

REPORT REGIONALE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA 2015 - 2021





La presente relazione è stata elaborata sulla base dei dati acquisiti dalla Rete di Rilevamento della qualità dell'aria, in riferimento all'anno 2021.

Sommario

1. Introduzione	4
2. Normativa di Riferimento e indicatori di sintesi.....	4
2.1. Normativa sulla qualità dell'aria.....	5
2.2. Zonizzazione e classificazione del territorio regionale	6
2.3. Indicatori di Sintesi	7
3. La Rete di Monitoraggio nella Regione Marche	8
4. Quadro di sintesi.....	11
4.1 Analisi statistica dei dati di lungo periodo 2012-2021 per PM10, PM2,5, NO2 e O3.....	15
5. Particolato Atmosferico (PM10-PM2.5-PM1)	17
5.1. Particolato PM10	17
5.2. Particolato PM2.5.....	19
5.3. Particolato PM1.....	21
6. Ossidi di Azoto (NO ₂ , NO _x)	22
6.1. Biossido di Azoto (NO ₂).....	22
6.2. Ossidi di Azoto (NO _x)	23
7. Ozono (O ₃)	24
8. Monossido di Carbonio (CO)	25
9. Biossido di Zolfo (SO ₂).....	27
10. Benzene (C ₆ H ₆).....	28
11. Acido solfidrico (H ₂ S), Ammoniaca (NH ₃), Idrocarburi non Metanici (NMHC)	29
11.1. Acido Solfidrico (H ₂ S).....	29
11.2. Ammoniaca (NH ₃)	29
11.3. Idrocarburi non Metanici (NMHC).....	30
12. Microinquinanti: IPA e Metalli.....	30
12.1 Benzo(a)Pirene B(a)P	31
12.2 Metalli.....	32

1. Introduzione

Il presente Report Regionale della Qualità dell'Aria costituisce il documento di valutazione della qualità dell'aria nella Regione Marche per l'anno 2021 e contiene la valutazione del trend storico per gli anni 2015-2021. Vengono presentati i risultati ottenuti dalle centraline costituenti la Rete di Rilevamento della qualità dell'aria nella regione con l'obiettivo della verifica del rispetto dei limiti di legge previsti dal D.Lgs n. 155/2010 e ss.mm.ii. I dati provengono dalla strumentazione installata presso le stazioni mobili e fisse della rete e dai risultati delle analisi di laboratorio per la determinazione di alcuni parametri specifici.

Per una migliore contestualizzazione dei valori ottenuti, viene fornita la serie storica 2015-2021. Tali analisi pluriennali sono utili a comprendere le variazioni dei livelli degli inquinanti nel medio termine, evidenziando possibili criticità o miglioramenti, e trend, che non sono immediatamente apprezzabili dall'analisi dei dati riferiti ad un singolo anno.

Il report è strutturato in modo da fornire dapprima un quadro di sintesi generale su tutto il territorio regionale, attraverso la verifica dei limiti di legge e l'analisi di trend temporali dei principali inquinanti normati, successivamente fornisce nel dettaglio i diversi indicatori monitorati nelle centraline della rete.

2. Normativa di Riferimento e indicatori di sintesi

Si riporta un quadro della normativa specifica del settore:

Normativa europea

- Direttiva 2008/50/CE del 21 maggio 2008 "Relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa"
- Direttiva (UE) 2015/1480 della Commissione, del 28 agosto 2015, che modifica vari allegati delle direttive 2004/107/CE e 2008/50/CE del Parlamento europeo e del Consiglio recanti le disposizioni relative ai metodi di riferimento, alla convalida dei dati e all'ubicazione dei punti di campionamento per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.

Normativa nazionale

- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" - Parte V
- Decreto Legislativo 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"
- Decreto Ministeriale del 29 Novembre 2012 "Individuazione delle stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria previste dall'articolo 6, comma 1, e dall'articolo 8, commi 6 e 7 del decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155"
- Decreto Legislativo 24 dicembre 2012, n. 250 "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa."
- Decreto Ministeriale del 5 maggio 2015 "Metodi di valutazione delle stazioni di misurazione della qualità dell'aria di cui all'articolo 6 del decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155"
- Decreto Ministeriale del 26 Gennaio 2017 "Attuazione della direttiva (UE) 2015/1480 del 28 agosto 2015, che modifica taluni allegati delle direttive 2004/107/CE e 2008/50/CE nelle parti relative ai metodi di riferimento, alla convalida dei dati e all'ubicazione dei punti di campionamento per la valutazione della qualità dell'aria ambiente"

Normativa regionale

- Legge regionale 25 maggio 1999 n. 12 “Conferimento alle Province delle funzioni amministrative in materia di inquinamento atmosferico”
- Delibera Amministrativa del Consiglio Regionale n. 52 dell’8 maggio 2007 “Valutazione e gestione della qualità dell’aria ambiente (Decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351): zonizzazione del territorio regionale, piano di azione, individuazione autorità competente”
- Delibera di Giunta Regionale n. 1600 del 27 novembre 2018 “Rete regionale di misura degli inquinanti atmosferici: convenzione con le Province e l’ARPAM in materia di monitoraggio della qualità dell’aria ambiente”

2.1. Normativa sulla qualità dell’aria

Il D.Lgs. n. 155/2010 “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa”, modificato con D.Lgs. n. 250/2012, DM 05 maggio 2015 e DM 26 gennaio 2017, è la normativa nazionale di riferimento per la pianificazione regionale in merito alla gestione della qualità dell’aria.

Il D.Lgs., attuando la Direttiva 2008/50/CE, riordina completamente la normativa in materia di gestione e tutela della qualità dell’aria, ed abroga e sostituisce le seguenti norme previgenti:

- D.Lgs. n. 351/1999 “Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e gestione della qualità dell’aria”;
- D.M. 2 aprile 2002, n. 60 “Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle di piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell’aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio”;
- Il D.Lgs. n. 183/2004 “Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all’ozono nell’aria”;
- Il D.Lgs. n. 152/2007 “Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l’arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell’aria ambiente”.

Le funzioni amministrative relative alla valutazione e alla gestione della qualità dell’aria ambiente competono allo Stato, alle Regioni e agli Enti locali.

La normativa regola le concentrazioni in aria ambiente degli inquinanti: biossido di zolfo (SO₂), biossido di azoto (NO₂), ossidi di azoto (NO_x), monossido di carbonio (CO), particolato (PM₁₀ e PM_{2.5}), piombo (Pb), benzene (C₆H₆), oltre alle concentrazioni di ozono (O₃) e ai livelli nel particolato PM₁₀ di alcuni parametri, quali cadmio (Cd), nichel (Ni), arsenico (As), e Benzo(a)pirene (BaP).

I vincoli più generali sono il rispetto dei limiti di concentrazione per ciascun inquinante misurati tramite una rete di monitoraggio con stazioni fisse e mobili di misurazione rappresentative di ampie aree di territorio.

Gli scopi del decreto si possono riassumere come segue (art. 1 comma 1):

- individuare gli obiettivi di qualità dell’aria per evitare o ridurre gli impatti sulla salute umana e sull’ambiente;
- introdurre standard di valutazione delle caratteristiche dell’aria nel territorio nazionale;
- ottenere informazioni sulla qualità dell’aria con la finalità di individuare le misure da adottare per contenere l’inquinamento;
- mantenere o migliorare la qualità dell’aria;
- garantire al pubblico le informazioni sulla qualità dell’aria.

Il Decreto si basa sui seguenti principi (art. 1 comma 4):

- mantenere elevati standard qualitativi ed omogenei di valutazione e gestione della qualità dell’aria su tutto il territorio nazionale;

- organizzare secondo criteri di tempestività il sistema di acquisizione, di trasmissione e di messa a disposizione dei dati e delle informazioni finalizzate alla qualità dell'aria;
- realizzare una zonizzazione e classificazione del territorio regionale e nazionale sulla base del carico emissivo, delle caratteristiche orografiche, meteo-climatiche e di urbanizzazione;
- effettuare la valutazione della qualità dell'aria in base alla razionalizzazione della rete di misura e ad un programma di valutazione;
- predisporre piani e misure da attuare in caso di individuazione di una o più aree di superamento dei valori limite di concentrazione degli inquinanti.

La Regione Marche con la Deliberazione dell'assemblea legislativa DACR n. 143 del 12/01/2010 ha approvato il Piano Regionale di Risanamento e Mantenimento della Qualità dell'aria, realizzato in base le norme in vigore all'atto della sua approvazione (ai sensi del D.Lgs. 351/1999 artt. 8 e 9).

2.2. Zonizzazione e classificazione del territorio regionale

Il Decreto Legislativo 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" stabilisce che l'intero territorio nazionale sia suddiviso in zone e agglomerati da classificare ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente. Alla zonizzazione provvedono le Regioni e le Province autonome sulla base dei criteri indicati nello stesso decreto. La Regione Marche ha approvato il progetto di zonizzazione e classificazione del territorio regionale ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente ai sensi del D. Lgs. 155/2010, artt. 3 e 4, con Delibera consiliare n. 116 del 9 dicembre 2014, pubblicata sul Bollettino Ufficiale n. 118 del 24/12/2014 (Figura 1). La Regione Marche ha inoltre predisposto un "Progetto di adeguamento della rete di misura ai fini della valutazione della qualità dell'aria", con l'obiettivo di adeguare la classificazione del territorio agli indirizzi previsti dal D.Lgs. 155/2010. Il Progetto di adeguamento della rete di monitoraggio è stato approvato dal MATTM con nota prot. 624 del 14/01/2019.

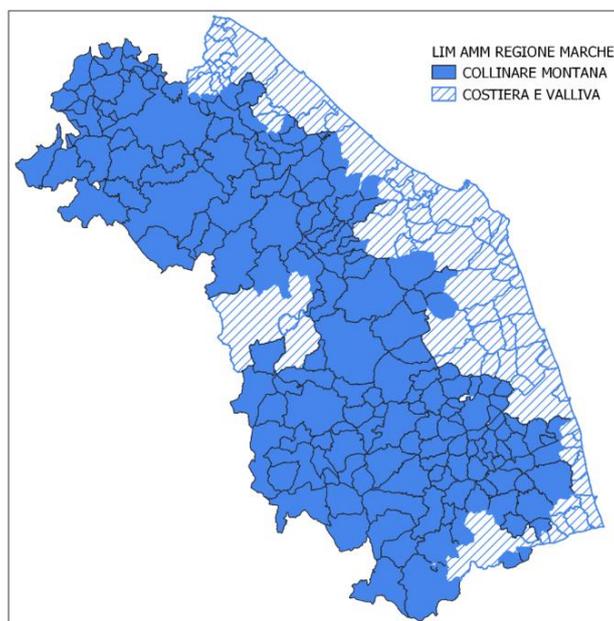


Figura 1: Zonizzazione della Regione Marche, da DACR n.116/2014.

2.3. Indicatori di Sintesi

In questo documento è stato verificato il rispetto dei valori limite e/o valori obiettivo degli indicatori riportati nella Tabella 1.

Tabella 1: Valori limite per la protezione della salute umana e della vegetazione, D.Lgs 155/2010 e ss.mm.ii.

INQUINANTE	NOME LIMITE	INDICATORE STATISTICO	VALORE
SO₂ Biossido di Zolfo	Livello critico per la protezione della vegetazione	Media annuale e Media invernale	20 µg/m ³
	Soglia di allarme	superamento per 3h consecutive del valore soglia	500 µg/m ³
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per anno civile
	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h	125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile
NO_x Ossido di Azoto	Livello critico per la protezione della vegetazione	Media annuale	30 µg/m ³
NO₂ Biossido di Azoto	Soglia di allarme	superamento per 3h consecutive del valore soglia	400 µg/m ³
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per annocivile
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³
PM10 Polveri	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h	50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per annocivile
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³
PM2.5 Polveri	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	25 µg/m ³
CO Monossido di Carbonio	Limite per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	10 mg/m ³
C₆H₆ Benzene	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	5.0 µg/m ³
O₃ Ozono	Soglia di informazione	superamento del valore orario	180 µg/m ³
	Soglia di allarme	superamento del valore orario	240 µg/m ³
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	120 µg/m ³
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	120 µg/m ³ da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni
	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	18000 µg/m ³ *h da calcolare come media su 5 anni
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	6000 µg/m ³ *h
BaP Benzo(a)pirene	Valore obiettivo	Media annuale	1 ng/m ³
Pb Piombo	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	0,5 µg/m ³
Ni Nichel	Valore obiettivo	Media Annuale	20 ng/m ³
As Arsenico	Valore obiettivo	Media Annuale	6 ng/m ³
Cd Cadmio	Valore obiettivo	Media Annuale	5 ng/m ³

3. La Rete di Monitoraggio nella Regione Marche

Il quadro conoscitivo dello stato della qualità dell'aria ambiente regionale 2015-2021 è stato elaborato con i dati acquisiti dalla rete di monitoraggio fino al 31 dicembre 2021.

Tutte le stazioni regionali sono gestite dal Centro Regionale della Qualità dell'Aria ARPAM che provvede anche alla validazione dei dati provenienti dalle stazioni stesse.

La rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria prevede il monitoraggio degli inquinanti attraverso 17 stazioni fisse e un laboratorio mobile adibito a fisso. In Tabella 2 è riportato l'elenco delle stazioni costituenti la RRQA e la rispettiva dotazione strumentale per il monitoraggio degli indicatori come richiesto da normativa.

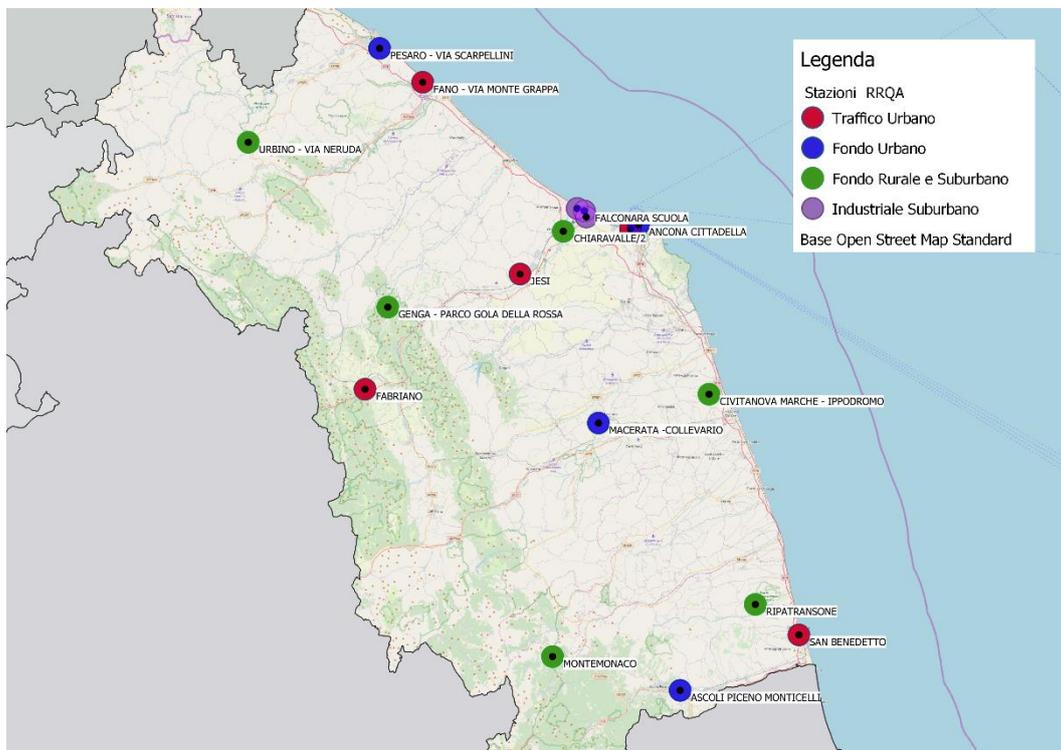


Figura 2: Ubicazione delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria.

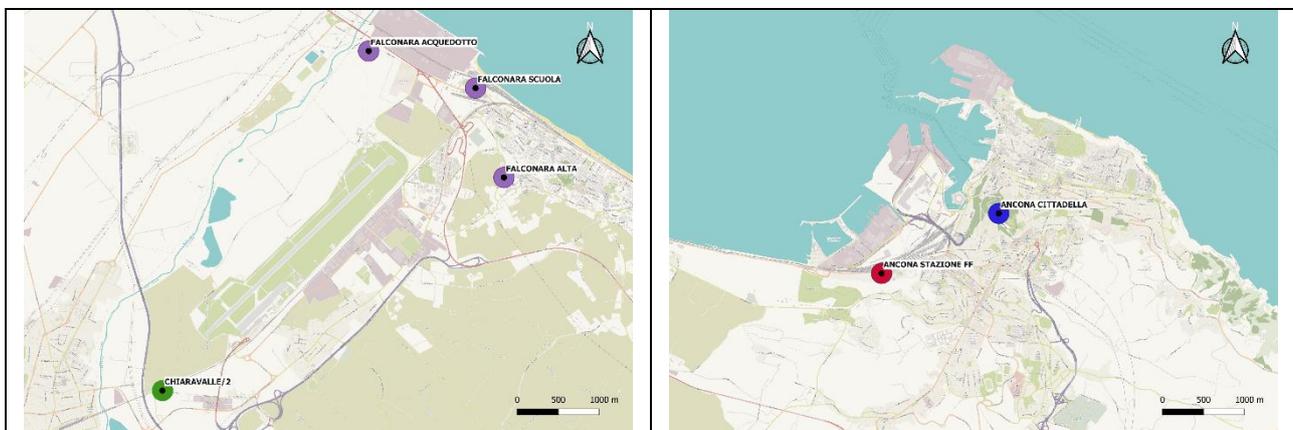


Figura 3: Stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria: a) Zoom su Falconara M.ma e Chiaravalle; b) Zoom su Ancona.

Tabella 2: Elenco delle stazioni e dei relativi inquinanti monitorati, secondo D.Lgs. 155/2010, aggiornata 2021.

Parametri analizzati per ciascuna stazione - anno 2021														
Zona	Provincia	Comune	Nome_Stazione	Classificazioni	SO ₂	NO ₂ -NO _x	CO	O ₃	PM10	PM2.5	Benzene	B(a)p	Metalli	
Costiero-Valliva	AN	Ancona	Ancona Cittadella	FU	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Ancona	Ancona Stazione FF	TU	X	X	X	X	X	X	X	X		
		Chiaravalle	Chiaravalle/2	FS	X	X	X	X	X	X	X			
		Fabriano	Fabriano	TU		X	X		X	X				
		Falconara M.ma	Falconara Acquedotto	IS	X	X		X				X		
		Falconara M.ma	Falconara Alta	IS	X	X		X	X			X		
		Falconara M.ma	Falconara Scuola	IS	X	X		X	X	X	X	X	X	
	Jesi	Jesi	TU		X	X		X			X			
	AP	Ascoli Piceno	Ascoli Piceno Monticelli	FU		X		X	X	X	X	X		
		San Benedetto	San Benedetto	TU		X	X		X			X		
	MC	Civitanova Marche	Civitanova Marche - Ippodromo	FR		X		X	X	X				
		Macerata	Macerata - Collevorio	FU		X	X	X	X	X	X	X		
	PU	Fano	Fano - Via Monte Grappa	TU	X	X	X		X	X	X	X		
Pesaro		Pesaro - Via Scarpellini	FU		X	X	X	X	X	X	X			
Collinare-Montana	AN	Genga	Genga - Parco Gola della Rossa	FR	X	X	X	X	X	X				
	AP	Montemonaco	Montemonaco	FR		X		X	X		X			
	AP	Ripatransona	Ripatransone	FR					X	X				
	PU	Urbino	Urbino - Via Neruda	FS		X	X	X	X					

LEGENDA tipologia stazioni:

T: Traffico	U: Urbano
F: Fondo	S: Suburbano
I: Industriale	R: Rurale

In Figura 2 si illustra l'ubicazione delle centraline i cui dati sono stati utilizzati nella presente valutazione della qualità dell'aria; in Figura 3 si riporta il dettaglio di alcune aree, Falconara M.ma e Ancona.

I dati relativi agli inquinanti misurati attraverso le centraline vengono elaborati quotidianamente dall'ARPAM e messi a disposizione dei cittadini attraverso la pubblicazione sul sito web relativo alla qualità dell'aria dopo un processo di verifica e validazione: <http://85.47.105.98:16382/>.

In alcune stazioni della rete RRQA sono monitorati anche parametri non direttamente normati dal D.Lgs. 155/2010:

Acido solfidrico H₂S

La normativa europea e quella nazionale non stabiliscono valori limite, soglie di allarme e/o valori obiettivo di qualità dell'aria per questo inquinante. In mancanza di riferimenti normativi, a livello nazionale ed internazionale, si fa riferimento ai valori guida indicati dalla OMS-WHO.

Il parametro è monitorato presso le stazioni Falconara Acquedotto, Falconara Scuola e, dal 14 Marzo 2019, anche presso Falconara Alta.

Ammoniaca NH₃

Questo inquinante non rientra fra quelli previsti per il monitoraggio della qualità dell'aria. È monitorato in una sola stazione, Falconara Scuola, che è sita a ridosso dell'abitato di Villanova di Falconara, equidistante dall'impianto di raffinazione e dall'impianto consortile di depurazione delle acque reflue, dai quali potrebbero principalmente, in determinate condizioni, essere immesso in atmosfera tale inquinante. L'ammoniaca, misurata in tale area, può derivare anche, in misura ridotta, dalla concimazione dei vasti terreni presenti nell'area.



Idrocarburi totali non metanici NMHC

Per questo parametro non sono previsti limiti normativi. Gli analizzatori sono presenti nelle stazioni di tipo industriale della rete di monitoraggio, installate a Falconara M.ma.

Particolato PM1

L'acquisizione dei valori di particolato PM1 viene effettuata in via sperimentale, in quanto ancora non previsto dalla normativa sulla qualità dell'aria, nella sola stazione di monitoraggio Ancona Cittadella.

4. Quadro di sintesi

Il quadro dello stato della qualità dell'aria ambiente delle Marche per il 2021, ottenuto dall'analisi dei dati forniti dalla rete regionale, può essere sintetizzato come segue:

PM10: il limite massimo pari a 35 superamenti annui del valore medio giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato rispettato da tutte le stazioni di monitoraggio come è stato sempre rispettato anche il limite del valore medio annuo di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

PM2.5: il limite normativo di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media annuale è stato rispettato in tutte le stazioni.

NO₂: i valori limite previsti dalla norma, limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media annuale e il limite massimo di 18 superamenti della media oraria di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sono stati rispettati.

NO_x: Il livello critico per la protezione della vegetazione è inferiore al valore limite previsto in tutte le stazioni di fondo rurale.

Ozono: è confermata la criticità di questo parametro nei mesi estivi. Il valore obiettivo per la protezione della salute umana, pari a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 25 giorni all'anno, e la soglia di informazione, pari a $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sono stati superati entrambi in 1 stazione della RRQA (Montemonaco). Come media sui 3 anni (2019-2021), sono 2 le stazioni (Ascoli e Montemonaco) che hanno superato il valore obiettivo per la protezione della salute umana. Nella stazione di Montemonaco è stato superato il valore obiettivo per la protezione della vegetazione (AOT40, media su 5 anni 2017-2021).

SO₂: i valori limite previsti dalla norma, limite di $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media giornaliera da non superare più di 3 volte per anno civile e il limite massimo di 24 superamenti della media oraria di $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sono stati rispettati. I livelli critici per la protezione della vegetazione annuale e invernale sono significativamente inferiori ai valori limite previsti.

CO, Benzene: i dati registrati nel corso del 2021 confermano l'assenza di criticità e il rispetto dei limiti imposti da normativa.

Benzo(a)pirene e Metalli: i valori obiettivi per BaP, Nichel, Arsenico e Cadmio sono stati rispettati, come anche il valore limite per il Piombo.

Per una visione globale, i risultati ottenuti dal monitoraggio, nel periodo 2015-2021 sono riassunti nel grafico di Figura 4, in cui sono riportate il numero delle stazioni di monitoraggio della RRQA che **rispettano/non rispettano (verde/rosso)** i limiti normativi per la protezione della salute secondo il D.Lsg.155/2010 per i parametri PM10 ed NO₂, presso le stazioni di monitoraggio della RRQA, secondo i criteri riportati in Tabella 3.

Tabella 3: Criteri per la verifica dei limiti di legge, D.Lgs. 155/2010

Parametro	Criteri per la verifica dei valori limite - D.Lgs. 155/2010
PM10	Media 24 h > $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ più di 35 volte Media anno > $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$
PM2.5	Media anno > $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$
NO ₂	1 h > $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ più di 18 volte Media anno > $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$
O ₃	Massimo media mobile 8 ore su 24h > $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ più 25 giorni per anno
Benzene	Media anno > $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

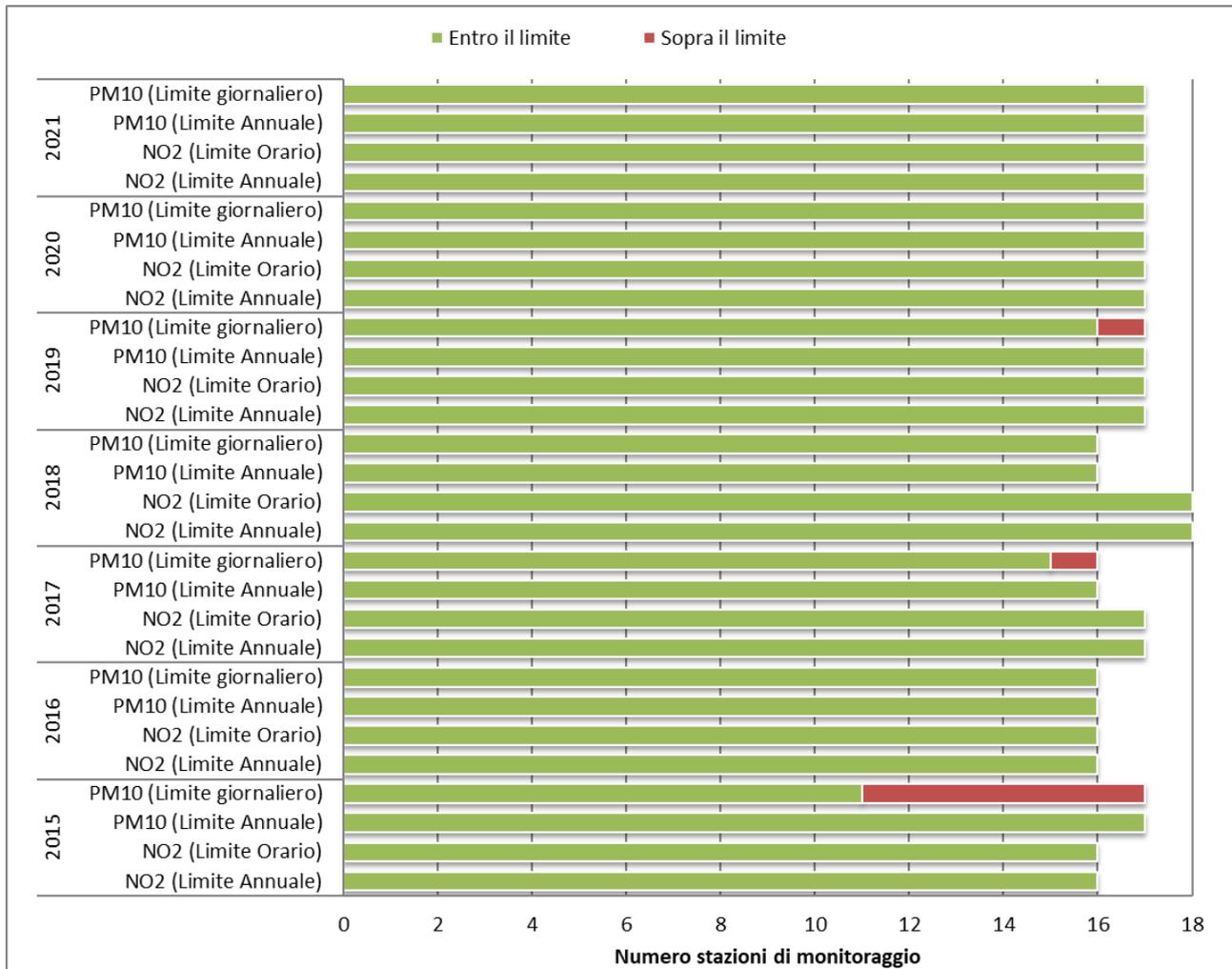


Figura 4: Numero di stazioni che rispettano/non rispettano i valori limite per la protezione della salute (D.Lgs.155/2010) per i parametri PM10 e NO2.

Si riporta la distribuzione spaziale delle concentrazioni medie annuali del PM10, Figura n.5 (media annuale) e Fig. n.6 (n. superamenti), e del Biossido di azoto NO2, Figura 7. Si riportano inoltre i superamenti del valore obiettivo per la protezione della salute dell'Ozono come media su tre anni 2019-2021, Figura 8.

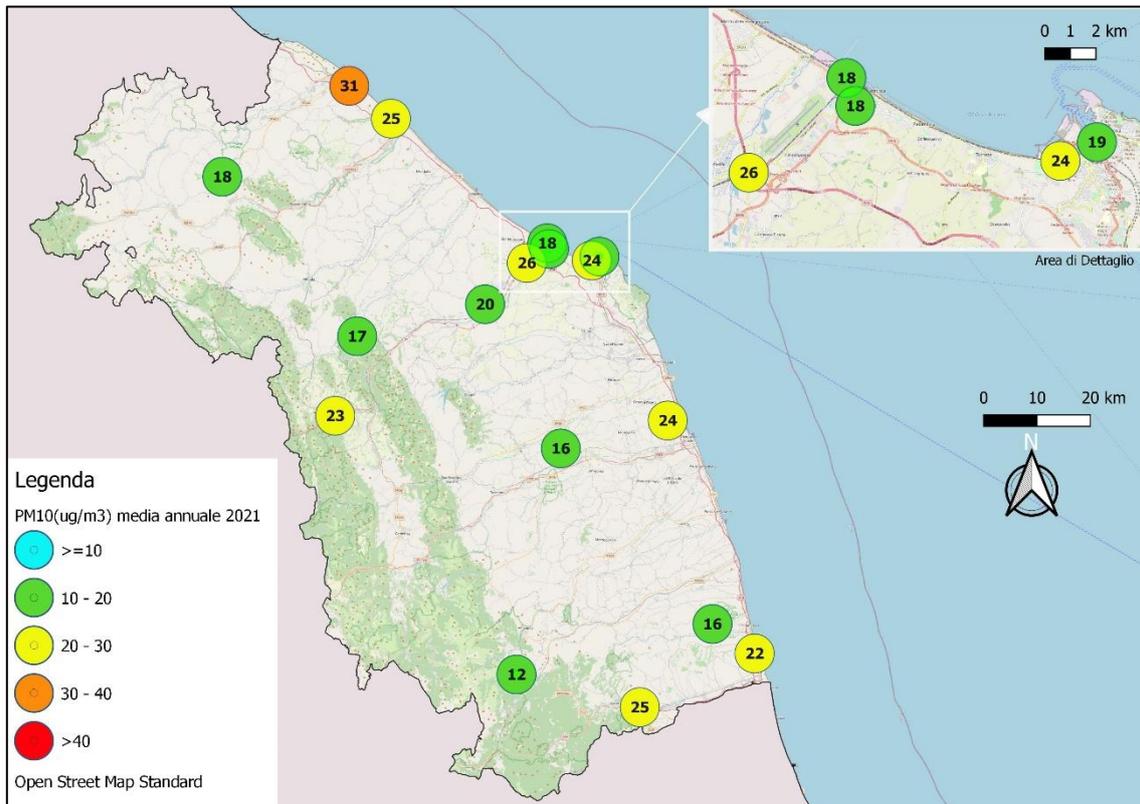


Figura 5: PM10 media annuale 2021, base OpenStreetMap.

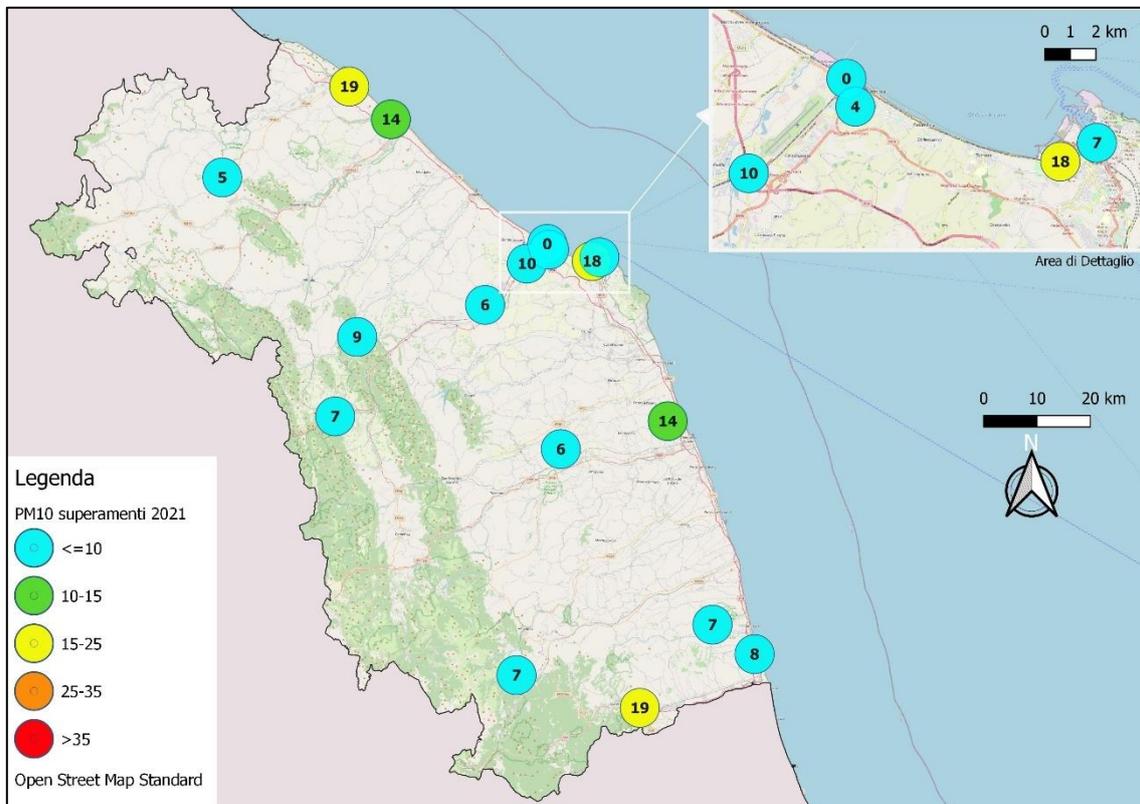


Figura 6: PM10 superamenti annui 2021, base OpenStreetMap.

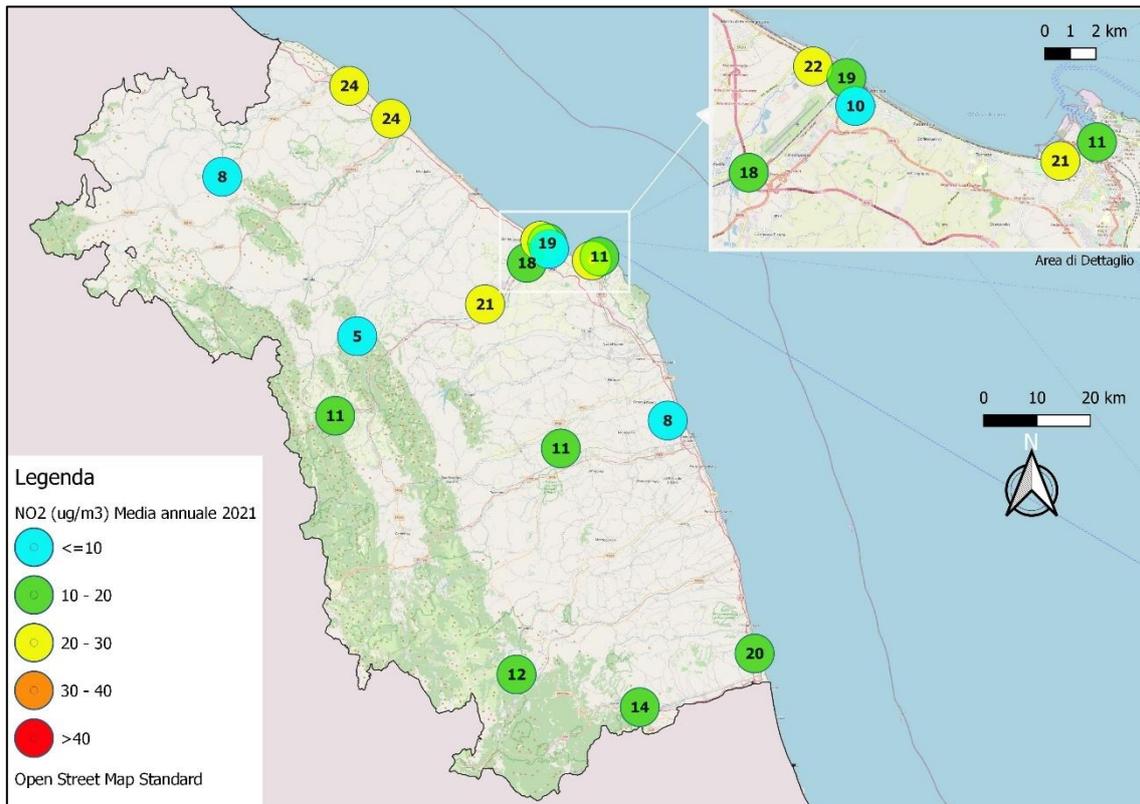


Figura 7: NO₂ media annuale 2021, base OpenStreetMap.

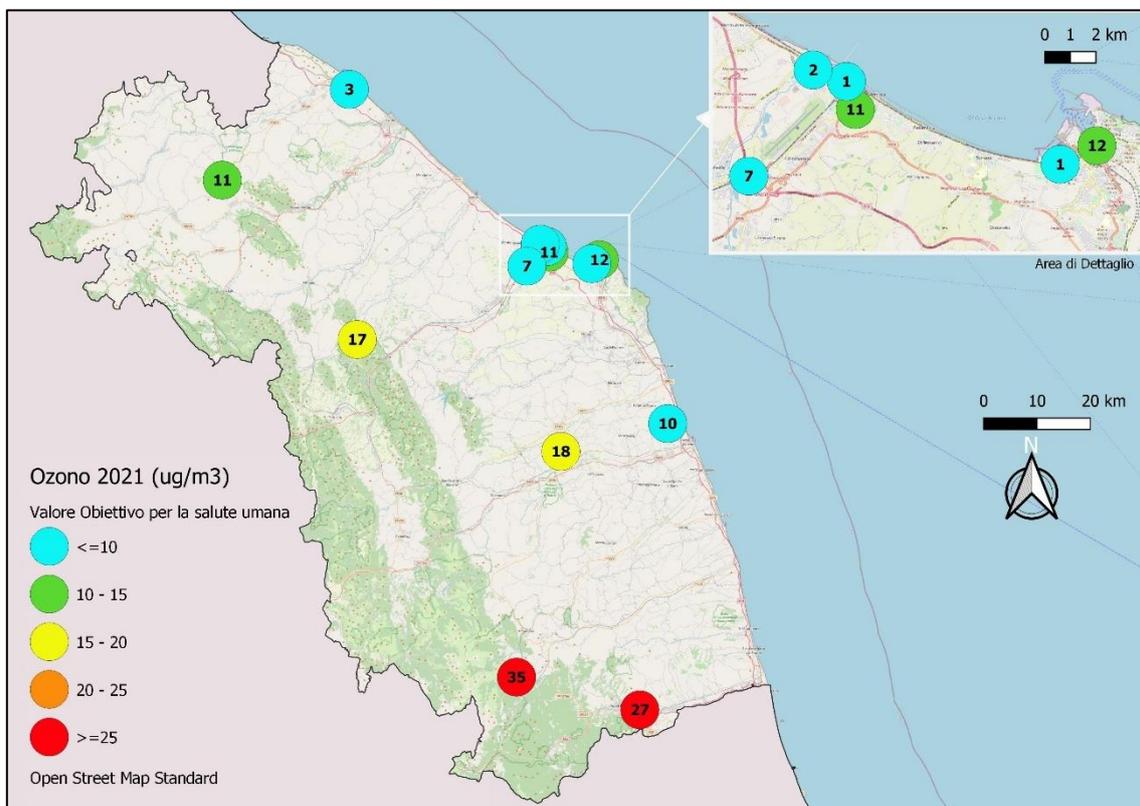


Figura 8: O₃ superamenti del valore obiettivo come media su 3 anni 2019-2021, base OpenStreetMap.

Per quanto concerne la protezione della vegetazione, sono stati valutati i seguenti obiettivi previsti dalla normativa.

Tabella 4: Criteri per la verifica dei limiti di legge per la protezione della vegetazione, D.Lgs. 155/2010

Criteri per la verifica dei valori critici e/o dei valori obiettivo - D.Lgs. 155/2010	
Parametro	155/2010
SO ₂	Media annuale e Media invernale (Ottobre-Marzo) > 20 µg/m ³
NO _x	Media annuale > 30 µg/m ³
AOT40 (O ₃)	Media su 5 anni della somma delle differenze tra le concentrazioni orarie di ozono superiori ad 80 µg/m ³ ed 80 µg/m ³ nel periodo di tempo da maggio a luglio, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 08:00 e le 20:00 > 18.000 µg/m ³ *h

Il rispetto dei parametri in Tabella 4 è stato valutato esclusivamente in riferimento alle stazioni di Fondo Rurale, considerate rappresentative per la protezione della vegetazione. L'unica stazione di fondo rurale che rileva il parametro SO₂ è la stazione di Genga. Sia la media annuale 2021 dei valori orari che la media sul periodo invernale (Ottobre 2020-Marzo 2021) dei valori orari risultano ampiamente sotto il valore critico di 20 µg/m³.

Le stazioni di fondo rurale che rilevano l'Ozono e gli NO_x sono Genga, Civitanova Ippodromo e Montemonaco. Per tali stazioni è stata calcolata la media annuale degli NO_x e il parametro AOT40 (secondo i criteri di calcolo riportati nell'Allegato VII del D.Lgs.155/2010).

In tutte le stazioni il livello critico per la vegetazione di NO_x non è stato mai superato negli anni 2015-2021. Delle 3 stazioni di fondo rurale che rilevano l'Ozono, nel periodo degli ultimi 5 anni (2017-2021) il valore obiettivo per la protezione della vegetazione AOT40 di 18.000 µg/m³*h è stato superato nella stazione di Montemonaco.

4.1 Analisi statistica dei dati di lungo periodo 2012-2021 per PM10, PM2,5, NO2 e O3

Nelle stazioni della RRQA considerate complessivamente è stato determinato il trend temporale di lungo periodo delle concentrazioni di PM10, PM2,5, NO2 e O3 nel decennio che va dal 2012 al 2021. La tendenza di lungo periodo con la relativa significatività statistica (valore p/p-value) è stata stimata utilizzando un modello di regressione lineare multilivello ad intercetta casuale, che tiene conto della correlazione esistente tra le concentrazioni misurate nella stessa stazione di monitoraggio, dell'influenza stagionale (estate: aprile-settembre; inverno: ottobre-marzo) e della tipologia di stazione (traffico urbano, fondo urbano, fondo rurale e suburbano, industriale suburbano).

Un risultato statisticamente non significativo indica che la variazione osservata è attribuibile al caso e pertanto può essere considerata nulla.

Il trend decennale, dal 2012 al 2021, risulta in significativa riduzione per il PM10, PM2,5 e NO2, a differenza dell'ozono per il quale risulta una tendenza all'aumento (Fig.9). Nel 2021, rispetto al valore medio rilevato nel 2012, il PM10, PM2,5 e NO2 mostrano mediamente una riduzione delle concentrazioni, rispettivamente, del 34%, 27% e 35% mentre l'ozono presenta un incremento del 6%.

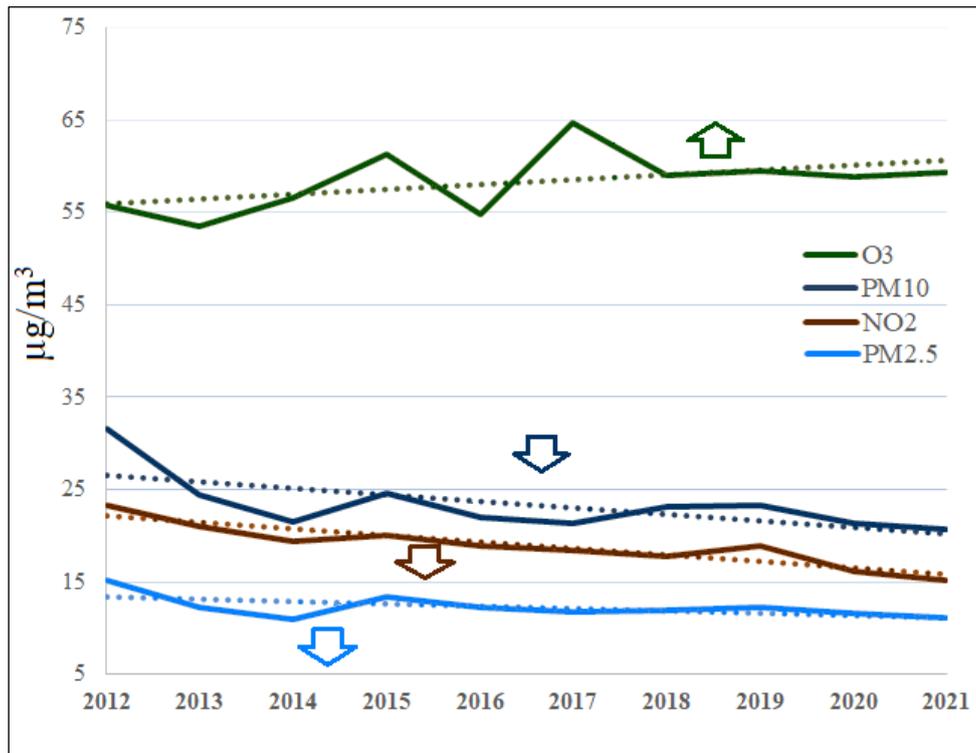


Figura 9: Trend temporale dal 2012 al 2021 delle concentrazioni di PM10, PM2,5, NO2 e O3 della RRQA - Marche.

5. Particolato Atmosferico (PM10-PM2.5-PM1)

In questo paragrafo è analizzato lo stato della qualità dell'aria rispetto al particolato PM10, PM2.5 e vengono forniti i valori del parametro PM1, analizzato in via sperimentale.

5.1. Particolato PM10

Dall'analisi degli indicatori sui dati di concentrazione di PM10, misurati nel 2021, e di cui si riportano anche i valori degli anni precedenti, è possibile esprimere alcune considerazioni, scaturite dal confronto con i valori limite di legge (allegato XI D.Lgs. 155/2010 e s.m.i.) che per il PM10 rappresentano il numero delle medie giornaliere con concentrazione superiore a 50 µg/m³ e alla media annuale.

Tabella 5: Valori di PM10 anni 2015-2021.

PM10																
Stazione	Tipo stazione	Tipo zona	Media del periodo (V.L. annuo 40 µg/m ³)							N° Superamenti (V.L. 50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte anno)						
			2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Fabriano	T	U	23	24	26	24	20	24	19	7	7	9	3	6	11	5
Fano Via Montegr.	T	U	25	26	29	30	29	28	32	14	34	36	29	35	33	40
Jesi	T	U	20	25	27	30	26	29	37	6	18	20	20	15	25	57
San Benedetto	T	U	22	22	26	31	23	25	29	8	11	23	26	9	25	38
Ancona Stazione FF (*)	T	U	24	26	24	19	\	\	\	18	26	8	4	\	\	\
Ancona Cittadella	F	U	19	22	21	26	25	26	30	7	18	7	18	18	13	19
Ascoli Monticelli	F	U	25	22	24	20	19	19	22	19	7	13	2	0	0	5
Macerata Collevario	F	U	16	16	19	17	16	16	17	6	1	2	0	0	0	1
Pesaro Via Scarpellini	F	U	31	23	33	26	31	31	34	19	29	33	20	38	35	45
Civitanova Ippodromo	F	R	24	19	15	17	18	16	19	14	3	0	0	0	0	3
Genga – Parco G.	F	R	17	21	22	20	14	15	17	9	3	5	2	0	0	1
Montemonaco	F	R	12	11	17	15	9	9	9	7	3	3	1	0	1	0
Ripatransone	F	R	16	20	19	21	12	13	15	7	4	1	0	0	0	0
Chiaravalle/2	F	S	26	26	26	25	23	24	29	10	18	15	4	10	5	27
Urbino - Via Neruda (**)	F	S	18	16	17	20	21	23	21	5	6	1	6	9	8	4
Falconara Alta	I	S	18	21	24	24	22	24	28	4	12	13	9	16	23	21
Falconara Scuola	I	S	18	23	24	25	24	28	34	0	10	6	17	19	27	49

(*): Laboratorio Mobile attrezzato come stazione fissa attivo dal 27/04/2018
(**): Dati dell'anno 2019 disponibili dal 10 Febbraio 2019

Anche per il 2021, come per gli anni precedenti, il valore limite relativo all'indicatore della media annuale di PM10 fissata a 40 µg/m³ è stato rispettato in tutte le stazioni afferenti alla Rete Regionale, Tabella 5 e Fig.10. La concentrazione media registrata nelle sole stazioni di traffico è stata pari a 23 µg/m³, facendo registrare una leggera diminuzione rispetto agli anni precedenti.

Tabella 6: Valori di PM10 anni 2015-2021, riepilogativo.
(Nel calcolo della media per le stazioni di traffico del 2018 è stata esclusa Ancona Stazione)

	Anno 2021	Anno 2020	Anno 2019	Anno 2018	Anno 2017	Anno 2016	Anno 2015
Stazioni di tipo traffico urbano	23	25	26	29	24	26	29
Stazioni di tipo fondo urbano	23	21	24	22	23	23	26
Stazioni di tipo fondo rurale e suburbano	19	19	19	20	16	17	18
Stazioni di tipo industriale suburbano	18	22	24	25	23	26	31
Media regionale (tutte le stazioni)	21	21	23	23	21	22	24

Per quanto riguarda il numero di superamenti della media giornaliera di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM10, che sono stati registrati nel 2021, il limite di 35 superamenti annuali indicato dal D.Lgs. 155/2010 non è stato superato da nessuna stazione, (Fig.11).

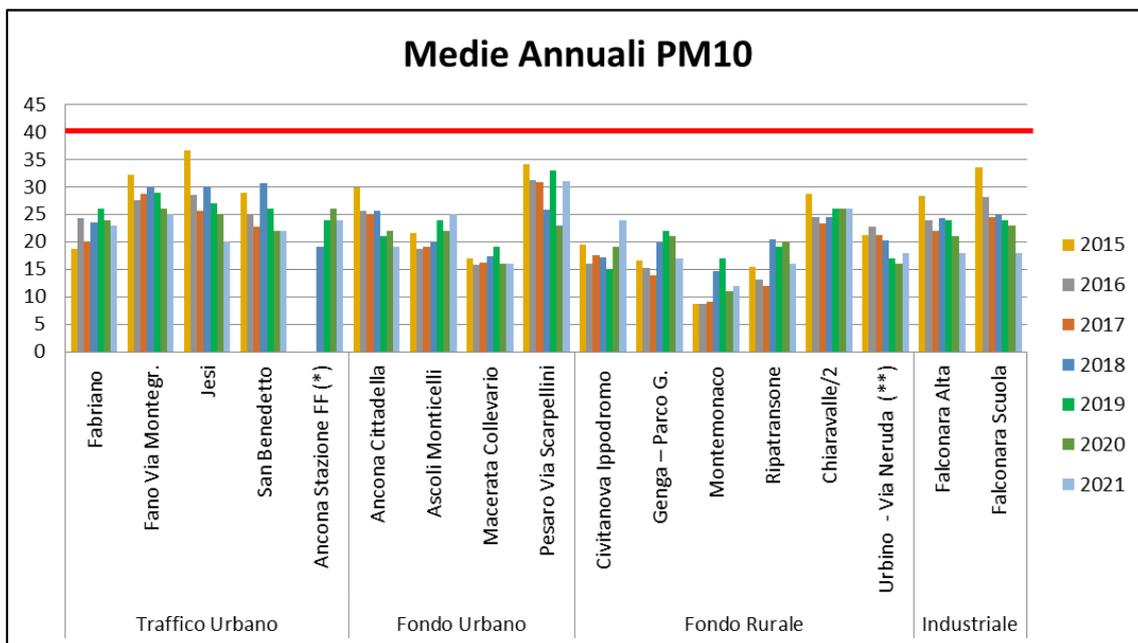


Figura 10: Medie annuali PM10 anni 2015-2021.

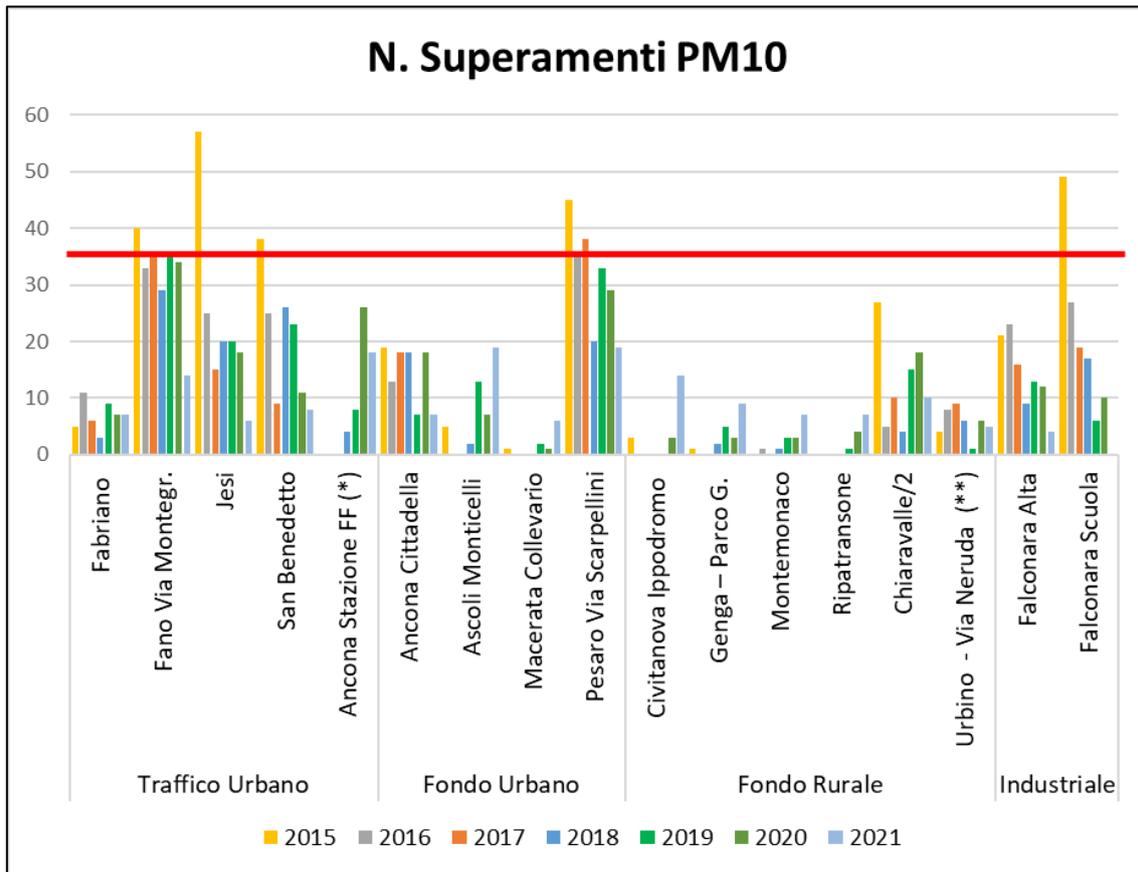


Figura 11: N. Superamenti soglia 50 µg/m³ PM10 anni 2015-2021.

5.2. Particolato PM2.5

Per il PM2.5 gli indicatori elaborati sui dati misurati nel 2021 sono stati confrontati con il valore limite di legge (allegato XI del D.Lgs. 155/2010 e s.m.i.) che per il PM2.5 corrisponde alla media annuale di 25 µg/m³.

Tabella 7: Valori di PM2.5 anni 2015-2021.

PM2.5									
Stazione	Tipo stazione	Tipo zona	Media annuale (Valore Limite 25 µg/m ³)						
			2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Fabriano	T	U	14	13	13	14	11	11	11
Fano (**)	T	U	14	\	\	\	\	\	\
Ancona Stazione (*)	T	U	13	14	14	14	\	\	\
Ancona Cittadella	F	U	12	14	14	13	15	14	17
Ascoli Monticelli	F	U	12	13	14	12	13	13	13
Macerata Collevario (***)	F	U	9	8	10	10	9	\	\
Pesaro Via Scarpellini	F	U	13	13	17	16	17	17	16
Civitanova Ippodromo	F	R	7	6	10	11	11	10	12
Genga – Parco Gola della Rossa Via	F	R	7	9	10	12	8	8	11
Ripatransone	F	R	8	11	10	11	\	\	\
Chiaravalle/2	F	S	16	15	14	13	12	13	15
Falconara Scuola	I	S	12	14	15	14	13	18	19

(*): Laboratorio Mobile attrezzato come stazione fissa attivo dal 27/04/2018
 (**): Nella Stazione di Fano il polverometro per PM2.5 è in funzione dal 22/04/2021
 (***): Nella stazione di Macerata il polverometro per PM2.5 è stato installato nel 2017

Il limite normativo sulla media annuale nel 2021 è stato ampiamente rispettato in tutte le stazioni della Rete Regionale, da quelle da traffico alle industriali fino a quelle da fondo, sia urbane che rurali, Tabella 7. I valori medi più alti di PM2.5 nel 2021 sono stati registrati dalla stazione di fondo suburbano di Chiaravalle/2, con un valore medio di 16 µg/m³, seguita dalle stazioni di Fabriano e Fano a pari merito con una media annua pari a 14 µg/m³. I valori di PM2.5, nel confronto con i dati degli anni precedenti, mostrano una situazione abbastanza stabile.

Tabella 8: Valori di PM2,5 anni 2015-2021, riepilogativo.

PM2.5 – valore medio (µg/m ³)	Anno 2021	Anno 2020	Anno 2019	Anno 2018	Anno 2017	Anno 2016	Anno 2015
Stazioni di tipo traffico urbano	14	14	14	14	16	14	15
Stazioni di tipo fondo urbano	11	12	14	13	13	15	15
Stazioni di tipo fondo rurale e suburbano	9	10	11	10	9	9	11
Stazioni di tipo industriale suburbano	11	14	15	14	13	18	19
Media regionale (tutte le stazioni)	11	11	12	12	12	13	14

La concentrazione media registrata nelle sole stazioni di traffico è stata pari a 14 µg/m³, Tabella 8.

5.3. Particolato PM1

L'acquisizione dei valori di particolato PM1 è effettuata in via sperimentale, in quanto il parametro non è previsto dalla normativa sulla qualità dell'aria, D.Lgs. 155/2010. I valori sono monitorati presso una sola stazione della Rete Regionale, Ancona Cittadella. La media dei valori registrati nell'arco dell'anno 2021 è stata di $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mediamente stabile rispetto alle medie registrate negli anni precedenti, Tabella 9.

Tabella 9: Valori di PM1 anni 2015-2021.

PM1				
Stazione	Anno	Tipo stazione	Tipo zona	Media annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Ancona Cittadella	2021	F	U	7
Ancona Cittadella	2020	F	U	8
Ancona Cittadella	2019	F	U	7
Ancona Cittadella	2018	F	U	8
Ancona Cittadella	2017	F	U	7
Ancona Cittadella	2016	F	U	6
Ancona Cittadella	2015	F	U	8

6. Ossidi di Azoto (NO₂, NO_x)

6.1. Biossido di Azoto (NO₂)

Gli indicatori elaborati sui dati del 2021 sono stati confrontati con i valori limite di legge (allegato XI D.Lgs. 155/2010 e s.m.i.) che per il biossido di azoto corrispondono al numero delle medie orarie con concentrazione superiore a 200 µg/m³ e alla media annuale, che non deve superare il valore di 40 µg/m³.

Tabella 10: Valori di NO₂ anni 2015-2021.

NO ₂																
Stazione	Tipo stazione	Tipo zona	Media del periodo (V.L. annuo 40 µg/m ³)							N° Superamenti (V.L. 200 µg/m ³ - come media oraria) da non superare più di 18 volte anno						
			2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Fabriano	T	U	11	15	21	20	19	21	25	0	0	0	0	0	0	0
Fano Via Montegrappa	T	U	24	24	28	27	32	30	28	0	0	0	0	0	0	0
Jesi	T	U	21	17	26	28	30	30	28	0	0	0	0	0	0	0
San Benedetto	T	U	20	20	26	26	21	23	28	0	0	0	0	0	0	0
Ancona Stazione (*)	T	U	21	21	25	18	\	\	\	0	0	0	0	\	\	\
Ancona Cittadella	F	U	11	17	19	17	15	21	25	0	0	0	0	0	0	0
Ascoli Monticelli	F	U	14	10	14	15	17	13	16	0	0	0	0	0	0	0
Macerata Colleverario	F	U	11	11	12	13	14	15	18	0	0	0	0	0	0	0
Pesaro Via Scarpellini	F	U	24	24	27	19	21	24	25	0	0	0	0	0	0	0
Civitanova Ippodromo	F	R	8	8	7	8	8	9	9	0	0	0	0	0	0	0
Genga - Parco Gola della Rossa Via	F	R	5	4	6	6	7	7	6	0	0	0	0	0	0	0
Montemonaco	F	R	12	9	5	5	4	3	3	0	0	0	0	0	0	0
Chiaravalle/2	F	S	18	27	27	29	26	25	26	0	0	2	2	0	0	0
Urbino - Via Neruda	F	S	8	8	11	13	12	12	13	0	0	0	0	0	0	0
Falconara Alta	I	S	10	11	15	15	17	18	18	0	0	0	0	0	0	0
Falconara Acquedotto	I	S	22	18	22	19	16	18	23	0	0	0	0	0	0	0
Falconara Scuola	I	S	19	26	28	27	27	24	24	0	0	0	0	0	0	0

(*): Laboratorio Mobile attrezzato come stazione fissa attivo dal 27/04/2018

Il valore limite relativo alla media annuale, pari a 40 µg/m³, per il 2021 è stato rispettato ampiamente in tutte le stazioni, mantenendosi molto al di sotto del valore limite e con un valore di concentrazione media regionale pari a 15 µg/m³, Tabella 10; il valore medio annuale registrato presso le stazioni di traffico è stato di 19 µg/m³, mentre per le stazioni di fondo urbano è stato di 15 µg/m³ e 11 µg/m³ per fondo rurale e suburbano, Tabella 11.

Anche il limite di 18 superamenti della media oraria di 200 µg/m³ è stato rispettato in tutte le stazioni della Rete Regionale, in quanto non si è verificato alcun episodio di superamento.

Tabella 11: Valori di NO₂ anni 2015-2021, riepilogativo.

(Nel calcolo della media per le stazioni di traffico del 2018 è stata esclusa Ancona Stazione)

NO ₂ – valore medio (µg/m ³)	Anno 2021	Anno 2020	Anno 2019	Anno 2018	Anno 2017	Anno 2016	Anno 2015
Stazioni di tipo traffico urbano	19	19	25	25	26	26	27
Stazioni di tipo fondo urbano	15	16	18	16	17	18	21
Stazioni di tipo fondo rurale e suburbano	11	11	11	12	11	11	11
Stazioni di tipo industriale suburbano	17	18	22	20	20	20	22
Media regionale (tutte le stazioni)	15	16	19	18	18	18	20

6.2. Ossidi di Azoto (NO_x)

L'indicatore NO_x, il cui limite corrisponde alla media annuale di 30 µg/m³, è stato valutato soltanto nelle stazioni rappresentative per la protezione della vegetazione.

Per quanto concerne la protezione della vegetazione, delle 3 stazioni di fondo rurale che rilevano gli NO_x, tutte hanno rispettato il livello critico per la protezione della vegetazione NO_x di 30 µg/m³, Tabella 12.

Tabella 12: Valori di NO_x stazioni di fondo rurali anni 2015-2021.

NO _x									
Stazione	Tipo stazione	Tipo zona	Media del periodo (V.L. annuo 30 µg/m ³)						
			2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Civitanova Ippodromo	F	R	14	14	11	13	15	18	18
Genga – Parco Gola della Rossa	F	R	12	7	11	11	14	\	\
Montemonaco	F	R	20	14	9	9	8	5	6

7. Ozono (O₃)

Gli indicatori elaborati sui dati di ozono misurati sono stati confrontati con i parametri indicati dalla normativa (allegati VII e VIII del D.Lgs. 155/2010 e s.m.i.), nel dettaglio:

- valore obiettivo per la protezione della salute umana: N. medie massime giornaliere di 8 ore superiori a 120 µg/m³, l'indicatore è dato dalla media dei valori degli ultimi tre anni;
- valore obiettivo per la protezione della vegetazione AOT40: somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ e 80 µg/m³ tra maggio e luglio, rilevate ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00, l'indicatore è dato dalla media dei valori degli ultimi cinque anni;
- superamenti della soglia di informazione pari alla media oraria di 180 µg/m³;
- superamenti della soglia di allarme pari alla media oraria di 240 µg/m³.

Nel 2021 in una sola stazione si sono verificati più di 25 superamenti del valore limite obiettivo per la salute umana, indicato dal D.Lgs 155/2010 come media giornaliera di 8 ore pari a 120 µg/m³: i superamenti sono avvenuti presso la stazione di fondo rurale Montemonaco, Tabella 13.

Valutando la media dei superamenti negli ultimi tre anni 2019-2020-2021, sono 2 le stazioni che non hanno rispettato il limite dei 25 superamenti: la stazione di fondo rurale di Montemonaco e quella di fondo urbano di Ascoli Monticelli.

Nel corso del 2021 inoltre, sempre presso la stazione di Montemonaco è stato registrato un superamento della soglia di informazione (180 µg/m³ concentrazione oraria); non ci sono stati invece superamenti della soglia di allarme, pari a 240 µg/m³.

I valori più critici sono stati registrati dalle stazioni di fondo rurale e fondo urbano. Grafici del "giorno tipo" realizzati in report degli anni precedenti indicano come l'ozono sia direttamente correlato alle ore di maggior irraggiamento solare. La situazione descritta è tipica dell'ozono che, in conseguenza della sua natura chimica, sebbene possa essere trasportato anche a grande distanza dalle masse d'aria in movimento, non permane a lungo in atmosfera. D'esito, nelle aree urbane, dove è tendenzialmente maggiore l'inquinamento atmosferico, l'ozono si forma e reagisce con elevata rapidità (i composti primari che partecipano alla sua formazione sono gli stessi che possono causarne una rapida distruzione). Se l'ozono prodotto in area urbana viene rimosso fisicamente per trasporto verso aree suburbane e rurali, acquista un tempo di vita superiore a causa del minore inquinamento da ossido di azoto (NO_x) e può accumularsi raggiungendo valori di concentrazione superiori a quelli urbani. Va inoltre considerato che nelle aree caratterizzate da forte presenza di vegetazione vi è la produzione naturale di alcheni (pinene, limonene, isoprene) che sono fra i più reattivi precursori di ozono.

Per quanto concerne la protezione della vegetazione, 2 stazioni di fondo rurale su 3 che rilevano l'ozono, hanno rispettato il valore obiettivo per la protezione della vegetazione AOT40 di 18.000 µg/m³*h come media calcolata negli ultimi 5 anni, 2017-2021, limite superato dalla stazione di Montemonaco, Tabella 14.

Tabella 13: Valori di O₃ anni 2015-2021.

O ₃																	
Stazione	Tipo stazione	Tipo zona	N. giorni di superamento per anno civile del valore limite 120 µg/m ³ come media giornaliera di 8 ore (non più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni)								N° Superamenti del Valore Limite Soglia di Informazione come media oraria 180 µg/m ³						
			Media 3 anni	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Ancona Stazione (*)	T	U	1	0	0	2	0	\	\	\	0	0	0	0	\	\	\
Ancona Cittadella	F	U	12	14	9	12	9	33	7	17	0	0	7	0	0	0	0
Ascoli Monticelli	F	U	27	22	33	25	17	52	19	71	0	0	0	0	1	0	8
Macerata Collevario	F	U	18	15	10	30	27	42	0	36	0	0	0	0	1	0	2
Pesaro Via Scarpellini	F	U	3	2	4	3	2	13	9	24	0	0	0	0	0	0	0
Civitanova Ippodromo	F	R	10	5	7	19	24	27	5	16	0	0	0	0	0	0	1
Genga – Parco Gola della Rossa Via	F	R	17	7	16	28	23	40	0	35	0	0	0	0	0	0	0
Montemonaco	F	R	35	35	33	36	46	70	4	41	25	0	0	0	9	0	0
Chiaravalle/2	F	S	7	2	11	9	16	16	4	9	0	0	0	0	0	0	0
Urbino - Via Neruda (**)	F	S	11	0	0	34	36	34	20	44	0	0	0	0	0	0	1
Falconara Alta	I	S	11	8	13	11	18	15	0	10	0	0	0	0	0	0	0
Falconara Scuola	I	S	1	0	1	1	10	7	1	8	0	0	0	0	0	0	0
Falconara Acquedotto	I	S	2	0	4	1	16	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0

(*): Laboratorio Mobile attrezzato come stazione fissa attivo dal 27/04/2018
(**): Dati dell'anno 2019 disponibili dal 10 Febbraio 2019

Tabella 14: Verifica del valore obiettivo AOT40 anni 2017-2021.

O ₃					
Stazione	Tipo stazione	Tipo zona	AOT40 (valore obiettivo 18.000 µg/m ³ *h)		
			Media 2017-2021*	Media 2016-2020*	Media 2015-2019*
Civitanova Ippodromo	F	R	12.904	13.486	13.189
Genga – Parco Gola della Rossa	F	R	16.893	16.159	19.050
Montemonaco	F	R	19.531	16.604	18.958

*Valore corretto rispetto al numero di valori orari misurati, secondo le indicazioni dell'Allegato VII D.lgs. 155/2010.

8. Monossido di Carbonio (CO)

Gli indicatori elaborati sui dati misurati nel 2021 sono stati confrontati con i valori limite di legge (allegato XI del D.Lgs. 155/2010 e s.m.i.) che per il CO corrisponde alla media massima giornaliera calcolata su 8 ore che deve essere minore di 10 mg/m³.

Come si denota dai dati riportati in Tabella 15 e Tabella 16, i valori di CO registrati in tutte le stazioni afferenti alla Rete Regionale della Qualità dell'Aria sono ampiamente sotto il limite imposto dalla normativa.

Tabella 15: Valori di CO anni 2015-2021.

CO																
Stazione	Tipo stazion	Tipo zona	Max media giornaliera su 8h (mg/m ³)							Superamenti (Valore Limite 10 mg/m ³)						
			2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Fabriano	T	U	1,5 (15/12)	1,5 (15/12)	1,3 (17/12)	1,5 (25/11)	2,5 (23/12)	1,9 (24/01)	2,0 (02/01)	0	0	0	0	0	0	0
Fano	T	U	2,0 (06/01)	2,4 (22/12)	2,4 (31/05)	2,8 (03/08)	1,9 (06/12)	1,7 (02/12)	2,2 (15/01)	0	0	0	0	0	0	0
Jesi	T	U	2,7 (27/07)	1,2 (8/01)	1,4 (05/02)	1,3 (03/01)	1,4 (01/12)	1,3 (11/12)	1,3 (17/02)	0	0	0	0	0	0	0
San Benedetto	T	U	2,1 (22/01)	2,1 (24/12)	1,4 (14/01)	1,9 (05/01)	1,9 (02/02)	2,1 (09/01)	2,0 (23/12)	0	0	0	0	0	0	0
Ancona Stazione (*)	T	U	1,7 (19/01)	1,5 (23/12)	1,3 (07/12)	1,0 (28/12)	\	\	\	0	0	0	0	\	\	\
Ancona Cittadella	F	U	1,1 (09/01)	1,2 (16/09)	1,0 (08/01)	1,4 (29/01)	1,3 (07/08)	1,0 (08/01)	1,0 (07/07)	0	0	0	0	0	0	0
Macerata Collevario	F	U	1,4 (30/09)	0,9 (15/12)	1,0 (26/09)	1,0 (19/09)	0,8 (10/03)	0,9 (08/01)	0,8 (02/01)	0	0	0	0	0	0	0
Pesaro Via Scarpellini	F	U	1,7 (21/01)	1,4 (23/12)	1,5 (01/01)	1,7 (30/12)	1,7 (10/01)	1,2 (15/12)	1,3 (07/01)	0	0	0	0	0	0	0
Genga – Parco Gola della Rossa	F	R	1,0 (01/02)	1,0 (18/12)	0,7 (01/01)	0,9 (12/01)	0,8 (21/01)	0,9 (16/02)	1,3 (25/01)	0	0	0	0	0	0	0
Montemonaco (**)	F	R	\	\	\	\	1,2 (25/01)	0,9 (11/03)	0,7 (17/01)	0	\	\	\	0	0	0
Chiaravalle/2	F	S	1,3 (21/01)	1,6 (19/11)	0,8 (08/01)	1,1 (06/01)	1,1 (02/02)	1,1 (20/12)	1,0 (18/05)	0	0	0	0	0	0	0
Urbino	F	S	1,0 (21/02)	2,8 (30/12)	1,5 (26/11)	1,1 (05/02)	1,1 (20/11)	1,1 (14/12)	1,0 (22/11)	0	0	0	0	0	0	0

(*): Laboratorio Mobile attrezzato come stazione fissa attivo dal 27/04/2018
(**): Parametro non monitorato dal 2018 per disattivazione strumento

Tabella 16: Valori di CO anni 2015-2021, riepilogativo massimi

CO – valore medio (mg/m ³)	Anno 2021	Anno 2020	Anno 2019	Anno 2018	Anno 2017	Anno 2016	Anno 2015
Stazioni di tipo traffico urbano	2,0	1,7	1,6	1,7	1,9	1,8	1,9
Stazioni di tipo fondo urbano	1,4	1,2	1,2	1,4	1,3	1,0	1,0
Stazioni di tipo fondo rurale e suburbano	1,1	1,8	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0
Media regionale (tutte le stazioni)	1,5	1,6	1,3	1,4	1,4	1,3	1,3

9. Biossido di Zolfo (SO₂)

Gli indicatori elaborati sui dati misurati nel 2021 sono stati confrontati con i valori limite di legge (allegato XI del D.Lgs. 155/2010) che per il parametro SO₂ corrispondono al numero di superamenti della media massima giornaliera di 125 µg/m³, che deve essere inferiore a 3, e della massima media oraria di 350 µg/m³ che deve essere minore di 24.

I valori di SO₂ registrati nel corso del 2021 sono tutti al di sotto dei limiti previsti dalla normativa vigente. Si evidenzia che le concentrazioni maggiori sono rilevate dalle stazioni industriali ubicate a Falconara M.ma, Tabella 17.

Tabella 17: Valori di SO₂ anni 2015-2021.

SO ₂																	
Stazione	Tipo Stazione	Tipo zona	Valore Max orario µg/m ³							Superamenti VL orario (350 µg/m ³) da non superare più di 24 volte per anno	Valore Max h24 µg/m ³						
			2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015		2020-2015	2021	2020	2019	2018	2017	2016
Fano	T	U	19	13	12	15	9	8	9	0	9 (01/01)	9 (02/02)	9 (09/12)	7 (15/01)	6 (02/02)	7 (18/02)	8 (06/05)
Ancona Stazione (*)	T	U	17	116	18	17	\	\	\	0	10 (24/02)	19 (18/12)	8 (06/12)	6 (28/04)	\	\	\
Ancona Cittadella	F	U	30	83	41	47	54	113	44	0	10 (24/02)	13 (17/12)	8 (24/03)	12 (01/08)	10 (12/03)	15 (24/12)	10 (03/06)
Genga – Parco Gola della Rossa Via	F	R	8	11	8	12	9	5	15	0	7 (01/03)	7 (8/4)	6 (14/02)	7 (21/08)	5 (01/01)	4 (22/12)	10 (10/09)
Chiaravalle/2	F	S	15	7	42	23	12	8	63	0	9 (20/07)	7 (24/12)	9 (09/06)	10 (30/03)	8 (16/03)	5 (30/03)	12 (20/02)
Falconara Alta	I	S	40	48	200	159	223	75	61	0	9 (25/02)	13 (23/06)	18 (04/12)	14 (18/04)	17 (15/03)	10 (13/06)	12 (23/12)
Falconara Scuola	I	S	82	49	49	99	512	40	101	1 (2017)	11 (24/02)	15 (12/07)	9 (23/12)	13 (18/04)	38 (26/05)	10 (03/01)	13 (10/01)
Falconara Acquedotto	I	S	21	50	20	35	30	13	86	0	8 (01/01)	8 (26/03)	7 (24/07)	7 (18/04)	7 (17/03)	8 (18/01)	11 (20/04)

(*): Laboratorio Mobile attrezzato come stazione fissa attivo dal 27/04/2018

Per quanto concerne la protezione della vegetazione, gli indicatori elaborati sui dati misurati nel 2021 sono stati confrontati con i livelli critici (allegato XI del D.Lgs. 155/2010), che per il parametro SO₂ corrispondono a 20 µg/m³, come media annuale e come media sul periodo invernale (1 Ottobre – 31 Marzo).

Presso la stazione di Genga, unica stazione di fondo rurale che rileva il parametro SO₂, sia la media annuale 2021 dei valori orari che la media dei valori orari nel periodo invernale (1 Ottobre 2020 – 31 Marzo 2021) risultano ampiamente sotto il valore critico di 20 µg/m³, Tabella 18.

Tabella 18: Verifica dei valori critici per la vegetazione di SO₂ Stazione di Genga

SO ₂											
Stazione	Tipo stazione	Tipo zona	Media invernale (V.L. periodo 20 µg/m ³)				Media annuale (V.L. annuo 20 µg/m ³)				
			01-ott-20 31-mar-21	01-ott-19 31-mar-20	01-ott-18 31-mar-19	01-ott-17 31-mar-18	2021	2020	2019	2018	2017
Genga – Parco Gola della Rossa	F	R	5,0	3,4	3,5	3,4	4,0	3,7	3,3	3,1	3,1

10. Benzene (C₆H₆)

Il monitoraggio del Benzene viene effettuato in diverse stazioni della rete regionale. L'indicatore è stato confrontato con il valore limite di legge (allegato XI del D.Lgs. 155/2010 e s.m.i.) che per il Benzene corrisponde al valore della media annuale. Nel periodo osservato sono stati registrati livelli di concentrazione di Benzene medi annui inferiori al limite previsto (quasi tutti inferiori a 1 µg/m³ rispetto al valore limite di 5 µg/m³).

I dati dei valori di benzene relativi alla media annuale in linea di massima mostrano una tendenza alla diminuzione rispetto ai valori registrati nei quattro anni precedenti, Tabella 19 e Tabella 20.

Tabella 19: Valori di Benzene anni 2015-2021.

Benzene									
Stazione	Tipo Stazione	Tipo Zona	Media Annuale						
			(V.L. annuo 5µg/m ³)						
Anno			2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Fano	T	U	1,4	1,5	1,4	1,2	1,9	2,1	2,2
Jesi (**)	T	U	0,8	0,7	0,7	\	1,2	1,3	1,3
Ancona Stazione (*)	T	U	0,9	0,9	0,8	0,9	\	\	\
San Benedetto (****)	T	U	0,6	0,8	0,7	\	\	\	\
Ancona Cittadella	F	U	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,9
Ascoli Monticelli	F	U	0,7	0,8	0,6	0,8	0,9	0,6	0,7
Macerata Collevario	F	U	0,6	0,6	0,5	0,8	0,9	0,6	0,7
Pesaro (****)	F	U	0,8	0,7	0,7	\	\	\	\
Montemonaco	F	R	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3
Chiaravalle/2	F	S	0,6	0,8	0,8	1,1	1,2	1,0	1,1
Falconara Alta	I	S	0,7	0,6	0,5	1,0	0,7	2,3	1,4
Falconara Scuola	I	S	0,6	0,6	0,6	1,0	0,6	1,6	1,8
Falconara Acquedotto	I	S	0,8	1,0	0,8	1,2	1,2	1,4	1,0
(*) : Laboratorio Mobile attrezzato come stazione fissa attivo dal 27/04/2018									
(**) : Strumento disinstallato nel 2018 e riattivato a partire dal 25/01/2019									
(****) Strumento installato a partire dal 25/01/2019									
(*****) Strumento installato dal 30/01/2019									

Tabella 20: Valori di Benzene anni 2015-2021, riepilogativi

Benzene – valore medio (µg/m ³)	Anno 2021	Anno 2020	Anno 2019	Anno 2018	Anno 2017	Anno 2016	Anno 2015
Stazioni di tipo traffico urbano	0,9	1,0	0,9	1,1	1,6	1,7	1,8
Stazioni di tipo fondo urbano	0,7	0,7	0,6	0,8	0,8	0,6	0,8
Stazioni di tipo fondo rurale e suburbano	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7	0,7
Stazioni di tipo industriale suburbano	0,7	0,7	0,6	1,1	0,8	1,8	1,4
Media regionale (tutte le stazioni)	0,7	0,8	0,7	0,9	0,9	1,2	1,1

11. Acido solfidrico (H₂S), Ammoniaca (NH₃), Idrocarburi non Metanici (NMHC)

Come descritto all'inizio del report, in alcune stazioni afferenti alla RRQA sono monitorati anche alcuni parametri che non rientrano in quelli normati previsti dal D.Lgs. 155/2010, di cui si riporta informazione.

11.1. Acido Solfidrico (H₂S)

Gli analizzatori di acido solfidrico sono presenti solo nelle stazioni di tipo industriale ubicate a Falconara per integrare la caratterizzazione della qualità dell'aria in un contesto industriale specifico.

La normativa europea e quella nazionale non stabiliscono valori limite, soglie di allarme e/o valori obiettivo di qualità dell'aria per questo inquinante. In mancanza di riferimenti normativi è una prassi consolidata, a livello nazionale ed internazionale, riferirsi ai valori guida indicati dalla OMS-WHO.

Il composto è caratterizzato da una soglia olfattiva decisamente bassa; in letteratura si trovano numerosi valori definiti soglia olfattiva: da 0,7 µg/m³ a 14 µg/m³, in corrispondenza di 7 µg/m³ la quasi totalità dei soggetti esposti distingue l'odore caratteristico.

I valori di concentrazione max oraria e giornaliera hanno registrato valori mediamente in linea con quelli registrati negli anni precedenti, Tabella 21.

Tabella 21: Valori di H₂S anni 2015-2021

H ₂ S																
Stazione	Tipo Stazione	Tipo zona	Valore max 24h µg/m ³							Valore max orario µg/m ³						
			2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Falconara Scuola	I	S	6	4	5	3	4	4	4	14	15	13	7	33	14	14
Falconara Acquedotto	I	S	11	9	5	4	4	8	9	25	14	11	16	25	34	21
Falconara Alta (*)	I	S	10	6	4	\	\	\	\	19	13	7	\	\	\	\
Stazione	Tipo Stazione	Tipo zona	Valore max semiorario µg/m ³													
			2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015							
Falconara Scuola	I	S	17	19	19	10	42	27	18							
Falconara Acquedotto	I	S	29	20	14	63	60	36	29							
Falconara Alta (*)	I	S	33	13	8	\	\	\	\							

*Analizzatore installato il 14/03/2019

11.2. Ammoniaca (NH₃)

Questo inquinante non rientra fra quelli previsti per il monitoraggio della qualità dell'aria. Analogamente a quanto detto per il parametro H₂S, l'ammoniaca è monitorata in una sola stazione, quella denominata Falconara Scuola, Tabella 22.

Tabella 22: Valori di NH₃ anni 2015-2021

NH3																
Stazione	Tipo Stazione	Tipo zona	Media annuale µg/m ³							Valore max orario µg/m ³						
			2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Falconara Scuola	I	S	6	6	8	7	4	7	5	14	22	48	29	12	16	14

La media annuale è in linea rispetto alle concentrazioni registrate negli anni precedenti. Il valore massimo orario di tale parametro nel corso del 2021 ha fatto registrare valori inferiori rispetto a quelli degli anni precedenti.

11.3. Idrocarburi non Metanici (NMHC)

Attualmente non sono previsti limiti normativi per gli idrocarburi non metanici. Gli analizzatori installati presso le tre stazioni di tipo industriale ubicate a Falconara Marittima, hanno fatto registrare nel 2021 valori, sia come valore max tri-orario che come media annuale, in diminuzione rispetto ai valori registrati nell'anno precedente, Tabella 23.

Tabella 23: Valori di NMHC anni 2015-2021

NMHC																
Stazione	Tipo Stazione	Tipo zona	Valore max 3h µg/m ³							Media annuale µg/m ³						
			2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Falconara Scuola	I	S	416	533	339	548	671	570	313	275	198	138	207	233	279	220
Falconara Acquedotto	I	S	1081	608	352	775	694	1430	746	266	224	157	225	262	402	395
Falconara Alta (*)	I	S	753	419	320	805	401	\	\	200	198	193	243	245	\	\

(*) installato nel 2017

12. Microinquinanti: IPA e Metalli

La concentrazione atmosferica di IPA, Benzo(a)pirene nel caso specifico, e di Metalli, arsenico, cadmio, nichel e piombo è determinata su campioni di polvere, prelevati nelle stesse modalità con cui avviene il campionamento per la determinazione della concentrazione atmosferica del PM10. I microinquinanti particellari previsti dalla normativa sono determinati attraverso le analisi chimiche effettuate presso i laboratori ARPAM. Il monitoraggio di tali microinquinanti nel 2021 è stato eseguito presso due stazioni della Rete Regionale: Ancona Cittadella e Falconara Scuola.

I dati riportati sono intesi come misurazioni discontinue e indicative in sito fisso che rispettano il periodo minimo di copertura in linea con la percentuale prevista dalla normativa per tali misurazioni, equamente distribuite. Nel calcolo della media i valori inferiori al limite di determinazione sono stati sostituiti con un valore di 0,005 ng/Nm³ secondo l' ISS medium bound.

12.1 Benzo(a)Pirene B(a)P

La concentrazione viene prelevata su campioni di polvere PM10, che in seguito al campionamento vengono trasferiti in laboratorio per la determinazione del benzo(a)pirene, Tab.24.

I risultati ottenuti dai dati delle campagne di indagine sono stati confrontati con il valore obiettivo per il benzo(a)pirene che corrisponde a 1,0 ng/m³ come media annua (da allegato XIII del D.Lgs 155/2010 e s.m.i.).

Nei dati riportati nella relazione, intesi come misurazioni indicative, la media annuale risulta al di sotto del valore obiettivo normato, rispettando i limiti di legge. I singoli campionamenti hanno avuto una durata di 24 ore, sono stati eseguiti secondo la norma UNI EN 12341 e sono stati distribuiti in modo uniforme nel periodo di rilevamento, come previsto dal Dlgs 155/2010 e smi.

Gli accertamenti analitici sui campioni rilevati presso le stazioni di monitoraggio sono stati eseguiti dal Servizio Laboratorio Multisito ARPAM, sede di Ascoli Piceno.

Tali determinazioni analitiche sono state eseguite secondo la norma UNI EN 15549 prevista dal Dlgs. 155/2010.

Tabella 24: Valori di B(a)P.

B(a)P								
Stazione	Tipo	Tipo	Media annuale					Valore obiettivo su media annuale (ng/m ³)
	Stazione	zona	ng/m ³					
			2021	2020	2019	2018	2017	
Ancona Cittadella	F	U	0,12	0,13	0,04	\	\	1
Falconara Scuola	I	S	0,12	0,15	0,08	0,09	0,11	1

Nel 2021, inoltre sono state effettuate analisi per la determinazione di ulteriori IPA, oltre al B(a)P richiesto dalla normativa sulla qualità dell'aria, sia nel sito di Falconara che presso la stazione da traffico Ancona Stazione, Tab.25.

Di seguito si riportano i risultati, come media annuale, ai fini conoscitivi.

Tabella 25: Valori di IPA.

IPA								
IPA (ng/Nm ³)	Ancona Cittadella			Falconara Scuola				
	2021	2020	2019	2021	2020	2019	2018	2017
Benzo(a)Antracene	0,10	0,11	0,02	0,11	0,09	0,03	0,06	0,04
Indeno(1,2,3-cd)Pirene	0,15	0,26	0,07	0,12	0,17	0,06	0,09	0,01
DiBenzo(a,h)Antracene	0,10	0,06	0,02	0,10	0,05	0,01	\	<0,01
Benzo(b,j,k) fluorantene	0,23	0,61	0,08	0,25	0,41	0,24	\	1,00

12.2 Metalli

La concentrazione viene determinata su campioni di polvere PM10, che in seguito al campionamento vengono trasferiti in laboratorio per ottenere le concentrazioni di Arsenico (As) – Cadmio (Cd) – Nichel (Ni) – Piombo (Pb).

I valori delle concentrazioni dei metalli previsti dalla normativa sulla qualità dell'aria non hanno fatto registrare concentrazioni superiori ai limiti di legge pari a:

- valore limite per il piombo 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media annuale;
- valori obiettivo per il nichel, 20,0 ng/m^3 , per il cadmio, 5,0 ng/m^3 , per l'arsenico, 6,0 ng/m^3 , tutti valori obiettivo riferiti al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM10 del materiale particolato, calcolato come media annuale.

Tutti i campionamenti sono stati eseguiti secondo la norma UNI EN 12341. Gli accertamenti analitici sui campioni dei filtri rilevati dalle centraline di monitoraggio sono stati eseguiti dal Servizio Laboratorio Multisito ARPAM, sede di Ascoli Piceno, secondo la norma UNI EN 14902.

Il calcolo della media dei campioni analizzati è stato eseguito sostituendo i valori inferiori al limite di quantificazione, LOQ, con il valore LOQ/2 (approccio medium bound).

Nel 2021 non sono stati registrati superamenti del valore limite e dei valori obiettivo in nessuna centralina, Tab.26.

Tabella 26: Valori dei Metalli normati da D.Lgs 155/2010.

Metalli									
Metalli	Ancona Cittadella			Falconara Scuola					Valore obiettivo
	2021	2020	2019	2021	2020	2019	2018	2017	su media annuale
Arsenico (ng/m^3)	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,2	0,3	7,8	6
Cadmio (ng/m^3)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	3,1	5
Nichel (ng/m^3)	2	1,1	2,1	1	1,0	2,1	2,4	4	20
Piombo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) **	0,003	0,002	0,003	0,003	0,004	0,003	0,006	0,020	0,5

(**): il valore limite del piombo è espresso in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

