





# QUALITÀ DELL'ARIA 2018 RELAZIONE TECNICA

# PROVINCIA DI PADOVA







**ARPAV** 

Commissario Straordinario: R.Guolo

Dipartimento Provinciale di Padova

Direttore: A.Benassi

Servizio Monitoraggio e Valutazioni

Responsabile: C.Gabrieli

Progetto e realizzazione: R.Millini, S.Rebeschini

Visualizzazione dati Radiometro Padova: Servizio Centro Meteorologico

Allegato contributi emissivi: E.Baraldo e S.Pillon - Servizio Osservatorio Regionale Aria

Con la collaborazione di: Gruppo di lavoro Servizio Monitoraggio e Valutazioni Dipartimento Regionale Sicurezza Territorio Dipartimento Regionale Laboratori Servizio Osservatorio Regionale Aria

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

# **Indice**

1	1 Introduzione	6
2		7
	2.1 Limiti e valori di riferimento	
	2.2 Zonizzazione della Provincia di Padova	8
3	3 Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi	10
	3.1 Inquinanti misurati	10
	3.2 Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi	11
	3.3 Limiti di rivelabilità della strumentazione automatica	11
4	4 Rete fissa di monitoraggio	13
	4.1 Configurazione della rete	13
	4.2 Metadati delle stazioni di qualità dell'aria	
5	5 Rete mobile di monitoraggio	16
	5.1 Configurazione della rete	16
	5.2 Campagne effettuate nel 2018	
	5.3 Campagne effettuate nel periodo 2008-2018	
6	6 Analisi meteorologica 2018	19
	6.1 Precipitazioni	19
	6.2 Condizioni di dispersione degli inquinanti	
	6.3 Condizioni che favoriscono elevate concentrazioni di Ozono	23
	6.4 Inversione termica e PM <sub>10</sub> elevati	24
	6.4.1 Periodo 01-07/01/2018	25
	6.4.2 Periodo 19-31/01/2018	26
	6.4.3 Periodo 1-5/12/2018	27
	6.4.4 Periodo 15-19/12/2018	28
	6.4.5 Periodo 21-24/12/2018	
	6.4.6 Periodo 29-31/12/2018	30
7	7 Qualità dell'Aria nel 2018	31
	7.1 Biossido di Zolfo	
	7.2 Monossido di Carbonio	
	7.3 Ozono	
	7.4 Ossidi di Azoto	
	7.5 Biossido di Azoto	
	7.6 Polveri fini [PM10 e PM2.5]	
	7.7 benzo(a)pirene	
	7.8 Benzene	
	7.9 Metalli pesanti: Pb, Cd, Ni, As, Hg	39
8	Indice di Qualità dell'aria 43	
Q	9 Sintesi conclusiva	40

Alleg	gati Glossario
Zle	nco delle figure
2.1	Zonizzazione della Provincia di Padova, DGR n. 2130/2012
4.1 4.2	Distribuzione delle stazioni fisse di qualità dell'aria
5.1 5.2	Campagne di monitoraggio effettuate nel 2018
6.1 6.2 6.3	Precipitazione cumulata nel padovano nel 2018
6.4	territorio provinciale
6.5	provinciale. Semestre estivo 2018
6.6	Radiometro di Padova, 1-7/01/2018
6.7	Profili termici di Rivolto, Udine
6.8	Radiometro di Padova: 19-31/01/2018
6.9	Profili termici di Rivolto, Udine
6.10	Radiometro di Padova: 1-5/12/2018
	Profili termici di Rivolto, Udine
	Radiometro di Padova: 15-19/12/2018
	Profili termici di Linate, Milano
	Radiometro di Padova: 21-24/12/2018
	Profili termici di San Pietro Capofiume, Bologna
7.1	Andamento del numero di superamenti annui della soglia di informazione per O <sub>3</sub> nel padovano. Periodo: 2002-2018
7.2	Andamento del numero di superamenti del valore di O <sub>3</sub> a confronto con l'obiettivo di 25 superamenti/anno (come media su tre anni).
7.3	Andamento del valore medio di NO <sub>2</sub> nel padovano. Periodo: 2002-2018
7.4	Andamento del valore medio di PM <sub>10</sub> nel padovano. Periodo: 2002-2018
7.5	Andamento del numero di superamenti annui del valore limite giornaliero di PM <sub>10</sub> nel padovano. Periodo: 2002-2018
7.6	Andamento del valore medio di PM <sub>2.5</sub> nel padovano. Periodo: 2002-2018
7.7	Andamento del valore medio di benzo(a)pirene nel padovano. Periodo: 2002-2018
7.8	Andamento del valore medio di Benzrene nel padovano. Periodo: 2002-2018
7.9	Andamento del valore medio di Piombo nel padovano. Periodo: 2002-2018
	Andamento del valore medio di Arsenico nel padovano. Periodo: 2002-2018
	Andamento del valore medio di Nichel nel padovano. Periodo: 2002-2018
7.12	Andamento del valore medio di Cadmio nel padovano. Periodo: 2002-2018
8.1	IQA 2018 a Mandria
8.2	IQA 2018 a APS1 e APS2

8.3	IQA 2018 a Monselice e Este	46
8.4	IOA 2018 a Parco Colli e Alta Padovana	47

# Elenco delle tabelle

2.1	Limiti per il Biossido di zolfo $SO_2$	/
2.2	Limiti per la protezone della salute umana per il monossido di carbonio CO	7
2.3	Limiti per il Biossido di azoto NO <sub>2</sub>	7
2.4	Limiti per l'Ozono O <sub>3</sub>	8
2.5	Limiti per le polveri sottili	8
2.6	Limiti per i microinquinanti	8
2.7	Valori limite (Pb) e obiettivo (altri metalli)	8
2.8	Tabella dei Comuni in base alla zonizzazione provinciale	9
3.1	stazioni aria: inquinanti misurati	10
3.2	Legenda a 3.1	10
3.3	Tipologia delle stazioni e strumenti presenti	11
3.4	Limiti di rivelabilità strumentali	11
4.1	Metadati stazioni aria attive	14
4.2	Legenda a 4.1	15
5.1	Mezzi mobili aria: inquinanti misurati	16
6.1	Stazioni meteo utilizzate per l'analisi delle precipitazioni	19
6.2	Classificazione della dispersione in termini di vento o di precipitazione	21
6.3	Stazioni meteo utilizzate per l'analisi della dispersione	21
6.4	Classificazione per la concentrazione di Ozono nel periodo estivo	23
7.1	Indicatori statistici per NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> e CO	31
7.2	Indicatori statistici per SO <sub>2</sub> , PM, benzene e benzo(a)pirene	31
7.3	Indicatori statistici dei metalli	32
Q 1	Scala giudizio OA	13

# Introduzione

Il presente lavoro è una sintesi del monitoraggio della qualità dell'aria, sia in termini della strumentazione che dei dati, effettuato in provincia di Padova nel 2018, con specifici approfondimenti di alcuni aspetti meteorologici che maggiormente caratterizzano i processi di accumulo, ristagno o deposizione degli inquinanti sospesi in atmosfera.

Dopo una prima sintetica descrizione del quadro normativo al **capitolo 2**, si passa alle informazioni sulla strumentazione e sulle analisi al **capitolo 3**. Segue la descrizione dello stato dell'arte delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria attive sul territorio provinciale di Padova sia fisse (**capitolo 4**) che mobili (**capitolo 5**), queste ultime disponibili per monitoraggi *ad hoc*, in siti specifici.

Per un inquadramento dello stato della qualità dell'aria sul territorio, al **capitolo 6** viene valutato l'andamento nel 2018 di alcuni dei parametri meteorologici maggiormente influenti sulla dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Si passa quindi, nel **capitolo 7**, alla presentazione della valutazione dei livelli di inquinanti atmosferici in provincia di Padova nel 2018 confrontando tali risultati con quelli dell'andamento degli stessi parametri dal 2002 al 2017. L'elaborazione statistica che consente tale valutazione è condotta a partire dalle misure delle concentrazioni di alcuni inquinanti specifici di base, come rilevate dalle stazioni fisse di monitoraggio dislocate sul territorio provinciale e gestite da ARPAV.

L'analisi si conclude con la valutazione, per ogni stazione, dell'indice di qualità dell'aria (**capitolo 8**) annuale per alcune stazioni della rete per cui sono disponibili tutti e tre i parametri necessari per il suo calcolo. Il rapporto termina con una breve sintesi di tutti i risultati (**capitolo 9**).

A completamento e supporto conoscitivo-decisionale alla valutazione e gestione della qualità dell'aria, si rinvia all'analisi *ad hoc* (documento: Emiss\_ProvPD\_all relaz PD 2018, fonte: ARPA VENETO - REGIONE VENETO (maggio 2019). INEMAR VENETO 2015 - Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera in Regione Veneto, edizione 2015 – dati in versione definitiva. ARPA Veneto – Servizio Osservatorio Aria, Regione del Veneto - Area Tutela e Sviluppo del Territorio, Direzione Ambiente, UO Tutela dell'Atmosfera) relativamente alla stima dei contributi emissivi in atmosfera provenienti dall'insieme delle attività antropiche e naturali collocate in provincia di Padova. La ripartizione percentuale dei contributi emissivi di ciascun inquinante (BaP, PM10 e NOx) è effettuata per macrosettori. La stima, inoltre, è stata particolarizzata al contributo emissivo attribuito alla stagione fredda, a partire da quello annuale.

# Quadro normativo

### 2.1 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. Nel 2017 è stato emanato il decreto relativo alle procedure di garanzia di qualità per verificare il rispetto della qualità delle misure dell'aria ambiente, effettuate nelle stazioni delle reti di misura (G.U. 26/04/2017, n.96), ai sensi dell'art.17, del D.Lgs n.155/2010, che demanda all'Ispra l'adozione di apposite linee guida per individuare i criteri diretti a garantire l'applicazione di procedure su base omogenea in tutto il territorio nazionale. Il D.Lgs 155/2010 definisce inoltre i valori di riferimento che permettono di valutare la qualità dell'aria su base annuale, in termini di concentrazione dei diversi inquinanti.

In particolare, nelle tabelle successive si riportano i principali valori limite e di riferimento per i diversi inquinanti misurati.

Limite	Indicatore statistico	Valore
Soglia di allarme	3h consecutive	$500  \mu g/m^3$
Protezione della salute umana	Media su 1h	$350  \mu g/m^3$
Protezione della salute umana	Media su 24h	$125 \mu g/m^3$
Protezione degli ecosistemi	Media annuale	$20  \mu g/m^3$

Tabella 2.1: Limiti per il Biossido di zolfo SO<sub>2</sub>

Inquinante		Valore
CO	Max su 24h della mm8h	$10 \text{ mg/m}^3$

Tabella 2.2: Limiti per la protezone della salute umana per il monossido di carbonio CO

Limite	Indicatore statistico	Valore
Soglia di allarme	3h consecutive	$400  \mu g/m^3$
Protezione della salute umana	Media su 1h	$200  \mu g/m^3$
		[max 18 volte]
Protezione della salute umana	Media annuale	400 μg/m <sup>3</sup> 200 μg/m <sup>3</sup> [max 18 volte] 40 μg/m <sup>3</sup>

Tabella 2.3: Limiti per il Biossido di azoto NO<sub>2</sub>

Limite	Indicatore statistico	Valore
Soglia di allarme	Superamento 1h	$240  \mu \text{g/m}^3$
Soglia di informazione	Superamento 1h	180 μg/m <sup>3</sup>
Protezione della salute umana	Max mm8h su 24h	120 μg/m <sup>3</sup>
(obiettivo a lungo termine)		
Protezione della salute umana	Max mm8h su 24h	120 μg/m <sup>3</sup>
(valore obiettivo)		[max 25 volte, come mm su 3 anni]

Tabella 2.4: Limiti per l'Ozono O<sub>3</sub>

Limite	Indicatore statistico	Valore
Protezione della salute umana PM <sub>10</sub>	Media su 24h	50 μg/m <sup>3</sup>
		[max 35 volte]
Protezione della salute umana PM <sub>10</sub>	Media annuale	$40 \mu \text{g/m}^3$
Valore obiettivo PM <sub>2.5</sub>	Media annuale	25 μg/m <sup>3</sup>

Tabella 2.5: Limiti per le polveri sottili

Inquinante	Indicatore statistico	Valore
Valore limite C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>		5 μg/m <sup>3</sup>
Valore obiettivo BaP	Media annuale	$1.0 \text{ ng/m}^3$

Tabella 2.6: Limiti per i microinquinanti

Inquinante	Indicatore statistico	Valore
Pb	Media annuale	$0.5  \mu g/m^3$
Ni	Media annuale	$20.0 \text{ ng/m}^3$
As	Media annuale	$6.0 \text{ ng/m}^3$
Cd	Media annuale	$5.0 \text{ ng/m}^3$

Tabella 2.7: Valori limite (Pb) e obiettivo (altri metalli)

## 2.2 Zonizzazione della Provincia di Padova

Come previsto dal decreto legislativo 155/2010, la Regione Veneto ha effettuato la zonizzazione del proprio territorio in aree omogenee ai fini della qualità dell'aria (DGR n. 2130/2012).

In figura 2.1 è riportata la zonizzazione del solo territorio provinciale, comprendente, ai sensi della delibera regionale, tre zone: l'agglomerato di Padova (IT0510), la pianura e capoluogo di bassa pianura (IT0513) e la bassa pianura e colli (IT0514).

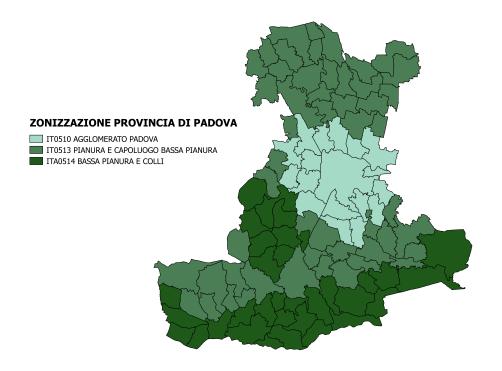


Figura 2.1: Zonizzazione della Provincia di Padova, DGR n. 2130/2012

Nella tabella successiva si elencano i Comuni ricadenti in ciascuna delle tre zone.

Zona	Denominazione	Comuni appartenenti
IT0510	Agglomerato	Abano, Albignasego, Cadoneghe, Caslserugo
	Padova	Legnaro, Limena, Maserà, Mestrino, Noventa,
		Padova, Ponte San Nicolò, Rubano, Saccolongo,
		Saonara, Selvazzano, Vigodarzere, Vigonza,
		Villafranca Padovana
IT0513	Pianura	Arzergrande, Borgoricco, Borgoveneto*, Bovolenta,
	e	Brugine, Campo San Martino, Campodarsego, Campodoro,
	capoluogo	Camposampiero, Carceri, Carmignano di Brenta,
	di	Cartura, Casale di Scodosia, Cervarese S.Croce,
	bassa pianura	Cittadella, Conselve, Curtarolo, Due Carrare, Este,
		Fontaniva, Galliera Veneta, Gazzo, Grantorto, Loreggia,
		Lozzo Atestino, Massanzago, Megliadino San Vitale,
		Monselice, Montagnana, Montegrotto, Ospedaletto,
		Pernumia, Piazzola sul Brenta, Piombino Dese,
		Piove di Sacco, Polverara, Ponso, Pontelongo,
		S.Giorgio delle Pertiche, S.Giorgio in Bosco,
		S.Martino di Lupari, S.Pietro in Gù, S.Pietro V.
		S.Giustina in Colle, Santangelo di Piove di Sacco,
		Terrassa P.na, Tombolo, Trebaseleghe, Veggiano,
		Villa Conte, Villanova di Camposampiero
IT0514	Bassa Pianura	Agna, Anguillara, Arquà, Arre, Bagnoli di S.
	e	Baone, Barbona, Battaglia, Boara Pisani, Candiana,
	Colli	Castelbaldo, Cinto, Codevigo, Correzzola,
		Galzignano, Granze, Masi, Merlara, Piacenza d'Ad.,
		Pozzonovo, Rovolon, S.Elena, S.Urbano, Solesino,
		Stanghella, Teolo, Torreglia, Tribano, Urbana,
		Vescovana, Vighizzolo d'Este, Villa Estense, Vò

Tabella 2.8: Tabella dei Comuni in base alla zonizzazione provinciale

# Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi

# 3.1 Inquinanti misurati

Le stazioni fisse monitorano sia inquinanti primari (emessi direttamente dalla sorgente) che secondari (originati in atmosfera dall'interazione chimica con i normali costituenti dell'atmosfera). In particolare, tra i principali inquinanti primari di tipo gassoso e polveri sottili troviamo CO, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NO, PM<sub>10</sub>, IPA e PM<sub>2.5</sub>, tra quelli secondari NO<sub>2</sub> da NO primario e O<sub>3</sub> originato per via fotochimica per lo più da ossidi di azoto e composti organici volatili. In alcuni casi specifici, inoltre, sono misurati anche alcuni metalli pesanti (come Piombo, Nichel, Cadmio, Arsenico e Mercurio) tramite analisi di laboratorio dai filtri di campionamento delle polveri.

Gli inquinanti gassosi son misurati da analizzatori automatici in continuo. Il PM, invece, è misurato o in automatico, con sistemi ad assorbimento di radiazione beta, o con metodo gravimetrico, previa pesata del campione in laboratorio. Il benzo(a)pirene, rappresentante degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), e i metalli (Pb, As, Cd, Ni, Hg) derivano dalla caratterizzazione chimica in laboratorio del PM10. Per il Mercurio la norma prevede il monitoraggio, ma non stabilisce un valore obiettivo.

La tabella successiva riporta, stazione per stazione, gli inquinanti misurati nel 2018.

Stazione	Inquinanti misurati
Mandria	NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , BaP, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
Arcella	NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> , BaP, Metalli
Granze	PM10, BaP, Metalli
APS1	NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , BaP, Metalli
APS2	NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , BaP, Metalli
Monselice	NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , BaP, Metalli
Este	NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S, O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , BaP, Metalli
Parco Colli	$NO_x$ , $NO_2$ , $O_3$ , $PM_{10}$
Alta Padovana	NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , BaP, Metalli

Tabella 3.1: stazioni aria: inquinanti misurati

NOx: ossidi di azoto. Costituiti dalla somma di Biossido di azoto (NO2) e Monossido di azoto (NO)

NO2: biossido di azoto CO: monossido di carbonio SO2: biossido di zolfo

O3: ozono

PM10: particulate matter (PM) con diametro inferiore a  $10\mu m$  PM2.5: particulate matter (PM) con diametro inferiore a  $2.5\mu m$ 

BaP: benzo(a)pirene, fa parte degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

C6H6: Benzene

Metalli: Pb (Piombo) + Hg (Mercurio) + Cd (Cadmio) + Ni (Nichel) + As (Arsenico)

Tabella 3.2: Legenda a 3.1

### 3.2 Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi

Gli analizzatori in continuo per l'analisi degli inquinanti presenti nelle stazioni di qualità dell'aria della Provincia di Padova 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  $PM_{10}$  e  $PM_{2.5}$  (diametro aerodinamico < 10 µm e < 2.5 µm rispettivamente) è realizzato con campionatori e analizzatori tramite linee di prelievo sequenziale, poste all'interno della stazione, che utilizzano filtri da 47mm di diametro (in cellulosa e quarzo, rispettivamente) o nastri in continuo, e cicli di prelievo di 24 ore. Detti campionamenti sono condotti con l'utilizzo di apparecchiature conformi alle specifiche tecniche di legge (il volume campionato si riferisce alle condizioni ambiente in termini di temperatura e pressione atmosferica alla data delle misurazioni). Nel caso dei campionatori il PM è determinato mediante esposizione gravimetrica con metodo UNI EN 12341:2014, nel caso degli analizzatori, invece, la determinazione del PM sfrutta il principio dell'attenuazione dei raggi beta emessi da una piccola sorgente radioattiva.

Le determinazioni analitiche degli idrocarburi policiclici aromatici (BaP e altri IPA) sono effettuate al termine del ciclo di campionamento sui filtri esposti mediante cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC) metodo UNI EN 15549:2008. La determinazione dei metalli viene effettuata mediante spettrofotometria di emissione con plasma ad accoppiamento induttivo (ICP-Ottico) e spettrofotometria di assorbimento atomico con fornetto a grafite metodo UNI EN 14902:2005.

In particolare, per quanto concerne il monitoraggio del PM (automatico e/o gravimetrico), nel 2018 la strumentazione operativa è quella riportata in tabella 3.3.

STAZIONE	Analizzatori automatici e campionatori manuali
MANDRIA	FAI SWAM bicanale e campionatore manuale Tecora
ARCELLA	OPSIS SM200
GRANZE	OPSIS SM200
APS1	FAI SWAM bicanale
APS2	FAI SWAM bicanale
ESTE	FAI SWAM monocanale e Environnement MP101M
MONSELICE	OPSIS SM200 e Environnement MP101M
PARCO COLLI	Environnement MP101M
ALTA PADOVANA	campionatore manuale Tecora

Tabella 3.3: Tipologia delle stazioni e strumenti presenti

### 3.3 Limiti di rivelabilità della strumentazione automatica

Il limite di rivelabilità o detezione (LOD) è un'importante caratteristica del metodo analitico che identifica il limite inferiore di concentrazione sotto il quale il campione non può essere rivelato con sufficiente probabilità statistica.

I limiti di rivelabilità degli analizzatori automatici in uso nella rete di qualità dell'aria della provincia di Padova sono stati determinati per via empirica e statistica dal personale del Servizio Osservatorio Regionale Aria dell'ARPAV e sono riportati in tabella(3.4):

Inquinante	Limite di rivelabilità	Unità di misura
PM <sub>10</sub>	4	μg/m <sup>3</sup> μg/m <sup>3</sup> μg/m <sup>3</sup> μg/m <sup>3</sup> μg/m <sup>3</sup> μg/m <sup>3</sup> μg/m <sup>3</sup>
$PM_{2.5}$	4	μg/m <sup>3</sup>
$NO_2$	2	μg/m <sup>3</sup>
$SO_2$	3	μg/m <sup>3</sup>
$SO_2$ $O_3$	4	μg/m <sup>3</sup>
CO	0.12	mg/m <sup>3</sup>
$C_6H_6$	0.5	μg/m <sup>3</sup>

Tabella 3.4: Limiti di rivelabilità strumentali

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, corrispondenti alla considerazione delle singole misure prive di incertezza e del valore medio come numero esatto (Valutazione della conformità in presenza dell'incertezza di misura, R.Mufato e G.Sartori, Bollettino degli esperti ambientali. Incertezza delle misure e certezza del diritto/anno 62, 2011 2-3).

# Rete fissa di monitoraggio

# 4.1 Configurazione della rete

La rete di stazioni fisse per il monitoraggio della Qualità dell'aria sul territorio provinciale è costituita dalle nove stazioni georeferenziate riportate nella mappa (fig 4.1), diversificate per tipologia caratteristica, come riportato nella tabella (tab 4.1) alla sezione successiva.

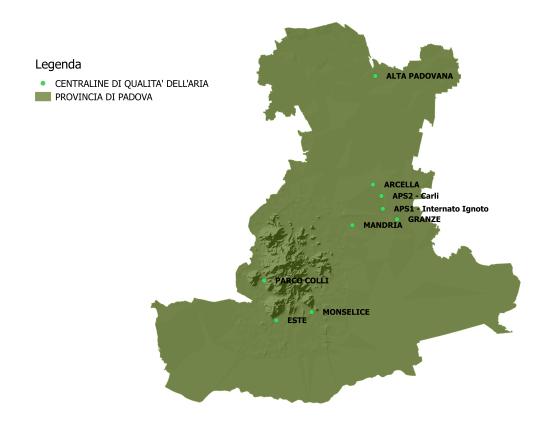


Figura 4.1: Distribuzione delle stazioni fisse di qualità dell'aria

Nello specifico la rete dispone di tre stazioni di tipo 'Industriale Urbana' [Granze, APS1, APS2], una stazione di tipo 'Traffico Urbano' [Arcella], una stazione di tipo 'Industriale Suburbana' [Este], due

stazioni di tipo 'Background Urbano' [Mandria, Monselice] e due stazioni di tipo 'Background Rurale' [Alta Padovana (ex Santa Giustina in Colle) e Parco Colli].

Le stazioni di Mandria, Arcella, Granze, Alta Padovana e Este fanno parte della rete di monitoraggio regionale per il programma di valutazione, mentre le stazioni di Monselice, APS1 e APS2 sono previste da convenzioni con Enti locali.

La mappa successiva rappresenta le stazioni distribuite all'interno del comune di Padova (fig 4.2).

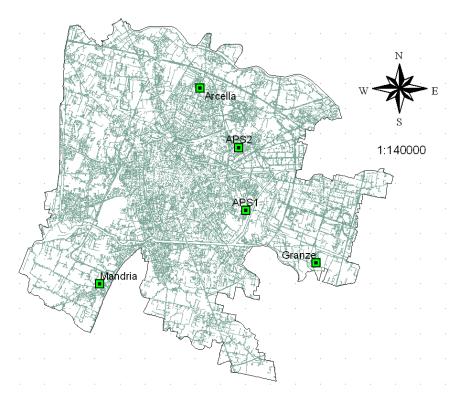


Figura 4.2: stazioni fisse all'interno del territorio comunale di Padova

# 4.2 Metadati delle stazioni di qualità dell'aria

Nella tabella 4.1 sono riportati i metadati delle stazioni oggetto della presente indagine. La data indicata corrisponde a quella di prima attivazione.

STAZIONE	Tipologia	Attivazione	$GB_X$	$GB_Y$
MANDRIA	B.U.	1999	1722487	5028105
ARCELLA	T.U.	2002	1726062	5035121
GRANZE	I.U.	2005	1730220	5029119
APS1	I.U.	2004	1727753	5030932
APS2	I.U.	2004	1727511	5033159
ESTE	I.S.	2002	1709338	5011647
MONSELICE	B.U.	2002	1715442	5013076
PARCO COLLI	B.R.	2008	1707237	5018513
ALTA PADOVANA	B.R.	2010	1726452	5053906

Tabella 4.1: Metadati stazioni aria attive

SIGLA	LEGENDA
B.R.	Background Rurale
B.U.	Background Urbano
T.U.	Traffico Urbano
I.U.	Industriale Urbana
I.S.	Industriale Suburbana

Tabella 4.2: Legenda a 4.1

Nel caso di Monselice, Este e Arcella, si precisa che l'ubicazione delle stazioni ha subito una variazione nel corso degli anni. Le coordinate riportate corrispondono all'attuale posizionamento. Le variazioni hanno comportato l'assenza di una serie continua di dati rispetto all'anno di attivazione indicato nella precedente tabella.

Per una miglior comprensione dell'analisi dei dati successiva, si tenga presente inoltre che la data di attivazione indicata per ogni singola stazione non corrisponde necessariamente alla presenza immediata di tutti i parametri attualmente controllati. La copertura completa, in termini di inquinanti misurati, è individuabile indicativamente a partire dal 2008, anche se alcuni monitor, nel corso degli anni, sono stati progressivamente eliminati dalle stazioni perché inferiori alla soglia di valutazione (es. SO2, CO).

# Rete mobile di monitoraggio

# 5.1 Configurazione della rete

In affiancamento al monitoraggio svolto continuativamente dalle stazioni fisse sul territorio provinciale, vi sono due stazioni mobili e un carrello che vengono ubicati per monitoraggi *ad hoc* nei comuni del padovano non dotati di stazione fissa, o, in alcuni casi specifici, per verifiche periodiche della strumentazione installata presso le stazioni fisse.

In generale, una volta individuato il comune da controllare, nel corso dell'anno vengono effettuate in esso due campagne distinte, una ricadente nel periodo invernale, l'altra in quello estivo. I dati misurati nelle due campagne vengono poi elaborati, anche per confronto con quelli registrati dalle stazioni fisse, e viene redatta una relazione tecnica pubblicata sul sito ARPAV (1).

Analogamente alle stazioni fisse, le stazioni mobili sono dotate di analizzatori in continuo per il campionamento e la misura degli inquinanti chimici individuati dalla normativa vigente.

Generalmente, inoltre, nel corso delle campagne vengono effettuati anche rilievi della concentrazione media di benzene ( $C_6H_6$ ) con appositi campionatori passivi manuali (radielli). Tali campionatori, 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. La successiva quantificazione analitica viene effettuata in laboratorio.

Per quanto riguarda la strumentazione in dotazione ai mezzi mobili, valgono le medesime considerazioni fatte in merito a quella in dotazione alle stazioni fisse. Nello specifico, in tabella 5.1, sono riportati i parametri misurati dai mezzi mobili operanti sul territorio provinciale. Per quanto concerne i metalli, sono misurati solo se richiesti.

Stazione	Inquinanti misurati
Mezzo Mobile Cariparo	NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, O <sub>3</sub> , PM10, PM2.5, SO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S, BaP, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
Mezzo Mobile 2	NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, O <sub>3</sub> , PM10, SO <sub>2</sub> , BaP, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
Mezzo Mobile Carrello	NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , PM10, CO, H <sub>2</sub> S, SO <sub>2</sub> , C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>

Tabella 5.1: Mezzi mobili aria: inquinanti misurati

# 5.2 Campagne effettuate nel 2018

Nella mappa 5.1 si riporta l'ubicazione delle campagne di monitoraggio con mezzi mobili in provincia di Padova svolte nel 2018, al più concluse a gennaio 2019.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>Consulta il link



Figura 5.1: Campagne di monitoraggio effettuate nel 2018

Come visibile nella mappa, nel 2018, oltre al consueto monitoraggio tramite stazioni fisse di qualità dell'aria, si sono misurati tramite mezzi mobili altri 7 siti, cioè Arquà Petrarca, Bagnoli di Sopra, Noventa Padovana, Padova, Pozzonovo, Saonara, Trebaseleghe.

# 5.3 Campagne effettuate nel periodo 2008-2018

Nella mappa 5.2 si riporta l'anno delle campagne più recenti svolte o meno con mezzi mobili nei comuni della provincia dal 2008.

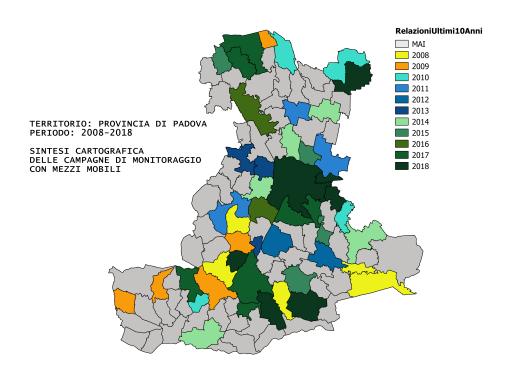


Figura 5.2: Ultima campagna di monitoraggio svolta nel periodo 2008 - 2018

La mappa evidenzia i comuni non misurati da più di dieci anni e indica per il 2018 anche Padova e Noventa Padovana perché la campagna invernale si è svolta a cavallo tra il 2018 e il 2019.

# Analisi meteorologica 2018

Di seguito si analizza l'andamento nel corso del 2018 nel territorio provinciale dei tre parametri meteorologici che maggiormente influenzano i processi di dispersione o deposizione degli inquinanti in atmosfera, cioè la precipitazione, la temperatura e il vento. Si considerano, inoltre, alcune fasi di inversione termica più significative del 2018.

# 6.1 Precipitazioni

Le stazioni meteo considerate per l'analisi delle precipitazioni sono gestite da ARPAV e son quelle riportate nella tabella 6.1 successiva.

Stazione	Quota [m]	X [m]	Y [m]	
Agna	2	1732493	5004900	
Balduina	8	1703214	5001176	
Ca' di Mezzo	6	1746914	5013017	
Campodarsego	15	1727668	5042147	
Cittadella	56	1717457	5060787	
Codevigo	0	1743376	5014703	
Este	67	1708172	5013292	
Cinto	247	1711449	5020414	
Galzignano	20	1714466	5020146	
Grantorto	31	1714510	5052620	
Legnaro	8	1731313	5025746	
Masi	8	1695081	4999006	
Montagnana	13	1693715	5012956	
Orto Botanico	12	1725513	5031345	
Ospedaletto	9	1704622	5012334	
Tribano	4	1722656	5008679	
Teolo	158	1709765	5024498	
Trebaseleghe	23	1736009	5054940	

Tabella 6.1: Stazioni meteo utilizzate per l'analisi delle precipitazioni

Si precisa che la stazione meteorologica di Este è stata disattivata nel 2017, per cui nell'analisi successiva la si utilizza solo per il calcolo delle medie 2002 - 2016; la stazione di Ospedaletto, invece, è attiva dal 2016, per cui se ne utilizzano i valori 2016-2018.

Dall'analisi delle precipitazioni registrate dalle stazioni riportate nella tabella precedente, discendono le due mappe successive (fig 6.1, e fig 6.2) relative rispettivamente alla precipitazione registrata nel 2018 e a quella media 2002-2017.

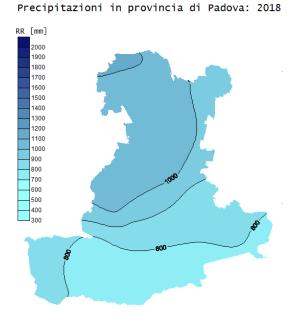


Figura 6.1: Precipitazione cumulata nel padovano nel 2018

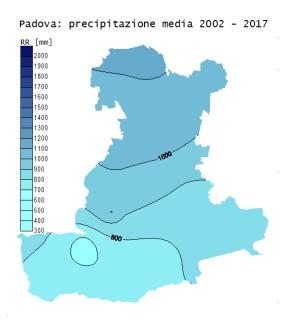


Figura 6.2: Precipitazione media cumulata nel padovano nel periodo 2002 - 2017

Dal confronto tra i dati di precipitazione cumulata nel 2018 e i corrispondenti medi del periodo 2002-2017, si vede una sostanziale ottima corrispondenza, sia in termini di valori che di distribuzione latitudinale. In altri termini, il 2018, da un punto di vista pluviometrico, nel padovano mostra un comportamento medio, con valori solo leggermente inferiori alla media. Le differenze medie, infatti, risultano piuttosto contenute e comprese per lo più in un deficit di 10 ÷ 30 mm.

Analizzando i valori mensili, i mesi che si discostano maggiormente dall'andamento medio, anche se non in modo significativo, sono marzo e il periodo da agosto a ottobre. Precisamente, settembre registra un bilancio positivo rispetto alla media attorno ai 50 mm, mentre i restanti tre mesi segnano un deficit rispetto alla media di  $50 \div 70$  mm.

# 6.2 Condizioni di dispersione degli inquinanti

Di seguito si valutano nello specifico le condizioni di dispersione nel 2018, tramite diagrammi circolari che riportano la percentuale di giornate più o meno favorevoli alla dispersione, in funzione dei valori di precipitazione e vento riportati nella tabella 6.2.

I due parametri, vento medio giornaliero e precipitazione giornaliera, sono da intendersi come separati in quanto l'informazione deducibile dall'analisi congiunta dei due, dà risultati simili all'analisi solo del vento (la percentuale di giorni con precipitazione in un anno è molto ridotta alle nostre latitudini, per cui il parametro vento risulta essere preponderante in un'analisi incrociata di vento e precipitazione), mascherando quindi l'influenza della precipitazione.

Classe	Valore di vento [V]	Valore di precipitazione [RR]
Poco dispersiva	$V \le 1.5m/s$	$RR \leq 1mm$
Abbastanza dispersiva	$1.5 < V \le 3m/s$	$1 < RR \le 6mm$
Molto dispersiva	V > 3m/s	RR > 6mm

Tabella 6.2: Classificazione della dispersione in termini di vento o di precipitazione

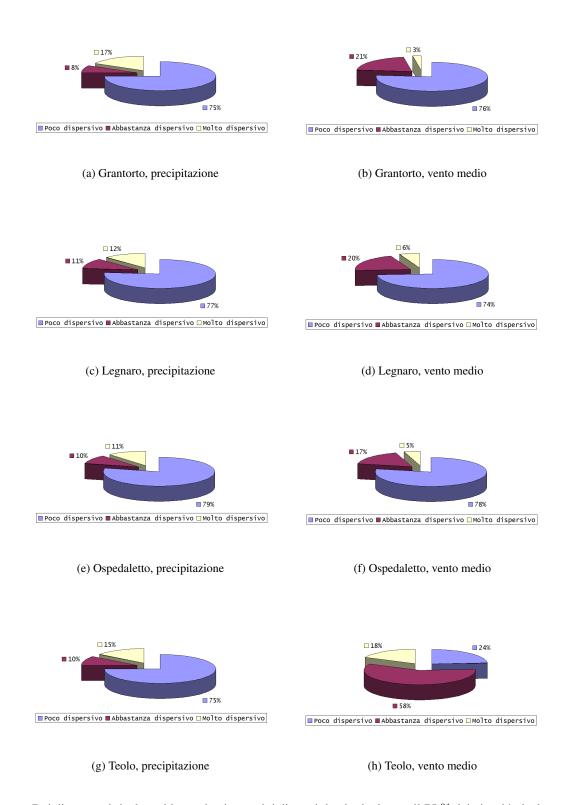
Le stazioni meteo considerate per l'analisi delle condizioni di dispersione e per le successive analisi delle situazioni favorevoli ad alte concentrazioni di Ozono sono riportate nella tabella 6.3 successiva. Le stazioni considerate, sparse sul territorio provinciale sono dotate oltre che di pluviometro, anche di termometro a 2m dal suolo e di anemometro a 10 m dal suolo, come previsto dagli standard meteorologici internazionali.

Stazione	Quota [m]	X [m]	Y [m]	
Grantorto	31	1714510	5052620	
Legnaro	8	1731313	5025746	
Ospedaletto	9	1704622	5012334	
Teolo	158	1709765	5024498	

Tabella 6.3: Stazioni meteo utilizzate per l'analisi della dispersione

Di seguito, in figura 6.3, si riportano i diagrammi di dispersione per il 2018 e per le stazioni indicate.

Figura 6.3: Regime dispersivo in base alla precipitazione (sinistra) e al vento medio (destra) sul territorio provinciale



Dai diagrammi risulta evidente che, in termini di precipitazioni, almeno il 75 % dei giorni è risultato poco favorevole alla dispersione degli inquinanti su tutto il territorio provinciale. In termini di vento la

risposta è più variegata. O meglio, nelle stazioni a pochi metri sopra il livello del mare la percentuale dei giorni poco dispersivi sostanzialmente coincide con quella derivante dall'analisi della precipitazione. Unica eccezione la stazione di Teolo, sita ad una quota attorno ai 155 m slm, ove prevalgono condizioni abbastanza favorevoli alla dispersione degli inquinanti in termini di vento.

### 6.3 Condizioni che favoriscono elevate concentrazioni di Ozono

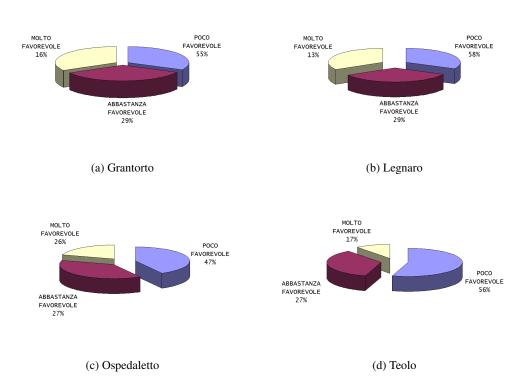
Poiché più la temperatura è elevata più è probabile la formazione di ozono, si può effettuare una valutazione delle condizioni ad essa favorevoli in funzione della temperatura. Le classi utilizzate sono quelle riportate in tabella 6.4.

Classe	Valore di temperatura massima		
	giornaliera [Tx]		
Poco favorevole	$T \le 28^{\circ}C$		
Abbastanza favorevole	$28 < T \le 32^{\circ}C$		
Molto favorevole	$T > 32^{\circ}C$		

Tabella 6.4: Classificazione per la concentrazione di Ozono nel periodo estivo

Ricorrendo alle stesse stazioni utilizzate per l'analisi dispersiva in termini di precipitazioni e vento, di seguito, in figura 6.4, si riportano i risultati grafici dell'analisi effettuata sui valori massimi giornalieri delle temperature registrate nel corso del semestre estivo (aprile - settembre) 2018.

Figura 6.4: Temperatura massima giornaliera favorevole alla concentrazione di Ozono sul territorio provinciale. Semestre estivo 2018



In figura si nota che nel semestre estivo 2018 in tutte le stazioni esaminate la percentuale delle situazioni "abbastanza favorevoli" alla formazione di Ozono si attesta attorno al 30 %. La percentuale prevalente per il periodo estivo 2018 risulta, comunque, quella relativa alle condizioni "poco favorevoli", il che è in linea con i risultati discussi al **capitolo 7** e che, per quanto attiene l'ozono, risultano leggermente migliori rispetto al 2017.

La stazione ove la percentuale di situazioni "molto favorevoli" alla formazione di Ozono prevale, risulta essere Ospedaletto, il che è in linea con il numero di superamenti per il parametro Ozono registrati dalla stazione di Parco Colli come si vedrà al **capitolo 7**. Il motivo di tale comportamento ad Ospedaletto è prevalentemente imputabile alla temperatura massima giornaliera ivi registrata, in quanto il vento medio nelle tre stazioni di pianura è sostanzialmente coincidente, mentre la precipitazione ha nelle quattro stazioni andamento pressoché equivalente. Pertanto nessuno di tali parametri può rappresentare l'elemento diversificante. L'analisi della temperatura massima giornaliera di Ospedaletto nel semestre esaminato, invece, presenta mediamente una differenza con le altre tre stazioni di  $0.8 \div 1.6$  °C. In altri termini, la temperatura massima giornaliera ad Ospedaletto nel semestre estivo risulta almeno nell'85 % dei casi superiore a quella delle altre tre stazioni.

Peraltro, nel processo di formazione dell'ozono troposferico intervengono numerose sostanze chimiche che interagiscono in modo complesso con la radiazione solare. L'aspetto legato alla temperatura è quindi solo uno tra quelli coinvolti nel processo e non lo descrive compiutamente.

# **6.4** Inversione termica e $PM_{10}$ elevati

In questa sezione si riportano sei eventi significativi del 2018 caratterizzati da valori di  $PM_{10}$  ben al di sopra del valore limite giornaliero previsto per legge, e per almeno tre giorni consecutivi in tutte le stazioni.

In parziale o totale sovrapposizione ai suddetti eventi, vengono riportati i profili termici verticali come registrati dai radiosondaggi effettuati presso una delle tre stazioni sinottiche disponibili per il bacino padano cioè Udine Rivolto, Milano Linate e Bologna San Pietro Capofiume (¹) per evidenziare la presenza di inversioni termiche nei bassi strati. Per semplicità si riporta un'unica sequenza dei profili termici per evento, via via indicando il sito di riferimento e specificando eventuali discrepanze con gli altri due siti. La consistenza, quando presente, fra i tre punti sinottici in Pianura Padana, fornisce una buona idea dell'estensione territoriale del fenomeno di inversione, spesso ben visibile dalle immagini del satellite meteorologico Meteosat.

Come ulteriore fonte di dati si son prese in considerazione anche le informazioni sugli strati di inversione derivate dal radiometro ARPAV posto sul tetto del Dipartimento Provinciale in centro città a Padova.

L'inversione termica nei bassi strati corrispondente ad un aumento anziché ad una naturale diminuzione della temperatura con la quota - riconoscibile nei profili termici per la sua forma a naso, in quelli radiometrici riportati, in base alla scala di colori - è un fattore inibente il rimescolamento atmosferico nei bassi strati, che favorisce il ristagno nonché l'accumulo di inquinanti in generale.

In corrispondenza alle situazioni di inversione, la presenza di aria prossima alla saturazione nei bassi strati favorisce, inoltre, la formazione di foschie dense o nebbie. Il processo di formazione delle foschie e delle nebbie, a sua volta è anche connesso alla presenza di inquinanti e, una volta innescatosi, può agire, a seconda delle dimensioni degli aerosol coinvolti, o da fattore inibente le concentrazioni o, all'opposto, da fattore di incremento delle stesse.

Per quanto attiene il 2018, i periodi più significativi di inversione termica al suolo si sono verificati a gennaio e a dicembre. In particolare, analizzando i giorni caratterizzati da una concentrazione di PM10 superiore a 50 µg/m³ nei suddetti mesi, si trova che a gennaio, se si eccettuano le stazioni di Este e Parco Colli tutte le altre contano un numero di giorni di superamento compreso tra il 50 e il 70 %, mentre per quanto riguarda il mese di dicembre rientrano tutte indistintamente nella precedente tipologia.

In altri termini, tenuto conto che il numero massimo di superamenti del valore limite giornaliero per i PM10 indicato per anno è pari a 35, già solo nel corso di due mesi del 2018 quattro stazioni (Mandria, Arcella, Granze e APS1) hanno registrato il superamento del limite di legge, con Alta Padovana, Este e APS2 molto prossime ad esso.

Segue l'analisi dei sei eventi individuati.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>Consulta il link

### 6.4.1 Periodo 01-07/01/2018

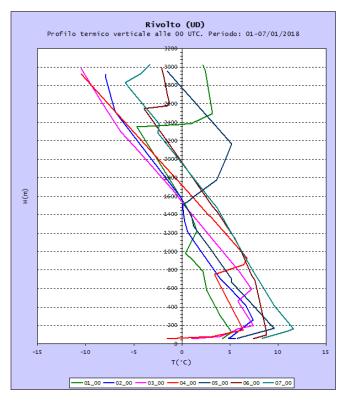


Figura 6.5: Profili termici di Rivolto, Udine

La sequenza temporale dei profili termici riportata in figura 6.5 evidenzia la presenza alle 00 UTC di uno strato di inversione esteso ai primi 150 m di atmosfera, pressoché costante nelle ore notturne e in intensificazione nel corso del periodo. La sequenza di profili termici di Bologna conferma l'andamento a Udine, salvo il 2 gennaio. Milano, invece, registra un comportamento diverso, indicando un fenomeno di inversione maggiore nel settore orientale della Pianura Padana. In corrispondenza alle giornate considerate i valori medi di  $PM_{10}$  registrati dalle stazioni nel padovano risultano compresi tra 45 e 107  $\mu g/m^3$ , con valori di picco il 6 gennaio e compresi tra 81 e  $122 \mu g/m^3$ .

Nel corso di questo periodo il radiometro di Padova conferma una costante inversione notturna al suolo, specie tra il 2 e il 5 gennaio 2018, solo in parziale sollevamento nelle ore centrali, estesa ai primi 100-400 m di atmosfera 6.6 e in sostanziale attenuazione il 6.

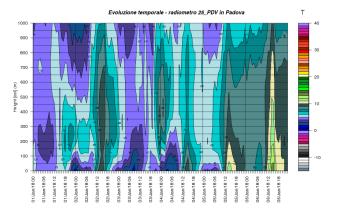


Figura 6.6: Radiometro di Padova, 1-7/01/2018

### 6.4.2 Periodo 19-31/01/2018

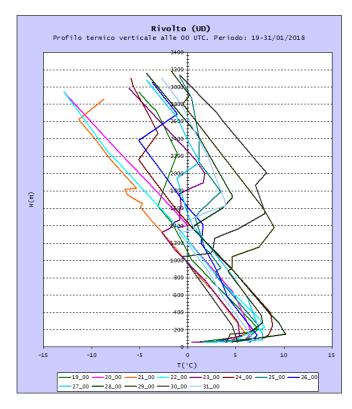


Figura 6.7: Profili termici di Rivolto, Udine

Nei 13 giorni considerati, i cui profili termici sono riportati in figura 6.7, è ben visibile uno strato di inversione termica esteso ai primi 150-200 m di atmosfera che si mantiene per tutto il periodo analizzato. In questo caso non vi è discrepanza tra i tre punti sinottici in cui sono registrati i profili, ad indicare un'intensa inversione estesa a tutta la Pianura Padana. In corrispondenza, i valori medi di  $PM_{10}$  registrati dalle stazioni della provincia, risultano compresi tra 45 e  $106~\mu g/m^3$ , con valori di picco il 25 e 26~ gennaio di  $115 \div 117~\mu g/m^3$ .

Nello stesso intervallo il radiometro conferma una costante inversione notturna al suolo fino al 29, estesa indicativamente ai primi 200 m di atmosfera, in dissoluzione nelle ore diurne (6.8).

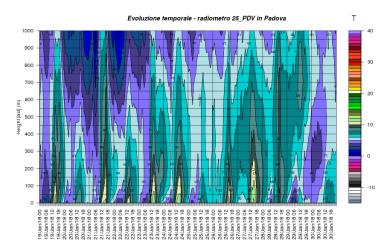


Figura 6.8: Radiometro di Padova: 19-31/01/2018

### 6.4.3 Periodo 1-5/12/2018

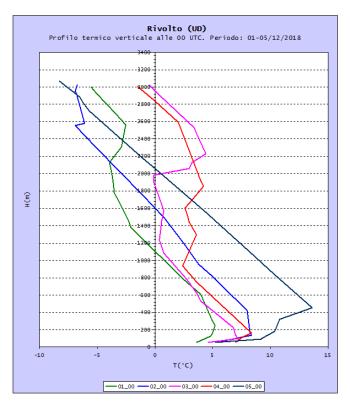


Figura 6.9: Profili termici di Rivolto, Udine

Nella sequenza di profili termici rappresentata in figura 6.9 si nota la presenza costante di uno strato di inversione termica esteso dal suolo ai primi  $150 \div 200m$  di quota, in intensificazione nel corso del periodo. Si tratta di un fenomeno, tuttavia, non confermato dagli altri due punti sinottici di Milano e Bologna, ad indicare un carattere maggiormente locale dell'evento.

In corrispondenza, i valori medi di PM<sub>10</sub> registrati dalle stazioni sul territorio provinciale risultano compresi tra 59 e  $86 \mu g/m^3$ , con valori di picco il 4 dicembre, compresi tra 70 e  $99 \mu g/m^3$ .

In corrispondenza, il radiometro conferma a Padova una costante inversione notturna al suolo, in dissoluzione nelle ore diurne, eccetto il giorno 3 quando l'inversione è unicamente in quota (6.10).

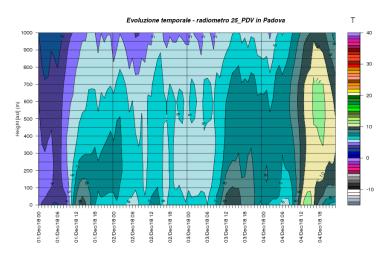


Figura 6.10: Radiometro di Padova: 1-5/12/2018

### 6.4.4 Periodo 15-19/12/2018

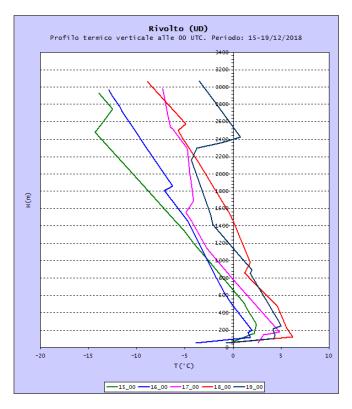


Figura 6.11: Profili termici di Rivolto, Udine

In figura 6.11 si osserva, come nei casi già visti, la presenza costante nelle ore notturne di uno strato di inversione termica esteso dal suolo ai primi 180 m di quota. Strato che si intensifica fino al 18. A Milano l'inversione è presente solo il 15 e 16, mentre Bologna, se si eccettua il 19, concorda con Udine, ad indicare una maggior insistenza del fenomeno nella Pianura Padana orientale.

In corrispondenza, i valori medi di PM<sub>10</sub> registrati dalle stazioni sul territorio provinciale risultano compresi tra 57 e 74  $\mu g/m^3$ , con valori di picco il 18 dicembre, compresi tra 62 e 85  $\mu g/m^3$ .

In corrispondenza, il radiometro di Padova mostra una costante inversione notturna al suolo entro mediamente i primi 300 m di quota (6.12), fatta eccezione per il 17.

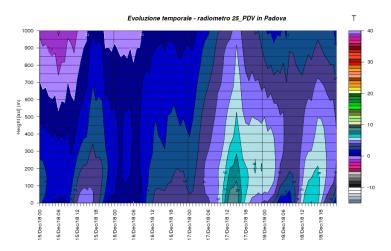


Figura 6.12: Radiometro di Padova: 15-19/12/2018

### 6.4.5 Periodo 21-24/12/2018

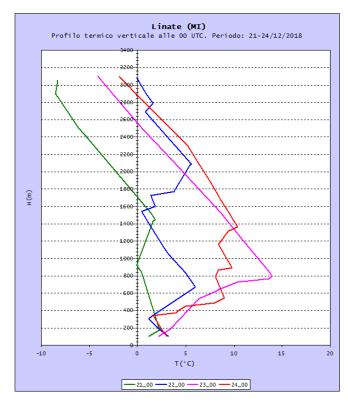


Figura 6.13: Profili termici di Linate, Milano

Nella sequenza in figura 6.13, rispetto agli eventi precedenti, lo strato di inversione termica notturna è meno marcato e, nel caso del 22 e 24 dicembre non è al suolo, ma a quote attorno i  $300 \div 350$  m. Questo si registra concordemente nei tre punti sinottici.

In corrispondenza, i valori medi di  $PM_{10}$  registrati dalle stazioni in provincia di Padova risultano compresi tra 43 e 69  $\mu g/m^3$ , con valori di picco il 22 dicembre, e compresi tra 56 e 86  $\mu g/m^3$ .

In corrispondenza, il radiometro indica a Padova l'inversione notturna al suolo il 21, 23 e 24 dicembre, mentre per il 22 evidenzia un'inversione costante in quota, tra i 100 e i 300m (6.14).

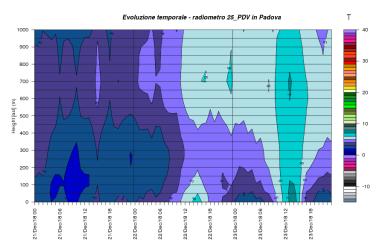


Figura 6.14: Radiometro di Padova: 21-24/12/2018

### 6.4.6 Periodo 29-31/12/2018

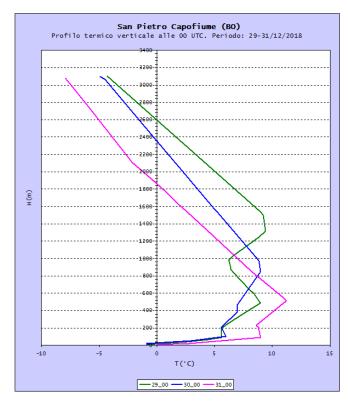


Figura 6.15: Profili termici di San Pietro Capofiume, Bologna

Nella sequenza in figura 6.15 si osserva un costante strato di inversione termica notturna esteso dal suolo a 100 m di quota. In corrispondenza, i valori medi di  $PM_{10}$  registrati dalle stazioni in provincia di Padova risultano compresi tra 84 e 96  $\mu g/m^3$ , con valori di picco il 31 compresi tra 74 e 114  $\mu g/m^3$ .

In corrispondenza, il radiometro di Padova indica uno strato di inversione nelle ore più fredde, dal suolo fino a 600 m di quota, che solo per poche ore tende a dissolversi nelle ore centrali della giornata (6.16).

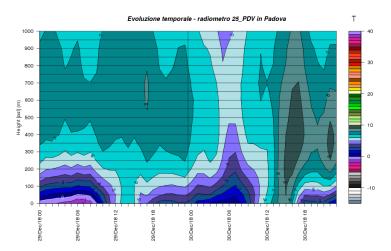


Figura 6.16: Radiometro di Padova: 29-31/12/2018

# Qualità dell'Aria nel 2018

In questo capitolo si presentano i risultati delle elaborazioni statistiche effettuate a partire dalle concentrazioni degli inquinanti misurati nel 2018 in provincia di Padova.

Le tre tabelle seguenti, riportano alcuni indicatori statistici standard [nd: dato non disponibile]. I valori in rosso indicano superamento dei limiti o degli obiettivi di legge.

Sito	NO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	$O_3$	O <sub>3</sub>	O <sub>3</sub>	CO
Nome stazione	Superamenti	Media	Superamenti	Superamenti	Superamenti	Superamenti
	limite/h	anno	soglia info	sog. allarme	obiettivo 1.t.	l.p.s.u.
	$[200\mu g/m^3]$	$[40 \mu g/m^{3}]$	$[180 \mu g/m^3]$	$[240\mu g/m^3]$	$[120\mu g/m^3]$	$[10mg/m^{3}]$
Mandria	0	32	5	0	70	0
Arcella	0	38	nd	nd	nd	0
Granze	nd	nd	nd	nd	nd	nd
APS1	0	32	0	0	24	0
APS2	0	30	2	0	30	0
Monselice	0	18	0	0	68	nd
Este	0	23	0	0	25	nd
Parco Colli	0	14	1	0	74	nd
Alta Padovana	0	21	2	0	48	0

Tabella 7.1: Indicatori statistici per NO2, O3 e CO

Da tabella 7.1 emerge come diffusamente critico anche per il 2018 il parametro Ozono, specie per quanto riguarda i superamenti del valore obiettivo giornaliero, ma localmente anche per quanto concerne la soglia di informazione.

Si evidenzia, invece, eccezionalmente nella serie di Arcella dal 2002, un valore medio annuo di biossido di Azoto inferiore alla soglia di  $40 \mu g/m^3$ , come solo nel 2014.

Sito	SO <sub>2</sub>	PM10	PM10	PM2.5	$C_6H_6$	BaP
Nome stazione	Superamenti	Superamento	Media	Media	Media	Media
	lim/giorno	lim/giorno	anno	anno	anno	anno
	$[125\mu g/m^3]$	$[50\mu g/m^{3}]$	$[40\mu g/m^3]$	$[25\mu g/m^{3}]$	$[5.0 \mu g/m^3]$	$[1.0ng/m^{3}]$
Mandria	nd	60	35	27	1.2	1.3
Arcella	0	60	35	nd	nd	0.9
Granze	nd	63	37	nd	nd	1.0
APS1	0	61	35	26	nd	1.1
APS2	0	47	32	24	nd	1.0
Monselice	n.d.	44	31	19	nd	0.7
Este	0	57	32	19	nd	0.5
Parco Colli	n.d.	35	27	nd	nd	nd
Alta Padovana	n.d.	52	32	nd	nd	1.6

Tabella 7.2: Indicatori statistici per SO<sub>2</sub>, PM, benzene e benzo(a)pirene

Tabella 7.2 mette in luce una diffusa criticità in termini di superamenti del valore limite giornaliero di PM10, mentre nel 2018 il valore medio annuo si mantiene sotto il limite.

Il benzene si conferma inferiore al limite di legge.

I valori medi di benzo(a)pirene, invece, se si eccettua la pianura della zona dei Colli Euganei, risultano generalmente molto prossimi, pari o a Mandria, APS1 e Alta Padovana superiori al limite di legge, confermandone la criticità.

Sito	Pb	As	Ni	Cd	Hg
Nome stazione	Media	Media	Media	Media	Media
	anno	anno	anno	anno	anno
	$[0.5\mu g/m^3]$	$[6.0ng/m^3]$	$] [20ng/m^3]$	$[5ng/m^3]$	$[ng/m^3]$
Arcella	0.008	0.6	5.5	0.3	<1
Granze	0.029	0.8	3.3	0.8	<1
APS1	0.006	0.6	2.1	0.4	<1
APS2	0.007	0.6	2.2	0.3	<1
Monselice	0.007	0.5	2.0	0.3	<1
Este	0.005	0.6	1.7	0.2	<1
Alta Padovana	0.005	0.6	1.7	0.4	<1

Tabella 7.3: Indicatori statistici dei metalli

La tabella 7.3 conferma il comportamento degli ultimi anni con valori sensibilmente inferiori ai rispettivi limiti (0.5  $\mu g/m^3$  per il Piombo e 6, 20, 5  $ng/m^3$  rispettivamente per Arsenico, Nichel e Cadmio). Per il Mercurio non esistono né un limite di legge né un valore obiettivo e viene qui riportato solo per completezza di informazione. In tabella non compaiono le stazioni di Mandria e Parco Colli perché in questi due siti non vengono effettuati controlli sui metalli.

Nei paragrafi successivi, per ciascun inquinante misurato, 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.

Segue la parte descrittiva, una sintesi grafica pluriennale (periodo 2002-2018) dell'indicatore statistico associato al dato parametro.

### 7.1 Biossido di Zolfo

Le emissioni di origine antropica, dovute prevalentemente all'utilizzo di combustibili solidi e liquidi, sono strettamente correlate al contenuto di zolfo, sia come impurezze, sia come costituenti nella formulazione molecolare del combustibile (gli oli). 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.

Il biossido di zolfo nel 2018 non registra superamenti della soglia di allarme di  $500\mu g/m^3$ , né del valore limite orario  $(350\mu g/m^3)$  o del valore limite giornaliero  $(125\mu g/m^3)$ . Si conferma pertanto un inquinante primario non più critico; ciò deriva in gran parte dalle sostanziali modifiche dei combustibili avvenute negli ultimi decenni (da gasolio a metano, oltre alla riduzione del tenore di zolfo in tutti i combustibili, in particolare nei combustibili diesel).

### 7.2 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.

Le concentrazioni di questo inquinante continuano a non destare preoccupazione: nei punti di campionamento non ci sono stati superamenti del limite di  $10mg/m^3$ , inteso come valore massimo giornaliero della media mobile su 8 ore.

### 7.3 Ozono

È un inquinante 'secondario' che 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.

La soglia di allarme  $(240\mu g/m^3)$ , definita come livello di concentrazione oraria oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata, non è stata superata. Alcune stazioni, invece, hanno registrato superamenti della soglia di informazione  $(180\mu g/m^3)$ , definita come livello di concentrazione oraria oltre il quale vi è un rischio per la salute umana, in caso di esposizione di breve durata e limitatamente ad alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione.

Numerosi e diffusi, invece, i superamenti del valore obiettivo  $(120\mu g/m^3)$  inteso come massimo giornaliero della media mobile su 8 ore).

Figura 7.1 riporta l'andamento pluriennale del numero dei superamenti della soglia di informazione.

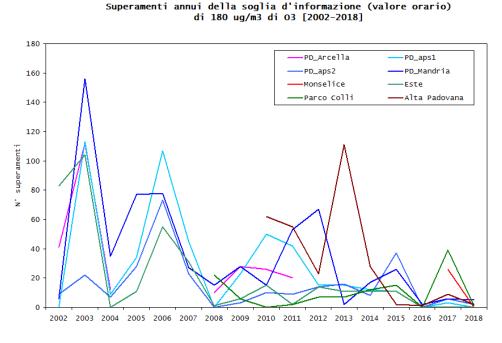


Figura 7.1: Andamento del numero di superamenti annui della soglia di informazione per O<sub>3</sub> nel padovano. Periodo: 2002-2018

Il Decreto Legislativo n. 155/2010, oltre alle soglie di informazione e allarme, fissa anche gli obiettivi a lungo termine per la protezione della salute umana e della vegetazione. Tali obiettivi rappresentano la concentrazione di ozono al di sotto della quale si ritengono improbabili effetti nocivi diretti sulla salu-

te umana o sulla vegetazione e devono essere conseguiti nel lungo periodo, al fine di fornire un'efficace protezione della popolazione e dell'ambiente.

L'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana si considera superato quando la massima media mobile giornaliera su otto ore supera  $120\mu g/m^3$ ; il conteggio viene effettuato su base annuale. In figura 7.2 si riporta il numero di superamenti annui del valore obiettivo a lungo termine a confronto con l'obiettivo di 25 superamenti per anno, inteso come media mobile su tre anni.

In pratica, per ottenere il grafico, prima si calcola il numero di superamenti del valore obiettivo anno per anno, poi, dai valori annuali, si calcola la media mobile su tre anni.

03: superamenti annui soglia obiettivo a lungo termine (120 ug/m3) a confronto con obiettivo di 25 superamenti/anno (media su 3 anni)

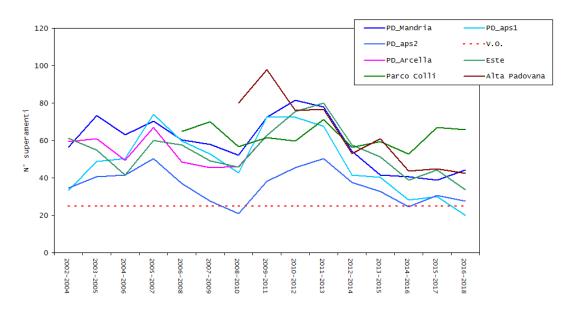


Figura 7.2: Andamento del numero di superamenti del valore di O<sub>3</sub> a confronto con l'obiettivo di 25 superamenti/anno (come media su tre anni).

Dal grafico risulta evidente che siamo ancora per lo più distanti dal raggiungimento dell'obiettivo di mantenersi al di sotto dei 25 superamenti medi a triennio.

Si precisa inoltre che la serie di Monselice non compare, in quanto la stazione attuale è attiva solo da fine 2016 e la precedente ubicazione non è confrontabile, specie per un parametro come l'ozono.

### 7.4 Ossidi di Azoto

L'unico limite riguardante gli ossidi di azoto (NOx) è quello medio annuale di  $30\mu g/m^3$  relativo alla protezione della vegetazione. Tale limite è previsto solo per le stazioni di background rurale, e quindi, nel caso della provincia di Padova, le stazioni di Alta Padovana e Parco Colli. Nel 2018 le due stazioni presentano un valore medio annuo rispettivamente di 36 e 21  $\mu g/m^3$ , pertanto superiore al limite ad Alta Padovana.

### 7.5 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.

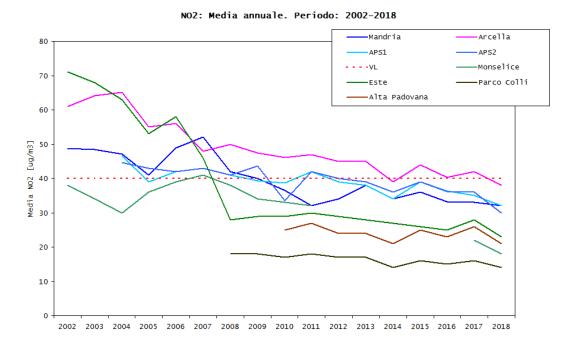


Figura 7.3: Andamento del valore medio di NO2 nel padovano. Periodo: 2002-2018

Figura 7.3 evidenzia, indicativamente a partire dal 2008 una tendenza all'assestamento dei valori medi di  $NO_2$  nella provincia e compresi tra un minimo di  $16\mu g/m^3$  di Parco Colli, che ricordiamo è di background rurale, ed un massimo di  $44\mu g/m^3$  ad Arcella che è di traffico urbano, e continua a confermarsi come quella col valore medio più elevato, anche se nel 2018 risulta leggermente inferiore al limite con  $38\mu g/m^3$ .

Si osservi, inoltre, che, a parte Arcella, il valore medio nelle restanti stazioni, e negli ultimi anni, risulta sempre inferiore al limite di legge di  $40\mu g/m^3$ . E' interessante, poi, notare che Alta Padovana rileva valori sensibilmente superiori a Parco Colli, nonostante le due stazioni siano della medesima tipologia (background rurale). In termini di questo inquinante, infatti, Alta Padovana risulta molto più in linea con i valori rilevati nella stazione di Este.

# 7.6 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 PM 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  $\mu$ m 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 PM con diametro inferiore a 10  $\mu$ m (PM<sub>10</sub>) può essere considerato un indice della concentrazione di particelle in grado di penetrare nel torace (frazione inalabile). A sua volta il PM<sub>2.5</sub> (con diametro inferiore a 2.5  $\mu$ m) 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 la determinazione della composizione chimica del PM atmosferico. Le caratteristiche chimiche del PM influenzano la capacità di reagire con altre sostanze inquinanti quali ad esempio IPA, metalli pesanti, SO<sub>2</sub>. Le polveri PM<sub>10</sub> 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 figura 7.4 si riporta l'andamento del valore della media annuale di concentrazione di  $PM_{10}$  in provincia di Padova. Al di là dei casi particolari e delle oscillazioni interannuali dipendenti anche dalle condizioni meteo, la figura evidenzia una sostanziale tendenza all'assestamento dei valori medi tra 30 e  $40 \ \mu g/m^3$  nell'ultimo decennio.

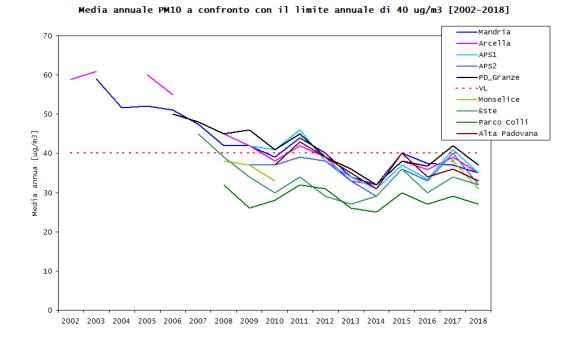


Figura 7.4: Andamento del valore medio di  $PM_{10}$  nel padovano. Periodo: 2002-2018

Nella figura 7.5 successiva viene riportato, invece, per ciascuna stazione, l'andamento del numero di superamenti annui del valore limite giornaliero di  $PM_{10}$ , pari a 50  $\mu g/m^3$ . Anche in questo caso si osserva complessivamente un assestamento nell'ultimo decennio attorno ad un intervallo di superamenti compreso tra 50 e 90, contro un valore massimo previsto per legge di 35.

Si noti che anche la stazione di Parco Colli, di background rurale, presenta un'oscillazione nel numero di superamenti tra 40 e 60, ad indicare che il numero di superamenti annui di fondo è già di per sé superiore al limite indicato dalla legislazione.

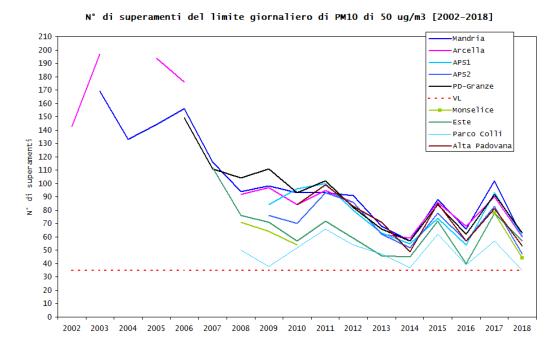


Figura 7.5: Andamento del numero di superamenti annui del valore limite giornaliero di  $PM_{10}$  nel padovano. Periodo: 2002-2018

A completamento dell'analisi delle polveri sottili, in figura 7.6 si riporta l'andamento della media annuale del PM<sub>2.5</sub> nelle stazioni fisse del padovano ove presente il monitor.

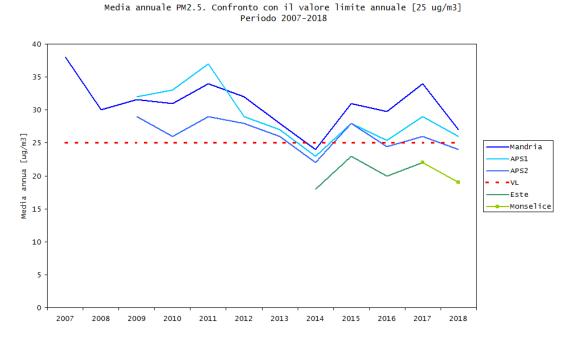


Figura 7.6: Andamento del valore medio di PM<sub>2.5</sub> nel padovano. Periodo: 2002-2018

Il grafico precedente evidenzia una sostanziale spaccatura tra le concentrazioni di  $PM_{2.5}$  rilevate nella pianura della zona dei Colli Euganei che, dai dati disponibili dell'ultimo quadriennio, risultano sempre

inferiori al valore previsto per legge e quelle rilevate in ambito urbano che, da quando son disponibili i dati, risultano per lo più sempre al di sopra o attorno al valore medio indicato dal legislatore.

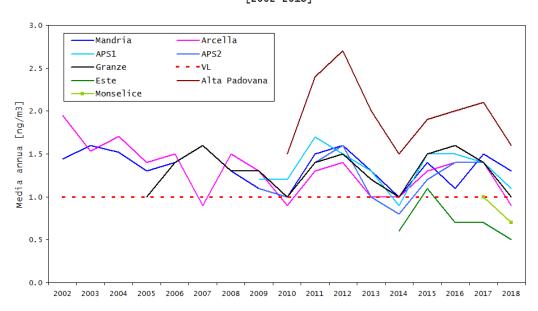
I dati di Este e Monselice (dal 2017 quest'ultima) per questa frazione di PM e per l'ultimo biennio sono coincidenti, per cui sono sovrapposti nel grafico.

### 7.7 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 molto spesso associati alle polveri sospese. In questo caso la dimensione delle particelle del PM 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 BaP e gli altri IPA, detto profilo IPA, è relativamente stabile nell'aria delle diverse città, la concentrazione di BaP viene spesso utilizzata come indice del potenziale cancerogeno degli IPA totali.

In figura 7.7 si riporta l'andamento pluriennale del valore medio annuale di benzo(a)pirene, ricavato da analisi di laboratorio sui filtri campionati dl  $PM_{10}$ .

Il grafico evidenzia tre comportamenti distinti: la fascia collinare attorno a valori pari o inferiori al limite di  $1 \ ng/m^3$ , la fascia urbana con valori nel corso degli anni mediamente attorno a  $1.3 \ ng/m^3$  e la stazione di Alta Padovana che, da quando è presente il monitor, registra valori mediamente doppi rispetto alla soglia prevista per legge.



Media annuale di Benzo(a)Pirene vs valore limite di 1 ng/m3 [2002-2018]

Figura 7.7: Andamento del valore medio di benzo(a)pirene nel padovano. Periodo: 2002-2018

### 7.8 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 figura 7.8 è riportato l'andamento pluriennale del valore medio annuale di benzene, ricavato da analisi di laboratorio sulle fiale ad adsorbimento attivo campionate nella stazione di riferimento di Mandria. Il grafico evidenzia una progressiva decrescita nelle concentrazioni del benzene negli ultimi 15 anni, con valori medi annui ben al di sotto del valore limite previsto per legge di 5  $\mu g/m^3$ .

Media annuale di Benzene a Mandria vs valore limite [1 ug/m3]

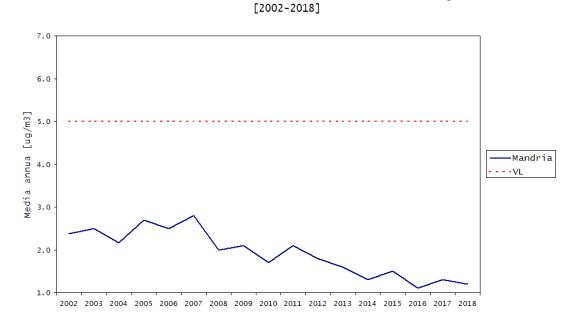


Figura 7.8: Andamento del valore medio di Benzrene nel padovano. Periodo: 2002-2018

### 7.9 Metalli pesanti: Pb, Cd, Ni, As, Hg

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

 $\mu g/l$  e su questa base è stata proposta una stima della concentrazione media annuale consentita dalla normativa in atmosfera (0.5  $\mu g/m^3$ , DLgs 155/2010).

I grafici successivi, riferiti alla serie dei valori statistici 2002-2018, confermano la tendenza dei metalli rilevati alla non criticità sul territorio provinciale. Le concentrazioni registrate risultano, infatti, molto inferiori al valore limite di  $0.5~\mu g/m^3$  per il Piombo, e ai valori obiettivo di  $6~ng/m^3$  per l'Arsenico,  $20~ng/m^3$  per il Nichel e  $5~ng/m^3$  per il Cadmio.

Per il mercurio il D.Lgs. 155/2010 prevede il monitoraggio, ma non un valore obiettivo da rispettare. Le concentrazioni medie annuali rilevate risultano comunque sempre inferiori al limite di rilevabilità di  $1ng/m^3$ .

Nei grafici successivi si riportano gli andamenti pluriennali dei metalli misurati a livello provinciale.

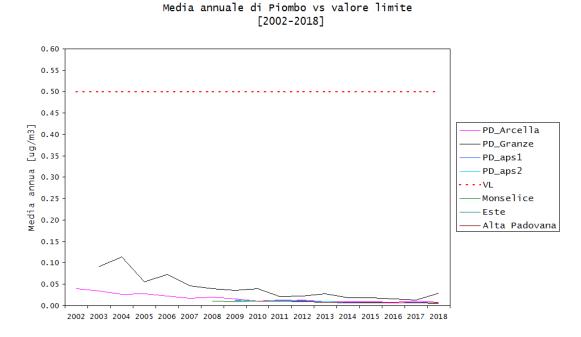
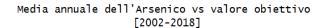


Figura 7.9: Andamento del valore medio di Piombo nel padovano. Periodo: 2002-2018



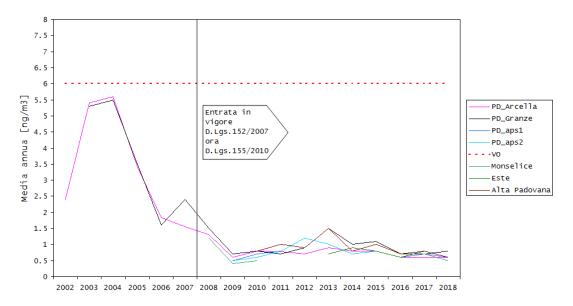


Figura 7.10: Andamento del valore medio di Arsenico nel padovano. Periodo: 2002-2018

### Media annuale Nichel vs valore obiettivo [2002-2018]

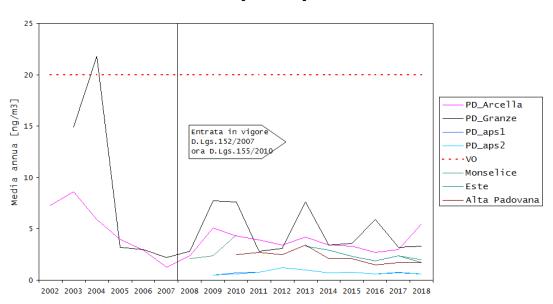


Figura 7.11: Andamento del valore medio di Nichel nel padovano. Periodo: 2002-2018

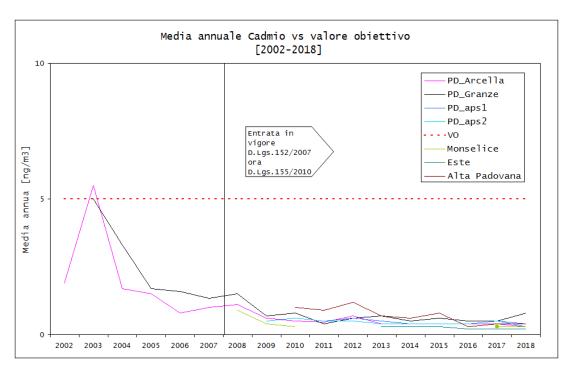


Figura 7.12: Andamento del valore medio di Cadmio nel padovano. Periodo: 2002-2018

### Capitolo 8

## Indice di Qualità dell'aria

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).



Tabella 8.1: Scala giudizio QA

Il calcolo dell'indice, che può essere effettuato per ogni giorno di monitoraggio, è basato sull'andamento delle concentrazioni di tre inquinanti: Biossido di azoto, Ozono e  $PM_{10}$ . 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 (mediocre, scadente e pessima) indicano che almeno uno dei tre inquinanti considerati ha superato il relativo indicatore di legge. In questo caso la gravità del superamento è determinata dal relativo giudizio assegnato. Quindi, è possibile distinguere situazioni di moderato superamento da situazioni significativamente più critiche  $^1$ .

Di seguito si riportano il numero di giorni ricadenti in ciascuna classe dell'IQA per l'anno 2018 nelle stazioni fisse della provincia di Padova per le quali sono presenti tutti e tre i monitor.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>Per 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. Mandria, 2018

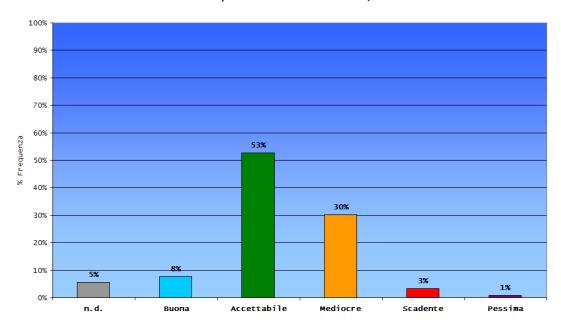
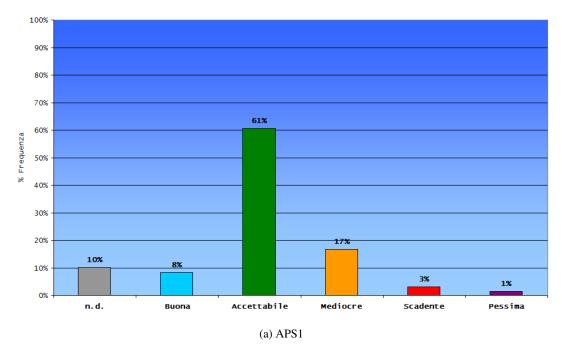


Figura 8.1: IQA 2018 a Mandria

Indice di qualità dell'aria. APS1, anno 2018



Indice di qualità dell'aria. APS2, 2018

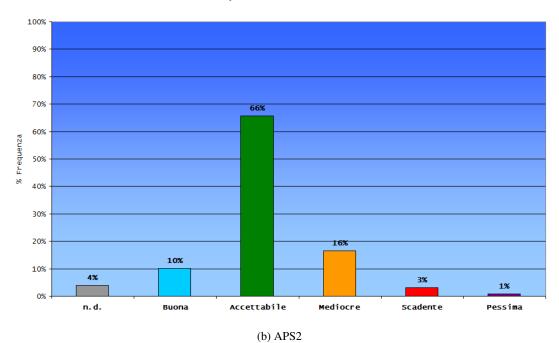
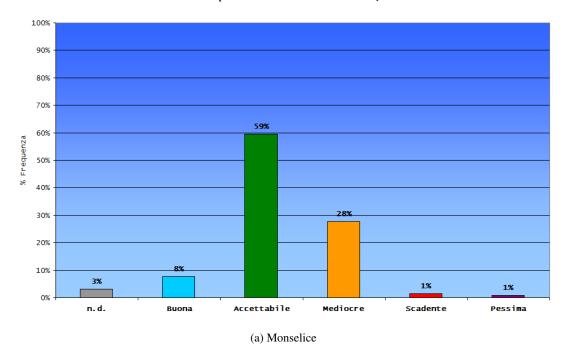


Figura 8.2: IQA 2018 a APS1 e APS2

Indice di qualità dell'aria. Monselice, 2018



Indice di qualità dell'aria. Este, 2018

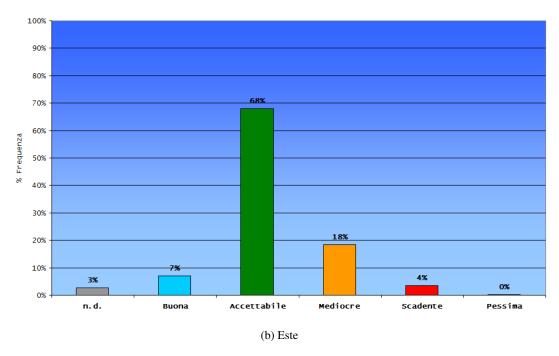
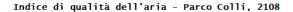
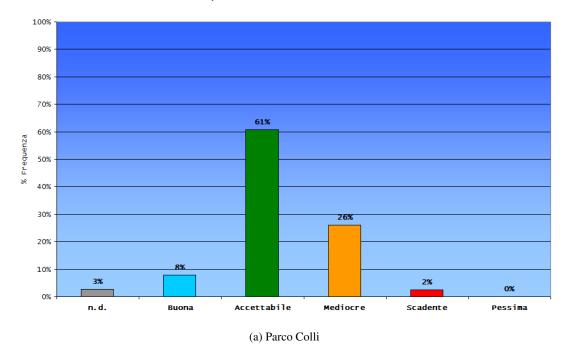


Figura 8.3: IQA 2018 a Monselice e Este





Indice di qualità dell'aria - Alta Padovana

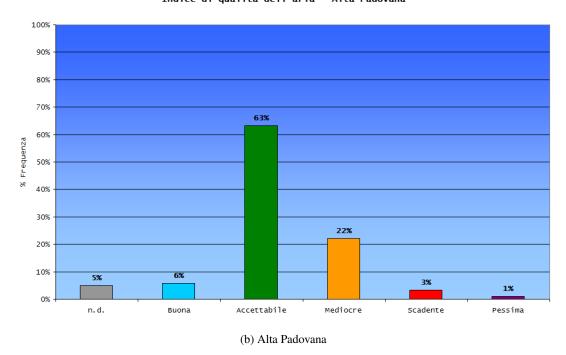


Figura 8.4: IQA 2018 a Parco Colli e Alta Padovana

La prima osservazione derivante dalle figure precedenti è che in tutto il territorio provinciale si registrano, a seconda delle tipologie di stazione considerata, da un minimo di una ad un massimo di due settimane con qualità dell'aria scadente o pessima. La seconda considerazione è che tutte le stazioni presentano la maggior percentuale di giornate ricadente nella classe "accettabile", la percentuale variando dai 53 % di Mandria al 68 % di Este.

La valutazione dell'indice di qualità dell'aria annuale evidenzia anche per il 2018 che sul territorio provinciale non ci sono sostanziali diversità nella qualità dell'aria, sia interspaziali che interannuali,

come è logico aspettarsi non essendovi, tra le stazioni considerate, né rilievi importanti, né discontinuità terra-mare tali da poter prevalere sul loro essere immerse in un contesto classico di Pianura Padana interna.

### Capitolo 9

### Sintesi conclusiva

L'andamento interannuale delle concentrazioni del PM sospeso in atmosfera dipende fondamentalmente da due fattori, entrambi caratterizzati da una componente variabile e da una componente fissa, il clima e le fonti di inquinamento.

La componente interannuale variabile del clima, quella meteorologica, può giocare sia a favore di un accumulo che di una dispersione degli inquinanti stessi, e quindi di un peggioramento o miglioramento relativo nella qualità dell'aria, indipendente dalle azioni volte al mitigamento dell'inquinamento stesso.

In altri termini, a seconda della frequenza in un anno di specifiche situazioni meteorologiche, favorevoli o meno alla dispersione o all'accumulo degli inquinanti, si possono riscontrare peggioramenti o miglioramenti nelle concentrazioni degli stessi.

Ciò che emerge per il 2018, rispetto al 2017, è la presenza di una maggior variabilità meteorologica, con anche fasi di moderata stabilità atmosferica, specie nel periodo invernale, ma con una miglior distribuzione e intensità delle precipitazioni nel corso dell'anno che ha senz'altro favorito un maggior rimescolamento nei bassi strati, contenendo maggiormente i livelli di concentrazione degli inquinanti qui esaminati.

Nonostante ciò, l'analisi incrociata delle condizioni favorevoli alla dispersione degli inquinanti mostra anche per il 2018 complessivamente un prevalere di condizioni "poco favorevoli" alla dispersione, perfettamente in linea con il comportamento tipico del bacino padano.

L'analisi termica nel semestre estivo, invece, indica una migliore distribuzione tra le tre classi previste per l'analisi delle condizioni più o meno favorevoli alla formazione dell'ozono troposferico. Il che probabilmente spiega, almeno in parte, il minor numero di superamenti nel 2018, rispetto al 2017, delle soglie previste per questo parametro.

L'analisi specifica degli inquinanti individua per il 2018 fra gli inquinanti più critici il PM fine, gli IPA e l'ozono, anche se i livelli di biossido di azoto rimangono in alcune stazioni comunque a livelli d'attenzione. In particolare, si possono sintetizzare le specifiche criticità del 2018 in termini di superamento di:

- 1. valore limite giornaliero per il  $PM_{10}$  di  $50\mu g/m^3$ : il numero massimo di superamenti, pari a 35, è stato oltrepassato ovunque, salvo Parco Colli dove, comunque, è stato eguagliato;
- 2. valore limite annuale per il  $PM_{2.5}$  di  $25\mu g/m^3$ : è stato superato in varie stazioni della città di Padova:
- 3. media annuale del benzo(a)pirene pari a  $1ng/m^3$ : a parte nella pianura della zona dei Colli Euganei, risulta critica ovunque, con vari superamenti;
- 4. valore limite annuale per gli ossidi di azoto per la protezione della vegetazione pari a  $30\mu g/m^3$ : tra le due stazioni per le quali è previsto il limite, cioè Parco Colli e Alta Padovana, il limite è stato superato in quest'ultima;

5. valore obiettivo per la protezione della salute umana per l'ozono, pari a  $120\mu g/m^3$  giornalieri da non superarsi più di 25 volte per anno, inteso come media triennale: in riferimento al triennio 2016-2018 è stato superato ovunque, se si eccettua la stazione di APS1.

Pertanto, per quanto negli ultimi anni si sia registrata una riduzione delle emissioni di buona parte degli inquinanti atmosferici, come evidenziano i grafici che riportano gli andamenti pluriennali, la qualità dell'aria del Bacino Padano e, quindi, anche della provincia di Padova, risulta ancora critica per vari parametri inquinanti.

## Capitolo 10

# Allegati

#### 10.1 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  $\mu$ g/m³\*h. Rappresenta la differenza tra le concentrazioni orarie di ozono superiori a 40 ppb (circa 80  $\mu$ g/m³) e 40 ppb, in un dato periodo di tempo, utilizzando solo valori orari rilevati, ogni giorno, tra le 8:00 e le 20:00 (ora dell'Europa centrale).

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

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

**Industriale** (**stazione**): Punto di campionamento ubicato in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da singole fonti industriali o da zone industriali limitrofe.

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

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

**IQA** (**Indice di Qualità dell'Aria**): E' una grandezza che permette di rappresentare in maniera sintetica lo stato di qualità dell'aria.

**Margine di tolleranza:** Percentuale del valore limite entro la quale è ammesso il superamento del valore limite alle condizioni stabilite dal D.Lgs. 155/2010.

**Media mobile (su 8 ore):** La media mobile su 8 ore è una media calcolata sui dati orari scegliendo un intervallo di 8 ore; ogni ora l'intervallo viene aggiornato e, di conseguenza, ricalcolata la media. Ogni media su 8 ore così calcolata è assegnata al giorno nel quale l'intervallo di 8 ore si conclude. Ad esempio, il primo periodo di 8 ore per ogni singolo giorno sarà quello compreso tra le ore 17.00 del giorno precedente e le ore 01.00 del giorno stesso; l'ultimo periodo di 8 ore per ogni giorno sarà quello compreso tra le ore 16.00 e le ore 24.00 del giorno stesso. La media mobile su 8 ore massima giornaliera corrisponde alla media mobile su 8 ore che, nell'arco della giornata, ha assunto il valore più elevato.

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

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

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

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

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

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

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

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

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



### DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI PADOVA

Via Ospedale 24, 35121 Padova tel.: 049 8227801 - fax: 049 8227810 e-mail: dappd@arpa.veneto.it

### ARPAV Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto

#### **Direzione Generale**

Via Ospedale, 24 35121 Padova Italy

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