



Agenzia Regionale per la Prevenzione
e Protezione Ambientale del Veneto



REGIONE DEL VENETO

**CAMPAGNA DI MONITORAGGIO
DELLA
QUALITÀ DELL'ARIA
COMUNE DI BORGO VENETO - LOC. SALETTO
PIAZZA DELLA VITTORIA**



**PERIODI DI ATTUAZIONE:
22/01/2020 - 13/03/2020 (1° CAMPAGNA)
21/05/2020 - 09/07/2020 (2° CAMPAGNA)**

RELAZIONE TECNICA

Progetto e realizzazione

Dipartimento Provinciale di Padova

Responsabile: A. Benassi

Servizio Monitoraggio e Valutazioni

Responsabile: A. Benassi

R. Millini, P. Baldan, E. Cosma, C. Lanzoni, A. Pagano, M. Ravazzolo, S. Rebeschini

Con la collaborazione di:

Servizio Meteorologico di Teolo

Ufficio Agrometeorologia e Meteorologia Ambientale

Alberto Bonini Baraldi

Dipartimento Regionale Laboratori

Francesca Daprà

È consentita la riproduzione di testi, tabelle, grafici ed in genere del contenuto del presente rapporto esclusivamente con la citazione della fonte.

22 ottobre 2020

Indice

1	Obiettivi della campagna di monitoraggio e caratterizzazione del sito	6
2	Commento meteorologico	8
2.1	Campagna invernale	8
2.2	Campagna estiva	10
3	Inquinanti monitorati e normativa di riferimento	13
4	Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi	15
5	Efficienza di campionamento	16
6	Analisi dei dati rilevati	17
6.1	Biossido di Zolfo	17
6.2	Monossido di Carbonio	18
6.3	Ozono	18
6.4	Biossido di Azoto	18
6.5	Polveri fini e ultrafini [PM10 e PM2.5]	19
6.6	Benzo(a)pirene	20
6.7	Benzene	21
7	Valutazione dello stato di qualità dell'aria	22
7.1	Indice di Qualità dell'Aria (IQA)	22
8	Conclusioni	24
8.1	Sintesi dell'andamento meteorologico del periodo	24
8.2	Sintesi dell'andamento dei parametri	24
9	Allegati	25
9.1	Concentrazione giornaliera estiva di PM10	26
9.2	Concentrazione giornaliera invernale di PM10	27
9.3	Massima media mobile su 8h giornaliera estiva di O ₃	28
9.4	Massima media mobile su 8h giornaliera invernale di O ₃	29
9.5	Glossario	30

Elenco delle figure

1.1	Zonizzazione del territorio regionale approvata con DGR n. 2130/2012	6
1.2	Posizionamento della stazione mobile a Borgo Veneto	7
2.1	Frequenze di vento e pioggia per classi: campagna di misura a confronto con il relativo pentadale degli anni precedenti e l'intero anno corrente	9
2.2	Rosa dei venti registrati presso la stazione meteo nel corso della campagna invernale	10
2.3	Frequenze di vento e pioggia per classi: campagna di misura a confronto con il relativo pentadale degli anni precedenti e l'intero anno corrente	11
2.4	Rosa dei venti registrati presso la stazione meteo nel corso della campagna estiva	12
3.1	Valori limite della qualità dell'aria per la protezione della salute umana e della vegetazione	14
7.1	Scala giudizio QA	22
7.2	Indice sintetico di qualità dell'aria	23
9.1	Andamento del PM10 estivo a Borgo Veneto	26
9.2	Andamento del PM10 invernale a Borgo Veneto	27
9.3	Massima media mobile giornaliera di O3 estivo a Borgo Veneto	28
9.4	Massima media mobile giornaliera di O3 estivo a Borgo Veneto	29

Elenco delle tabelle

6.1	Parametri statistici per il biossido di zolfo	17
6.2	Parametri statistici per il monossido di carbonio	18
6.3	Parametri statistici per l'Ozono	18
6.4	Parametri statistici per il biossido di azoto	19
6.5	Parametri statistici per il PM ₁₀	19
6.6	Parametri statistici per il PM _{2,5}	20
6.7	Parametri statistici per il benzo(a)pirene	21
6.8	Parametri statistici per il Benzene	21

Capitolo 1

Obiettivi della campagna di monitoraggio e caratterizzazione del sito

La campagna di monitoraggio della qualità dell'aria si è svolta nel Comune di Borgo Veneto, in località Saletto, su richiesta dell'Amministrazione Comunale.

Nello specifico il monitoraggio è stato condotto con una stazione mobile posizionata in Piazza della Vittoria dal 22/01/2020 al 13/03/2020 e dal 21/05/2020 al 09/07/2020.

L'area sottoposta a monitoraggio è di tipologia "background urbano". Il comune di Borgo Veneto e nello specifico la località Saletto ricade nella zona "Pianura e capoluogo bassa pianura" (IT0513), ai sensi della zonizzazione regionale approvata con DGR n. 2130/2012 e rappresentata in figura 1.1.

Si fa presente che è in corso di approvazione da parte della Regione Veneto l'aggiornamento periodico della zonizzazione ai sensi del D.Lgs 155/2010 nella quale il Comune di Borgo Veneto che nella zonizzazione precedente era suddiviso nei tre comuni di Saletto, Megliadino San Fidenzio e Santa Margherita d'Adige, ricadrà nell'Agglomerato Pianura.

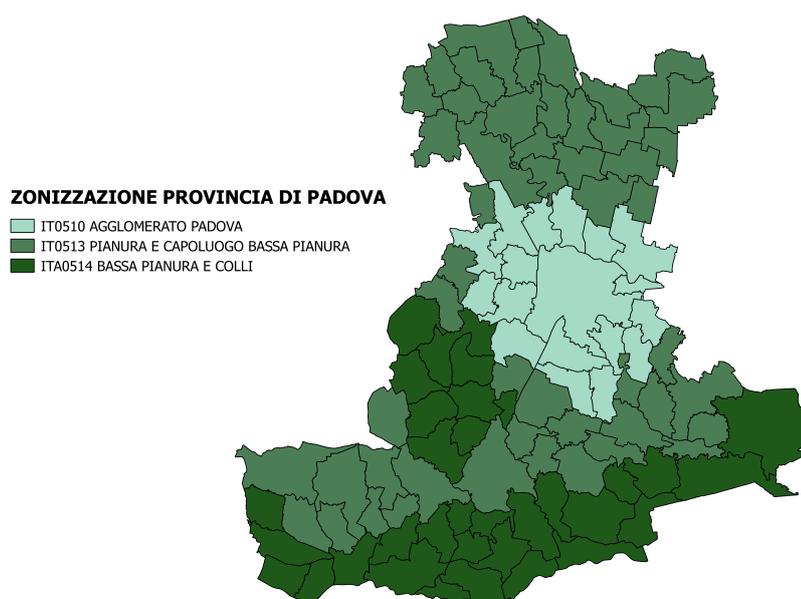


Figura 1.1: Zonizzazione del territorio regionale approvata con DGR n. 2130/2012

Il punto di monitoraggio con la stazione "Mezzo mobile" a Borgo Veneto è riportato in figura 1.2 assieme alle stazioni di Este e Mandria.



Figura 1.2: Posizionamento della stazione mobile a Borgo Veneto

Capitolo 2

Commento meteoroclimatico

2.1 Campagna invernale

Di seguito si analizza la situazione meteorologica tramite diagrammi circolari nei quali si riporta la frequenza dei giorni con caratteristiche di piovosità e ventilazione definite in tre classi che individuano il grado dispersivo degli inquinanti.

- rosso (precipitazione giornaliera < 1 mm e intensità media del vento < 1.5 m/s): condizioni poco favorevoli alla dispersione;
- giallo (precipitazione giornaliera tra $1 \div 6$ mm e intensità media del vento tra $1.5 \div 3$ m/s): condizioni di debole dispersione;
- verde (precipitazione giornaliera > 6 mm e intensità media del vento > 3 m/s): condizioni molto favorevoli alla dispersione.

I valori riportati per la ripartizione nelle tre classi sono empirici essendo stati ricavati dall'esame di un campione pluriennale di dati. La stazione meteo di riferimento è Ospedaletto Euganeo, che dista dal sito di svolgimento della campagna di misura meno di 10 km ed è dotata di anemometro a 10 m.

In figura 2.1 si mettono a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati rilevati presso la stazione meteo in tre periodi:

- 22 gennaio – 13 marzo 2020, periodo di svolgimento della campagna di misura;
- 21 gennaio – 15 marzo dall'anno 2017 all'anno 2019 (anni precedenti);
- 14 marzo 2019 – 13 marzo 2020 (anno corrente).

DISTRIBUZIONE PIOVOSITA' E VENTILAZIONE

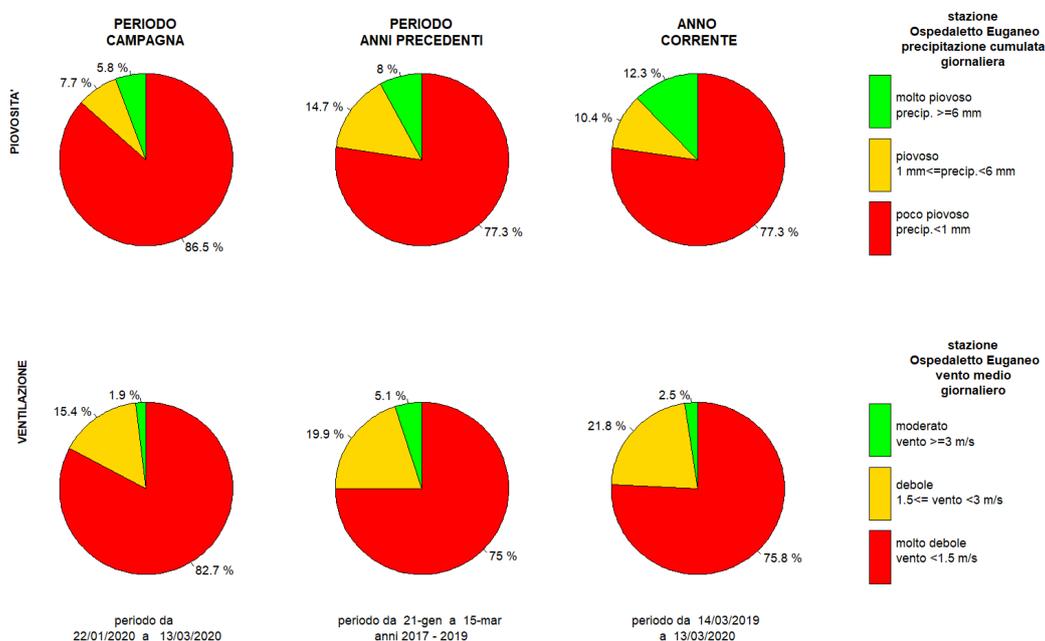


Figura 2.1: Frequenze di vento e pioggia per classi: campagna di misura a confronto con il relativo pentadale degli anni precedenti e l'intero anno corrente

Dai diagrammi circolari risulta che durante il periodo di svolgimento della campagna di misura:

- i giorni poco piovosi sono stati più frequenti rispetto sia allo stesso periodo degli anni precedenti, sia all'anno corrente;
- la percentuale dei giorni con vento molto debole è più alta rispetto ad entrambi i periodi di riferimento.

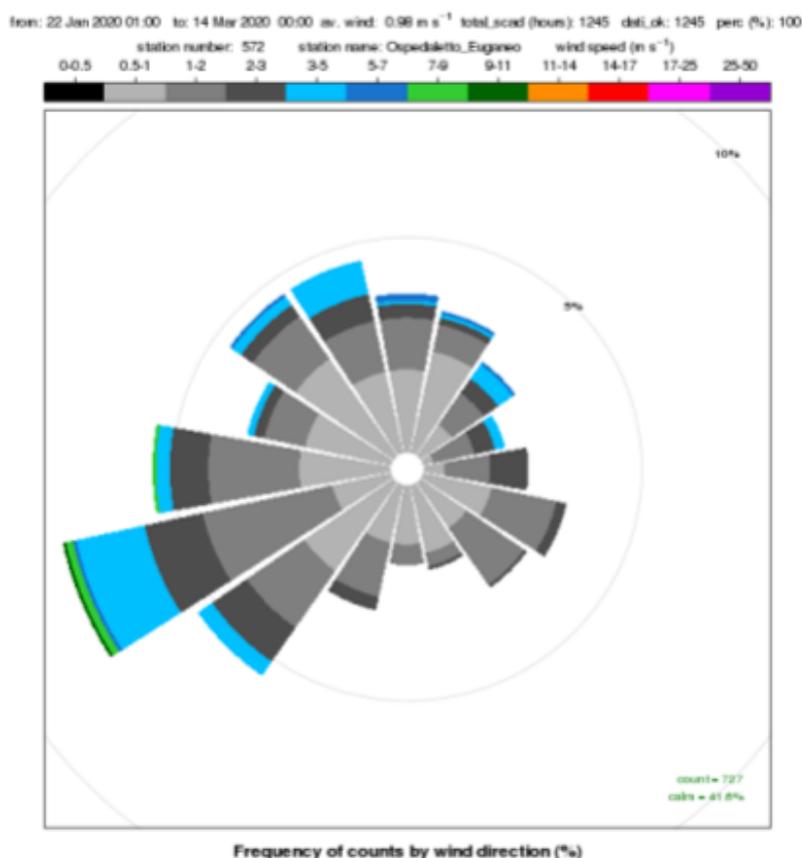


Figura 2.2: Rosa dei venti registrati presso la stazione meteo nel corso della campagna invernale

In figura 2.2 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione meteo di Ospedaletto Euganeo durante la campagna di monitoraggio da cui risulta che la direzione di provenienza del vento prevalente è ovest-sudovest (circa 8% dei casi), seguita da ovest e sud-ovest (entrambe circa 6%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è stata pari a circa 42%; la velocità media pari a circa 1 m/s.

2.2 Campagna estiva

Analogamente alla campagna invernale, si è analizzata la situazione meteorologica tramite diagrammi circolari di dispersione degli inquinanti.

In figura 2.3 si mettono a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati rilevati presso la stazione meteo in tre periodi:

- 21 maggio – 9 luglio 2020, periodo di svolgimento della campagna di misura;
- 21 maggio – 10 luglio dall'anno 2017 all'anno 2019 (anni precedenti);
- 10 luglio 2019 – 9 luglio 2020 (anno corrente).

DISTRIBUZIONE PIOVOSITA' E VENTILAZIONE

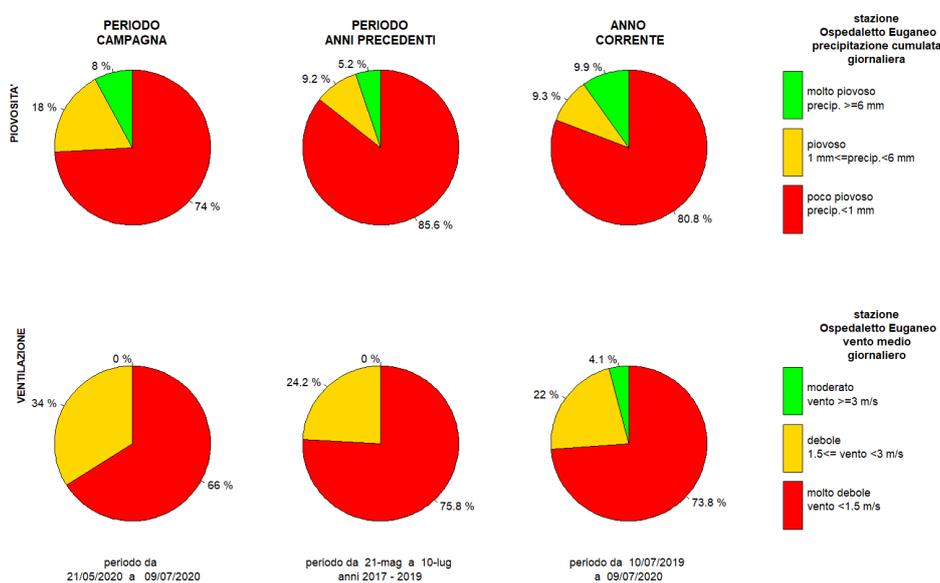


Figura 2.3: Frequenze di vento e pioggia per classi: campagna di misura a confronto con il relativo pentadale degli anni precedenti e l'intero anno corrente

Dai diagrammi circolari risulta che durante il periodo di svolgimento della campagna di misura:

- la frequenza dei giorni poco piovosi è stata più bassa rispetto ad entrambi i periodi di riferimento;
- i giorni con vento molto debole sono stati meno frequenti rispetto sia allo stesso periodo degli anni precedente che all'anno corrente; al tempo stesso sono stati del tutto assenti i giorni con vento moderato.

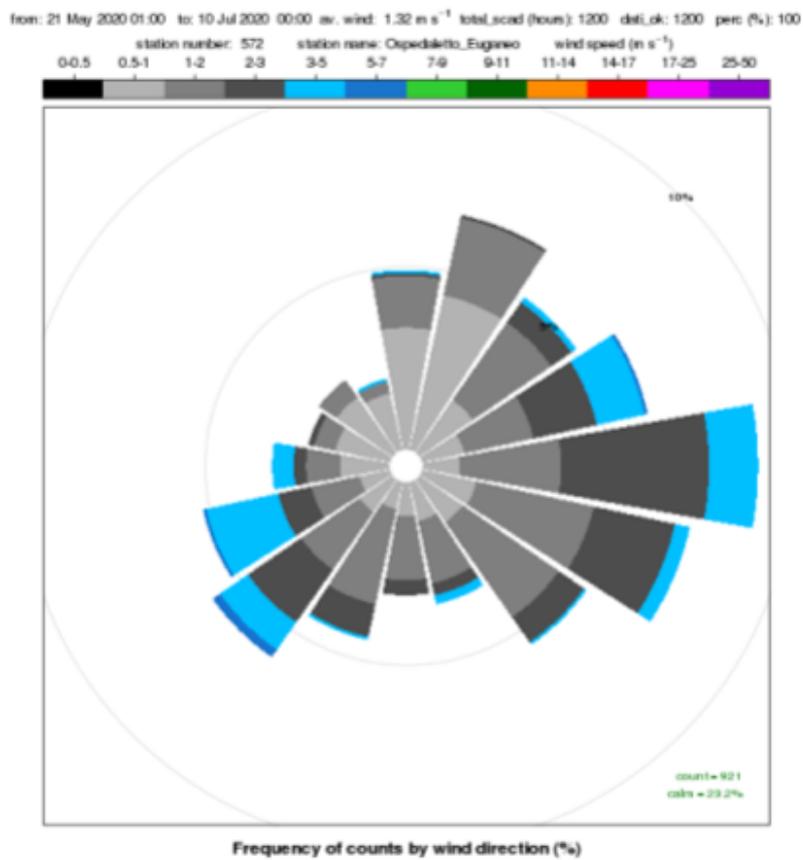


Figura 2.4: Rosa dei venti registrati presso la stazione meteo nel corso della campagna estiva

In figura 2.4 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione meteo durante la campagna di misura da cui risulta che la direzione di provenienza del vento prevalente è est (circa 9% dei casi), seguita da est-sudest e nord-nordest (entrambe circa 7%) e est-nordest e sud-ovest (entrambe circa 6%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è stata pari a circa 23%; la velocità media pari a circa 1.3 m/s.

Capitolo 3

Inquinanti monitorati e normativa di riferimento

La stazione mobile è dotata di analizzatori in continuo per il campionamento e la misura degli inquinanti chimici individuati dalla normativa vigente: monossido di carbonio (CO), anidride solforosa (SO₂), biossido di azoto (NO₂), ossidi di azoto (NO_x) e ozono (O₃), nonché di strumenti per la misura giornaliera delle polveri (PM₁₀ e PM_{2.5}). Sulle polveri PM₁₀ vengono determinati gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), in particolare il Benzo(a)pirene attraverso successive analisi di laboratorio.

Sono stati effettuati anche dei rilievi con campionatori passivi per determinare la concentrazione media di benzene (C₆H₆) presente nell'aria. I campionatori passivi, posizionati al riparo dalle precipitazioni atmosferiche, vengono fissati ad una altezza di circa 2.5m dal suolo e lasciati in situ mediamente per una settimana, poi si procede con le analisi di laboratorio.

Per tutti gli inquinanti considerati risultano in vigore i limiti individuati dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, attuazione della Direttiva 2008/50/CE. Gli inquinanti da monitorare e i limiti stabiliti sono rimasti invariati rispetto alla disciplina precedente, eccezion fatta per il particolato PM_{2.5}, i cui livelli nell'aria ambiente sono stati per la prima volta regolamentati in Italia con detto decreto. Nella tabella seguente si riportano, per ciascun inquinante, i limiti di legge suddivisi in base alla mediazione di breve periodo e lungo periodo e in relazione alla protezione degli ecosistemi.

INQUINANTE	NOME LIMITE	INDICATORE STATISTICO	VALORE
SO₂	Limite per la protezione degli ecosistemi	Media annuale e media invernale	20 ug/m ³
	Soglia di allarme	Superamento per 3h consecutive del valore	500 ug/m ³
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1h	350 ug/m ³ [da non superare più di 24 volte per anno civile]
	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24h	125 ug/m ³ [da non superare più di 3 volte per anno civile]
Nox	Limite per la protezione della vegetazione	Media annuale	30 ug/m ³
NO₂	Soglia di allarme	Superamento per 3h consecutive del valore	400 ug/m ³
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1h	200 ug/m ³ [da non superare più di 18 volte per anno civile]
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 ug/m ³
PM₁₀	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24h	50 ug/m ³ [da non superare più di 35 volte per anno civile]
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 ug/m ³
PM_{2.5}	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Media annuale	25 ug/m ³
CO	Limite per la protezione della salute umana	Max giornaliero della media mobile su 8h	10 mg/m ³
O₃	Soglia di informazione	Superamento del valore orario	180 ug/m ³
	Soglia di allarme	Superamento del valore orario	240 ug/m ³
	Obiettivo a lungo termine [p.s.u.]	Max giornaliero della media mobile su 8h	120 ug/m ³
	Valore Obiettivo p.s.u.	Max giornaliero della media mobile su 8h	120 ug/m ³ [da non superare più di 25 giorni all'anno, come media su 3 anni]
	Valore Obiettivo p.s.u.	AOT40 valori 1h [maggio-luglio]	18000 ug/m ³ x h [come media su 5 anni]
	Obiettivo a lungo termine [p.v.]	AOT40 valori 1h [maggio-luglio]	6000 ug/m ³ x h
B(a)P	Valore obiettivo	Media annuale	1.0 ng/m ³
C₆H₆	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	5.0 ug/m ³
Pb	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	0.5 ug/m ³
Ni	Valore obiettivo	Media annuale	20.0 ng/m ³
As	Valore obiettivo	Media annuale	6.0 ng/m ³
Cd	Valore obiettivo	Media annuale	5.0 ng/m ³

Figura 3.1: Valori limite della qualità dell'aria per la protezione della salute umana e della vegetazione

Capitolo 4

Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi

Gli analizzatori in continuo per l'analisi degli inquinanti, allestiti a bordo della stazione mobile, presentano caratteristiche conformi al D.Lgs. 155/2010 ed effettuano l'acquisizione, la misura e la registrazione dei risultati in modo automatico.

Il campionamento del particolato PM₁₀ (diametro aerodinamico < 10 µm) e PM_{2,5} (diametro aerodinamico < 2.5 µm) è realizzato con linee di prelievo sequenziali poste all'interno della stazione, che utilizzano rispettivamente filtri in cellulosa e in quarzo da 47mm di diametro e cicli di prelievo di 24 ore. Al termine le polveri fini PM_{2,5} sono determinate per via gravimetrica con metodo UNI EN 12341:2014, mentre la misura del PM₁₀ viene effettuata con sistema automatico di attenuazione di raggi beta.

La determinazione analitica sulle polveri PM₁₀ degli idrocarburi policiclici aromatici (B(a)p e altri IPA) viene effettuata al termine del ciclo di campionamento sui filtri esposti con il metodo metodo UNI EN 15549:2008 (cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC)).

Le determinazioni sono state fatte nel rispetto degli obiettivi di qualità del dato previsti per legge.

Il benzene, prelevato con campionatori passivi, è determinato in laboratorio tramite desorbimento chimico con metodo UNI EN 14462-5-2005.

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, cioè le regole più elementari di trattamento dei dati che considerano le singole misure prive di incertezza e il valore medio come numero esatto (Valutazione della conformità in presenza dell'incertezza di misura, R.Mufato e G.Sartori, Bollettino degli esperti ambientali. Incertezza delle misure e certezza del diritto/anno 62, 2011 2-3).

Capitolo 5

Efficienza di campionamento

Al fine di assicurare il rispetto degli obiettivi di qualità previsti per legge e l'accuratezza delle misurazioni, la normativa stabilisce dei criteri in materia di incertezza dei metodi di valutazione, di periodo minimo di copertura e di raccolta minima dei dati.

Per le misurazioni indicative, la normativa stabilisce dei periodi minimi di copertura con un'efficienza di campionamento di almeno il 90%. Le misurazioni possono essere uniformemente distribuite nell'arco dell'anno civile o, in alternativa, effettuate per otto settimane equamente distribuite nell'arco dell'anno.

Nella pratica le otto settimane di misura nell'arco dell'anno vengono suddivise, quando possibile, in due periodi di quattro settimane consecutive ciascuno; uno nel semestre invernale (1 ottobre - 31 marzo) e uno nel semestre estivo (1 aprile - 30 settembre), caratterizzati da una diversa prevalenza delle condizioni di rimescolamento dell'atmosfera.

Nel corso della campagna condotta a Borgo Veneto l'efficienza di campionamento è stata superiore al 91% per tutti i parametri. Il PM_{10} è stato ricercato su 93 filtri, il $PM_{2,5}$ su 92 filtri e gli IPA su 64 filtri.

Capitolo 6

Analisi dei dati rilevati

In questo capitolo si presentano le elaborazioni statistiche delle misure di concentrazione effettuate durante la campagna di monitoraggio. Si confrontano i parametri statistici con i rispettivi valori limite di legge, anche se la verifica di questi ultimi si riferisce principalmente al monitoraggio con stazioni fisse rispondenti a stringenti criteri di posizionamento e di raccolta dati.

Al fine di confrontare i dati raccolti durante la campagna di monitoraggio effettuata a Borgo Veneto con quelli costantemente monitorati in una stazione fissa di cui sono noti i principali elementi di criticità, di seguito, per ogni parametro misurato è riportato il corrispondente valore registrato presso le stazioni fisse di Mandria (stazione di “background urbano”) e/o di Este (stazione “industriale suburbana”).

Per ciascun inquinante considerato, si riporta una sintetica descrizione delle principali fonti di emissione antropica e dei possibili effetti a carico della salute per i principali gruppi a rischio. Si tratta di effetti dovuti al superamento dei limiti di esposizione (tempo di esposizione e concentrazione media) definiti sulla base di ricerche di tipo epidemiologico.

6.1 Biossido di Zolfo

Il biossido di zolfo si forma prevalentemente durante i processi di combustione di combustibili solidi e liquidi per la presenza di zolfo sia come impurezza che come costituente nella formulazione molecolare del combustibile stesso. A causa dell'elevata solubilità in acqua il biossido di zolfo viene assorbito facilmente dalle mucose del naso e dal tratto superiore dell'apparato respiratorio (solo piccolissime quantità riescono a raggiungere la parte più profonda dei polmoni). Fra gli effetti acuti sono compresi un aumento delle secrezioni mucose, bronchite, tracheite, spasmi bronchiali e/o difficoltà respiratoria negli asmatici. Fra gli effetti a lungo termine sono da ricordare le alterazioni della funzionalità polmonare e l'aggravamento delle bronchiti croniche, dell'asma e dell'enfisema. I gruppi più sensibili sono costituiti dagli asmatici e dai bronchitici.

Poiché a Mandria non viene misurato il biossido di zolfo, nella tabella 6.1 si sono confrontati i valori statistici (massimi orari, Max_{1h} e massimi delle medie giornaliere) registrati a Borgo Veneto con quelli rilevati dalla stazione di Este.

SO ₂ (µg/m ³)	Borgo Veneto	Este	Limiti
Max _{1h} invernale	7	5	350 µg/m ³ (media 1h)
Max _{1h} estivo	10	7	
Media giorno invernale	2	2	125 µg/m ³ (media 24h)
Media giorno estivo	2	2	

Tabella 6.1: Parametri statistici per il biossido di zolfo

Il livello di biossido di zolfo a Borgo Veneto è dello stesso ordine di quello di Este, di due ordini di grandezza inferiore al limite per la protezione della salute umana (350 µg/m³, media su 1h; 125 µg/m³, media su 24h) e alla soglia di allarme (500 µg/m³, persistenza per 3h consecutive).

6.2 Monossido di Carbonio

Gas incolore e inodore, viene prodotto dalla combustione incompleta delle sostanze contenenti carbonio. Le fonti antropiche sono costituite dagli scarichi delle automobili, dal trattamento e dallo smaltimento dei rifiuti, dalle industrie e dalle raffinerie di petrolio, dalle fonderie. Il monossido di carbonio raggiunge facilmente gli alveoli polmonari e, quindi, il sangue dove compete con l'ossigeno per il legame con l'emoglobina (riducendo notevolmente la capacità di trasporto dell'ossigeno ai tessuti). Gli effetti sanitari sono essenzialmente riconducibili ai danni causati dall'ipossia a carico del sistema nervoso, cardiovascolare e muscolare. I gruppi più sensibili sono gli individui con malattie cardiache e polmonari, gli anemici e le donne in stato di gravidanza.

Nella tabella 6.2 si riportano i parametri statistici di Borgo Veneto (massima media mobile giornaliera su otto ore, Max_{mm}) a confronto con quelli misurati a Mandria.

CO(mg/m^3)	Borgo Veneto	Mandria	Limiti
Max_{mm} estiva	0	0	10 mg/m^3 (max media mobile su 8h)
Max_{mm} invernale	1	2	

Tabella 6.2: Parametri statistici per il monossido di carbonio

Tabella 6.2 evidenzia valori statistici per il monossido di carbonio al di sotto del limite di legge (10 mg/m^3 , media mobile 8h) e inferiori a Mandria.

6.3 Ozono

Inquinante 'secondario', si forma in seguito alle reazioni fotochimiche che coinvolgono inquinanti precursori prodotti dai processi di combustione (NO_x , idrocarburi, aldeidi). Le concentrazioni ambientali di ozono tendono pertanto ad aumentare durante i periodi caldi e soleggiati dell'anno. Nell'arco della giornata, i livelli di ozono risultano tipicamente bassi al mattino, raggiungono il massimo nel primo pomeriggio e si riducono progressivamente nelle ore serali con il diminuire della radiazione solare (anche se sono frequenti picchi nelle ore notturne dovuti ai complessi processi di rimescolamento dell'atmosfera). Il bersaglio principale dell'ozono è l'apparato respiratorio.

In tabella 6.3 si riportano i parametri statistici relativi a Borgo Veneto e alle stazioni di Mandria e Este.

O_3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Borgo Veneto	Mandria	Este	Limiti
N° sup estivi del valore obiettivo	10	20	10	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
N° sup invernali del valore obiettivo	0	0	0	
N° sup estivi della soglia di informazione	0	0	0	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
N° sup invernali della soglia di informazione	0	0	0	

Tabella 6.3: Parametri statistici per l'Ozono

Nel corso della campagna estiva a Borgo Veneto si sono registrati 10 superamenti del valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, in termini di massima media mobile giornaliera su 8h, da non superarsi più di 25 volte all'anno come media su 3 anni). La soglia di informazione (180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, come valore orario) invece non è mai stata superata. I valori statistici di Borgo Veneto sono analoghi a quelli di Este, inferiori a Mandria.

6.4 Biossido di Azoto

È un gas caratterizzato ad alte concentrazioni da un odore pungente. Le fonti antropiche, rappresentate da tutte le reazioni di combustione, riguardano principalmente gli autoveicoli, le centrali termoelettriche e il riscaldamento domestico. Gli effetti acuti comprendono infiammazione delle mucose e diminuzione della funzionalità polmonare. Gli effetti a lungo termine includono l'aumento dell'incidenza delle malattie respiratorie e la maggiore suscettibilità alle infezioni polmonari batteriche e virali. I gruppi a

maggior rischio sono costituiti dagli asmatici e dai bambini.

In tabella 6.4 si riportano i parametri statistici (media) desunti dalle registrazioni della campagna di Borgo Veneto e i valori rilevati nello stesso periodo a Mandria e a Este.

NO ₂ (µg/m ³)	Borgo Veneto	Mandria	Este	Limiti
Media estiva	16	16	13	40 µg/m ³ (media annua)
Media invernale	36	40	35	
Media complessiva	26	28	24	

Tabella 6.4: Parametri statistici per il biossido di azoto

Il valore medio dell'intera campagna di monitoraggio di Borgo Veneto è in linea con quello delle due stazioni fisse e al di sotto del limite previsto dal DLgs 155/2010.

Nel corso dell'intera campagna di monitoraggio è stato registrato un valore massimo orario di 91 µg/m³ (7 febbraio 2020), pertanto non si sono avuti superamenti del valore limite di protezione della salute (200 µg/m³, media su 1h).

6.5 Polveri fini e ultrafini [PM10 e PM2.5]

Le polveri sospese in atmosfera sono costituite da un insieme estremamente eterogeneo di sostanze la cui origine può essere primaria (emesse come tali) o secondaria (derivata da reazioni chimico-fisiche successive alla fase di emissione). Una caratterizzazione esauriente del particolato atmosferico si basa, oltre che sulla misura della concentrazione e l'identificazione delle specie chimiche coinvolte, anche sulla valutazione della dimensione media delle particelle. Quelle di dimensioni inferiori a 10 µm hanno un tempo medio di vita (permanenza in aria) che varia da pochi giorni fino a diverse settimane e possono essere veicolate dalle correnti atmosferiche anche per lunghe distanze. La dimensione media delle particelle determina il grado di penetrazione nell'apparato respiratorio e la conseguente pericolosità per la salute umana. Il monitoraggio ambientale del particolato con diametro inferiore a 10 µm (PM₁₀) può essere considerato un indice della concentrazione di particelle in grado di penetrare nel torace (frazione inalabile). A sua volta il PM_{2,5} (con diametro inferiore a 2.5 µm) rappresenta la frazione in grado di raggiungere la parte più profonda dei polmoni (frazione respirabile). Per valutare gli effetti sulla salute è quindi molto importante determinare la composizione chimica del particolato atmosferico. Le caratteristiche chimiche del particolato influenzano la capacità di reagire con altre sostanze inquinanti quali ad esempio IPA e SO₂. Le polveri PM₁₀ che si depositano nel tratto superiore o extra toracico (cavità nasali, faringe, laringe) possono causare effetti irritativi locali quali secchezza e infiammazione. Le polveri PM_{2,5} che riescono a raggiungere la parte più profonda del polmone (bronchi e bronchioli) possono causare un aggravamento delle malattie respiratorie croniche (asma, bronchite ed enfisema). Le fonti antropiche di polveri atmosferiche sono rappresentate essenzialmente dalle attività industriali, dagli impianti di riscaldamento e dal traffico veicolare.

In tabella 6.5 si riportano i parametri statistici del PM₁₀ rilevati a Borgo Veneto e i valori registrati nello stesso periodo a Mandria e a Este (media del periodo di monitoraggio e numero di superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m³).

PM ₁₀ (µg/m ³)	Borgo Veneto	Mandria	Este	Limiti
Media invernale	58	53	50	40 µg/m ³ (media anno)
Media estiva	20	12	12	
Media complessiva	39	33	32	
N° superamenti invernale	28	26	27	35, max n° superamenti annui
N° superamenti estivo	0	0	0	

Tabella 6.5: Parametri statistici per il PM₁₀

A Borgo Veneto il limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato superato 28 volte nel periodo invernale, in linea con Este e Mandria, mentre la media complessiva è inferiore al limite annuale ma superiore a quella di Mandria e Este.

Si fa tuttavia osservare che in tutte le stazioni il numero di superamenti del valore massimo giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è molto vicino al limite annuale di 35, nonostante il periodo della campagna rappresenti un piccolo sottoinsieme rispetto ad un'intera annualità. Considerato poi che nel 2019 le stazioni fisse considerate hanno superato tale limite, è probabile che ciò sia avvenuto anche a Borgo Veneto.

I grafici in Allegato riportano la serie temporale delle misure di PM_{10} della campagna di monitoraggio di Borgo Veneto, a confronto con il valore limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Allo scopo di valutare il rispetto dei valori limite di legge per il parametro PM_{10} , si utilizza una metodologia di calcolo elaborata dall'Osservatorio Regionale Aria di ARPAV, basata sulla rappresentatività spaziale del parametro PM_{10} . 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. Nella pratica si valuta il grado di correlazione tra i dati della stazione fissa e del "sito sporadico" nel corso della campagna. Dalla serie annuale della stazione fissa si calcolano il valore medio annuo e il 90° percentile delle concentrazioni di PM_{10} . Se il grado di correlazione tra i due siti è elevato, si ritiene plausibile che la media e i percentili della stazione fissa, siano rappresentativi anche del sito sporadico. Il calcolo del 90° percentile è legato al fatto che in una distribuzione di 365 valori il 90° percentile corrisponde al 36° valore massimo e, dato che per il PM_{10} sono consentiti 35 superamenti del valore limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, il rispetto del valore limite è garantito se e solo se il 90° percentile è inferiore a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nel nostro caso il "sito sporadico" di Borgo Veneto è confrontato con la stazione fissa di "background urbano" della Mandria. Per la serie annuale di dati di quest'ultima si è considerato il periodo agosto 2019 - luglio 2020. Nei due periodi di sovrapposizione, i dati delle due stazioni mostrano un indice di correlazione pari a 0.97, quindi molto significativo, a conferma della confrontabilità tra i due siti e del metodo induttivo adottato.

La metodologia di calcolo statistico applicata a Mandria dà come risultati un valore medio nell'anno solare considerato di $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$, quindi inferiore al limite di legge, ed un 90° percentile pari a $67 \mu\text{g}/\text{m}^3$, cioè un numero di superamenti del limite dei $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ superiore al limite di legge.

Nella tabella 6.6 si riportano i valori statistici del $\text{PM}_{2.5}$ misurati a Borgo Veneto, Mandria e Este.

$\text{PM}_{2.5}(\mu\text{g}/\text{m}^3)$	Borgo Veneto	Mandria	Este	Limiti
Media invernale	45	46	38	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media annua)
Media estiva	9	7	6	
Media complessiva	27	27	23	

Tabella 6.6: Parametri statistici per il $\text{PM}_{2.5}$

A Borgo Veneto il valore medio di $\text{PM}_{2.5}$ è superiore al limite annuo di legge di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, analogamente a Mandria.

6.6 Benzo(a)pirene

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono una classe di idrocarburi la cui composizione è data da due o più anelli benzenici condensati. La classe degli IPA è perciò costituita da un insieme piuttosto eterogeneo di sostanze, caratterizzate da differenti proprietà tossicologiche. Gli IPA sono composti persistenti, caratterizzati da un basso grado di idrosolubilità e da un'elevata capacità di aderire al materiale organico; derivano principalmente dai processi di combustione incompleta dei combustibili fossili, e si ritrovano quindi nei gas di scarico degli autoveicoli e nelle emissioni degli impianti termici, delle centrali termoelettriche, degli inceneritori, ma non solo. Gli idrocarburi policiclici aromatici sono spesso associati alle polveri sospese. In questo caso la dimensione delle particelle del particolato

aerodisperso rappresenta il parametro principale che condiziona l'ingresso e la deposizione nell'apparato respiratorio e quindi la relativa tossicità. È accertato il potere cancerogeno di tutti gli IPA e tra questi anche del benzo(a)pirene (BaP) a carico delle cellule del polmone (il BaP è inserito nel gruppo 1 della classificazione IARC -International Association of Research on Cancer - cioè tra le sostanze con accertato potere cancerogeno sull'uomo). Poiché è stato evidenziato che la relazione tra B(a)P e gli altri IPA, detto profilo IPA, è relativamente stabile nell'aria delle diverse città, la concentrazione di B(a)P viene spesso utilizzata come indice del potenziale cancerogeno degli IPA totali.

In tabella 6.7 si riportano i parametri statistici del benzo(a)pirene registrati a Borgo Veneto e i valori rilevati nello stesso periodo dalle stazioni fisse di Mandria e Este.

B(a)p (ng/m ³)	Borgo Veneto	Mandria	Este	Limiti
Media estiva	0.06	0.03	0.03	1.0 ng/m ³ (media annua)
Media invernale	1.8	2.0	1.1	
Media complessiva	1.0	1.0	0.6	

Tabella 6.7: Parametri statistici per il benzo(a)pirene

Il valore medio del benzo(a)pirene rilevato a Borgo Veneto è in linea con quello di Mandria e pari al valore obiettivo annuale di 1.0 ng/m³.

6.7 Benzene

È un idrocarburo liquido, incolore e dotato di un odore caratteristico. In ambito urbano gli autoveicoli rappresentano la principale fonte di emissione: in particolare, circa l'85% è immesso nell'aria per combustione nei gas di scarico mentre il restante 15% per evaporazione del combustibile dal serbatoio e dal motore e durante le operazioni di rifornimento. L'intossicazione di tipo acuto dovuta a concentrazioni molto elevate è causa di effetti sul sistema nervoso centrale. Fra gli effetti a lungo termine sono note le interferenze sul processo emopoietico (produzione del sangue) e l'induzione della leucemia nei lavoratori maggiormente esposti. Il benzene è stato inserito da International Agency for Research on Cancer (IARC) nel gruppo 1, cioè tra le sostanze che hanno un accertato potere cancerogeno sull'uomo.

In tabella 6.8 sono riportati i parametri statistici del Benzene registrati a Borgo Veneto e i valori rilevati a Mandria nello stesso periodo.

C ₆ H ₆ (µg/m ³)	Borgo Veneto	Mandria	Limiti
Media estiva	0.3	0.3	5.0 µg/m ³ (media annua)
Media invernale	1.4	2.2	
Media complessiva	0.9	1.2	

Tabella 6.8: Parametri statistici per il Benzene

La media complessiva del benzene misurato a Borgo Veneto è inferiore al valore limite annuale di 5 µg/m³ e di poco inferiore a Mandria.

Capitolo 7

Valutazione dello stato di qualità dell'aria

7.1 Indice di Qualità dell'Aria (IQA)

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 (tabella seguente).

COLORE	QUALITA'
	BUONA
	ACCETTABILE
	MEDIOCRE
	SCADENTE
	PESSIMA

Figura 7.1: Scala giudizio QA

Il calcolo dell'indice giornaliero è basato sull'andamento delle concentrazioni di tre inquinanti: Biossido di azoto, Ozono e PM₁₀. Le prime due classi (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 nella stazione esaminata. Le altre tre classi indicano che almeno uno dei tre inquinanti considerati ha superato il relativo indicatore di legge. In questo caso la gravità del superamento determina il giudizio assegnato. Quindi, è possibile distinguere situazioni di moderato superamento da situazioni significativamente più critiche ¹.

Di seguito è riportata la percentuale dei giorni ricadenti in ciascuna classe dell'IQA della campagna di monitoraggio condotta a Borgo Veneto.

¹Per approfondimenti sul calcolo dell'IQA si rimanda al sito ufficiale: www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/qualita-dellaria/iqa

Indice di qualità dell'aria - Campagna di Borgo Veneto 2020

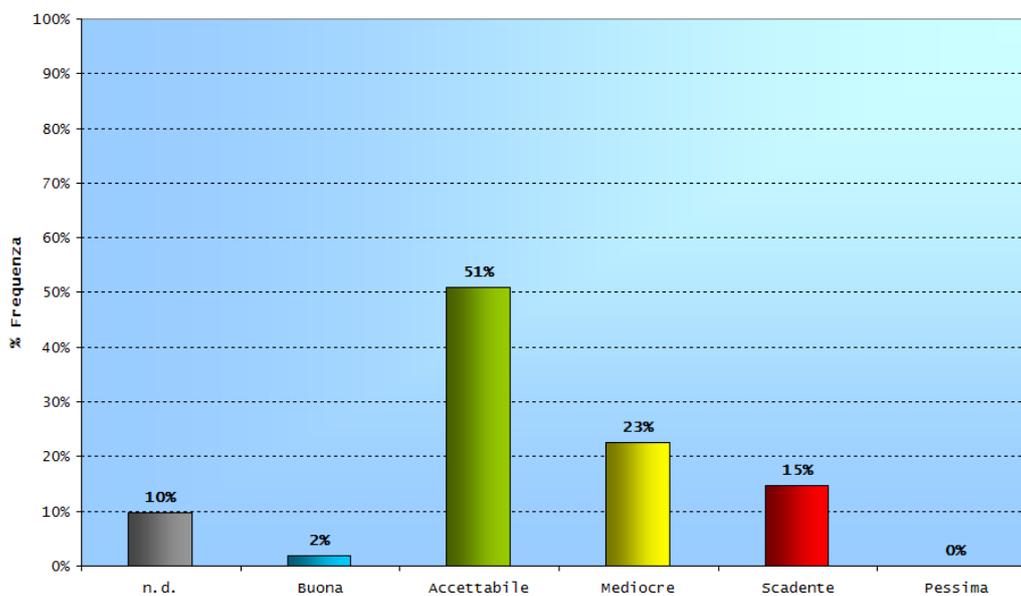


Figura 7.2: Indice sintetico di qualità dell'aria

La distribuzione rappresentata in figura evidenzia che a Borgo Veneto prevalgono condizioni di qualità dell'aria accettabili con una percentuale pari al 51 % di qualità mediocre e al 15 % di qualità scadente.

Capitolo 8

Conclusioni

Di seguito si riassumono brevemente i risultati della campagna di monitoraggio della qualità dell'aria effettuata a Borgo Veneto.

Si ritiene opportuno ribadire che il confronto delle valutazioni statistiche qui effettuate, relativo ad un periodo di monitoraggio limitato, con limiti normativi su base annuale, ha un valore puramente indicativo. Ciononostante, è interessante osservare che i valori dei parametri misurati a Borgo Veneto non si discostano molto da quelli delle altre stazioni di confronto della rete ARPAV di monitoraggio della qualità dell'aria.

Per inquadrare meglio la realtà analizzata nel contesto provinciale e regionale, si suggerisce di associare alla presente relazione quella sullo stato della qualità dell'aria a livello provinciale e regionale presenti nel portale ARPAV.

8.1 Sintesi dell'andamento meteorologico del periodo

Dall'analisi meteorologica risulta che nel corso della campagna invernale le condizioni erano poco favorevoli alla dispersione o alla deposizione di inquinanti, per un effetto combinato di scarse precipitazioni e venti deboli, mentre nella campagna estiva, precipitazioni più frequenti e maggior ventosità hanno favorito il rimescolamento dei bassi strati.

8.2 Sintesi dell'andamento dei parametri

Il **biossido di zolfo** e il **monossido di carbonio** risultano al di sotto dei valori limite previsti dal Dlgs. 155/2010, confermandosi inquinanti non più critici, in linea con l'andamento regionale.

Per l'**ozono** si evidenziano superamenti del valore obiettivo, ma non della soglia di informazione, in linea con quanto registrato contemporaneamente nella stazione fissa di Este. Tale inquinante rimane critico nel periodo estivo su tutta la provincia.

I valori statistici per il **biossido di azoto** risultano in linea con quelli delle stazioni fisse di confronto. Benché i valori complessivi della campagna risultino entro i limiti, il biossido di azoto si presenta ancora come un inquinante da tenere sotto controllo, specie nel periodo invernale, quando raggiunge valori significativi del valore medio giornaliero su tutto il territorio provinciale.

Il particolato fine **PM10** registra un valore medio e un numero di superamenti del limite giornaliero inferiori ai limiti. Dall'analisi effettuata sulla serie annuale di Mandria, si ritiene probabile che il parametro superamenti del limite giornaliero sia critico anche a Borgo Veneto. Il particolato ultrafine **PM2.5** supera il limite di legge come nella stazione fissa di Mandria. Sia il **PM10** che il **PM2.5** restano critici su tutto il territorio provinciale e quindi anche a Borgo Veneto.

I livelli di concentrazione del **benzene** a Borgo Veneto sono inferiori sia al limite di legge che a quelli misurati nel medesimo periodo a Mandria.

Il valore medio di **benzo(a)pirene** presente nelle polveri fini PM10 eguaglia il limite annuale, analogamente alla stazione fissa di Mandria. Tale parametro risulta quindi critico e da tenere sotto controllo.

Capitolo 9

Allegati

- 1. Concentrazione giornaliera estiva di PM_{10}**
- 2. Concentrazione giornaliera invernale di PM_{10}**
- 3. Massima media mobile su 8h giornaliera estiva di O_3**
- 4. Massima media mobile su 8h giornaliera invernale di O_3**
- 5. Glossario**

9.1 Concentrazione giornaliera estiva di PM10

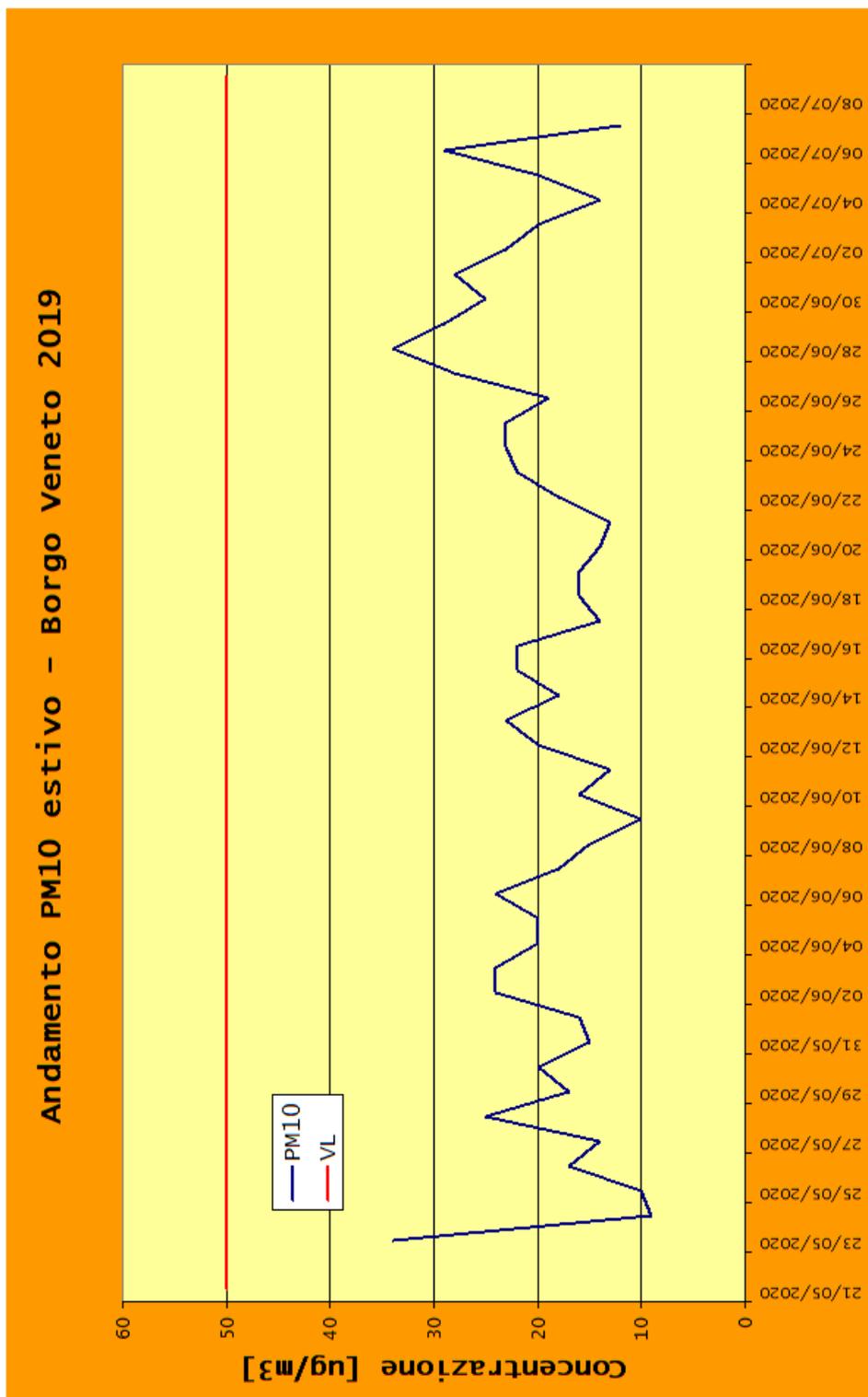


Figura 9.1: Andamento del PM10 estivo a Borgo Veneto

9.2 Concentrazione giornaliera invernale di PM10

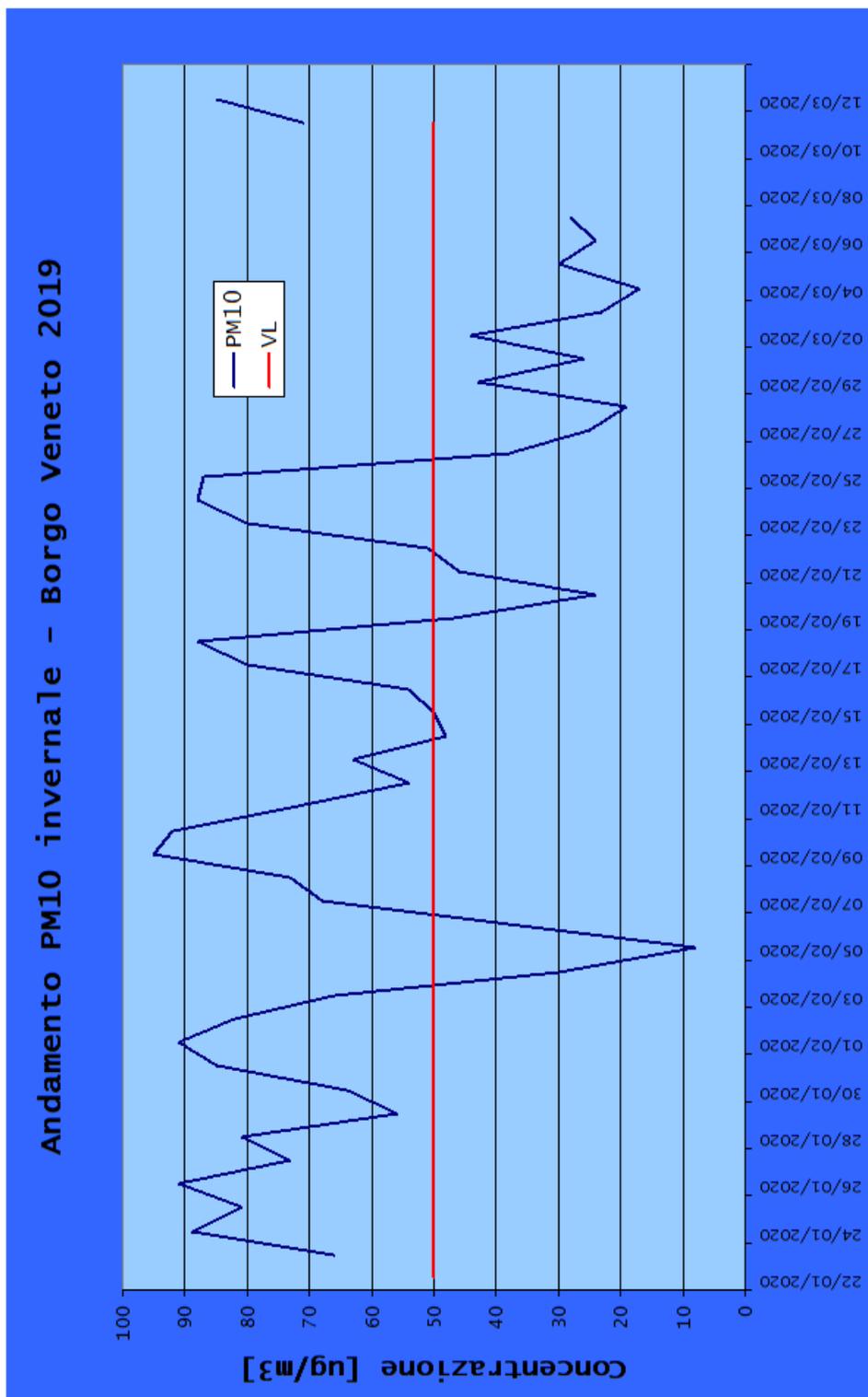


Figura 9.2: Andamento del PM10 invernale a Borgo Veneto

9.3 Massima media mobile su 8h giornaliera estiva di O₃

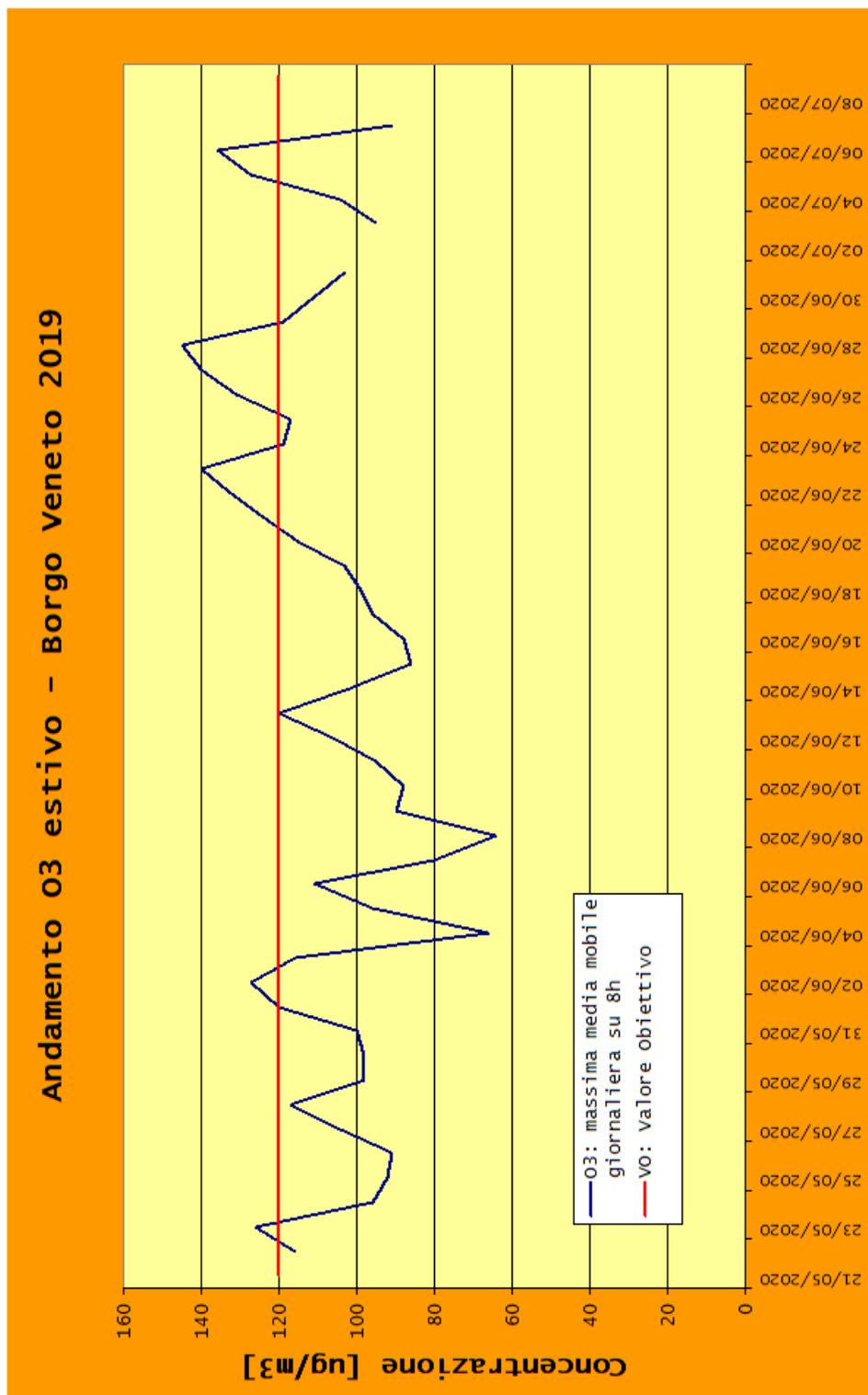


Figura 9.3: Massima media mobile giornaliera di O₃ estivo a Borgo Veneto

9.4 Massima media mobile su 8h giornaliera invernale di O₃

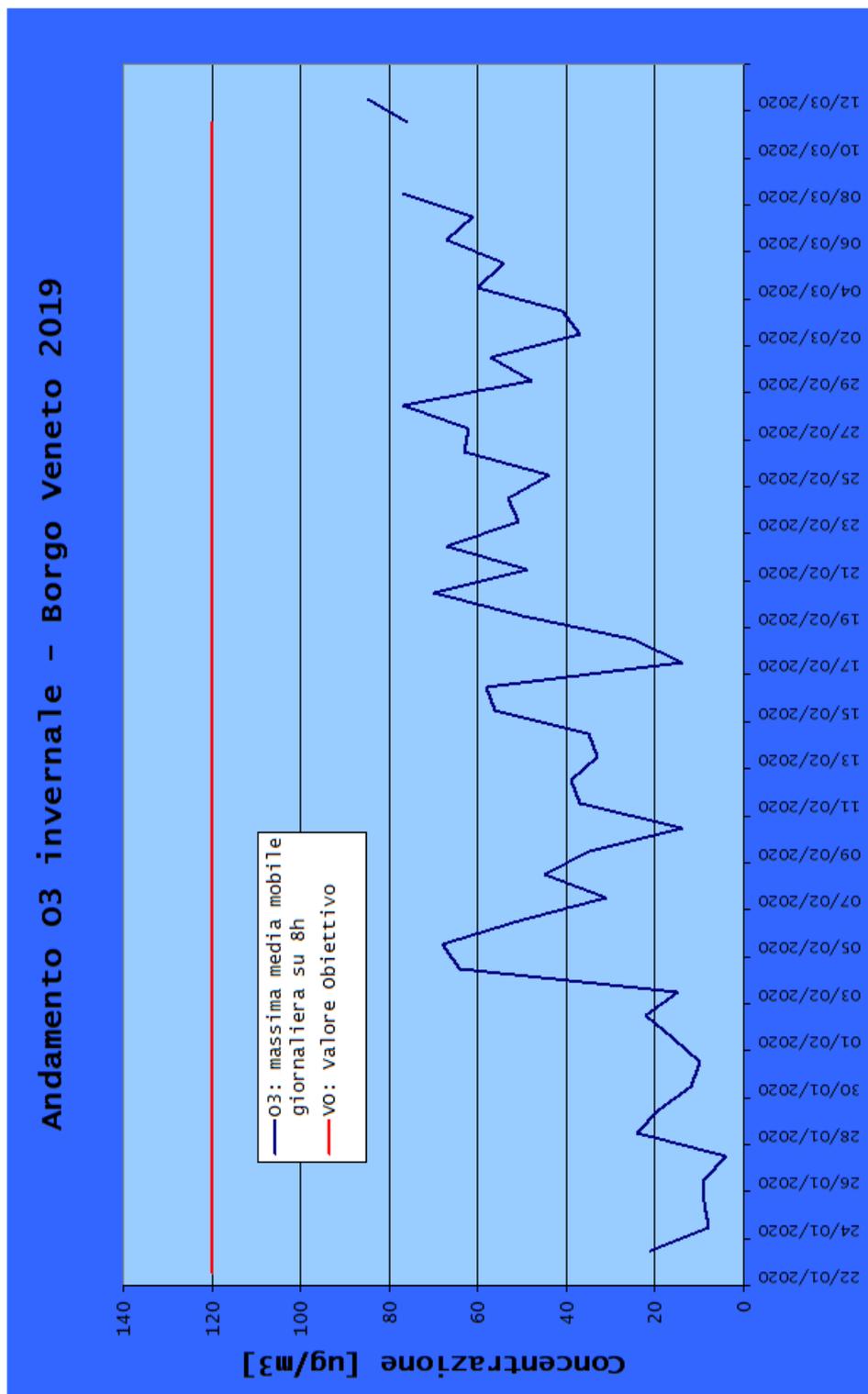


Figura 9.4: Massima media mobile giornaliera di O₃ estivo a Borgo Veneto

9.5 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 km² superiore a 3.000 abitanti.

AOT40 (Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb): espresso in $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$. 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 sopravvento 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 inferiori 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 PROVINCIALE DI PADOVA

Via Ospedale 24

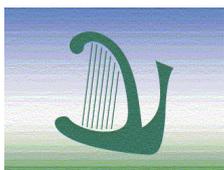
35121 Padova

Italia

tel.: +39 049 8227801

fax: +39 049 8227810

e-mail: dappd@arpa.veneto.it



ARPAV
Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto
Direzione Generale
Via Ospedale Civile, 24
35121 Padova
Italia Tel. +39 049 82 39301
Fax. +39 049 66 0966
e-mail urp@arpa.veneto.it
e-mail certificata: protocollo@pec.arpav.it
www.arpa.veneto.it