



**CAMPAGNA DI MONITORAGGIO
DELLA
QUALITÀ DELL'ARIA
COMUNE DI NOVENTA PADOVANA
VIA TASSO**



**PERIODO DI ATTUAZIONE:
19/11/2020 - 11/03/2021 (CAMPAGNA INVERNALE)**

RELAZIONE TECNICA

Progetto e realizzazione

Dipartimento Regionale Qualità dell'Ambiente

Responsabile: R. Bassan

Unità Organizzativa Monitoraggio Aria

Responsabile: M. Rosa

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

Con la collaborazione di:

Dipartimento Regionale Laboratori

A. Benassi

Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio

S. Micheletti

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

29 giugno 2021

Indice

1	Obiettivi del monitoraggio e caratterizzazione del sito	4
2	Commento meteorologico	6
3	Inquinanti monitorati e normativa di riferimento	9
4	Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi	11
5	Efficienza di campionamento	12
6	Analisi dei dati rilevati	13
6.1	Biossido di Zolfo	13
6.2	Monossido di Carbonio	14
6.3	Ozono	15
6.4	Biossido di Azoto	16
6.5	Polveri fini [PM10 e PM2.5]	17
6.6	Benzo(a)pirene	19
6.7	Benzene	20
6.8	Metalli	20
7	Valutazione dello stato di qualità dell'aria	22
7.1	Indice di Qualità dell'Aria (IQA)	22
8	Conclusioni	24
9	Glossario	25

Capitolo 1

Obiettivi del monitoraggio e caratterizzazione del sito

La campagna di monitoraggio della qualità dell'aria si è svolta nel Comune di Noventa Padovana nell'ambito dell'Accordo per il monitoraggio delle ricadute del Termovalorizzatore di San Lazzaro, sottoscritto dai comuni di Padova e Noventa Padovana, dalla Provincia di Padova e dall'ARPAV.

Nello specifico il monitoraggio è stato condotto nel periodo invernale con una stazione mobile posizionata in Via Tasso dal 19/11/2020 al 11/03/2021.

L'area sottoposta a monitoraggio è di tipologia "background urbano". Il comune di Noventa Padovana ricade nella zona "Agglomerato Padova" (IT0519), a seguito della zonizzazione regionale approvata con DGR n. 1855/2020 che conferma la denominazione per il comune in oggetto della precedente zonizzazione (DGR n. 2130/2012). La zonizzazione è rappresentata in figura 1.1.

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

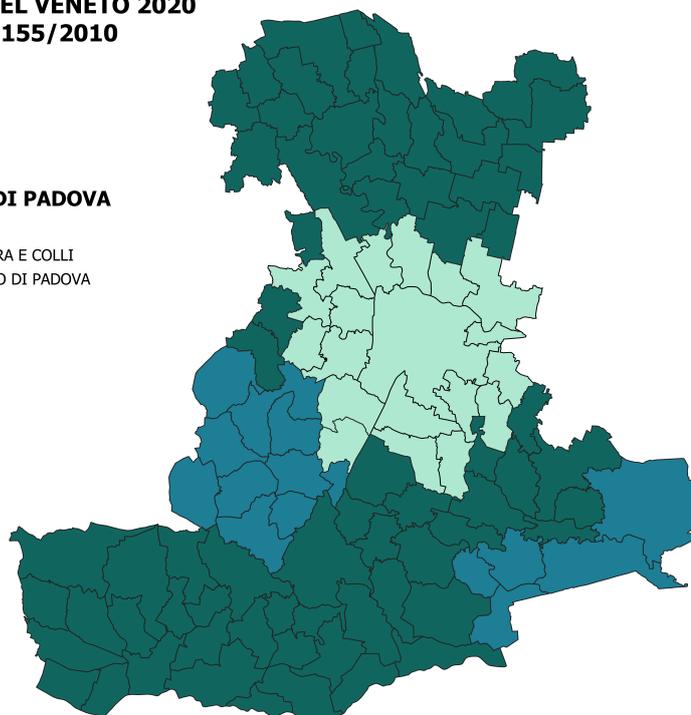


Figura 1.1: Zonizzazione del territorio provinciale

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

Capitolo 2

Commento meteoclimatico

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 Legnaro, distante circa 10 km dal sito della campagna di monitoraggio e dotata di anemometro posto a 10 m dal suolo.

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

- 19 novembre 2020 – 11 marzo 2021, periodo di svolgimento della campagna di misura;
- 16 novembre – 15 marzo dall'anno 2002 all'anno 2020 (anni precedenti);
- 11 marzo 2020 – 11 marzo 2021 (anno corrente).

DISTRIBUZIONE PIOVOSITA' E VENTILAZIONE

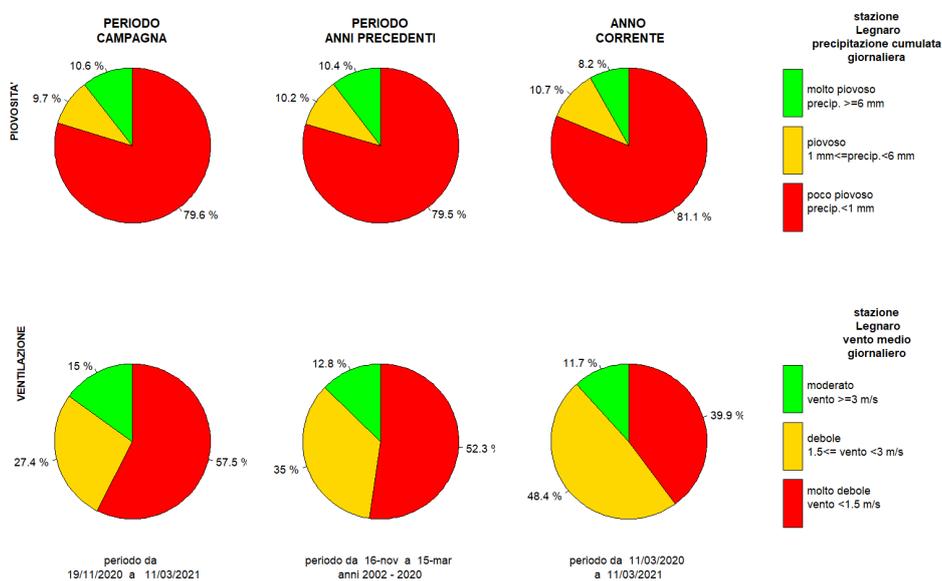


Figura 2.1: Frequenze di vento e pioggia per classi: campagna di misura a confronto con il relativo pentadale degli anni precedenti e l'intero anno corrente

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

- la distribuzione delle giornate in base alla piovosità è simile a quelle di entrambi i periodi di riferimento;
- i giorni con calma di vento e quelli con vento moderato sono più frequenti rispetto ad entrambi i periodi di riferimento.

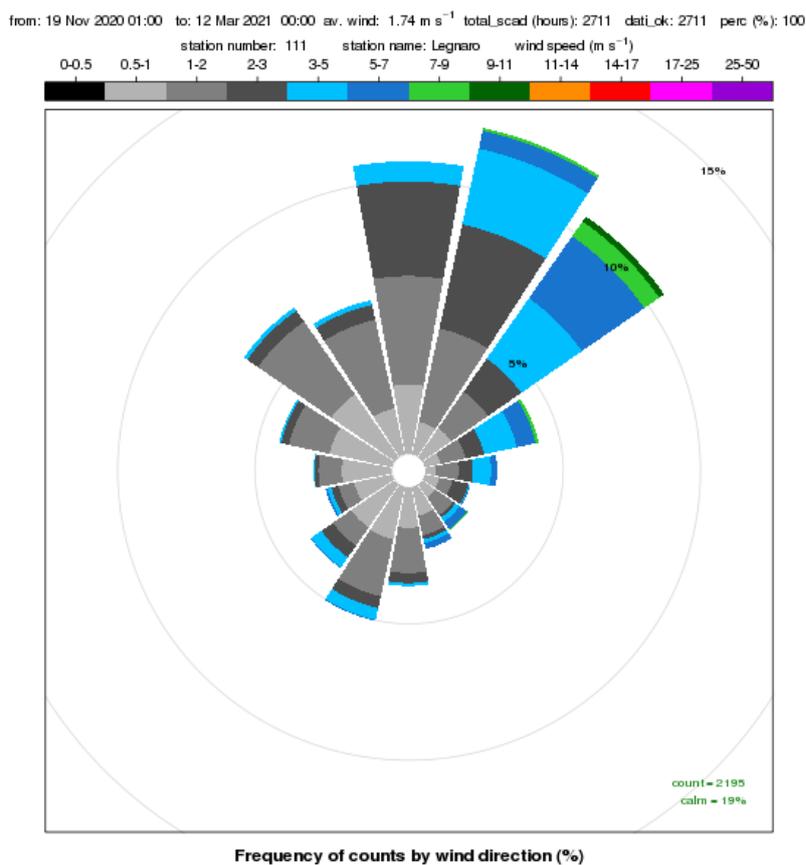


Figura 2.2: Rosa dei venti registrati presso la stazione meteo

In figura 2.2 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione meteo di Legnaro durante la campagna di monitoraggio. Dalla figura risulta che le direzioni prevalenti di provenienza del vento sono Nord-Norddest (circa il 12% dei casi), Nord e Nord-Est (entrambe circa 11%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è stata pari a circa 19%; la velocità media è stata pari a circa 1.7 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 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.

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 PM2.5, 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
SO ₂	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]
NO _x	Limite per la protezione della vegetazione	Media annuale	30 ug/m ³
NO ₂	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
PM ₁₀	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
O ₃	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 [protezione salute umana]	Max giornaliero della media mobile su 8h	120 ug/m ³
	Valore Obiettivo per la protezione della salute umana	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 per la protezione della salute umana	AOT40 valori 1h [maggio-luglio]	18000 ug/m ³ x h [come media su 5 anni]
	Obiettivo a lungo termine [protezione della vegetazione]	AOT40 valori 1h [maggio-luglio]	6000 ug/m ³ x h
B(a)P	Valore obiettivo	Media annuale	1.0 ng/m ³
C ₆ H ₆	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 $< 10 \mu\text{m}$) e PM2.5 (diametro aerodinamico $< 2.5 \mu\text{m}$) 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 12341:2014, 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 e dei metalli viene effettuata al termine del ciclo di campionamento sui filtri esposti con i seguenti metodi:

- IPA: cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC), metodo UNI EN 15549:2008;
- metalli: spettrofotometria di emissione con plasma ad accoppiamento induttivo (ICP-Ottico) e spettrofotometria di assorbimento atomico con fornetto a grafite, metodo UNI EN 14902:2005.

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 1 4462-5-2005.

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).

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 Noventa Padovana l'efficienza di campionamento è stata almeno pari al 92% per tutti i parametri. Il PM10 è stato ricercato su 104 filtri, il PM2.5 su 107 filtri, gli IPA su 69 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 Noventa Padovana 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 la stazione fissa di Mandria (stazione di “background urbano”) e/o di Arcella (stazione di “traffico urbano”) e/o di Granze (stazione “industriale urbana”).

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.

Nella tabella 6.1 si sono confrontati i valori statistici (massimi orari, Max_{1h} e massimi delle medie giornaliere) registrati a Noventa Padovana con quelli rilevati dalla stazione di Arcella, unica tra le tre di riferimento in cui si misuri il biossido di zolfo.

$\text{SO}_2(\mu\text{g}/\text{m}^3)$	Noventa Padovana	Arcella	Limiti
Max_{1h} invernale	15	15	$350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media 1h)
Max media giorno invernale	7	8	$125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media 24h)

Tabella 6.1: Parametri statistici per il biossido di zolfo

Tabella 6.1 mostra livelli di biossido di zolfo a Noventa Padovana dello stesso ordine di quelli di Arcella e inferiori di almeno un ordine di grandezza rispetto alle soglie di legge.

Nelle figure 6.1 e 6.2 sono riportati l'andamento della concentrazione giornaliera massima media oraria di SO_2 e quello della concentrazione media giornaliera con i rispettivi limiti registrati a Noventa Padovana.

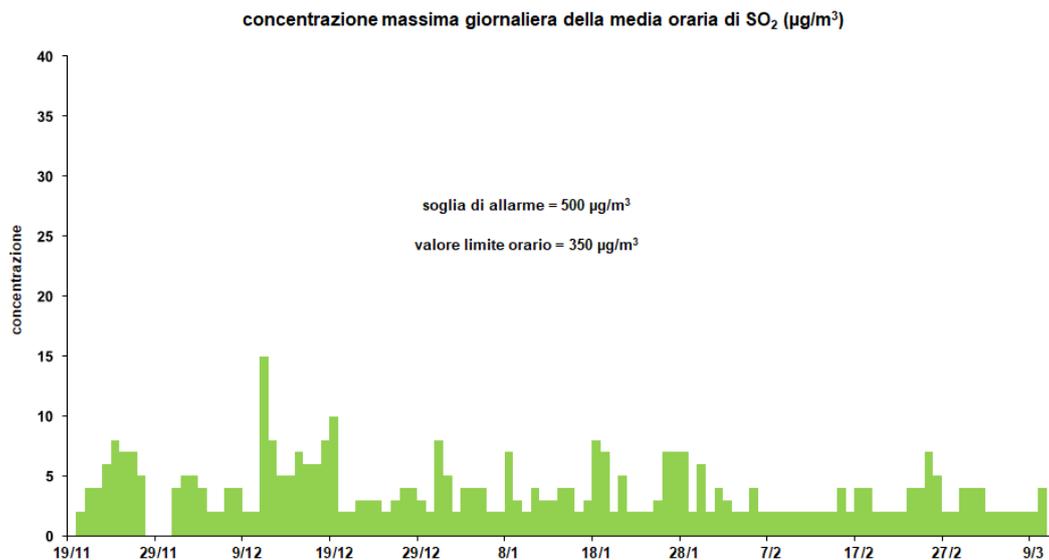


Figura 6.1: Concentrazione massima giornaliera della media di SO₂

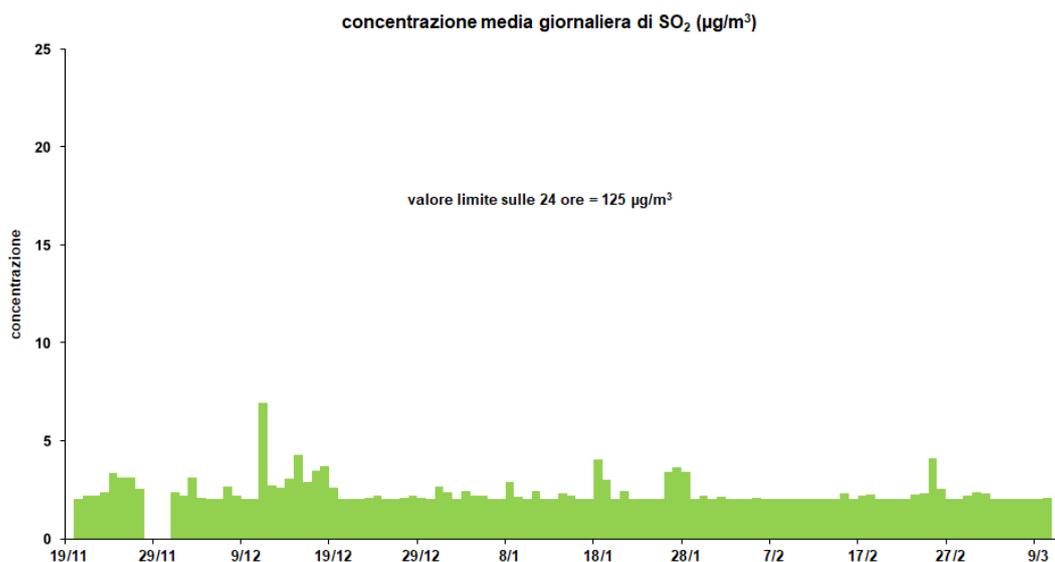


Figura 6.2: Concentrazione media giornaliera di SO₂

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.

Il monitoraggio del monossido di carbonio a Noventa Padovana non evidenzia superamenti del valore limite fissato dal D.Lgs 155/2010 (10 mg/m³, media mobile 8h). In tabella 6.2 si evidenziano i valori statistici misurati nelle tre stazioni considerate.

CO(mg/m ³)	Noventa Padovana	Mandria	Arcella	Limiti
Max _{mm} invernale	2	2	2	10 mg/m ³ (max media mobile su 8h)

Tabella 6.2: Parametri statistici per il monossido di carbonio

In figura 6.3 si riporta l'andamento della concentrazione massima giornaliera della media mobile di monossido di carbonio con relativo limite, come registrata a Noventa Padovana.

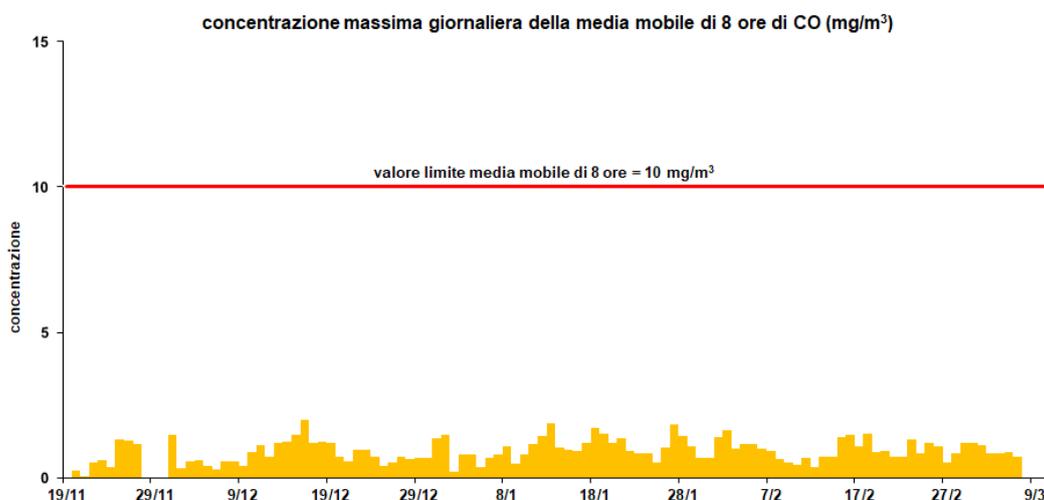


Figura 6.3: Concentrazione massima giornaliera della media mobile di CO

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 il numero di superamenti del valore obiettivo e della soglia di informazione registrati a Noventa Padovana e a Mandria.

O ₃ (µg/m ³)	Noventa Padovana	Mandria	Limiti
N° sup invernali del valore obiettivo	0	0	120 µg/m ³
N° sup invernali della soglia di informazione	0	0	180 µg/m ³

Tabella 6.3: Parametri statistici per l'Ozono

Tabella 6.3 evidenzia, come logico aspettarsi, che l'ozono non è tra i parametri critici nel semestre invernale.

Nelle figure 6.4 e 6.5 si riportano rispettivamente la concentrazione massima giornaliera della media oraria e la concentrazione massima giornaliera della media mobile su 8 ore di ozono a Noventa Padovana.

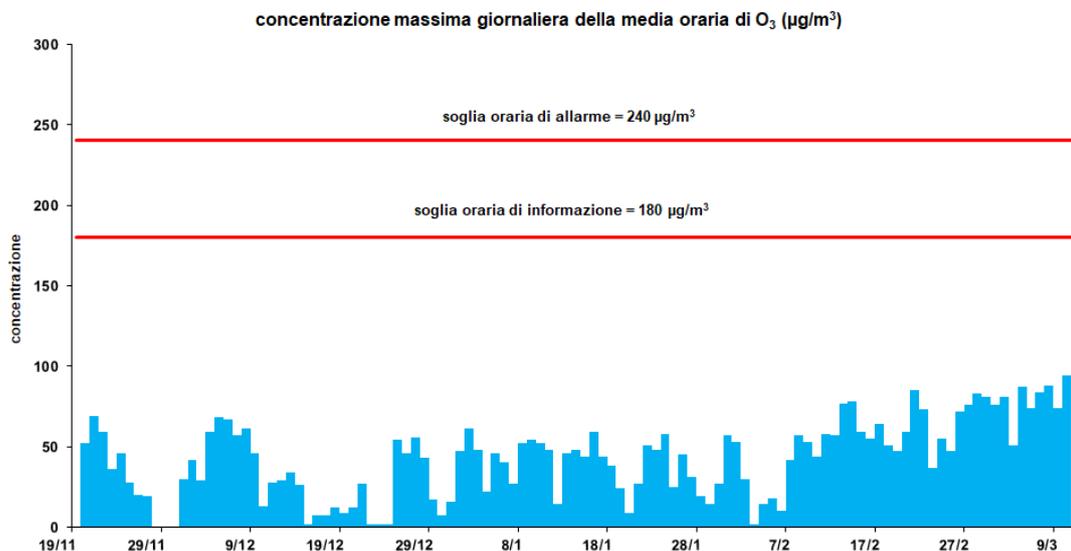


Figura 6.4: Concentrazione massima giornaliera della media oraria di O₃

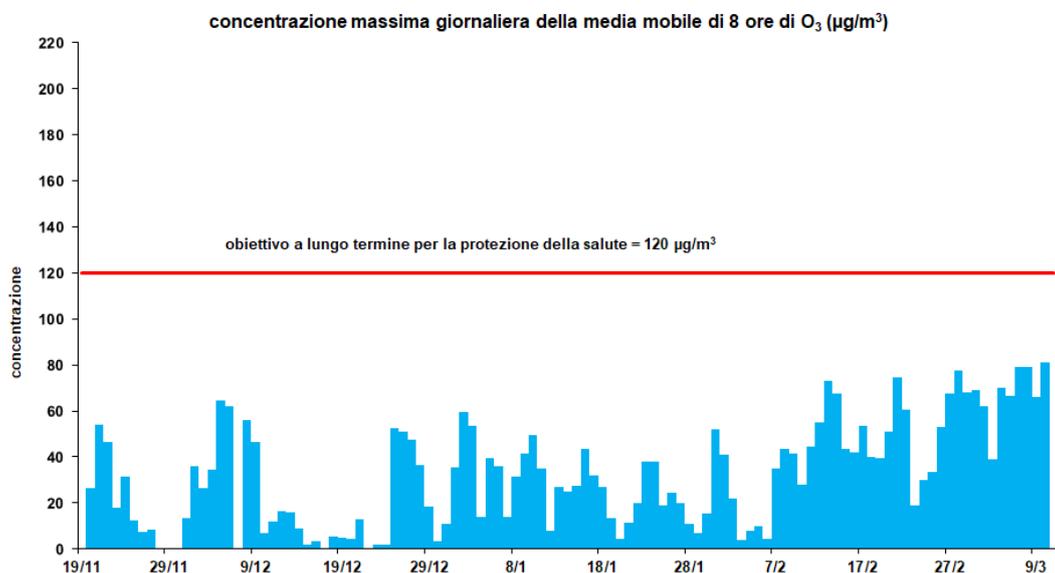


Figura 6.5: Concentrazione massima giornaliera della media mobile su 8h di O₃

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 diminu-

zione 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 valori medi invernali misurati a Noventa Padovana, Mandria e Arcella.

NO ₂ (µg/m ³)	Noventa Padovana	Mandria	Arcella	Limiti
Media invernale	44	38	38	40 µg/m ³ (media annua)

Tabella 6.4: Parametri statistici per il biossido di azoto

Il valore medio invernale di biossido di azoto a Noventa Padovana è superiore al limite previsto dal DLgs 155/2010 su scala annuale e comunque superiore ai corrispondenti valori di Mandria e Arcella.

Nel corso del monitoraggio non è stato superato il valore limite di protezione della salute (200 µg/m³, media su 1h), in quanto il valore massimo orario registrato è di 133 µg/m³.

In figura 6.6 si riporta l'andamento della concentrazione massima giornaliera della media oraria di NO₂ a Noventa Padovana.

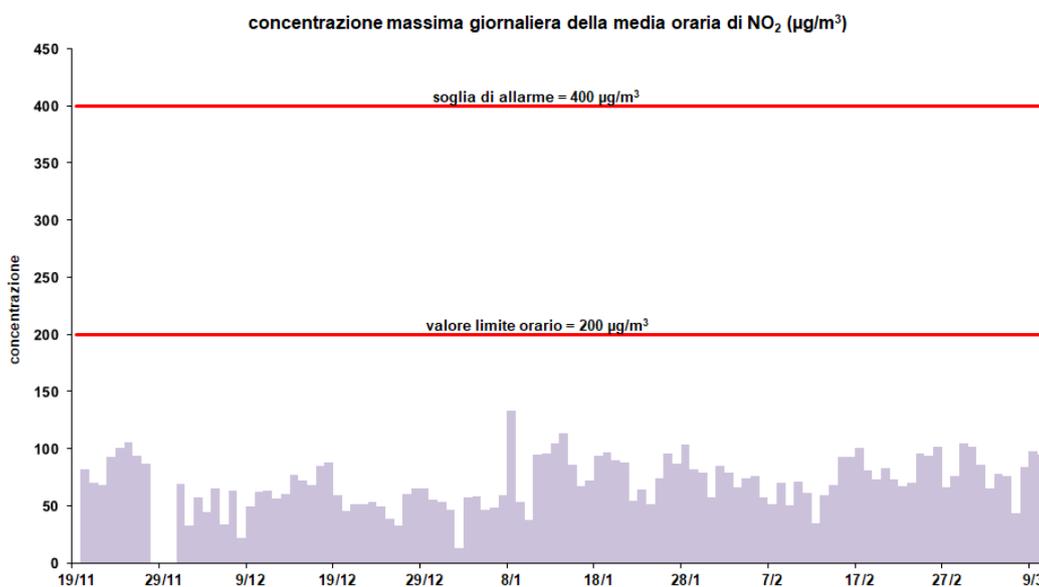


Figura 6.6: Concentrazione massima giornaliera della media oraria di NO₂

6.5 Polveri fini [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 PM2.5 (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 misurati a Noventa Padovana, Mandria, Arcella e Granze (media del periodo di monitoraggio e numero di superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m³).

PM ₁₀ (µg/m ³)	Noventa Padovana	Mandria	Arcella	Granze	Limiti
Media invernale	57	46	53	49	40 µg/m ³ (media anno)
N° superamenti invernali	52	44	51	48	35 superamenti max/anno

Tabella 6.5: Parametri statistici per il PM₁₀

In termini di polveri fini PM₁₀ i valori registrati a Noventa Padovana sono simili a quelli di Arcella, e superiori a quelli di Mandria e Granze. Sia il limite medio che quello dei superamenti risultano ampiamente superati in tutte le stazioni. Si rammenta, tuttavia, che i limiti sono annuali. In questo caso, non solo il periodo di campagna è limitato all'inverno, periodo più critico per tale parametro, ma è anche a cavallo tra due distinte annualità per cui i valori riportati in tabella sono oltremodo solo indicativi.

In fig 6.7 si riporta la serie temporale delle misure di PM₁₀ della campagna di monitoraggio di Noventa Padovana, a confronto con il valore limite giornaliero di 50 µg/m³.

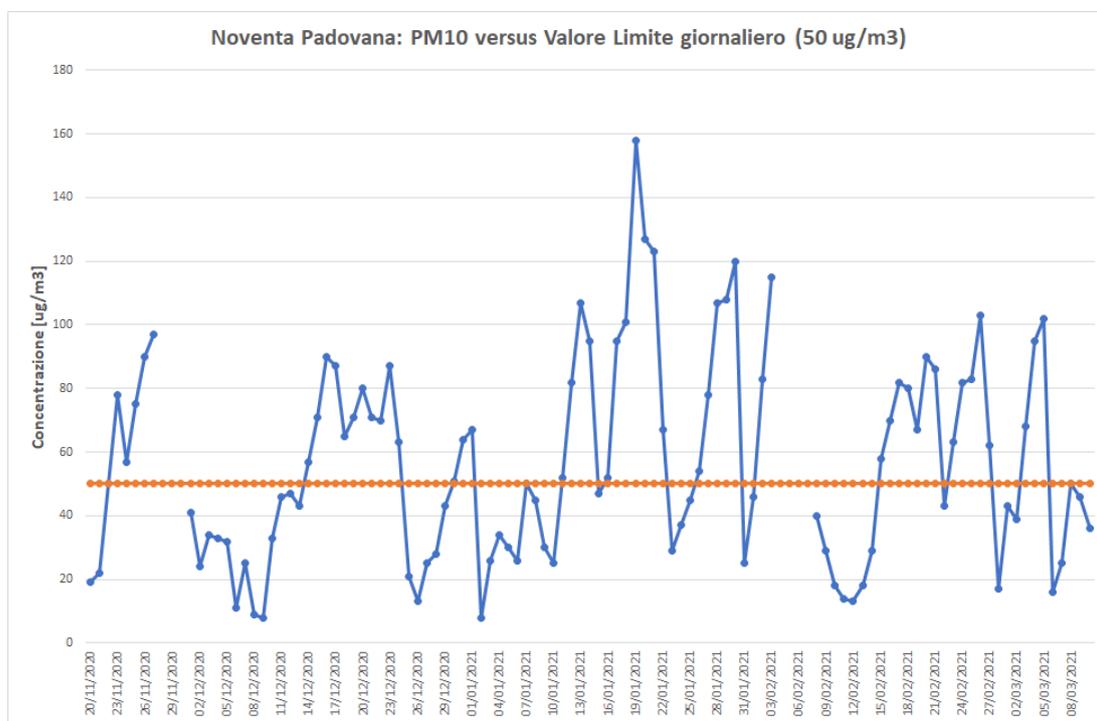


Figura 6.7: Serie temporale del PM₁₀

Allo scopo di valutare il rispetto dei valori limite di legge per il parametro PM₁₀, si utilizza una metodologia di calcolo elaborata dall'Osservatorio Regionale Aria di ARPAV, basata sulla rappresentatività spaziale del parametro PM₁₀. 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 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 µg/m³, il rispetto del valore limite è garantito se e solo se il 90° percentile è inferiore a 50 µg/m³.

Nel nostro caso il “sito sporadico” di Noventa Padovana è confrontato con la stazione fissa di “background urbano” di Mandria. Per la serie annuale di dati di quest’ultima si è considerato il periodo 01/03/2020 - 28/02/2021. Nei due periodi di sovrapposizione, i dati delle due stazioni mostrano un indice di correlazione superiore a 0.92, quindi molto significativo, a conferma della confrontabilità tra i due siti e del metodo induttivo adottato.

La metodologia di calcolo statistico applicata alla Mandria dà come risultati un valore medio nell’anno solare considerato di 29 µg/m³, quindi inferiore al limite di legge, ed un 90° percentile pari a 66 µg/m³, cioè un numero di superamenti del limite dei 50 µg/m³ superiore al limite di legge.

Nella tabella 6.6 si riportano i valori statistici del PM2.5 misurati a Noventa Padovana e a Mandria.

PM2.5(µg/m ³)	Noventa Padovana	Mandria	Limiti
Media invernale	39	40	25 µg/m ³ (media annuale)

Tabella 6.6: Parametri statistici per il PM2.5

Dall’esame dei dati della tabella si osserva che a Noventa Padovana il valore medio del PM2.5 è analogo a quello registrato a Mandria e superiore al limite annuo di legge di 25 µg/m³.

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 Noventa Padovana e a Mandria.

B(a)p (ng/m ³)	Noventa Padovana	Mandria	Granze	Arcella	Limiti
Media invernale	3.6	3.0	2.6	3.6	1 ng/m ³ (media annua)

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

Il valore del benzo(a)pirene rilevato a Noventa Padovana è in linea con quello di Arcella. A Noventa, come in tutte le stazioni di confronto, il valore medio complessivo risulta superiore al valore obiettivo annuale di 1 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 Noventa Padovana e a Mandria.

C ₆ H ₆ (µg/m ³)	Noventa Padovana	Mandria	Limiti
Media invernale	3.2	2.2	5 µg/m ³ (media annua)

Tabella 6.8: Parametri statistici per il Benzene

La media del benzene a Noventa Padovana è superiore a Mandria e inferiore al valore limite annuale di 5 µg/m³.

6.8 Metalli

Alla categoria dei metalli pesanti appartengono circa 70 elementi. Tra i più rilevanti da un punto di vista sanitario-ambientale quelli 'regolamentati' da una specifica normativa sono: il piombo (Pb), l'arsenico (As), il cadmio (Cd), il nichel (Ni) e il mercurio (Hg). Le fonti antropiche responsabili dell'incremento della quantità naturale di metalli sono l'attività mineraria, le fonderie e le raffinerie, la produzione energetica, l'incenerimento dei rifiuti e l'attività agricola. I metalli pesanti sono diffusi in atmosfera con le polveri (le cui dimensioni e composizione chimica dipendono fortemente dalla tipologia della sorgente). La principale fonte di inquinamento atmosferico da piombo nelle aree urbane era, fino a pochi anni fa, costituita dagli scarichi dei veicoli alimentati con benzina 'rossa super' (il piombo tetraetile veniva usato come additivo antidetonante). Le altre fonti antropiche sono rappresentate dai processi di combustione, di estrazione e lavorazione dei minerali che contengono Pb, dalle fonderie, dalle industrie ceramiche e dagli inceneritori di rifiuti. I gruppi sensibili maggiormente a rischio sono i bambini e le donne in gravidanza. Il livello di piombo nel sangue è l'indicatore più attendibile di esposizione ambientale. Le linee guida dell'OMS indicano un valore critico di Pb pari ad una concentrazione di 100 µg/l e su questa base è stata proposta una stima della concentrazione media annuale consentita dalla normativa in atmosfera (0.5 µg/m³, DLgs 155/2010).

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.

I valori di concentrazione riportati sono quelli registrati a Noventa Padovana, Granze e Arcella.

Concentrazione Media Metalli Stagione Invernale (U.M. [ng/m ³], eccettuato il Piombo [µg/m ³])				
Metallo	Noventa Padovana	Granze	Arcella	Limiti/Valori obiettivo
Arsenico [As]	1.4	0.7	0.7	6.0
Cadmio [Cd]	0.5	0.4	0.4	5.0
Nichel [Ni]	3.7	4.1	3.6	20.0
Piombo [Pb]	0.012	0.016	0.010	0.5
Antimonio [Sb]	3.6	3.4	-	n.p.
Cromo totale [Cr]	15.4	18.2	-	n.p.
Ferro [Fe]	823	916	-	n.p.
Manganese [Mn]	23	40	-	n.p.
Rame [Cu]	32	27	-	n.p.
Selenio [Se]	0.6	< L.Q.	-	n.p.
Vanadio [V]	0.9	1.0	-	n.p.
Zinco [Zn]	96	159	-	n.p.

Tabella 6.9: Valori medi di concentrazione; L.Q.: limite di quantificazione; n.d.: non previsto

I valori di concentrazione di Mercurio e Tallio risultano sempre sotto il limite di quantificazione, pertanto non sono stati riportati in tabella.

In merito ai valori di concentrazione relativi agli altri metalli si vede che ove presente un limite, questo non è mai superato. Per quanto concerne poi i metalli non normati, il confronto con la stazione di Granze mette in luce concentrazioni a Noventa per lo più inferiori, eccettuati Antimonio e Rame, ove i valori sono di poco superiori.

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	QUALITÀ
	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 Noventa Padovana.

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

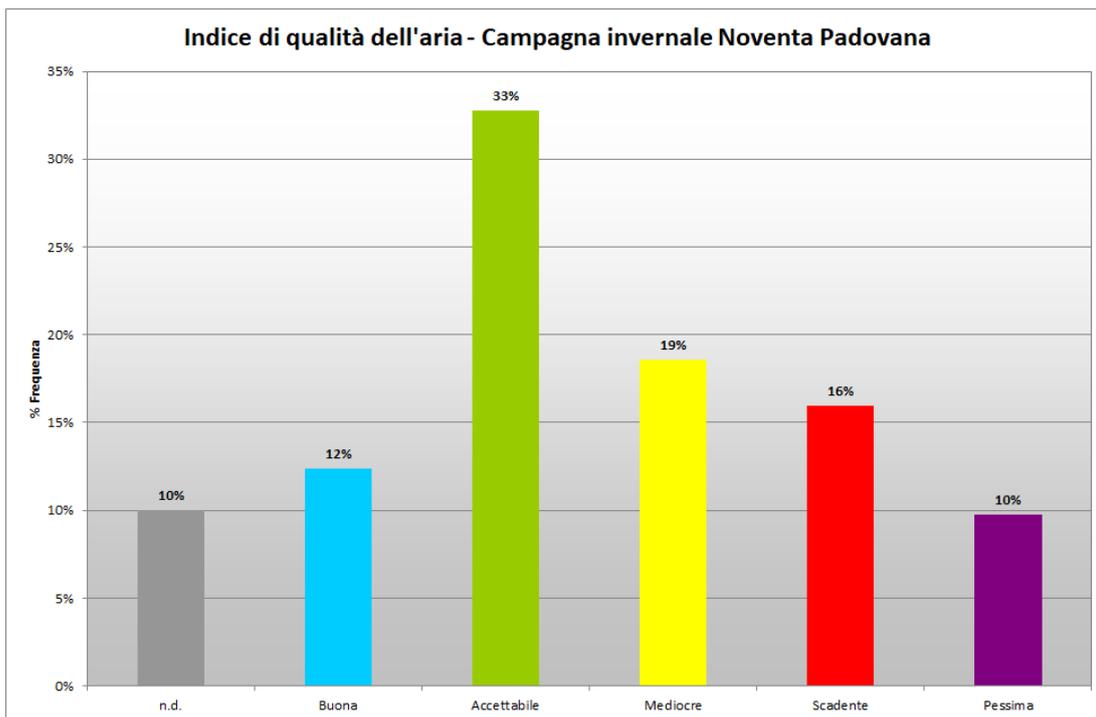


Figura 7.2: Indice sintetico di qualità dell'aria

Dalla figura si vede che nel periodo invernale a Noventa Padovana sono presenti un 45% di giornate il cui indice è compreso tra le classi buona-accettabile e un 45% di giornate in cui le classi ricadono nella tipologia da mediocre a pessima.

Capitolo 8

Conclusioni

Di seguito si riassumono brevemente i risultati della campagna di monitoraggio della qualità dell'aria effettuata a Noventa Padovana nel periodo novembre 2020 - marzo 2021.

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.

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.

Il **biossido di zolfo** e il **monossido di carbonio** risultano ben 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**, considerato che nella stagione invernale non è un parametro critico, nel corso della campagna non si evidenziano criticità.

I valori statistici registrati a Noventa Padovana per il **biossido di azoto** risultano leggermente superiori a quelli delle stazioni fisse di confronto. Essendo il periodo di campagna solo invernale, il valore medio complessivo risulta superiore al valore limite della media annuale. Per una valutazione migliore del valore medio complessivo si rimanda alla relazione unitaria che sarà pubblicata al termine anche della campagna estiva.

Il particolato **PM10** registra un valore medio e un numero di superamenti elevati, sopra i limiti di legge e superiori rispetto a quelli delle stazioni fisse di confronto. Anche per questo parametro vale comunque la precisazione fatta per il biossido di azoto. Il particolato **PM2.5** registra un valore medio analogo a Mandria e superiore al valore limite annuale. Solo al termine del secondo periodo di campagna si potrà avere un'idea più precisa del possibile valore medio annuo per entrambi i parametri; tale valore sarà per entrambi i parametri senz'altro inferiore a quello qui riportato, essendo per essi la stagione invernale quella di massima criticità.

Il **benzo(a)pirene** misurato a Noventa Padovana risulta superiore al valore obiettivo. Tuttavia, si fa presente che anche per questo parametro, come per il particolato, la stagione di massima criticità è quella invernale, pertanto è logico attendersi che il valore medio annuo reale sia inferiore a quello qui riportato.

Il **benzene** misurato a Noventa Padovana risulta inferiore al limite annuale. Poiché anche questo parametro ha la sua massima criticità nel periodo invernale, è presumibile che il suo valore medio annuo reale sia inferiore a quello qui riportato.

Le concentrazioni dei **metalli**, ove disponibili limiti di legge risultano inferiori. Per quanto concerne tutti gli altri metalli le concentrazioni a Noventa Padovana risultano generalmente inferiori a quelle registrate a Granze, salvo per Antimonio e Rame dove per cui risultano superiori.

Il grafico relativo all'**indice di qualità dell'aria** a Noventa Padovana mostra nella stagione invernale una distribuzione che tocca tutte le classi, con picco nella classe accettabile e con solo un 12% di giornate con qualità dell'aria buona.

Capitolo 9

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 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.

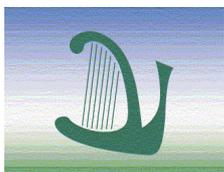
Traffico (stazione di): Punto di campionamento rappresentativo dei livelli d'inquinamento massimi caratteristici dell'area monitorata influenzato prevalentemente da emissioni da traffico provenienti dalle strade limitrofe.

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 Qualità dell'Aria
Via Lissa 6 - 30174 Venezia Mestre - Italia
tel.: +39 041 5445542
e-mail: orar@arpa.veneto.it
PEC: DRQA@pec.arpav.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