

ISTITUTO SICUREZZA SOCIALE  
DIPARTIMENTO PREVENZIONE  
U.O.C. SANITÀ PUBBLICA

U.O.S. Tutela dell'Ambiente Naturale e Costruito

**MONITORAGGIO DELLA  
QUALITÀ DELL'ARIA  
ANNO 2014**

Omar Raimondi

Angelo Ercolani  
Silvio Conti



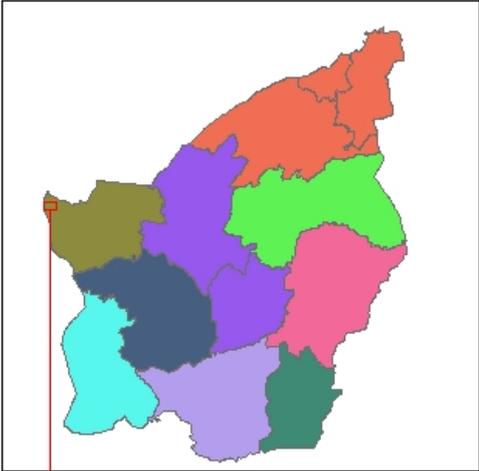
## Qualità dell'aria

Gli indicatori selezionati ai fini del monitoraggio della qualità dell'aria sono quelli indicati dalla normativa europea ed in particolare dalla Direttiva 2008/50/CE recepita con Decreto Delegato n. 44/2012. Nello specifico sono stati monitorati: ozono troposferico (O<sub>3</sub>), particolato (PM<sub>10</sub>), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) e monossido di carbonio (CO) che poi è stato sostituito dal benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) e le concentrazioni rilevate sono state confrontate con i parametri di riferimento europei.

I dati presentati di seguito sono relativi alla centralina ubicata a Gualdicciolo presso il Centro Gualdo per l'anno 2014..



|                       |               |
|-----------------------|---------------|
| <b>Sito</b>           | Galdicciolo   |
| <b>Localizzazione</b> | Centro Gualdo |



- CAST\_CASTELLO**
- ACQUAVIVA
  - BORGO MAGGIORE
  - CHIESANUOVA
  - CITTA' DI SAN MARINO
  - DOMAGNANO
  - FAETANO
  - FIORENTINO
  - MONTEGIARDINO
  - SERRAVALLE

**Punti di monitoraggio**

-  Rumore ambientale
-  Aria





## MATERIALE PARTICOLATO FINE (PM 10)

### SCHEDA INDICATORE

|                                    |  |   |                        |
|------------------------------------|--|---|------------------------|
| <b>NOME DELL'INDICATORE</b>        | <b>Concentrazione in aria di particolato fine (PM10)</b> | <b>DIPSIR</b>                           | S                      |
| <b>UNITA' DI MISURA</b>            | Microgrammi/metro cubo                                   | <b>FONTE</b>                            | DP                     |
| <b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>     | Gualdicciolo   | <b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>         | 2014                   |
| <b>AGGIORNAMENTO DATI</b>          | Annuale  | <b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b> | Controllo territoriale |
| <b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>       | D.D. n. 44/2012 - Dir. 2008/50/CE                        |   |                        |
| <b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b> | Medie giornaliere  |   |                        |

### Descrizione dell'indicatore

L'indicatore riguarda la concentrazione in aria di particolato fine (PM10). Le fonti primarie di origine antropica sono il traffico, altre fonti di combustione (industriale e residenziale), le polveri industriali diffuse, gli incendi e le fonti non legate alla combustione, come la demolizione o la costruzione di edifici e l'estrazione nelle cave.

### Scopo dell'indicatore

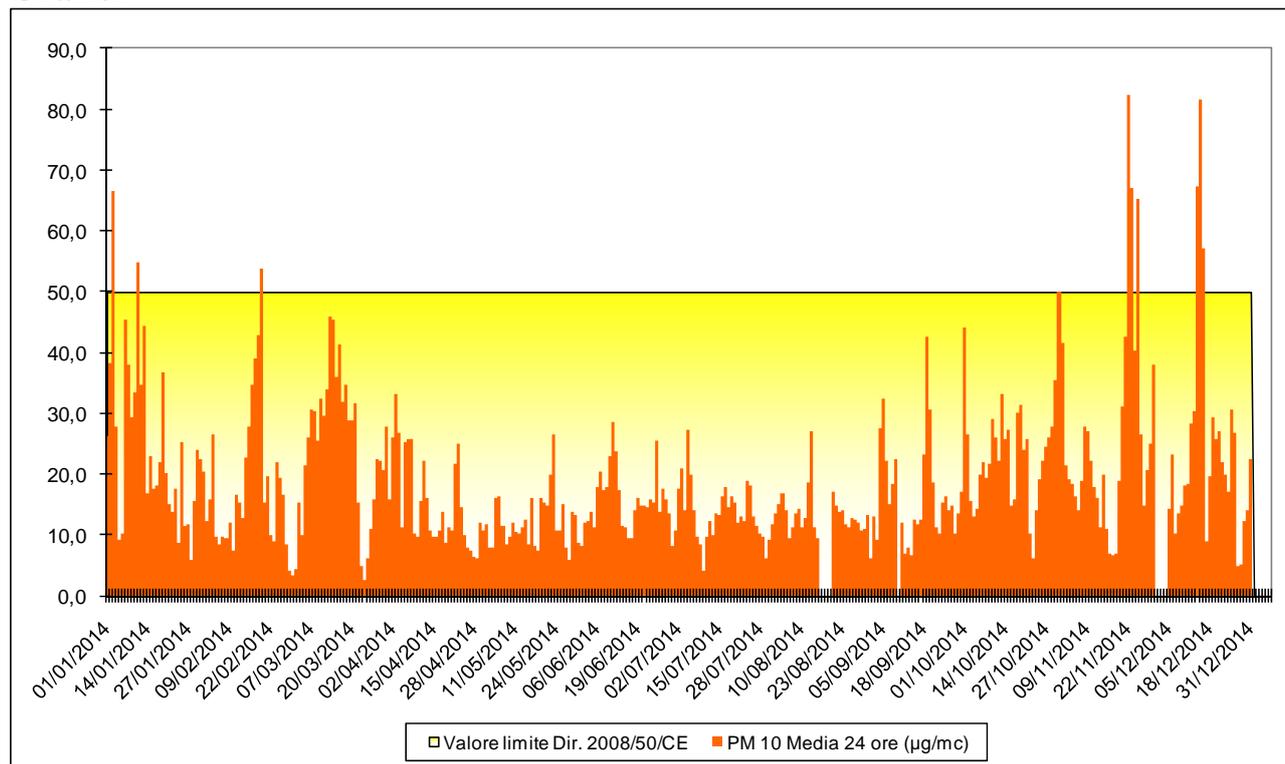
Visualizzare le variazioni nelle concentrazioni di particolato fine (PM10) in aria, considerando la situazione normativa, l'andamento medio nel periodo di campionamento ed eventuali situazioni limite derivanti da massimi rilevati.

### LIMITI NORMATIVI Dir. 2008/50/CE

|                           |  |           |
|---------------------------|--|-----------|
| Valore limite giornaliero | n° di superamenti media giornaliera<br>(max 35 volte all'anno) | 50 µg/Nmc |
| Valore limite annuale     | media annuale  | 40 µg/Nmc |



## Grafici



### Commento ai dati

Dall'esame dei dati rilevati, risulta che per l'anno 2014 è stato superato il limite di  $50 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  per un totale di 9 giorni e che la media annuale della concentrazione di PM10, è stata pari a  $19,1 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Pertanto è stato rispettato quanto previsto dalla normativa vigente e si è avuta una copertura dei dati del 98%.



## OZONO(O3)

### SCHEDA INDICATORE

|                                    |  |   |                        |
|------------------------------------|--|---|------------------------|
| <b>NOME DELL'INDICATORE</b>        | <b>Concentrazione in aria, a livello del suolo, di ozono (O<sub>3</sub>)</b>         | <b>DIPSIR</b>                           | S                      |
| <b>UNITA' DI MISURA</b>            | Microgrammi/metro cubo   | <b>FONTE</b>                            | DP                     |
| <b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>     | Gualdicciolo   | <b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>         | 2014                   |
| <b>AGGIORNAMENTO DATI</b>          | Annuale  | <b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b> | Controllo territoriale |
| <b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>       | D.D. n. 44/2012 - Dir. 2008/50/CE  |   |                        |
| <b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b> | Medie orarie, annuali, media di otto ore, percentili, minimax, conteggio superamenti |   |                        |

### Descrizione dell'indicatore

L'indicatore riguarda la concentrazione al suolo di ozono (O<sub>3</sub>). Le principali sorgenti di O<sub>3</sub> derivano dalle reazioni fotochimiche, attivate specialmente durante il periodo estivo dalla radiazione solare, che avvengono in atmosfera tra alcuni degli inquinanti presenti. Precursori del fenomeno sono da considerarsi ad esempio parecchi composti organici e gli ossidi di azoto, che combinandosi con l'ossigeno dell'aria favoriscono la formazione di ozono.

I limiti previsti dalla normativa europea sono distinti in valori obiettivo per la protezione della salute umana (120 µg/m<sup>3</sup>) da non superare come media massima giornaliera calcolata su 8 ore e per più di 25 volte in un anno e soglia di informazione, (180 µg/m<sup>3</sup>), come media oraria.

### Scopo dell'indicatore

Visualizzare le variazioni nelle concentrazioni di ozono (O<sub>3</sub>) al suolo, considerando la situazione normativa, l'andamento medio annuale ed eventuali situazioni limite derivanti da massimi rilevati

### LIMITI NORMATIVI Dir. 2008/50/CE

#### Protezione della Salute Umana

|                        |  |            |
|------------------------|--|------------|
| Soglia di informazione | media oraria   | 180 µg/Nmc |
| Soglia di Allarme      | media oraria da non superare per più di 3 ore consecutive  | 240 µg/Nmc |
| Valore obiettivo       | Massimo giornaliero della media mobile su 8 ore da non superare più di 25 volte/anno civile come media su 3 anni | 120 µg/Nmc |

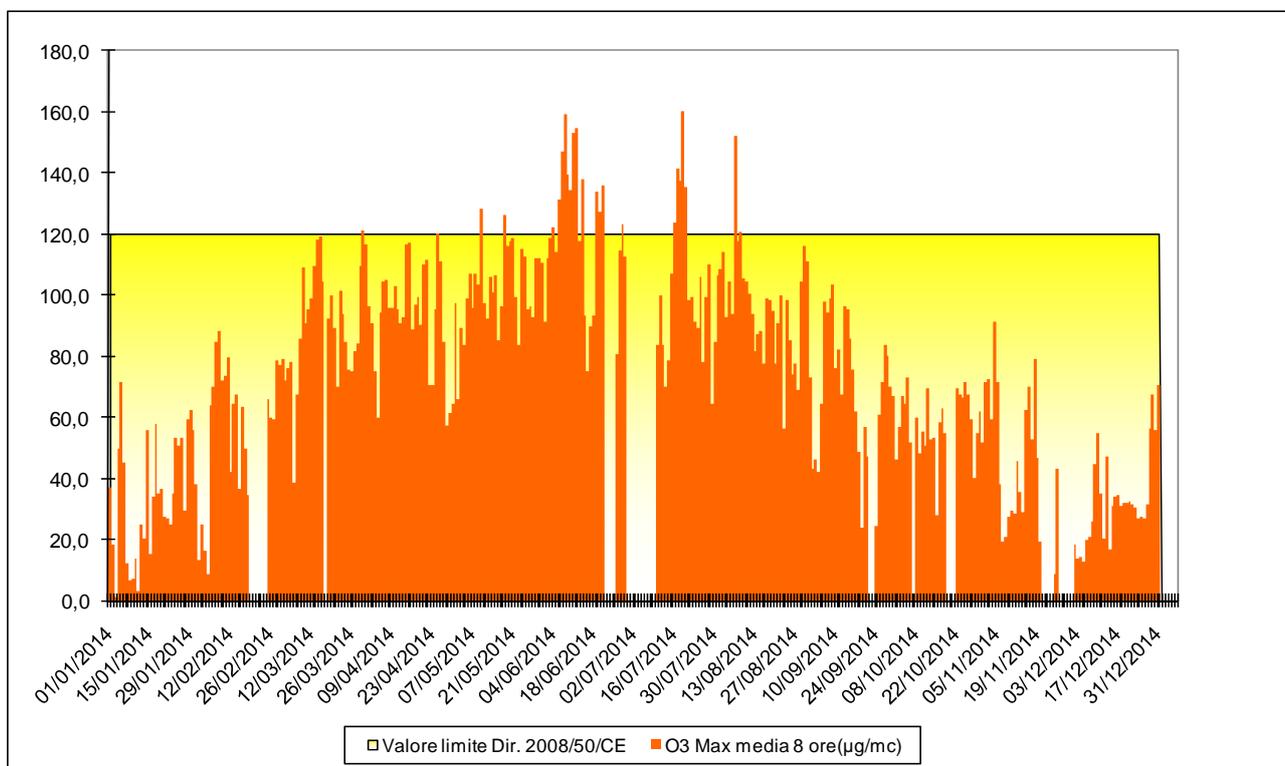
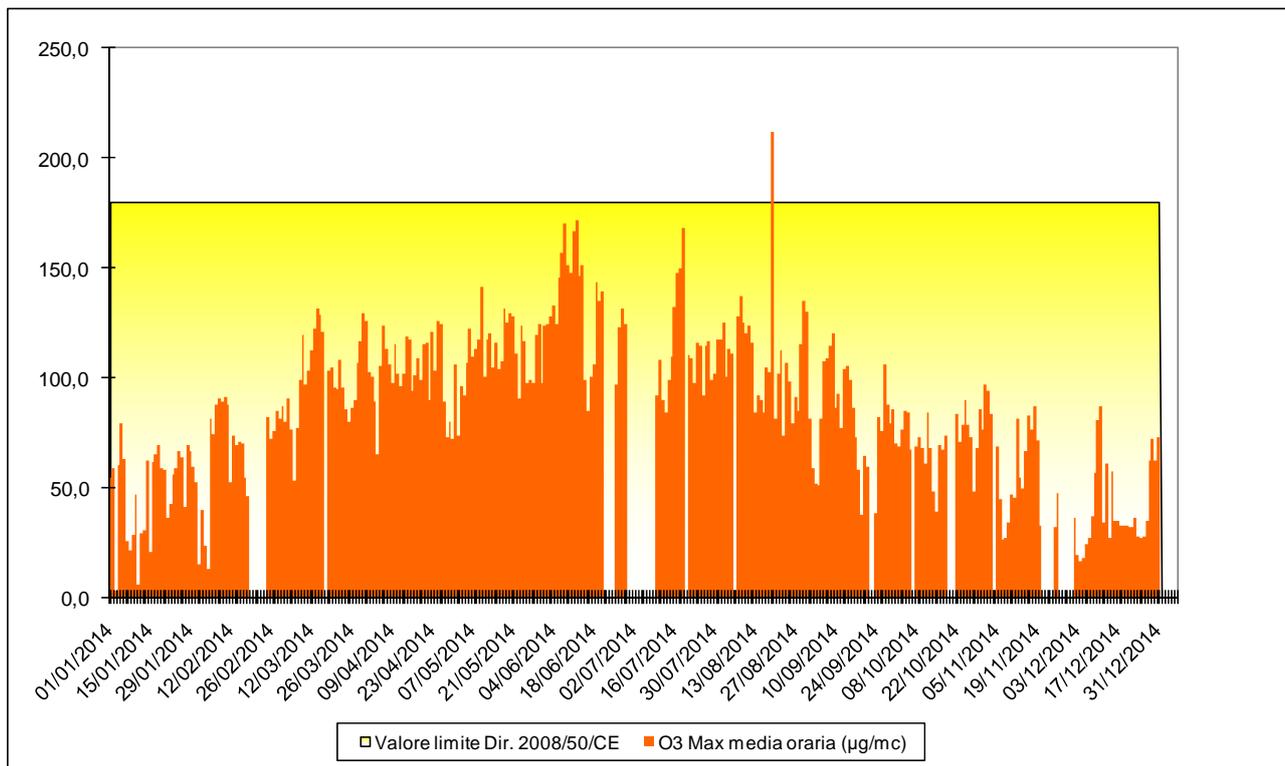
#### Protezione della Vegetazione

|                  |  |                |
|------------------|--|----------------|
| Valore obiettivo | AOT*(calcolato sulla base dei valori di 1 ora) da maggio a luglio come media su 5 anni | 18000 µg/Nmc*h |
|------------------|--|----------------|

\*Per AOT si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/Nmc e 80 µg/Nmc in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00 nel periodo maggio-luglio



## Grafici





## Commento ai dati

Dall'esame dei dati rilevati, come evidenziato dai grafici proposti, sono stati riscontrati 23 superamenti del valore obiettivo per la protezione della salute umana ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e 1 superamento della soglia di informazione ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Per quanto concerne la copertura dei dati, nel 2014 questa è risultata pari al 90%.



## MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)

### SCHEDA INDICATORE

|                                    |   |   |                        |
|------------------------------------|---|---|------------------------|
| <b>NOME DELL'INDICATORE</b>        | <b>Concentrazione in aria di monossido di carbonio (CO)</b>       | <b>DIPSIR</b>                           | S                      |
| <b>UNITA' DI MISURA</b>            | Milligrammi/metro cubo  | <b>FONTE</b>                            | DP                     |
| <b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>     | Gualdicciolo  | <b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>         | 2014                   |
| <b>AGGIORNAMENTO DATI</b>          | Annuale   | <b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b> | Controllo territoriale |
| <b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>       | D.D. n. 44/2012 - Dir. 2008/50/CE                                 |   |                        |
| <b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b> | Medie orarie, annuali, percentili, minimax, conteggio superamenti |   |                        |

### Descrizione dell'indicatore

L'indicatore riguarda la concentrazione al suolo di ossido di carbonio. La principale sorgente di CO è rappresentata dai gas di scarico dei veicoli a benzina, soprattutto funzionanti a bassi regimi, come nelle situazioni di traffico urbano intenso e rallentato. Anche la combustione in impianti di riscaldamento, alimentati con combustibili solidi o liquidi, è fonte di ossido di carbonio.

### Scopo dell'indicatore

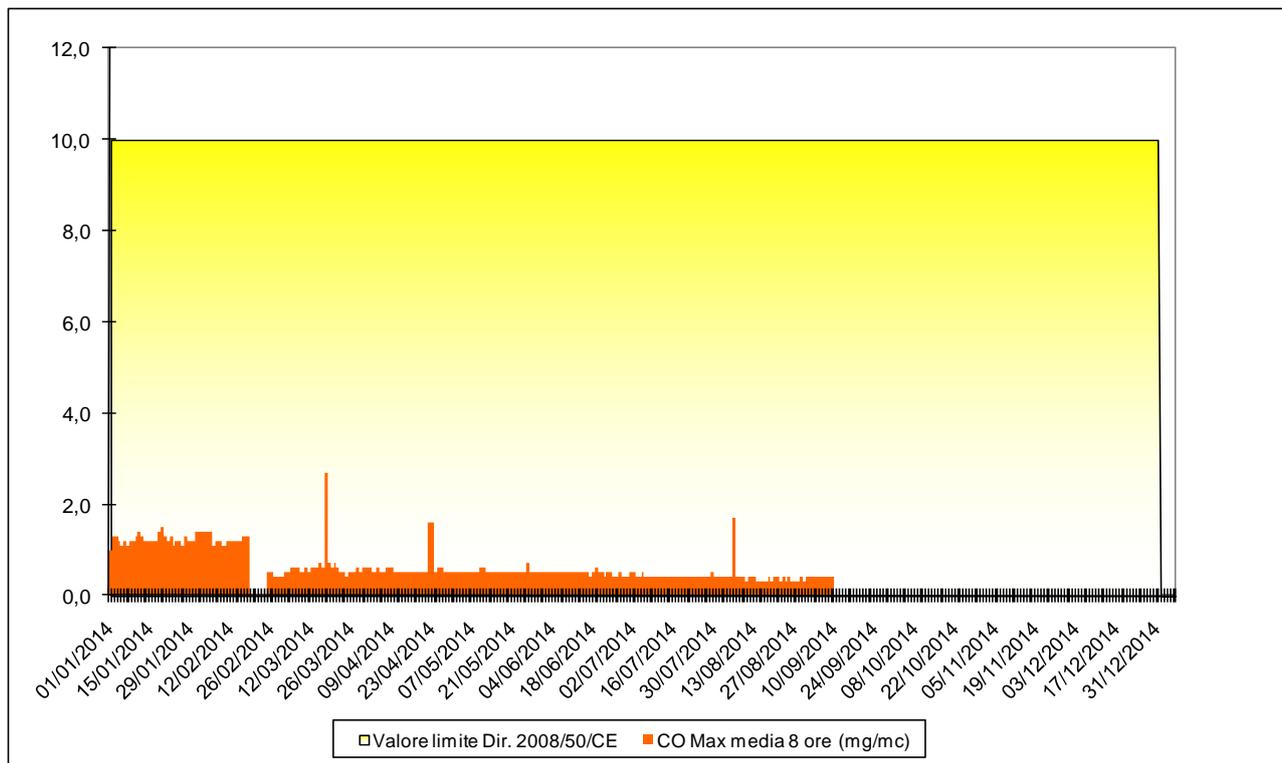
Visualizzare le variazioni nelle concentrazioni di monossido di carbonio (CO) al suolo, considerando la situazione normativa, l'andamento medio annuale ed eventuali situazioni limite derivanti da massimi rilevati.

### LIMITI NORMATIVI Dir. 2008/50/CE

|               |  |           |
|---------------|--|-----------|
| Valore Limite | Massimo media mobile 8 ore giornaliera | 10 mg/Nmc |
|---------------|--|-----------|



## Grafici



### Commento ai dati

Il monossido di carbonio è stato monitorato fino al 09/09/2014, poi l'analizzatore è stato sostituito con quello per la determinazione del Benzene. Dall'esame dei dati rilevati, come evidenziato dal grafico proposto, non si sono verificati superamenti dei limiti previsti dalla normativa europea per il periodo indagato nell'anno 2014. La copertura dei dati per questo parametro è stata del 67%



## BIOSSIDO DI AZOTO (NO<sub>2</sub>)

### SCHEDA INDICATORE

|                                    |   |   |                        |
|------------------------------------|---|---|------------------------|
| <b>NOME DELL'INDICATORE</b>        | <b>Concentrazione in aria di Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)</b>     | <b>DIPSIR</b>                           | S                      |
| <b>UNITA' DI MISURA</b>            | Microgrammi/metro cubo  | <b>FONTE</b>                            | DP                     |
| <b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>     | Gualdicciolo  | <b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>         | 2014                   |
| <b>AGGIORNAMENTO DATI</b>          | Annuale   | <b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b> | Controllo territoriale |
| <b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>       | D.D. n. 44/2012 - Dir. 2008/50/CE                                       |   |                        |
| <b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b> | Medie orarie, percentili, minimax, medie annuali, conteggio superamenti |   |                        |

### Descrizione dell'indicatore

L'indicatore riguarda la concentrazione in aria di biossido di azoto. Le principali sorgenti di NO<sub>2</sub> sono gli impianti di riscaldamento, alcuni processi industriali e i gas di scarico dei veicoli a motore. Il biossido di azoto contribuisce alla formazione dello smog fotochimico e delle piogge acide.

### Scopo dell'indicatore

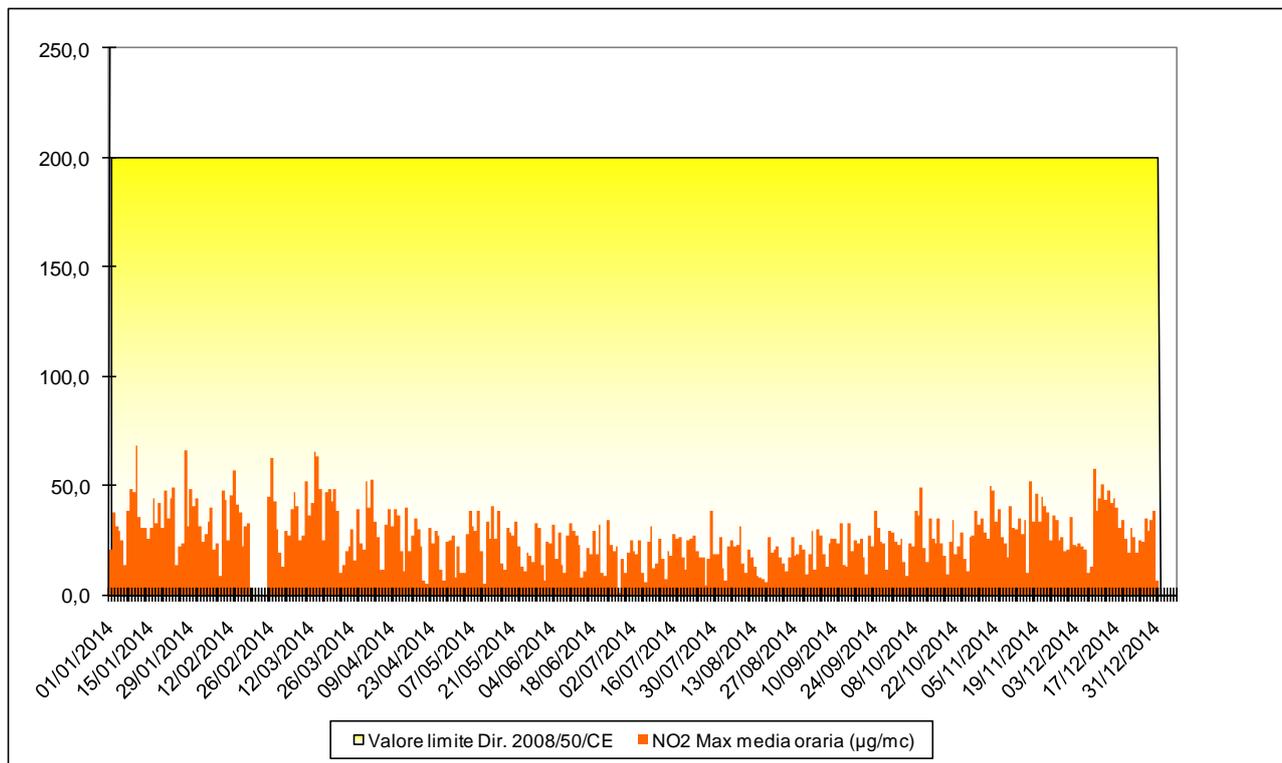
Visualizzare le variazioni nelle concentrazioni di biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) al suolo considerando la situazione normativa, l'andamento medio annuale ed eventuali situazioni limite derivanti da massimi rilevati.

### LIMITI NORMATIVI Dir. 2008/50/CE

|  |  |            |
|--|--|------------|
| Valore Limite orario per la Protezione della Salute Umana  | media oraria da non superare più di 18 volte per anno civile | 200 µg/Nmc |
| Valore Limite annuale per la Protezione della Salute Umana | media annuale  | 40 µg/Nmc  |
| Soglia di allarme  | media oraria misurata per 3 ore consecutive                  | 400 µg/Nmc |



## Grafici



### Commento ai dati

Dall'esame dei dati rilevati, come evidenziato dal grafico proposto, non sono stati riscontrati superamenti del limite previsto dalla direttiva 2008/50/CE l'anno 2014. Per quanto concerne la copertura dei dati, questa risulta pari al 98%.



## BENZENE (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

### SCHEDA INDICATORE

|                                    |   |   |                        |
|------------------------------------|---|---|------------------------|
| <b>NOME DELL'INDICATORE</b>        | <b>Concentrazione in aria di Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)</b> | <b>DIPSIR</b>                           | S                      |
| <b>UNITA' DI MISURA</b>            | Microgrammi/metro cubo  | <b>FONTE</b>                            | DP                     |
| <b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>     | Gualdicciolo  | <b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>         | 2014                   |
| <b>AGGIORNAMENTO DATI</b>          | Annuale   | <b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b> | Controllo territoriale |
| <b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>       | D.D. n. 44/2012 - Dir. 2008/50/CE                                     |   |                        |
| <b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b> | Medie orarie, medie annuali, conteggio superamenti                    |   |                        |

### Descrizione dell'indicatore

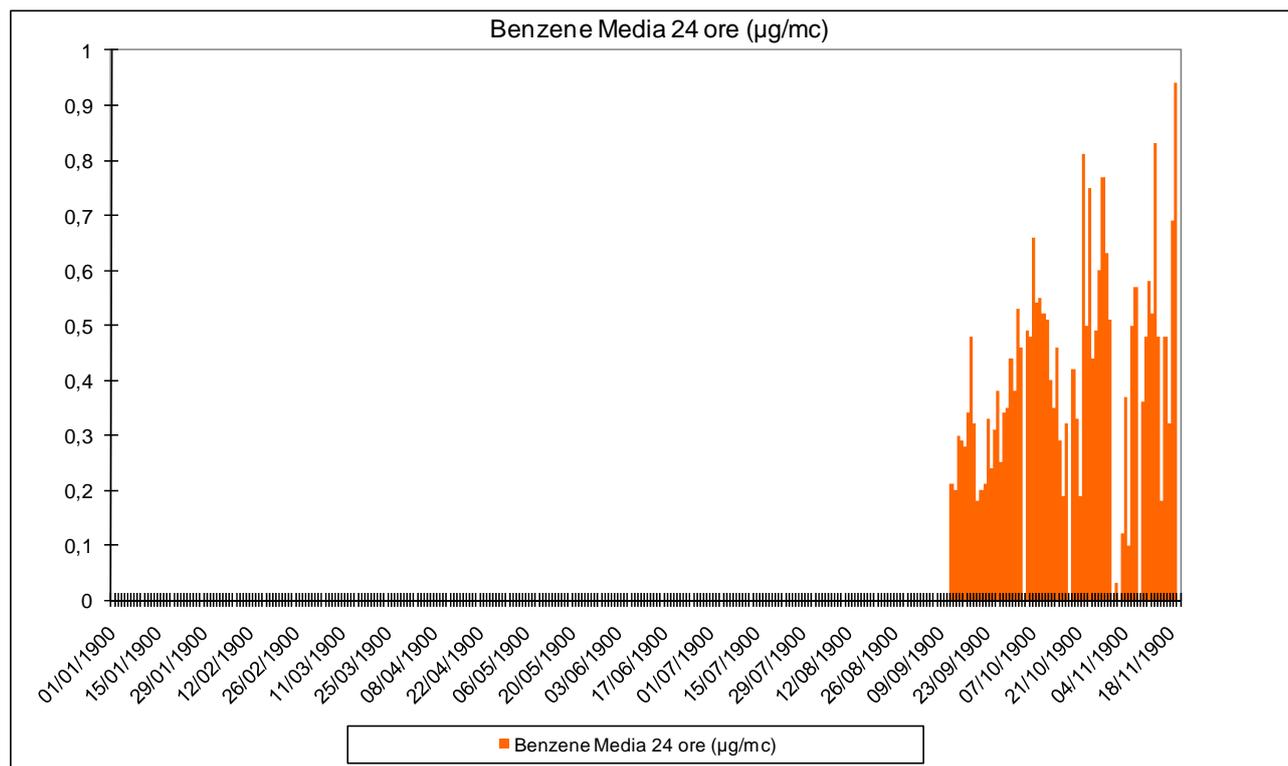
L'indicatore descrive la variazione della concentrazione in aria a livello del suolo di benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>). Questo inquinante primario proviene principalmente dai gas di scarico degli autoveicoli, dall'evaporazione negli impianti di stoccaggio e distribuzione dei carburanti, dai processi di combustione e dall'uso di solventi.

### Scopo dell'indicatore

Visualizzare le variazioni nelle concentrazioni di benzene nell'aria, l'andamento medio annuale ed eventuali situazioni di superamento del limite derivanti da massimi rilevati.

### LIMITI NORMATIVI Dir. 2008/50/CE

|               |               |          |
|---------------|---------------|----------|
| Valore limite | media annuale | 5 µg/Nmc |
|---------------|---------------|----------|



### Commento ai dati

L'analizzatore che rileva il Benzene è stato installato a partire dal 13/09/2014 e dall'esame dei dati rilevati, come evidenziato dal grafico proposto, non è stato superato il limite come media annuale ( $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) previsto dalla direttiva 2008/50/CE per il periodo di tempo indagato nell'anno 2014. Per quanto concerne la copertura dei dati, questa risulta pari al 28%.



## IPA – Benzo(a)pirene

### SCHEDA INDICATORE

|                                    |   |   |                        |
|------------------------------------|---|---|------------------------|
| <b>NOME DELL'INDICATORE</b>        | <b>Concentrazione in aria di IPA – Benzo(a)pirene</b> | <b>DIPSIR</b>                           | S                      |
| <b>UNITA' DI MISURA</b>            | Nanogrammi/ metro cubo                                | <b>FONTE</b>                            | DP                     |
| <b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>     | Gualdicciolo  | <b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>         | 2014                   |
| <b>AGGIORNAMENTO DATI</b>          | Annuale   | <b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b> | Controllo territoriale |
| <b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>       | D.D. n. 44/2012 - Dir. 2008/50/CE                     |   |                        |
| <b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b> | Medie mensili, medie annuali, conteggio superamenti   |   |                        |

### Descrizione dell'indicatore

L'indicatore descrive la concentrazione di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) che costituiscono un numeroso gruppo di composti organici formati da uno o più anelli benzenici. In generale, si tratta di sostanze solide a temperatura ambiente, scarsamente solubili in acqua, degradabili in presenza di radiazione ultravioletta e altamente affini ai grassi presenti nei tessuti viventi.

Il composto più studiato e rilevato è il benzo(a)pirene, e presenta una struttura con cinque anelli aromatici condensati. È una delle prime sostanze delle quali si è accertata la cancerogenicità ed è stata, quindi, utilizzata come indicatore dell'intera classe di composti policiclici aromatici. In particolare, nove persone su centomila esposte a una concentrazione di 1 ng/m<sup>3</sup> di benzo(a)pirene sono a rischio di contrarre il cancro, dalla quale concentrazione è stato individuato il limite proposto.

Gli idrocarburi policiclici aromatici sono contenuti nel carbone e nei prodotti petroliferi (particolarmente nel gasolio e negli oli combustibili). Essi vengono emessi in atmosfera come residui di combustioni incomplete in alcune attività industriali (cokerie, produzione e lavorazione grafite, trattamento del carbon fossile) e nelle caldaie (soprattutto quelle alimentate con combustibili solidi e liquidi pesanti); inoltre sono presenti nelle emissioni degli autoveicoli (sia diesel, che benzina). In generale l'emissione di IPA nell'ambiente risulta molto variabile a seconda del tipo di sorgente, del tipo di combustibile e della qualità della combustione.

La presenza di questi composti nei gas di scarico degli autoveicoli è dovuta sia alla frazione presente come tale nel carburante, sia alla frazione che per pirosintesi ha origine durante il processo di combustione.



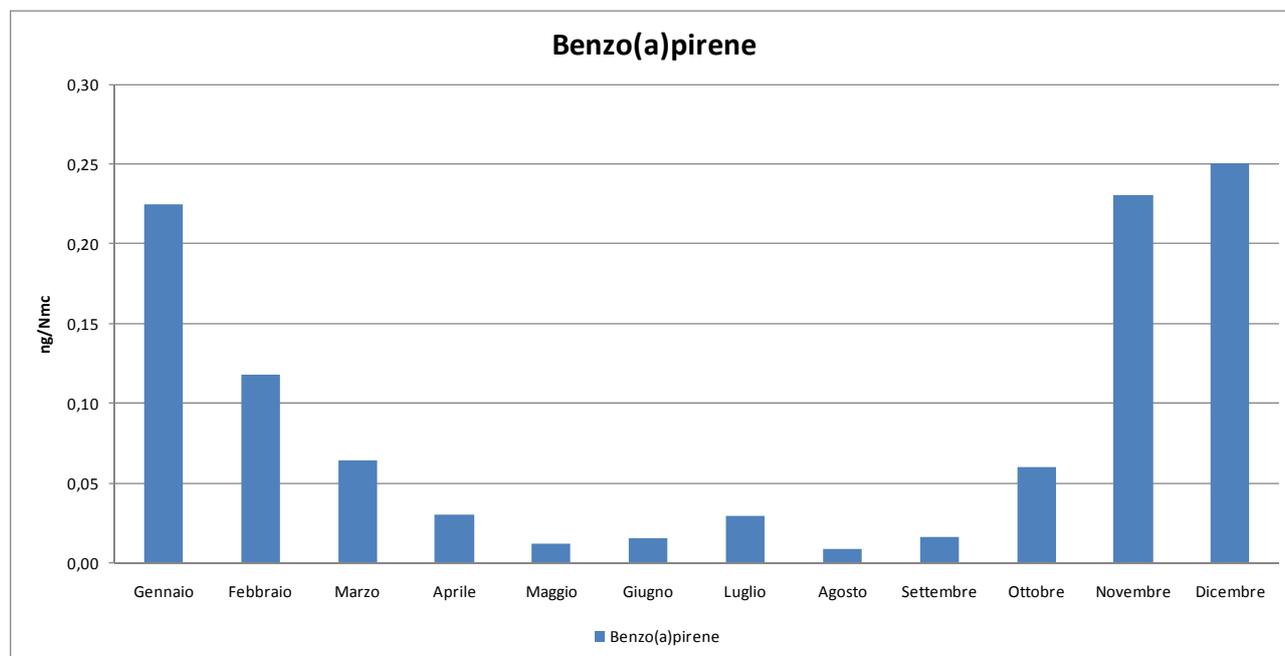
### Scopo dell'indicatore

Valutare le concentrazioni mensili di IPA e in particolate Benzo(a)Pirene presenti nel particolato atmosferico nella frazione PM10, calcolando poi la media annuale e confrontandola con i limiti normativi.

### LIMITI NORMATIVI Dir. 2008/50/CE

|                                  |               |            |
|----------------------------------|---------------|------------|
| Benzo(a)Pirene: valore obiettivo | media annuale | 1,0 ng/Nmc |
|----------------------------------|---------------|------------|

Di seguito viene riportato il grafico che descrive l'andamento mensile di Benzo(a)Pirene e la media annuale.



### B(a)P (ng/Nmc)

|               |        |
|---------------|--------|
| Media annuale | 0,0884 |
|---------------|--------|

### Commento ai dati

La concentrazione determinata per questo inquinante in atmosfera risulta di due ordini di grandezza inferiore a quanto previsto dalla norma e si rileva che i valori di concentrazione maggiore sono associabili principalmente ai mesi invernali. Questo indicatore non rappresenta un fattore di criticità.



Di seguito viene riportata una tabella riassuntiva dove per le diverse tipologie di inquinanti viene rappresentata la copertura dei dati nell'anno 2014, il numero di giorni in cui sono stati superati i limiti di legge e, dove previsto, le medie annuali con i relativi limiti e valori obiettivo.

| <b>Parametri</b>                          | <b>%<br/>copertura dati</b> | <b>N°<br/>superamento limiti</b> | <b>Media annuale</b> | <b>Limite<br/>media annuale</b> | <b>Val Obiettivo<br/>media annuale</b> |
|---|-----------------------------|----------------------------------|----------------------|---------------------------------|--|
| <b>NO<sub>2</sub>(µg/Nmc)</b>             | 98                          | 0                                | 11,3                 | 40                              | -                                      |
| <b>O<sub>3</sub>(µg/Nmc)</b>              | 90                          | 1                                | 85,9                 | -                               | -                                      |
| <b>O<sub>3</sub> 8ore(µg/Nmc)</b>         | 90                          | 23                               | 75,1                 | -                               | -                                      |
| <b>CO</b>                                 | 67                          | 0                                | 0,6                  | -                               | -                                      |
| <b>PM<sub>10</sub>(µg/Nmc)</b>            | 98                          | 9                                | 19,1                 | 40                              | 40                                     |
| <b>C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>(µg/Nmc)</b> | 28                          | 0                                | 0,8                  | 5                               | 5                                      |
| <b>B(a)P (ng/Nmc)</b>                     | -                           | -                                | 0,088                | -                               | 1                                      |



## IQA - Indice di qualità dell'aria

Al fine di comunicare alla popolazione in modo semplice ed immediato il livello qualitativo dell'aria che si respira, è stato definito dall'ARPA Emilia-Romagna e adottato anche a San Marino un indice di qualità dell'aria (IQA) che rappresenti sinteticamente lo stato complessivo dell'inquinamento atmosferico.

Per implementare tale indice sono stati scelti gli inquinanti che hanno effetto a breve termine sulla salute e che presentano maggiori criticità quali il PM10, l'NO2 e l'O3.

Per la costruzione dell'indice di qualità dell'aria si è proceduto nel modo seguente:

1. Costruzione di una scala adimensionale (sottoindice) per ogni inquinante.
2. Costruzione di un indice sintetico unico, a partire dai sottoindici definiti per ogni inquinante.

Il sottoindice per ogni inquinante viene definito dividendo la concentrazione misurata o prevista dell'inquinante considerato per il limite previsto dalla legislazione per la difesa della salute (nel caso di più limiti si sceglie il più basso) e moltiplicando per 100. La tabella sotto riporta i limiti che sono stati utilizzati per il calcolo dei tre sottoindici.

| Inquinante       | Indicatore di riferimento                  | Valore                |
|------------------|--|-----------------------|
| PM <sub>10</sub> | Media giornaliera                          | 50 µg/m <sup>3</sup>  |
| O <sub>3</sub>   | Valore massimo della media mobile su 8 ore | 120 µg/m <sup>3</sup> |
| NO <sub>2</sub>  | Valore massimo orario                      | 200 µg/m <sup>3</sup> |

Passaggio successivo nella costruzione dell'indice è la definizione delle modalità di aggregazione dei diversi sottoindici. In linea con l'approccio adottato dalla maggior parte degli indici utilizzati a livello internazionale, si è scelto di definire il valore dell'indice sintetico come il valore del sottoindice peggiore.

I valori dell'indice sono stati raggruppati in cinque classi con una ampiezza degli intervalli uniforme e pari a 50. L'adozione di un numero ridotto di classi è legata alle accuratezza raggiungibile dai modelli previsionali.

La tabella seguente riporta le classi identificate con i corrispondenti intervalli di valori numerici e cromatismi.

| Valori dell'indice | Cromatismi  | Qualità dell'aria |
|--------------------|---|-------------------|
| < 50               |  | Buona             |
| 50-99              |  | Accettabile       |
| 100-149            |  | Mediocre          |
| 150-199            |  | Scadente          |
| > 200              |  | Pessima           |



Per una migliore comprensione, un colore arancione, rosso o viola (corrispondente ad un valore dell'indice superiore a 100) indica che almeno uno degli inquinanti supera il limite di legge.

Nel grafico sotto riportato sono rappresentati il numero di giorni per l'anno 2014 in cui sono stati riscontrati i diversi valori dell'IQA. In sintesi per 87 giorni l'aria è stata buona, per 241 accettabile, per 35 mediocri per 2 scadente e mai pessima.

