

DG87 - LAVORI DI AMMODERNAMENTO ED ADEGUAMENTO AL TIPO 1A DELLE NORME CNR/80 DELL'AUTOSTRADA SA - RC

DAL KM. 423+300 (SVINCOLO DI SCILLA INCLUSO)
AL KM. 433+750 (SVINCOLO DI CAMPO CALABRO INCLUSO)

ESECUZIONE E GESTIONE DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA E POST OPERAM DELLE COMPONENTI AMBIENTALI DEI LUOGHI INTERESSATI DALLA REALIZZAZIONE DELLE OPERE APPARTENENTI AL MACROLOTTO VI, NONCHE' ATTIVITA' DI MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA DELL'AREA DI CAMPO CALABRO

MONITORAGGIO POST OPERA
ANNO 2015

COMPONENTE ATMOSFERA

Report Finale

CODICE: PODG87ATMREL0120151231

RESPONSABILE DI SETTORE
Ing. Monica Filice

RESPONSABILE CONTRATTO
Arch. Maurizio De Luca

ACTIVA
Società Cooperativa
Piazza Accursi - 41019 Cosenza
Partita IVA: 0527940783



INDICE

| | | | |
|---|----------|--|-----------|
| INDICE | 1 | 4. METODOLOGIA DI MONITORAGGIO | 10 |
| PREMESSA | 3 | 4.1 Rete di monitoraggio | 11 |
| 1. II RAPPORTO ANNUALE | 3 | 4.2 Monitoraggio: specifiche stazione di misura | 12 |
| 1.1 Parametri monitorati..... | 3 | Anno 2015 | 13 |
| 1.2 Caratteristiche degli inquinanti monitorati..... | 4 | 5. PRATM01: RISULTATI DI CAMPIONAMENTO | 14 |
| 1.3 Parametri meteorologici..... | 4 | 5.1 Inquinamento da Ozono | 14 |
| 1.4 Criteri per la definizione di un indice sintetico di Qualità dell’Aria (IQA)..... | 5 | 5.2 Inquinamento da Biossido di Azoto | 16 |
| 1.3 Obiettivo del Monitoraggio..... | 6 | 5.3 Inquinamento da Monossido di Carbonio | 17 |
| 1.4 Monitoraggio: articolazione temporale..... | 6 | 5.4 Inquinamento da Biossido di Zolfo | 19 |
| 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 6 | 5.5 Inquinamento da Polveri Sottili | 20 |
| 2.1 L’evoluzione della normativa nazionale..... | 6 | 5.5.1 Analisi delle Polveri Tali Sospese..... | 20 |
| 3. STRUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO | 8 | 5.5.2 Analisi delle Polveri Sottili frazione PM10..... | 21 |
| 3.1 Specifiche tecniche della strumentazione..... | 8 | 5.5.3 Analisi delle Polveri Sottili con diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm (PM _{2.5})..... | 22 |
| 3.1.1 Analizzatore di Ozono (O ₃)..... | 8 | 5.6 Analisi di Laboratorio | 23 |
| 3.1.2 Analizzatore Ossidi di Azoto (NO-NO ₂ -NO _x)..... | 9 | 6. PRATM03bis: RISULTATI DI CAMPIONAMENTO | 24 |
| 3.1.3 Analizzatore Monossido di Carbonio (CO)..... | 9 | 6.1 Inquinamento da Ozono | 24 |
| 3.1.4 Analizzatore di Polveri Sottili (PM _{2.5} -PM ₁₀ -PTS)..... | 9 | 6.2 Inquinamento da Biossido di Azoto | 26 |
| 3.1.4.1 Analizzatore automatico..... | 9 | 6.3 Inquinamento da Monossido di Carbonio | 27 |
| 3.1.5 Analizzatore Biossido di Zolfo (SO ₂)..... | 9 | 6.4 Inquinamento da Biossido di Zolfo | 29 |
| 3.1.6 Stazione meteorologica..... | 10 | 6.5 Inquinamento da Polveri Sottili | 30 |
| 3.1.7 Unità acquisizione dato..... | 10 | 6.5.1 Analisi delle Polveri Tali Sospese..... | 30 |
| 3.1.8 Campionatore passivo per inquinanti gassosi- Radiello..... | 10 | 6.5.2 Analisi delle Polveri Sottili frazione PM10..... | 31 |



SOCIETÀ DI INGEGNERIA

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 6.5.3 | Analisi delle Polveri Sottili con diametro aerodinamico inferiore a 2.5 μm (PM _{2.5}) | 32 |
| 6.6 | Analisi di Laboratorio..... | 33 |
| 7. | CONCLUSIONE..... | 34 |

PREMESSA

Il presente report è focalizzato sull'analisi dei dati relativi alle campagne di campionamento degli aerodispersi al termine dei lavori di

“Ammodernamento ed Adeguamento al tipo 1A delle Norme C.N.R./80 dell'autostrada Salerno-Reggio Calabria nel tratto dal km 423+300 (svincolo di Scilla incluso) al km 433+750 (svincolo di Campo Calabro incluso)”- fase di **Post Opera (PO)**. Il monitoraggio rispetta le indicazioni del DLgs 155/10, che recependo la direttiva 2008/50/CE, introduce il campionamento della frazione fine delle polveri sottili (PM2.5). Nello specifico sono state seguite le seguenti fasi operative:

- monitoraggio,
- analisi dei trend delle concentrazioni degli inquinanti,
- determinazione della presenza di inquinanti in tracce, quali Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), Composti Organici Volatili (COV) e metalli pesanti.

Il monitoraggio è stato finalizzato alla valutazione dell'impatto territoriale al termine delle operazioni di ammodernamento ed adeguamento del tracciato autostradale. Il contemporaneo screening meteo climatico è stato finalizzato alla valutazione delle variabili meteorologiche al fine di individuare azioni ostacolanti o disperdenti per gli inquinanti monitorati.

I punti di campionamento individuati rispettano le indicazioni del PMA (Piano di Monitoraggio Ambientale) e rappresentano recettori sensibili ubicati lungo il tracciato che potrebbero risentire delle modifiche avvenute durante le fasi di ammodernamento delle vie di transito. Il campionamento è stato rivolto a due punti per quattro campagne consecutive durante l'anno 2015. Il primo punto è collocato nel comune di Scilla, il secondo punto nel comune di Piale. Tutti i punti di campionamento sono collocati in area sub-urbana, rappresentano stazioni di tipo strada al fine di verificare l'impatto sulla popolazione.

Di seguito sono elaborati i risultati mediante tabelle e grafici relativi al periodo di osservazione.

1. II RAPPORTO ANNUALE

L'obiettivo del presente Rapporto Annuale è quello di riassumere i trend degli inquinanti rilevati lungo il tratto autostradale compreso tra il km 423+300 (svincolo di Scilla incluso) e il Km 433+750 (svincolo di Campo Calabro incluso) durante le fasi di *post opera*. In relazione agli obiettivi da raggiungere, l'articolazione del Rapporto è descritta dal seguente diagramma (Fig.1).

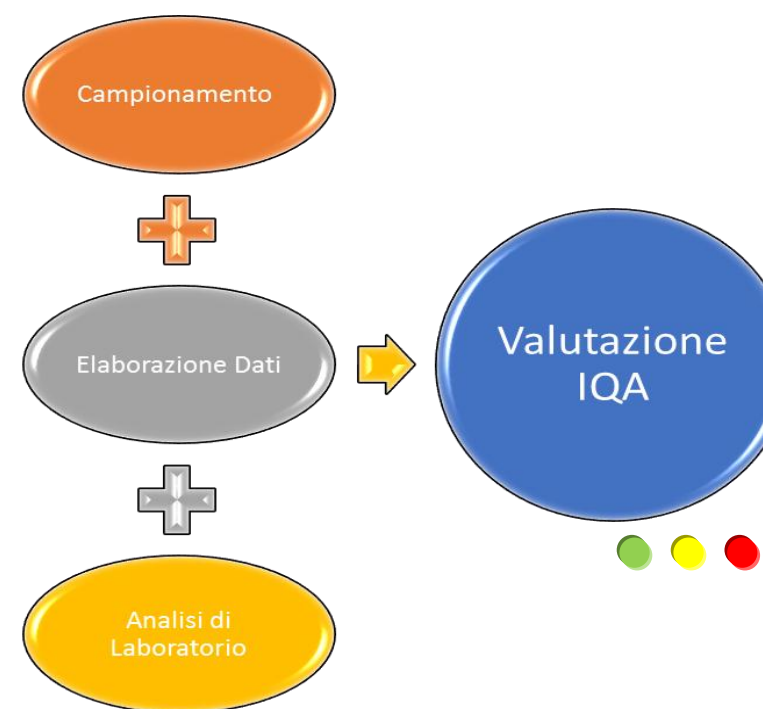


Figura 1- Elaborazione del Rapporto per fasi consecutive.
Campionamento → Elaborazione dei Dati → Valutazione della Qualità dell'Aria

1.1 Parametri monitorati

Al fine di esplicitare un utile confronto con le attività monitorate durante le fasi di corso d'opera, il presente monitoraggio in post opera è stato finalizzato alla verifica dello stato di inquinamento dovuto sia ad inquinanti tradizionali, tipici dell'inquinamento antropico (biossido di zolfo, composti dell'azoto,

monossido di carbonio e polveri totali sospese), sia ad inquinanti marcatori delle emissioni veicolari (benzene, idrocarburi policiclici aromatici, polveri fini) o legati ai processi di fotochimica dell'atmosfera (ozono, biossido di azoto).

Si analizzano i seguenti inquinanti:

- Ozono (O₃);
- Ossidi di azoto (NO-NO₂-NOX)
- Monossido di carbonio (CO)
- Polveri sospese nelle diverse frazioni: totali (PTS), con diametro inferiore ai 10 µm (PM₁₀) e con diametro inferiore ai 2.5 µm (PM_{2.5})
- Biossido di Zolfo (SO₂)
- Composti organici volatili (COV), tra cui Benzene, Toluene, Etilbenzene e Xileni
- Benzo(a)Pirene
- Metalli pesanti, in particolare Arsenico, Cadmio, Piombo, Nichel e Mercurio.

Di seguito sono riportate le caratteristiche degli inquinanti monitorati ed i parametri meteorologici. Le descrizioni sono state utilizzate nell'elaborazione dei precedenti report semestrali.

1.2 Caratteristiche degli inquinanti monitorati

- **OZONO (O₃)** - espresso in microgrammi/metro cubo d'aria (µg/m³). Nonostante nella ozonosfera la sua concentrazione è importante, in quanto protegge la superficie terrestre dalle radiazioni ultraviolette, a livello del suolo è un inquinante gassoso secondario. L'Ozono si forma nelle aree antropizzate attraverso una serie di reazioni con ossido di azoto, idrocarburi e composti organici volatili veicolati dalla radiazione solare.
- **OSSIDI D'AZOTO (NO-NO_x-NO₂)** - espressi in microgrammi/metrocubo d'aria (µg/m³). La presenza di NO₂ in atmosfera è imputabile sia a sorgenti naturali che antropiche. Tra le emissioni naturali si annoverano i fulmini, gli incendi e le emissioni vulcaniche e dal suolo che lo rendono presente come fondo naturale. Tra le emissioni antropiche si annoverano tutti i processi di combustione (veicoli, centrali termiche, riscaldamento domestico) in cui possono avvenire reazioni tra l'ossigeno e l'azoto.
- **MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)** - espresso in milligrammi/metrocubo d'aria (mg/m³). Legato ai processi di combustione incompleta, in ambiente urbano è il risultato dell'emissione veicolare.

- **POLVERI SOTTILI** - espressi in microgrammi/metrocubo d'aria (µg/m³). Con il termine Polveri Sottili si intendono tutte le particelle presenti nell'aria ambiente e con diametro variabile da pochi nm a centinaia di µm. Con il termine Polveri Totali Sospese (**PTS**) si intendono le particelle con diametro aerodinamico (AD) maggiore di 10 µm (PTS= AD > di 10 µm), con **PM₁₀** si intendono le particelle con diametro compreso fra 2,5 e 10 µm (PM₁₀=2.5 µm <AD<10 µm) e con **PM_{2.5}** le particelle con diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µm (PM_{2.5}=AD<2.5 µm). Le particelle grossolane (PTS) possono essere il risultato dell'erosione dei suoli, degli spray marini, degli incendi e delle eruzioni vulcaniche, mentre le polveri fini (PM₁₀ e PM_{2.5}) possono essere imputabili all'azione antropica, attraverso l'usura dei materiali e le emissioni veicolari sia dirette che indirette.
- **BIOSSIDO DI ZOLFO (SO₂)** - espresso in microgrammi/metro cubo d'aria (µg/m³). Il miglioramento del tenore di Zolfo nei carburanti ha ridotto notevolmente la concentrazione rilevabile nelle aree urbane. Sono emessi dagli impianti termici e dai motori.
- **COV-Composti Organici Volatili** - espressi in microgrammi/metrocubo d'aria (µg/m³). In particolare il benzene (C₆H₆), inquinante indoor-outdoor. In aria urbana la maggiore sorgente di benzene (>80%) è il traffico veicolare. Viene utilizzato come antidetonante miscelato ad altri idrocarburi quali toluene, xilene ecc. La valutazione della dispersione di BTEX (Benzene-Toluene-Etilbenzene-Xilene) è effettuata per campionamento passivo mediante l'utilizzo di Campionatori a simmetria radiale (Radiello).

Le analisi di laboratorio sono state condotte al fine di determinare gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), con particolare attenzione al Benzo(a)Pirene e i Metalli (Arsenico, Cadmio, Nichel, Piombo, Mercurio).

1.3 Parametri meteorologici

- **DIREZIONE E VELOCITA' DEL VENTO (DV e VV)** - la velocità e la direzione del vento sono misurate in gradi di provenienza (gradi-DV) e metri al secondo (m/s-VV). Solitamente l'intensità del vento agisce sui processi di accumulo e dispersione degli inquinanti in una determinata area.

Tabella 1- Parametri valutati nel corso del monitoraggio

| Inquinanti | | Meteorologia | |
|--|-------------------|--------------------------------|-------------------|
| Parametro | unità di misura | Parametro | unità di misura |
| Ozono | µg/m ³ | Temperatura | °C |
| Biossido di Azoto | µg/m ³ | Umidità Relativa | % |
| Biossido di Zolfo | µg/m ³ | Pressione | mbar |
| Monossido di Carbonio | mg/m ³ | Precipitazione | mm/h |
| Polveri Sottili: frazione grossolana (PTS), coarsa (PM ₁₀), fine (PM _{2.5}). | µg/m ³ | Radiazione Solare | W/ m ² |
| — | | Velocità e Direzione del vento | m/s gradi |

- TEMPERATURA (T)- la temperatura è misurata in gradi centigradi (°C). L'analisi della temperatura consente di valutare fenomeni di inversione termica che influenzano l'accumulo degli inquinanti al suolo.
- PRESSIONE ATMOSFERICA (P)- la pressione atmosferica è misurata in millibar (mbar). La pressione atmosferica è normalmente indice della situazione complessiva dell'atmosfera e del suo grado di stabilità.
- UMIDITA' RELATIVA (UR) –l'umidità relativa è misurata in percentuale (%) . E' un parametro associato alla presenza o meno di pioggia (100%) o di aria più o meno secca e/o fredda.
- PRECIPITAZIONE (prec) – le precipitazioni sono misurate in millimetri su ora (mm/h). L'acquisizione del regime pluviometrico durante il campionamento consente di analizzare i fenomeni di rain-wash (pulizia dell'atmosfera).

- RADIAZIONE SOLARE (RS)- La radiazione solare è misurata in watt su metro quadro (W/m²). Tipica di ogni specifica area può partecipare ai processi di smog fotochimico, contribuendo ad innescare le reazioni tra Ozono e Biossido di Azoto.

1.4 Criteri per la definizione di un indice sintetico di Qualità dell'Aria (IQA)

In genere l'indice di qualità dell'aria (IQA) stabilisce, attraverso il confronto con i parametri della normativa vigente, il grado di soddisfazione della qualità dell'aria e quindi anche il grado di protezione della salute umana.

Nella presente analisi è stato elaborato un indice di inquinamento locale, come chiave di lettura nelle aree di interesse, attraverso il confronto numerico fra il numero di superamenti verificati e il numero di superamenti ammessi dalla normativa vigente (come valore limite). Sebbene nei precedenti Report sia stata utilizzata una notazione indipendente per la valutazione dell'IQA, confrontando sempre il valore con le indicazioni degli Enti governativi, nel presente rapporto è stato utilizzato l'indice IQA proposto dalla

$$IQA_i = \frac{S_i}{VO_i}$$

dove:

i è l'inquinante i-esimo considerato,

S_i è il numero di superamenti osservati

VO_i è il numero di superamenti del valore obiettivo proposto dalla normativa vigente.

L'introduzione di una rappresentazione colorimetrica rende l'IQA utilizzato di facile lettura

- **IQA ≤ 0.2** . Si osserva un numero di superamenti trascurabile o assente, pertanto le condizioni dell'aria possono essere considerate salubri
- **0.2 < IQA < 0.8**. Si osserva un numero di superamenti che potrebbero indicare una condizione di aria insalubre,
- **IQA ≥ 0.8**. Si osserva un numero di superamenti prossimi o superiori al valore limite consentito. E' ammissibile una condizione di aria insalubre permanente.

1.3 Obiettivo del Monitoraggio

Tabella 2- Trend inquinanti in funzione della normativa di riferimento

| Parametro di indagine | Informazione | Normativa di riferimento del valore limite |
|---|---|--|
| Inquinanti gassosi | <ul style="list-style-type: none"> • medie orarie (1h), • medie giornaliere (24h), • valori massimi orari (1h), • valori minimi orari (1h). | DLgs 155/10 |
| Materiale Particellare | <ul style="list-style-type: none"> • medie giornaliere (24h) | DLgs 155/10 DM 23/03/1983- DPR 203/88 (PTS) attualmente abrogati |
| Metalli | <ul style="list-style-type: none"> • medie giornaliere (24 h) calcolate su campioni di PM₁₀ | DLgs 155/10 |
| Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) | <ul style="list-style-type: none"> • medie giornaliere (24 h) calcolate su campioni di PM₁₀ | |
| Benzene-Toluene-Etilbenzene-Xileni (BTEX) | <ul style="list-style-type: none"> • medie settimanali (7 giorni) | |

La cadenza periodica del monitoraggio è stata individuata in andamento orario e giornaliero al fine di osservare le fluttuazioni temporali, direttamente legate ai flussi di emissione delle sorgenti e ai parametri meteorologici, e gli andamenti medi. I dati sono stati aggregati in medie orarie, medie giornaliere, valori massimi-orari, valori minimi-orari (Tab.2).

La frequenza di monitoraggio utilizzata ha la duplice finalità di individuare trend inquinanti e valutare il rispetto della normativa vigente.

1.4 Monitoraggio: articolazione temporale

Rispettando le indicazioni delle precedenti normative, il DLgs 155/10 individua il periodo minimo di copertura e raccolta dati per la valutazione della qualità dell'aria ambiente e differenzia le misurazioni in siti fissi e le misurazioni indicative (DLgs 155/10 art.2, comma 1), dando specifici margini di tolleranza per i diversi inquinanti (All I, DLgs 155/10).

Il campionamento lungo il 2015 è stato previsto di estensione tale da ottemperare alle indicazioni del DLgs 155/10. Attualmente per ogni punto di monitoraggio è stato condotto un campionamento di almeno 56 giorni nel 2015.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il 13 agosto 2010 è stato emanato il Decreto Legislativo n.155 in “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa” (Gazzetta Ufficiale n.216 del 15 settembre 2010, Suppl. Ord. N.217).Il decreto 155/2010 costituisce il testo unico sulla qualità dell'aria, comprendendo i contenuti del decreto 152/2007 che recepiva la Direttiva 2004/107/CE.

2.1 L'evoluzione della normativa nazionale

L'evoluzione della normativa si articola in processi di recepimento e abrogazione delle norme al fine di individuare parametri sempre più restrittivi a tutela della salute pubblica. L'evoluzione della normativa ha consentito l'introduzione nel linguaggio comune di termini come valore limite, valore guida, obiettivo di qualità e livelli di attenzione e di allarme:

- **valore limite, valore guida, obiettivo di qualità**, fa riferimento alla prevenzione a lungo termine e richiede misure di lungo periodo (usualmente un anno);
- **livelli di attenzione ed allarme**, fa riferimento alla prevenzione a breve termine, in presenza di fenomeni acuti di inquinamento. Il livello di attenzione è la concentrazione di inquinante che, se superata in maniera persistente nel tempo, potrebbe portare ad una situazione di rischio sanitario. Il livello di allarme corrisponde alla concentrazione di inquinante il cui superamento indica una situazione di rischio ambientale e sanitario.

Attualmente a decorrere dalla data di entrata in vigore del DLgs 155/10 sono abrogati:

- il decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351;
- il decreto legislativo 21 maggio 2004, n. 183;
- il decreto legislativo 3 agosto 2007, n. 152;
- il decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203, fatte salve le disposizioni di cui il decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, preveda l'ulteriore vigenza;
- l'articolo 3 della legge 4 novembre 1997, n. 413;

- f) il decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 28 marzo 1983, pubblicato nel supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 145 del 28 maggio 1983;
- g) il decreto del Ministro dell'ambiente 20 maggio 1991, recante criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 126 del 31 maggio 1991;
- h) il decreto del Ministro dell'ambiente 20 maggio 1991, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 126 del 31 maggio 1991, recante i criteri per l'elaborazione dei piani regionali per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria;
- i) il decreto del Presidente della Repubblica 10 gennaio 1992, recante atto di indirizzo e coordinamento in materia di sistema di rilevazione dell'inquinamento urbano, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 7 del 10 gennaio 1992;
- j) il decreto del Ministro dell'ambiente 6 maggio 1992, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 111 del 14 maggio 1992, recante la definizione del sistema nazionale finalizzato a controllo ed assicurazione di qualità dei dati di inquinamento atmosferico ottenuti dalle reti di monitoraggio;
- k) il decreto del Ministro dell'ambiente 15 aprile 1994, concernente le norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 107 del 10 maggio 1994;
- l) il decreto del Ministro dell'ambiente 25 novembre 1994, recante l'aggiornamento delle norme tecniche in materia di limite di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al decreto del Ministro dell'ambiente 15 aprile 1994, pubblicato nel supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 290 del 13 dicembre 1994;

- m) il decreto del Ministro dell'ambiente 16 maggio 1996, recante attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 163 del 13 luglio 1996;
- n) il decreto del Ministro dell'ambiente 21 aprile 1999, n. 163, recante norme per l'individuazione dei criteri ambientali e sanitari in base ai quali i sindaci adottano le misure di limitazione della circolazione, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 135 dell'11 giugno 1999;
- o) il decreto del Ministro dell'ambiente 2 aprile 2002, n. 60, recante recepimento della direttiva 1999/30/CE del 22 aprile 1999 del Consiglio concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il Criteria for Euroairnet piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio, pubblicato nel supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 87 del 13 aprile 2002;
- p) il decreto del Ministro dell'ambiente 20 settembre 2002, recante le modalità per la garanzia della qualità del sistema delle misure di inquinamento atmosferico, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 231 del 2 ottobre 2002;
- q) il decreto del Ministro dell'ambiente 1° ottobre 2002, n. 261, recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione del piano o dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 272 del 20 novembre 2002.

¹ Normativa vigente alla data di emanazione del presente Report Semestrale

² Valore limite per la protezione della salute umana da calcolare su un periodo di mediazione di 1 ora.

³ Valore limite da calcolare sulla media mobile di 8 ore (DLgs 155/10)

⁴ Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana da calcolare su un periodo di 24 ore consecutive.

⁵ Valore limite annuale per la protezione della salute umana, calcolato come media sulle concentrazioni rilevate nell'anno civile.

⁶ Soglia di allarme

⁷ Per quanto riguarda l'Ozono la concentrazione pari a 180 µg/m³ è relativa alla soglia di informazione calcolata su un periodo di mediazione di 1 ora (DLgs 155/10).

⁸ La concentrazione di Polveri Totali Sospese (PTS) è stata regolamentata dal DPR 203/88 e DM 25/11/1994, attualmente abrogati dal DM 60/02. La soglia di attenzione era posta in 150 µg/m³.

⁹ Il valore obiettivo è riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM₁₀ del materiale particolato. Il valore limite rappresenta il valore medio su un anno civile.

¹⁰ **BTEX (Benzene, Toluene, Etilbenzene e Xilene)** determinati attraverso campionamento passivo mediante l'utilizzo di Campionatore a Diffusione (RADIELLO).

Tabella 3- Valori limiti di riferimento in funzione del periodo di campionamento e dello specifico inquinante, per la tutela della salute pubblica

| Inquinante | Normativa Vigente ¹ | Limite orario ² | Limite (media 8h) ³ | Limite 24h ⁴ | Limite annuale ⁵ | Soglia di allarme ⁶ |
|--|--------------------------------|--|--|---|-----------------------------|--------------------------------|
| Ozono (O ₃) | DLgs 155/10 | 180 µg/m ³ | 120 µg/m ³ da non superare più di 25 volte per anno civile | — | — | 240 µg/m ³ |
| Biossido di Azoto (NO ₂) | | 200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno civile | — | — | 40 µg/m ³ | 400 µg/m ³ |
| Monossido di Carbonio (CO) | | — | 10 mg/m ³ | — | — | — |
| Polveri Sottili con AD < 10 µm (PM ₁₀) | | — | — | 50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile | 40 µg/m ³ | — |
| Biossido di Zolfo (SO ₂) | | 350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per anno civile | — | 125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile | — | 500 µg/m ³ |
| Polveri Sottili con AD < 2.5 µm (PM _{2.5}) | | — | — | — | 25 µg/m ³ | — |
| Polveri Totali Sospese (PTS) ⁸ | DPR 203/88 DM 25/11/1994 | — | — | 150 µg/m ³ | — | — |
| Benzo(a)Pirene (IPA) ⁹ | DLgs 155/10 | — | — | — | 1 ng/m ³ | — |
| Piombo (Pb) ⁹ | | — | — | — | 0.5 µg/m ³ | — |
| Arsenico (As) ⁹ | | — | — | — | 6 ng/m ³ | — |
| Cadmio (Cd) ⁹ | | — | — | — | 5 ng/m ³ | — |
| Nichel (Ni) ⁹ | | — | — | — | 20 ng/m ³ | — |
| Benzene (BTEX) ¹⁰ | | — | — | — | 5 µg/m ³ | — |

3. STRUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Il monitoraggio è stato condotto con strumentazione mobile, costituita da mezzo mobile. L'utilizzo di una strumentazione mobile consente una facile rilocalizzazione della strumentazione nell'ambito di monitoraggi su diversi punti di misura.

La strumentazione impiegata è conforme alle indicazioni della normativa vigente (Tab.4). All'interno della stazione mobile sono collocati strumenti di misura in grado di quantificare, in maniera continua e automatica, le sostanze inquinanti oggetto di studio.

La strumentazione è collocata con un adeguato sistema di condizionamento per garantire una continua e ottimale distribuzione della temperatura, consentire un processo di aspirazione dell'aria in condizioni controllate e standard. Il mezzo mobile è equipaggiato con analizzatori automatici e campionatori che trattengono gli inquinanti dell'aria per successive analisi in laboratorio. Gli analizzatori, collegati ad un computer di stazione (*data logger*), acquisiscono i dati prodotti da ciascuno strumento che li memorizza e li restituisce in fase di elaborazione. Contemporaneamente sono utilizzati campionatori passivi a simmetria radiale RADIELLO (per la valutazione della concentrazione di BTEX settimanali).

3.1 Specifiche tecniche della strumentazione

Di seguito sono descritte le specifiche tecniche della strumentazione impiegata nell'ambito delle attività di monitoraggio.

3.1.1 Analizzatore di Ozono (O₃)

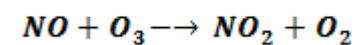
L'analizzatore di O₃ è uno strumento per la misura, in continuo e in tempo reale, delle concentrazioni di ozono in aria ambiente tramite un fotometro ad ultravioletti non dispersivo. Il fenomeno di attenuazione viene rilevato all'interno di una singola cella a percorso ottico fisso in cui il valore della concentrazione di O₃ è calcolato sulla base della legge di Lambert - Beer. Il metodo di riferimento per la misurazione è descritto nella norma UNI EN 14625:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di ozono mediante fotometria ultravioletta".

Tabella 4- Elenco della strumentazione impiegata nel corso del monitoraggio

| Strumento | Produttore | Caratteristiche |
|--|----------------|---|
| Analizzatore di Ozono (O ₃) | Monitor Europe | Fotometro ad Ultravioletti non dispersivo |
| Analizzatore di Ossidi di Azoto (NO-NO ₂ -NO _x) | Monitor Europe | Analizzatore a chemiluminescenza |
| Analizzatore di Monossido di Carbonio (CO) | Monitor Europe | Fotometro ad Infrarossi non dispersivo |
| Analizzatore per PM ₁₀ / PM _{2,5} | UNITEC | Nefelometro-metodo certificato di riferimento CNR conforme al DM/60 |
| Analizzatore di Biossido di Zolfo (SO ₂) | Monitor Europe | Spettrometro a fluorescenza ultravioletta |
| Campionatore gravimetrico Polveri | Tecora | Gravimetrico |
| Stazione meteo | Davis | |

3.1.2 Analizzatore Ossidi di Azoto (NO-NO₂-NO_x)

L'analizzatore di NO-NO₂-NO_x è uno strumento analitico per la misura, in continuo e in tempo reale, delle concentrazioni degli ossidi di azoto in aria ambiente tramite il principio di misura della chemiluminescenza:



Il biossido di azoto è trasformato in monossido prima di poter essere misurato. La calibrazione dello strumento è fatta prima di ogni campagna tramite bombole di standard certificate ed è ripetuta all'avvio di ogni campagna di campionamento o in seguito a cattivo funzionamento della strumentazione. Il metodo di riferimento per la misurazione è descritto nella norma UNI EN 14211:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di azoto e monossido di azoto mediante chemiluminescenza"

3.1.3 Analizzatore Monossido di Carbonio (CO)

L'analizzatore di CO è uno strumento analitico per la misura, in continuo e in tempo reale, delle concentrazioni di ossido di carbonio in aria ambiente tramite assorbimento della radiazione infrarossa. La tecnica di misura si basa sul passaggio di una radiazione prodotta da una sorgente di raggi infrarossi attraverso un filtro a gas che alterna CO, N₂ e una maschera. Il metodo di riferimento per la misurazione è descritto nella norma UNI EN 14626:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la

misurazione della concentrazione di monossido di carbonio mediante spettroscopia a raggi infrarossi non dispersiva".

3.1.4 Analizzatore di Polveri Sottili (PM_{2.5}-PM₁₀-PTS)

Il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM₁₀ è descritto nella norma UNI EN 12341:1999 "Qualità dell'aria. Determinazione del particolato in sospensione PM₁₀. Metodo di riferimento e procedimento per prove in campo atte a dimostrare l'equivalenza dei metodi di misurazione rispetto ai metodi di riferimento".

L'analisi in continuo con intervallo orario è stata finalizzata alla valutazione della fluttuazione della concentrazione di particelle per la determinazione della relazione con le emissioni della sorgente.

L'analisi gravimetrica è stata finalizzata alla quantificazione di metalli e idrocarburi policiclici aromatici.

3.1.4.1 Analizzatore automatico

L'analizzatore di polveri LSPM₁₀ è uno strumento analitico per la misura, in continuo e in tempo reale, della concentrazione di particolato in aria ambiente tramite il principio fisico della nefelometria ortogonale. Un sistema di prelievo a portata costante aspira il campione attraverso un dispositivo meccanico di frazionamento del particolato (testa PM₁₀, testa PM_{2,5}). La concentrazione viene quindi determinata misurando la luce riflessa dalle singole particelle quando vengono investite da una radiazione luminosa. Con l'utilizzo di un particolare sistema di collimazione, il raggio di luce riflessa viene concentrato sulla superficie di misura di un fotomoltiplicatore, detector dalla tecnologia ormai collaudata, ad alta stabilità ed affidabilità nel tempo. Il segnale di risposta viene inviato al microprocessore per le successive elaborazioni. Il metodo è certificato come equivalente alle prescrizioni del DM 60/02.

3.1.4.2 Campionatore gravimetrico

Il campionamento gravimetrico è stato finalizzato all'acquisizione di materiale particolato per le analisi di laboratorio. Il campionatore è costituito da una pompa che aspira aria attraverso una testa di prelievo un flusso d'aria costante. Tale flusso passa attraverso una testa di prelievo con frazionatore di particelle (PM₁₀) o senza frazionatore (PTS). Nel primo caso vengono intrappolate su una matrice filtrante, in genere un filtro in fibra di vetro, tutte le particelle con diametro inferiore a 10 µm; nel secondo caso la matrice filtrante intrappola tutte le particelle aspirate di dimensione variabile. Il flusso d'aria in ingresso è pari a 2.3 m³/h.

3.1.5 Analizzatore Biossido di Zolfo (SO₂)

L'analizzatore di SO₂ – Monitor Europe ML 9850B è uno strumento analitico per la misura, in continuo e in tempo reale, delle concentrazioni della SO₂ in aria ambiente tramite il principio di misura della Fluorescenza Ultravioletta (UV). Il biossido di zolfo ha un forte spettro di assorbimento nell'ultravioletto

per valori della radiazione compresi tra 200 e 240 nm. Il metodo di riferimento per la misurazione del biossido di zolfo è descritto nella norma UNI EN 14212:2005 “Qualità dell’aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di zolfo mediante fluorescenza ultravioletta”.

3.1.6 Stazione meteorologica

La stazione meteorologica è costituita dai seguenti sensori:

- Sensore direzione vento;
- Sensore velocità vento;
- Sensore umidità relativa;
- Sonda di temperatura;
- Pluviometro;
- Sensore barometrico;
- Sensore radiazione solare.

3.1.7 Unità acquisizione dato

Il software è in grado di fornire una media dei valori acquisiti da ogni analizzatore con un range di rilievo orario per tutta la frequenza temporale giornaliera (24 h).

La strumentazione utilizzata consente il rilevamento degli inquinanti normati dalla legislazione italiana vigente. Le altezze delle sonde di prelievo rispettano le indicazioni nazionali.

3.1.8 Campionatore passivo per inquinanti gassosi- Radiello

Il RADIELLO è un campionatore diffusivo a simmetria radiale per la determinazione della concentrazione di gas e vapori. E’ composto dalle seguenti parti:

- triangolo di supporto in policarbonato;
- corpo diffusivo in polietilene microporoso sinterizzato;
- cartuccia adsorbente cilindrica in rete di acciaio inossidabile

Il dispositivo per il campionamento passivo di BTEX (Benzene-Toluene-Etilbenzene e Xileni) è stato effettuato con cadenza settimanale prossimità della postazione di campionamento con il mezzo mobile.



Figura 2- Immagine esemplificativa del mezzo mobile utilizzato nella campagna di campionamento

4. METODOLOGIA DI MONITORAGGIO

In ogni campagna di campionamento, ogni punto di misura è stato monitorato in continuo per 14 giorni consecutivi, acquisendo 336 parametri orari per tutti gli inquinanti gassosi e meteorologici, e 14 dati giornalieri per quanto riguarda le particelle aerodisperse nelle diverse frazioni granulometriche. Il mezzo mobile, grazie all'apposito datalogger che elabora i dati in ingresso, fornisce per ogni parametro (inquinante o meteo) analizzato i dati orari. Questi sono stati in seguito elaborati al fine di estrarre informazioni sia giornaliere sia medie, confrontabili con i valori limite di riferimento e in grado di consentire una immediata idea delle condizioni di qualità dell'aria del sito in esame. Di seguito si riportano le specifiche della metodologia condotta per le indagini.



4.1 Rete di monitoraggio

Il monitoraggio, condotto in provincia di Reggio Calabria, è un monitoraggio in “**post d’opera**”, per cui i punti di misura monitorati rappresentano recettori sensibili in cui verificare l’impatto che le modifiche effettuate sul selciato autostradale possono avere avuto. Le specifiche del punto di misura sono riportate di seguito (Tab.5)

Il monitoraggio, nel corso dell’anno 2015 è stato condotto in quattro campagne di campionamento per punto (Tab. 6). L’unità di acquisizione dati ha raccolto ed elaborato i valori istantanei rilevati dagli analizzatori in continuo, calcolando le medie orarie. Le concentrazioni sono state successivamente validate in funzione dei risultati della calibrazione della strumentazione, sono stati determinati i valori medi orari, giornalieri, massimi e minimi per ciascun parametro oggetto di studio (Tab.7).

Tabella 5- Ubicazione punto di misura.



| Codice | Collocazione | Ubicazione |
|-------------------|---|--|
| PRATM01 | Scilla (RC) |  |
| PRATM03bis | Villa San Giovanni loc. Piale (RC) |  |

Tabella 6- Cronologia delle attività di monitoraggio svolte

| Anno | Periodo | Codice punto | Campionamento |
|------|--------------|--------------|---------------------------------------|
| 2015 | I CAMPAGNA | PRATM01 | 23 giugno 2015 -7 luglio 2015 |
| | | PRATM03bis | 20 maggio 2015 -3 giugno 2015 |
| | II CAMPAGNA | PRATM01 | 8 luglio 2015 – 22 luglio 2015 |
| | | PRATM03bis | 10 agosto 2015 – 24 agosto 2015 |
| | III CAMPAGNA | PRATM01 | 14 settembre 2015 – 29 settembre 2015 |
| | | PRATM03bis | 25 agosto 2015 – 11 settembre 2015 |
| | IV CAMPAGNA | PRATM01 | 03 novembre 2015- 18 novembre 2015 |
| | | PRATM03bis | 19 ottobre 2015- 3 novembre 2015 |

Tabella 7- Stazioni e Parametri della rete di monitoraggio

| Punto di misura | Parametri Inquinanti Rilevati | | | | | | | | | |
|-----------------|-------------------------------|------------------------|----|------------------|-------------------|-----------------|-----|------|-----|---------|
| | O ₃ | NO-NOx-NO ₂ | CO | PM ₁₀ | PM _{2,5} | SO ₂ | PTS | BTEX | IPA | Metalli |
| PRATM01 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| PRATM03bis | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |

4.2 Monitoraggio: specifiche stazione di misura

Tutti i punti di misura (Tab.8) sono collocati all'interno di stazioni suburbane di tipo strada, in cui l'inquinamento atmosferico dell'area può essere imputabile a più azioni congiunte che possono risentire della variabilità stagionali. Ad esempio, i campioni prelevati durante la stagione invernale possono essere stati influenzati dalle emissioni delle civili abitazioni in termini di emissioni da riscaldamento. Nei successivi paragrafi è riportata l'analisi dei trend inquinanti per ogni periodo di riferimento.

Tabella 8 – Caratteristiche delle stazioni di misura

| Tipo stazione | Coordinate | Codice punto |
|----------------------------------|--|--------------|
| Stazione suburbana tipo traffico | 38° 14' 57.92" N 15° 42' 58.36 E | PRATM01 |
| Stazione suburbana tipo traffico | 38° 13' 27.50" N 15° 38' 52.85" E | PRATM03bis |

Anno 2015

5. PRATM01: RISULTATI DI CAMPIONAMENTO

Il campionamento presso il punto Prاتم01 situato nel comune di Scilla, è stato condotto in quattro campagne a partire da giugno 2015. Nello specifico

Tabella 9- Distribuzione temporale delle campagne di misura, PRاتم01-anno 2015

| CAMPAGNA | Periodo |
|----------|---------------------------------------|
| I | 23 giugno 2015 -7 luglio 2015 |
| II | 8 luglio 2015 – 22 luglio 2015 |
| III | 14 settembre 2015 – 29 settembre 2015 |
| IV | 03 novembre 2015-18 novembre 2015 |

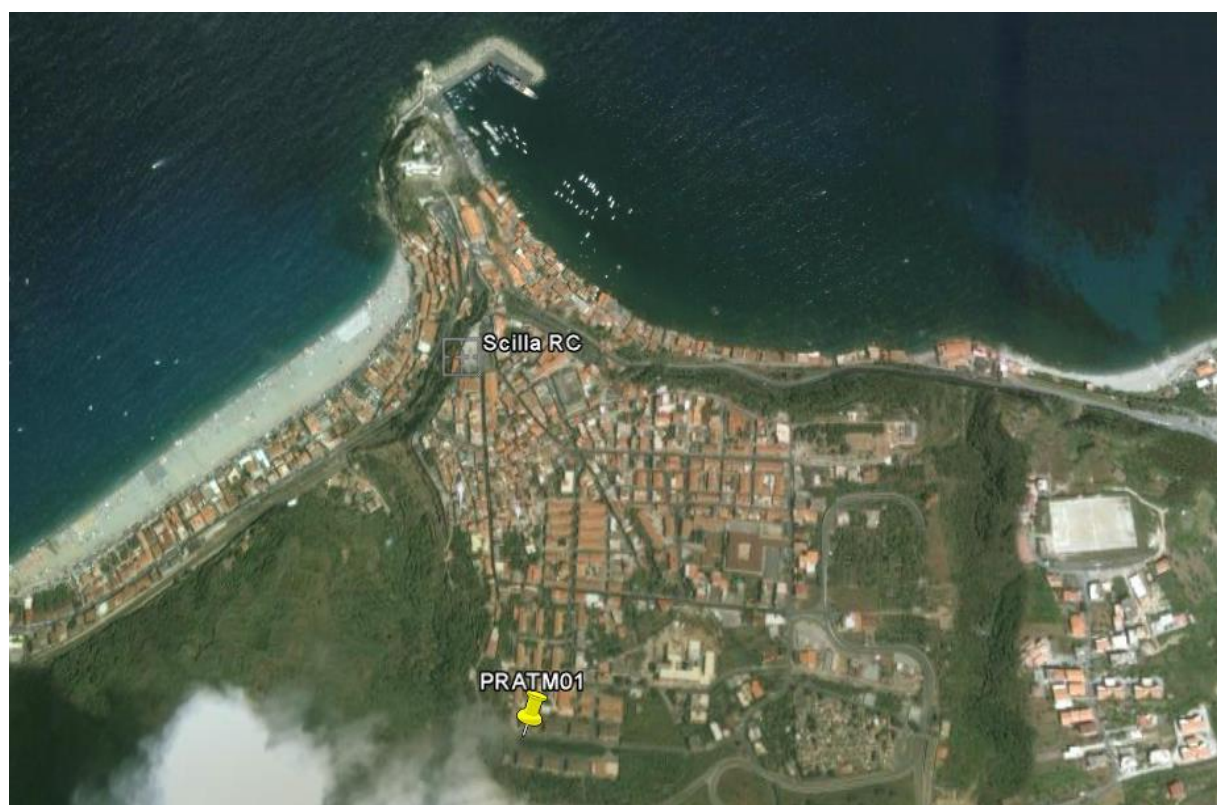


Figura 3- Ubicazione areale del punto di misura Prاتم01 nel comune di Scilla (RC).

Di seguito l'andamento dei diversi inquinanti monitorati.

5.1 Inquinamento da Ozono

Tabella 10- Parametri normativi di Riferimento

| Inquinante | Normativa Vigente | Limite orario | Limite (media 8h) | Limite 24h | Limite annuale | Soglia di allarme |
|-------------------------|-------------------|-----------------------|--|------------|----------------|-----------------------|
| Ozono (O ₃) | DLgs 155/10 | 180 µg/m ³ | 120 µg/m ³ da non superare più di 25 volte per anno civile | — | — | 240 µg/m ³ |

Tabella 11- Individuazione del numero di superamenti rilevati per O₃

| Valore limite | Tempo di valutazione | Valore | Numero superamenti |
|-------------------------------|---------------------------|--|--------------------|
| Massima concentrazione oraria | Superamento valore orario | 180 µg/m ³ | 0 |
| Massima media mobile (8h) | Superamento valore su 8 h | 120 µg/m ³ da non superare più di 25 volte per anno civile | 6 |
| Soglia di allarme | Superamento valore orario | 240 µg/m ³ | 0 |

Al livello del suolo la molecola di ozono si forma quando altri inquinanti, principalmente ossidi di azoto e composti organici volatili, reagiscono a causa della presenza della luce del sole inducendo una reazione a catena che porta alla formazione dello smog fotochimico. In genere le sorgenti di questi inquinanti "precursori" dell'ozono sono di tipo antropico (i veicoli a motore, le centrali termoelettriche, le industrie, i solventi chimici, i processi di combustione etc.), e di tipo naturale, quali i boschi e le foreste, che emettono sostanze organiche volatili molto reattive chiamate "terpeni". In particolare, nella bassa atmosfera l'ozono è un agente inquinante che non è prodotto direttamente dall'attività dell'uomo, ma è originato dalle reazioni fotochimiche di inquinanti primari (Fonte: ARPA Veneto).

La concentrazione di Ozono rilevata nell'anno 2015 oscilla tra un valore minimo di circa 9 µg/m³ e un valore massimo circa 154 µg/m³. Il massimo valore orario, registrato nel giorno 03 luglio 2015 è risultato inferiore sia alla soglia di informazione della popolazione (180 µg/m³) sia al livello di allarme (240 µg/m³) secondo le indicazioni del DLgs 155/10 (Tab.3). L'andamento delle quattro campagne articolate lungo il 2015 mostra il tipico andamento oscillante dell'inquinante, con concentrazioni progressivamente minori in relazione alla riduzione dell'effetto fotochimico nella transazione estate-inverno 2015 (Fig.5).

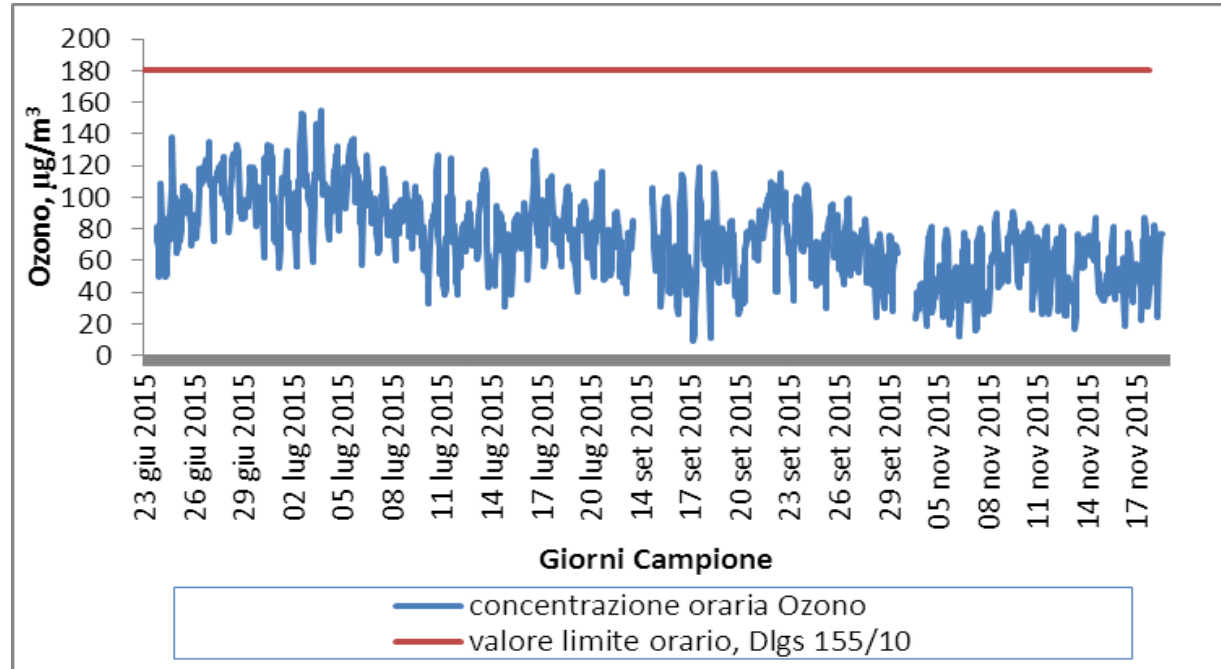


Figura 4- Andamento concentrazione di Ozono nel periodo di osservazione, Anno 2015

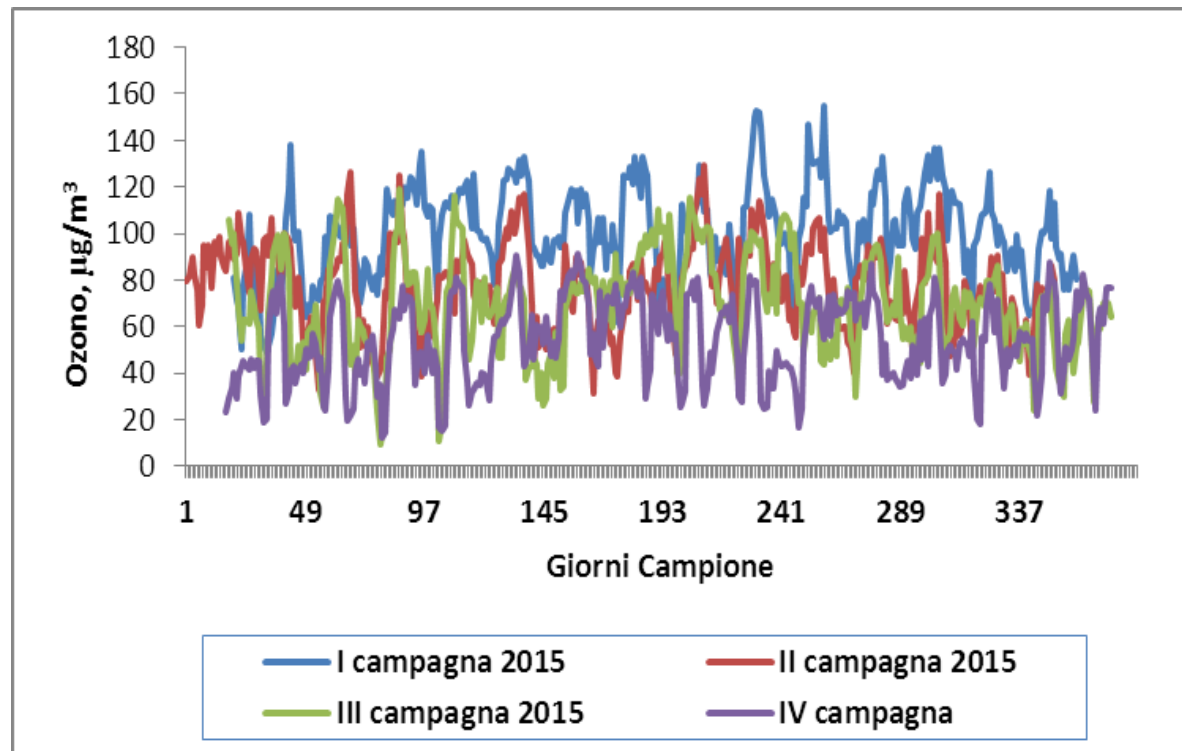


Figura 5 – Confronto fra le campagne di campionamento – Anno 2015

Tabella 12-Andamento parametri statistici Ozono

| CAMPAGNA | Ozono, µg/m ³ | | | |
|----------|--------------------------|-------|------|--------|
| | media | max | min | devst. |
| I | 100.8 | 154.6 | 49.2 | 20.2 |
| II | 77.9 | 129.2 | 31.1 | 18.5 |
| III | 69.4 | 119.1 | 9.3 | 21.5 |
| IV | 54.5 | 91.2 | 12.4 | 17.8 |

La concentrazione media del periodo mostra oscillazioni tipicamente stagionali (Tab 12). L'andamento della media mobile su 8h mostra il parziale superamento dei valori limite previsti dalla normativa vigente nel periodo 26 giugno 2015- 8 luglio 2015 indice di una forte attività fotochimica dell'atmosfera. Nello specifico, la media mobile 8h viene indicata come valore obiettivo la cui massima media giornaliera non deve superare 120 µg/m³ più di 25 volte per anno civile. Durante le campagne di campionamento, svolte nell'anno 2015, tale valore è stato superato 6 volte.

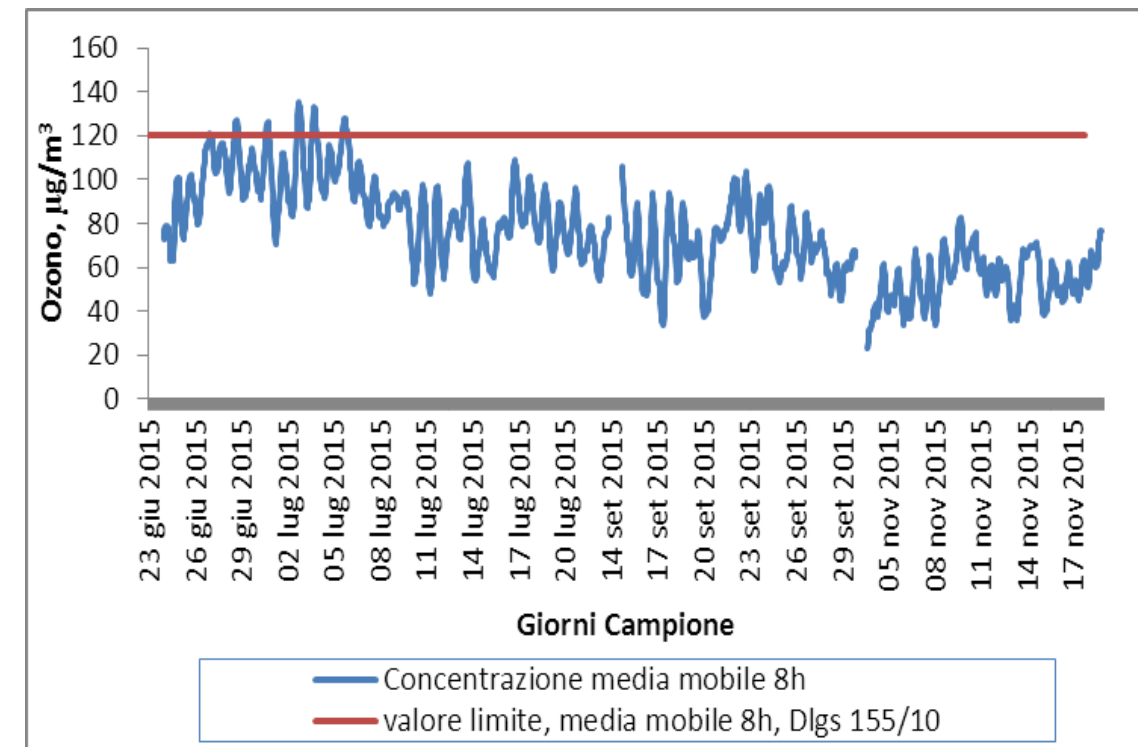


Figura 6- Andamento media mobile 8h

5.2 Inquinamento da Biossido di Azoto

Tabella 13- Parametri normativi di Riferimento

| Inquinante | Normativa Vigente | Limite orario | Limite (media 8h) | Limite 24h | Limite annuale | Soglia di allarme |
|--------------------------------------|-------------------|--|-------------------|------------|----------------------|-----------------------|
| Biossido di Azoto (NO ₂) | DLgs 155/10 | 200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno civile | | — | 40 µg/m ³ | 400 µg/m ³ |

Tabella 14- Individuazione del numero di superamenti rilevati per NO₂

| Tipo limite | Tempo di valutazione | Valore | Numero superamenti |
|--------------------------------------|----------------------------------|--|--------------------|
| Massima concentrazione oraria | Superamento valore orario | 200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno civile | 0 |
| Limite annuale | Superamento valore - anno civile | 40 µg/m ³ | NR |
| Soglia di allarme | Superamento valore orario | 400 µg/m ³ | 0 |

In area urbana numerosi sono i rapporti di combinazione dell'azoto con l'ossigeno per formare una serie di ossidi che sono classificati in funzione dello stato di ossidazione dell'azoto (Fonte ARPA Umbria). L'NO₂ è tra i responsabili dello smog fotochimico, in quanto base per la produzione di una serie di inquinanti secondari pericolosi come l'ozono o l'acido nitrico. Contribuisce per circa un terzo alla formazione delle piogge acide. Nel punto di misura sito nel Comune di Scilla, l'andamento della concentrazione oraria (Fig.6) mostra una concentrazione che non supera mai il valore limite normativo di 200 µg/m³. La concentrazione media giornaliera di Biossido di Azoto oscilla tra il valore massimo orario di circa 183 µg/m³ e il valore minimo orario inferiore a 1 µg/m³. La concentrazione media giornaliera si assesta intorno a 13 µg/m³ inferiore al valore limite annuale individuato in 40 µg/m³. La concentrazione massima oraria è stata raggiunta il giorno 12 novembre 2015.

Il confronto fra le campagne (Fig.7) mostra un andamento oscillante orario, tipico dell'evoluzione inquinante in aria urbana, con picchi di concentrazione corrispondenti alla fascia oraria 07:00-18:00 a cui corrisponde una maggiore attività emissiva delle sorgenti antropiche, tra cui traffico e riscaldamento delle civili abitazioni.

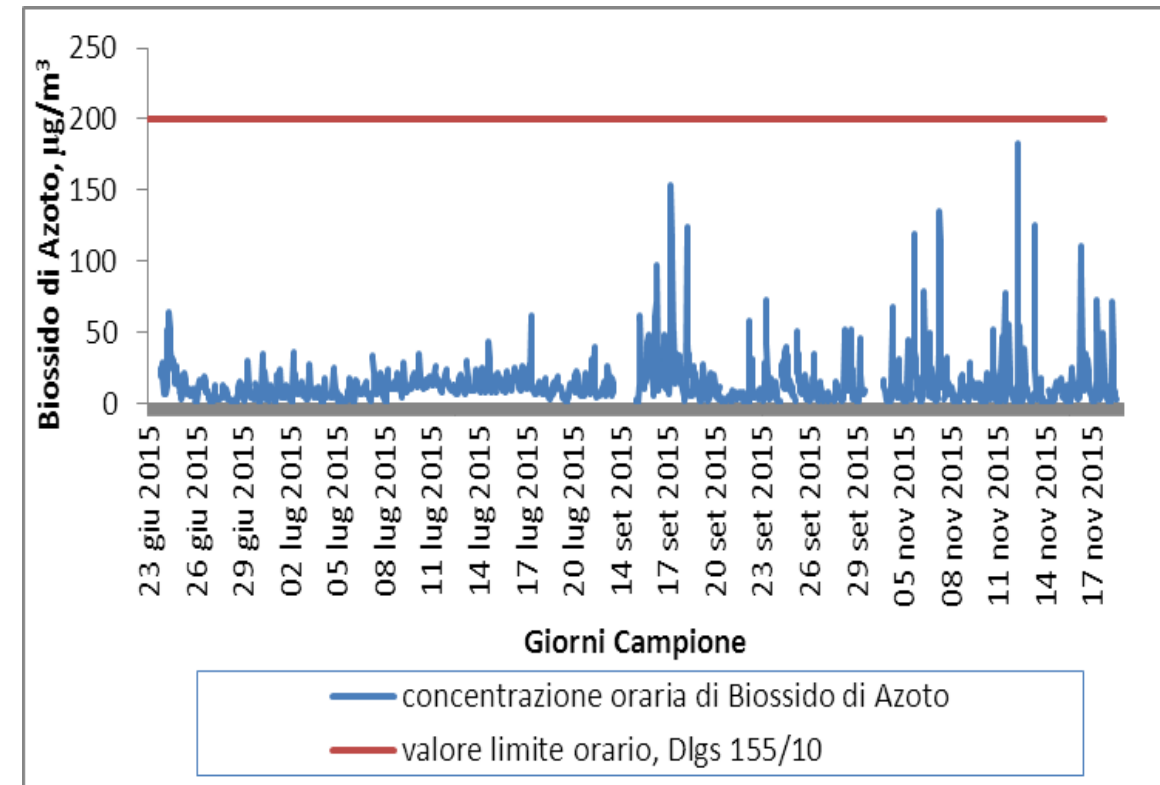


Figura 7 - Andamento concentrazione di Biossido di Azoto nel periodo di osservazione, Anno 2015

Tabella 15-Andamento parametri statistici Biossido di Azoto

| CAMPAGNA | Biossido di Azoto, µg/m ³ | | | |
|----------|--------------------------------------|-------|-----|--------|
| | media | max | min | devst. |
| I | 9.4 | 64.4 | 0.1 | 8.8 |
| II | 13.2 | 61.5 | 0.8 | 7.2 |
| III | 14.9 | 153.0 | 0.1 | 18.7 |
| IV | 14.3 | 183.4 | 0.0 | 21.6 |

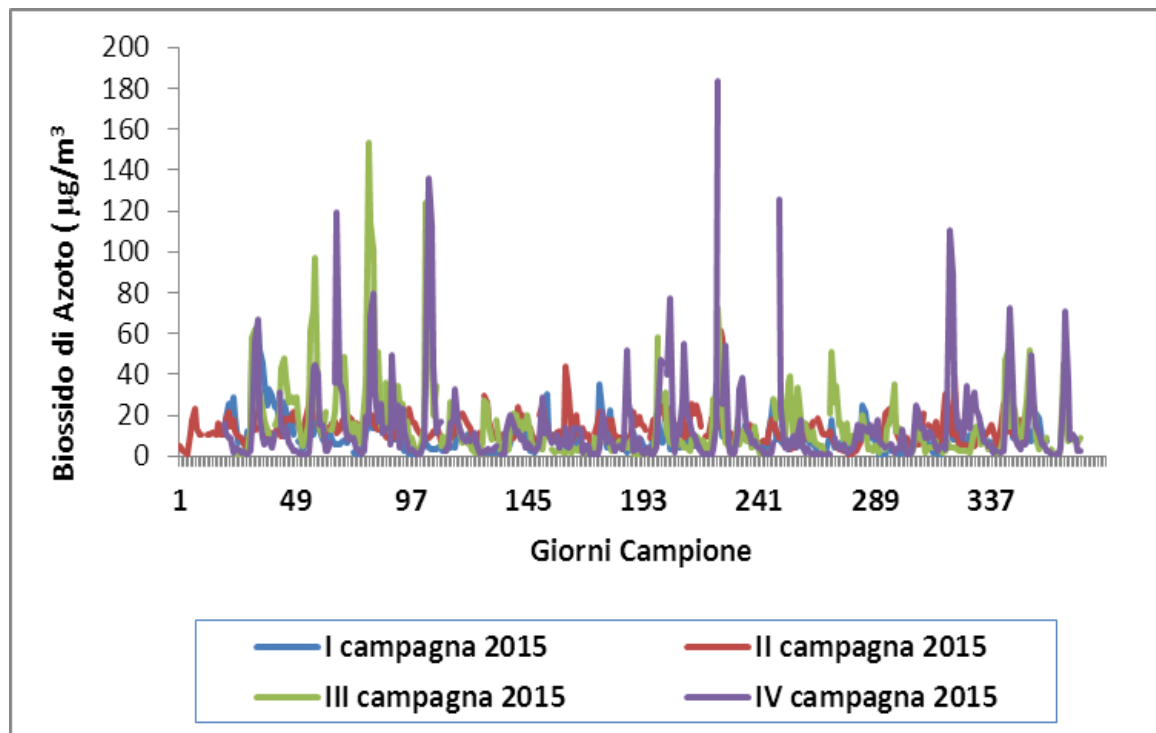


Figura 8- Confronto fra le campagne di campionamento – Anno 2015

5.3 Inquinamento da Monossido di Carbonio

Tabella 16- Parametri normativi di Riferimento

| Inquinante | Normativa Vigente | Limite orario | Limite (media 8h) | Limite 24h | Limite annuale | Soglia di allarme |
|----------------------------|-------------------|---------------|----------------------|------------|----------------|-------------------|
| Monossido di Carbonio (CO) | DLgs 155/10 | — | 10 mg/m ³ | — | — | — |

Il monossido di carbonio è l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera. Proviene dalla combustione di materiali organici quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente. In ambito urbano la sorgente principale è rappresentata dal traffico veicolare per cui le concentrazioni più elevate si riscontrano nelle ore di punta del traffico. Il principale apporto di questo gas (fino al 90% della produzione complessiva) è determinato dagli scarichi dei veicoli a benzina in condizioni tipiche di traffico urbano rallentato (Fonte ARPA Valle D'Aosta). E'

considerato un tracciante di inquinamento veicolare. La concentrazione di Monossido di Carbonio rilevata durante la campagna di misura è tipica di stazioni in posizione sub-urbana, in quanto è sempre inferiore a 1 mg/m³ (Fig 8). La concentrazione massima giornaliera calcolata come media mobile su 8 h (secondo le indicazioni della normativa vigente) è pari a 0.5 mg/m³,

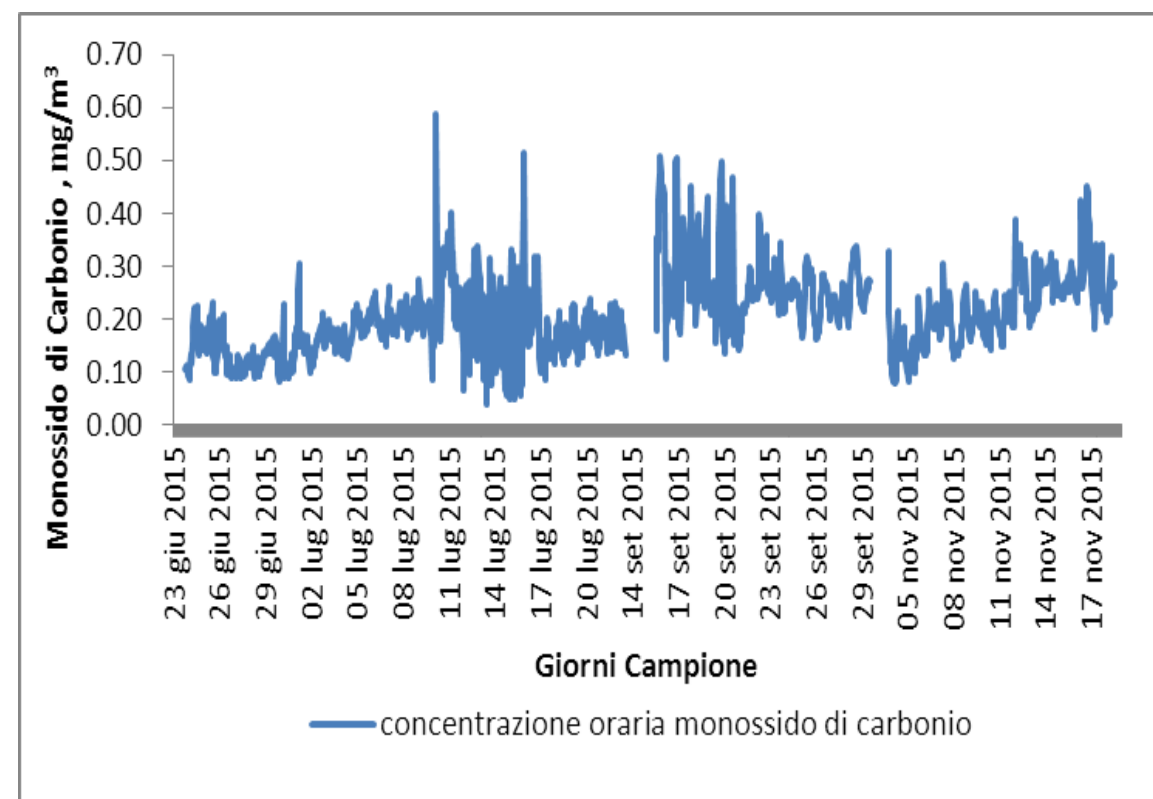


Figura 9- Andamento concentrazione di Monossido di Carbonio nel periodo di osservazione, Anno 2015

Tabella 17- Individuazione del numero di superamenti rilevati per CO

| Tipo limite | Tempo di valutazione | Valore | Numero superamenti |
|---------------------------|---------------------------|----------------------|--------------------|
| Massima media mobile (8h) | Superamento valore su 8 h | 10 mg/m ³ | 0. |

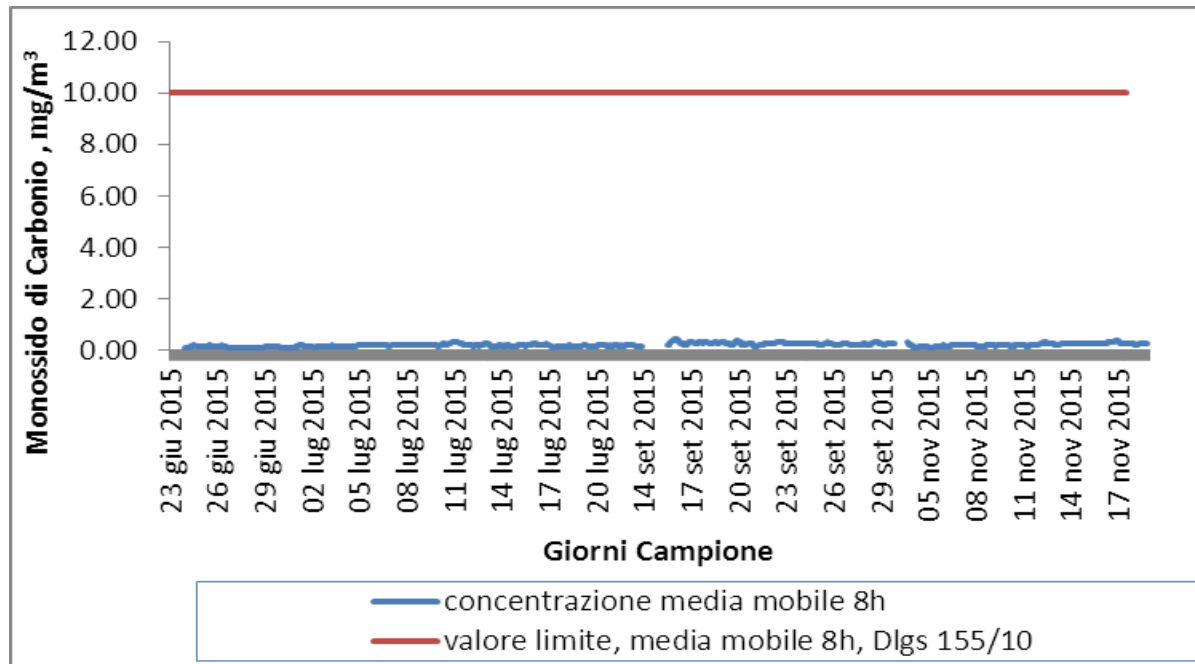


Figura 10- Andamento media mobile 8h

Tabella 18-Andamento parametri statistici

| CAMPAGNA | Monossido di Carbonio, mg/m ³ | | | |
|----------|--|-------|-------|--------|
| | media | max | min | devst. |
| I | 0.155 | 0.306 | 0.081 | 0.040 |
| II | 0.20 | 0.59 | 0.04 | 0.07 |
| III | 0.27 | 0.51 | 0.13 | 0.07 |
| IV | 0.22 | 0.45 | 0.08 | 0.07 |

Il confronto fra le quattro campagne di misura del Monossido di Carbonio, conferma il trend inquinante relativamente basso e confinato in concentrazioni inferiori a 1 mg/m³ in tutto l'anno di osservazione.

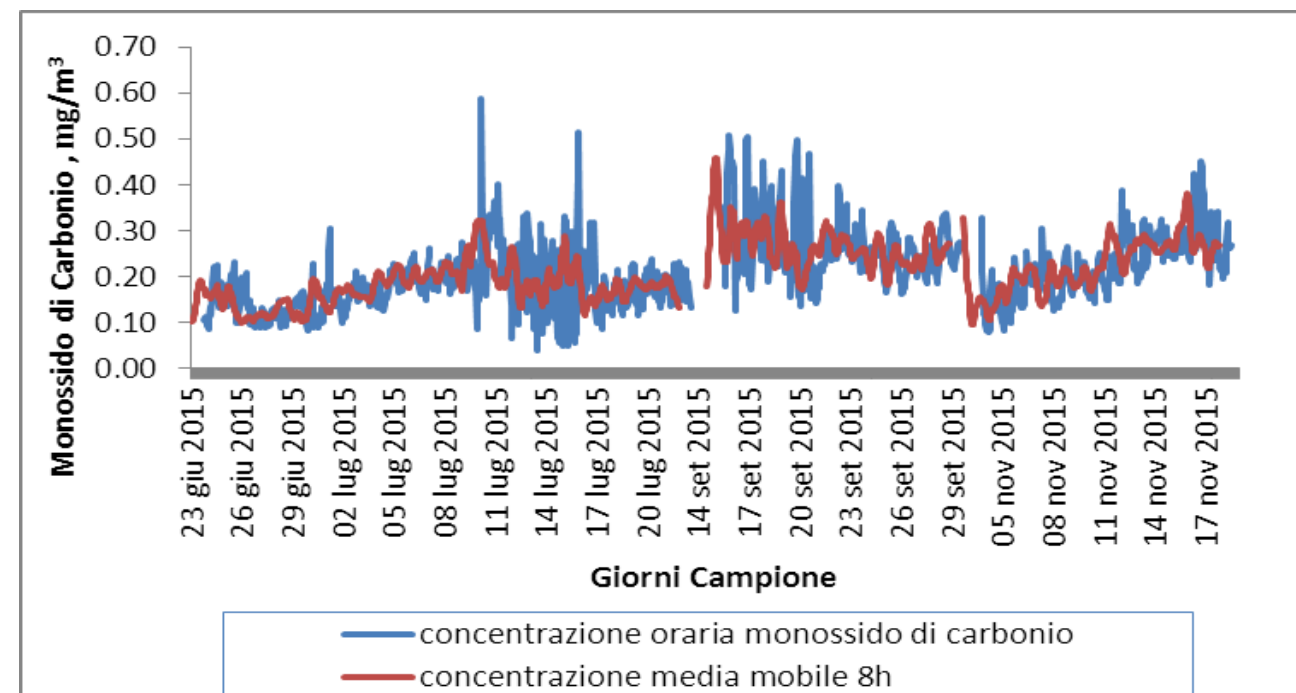


Figura 11- Confronto concentrazione e media mobile 8h

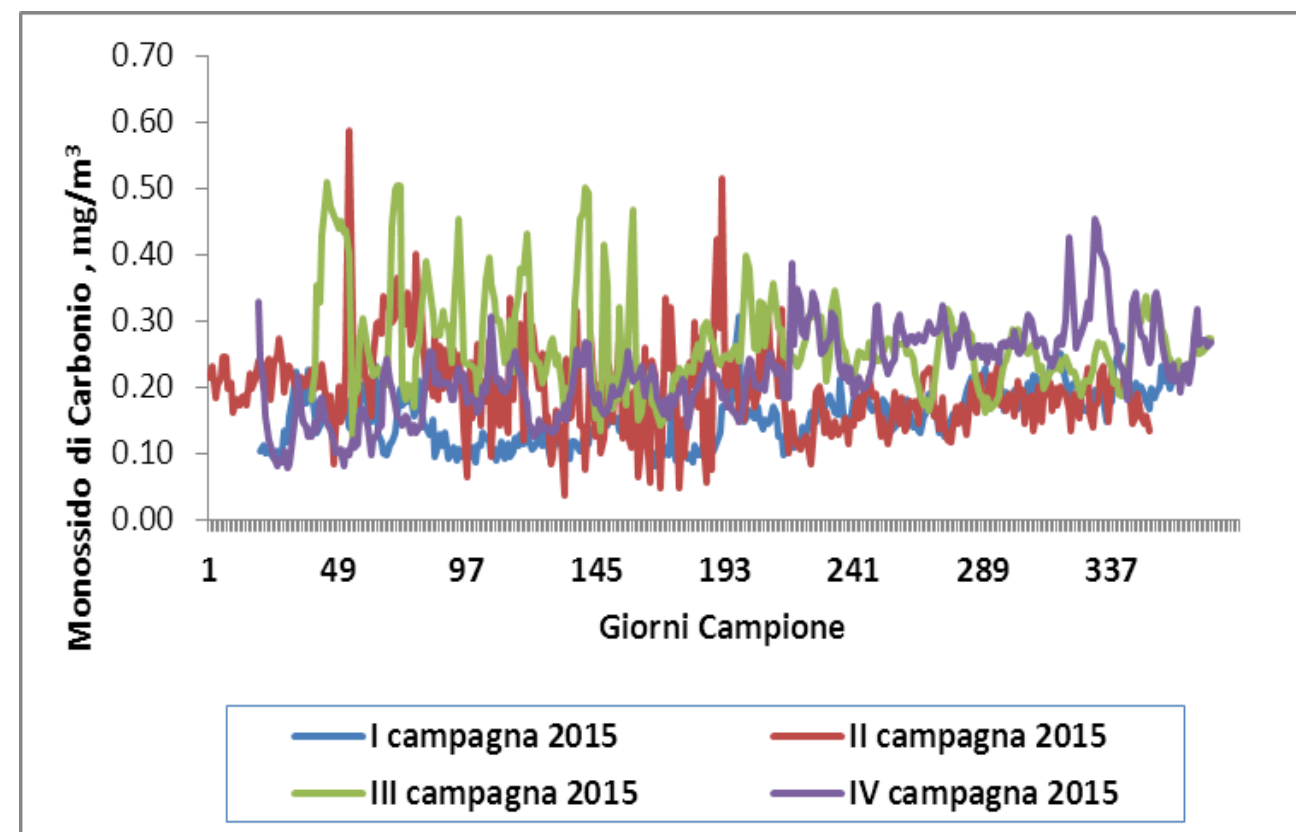


Figura 12- Confronto fra le campagne di campionamento – Anno 2015

5.4 Inquinamento da Biossido di Zolfo

Tabella 19- Parametri normativi di Riferimento

| Inquinante | Normativa Vigente | Limite orario | Limite (media 8h) | Limite 24h | Limite annuale | Soglia di allarme |
|--------------------------------------|-------------------|---|-------------------|--|----------------|-----------------------|
| Biossido di Zolfo (SO ₂) | DLgs 155/10 | 350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per anno civile | — | 125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile | — | 500 µg/m ³ |

Il Biossido di Zolfo rappresenta il tipico inquinante delle aree urbane e industriali dove l'elevata densità degli insediamenti ne favorisce l'accumulo soprattutto in condizioni meteorologiche di debole ricambio delle masse d'aria. Nonostante le situazioni di maggiore carico atmosferico si verificano nel periodo invernale, che in seguito alla diffusa metanizzazione degli impianti di riscaldamento domestici il contributo inquinante degli ossidi di zolfo è notevolmente diminuito nel corso degli anni (Fonte ARPA Veneto). Nel punto di misura sito in località Scilla, la concentrazione rilevata si assesta a valori sempre molto inferiori al valore limite normativo, sia orario che come media giornaliera. Il valore massimo orario (10.3 µg/m³), sull'intero periodo di campionamento, è stato registrato nel giorno 11 novembre 2015. Esso risulta inferiore al valore limite, pari a 350 µg/m³, da non superare più di 24 volte per anno civile. .

Tabella 20- Valutazione dei superamenti nel periodo di campionamento per SO₂

| Tipo limite | Tempo di valutazione | Valore | Numero superamenti |
|--------------------|----------------------------------|---|--------------------|
| Limite orario | Superamento valore orario | 350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per anno civile | 0 |
| Limite giornaliero | Superamento valore - anno civile | 125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile | 0 |
| Soglia di Allarme | Superamento soglia | 500 µg/m ³ | 0 |

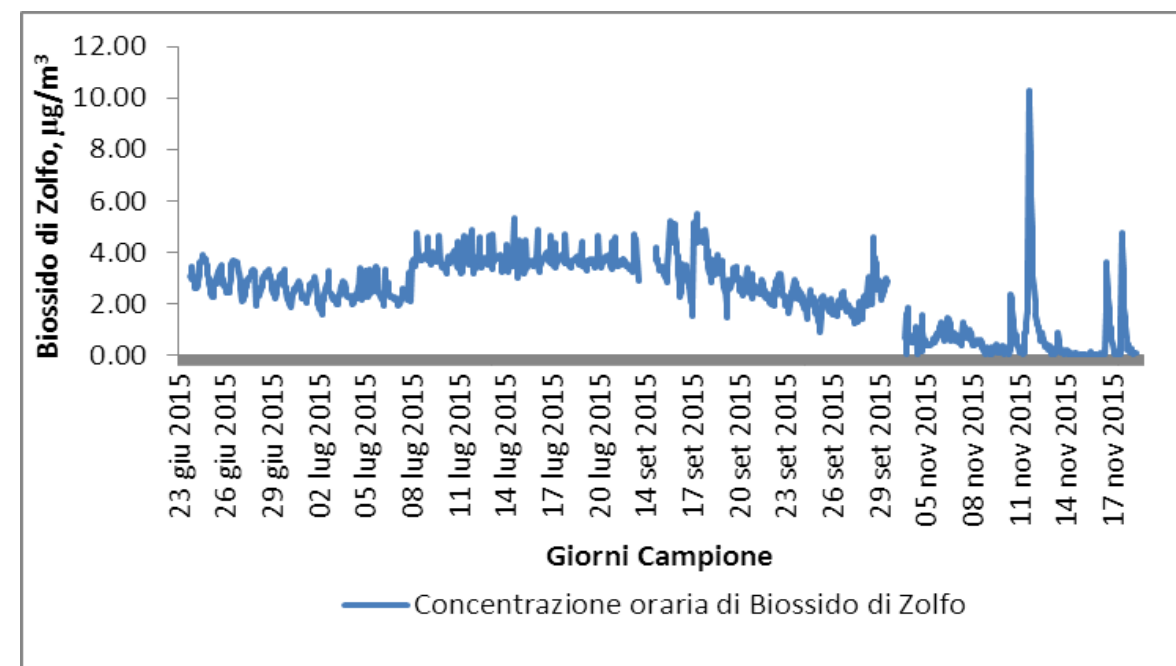


Figura 13- Andamento concentrazione di Biossido di Zolfo nel periodo di osservazione, Anno 2015

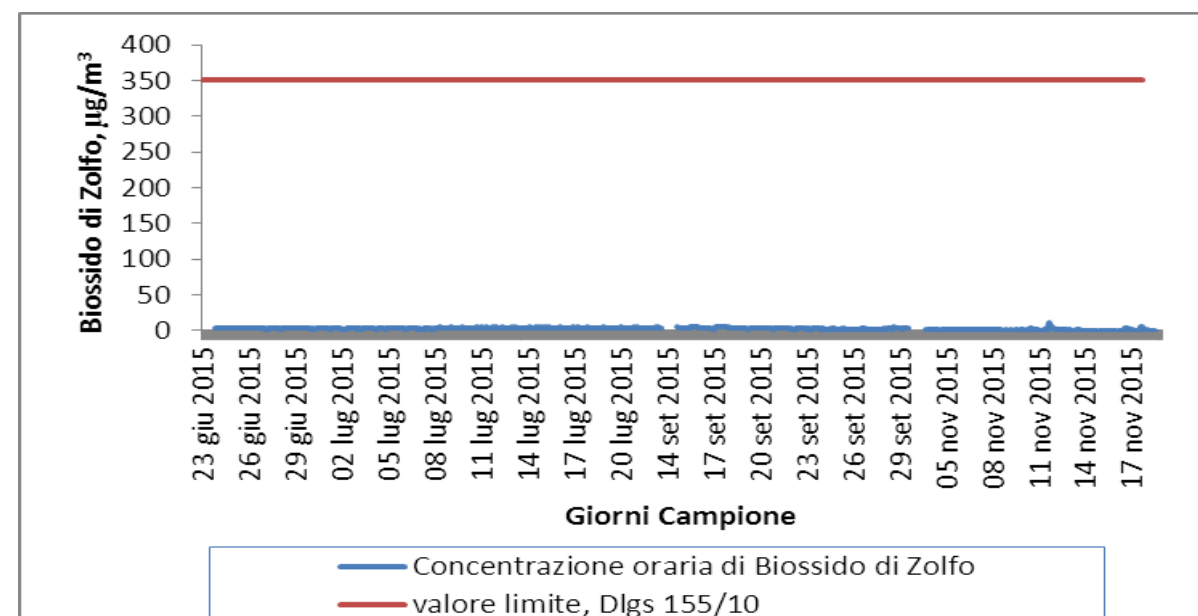


Figura 14- Confronto con il valore limite normativo, Anno 2015

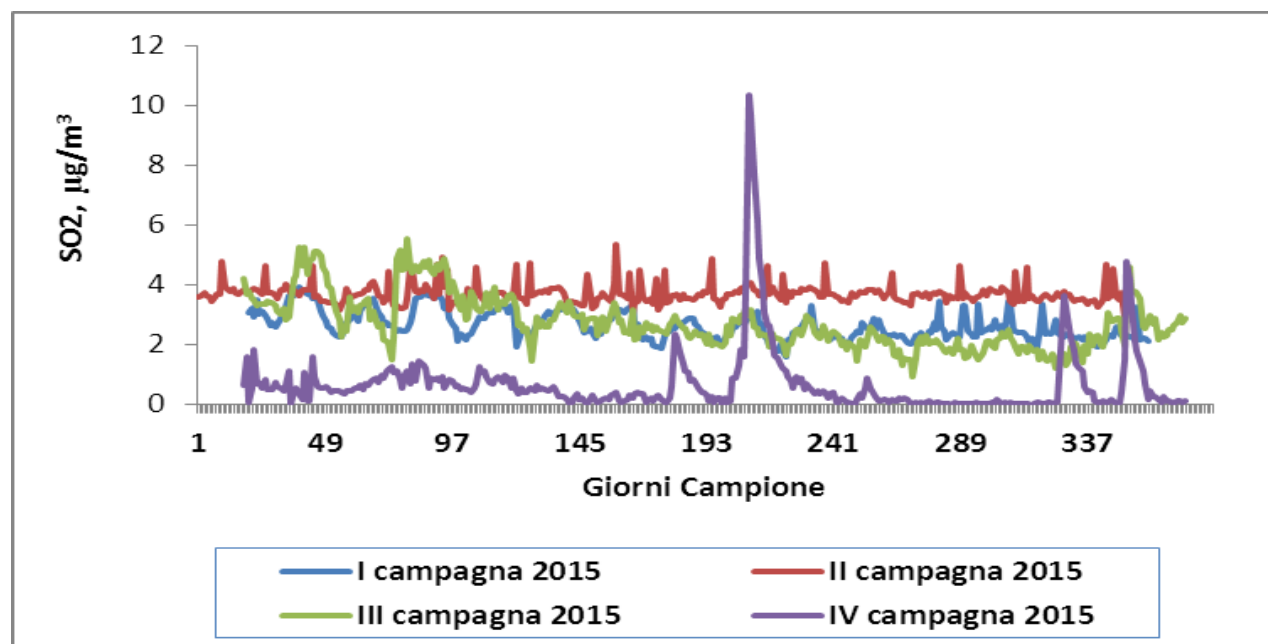


Figura 15- Confronto fra le campagne di campionamento – Anno 2015

Il confronto fra le quattro campagne di misura del Biossido di Zolfo, conferma il trend inquinante relativamente basso e confinato in concentrazioni inferiori a $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in tutto l'anno di osservazione. Si osserva un solo evento sporadico, nella quarta campagna di misura, che indica un picco di concentrazione classificabile come un'anomalia dovuta ad una probabile saturazione di inquinanti in atmosfera. Tale picco risulta, comunque, molto inferiore al valore limite normativo che per la concentrazione oraria è pari a $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabella 21-Andamento parametri statistici

| CAMPAGNA | Biossido di Zolfo, mg/m^3 | | | |
|----------|---|-------|------|--------|
| | media | max | min | devst. |
| I | 2.64 | 3.91 | 1.58 | 0.47 |
| II | 3.70 | 5.33 | 2.88 | 0.33 |
| III | 2.72 | 5.52 | 0.90 | 0.89 |
| IV | 0.68 | 10.32 | 0.01 | 1.13 |

5.5 Inquinamento da Polveri Sottili

Il controllo delle polveri sottili, nelle frazioni PTS, PM10 e PM2.5 è stato condotto sia in modo gravimetrico che finalizzato alla valutazione dell'andamento orario. Mentre la concentrazione gravimetrica, calcolata con metodo manuale come media su 24 ore, mostra il pieno rispetto della normativa vigente, l'andamento orario mette in luce un andamento tipicamente oscillatorio con picchi di concentrazione oraria a volte rilevanti. In aria urbana, la concentrazione di polveri sottili è il risultato di un'azione antropica prevalentemente dovuta al flusso stradale che contribuisce sia con emissioni dirette, dovute al processo di combustione incompleta, che indirette, dovute all'erosione dei materiale.

5.5.1 Analisi delle Polveri Tali Sospese

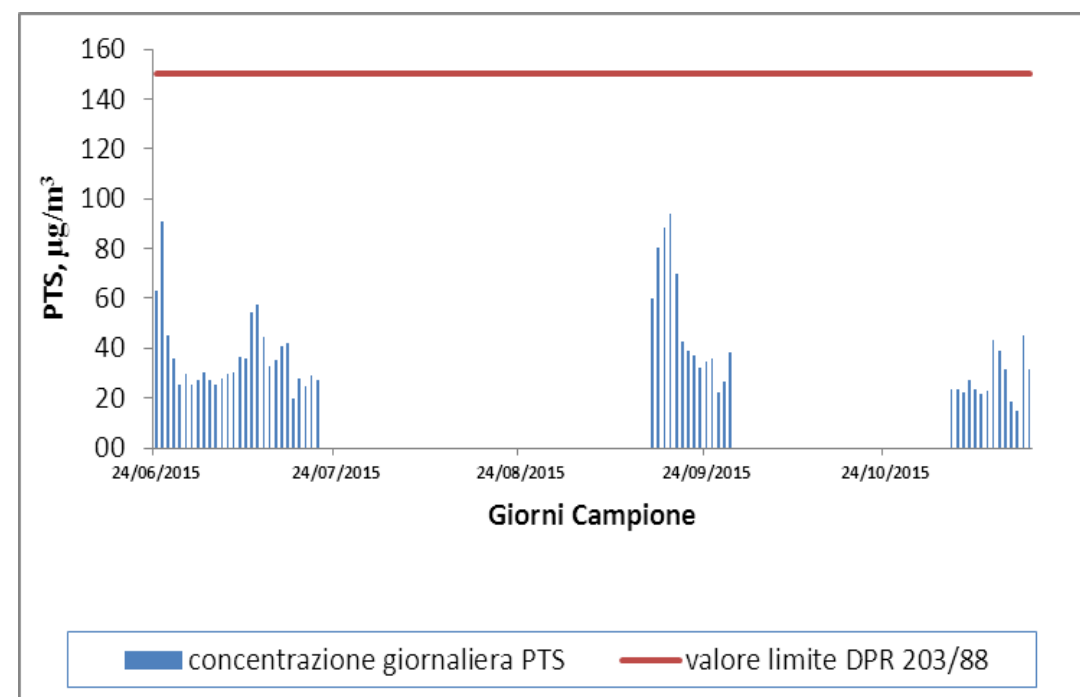


Figura 16- Andamento della concentrazione Anno 2015

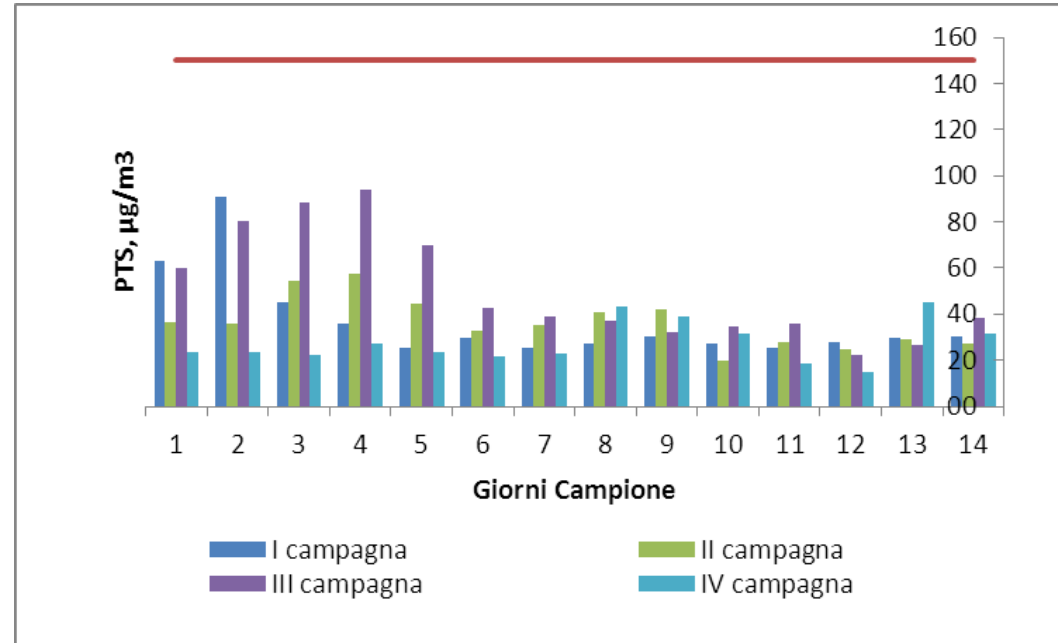


Figura 17- Confronto fra le campagne di campionamento- Anno 2015

Il monitoraggio delle PTS è stato condotto con cadenza giornaliera utilizzando il metodo gravimetrico (DPR 28 marzo 1983, DPCm 203/88). Il trend giornaliero delle PTS si assesta intorno a valori pari a circa 38 µg/m³. La concentrazione, calcolata come valore medio giornaliero su 24 ore, varia fino a raggiungere un valore massimo di circa 94 µg/m³ (Fig. 16). La concentrazione di polveri sottili non supera mai il valore indicato dalla normativa vigente a tutela della salute pubblica (150 µg/m³) né la soglia di allarme (300 µg/m³).

5.5.2 Analisi delle Polveri Sottili frazione PM10

Tabella 22-Parametri normativi di Riferimento

| Inquinante | Normativa Vigente | Limite orario | Limite (media 8h) | Limite 24h | Limite annuale | Soglia di allarme |
|------------------|-------------------|---------------|-------------------|---|----------------------|-------------------|
| PM ₁₀ | DLgs 155/10 | — | — | 50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile | 40 µg/m ³ | — |

La concentrazione di PM10, intesa come media giornaliera non supera mai il valore limite imposto dalla normativa vigente attualmente superabile per non più di 35 volte in anno civile. Nonostante tale situazione positiva, si osservano picchi di concentrazione che superano la concentrazione limite, anche se con cadenza oraria (Fig. 18). Questo indica che vi è un inquinamento diffuso di PM10, che può portare ad accumuli di concentrazione potenzialmente pericolosi per la salute pubblica.

Tabella 23- Valutazione dei superamenti nel periodo di campionamento per PM₁₀

| Tipo limite | Tempo di valutazione | Valore | Numero superamenti |
|----------------|--------------------------------|----------------------|--------------------|
| Limite annuale | Superamento valore giornaliero | 50 µg/m ³ | 0 |

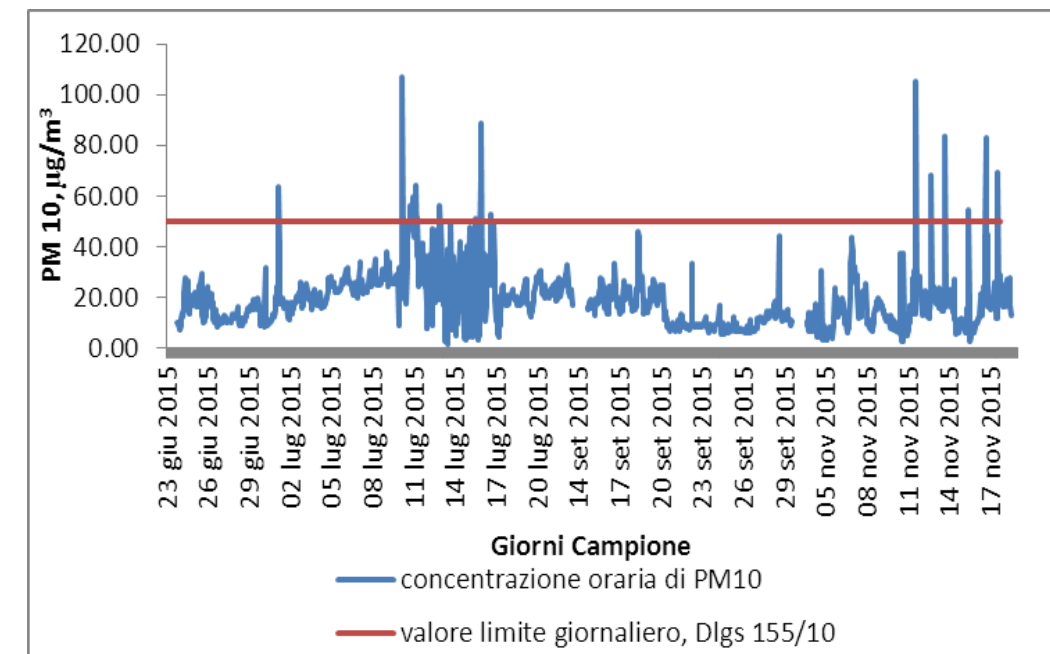


Figura 18- Andamento orario PM10- Anno 2015

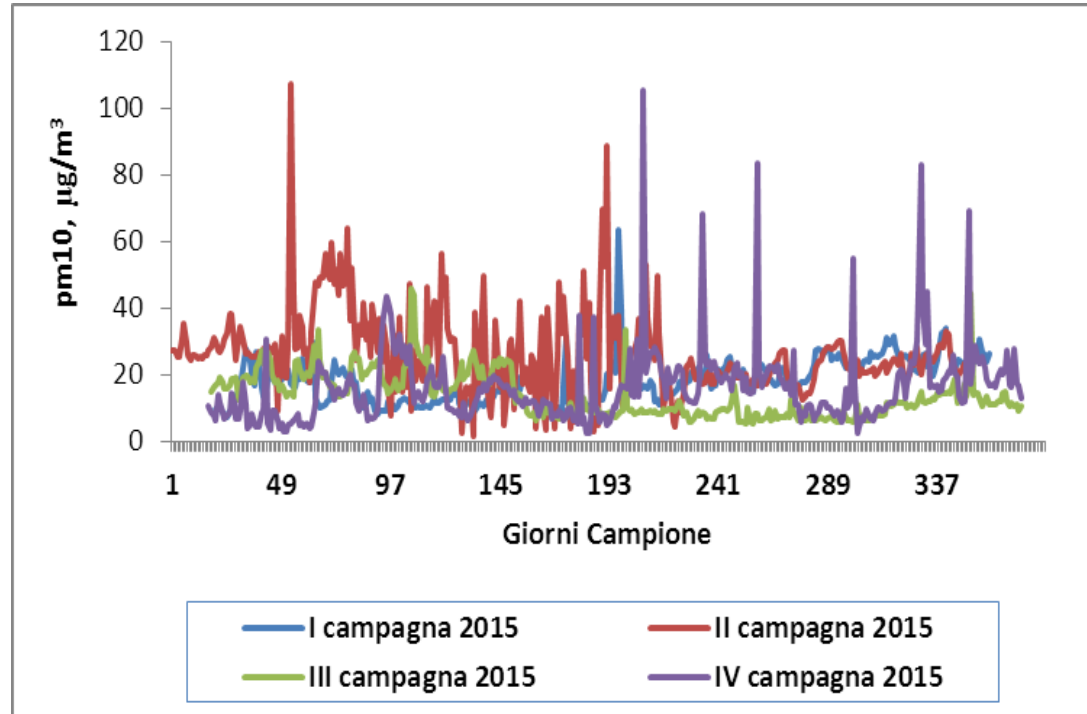


Figura 19- Confronto fra le campagne di campionamento – Anno 2015

Tabella 24-Andamento parametri statistici

| CAMPAGNA | PM10, mg/m ³ | | | |
|----------|-------------------------|--------|------|--------|
| | media | max | min | devst. |
| I | 18.16 | 63.41 | 7.24 | 6.46 |
| II | 26.27 | 107.02 | 1.78 | 12.19 |
| III | 13.67 | 46.04 | 5.43 | 6.72 |
| IV | 16.19 | 105.37 | 2.40 | 11.33 |

5.5.3 Analisi delle Polveri Sottili con diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm (PM_{2.5})

Tabella 25-Parametri normativi di Riferimento

| Inquinante | Normativa Vigente | Limite orario | Limite (media 8h) | Limite 24h | Limite annuale | Soglia di allarme |
|-------------------|-------------------|---------------|-------------------|------------|----------------------|-------------------|
| PM _{2.5} | DLgs 155/10 | — | — | — | 25 µg/m ³ | — |

Tabella 26- Valutazione dei superamenti nel periodo di campionamento per PM_{2.5}

| Tipo limite | Tempo di valutazione | Valore | Numero superamenti |
|----------------|----------------------------------|----------------------|--------------------|
| Limite annuale | Superamento valore - anno civile | 25 µg/m ³ | 0 |

Il DLgs 155/10 introduce il campionamento del PM_{2.5} (polveri sottili con un diametro aerodinamico minore di 2.5 micron) al fine di aumentare lo spettro di inquinanti monitorati per la tutela della salute pubblica e in recepimento della direttiva comunitaria 2008/50/CE. L'obiettivo da raggiungere entro il 2015 è una concentrazione media pari a 25 µg/m³. In tutto il periodo di campionamento la concentrazione media giornaliera rilevata è stata sempre inferiore al valore limite annuale (Fig. 20). In media, la concentrazione di PM_{2.5} oscilla tra un valore minimo giornaliero inferiore a 1 µg/m³ e un valore massimo giornaliero di circa 100 µg/m³ (come valore di picco).

Tabella 27- Andamento parametri statistici

| CAMPAGNA | PM2.5, mg/m ³ | | | |
|----------|--------------------------|--------|------|--------|
| | media | max | min | devst. |
| I | 10.80 | 30.20 | 3.91 | 4.16 |
| II | 19.64 | 80.26 | 1.25 | 9.28 |
| III | 8.78 | 22.07 | 4.85 | 3.12 |
| IV | 13.89 | 100.39 | 0.55 | 11.00 |

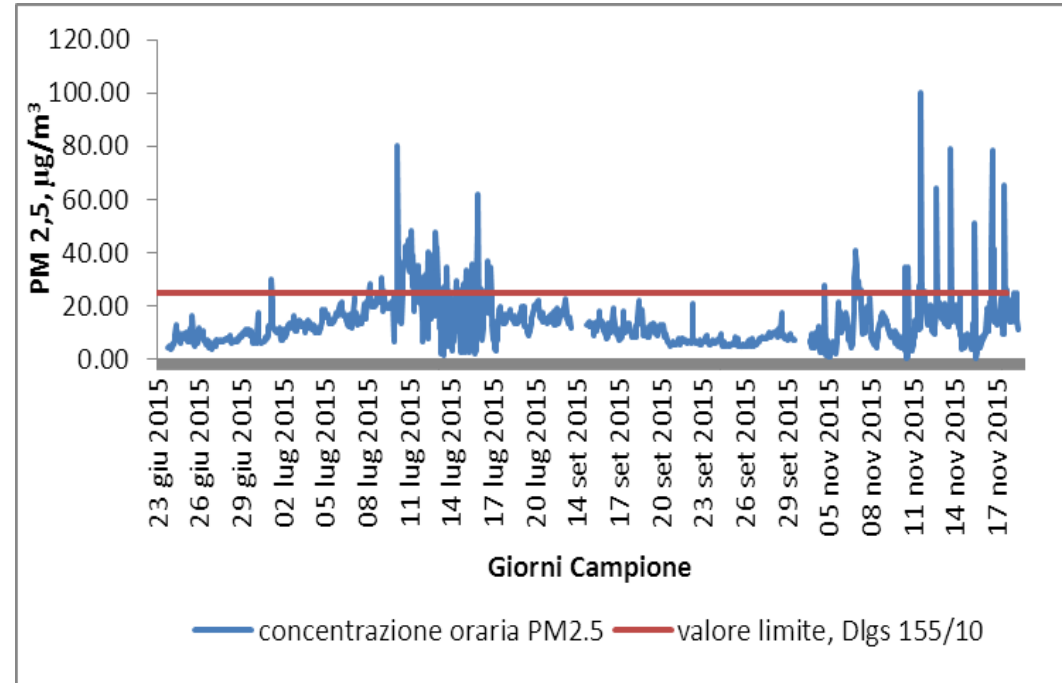


Figura 20- Andamento orario PM2.5- Anno 2015

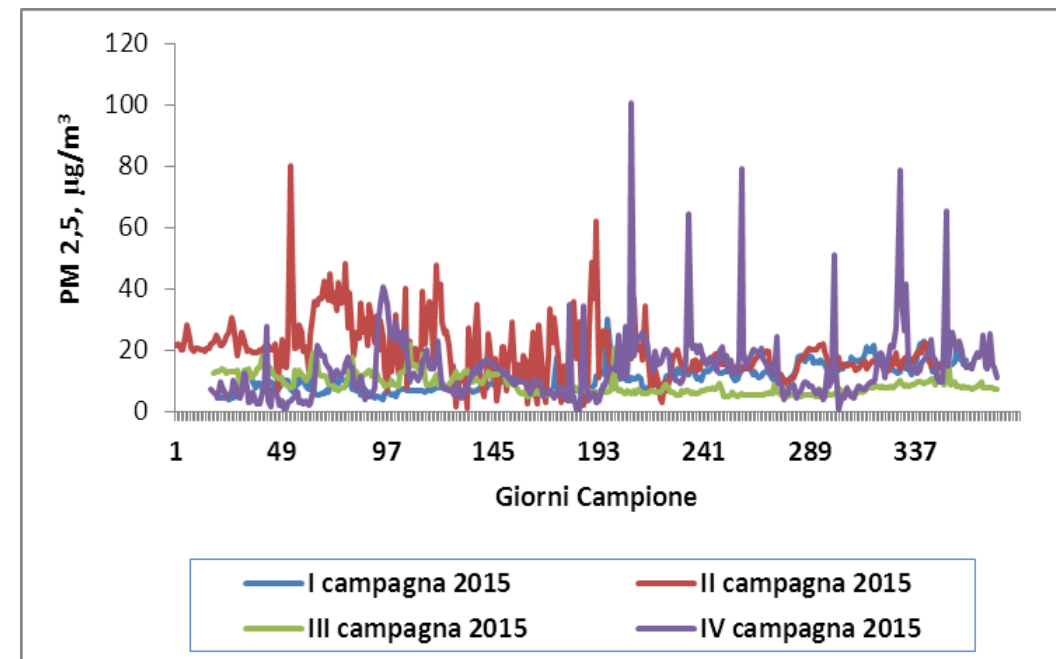


Figura 21- Confronto fra le campagne di campionamento – Anno 2015

5.6 Analisi di Laboratorio

In seguito alle indicazioni del D.Lgs. 155/10 sono state determinate le concentrazioni di Benzo(a)Pirene (Idrocarburi Policiclici Aromatici) e Metalli (Pb, As, Cd, Ni, Hg). Inoltre è stata determinata la concentrazione dei BTEX (Benzene, Toluene, Etilbenzene, Xilene), composti organici volatili dispersi in atmosfera. Le analisi di laboratorio mostrano andamenti coerenti con le caratteristiche della stazione di tipo sub-urbana con concentrazioni che mediamente rispettano i valori limite previsti dalla normativa vigente.

6. PRATM03bis: RISULTATI DI CAMPIONAMENTO

Il campionamento presso il punto Prاتم03 situato nel comune di Villa San Giovanni, è stato condotto in quattro campagne a partire da giugno 2015. Nello specifico

Tabella 28-Distribuzione temporale delle campagne di misura, PRاتم01-anno 2015

| CAMPAGNA | Periodo |
|----------|------------------------------------|
| I | 20 maggio 2015 -3 giugno 2015 |
| II | 10 agosto 2015 – 24 agosto 2015 |
| III | 25 agosto 2015 – 11 settembre 2015 |
| IV | 19 ottobre 2015- 3 novembre 2015 |

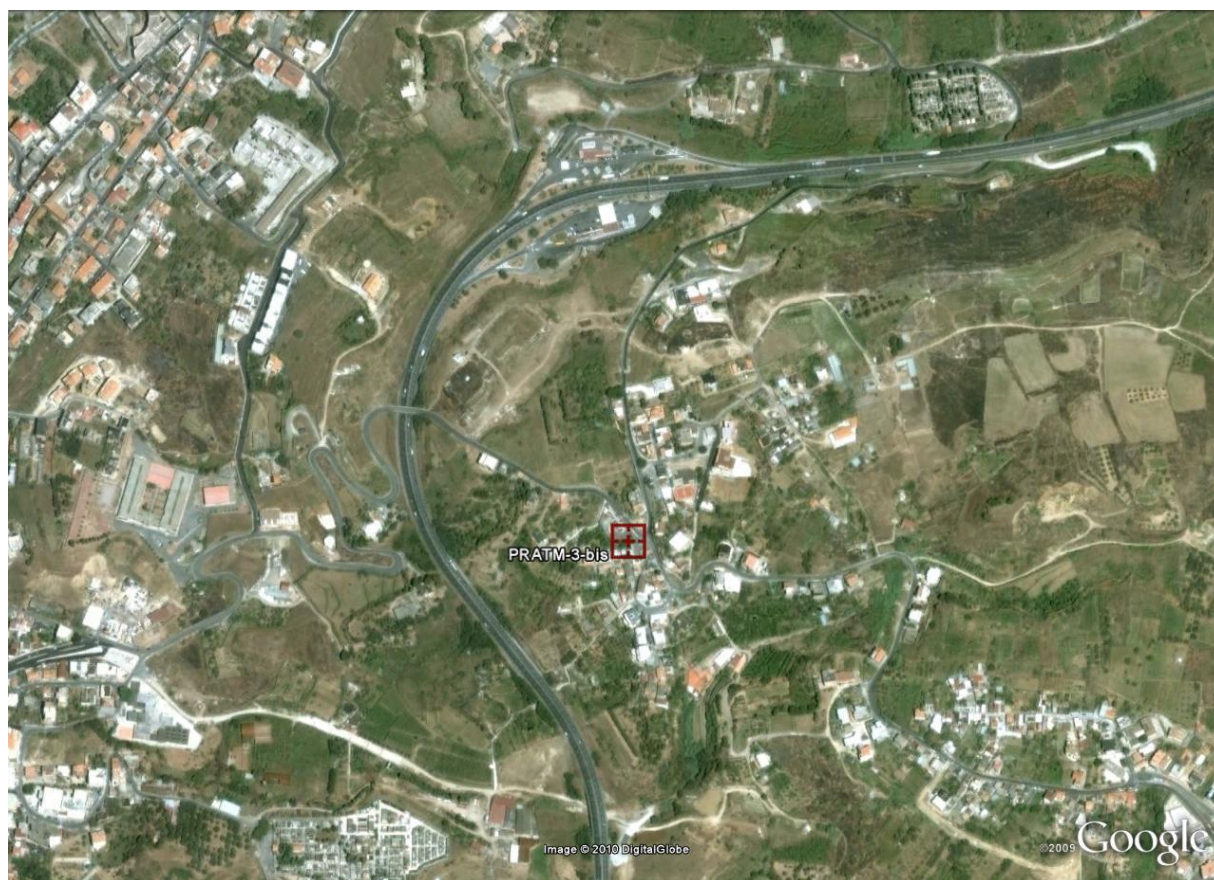


Figura 22- Ubicazione areale del punto di misura Prاتم01 nel comune di Villa San Giovanni loc. Piale (RC).

Di seguito l'andamento dei diversi inquinanti monitorati.

6.1 Inquinamento da Ozono

Tabella 29-Parametri normativi di Riferimento

| Inquinante | Normativa Vigente | Limite orario | Limite (media 8h) | Limite 24h | Limite annuale | Soglia di allarme |
|-------------------------|-------------------|-----------------------|---|------------|----------------|-----------------------|
| Ozono (O ₃) | DLgs 155/10 | 180 µg/m ³ | 120 µg/m ³ da non superare più di 25 volte per anno civile | — | — | 240 µg/m ³ |

Tabella 30- Individuazione del numero di superamenti rilevati per O₃

| Valore limite | Tempo di valutazione | Valore | Numero superamenti |
|-------------------------------|---------------------------|---|--------------------|
| Massima concentrazione oraria | Superamento valore orario | 180 µg/m ³ | 0 |
| Massima media mobile (8h) | Superamento valore su 8 h | 120 µg/m ³ da non superare più di 25 volte per anno civile | 5 |
| Soglia di allarme | Superamento valore orario | 240 µg/m ³ | 0 |

La concentrazione di Ozono rilevata nell'anno 2015 oscilla tra un valore minimo di circa 30µg/m³ e un valore massimo circa 155 µg/m³. Il massimo valore orario, registrato nel giorno 20 maggio 2015 è risultato inferiore sia alla soglia di informazione della popolazione (180 µg/m³) sia al livello di allarme (240 µg/m³) secondo le indicazioni del DLgs 155/10 (Tab.3). L'andamento delle quattro campagne articolate lungo il 2015 mostra il tipico andamento oscillante dell'inquinante, con concentrazioni progressivamente minori in relazione alla riduzione dell'effetto fotochimico nella transazione estate-inverno 2015 (Fig.23).

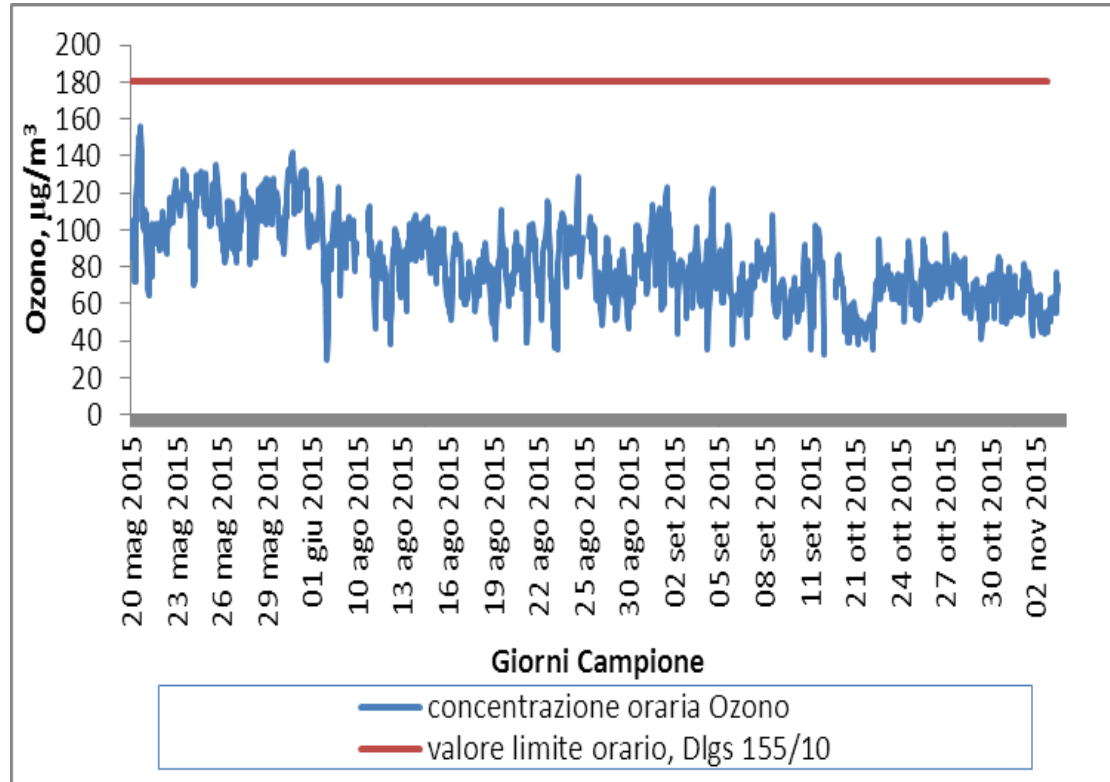


Figura 23- Andamento concentrazione di Ozono nel periodo di osservazione, Anno 2015

31-Andamento parametri statistici Ozono

| CAMPAGNA | Ozono, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | | |
|----------|---------------------------------|--------|-------|--------|
| | media | max | min | devst. |
| I | 107.23 | 155.46 | 29.54 | 16.83 |
| II | 81.29 | 129.01 | 35.10 | 16.05 |
| III | 75.72 | 123.02 | 32.40 | 16.11 |
| IV | 65.12 | 97.52 | 35.75 | 12.03 |

La concentrazione media del periodo mostra oscillazioni tipicamente stagionali (Tab 31). L'andamento della media mobile su 8h mostra il parziale superamento dei valori limite previsti dalla normativa vigente nel periodo 23 maggio 2015- 1 giugno 2015. Nello specifico, la media mobile 8h viene indicata come valore obiettivo la cui massima media giornaliera non deve superare $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ più di 25 volte per anno civile. Durante le campagne di campionamento, svolte nell'anno 2015, tale valore è stato superato 5 volte.

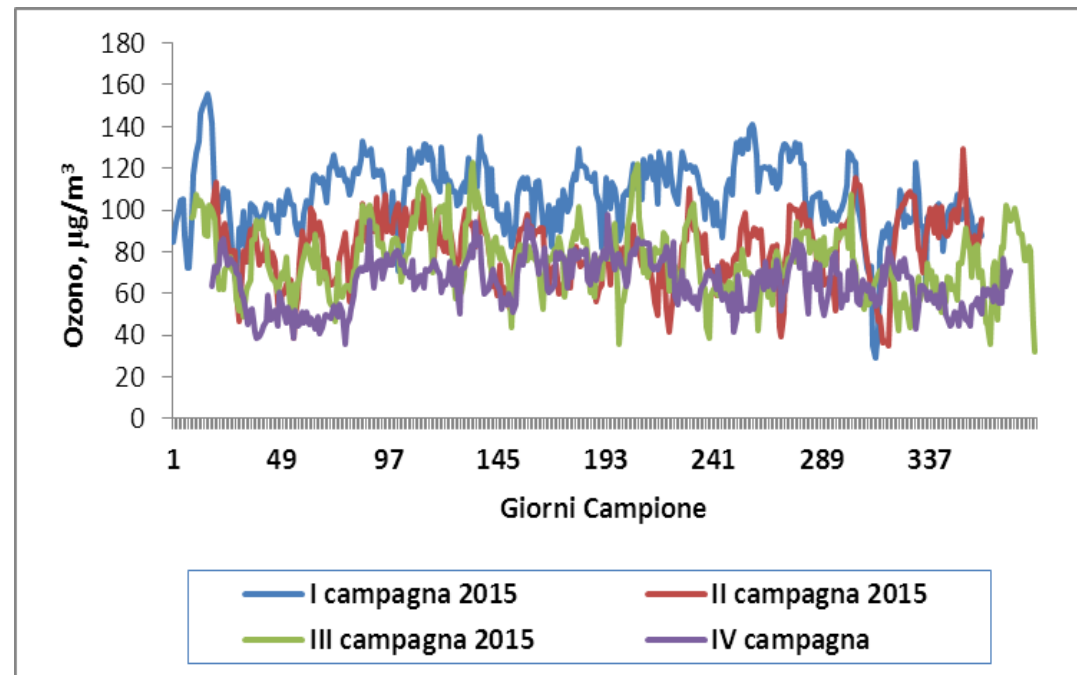


Figura 24 – Confronto fra le campagne di campionamento – Anno 2015

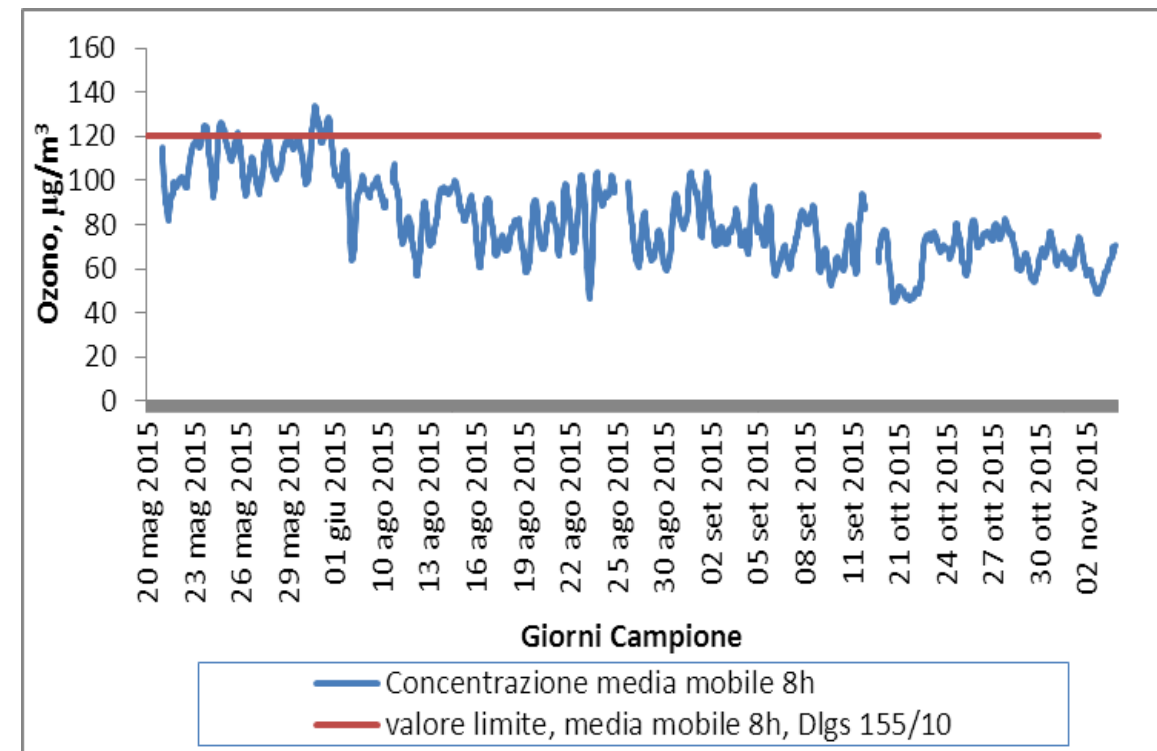


Figura 25- Andamento media mobile 8h

6.2 Inquinamento da Biossido di Azoto

Tabella 32- Parametri normativi di Riferimento

| Inquinante | Normativa Vigente | Limite orario | Limite (media 8h) | Limite 24h | Limite annuale | Soglia di allarme |
|--------------------------------------|-------------------|--|-------------------|------------|----------------------|-----------------------|
| Biossido di Azoto (NO ₂) | DLgs 155/10 | 200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno civile | | — | 40 µg/m ³ | 400 µg/m ³ |

Tabella 33- Individuazione del numero di superamenti rilevati per NO₂

| Tipo limite | Tempo di valutazione | Valore | Numero superamenti |
|-------------------------------|----------------------------------|--|--------------------|
| Massima concentrazione oraria | Superamento valore orario | 200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno civile | 0 |
| Limite annuale | Superamento valore - anno civile | 40 µg/m ³ | NR |
| Soglia di allarme | Superamento valore orario | 400 µg/m ³ | 0 |

Nel punto di misura sito nel Comune di Villa San Giovanni (Pratm03bis), l'andamento della concentrazione oraria (Fig.27) mostra una concentrazione che non supera mai il valore limite normativo di 200 µg/m³. La concentrazione media giornaliera di Biossido di Azoto oscilla tra il valore massimo orario di circa 47 µg/m³ e il valore minimo orario inferiore a 1 µg/m³. La concentrazione media giornaliera si assesta intorno a 10 µg/m³ inferiore al valore limite annuale individuato in 40 µg/m³. La concentrazione massima oraria è stata raggiunta il giorno 20 maggio 2015.

Come nel punto Pratm01, anche in Pratm03bis il confronto fra le campagne (Fig.28) mostra un andamento oscillante orario, tipico dell'evoluzione inquinante in aria urbana, con picchi di concentrazione corrispondenti alla fascia oraria 07:00-18:00 a cui corrisponde una maggiore attività emissiva delle sorgenti antropiche, tra cui traffico e riscaldamento delle civili abitazioni.

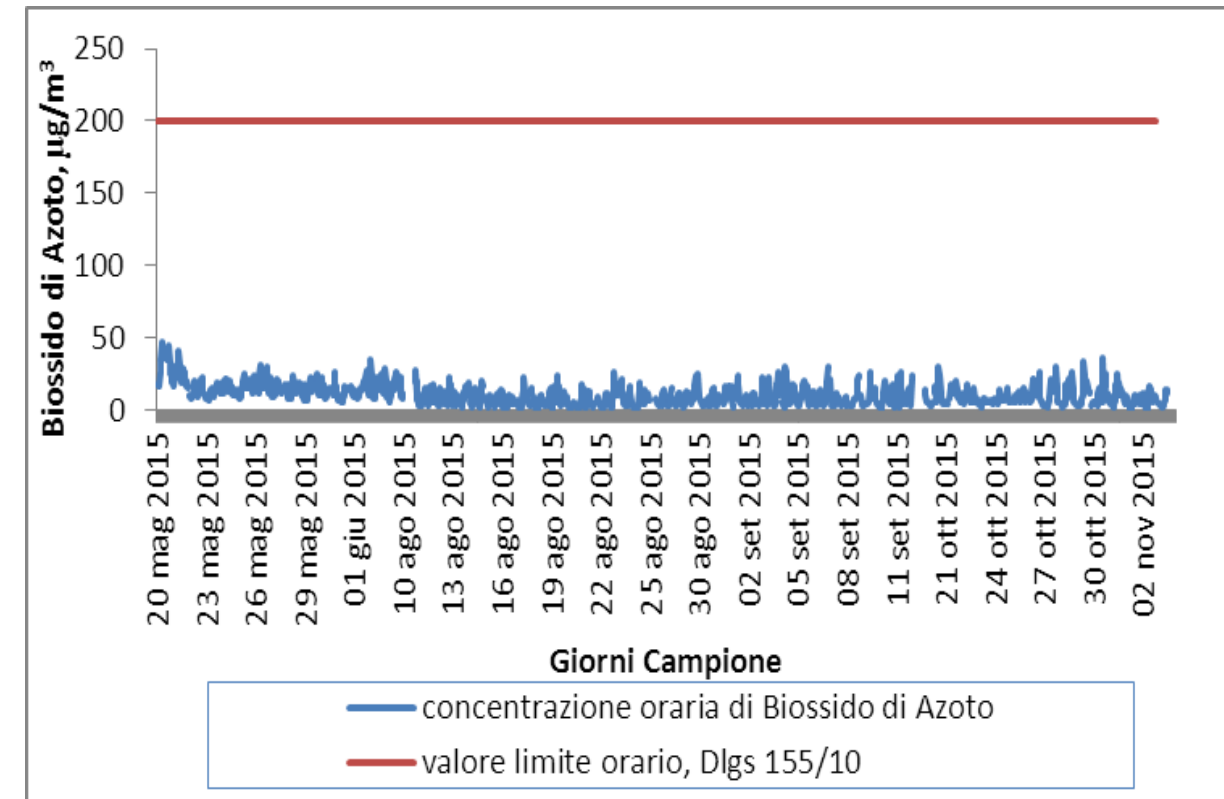


Figura 26 - Andamento concentrazione di Biossido di Azoto nel periodo di osservazione, Anno 2015

Tabella 34-Andamento parametri statistici Biossido di Azoto

| CAMPAGNA | Biossido di Azoto, µg/m ³ | | | |
|----------|--------------------------------------|------|------|--------|
| | media | max | min | devst. |
| I | 16.7 | 46.4 | 4.9 | 7.5 |
| II | 7.4 | 27.5 | 0.01 | 5.0 |
| III | 8.4 | 29.4 | 0.1 | 5.8 |
| IV | 8.8 | 35.6 | 0.4 | 6.0 |

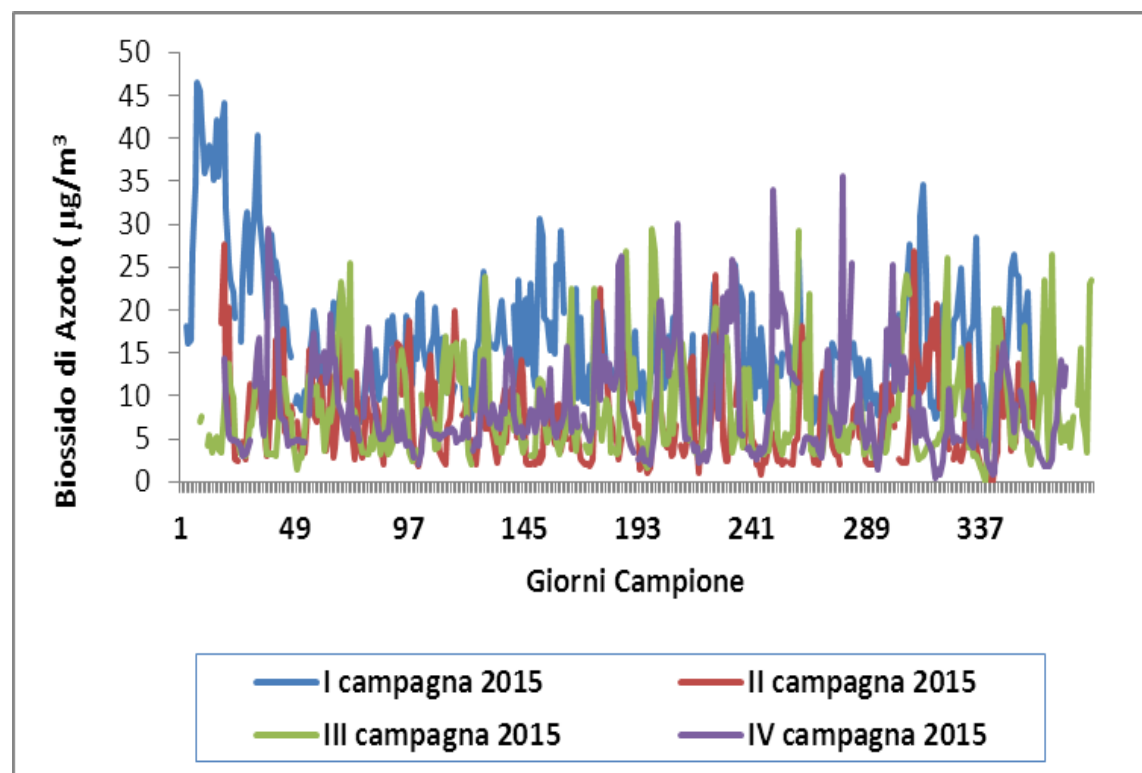


Figura 27- Confronto fra le campagne di campionamento – Anno 2015

6.3 Inquinamento da Monossido di Carbonio

Tabella 35- Parametri normativi di Riferimento

| Inquinante | Normativa Vigente | Limite orario | Limite (media 8h) | Limite 24h | Limite annuale | Soglia di allarme |
|----------------------------|-------------------|---------------|----------------------|------------|----------------|-------------------|
| Monossido di Carbonio (CO) | DLgs 155/10 | — | 10 mg/m ³ | — | — | — |

Come precedentemente descritto, il monossido di carbonio è l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera pertanto viene rappresentato in mg/m³. La concentrazione di Monossido di Carbonio rilevata durante la campagna di misura in Prاتم03bis è tipica di stazioni in posizione sub-urbana, in quanto è sempre inferiore a 1 mg/m³ (Fig 29). La concentrazione massima giornaliera calcolata come media

mobile su 8 h (secondo le indicazioni della normativa vigente) si assesta mediamente intorno a 0.2 mg/m³, con massima concentrazione di media mobile su 8h pari a 0.38 mg/m³,

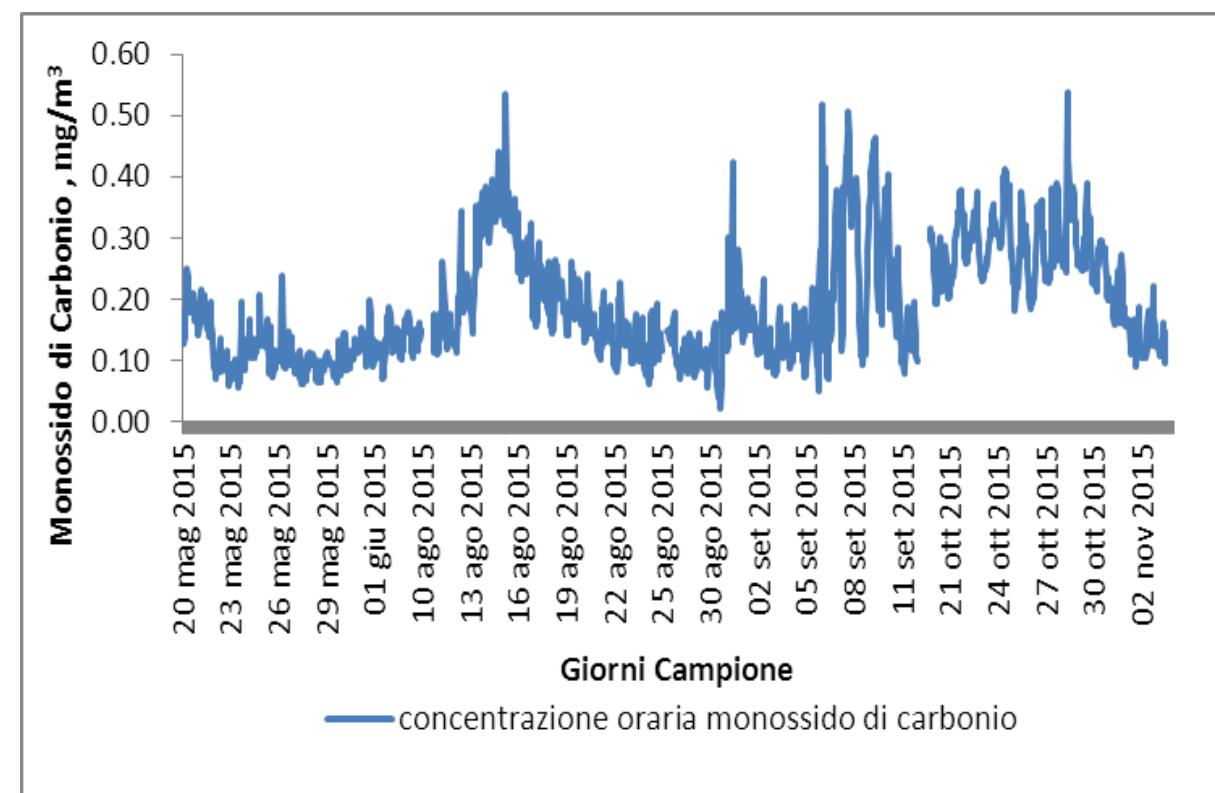


Figura 28- Andamento concentrazione di Monossido di Carbonio nel periodo di osservazione, Anno 2015

Tabella 36- Individuazione del numero di superamenti rilevati per CO

| Tipo limite | Tempo di valutazione | Valore | Numero superamenti |
|---------------------------|---------------------------|----------------------|--------------------|
| Massima media mobile (8h) | Superamento valore su 8 h | 10 mg/m ³ | 0. |

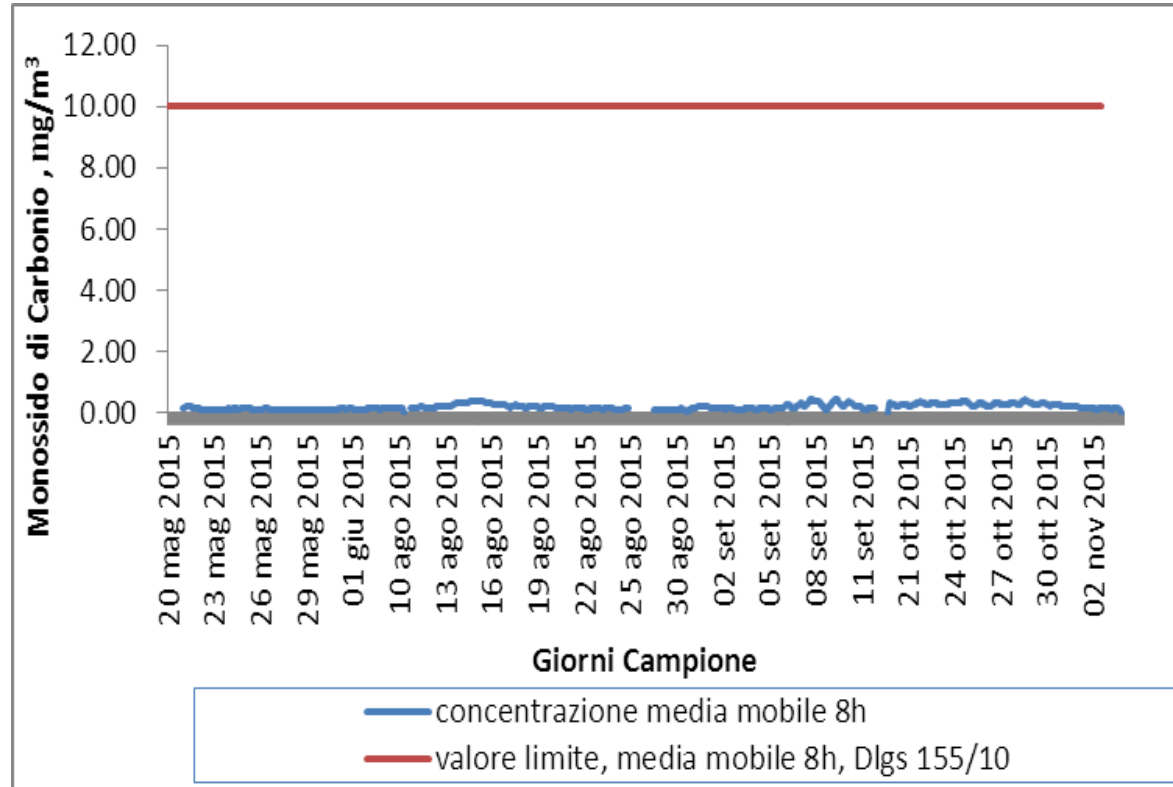


Figura 29- Andamento media mobile 8h

Tabella 37-Andamento parametri statistici

| CAMPAGNA | Monossido di Carbonio, mg/m ³ | | | |
|----------|--|-------|-------|--------|
| | media | max | min | devst. |
| I | 0.122 | 0.250 | 0.056 | 0.036 |
| II | 0.20 | 0.53 | 0.06 | 0.08 |
| III | 0.18 | 0.52 | 0.05 | 0.10 |
| IV | 0.26 | 0.54 | 0.09 | 0.08 |

Il confronto fra le quattro campagne di misura del Monossido di Carbonio, conferma il trend inquinante relativamente basso e confinato in concentrazioni inferiori a 1 mg/m³ in tutto l'anno di osservazione.

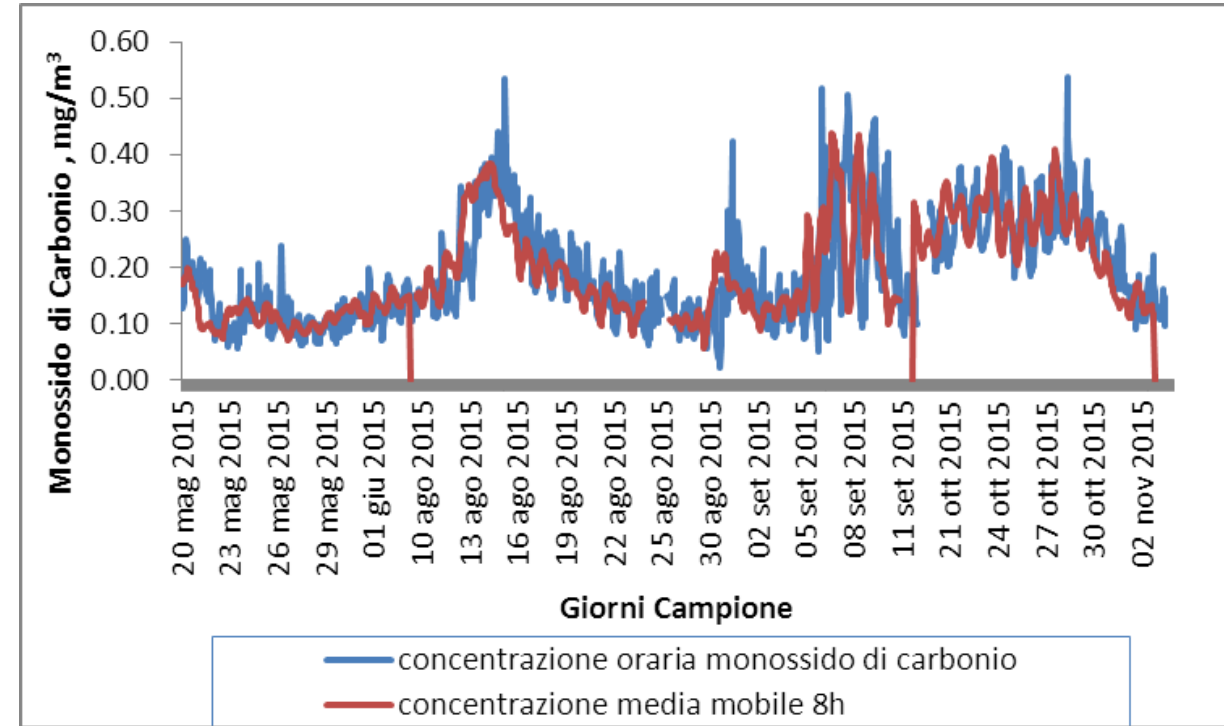


Figura 30- Confronto concentrazione e media mobile 8h

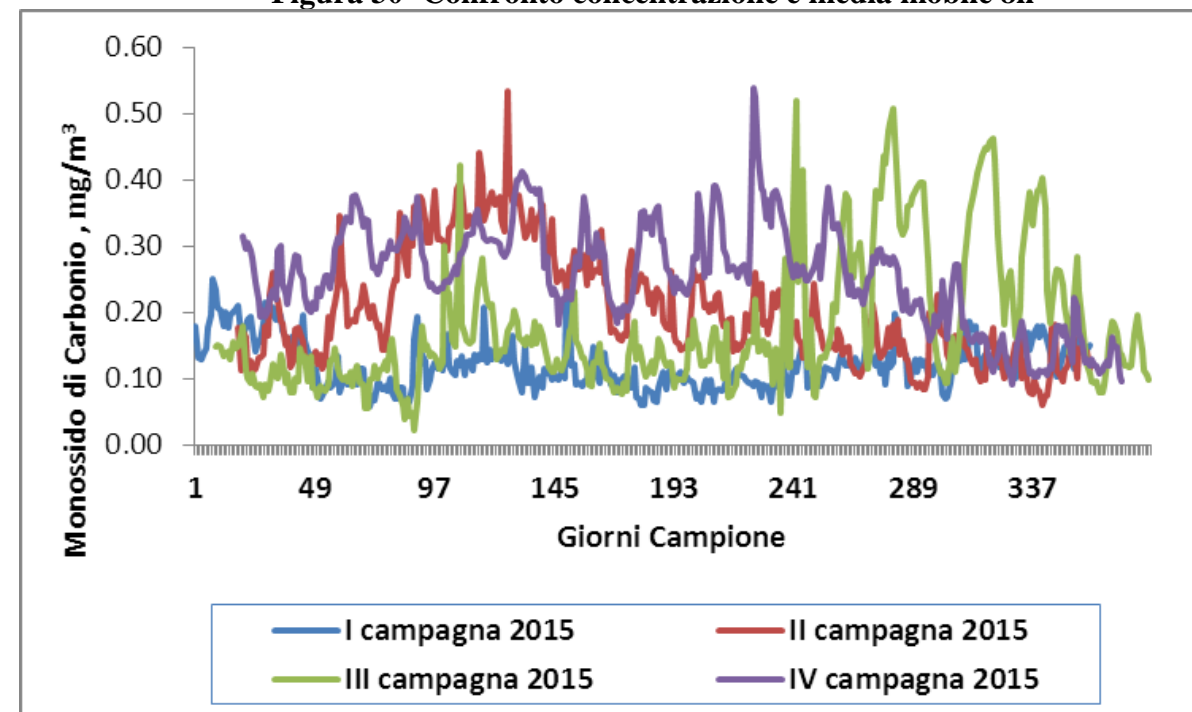


Figura 31- Confronto fra le campagne di campionamento – Anno 2015

6.4 Inquinamento da Biossido di Zolfo

Tabella 38- Parametri normativi di Riferimento

| Inquinante | Normativa Vigente | Limite orario | Limite (media 8h) | Limite 24h | Limite annuale | Soglia di allarme |
|--------------------------------------|-------------------|--|-------------------|---|----------------|-----------------------|
| Biossido di Zolfo (SO ₂) | DLgs 155/10 | 350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per anno civile | — | 125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile | — | 500 µg/m ³ |

Nel punto di misura Prاتم03bis, la concentrazione rilevata si assesta a valori sempre molto inferiori al valore limite normativo, sia orario che come media giornaliera. Il valore massimo orario (7.6 µg/m³), sull'intero periodo di campionamento, è stato registrato nel giorno 20 maggio 2015. Esso risulta inferiore al valore limite, pari a 350 µg/m³, da non superare più di 24 volte per anno civile. Il grafico enfatizza le concentrazioni rilevate, senza riportare il valore limite normativo pari a 350 µg/m³, che, altrimenti, non consentirebbe di osservare le oscillazioni assunte dall'inquinante nei periodi di monitoraggio.

Tabella 39- Valutazione dei superamenti nel periodo di campionamento per SO₂

| Tipo limite | Tempo di valutazione | Valore | Numero superamenti |
|--------------------|----------------------------------|--|--------------------|
| Limite orario | Superamento valore orario | 350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per anno civile | 0 |
| Limite giornaliero | Superamento valore - anno civile | 125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile | 0 |
| Soglia di Allarme | Superamento soglia | 500 µg/m ³ | 0 |

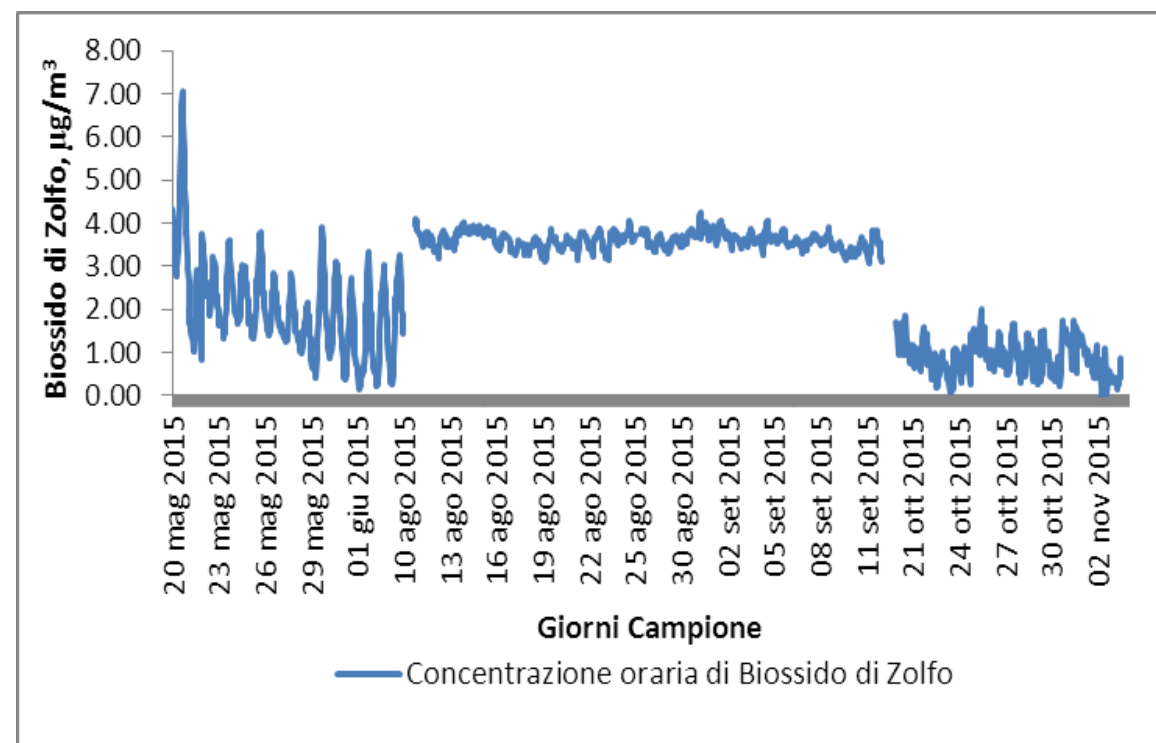


Figura 32- Andamento concentrazione di Biossido di Zolfo nel periodo di osservazione, Anno 2015

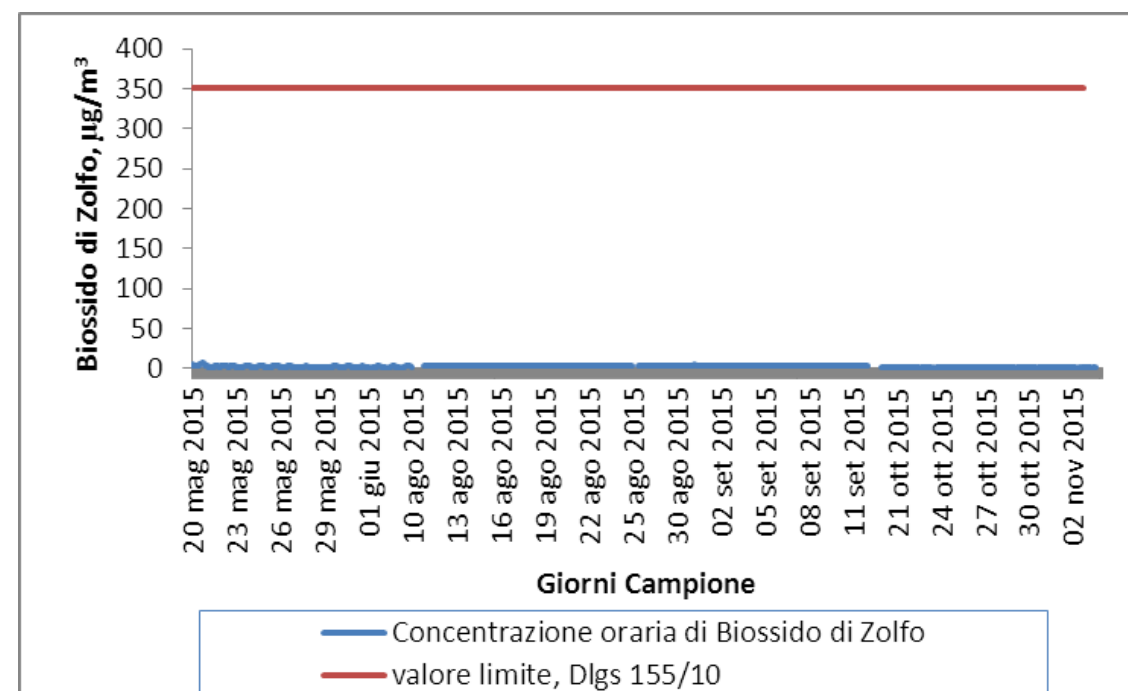


Figura 33- Confronto con il valore limite normativo, Anno 2015

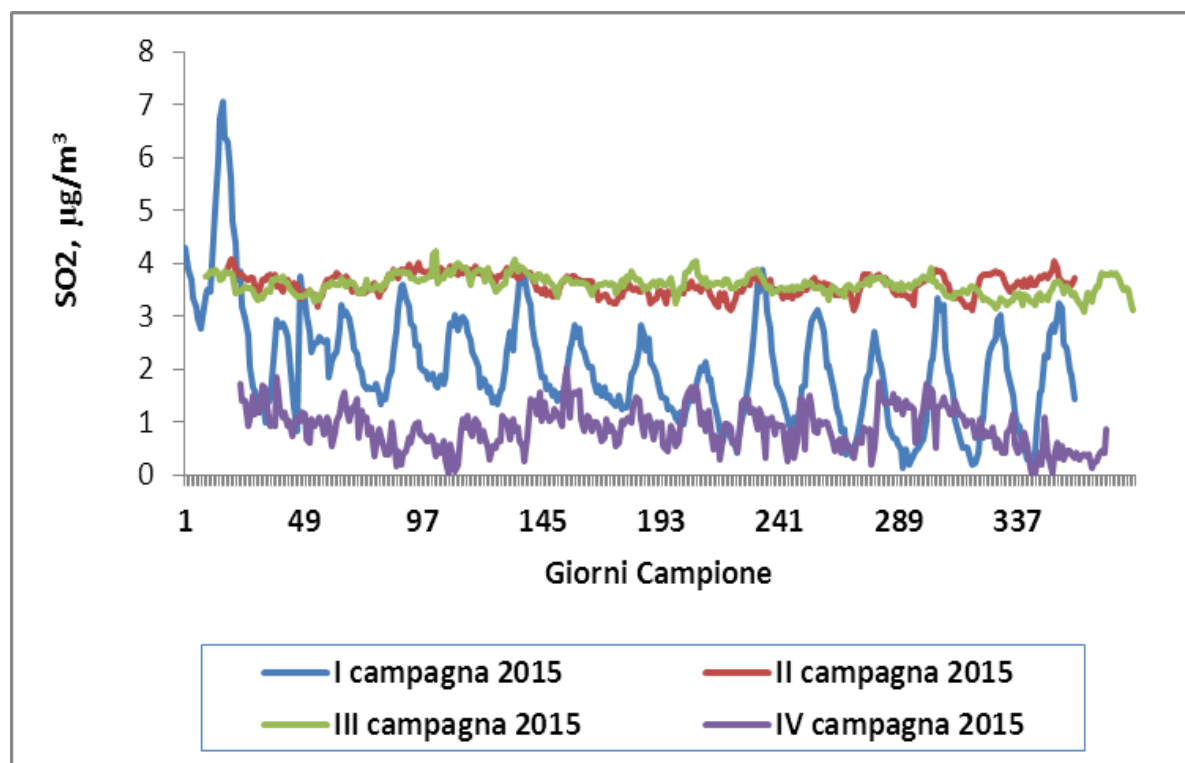


Figura 34- Confronto fra le campagne di campionamento – Anno 2015

Il confronto fra le quattro campagne di misura del Biossido di Zolfo, mostra oscillazioni prevalentemente nelle campagne primaverili (I campagna) e invernali (IV campagna), lasciando un trend uniforme per i mesi centrali in cui non vi è stato l'utilizzo del riscaldamento civile. Questa osservazione porta a concludere che il maggiore produttore di SO₂ nell'atmosfera analizzata è il combustibile usato per la climatizzazione degli ambienti domestici.

Tabella 40-Andamento parametri statistici

| CAMPAGNA | Biossido di Zolfo, mg/m ³ | | | |
|----------|--------------------------------------|------|-------|--------|
| | media | max | min | devst. |
| I | 2.05 | 7.06 | 0.15 | 1.08 |
| II | 3.60 | 4.08 | 3.12 | 0.19 |
| III | 3.60 | 4.24 | 3.08 | 0.18 |
| IV | 0.89 | 2.01 | 0.004 | 0.39 |

6.5 Inquinamento da Polveri Sottili

Il controllo delle polveri sottili, nelle frazioni PTS, PM₁₀ e PM_{2.5} è stato condotto sia in modo gravimetrico che finalizzato alla valutazione dell'andamento orario. La concentrazione gravimetrica, calcolata con metodo manuale come media su 24 ore, mostra il pieno rispetto della normativa vigente, l'andamento orario mette in luce un andamento tipicamente oscillatorio.

6.5.1 Analisi delle Polveri Tali Sospese

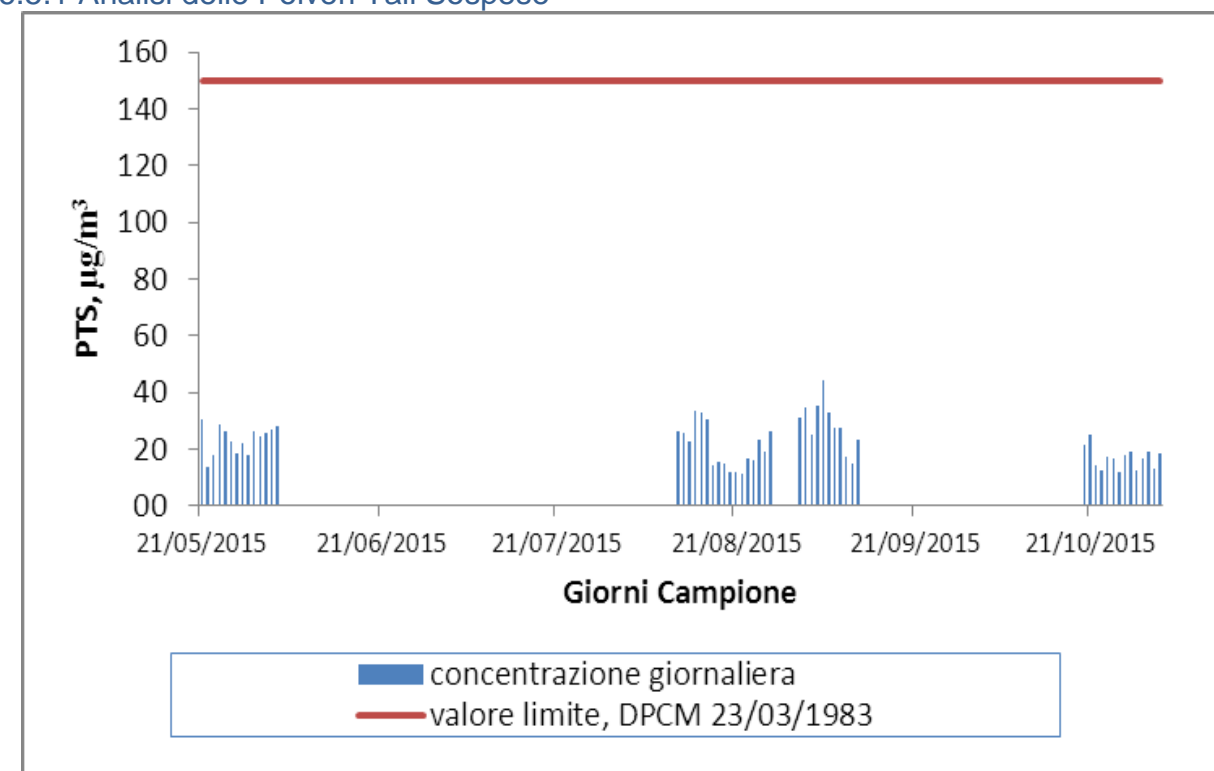


Figura 35- Andamento della concentrazione Anno 2015

Il monitoraggio delle PTS è stato condotto con cadenza giornaliera utilizzando il metodo gravimetrico (DPR 28 marzo 1983, DPCm 203/88). Il trend giornaliero delle PTS si assesta intorno a valori pari a circa 22 µg/m³. La concentrazione, calcolata come valore medio giornaliero su 24 ore, varia fino a raggiungere un valore massimo di circa 44 µg/m³ (Fig. 16). La concentrazione di polveri sottili non supera mai il valore indicato dalla normativa vigente a tutela della salute pubblica (150 µg/m³) né la soglia di allarme (300 µg/m³).

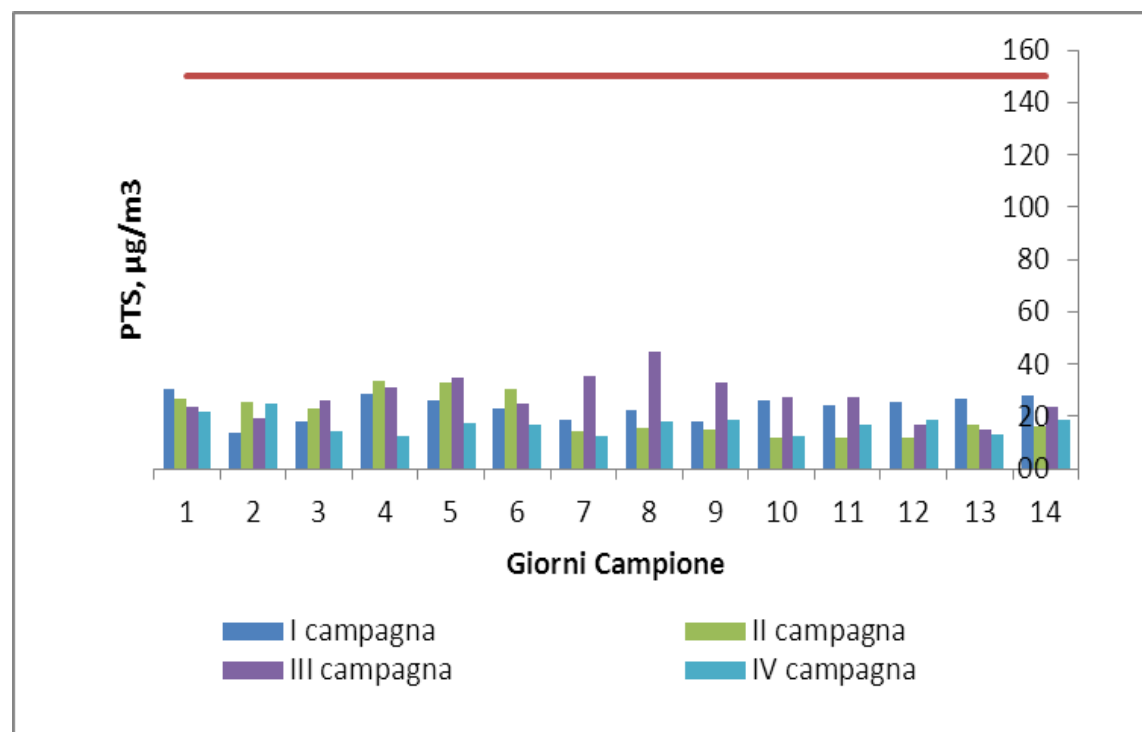


Figura 36- Confronto fra le campagne di campionamento- Anno 2015

Il confronto fra le quattro campagne condotte nel corso del 2015 mostra un andamento uniforme, indice di uno stato di emissioni di polveri costante nell'arco dell'anno. Di seguito il dettaglio delle frazioni coarse (PM10) e fine (PM2.5).

6.5.2 Analisi delle Polveri Sottili frazione PM10

Tabella 41-Parametri normativi di Riferimento

| Inquinante | Normativa Vigente | Limite orario | Limite (media 8h) | Limite 24h | Limite annuale | Soglia di allarme |
|------------------|-------------------|---------------|-------------------|--|----------------------|-------------------|
| PM ₁₀ | DLgs 155/10 | — | — | 50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile | 40 µg/m ³ | — |

La concentrazione di PM10, intesa come media giornaliera non supera mai il valore limite imposto dalla normativa vigente attualmente superabile per non più di 35 volte in anno civile.

Nonostante tale situazione positiva, si osservano picchi di concentrazione che superano la concentrazione limite, anche se con cadenza oraria (Fig. 38). Questo indica che vi è un inquinamento diffuso di PM10, che può portare ad accumuli di concentrazione potenzialmente pericolosi per la salute pubblica. La concentrazione oraria massima rilevata è pari a circa 125 µg/m³ rilevata il giorno 31 agosto 2015.

Tabella 42- Valutazione dei superamenti nel periodo di campionamento per PM₁₀

| Tipo limite | Tempo di valutazione | Valore | Numero superamenti |
|----------------|--------------------------------|----------------------|--------------------|
| Limite annuale | Superamento valore giornaliero | 50 µg/m ³ | 0 |

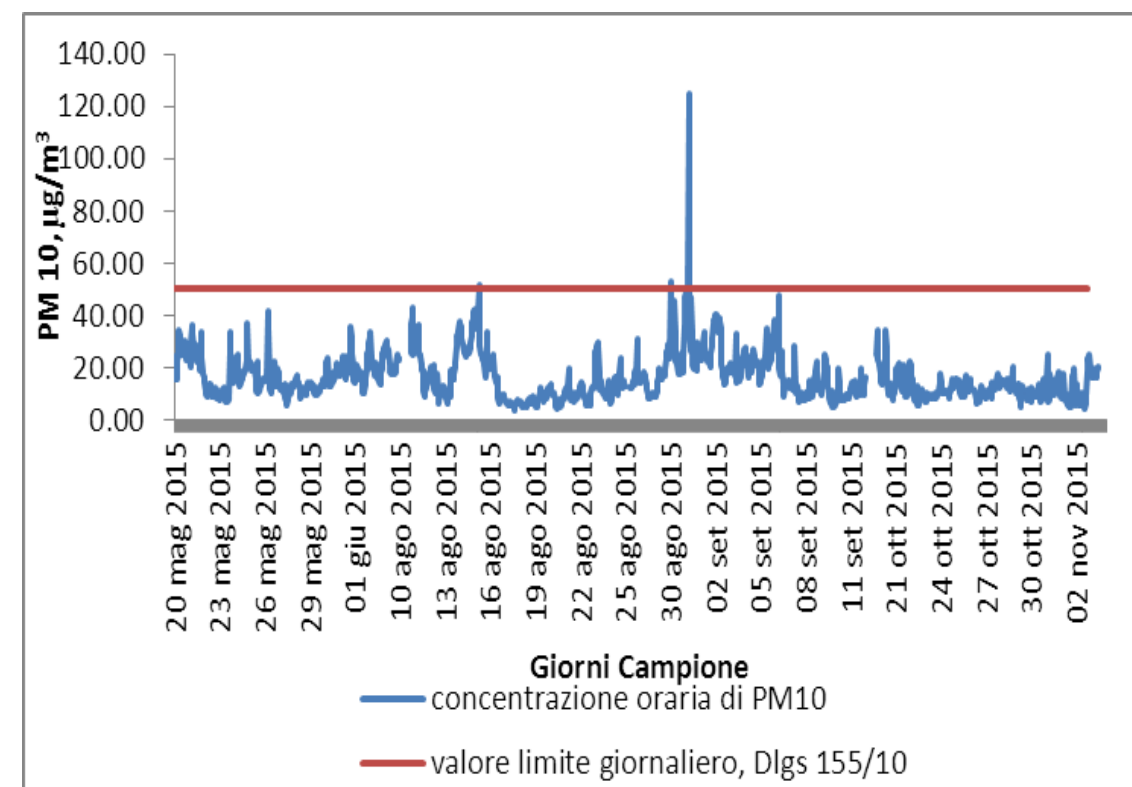


Figura 37- Andamento orario PM10- Anno 2015

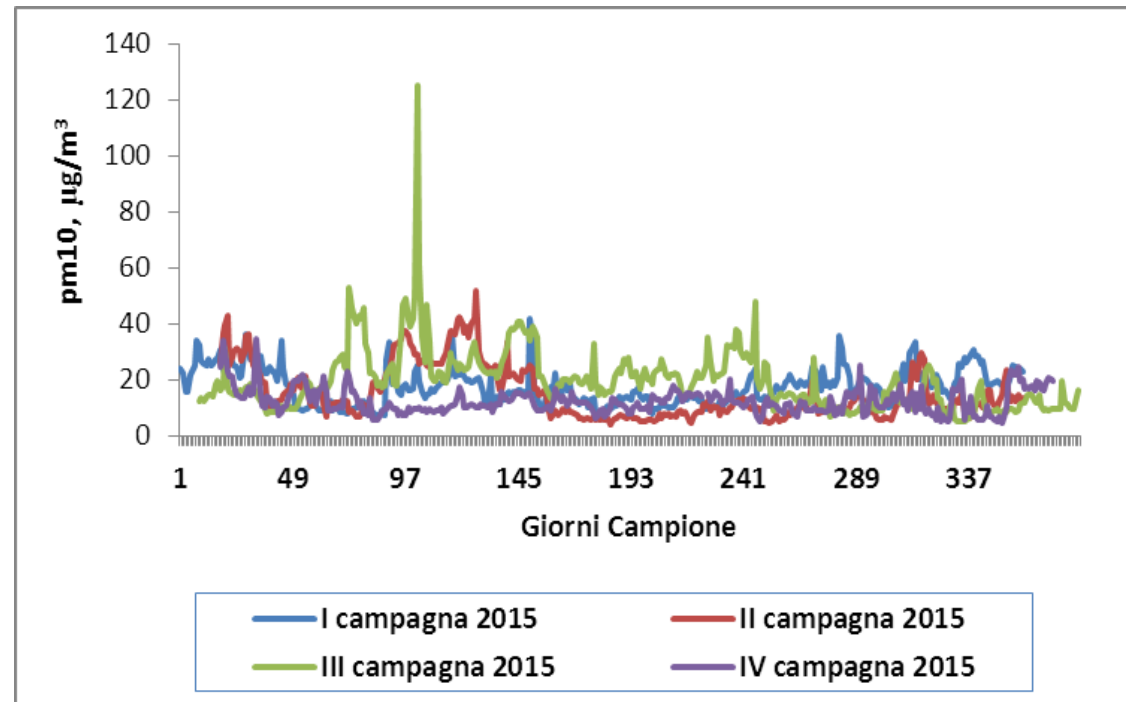


Figura 38- Confronto fra le campagne di campionamento – Anno 2015

Tabella 43-Andamento parametri statistici

| CAMPAGNA | PM10, mg/m ³ | | | |
|----------|-------------------------|--------|------|--------|
| | media | max | min | devst. |
| I | 17.49 | 41.88 | 5.90 | 6.46 |
| II | 15.07 | 51.61 | 3.97 | 9.44 |
| III | 19.49 | 124.85 | 4.94 | 11.02 |
| IV | 12.39 | 34.42 | 4.58 | 4.55 |

6.5.3 Analisi delle Polveri Sottili con diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm (PM_{2.5})

Tabella 44-Parametri normativi di Riferimento

| Inquinante | Normativa Vigente | Limite orario | Limite (media 8h) | Limite 24h | Limite annuale | Soglia di allarme |
|-------------------|-------------------|---------------|-------------------|------------|----------------------|-------------------|
| PM _{2.5} | DLgs 155/10 | — | — | — | 25 µg/m ³ | — |

Tabella 45- Valutazione dei superamenti nel periodo di campionamento per PM_{2.5}

| Tipo limite | Tempo di valutazione | Valore | Numero superamenti |
|----------------|----------------------------------|----------------------|--------------------|
| Limite annuale | Superamento valore - anno civile | 25 µg/m ³ | 0 |

In tutto il periodo di campionamento la concentrazione media giornaliera rilevata è stata sempre inferiore al valore limite annuale (Fig. 40). In media, la concentrazione di PM_{2.5} oscilla tra un valore minimo giornaliero inferiore a 2 µg/m³ e un valore massimo giornaliero di circa 100 µg/m³ (come valore di picco).

Da un punto di vista di impatto annuale, la concentrazione assume un valore medio di circa 9 µg/m³ (che rispetta le indicazioni della normativa vigente..

Tabella 46- Andamento parametri statistici

| CAMPAGNA | PM2.5, mg/m ³ | | | |
|----------|--------------------------|--------|------|--------|
| | media | max | min | devst. |
| I | 8.22 | 24.46 | 2.60 | 3.34 |
| II | 8.09 | 26.47 | 2.55 | 4.69 |
| III | 12.40 | 104.51 | 3.61 | 7.28 |
| IV | 7.31 | 21.86 | 1.65 | 2.59 |

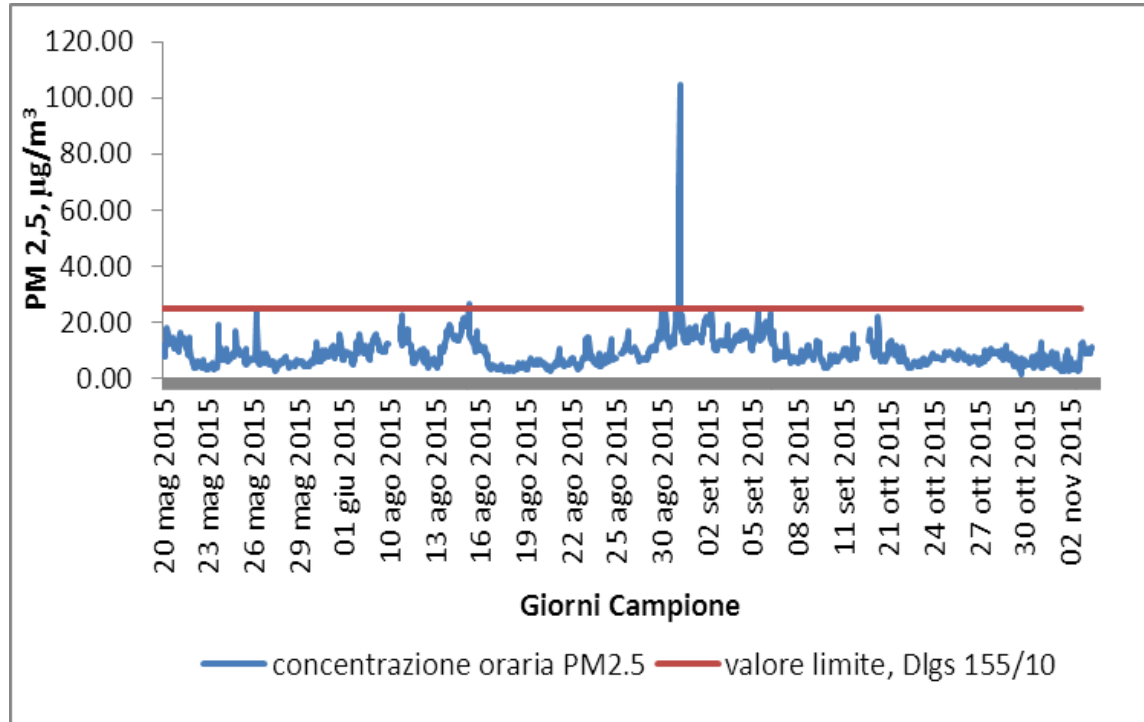


Figura 39- Andamento orario PM2.5- Anno 2015

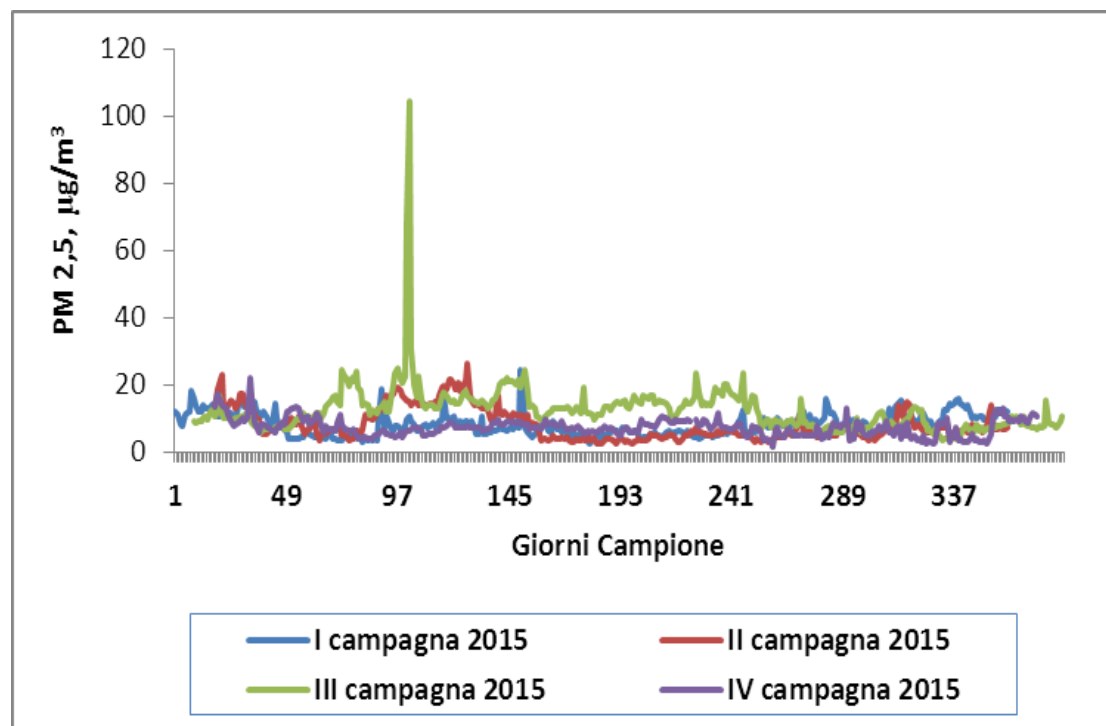


Figura 40- Confronto fra le campagne di campionamento – Anno 2015

6.6 Analisi di Laboratorio

Per tutte le campagne di misura e in ottemperanza alle indicazioni della normativa vigente (Dlgs 155/10) è stato condotto lo screening della componente metallica delle polveri sottili determinando Pb, As, Cd, Ni, Hg. Inoltre è stata valutata la concentrazione di Benzo(a)Pirene l'unico idrocarburo policiclico aromatico attualmente normato. La caratterizzazione chimica delle polveri sottili mostra che non vi sono particolari eventi da segnalare, a meno di sporadici superanebti che in un quadro di osservazione annuale mostrano il pieno rispetto della norma.

Inoltre è stata determinata la concentrazione dei BTEX (Benzene, Toluene, Etilbenzene, Xilene), composti organici volatili dispersi in atmosfera, utilizzando il campionatore diffusivo RADIELLO. Le analisi di laboratorio mostrano andamenti coerenti con le caratteristiche della stazione di tipo sub-urbana con concentrazioni che mediamente rispettano i valori limite previsti dalla normativa vigente. La concentrazione di benzene (unico composto organico volatile normato) permane sempre al di sotto del limite normativo pari a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

7. CONCLUSIONE

Il monitoraggio condotto nel corso dell'anno 2015, articolato in quattro campagne, è stato finalizzato alla valutazione dell'impatto sulla popolazione per le **verifiche di post opera** relative ai lavori di "Ammodernamento ed Adeguamento al tipo 1A delle Norme C.N.R./80 dell'autostrada Salerno-Reggio Calabria nel tratto dal km 423+300 (svincolo di Scilla incluso) al km 433+750 (svincolo di Campo Calabro incluso)".

L'indagine è stata condotta in due specifici punti di misura, nei comuni di Scilla e Villa San Giovanni siti in provincia di Reggio Calabria, in cui sono state individuate stazioni di misura tipo strada suburbana al fine di valutare l'impatto sulla popolazione.

L'indagine è stata condotta in fasi consecutive:

1. Analisi grafica: Confronto fra le concentrazioni in funzione dei valori obiettivo proposti dalla normativa vigente.
2. Analisi delle Ricorrenze: Confronto dei valori limite al fine di individuare il numero di superamenti.

Il confronto delle concentrazioni (concentrazioni medie su 24 ore, concentrazioni medie orarie, concentrazioni media mobile su 8h) è stato finalizzato alla valutazione dei trend inquinanti in funzione delle indicazioni della normativa vigente. Nello specifico:

- La valutazione della concentrazione media giornaliera ha lo scopo di valutare l'impatto sulla popolazione, in quanto è la concentrazione totale a cui il cittadino è esposto nell'arco delle 24 ore.
- La valutazione della concentrazione oraria ha lo scopo di valutare le soglie di informazione per la tutela della salute pubblica. Si applica a quegli inquinanti per cui è necessario segnalare il verificarsi di picchi di concentrazione.
- La valutazione della concentrazione come media mobile su 8h quando è richiesta dalla normativa;
- La valutazione della concentrazione come media annuale è stata utilizzata al solo fine di individuare una tendenza. Infatti, il campionamento di 14 giorni non consente l'applicazione normata del limite annuale.

I risultati dell'indagine condotta sono stati utilizzati per determinare un indice di qualità dell'aria, il cui utilizzo fotografa il territorio dandone una immediata lettura. Di seguito l'analisi per singoli inquinanti.

- O₃:

- **Valore limite per la tutela della salute pubblica** (180 µg/m³): Non si sono verificati superamenti in entrambi i punti di campionamento.
- **Valore limite su media mobile 8h** (120 µg/m³). Si sono verificati episodi di superamento in entrambi i punti di campionamento. Attualmente i superamenti consentiti dalla normativa vigente sono 25 in un anno civile, pertanto i punti di misura risulta rispettare pienamente la normativa (D.Lgs. 155/10) in quanto sono stati rilevati 6 superamenti in Prtm01 e 5 superamenti in Prtm03bis.
- NO₂
 - **Valore limite per la tutela della salute pubblica** (200 µg/m³): Non si sono verificati episodi di superamento in alcun punto di campionamento. Attualmente i superamenti consentiti dalla normativa vigente sono 18 in un anno civile, pertanto il punto di misura risulta rispettare pienamente la normativa (D.Lgs. 155/10).
- CO
 - **Valore limite per la tutela della salute pubblica su media mobile 8h** (10 mg/m³): Non si sono verificati episodi di superamento in alcun punto di campionamento.
- SO₂
 - **Valore limite per la tutela della salute pubblica** (125 µg/m³): Non si sono verificati episodi di superamento in alcun punto di campionamento. Attualmente i superamenti consentiti dalla normativa vigente sono 3 in un anno civile, pertanto il punto di misura risulta rispettare pienamente la normativa (D.Lgs. 155/10).
- PM₁₀
 - **Valore limite per la tutela della salute pubblica** (50 µg/m³): Non si sono verificati episodi di superamento in alcun punto di campionamento.
- PM_{2,5}
 - **Valore limite per la tutela della salute pubblica** (25 µg/m³): Non si sono verificati episodi di superamento in alcun punto di campionamento.
- PTS
 - **Valore limite per la tutela della salute pubblica** (150 µg/m³): Non si sono verificati episodi di superamento in alcun punto di campionamento.

Per ogni inquinante oggetto d'indagine è stato valutato il corrispondente indice qualitativo, al fine di determinare lo stato di qualità dell'aria nel punto esaminato (Tab. 47, Tab 49).

Nonostante il superamento sporadico della media mobile su 8h, il numero di superamenti rilevato rispetta le indicazioni della normativa vigente consentendo il permanere dell'indice di qualità dell'aria nella prima classe.

Tabella 47- Valutazione Indice di Qualità dell'Aria nei punti individuati, e legenda colorimetrica



| Stazione | Anno 2015 |
|------------|---|
| PRATM01 |  |
| PRATM03bis |  |

Tabella 48- Valutazione Indice di Qualità dell'Aria nei punti individuati, e legenda colorimetrica

| | |
|---|--|
|  | Non ci sono superamenti, o il numero di superamenti verificatosi rispetta pienamente le indicazioni della normativa vigente. |
|  | Il numero di superamenti verificatosi rispetta le indicazioni della normativa vigente, ma il punto di misura necessita di monitoraggio con maggiore frequenza. |
|  | Il numero di superamenti verificatosi non rispetta le indicazioni della normativa vigente. |

Le quattro campagne di campionamento, eseguite per ogni punto di misura, consentono di verificare lo stato di inquinamento atmosferico diffuso e determinare l'impatto sulla popolazione delle sorgenti di emissione. Le aree oggetto di indagine, sono state classificate come recettori sensibili dell'impatto delle emissioni autostradali, proprio in quanto l'inquinamento presente è prevalentemente dovuto al traffico. In questo contesto è necessario distinguere tra emissione locale e emissione trasportata. Nel primo caso, l'inquinamento è imputabile alla sorgente traffico-locale che transita anche in prossimità della stazione di monitoraggio. Nel secondo caso è il risultato dell'azione dei venti che consentono il trasporto degli inquinanti dall'assetto autostradale ai punti in cui è ubicata la stazione. Le osservazioni effettuate durante il monitoraggio, la concentrazione degli inquinanti determinata e la caratterizzazione chimica delle polveri consentono di concludere che nei punti di misura Prاتم01 e Prاتم03bis non è stata osservata un'azione inquinante rilevante, ma le concentrazioni presenti in atmosfera sono in linea con lo stato atmosferico delle aree sub-urbane e periferiche. Pertanto, nei punti PRATM01 e PRATM03bis, si può concludere che

I Punti di Misura rispettano le indicazioni per la tutela della qualità dell'aria (Tab. 49).

Tabella 49- Tabella riassuntiva numero superamenti del valore limite normativo nei punti PRATM01 e PRATM03bis

| PERIODO | Punto di misura | Numero di superamenti per inquinante | | | | | | |
|-----------|-----------------|--------------------------------------|-----------------|----|------------------|-------------------|-----------------|----|
| | | O ₃ | NO ₂ | CO | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | |
| Anno 2015 | PRATM01 | Limite media mobile (8h) | 6 | -- | 0 | -- | -- | -- |
| | | Limite orario (1h) | 0 | 0 | -- | -- | -- | 0 |
| | | Limite giornaliero (24h) | -- | -- | -- | 0 | 0 | 0 |
| | | Limite annuale (anno-civile) | -- | NR | -- | NR | NR | -- |
| | PRATM03bis | Limite media mobile (8h) | 5 | -- | 0 | -- | -- | -- |
| | | Limite orario (1h) | 0 | 0 | -- | -- | -- | 0 |
| | | Limite giornaliero (24h) | -- | -- | -- | 0 | 0 | 0 |
| | | Limite annuale (anno-civile) | -- | NR | -- | NR | NR | -- |