

CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA 2023

COMUNE DI NOVENTA PADOVANA VIA TASSO



PERIODI DI ATTUAZIONE:
27/01/2023 - 07/06/2023 (PRIMA CAMPAGNA)
28/07/2023 - 26/09/2023 (SECONDA CAMPAGNA)

RELAZIONE TECNICA

Progetto e realizzazione

Dipartimento Regionale Qualità dell'Ambiente

Responsabile: R.Bassan

Unità Organizzativa Monitoraggio Aria

Responsabile: G.Marson

Autore: R.Millini

Gruppo di lavoro: P.Baldan, C.Lanzoni, A.Merlo, S.Rebeschini

Con la collaborazione di:

Dipartimento Regionale Laboratori

A. Benassi

Unità Organizzativa Emissioni e Olfattometria Dinamica

P. Silvestri

Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio

Unità Organizzativa Meteorologia e Climatologia

Responsabile: A. Bonini Baraldi

Autore: M. Sansone

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

27 giugno 2024

Indice

1	Obiettivi del monitoraggio	4
2	Analisi meteorologica	6
2.1	Parametri considerati	6
2.2	Analisi meteo	6
3	Strumentazione, analisi e normativa	9
3.1	Inquinanti monitorati	9
3.2	Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi	9
3.3	Quadro normativo. Limiti e valori di riferimento	10
4	Analisi dei dati rilevati	13
4.1	Efficienza di campionamento	13
4.2	Analisi dei dati	13
4.3	Biossido di Zolfo	14
4.4	Monossido di Carbonio	15
4.5	Ozono	16
4.6	Biossido di Azoto	17
4.7	Polveri fini [PM10 e PM2.5]	19
4.8	Benzo(a)pirene	21
4.9	Benzene	22
4.10	Metalli	23
5	Indice di Qualità dell'Aria (IQA)	29
6	Conclusioni	31
6.1	Situazione Meteorologica	31
6.2	Qualità dell'aria	31
6.2.1	Inquinanti non critici	31
6.2.2	Inquinanti critici	32
7	Glossario	33

Capitolo 1

Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio della qualità dell'aria a Noventa Padovana è previsto da apposita Convenzione finalizzata al monitoraggio delle ricadute dell'impianto Termovalorizzatore di San Lazzaro e sottoscritta da ARPAV, Provincia di Padova, Comune di Padova, Comune di Noventa Padovana e ULSS 6 (DDG n° 219 del 30-10-2023, attiva dal 20/06/2024).

Il monitoraggio è stato condotto in Via Tasso con una stazione mobile in due periodi: il primo dal 27/01/2023 al 07/06/2023 comprende l'intera campagna invernale e parte di quella estiva, il secondo, dal 28/07/2023 al 26/09/2023 completa il periodo estivo. Le due campagne ricoprono più di metà dell'anno, con il 33% dei giorni nel periodo invernale e il 67% in quello estivo.

Il sito di Via Tasso è immerso in un'area residenziale a monte della zona industriale di Padova comprendente il Termovalorizzatore, ed è di tipologia "fondo urbano". Il comune di Noventa Padovana ricade nella zona "Agglomerato Padova" (IT0519 in fig 1.1), a seguito della zonizzazione regionale (DGR n° 1855/2020).

**ZONIZZAZIONE DEL VENETO 2020
ai sensi del D.Lgs.155/2010**

ZONE PROVINCIA DI PADOVA

- IT0522 - PIANURA
- IT0523 - ZONA COSTIERA E COLLI
- IT0519 - AGGLOMERATO DI PADOVA

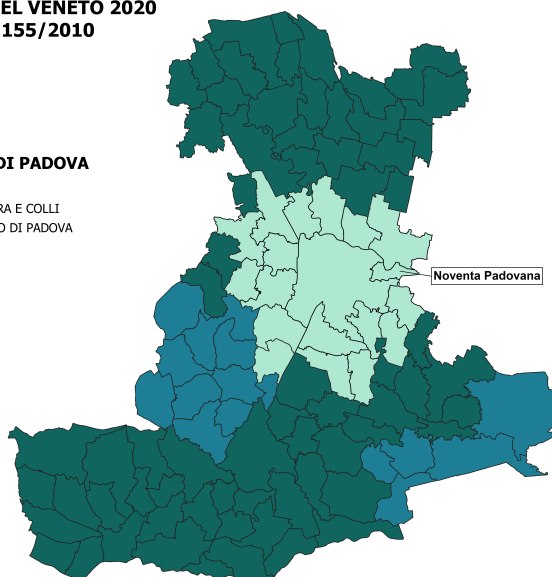


Figura 1.1: Zonizzazione del territorio provinciale

Il punto di monitoraggio a Noventa Padovana è riportato sulla mappa di figura 1.2.



Figura 1.2: Posizionamento della stazione mobile a Noventa Padovana (Map data ©2018 Google).

Capitolo 2

Analisi meteorologica

2.1 Parametri considerati

Il vento medio e la precipitazione favoriscono rispettivamente la dispersione e la deposizione degli inquinanti. La temperatura ha un ruolo più complesso all'interno dello strato limite planetario in quanto da un lato agisce sull'accumulo o sulla dispersione degli inquinanti (es: inversioni termiche, moti turbolenti, convettivi, etc), e dall'altro rappresenta un buon indicatore dell'attivazione dei processi fotochimici che in troposfera danno origine ad inquinanti secondari quali l'ozono.

2.2 Analisi meteo

Nelle figure successive (fig 2.1, fig 2.2 e fig 2.3) si riportano, per la campagna invernale e per i due periodi di campagna estiva, l'andamento giornaliero della precipitazione, dell'intensità del vento medio a 10 m e della temperatura media registrati nella stazione meteo ARPAV di Legnaro.

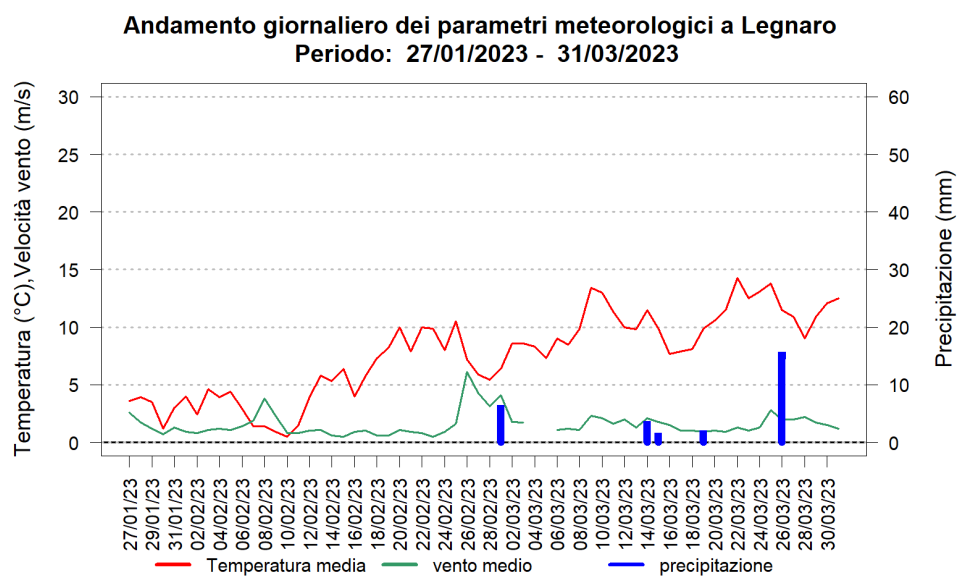


Figura 2.1: Andamento dei parametri meteo nella campagna invernale 2023.

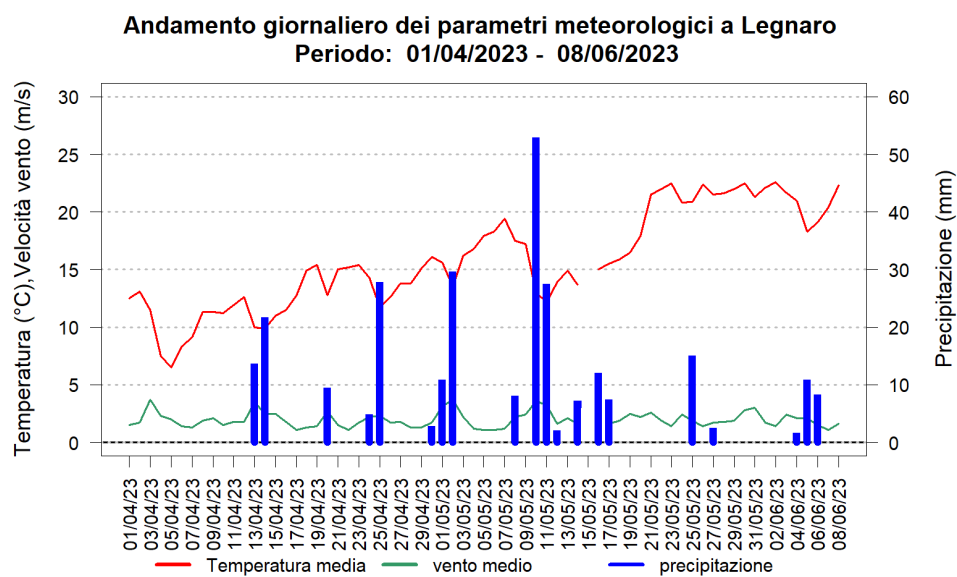


Figura 2.2: Andamento dei parametri meteo nella prima campagna estiva 2023

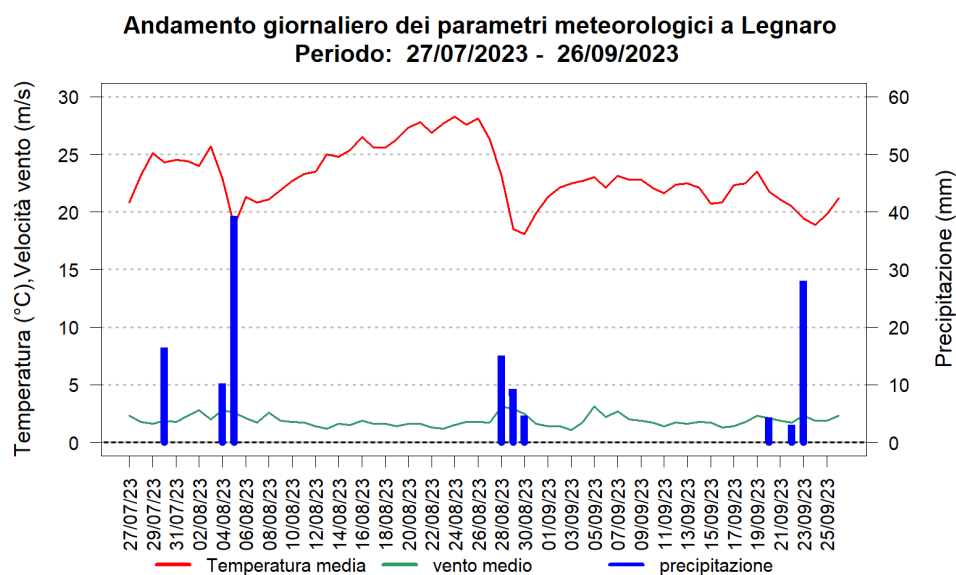


Figura 2.3: Andamento dei parametri meteo nella seconda campagna estiva 2023.

L'analisi delle condizioni favorevoli alla dispersione degli inquinanti indica che nel corso della campagna invernale sono prevalse (circa 63% dei casi) condizioni poco dispersive, mentre nella seconda e terza campagna, relative al semestre estivo, emerge il prevalere di condizioni abbastanza dispersive (61 ÷ 76% dei casi). Nel corso dell'intero monitoraggio la dispersione è stata favorita prevalentemente dal vento, anche se nel secondo periodo si è registrato il 22% di condizioni molto dispersive grazie a episodi piovosi.

Durante le campagne del periodo caldo, sono state inoltre analizzate le condizioni favorevoli alla formazione di ozono, valutata nei termini di temperatura massima giornaliera: nella prima parte della campagna estiva le condizioni sono state poco favorevoli allo smog fotochimico nella quasi totalità dei casi, mentre nella seconda parte della campagna estiva sono state prevalenti quelle abbastanza favorevoli (circa 45% dei casi) e in circa il 15% dei casi sono state anche molto favorevoli alla formazione di ozono.

Capitolo 3

Strumentazione, analisi e normativa

3.1 Inquinanti monitorati

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 PM2.5). Sulle polveri PM10 vengono determinati gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), in particolare il benzo(a)pirene, e i metalli normati (arsenico, cadmio, nichel, piombo e mercurio) e non normati (antimonio, cromo totale, ferro, manganese, rame, selenio, zinco, tallio e vanadio) 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.

3.2 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 PM2.5 (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 PM2.5 sono determinate per via gravimetrica con metodo UNI EN 12341:2023, mentre la misura del PM10 viene effettuata con sistema automatico di attenuazione di raggi beta. La determinazione analitica degli idrocarburi policiclici aromatici (benzo(a)pirene e altri IPA) e dei metalli viene effettuata al termine del ciclo di campionamento sui filtri di PM10 esposti con i seguenti metodi:

- IPA: cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC), metodo UNI EN 15549:2008;

- metalli: spettrofotometria di massa a plasma ad accoppiamento induttivo (ICP-MS) e spettrofotometria di assorbimento atomico con fornetto a grafite, metodo UNI EN 14902:2005/EC1-2008.

Il benzene, prelevato con campionatori passivi, è determinato in laboratorio tramite desorbimento chimico con metodo UNI EN 1 4462-5-2005.

Tutte le determinazioni sono effettuate nel rispetto degli obiettivi di qualità del dato previsti per legge.

Con riferimento ai risultati riportati di seguito si precisa che eventuali dati di concentrazione inferiori ai limiti di quantificazione sono stati sostituiti con un valore pari a metà del limite stesso, in coerenza con le convenzioni utilizzate da ARPAV per il calcolo degli indicatori previsti dalla normativa. Si è scelto pertanto di attribuire tale valore ai dati inferiori al limite di quantificazione, 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).

3.3 Quadro normativo. Limiti e valori di riferimento

La normativa di riferimento in materia di qualità dell'aria è il D.Lgs 155/2010, in attuazione della direttiva 2008/50/CE. Tale decreto regola i livelli in aria ambiente di biossido di zolfo (SO₂), biossido di azoto (NO₂), ossidi di azoto (NO_x), monossido di carbonio (CO), particolato fine (PM10 e PM2.5), benzene (C₆H₆), ozono (O₃) e i livelli nel particolato fine PM10 di piombo (Pb), cadmio (Cd), nichel (Ni), arsenico (As) e benzo(a)pirene.

Nelle tabelle seguenti si riportano i principali valori limite e di riferimento per i diversi inquinanti misurati a Noventa Padovana.

Limiti per il biossido di zolfo	Indicatore statistico	Valore di riferimento
Limite per la protezione degli ecosistemi	Media annuale e media invernale	20 µg/m ³
Soglia di allarme	Superamento per 3 ore consecutive del valore	500 µg/m ³
Limite orario per la protezione della salute umana	Media su 1 ora	350 µg/m ³ [da non superare più di 24 volte per anno civile]
Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media su 24 ore	125 µg/m ³ [da non superare più di 3 volte per anno civile]

Tabella 3.1: Limiti per il biossido di zolfo (SO₂)

Limiti per il monossido di carbonio	Indicatore statistico	Valore di riferimento
Limite per la protezione della salute umana	Massimo giornaliero della media mobile su 8 ore	10 mg/m ³

Tabella 3.2: Limiti per il monossido di carbonio (CO)

Limiti per il biossido di azoto	Indicatore statistico	Valore di riferimento
Soglia di allarme	Superamento per 3 ore consecutive del valore	400 µg/m ³
Limite orario per la protezione della salute umana	Media oraria	200 µg/m ³ [da non superare più di 18 volte per anno civile]
Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³

Tabella 3.3: Limiti per il biossido di azoto (NO₂)

Limiti per l'ozono	Indicatore statistico	Valore di riferimento
Soglia di allarme	Superamento del valore orario	240 µg/m ³
Soglia di informazione	Superamento del valore orario	180 µg/m ³
Obiettivo a lungo termine (Protezione della salute umana)	Max giornaliero della media mobile su 8 ore	120 µg/m ³

Tabella 3.4: Limiti per l'ozono (O₃)

Limiti per il PM10 e il PM2.5	Indicatore statistico	Valore di riferimento
PM10 - limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 ore	50 µg/m ³ (da non superare più di 35 volte per anno civile)
PM10 - limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³
PM2.5 - limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	25 µg/m ³

Tabella 3.5: Limiti per il particolato fine PM10 e PM2.5

Limiti per il benzo(a)pirene	Indicatore statistico	Valore di riferimento
Valore obiettivo b(a)p	Media annuale	1.0 ng/m ³

Tabella 3.6: Limite per il benzo(a)pirene

Riferimenti normativi per i metalli pesanti	Indicatore statistico	Valore di riferimento
Pb	Media annuale	0.5 µg/m ³
Ni	Media annuale	20.0 ng/m ³
As	Media annuale	6.0 ng/m ³
Cd	Media annuale	5.0 ng/m ³

Tabella 3.7: Valore limite per la protezione della salute umana (Pb) e valori obiettivo (altri metalli)

Capitolo 4

Analisi dei dati rilevati

4.1 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 Noventa Padovana l'efficienza di campionamento è stata complessivamente almeno del 90% per tutti i parametri. Su 125 filtri PM10 sono stati ricercati gli IPA, su 61 i metalli. Il PM2.5 è stato determinato su 182 filtri.

4.2 Analisi dei dati

Di seguito si riassumono i risultati delle elaborazioni effettuate sui dati raccolti nel corso del monitoraggio a Noventa Padovana. I parametri statistici calcolati sono confrontati con i corrispondenti limiti o valori obiettivo, anche se la verifica del rispetto dei valori di legge si riferisce in primis al monitoraggio con stazioni fisse rispondenti a stringenti criteri di posizionamento e di raccolta dati.

Per ogni inquinante i risultati delle analisi a Noventa Padovana sono messi in relazione con quelli delle stazioni fisse di Padova città, cioè PD-Mandria ("fondo urbano"), PD-Arcella ("traffico urbano"), PD-Granze ("industriale urbana"), APS1 ("industriale urbana") e APS2 ("industriale urbana").

Per ogni inquinante sono inoltre brevemente evidenziate le principali fonti di emissione antropica.

4.3 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 livello regionale le fonti di emissione principale sono la combustione nell'industria, la produzione di energia e la trasformazione di combustibili, la combustione non industriale e i processi produttivi (INEMAR VENETO).

La determinazione dei valori statistici (media su 1 ora e su 24 ore, da confrontarsi con i rispettivi limiti di $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e di $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$) per le concentrazioni di biossido di zolfo a Noventa Padovana, PD-Arcella, APS1 e APS2, non evidenzia superamenti dei valori limite. I massimi orari di concentrazione a Noventa Padovana si mantengono entro i $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$, almeno un ordine di grandezza inferiori alle soglie di legge.

Nelle figure 4.1 e 4.2 sono riportati l'andamento della concentrazione giornaliera massima media oraria e media giornaliera di SO_2 a Noventa Padovana, e i rispettivi limiti.

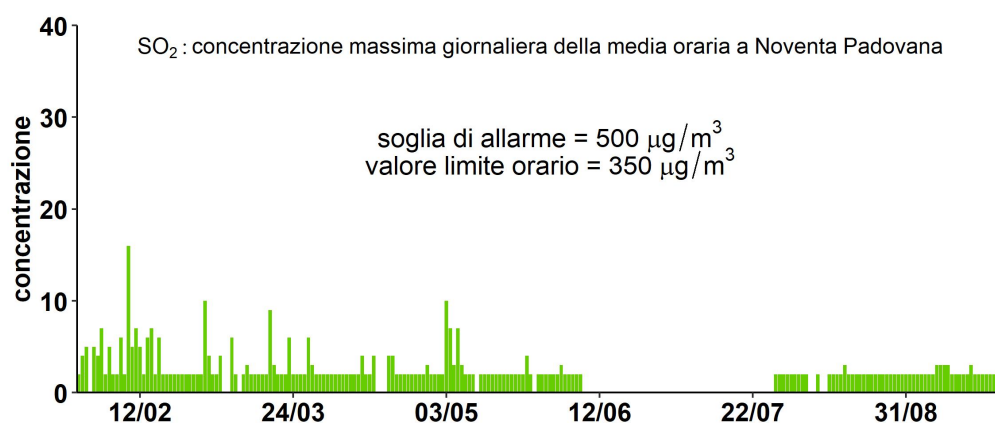


Figura 4.1: Concentrazione massima giornaliera della media oraria di SO_2 .

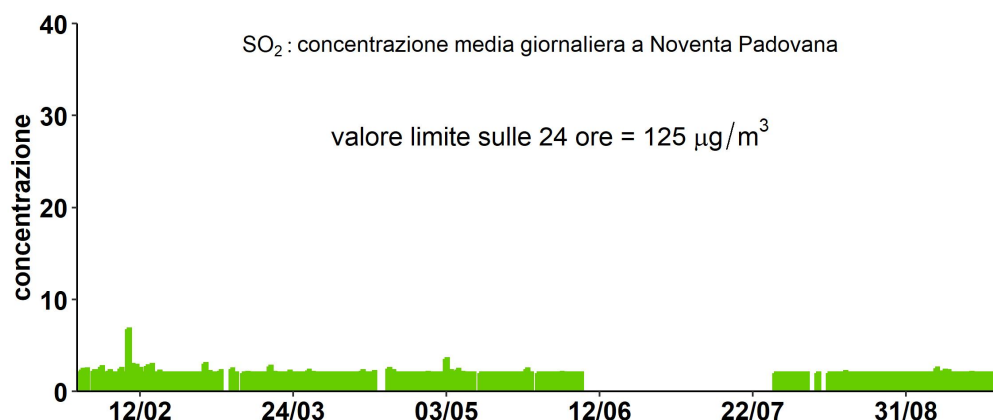


Figura 4.2: Concentrazione media giornaliera di SO₂.

4.4 Monossido di Carbonio

Gas incolore e inodore, è prodotto dalla combustione incompleta delle sostanze contenenti carbonio. A livello regionale le fonti antropiche sono costituite principalmente dalla combustione non industriale, seguono i trasporti su strada (INEMAR VENETO).

Il monitoraggio del monossido di carbonio a Noventa Padovana non evidenzia superamenti del valore limite fissato dal D.Lgs 155/2010 (10 mg/m³, come media mobile su 8h).

In tabella 4.1 si evidenzia la confrontabilità tra i valori di concentrazione massima misurati a Noventa Padovana e nelle stazioni di riferimento.

CO(mg/m ³)	Noventa Pna	PD-Mandria	PD-Arcella	APS1	APS2	Limiti
Max invernale	2.6	2.2	2.7	2.4	2.7	10 mg/m ³
Max periodo estivo 1	0.8	0.7	0.8	1.0	0.9	(max media
Max periodo estivo 2	0.6	1.0	0.8	1.0	0.9	mobile 8h)

Tabella 4.1: Parametri statistici per il monossido di carbonio

In figura 4.3 si riporta la serie temporale della concentrazione massima giornaliera della media mobile di monossido di carbonio a Noventa Padovana e relativo limite.

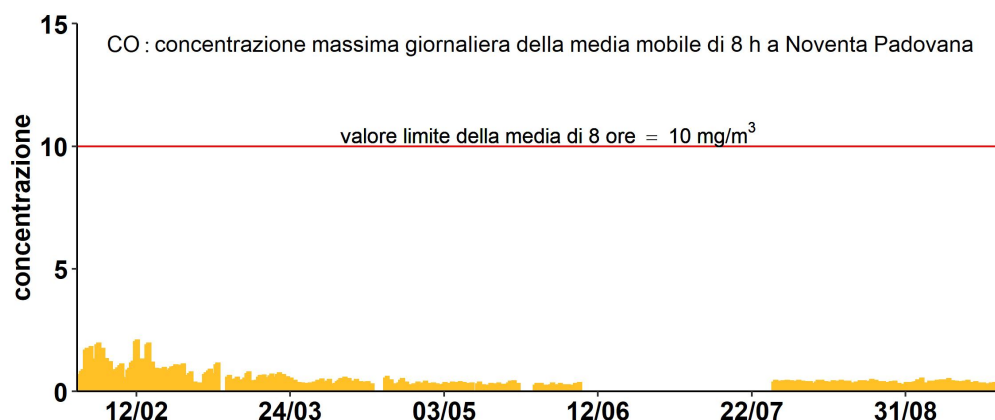


Figura 4.3: Concentrazione massima giornaliera della media mobile di CO.

4.5 Ozono

Inquinante prevalentemente ‘secondario’, originato da processi di combustione e da processi di origine naturale, in particolare nelle zone montane. La sua concentrazione in ambiente tende pertanto ad aumentare durante i periodi caldi. 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 al diminuire della radiazione solare (benché non siano infrequenti picchi notturni dovuti ai complessi processi di rimescolamento dell’atmosfera).

In tabella 4.2 si riportano il numero di superamenti del valore obiettivo e della soglia di informazione dell’ozono registrati a Noventa Padovana, PD-Mandria, APS1 e APS2.

$O_3(\mu g/m^3)$	Noventa Pna	PD-Mandria	APS1	APS2	Limiti
N° sup invernali del valore obiettivo	0	0	0	0	120 $\mu g/m^3$ (max media mobile giornaliera su 8h)
N° sup estivi del valore obiettivo	12	28	24	23	
N° sup invernali della soglia di informazione	0	0	0	0	180 $\mu g/m^3$ (massimo orario giornaliero)
N° sup estivi della soglia di informazione	0	0	0	2	

Tabella 4.2: Parametri statistici per l’Ozono

I valori in tabella 4.2 evidenziano la criticità estiva del parametro in tutte le stazioni in termini di valore obiettivo. Per quanto concerne invece la soglia di informazione l'unica stazione che nel 2023 registra superamenti è APS2. Si tenga presente che la criticità dell'ozono nel periodo estivo ha carattere diffuso su tutto il territorio provinciale e regionale.

Nelle figure 4.4 e 4.5 si riportano rispettivamente le serie temporali della concentrazione massima giornaliera della media oraria e della concentrazione massima giornaliera della media mobile su 8 ore di ozono a Noventa Padovana.

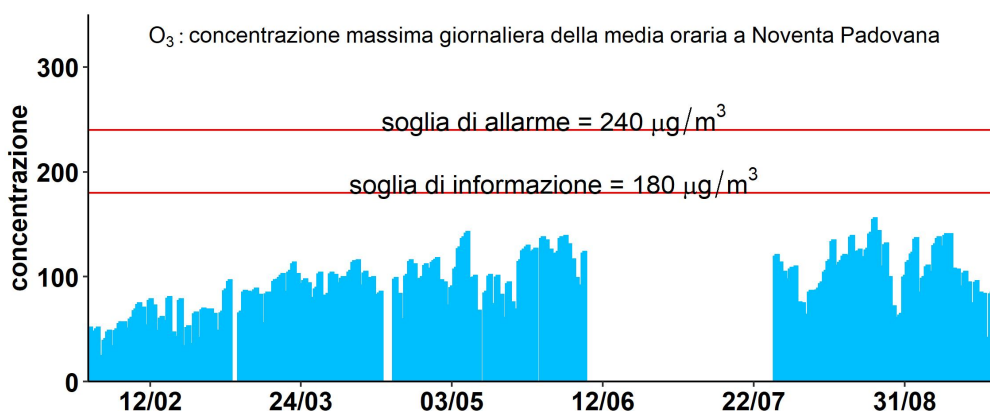


Figura 4.4: Concentrazione massima giornaliera della media oraria di O₃

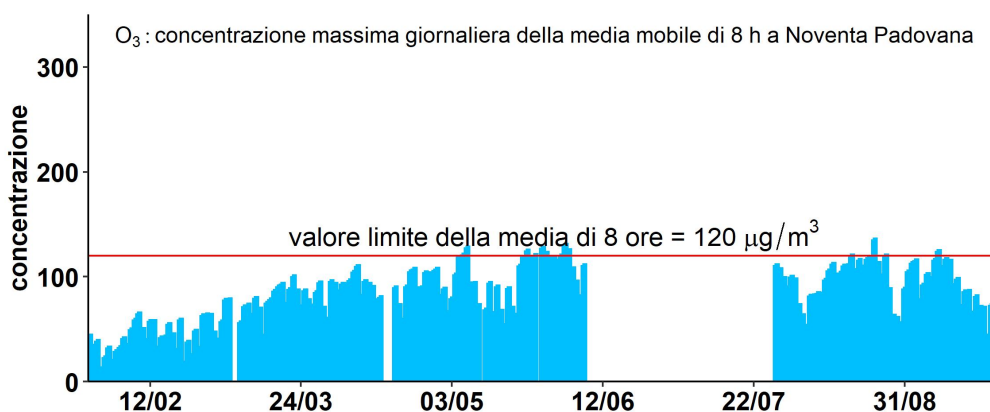


Figura 4.5: Concentrazione massima giornaliera della media mobile su 8h di O₃

4.6 Biossido di Azoto

È un gas che ad alte concentrazioni è caratterizzato da un odore pungente. A livello regionale le fonti antropiche di ossidi di azoto sono principalmente rappresentate da

trasporti su strada, comparto industriale, altri trasporti (es porto, aeroporto) e combustione residenziale (INEMAR VENETO).

In tabella 4.3 si riportano i valori medi misurati in corrispondenza alla campagna in esame in tutte le stazioni esaminate.

NO ₂ (µg/m ³)	Noventa Pna	PD-Mandria	PD-Arcella	APS1	APS2	Limiti
Media						
periodo invernale	43	49	38	30	32	40 µg/m ³ (media annua)
periodo estivo 1	20	25	20	16	13	
periodo estivo 2	18	20	21	20	17	
Media	27	31	26	22	21	

Tabella 4.3: Parametri statistici per il biossido di azoto

Il valore medio di concentrazione di biossido di azoto a Noventa Padovana risulta in linea con quello della stazione di PD-Arcella e inferiore al limite previsto dal DLgs 155/2010 su scala annuale.

Nel corso dell'intero monitoraggio non è mai stato superato il valore limite di protezione della salute (200 µg/m³, media su 1h) e il valore massimo orario registrato a Noventa Padovana è di 136 µg/m³.

In figura 4.6 si riporta la serie temporale della concentrazione massima giornaliera della media oraria di NO₂ a Noventa Padovana.

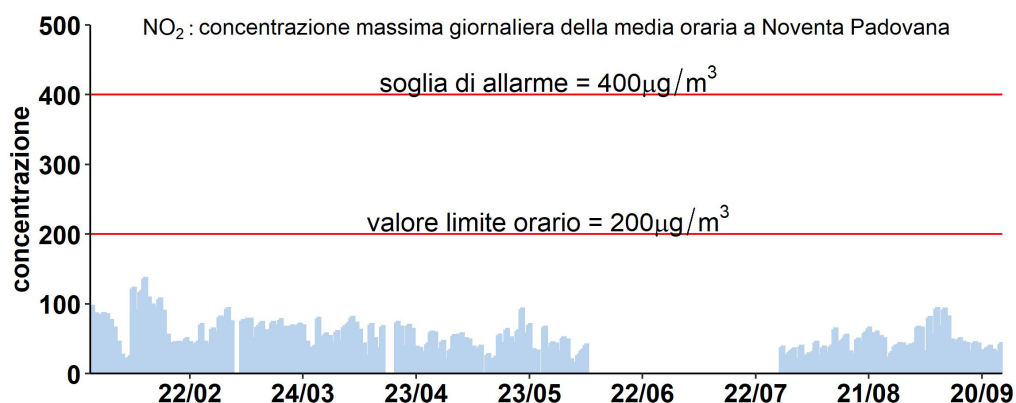


Figura 4.6: Concentrazione massima giornaliera della media oraria di NO₂

4.7 Polveri fini [PM10 e PM2.5]

Le polveri sospese in atmosfera sono costituite da un insieme eterogeneo di sostanze la cui origine può essere primaria o secondaria (derivata da reazioni chimico-fisiche successive alla fase di emissione). Le polveri di dimensioni inferiori a 10 µm hanno un tempo medio di vita che varia da pochi giorni fino a diverse settimane e possono essere veicolate dalle correnti atmosferiche anche per lunghe distanze. Con i simboli PM10 e PM2.5 si intende il particolato con diametro rispettivamente inferiore a 10 µm e a 2.5 µm. La dimensione media delle particelle determina il grado di penetrazione nell'apparato respiratorio e la conseguente pericolosità per la salute umana. A livello regionale le fonti antropiche di polveri atmosferiche sono rappresentate principalmente da emissioni residenziali, trasporti su strada, agricoltura e zootecnia (INEMAR VENETO).

In tabella 4.4 si riportano i parametri statistici (concentrazione media e numero di superamenti della soglia giornaliera di 50 µg/m³) calcolati per il PM10 a Noventa Padovana, PD-Mandria, PD-Arcella, PD-Granze, APS1 e APS2 nel corso del monitoraggio.

PM10 (µg/m ³)	Noventa Pna	PD- Mandria	PD- Arcella	PD- Granze	APS1	APS2
Periodo invernale						
Media	56	49	53	55	54	50
N° superamenti	25	22	25	26	26	23
N° dati	61	61	64	64	62	64
% superamenti	41	36	39	41	42	36
Periodo estivo 1						
Media	19	17	18	19	20	18
N° superamenti	0	0	0	0	0	0
N° dati	64	65	67	67	68	68
% superamenti	0	0	0	0	0	0
Periodo estivo 2						
Media	24	20	21	21	24	23
N° superamenti	0	0	0	0	1	0
N° dati	60	61	61	61	61	59
% superamenti	0	0	0	0	2	0
Periodo totale						
Media ponderata	33	29	31	32	32	30
N° superamenti	25	22	25	26	27	23
N° dati	185	187	192	192	191	191
% superamenti	14	12	13	14	14	12

Tabella 4.4: Parametri statistici per il PM10

In termini di PM10 i valori statistici calcolati a Noventa Padovana risultano in linea con quelli di APS1, PD-Granze e PD-Arcella. Tutte le stazioni analizzate evidenziano come criticità il numero di superamenti della soglia giornaliera (massimo di 35 superamenti annui). Si tenga presente infatti che tali superamenti si registrano per lo più nel semestre invernale e che la campagna in oggetto ha coperto solo un terzo dello stesso.

Nella figura 4.7 si riporta la serie temporale delle concentrazioni giornaliere di PM10 della campagna di monitoraggio di Noventa Padovana, a confronto con il valore limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

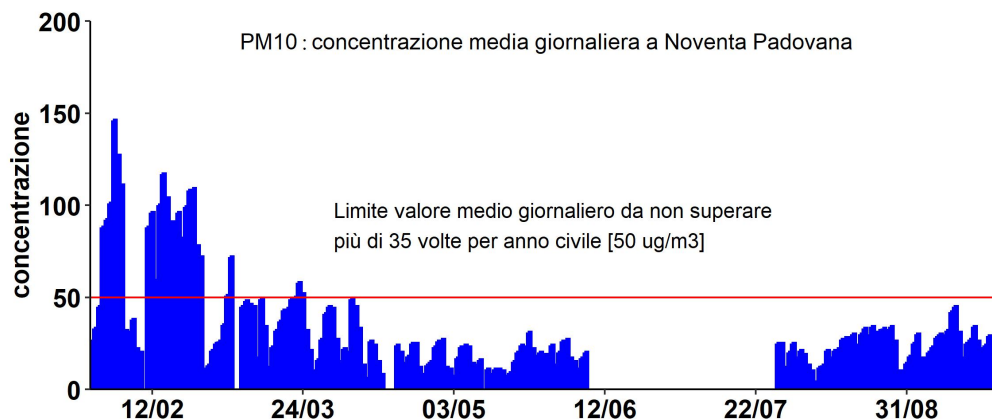


Figura 4.7: Serie temporale del PM10

Allo scopo infine di valutare il rispetto dei valori limite di legge per il parametro PM10, si utilizza una metodologia di calcolo elaborata dall'Unità Organizzativa Qualità dell'Aria di ARPAV, basata sulla rappresentatività spaziale del parametro PM10.

Tale metodologia confronta il *sito sporadico* (Noventa Padovana) 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 PM10. 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 PM10 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 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Considerato l'elevato grado di correlazione (compreso tra $0.98 \div 0.99$) esistente tra i valori delle concentrazioni di PM10 a Noventa Padovana e quelli misurati nelle stazioni fisse considerate, la metodologia sopra descritta è stata applicata a tutte le stazioni (PD-Mandria, PD-Granze, PD-Arcella, APS1 e APS2), considerando come serie annuale il periodo dal 27/09/2022 al 26/09/2023, che include in sé l'intera campagna di monitoraggio.

La stima del valore medio di concentrazione per il PM10 a Noventa Padovana derivante dalla suddetta metodologia cade nell'intervallo $33 \div 34 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre il numero di superamenti stimato risulta compreso tra 62 e 64.

Nella tabella 4.5 successiva si riportano i valori medi per il PM2.5 derivati dal monitoraggio a Noventa Padovana, a confronto con quelli misurati a PD-Mandria, APS1 e APS2.

PM2.5($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Noventa Pna	PD-Mandria	APS1	APS2	Limiti
Media invernale	40	39	42	40	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Media periodo estivo 1	11	13	14	12	(media
Media periodo estivo 2	19	13	14	15	annuale)
Media ponderata	24	21	23	22	

Tabella 4.5: Parametri statistici per il PM2.5

I risultati di tabella 4.5 mostrano un buon allineamento tra le concentrazioni di PM2.5 misurate a Noventa Padovana e nelle stazioni di riferimento. Il valore medio nel corso del monitoraggio a Noventa Padovana risulta inferiore al limite di legge (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ valutato su base annuale) e superiore a quello delle altre stazioni. Si evidenzia inoltre che il monitoraggio estivo, meno critico per questo inquinante, è quasi doppio rispetto a quello invernale.

In figura 4.8 si riporta la serie dei valori di concentrazione giornaliera di PM2.5 a Noventa Padovana.

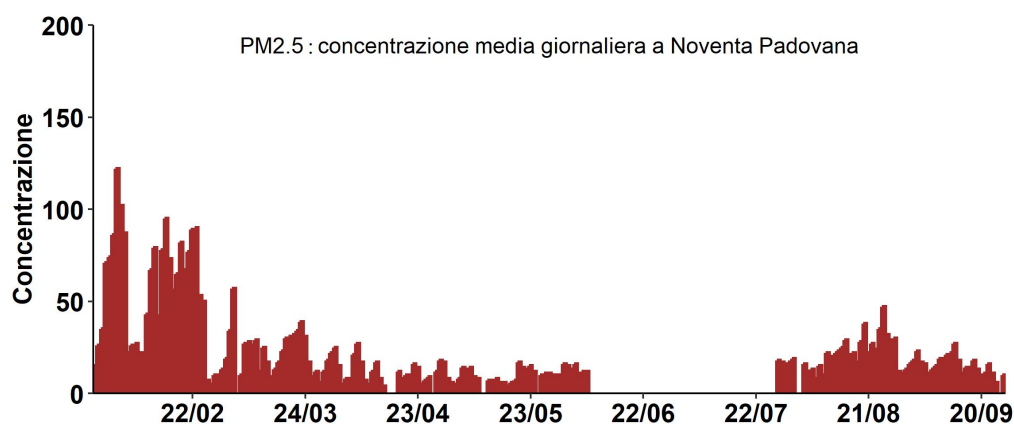


Figura 4.8: Serie temporale del PM2.5

4.8 Benzo(a)pirene

Gli IPA sono una classe di idrocarburi la cui composizione è data da due o più anelli benzenici condensati. È un insieme eterogeneo di sostanze con diverse proprietà tossicologiche. Sono composti persistenti, con un basso grado di idrosolubilità, un'elevata capacità di aderire al materiale organico, spesso associati alle polveri sospese. Poiché la relazione tra benzo(a)pirene e gli altri IPA è relativamente stabile nell'aria

delle diverse città, è pratica diffusa utilizzare la sua concentrazione come indice del potenziale cancerogeno degli IPA totali. A livello regionale le fonti antropiche derivano principalmente dal comparto combustione non industriale (in particolare impianti residenziali a legna) (INEMAR VENETO).

In tabella 4.6 si riportano i parametri statistici per il benzo(a)pirene misurato a Noventa Padovana, PD-Mandria, PD-Granze, APS1 e APS2 nel corso della campagna di monitoraggio.

B(a)p (ng/m ³)	Noventa Pna	PD-Mandria	PD-Granze	APS1	APS2
Media invernale	2.1	1.8	2.0	2.2	2.0
Media periodo estivo 1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1
Media periodo estivo 2	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Media ponderata	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7

Tabella 4.6: Parametri statistici per il benzo(a)pirene

Il valore medio complessivo del benzo(a)pirene rilevato a Noventa Padovana è in linea con quello misurato nelle altre stazioni. Per tutte le stazioni la media complessiva è inferiore al valore obiettivo annuale di 1.0 ng/m³, ma si tenga conto che il monitoraggio estivo 2023 è stato quasi doppio rispetto a quello invernale.

A tale proposito infatti si precisa che il valore medio della serie annuale 2023 di benzo(a)pirene nelle stazioni fisse qui considerate è risultato superiore al valore obiettivo.

4.9 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.

In tabella 4.7 sono riportati i parametri statistici del benzene registrati a Noventa Padovana (tramite radiello) e a PD-Mandria (tramite campionatore automatico).

C ₆ H ₆ (µg/m ³)	Noventa Pna	PD-Mandria	Limiti
Media invernale	2.2	2.6	5.0 µg/m ³
Media periodo estivo 1	0.5	0.8	(media
Media periodo estivo 2	0.4	0.6	annua)
Media ponderata	1.0	1.3	

Tabella 4.7: Parametri statistici per il Benzene

La media del benzene a Noventa Padovana nel monitoraggio 2023 è in linea con PD-Mandria e complessivamente inferiore al valore limite annuale ($5.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

4.10 Metalli

I metalli pesanti elencati sono tra i più rilevanti da un punto di vista ambientale e quelli soggetti a specifica normativa. Tra le fonti antropiche responsabili dell'incremento della concentrazione in aria dei metalli troviamo principalmente quella mineraria, le fonderie, le raffinerie, l'incenerimento dei rifiuti. Essi sono diffusi in atmosfera con le polveri, le cui dimensioni e composizione chimica dipendono fortemente dalla tipologia della sorgente.

Nell'analisi seguente si considerano sia i metalli che hanno dei limiti fissati dal D.Lgs. 155/2010 (Pb, Ni, Cd, As) che altri (Hg, Sb, Cr, Fe, Mn, Cu, Se, Zn) per i quali non è prevista alcuna soglia.

In tabella 4.8 si riportano le concentrazioni dei metalli normati dal Dlgs 155/2010 e misurati a Noventa Padovana e nelle stazioni di PD-Arcella, PD-Granze, APS1 e APS2.

Concentrazione Media dei Metalli normati (U.M. [ng/m^3], eccettuato il Piombo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$])							
Metallo	Noventa Pna	PD-Arcella	PD-Granze	APS1	APS2	Limite/V.O.	LOQ
Cadmio	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	5.0	0.2
Nichel	2.4	2.3	2.7	2.1	2.3	20.0	1.0
Piombo	0.006	0.006	0.014	0.005	0.005	0.5	0.5

Tabella 4.8: Valori medi di concentrazione. Legenda: VO = valore obiettivo; LOQ = limite di quantificazione.

La tabella 4.8 non evidenzia criticità. Per quanto attiene i valori dell'arsenico, non sono presenti in tabella perché le sue concentrazioni sono risultate costantemente inferiori al limite di quantificazione, così come quelle dei metalli non normati mercurio, selenio e tallio.

Concentrazione Media dei Metalli non normati
(U.M. [ng/m³])

Metallo	Noventa Pna	PD-Granze	LOQ	TLV-TWA/100
Antimonio	3.2	2.6	1.0	5000
Cromo totale	12	12	0.5	30
Ferro	497	688	5.0	50000
Manganese	21	43	1.0	200
Rame	20	18	1.0	1000
Vanadio	<1.0	1.0	1.0	500
Zinco	51	147	5.0	20000

Tabella 4.9: Valori medi di concentrazione. Legenda: LOQ = limite di quantificazione; TLV-TWA = Threshold Limit Value (TLV) Time Weighted Average (TLW), è un limite di esposizione per i lavoratori, al di sotto del quale un lavoratore può essere esposto durante tutta la sua vita lavorativa, senza effetti dannosi per la sua salute (American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)).

Per i metalli non normati i valori medi di concentrazione calcolati a Noventa Padovana risultano per lo più inferiori o analoghi a quelli di PD-Granze, e in entrambi i casi ben al di sotto dei valori individuati da ACGIH.

Di seguito sono riportate le serie temporali (fig 4.9,fig 4.10,fig 4.11,fig 4.12) dei valori di concentrazione dei metalli normati misurati nei periodi di campagna in tutte le stazioni qui considerate.

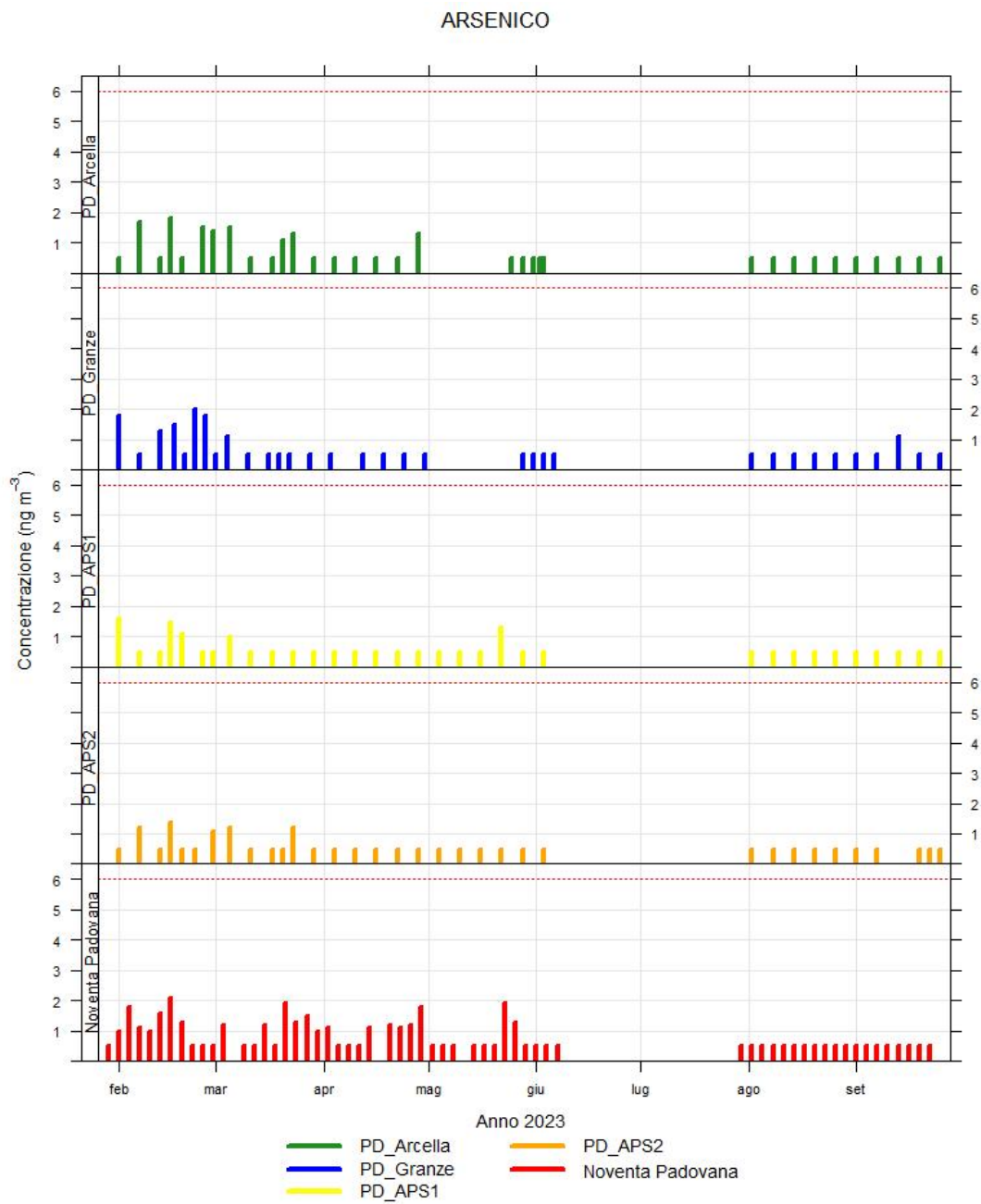


Figura 4.9: Serie temporale Arsenico.

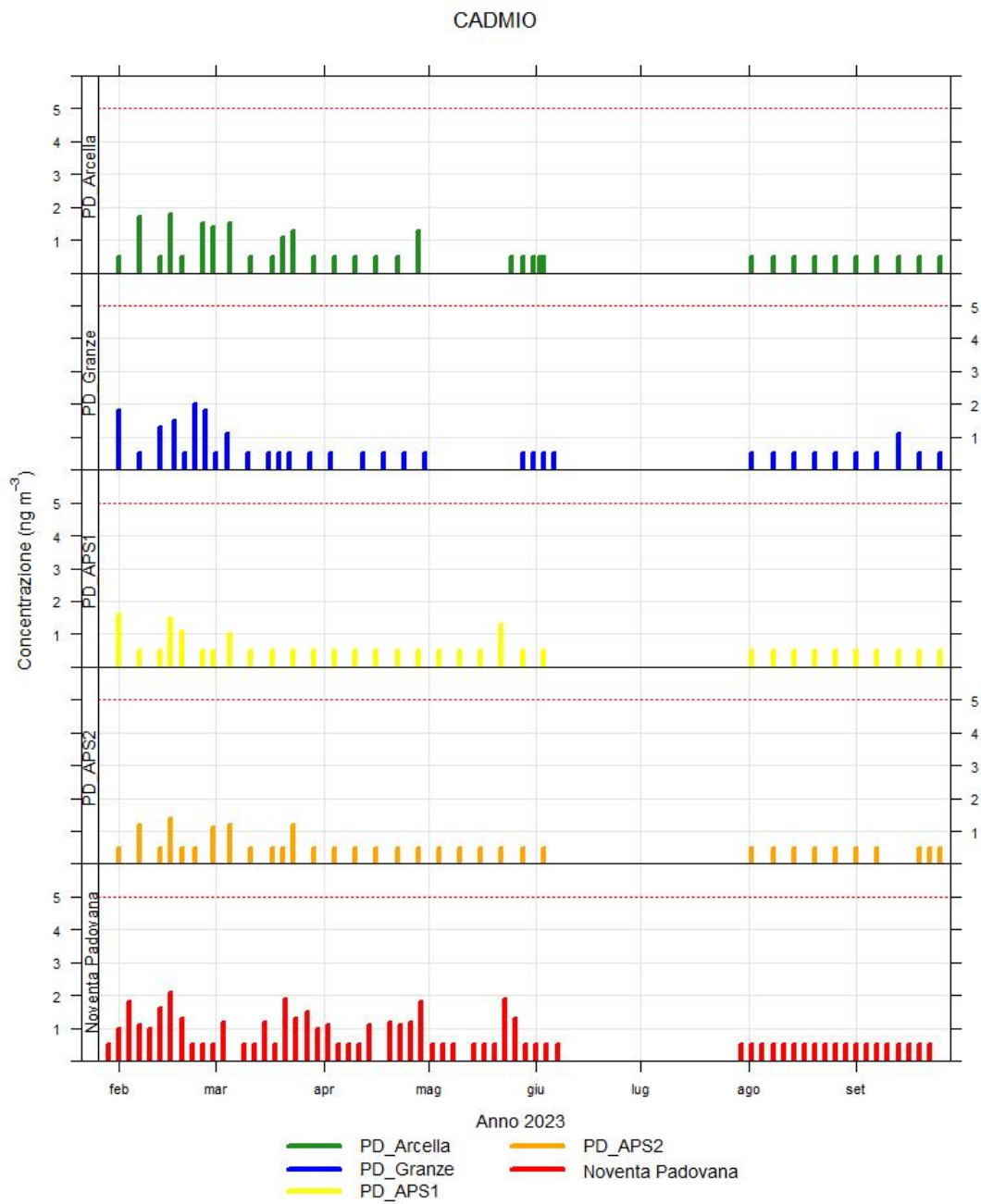


Figura 4.10: Serie temporale Cadmio.

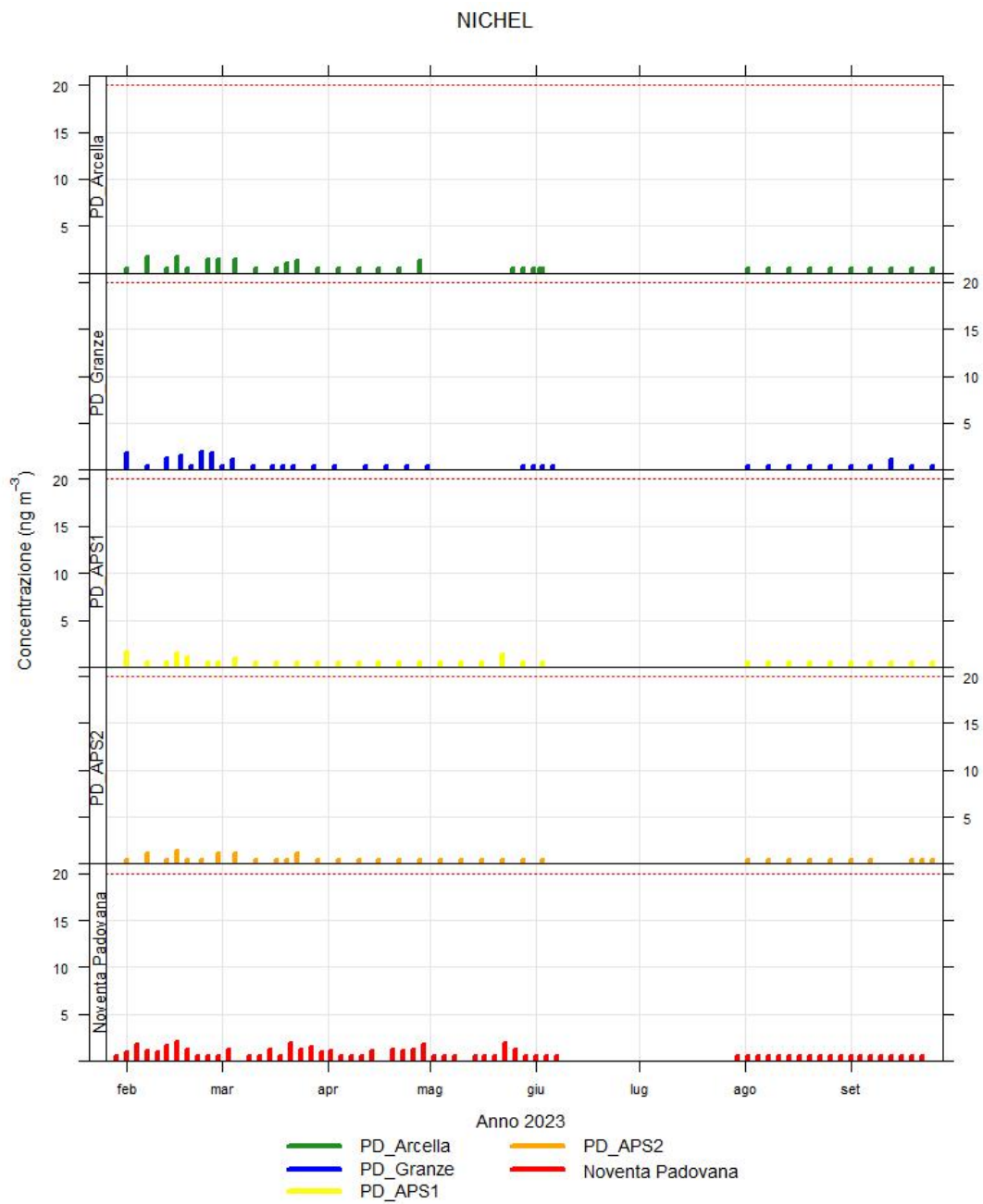


Figura 4.11: Serie temporale Nichel.

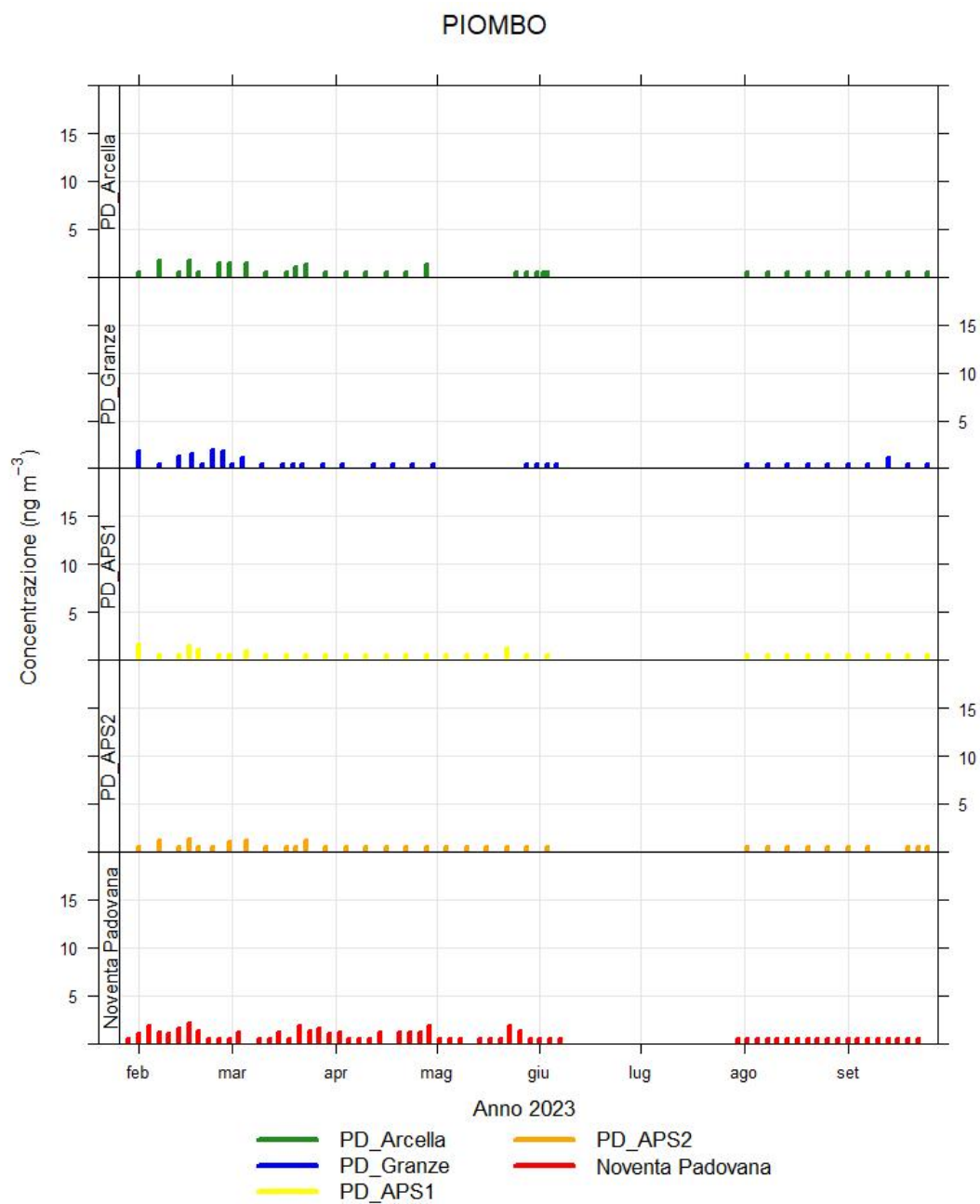


Figura 4.12: Serie temporale Piombo. Il limite, pari a $0.5\mu g/m^3$ (in figura $500ng/m^3$), non è indicato in figura perché fuori scala rispetto ai valori misurati.

Capitolo 5

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 (classi) sulla qualità dell'aria.

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.

In figura 5.1 viene riportata la percentuale dei giorni ricadenti in ciascuna classe dell'IQA nel corso del monitoraggio condotto a Noventa Padovana nel 2023.

Il grafico evidenzia una prevalenza di situazioni in cui l'indice di qualità dell'aria ricade nella classe accettabile (72%), mentre la classe buona è quella meno rappresentata. Nel 10% dei giorni di monitoraggio l'indice è ricaduto nelle classi scadente-pessima.

¹Per approfondimenti sul calcolo dell'IQA si rimanda al [link IQA di ARPAV](#)

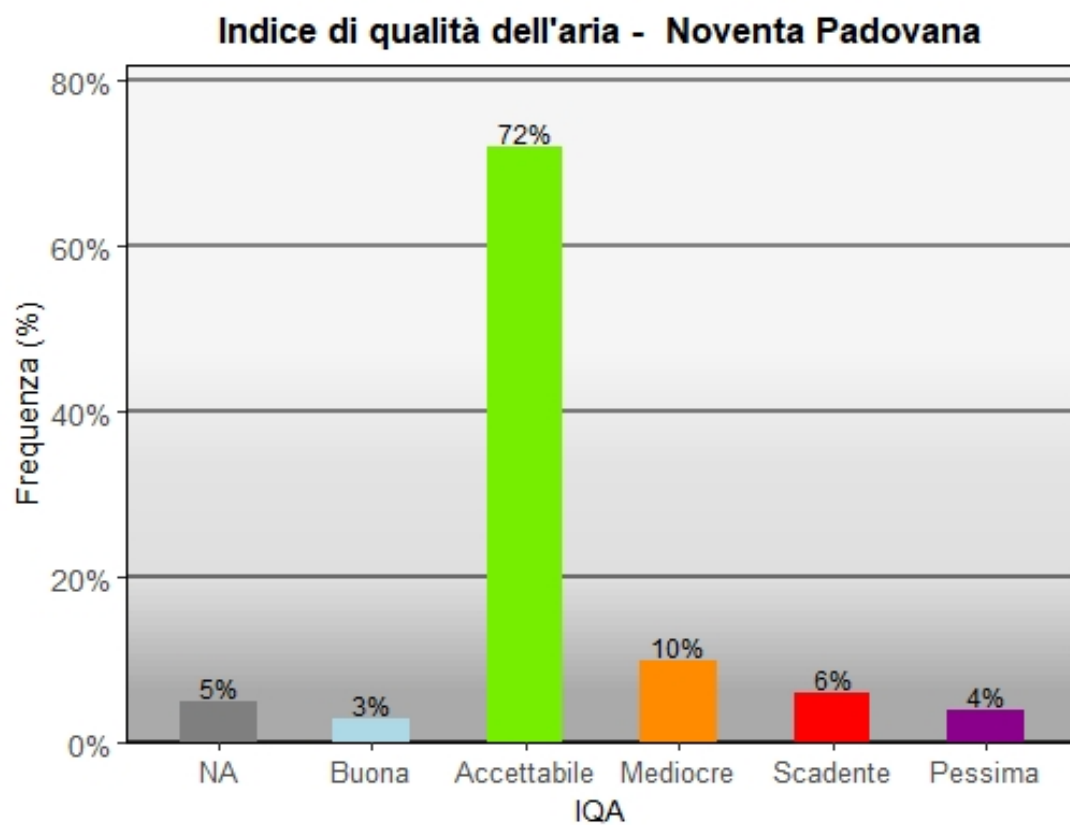


Figura 5.1: Indice sintetico di qualità dell'aria

Capitolo 6

Conclusioni

Di seguito si riporta la sintesi dei risultati della campagna di monitoraggio della qualità dell'aria effettuata a Noventa Padovana nel 2023. La campagna ha coperto più di metà dell'anno rendendo significativi i risultati statistici e il loro confronto con i limiti di legge.

Per un più generale inquadramento della realtà analizzata, si suggerisce in ogni caso di associare alla presente relazione quella sullo stato della qualità dell'aria a livello regionale presente nel portale ARPAV al seguente [link](#).

6.1 Situazione Meteorologica

Nel corso della campagna invernale sono prevalse condizioni poco dispersive, mentre nel corso del monitoraggio estivo sono prevalse condizioni abbastanza dispersive, soprattutto grazie alla ventosità. Nel corso del primo dei due periodi di monitoraggio estivi si sono registrate condizioni poco favorevoli alla formazione di ozono, mentre nel secondo periodo sono risultate abbastanza favorevoli.

6.2 Qualità dell'aria

La valutazione dell'indice di qualità dell'aria in base alle concentrazioni di ozono, biossido di azoto e PM10 misurate a Noventa Padovana nel corso del monitoraggio, evidenzia il prevalere delle classi di qualità dell'aria accettabile.

6.2.1 Inquinanti non critici

Dal monitoraggio 2023 emergono non critici il biossido di zolfo, il monossido di carbonio, il biossido di azoto, il benzene e i metalli per i quali sono disponibili limiti normativi. Per gli altri metalli, le concentrazioni a Noventa Padovana sono in linea o inferiori a quelle misurate a PD-Granze e ai valori indicati da ACGIH (TLV-TWA/100).

Il valore medio del PM2.5 e del benzo(a)pirene non risulta critico.

6.2.2 Inquinanti critici

Le criticità riscontrate a Noventa Padovana sono per lo più non sito-specifiche e si riferiscono alle concentrazioni estive di ozono e invernali delle polveri PM10. In particolare, tali criticità riguardano:

- per il PM10: il numero di superamenti del valore limite giornaliero;
- per l'ozono: il superamento del valore obiettivo a lungo termine per la salute umana e la soglia di informazione.

Capitolo 7

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).

fondo (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.

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.

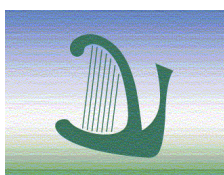
Traffico (stazione di): Punto di campionamento rappresentativo dei livelli d'inquinamento massimi caratteristici dell'area monitorata influenzato prevalentemente da emissioni da traffico provenienti dalle strade limitrofe.

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 REGIONALE QUALITA' DELL'AMBIENTE
Unità Organizzativa Monitoraggio Aria
Via Lissa 6 - 30174 Venezia Mestre - Italia
e-mail: drqa@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