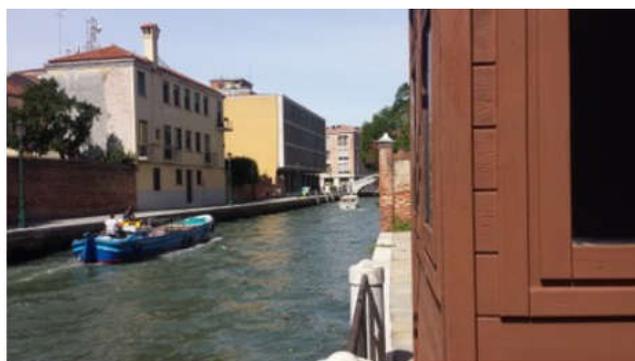


# Campagna di Monitoraggio della Qualità dell'Aria

## Comune di Venezia

### Rio Novo



**Periodo di attuazione:**  
1 settembre – 31 dicembre 2017

**RELAZIONE TECNICA**

## **ARPAV**

### **Direttore Generale**

*Nicola Dell'Acqua*

### **Direttore Tecnico**

*Carlo Terrabujo*

### **Dipartimento Provinciale di Venezia**

*Loris Tomiato*

### **Progetto e realizzazione**

#### **Servizio Stato dell'Ambiente**

*Marco Ostoich*

*Silvia Pistollato, Enzo Tarabotti, Luca Coraluppi*

### **Con la collaborazione di:**

#### **Servizio Meteorologico di Teolo**

#### **Ufficio Agrometeorologia e Meteorologia Ambientale**

*Maria Sansone*

#### **Dipartimento Regionale Laboratori**

*Francesca Daprà*

Febbraio 2018

La presente Relazione tecnica può essere riprodotta solo integralmente. L'utilizzo parziale richiede l'approvazione scritta del Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia e la citazione della fonte stessa.

## **INDICE**

1. Introduzione e obiettivi specifici della campagna	pag. 4
2. Caratterizzazione del sito e tempistiche di realizzazione	pag. 4
3. Contestualizzazione meteo - climatica dell'area	pag. 6
4. Inquinanti monitorati e normativa di riferimento	pag. 8
5. Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi	pag. 8
6. Efficienza di campionamento	pag. 9
7. Analisi dei dati rilevati	pag. 9
8. Procedura di confronto con un sito della terraferma	pag. 12
9. Valutazione dell'IQA (Indice Qualità Aria)	pag. 13
10. Conclusioni	pag. 14
ALLEGATO 1 - Grafici	pag. 16
ALLEGATO 2 - Glossario	pag. 21

## 1. Introduzione e obiettivi specifici della campagna

Nell'ultimo decennio la qualità dell'aria del Comune di Venezia è stata monitorata in continuo da tre stazioni fisse della Rete Regionale di monitoraggio: Parco Bissuola a Mestre (tipologia Background Urbano, BU), via Tagliamento a Mestre (tipologia Traffico Urbano, TU) e Sacca Fisola a Venezia insulare (tipologia Background Urbano). In aggiunta dal 2013 è attiva la stazione di monitoraggio di via Beccaria a Marghera (tipologia Traffico Urbano).

In seguito ad alcuni esposti di cittadini veneziani che lamentano situazioni di inquinamento atmosferico causate dall'intenso traffico acqueo lungo i canali di Venezia, il Dipartimento ARPAV di Venezia, in collaborazione con il Comune di Venezia, ha predisposto una stazione di monitoraggio della qualità dell'aria in centro storico (*Accordo di collaborazione tra ARPAV e Comune di Venezia del 8 agosto 2017*).

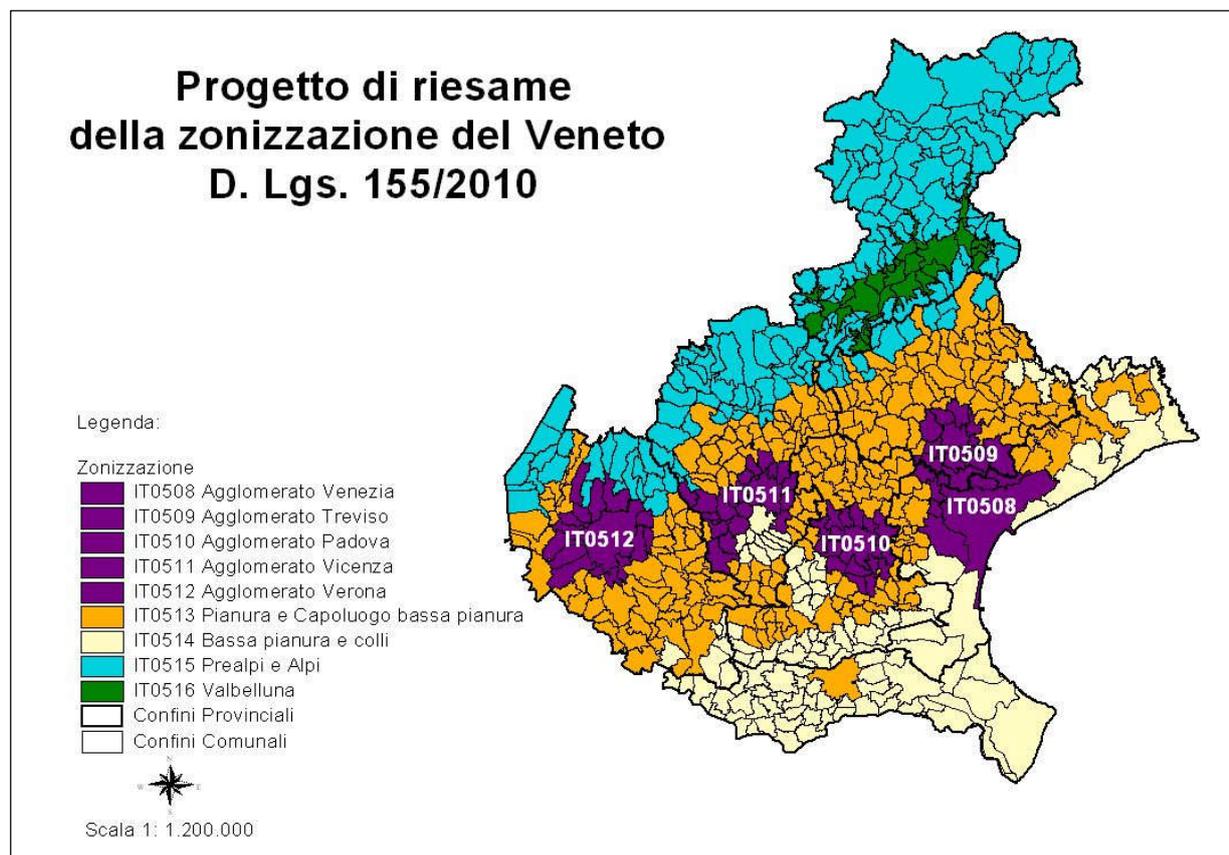
Il monitoraggio ha permesso di fornire informazioni sulla qualità dell'aria all'incrocio tra il Rio dei Tolentini ed il Rio del Malcanton, di fronte alla Fondamenta Rio Novo. Allo scopo sono stati installati analizzatori in continuo dei principali inquinanti atmosferici (CO, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>) all'interno di una vecchia garitta dei Vigili urbani appositamente ristrutturata.

La relazione si propone l'obiettivo di riassumere i risultati del monitoraggio da settembre a dicembre 2017 e di confrontarli con i valori registrati nel medesimo periodo presso le altre stazioni fisse di misura della qualità dell'aria del Comune di Venezia.

## 2. Caratterizzazione del sito e tempistiche di realizzazione

Il monitoraggio della qualità dell'aria a Rio Novo è iniziato l'1 settembre 2017 ed è previsto fino al 31 agosto 2018 (salvo eventuale proroga), grazie alla convenzione in essere con l'Amministrazione comunale di Venezia. L'area sottoposta a monitoraggio si trova a Venezia centro storico, di fronte alla Fondamenta Rio Novo, ed è di tipologia Traffico Urbano acqueo (in sigla TU-acqueo).

Il Comune di Venezia ricade nella zona "Agglomerato Venezia", ai sensi della zonizzazione regionale approvata con DGR n. 2130/2012 e rappresentata in Figura 1. In Figura 2 è indicata l'ubicazione del punto sottoposto a monitoraggio su Google Maps.



**Figura 1.** Zonizzazione del territorio regionale approvata con DGR n. 2130/2012.



**Figura 2.** Localizzazione geografica della stazione rilocabile a Venezia, fronte Fondamenta Rio Nuovo.

### 3. Contestualizzazione meteo - climatica dell'area

La situazione meteorologica è stata analizzata mediante l'uso di diagrammi circolari nei quali si riporta la frequenza dei giorni con caratteristiche di piovosità e ventilazione definite in tre classi:

- in rosso (precipitazione giornaliera inferiore a 1 mm e intensità media del vento minore di 1.5 m/s): condizioni poco favorevoli alla dispersione degli inquinanti;
- in giallo (precipitazione giornaliera compresa tra 1 e 6 mm e intensità media del vento nell'intervallo 1.5 m/s e 3 m/s): situazioni debolmente dispersive;
- in verde (precipitazione giornaliera superiore a 6 mm e intensità media del vento maggiore di 3 m/s): situazioni molto favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

I valori delle soglie per la ripartizione nelle tre classi sono state individuate in maniera empirica in base ad un campione pluriennale di dati.

Per la descrizione della situazione meteorologica si è scelto di utilizzare i dati della stazione di Venezia Istituto Cavanis (codice 252, VE), che è dotata di anemometro a 10 m; si fa presente che tale stazione è collocata sul tetto di un palazzo, quindi pur essendo vicina al sito di svolgimento della campagna (distanza inferiore a 2 km), potrebbe registrare dei venti di intensità superiore a quelli che interessano l'area della campagna e anche la direzione del vento potrebbe essere leggermente diversa a causa dell'interazione dei venti con i palazzi circostanti; quindi tale riferimento è solo indicativo.

In Figura 3 si mettono a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati rilevati presso la stazione meteorologica ARPAV di Venezia Istituto Cavanis (252 - VE) nei tre periodi:

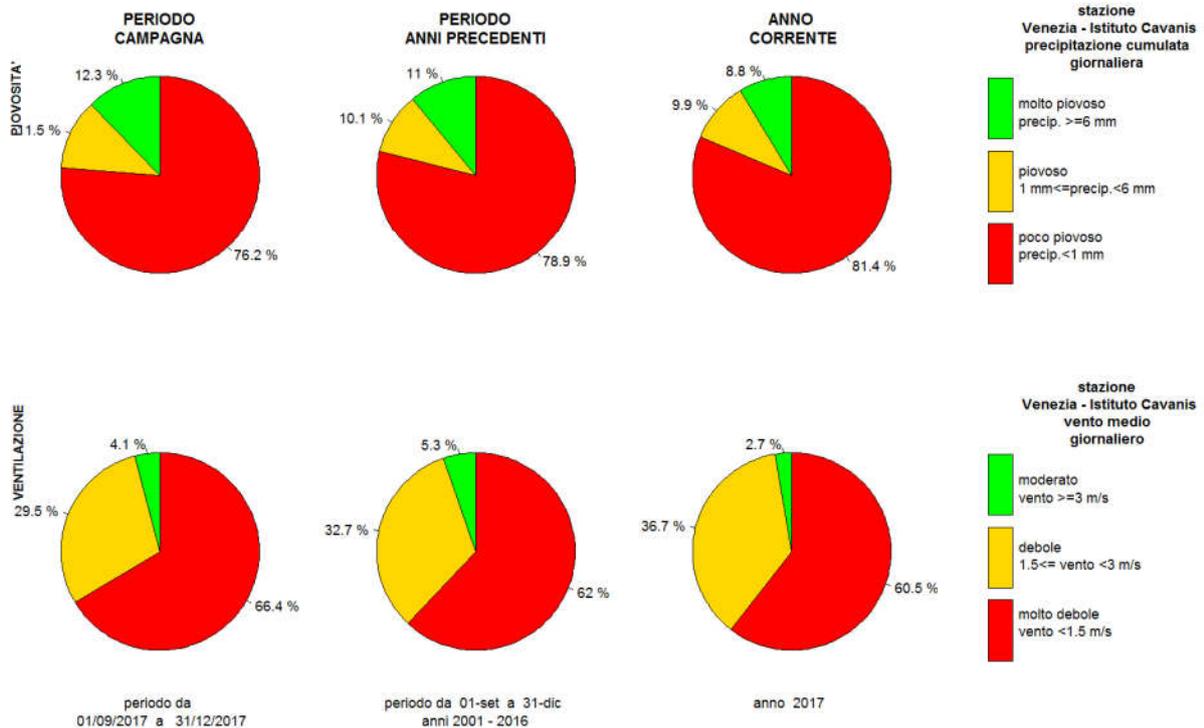
- 1 settembre - 31 dicembre 2017, periodo di svolgimento della campagna di misura;
- 1 settembre - 31 dicembre dall'anno 2001 all'anno 2016 (pentadi di riferimento, cioè PERIODO ANNI PRECEDENTI);
- 1 gennaio - 31 dicembre 2017 (ANNO CORRENTE).

Dal confronto dei diagrammi circolari risulta che durante il periodo di svolgimento della campagna di misura:

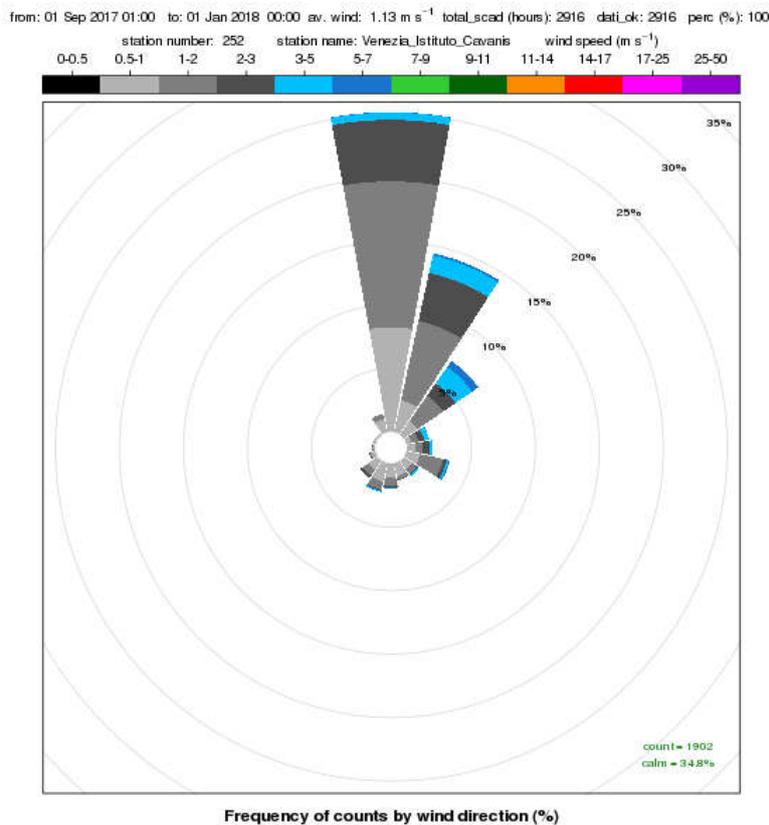
- la distribuzione delle giornate in base alla piovosità è simile a quella dello stesso periodo degli anni precedenti, mentre rispetto all'anno corrente sono un po' meno frequenti i giorni poco piovosi;
- i giorni con vento molto debole sono stati un po' più frequenti rispetto ad entrambi i periodi di riferimento.

In Figura 4 si riporta la rosa dei venti a scansione oraria registrati presso la stazione di Venezia Istituto Cavanis durante lo svolgimento della campagna di misura: da essa si evince che la direzione prevalente di provenienza del vento è nord (circa 25% dei casi), seguita da nord-nord-est (circa 14%), e nord-est (circa 7%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è stata pari a circa 35%; la velocità media pari a circa 1.1 m/s.

### DISTRIBUZIONE PIOVOSITA' E VENTILAZIONE



**Figura 3.** Diagrammi circolari con frequenza dei casi di vento e pioggia nelle diverse classi: rosso (scarsa dispersione), giallo (debole dispersione), verde (forte dispersione). Confronto tra le condizioni in atto nel periodo di svolgimento della CAMPAGNA DI MISURA, nel periodo pentadale corrispondente degli anni precedenti (PERIODO ANNI PRECEDENTI) e durante l'intero anno in corso (ANNO CORRENTE)



**Figura 4.** Rosa dei venti a scansione oraria registrati presso la stazione meteorologica di Venezia Istituto Cavanis nel periodo 1 settembre - 31 dicembre 2017

#### 4. Inquinanti monitorati e normativa di riferimento

La stazione rilocabile è dotata di analizzatori in continuo per il campionamento e la misura degli inquinanti individuati dalla normativa vigente inerente l'inquinamento atmosferico e più precisamente: monossido di carbonio (CO), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), ozono (O<sub>3</sub>), e polveri inalabili (PM<sub>10</sub>).

Per tutti gli inquinanti considerati sono in vigore i limiti individuati dal D.lgs. 13/08/2010, n. 155. Nelle tabelle seguenti si riportano, per ciascun inquinante, i limiti di legge previsti dal D.lgs. n. 155/2010, suddivisi in limiti di legge a mediazione di breve periodo (Tabella 2), limiti di legge a mediazione di lungo periodo (Tabella 3) e limiti di legge per la protezione degli ecosistemi (Tabella 4).

**Tabella 1. Limiti di legge a mediazione di breve periodo**

Inquinante	Tipologia	Valore
NO <sub>2</sub>	Soglia di allarme (*)	400 µg/m <sup>3</sup>
	Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile	200 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>	Limite di 24 h da non superare più di 35 volte per anno civile	50 µg/m <sup>3</sup>
CO	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h	10 mg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	Soglia di informazione (Media 1 h)	180 µg/m <sup>3</sup>
	Soglia di allarme (Media 1 h)	240 µg/m <sup>3</sup>
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni (altrimenti su 1 anno) Media su 8 h massima giornaliera	120 µg/m <sup>3</sup>
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana Media su 8 h massima giornaliera	120 µg/m <sup>3</sup>

(\*) misurato per 3 ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria in un'area di almeno 100 Km<sup>2</sup>, oppure in un'intera zona o agglomerato nel caso siano meno estesi.

**Tabella 2. Limiti di legge a mediazione di lungo periodo**

Inquinante	Tipologia	Valore
NO <sub>2</sub>	Valore limite annuale	40 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>	Valore limite annuale	40 µg/m <sup>3</sup>

**Tabella 3. Limiti di legge per la protezione degli ecosistemi.**

Inquinante	Tipologia	Valore
NO <sub>x</sub>	Livello critico per la protezione della vegetazione Anno civile	30 µg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione AOT40 su medie di 1 h da maggio a luglio Da calcolare come media su 5 anni (altrimenti su 3 anni)	18000 µg/m <sup>3</sup> h
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione AOT40 su medie di 1 h da maggio a luglio	6000 µg/m <sup>3</sup> h

## 5. Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi

Gli analizzatori in continuo per l'analisi degli inquinanti, allestiti a bordo della stazione rilocabile, presentano caratteristiche conformi al D.lgs. n. 155/2010 (i volumi sono stati normalizzati ad una temperatura di 20°C ed una pressione di 101.3 kPa) ed effettuano l'acquisizione, la misura e la registrazione dei risultati in modo automatico (gli orari indicati si riferiscono all'ora solare). Gli analizzatori di monossido di carbonio (CO), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) e ozono (O<sub>3</sub>) rendono disponibile il dato ogni ora, ottenuto come media delle misure elementari eseguite con scansione ogni 5 secondi nel corso dell'ora precedente, mentre per le polveri inalabili (PM<sub>10</sub>) misurate in continuo il dato viene fornito con frequenza bioraria.

Con riferimento ai risultati riportati di seguito si precisa che la rappresentazione dei valori inferiori al limite di rivelabilità segue una distribuzione statistica di tipo gaussiano normale, in cui la metà del limite di rivelabilità rappresenta il valore più probabile. Si è scelto pertanto di attribuire tale valore ai dati inferiori al limite di rivelabilità, differente a seconda dello strumento impiegato e della metodologia adottata.

Allo stato attuale, ai fini delle elaborazioni e per la valutazione della conformità al valore limite, si utilizzano le "Regole di accettazione e rifiuto semplici", ossia le regole più elementari di trattamento dei dati, corrispondenti alla considerazione delle singole misure prive di incertezza e del valore medio come numero esatto. ("Valutazione della conformità in presenza dell'incertezza di misura". di R. Mufato e G. Sartori nel Bollettino degli esperti ambientali. Incertezza delle misure e certezza del diritto/anno 62, 2011 2-3).

## 6. Efficienza di campionamento

L'Allegato I del D.lgs. n. 155/2010 stabilisce i criteri in materia di incertezza dei metodi di valutazione, di periodo minimo di copertura e di raccolta minima dei dati. I requisiti relativi alla raccolta minima dei dati ed al periodo minimo di copertura non comprendono le perdite di dati dovute alla taratura periodica o alla manutenzione ordinaria della strumentazione.

Per le *misurazioni in continuo* di biossido di azoto, ossidi di azoto, monossido di carbonio e particolato, la raccolta minima dei dati deve essere del 90% nell'arco dell'intero anno civile. Altresì, per le *misurazioni indicative*, il periodo minimo di copertura deve essere almeno del 14% nell'arco dell'intero anno civile (pari a 52 giorni/anno), con una resa del 90%. Tali misurazioni possono essere uniformemente distribuite nell'arco dell'anno civile o, in alternativa, effettuate per otto settimane equamente distribuite nell'arco di 365 giorni. Nella pratica, le otto settimane di misura nell'arco dell'anno possono essere organizzate con rilievi svolti in due periodi, di quattro settimane consecutive ciascuno, tipicamente nel semestre invernale (1 ottobre – 31 marzo) ed in quello estivo (1 aprile – 30 settembre), caratterizzati da una diversa prevalenza delle condizioni di rimescolamento dell'atmosfera.

Per l'ozono, nelle misurazioni indicative, il periodo minimo di copertura necessario per raggiungere gli obiettivi per la qualità del dato deve essere maggiore al 10% durante l'estate (pari a 36 giorni/anno) con una resa del 90%.

La raccolta minima dei dati rilevati a Rio Novo dal 1° settembre 2017 sarà confrontata con quella minima delle misurazioni in continuo alla fine di un anno solare di campionamento, cioè il 30 agosto 2018. Nel periodo di monitoraggio preso in considerazione nella presente relazione tecnica, cioè dal 1° settembre al 31 dicembre 2017, il periodo minimo di copertura per le misurazioni indicative è stato ampiamente rispettato.

## 7. Analisi dei dati rilevati

### Monossido di carbonio (CO)

Durante i quattro mesi di monitoraggio la concentrazione di monossido di carbonio non ha mai superato il valore limite, in linea con quanto si rileva presso tutte le stazioni di monitoraggio della Provincia di Venezia (Grafico 3 in Allegato). La media di periodo è risultata pari a 0.6 mg/m<sup>3</sup>. Nello

stesso periodo di monitoraggio la media delle concentrazioni orarie di CO è risultata pari a 0.7 mg/m<sup>3</sup> presso entrambe le stazioni di traffico di via Tagliamento a Mestre e via Beccaria a Marghera.

Allo scopo di verificare nello specifico gli eventuali effetti sulla qualità dell'aria del traffico acquedotto lungo il canale, sono stati elaborati gli andamenti del giorno tipo medio infrasettimanale (dal lunedì al venerdì) e del fine settimana (sabato e domenica). Il giorno tipo rappresenta la concentrazione media rilevata in ciascuna ora del giorno.

Dal Grafico 4 in allegato si può evidenziare che non si osservano particolari differenze tra gli andamenti dei giorni tipo. Nel periodo in esame la concentrazione di CO è stata mediamente maggiore alle ore 9:00 del mattino (ora solare) sia nei giorni feriali sia in quelli del fine settimana. La concentrazione di CO a Rio Novo risulta leggermente superiore a quella delle stazioni di traffico della terraferma dalle 8:00 alle 17:00 mentre la sera e la notte risulta inferiore.

#### Ossidi di azoto (NO, NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>)

Durante il periodo di monitoraggio, la concentrazione di biossido di azoto non ha mai superato il valore limite orario pari a 200 µg/m<sup>3</sup>. La concentrazione massima oraria misurata è infatti di 179 µg/m<sup>3</sup> (Grafico 5 in Allegato). Nello stesso periodo di monitoraggio la concentrazione oraria massima di biossido di azoto è stata di 171 µg/m<sup>3</sup> presso la stazione di via Beccaria a Marghera (TU), 148 µg/m<sup>3</sup> presso la stazione di Parco Bissuola a Mestre (BU), 141 presso la stazione di via Tagliamento a Mestre (TU) e 108 µg/m<sup>3</sup> presso la stazione di Sacca Fisola a Venezia (BU).

La media di periodo delle concentrazioni di biossido di azoto rilevate a Rio Novo è stata pari a 59 µg/m<sup>3</sup>. Nello stesso periodo di monitoraggio la media delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> è risultata pari a 48 µg/m<sup>3</sup> presso la stazione di via Beccaria, 45 µg/m<sup>3</sup> presso la stazione di via Tagliamento, 39 µg/m<sup>3</sup> presso la stazione di Parco Bissuola e 38 µg/m<sup>3</sup> presso la stazione di Sacca Fisola a Venezia (BU). La media misurata a Rio Novo è quindi superiore a tutte quelle rilevate presso le altre stazioni di monitoraggio.

La media di periodo delle concentrazioni di NO<sub>x</sub> rilevate a Rio Novo è stata pari a 145 µg/m<sup>3</sup>.

Dai grafici del giorno tipo del monossido di azoto (Grafico 6 in Allegato), come per quelli del monossido di carbonio, si osservano valori mediamente maggiori a Rio Novo alle ore 9:00 del mattino (ora solare) sia nei giorni feriali sia in quelli del fine settimana. La concentrazione di NO a Rio Novo ha un secondo incremento alle ore 19:00 e risulta leggermente superiore a quella di via Beccaria dalle 8:00 alle 17:00 mentre la sera e la notte risulta inferiore. Il monossido di azoto è un inquinante primario che si forma generalmente dai processi di combustione ad alta temperatura, è quindi emesso direttamente dai veicoli (auto e barche); è un gas a tossicità limitata, al contrario del biossido di azoto. Il biossido di azoto, noto per la sua rilevanza tossicologica, è un inquinante secondario, si forma in atmosfera in seguito a trasformazioni chimiche a partire dal monossido di azoto. I grafici del giorno tipo del biossido di azoto (Grafico 7 in Allegato) sono quindi più uniformi.

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

Durante i quattro mesi di monitoraggio la concentrazione media oraria di ozono non ha mai superato la soglia di allarme, pari a 240 µg/m<sup>3</sup>, e la soglia di informazione, pari a 180 µg/m<sup>3</sup> (Grafico 8 in Allegato). L'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana pari a 120 µg/m<sup>3</sup> non è mai stato superato (Grafico 9 in Allegato). La media di periodo è stata pari a 24 µg/m<sup>3</sup>. Nello stesso periodo di monitoraggio la media delle concentrazioni di O<sub>3</sub> è risultata pari a 34 µg/m<sup>3</sup> presso la stazione di Sacca Fisola a Venezia (BU), 23 µg/m<sup>3</sup> presso la stazione di Parco Bissuola a Mestre (BU) e 21 µg/m<sup>3</sup> presso la stazione di via Beccaria a Marghera (TU).

#### Polveri atmosferiche inalabili (PM<sub>10</sub>)

La concentrazione di polveri PM<sub>10</sub> ha superato la concentrazione limite giornaliera per la protezione della salute umana (50 µg/m<sup>3</sup> da non superare per più di 35 volte per anno civile) per 37 giorni sui 120 di misura (31%) (Grafico 10 in Allegato). Negli stessi quattro mesi di monitoraggio le concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> sono risultate superiori a tale valore limite per 41 giorni su 122 di misura (34%) presso la stazione di Sacca Fisola (BU), per 42 giorni su 121 di misura (35%) presso la stazione di Parco Bissuola (BU), per 47 giorni su 118 di misura (40%) presso la stazione

di via Tagliamento (TU) e per 46 giorni su 122 di misura (38%) presso la stazione di via Beccaria (TU). Il numero di giorni di superamento del limite giornaliero di polveri PM<sub>10</sub> rilevato a Rio Novo, classificato da un punto di vista ambientale come sito di traffico urbano acquico, è stato percentualmente inferiore a quello rilevato presso tutte le altre stazioni di monitoraggio del Comune di Venezia, sia di traffico che di background.

La media complessiva dei quattro mesi calcolata a Rio Novo è risultata pari a 39 µg/m<sup>3</sup>. Nello stesso periodo di monitoraggio la media delle concentrazioni di PM<sub>10</sub> è risultata pari a 43 µg/m<sup>3</sup> presso la stazione di Sacca Fisola (BU), 42 µg/m<sup>3</sup> presso la stazione di Parco Bissuola (BU), 48 µg/m<sup>3</sup> presso la stazione di via Tagliamento (TU) e 44 µg/m<sup>3</sup> presso la stazione di via Beccaria (TU). La media misurata a Rio Novo è quindi inferiore a tutte quelle rilevate presso le altre stazioni di monitoraggio del Comune di Venezia.

**Tabella 4.** Confronto delle concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> misurate a Rio Novo con quelle misurate a Mestre – Venezia.

Periodo: 1 sett - 31 dic 2017	PM <sub>10</sub>				
	Venezia		Mestre - Venezia		Marghera
	Rio Novo TU	Sacca Fisola BU	Parco Bissuola BU	Via Tagliamento TU	Via Beccaria TU
<b>MEDIA (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>39</b>	<b>43</b>	<b>42</b>	<b>48</b>	<b>44</b>
<b>n° super. VL 24h (giorni)</b>	37	41	42	47	46
<b>n° dati (giorni)</b>	120	122	121	118	122
<b>% super. VL 24h</b>	31	34	35	40	38

VL 24h = Valore Limite giornaliero

Dai grafici del giorno tipo della concentrazione bioraria di PM<sub>10</sub> (Grafico 11 in Allegato) non si osservano picchi evidenti come per gli altri inquinanti, le concentrazioni sono mediamente uniformi durante tutta la giornata. Si osserva comunque un leggero incremento delle concentrazioni medie nelle ore notturne in tutte le stazioni di misura, dovuto all'abbassamento dell'altezza dello strato limite atmosferico, cioè dello strato di atmosfera rimescolato in cui si disperdono le concentrazioni emesse al suolo. Nelle ore centrali della giornata le concentrazioni medie sono leggermente superiori a Rio Novo rispetto alle altre stazioni, probabilmente a causa di un minore innalzamento dello strato di rimescolamento tipico delle zone di interfaccia terra/acqua piuttosto che di terraferma. L'acqua, infatti, ha un maggiore calore specifico rispetto al terreno per cui si riscalda e si raffredda più lentamente del suolo, ciò comporta un minore innalzamento dello strato di rimescolamento in corrispondenza delle ore centrali della giornata, cioè quelle caratterizzate da maggiore radiazione solare.

L'osservazione di questi grafici del giorno tipo di PM<sub>10</sub>, a confronto con gli stessi grafici di CO, NO e NO<sub>2</sub>, evidenzia come il parametro PM<sub>10</sub> sia meno sensibile di altri all'effetto delle emissioni da traffico veicolare; le polveri PM<sub>10</sub> hanno infatti una rilevante componente di origine secondaria dovuta alla loro formazione in atmosfera a partire da emissioni primarie di gas inquinanti (principalmente ossidi di azoto e di zolfo che reagiscono in atmosfera con l'ammoniaca disponibile formando nitrato e solfato d'ammonio).

Nei siti presso i quali si realizza una campagna di monitoraggio della qualità dell'aria di durata limitata (misurazioni indicative), viene utilizzata ormai da anni una metodologia di calcolo, elaborata dall'Osservatorio Regionale Aria di ARPAV, che consente di stimare il rispetto dei valori limite di legge previsti dal D.lgs. n. 155/10 per il parametro PM<sub>10</sub> (sia valore limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> che annuale di 40 µg/m<sup>3</sup>) pur non avendo a disposizione una copertura totale delle misure per tutto l'arco dell'anno.

Tale metodologia confronta il "sito sporadico" (campagna di monitoraggio) con una stazione fissa, considerata rappresentativa per vicinanza o per stessa tipologia di emissioni e di condizioni meteorologiche. Sulla base di considerazioni statistiche è possibile stimare, per il sito sporadico, il valore medio annuale e il 90° percentile delle concentrazioni di PM<sub>10</sub>; quest'ultimo parametro statistico è rilevante in quanto corrisponde, in una distribuzione di 365 valori, al 36° valore massimo. Poiché per il PM<sub>10</sub> sono consentiti 35 superamenti del valore limite giornaliero di 50

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ , in una serie annuale di 365 valori giornalieri, il rispetto del valore limite è garantito se il 36° valore in ordine di grandezza è minore di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Il sito di Rio Novo è stato confrontato con la stazione fissa di riferimento di background urbano di Sacca Fisola a Venezia, scelta per la vicinanza e per la posizione insulare. La metodologia di calcolo stima per il sito di Rio Novo un valore medio annuale di  $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (inferiore al valore limite annuale) ed il 90° percentile di  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (superiore al valore limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Dai dati fino ad oggi elaborati, si stima che la stazione di Rio Novo, dunque, rispetti il limite annuo di polveri  $\text{PM}_{10}$  mentre ecceda il valore limite posto per le concentrazioni giornaliere. Questa situazione è tra l'altro comune a molte stazioni della Rete regionale. In Tabella 5 si riportano per confronto le concentrazioni medie annuali di  $\text{PM}_{10}$  rilevate nell'intero anno 2017 presso le stazioni fisse della Rete regionale.

**Tabella 5.** Concentrazioni giornaliere di  $\text{PM}_{10}$  misurate in Comune di Venezia nell'intero anno 2017.

Anno 2017	$\text{PM}_{10}$			
	Venezia	Mestre - Venezia		Marghera
	Sacca Fisola BU	Parco Bissuola BU	Via Tagliamento TU	Via Beccaria TU
<b>MEDIA (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>36</b>	<b>35</b>	<b>40</b>	<b>37</b>
<b>n° super. VL 24h (giorni)</b>	71	77	94	88
<b>n° dati (giorni)</b>	365	359	361	364
<b>% super. VL 24h</b>	19	21	26	24

VL 24h = Valore Limite giornaliero

## 8. Procedura di confronto con un sito della terraferma

Allo scopo di valutare il contributo dell'aerosol marino (componente naturale delle polveri  $\text{PM}_{10}$  che può avere un'influenza non trascurabile in alcune zone costiere) è stato approfondito il confronto delle misure rilevate a Rio Novo con quelle rilevate presso la stazione di riferimento di Parco Bissuola a Mestre (BU), posta nell'entroterra e dunque meno esposta a questo contributo.

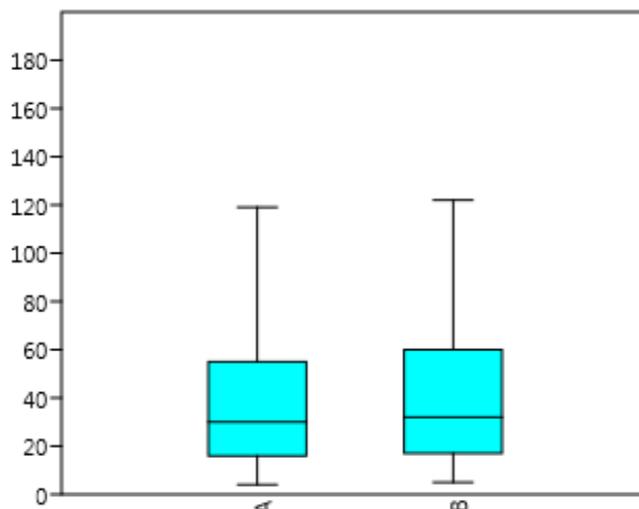
In Tabella 6 e Grafico 1 si riportano le statistiche descrittive dei dati rilevati nei due siti di monitoraggio.

Il confronto dei dati di  $\text{PM}_{10}$  misurati presso i due siti indica una differenza tra le medie pari a  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , inferiore al 10% della media maggiore ( $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Dal punto di vista ambientale, dunque, si può affermare che la concentrazione di lungo periodo di polveri  $\text{PM}_{10}$  dei due siti non sia sostanzialmente diversa e che non vi sia un apporto di aerosol marino maggiore a Rio Novo, rispetto la stazione di Parco Bissuola.

**Tabella 6.** Statistiche descrittive delle concentrazioni di  $\text{PM}_{10}$  misurate a Rio Novo e di quelle misurate a Parco Bissuola a Mestre.

Periodo: 1 sett - 31 dic 2017	$\text{PM}_{10}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
	Rio Novo TU	Parco Bissuola BU
media	39	42
mediana	30	34
valore massimo	119	122
valore minimo	4	5
25° percentile	17	17
75° percentile	55	60
n° super.	37	42
n° dati	120	121
% super.	31	35

**Grafico 1** –  $PM_{10}$ , Box Wiskers medie giorn. max, minimo, 25° e 75° percentile. A=Rio Novo. B=Parco Bissuola.



L'ipotesi di un contributo non significativo dell'aerosol marino alle concentrazioni di  $PM_{10}$  a Rio Novo è supportata anche dall'osservazione che la concentrazione media di  $PM_{10}$  è inferiore rispetto a quella rilevata a Parco Bissuola, stazione di riferimento di background urbano di terraferma, così come il numero di giorni di superamento.

Per quanto detto non si ritiene necessario procedere né con approfondimenti statistici<sup>1</sup> né con campagne analitiche di caratterizzazione degli ioni sodio e cloruro (costituenti l'aerosol marino) contenuti nelle polveri.

## 9. Valutazione dell'IQA (Indice Qualità Aria)

Dall'anno 2014 ARPAV ha implementato con la valutazione dell'Indice di Qualità dell'Aria sia la tabella dei dati validati delle stazioni fisse della Rete Regionale della Qualità dell'Aria, disponibile in internet, sia le informazioni contenute nelle relazioni tecniche delle campagne di monitoraggio. Valutati i diversi indici attualmente utilizzati in ambito nazionale e internazionale ha quindi deciso di utilizzare l'indice già in uso presso l'ARPA Emilia Romagna.

Un indice di qualità dell'aria è una grandezza che permette di rappresentare in maniera sintetica lo stato di qualità dell'aria tenendo conto contemporaneamente del contributo di molteplici inquinanti atmosferici. L'indice è normalmente associato ad una scala di 5 giudizi sulla qualità dell'aria come riportato nella tabella seguente.

Cromatismi	Qualità dell'aria
●	Buona
●	Accettabile
●	Mediocre
●	Scadente
●	Pessima

<sup>1</sup> Come proposto anche in altri studi, il primo criterio utilizzato nel confronto tra i due siti è quello di considerare la variabilità intrinseca delle misure: se la differenza tra le medie è inferiore al 10% della media maggiore, le misure dei siti sono considerate non differenti, senza procedere ad approfondimenti statistici. Viceversa, nel caso in cui la differenza tra le medie sia superiore al 10%, al fine di verificare se i valori ottenuti nei due siti monitorati siano statisticamente diversi tra loro, si possono eseguire tre test statistici, con modalità "Two Sample paired test" (soft PAST), uno dei quali parametrico, il T test, e due non parametrici, il Sign test ed il Wilcoxon test.

Il calcolo dell'indice, che può essere effettuato per ogni giorno di campagna, è basato sull'andamento delle concentrazioni di 3 inquinanti: PM<sub>10</sub>, biossido di azoto e ozono.

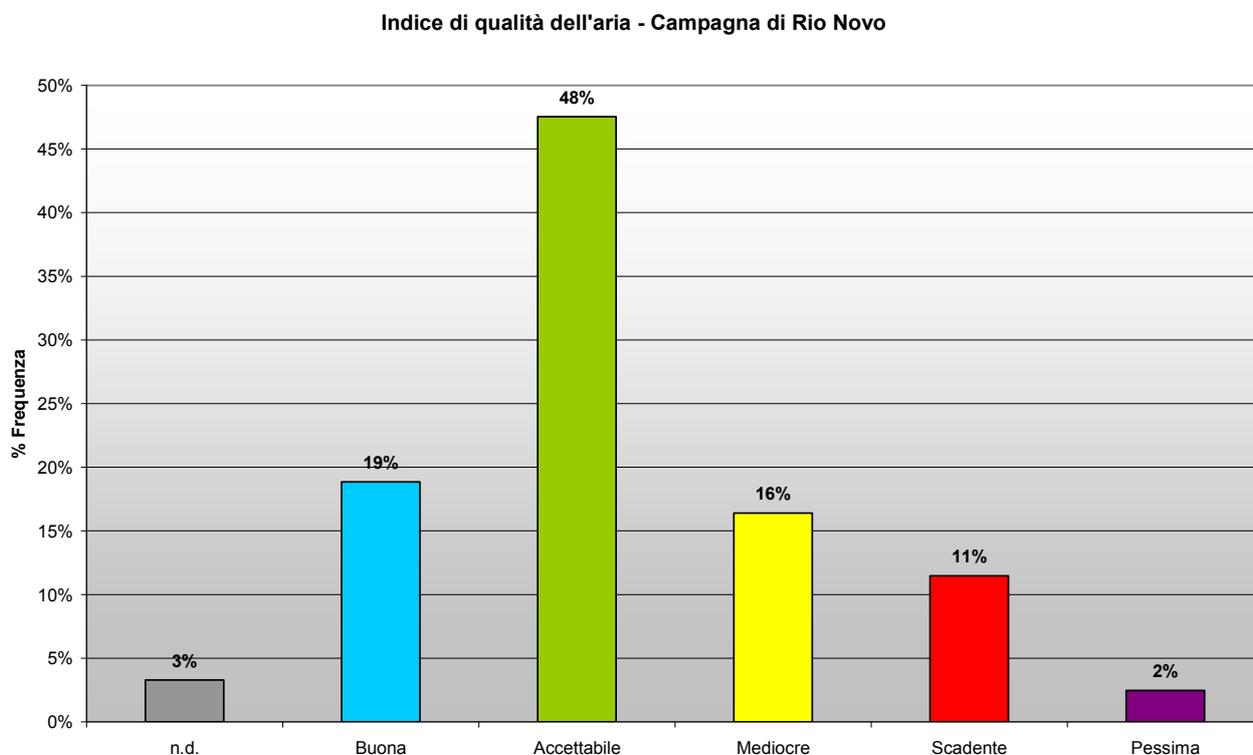
Le prime due classi di qualità (buona e accettabile) informano che per nessuno dei tre inquinanti vi sono stati superamenti dei relativi indicatori di legge e che quindi non vi sono criticità legate alla qualità dell'aria in una data stazione.

Le altre tre classi (mediocre, scadente e pessima) indicano invece che almeno uno dei tre inquinanti considerati ha superato il relativo indicatore di legge. In questo caso la gravità del superamento è determinata dal relativo giudizio assegnato ed è possibile quindi distinguere situazioni di moderato superamento da altre significativamente più critiche.

Per maggiori informazioni sul calcolo dell'indice di qualità dell'aria si può visitare la seguente pagina web: <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/qualita-dellaria/iqa>.

Di seguito sono riportati, per il monitoraggio effettuato a Rio Novo dal 1° settembre al 31 dicembre 2017 il numero di giorni ricadenti in ciascuna classe dell'IQA.

**Grafico 2.** Calcolo dell'indice sintetico di qualità dell'aria per il monitoraggio a Rio Novo (1 settembre 2017 – 31 dicembre 2017).



n.d.: non disponibile; corrisponde a giornate in cui non è stato possibile calcolare l'indice per l'assenza di dati di uno o più inquinanti.

## 10. Conclusioni

La qualità dell'aria a Rio Novo a Venezia è stata valutata in seguito all'installazione di alcuni analizzatori in una vecchia garitta dei vigili urbani appositamente ristrutturata. Il monitoraggio è iniziato l'1 settembre 2017 ed è previsto fino al 30 agosto 2018, grazie alla convenzione in atto con il Comune di Venezia. La presente relazione tecnica rappresenta un'anteprima dei risultati del monitoraggio dal 1° settembre al 31 dicembre 2017.

La situazione meteorologica verificatasi durante la campagna è stata analizzata dal Servizio Meteorologico di ARPAV utilizzando i dati della stazione meteorologica ARPAV di Venezia Istituto Cavanis (252 - VE).

Durante la campagna di monitoraggio le concentrazioni di monossido di carbonio, biossido di azoto e ozono non hanno mai superato i limiti di legge a mediazione di breve periodo. Questi inquinanti non presentano quindi particolari criticità.

Diversamente la concentrazione di polveri  $PM_{10}$  ha superato il valore limite giornaliero per la protezione della salute umana, pari a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , per un totale di 37 giorni di superamento su 120 complessivi di misura (31% dei giorni), quindi per un numero di giorni superiore ai 35 consentiti. Tuttavia, il numero di giorni di superamento rilevato a Rio Novo è stato percentualmente inferiore a quello rilevato presso le altre quattro stazioni di monitoraggio del Comune di Venezia. La media delle concentrazioni di  $PM_{10}$  rilevate a Rio Novo è stata pari a  $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , inferiore a tutte quelle rilevate presso le altre stazioni di monitoraggio del Comune di Venezia. L'applicazione della metodologia di calcolo del valore medio annuale di  $PM_{10}$ , basata sul confronto con la stazione fissa di riferimento di background urbano di Sacca Fisola a Venezia, stima per il sito di Rio Novo un valore medio annuale di  $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , inferiore al valore limite annuale di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

I grafici del giorno tipo di CO, NO e  $NO_2$  hanno evidenziato che nel periodo in esame la concentrazione a Rio Novo è stata mediamente maggiore alle ore 9:00 del mattino (ora solare) sia nei giorni feriali sia in quelli del fine settimana; inoltre la concentrazione a Rio Novo risulta leggermente superiore a quella delle stazioni di traffico della terraferma dalle 8:00 alle 17:00 mentre la sera e la notte risulta inferiore.

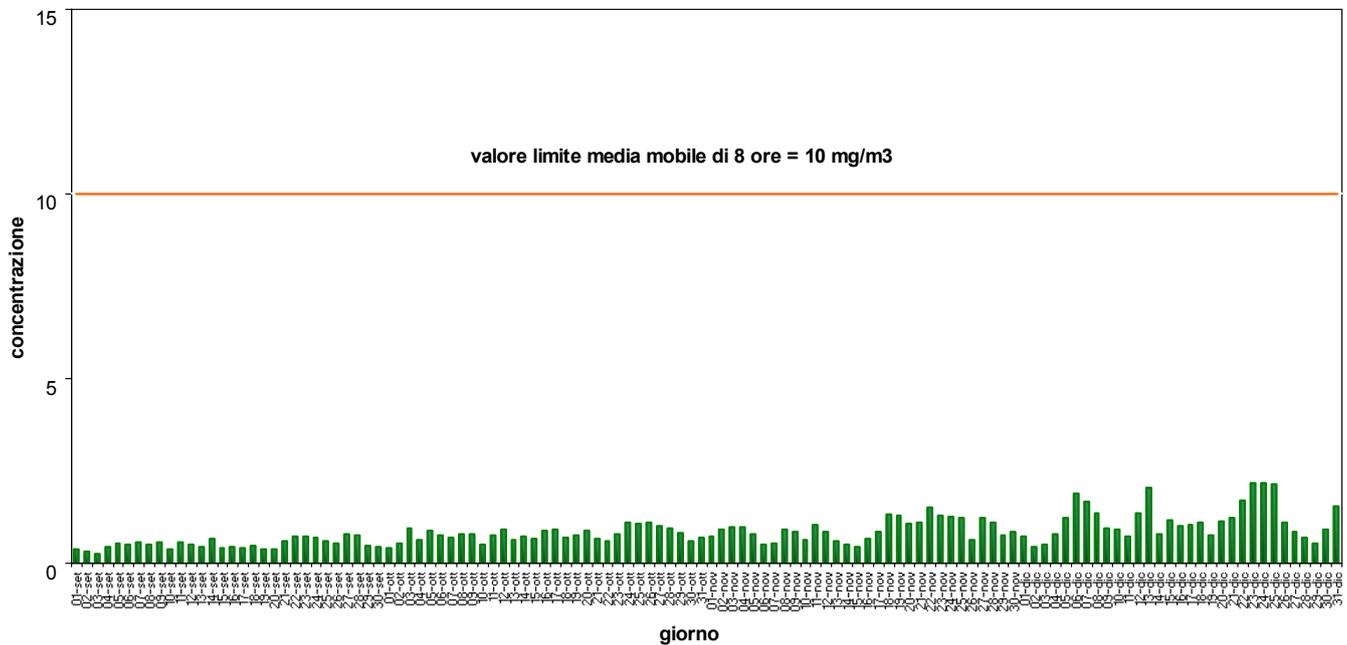
I grafici del giorno tipo di  $PM_{10}$  non hanno evidenziato particolari differenze tra stazioni né tra diverse ore del giorno. L'osservazione di questi grafici del giorno tipo di  $PM_{10}$ , a confronto con gli stessi grafici di CO, NO e  $NO_2$ , evidenzia che il parametro  $PM_{10}$  è meno sensibile di altri a rilevare l'effetto di emissioni primarie da traffico veicolare.

Allo scopo di capire l'influenza dell'aerosol marino alle concentrazioni di  $PM_{10}$  rilevate presso il sito di monitoraggio di Rio Novo è stato approfondito il confronto delle misure rilevate a Rio Novo con quelle rilevate presso la stazione di riferimento della terraferma di Parco Bissuola a Mestre (BU). Dal confronto dei dati di  $PM_{10}$  non si è ritenuto necessario procedere né con approfondimenti statistici né con campagne analitiche di caratterizzazione degli ioni sodio e cloruro contenuti nelle polveri. Presso i due siti infatti si è osservata una differenza tra le medie pari a  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , inferiore al 10% delle rispettive medie ( $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), si è concluso quindi che il  $PM_{10}$  misurato a Rio Novo non è statisticamente diverso da quello misurato a Parco Bissuola a Mestre. L'ipotesi di un contributo non significativo dell'aerosol marino alle concentrazioni di  $PM_{10}$  a Rio Novo è stata supportata anche dall'osservazione che la concentrazione media di  $PM_{10}$  è inferiore rispetto a quella rilevata a Parco Bissuola, stazione di terraferma, così come il numero di giorni di superamento.

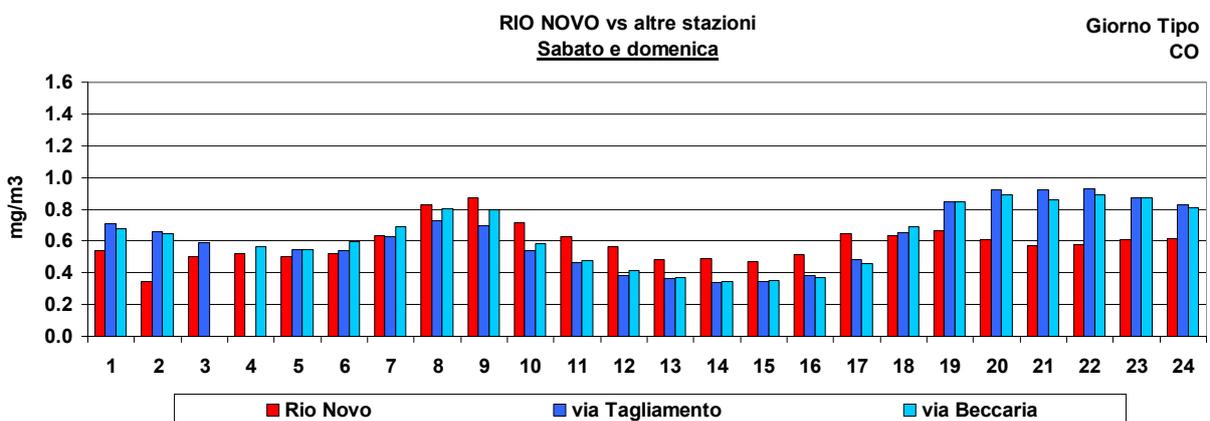
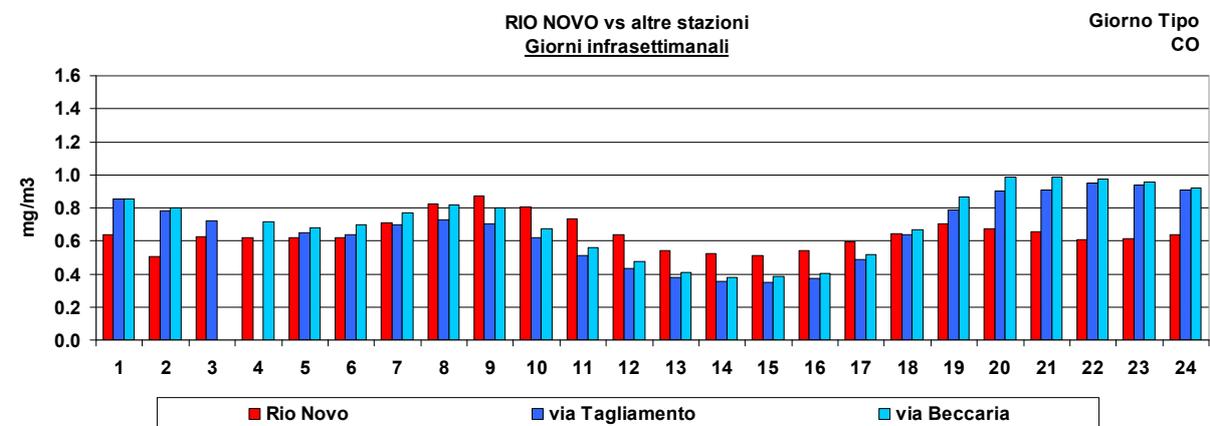
L'adozione da parte di ARPAV dell'indice sintetico di qualità dell'aria, basato sull'andamento delle concentrazioni di  $PM_{10}$ , biossido di azoto e ozono, permette di evidenziare che nel 48% delle giornate di monitoraggio eseguite a Rio Novo nel 2017 la qualità dell'aria è stata giudicata accettabile, nel 19% buona, nel 16% mediocre, nell'11% scadente e nel 2% pessima (Grafico 1).

## ALLEGATO 1 - Grafici

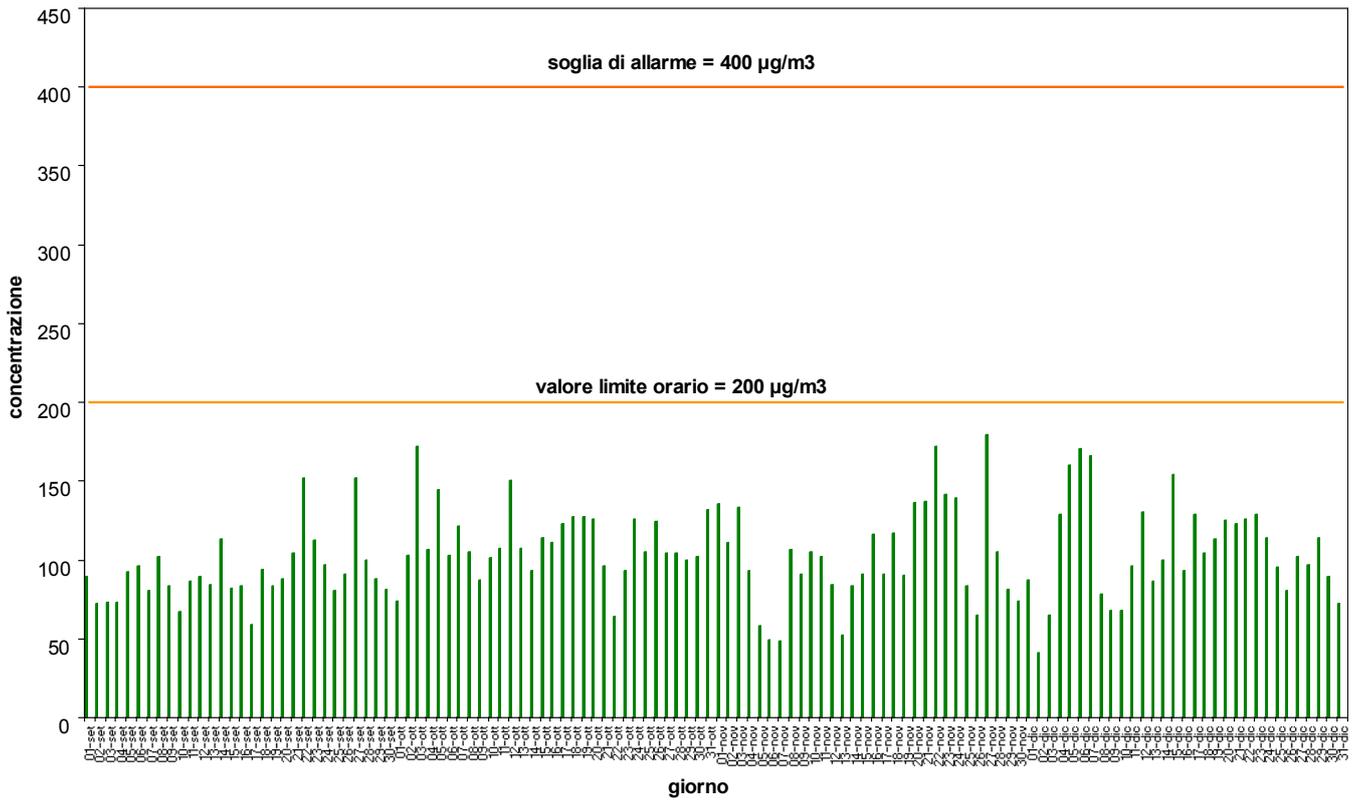
**Grafico 3 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Mobile di 8 ore di CO (mg/m<sup>3</sup>).**



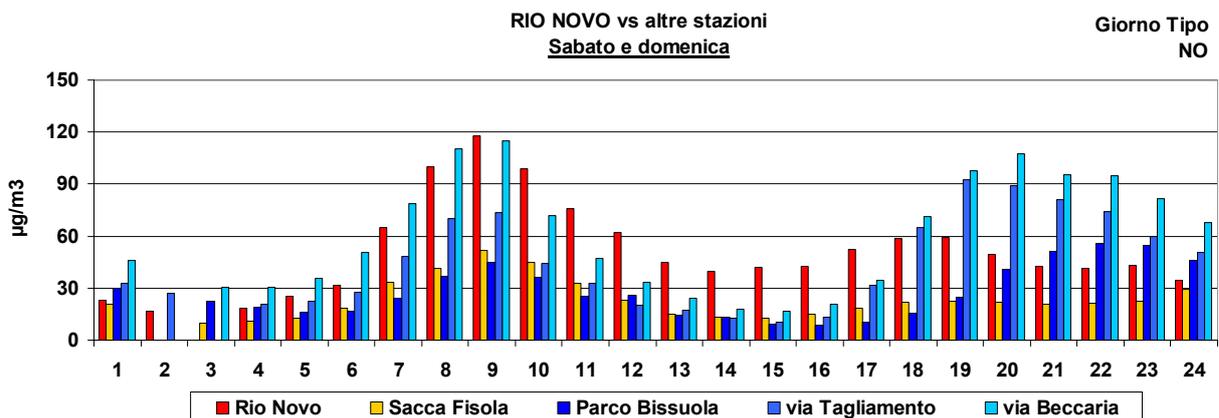
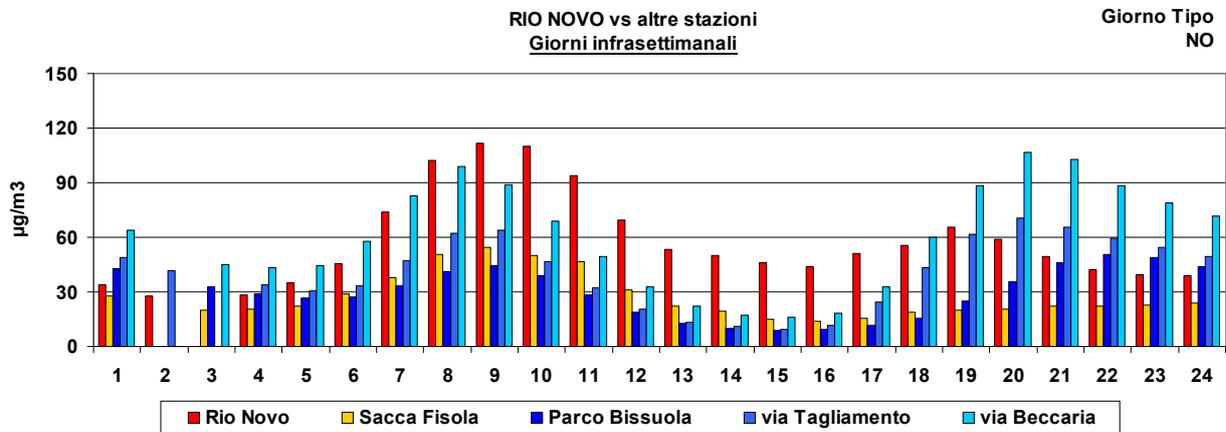
**Grafico 4 – Giorno tipo della concentrazione di CO (mg/m<sup>3</sup>). In ascissa le ore del giorno.**



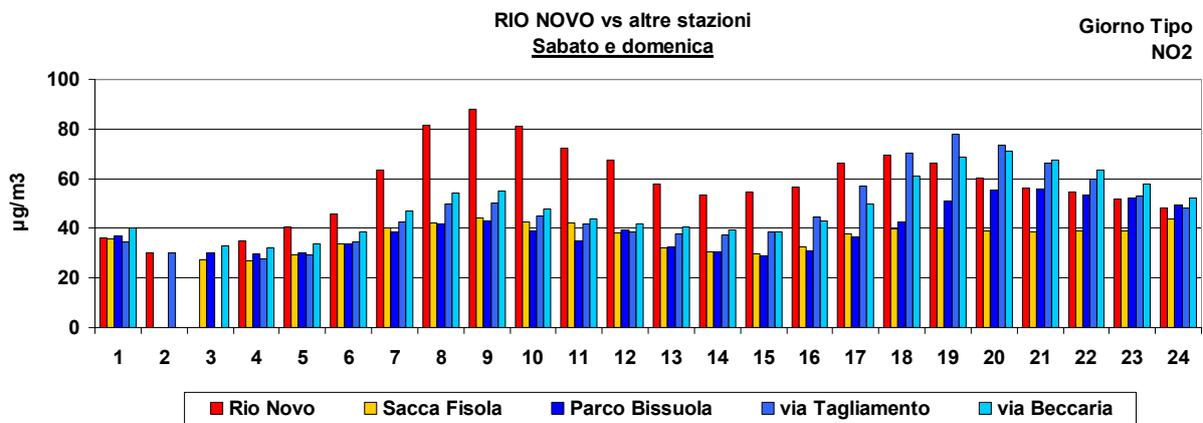
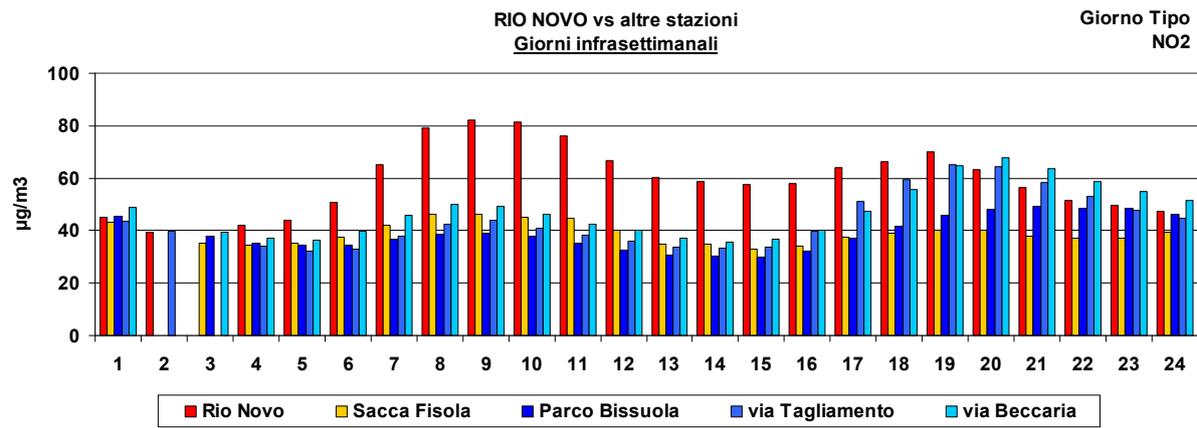
**Grafico 5 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Oraria di NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>).**



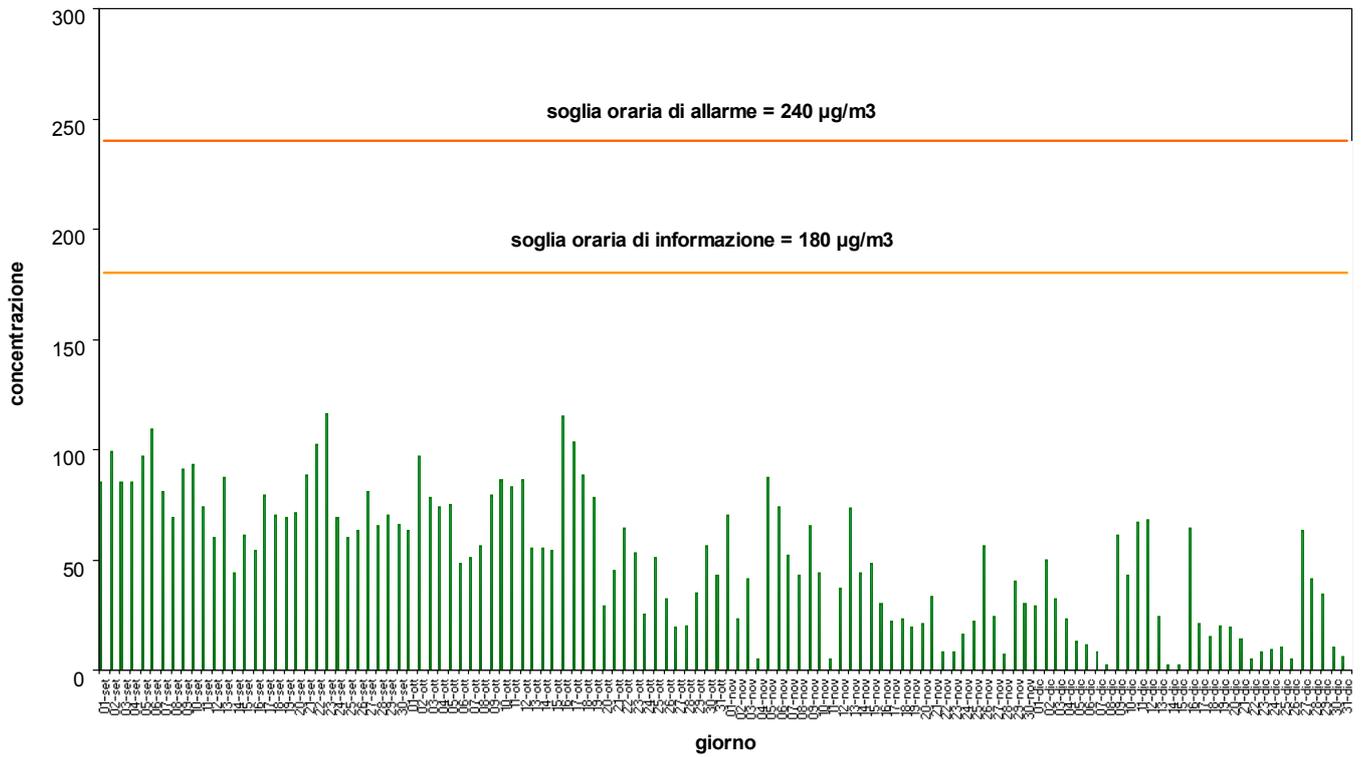
**Grafico 6 – Giorno tipo della concentrazione di NO (µg/m<sup>3</sup>). In ascissa le ore del giorno.**



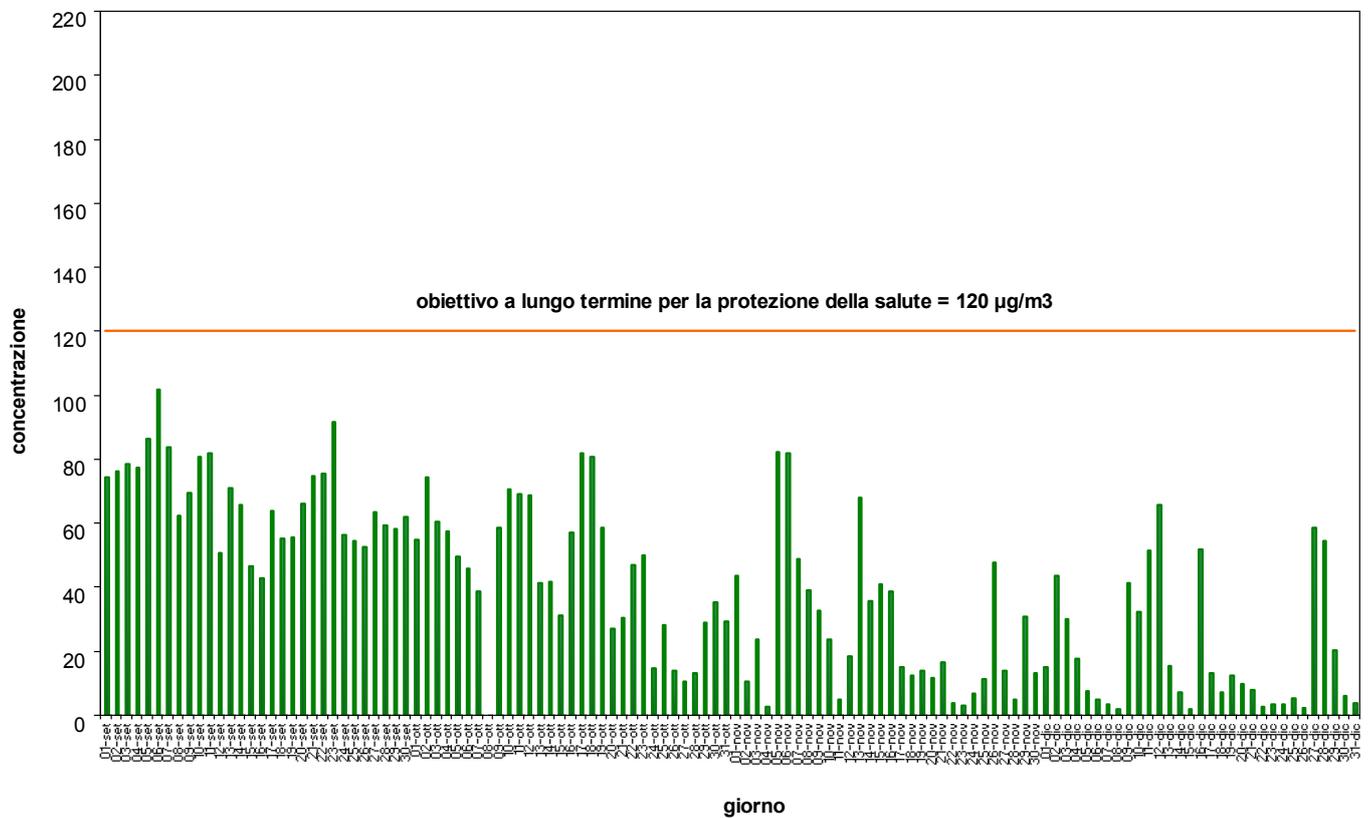
**Grafico 7 –** *Giorno tipo della concentrazione di NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>). In ascissa le ore del giorno.*



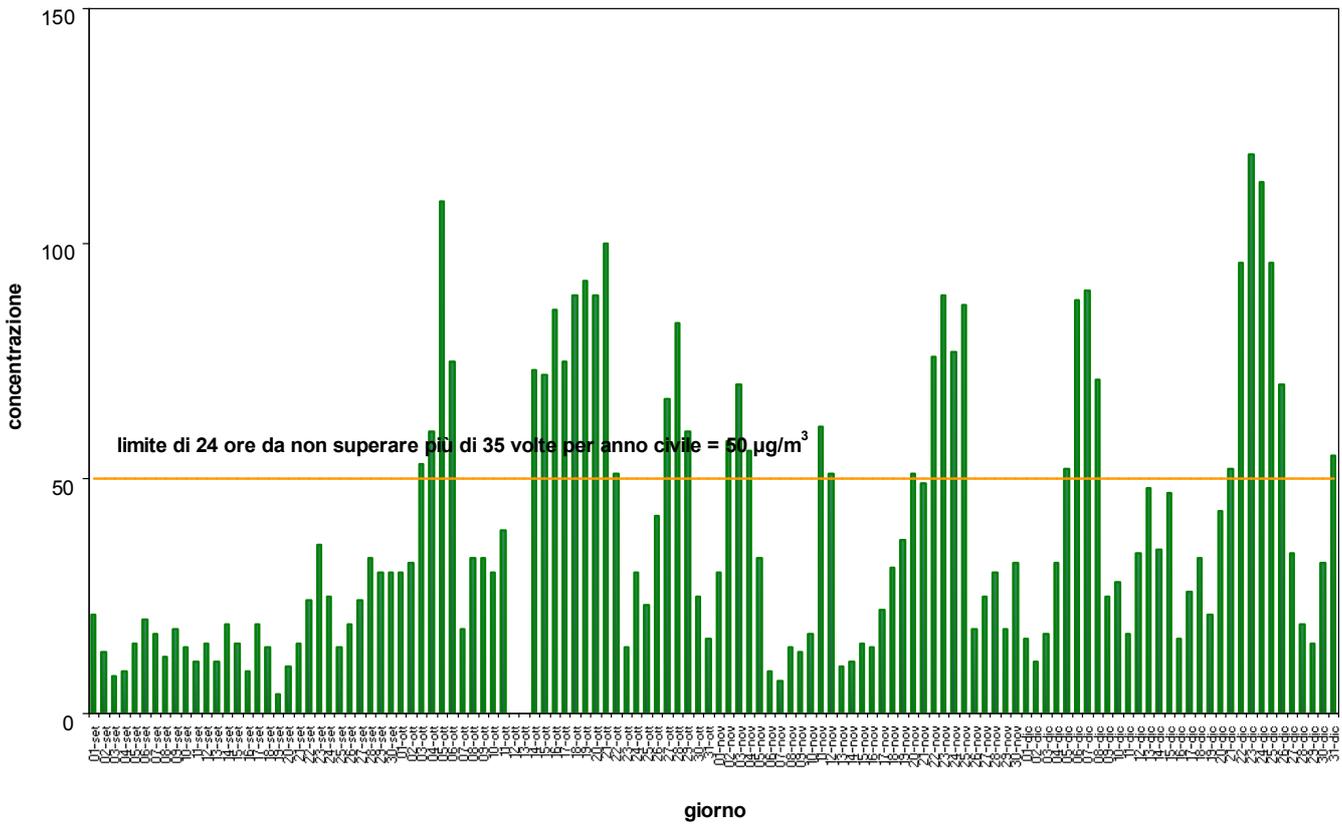
**Grafico 8** – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Oraria di O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>).



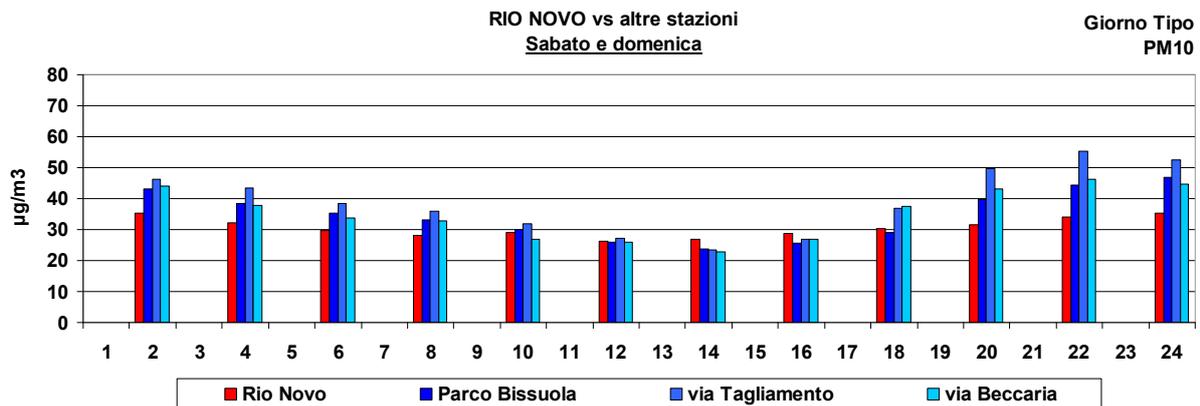
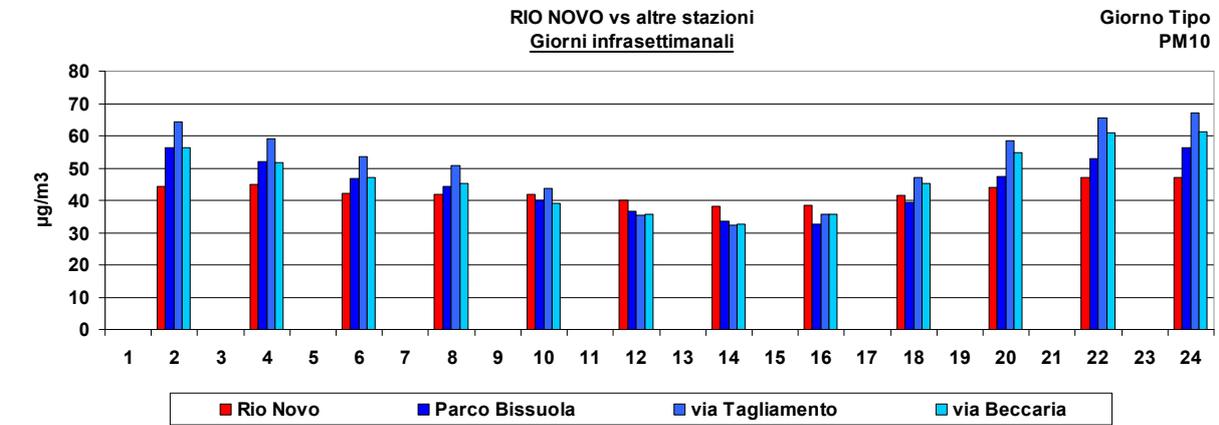
**Grafico 9** – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Mobile di 8 ore di O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>).



**Grafico 10 – Concentrazione Giornaliera di PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>).**



**Grafico 11 – Giorno tipo della concentrazione di PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>). In ascissa le ore del giorno.**



## **ALLEGATO 2 - Glossario**

### **Agglomerato:**

zona costituita da un'area urbana o da un insieme di aree urbane che distano tra loro non più di qualche chilometro oppure da un'area urbana principale e dall'insieme delle aree urbane minori che dipendono da quella principale sul piano demografico, dei servizi e dei flussi di persone e merci, avente: 1) una popolazione superiore a 250.000 abitanti oppure 2) una popolazione inferiore a 250.000 abitanti e una densità di popolazione per km<sup>2</sup> superiore a 3.000 abitanti.

### **AOT40 (Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb)**

espresso in ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )\*h. Rappresenta la differenza tra le concentrazioni orarie di ozono superiori a 40 ppb (circa  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e 40 ppb, in un dato periodo di tempo, utilizzando solo valori orari rilevati, ogni giorno, tra le 8:00 e le 20:00 (ora dell'Europa centrale).

### **Background (stazione di)**

Punto di campionamento ubicato in posizione tale che il livello di inquinamento non sia influenzato prevalentemente da emissioni da specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, ecc.) ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel sito

### **Fattore di emissione**

Valore medio (su base temporale e spaziale) che lega la quantità di inquinante rilasciato in atmosfera con l'attività responsabile dell'emissione (ad es. kg di inquinante emesso per tonnellata di prodotto o di combustibile utilizzato).

### **Industriale (stazione)**

Punto di campionamento ubicato in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da singole fonti industriali o da zone industriali limitrofe

### **Inquinante**

Qualsiasi sostanza immessa direttamente o indirettamente dall'uomo nell'aria ambiente che può avere effetti nocivi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso.

### **Inventario delle emissioni**

Serie organizzata di dati, realizzata secondo procedure e metodologie verificabili e aggiornabili, relativi alle quantità di inquinanti introdotti nell'atmosfera da sorgenti naturali e/o da attività antropiche. Le quantità di inquinanti emesse dalle diverse sorgenti della zona in esame si possono ottenere tramite misure dirette, campionarie o continue o tramite stima.

### **IQA (Indice di Qualità dell'Aria)**

E' una grandezza che permette di rappresentare in maniera sintetica lo stato di qualità dell'aria.

### **Margine di tolleranza:**

Percentuale del valore limite entro la quale è ammesso il superamento del valore limite alle condizioni stabilite dal D.lgs. 155/2010.

### **Media mobile (su 8 ore)**

La media mobile su 8 ore è una media calcolata sui dati orari scegliendo un intervallo di 8 ore; ogni ora l'intervallo viene aggiornato e, di conseguenza, ricalcolata la media. Ogni media su 8 ore così calcolata è assegnata al giorno nel quale l'intervallo di 8 ore si conclude. Ad esempio, il primo periodo di 8 ore per ogni singolo giorno sarà quello compreso tra le ore 17.00 del giorno precedente e le ore 01.00 del giorno stesso; l'ultimo periodo di 8 ore per ogni giorno sarà quello compreso tra le ore 16.00 e le ore 24.00 del giorno stesso. La media mobile su 8 ore massima

giornaliera corrisponde alla media mobile su 8 ore che, nell'arco della giornata, ha assunto il valore più elevato.

### **Obiettivo a lungo termine**

Livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente

### **Percentile**

I percentili o quantili, sono parametri di posizione che dividono una serie di dati in gruppi non uguali, ad esempio un quantile 0.98 (o 98° percentile), è quel valore che divide la serie di dati in due parti, nella quale una delle due ha il 98% dei valori inferiore al dato quantile. La mediana rappresenta il 50° percentile. I percentili si calcolano come la mediana, ordinando i dati in senso crescente e interpolando il valore relativo al quantile ricercato.

### **Soglia di allarme**

livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati.

### **Soglia di informazione**

livello di ozono oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione e raggiunto il quale devono essere adottate le misure previste.

### **Sorgente (inquinante)**

Fonte da cui ha origine l'emissione della sostanza inquinante. Può essere naturale (acque, sole, foreste) o antropica (infrastrutture e servizi). A seconda della quantità di inquinante emessa e delle modalità di emissione una sorgente può essere puntuale, diffusa, lineare.

### **Traffico (stazione di)**

Punto di campionamento rappresentativo dei livelli d'inquinamento massimi caratteristici dell'area monitorata influenzato prevalentemente da emissioni da traffico provenienti dalle strade limitrofe.

### **Valore limite**

Livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana o per l'ambiente nel suo complesso.

### **Valore obiettivo**

Concentrazione nell'aria ambiente stabilita al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente, il cui raggiungimento, entro un dato termine, deve essere perseguito mediante tutte le misure che non comportino costi sproporzionati.

### **Zonizzazione**

Suddivisione del territorio in aree a diversa criticità relativamente all'inquinamento atmosferico, realizzata in conformità al D.lgs. 155/2010.

Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia  
Servizio Stato dell'Ambiente  
(Ufficio Attività Tecniche e Specialistiche)  
Via Lissa, 6  
30171 Venezia - Mestre (VE)  
Italy  
Tel. +39 041 544 5501  
Fax +39 041 544 5500  
e-mail: [dapve@arpa.veneto.it](mailto:dapve@arpa.veneto.it)



**ARPAV**

Agenzia Regionale  
per la Prevenzione e  
Protezione Ambientale  
del Veneto

Direzione Generale  
Via Ospedale Civile, 24  
35121 Padova

Italy

tel. +39 049 82 39 301

fax. +39 049 66 09 66

e-mail: [urp@arpa.veneto.it](mailto:urp@arpa.veneto.it)

e-mail certificata: [protocollo@pec.arpav.it](mailto:protocollo@pec.arpav.it)

[www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it)