ARPA umbria
agenzia regionale per la protezione ambientale

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
UNI EN ISO/IEC 27001:2014
CERTIQUALITY
SISTEMI DI GESTIONE CERTIFICATI

Valutazione della qualità dell'aria in Umbria
Anno 2023

Relazione tecnica **Marzo 2023**

Pag / Titolo

3 / **Capitolo 1. Introduzione – Quadro Normativo**

5 / **Capitolo 2. La rete di monitoraggio**

7 / **Capitolo 3. Risultati del monitoraggio da stazioni fisse**

7 / 3.1 Particolato PM_{10}
8 / 3.2 Particolato $PM_{2.5}$
9 / 3.3 Biossido di azoto (NO_2)
10 / 3.4 Monossido di carbonio (CO)
11 / 3.5 Biossido di zolfo (SO_2)
12 / 3.6 Idrocarburi aromatici (benzene e benzo(a)pirene)
12 / 3.6.1 Benzene
13 / 3.6.2 Benzo(a)pirene
14 / 3.7 Metalli pesanti (Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel)
14 / 3.7.1 Piombo
14 / 3.7.2 Arsenico
15 / 3.7.3 Cadmio
15 / 3.7.4 Nichel
16 / 3.8 Ozono (O_3)

18 / **Capitolo 4. Deposizioni - contenuto di metalli e IPA**

19 / **Capitolo 5. Simulazioni – Il modello di simulazione concentrazioni al suolo**

19 / 5.1 Il modello e i dati di input utilizzati
20 / 5.2 Concentrazioni al suolo
21 / 5.3 Particolato PM_{10}
23 / 5.4 Particolato $PM_{2.5}$
24 / 5.5 Biossido di azoto (NO_2)
26 / 5.6 Biossido di zolfo (SO_2)
28 / 5.7 Ozono (O_3)

30 / **Capitolo 6. Conclusioni – Valutazioni QA regionale, situazioni di criticità ed Esposizione della Popolazione**

30 / 6.1.1 Particolato PM_{10}
37 / 6.1.2 Contributo degli eventi di trasporto delle sabbie sahariane ai valori di PM10
40 / 6.2 Particolato $PM_{2.5}$
43 / 6.3 Biossido di azoto (NO_2)
46 / 6.4 Monossido di carbonio (CO)
48 / 6.5 Biossido di zolfo (SO_2)
50 / 6.6 Idrocarburi aromatici (benzene e benzo(a)pirene)
50 / 6.6.1 Benzene
52 / 6.6.2 Benzo(a)pirene
56 / 6.7 Metalli pesanti (Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel)
56 / 6.7.1 Piombo
56 / 6.7.2 Arsenico
56/ 6.7.3 Cadmio
59 / 6.7.4 Nichel
62 / 6.8 Ozono (O_3)

arpa umbria

Redazione	Contributi	Versione	Visto
Marco Vecchiocattivi	Mirco Areni Emanuele Bubu Giancarlo Caiello Lucia Selvaggio Bagaglia Gabriele Mara Galletti Laboratorio Arpa	Rev. 1 18/03/2024	Paolo Stranieri

Capitolo 1. Introduzione – Quadro Normativo

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, è la normativa di riferimento generale e per le singole regioni per la valutazione e gestione della qualità dell'aria.

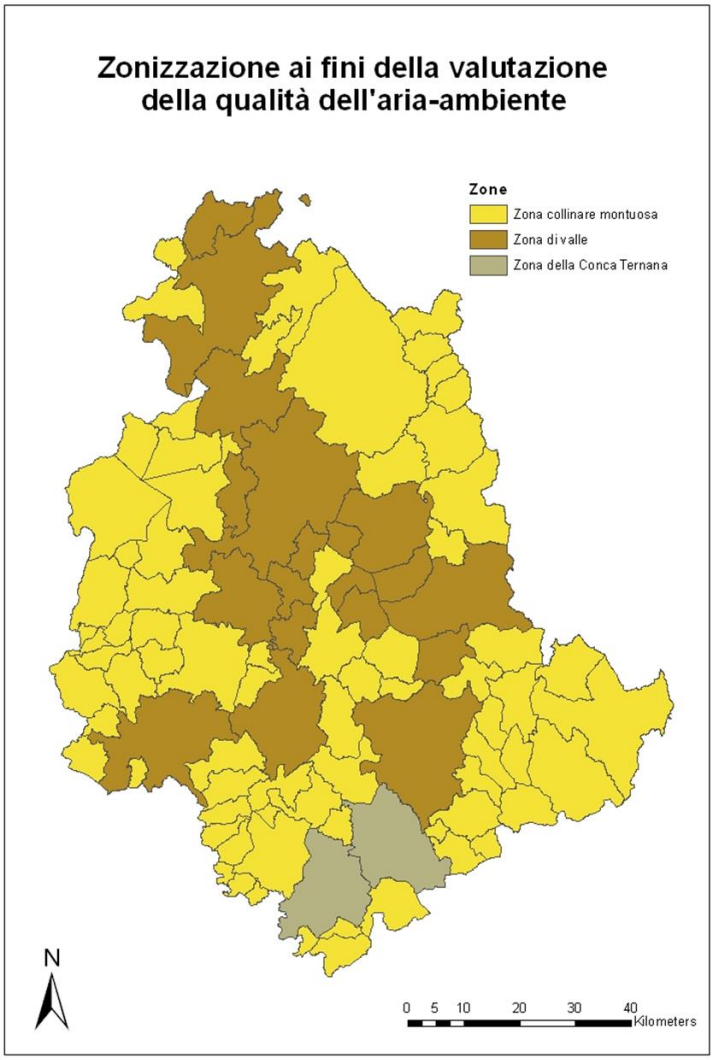
I vincoli più generali sono il rispetto dei limiti di concentrazione per ciascun inquinante misurati tramite una rete di monitoraggio con stazioni fisse e mobili di misurazione rappresentative di ampie aree di territorio.

Gli scopi del decreto si possono riassumere come:

- 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 sul principio di mantenere elevati standard qualitativi ed omogenei di valutazione e gestione della qualità dell'aria su tutto il territorio nazionale; di 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; di realizzare una zonizzazione e classificazione del territorio regionale e nazionale sulla base del carico emissivo, delle caratteristiche orografiche, meteo-climatiche e di urbanizzazione; di effettuare la valutazione della qualità dell'aria fondata sulla razionalizzazione della rete di misura e di determinate tecniche di valutazione; di indicare la gestione e controllo pubblico della rete di misura e di indicare la predisposizione di piani e misure da attuare in caso di individuazione di una o più aree di superamento dei valori limite di concentrazione degli inquinanti.

Sulla base del D.Lgs. n. 155/10, la Deliberazione dell'assemblea legislativa del 17 dicembre 2013 n. 296 aveva approvato il Piano Regionale di Risanamento e Mantenimento della Qualità dell'aria che ha visto la realizzazione, tra l'altro, di una nuova zonizzazione e classificazione del territorio regionale e la creazione della Rete Regionale di monitoraggio che si inserisce all'interno del programma di valutazione. Quest'ultimo è stato recentemente aggiornato insieme allo stesso Piano Regionale di Qualità dell'Aria con la Delibera dell'Assemblea Regionale n. 286 del 20 dicembre 2023.
Il programma di valutazione è uno strumento di valutazione della qualità dell'aria che indica, tra l'altro, le stazioni di misurazione della rete di misura utilizzate per le misurazioni in siti fissi e come queste si possano integrare con le tecniche di modellizzazione al fine di stabilire la qualità dell'aria su tutto il territorio regionale.



Zona	Popolazione 2023 (in migliaia di abitanti)
Collinare e montuosa	251
Valle	479
Conca ternana	124
Popolazione totale regionale	854

Capitolo 2. La rete di monitoraggio

La Rete Regionale di Monitoraggio della qualità dell'aria è stata aggiornata in base alle indicazioni del D.Lgs. n. 155/10 sia in termini di strumentazione sia in punti di misura.

Le stazioni della rete sono localizzate nelle aree più urbanizzate e/o industrializzate della regione.

Nella cartina di figura 3.1 è riportata la dislocazione indicativa delle stazioni fisse per la qualità dell'aria, nella tabella 3.1 sono riportati i dati relativi alla collocazione, al tipo di stazione e degli inquinanti misurati.

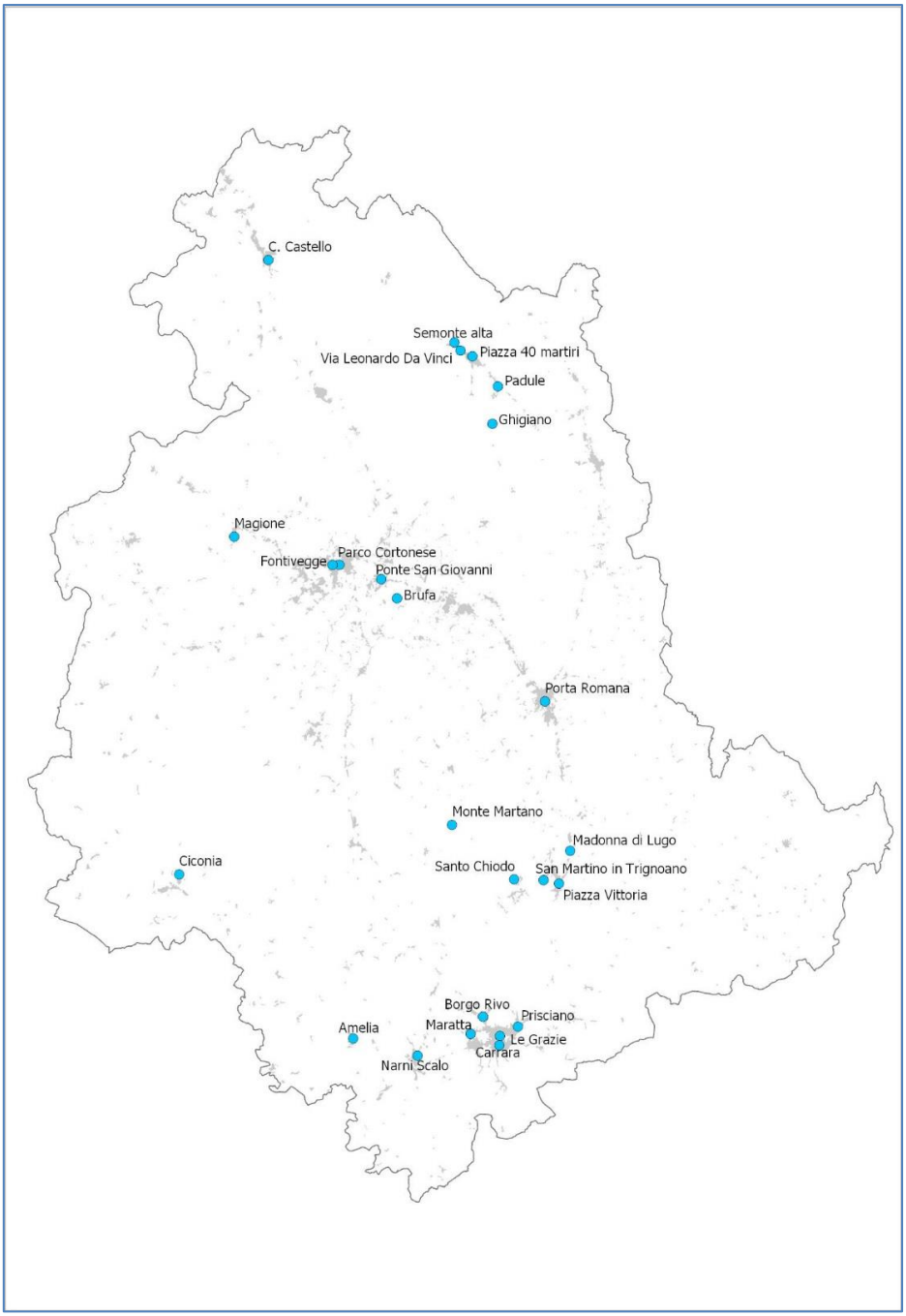


Figura 2.1: Localizzazione delle stazioni fisse per la qualità dell'aria

Tabella 2.1: Stazione fisse di monitoraggio della qualità dell'aria

Località	Nome Stazione	Tipo stazione	SO_2	PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	NO_2	CO	C_6H_6	Pb Ni Cd As	B(a)P
Perugia	Fontivegge	Urbana/Traffico		SI	SI		SI	SI	SI		
Perugia	Ponte San Giovanni	Urbana/Traffico		SI	SI		SI				
Foligno	Porta Romana	Urbana/Traffico		SI	SI		SI		SI		SI
Terni	Carrara	Urbana/Traffico		SI	SI		SI	SI	SI	SI	SI
Terni	Le Grazie(**)	Urbana/Fondo(****)		SI	SI	Si	SI			SI	SI
Perugia	Parco Cortonese	Urbana/Fondo	SI	SI	SI	SI	SI			SI	Si
Gubbio	Piazza 40 Martiri	Urbana/Traffico(****)		SI	SI	SI	SI	SI		SI	SI
Città di Castello	Città di Castello(*)	Urbana/Fondo		SI	SI		SI				SI
Spoleto	Piazza Vittoria	Urbana/Fondo		SI	SI		SI	SI	SI		
Terni	Borgo Rivo	Urbana/Fondo		SI	SI	SI	SI			SI	SI
Amelia	Amelia(*)	Urbana/Fondo		SI	SI	SI	SI				
Magione	Magione(*)	Suburbana/Fondo		SI	SI	SI	SI				
Narni	Narni Scalo(**)	Suburbana/Fondo		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Orvieto	Ciconia2(*)	Suburbana/Fondo		SI	SI	SI	SI				
Torgiano	Brufa	Rurale/Fondo		SI	SI	SI	SI				
Giano dell'Umbria	M Martani	Rurale/Fondo		SI	SI		SI				
Gubbio	Ghigiano	Suburbana/Industriale	SI	SI	SI		SI				
Gubbio	Semonte Alta(**)	Suburbana/Industriale	SI	SI	SI		SI				
Gubbio	Via L. da Vinci	Suburbana/Industriale	SI	SI	SI		SI				SI
Gubbio	Padule	Suburbana/Industriale	SI	SI	SI		SI				
Spoleto	S. Martino in Trignano	Suburbana/Industriale	Si	SI	SI		SI			SI	SI
Spoleto	Madonna di Lugo	Suburbana/Industriale	SI	SI	SI		SI				
Terni	Prisciano(***)	Suburbana/Industriale		SI	SI		SI			SI	SI
Terni	Maratta(***)	Suburbana/Industriale	SI	SI	SI		SI	SI		Si	Si

(*) Le stazioni di Città di Castello e Magione sono state attivate a fine 2012, mentre le stazioni Amelia e Ciconia2 sono state attivate a fine 2013

(**) Le stazioni Narni Scalo e Semonte Alta sono state riposizionate nel febbraio 2013, la stazione di Le Grazie nel novembre 2014.

(***) La stazione di Prisciano è stata attivata ad agosto 2014 mentre Maratta a dicembre 2014

(****) Dal 2022 il nuovo Programma di Valutazione della qualità dell'aria ha modificato la classificazione delle stazioni di Terni - Le Grazie e Gubbio - P. 40 Martiri

Capitolo 3. Risultati del monitoraggio da stazioni fisse

Di seguito vengono riportati i valori registrati dalle stazioni fisse della qualità dell'aria per l'anno 2023. Per le stazioni per cui sono disponibili, in **Allegato 1** sono riportati i trend dall'anno 2010 al 2023.
Sono riportate solo le misure che, a fine anno, hanno rispettato gli obiettivi di qualità dei dati previsti dal D.Lgs. 155/10.

3.1 Particolato PM_{10}

Tabella 3.1: Anno 2023 numero superamenti della concentrazione media 24 H e concentrazione media annua

Stazione	Tipo staz. (1)	Media annua µg/m³	Superamenti media 24 H (2)	Superamenti senza contributi naturali (3)
Perugia - Cortonese	U/F	19	3	3
Perugia - Fontivegge	U/T	20	4	4
Perugia - P. S. Giovanni	U/T	21	15	13
Foligno - P. Romana	U/T	24	28	25
Terni - Le Grazie	U/F	27	32	30
Terni - Borgo Rivo	U/F	26	35	35
Terni - Carrara	U/T	25	26	24
Gubbio - Piazza 40 Martiri	U/T	20	10	7
Città di Castello	U/F	23	19	18
Spoleto - P. Vittoria	U/F	18	0	0
Torgiano - Brufa	R/F	17	3	3
Amelia - Amelia	U/F	17	0	0
Magione - Magione	S/F	20	5	5
Narni Scalo	S/F	24	28	25
Orvieto Ciconia	S/F	17	0	0
Giano dell'Umbria - M. Martani	R/F	12	0	0
Gubbio - Ghigiano	S/I	18	3	3
Gubbio - Semonte Alta	S/I	16	0	0
Gubbio - L. da Vinci	S/I	20	7	7
Gubbio - Padule	S/I	19	0	0
Spoleto - S. M. in Trignano	S/I	19	7	6
Spoleto - Madonna di Lugo	S/I	16	1	1
Terni - Prisciano	S/I	27	19	9
Terni - Maratta	S/I	31	41	33

(1) U/T-I= Urbana o Suburbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale
(2) Superamenti annui del valore di 50 µg/m³ come media 24h – max 35 superamenti/anno.
(3) Da confrontare con i limiti di legge, procedura descritta al paragrafo 6.1.2

Legenda	**Buona**	**Accettabile**	**Scadente**
Particolato PM_{10} superamenti annui media 24h	≤ 10	11-35	>35
Particolato PM_{10} (µg/m³) media annuale	≤ 28	29-40	>40

3.2 Particolato $PM_{2.5}$

Tabella 3.2: Anno 2023 concentrazione media annua

Stazione	Tipo staz. (1)	Media annua µg/m³
Perugia - Cortonese	U/F	12
Perugia - Fontivegge	U/T	11
Perugia – P. S. Giovanni	U/T	13
Foligno - P. Romana	U/T	18
Terni - Le Grazie	U/F	16
Terni - Borgo Rivo	U/F	16
Terni - Carrara	U/F	16
Gubbio - P. 40 Martiri	U/T	12
Città di Castello	U/F	16
Spoleto - P. Vittoria	U/T	11
Amelia - Amelia	U/F	12
Magione - Magione	S/F	14
Narni - Scalo	S/F	17
Orvieto - Ciconia	S/F	10
Torgiano - Brufa	R/F	11
Giano dell'Umbria - M. Martani	R/F	8
Gubbio - Ghigiano	S/I	9
Gubbio - Semonte Alta	S/I	9
Gubbio - L. da Vinci	S/I	14
Gubbio - Padule	S/I	12
Spoleto - S. M. in Trignano	S/I	14
Spoleto - Madonna di Lugo	S/I	10
Terni - Prisciano	S/I	15
Terni - Maratta	S/I	17

(1) U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale

Legenda	Buona	Accettabile	Scadente
Particolato $PM_{2.5}$ (µg/m³) media annuale	≤ 17	18-25	>25

3.3 Biossido di azoto (NO_2)

Tabella 3.3: Anno 2023 concentrazione media annua e numero superamenti della concentrazione massima di 1 ora

Stazione	Tipo staz. (1)	Media annua µg/m³	Superamenti media oraria (2)
Perugia - Cortonese	U/F	11	0
Perugia - Fontivegge	U/T	22	0
Perugia - P. S. Giovanni	U/T	17	0
Foligno - P. Romana	U/T	19	0
Terni - Le Grazie	U/F	14	0
Terni - Borgo Rivo	U/F	13	0
Terni - Carrara	U/T	22	0
Gubbio - P. 40 Martiri	U/T	12	0
Città di Castello	U/F	11	0
Spoleto - P. Vittoria	U/F	24	0
Torgiano - Brufa	R/F	6	0
Amelia - Amelia	U/F	7	0
Magione - Magione	S/F	10	0
Narni Scalo	S/F	9	0
Orvieto Ciconia	S/F	5	0
Giano dell'Umbria - M. Martani	R/F	2	0
Gubbio - Ghigiano	S/I	4	0
Gubbio - Semonte Alta	S/I	5	0
Gubbio - L. da Vinci	S/I	9	0
Gubbio - Padule	S/I	6	0
Spoleto - S. Martino in Trignano	S/I	8	0
Spoleto - Madonna di Lugo	S/I	10	0
Terni - Prisciano	S/I	16	0
Terni - Maratta	S/I	23	0

(1) U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale

(2) Superamenti annui del valore di 200 µg/m³ come media oraria - max 18 superamenti

NOTA: la soglia di allarme non è mai stata superata

Legenda	Buona	Accettabile	Scadente
Biossido di azoto - NO_2 (µg/m³) media annua	≤ 32	33-40	>40
Biossido di azoto - NO_2 (µg/m³) media 1 H	≤ 140	141-200	>200
Biossido di azoto - NO_2 numero superamenti media 1 H	≤ 18	-	>18

3.4 Monossido di carbonio (CO)

Tabella 3.4: Anno 2023 massimo annuale della concentrazione media mobile massima giornaliera calcolata su otto ore

Stazione	Tipo staz. (1)	Massimo media mobile 8 H mg/m^3
Perugia - Fontivegge	U/T	2,7
Terni - Carrara	U/T	2,5
Gubbio - P. 40 Martiri	U/T	1,6
Spoleto - P. Vittoria	U/F	1,5
Narni - Scalo	S/F	2,2
Terni - Maratta	S/I	2,1

(1) U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale

Legenda	Buona	Accettabile	Scadente
Ossido di carbonio - CO (mg/m^3) media 8h	≤ 7	8-10	>10

3.5 Biossido di zolfo (SO_2)

Tabella 3.5: Anno 2023 concentrazione massima annuale della media 1H e 24H

Stazione	Tipo staz. (1)	Massimo media 1 H (2) µg/m^3	Massimo media 24 H (3) µg/m^3
Perugia - Cortonese	U/F	9	7
Gubbio - Ghigiano	S/I	17	8
Gubbio - Semonte Alta	S/I	71	11
Gubbio - L. da Vinci	S/I	20	17
Gubbio - Padule	S/I	43	16
Spoleto - Madonna di Lugo	S/I	41	6
Spoleto - S. M. in Trignano	S/I	59	12
Terni - Maratta	S/I	23	5

(1) U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale
(2) La norma prevede sino a un max 24 superamenti
(3) La norma prevede sino a un max 3 superamenti

NOTA: **la soglia di allarme non è mai stata superata**

Legenda	Buona	Accettabile	Scadente
Biossido di zolfo - SO_2 (µg/m^3) media 1h	≤ 350		>350
Biossido di zolfo - SO_2 (µg/m^3) media 24h	≤ 75	76-125	>125

3.6 Idrocarburi aromatici (benzene e benzo(a)pirene)

3.6.1 Benzene

Tabella 3.6: Anno 2023 concentrazione media annua

Stazione	Tipo staz. (1)	Media annua µg/m^3
Perugia - Fontivegge	U/T	0,6
Terni - Carrara	U/T-I	1,0
Foligno - P. Romana	U/T	1,2
Spoleto - P. Vittoria	U/F	0,6
Narni - Scalo	S/F	1,1

(1) U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale

Legenda	Buona	Accettabile	Scadente
Benzene (µg/m^3) media annuale	≤ 3,5	3,6 - 5	> 5

3.6.2 Benzo(a)pirene

Tabella 3.7: Anno 2023 concentrazione media annua

Stazione	Tipo stazione (1)	Media annua ng/m^3
Perugia - Cortonese	U/F	0,2
Terni - Le Grazie	U/F	0,7
Terni - Borgo Rivo	U/T	0,9
Terni - Carrara	U/T	0,6
Foligno - P. Romana	U/T	0,6
Città di Castello	U/F	0,8
Gubbio - P. 40 Martiri	U/T	0,3
Gubbio - L. da Vinci	S/I	0,6
Narni - Narni Scalo	S/F	0,8
Spoleto - S. M. in Trignano	S/I	0,5
Terni - Prisciano	S/I	0,5
Terni - Maratta	S/I	0,6

(1) U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale

Legenda	Buona	Accettabile	Scadente
Benzo(a)pirene (ng/m^3) media annuale	≤ 0,6	0,7 - 1	> 1

3.7 Metalli pesanti (Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel)

3.7.1 Piombo

Tabella 3.8: Anno 2023 concentrazione media annua

Stazione	Tipo stazione (1)	Media annua µg/m^3
Perugia - Cortonese	U/F	0,001
Terni - Le Grazie	U/F	0,003
Terni - Carrara	U/T	0,004
Terni - Borgo Rivo	U/T	0,002
Gubbio - P. 40 Martiri	U/T	0,002
Narni - Narni Scalo	S/F	0,004
Spoleto - S. M. in Trignano	S/I	0,001
Terni - Prisciano	S/I	0,009
Terni - Maratta	S/I	0,005

(1) U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale

Legenda	Buona	Accettabile	Scadente
Piombo (µg/m^3) media annuale	≤ 0,35	0,36 – 0,50	> 0,50

3.7.2 Arsenico

Tabella 3.9: Anno 2023 concentrazione media annua

Stazione	Tipo stazione (1)	Media annua ng/m^3
Perugia - Cortonese	U/F	0,1
Terni - Le Grazie	U/F	0,2
Terni - Carrara	U/T	0,4
Terni - Borgo Rivo	U/T	0,2
Gubbio - P. 40 Martiri	U/T	0,1
Narni - Narni Scalo	S/F	0,2
Spoleto - S. M. in Trignano	S/I	0,1
Terni - Prisciano	S/I	0,5
Terni - Maratta	S/I	0,3

(1) U-S/T-I= Urbana o Suburbana da Traffico e/o Industriale, U-S/F = Urbana o Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale

Legenda	Buona	Accettabile	Scadente
Arsenico (ng/m^3) media annuale	≤ 3.6	3.7 – 6,0	> 6,0

3.7.3 Cadmio

Tabella 3.10: Anno 2023 concentrazione media annua

Stazione	Tipo stazione (1)	Media annua ng/m^3
Perugia - Cortonese	U/F	0,1
Terni - Le Grazie	U/F	0,1
Terni - Carrara	U/T	0,1
Terni - Borgo Rivo	U/T	0,1
Gubbio - P. 40 Martiri	U/T	0,1
Narni - Narni Scalo	S/F	0,1
Spoleto - S. M. in Trignano	S/I	0,1
Terni - Prisciano	S/I	0,1
Terni - Maratta	S/I	0,1

(1) U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale

Legenda	Buona	Accettabile	Scadente
Cadmio (ng/m^3) media annuale	≤ 3,0	3,1 – 5,0	> 5

3.7.4 Nichel

Tabella 3.11: Anno 2023 concentrazione media annua

Stazione	Tipo stazione (1)	Media annua ng/m^3
Perugia - Cortonese	U/F	1,7
Terni - Le Grazie	U/F	6,1
Terni - Carrara	U/T	13,1
Terni - Borgo Rivo	U/T	3,7
Gubbio - P. 40 Martiri	U/T	0,7
Narni - Narni Scalo	S/F	4,3
Spoleto - S. M. in Trignano	S/I	1,4
Terni - Prisciano	S/I	32,5
Terni - Maratta	S/I	6,0

(1) U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale

Legenda	Buona	Accettabile	Scadente
Nichel (ng/m^3) media annuale	≤ 14,0	14,1 – 20,0	> 20,0

3.8 Ozono (O_3)

Il D.Lgs. n.155/2010 stabilisce che le misure di ozono all'interno delle singole zone in cui viene suddiviso il territorio regionale vanno misurate in stazioni di tipo suburbano e fondo e non in quelle urbane.

In attuazione della nuova rete regionale, applicativa della nuova zonizzazione, nel presente capitolo vengono riportati i valori misurati dalle stazioni individuate per la valutazione dell'esposizione della popolazione all'ozono (tabella 3.2).

Tabella 3.12: Anno 2023 numero superamenti della concentrazione media 1 ora – Soglia informazione, concentrazione massima annuale della media 1 ore, massimo annuale della concentrazione media mobile 8 ore e superamenti della media mobile 8 ore – Obiettivo a Lungo Termine

Stazione	Tipo staz. (1)	Superamenti Soglia informazione (2)	Massimo annuale media 1 H µg/m^3	Superamenti Media Mobile 8 H	Massimo annuale media 8 H µg/m^3
Torgiano - Brufa	R/F	0	149	9	132
Narni - Narni Scalo	S/F	1	184	0	110
Magione - Magione	S/F	0	163	37	152
Orvieto - Ciconia	S/F	0	147	20	136
Perugia - Parco Cortonese	U/F	0	139	4	128
Terni - Le Grazie	U/F	1	211	13	143
Terni - Borgo Rivo	U/F	0	140	0	116
Amelia - Amelia	U/F	0	157	8	129

(1) U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo
(2) Superamenti annui media 1 ora

NOTA: la soglia di allarme non è mai stata superata (240 µg/m^3)

Legenda	Buona	Accettabile	Scadente
Ozono O_3 numero superamenti media 1h / Soglia informazione	0	-	> 0
Ozono O_3 (µg/m^3) massimo media 1h	≤ 180	-	> 180
Ozono O_3 (µg/m3) superamenti media mobile 8h	≤ 25		> 25
Ozono O_3 (µg/m^3) massimo annuale media mobile 8h / Obiettivo Lungo Termine	≤ 120	-	> 120

Tabella 3.13: Media anni 2021-2023 dei giorni con il superamento della concentrazione media mobile 8 ore massima – Valore Obiettivo

Stazione	Tipo staz. (1)	Numero superamenti 2020-2023
Torgiano - Brufa	R/F	7
Narni - Narni Scalo	S/F	13
Magione - Magione	S/F	41
Orvieto - Ciconia	S/F	23
Perugia - Parco Cortonese	U/F	5
Terni - Le Grazie	U/F	32
Terni - Borgo Rivo	U/F	21
Amelia - Amelia	U/F	9

(1) U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo

Legenda	Buona	Accettabile	Scadente
Ozono O_3 ($\mu g/m^3$) media mobile 8h come media su tre anni / Valore Obiettivo	≤ 25	-	> 25

Capitolo 4. Deposizioni - contenuto di metalli e IPA

Per la valutazione della qualità dell'aria il D.Lgs. n.155/10 individua anche l'analisi del contenuto di metalli e IPA nelle deposizioni. Questi parametri sono utili a valutare l'esposizione indiretta della popolazione agli inquinanti attraverso la catena alimentare. A tal fine, alcuni deposimetri sono stati posizionati nei pressi di stazioni fisse di monitoraggio; nella tabella 4.1 sono presentati i dati relativi alle analisi effettuate nelle deposizioni della frazione umida e della frazione secca raccolte in modo congiunto.
Poiché la norma non presenta indicatori e soglie per i vari parametri di concentrazione nelle deposizioni, questi possono essere confrontati in modo relativo ovvero tra i vari punti di campionamento presenti sul territorio regionale.

Tabella 4.1: Anno 2023 tassi di deposizione di metalli e Benzo(a)pirene

Zona campionamento	Arsenico	Cadmio	Cromo	Nichel	Piombo	B(a)P
	µg/m²*d					ng/m²*d
Perugia - Cortonese	0,3	0,6	3,1	2,0	3,9	5
Gubbio - Ghigiano	0,4	0,2	7,1	3,4	3,7	6
Terni - Le Grazie	0,5	0,3	39,4	17,6	7,0	8
Terni - Prisciano	1,5	0,3	461,4	79,2	38,2	15
Terni - Maratta	0,8	0,2	50,8	20,8	23,5	19

In evidenza anche questo anno nella postazione di Terni-Prisciano l'alto valore dei metalli Nichel e Cromo, legato alla vicinanza dell'impianto siderurgico, che influenza molto la deposizione in questa parte della città e più marginalmente anche le altre postazioni di Terni.

Capitolo 5. Simulazioni – Il modello di simulazione concentrazioni al suolo

La modellistica della qualità dell'aria rappresenta lo strumento principale di sintesi del processo conoscitivo per la valutazione e gestione della qualità dell'aria, nonché di quello previsionale. Essa infatti, essendo uno strumento matematico/informatico, cerca di ricostruire il più fedelmente possibile lo stato della concentrazione dei vari inquinanti in un dominio di calcolo spazio-temporale di interesse, inglobando tutti i principali aspetti del fenomeno e fornendo informazioni sulle relazioni fra emissioni e concentrazione o deposizione degli inquinanti primari o secondari, tenuto conto dei processi di dispersione, trasporto, trasformazione chimica e rimozione.

In particolare, i modelli di dispersione sono un utile strumento per:

- valutare (misurare, calcolare, prevedere) campi di concentrazione anche in porzioni di territorio ove non esistano punti di misura o estendere la rappresentatività spaziale delle misure stesse;
- ottenere informazioni sulle relazioni tra emissioni e immissioni (matrici sorgenti – recettori) discriminando, quindi, fra i contributi delle diverse sorgenti;
- valutare l'impatto di inquinanti non misurati dalla rete di monitoraggio;
- studiare scenari ipotetici di emissioni alternative rispetto al quadro attuale o passato;
- effettuare analisi di trend delle concentrazioni di inquinanti al fine di valutare il peso relativo dei vari fenomeni che concorrono tra loro a determinare tali concentrazioni (emissioni, meteo, trasporto a lunga distanza, etc…).

Il risultato della simulazione modellistica è, ovviamente, connotato da un certo grado di incertezza che risulta dalla composizione dell'incertezza intrinseca al modello (dovuta alla incapacità di descrivere perfettamente tutti i fenomeni fisici) e di quella associata ai dati di ingresso, in particolare alle emissioni e ai parametri meteorologici.

In questo capitolo viene descritta l'analisi modellistica effettuata al fine di valutare l'estensione territoriale delle zone con più o meno criticità dal punto di vista della qualità dell'aria e lo stato complessivo di tutto il territorio regionale anche nelle aree non monitorate direttamente dalla Rete Regionale di Monitoraggio della Qualità dell'Aria.

5.1 Il modello e i dati di input utilizzati

La catena modellistica implementata da Arpa Umbria si basa sui programmi Chimere, per la simulazione della qualità dell'aria, e WRF per le simulazioni meteorologiche.

Chimere è un modello euleriano foto-chimico e di trasporto a griglia, applicabile a scala regionale, per la simulazione della qualità dell'aria ed è stato sviluppato dall'Istituto Pierre Simon Laplace, dal Lisa del CNRS e dall'INERIS francese. È stato progettato per svolgere previsioni quotidiane di ozono, polveri fini e numerosi altri inquinanti in aria e per realizzare simulazioni di medio periodo su scala locale (risoluzioni di ~ 1-5 km) o continentali. Il programma simula gran parte dei fenomeni chimico-fisici subiti dagli inquinanti atmosferici, inclusi la diffusione, il trasporto, la deposizione e le reazioni chimiche e fotochimiche. Esso è anche in grado di trattare i processi subiti dagli aerosol (cioè il particolato, i nitrati, i solfati, l'acqua e le specie organiche secondarie) e le reazioni in fase eterogenea. Il modello Chimere nella versione 2017r4 è stato fatto funzionare lavorando su due domini centrati sull'Umbria e innestati tra loro con risoluzione di 4 km e 1 km.

WRF è un sistema di previsione metereologica sviluppato in consorzio da varie agenzie governative statunitensi. È un modello meteorologico prognostico non idrostatico a mesoscala tra i più avanzati a livello mondiale ed è adatto sia per la ricerca in campo meteorologico che per realizzare servizi operativi di previsione; La versione 4.1 WRF è stata utilizzata per produrre output meteo su 2 domini centrati sull'Umbria e innestati tra loro con risoluzioni di 9 km e 3 km. L'ultimo domino è fornito a Chimere come input meteorologico per i domini a 4 e 1 km.

Le simulazioni meteo e fotochimiche sono basate su alcuni dati di input come le emissioni, le condizioni al contorno chimiche e meteorologiche.

Come dati meteorologici in input a WRF sono state usate le rianalisi meteo ERA5 prodotte dal centro europeo per le previsioni meteo ECMWF. Tali dati hanno una risoluzione spaziale di circa 30 km e sono stati acquisiti con un passo temporale di 3 ore.

Le condizioni al contorno provengono dal servizio Prev'Air dell'istituto francese INERIS.

Sia i dati meteo che le condizioni al contorno sono riferiti all'anno 2023.

Per quanto riguarda i dati emissivi, questi sono tratti dall'ultimo anno disponibile per l'Inventario Regionale delle Emissioni (IRE), ovvero il 2018, relativamente al territorio regionale. Per il resto del territorio extraregionale, sono stati utilizzati i dati dell'Inventario Nazionale al 2015 forniti da ENEA e già disaggregati spazialmente su un grigliato a 4x4 km.

Infine, per le particelle PM_{10} e $PM_{2.5}$ è stato implementato anche un algoritmo di data-fusion con i rispettivi valori rilevati nelle centraline della Rete Regionale di qualità dell'aria. L'algoritmo usato deriva da quello denominato Pesco implementato e utilizzato dall'Arpae Emilia Romagna per le previsioni quotidiane di qualità dell'aria.

5.2 Concentrazioni al suolo

La catena modellistica fornisce come output una mappa di concentrazioni al suolo dei diversi inquinanti con dati orari su un grigliato quadrato di lato pari a 1 km per tutto l'anno considerato. I dati orari, ove necessario, sono rielaborati per ottenere gli indici stabiliti dalla norma (media 8 ore, 24 ore, annuale ecc..).

Di seguito sono riportate le mappe di concentrazione al suolo per gli inquinanti PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2 e O_3.

Per tutti i grafici è stato scelto di utilizzare una scala con colori che vanno gradualmente dal verde, all'arancione e poi al rosso.

Le gradazioni di verde sono associate ad aree che stanno sotto la soglia scelta per individuare aree di attenzione e individuano aree con una situazione che non richiede particolari interventi.

Il successivo colore arancione corrisponde ad aree con valori superiori alla soglia di attenzione scelta ma sempre inferiori al valore considerato critico, valore che può coincidere con la soglia di valutazione superiore o con il limite di legge; queste sono aree nelle quali, avendo valori non sufficientemente bassi, occorre migliorarne la qualità dell'aria.

Infine, le aree colorate in rosso sono superiori a quest'ultimo valore e, pertanto, rappresentano aree con situazioni di criticità.

5.3 Particolato PM_{10}

Nella figura 5.1 sono riportate le concentrazioni medie annue di PM_{10} e nella figura 5.2 il numero di superamenti del valore soglia di 50 µg/m³ della concentrazione media giornaliera entrambi con una scala che mostra in verde le aree al di sotto della soglia di attenzione, con il giallo e l'arancione le aree con valori tra la soglia di attenzione e la soglia di criticità e con il rosso le aree oltre quest'ultima soglia.

Anche il 2023 è stato un anno con alcune criticità riguardanti i superamenti della soglia giornaliera di PM10 in alcuni comuni, i quali sono confermati dal modello.

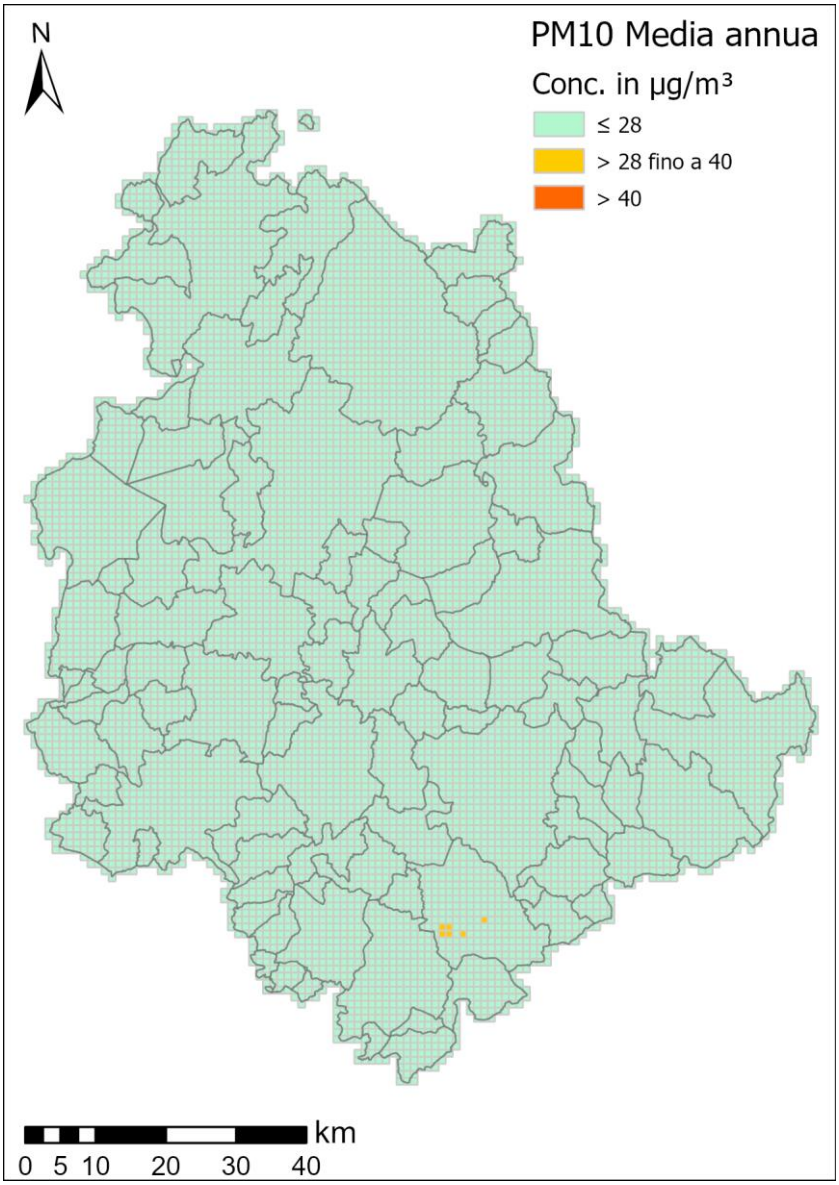


Figura 5.1: Concentrazione media annua di PM_{10}

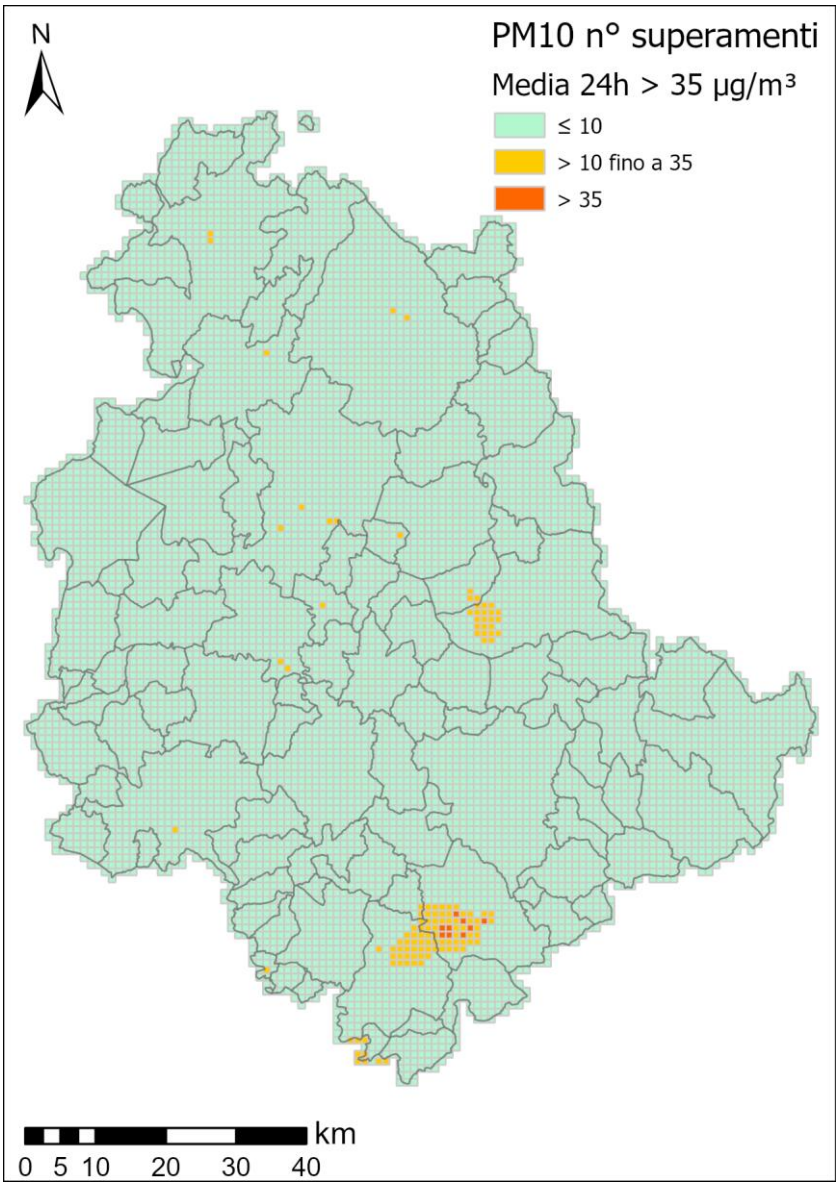


Figura 5.2: Numero di superamenti per la media giornaliera di PM_{10}

5.4 Particolato $PM_{2.5}$

Nella figura 5.3 sono riportati i risultati della simulazione per la media annuale di $PM_{2.5}$ con una scala che mostra in verde le aree al di sotto della soglia di attenzione, con il giallo e l'arancione le aree con valori tra la soglia di attenzione e la soglia di criticità e con il rosso le aree oltre quest'ultima soglia.

Anche da questi risultati si ha la conferma che l'area della conca ternana e quella del comune di Foligno siano le zone con gli impatti relativamente più elevati di polveri fini.

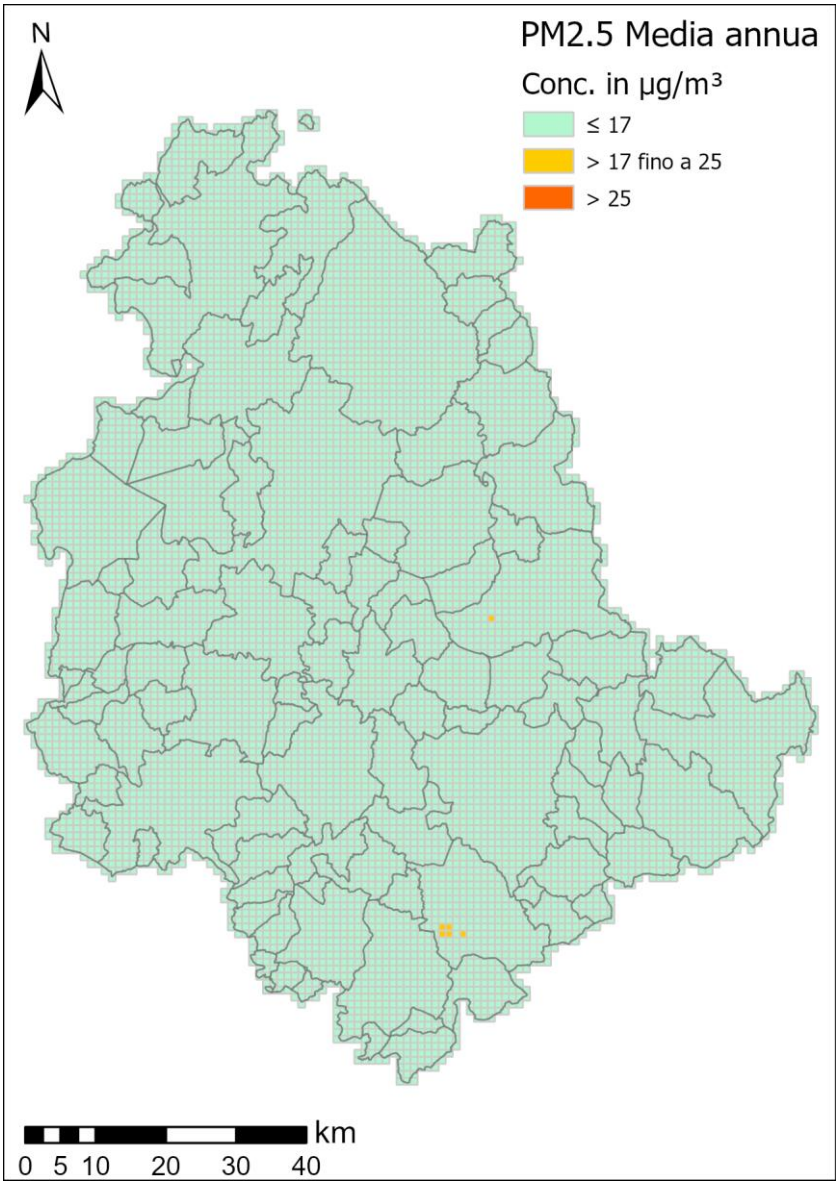


Figura 5.3: Concentrazione media annua di $PM_{2.5}$

5.5 Biossido di azoto (NO_2)

Nella figura 5.4 sono riportate le concentrazioni medie annue di NO_2. Per questo inquinante la legge prevede una soglia di valutazione inferiore della media annua pari a 26 µg/m³, una soglia di valutazione superiore pari a 32 µg/m³ e un limite di 40 µg/m³.

Per il grafico è stata scelta come soglia di attenzione la soglia di valutazione superiore e come soglia critica il limite di legge. La scala cromatica riflette questa scelta e, quindi, le aree rappresentate dal colore verde hanno valori al di sotto della soglia di attenzione, le aree rappresentate dai colori verde e arancione hanno valori tra la soglia di attenzione e la soglia di criticità e rosso per le aree oltre quest'ultima soglia.

Occorre sottolineare che il modello attualmente sovrastima i punti di grigliato nei quali sono presenti importanti sorgenti puntuali, nello specifico gli impianti industriali con le maggiori emissioni di NOx. Tali punti non sono, quindi, del tutto rappresentativi della rispettiva area.

Nella figura 5.5 sono riportati il numero di superamenti della media oraria di NO_2 con una scala cromatica individuata con gli stessi criteri precedentemente esposti.

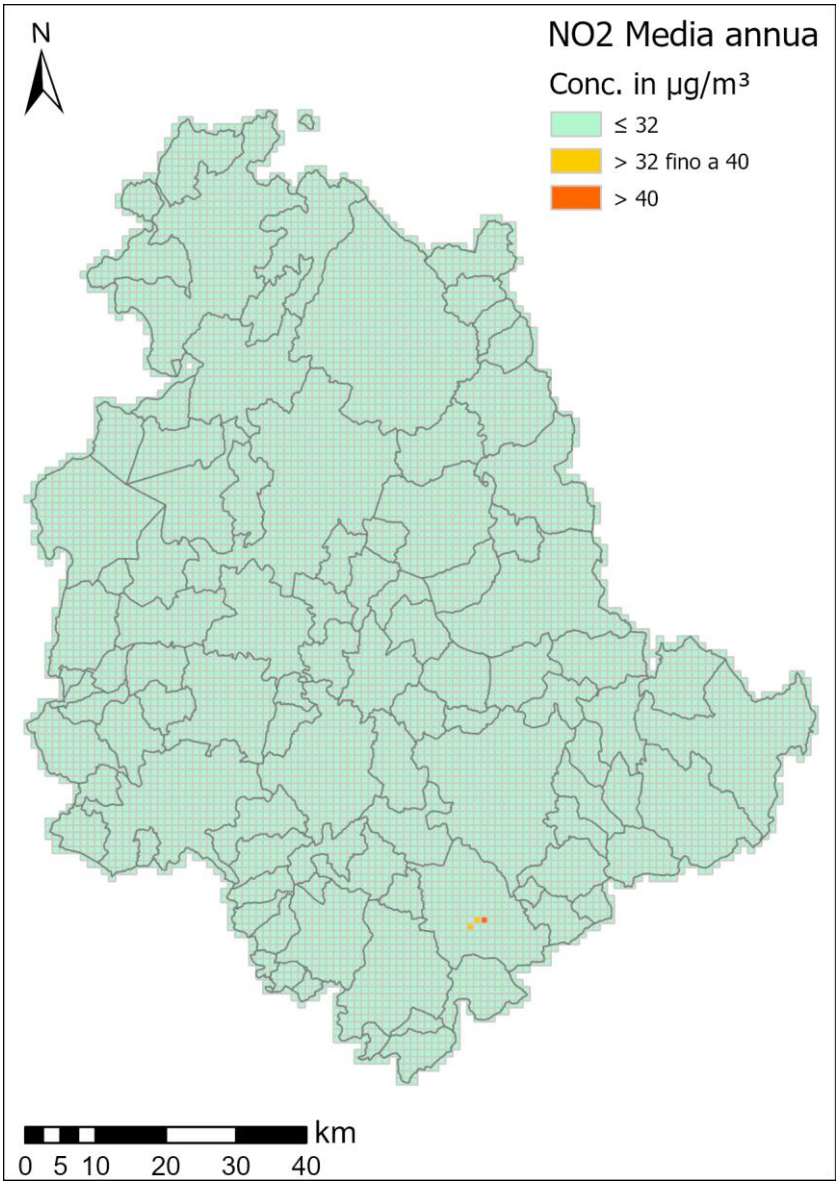


Figura 5.4: Concentrazione media annua di NO_2

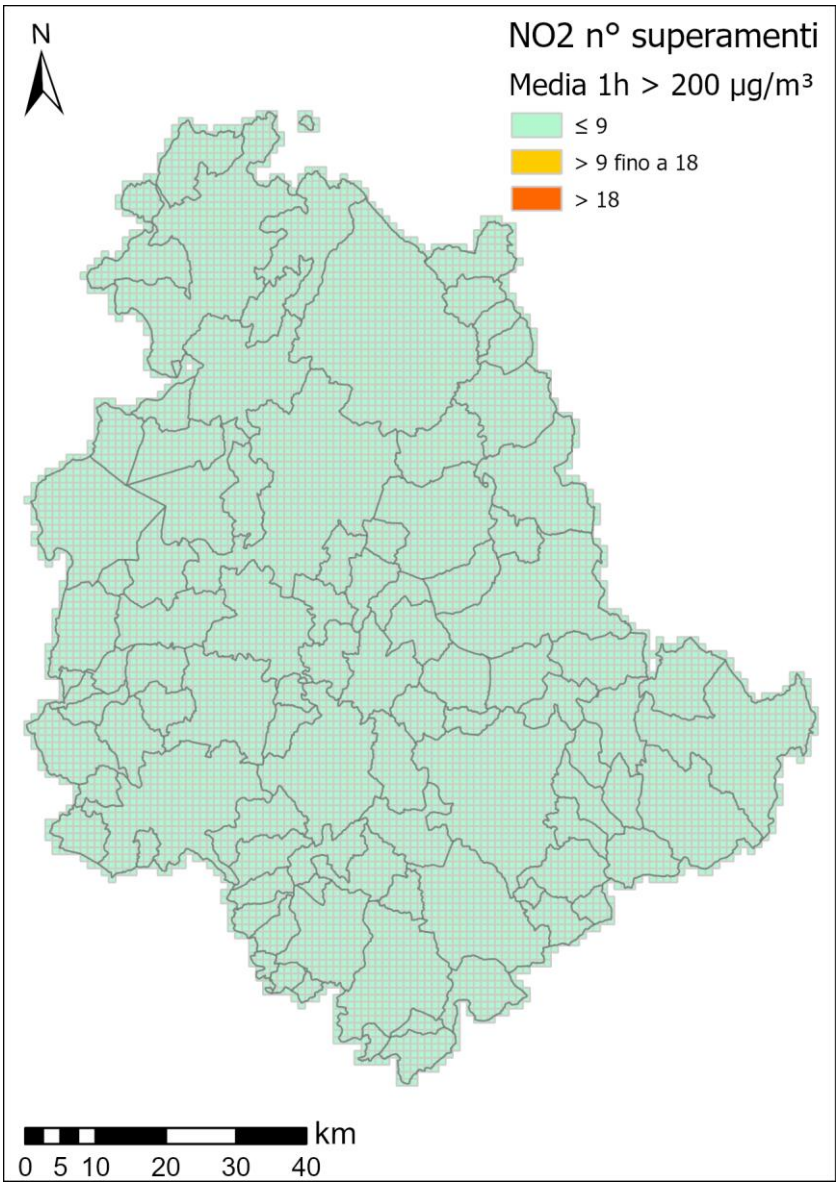


Figura 5.5: Numero di superamenti per la media oraria di NO_2

5.6 Biossido di zolfo (SO_2)

Per questo inquinante la legge prevede un massimo di 24 superamenti del valore soglia di 350 µg/m³ della concentrazione media oraria e un massimo di 3 superamenti del valore soglia di 125 µg/m³ della concentrazione media giornaliera. Nelle figure 5.6 e 5.7 sono riportati il numero di superamenti rispettivamente della soglia oraria e giornaliera.

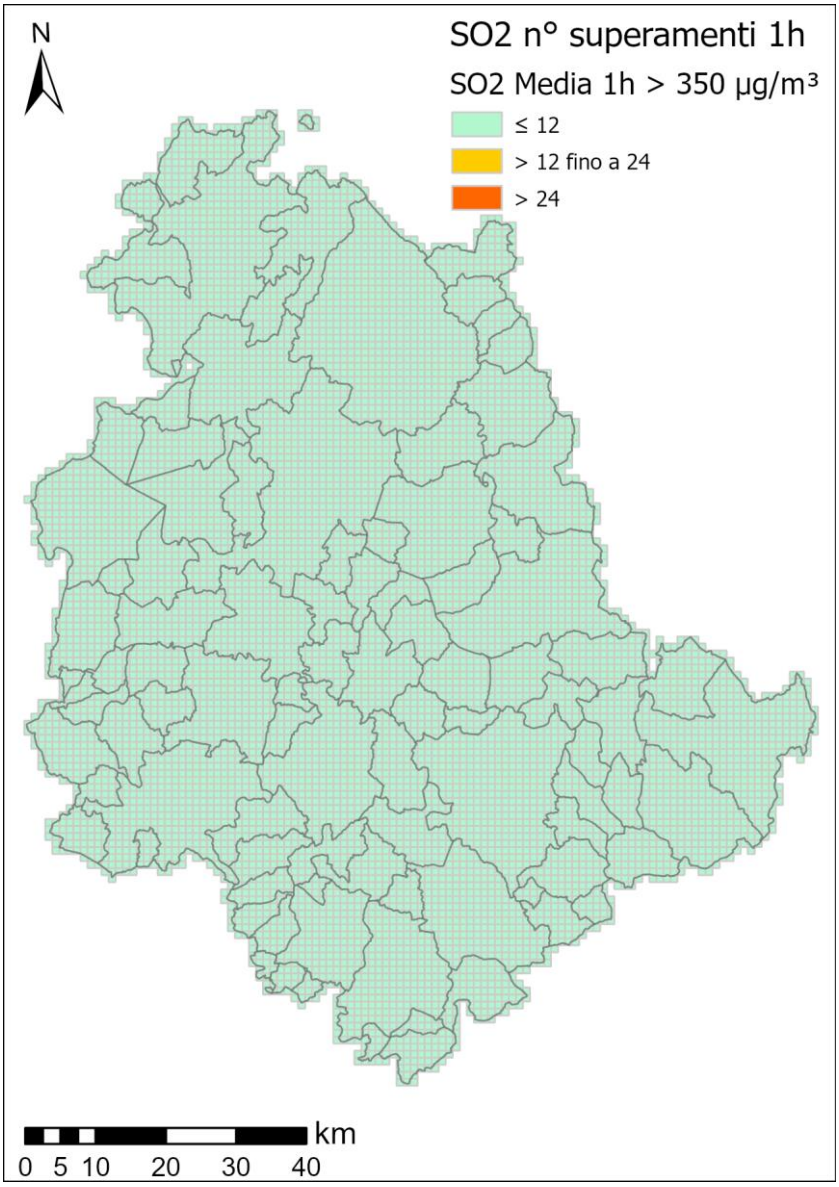


Figura 5.6: Numero di superamenti per la media oraria di SO_2

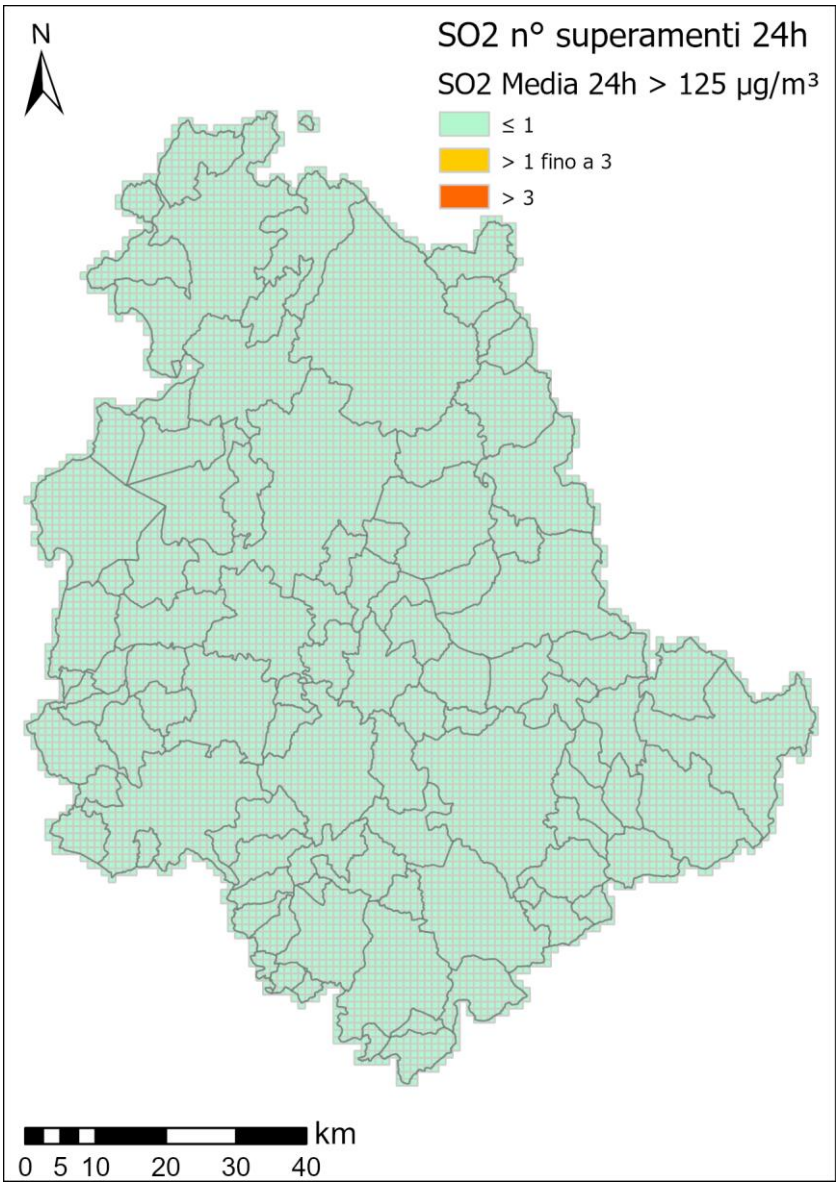


Figura 5.7: Numero di superamenti per la media giornaliera di SO_2

5.7 Ozono (O_3)

In Umbria le concentrazioni ozono sono piuttosto omogenee per vaste aree del territorio con i valori più alti nelle aree rurali e i valori più bassi localizzati nei pressi delle aree urbanizzate. Questa dinamica è dovuta ai complessi meccanismi di formazione dell'ozono, essendo questo un inquinante secondario, che ne favoriscono la formazione e il trasporto anche lontano dalle sorgenti degli inquinanti precursori.

Inoltre, le complesse reazioni fotochimiche tra i precursori dell'ozono, tra cui i principali sono gli ossidi di azoto (NO_x) e i composti organici volatili (COV), determinano una relazione fortemente non lineare tra le concentrazioni di questi e l'ozono stesso.

Nella figura 5.8 è riportato il massimo orario di O_3 mentre nella figura 5.9 è riportato il confronto con il valore dell'obiettivo a lungo termine, ovvero il valore di 120 $\mu g/m^3$ quale massima concentrazione giornaliera della media mobile calcolata su 8 ore.

È più che evidente che tutta la regione supera l'obiettivo a lungo termine.

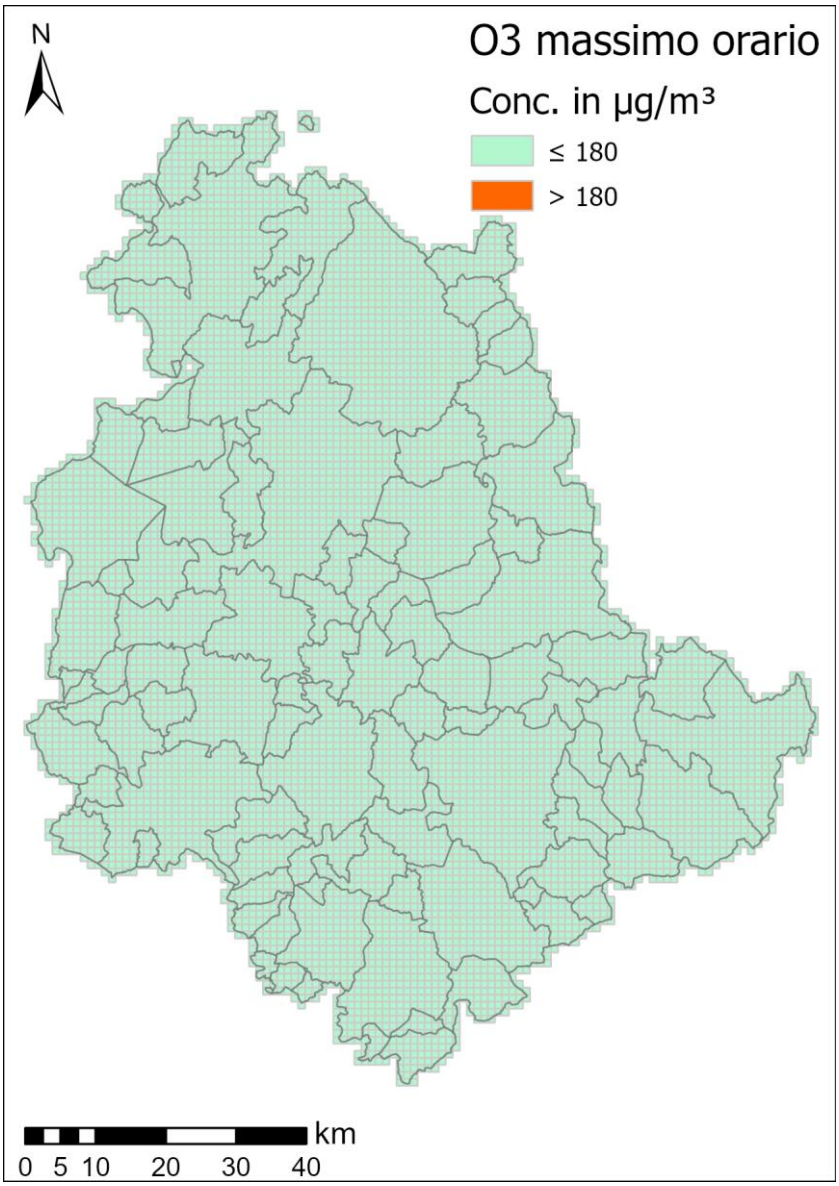


Figura 5.8: Massimo orario di O_3.

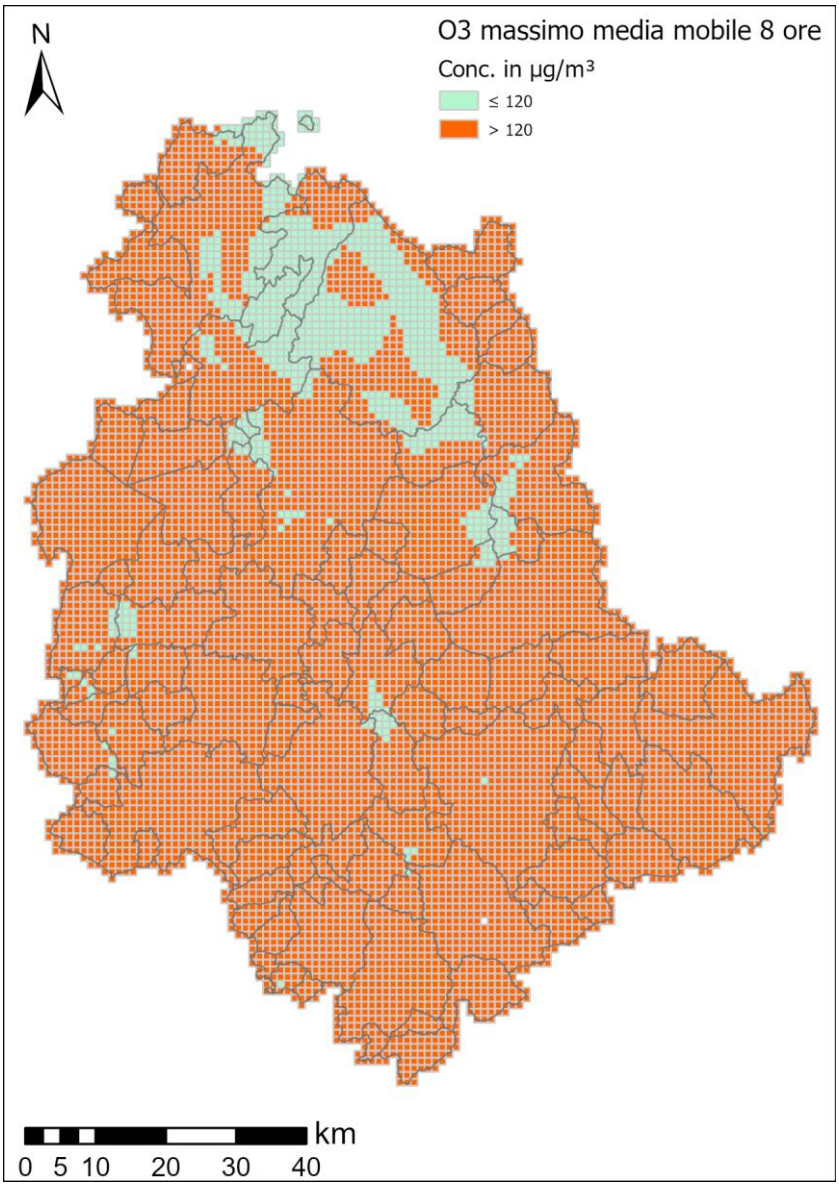


Figura 5.9: Obiettivo lungo termine come massimo giornaliero della media mobile calcolata su 8 ore.

Capitolo 6. Conclusioni – Valutazioni QA regionale, situazioni di criticità ed Esposizione della Popolazione

La normativa nazionale prevede che venga effettuata una costante informazione al pubblico sia quotidianamente attraverso i mass-media e internet ma anche annualmente mediante relazioni aventi ad oggetto tutti gli inquinanti disciplinati dal decreto e contenenti una sintetica illustrazione circa i superamenti dei valori limite, dei valori obiettivo, degli obiettivi a lungo termine, delle soglie di informazione e delle soglie di allarme con riferimento ai periodi di mediazione previsti dagli indici di legge con una valutazione sintetica degli effetti di tali superamenti. Dopo aver presentato il confronto con i vari indici di legge, di seguito vengono presentate le valutazioni di sintesi comune per comune che uniscono sia gli indicatori ottenuti dai valori misurati dalla rete che quelli derivanti dalla modellistica di qualità dell'aria, mettendo in evidenza eventuali criticità e le aree interessate.

Inoltre viene valutata la popolazione esposta incrociando i dati di concentrazione degli inquinanti (valutati con i dati delle centraline e il modello di simulazione) suddivise in tre classi di qualità dell'aria e i dati di popolazione delle aree. Le tre classi di qualità dell'aria corrispondono a quelle già presentate al precedente capitolo 3 e sono delimitate da due soglie derivate dal D.Lgs. 155/2010 di cui quella superiore corrisponde al limite per l'inquinante considerato.

6.1 Particolato PM10

Valutazione regionale anno 2023

Il particolato PM_{10} viene controllato in stazioni fisse urbane, suburbane, fondo e industriali. I limiti di legge per questo inquinante sono due: la concentrazione media annua e il numero di superamenti della concentrazione media su 24 ore.

La media annua risulta rispettata in tutte le stazioni ma con situazioni più alte nella zona di Terni (fig.6.1), mentre il numero di superamenti non è stato rispettato soltanto nella stazione Terni Maratta, con una situazione migliore di quanto avvenuto nel 2022.

Essendo il PM_{10} uno degli inquinanti più critici e avendo molta disomogeneità di situazioni locali, di seguito sono analizzati i dati comune per comune per i soli comuni con la presenza di postazioni di monitoraggio fisse.

Infine, i livelli scadenti rilevati nel comune di Terni nel 2023 non hanno determinato un superamento dei valori limite di legge se, come previsto dallo stesso D.Lgs. 155/2010, si escludono i contributi naturali dovuti a eventi di avvezione di polveri sahariane.

Comuni	Valutazione 2023
Perugia	ACCETTABILE
Foligno	ACCETTABILE
Gubbio	BUONA
Narni	ACCETTABILE
Spoleto	BUONA
Terni	SCADENTE
Amelia	BUONA
Città di Castello	ACCETTABILE
Magione	BUONA
Orvieto	BUONA
UMBRIA	SCADENTE
Fondo	BUONA

Tabella 6.1.1

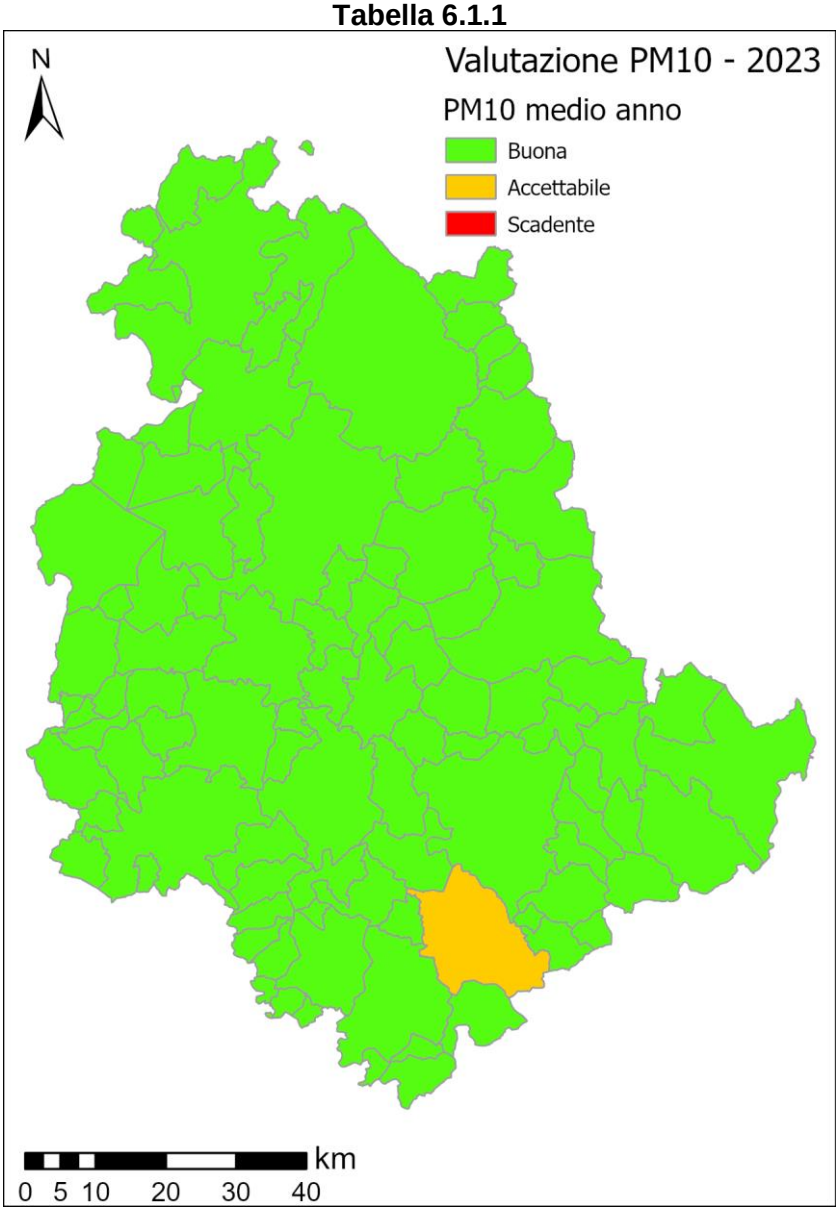


Figura 6.1.1: Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2023 per media annuale PM_{10}.

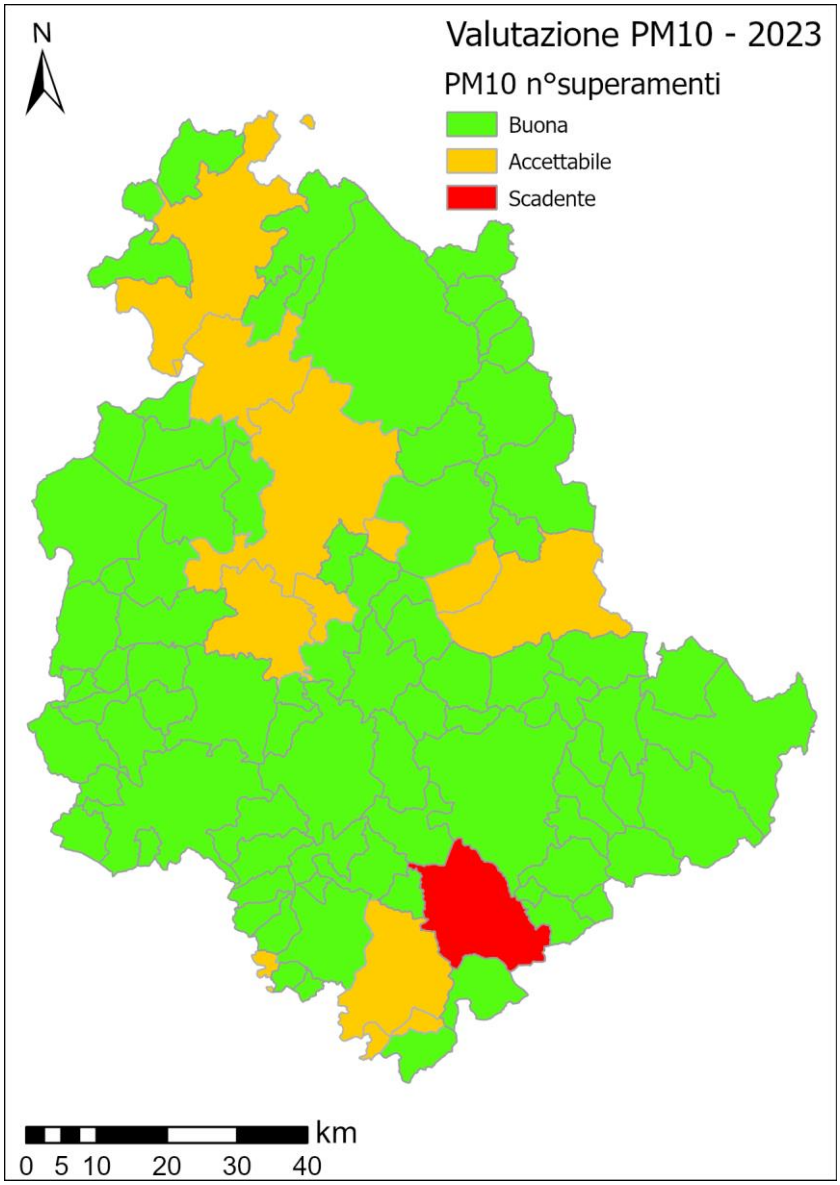


Figura 6.1.2: Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2023 per superamenti PM_{10}

Esposizione della Popolazione

Incrociando i dati di concentrazione degli inquinanti (valutati con i dati delle centraline e il modello di simulazione) e i dati di popolazione residente è stato possibile stimare l'esposizione della popolazione a tre classi di qualità dell'aria. Queste tre classi corrispondono a quelle già presentate al precedente capitolo 3 e sono delimitate da due soglie derivate dal D.Lgs. 155/2010 di cui quella superiore corrisponde al limite per l'inquinante considerato.

Per il PM10, sono mostrati entrambi gli indicatori della media annua e del numero annuo di superamenti della soglia giornaliera di 50 µg/m³.

Nelle tabelle e nei rispettivi grafici sono riportati i risultati inizialmente della stima di esposizione per la media annua e successivamente del numero di superamenti.

Zona	Popolazione (in migliaia di abitanti)	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Buona	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Accettabile	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Scadente
Collinare e montuosa	251	251	0	0
Valle	479	479	0	0
Conca ternana	124	114	10	0
Popolazione totale regionale	854	844	10	0

Tabella 6.1.2 - Esposizione al PM10 – Media annua

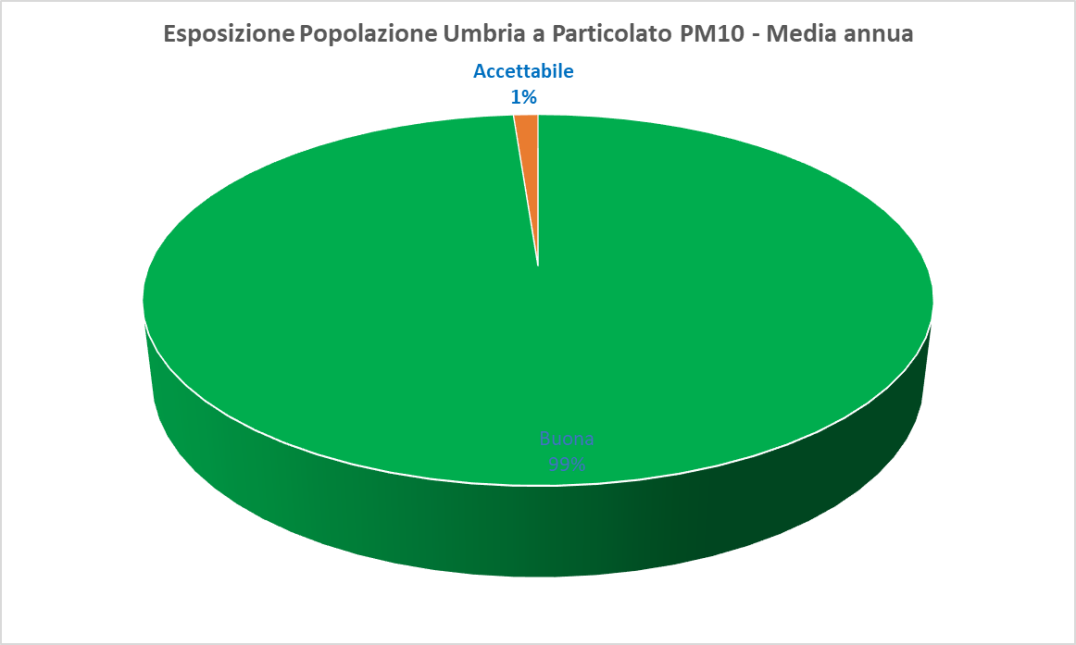


Figura 6.1.3

La stessa riproduzione per la popolazione nelle tre Zone in cui è suddiviso il territorio regionale si riporta nei grafici successivi:

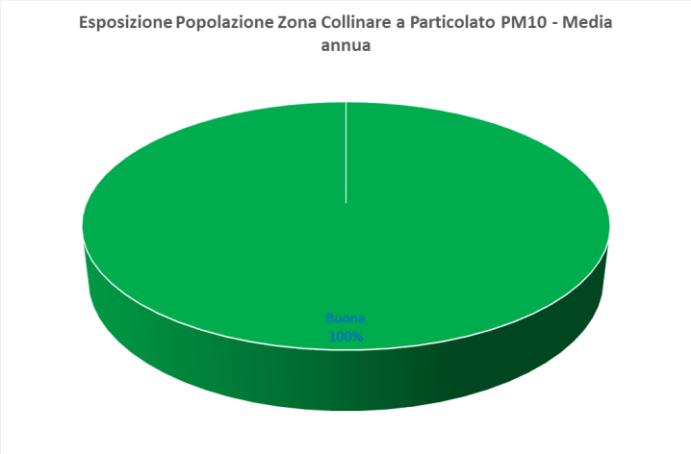


Figura 6.1.4

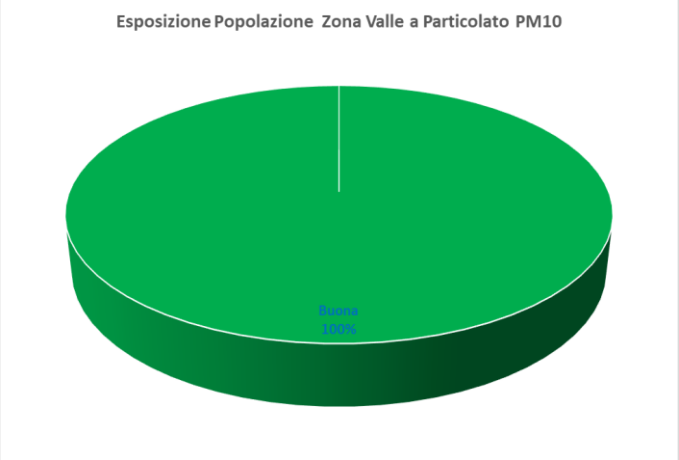


Figura 6.1.5

Figura 6.1.6

Zona	Popolazione (in migliaia di abitanti)	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Buona	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Accettabile	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Scadente
Collinare e montuosa	251	242	9	0
Valle	479	389	90	0
Conca ternana	124	28	69	27
Popolazione totale regionale	854	659	168	27

Tabella 6.1.3 – Esposizione al PM10 – Numero di superamenti

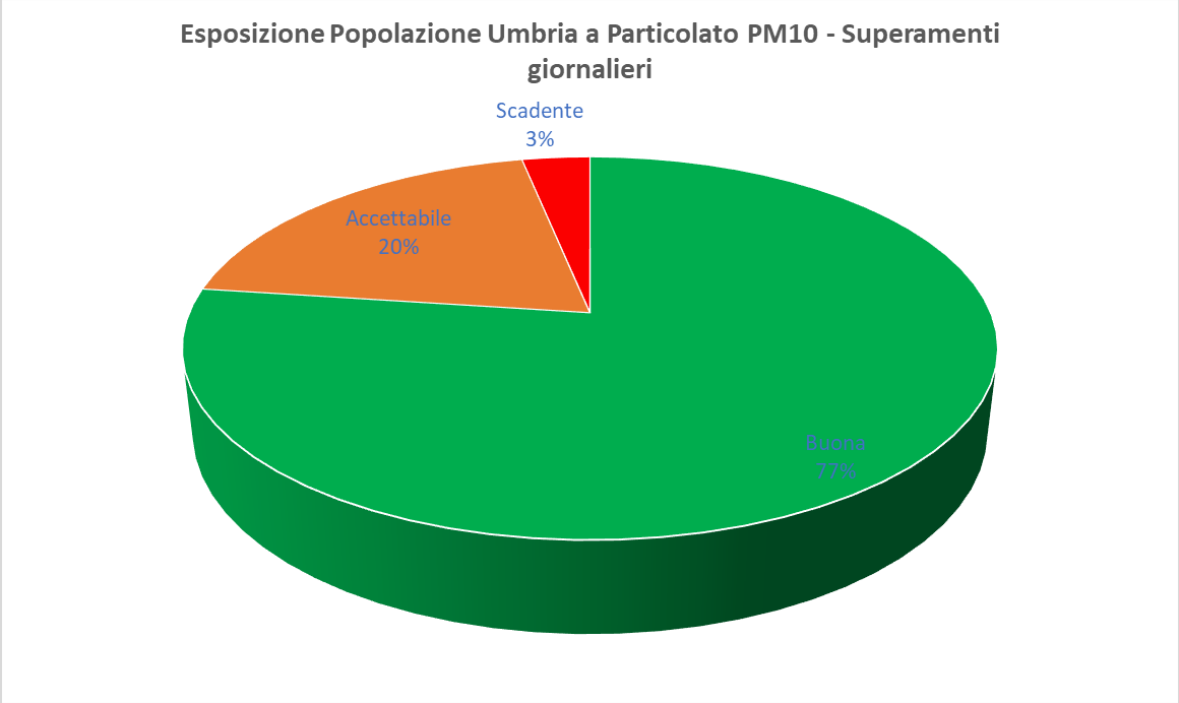


Figura 6.1.7

La stessa riproduzione per la popolazione nelle tre Zone in cui è suddiviso il territorio regionale si riporta nei grafici successivi:

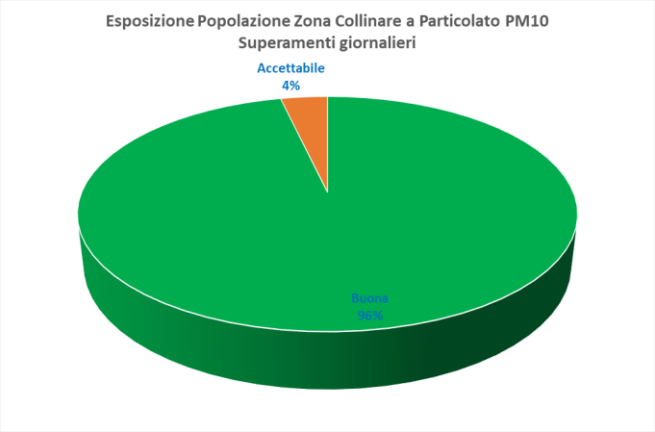


Figura 6.1.8

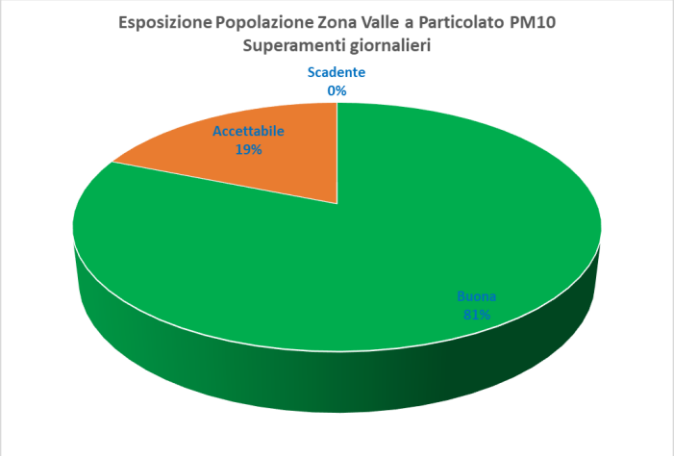


Figura 6.1.9

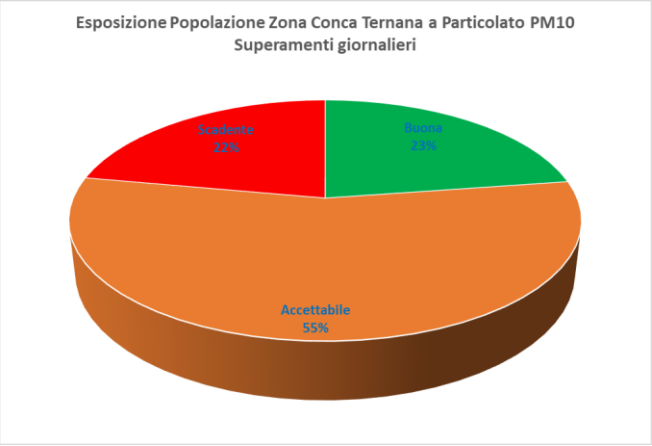


Figura 6.1.10

6.1.2 Contributo degli eventi di trasporto delle sabbie sahariane ai valori di PM10

In Italia, come in tutte le regioni Europee affacciate sul Mediterraneo, sono frequenti eventi di trasporto a *lungo raggio della* sabbia proveniente dal Sahara. Tale sabbia può rappresentare una frazione rilevante della massa di materiale particolato sospeso in aria, comunemente misurato come PM10 e, in alcuni eventi particolarmente intensi, può contribuire ai superamenti dei valori limite di PM10 stabiliti dalla Direttiva europea sulla Qualità dell'Aria 2008/50/EC.

Al fine di valutare il superamento dei limiti indicati dal D.Lgs. 155/2010, che recepisce in Italia la suddetta Direttiva Europea, prevede all'art. 15 la possibilità di sottrarre i contributi naturali dal livello misurato degli inquinanti, a patto di dimostrarne l'origine e valutarne l'entità.

La metodologia utilizzata è quella elaborata nell'ambito del Progetto Europeo Diapason che ha definito e messo a punto un metodo automatico per l'individuazione e la quantificazione del contributo di polveri sahariane ai valori di PM10 seguendo e tarando per il territorio italiano le raccomandazioni definite nelle linee guida stabilite a livello europeo e previste dalla Direttiva stessa.

Con tale metodologia è stato possibile individuare e quantificare il contributo dell'evento di trasporto di polveri sahariane ai valori misurati presso tutte stazioni di qualità dell'aria della Rete Regionale. Il contributo così quantificato può essere sottratto ai valori di PM10 rilevati giornalmente e alle rispettive medie annuali e confermare o escludere il superamento della soglia giornaliera.

Nella seguente tabella 6.1.4 sono riportati i risultati degli eventi di trasporto sahariano individuati per ciascuna centralina, il numero di superamenti annuali rilevati (e quindi comprensivi di tali eventi), il numero di superamenti che la metodologia Diapason ha individuato come dovuti al contributo di polveri sahariane e, infine, il numero di superamenti confermati una volta sottratto quelli dovuti a tale contributo.

Nella figura 6.1.11 sono mostrati gli stessi dati in forma grafica dove è più evidente come esistano stazioni con un alto numero di superamenti della soglia giornaliera di 50 µg/m^3 che sono imputabili a eventi di trasporto di polveri sahariane come le stazioni di Terni – Maratta e Terni – Prisciano. In particolare, nella stazione di Terni Maratta, che è l'unica nel 2023 ad aver superato i 35 giorni con valori medi di PM10 maggiori a 50 µg/m^3, il numero di superamenti effettivamente non dovuti al contributo di polveri sahariane risulta essere inferiore a tale limite.

Per quanto riguarda il contributo di eventi di trasporto sahariano ai valori medi annuali di PM10, mostrati in figura 6.1.12, questi sono abbastanza confrontabili tra tutte le stazioni di misura e si aggirano intorno a un valore di 1,1 µg/m^3.

In questo caso, la sottrazione del contributo da eventi di trasporto di polveri sahariane non modifica la situazione umbra che già in partenza evidenzia il rispetto di tale limite per tutte le stazioni.

Stazione	N. eventi sahariani	N. superamenti misurati	N. superamenti dovuti a polveri sahariane	N. superamenti confermati
Perugia - Parco Cortonese	18	3	0	3
Perugia - Fontivegge	18	4	0	4
Perugia - Ponte San Giovanni	17	15	2	13
Spoleto - Piazza Vittoria	20	0	0	0
Foligno - Porta Romana	20	28	3	25
Città di Castello	17	19	1	18
Orvieto - Ciconia	14	0	0	0
Torgiano - Brufa	17	3	0	3
Spoleto - San Martino in Trignano	20	7	1	6
Terni - Carrara	19	26	2	24
Terni - Le Grazie	19	32	2	30
Terni - Borgo Rivo	19	35	0	35
Narni - Narni Scalo	16	28	3	25
Terni - Prisciano	19	19	10	9
Gubbio - Piazza 40 Martiri	21	10	3	7
Amelia - Amelia	16	0	0	0
Magione - Magione	17	5	0	5
Gubbio - Ghigiano	20	3	0	3
Gubbio - Semonte	20	0	0	0
Gubbio - Via L. da Vinci	20	7	0	7
Gubbio - Padule	19	0	0	0
Giano dell'Umbria - Monte Martano	17	0	0	0
Terni - Maratta	19	41	8	33
Spoleto - Madonna di Lugo	21	1	0	1

Tabella 6.1.4

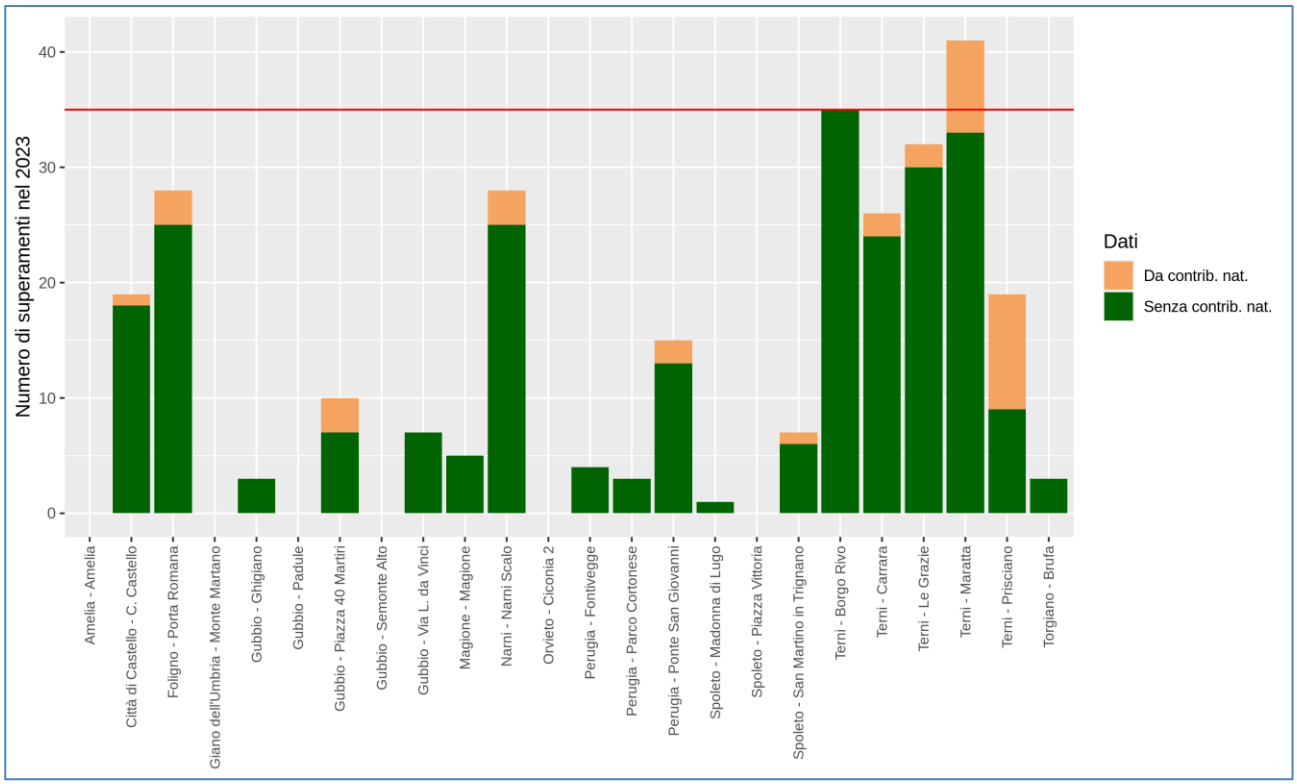


Figura 6.1.11

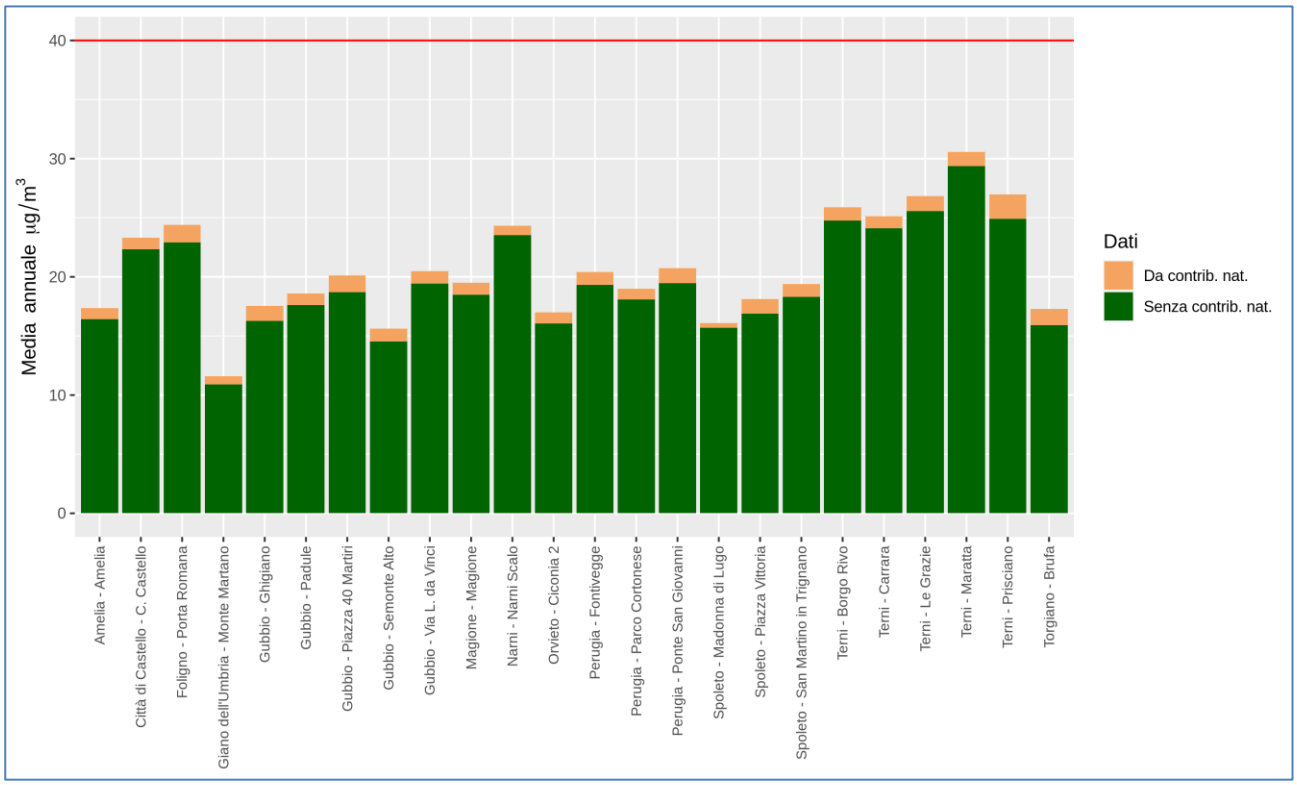


Figura 6.1.12

6.2 Particolato $PM_{2.5}$

Valutazione regionale anno 2023

Il particolato $PM_{2.5}$ viene controllato in stazioni fisse urbane/suburbane, fondo e industriali.

Per tutte le stazioni i valori sono inferiori al limite di 25 $\mu g/m^3$.
Integrando misure con la modellistica per le aree non coperte dalle misure con stazioni fisse e mobili, queste confermano la qualità dell'aria generalmente buona ma con delle zone a rischio di superamento della SVS e, quindi, con una qualità dell'aria accettabile. In particolare, viene evidenziato il superamento della soglia di Valutazione Superiore nella sola area del comune di Foligno.
La qualità dell'aria risulta quindi essere accettabile per l'anno 2023; per gli anni di trend presi in esame si osserva una qualità dell'aria accettabile con un andamento altalenante e influenzato dalle condizioni meteo.
Nella figura 6.2.1, viene riportata in forma semplificata lo stato della qualità dell'aria in regione per l'anno 2023 in cui le valutazioni ottenute con misure integrate a modelli sono rappresentate a scala comunale anche quando le criticità presenti (qualità dell'aria accettabile e/o scadente) interessano un'area sub comunale.

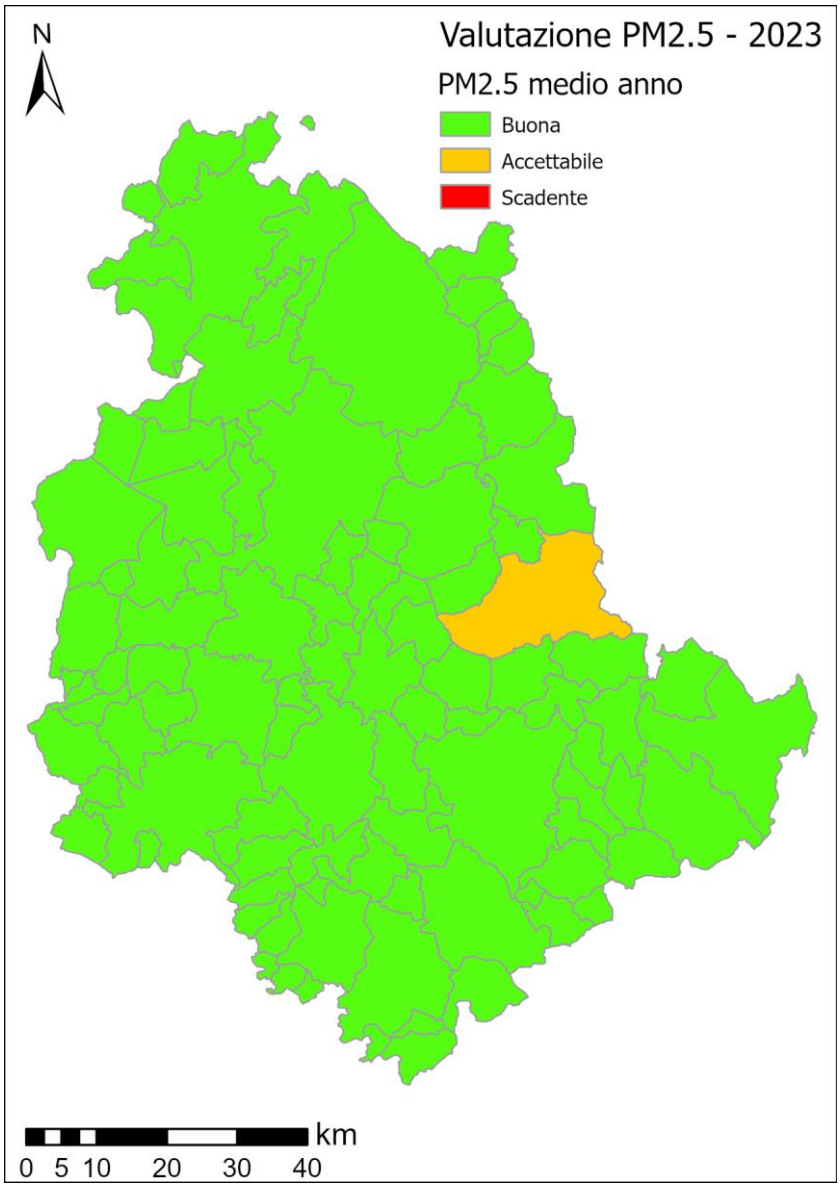


Figura 6.2.1: Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2023 per media annuale $PM_{2.5}$.

Esposizione della Popolazione

Anche per il PM2.5 si riporta l'esposizione della popolazione suddivisa l'intera Regione secondo la metodologia descritta precedentemente per il PM10.

Zona	Popolazione (in migliaia di abitanti)	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Buona	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Accettabile	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Scadente
Collinare e montuosa	251	251	0	0
Valle	479	474	5	0
Conca ternana	124	115	9	0
Popolazione totale regionale	854	840	14	0

Tabella 6.2.1

Figura 6.2.2

La stessa riproduzione dell'esposizione della popolazione viene riportato per le Zone:

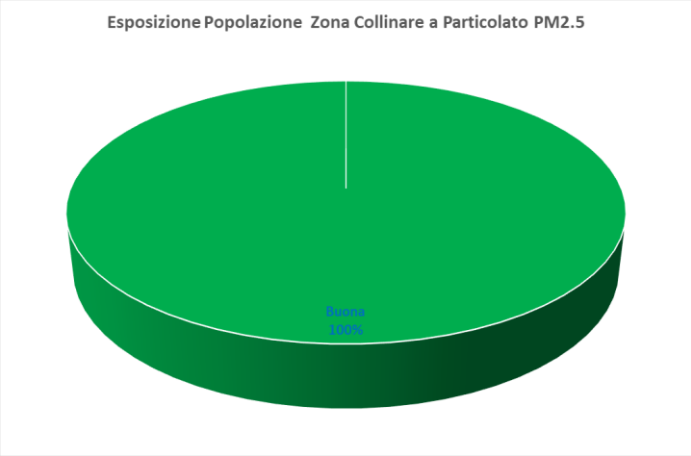


Figura 6.2.3

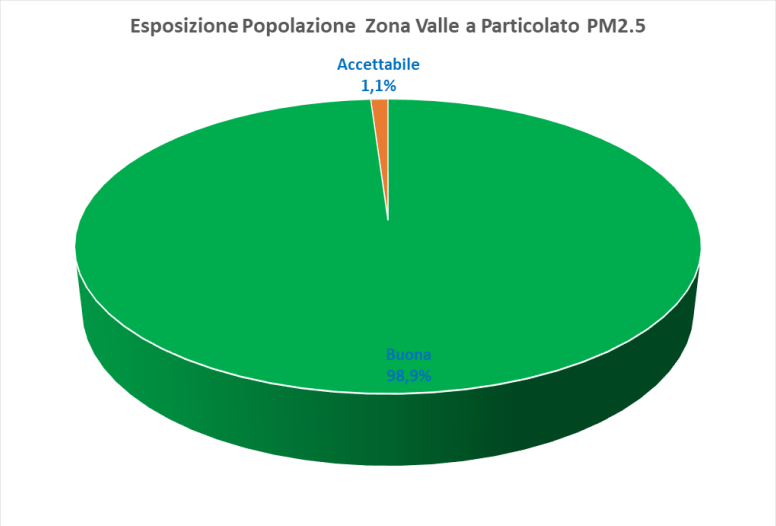


Figura 6.2.4

Figura 6.2.5

6.3 Biossido di Azoto (NO_2)
Valutazione regionale anno 2023

Il biossido di azoto viene controllato in stazioni fisse urbane, suburbane, fondo e industriali. I limiti di legge per questo inquinante sono due: la concentrazione media annua e il numero di superamenti della concentrazione media oraria. Sia il limite per la media annua che quello per il numero di superamenti della media oraria risultano rispettati in tutte le stazioni. Il giudizio globale è quindi buono.
Tra le varie zone ci sono poche differenze, si sottolinea che per questo inquinante la norma definisce anche una soglia di allarme che non è mai stata superata.
Nella figura 6.3.1, viene riportato lo stato della qualità dell'aria in regione per l'anno 2023 per la media annuale mentre nella figura 6.3.2 viene riportato lo stato per il numero di superamenti della media oraria. La valutazione della qualità dell'aria è rappresentata a scala comunale anche quando le criticità presenti (qualità dell'aria accettabile e/o scadente) interessano un'area sub comunale.

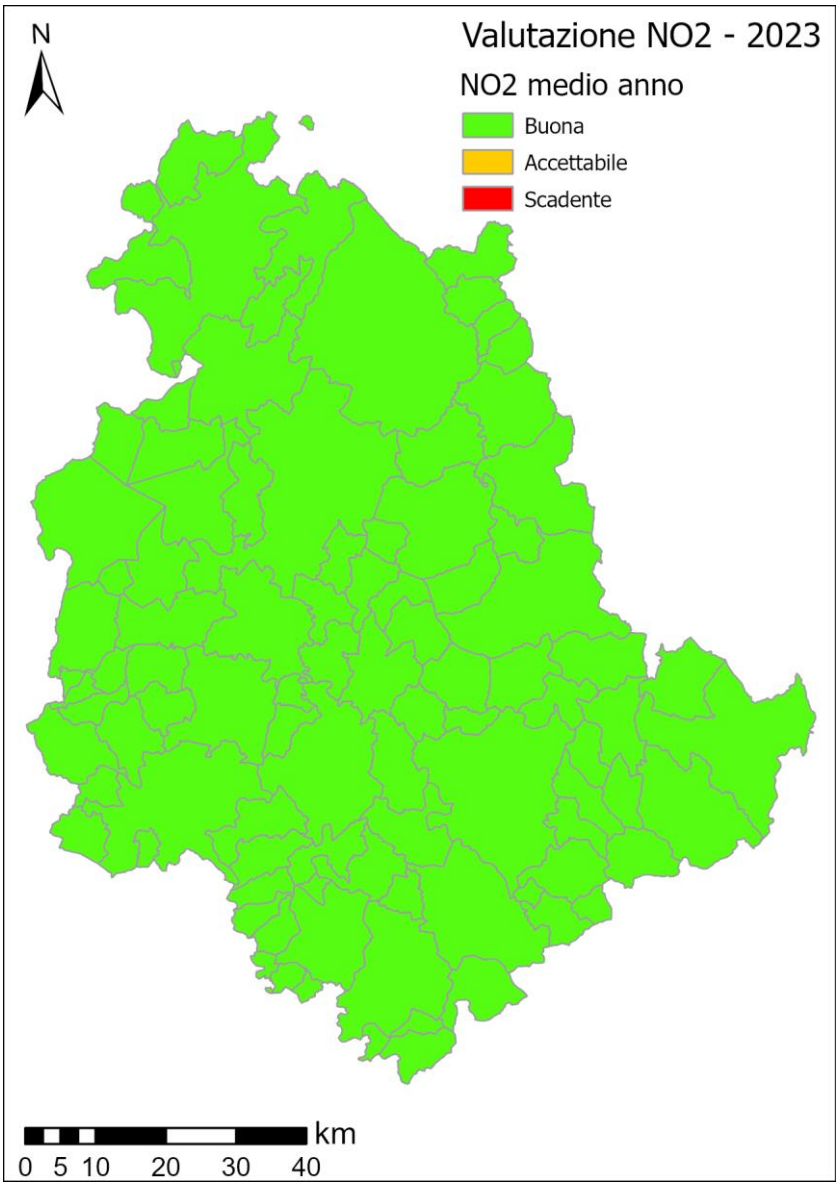


Figura 6.3.1: Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2023 per media annuale NO_2

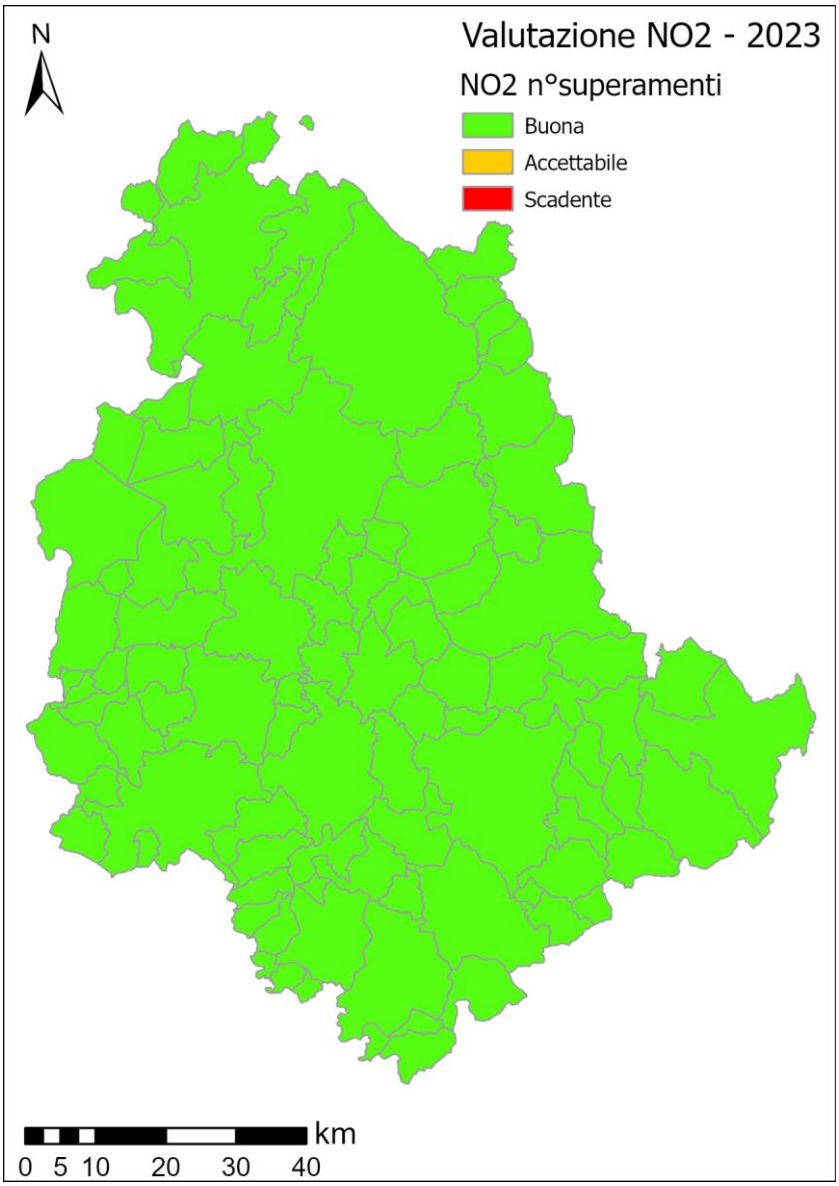


Figura 6.3.2: Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2023 per superamenti NO_2

Esposizione della Popolazione

Nel caso del Biossido di Azoto tutta la popolazione è esposta ad una qualità buona dell'aria sia per quanto riguarda il numero di superamenti della soglia oraria che del valore medio annuale.

Zona	Popolazione (in migliaia di abitanti)	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Buona	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Accettabile	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Scadente
Collinare e montuosa	251	251	0	0
Valle	479	479	0	0
Conca ternana	124	124	0	0
Popolazione totale regionale	854	854	0	0

Tabella 6.3.1

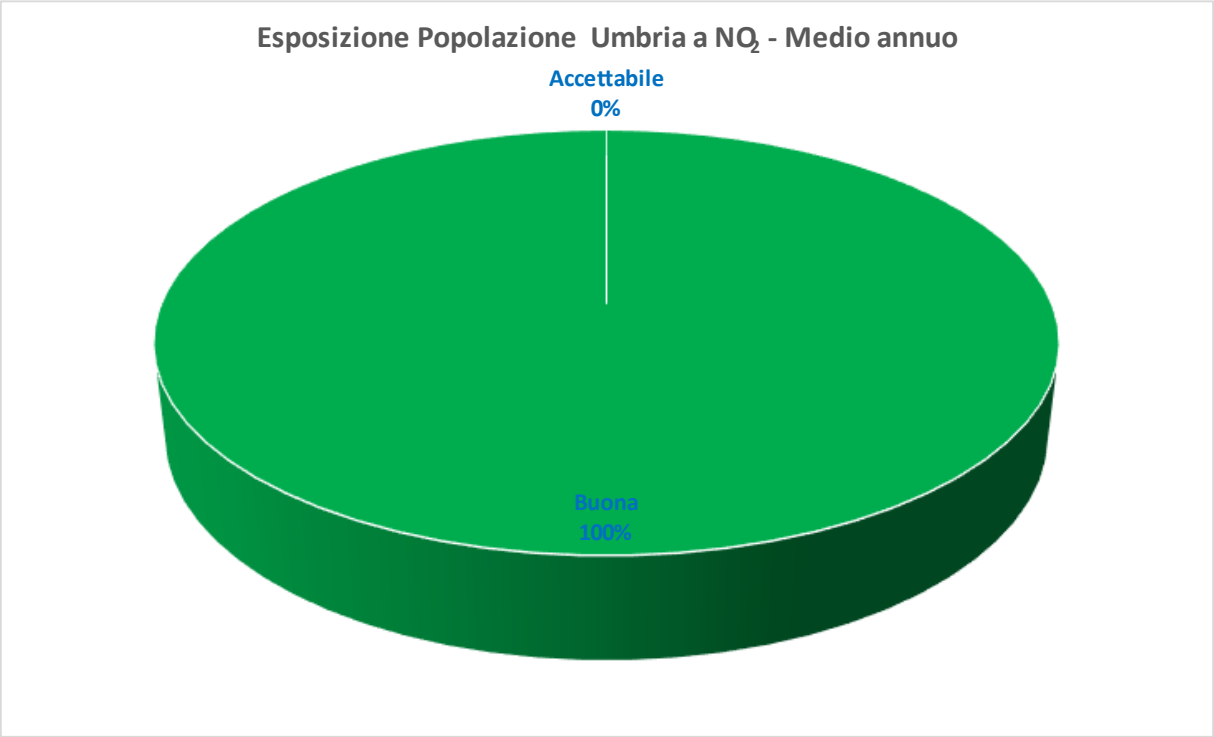


Figura 6.3.2

6.4 Monossido di Carbonio (CO)

Valutazione regionale anno 2023

Il monossido di carbonio viene controllato in stazioni fisse urbane, suburbane e industriali. Per tutte le stazioni i valori sono inferiori al limite e alla soglia di valutazione inferiore (SVI).

Integrando le misure con la modellistica per le aree non coperte dalle misure con stazioni fisse e mobili, si conferma la qualità dell'aria buona su tutta la regione in cui non si osserva il rischio di superamento del limite e della soglia di valutazione.

Quindi, la qualità dell'aria risulta essere buona per l'anno 2023 per tutto il territorio umbro. Gli anni di trend presi in esame mostrano dopo un andamento in diminuzione la stabilizzazione su valori inferiori alle soglie di valutazione.

Nella figura 6.4.1, viene riportato in forma semplificata lo stato della qualità dell'aria in regione per l'anno 2023 in cui le valutazioni ottenute con misure integrate a modelli sono rappresentate a scala comunale anche quando le criticità presenti (qualità dell'aria accettabile e/o scadente) interessano un'area sub comunale.

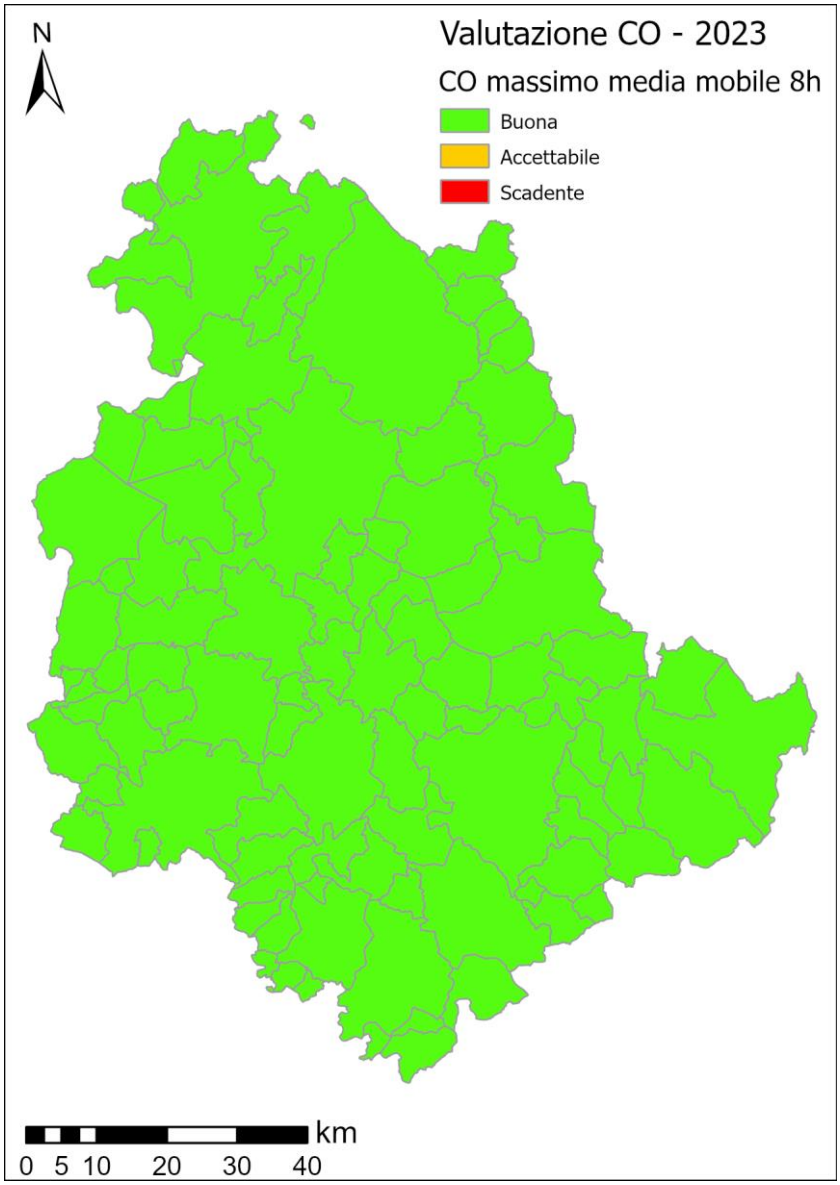


Figura 6.4.1: Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2023 per media mobile 8 ore CO.

Esposizione della Popolazione

Anche per il Monossido di Carbonio tutta la popolazione è esposta ad una qualità buona dell'aria

Zona	Popolazione (in migliaia di abitanti)	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Buona	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Accettabile	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Scadente
Collinare e montuosa	251	251	0	0
Valle	479	479	0	0
Conca ternana	124	124	0	0
Popolazione totale regionale	854	854	0	0

Tabella 6.4.1

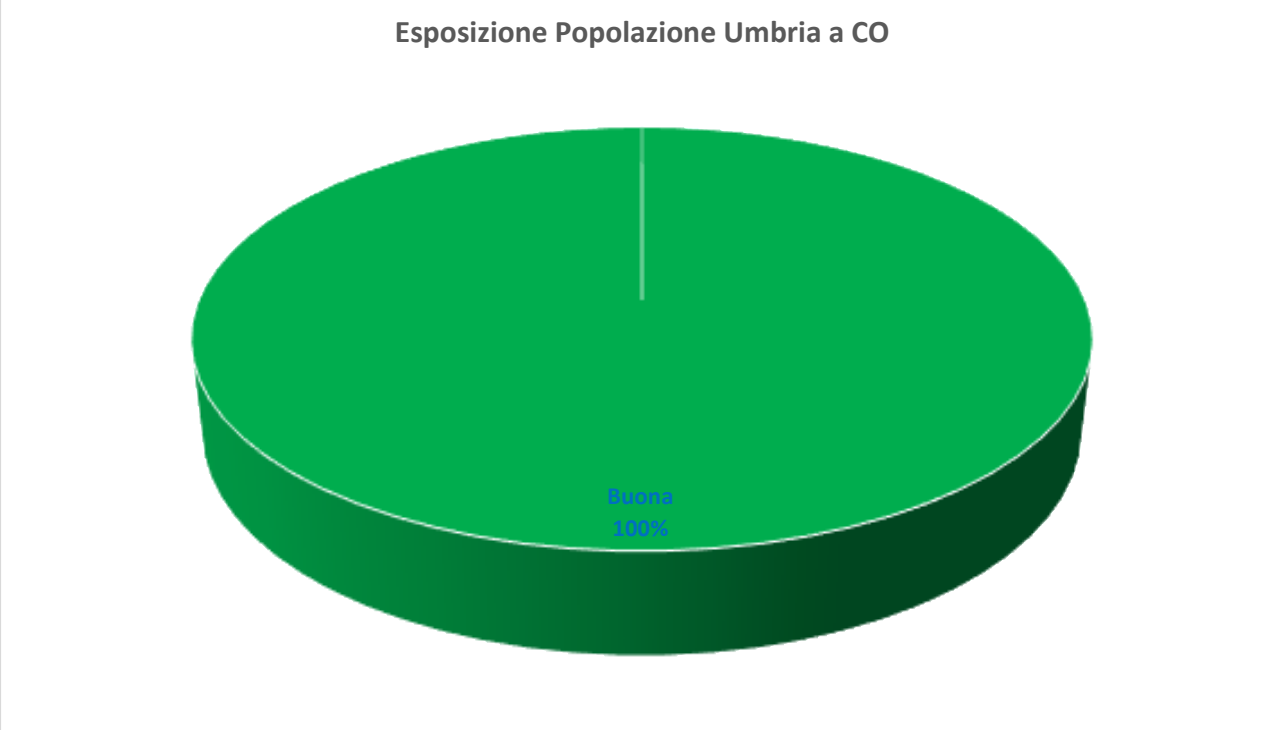


Figura 6.4.2

6.5 Biossido di Zolfo (SO_2)

Valutazione regionale anno 2023

Il biossido di zolfo viene controllato in stazioni fisse urbane, suburbane e industriali. Per tutte le stazioni le soglie di allarme non sono mai state superate, i valori sono inferiori ai limiti e alle soglie di valutazione superiore e inferiore (SVS e SVI).

La valutazione è buona in quanto nessuna stazione ha superato nessun limite o soglia di valutazione.

Integrando le misure con la modellistica per le aree non coperte dalle misure con stazioni fisse e mobili, queste confermano la qualità dell'aria ottima su tutta la regione.

Nella figura 6.5.1, viene riportata in forma semplificata lo stato della qualità dell'aria in regione per l'anno 2023 in cui le valutazioni ottenute con misure integrate a modelli sono rappresentate a scala comunale anche quando le criticità presenti (qualità dell'aria accettabile e/o scadente) interessano un'area sub comunale.

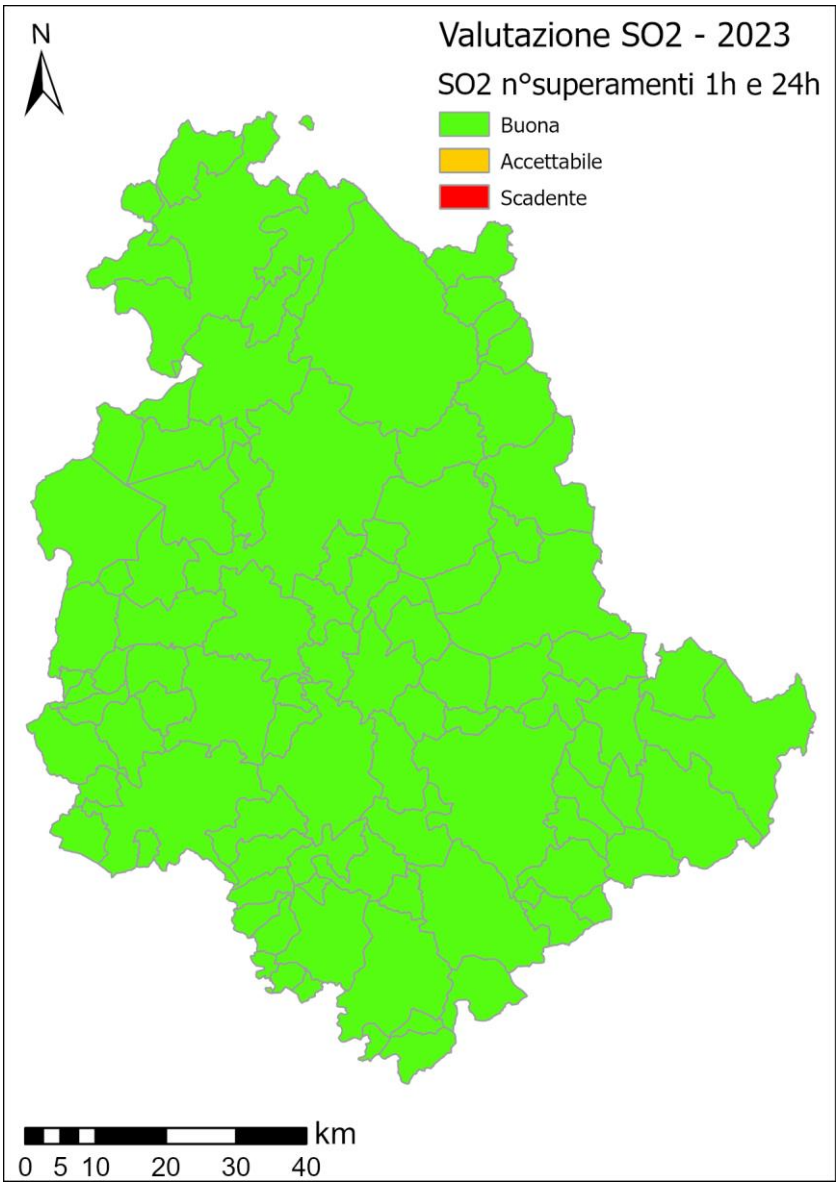


Figura 6.5.1: Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2023 per media annuale SO_2.

Esposizione della Popolazione

Anche per il Biossido di Zolfo tutta la popolazione è esposta ad una qualità buona dell'aria

Zona	Popolazione (in migliaia di abitanti)	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Buona	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Accettabile	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Scadente
Collinare e montuosa	251	251	0	0
Valle	479	479	0	0
Conca ternana	124	124	0	0
Popolazione totale regionale	854	854	0	0

Tabella 6.5.1

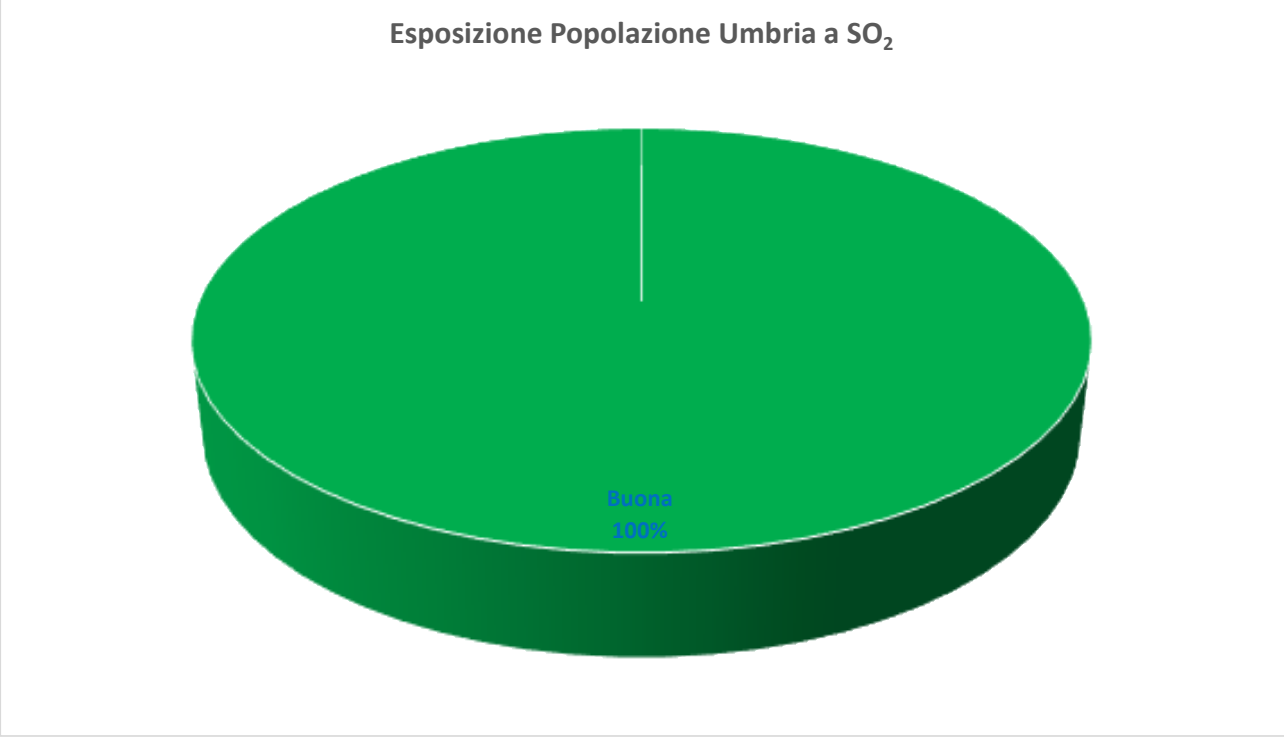


Figura 6.5.2

6.6 Idrocarburi Aromatici - benzene e benzo(a)pirene

6.6.1 Benzene

Valutazione regionale anno 2023

Il benzene viene controllato in stazioni fisse urbane, suburbane e industriali. Per tutte le stazioni i valori sono inferiori sia ai limiti che alla soglia di valutazione inferiore (SVI). Il trend è stato, inoltre, in netto miglioramento negli ultimi anni e ora sembra abbia raggiunto un valore costante.

Nella figura 6.6.1, viene riportato in forma semplificata lo stato della qualità dell'aria in regione per l'anno 2023 in cui le valutazioni ottenute con misure sono rappresentate a scala comunale anche quando le criticità presenti (qualità dell'aria accettabile e/o scadente) interessano un'area sub comunale.

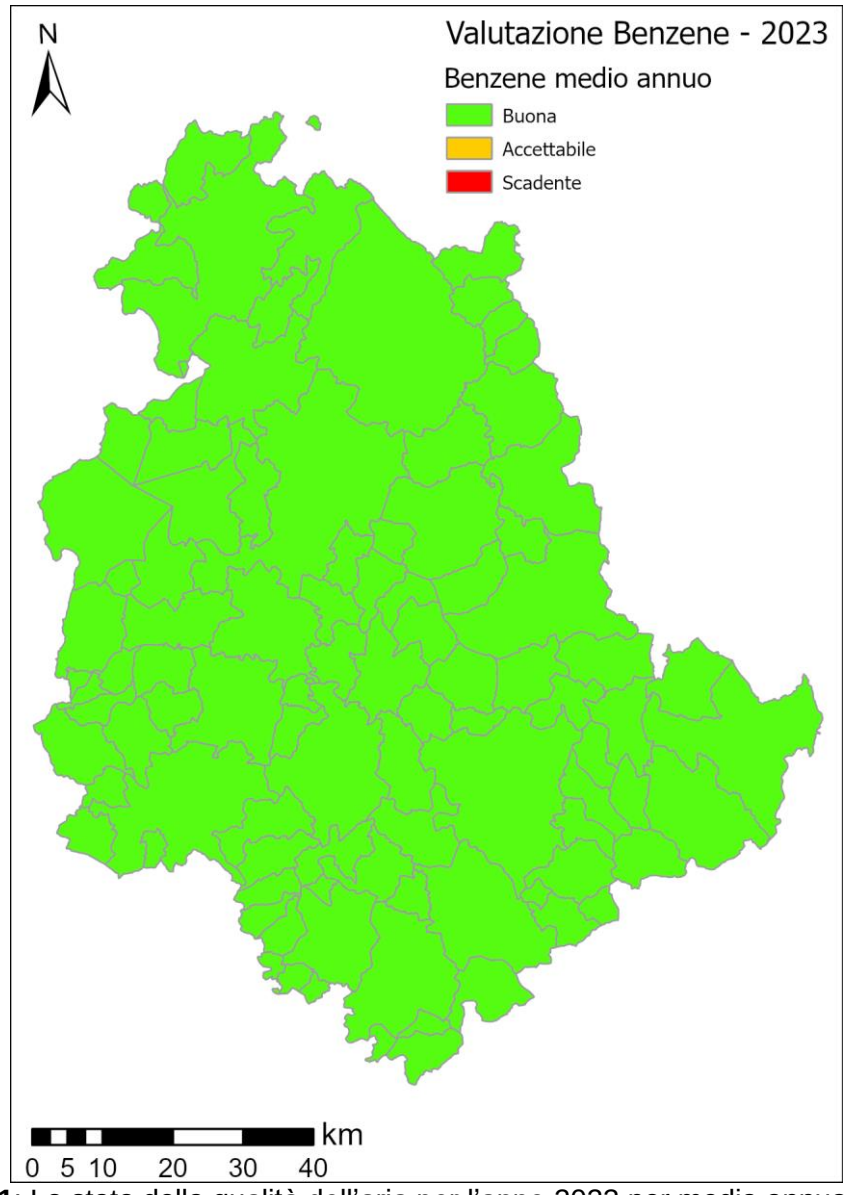


Figura 6.6.1: Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2023 per media annuale Benzene.

Esposizione della Popolazione

Anche per il Benzene l'esposizione dell'intera popolazione dell'Umbria è di qualità buona

Zona	Popolazione (in migliaia di abitanti)	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Buona	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Accettabile	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Scadente
Collinare e montuosa	251	251	0	0
Valle	479	479	0	0
Conca ternana	124	124	0	0
Popolazione totale regionale	854	854	0	0

Tabella 6.6.1

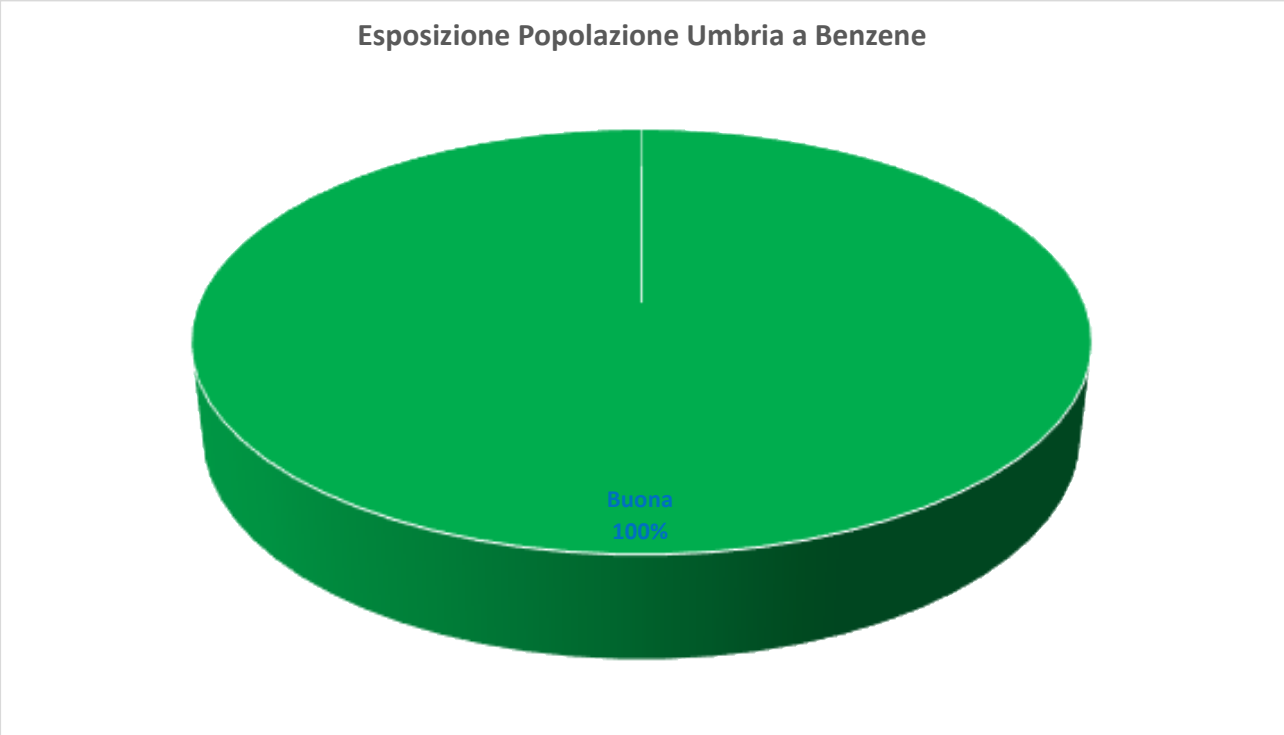


Figura 6.6.2

6.6.2 Benzo(a)pirene

Valutazione regionale anno 2023

Il benzo(a)pirene viene controllato in stazioni fisse urbane, suburbane e industriali ed è misurato nel particolato fine. Per alcune stazioni i valori sono prossimi al valore obiettivo. Essendoci notevoli differenze tra le varie aree monitorate, si analizzano i dati città per città.

Comuni	Valutazione 2023
Perugia	BUONA
Foligno	BUONA
Gubbio	BUONA
Narni	ACCETTABILE
Spoleto	BUONA
Terni	ACCETTABILE
Città di Castello	ACCETTABILE
UMBRIA	**ACCETTABILE**
Fondo	BUONA

Tabella 6.6.2

Nella figura 6.6.3, viene riportato in forma semplificata lo stato della qualità dell'aria in regione per l'anno 2023 in cui le valutazioni ottenute con misure sono rappresentate a scala comunale anche quando le criticità presenti (qualità dell'aria accettabile e/o scadente) interessano un'area sub comunale.

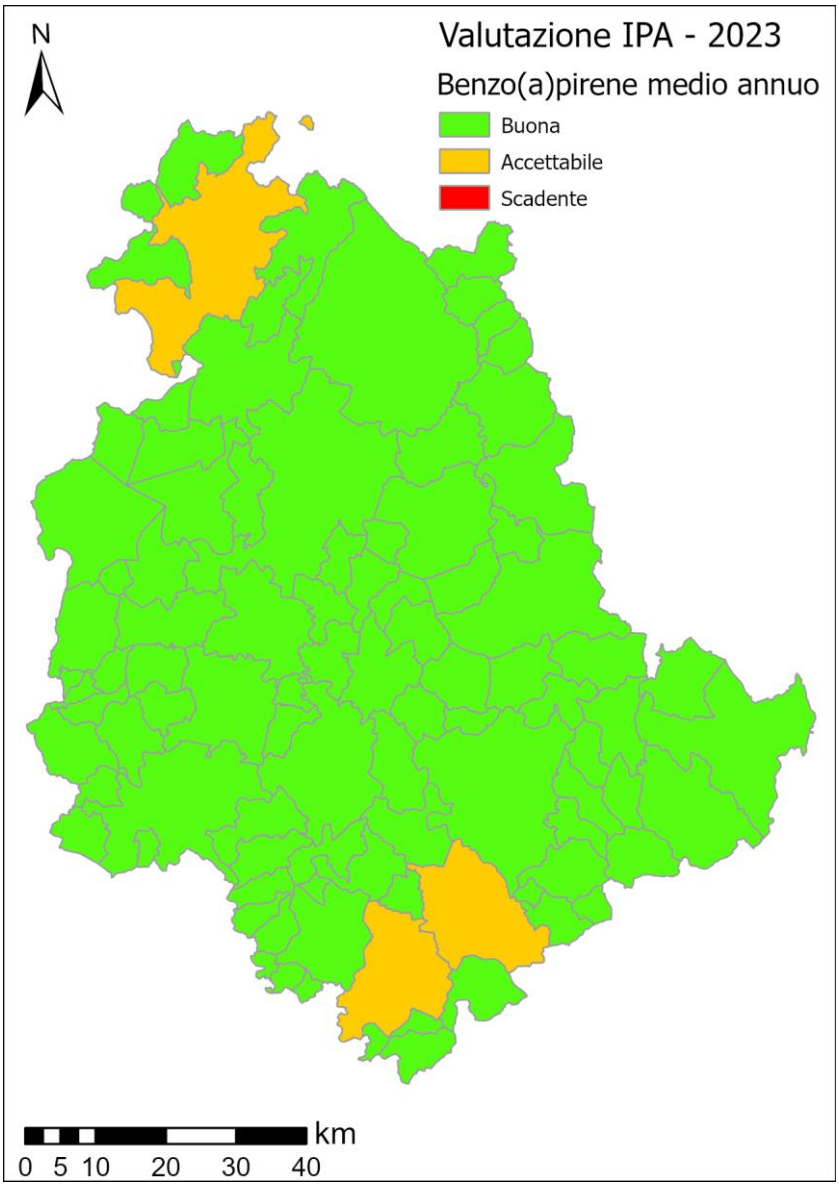


Figura 6.6.3: Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2023 per media annuale Benzo(a)pirene.

Esposizione della Popolazione

Anche per il Benzo-a-Pirene si riporta l'esposizione della popolazione suddivisa l'intera Regione

Zona	Popolazione (in migliaia di abitanti)	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Buona	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Accettabile	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Scadente
Collinare e montuosa	251	175	75	0
Valle	479	397	82	0
Conca ternana	124	12	112	0
Popolazione totale regionale	854	585	269	0

Tabella 6.6.3

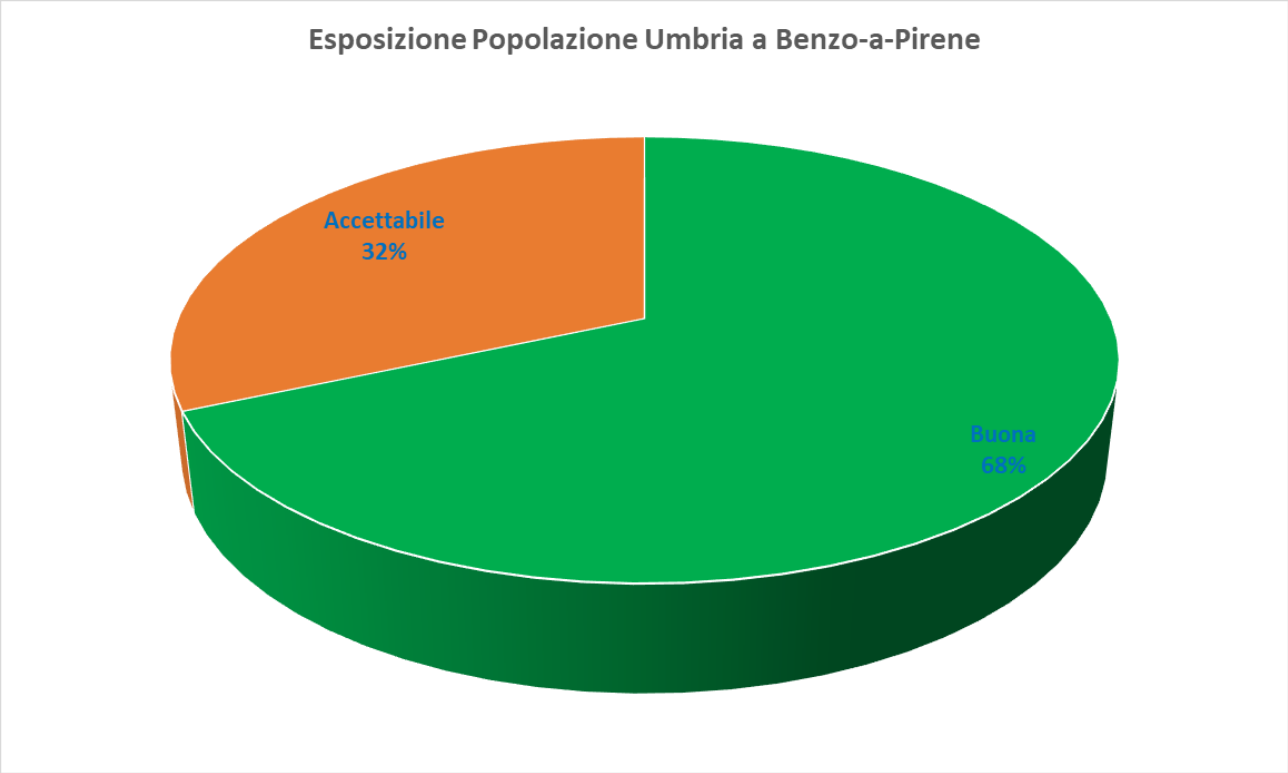


Figura 6.6.4

La stessa riproduzione dell'esposizione della popolazione viene riportato per le Zone

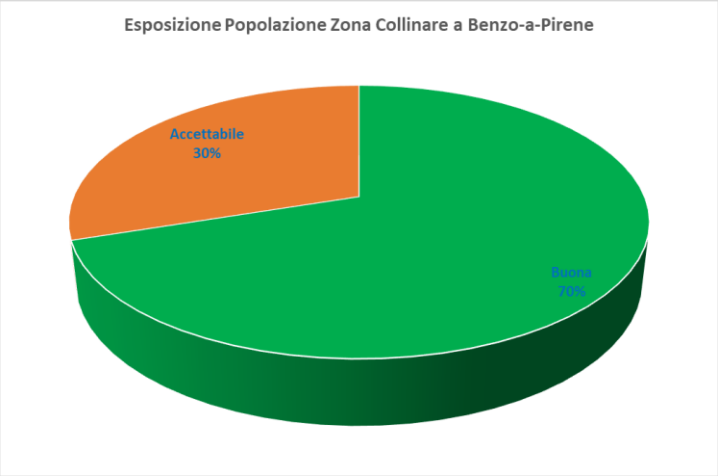


Figura 6.6.5

Figura 6.6.6

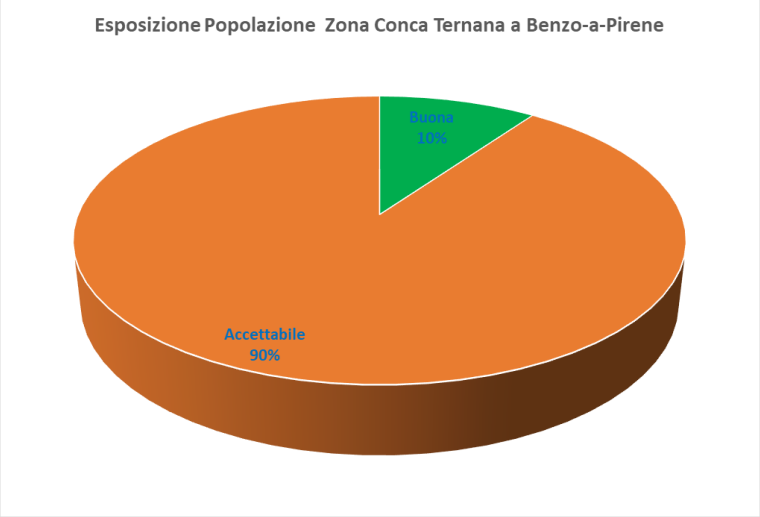


Figura 6.6.7

6.7 Metalli pesanti (Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel)

I metalli sono controllati in stazioni fisse urbane, suburbane e industriali e sono misurati nel particolato PM10. Poiché le misure delle concentrazioni medie annue sono piuttosto omogenee su tutto il territorio regionale la valutazione della qualità dell'aria viene presentata suddivisa per inquinante ma a scala regionale.

Presso le stazioni mobili non sono effettuate misure di metalli e, inoltre, non è possibile utilizzare la modellistica diffusionale che non è ancora in grado di simulare la dispersione di tali sostanze, pertanto le valutazioni relative alla esposizione della popolazione sono state realizzate tramite una spazializzazione geostatistica dei valori.

Nella figura 6.7.1, viene riportato in forma semplificata lo stato della qualità dell'aria in regione per l'anno 2023 per piombo, arsenico e cadmio che mostrano uno stato identico, mentre la valutazione relativa al nichel è riportata nella figura 6.7.3. Nelle figure le valutazioni ottenute con misure sono rappresentate a scala comunale anche quando le criticità presenti (qualità dell'aria accettabile e/o scadente) interessano un'area sub comunale. Si sottolinea che i comuni evidenziati in verde chiaro tratteggiato non hanno presenza di sistemi di misura e, poiché la modellistica utilizzata non è ancora in grado di stimare questi inquinanti, la valutazione della qualità dell'aria viene effettuata in forma indiretta e indicativa. Ovvero, considerando che i comuni in cui sono presenti le stazioni di misura sono quelli in cui è maggiore l'emissione dell'inquinante, si può considerare che in questi comuni, essendoci emissioni minori, la qualità dell'aria non potrà essere peggiore delle altre aree monitorate.

6.7.1 Piombo

Valutazione regionale anno 2023

Per tutte le stazioni i valori sono inferiori al limite e alle soglie di valutazione superiore e inferiore. La qualità dell'aria risulta essere buona sia per l'anno 2023 che per gli anni di trend presi in esame sempre abbondantemente al di sotto della soglia di valutazione inferiore (SVI).

6.7.2 Arsenico

Valutazione regionale anno 2023

Per tutte le stazioni i valori sono inferiori al valore obiettivo e alle soglie di valutazione superiore e inferiore. La qualità dell'aria risulta essere buona sia per l'anno 2023 che per gli anni di trend presi in esame.

6.7.3 Cadmio

Valutazione regionale anno 2023

Per tutte le stazioni i valori sono inferiori al valore obiettivo e alle soglie di valutazione superiore e inferiore. La qualità dell'aria risulta essere buona sia per l'anno 2023 che per gli anni di trend presi in esame.

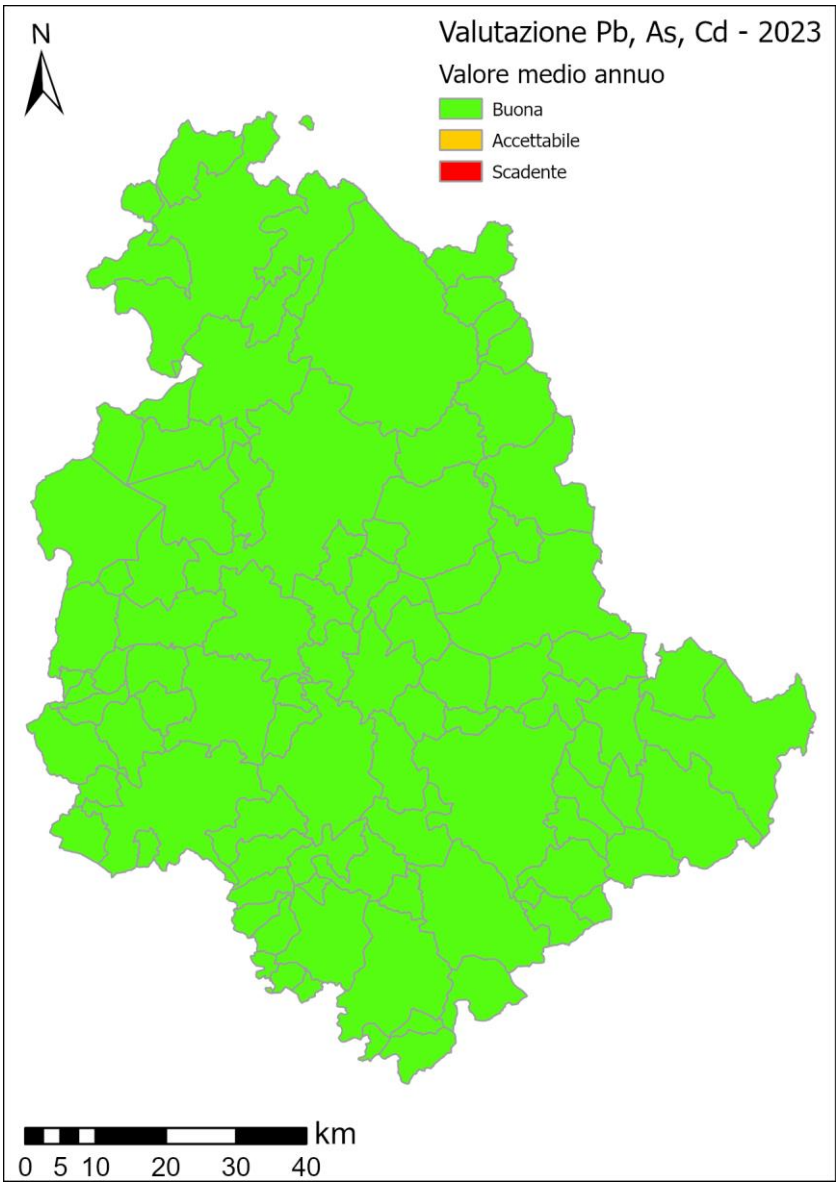


Figura 6.7.1: Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2023 per media annuale Piombo, Arsenico e Cadmio.

Esposizione della Popolazione

L'esposizione dell'intera popolazione Umbra a questi tre metalli è di qualità buona

Zona	Popolazione (in migliaia di abitanti)	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Buona	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Accettabile	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Scadente
Collinare e montuosa	251	251	0	0
Valle	479	479	0	0
Conca ternana	124	124	0	0
Popolazione totale regionale	854	854	0	0

Tabella 6.7.1

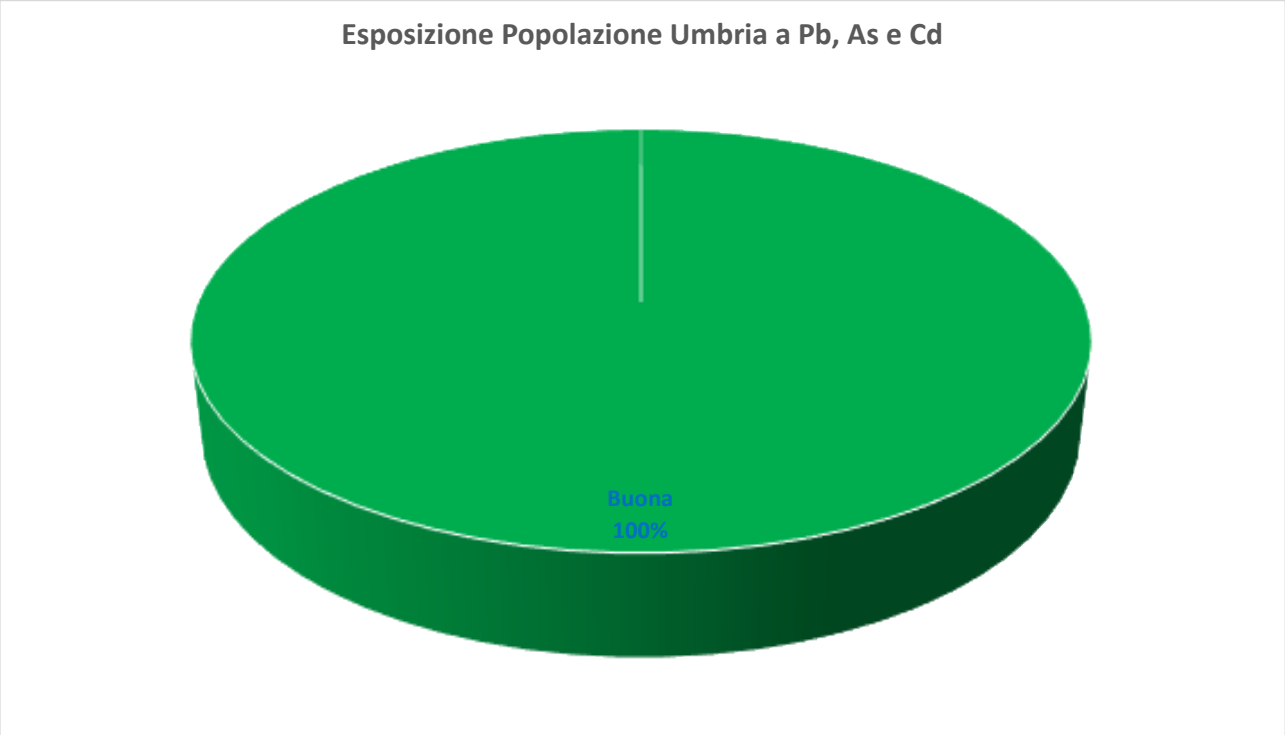


Figura 6.7.2

6.7.4 Nichel

Valutazione regionale anno 2023

Per tutte le stazioni i valori rilevati nel corso del 2023 sono inferiori al valore obiettivo e alla soglia di valutazione inferiore (SVI), tranne la postazione di Terni Prisciano dove il valore obiettivo è stato superato così come è avvenuto nei precedenti tre anni.

Pertanto, la qualità dell'aria per questo inquinante risulta essere Scadente per l'anno 2023.

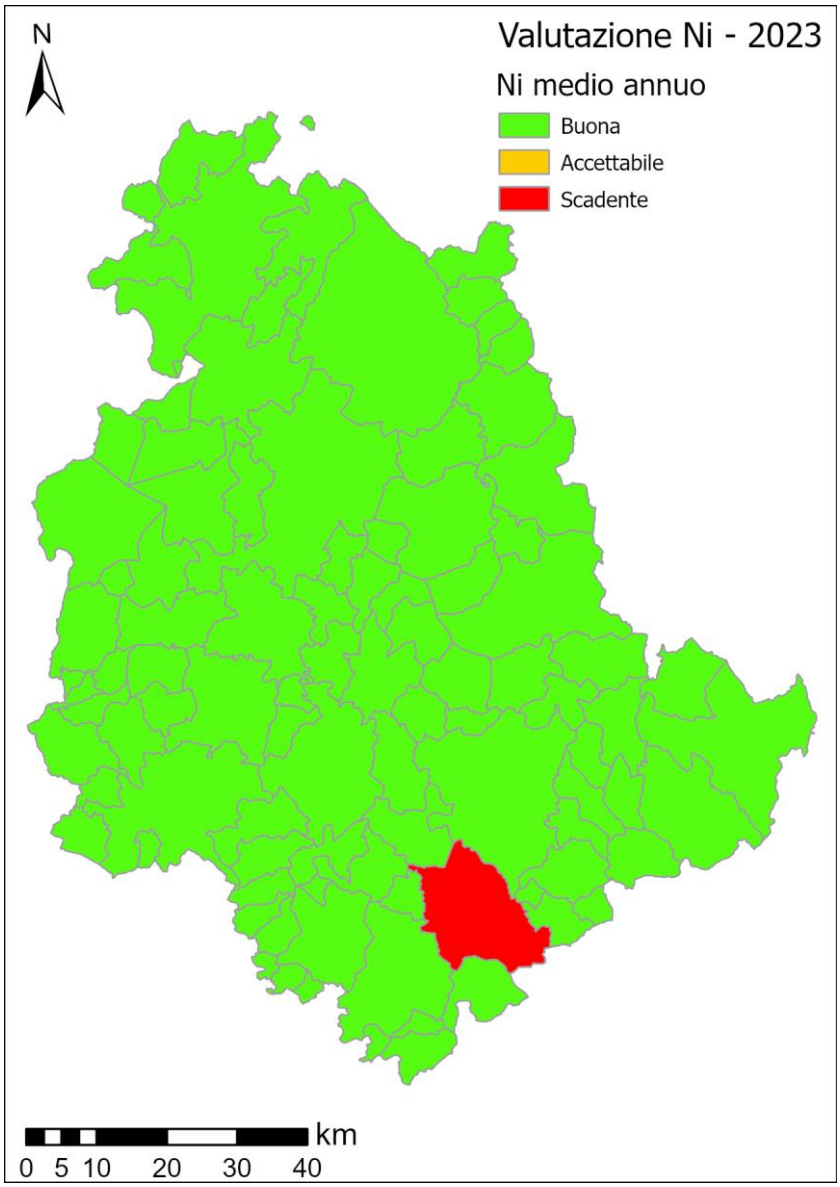


Figura 6.7.3: Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2023 per media annuale Nichel.

Esposizione della Popolazione

Per il Nichel invece abbiamo una esposizione a valori diversi da qualità buona, limitata alla zona della Conca Ternana

Zona	Popolazione (in migliaia di abitanti)	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Buona	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Accettabile	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Scadente
Collinare e montuosa	251	247	4	0
Valle	479	479	0	0
Conca ternana	124	109	11	5
Popolazione totale regionale	854	835	15	5

Tabella 6.7.2

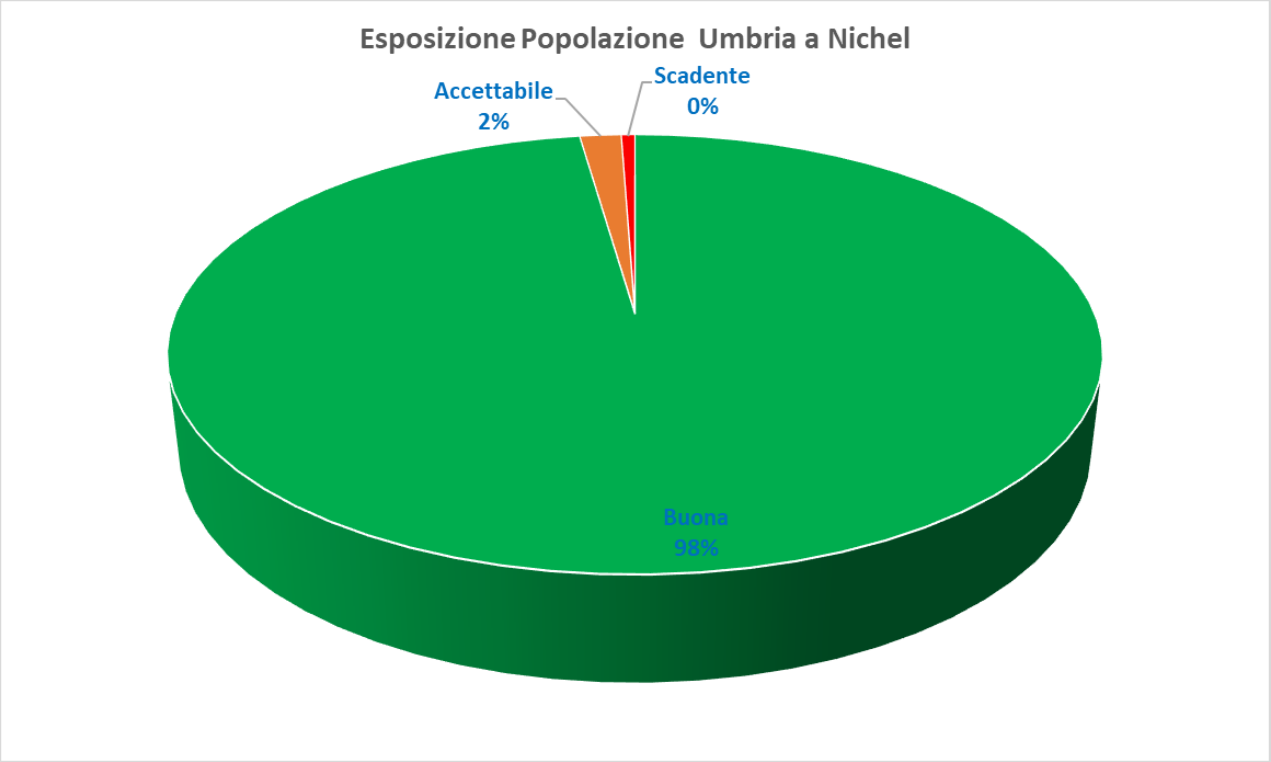


Figura 6.7.4

La stessa riproduzione dell'esposizione della popolazione viene riportato per le Zone

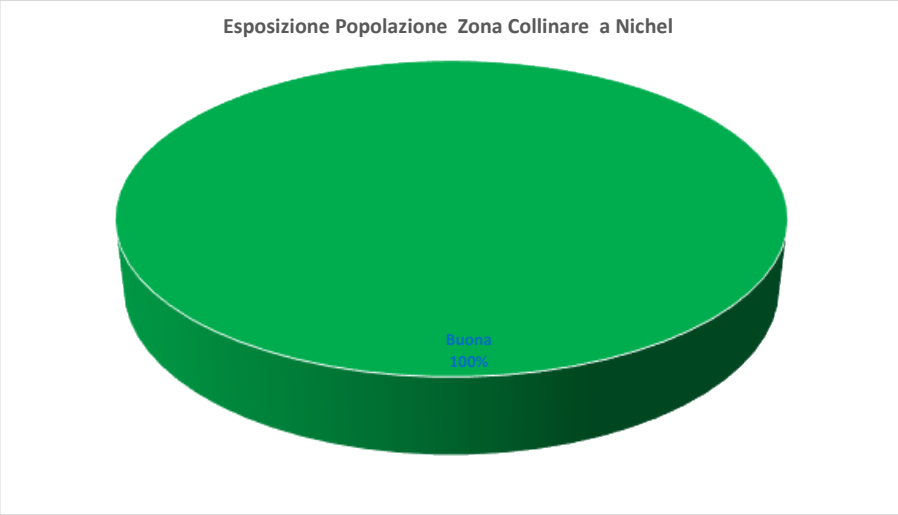


Figura 6.7.5

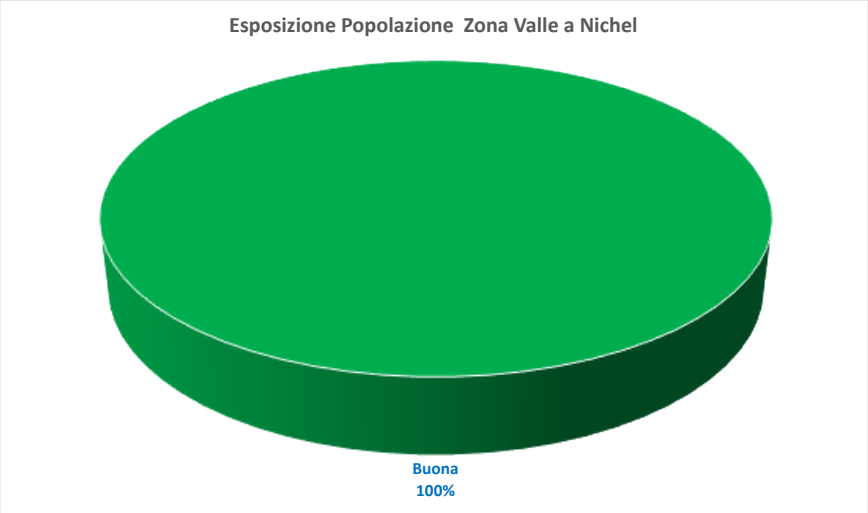


Figura 6.7.6

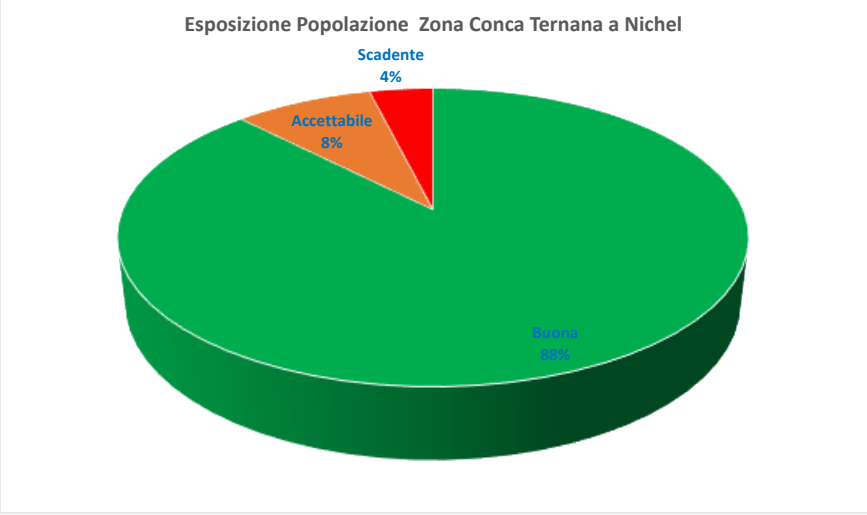


Figura 6.7.7

6.8 Ozono

Valutazione regionale anno 2023: VO – OLT

L'ozono viene misurato in numerose stazioni della rete regionale non tutte però idonee alla valutazione della qualità dell'aria per tale inquinante. Infatti, il D.Lgs. 155/2010 stabilisce che le misure di ozono all'interno delle singole zone in cui viene suddiviso il territorio regionale vadano misurate in stazioni di tipo di fondo; la valutazione viene fatta esclusivamente considerando le misure in tale tipologia di stazione.

Per prima cosa va sottolineato che nessuna stazione ha registrato il superamento delle soglie di allarme mentre la soglia di informazione è stata superata una sola contemporaneamente presso le stazioni di Terni – Le Grazie e di Narni Scalo.

Per quanto riguarda il Valore Obiettivo (VO), livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana, il valore viene valutato con riferimento al triennio 2021-2023. Da tale valutazione si è verificato che il valore è stato rispettato in tutte le stazioni tranne Terni – Le Grazie e Magione.

Per l'Obiettivo a Lungo Termine (OLT), livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana, tale valore risulta superato in tutte le stazioni per tutti gli anni disponibili.

Questo risultato, integrato con la modellistica per le aree non coperte dalle misure con stazioni fisse, mostra che in tutta la regione si ha il rischio di superamento dell'obiettivo lungo termine e, pertanto, la valutazione della qualità dell'aria risulta scadente in tutto il territorio regionale.

Nella figura 6.8.1 viene riportata in forma semplificata lo stato della qualità dell'aria in regione per l'anno 2023 in cui le valutazioni ottenute con misure in stazioni fisse sono integrate con le valutazioni da modello. La valutazione della qualità dell'aria nella rappresentazione grafica è effettuata rispetto all'obiettivo lungo termine in quanto tale indice ha valenza annuale.

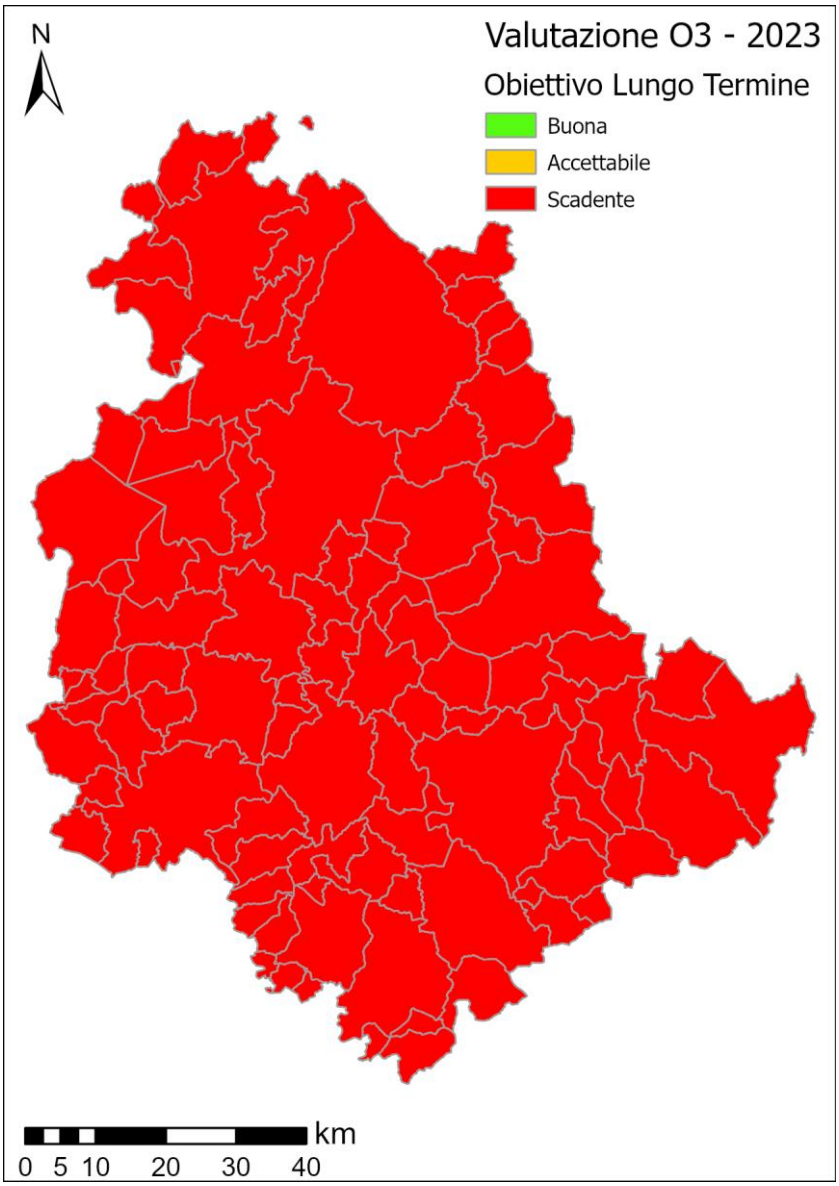


Figura 6.8.1: Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2023 per media mobile 8h Ozono. OLT

Esposizione della Popolazione

L'intera popolazione regionale è esposta a qualità scadente per l'ozono

Zona	Popolazione (in migliaia di abitanti)	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Buona	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Accettabile	Popolazione esposta (in migliaia di abitanti) Qualità Scadente
Collinare e montuosa	251	0	0	251
Valle	479	0	0	479
Conca ternana	124	0	0	124
Popolazione totale regionale	854	0	0	854

Tabella 6.8

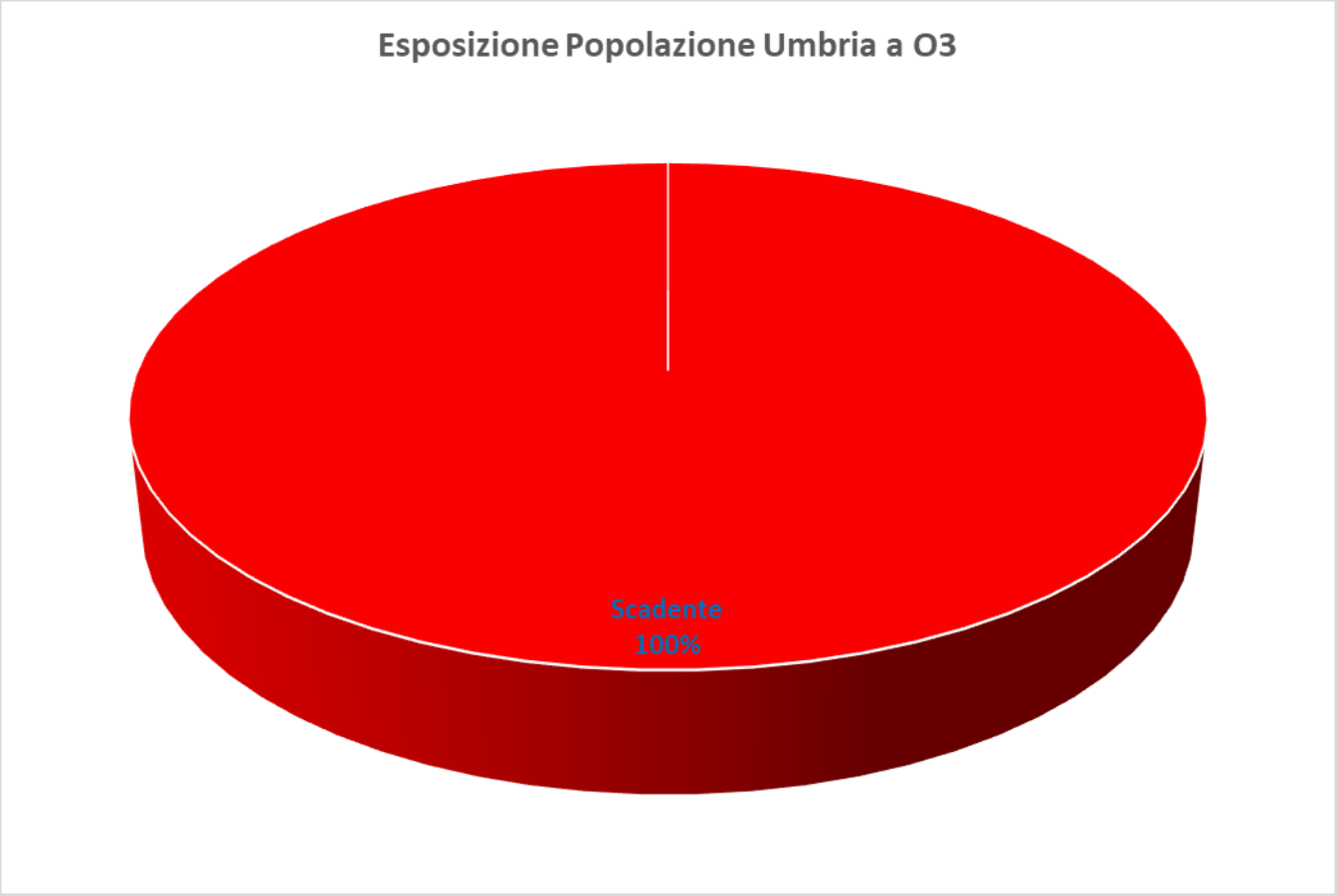


Figura 6.8.2

Allegato 1.
Trend dei parametri monitorati in stazioni fisse anno 2023

Indice

1 / A1.1 Particolato PM_{10}
10 / A1.2 Particolato $PM_{2.5}$
13 / A1.3 Biossido di azoto (NO_2)
16 / A1.4 Monossido di carbonio (CO)
17 / A1.5 Biossido di zolfo (SO_2)
19 / A1.6 Idrocarburi aromatici (benzene e benzo(a)pirene)
- 19 / A1.6.1 Benzene
- 20 / A1.6.2 Benzo(a)pirene

21 / A1.7 Metalli pesanti (Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel)
- 21 / A1.7.1 Piombo
- 22 / A1.7.2 Arsenico
- 23 / A1.7.3 Cadmio
- 24 / A1.7.4 Nichel

25 / A1.8 Ozono (O_3)

Di seguito vengono riportati mediante grafici i trend dall'anno 2010 al 2023 per le stazioni e per gli inquinanti disponibili.

Per PM10, PM2.5 e Biossido di Azoto, con un gran numero di punti di misura, i grafici sono suddivisi per le Zone individuate dal Piano Regionale.

Come riferimento, in ogni grafico è riportato il valore limite tramite una linea rossa continua o il valore obiettivo tramite una linea rossa tratteggiata.

A1.1 Particolato PM_{10}

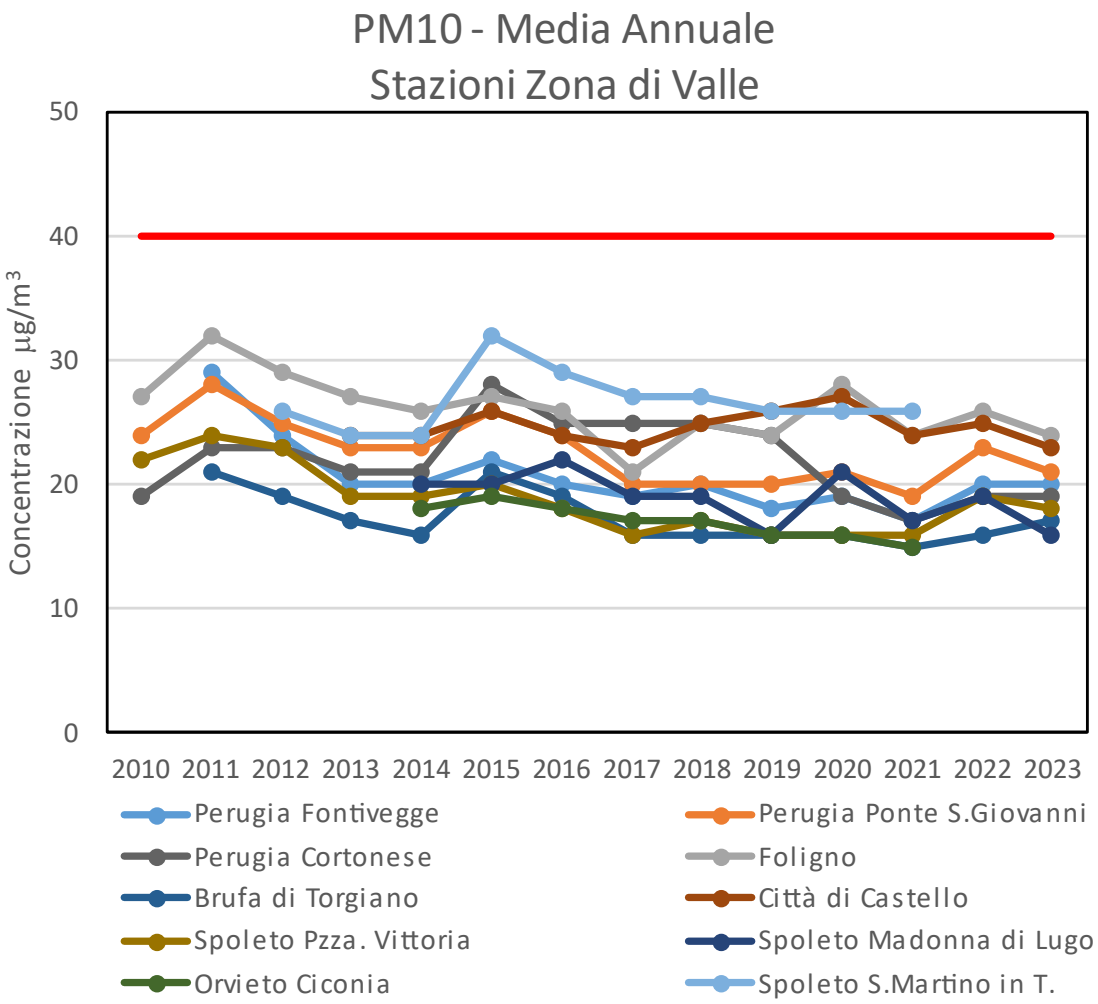


Figura A1.1.1: Trend 2010 - 2023 concentrazione media annua del PM10 per le stazioni della Zona di Valle

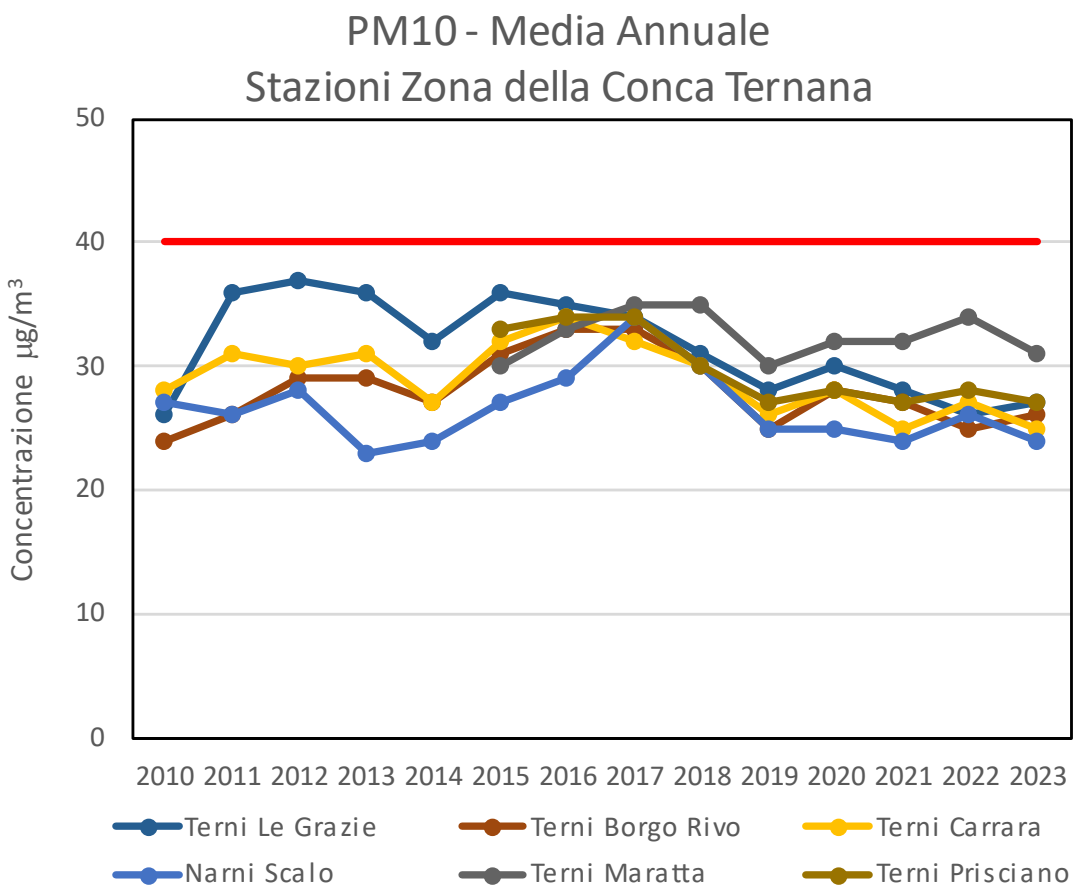


Figura A1.1.2: Trend 2010 - 2023 concentrazione media annua del PM10 per le stazioni della Zona della Conca Ternana

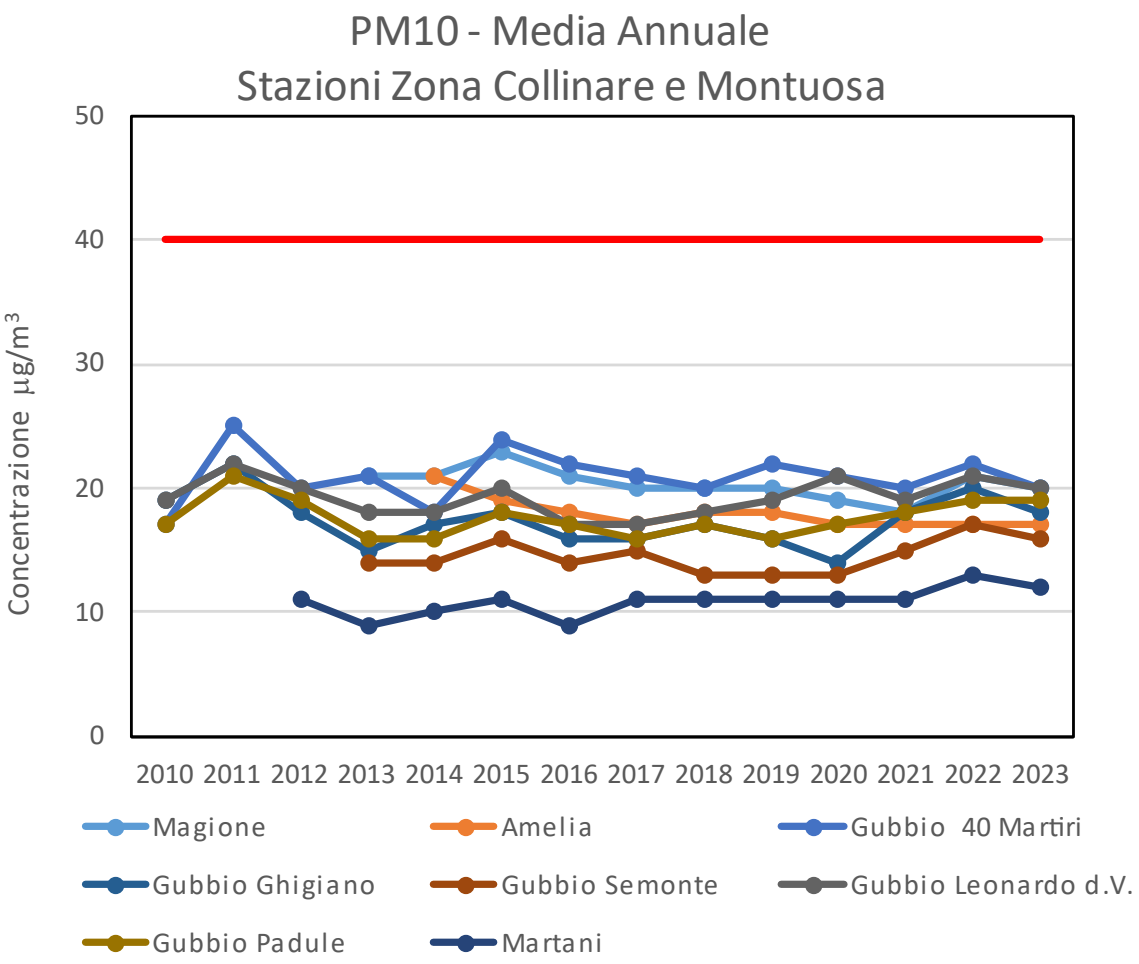


Figura A1.1.3: Trend 2010 - 2023 concentrazione media annua del PM10 per le stazioni della Zona Collinare e Montuosa

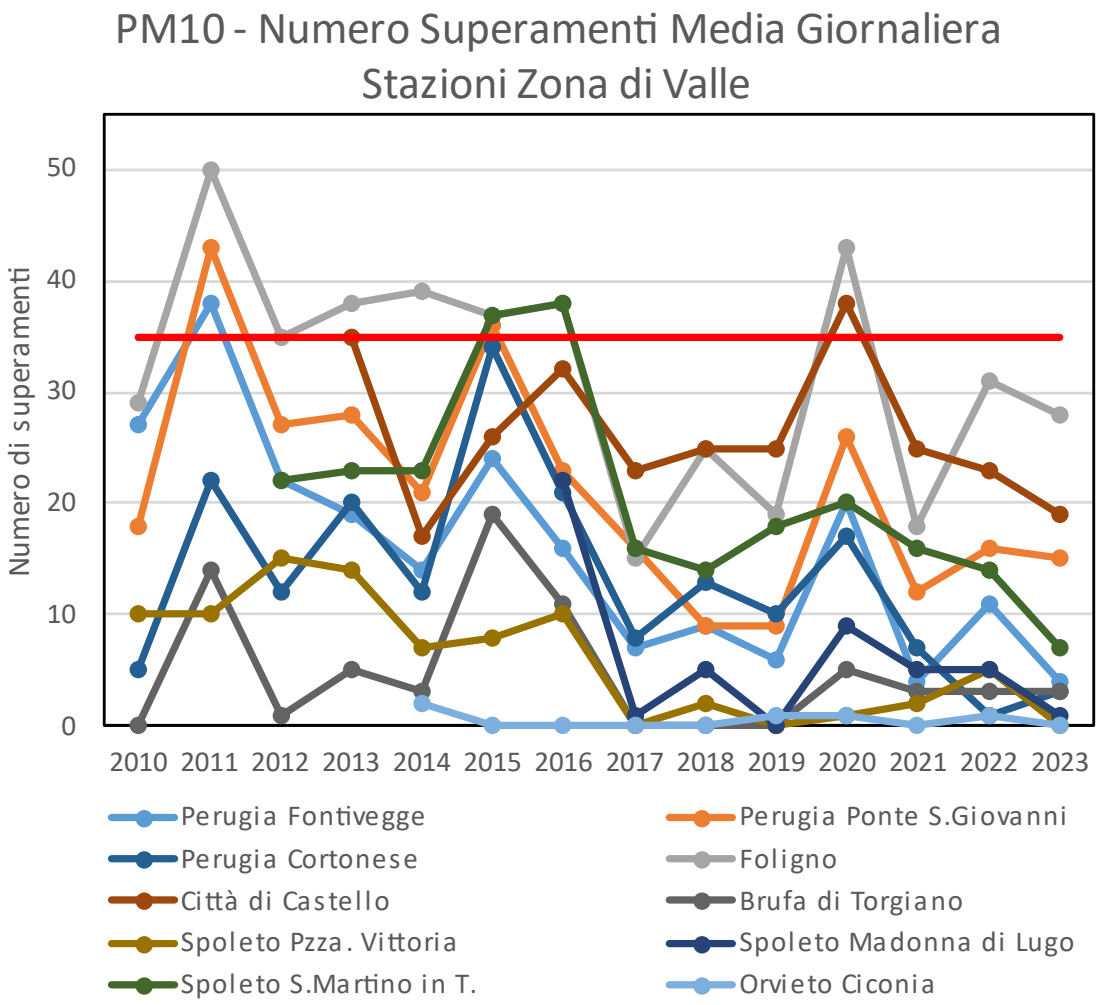


Figura A1.1.4: Trend 2010 - 2023 numero di superamenti della concentrazione media giornaliera di PM10 per le stazioni della Zona di Valle

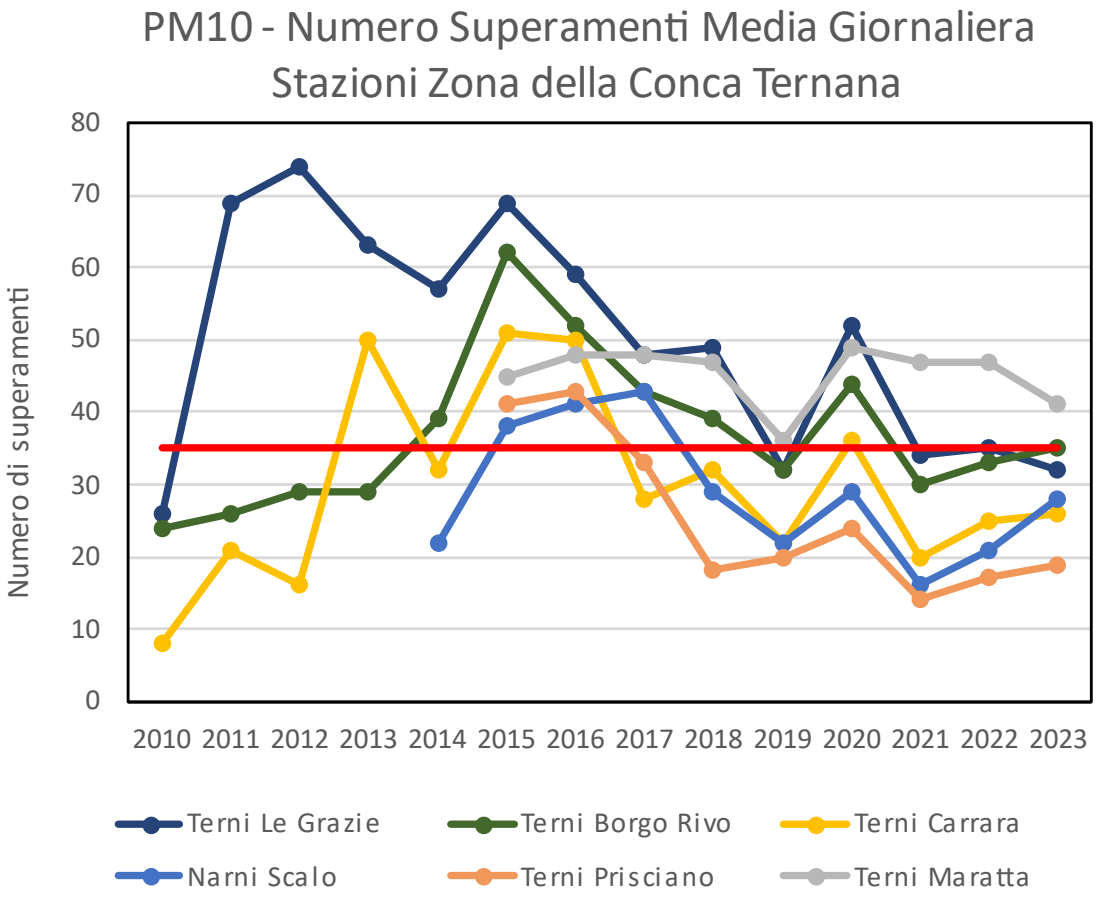


Figura A1.1.5: Trend 2010 - 2023 numero di superamenti della concentrazione media giornaliera di PM10 per le stazioni della Zona della Conca Ternana

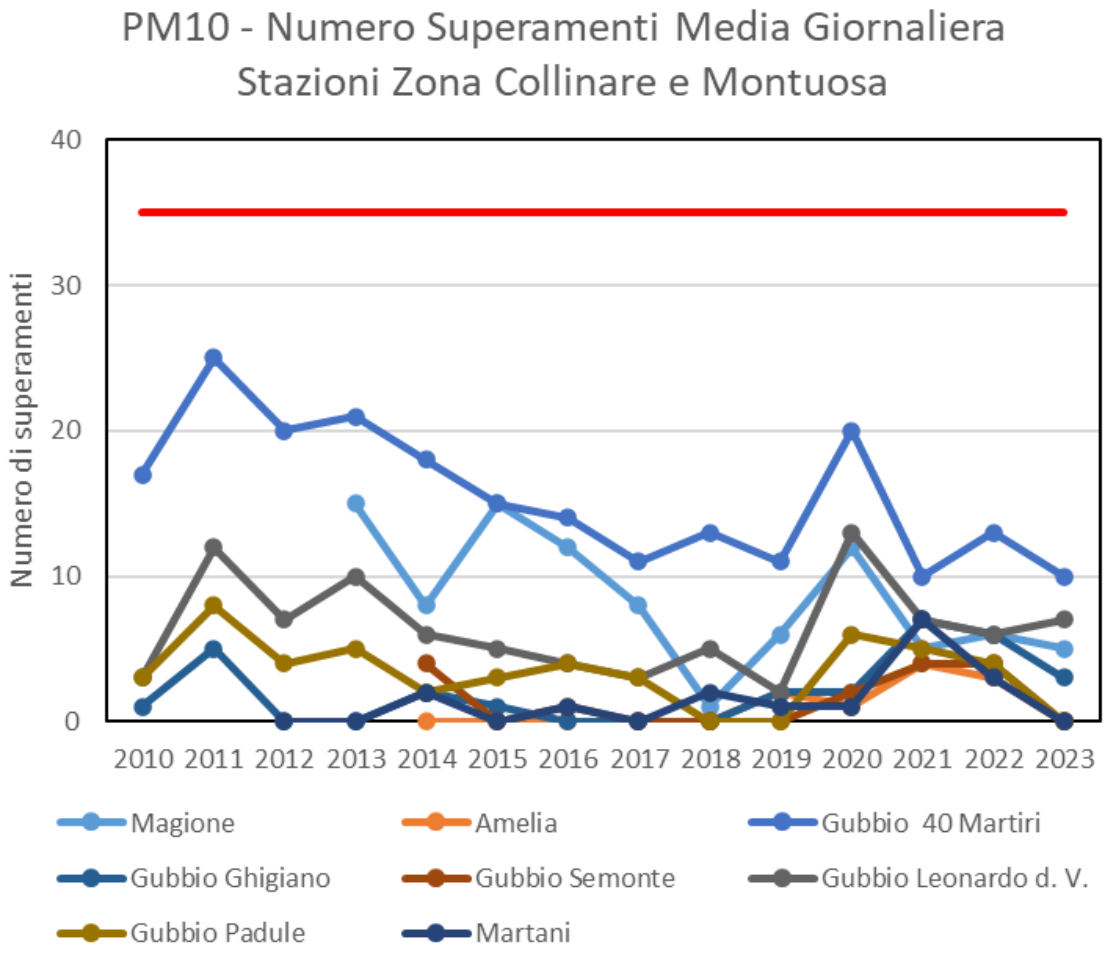


Figura A1.1.6: Trend 2010 - 2023 numero di superamenti della concentrazione media giornaliera di PM10 per le stazioni della Zona Collinare e Montuosa

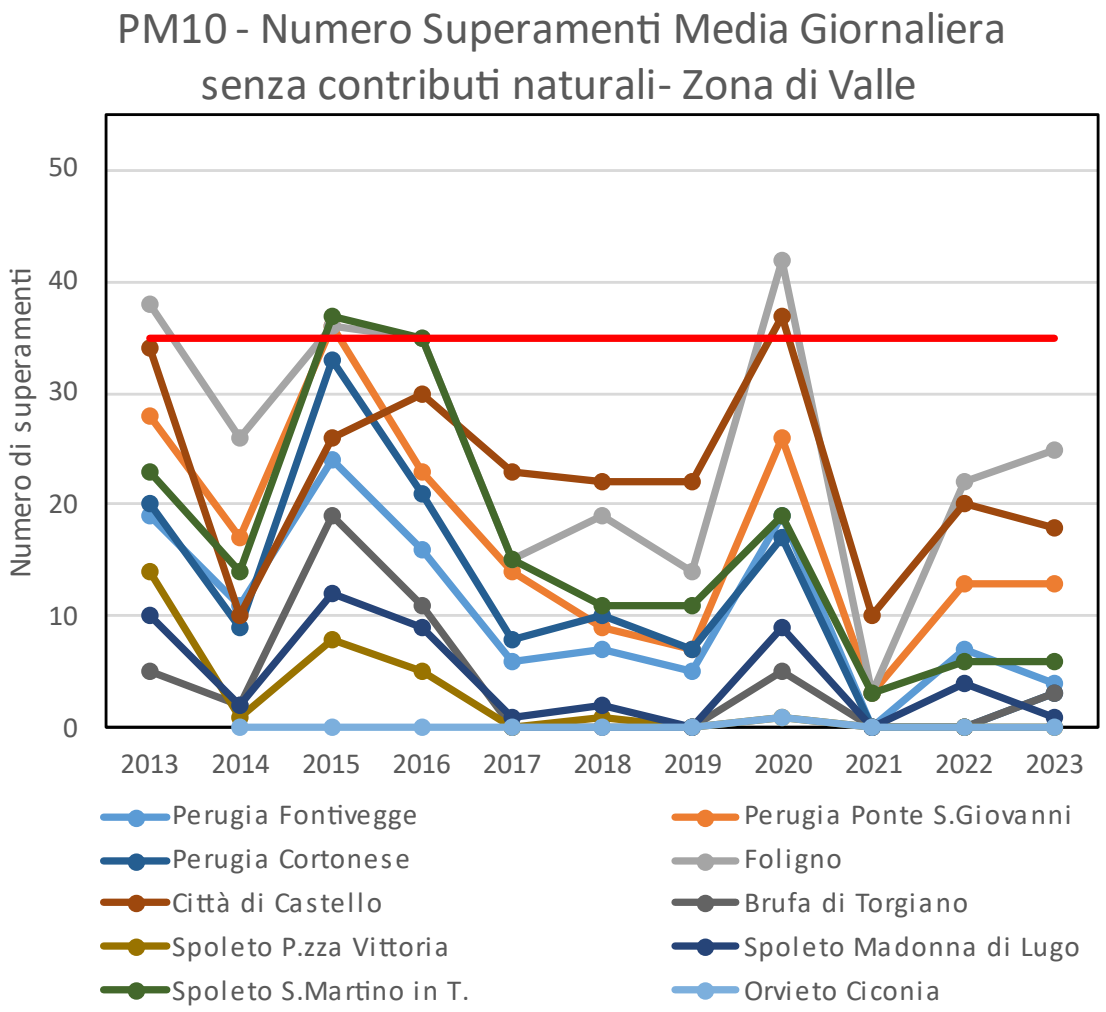


Figura A1.1.7: Trend 2013 - 2023 numero di superamenti della concentrazione media giornaliera di PM10 senza il contributo naturale per le stazioni della Zona di Valle

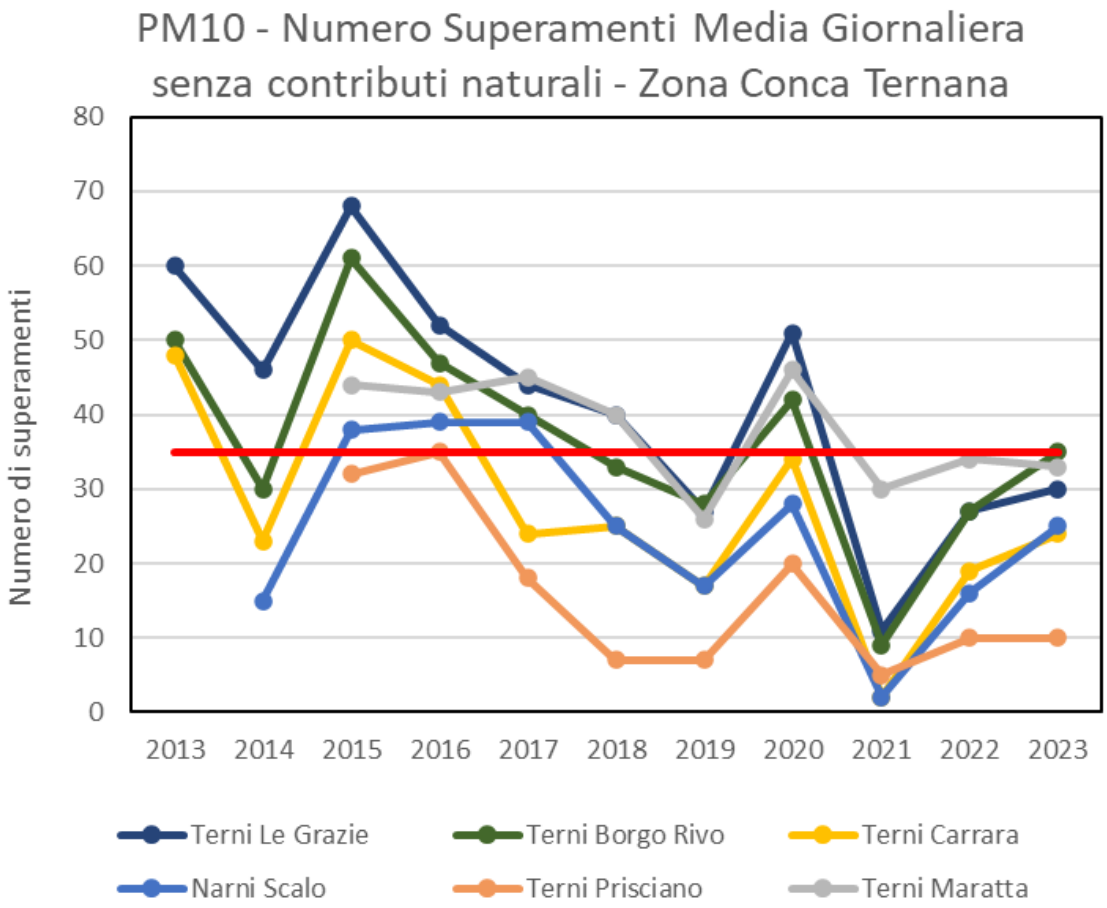


Figura A1.1.8: Trend 2013 - 2023 numero di superamenti della concentrazione media giornaliera di PM10 senza il contributo naturale per le stazioni della Zona della Conca Ternana

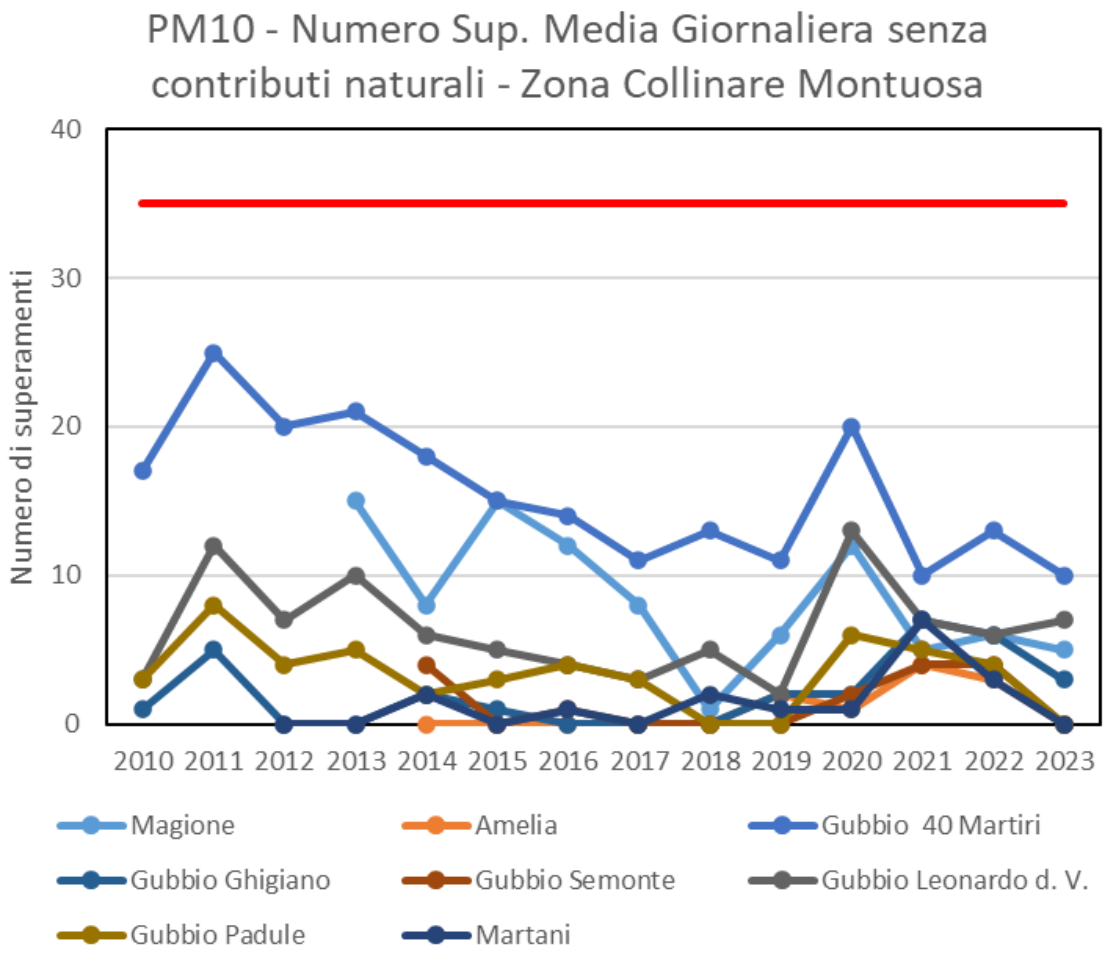


Figura A1.1.9: Trend 2013 - 2023 numero di superamenti della concentrazione media giornaliera di PM10 senza il contributo naturale per le stazioni della Zona Collinare e Montuosa

A1.2 Particolato $PM_{2.5}$

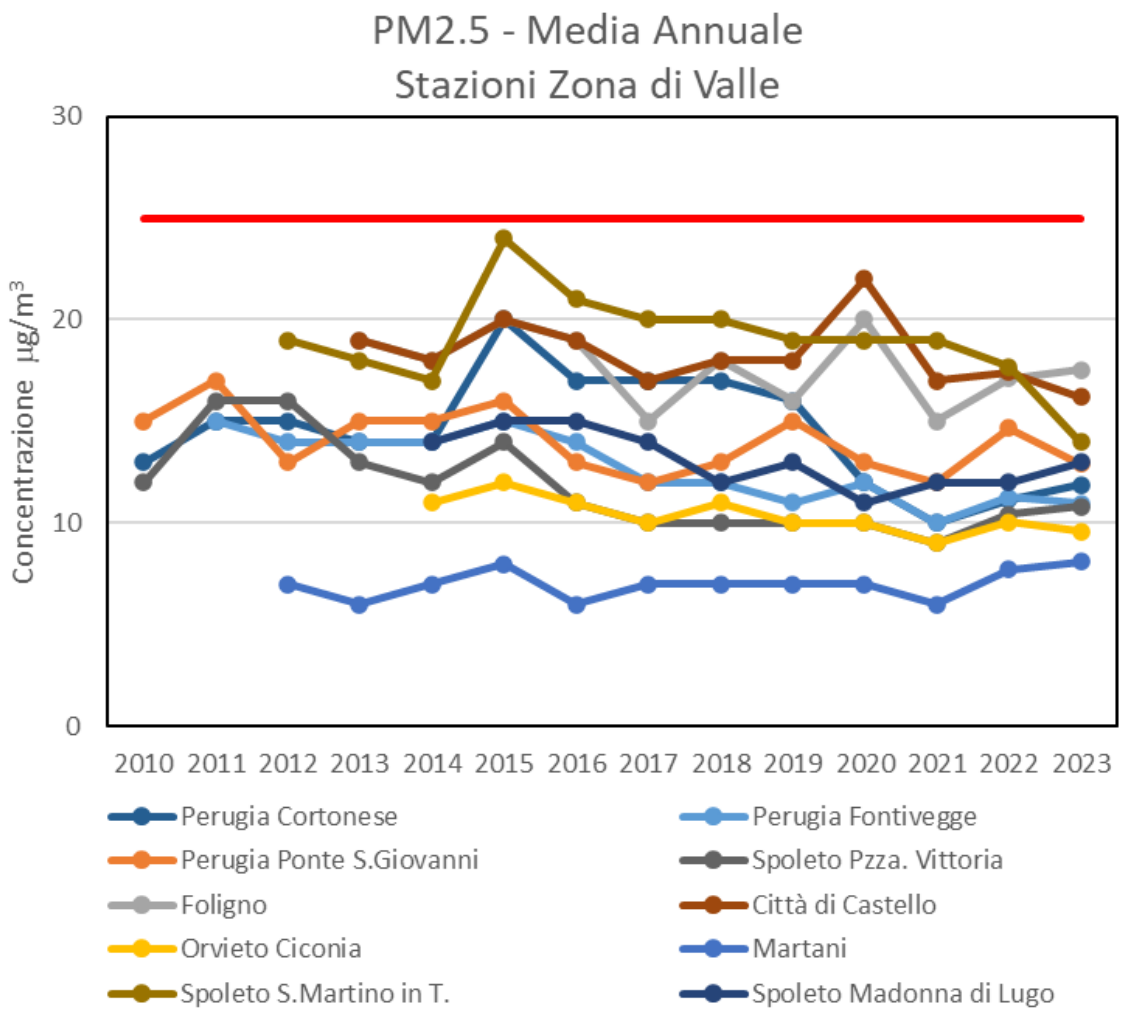


Figura A1.2.1: Trend 2010 - 2023 concentrazione media annua del PM2.5 per le stazioni della Zona di Valle

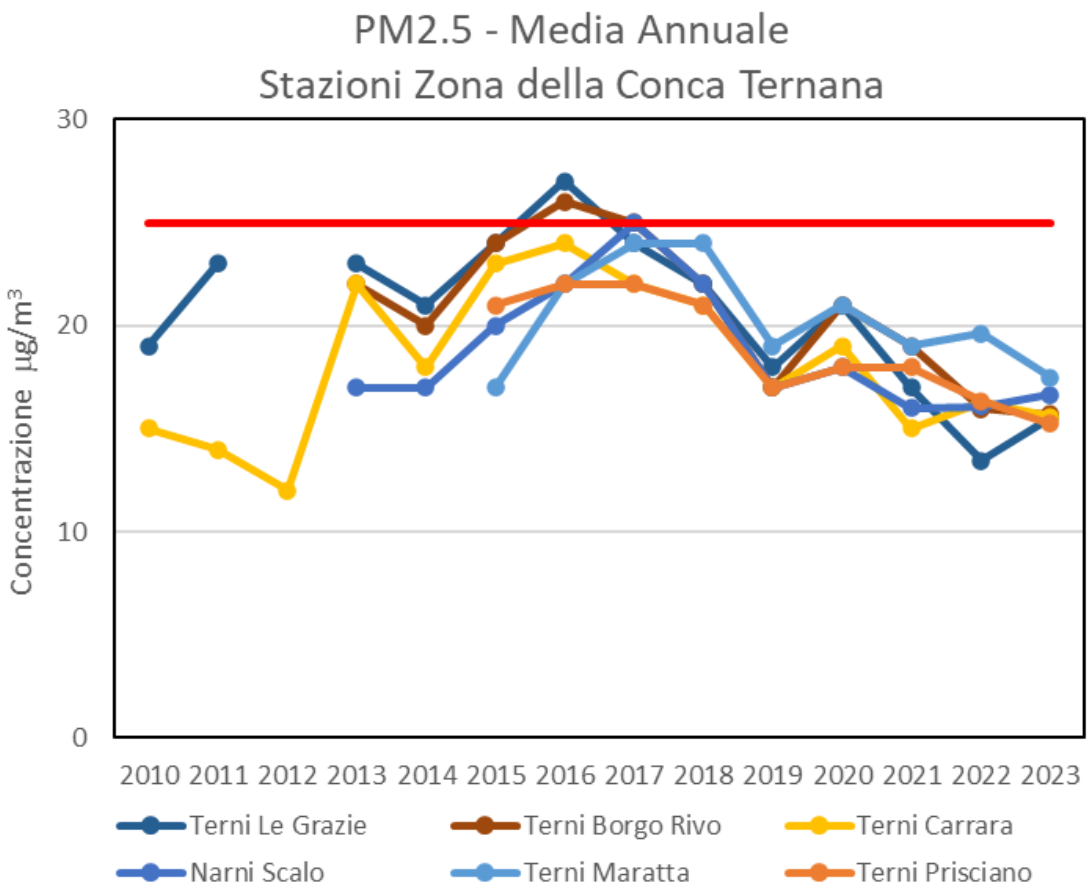


Figura A1.2.2: Trend 2010 - 2023 concentrazione media annua del PM2.5 per le stazioni della Zona della Conca Ternana

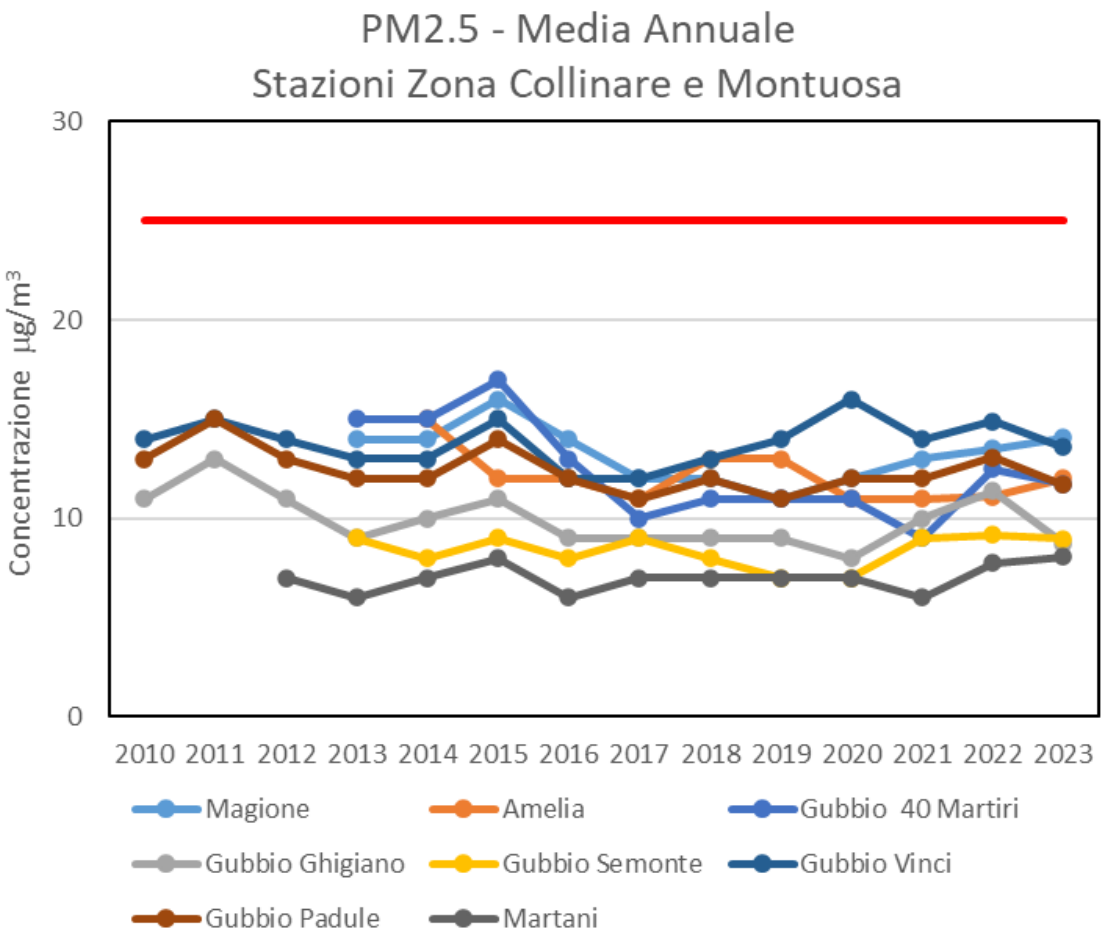


Figura A1.2.3: Trend 2010 - 2023 concentrazione media annua del PM2.5 per le stazioni della Zona Collinare e Montuosa

A1.3 Biossido di azoto (NO_2)

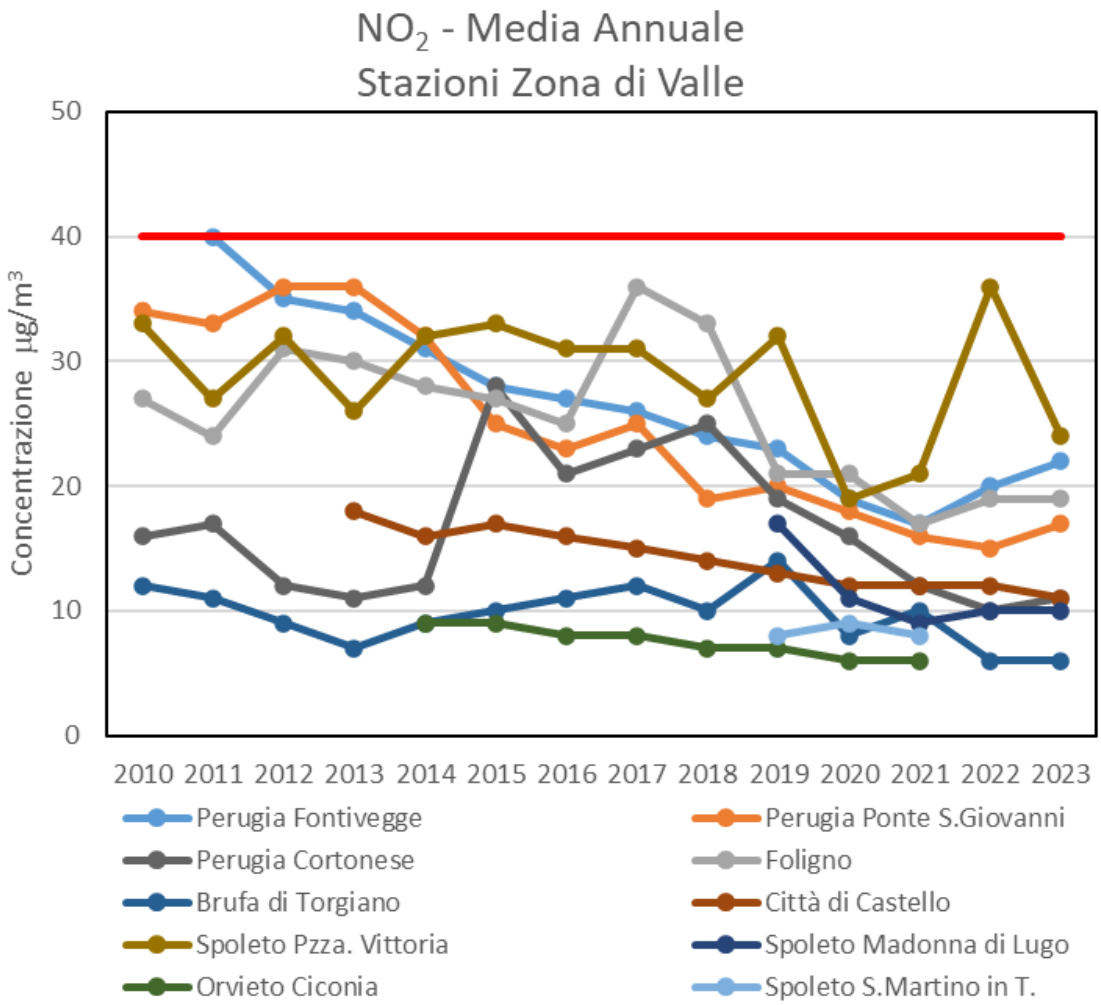


Figura A1.3.1: Trend 2010 - 2023 concentrazione media annua di NO_2 per le stazioni della Zona di Valle

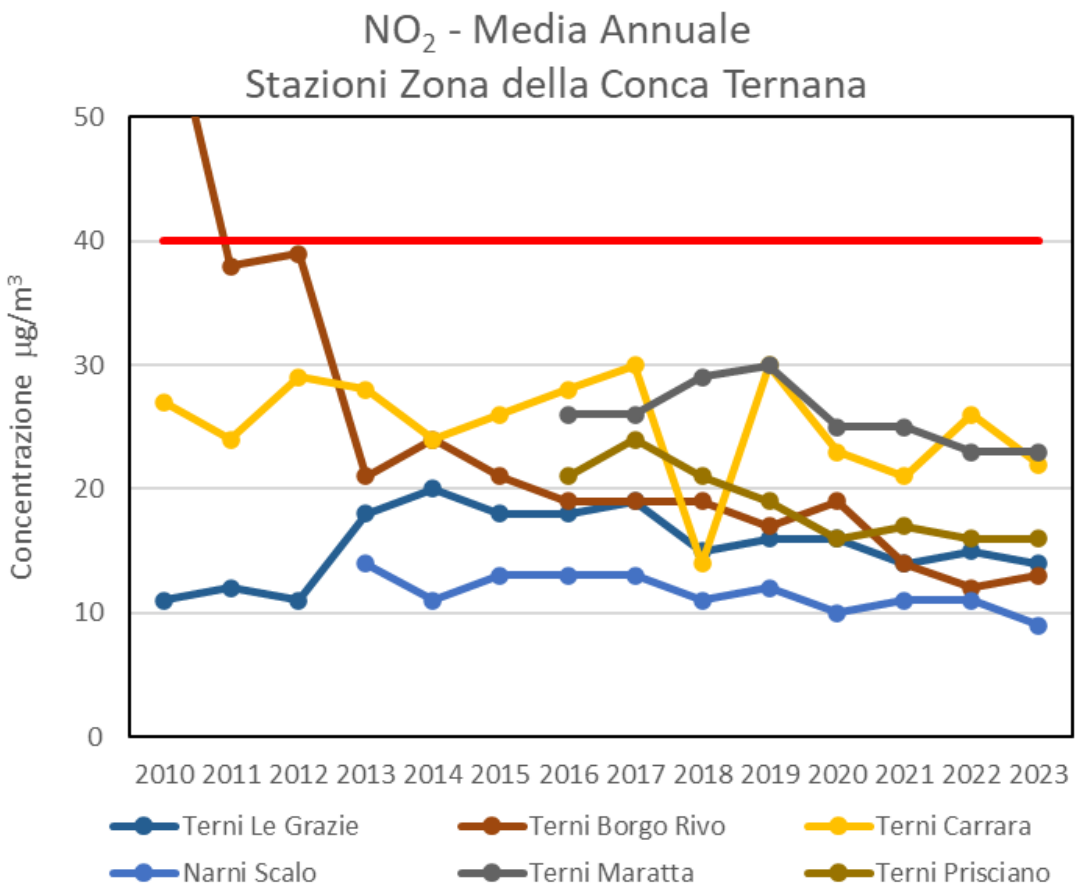


Figura A1.3.3: Trend 2010 - 2023 concentrazione media annua di NO_2 per le stazioni della Zona della Conca Ternana

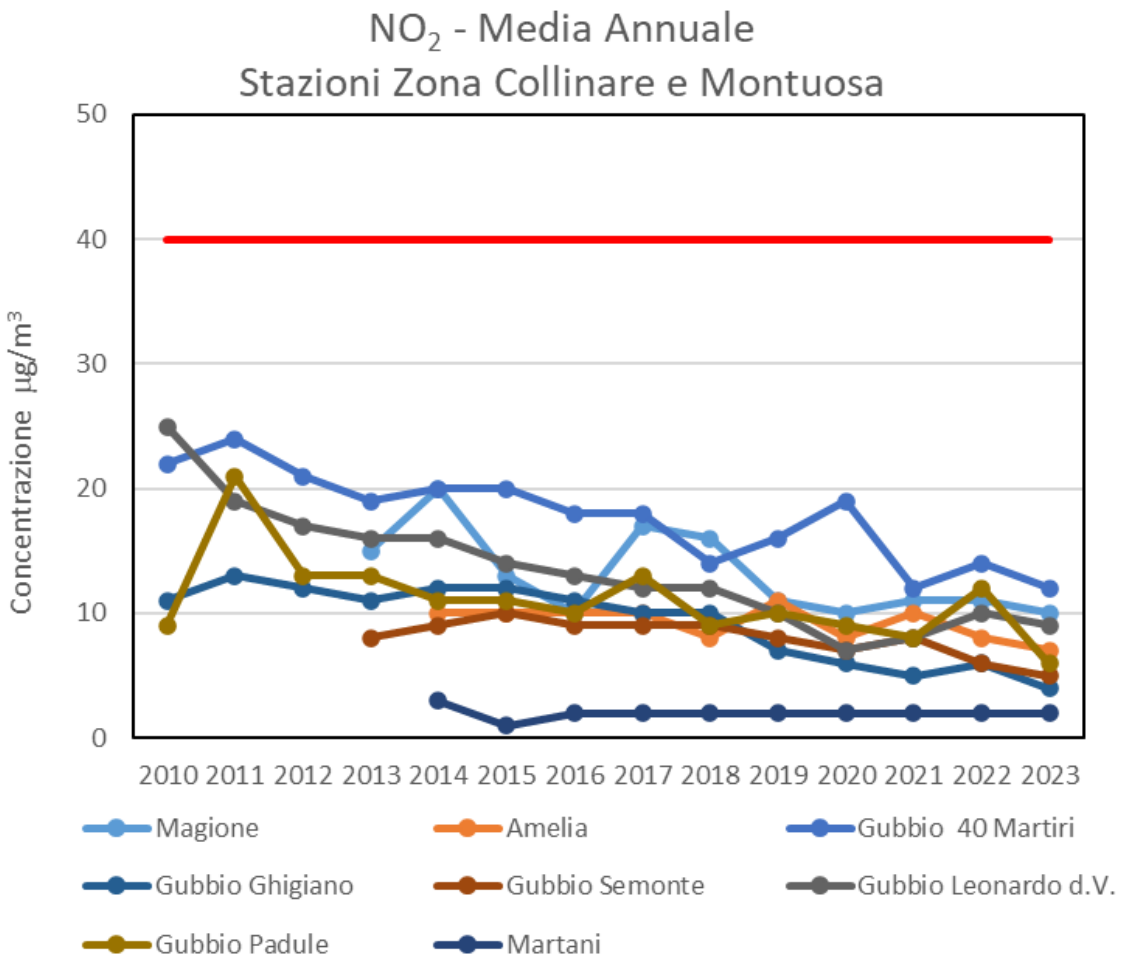


Figura A1.3.3: Trend 2010 - 2023 concentrazione media annua di NO_2 per le stazioni della Zona Collinare e Montuosa

A1.4 Monossido di carbonio (CO)

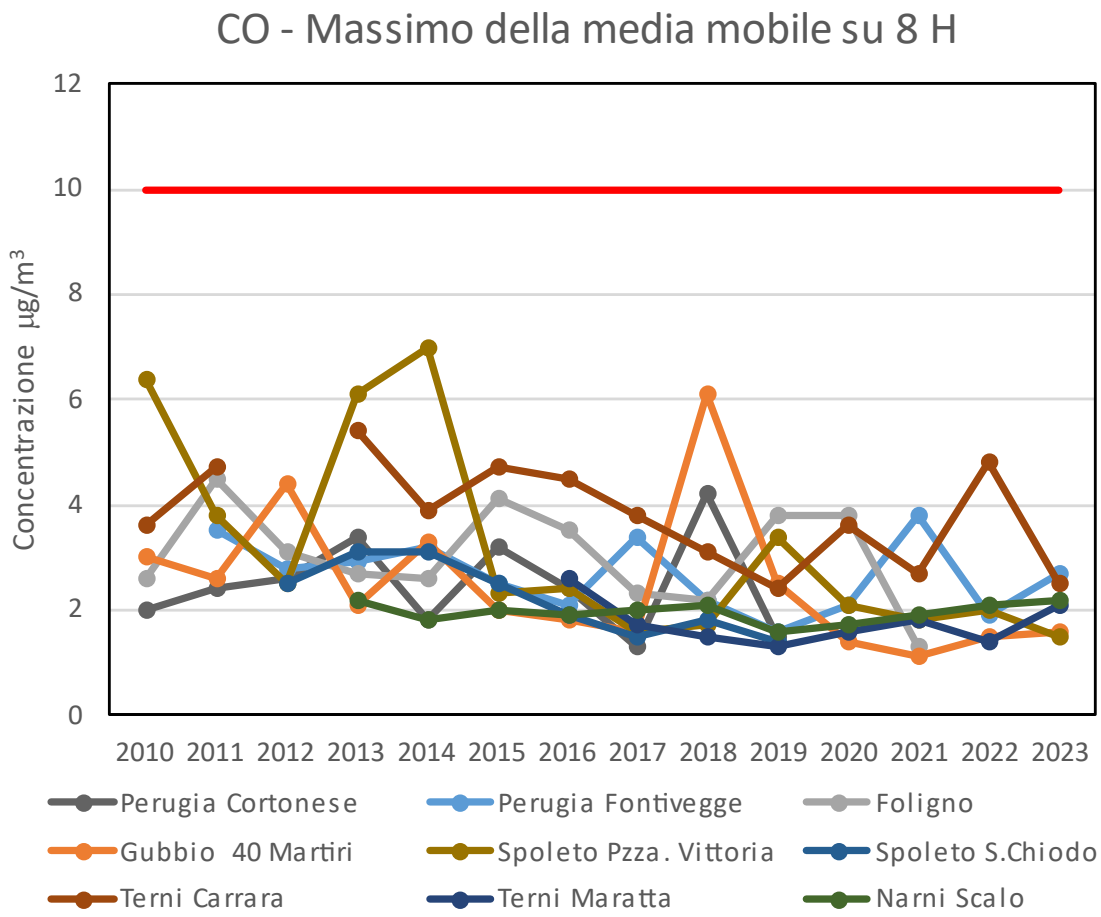


Figura A1.4.1: Trend 2010 - 2023 massimo della media mobile su 8 ore di CO

A1.5 Biossido di zolfo (SO_2)

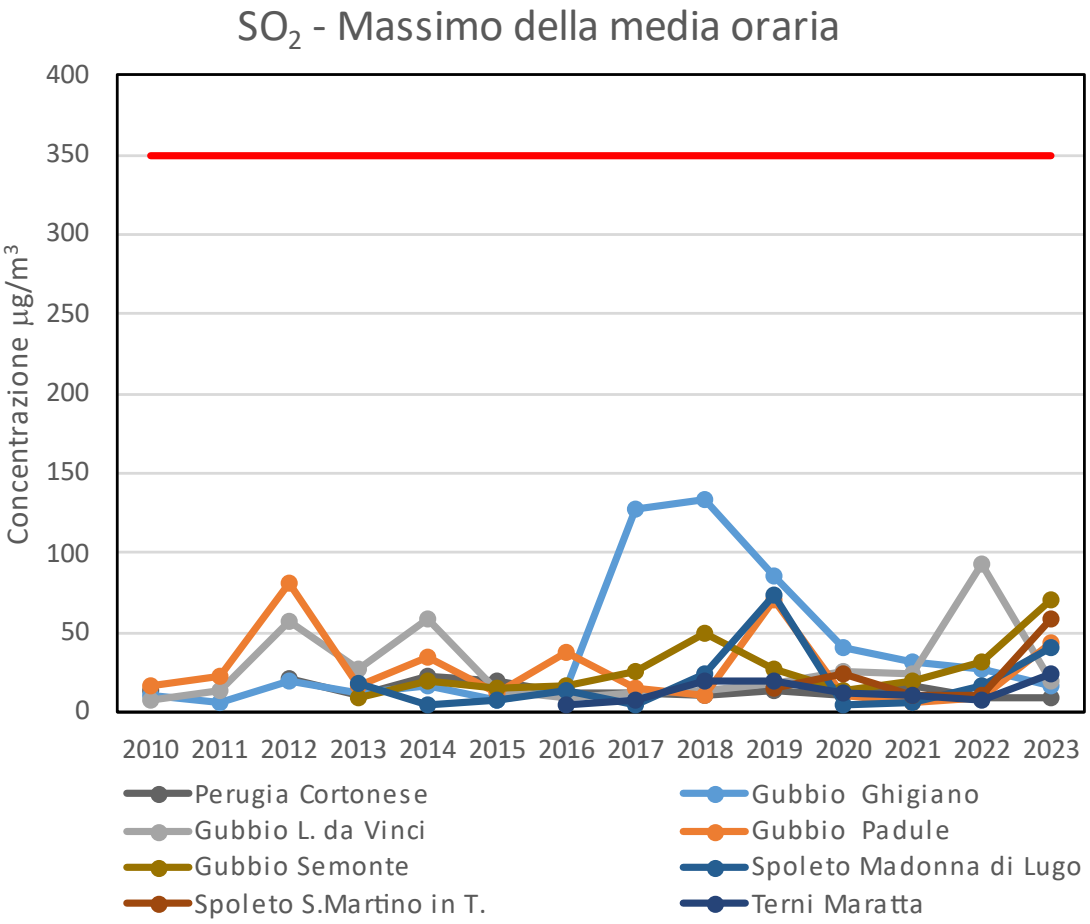


Figura A1.5.1: Trend 2010 - 2023 massimo della media oraria di SO_2

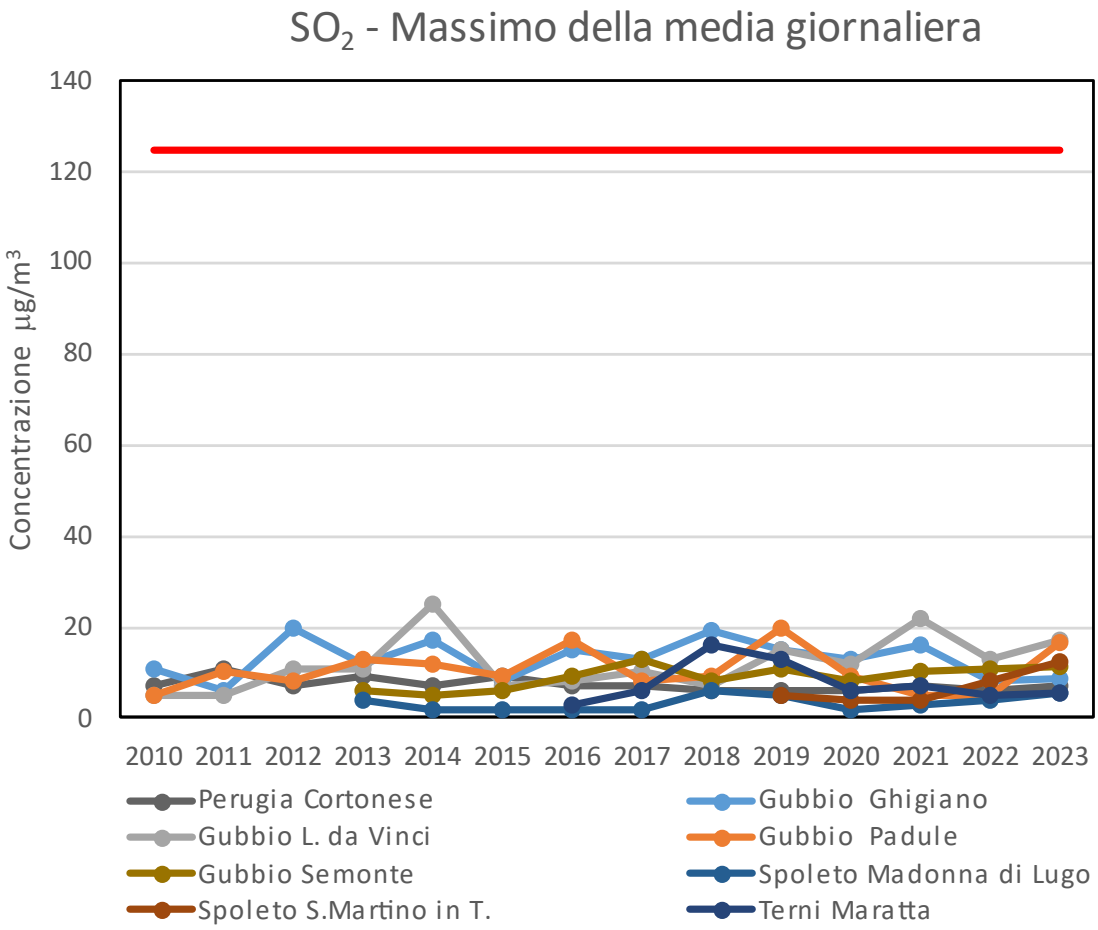


Figura A1.5.2: Trend 2010 - 2023 massimo della media giornaliera di SO_2

A1.6 Idrocarburi aromatici (benzene e benzo(a)pirene)

A1.6.1 Benzene

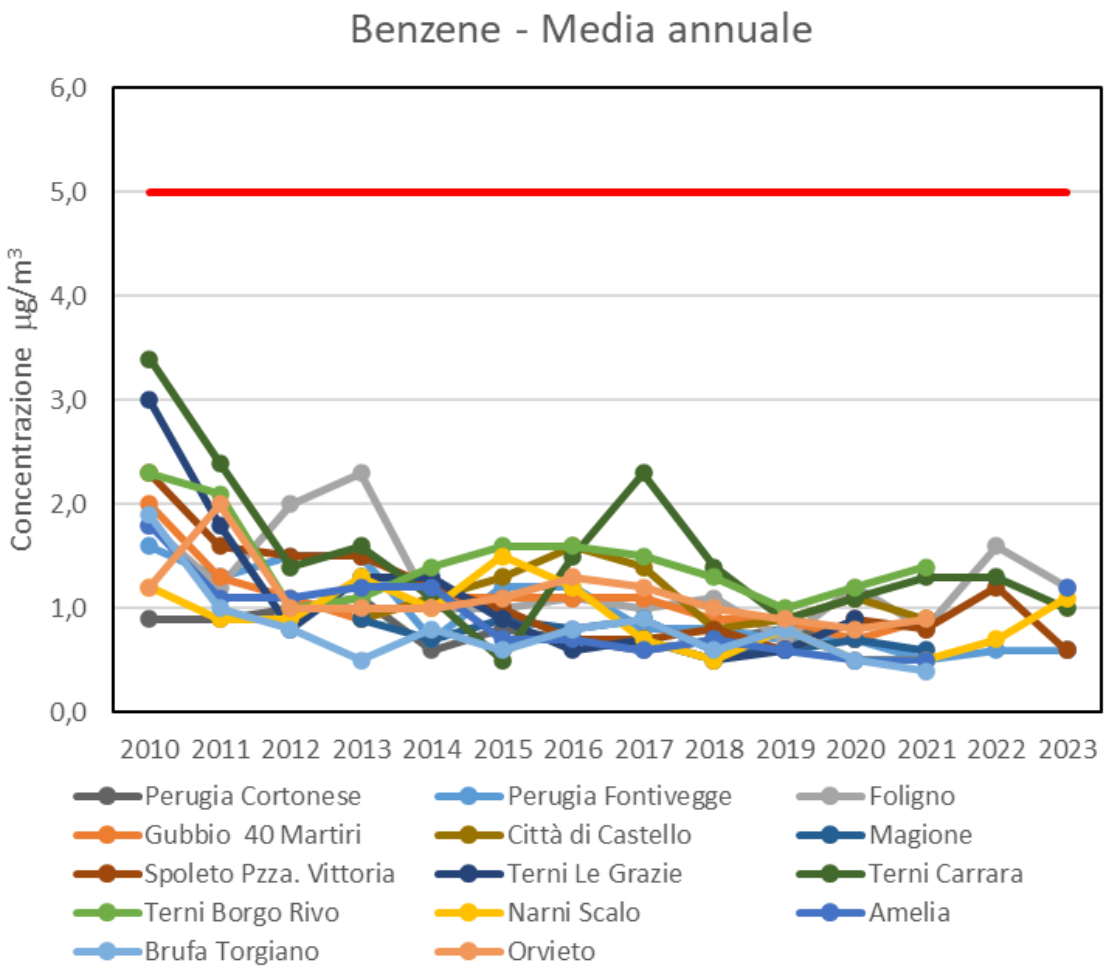


Figura A1.6.1: Trend 2010 - 2023 concentrazione media annua di Benzene per le stazioni con rilevazione in continuo

Nota: per le serie storiche delle stazioni con rilevazione tramite campionatori passivi dismesse dal 2022, vedere la relazione con i dati del 2021.

A1.6.2 Benzo(a)pirene

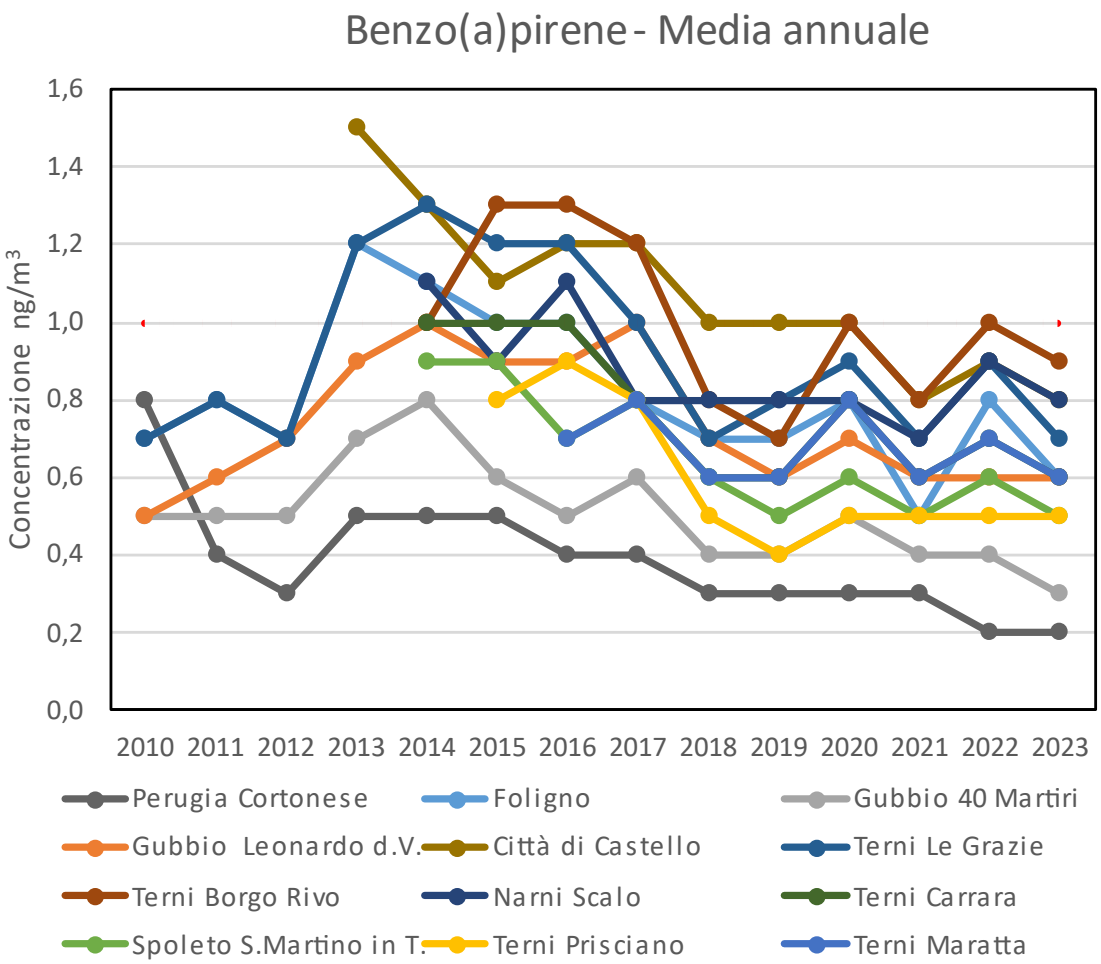


Figura A1.6.2: Trend 2010 - 2023 concentrazione media annua di Benzo(a)pirene per le stazioni con rilevazione in continuo

A1.7 Metalli pesanti (Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel)

A1.7.1 Piombo

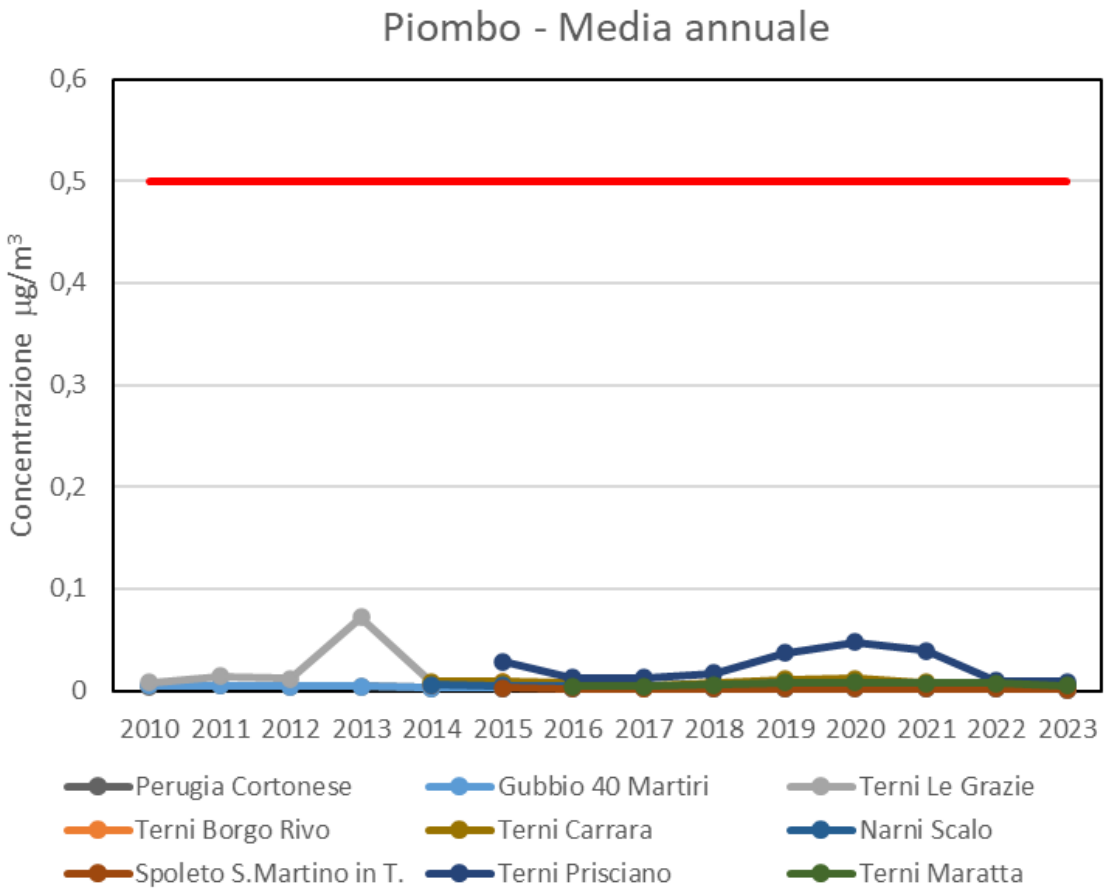


Figura A1.7.1: Trend 2010 - 2023 concentrazione media annua di Piombo

A1.7.2 Arsenico

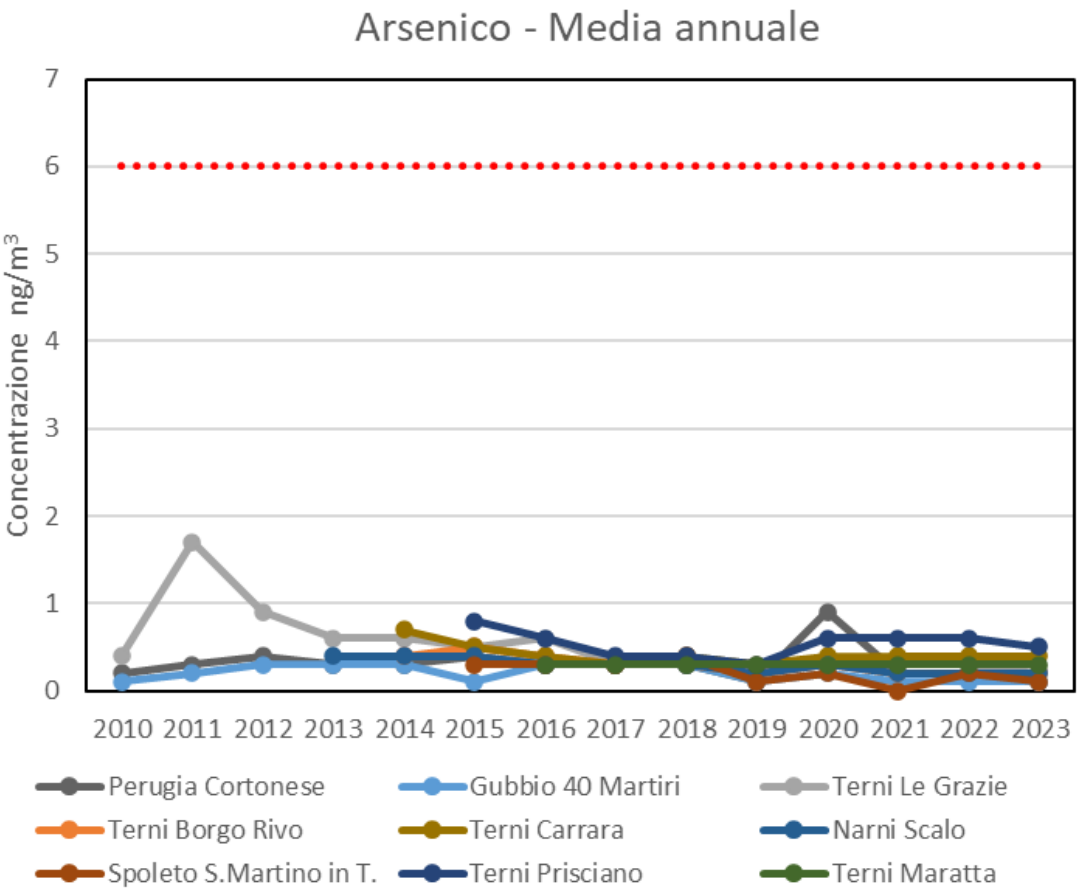


Figura A1.7.2: Trend 2010 - 2023 concentrazione media annua di Arsenico

A1.7.3 Cadmio

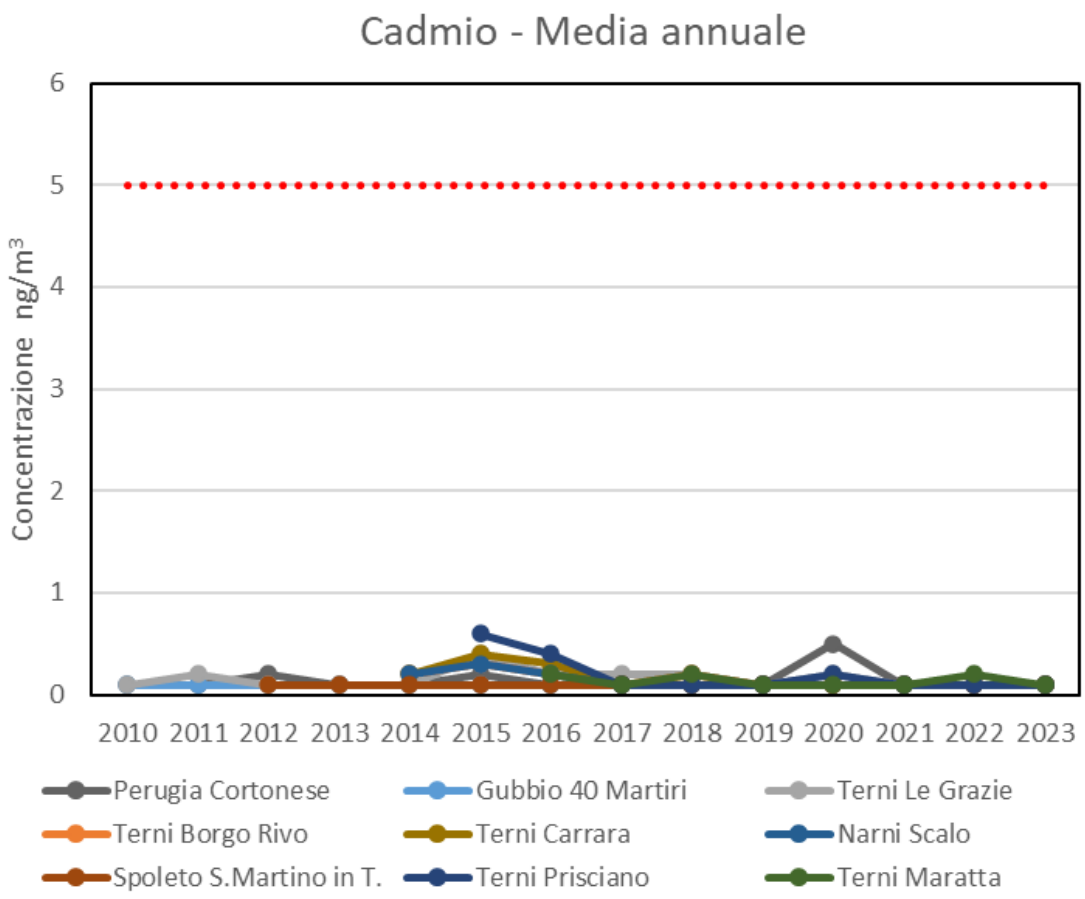


Figura A1.7.3: Trend 2010 - 2023 concentrazione media annua di Cadmio

A1.7.4 Nichel

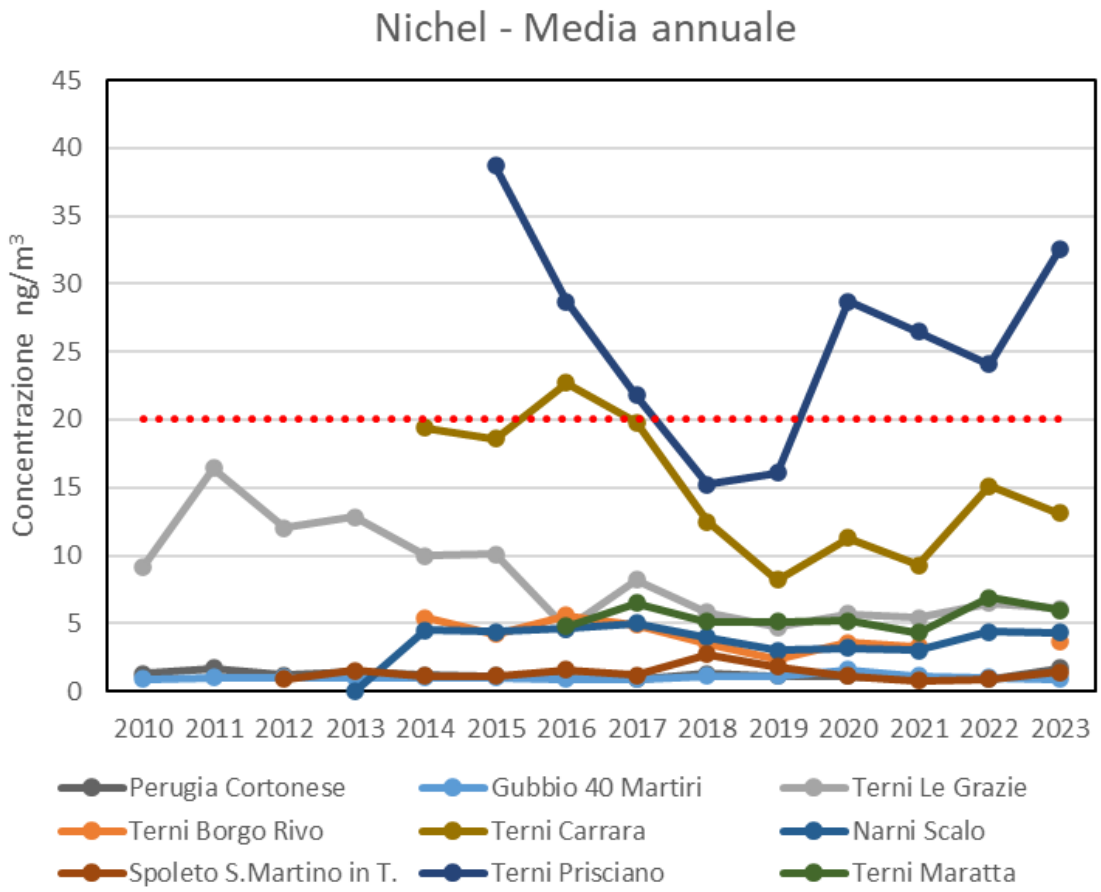
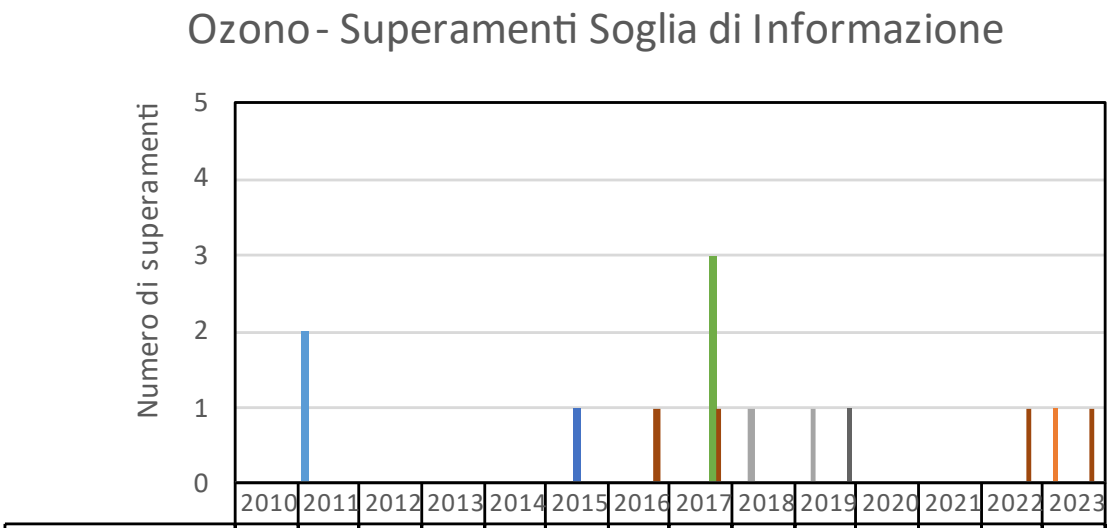


Figura A1.7.4: Trend 2010 - 2023 concentrazione media annua di Nichel

A1.8 Ozono (O_3)



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Brufa di Torgiano	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Narni Scalo				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Magione					0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Orvieto Ciconia				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Perugia Cortonese	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Gubbio 40 Martiri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Terni Borgo Rivo	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Terni Le Grazie					0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
Amelia				0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Figura A1.8.1: Trend 2010 - 2023 numero di superamenti della soglia di informazione per ozono

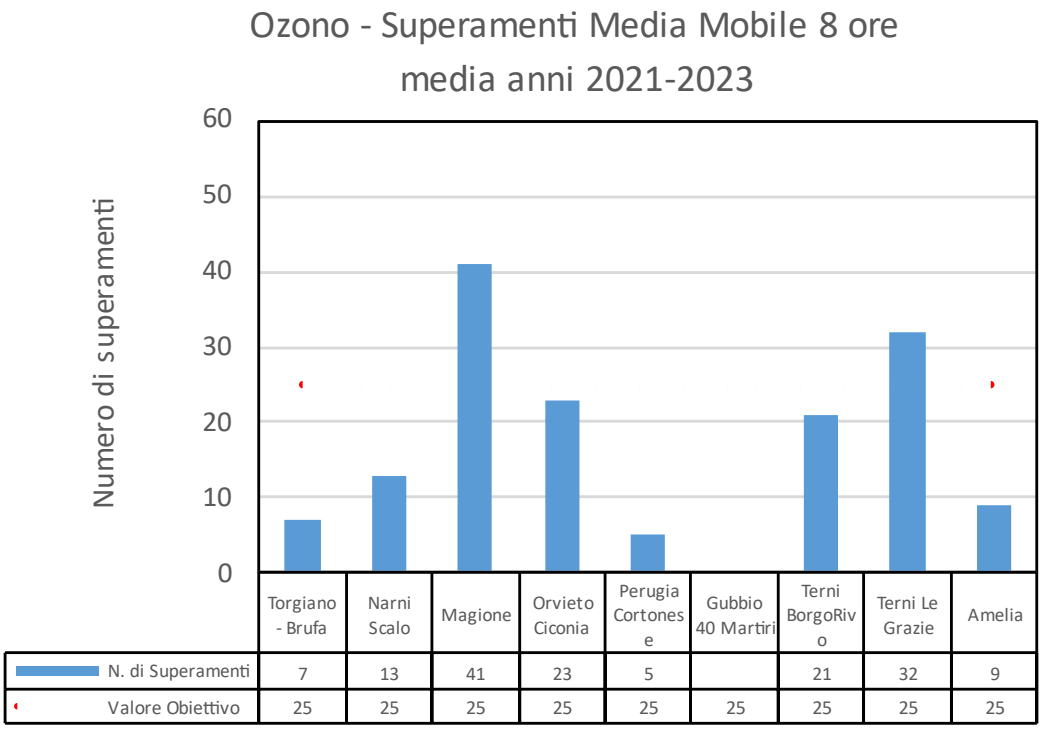


Figura A1.8.2: Media anni 2021 – 2023 del numero di superamenti annui del massimo giornaliero della media mobile su 8 ore di ozono - Valore Obiettivo