



# Valutazione della qualità dell'aria in Umbria Anno 2016

Relazione tecnica

Marzo 2017

arpa umbria

Pag / indice

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

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

**7 / Capitolo 3. Risultati monitoraggio da stazioni fisse – Esposizione popolazione**

- 7 / 3.1 Particolato PM<sub>10</sub>
- 9 / 3.2 Particolato PM<sub>2,5</sub>
- 10 / 3.3 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)
- 11 / 3.4 Monossido di carbonio (CO)
- 12 / 3.5 Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)
- 13 / 3.6 Idrocarburi aromatici (benzene e benzo(a)pirene)
  - 13 / 3.6.1 Benzene
  - 14 / 3.6.2 Benzo(a)pirene
- 15 / 3.7 Metalli pesanti (Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel)
  - 15 / 3.7.1 Piombo
  - 15 / 3.7.2 Arsenico
  - 16 / 3.7.3 Cadmio
  - 16 / 3.7.4 Nichel
- 17 / 3.8 Ozono (O<sub>3</sub>)

**19 / Capitolo 4. Deposizioni**

- 19 / 4.1 Deposizioni - contenuto di metalli e IPA

**20 / Capitolo 5. Simulazioni – Esposizione popolazione**

- 20 / 5.1 Il modello e i dati di input utilizzati
- 21 / 5.2 Concentrazioni al suolo
- 21 / 5.3 Particolato PM<sub>10</sub>
- 24 / 5.4 Particolato PM<sub>2,5</sub>
- 25 / 5.5 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)
- 27 / 5.6 Monossido di carbonio (CO)
- 28 / 5.7 Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)
- 30 / 5.8 Ozono (O<sub>3</sub>)

**32 / Capitolo 6. Conclusioni – Valutazioni qualitativa sulla QA regionale e situazioni di criticità**

- 32 / 6.1 Particolato PM<sub>10</sub>
- 34 / 6.2 Particolato PM<sub>2,5</sub>
- 35 / 6.3 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)
- 36 / 6.4 Monossido di carbonio (CO)
- 37 / 6.5 Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)
- 38 / 6.6 Idrocarburi aromatici (benzene e benzo(a)pirene)
  - 38 / 6.6.1 Benzene
  - 39 / 6.6.2 Benzo(a)pirene
- 41 / 6.7 Metalli pesanti (Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel)
  - 41 / 6.7.1 Piombo
  - 41 / 6.7.2 Arsenico
  - 41 / 6.7.3 Cadmio
  - 43 / 6.7.4 Nichel
- 44 / 6.8 Ozono (O<sub>3</sub>)

| <b>Redazione</b> | <b>Contributi</b>  | <b>Versione</b> | <b>Visto</b>    |
|------------------|--|-----------------|-----------------|
| Marco Pompei     | Mirco Areni<br>Emanuele Bubu<br>Marco Vecchiocattivi<br>Laboratorio Arpa | Rev. 0          | Paolo Stranieri |

**arpa umbria**

agenzia regionale per la protezione ambientale

via Pieveola - San Sisto - 06132 - Perugia / tel 075 515961 / fax 075 51596235 / [www.arpa.umbria.it](http://www.arpa.umbria.it) / [arpa@arpa.umbria.it](mailto:arpa@arpa.umbria.it)

## 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 nuova normativa cui si deve far 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 per i seguenti inquinanti: biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, ozono, arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene. Le funzioni amministrative relative alla valutazione e alla gestione della qualità dell’aria ambiente competono allo Stato, alle Regioni e agli Enti locali.

Il D.Lgs. n. 155/2010 costituisce un quadro normativo unitario per la valutazione e gestione della qualità dell’aria; esso, infatti, abroga e sostituisce le seguenti norme:

- 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”.

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.

La normativa regionale vede con Deliberazione dell'assemblea legislativa del 17 dicembre 2013 n. 296 l'approvazione del Piano regionale di Risanamento e Mantenimento della Qualità dell'aria realizzato in base alle norme in vigore all'atto della sua approvazione. Attualmente sulla base dei dettami del D.Lgs. n. 155/10 è in fase di approvazione il nuovo piano che vede realizzata, tra l'altro, una nuova zonizzazione e classificazione del territorio regionale e la realizzazione di una nuova rete di monitoraggio che si inserisce all'interno del programma di valutazione previsto dal nuovo decreto (adottata con delibera DGR 251/2016).

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.

## Capitolo 2. La rete di monitoraggio

La Rete Regionale di Monitoraggio della qualità dell'aria nel 2013 è stata aggiornata in base alle indicazioni del D.Lgs. n. 155/10 sia in termini di strumentazione che di punti di misura.

La nuova rete, ha previsto:

- stazioni fisse in territori sino ad ora non monitorati con sistemi fissi: Magione, Città di Castello e Amelia;
- lo spostamento della stazioni di Narni Scalo;
- lo spostamento della stazioni di Orvieto Ciconia in altra area della stessa Località;
- lo spegnimento di una stazione Terni - Verga;
- l'inserimento nella rete delle stazioni di tipo industriale in alcuni territori regionali prossimi a importanti siti industriali;
- l'aggiornamento di molta strumentazione, vetusta e non più rispondente alle specifiche tecniche della norma.

In generale, 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 gli inquinanti misurati.

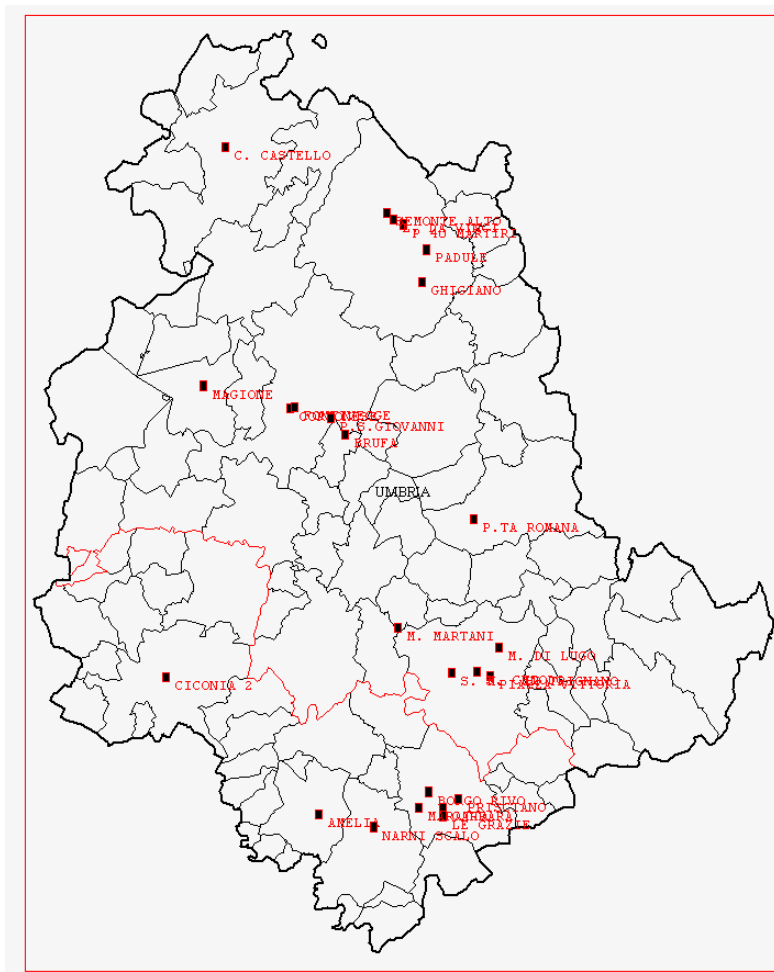


Figura 2.1: Localizzazione delle stazioni fisse per la qualità dell'aria

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

| Località          | Nome Stazione                | Tipo stazione               | SO <sub>2</sub> | PM <sub>10</sub> | PM <sub>2,5</sub> | O <sub>3</sub> | NO <sub>2</sub> | CO | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> | Pb Ni<br>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                            |                | SI    |
| Terni             | Carrara                      | Urbana/Traffico             |                 | SI               | SI                |                | SI              | SI | SI                            | SI             | SI    |
| Terni             | Le Grazie <sup>(**)</sup>    | Urbana/Traffico-Industriale |                 | SI               | SI                |                | SI              |    | SI                            | SI             | SI    |
| Perugia           | Parco Cortonese              | Urbana/Fondo                | SI              | SI               | SI                | SI             | SI              | SI | SI                            | SI             | SI    |
| Gubbio            | Piazza 40 martiri            | Urbana / Fondo              |                 | SI               | SI                | SI             | SI              | SI | SI <sup>(+)</sup>             | SI             | SI    |
| Città di Castello | C Castello <sup>(*)</sup>    | Urbana/Fondo                |                 | SI               | SI                |                | SI              | SI | SI <sup>(+)</sup>             |                | SI    |
| Spoletto          | Piazza Vittoria              | Urbana/Fondo                |                 | SI               | SI                |                | SI              | SI | SI                            |                |       |
| Terni             | Borgo Rivo                   | Urbana/Fondo                |                 | SI               | SI                | SI             | SI              |    | SI <sup>(+)</sup>             | SI             | SI    |
| Amelia            | Amelia <sup>(*)</sup>        | Urbana/Fondo                |                 | SI               | SI                | SI             | SI              |    | SI                            |                |       |
| Magione           | Magione <sup>(*)</sup>       | Suburbana/Fondo             |                 | SI               | SI                | SI             | SI              |    |                               |                |       |
| Narni             | Narni Scalo <sup>(**)</sup>  | Suburbana/Fondo             |                 | SI               | SI                | SI             | SI              | SI | SI                            | SI             | SI    |
| Orvieto           | Ciconia2 <sup>(*)</sup>      | Suburbana/Fondo             |                 | SI               | SI                | SI             | SI              |    | SI <sup>(+)</sup>             |                |       |
| Torgiano          | Brufa                        | Rurale/Fondo                |                 | SI               | SI                | SI             | SI              |    | SI <sup>(+)</sup>             |                |       |
| Giano dell'Umbria | M Martani                    | Rurale/Fondo                |                 | SI               | SI                |                | SI              |    |                               |                |       |
| Gubbio            | Ghigiano                     | Suburbana/Industriale       | SI              | SI               | SI                |                | SI              |    |                               |                |       |
| Gubbio            | Semonte Alta <sup>(**)</sup> | 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              |    |                               |                |       |
| Spoletto          | Santo Chiodo                 | Suburbana/Industriale       |                 | SI               | SI                |                | SI              | SI |                               |                |       |
| Spoletto          | S. Martino in Trignano       | Suburbana/Industriale       |                 | SI               | SI                |                |                 |    |                               | SI             | SI    |
| Spoletto          | Madonna di Lugo              | Suburbana/Industriale       | SI              | SI               | SI                |                | SI              |    |                               |                |       |
| Terni             | Prisciano <sup>(***)</sup>   | Suburbana/Industriale       |                 | SI               | SI                |                | SI              |    |                               | SI             | SI    |
| Terni             | Maratta <sup>(***)</sup>     | Suburbana/Industriale       | SI              | SI               | SI                |                | SI              | SI |                               |                |       |

<sup>(\*)</sup> 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

<sup>(\*\*)</sup> Le stazioni Narni Scalo e Semonte Alta sono state riposizionata nel febbraio 2013, la stazione di Le Grazie nel novembre 2014.

<sup>(\*\*\*)</sup> La stazione di Prisciano è stata attivata ad agosto 2014 mentre Maratta a dicembre 2014

<sup>(+)</sup> Misure effettuate con campionamento diffuso su assorbente solido e analisi offline

## Capitolo 3. Risultati del monitoraggio da stazioni fisse – Esposizione popolazione

Di seguito vengono riportati i valori registrati dalle stazioni fisse della qualità dell'aria per l'anno 2016. Per le stazioni per cui sono disponibili, in Allegato 1 sono riportati i trend dall'anno 2010 al 2016.

Per gli inquinanti, vengono riportate le misure che rispettano gli obiettivi di qualità dei dati previsti dal D.Lgs. 155/10.

### 3.1 Particolato PM<sub>10</sub>

**Tabella 3.1:** Anno 2016 numero superamenti della concentrazione media 24 H e concentrazione media annua

| Stazione                       | Tipo staz. <sup>1</sup> | Media annua $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Superamenti <sup>2</sup> |
|--------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| Perugia - Cortonese            | U/F                     | 25                                   | 21                       |
| Perugia - Fontivegge           | U/T                     | 20                                   | 16                       |
| Perugia - P S Giovanni         | U/T                     | 24                                   | 23                       |
| Foligno - P Romana             | U/T                     | 26                                   | 38                       |
| Terni - Le Grazie              | U/T-I                   | 35                                   | 59                       |
| Terni - Borgo Rivo             | U/F                     | 33                                   | 50                       |
| Terni - Carrara                | U/T                     | 34                                   | 51                       |
| Gubbio - P 40 Martiri          | U/F                     | 22                                   | 14                       |
| Città di Castello - C Castello | U/F                     | 24                                   | 32                       |
| Spoletto - P Vittoria          | U/F                     | 18                                   | 10                       |
| Torgiano - Brufa               | R/F                     | 19                                   | 11                       |
| Amelia - Amelia                | U/F                     | 18                                   | 0                        |
| Magione - Magione              | S/F                     | 21                                   | 12                       |
| Narni Scalo                    | S/F                     | 29                                   | 41                       |
| Orvieto Ciconia                | S/F                     | 18                                   | 0                        |
| Giano dell'Umbria - M. Martani | R/F                     | 9                                    | 1                        |
| Gubbio - Ghignano              | S/I                     | 16                                   | 0                        |
| Gubbio - Semonte Alta          | S/I                     | 14                                   | 1                        |
| Gubbio - L da Vinci            | S/I                     | 17                                   | 4                        |
| Gubbio - Padule                | S/I                     | 17                                   | 4                        |
| Spoletto - S. Chiodo           | S/I                     | 20                                   | 12                       |
| Spoletto - S. M. in Trignano   | S/I                     | 29                                   | 38                       |
| Spoletto - M di Lugo           | S/I                     | 20                                   | 9                        |
| Terni - Prisciano              | S/I                     | 34                                   | 43                       |
| Terni - Maratta                | S/I                     | 33                                   | 48                       |

- (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 media 24h – max 35 superamenti



**Legenda****Buona****Accettabile****Scadente****Particolato PM<sub>10</sub>** superamenti annui media 24h

&lt; 35

35

&gt;35

**Particolato PM<sub>10</sub>** (µg/m<sup>3</sup>) media annuale

≤ 28

29-40

&gt;40

### 3.2 Particolato PM<sub>2,5</sub>

**Tabella 3.2:** Anno 2016 concentrazione media annua

| Stazione                       | Tipo staz. <sup>1</sup> | Media annua<br>µg/m <sup>3</sup> |
|--------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Perugia - Cortonese            | U/F                     | 17                               |
| Perugia - Fontivegge           | U/T                     | 14                               |
| Perugia - P S Giovanni         | U/T                     | 13                               |
| Foligno - P Romana             | U/T                     | 19                               |
| Terni- Le Grazie               | U/T                     | 27                               |
| Terni - Borgo Rivo             | U/T-I                   | 26                               |
| Terni - Carrara                | U/F                     | 24                               |
| Gubbio - P 40 Martiri          | U/F                     | 13                               |
| Città di Castello - C Castello | U/F                     | 19                               |
| Spoletto - P Vittoria          | U/T                     | 11                               |
| Amelia - Amelia                | U/F                     | 12                               |
| Magione - Magione              | S/F                     | 14                               |
| Narni - Scalo                  | S/F                     | 22                               |
| Orvieto - Ciconia              | S/F                     | 11                               |
| Torgiano - Brufa               | R/F                     | 12                               |
| Giano dell'Umbria - M. Martani | R/F                     | 6                                |
| Gubbio - Ghigiano              | S/I                     | 9                                |
| Gubbio - Semonte Alta          | S/I                     | 8                                |
| Gubbio - L da Vinci            | S/I                     | 12                               |
| Gubbio - Padule                | S/I                     | 12                               |
| Spoletto - S. Chiodo           | S/I                     | 13                               |
| Spoletto - S. M. in Trignano   | S/I                     | 21                               |
| Spoletto - M di Lugo           | S/I                     | 14                               |
| Terni - Prisciano              | S/I                     | 22                               |
| Terni - Maratta                | S/I                     | 22                               |

(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**

**Polveri fini – PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) media annuale**

≤ 17

18-25

>25

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

**Tabella 3.3:** Anno 2016 concentrazione media annua e numero superamenti della concentrazione massima di 1 ora

| Stazione                       | Tipo staz. <sup>1</sup> | Media annua µg/m <sup>3</sup> | Superamenti <sup>2</sup> |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Perugia - Cortonese            | U/F                     | 21                            | 0                        |
| Perugia - Fontivegge           | U/T                     | 27                            | 0                        |
| Perugia - P S Giovanni         | U/T                     | 23                            | 0                        |
| Foligno - P Romana             | U/T                     | 25                            | 0                        |
| Terni - Le Grazie              | U/T-I                   | 18                            | 0                        |
| Terni - Borgo Rivo             | U/F                     | 19                            | 0                        |
| Terni - Carrara                | U/T                     | 28                            | 0                        |
| Gubbio - P 40 Martiri          | U/F                     | 18                            | 0                        |
| Città di Castello - C Castello | U/F                     | 16                            | 0                        |
| Spoletto - P Vittoria          | U/F                     | 31                            | 0                        |
| Torgiano - Brufa               | R/F                     | 11                            | 0                        |
| Amelia - Amelia                | U/F                     | 10                            | 0                        |
| Magione - Magione              | S/F                     | 10                            | 0                        |
| Narni Scalo                    | S/F                     | 13                            | 0                        |
| Orvieto Ciconia                | S/F                     | 8                             | 0                        |
| Giano dell'Umbria - M. Martani | R/F                     | 2                             | 0                        |
| Gubbio - Ghigiano              | S/I                     | 11                            | 0                        |
| Gubbio - Semonte Alta          | S/I                     | 9                             | 0                        |
| Gubbio - L da Vinci            | S/I                     | 13                            | 0                        |
| Gubbio - Padule                | S/I                     | 10                            | 0                        |
| Spoletto - S. Chiodo           | S/I                     | 10                            | 0                        |
| Spoletto - M di Lugo           | S/I                     | 20                            | 0                        |
| Terni - Prisciano              | S/I                     | 21                            | 0                        |
| Terni - Maratta                | S/I                     | 26                            | 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 media oraria - max 18 superamenti

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

| Legenda  | Buona | Accettabile | Scadente |
|--|-------|-------------|----------|
| Biossido di azoto - NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) media annua | ≤ 32  | 32-40       | >40      |
| Biossido di azoto - NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) media 1 H   | ≤ 140 | 140-200     | >200     |
| Biossido di azoto - NO <sub>2</sub> numero superamenti media 1 H     | ≤ 18  | -           | >18      |

### 3.4 Monossido di carbonio (CO)

**Tabella 3.4:** Anno 2016 massimo annuale della concentrazione media massima giornaliera calcolata su otto ore

| Stazione              | Tipo staz. <sup>1</sup> | Massimo media mobile 8 H mg/m <sup>3</sup> |
|-----------------------|-------------------------|--|
| Perugia - Cortonese   | U/T                     | 2.4  |
| Perugia - Fontivegge  | U/T                     | 2.1  |
| Terni - Carrara       | U/T                     | 4.5  |
| Foligno - P Romana    | U/F                     | 3.5  |
| Gubbio - P 40 Martiri | U/F                     | 1.8  |
| Spoletto - P Vittoria | U/F                     | 2.4  |
| Narni - Scalo         | S/F                     | 1.9  |
| Spoletto - S. Chiodo  | S/I                     | 1.9  |
| Terni - Maratta       | S/I                     | 2.6  |

(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 |
|---|-------|-------------|----------|
| Ossido di carbonio - CO (mg/m <sup>3</sup> ) media 8h | ≤ 7   | 8-10        | >10      |

### 3.5 Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

**Tabella 3.5:** Anno 2016 concentrazione massima annuale della media 1H e 24H

| Stazione                   | Tipo staz. <sup>1</sup> | Massimo media 1 H <sup>2</sup><br>µg/m <sup>3</sup> | Massimo media 24 H <sup>3</sup><br>µg/m <sup>3</sup> |
|----------------------------|-------------------------|---|--|
| Perugia - Cortonese        | U/F                     | 8   | 6  |
| Gubbio - Ghigiano          | S/I                     | 9   | 6  |
| Gubbio - Semonte Alta      | S/I                     | 4   | 2  |
| Gubbio - L da Vinci        | S/I                     | 8   | 6  |
| Gubbio - Padule            | S/I                     | 9   | 7  |
| Spoletto - Madonna di Lugo | S/I                     | 4   | 2  |
| Terni - Maratta            | S/I                     | 7   | 4  |

- (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 <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) media 24h | ≤ 75  | 76-125      | >125     |
| Biossido di zolfo - SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) media 1h  | ≤ 350 |             | >350     |

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

#### 3.6.1 Benzene

**Tabella 3.6:** Anno 2016 concentrazione media annua

| Stazione                                      | Tipo staz. <sup>1</sup> | Media annua $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|---|-------------------------|--------------------------------------|
| Perugia - Cortonese                           | U/F                     | 0.7                                  |
| Perugia - Fontivegge                          | U/T                     | 1.2                                  |
| Terni - Le Grazie                             | U/T                     | 0.6                                  |
| Terni- Carrara                                | U/T-I                   | 1.5                                  |
| Foligno - P Romana                            | U/T                     | 1.0                                  |
| Gubbio - P 40 Martiri <sup>(S)</sup>          | U/F                     | 1.4                                  |
| Città di Castello - C Castello <sup>(S)</sup> | U/F                     | 1.6                                  |
| Spoletto - P Vittoria                         | U/F                     | 0.7                                  |
| Terni - Borgo Rivo <sup>(S)</sup>             | U/F                     | 1.6                                  |
| Amelia - Amelia                               | U/F                     | 0.7                                  |
| Magione - Magione <sup>(S)</sup>              | S/F                     | 0.8                                  |
| Narni - Scalo                                 | S/F                     | 1.2                                  |
| Orvieto - Ciconia <sup>(S)</sup>              | S/F                     | 1.1                                  |
| Torgiano - Brufa <sup>(S)</sup>               | R/F                     | 0.8                                  |

(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

<sup>(S)</sup> misura effettuata con sistema passivo

Nota: Le misure presentate sono state effettuate sia con sistema passivo che in continuo come indicato in tabella, le misure possono avere una copertura dell'anno anche inferiore al 100%, come indicato dalla normativa.

#### Legenda

**Buona**

**Accettabile**

**Scadente**

**Benzene** ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) media annuale

$\leq 3.5$

3.5 - 5

> 5

### 3.6.2 Benzo(a)pirene

**Tabella 3.7:** Anno 2016 concentrazione media annua

| Stazione                       | Tipo stazione <sup>1</sup> | Media annua<br>ng/m <sup>3</sup> |
|--------------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| Perugia - Cortonese            | U/F                        | 0.5                              |
| Terni- Le Grazie               | U/T-I                      | 1.2                              |
| Terni - Borgo Rivo             | U/T                        | 1.3                              |
| Terni - Carrara                | U/T                        | 1.0                              |
| Foligno - P Romana             | U/T                        | 1.0                              |
| Città di Castello - C Castello | U/F                        | 1.2                              |
| Gubbio - P 40 Martiri          | U/F                        | 0.5                              |
| Gubbio - L da Vinci            | S/I                        | 0.9                              |
| Narni - Narni Scalo            | S/F                        | 1.1                              |
| Spoletto - S. M in Trignano    | S/I                        | 0.7                              |
| Terni - Prisciano              | S/I                        | 0.9                              |
| Terni Maratta                  | S/I                        | 0.7                              |

(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 |
|--|-------|-------------|----------|
| <b>Benzo(a)pirene</b> (ng/m <sup>3</sup> ) media annuale | ≤ 0.6 | 0.6 - 1     | > 1      |

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

#### 3.7.1 Piombo

**Tabella 3.8:** Anno 2016 concentrazione media annua

| Stazione                    | Tipo stazione <sup>1</sup> | Media annua $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| Perugia - Cortonese         | U/F                        | 0.002                                |
| Terni- Le Grazie            | U/T-I                      | 0.005                                |
| Terni - Carrara             | U/T                        | 0.007                                |
| Terni - Borgo Rivo          | U/F                        | 0.004                                |
| Gubbio - P 40 Martiri       | U/F                        | 0.002                                |
| Narni - Narni Scalo         | S/F                        | 0.004                                |
| Spoletto - S. M in Trignano | S/I                        | 0.002                                |
| Terni - Prisciano           | S/I                        | 0.013                                |
| Terni Maratta               | S/I                        | 0.004                                |

(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** ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) media annuale

$\leq 0.35$

0.35 - 0.5

> 0.5

#### 3.7.2 Arsenico

**Tabella 3.9:** Anno 2016 concentrazione media annua

| Stazione                    | Tipo stazione <sup>1</sup> | Media annua $\text{ng}/\text{m}^3$ |
|-----------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| Perugia - Cortonese         | U/F                        | 0.3                                |
| Terni- Le Grazie            | U/T-I                      | 0.5                                |
| Terni - Carrara             | U/T                        | 0.6                                |
| Terni - Borgo Rivo          | U/F                        | 0.4                                |
| Gubbio - P 40 Martiri       | U/F                        | 0.3                                |
| Narni - Narni Scalo         | S/F                        | 0.4                                |
| Spoletto - S. M in Trignano | S/I                        | 0.3                                |
| Terni - Prisciano           | S/I                        | 0.6                                |
| 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** ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) media annuale

$\leq 3.6$

3.6 - 6

> 6



### 3.7.3 Cadmio

**Tabella 3.10:** Anno 2016 concentrazione media annua

| Stazione                    | Tipo stazione <sup>1</sup> | Media annua ng/m <sup>3</sup> |
|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Perugia - Cortonese         | U/F                        | 0.1                           |
| Terni- Le Grazie            | U/T-I                      | 0.2                           |
| Terni - Carrara             | U/T                        | 0.3                           |
| Terni - Borgo Rivo          | U/F                        | 0.2                           |
| Gubbio - P 40 Martiri       | U/F                        | 0.3                           |
| Narni - Narni Scalo         | S/F                        | 0.2                           |
| Spoletto - S. M in Trignano | S/I                        | 0.1                           |
| Terni - Prisciano           | S/I                        | 0.4                           |
| Terni - Maratta             | S/I                        | 0.2                           |

(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<sup>3</sup>) media annuale

≤ 3

3 - 5

> 5

### 3.7.4 Nichel

**Tabella 3.11:** Anno 2016 concentrazione media annua

| Stazione                    | Tipo stazione <sup>1</sup> | Media annua ng/m <sup>3</sup> |
|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Perugia - Cortonese         | U/F                        | 1.0                           |
| Terni- Le Grazie            | U/T-I                      | 8.8                           |
| Terni - Carrara             | U/T                        | 22.7                          |
| Terni - Borgo Rivo          | U/F                        | 5.6                           |
| Gubbio - P 40 Martiri       | U/F                        | 0.9                           |
| Narni - Narni Scalo         | S/F                        | 4.6                           |
| Spoletto - S. M in Trignano | S/I                        | 1.6                           |
| Terni - Prisciano           | S/I                        | 28.7                          |

(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<sup>3</sup>) media annuale

≤ 14

14 - 20

> 20

### 3.8 Ozono (O<sub>3</sub>)

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 2016 numero superamenti della concentrazione media 1 ora, concentrazione massima annuale della media 1 ore, massimo annuale della concentrazione media mobile 8 ore e superamenti

| Stazione                   | Tipo staz. <sup>1</sup> | Superamenti Soglia informazione | Massimo annuale media 1H <sup>2</sup> µg/m <sup>3</sup> | Massimo annuale media 8H µg/m <sup>3</sup> |
|----------------------------|-------------------------|---------------------------------|---|--|
| Torgiano - Brufa           | R/F                     | 0                               | 155   | 135  |
| Narni - Narni Scalo        | S/F                     | 1                               | 191   | 144  |
| Magione - Magione          | S/F                     | 0                               | 151   | 135  |
| Orvieto - Ciconia          | S/F                     | 0                               | 140   | 126  |
| Perugia - Parco Cortonese  | U/F                     | 1                               | 149   | 134  |
| Gubbio - Piazza 40 Martiri | U/F                     | 0                               | 162   | 134  |
| Terni Le Grazie            | U/TI                    | 1                               | 185   | 145  |
| Terni - Borgo Rivo         | U/F                     | 0                               | 152   | 126  |
| Amelia - Amelia            | U/F                     | 0                               | 176   | 137  |

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

(2) Superamenti annui media 1h

(3) Superamenti media mobile 8h

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

| Legenda  | Buona | Accettabile | Scadente |
|--|-------|-------------|----------|
| Ozono O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) media mobile 8h                        | ≤ 120 | -           | > 120    |
| Ozono O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) media 1h                               | ≤ 180 | -           | > 180    |
| Ozono O <sub>3</sub> numero superamenti media 1h                                 | 0     | -           | ≠0       |
| Ozono O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) media mobile 8h come media su tre anni | ≤ 25  | -           | > 25     |

**Tabella 3.13:** Media anni 2014-2016 dei giorni di superamento della concentrazione media mobile 8 ore

| Stazione                  | Tipo staz. | Numero superamenti 2014-2016 |
|---------------------------|------------|------------------------------|
| Torgiano - Brufa          | R/F        | 19                           |
| Narni - Narni Scalo       | S/F        | 36                           |
| Magione - Magione         | S/F        | 19                           |
| Orvieto - Ciconia         | S/F        | 12                           |
| Perugia - Parco Cortonese | U/F        | 16                           |
| Gubbio - P.zza 40 Martiri | U/F        | 8                            |
| Terni Le Grazie           | U/TI       | 31                           |
| Terni - Borgo Rivo        | U/F        | 13                           |
| Amelia - Amelia           | U/F        | 16                           |

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

| Legenda  | Buona | Accettabile | Scadente |
|--|-------|-------------|----------|
| Ozono O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) media mobile 8h come media su tre anni | ≤ 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. Tale parametro può essere utile 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 2016 tassi di deposizione di metalli e Benzo(a)pirene

| Zona campionamento  | Arsenico                                | Cadmio | Cromo | Nichel | Piombo | B(a)P                                 |
|---------------------|---|--------|-------|--------|--------|---------------------------------------|
|                     | $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ |        |       |        |        | $\text{ng}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ |
| Perugia - Cortonese | 0.1                                     | 0.5    | 7.0   | 4.1    | 4.5    | 10                                    |
| Terni – Le Grazie   | 0.3                                     | 0.3    | 37.7  | 14.6   | 8.0    | 10                                    |
| Terni - Borgo Rivo  | 0.3                                     | 0.4    | 37.6  | 10.4   | 13.1   | 8                                     |
| Gubbio - Ghigiano   | 0.2                                     | 0.1    | 3.6   | 3.3    | 3.0    | 17                                    |
| Terni - Prisciano   | 0.6                                     | 0.7    | 596.8 | 86.2   | 26.1   | 10                                    |

In evidenza nella postazione di Prisciano l'alto valore dei metalli Nichel e Cromo legati alla presenza nelle vicinanze del parco scorie dell'acciaieria che influenza molto la deposizione in questa parte della città.

## **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 sul codice Chimere.

Questo 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.

Chimere 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.

La simulazione è basata su alcuni dati di input come le emissioni, le concentrazioni, le condizioni al contorno e i dati meteorologici.

Questi ultimi provengono dall'archivio LAMA realizzato e gestito dal servizio Idro-Meteo-Clima dell'Arpa Emilia Romagna, mentre le condizioni al contorno provengono dal servizio Prev'Air dell'istituto francese INERIS.

Per quanto riguarda i dati emissivi, questi sono tratti dall'ultimo anno disponibile per l'Inventario Regionale delle Emissioni (IRE), ovvero il 2013, relativamente al territorio regionale. Per il resto del territorio extraregionale, sono stati utilizzati i dati dell'Inventario Nazionale 2003 scalato al 2013 secondo le serie nazionali di emissione. Sono stati inoltre utilizzati i dati meteo e le condizioni al contorno dell'anno 2016.

I dati dell'Inventario Nazionale 2003 sono stati forniti dall'ISPRA già disaggregati sullo stesso grigliato 5x5 km del dominio di calcolo. Questi dati sono stati scalati al fine di rappresentare più fedelmente il quadro emissivo per lo stesso anno dell'IRE, ovvero il 2013.

## 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<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub>.

Per tutti i grafici è stato scelto di utilizzare una scala con colori che vanno gradualmente dal celeste, al 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<sub>10</sub>

Nella figura 5.1 sono riportate le concentrazioni medie annue di PM<sub>10</sub>. Per questo inquinante, la legge prevede due indicatori di qualità dell'aria, ovvero il valore della concentrazione media annua e il numero di superamenti del valore soglia di 50 µg/m<sup>3</sup> della concentrazione media giornaliera.

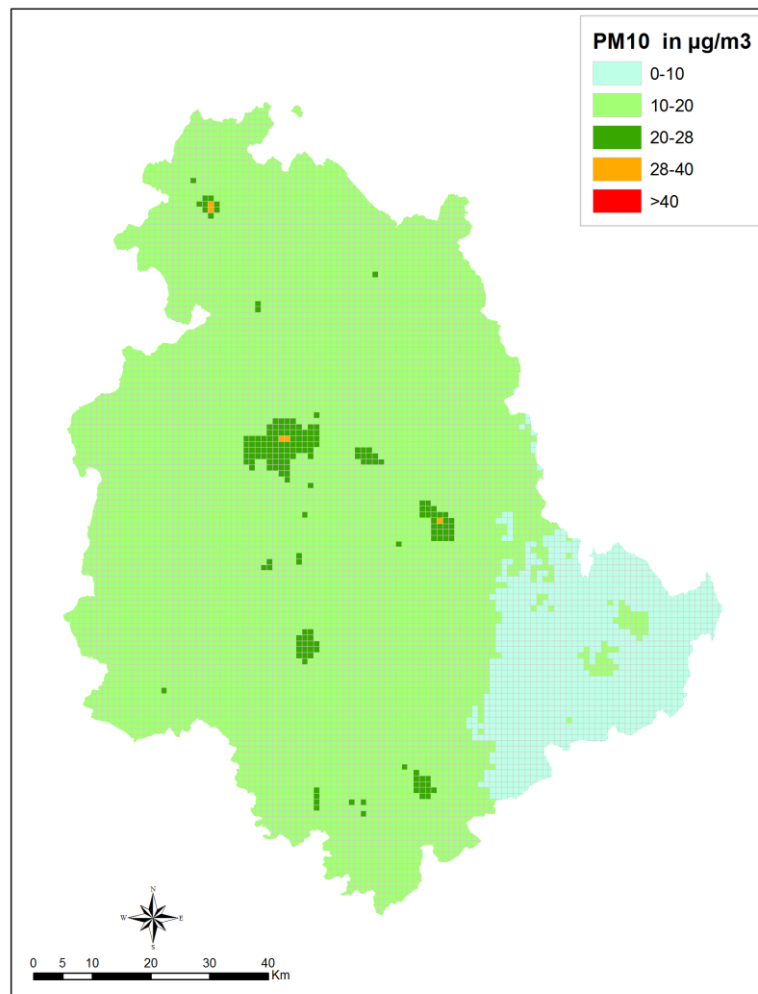
Sebbene in Umbria negli anni si siano registrate criticità rispetto al numero di superamenti di 50 µg/m<sup>3</sup>, le simulazioni di qualità dell'aria fatte non sono del tutto adatte a valutare direttamente questo indicatore a soglia in quanto, analogamente ai più diffusi modelli di qualità dell'aria in Europa, è presente una sottostima dei valori di PM<sub>10</sub> simulati<sup>1</sup>. Tale sottostima, che dipende da molteplici cause tra cui la sottostima di emissioni fuggitive, risospese o dovute alla combustione di biomasse legnose o di altri processi di formazione

---

<sup>1</sup> Confronto tra le osservazioni e le simulazioni del modello Minni per la centralina di monitoraggio Cortonese, Rapporto Enea, 2010

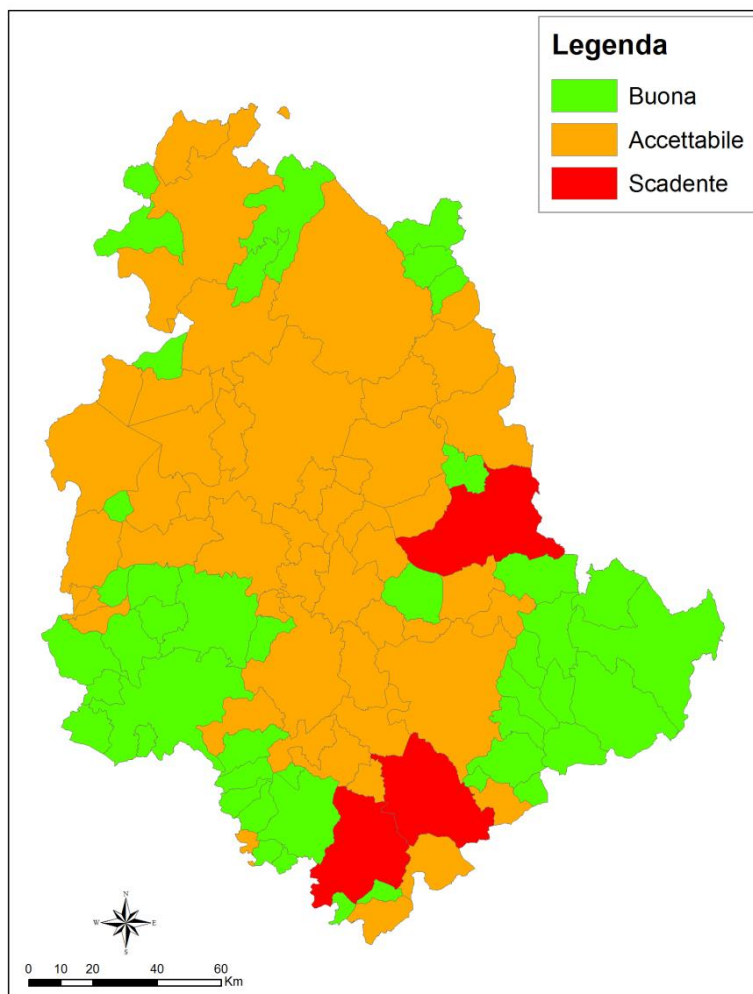
del particolato secondario come il particolato secondario organico, inficia la possibilità di valutare accuratamente gli indicatori di qualità dell'aria per le polveri fini in modo particolare quello a soglia.

È comunque possibile valutare indirettamente l'indicatore del numero di superamenti basandosi sul risultato di uno studio realizzato dal Comitato Nazionale Emergenza Inquinamento Atmosferico (CNEIA), istituito con il DM 18 febbraio 2005, il quale, nelle relazioni conclusive<sup>2</sup>, indicava una correlazione del suddetto indicatore rispetto a quello relativo al valore medio annuale. Ai fini della modellistica, è possibile valutare l'indice relativo ai superamenti analizzando il solo valor medio annuale di PM<sub>10</sub>.



**Figura 5.1:** Concentrazione media annua di PM<sub>10</sub>

<sup>2</sup> Comitato Nazionale Emergenza Inquinamento Atmosferico, Relazione Conclusiva, 2006



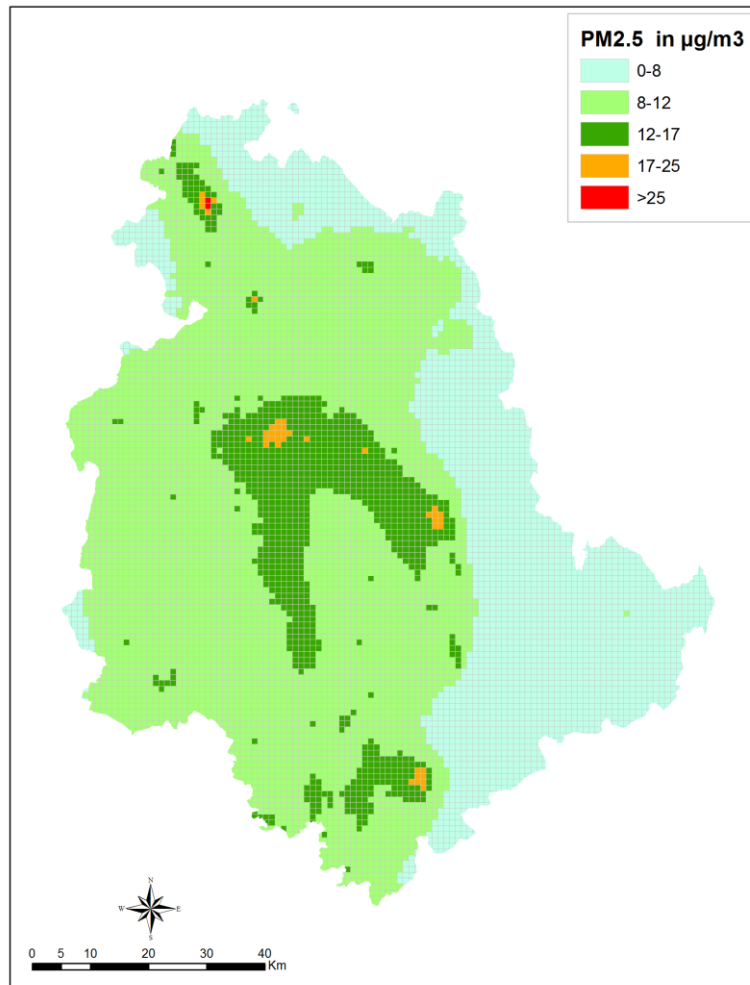
**Figura 5.2:** Superamenti Concentrazione media 24h di PM<sub>10</sub>



## 5.4 Particolato PM<sub>2.5</sub>

Analogamente a quanto avviene per il PM<sub>10</sub>, anche per il PM<sub>2.5</sub> la modellistica produce una generale e sistematica sottostima. Pertanto, anche per questo inquinante le soglie sono state scelte tenendo conto della sottostima pari ad un fattore 1.3: la soglia di attenzione è stata scelta pari a 9 µg/m<sup>3</sup>, a fronte della soglia di valutazione superiore pari a 12 µg/m<sup>3</sup>, e la soglia critica è stata scelta pari a 19 µg/m<sup>3</sup>, a fronte di una soglia di legge pari a 25 µg/m<sup>3</sup>.

I risultati della simulazione sono riportati nella figura 5.3 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.



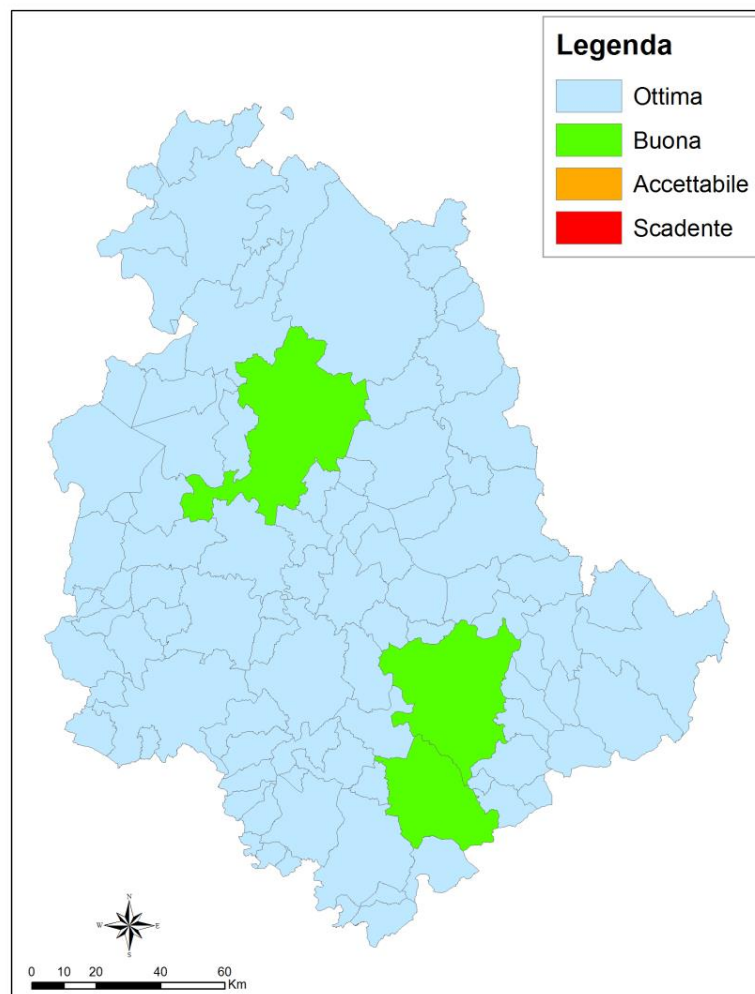
**Figura 5.3:** Concentrazione media annua di PM<sub>2.5</sub>

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

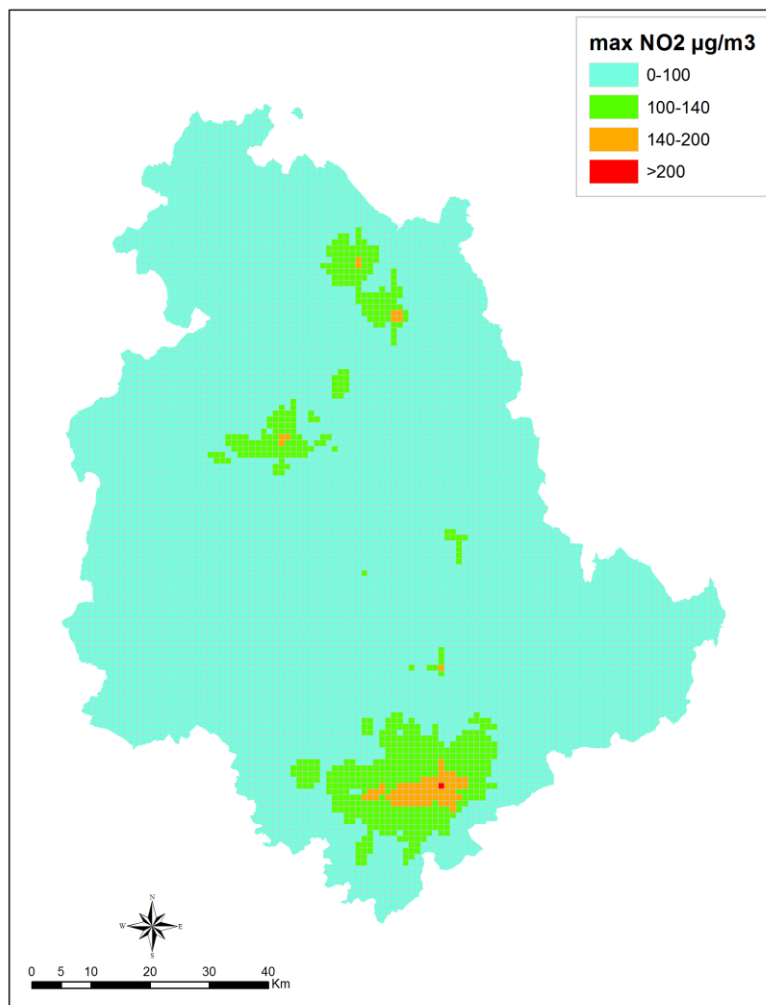
Nella figura 5.4 sono riportate le concentrazioni medie annue di NO<sub>2</sub>. Per questo inquinante la legge prevede una soglia di valutazione inferiore della media annua pari a 26 µg/m<sup>3</sup>, una soglia di valutazione superiore pari a 32 µg/m<sup>3</sup> e un limite di 40 µg/m<sup>3</sup>.

Per il grafico è stata scelta come soglia di attenzione la soglia di valutazione inferiore e come soglia critica il limite di legge. La scala cromatica riflette questa scelta e, quindi, le aree rappresentate dal colore celeste 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.

Per completezza, nella figura 5.5 è riportata la massima concentrazione di 1h dell' NO<sub>2</sub> con la scala cromatica individuata con gli stessi criteri.



**Figura 5.4:** Concentrazione media annua di NO<sub>2</sub>

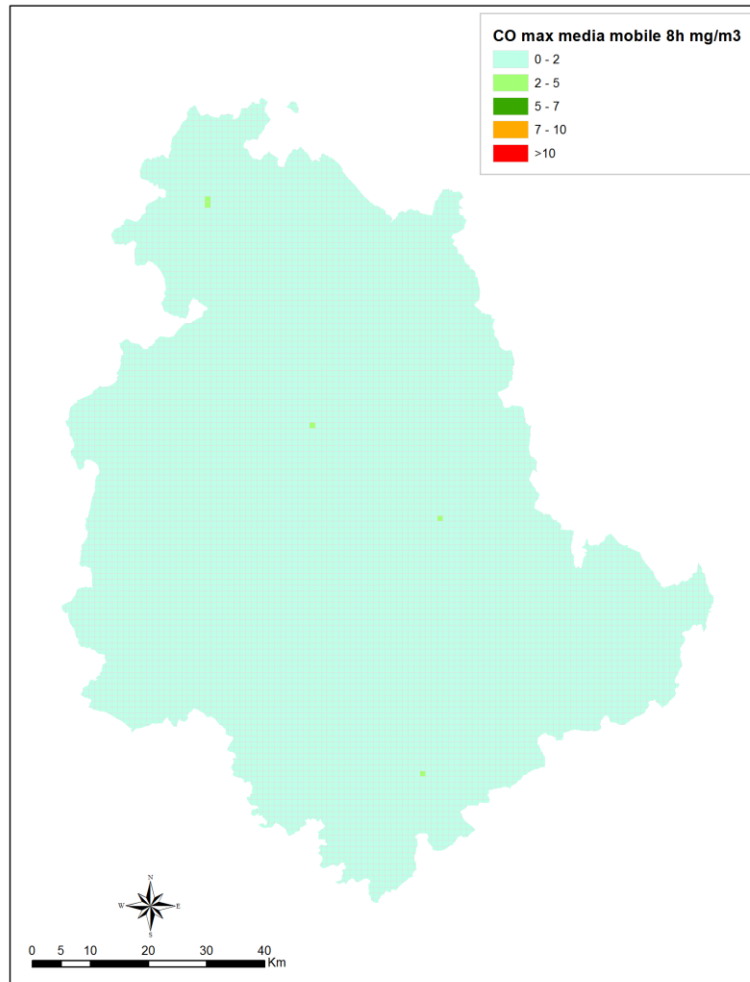


**Figura 5.5:** Massima concentrazione di 1 h di NO<sub>2</sub>

## 5.6 Monossido di carbonio (CO)

L'indicatore di legge è la concentrazione massima giornaliera della media mobile su 8 ore e, per questo, si hanno sempre valori ben inferiori rispetto alla soglia di valutazione inferiore, che è pari a 5 mg/m<sup>3</sup>.

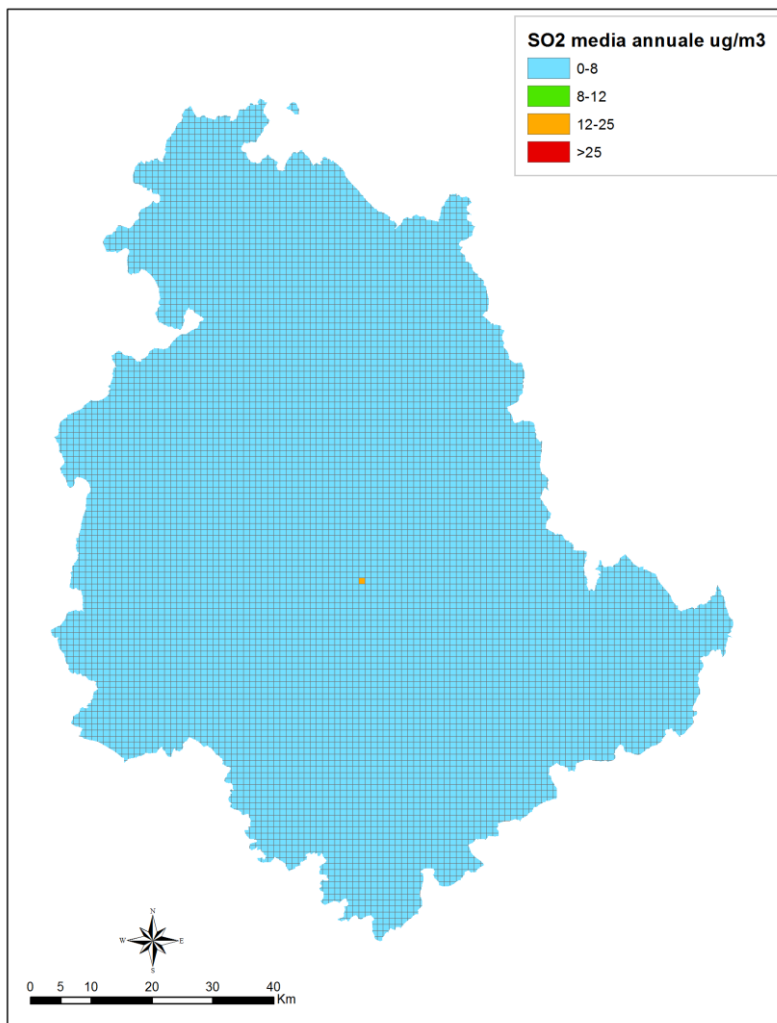
Nella figura 5.6 viene mostrato il risultato della media massima giornaliera calcolata su otto ore di CO.



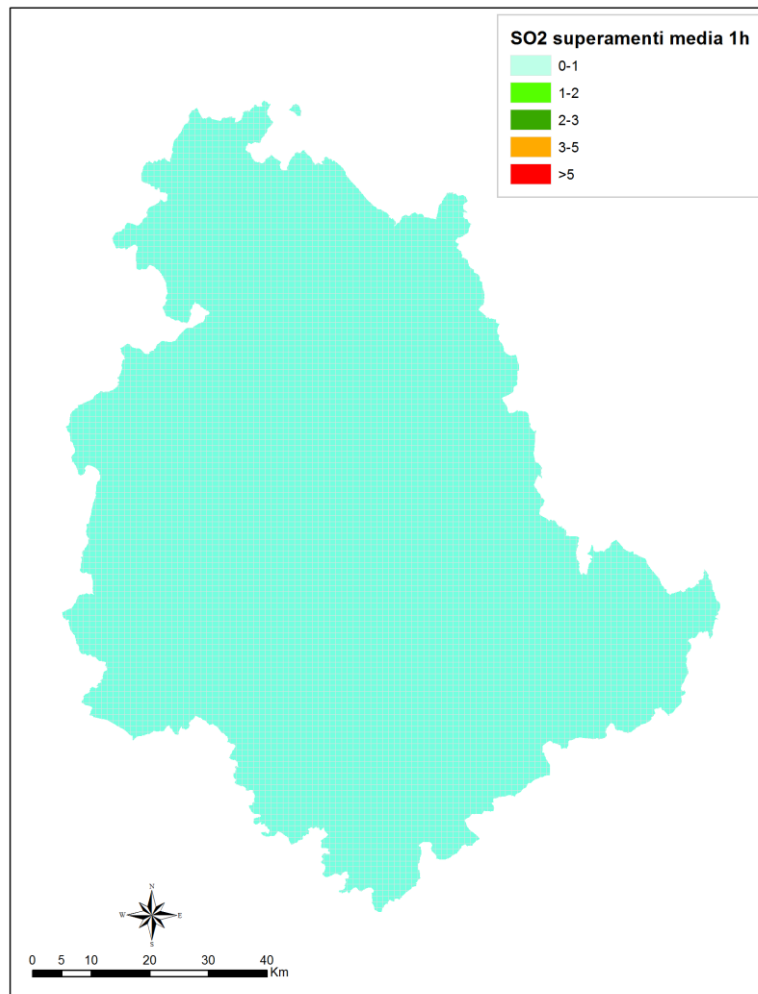
**Figura 5.6:** Concentrazione massima giornaliera della media calcolata su otto ore di CO

## 5.7 Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

Questo è un inquinante che oggi, grazie soprattutto alle misure europee di riduzione del tenore di zolfo nei combustibili, non presenta più criticità diffuse. Per questo motivo, anche nella regione Umbria non si hanno zone con criticità. L'unica criticità locale presente negli anni passati nei pressi della centrale termoelettrica alimentata a carbone nel comune di Gualdo Cattaneo, non risulta più, anche grazie all'aggiornamento dei dati emissivi all'Inventario Regionale delle Emissioni del 2010.



**Figura 5.7:** Concentrazione media annua di SO<sub>2</sub>



**Figura 5.8:** Superamenti concentrazione massima di 1h di SO<sub>2</sub>

## 5.8 Ozono (O<sub>3</sub>)

Nella figura 5.7 è mostrato il valor medio annuale di ozono ottenuto dalla simulazione. Pur non essendo un indice di legge, tale valore mostra come le concentrazioni al suolo di ozono siano 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.

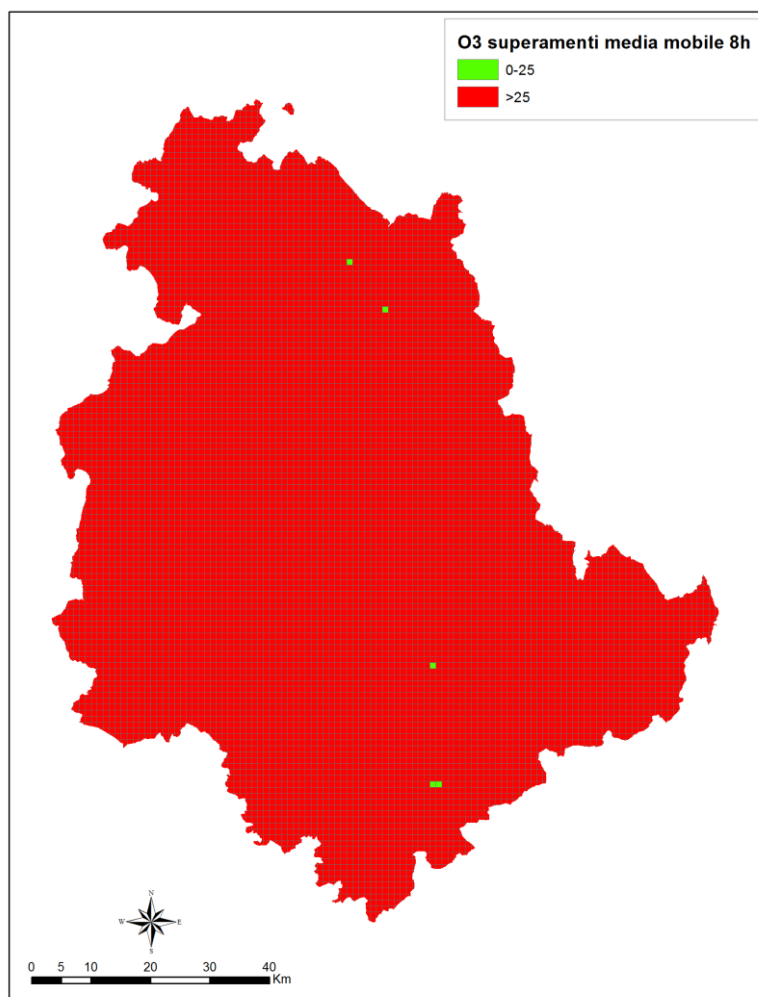
Questa dinamica è dovuta ai complessi meccanismi di formazione dell'ozono, essendo questo un inquinante secondario, che ne favoriscono la formazione e il trasporto anche lontano dalle sorgenti degli inquinanti precursori.

Inoltre, le complesse reazioni fotochimiche tra i precursori dell'ozono, tra cui i principali sono gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) e i composti organici volatili (COV), determinano una relazione fortemente non lineare tra le concentrazioni di questi e l'ozono stesso.

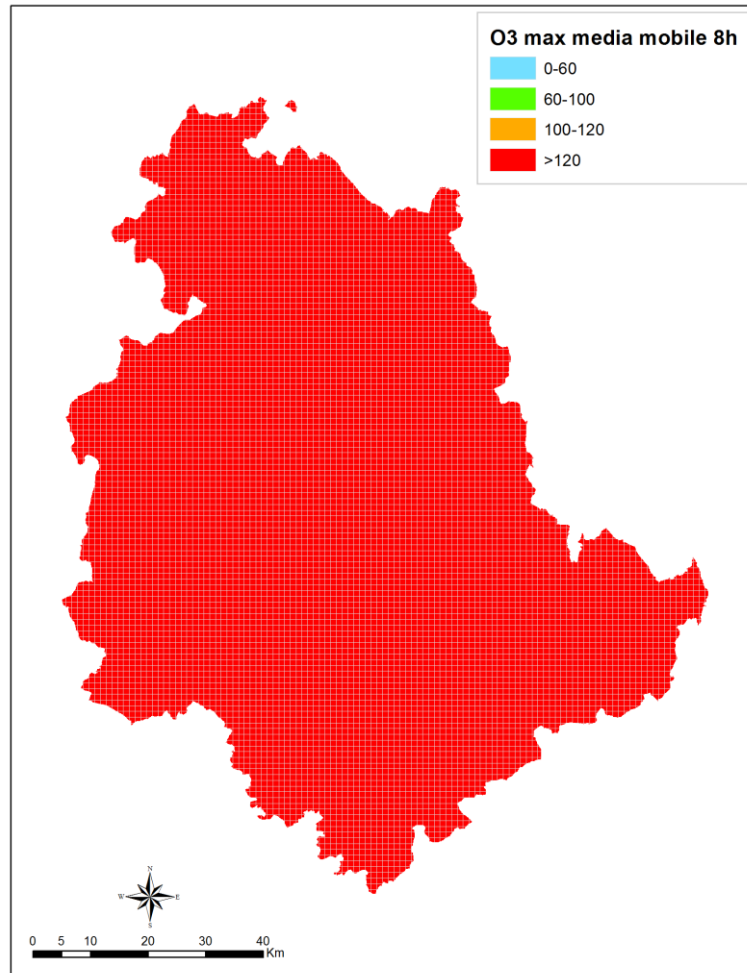
Si nota come in Umbria ci sia un'ampia zona con un alto valore di ozono che costituisce essenzialmente un fondo naturale. Ci sono poi zone con più bassi valori di ozono che sono circoscritte intorno alle aree urbane, come si vede in figura 5.9

Nella figura 5.10 è riportato il valore dell'obiettivo a lungo termine, ovvero il valore di 120 µg/m<sup>3</sup> quale massima concentrazione giornaliera della media mobile calcolata su 8 ore.

È più che evidente che quasi tutta la regione supera l'obiettivo a lungo termine essendoci poche zone con il colore verde e che, in generale, i giorni di superamento sono molto numerosi soprattutto nelle zone a minor antropizzazione.



**Figura 5.9:** Valore Obiettivo numero dei giorni di superamento della soglia di  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  quale media massima giornaliera calcolata su 8 ore.



**Figura 5.10:** Obiettivo lungo termine concentrazione di  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  quale media massima giornaliera calcolata su 8 ore.



## Capitolo 6. Conclusioni – Valutazioni qualitative sulla QA regionale e situazioni di criticità

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, inquinante per inquinante, mettendo in evidenza eventuali criticità e le aree interessate. Si sottolinea che la valutazione regionale è legata alla situazione peggiore registrata.

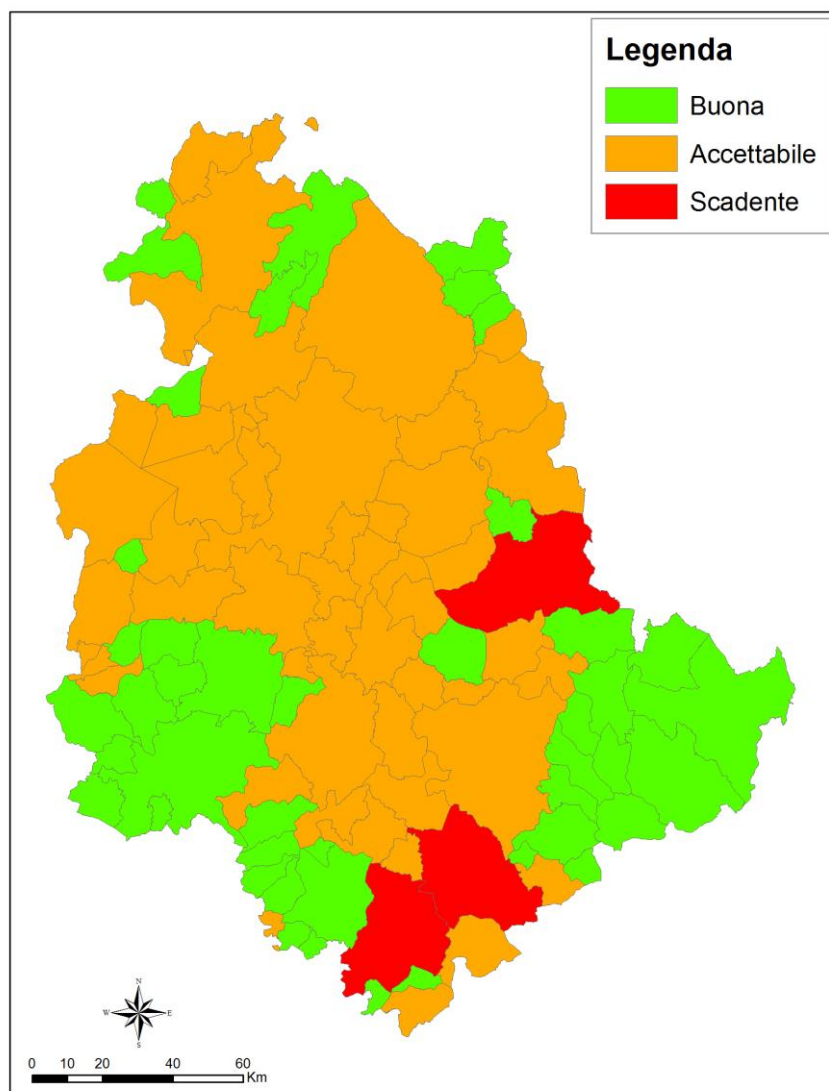
### 6.1 Particolato PM10

#### Valutazione regionale anno 2016 **SCADENTE**

Il particolato PM<sub>10</sub> 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, mentre il numero di superamenti non è stato rispettato nella stazione di Foligno, di Terni (Le Grazie, Carrara e Borgo Rivo) e nelle stazioni industriali di Spoleto San Martino in Trignano e Terni Prisciano Il giudizio globale è scadente.

Essendo il PM<sub>10</sub> uno degli inquinanti più critici e avendo molta disomogeneità di situazioni locali, di seguito sono analizzati i dati città per città.

| Comuni            | Valutazione 2016   |
|-------------------|--------------------|
| Perugia           | <b>ACCETTABILE</b> |
| Foligno           | <b>SCADENTE</b>    |
| Gubbio            | <b>ACCETTABILE</b> |
| Narni             | <b>SCADENTE</b>    |
| Spoleto           | <b>BUONA</b>       |
| Terni             | <b>SCADENTE</b>    |
| Amelia            | <b>BUONA</b>       |
| Città di Castello | <b>ACCETTABILE</b> |
| Magione           | <b>BUONA</b>       |
| Orvieto           | <b>BUONA</b>       |
| <b>UMBRIA</b>     | <b>SCADENTE</b>    |
| Fondo             | <b>BUONA</b>       |



**Figura 6.1:** Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2016 per PM<sub>10</sub>.

## 6.2 Particolato PM<sub>2.5</sub>

### Valutazione regionale anno 2016 **Scadente**

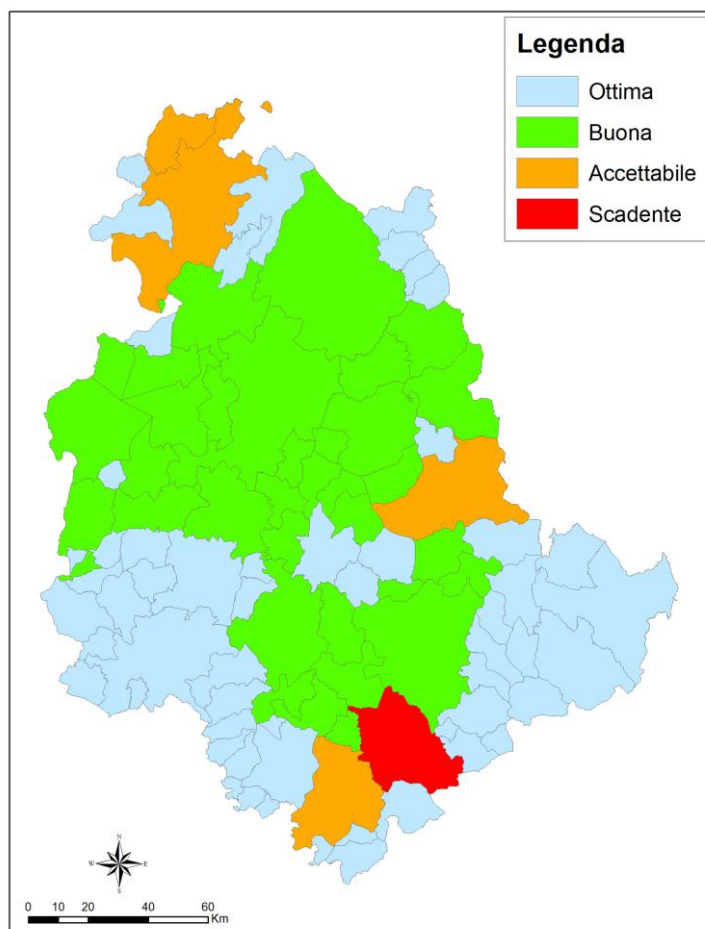
Il particolato PM<sub>2.5</sub> viene controllato in stazioni fisse urbane/suburbane, fondo e industriali.

Il limite è superato nelle postazioni di Terni Le Grazie e Per tutte le stazioni i valori sono inferiori al limite più il margine di tolleranza per l'anno 2016 (pari a 25 µg/m<sup>3</sup>). Per quanto riguarda il confronto con la soglia di valutazione superiore e inferiore (SVS e SVI), le stazioni di Foligno P. Romana, Narni Scalo e la stazione di Città di Castello superano la SVS. Le tre stazioni di Perugia e quelle di Gubbio - P. 40 Martiri, Gubbio - L. da Vinci, Amelia, Magione, e le tre stazioni industriali di Spoleto superano la SVI, le rimanenti, tra cui le stazioni di fondo regionale, sono inferiori anche a questa soglia.

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 attenzione in una vasta area che dal comune di Perugia scende verso la Media Valle del Tevere.

La qualità dell'aria risulta quindi essere accettabile per l'anno 2015; per gli anni di trend presi in esame si osserva una qualità dell'aria accettabile con un andamento generalmente costante.

Nella figura 6.2, viene riportata in forma semplificata lo stato della qualità dell'aria in regione per l'anno 2015 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:** Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2016 per PM<sub>2.5</sub>.

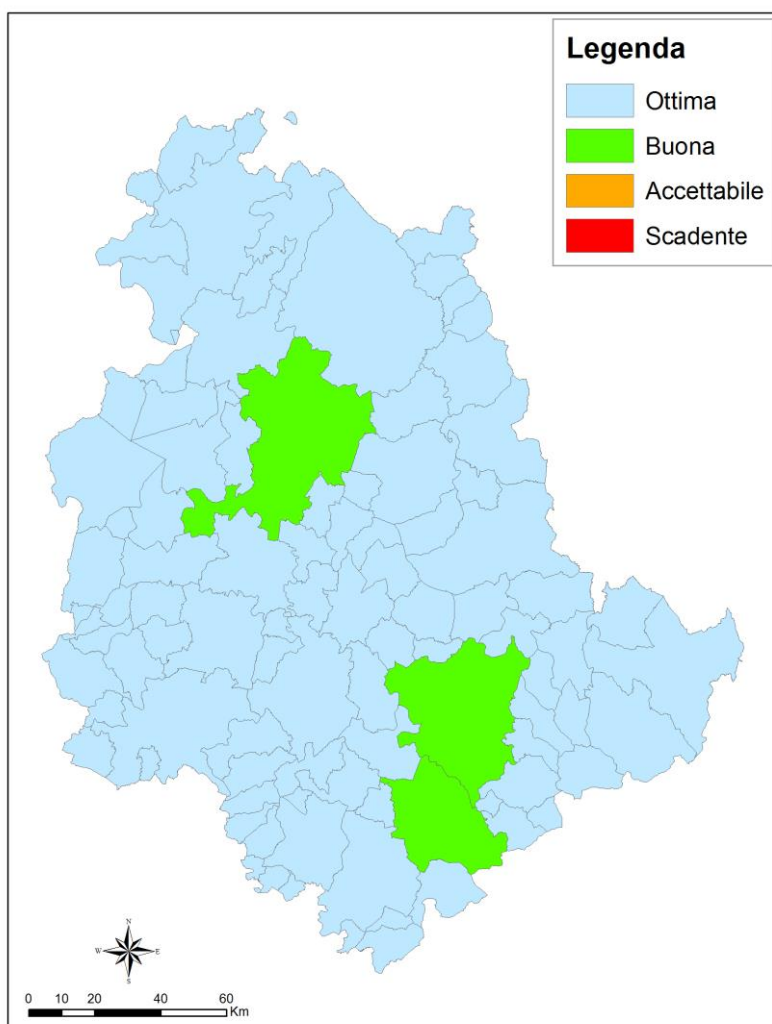
### 6.3 Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>)

#### Valutazione regionale anno 2016 **BUONA**

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. La media annua e il numero di superamenti risultano rispettati in tutte le stazioni insieme alle soglie di valutazione superiore. Il giudizio globale è 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, viene riportata in forma semplificata lo stato della qualità dell'aria in regione per l'anno 2016 in cui le valutazioni ottenute con misure in stazioni fisse. 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:** Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2016 per NO<sub>2</sub>

## 6.4 Monossido di Carbonio (CO)

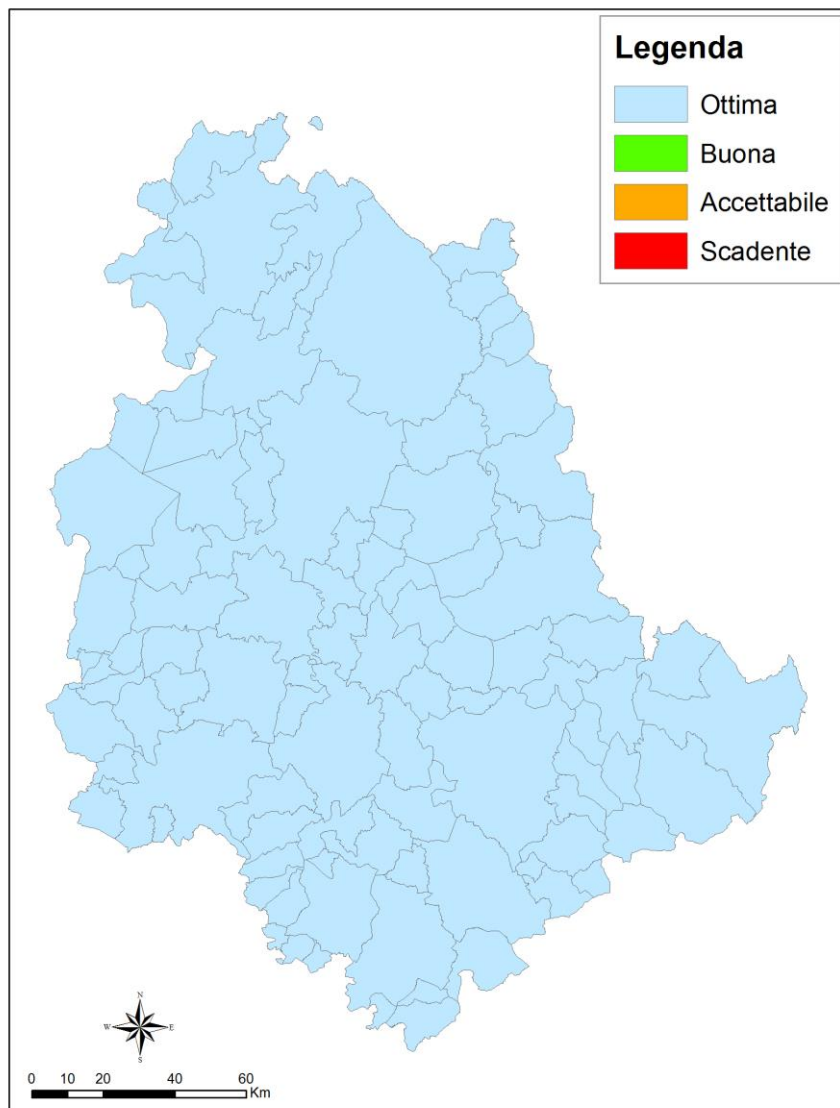
### Valutazione regionale anno 2016 **BUONA**

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 2016 per tutto il territorio umbro. Gli anni di trend presi in esame mostrano un andamento generalmente costante anche se in alcune postazioni si hanno valori altalenanti.

Nella figura 6.4, viene riportato in forma semplificata lo stato della qualità dell'aria in regione per l'anno 2016 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:** Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2016 per CO.

## 6.5 Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)

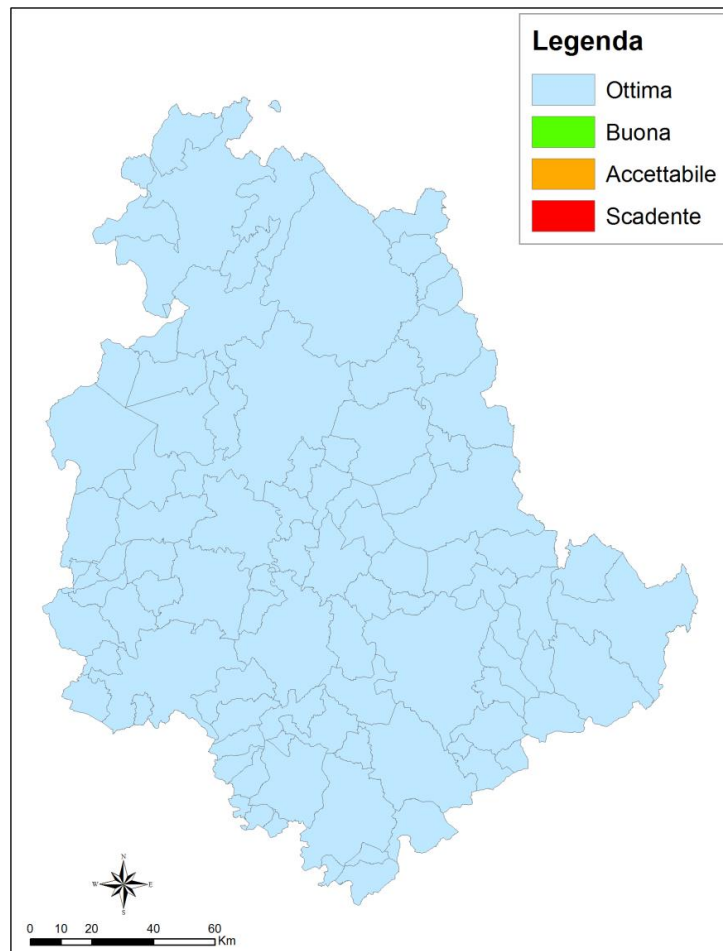
### Valutazione regionale anno 2016 **BUONA**

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 buona su tutta la regione.

Nella figura 6.5, viene riportata in forma semplificata lo stato della qualità dell'aria in regione per l'anno 2016 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:** Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2016 per SO<sub>2</sub>.

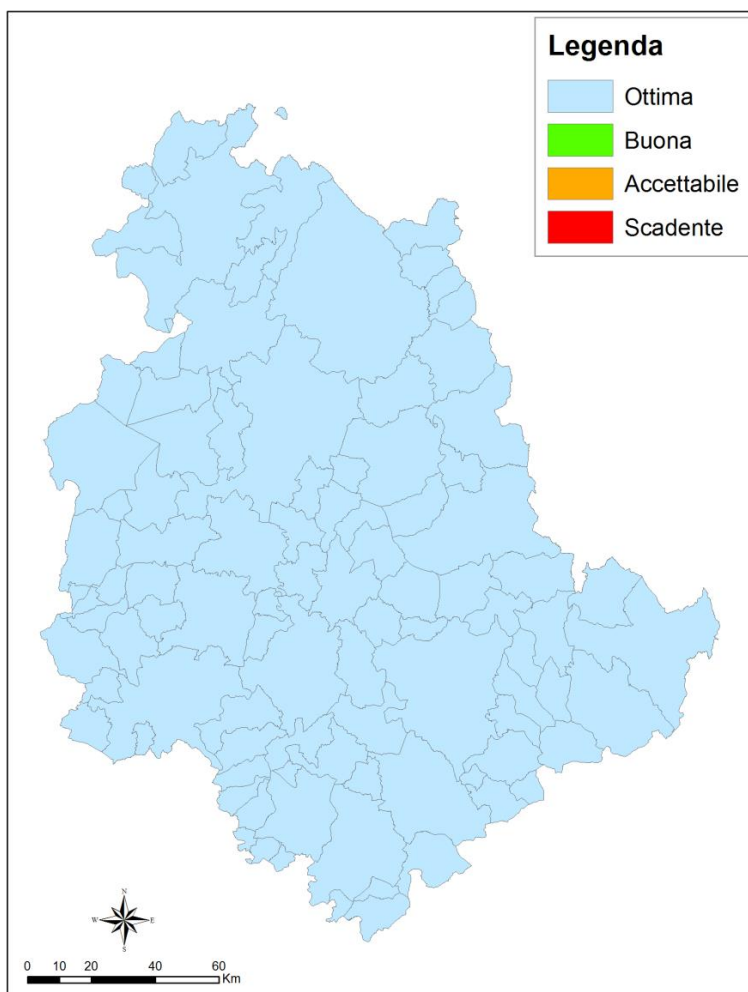
## 6.6 Idrocarburi Aromatici (benzene e benzo(a)pirene)

### 6.6.1 Benzene

#### Valutazione regionale anno 2016 **BUONA**

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, viene riportato in forma semplificata lo stato della qualità dell'aria in regione per l'anno 2016 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. 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 questo inquinante, 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.



**Figura 6.6:** Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2016 per Benzene. Le valutazioni ottenute con misure sono rappresentate a scala comunale anche quando le criticità (qualità accettabile e/o scadente) interessano un'area sub comunale.

## 6.6.2 Benzo(a)pirene

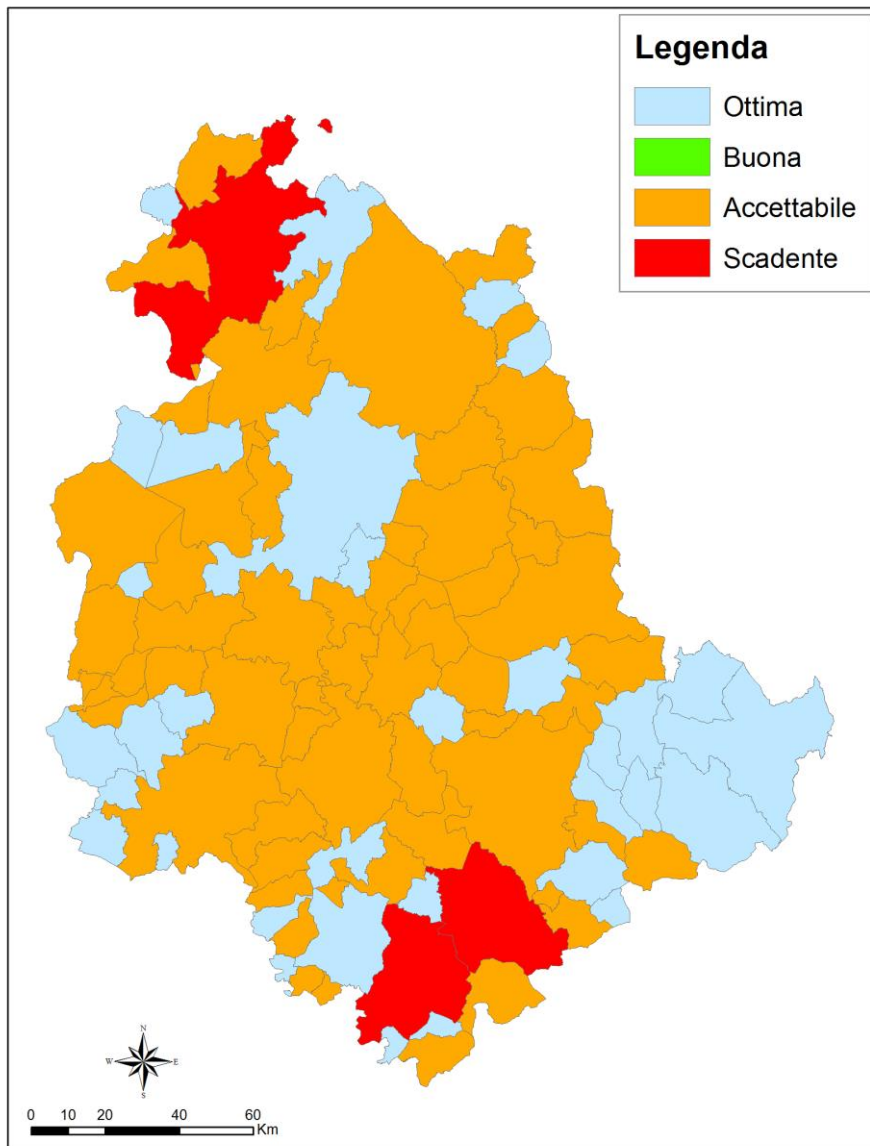
### Valutazione regionale anno 2016 **SCADENTE**

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 superiori al valore obiettivo. Essendoci notevoli differenze tra le varie aree monitorate, si analizzano i dati città per città.

| Comuni            | Valutazione 2016   |
|-------------------|--------------------|
| Perugia           | <b>ACCETTABILE</b> |
| Foligno           | <b>ACCETTABILE</b> |
| Gubbio            | <b>ACCETTABILE</b> |
| Narni             | <b>SCADENTE</b>    |
| Spoletto          | <b>ACCETTABILE</b> |
| Terni             | <b>SCADENTE</b>    |
| Amelia            | <b>BUONA</b>       |
| Città di Castello | <b>SCADENTE</b>    |
| Magione           | <b>BUONA</b>       |
| Orvieto           | <b>BUONA</b>       |
| <b>UMBRIA</b>     | <b>SCADENTE</b>    |
| Fondo             | <b>BUONA</b>       |

Nella figura 6.7, viene riportato in forma semplificata lo stato della qualità dell'aria in regione per l'anno 2016 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. 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 questo inquinante, 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.





**Figura 6.7:** Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2016 per Benzo(a)pirene.

## **6.7 Metalli (Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel)**

I metalli sono controllati in stazioni fisse urbane, suburbane e industriali e sono misurati nel particolato fine. 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 sostanza.

Nella figura 6.8, viene riportato in forma semplificata lo stato della qualità dell'aria in regione per l'anno 2016 per piombo, arsenico e cadmio che mostrano uno stato identico, mentre la valutazione relativa al nichel è riportata nella figura 6.9. 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 2016 BUONA**

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 2016 che per gli anni di trend presi in esame sempre abbondantemente al di sotto della soglia di valutazione inferiore (SVI).

### **6.7.2 Arsenico**

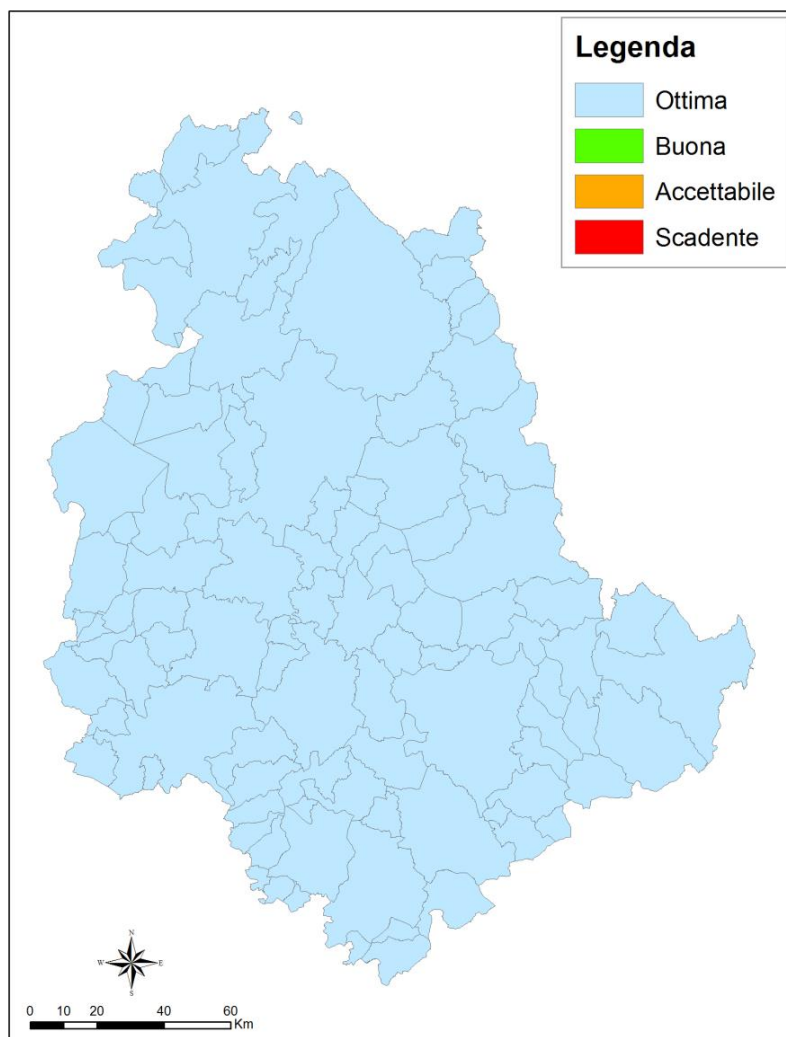
#### **Valutazione regionale anno 2016 BUONA**

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 2016 che per gli anni di trend presi in esame.

### **6.7.3 Cadmio**

#### **Valutazione regionale anno 2016 BUONA**

Per tutte le stazioni i valori sono inferiori la valore obiettivo e alle soglie di valutazione superiore e inferiore. La qualità dell'aria risulta essere buona sia per l'anno 2016 che per gli anni di trend presi in esame.



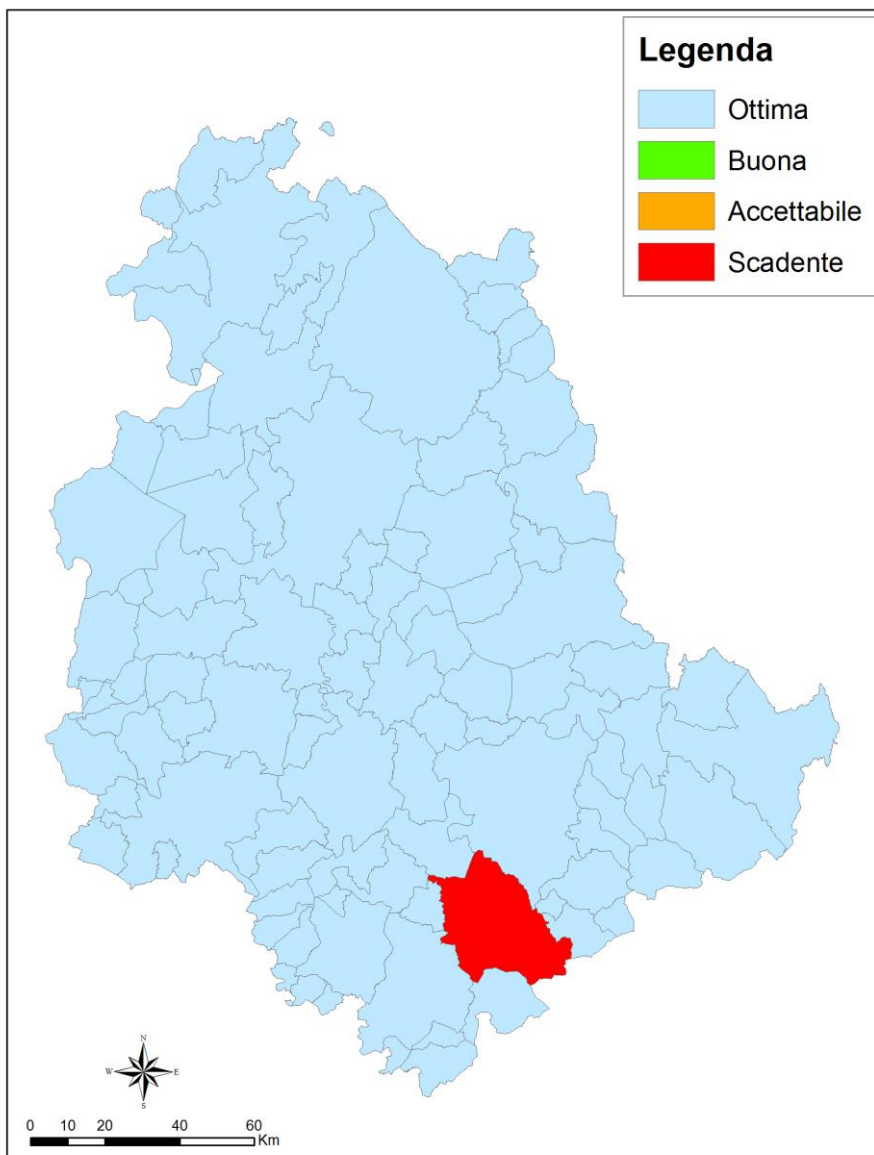
**Figura 6.8:** Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2016 per Piombo, Arsenico e Cadmio.

#### 6.7.4 Nichel

##### Valutazione regionale anno 2016 **SCADENTE**

Per tutte le stazioni i valori sono inferiori al valore obiettivo e alla soglia di valutazione inferiore (SVI), fa eccezione le stazioni di Terni - Carrara e Terni – Prisciano per i quali la media annua è risultata superiore al valore obiettivo.

Pertanto, la qualità dell'aria per questo inquinante risulta essere scadente per l'anno 2016 con un trend in peggioramento per il comune di Terni.



**Figura 6.9:** Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2016 per Nichel.

## 6.8 Ozono

### Valutazione regionale anno 2016: VO – **SCADENTE** OLT – **SCADENTE**

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 della soglia di allarme.

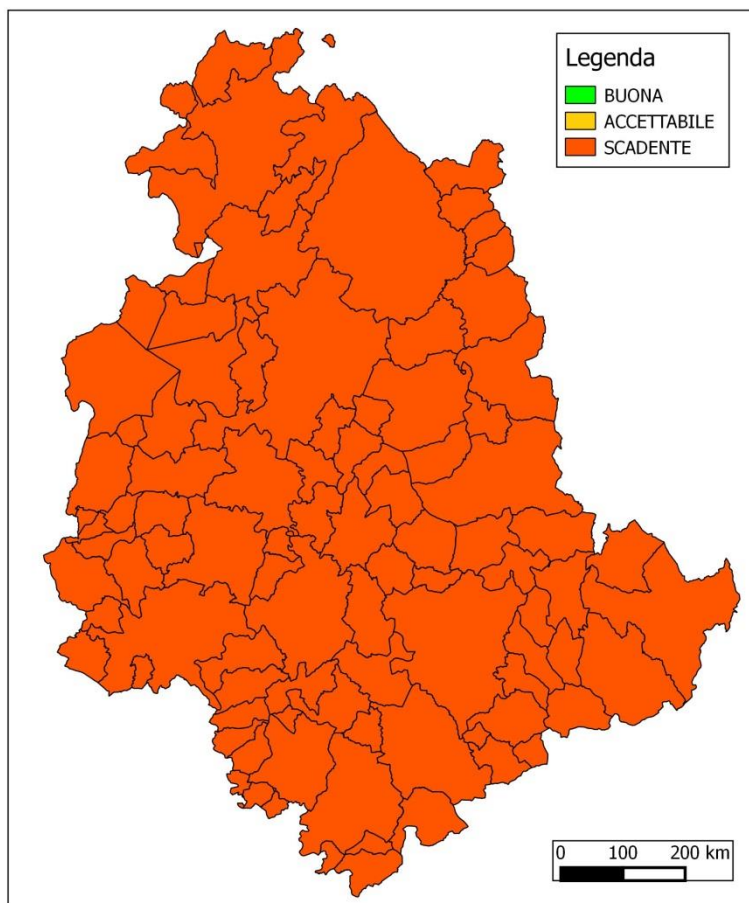
Per quanto riguarda la soglia di informazione, ovvero il livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione nel suo complesso, questa non ha un valore annuo ma la norma impone che al suo raggiungimento devono essere assicurate informazioni adeguate e tempestive. Questa soglia è stata superata nel corso dell'anno 2016 solo una volta nella postazione di Terni Le Grazie.

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 2014-2016. Da tale valutazione si è verificato che il valore è stato superato solo nella stazione di Narni Scalo e Terni Le Grazie.

Per l'obiettivo 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 di fondo 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 6.10, viene riportata in forma semplificata lo stato della qualità dell'aria in regione per l'anno 2016 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 6.10:** Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2016 per Ozono.