate nei mesi invernali. In generale le concentrazioni più basse sono state misurate a Sogliano (Fondo rurale) con il valore minimo nel mese di Maggio.

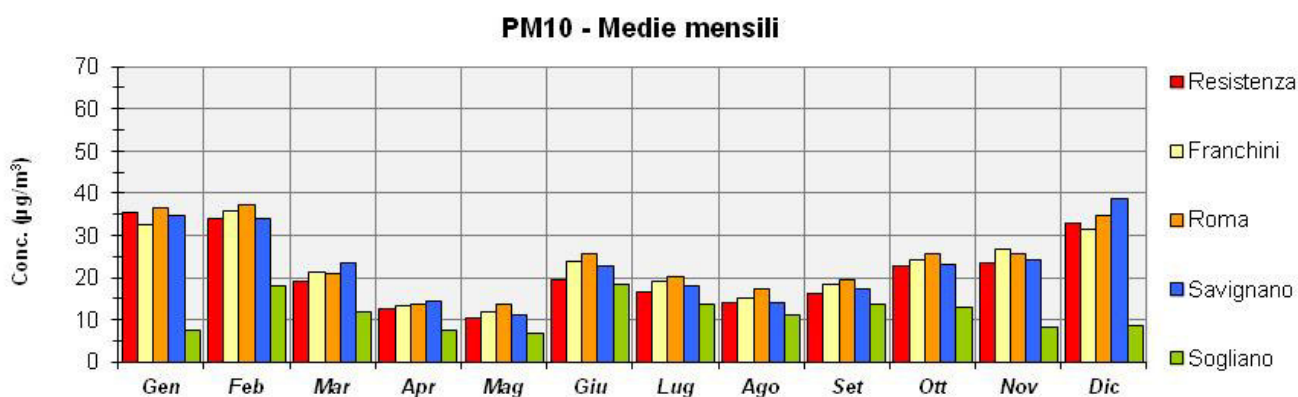


Figura 4.13 - PM10 medie mensili

Infine, la Tabella 4.11 riporta alcuni parametri relativi al PM10, calcolati a partire dal 2016.

Tabella 4.11 - Andamento temporale PM10 dal 2016 al 2021 (dati giornalieri in µg/m<sup>3</sup>)

**Stazione: Franchini-Angeloni**

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Media	22	24	24	25	24	23
50°Percentile	19	20	21	21	19	19
90°Percentile	40	44	41	44	46	42
95°Percentile	48	54	50	56	60	53
98°Percentile	62	70	58	71	80	60
Max	87	150	78	81	127	100
> 50 µg/m <sup>3</sup>	13	21	17	26	30	19
% dati validi	87	95	98	98	98	98

**Stazione: Parco Resistenza**

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Media	22	24	23	22	23	21
50°Percentile	18	18	20	18	17	17
90°Percentile	43	47	42	43	44	38
95°Percentile	52	54	49	53	59	50
98°Percentile	65	75	57	65	74	61
Max	103	156	78	79	105	97
> 50 µg/m <sup>3</sup>	20	26	17	23	25	18
% dati validi	98	98	97	97	98	98

**Stazione: Roma**

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Media	25	26	26	27	25	24
50°Percentile	20	20	22	22	20	20
90°Percentile	46	48	45	52	47	44
95°Percentile	54	57	56	60	63	50
98°Percentile	69	75	65	70	80	61
Max	108	140	94	87	105	104
> 50 µg/m <sup>3</sup>	23	31	26	37	30	24
% dati validi	93	98	98	98	98	99

**Stazione: Savignano**

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Media	25	27	25	25	27	23
50°Percentile	21	21	21	21	19	19
90°Percentile	48	54	46	49	57	43
95°Percentile	57	62	54	62	71	55
98°Percentile	76	79	63	69	85	62
Max	113	140	82	86	133	105
> 50 µg/m <sup>3</sup>	33	42	28	33	48	21
% dati validi	99	98	99	97	95	91

**Stazione: Sogliano**

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Media	12	11	12	12	12	12
50°Percentile	10	10	11	10	10	9
90°Percentile	22	20	22	22	21	21
95°Percentile	28	23	26	28	26	26
98°Percentile	34	31	32	36	35	36
Max	52	42	62	45	126	67
> 50 µg/m <sup>3</sup>	1	0	3	0	4	3
% dati validi	94	98	97	94	95	94

Nota: il dato in rosso indica che in quell'anno non è stata raggiunta l'efficienza prevista dal D.lgs 155/2010 per poter procedere all'elaborazione degli indicatori previsti.

## 4.6 Particolato PM2.5



Con il termine particolato fine PM2.5, si intende l'insieme di particelle atmosferiche solide e liquide aventi diametro aerodinamico medio inferiore a 2,5 µm. In generale il particolato di queste dimensioni microscopiche e inalabili penetra in profondità attraverso l'apparato respiratorio, dai bronchi sino agli alveoli polmonari e riesce anche, attraverso la mucosa, ad arrivare al sangue.

Il particolato PM2.5 può essere di origine primaria, quando è emesso direttamente dalle sorgenti in atmosfera o secondario, quando si forma in atmosfera attraverso reazioni chimiche fra altri composti, come ad esempio gli ossidi di zolfo e di azoto, i composti organici volatili (COV) e l'ammoniaca.

Il particolato fine può essere emesso da sorgenti naturali, ad esempio eruzioni vulcaniche, erosione del suolo, incendi boschivi e aerosol marino, o da sorgenti antropiche, tra le quali traffico veicolare, utilizzo di combustibili (carbone, combustibili liquidi, rifiuti, legno, rifiuti agricoli) e emissioni industriali (cementifici, fonderie).

Questo inquinante – come il PM10 - è oggetto di numerosi studi a livello internazionale per la valutazione dell'impatto sulla salute umana: queste ricerche hanno portato l'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) a affermare che «La maggior parte delle particelle che danneggiano la salute sono quelle con un diametro di 10 micron o meno, (≤PM10), che possono penetrare e depositarsi in profondità nei polmoni, L'esposizione cronica alle particelle contribuisce al rischio di sviluppare malattie cardiovascolari e respiratorie, nonché di cancro ai polmoni, [...] Vi è una stretta relazione quantitativa tra l'esposizione ad alte concentrazioni di particolato fine (PM10 e PM2.5) e un aumento della mortalità e morbilità, sia quotidiana sia nel tempo, [...] Il particolato fine ha effetti sulla salute anche a concentrazioni molto basse, infatti non è stata identificata una soglia al di sotto della quale non si osservano danni alla salute», Pertanto, l'OMS, pur indicando dei valori guida (per il PM2.5: 5 µg/m<sup>3</sup> come media annuale e 25 µg/m<sup>3</sup> come media sulle 24 ore), pone l'obiettivo di raggiungere «le più basse concentrazioni di PM possibile».

### Valutazione in sintesi

<i>Indicatore</i>	<i>Copertura temporale</i>	<i>Stato attuale indicatore</i>	<i>Trend</i>
Concentrazione media annuale di Particolato fine (PM2.5)	2016 – 2021		

Il PM2.5, data la sua origine prevalentemente secondaria, si misura nelle stazioni di Fondo.

Nel 2021 il valore limite della media annuale del PM2.5 (25 µg/m<sup>3</sup>) è stato rispettato in tutte le postazioni, così come il “limite indicativo” (20µg/m<sup>3</sup>): situazione da consolidare, e possibilmente migliorare, anche nei prossimi anni, considerato l'impatto che l'inquinante ha sulla salute.

I valori più elevati si sono registrati nella stazione di Savignano. La stagione più critica è sempre quella invernale, quando le concentrazioni di PM2.5 rappresentano oltre il 70% di quelle di PM10, Considerata la classificazione di questo inquinante da parte dell'OMS e le concentrazioni significative che si rilevano - se confrontate con i valori guida dell'OMS - la valutazione dello stato dell'indicatore – nonostante il rispetto del limite - non può essere considerata positiva.



Tabella 4.12 – PM2.5: parametri statistici e confronto con i valori previsti dalle norme

<b>PM2.5</b> [L.Q. = 3 µg/m <sup>3</sup> ]				<b>Concentrazioni in µg/m<sup>3</sup></b>		<b>Limite Normativo</b>	<b>Limite indicativo</b>
<b>Stazione</b>	<b>Comune</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Efficienza %</b>	<b>Minimo</b>	<b>Massimo</b>	<b>25 µg/m<sup>3</sup></b> <i>Valore guida OMS: 5 µg/m<sup>3</sup></i>	<b>20 µg/m<sup>3</sup></b>
						<b>Media anno</b>	<b>Media anno</b>
<b>Parco Resistenza</b>	Forlì	Fondo Urbano	98	0	76	13	13
<b>Savignano</b>	Savignano o sul Rubicone	Fondo Suburbano	98	0	79	16	16

Nelle stazioni della Rete regionale di Forlì-Cesena il PM2.5 viene monitorato nelle centraline di Fondo Urbano (Parco Resistenza), Fondo Suburbano (Savignano).

Il D.lgs. 155/2010, relativamente al PM 2.5, contempla due Fasi:

- Fase 1: a partire dal 1/1/ 2015, il un valore limite della media annuale del PM2.5 è 25 µg/m<sup>3</sup>;
- Fase 2: dal 1/1/2020, doveva essere raggiunto un “Valore limite da stabilire con successivo decreto ai sensi dell’articolo 22, comma 6, tenuto conto del valore indicativo di 20 µg/m<sup>3</sup> e delle verifiche effettuate dalla Commissione europea alla luce di ulteriori informazioni circa le conseguenze sulla salute e sull’ambiente, la fattibilità tecnica e l’esperienza circa il perseguimento del valore obiettivo negli Stati membri”. Tale decreto ad oggi, non è stato emanato e pertanto il valore di 20 µg/m<sup>3</sup> viene di seguito riportato come “limite indicativo”.

Nel 2021, nella rete di Forlì-Cesena, in tutte le stazioni è rispettato sia il valore limite della media annuale (25 µg/m<sup>3</sup>), sia il “limite indicativo” (20µg/m<sup>3</sup>).

Non è invece rispettato in nessuna postazione il valore guida dell’OMS, più restrittivo (5 µg/m<sup>3</sup>) (Tabella 4.12)

Di seguito si riporta il grafico con le medie mensili (Figura 4.14): solo nei mesi estivi (aprile-agosto) le concentrazioni nelle stazioni di fondo sono inferiori a 10 µg/m<sup>3</sup>.

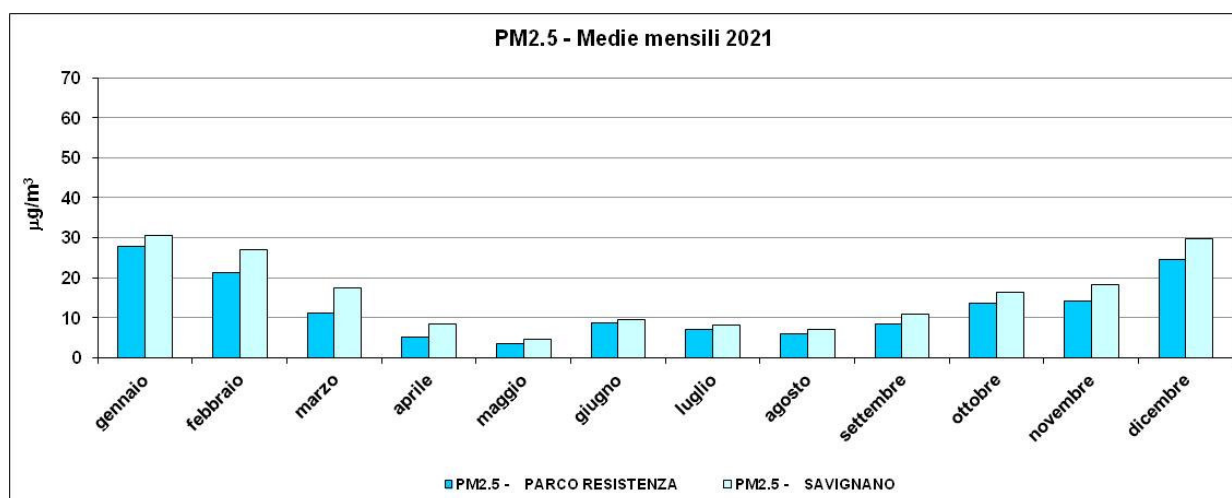


Figura 4.14 - PM2.5: medie mensili 2021

In Figura 4.15a sono riportate le medie annuali rilevate dal 2016 nelle stazioni provinciali della RRQA, messe a confronto con il limite previsto dalla normativa ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  – linea rossa), il valore indicativo della fase 2 ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  – linea nera) e il valore guida dell'OMS ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - linea verde).

Negli ultimi sei anni, nessuna stazione ha superato né il limite normativo né quello indicativo, mentre il valore guida dell'OMS continua ad essere superato abbondantemente in tutte le postazioni.

Indicativo, anche se non costituisce un limite di legge, è il numero di superamenti della media giornaliera di  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  calcolato per gli ultimi sei anni (Figura 4.15b).

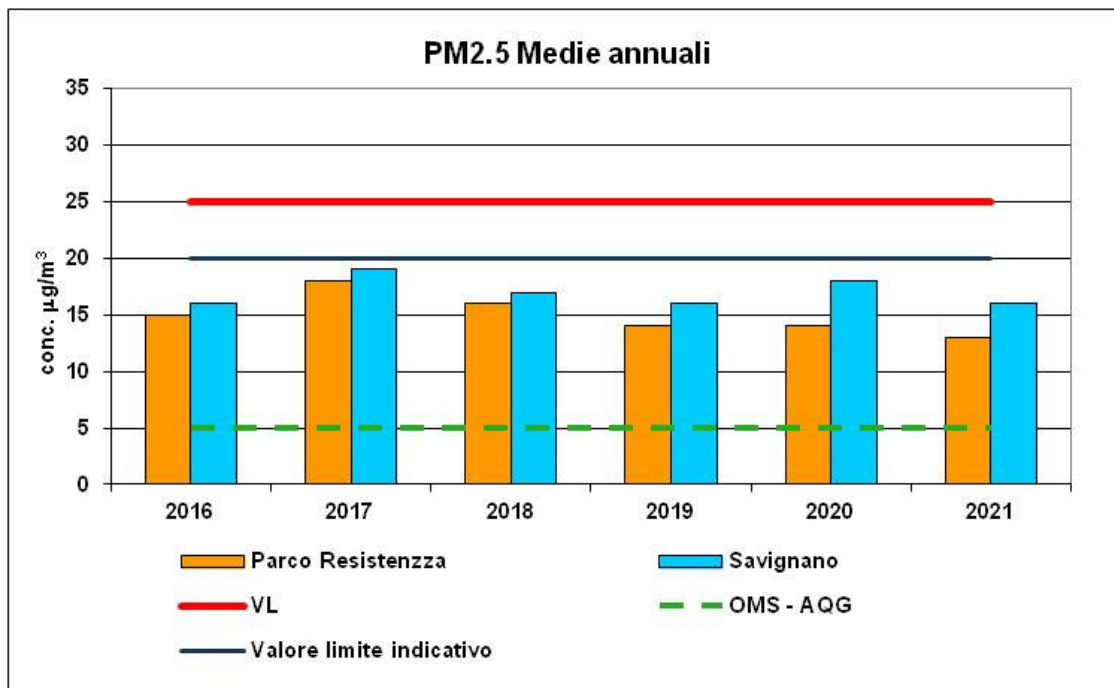


Figura 4.15a – PM2.5: medie annuali nell'intervallo 2016 – 2021

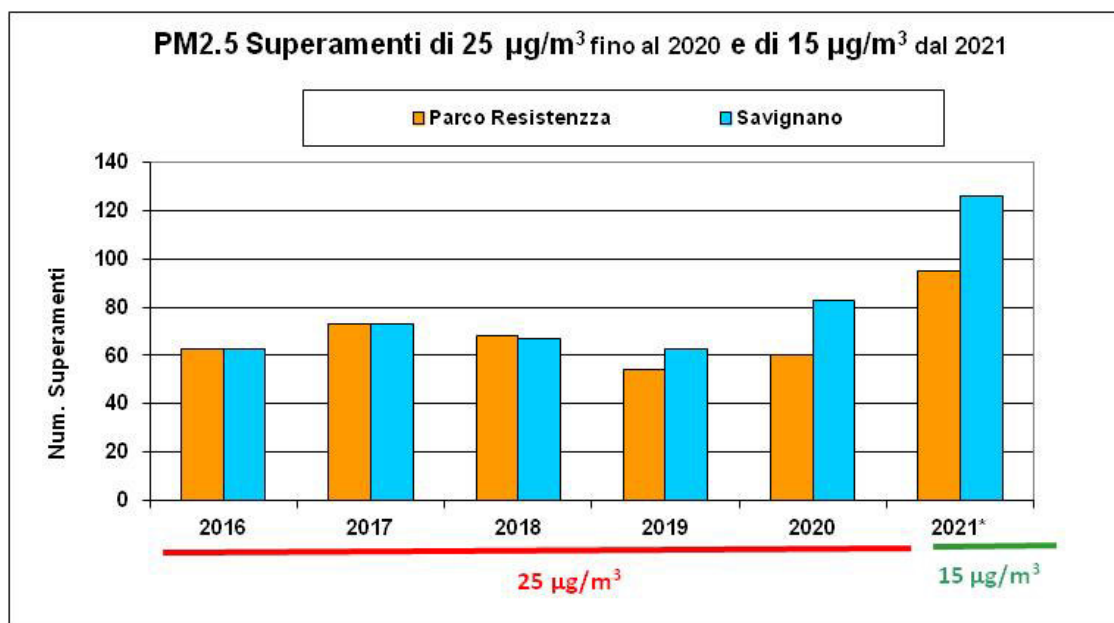
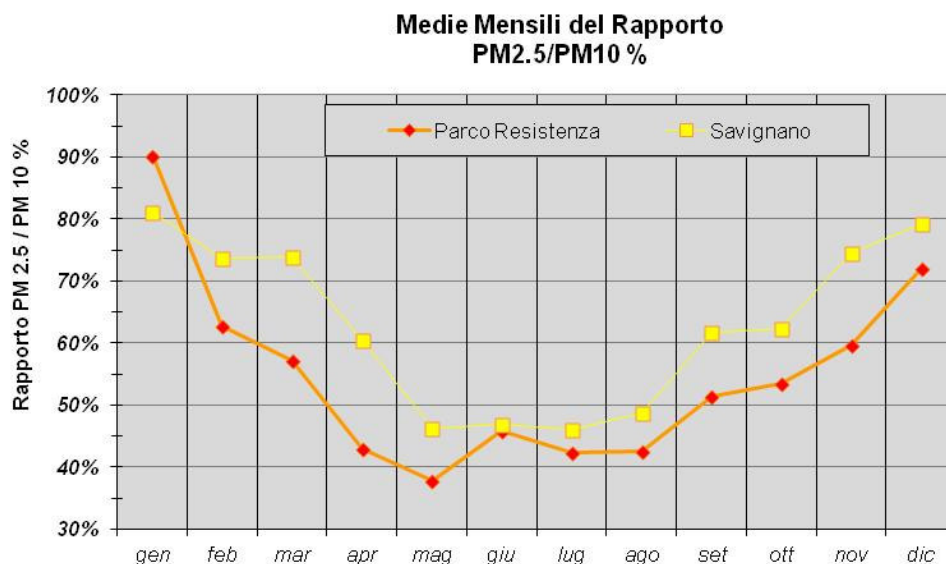


Figura 4.15b –PM2.5: N° superamenti della media giornaliera di  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nell'intervallo 2016 – 2020 e di  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dal 2021

Nelle stazioni di Parco Resistenza e Savignano sono presenti due strumenti per la misurazione di particolato PM10 e PM2.5, dal rapporto percentuale giornaliero delle concentrazioni delle due frazioni granulometriche, PM2.5/PM10, per ogni stazione è stata calcolata, e riportata in grafico, la media mensile (Figura 4.16).



**Figura 4.16**  
**Rapporto**  
**PM2.5/PM10:**  
**medie mensili**  
**2021 (quale % del**  
**PM10 è PM2.5)**

Dagli andamenti del rapporto si osserva una spiccata stagionalità, un po' più marcata nella stazione di Fondo Urbano (Parco Resistenza): la quota di particolato fine (PM 2.5) è maggiore nei mesi invernali quando oltre il 60% del PM10 è costituito da PM 2.5.

Il PM10 è generato, per una quota significativa, per azione meccanica mentre il particolato più fine (PM2.5) deriva prevalentemente dalla combustione e/o è di origine secondaria, cioè è prodotto in atmosfera a partire da precursori gassosi quali ossidi di azoto (nitrati), ossidi di zolfo (solfati), ammoniaca, composti organici volatili.

La maggior quota di particolato PM2.5 durante i mesi invernali può, quindi, essere in relazione con:

- l'aumento delle emissioni primarie derivanti dai processi di combustione (traffico, riscaldamento), quantitativamente più rilevanti in questo periodo dell'anno;
- l'incremento della componente secondaria legata ad una maggiore presenza di precursori in atmosfera.

Infine, la Tabella 4.13 riporta alcuni parametri statistici relativi al PM 2.5, calcolati a partire dal 2016.

Tabella 4.13 - Andamento temporale PM2.5 dal 2016 al 2021 (dati giornalieri in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**Stazione: Parco Resistenza**

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Media	15	18	16	14	14	13
50°Percentile	11	11	12	10	9	9
90°Percentile	36	39	34	33	33	27
95°Percentile	43	47	41	40	42	34
98°Percentile	56	68	51	50	53	45
Max	88	143	78	63	79	76
> 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2016-2020)	63	73	68	54	60	-
> 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2021)	-	-	-	-	-	95
% dati validi	97	98	97	99	98	98

**Stazione: Savignano**

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Media	16	19	17	16	18	16
50°Percentile	12	13	12	11	10	12
90°Percentile	34	44	37	38	45	35
95°Percentile	43	50	45	46	53	42
98°Percentile	61	66	50	53	66	53
Max	94	122	70	61	94	79
> 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2016-2020)	63	73	67	63	83	-
> 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2021)	-	-	-	-	-	126
% dati validi	95	85	90	96	97	98

Nota: il dato in rosso indica che in quell'anno non è stata raggiunta l'efficienza prevista dal D.lgs 155/2010 per poter procedere all'elaborazione degli indicatori previsti.