



Agenzia Regionale per la Prevenzione
e Protezione Ambientale del Veneto



REGIONE DEL VENETO

QUALITA' DELL'ARIA

PROVINCIA DI PADOVA

ANNO 2017



ARPAV

Commissario Straordinario: R. Guolo

Dipartimento Provinciale di Padova

Direttore: A. Benassi

Servizio Monitoraggio e Valutazione

Responsabile: C. Gabrieli

Progetto e realizzazione: R.Millini, S.Rebeschini

Visualizzazione dati Radiometro Padova: M.Ferrario - 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	Introduzione	6
2	Quadro normativo	7
2.1	Limiti e valori di riferimento	7
2.2	Zonizzazione della Provincia di Padova	8
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	Rete fissa di monitoraggio	13
4.1	Configurazione della rete	13
4.2	Metadati delle stazioni di qualità dell'aria	14
5	Rete mobile di monitoraggio	16
5.1	Configurazione della rete	16
5.2	Campagne effettuate nel 2017	16
5.2.1	Breve sintesi dei risultati delle campagne del 2017	17
5.3	Campagne effettuate negli ultimi 10 anni	18
6	Analisi meteorologica 2017	19
6.1	Precipitazioni	19
6.2	Condizioni di dispersione degli inquinanti	23
6.3	Condizioni che favoriscono elevate concentrazioni di Ozono	25
6.4	Inversione termica e PM ₁₀ elevati	26
6.4.1	Periodo 01/01 - 04/01/2017	27
6.4.2	Periodo 27/01 - 03/02/2017	28
6.4.3	Periodo 14/02 - 24/02/2017	29
6.4.4	Periodo 12/10 - 21/10/2017	30
6.4.5	Periodo 27/10 - 29/10/2017	31
6.4.6	Periodo 02/11 - 04/11/2017	32
6.4.7	Periodo 19/11 - 25/11/2017	33
6.4.8	Periodo 04/12 - 08/12/2017	34
6.4.9	Periodo 20/12 - 26/12/2017	35
7	Qualità dell'Aria nel 2017	36
7.1	Biossido di Zolfo	37
7.2	Monossido di Carbonio	37
7.3	Ozono	38
7.4	Ossidi di Azoto	39
7.5	Biossido di Azoto	39
7.6	Polveri fini [PM10 e PM2.5]	40
7.7	Benzo(a)pirene	43
7.8	Benzene	44
7.9	Metalli pesanti: Pb, Cd, Ni, As, Hg	44

8	Indice di Qualità dell'aria	48
9	Sintesi conclusiva	57
10	Allegati	58
10.1	Glossario	59

Elenco delle figure

2.1	Zonizzazione della Provincia di Padova, DGR n. 2130/2012	9
4.1	Distribuzione delle stazioni fisse di qualità dell'aria	13
4.2	stazioni fisse all'interno del territorio comunale di Padova	14
5.1	Campagne di monitoraggio effettuate nel 2017	17
5.2	Indici di correlazione di PM10 rilevati nel corso delle campagne di monitoraggio svolte nel 2017	18
5.3	Ultima campagna di monitoraggio svolta nel periodo 2008 - 2017	18
6.1	Precipitazione cumulata nel padovano nel 2017	20
6.2	Precipitazione media cumulata nel padovano nel periodo 2002 - 2016	21
6.3	Deficit di precipitazione nel padovano nel 2017	21
6.4	Deficit di precipitazione mensile. Gennaio-Dicembre 2017	22
6.5	Regime dispersivo in base alla precipitazione (sinistra) e al vento medio (destra) sul territorio provinciale	24
6.6	Temperatura massima giornaliera favorevole alla concentrazione di Ozono sul territorio provinciale. Semestre estivo 2017	25
6.7	Radiosondaggi del periodo 1-5 gennaio 2017. Rivolto, Udine	27
6.8	Radiosondaggi del periodo 27 gennaio - 4 febbraio 2017. Rivolto, Udine	28
6.9	Radiometro di Padova: 27 gennaio - 4 febbraio 2017	28
6.10	Radiosondaggi del periodo 14-22 febbraio 2017. Rivolto, Udine	29
6.11	Radiometro di Padova: 15-22 febbraio 2017	29
6.12	Radiosondaggi del periodo 12-17 ottobre 2017. Rivolto, Udine	30
6.13	Radiometro di Padova: 12-21 ottobre 2017	30
6.14	Radiosondaggi del periodo 27-30 ottobre 2017. Rivolto, Udine	31
6.15	Radiometro di Padova: 27-30 ottobre 2017	31
6.16	Radiosondaggi del periodo 2-4 novembre 2017. Rivolto, Udine	32
6.17	Radiometro di Padova: 2-4 novembre 2017	32
6.18	Radiosondaggi del periodo 19-25 novembre 2017. Rivolto, Udine	33
6.19	Radiometro di Padova: 19-25 novembre 2017	33
6.20	Radiosondaggi del periodo 4-8 dicembre 2017. Rivolto, Udine	34
6.21	Radiometro di Padova: 4-8 dicembre 2017	34
6.22	Radiosondaggi del periodo 20-27 dicembre 2017. Rivolto, Udine	35
6.23	Radiometro di Padova: 20-27 dicembre 2017	35
7.1	Andamento del numero di superamenti annui della soglia di informazione per O ₃ nel padovano. Periodo: 2002-2017	38
7.2	Andamento del numero di superamenti del valore di O ₃ a confronto con l'obiettivo di 25 superamenti/anno (come media su tre anni).	39
7.3	Andamento del valore medio di NO ₂ nel padovano. Periodo: 2002-2017	40

7.4	Andamento del valore medio di PM ₁₀ nel padovano. Periodo: 2002-2017	41
7.5	Andamento del numero di superamenti annui del valore limite giornaliero di PM ₁₀ nel padovano. Periodo: 2002-2017	42
7.6	Andamento del valore medio di PM _{2,5} nel padovano. Periodo: 2002-2017	42
7.7	Andamento del valore medio di Benzo(a)pirene nel padovano. Periodo: 2002-2017	43
7.8	Andamento del valore medio di Benzene nel padovano. Periodo: 2002-2017	44
7.9	Andamento del valore medio di Piombo nel padovano. Periodo: 2002-2017	45
7.10	Andamento del valore medio di Arsenico nel padovano. Periodo: 2002-2017	46
7.11	Andamento del valore medio di Nichel nel padovano. Periodo: 2002-2017	46
7.12	Andamento del valore medio di Cadmio nel padovano. Periodo: 2002-2017	47
8.1	IQA 2017 a Mandria	49
8.2	IQA 2017 a APS1	50
8.3	IQA 2017 a APS2	51
8.4	IQA 2017 a Monselice	52
8.5	IQA 2017 a Este	53
8.6	IQA 2017 a Parco Colli	54
8.7	IQA 2017 a Alta Padovana	55

Elenco delle tabelle

2.1	Limiti per il Biossido di zolfo SO ₂	7
2.2	Limiti per la protezione della salute umana per il monossido di carbonio CO	7
2.3	Limiti per il Biossido di azoto NO ₂	7
2.4	Limiti per l'Ozono O ₃	8
2.5	Limiti per il PM fine	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 analizzatori 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	23
6.3	Stazioni meteo utilizzate per l'analisi della dispersione	23
6.4	Classificazione per la concentrazione di Ozono nel periodo estivo	25
7.1	Indicatori statistici per NO ₂ , O ₃ e CO	36
7.2	Indicatori statistici per SO ₂ , PM, benzene e benzo(a)pirene	36
7.3	Indicatori statistici dei metalli	37
8.1	Scala giudizio QA	48

Capitolo 1

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 2017, 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 alla descrizione dello stato dell'arte della rete 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 2017 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 relativamente all'anno 2017, confrontando i risultati con quelli dell'andamento degli stessi parametri dal 2002 al 2016. 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. Il capitolo termina con una breve sintesi dei risultati delle campagne svolte attraverso i mezzi mobili nel 2017 sul territorio provinciale.

A completamento dell'analisi, si è valutato, per ogni stazione, l'indice di qualità dell'aria (**capitolo 8**) annuale e semestrale, estivo e invernale. Il rapporto si conclude al **capitolo 9** con una breve sintesi di tutti i risultati.

A completamento e supporto conoscitivo-decisionale alla valutazione e gestione della qualità dell'aria, si rinvia all'analisi *ad hoc* effettuata dal Servizio Osservatorio Regionale Aria (documento: Emiss_ProvPD) 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.

Capitolo 2

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Protezione della salute umana	Media su 1h	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Protezione della salute umana	Media su 24h	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Protezione degli ecosistemi	Media annuale	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabella 2.1: Limiti per il Biossido di zolfo SO_2

Inquinante	Indicatore statistico	Valore
CO	Max su 24h della mm8h	10 mg/m^3

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

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

Tabella 2.3: Limiti per il Biossido di azoto NO_2

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

Tabella 2.4: Limiti per l'Ozono O₃

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

Tabella 2.5: Limiti per il PM fine

Inquinante	Indicatore statistico	Valore
Valore limite C ₆ H ₆	Media annuale	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Valore obiettivo B(a)p	Media annuale	1.0 ng/m^3

Tabella 2.6: Limiti per i microinquinanti

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

Tabella 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).

ZONIZZAZIONE DELLA
PROVINCIA DI PADOVA

Legenda

- IT0510 AGGLOMERATO PADOVA
 IT0513 PIANURA E CAPOLUOGO BASSA PIANURA
 IT0514 BASSA PIANURA E COLLI

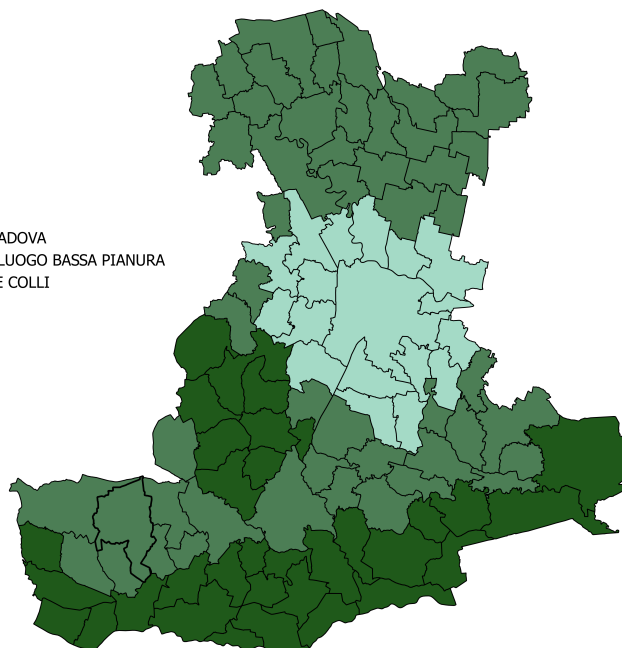


Figura 2.1: Zonizzazione della Provincia di Padova, DGR n. 2130/2012

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

Zona	Denominazione	Comuni appartenenti
IT0510	Agglomerato Padova	Abano, Albignasego, Cadoneghe, Castlerugo, Legnaro, Limena, Maserà, Mestrino, Noventa, Padova, Ponte San Nicolò, Rubano, Saccolongo, Saonara, Selvazzano, Vigodarzere, Vigonza, Villafranca Padovana
IT0513	Pianura e capoluogo di bassa pianura	Arzergrande, Borgoricco, Borgoveneto*, Bovolenta, Brugine, Campo San Martino, Campodarsego, Campodoro, Camposampiero, Carceri, Carmignano di Brenta, Cartura, Casale di Scodosia, Cervarese S.Croce, 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 e Colli	Agna, Anguillara, Arquà, Arre, Bagnoli di S. Baone, Barbona, Battaglia, Boara Pisani, Candiana, 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

* Il neo comune di Borgoveneto, dai contorni ingrossati in 2.1, corrisponde all'unione dei tre ex comuni di Megliadino San Fidenzio, S.Margherita d'Adige e Saletto.

Capitolo 3

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, SO₂, H₂S, NO, PM₁₀, IPA e PM_{2.5}, tra quelli secondari NO₂ da NO primario e O₃ 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 sono 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 PM 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 2017.

Stazione	Inquinanti misurati
Mandria	CO, NO _x , NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ , PM _{2.5} , B(a)p, C ₆ H ₆
Arcella	NO _x , NO ₂ , CO, SO ₂ , PM ₁₀ , B(a)p, Metalli
Granze	PM ₁₀ , B(a)p, Metalli
APS1	NO _x , NO ₂ , CO, SO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ , PM _{2.5} , B(a)p, Metalli
APS2	NO _x , NO ₂ , CO, SO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ , PM _{2.5} , B(a)p, Metalli
Monselice	NO _x , NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ , PM _{2.5} , B(a)p, Metalli
Este	NO _x , NO ₂ , CO, SO ₂ , H ₂ S, O ₃ , PM ₁₀ , PM _{2.5} , B(a)p, Metalli
Parco Colli	NO _x , NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀
Alta Padovana	NO _x , NO ₂ , CO, O ₃ , PM ₁₀ , B(a)p, Metalli

Tabella 3.1: stazioni aria: inquinanti misurati

NO_x: 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 10μm
PM_{2.5}: particulate matter (PM) con diametro inferiore a 2.5μm
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 PM₁₀ e PM_{2,5} (diametro aerodinamico < 10 µm e < 2.5 µm, rispettivamente) è realizzato con linee di prelievo sequenziale, poste all'interno della stazione, che utilizzano filtri da 47mm di diametro (in cellulosa e quarzo, rispettivamente) 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).

Le determinazioni analitiche degli idrocarburi policiclici aromatici (B(a)p e altri IPA) e del PM₁₀ sono effettuate al termine del ciclo di campionamento sui filtri esposti, rispettivamente mediante cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC) metodo UNI EN 15549:2008 e determinazione gravimetrica metodo UNI EN 12341:2014, i metalli mediante spettrofotometria di emissione con plasma ad accoppiamento induttivo (ICP-Ottico) e spettrofotometria di assorbimento atomico con fornello a grafite metodo UNI EN 14902:2005. La determinazione gravimetrica del PM_{2,5} è effettuata su tutti i filtri campionati, mentre le determinazioni del benzo(a)pirene e dei metalli sono eseguite (sul PM₁₀) nel rispetto degli obiettivi di qualità del dato previsti per legge.

In particolare, per quanto concerne il monitoraggio del PM (automatico e/o gravimetrico), nel 2017 la strumentazione operativa è quella riportata in tabella 3.3.

STAZIONE	Analizzatore polveri
MANDRIA	FAI SWAM bicanale e campionatore Tecora
ARCELLA	OPSIS SM200
GRANZE	OPSIS SM200
APS1	FAI SWAM bicanale
APS2	FAI SWAM bicanale
ESTE	FAI SWAM monocanale [fino al 6/6/2017] e Environnement MP101M
MONSELICE	DERENDA PNS [dal 7/6/2017]
PARCO COLLI	OPSIS SM200 e Environnement MP101M
ALTA PADOVANA	Environnement MP101M
	campionatore Tecora

Tabella 3.3: Tipologia delle stazioni e analizzatori 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 ₁₀	4	µg/m ³
PM _{2,5}	4	µg/m ³
NO ₂	2	µg/m ³
SO ₂	3	µg/m ³
O ₃	4	µg/m ³
CO	0.12	mg/m ³
C ₆ H ₆	0.5	µg/m ³

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).

Capitolo 4

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.

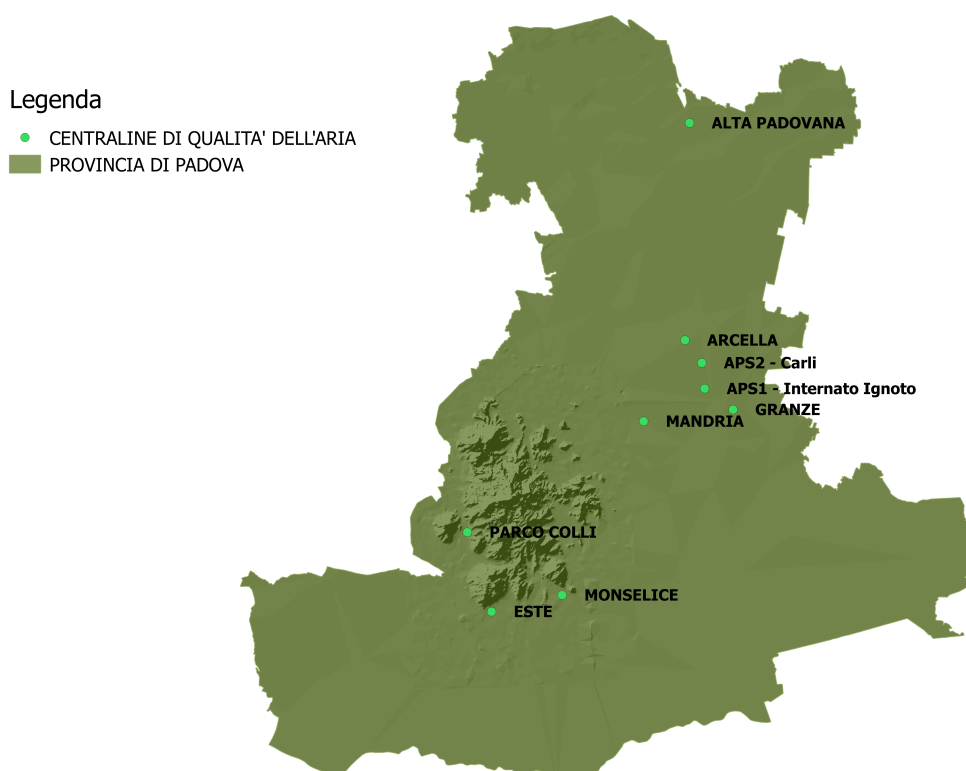


Figura 4.1: Distribuzione delle stazioni fisse di qualità dell'aria

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], una

stazione 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).

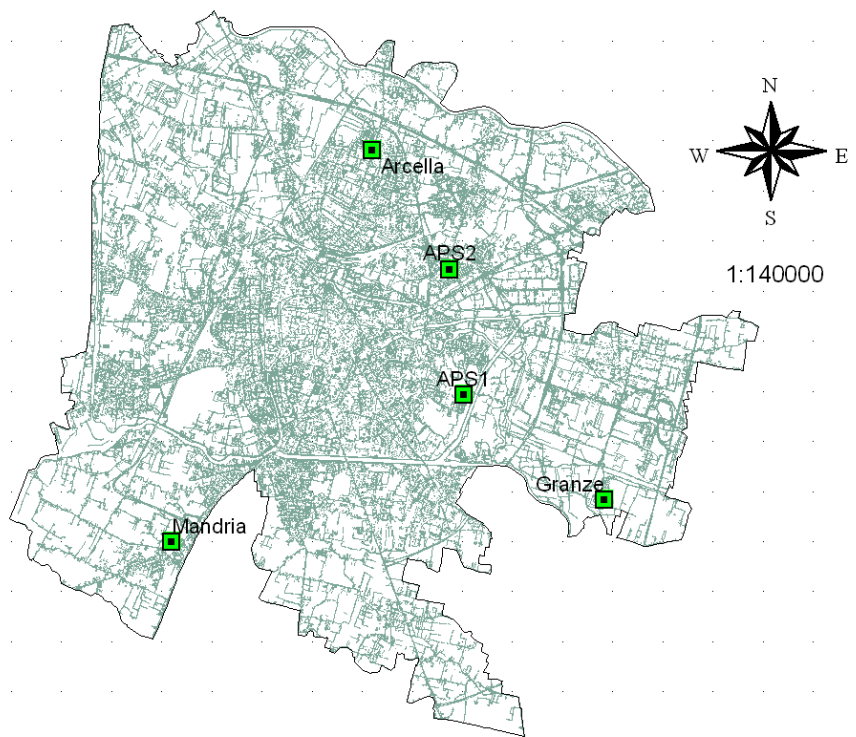


Figura 4.2: stazioni fisse all’interno del territorio comunale di Padova

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).

Capitolo 5

Rete mobile di monitoraggio

5.1 Configurazione della rete

In affiancamento al monitoraggio svolto continuativamente dalle stazioni fisse sul territorio provinciale, vi sono tre stazioni mobili e un carrello che vengono ubicati per specifiche campagne di monitoraggio. Una delle tre stazioni è di proprietà di APS ed è utilizzata, nell'ambito di un Accordo tra ARPAV, Comune di Padova, Comune di Noventa Padovana, Provincia di Padova e APS - Hestambiente, per il monitoraggio delle ricadute del termovalorizzatore San Lazzaro nei comuni interessati dalle emissioni dell'impianto. Le altre tre vengono utilizzate 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 (C₆H₆) 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 _x , NO ₂ , CO, O ₃ , PM10, PM2.5, SO ₂ , H ₂ S, Bap, C ₆ H ₆
Mezzo Mobile 2	NO _x , NO ₂ , CO, O ₃ , PM10, SO ₂ , Bap, C ₆ H ₆
Mezzo Mobile Carrello	NO _x , NO ₂ , O ₃ , PM10, CO, H ₂ S, SO ₂ , C ₆ H ₆
Mezzo Mobile APS	NO _x , NO ₂ , CO, O ₃ , PM10, SO ₂ , Bap, C ₆ H ₆

Tabella 5.1: Mezzi mobili aria: inquinanti misurati

5.2 Campagne effettuate nel 2017

Nella mappa 5.1 si riporta l'ubicazione delle campagne di monitoraggio svolte con mezzi mobili in provincia di Padova nel corso del 2017.

¹Consulta il [link](#)

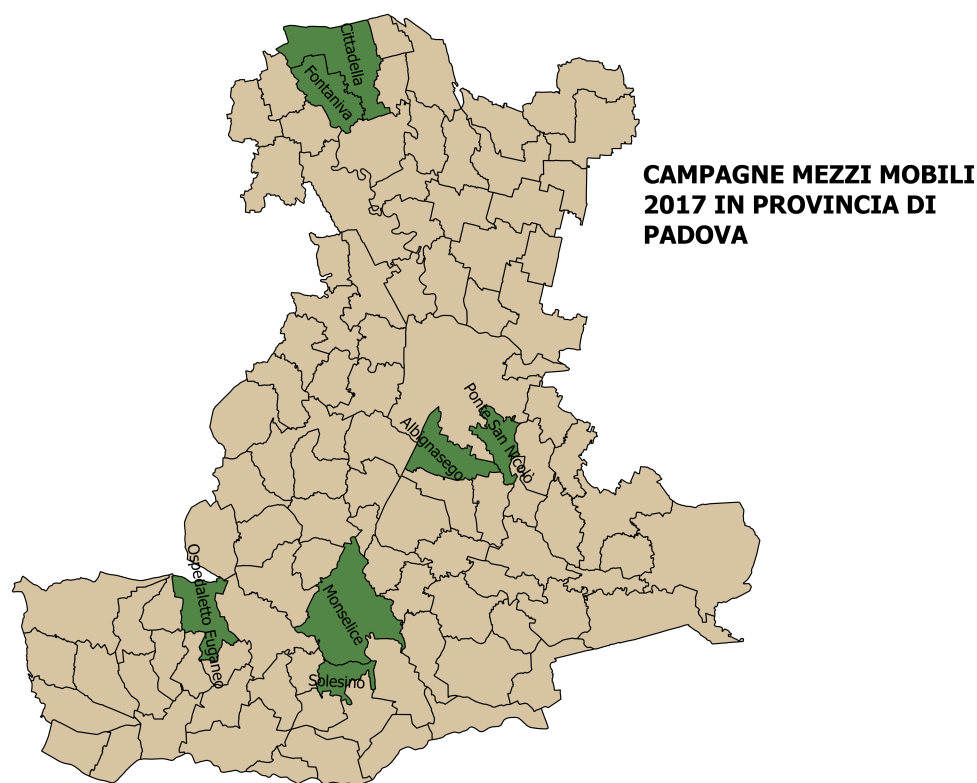


Figura 5.1: Campagne di monitoraggio effettuate nel 2017

Come visibile nella mappa, nel 2017, oltre al consueto monitoraggio tramite stazioni fisse di qualità dell'aria, si sono misurati tramite mezzi mobili altri sette siti, nello specifico: Albignasego, Cittadella, Fontaniva, Monselice, Ospedaletto Euganeo, Ponte San Nicolò e Solesino.

5.2.1 Breve sintesi dei risultati delle campagne del 2017

Al di là delle peculiarità locali dei singoli monitoraggi per cui si rimanda alle analisi specifiche (²) ciò che accomuna i siti considerati nel corso del 2017 e che riflette sostanzialmente il comportamento a livello provinciale è la non criticità di alcuni parametri, come Biossido di Zolfo, Monossido di Carbonio, Biossido di Azoto (salvo specificità locali), Benzene e Metalli e la diffusa criticità di altri come le polveri sottili, l'Ozono e, localmente, il Benzo(a)pirene.

Ferma restando la forte dipendenza delle concentrazioni degli inquinanti sospesi dalle condizioni meteorologiche, variabili da un anno all'altro, quanto sopra non fa che confermare la presenza di inquinanti critici non sempre dovuti a situazioni locali specifiche, ma per lo più legati ad un inquinamento di fondo diffuso a livello provinciale, e non solo. Tali considerazioni sono confermate anche dai risultati riportati nella tabella successiva (5.2), ove si sono valutati gli indici di correlazione nel corso delle varie campagne di misura tra i PM10 registrati dalle stazioni fisse e quelli registrati *in situ* dai mezzi mobili.

Come ben visibile nella suddetta tabella, gli indici di correlazione risultano, mediamente parlando, molto elevati (pari a 0.88 la media complessiva, 0.93 la media invernale). Il che conferma come le polveri sottili siano presenti con concentrazioni omogenee in tutto il territorio. I valori di correlazione più bassi si riferiscono generalmente alle campagne estive, di per sé meno significative in termini di concentrazione di PM10.

²Consulta il [link](#)

CORRELAZIONE PM10_CAMPAGNE CON PM10 STAZIONI FISSE [20/11/2016 – 21/03/2018]									
CAMPAGNA	Mandria	Arcella	Granze	Cinto	Este	Alta PD	APS1	APS2	Monselice
SOLESINO inverno	0.77	0.73	0.72	0.81	0.89	0.63	0.68	0.76	0.78
SOLESINO estate	0.69	0.77	0.53	0.71	0.75	0.74	0.55	0.76	0.71
ALBIGNASEGO inverno	0.99	0.96	0.97	0.88	0.89	0.92	0.97	0.99	0.93
ALBIGNASEGO estate	0.76	0.90	0.89	0.86	0.80	0.83	0.59	0.90	0.83
CITTADELLA inverno	0.97	0.97	0.97	0.94	0.95	0.98	0.97	0.98	0.94
CITTADELLA estate	0.76	0.74	0.79	0.73	0.92	0.96	0.88	0.83	0.71
OSPEDALETTO inverno	0.96	0.97	0.97	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97
OSPEDALETTO estate	0.86	0.88	0.91	0.91	0.73	0.75	0.88	0.93	0.86
PONTE S.NICOLÒ inverno	0.99	0.98	0.98	0.89	0.86	0.97	0.99	0.99	0.94
PONTE S.NICOLÒ estate	0.64	0.60	0.66	0.63	0.90	0.91	0.82	0.75	0.55
MONSELICE - CINI inverno	0.99	0.98	0.98	0.89	0.86	0.97	0.99	0.99	0.94
FONTANIVA inverno	0.96	0.94	0.94	0.89	0.88	0.98	0.97	0.97	0.91
FONTANIVA estate	0.92	0.95	0.92	0.90	0.91	0.96	0.92	0.91	0.95
ARQUA inverno	0.95	0.95	0.95	0.95	0.92	0.97	0.96	0.95	0.98
BAGNOLI inverno	0.97	0.97	0.97	0.94	0.92	0.96	0.98	0.98	0.97

LEGENDA COLORI TABELLA	
	ELEVATA CORRELAZIONE [> 0.90]
	MEDIA CORRELAZIONE [tra 0.75 e 0.90]
	BASSA CORRELAZIONE [tra 0.60 e 0.75]
	SCARSA CORRELAZIONE [< 0.60]

Figura 5.2: Indici di correlazione di PM10 rilevati nel corso delle campagne di monitoraggio svolte nel 2017

5.3 Campagne effettuate negli ultimi 10 anni

Nella mappa 5.3 si riporta l'anno delle campagne più recenti svolte o meno con mezzi mobili nei comuni della provincia nell'ultimo decennio.

TERRITORIO: PROVINCIA DI PADOVA
PERIODO: 2008 - 2017

SINTESI CARTOGRAFICA
DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO

ULTIMO MONITORAGGIO

■ MAI
 ■ 2008
 ■ 2009
 ■ 2010
 ■ 2011
 ■ 2012
 ■ 2013
 ■ 2014
 ■ 2015
 ■ 2016
 ■ 2017

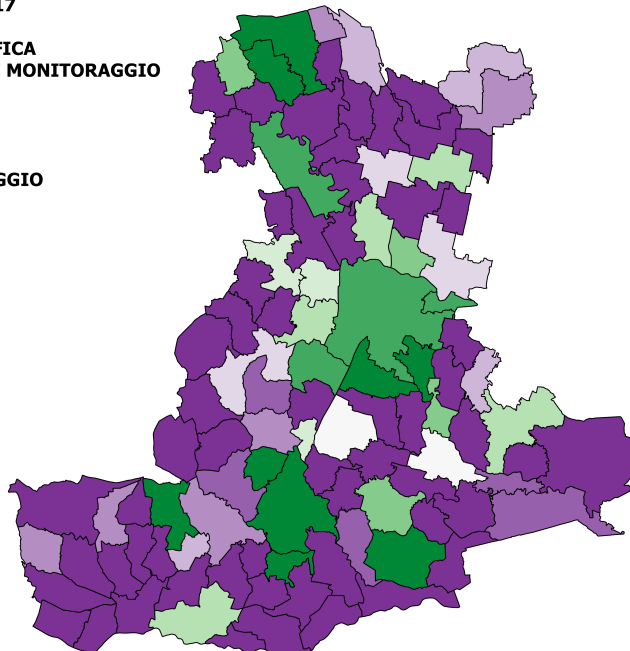


Figura 5.3: Ultima campagna di monitoraggio svolta nel periodo 2008 - 2017

La mappa evidenzia i comuni non misurati da più di dieci anni e indica per il 2017 anche Bagnoli di Sopra e Arquà Petrarca, perché la campagna invernale si è svolta a cavallo tra il 2017 e il 2018.

Capitolo 6

Analisi meteorologica 2017

Di seguito si analizza l'andamento nel corso del 2017 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, considerando anche le fasi di inversione termica più significative verificatesi all'interno dello strato di rimescolamento, specie nel periodo invernale.

6.1 Precipitazioni

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

Stazione	Quota [m]	X [m]	Y [m]
Aгна	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 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 solo i valori 2017.

Dall'analisi delle precipitazioni registrate dalle stazioni riportate nella tabella precedente, discendono le tre mappe successive (fig 6.1, fig 6.2, fig 6.3) relative rispettivamente a: la precipitazione registrata nel 2017, la precipitazione media nel quindicennio 2002-2016 e il relativo deficit di precipitazione registrato nel 2017.

Precipitazioni in provincia di Padova: 2017

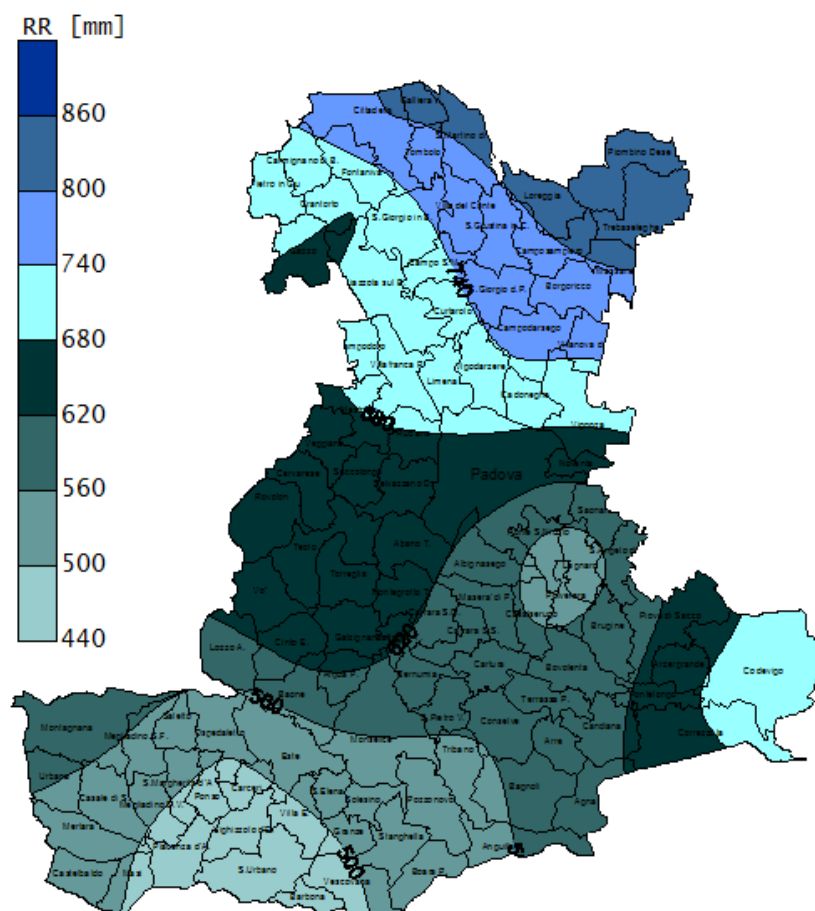


Figura 6.1: Precipitazione cumulata nel padovano nel 2017

La mappa mette in luce una distribuzione della precipitazione crescente con la latitudine. Andamento che rispecchia la distribuzione climatologica del parametro. Se però si confronta questa mappa con la successiva (fig 6.2), si nota una consistente differenza nella scala dei valori di precipitazione. Nello specifico, la precipitazione cumulata nel 2017 nel padovano presenta un intervallo di variabilità tra 400 e 900 mm, mentre l'analogo intervallo per la media dell'ultimo quindicennio si estende da 700 a 1300 mm. È utile precisare, comunque, che, tra il 2002 e il 2016 ci sono state altre annate confrontabili, in molte aree del padovano, al 2017 (ad esempio il 2011, il 2007, etc).

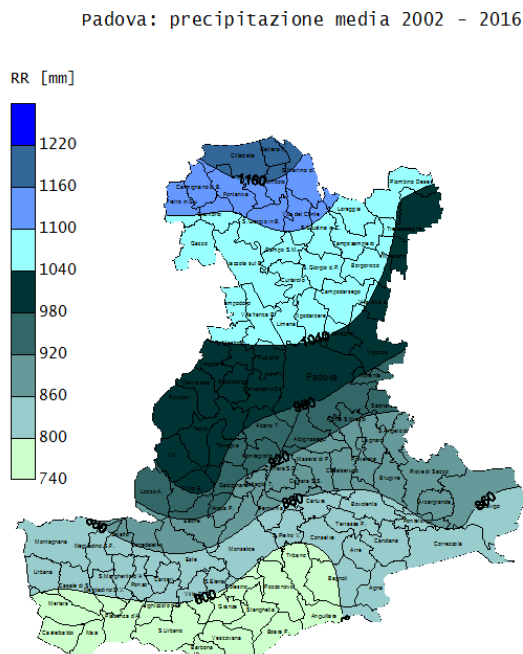


Figura 6.2: Precipitazione media cumulata nel padovano nel periodo 2002 - 2016

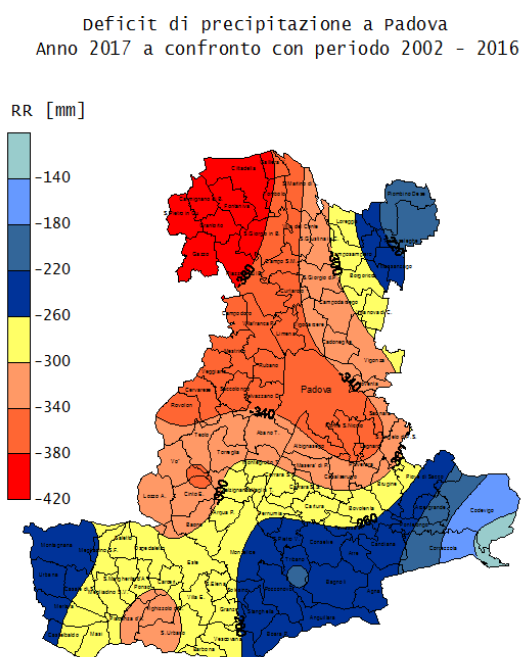


Figura 6.3: Deficit di precipitazione nel padovano nel 2017

Dalla terza mappa risulta evidente che il 2017 è stato un anno molto meno piovoso della media dal 2002. Nella figura successiva si riporta l'andamento mensile degli scarti di precipitazione rispetto alla media.

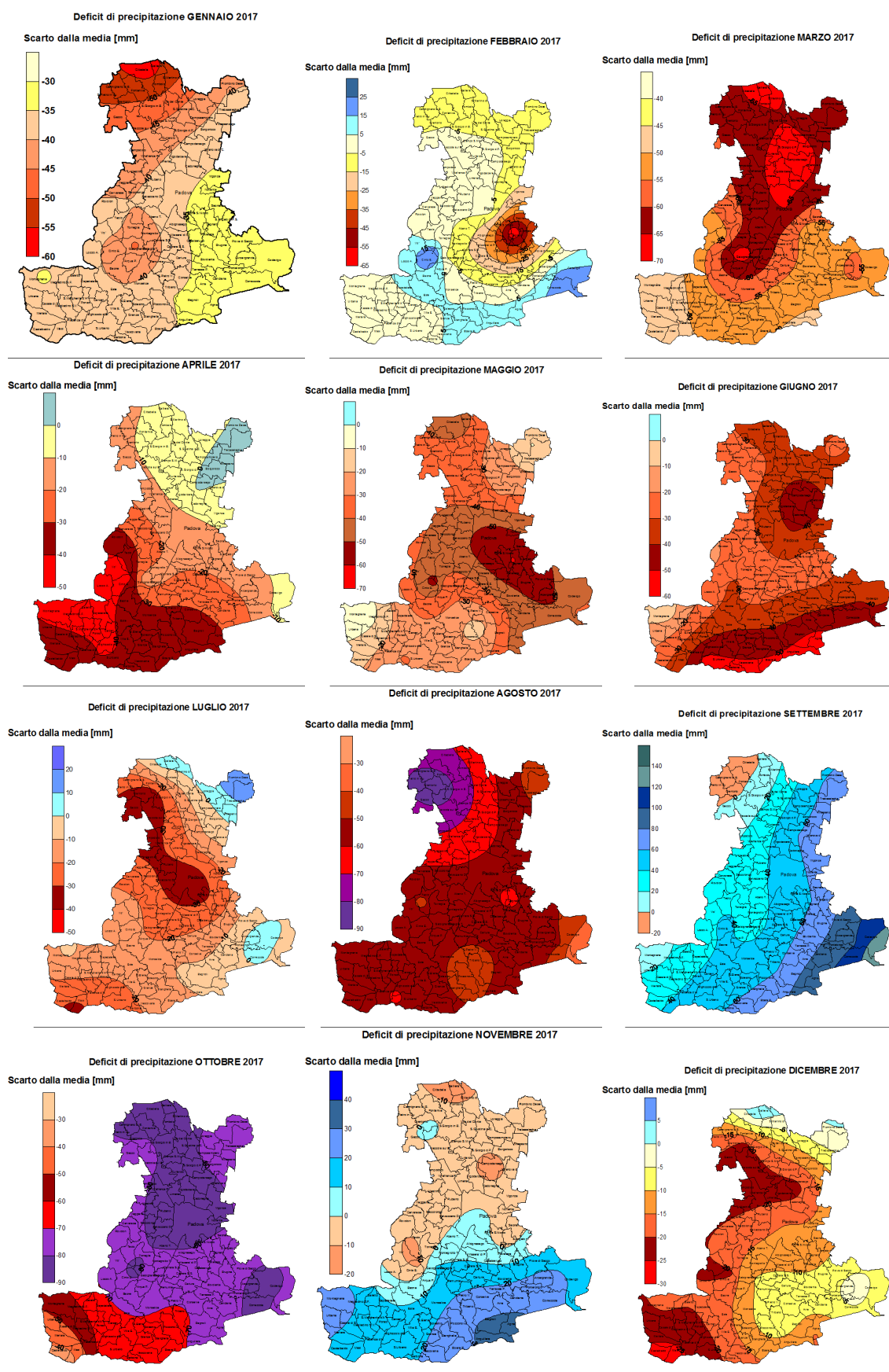


Figura 6.4: Deficit di precipitazione mensile. Gennaio-Dicembre 2017

Le mappe mensili mettono in luce sostanzialmente due unici mesi in cui le precipitazioni sono risultate superiori alla media nel settore meridionale della provincia (settembre e novembre) e un unico mese in cui quasi tutta la provincia è risultata più piovosa della media (settembre).

La presenza di un'estate siccitosa come quella evidenziata dalle mappe mensili indicativamente su tutto il territorio, senz'altro favorisce valori di Ozono significativi; la presenza, d'altro lato, di un semestre invernale prevalentemente siccitoso, se si eccettua novembre, favorisce l'accumulo di inquinanti, essendone inibita la deposizione connessa alla precipitazione.

Nel complesso, quindi, l'analisi della precipitazione registrata nel 2017 nel padovano, è già di per sé indicativa di condizioni molto favorevoli all'accumulo di inquinanti, più o meno indistintamente in tutte le stagioni.

6.2 Condizioni di dispersione degli inquinanti

Di seguito si valutano nello specifico le condizioni di dispersione nel 2017, 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	$V \leq 1.5m/s$	$RR \leq 1mm$
Abbastanza dispersiva	$1.5 < V \leq 3m/s$	$1 < RR \leq 6mm$
Molto dispersiva	$V > 3m/s$	$RR > 6mm$

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

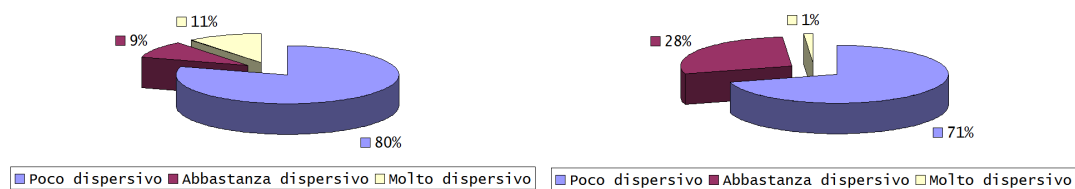
Le stazioni meteo considerate per l'analisi delle condizioni di dispersione e per le successive analisi delle situazioni favorevoli ad alte concentrazioni di Ozono sono riportate nella tabella 6.3 successiva. Le stazioni considerate, sparse sul territorio provinciale sono dotate oltre che di pluviometro, 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

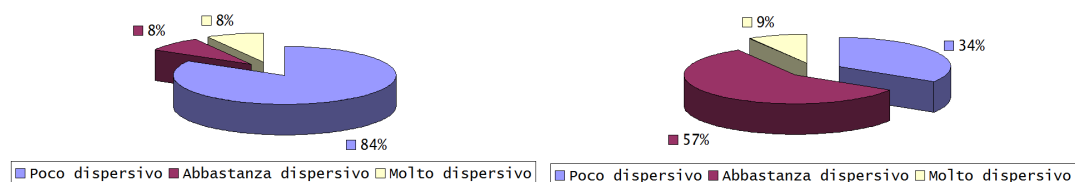
Nella figura successiva si riportano i diagrammi di dispersione per il 2017 e per le stazioni indicate.

Figura 6.5: Regime dispersivo in base alla precipitazione (sinistra) e al vento medio (destra) sul territorio provinciale



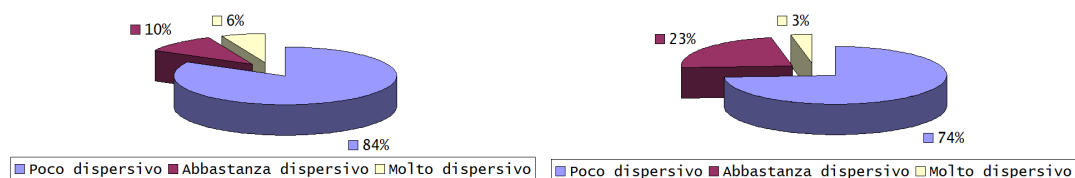
(a) Grantorto, precipitazione

(b) Grantorto, vento medio



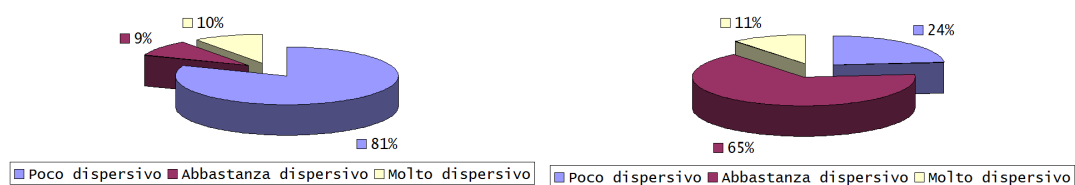
(c) Legnaro, precipitazione

(d) Legnaro, vento medio



(e) Ospedaletto, precipitazione

(f) Ospedaletto, vento medio



(g) Teolo, precipitazione

(h) Teolo, vento medio

Dai diagrammi risulta evidente che, in termini di precipitazioni, più dell'80 % dei giorni è risultato poco favorevole alla dispersione di inquinanti su tutto il territorio provinciale. In termini di vento la ri-

sposta è più variegata. A Ospedaletto e Grantorto, anche in termini di vento prevalgono le giornate poco favorevoli alla dispersione, mentre Teolo e Legnaro risultano caratterizzate da una maggior ventilazione e quindi da condizioni più favorevoli alla dispersione.

6.3 Condizioni che favoriscono elevate concentrazioni di Ozono

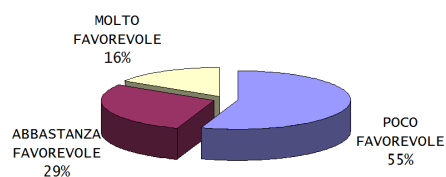
Poiché più la temperatura è elevata più è probabile la formazione di ozono, si può effettuare una valutazione delle condizioni ad essa favorevoli in funzione della temperatura. Le classi utilizzate sono quelle riportate in tabella 6.4.

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

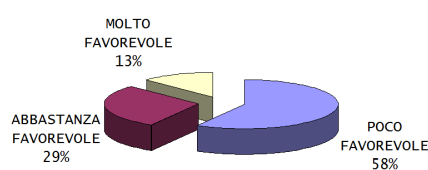
Tabella 6.4: Classificazione per la concentrazione di Ozono nel periodo estivo

Ricorrendo alle stesse stazioni utilizzate per l'analisi dispersiva in termini di precipitazioni e vento, nella figura successiva, si riportano i risultati grafici dell'analisi effettuata sui valori massimi giornalieri delle temperature registrate nel corso del semestre estivo (aprile - settembre) 2017.

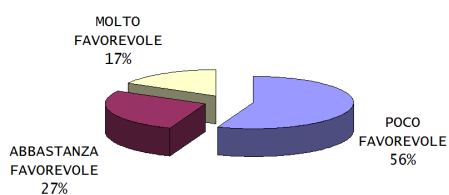
Figura 6.6: Temperatura massima giornaliera favorevole alla concentrazione di Ozono sul territorio provinciale. Semestre estivo 2017



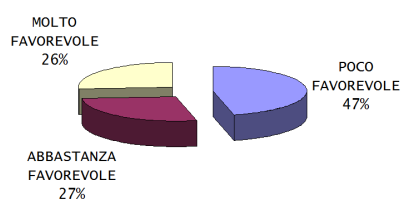
(a) Grantorto



(b) Legnaro



(c) Teolo



(d) Ospedaletto

In figura si nota che nel semestre estivo 2017 Grantorto, Teolo e Legnaro presentano comportamenti sostanzialmente coincidenti, con un prevalere di situazioni poco favorevoli alla formazione di Ozono. Ospedaletto, mostra una percentuale più consistente di situazioni abbastanza favorevoli e favorevoli alla formazione di questo inquinante secondario.

Si noti, tuttavia, che 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 alcuni eventi significativi caratterizzati da valori di PM_{10} ben al di sopra del valore limite giornaliero previsto per legge, e per più giorni consecutivi. In parziale o totale sovrapposizione ai suddetti eventi, vengono riportati i profili termici verticali come registrati dai radiosondaggi effettuati presso la stazione sinottica di Udine Rivolto (¹) per evidenziare la presenza di inversioni termiche nei bassi strati. Per completezza si precisa che in parallelo si son presi in esame anche i radiosondaggi di Milano Linate e di Bologna San Pietro Capofume, sostanzialmente identici in termini di informazione complessiva per i periodi analizzati. La consistenza fra i tre punti sinottici in Pianura Padana, dà un'idea precisa dell'estensione territoriale del fenomeno.

Ove presenti, si sono 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 per la sua forma a naso, è un fattore inibente il rimescolamento atmosferico dei 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.

Nello specifico, analizzando i periodi del 2017 in cui il 90% delle stazioni in provincia di Padova ha registrato per più giorni consecutivi superamenti del valore limite di $50\mu g/m^3$, si sono individuati nove periodi significativi che verranno analizzati brevemente nei paragrafi successivi.

¹ Consulta il [link](#)

6.4.1 Periodo 01/01 - 04/01/2017

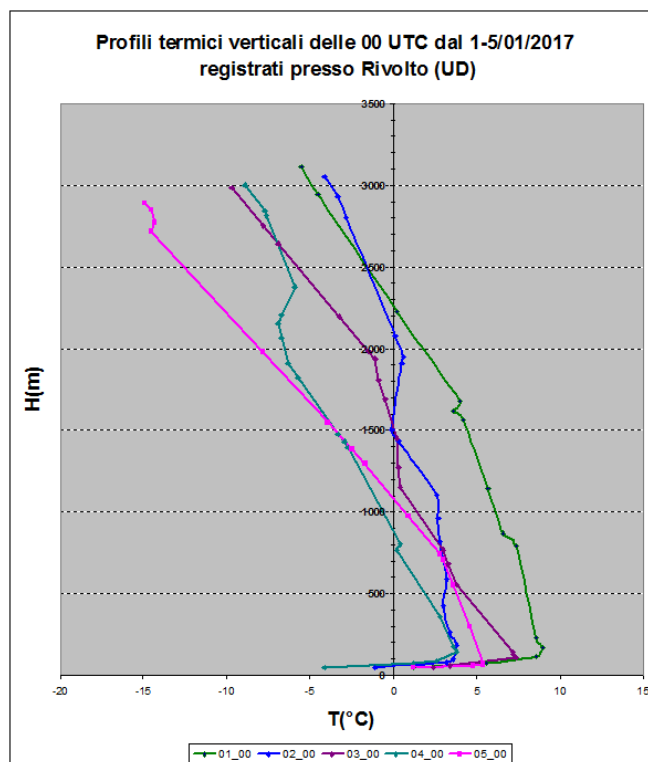


Figura 6.7: Radiosondaggi del periodo 1-5 gennaio 2017. Rivotto, Udine

Il grafico in figura 6.7 evidenzia, nei giorni di interesse, la presenza costante, alle 00 UTC, di uno strato di inversione esteso ai primi 100-200 m di atmosfera, con aria prossima alla saturazione (come deducibile dal radiosondaggio completo), specie nei giorni 2-5 gennaio. In corrispondenza le stazioni nel padovano registrano valori medi di PM_{10} compresi tra 70 e $99 \mu g/m^3$, con valori di picco il giorno 1 gennaio, e compresi tra 82 e $140 \mu g/m^3$. Ad aggiungere criticità al periodo riportato, si tenga presente che in questo caso l'evento è iniziato il 22 dicembre 2016, protrahendosi quindi per un paio di settimane senza soluzione di continuità in quasi tutte le stazioni interessate.

In corrispondenza a questo periodo non sono presenti dati registrati dal radiometro di Padova.

6.4.2 Periodo 27/01 - 03/02/2017

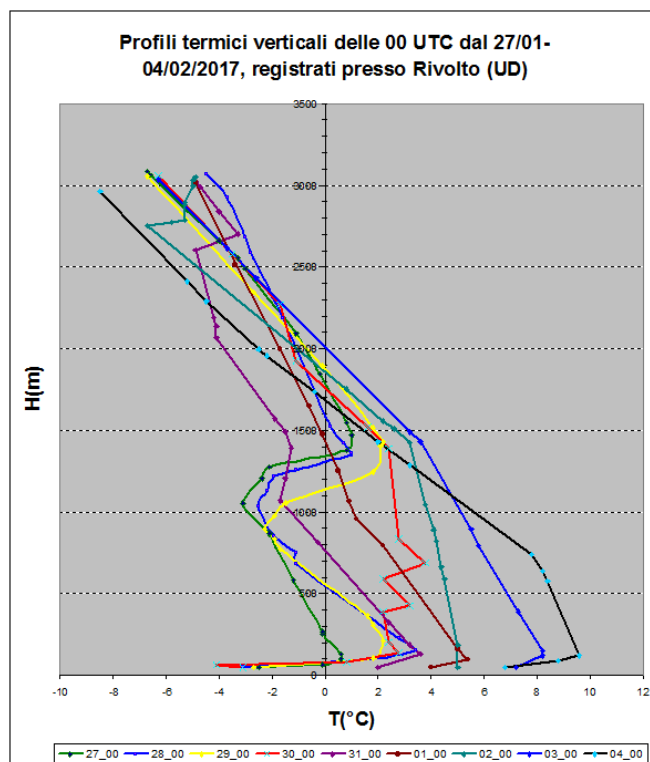


Figura 6.8: Radiosondaggi del periodo 27 gennaio - 4 febbraio 2017. Rivolto, Udine

Nella sequenza temporale di figura 6.8, si può osservare la presenza, alle 00 UTC, di uno strato di inversione esteso ai primi 100-200 m di atmosfera, pressoché costante. Si assiste, infatti, ad una temporanea interruzione dell'inversione il 2 febbraio, quando peraltro il profilo risulta sostanzialmente isoterma nei primi 200 m, mantenendo condizioni di scarso rimescolamento. L'aria nei bassi strati è prossima alla saturazione nei giorni 27-31 gennaio, e pressoché costantemente satura in seguito, come deducibile dal radiosondaggio completo, fino al 4 febbraio. In corrispondenza, i valori medi di PM_{10} registrati dalle stazioni nel padovano risultano compresi tra 97 e $112 \mu g/m^3$, con valori di picco il 30 gennaio e compresi tra 166 e $186 \mu g/m^3$.

Per lo stesso periodo il radiometro mette in luce una costante inversione, al suolo nelle ore notturne e nei primi 100-500 m di atmosfera nelle ore diurne 6.9.

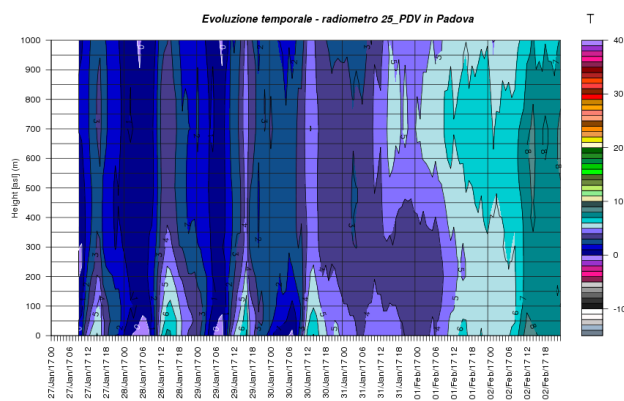


Figura 6.9: Radiometro di Padova: 27 gennaio - 4 febbraio 2017

6.4.3 Periodo 14/02 - 24/02/2017

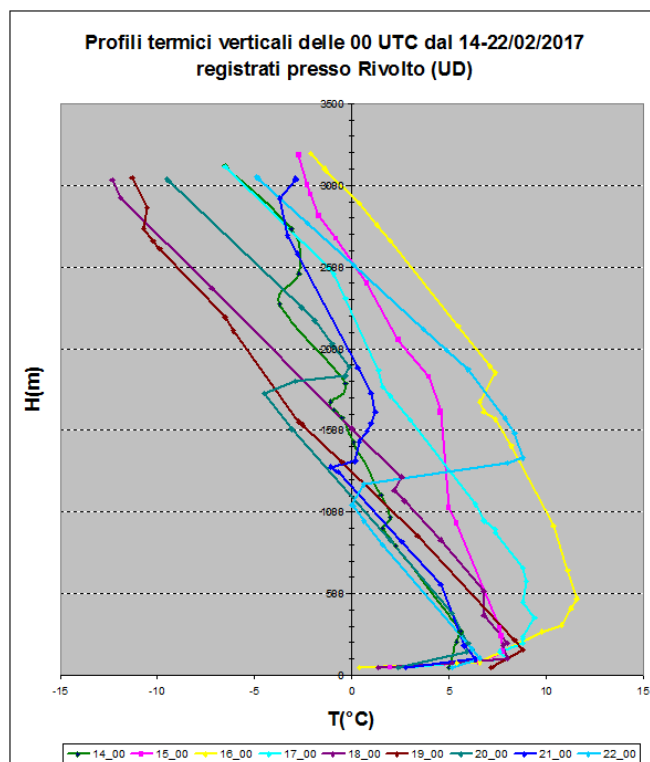


Figura 6.10: Radiosondaggi del periodo 14-22 febbraio 2017. Rivolto, Udine

Negli otto giorni in esame, i cui profili termici sono riportati in figura 6.10, uno strato di inversione termica esteso ai primi 100-200 m di atmosfera caratterizza con continuità l'atmosfera a contatto con il suolo, ove si hanno condizioni prossime alla saturazione specie nei giorni 16, 18 e 22 febbraio, come deducibile dal radiosondaggio originale. In corrispondenza, i valori medi di PM_{10} registrati dalle stazioni della provincia, risultano compresi tra 65 e $85 \mu g/m^3$, con valori di picco il 22 febbraio e compresi tra 83 e $112 \mu g/m^3$.

Nello stesso intervallo il radiometro mette in luce una costante inversione, al suolo nelle ore notturne e nei primi 100-400 m di atmosfera nelle ore diurne il 15-16-17 e 22, solo inversione notturna nei restanti giorni 6.11.

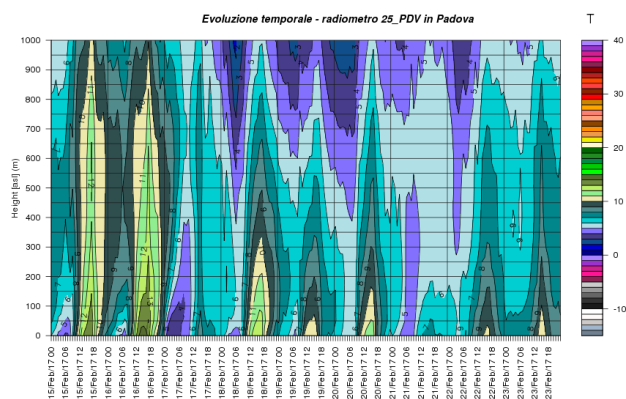


Figura 6.11: Radiometro di Padova: 15-22 febbraio 2017

6.4.4 Periodo 12/10 - 21/10/2017

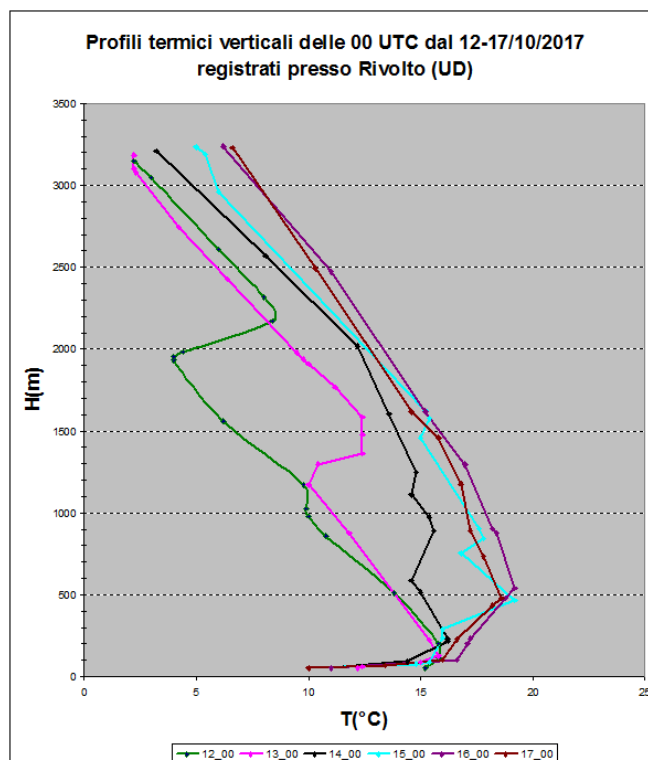


Figura 6.12: Radiosondaggi del periodo 12-17 ottobre 2017. Rivolto, Udine

Nella sequenza di radiosondaggi rappresentati in figura 6.12 si osserva, analogamente agli eventi precedenti, la costanza di uno strato di inversione termica esteso al massimo ai primi 200 m di quota. Tra il 13 e il 17 ottobre gli strati d'aria a contatto con il suolo presentano condizioni prossime alla saturazione. In corrispondenza, i valori medi di PM_{10} registrati dalle stazioni sul territorio provinciale risultano compresi tra 65 e $85\mu g/m^3$, con valori di picco il 21 ottobre e compresi tra 103 e $119\mu g/m^3$.

In corrispondenza, il radiometro conferma a Padova costante inversione notturna al suolo, diurna tra i 100-500 m di quota 6.13.

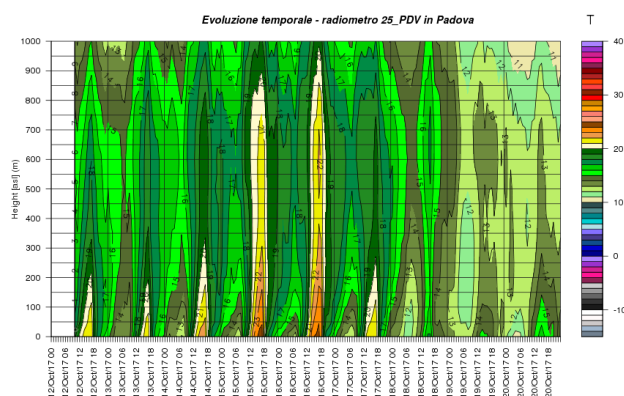


Figura 6.13: Radiometro di Padova: 12-21 ottobre 2017

6.4.5 Periodo 27/10 - 29/10/2017

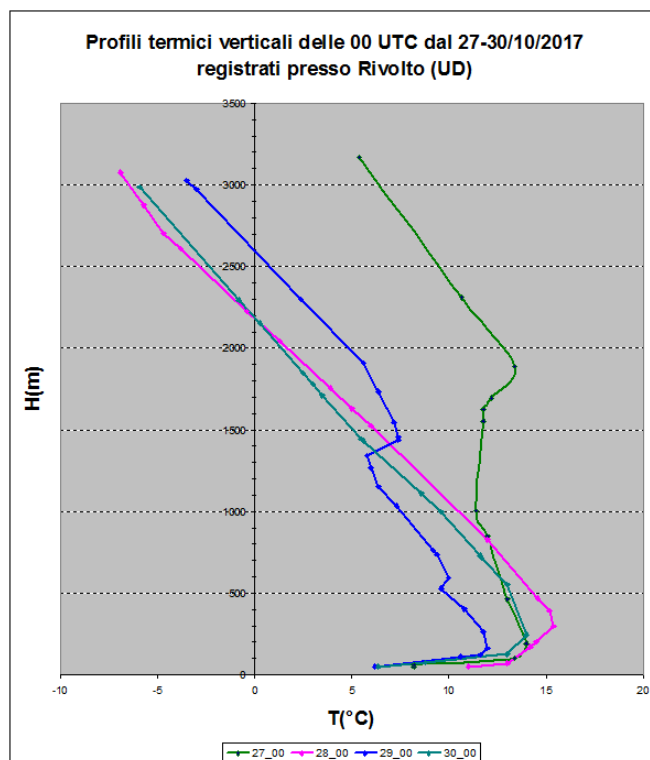


Figura 6.14: Radiosondaggi del periodo 27-30 ottobre 2017. Rivolto, Udine

In figura 6.14 si osserva, per i tre giorni considerati, la presenza costante nelle ore notturne di uno strato di inversione termica esteso al massimo fino a 300 m di quota, generalmente non oltre i 200 m. A parte alle 00 del 28, negli altri giorni gli strati d'aria a contatto con il suolo risultano prossimi alla saturazione. In corrispondenza, i valori medi di PM_{10} registrati dalle stazioni sul territorio provinciale risultano compresi tra 63 e $76 \mu g/m^3$, con valori di picco il 28 ottobre, e compresi tra 64 e $84 \mu g/m^3$.

In corrispondenza, il radiometro conferma a Padova costante inversione notturna al suolo, diurna tra i 100-400 m di quota 6.15.

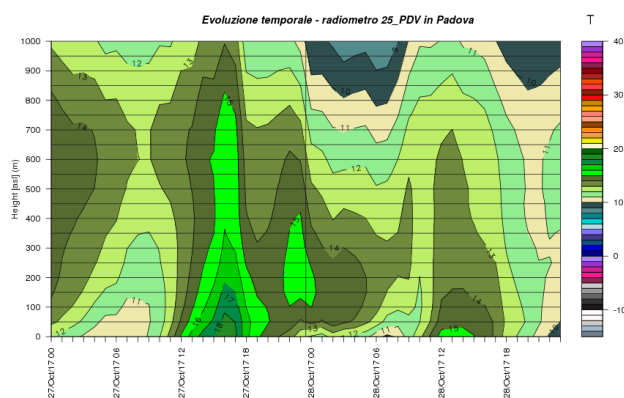


Figura 6.15: Radiometro di Padova: 27-30 ottobre 2017

6.4.6 Periodo 02/11 - 04/11/2017

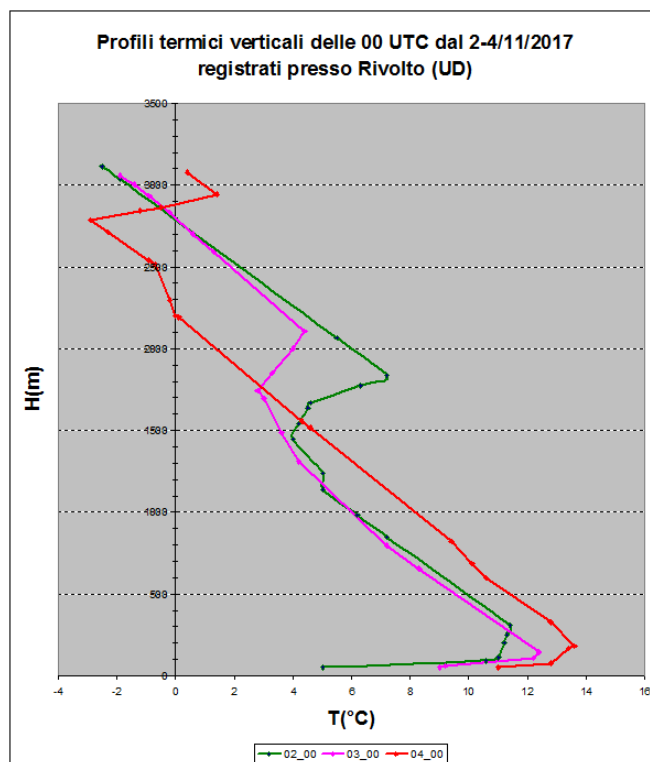


Figura 6.16: Radiosondaggi del periodo 2-4 novembre 2017. Rivolto, Udine

Nella sequenza in figura 6.16 si osserva la costanza di uno strato di inversione termica esteso al massimo ai primi 200 m di quota. A differenza di tutti gli eventi precedenti, nel corso del periodo considerato gli strati d'aria a ridosso del suolo nelle ore notturne non risultano prossimi alla saturazione. In corrispondenza, i valori medi di PM_{10} registrati dalle stazioni in provincia di Padova risultano compresi tra 60 e $86 \mu g/m^3$, con valori di picco il 4 novembre, e compresi tra 67 e $98 \mu g/m^3$.

In corrispondenza, il radiometro conferma a Padova costante inversione la notte e il mattino al suolo, in dissolvimento nelle ore centrali, tra i primi 100-200 m di quota 6.17.

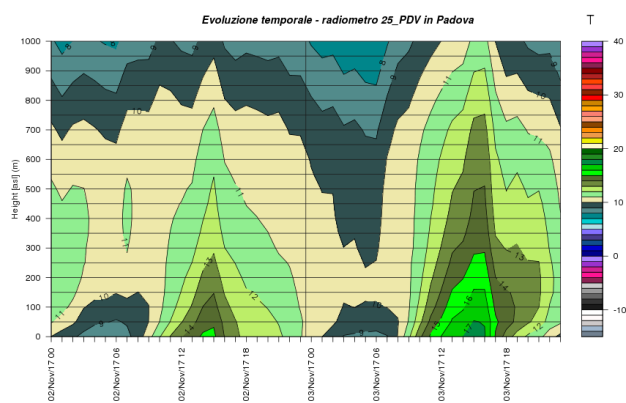


Figura 6.17: Radiometro di Padova: 2-4 novembre 2017

6.4.7 Periodo 19/11 - 25/11/2017

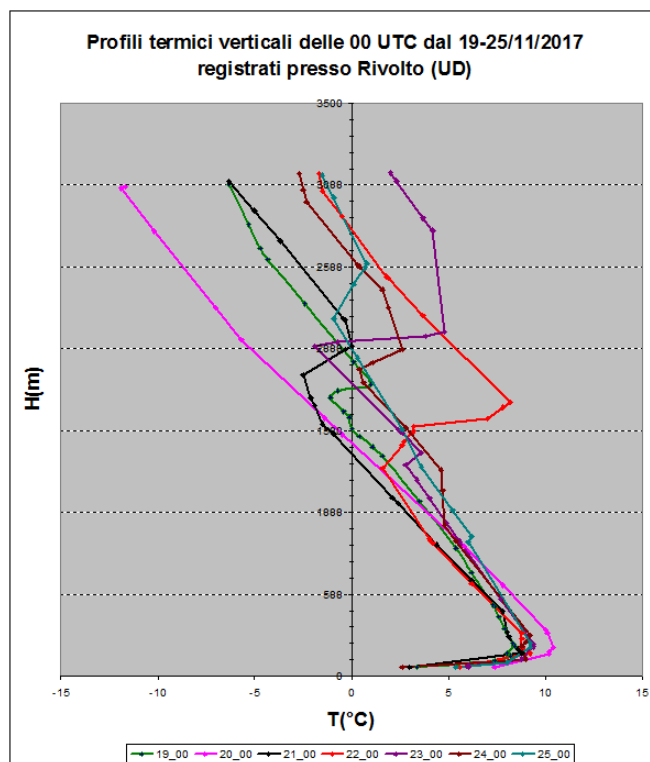


Figura 6.18: Radiosondaggi del periodo 19-25 novembre 2017. Rivolto, Udine

Nella sequenza in figura 6.18 si osserva la costanza di uno strato di inversione termica esteso al massimo ai primi 200 m di quota. Nei giorni dal 22 al 25 gli strati d'aria a contatto con il suolo risultano prossimi alla saturazione. In corrispondenza, i valori medi di PM_{10} registrati dalle stazioni sul territorio provinciale risultano compresi tra 73 e $92 \mu g/m^3$, con valori di picco il 24 novembre, e compresi tra 85 e $131 \mu g/m^3$.

In corrispondenza, il radiometro di Padova mostra una costante inversione al suolo nel corso del periodo, salvo nelle ore centrali della giornata 6.19.

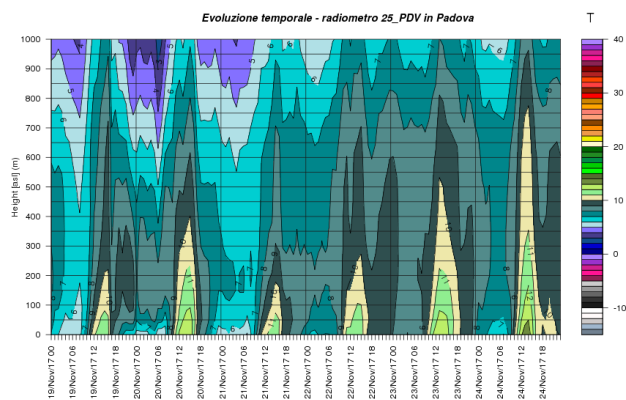


Figura 6.19: Radiometro di Padova: 19-25 novembre 2017

6.4.8 Periodo 04/12 - 08/12/2017

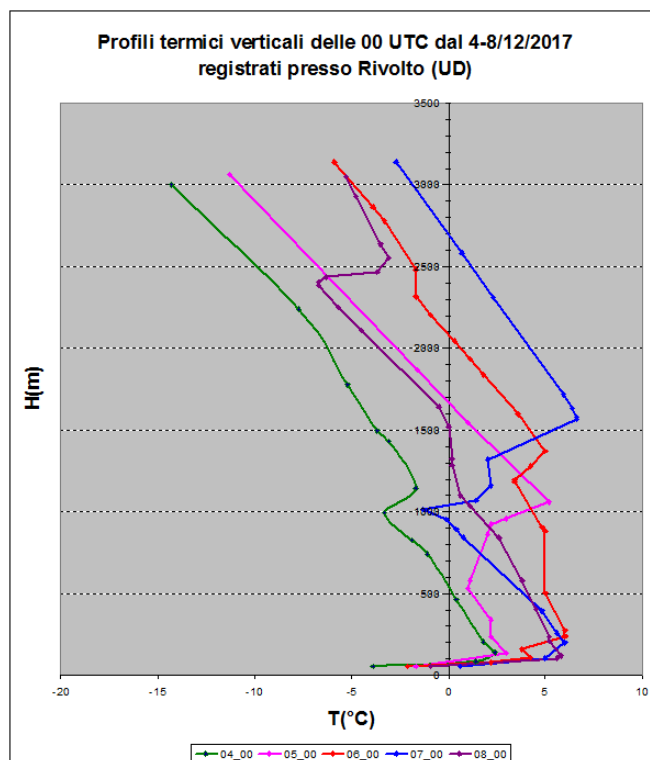


Figura 6.20: Radiosondaggi del periodo 4-8 dicembre 2017. Rivolto, Udine

Nella sequenza in figura 6.20 si osserva la costanza di uno strato di inversione termica esteso al massimo ai primi 200 m di quota. Nei giorni 4 dicembre e dal 6 al 8 gli strati d'aria a contatto con il suolo risultano prossimi alla saturazione. In corrispondenza, i valori medi di PM_{10} registrati dalle stazioni sul territorio provinciale risultano compresi tra 67 e $105 \mu g/m^3$, con valori di picco il 6 dicembre, e compresi tra 80 e $135 \mu g/m^3$.

In corrispondenza, il radiometro di Padova mostra una costante inversione al suolo nelle ore notturne, a 100-300 m di quota nelle diurne, nel corso dell'intero periodo 6.21.

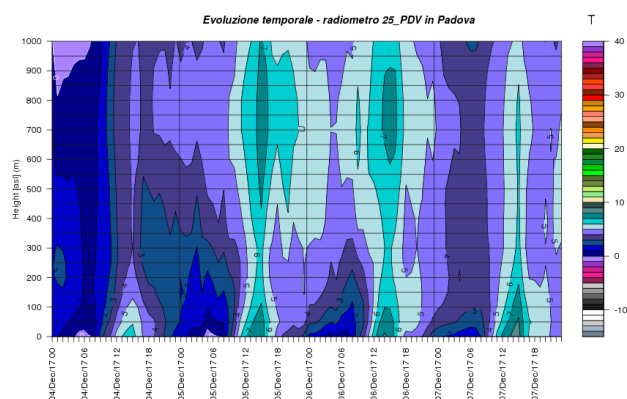


Figura 6.21: Radiometro di Padova: 4-8 dicembre 2017

6.4.9 Periodo 20/12 - 26/12/2017

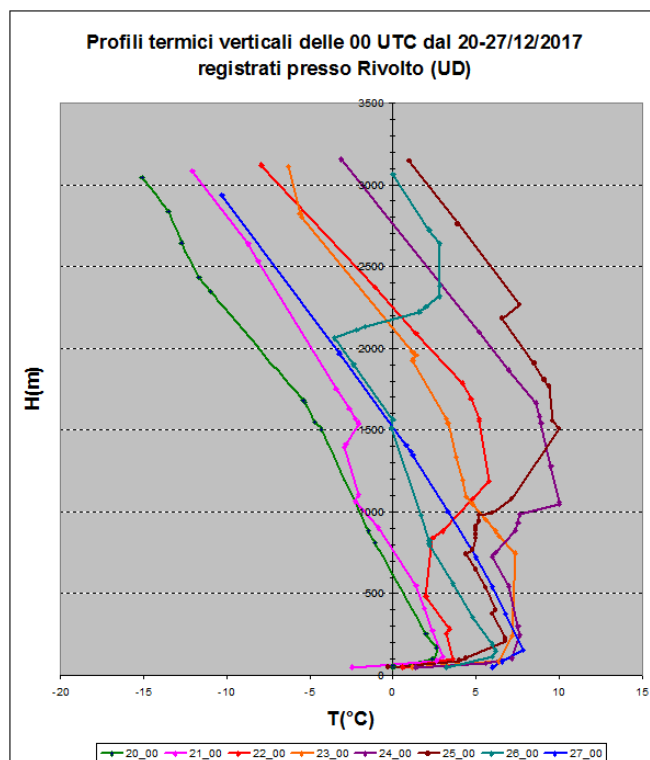


Figura 6.22: Radiosondaggi del periodo 20-27 dicembre 2017. Rivolto, Udine

Nella sequenza in figura 6.22 si osserva la costanza di uno strato di inversione termica esteso al massimo ai primi 200 m di quota. Nei giorni 22 dicembre e dal 25 al 27 gli strati d'aria a contatto con il suolo risultano prossimi alla saturazione. In corrispondenza, i valori medi di PM_{10} registrati dalle stazioni sul territorio provinciale risultano compresi tra 80 e $117 \mu g/m^3$, con valori di picco il 24 dicembre, e compresi tra 80 e $147 \mu g/m^3$.

In corrispondenza, il radiometro di Padova mostra una costante inversione al suolo nelle ore notturne, a 100-300 m di quota nelle diurne, nel corso dell'intero periodo 6.23. L'inversione al suolo risulta senza soluzione di continuità tra le 12 del 22 e le 12 del 23.

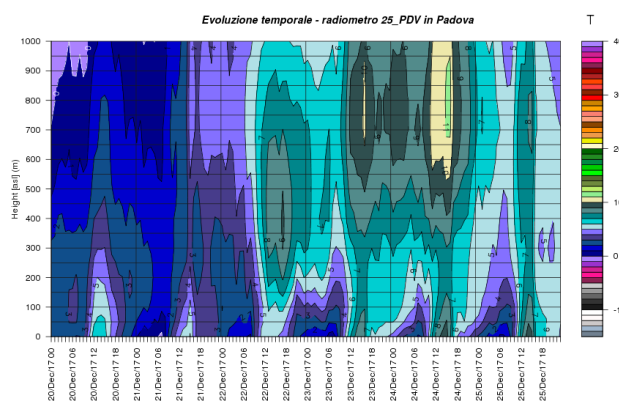


Figura 6.23: Radiometro di Padova: 20-27 dicembre 2017

Capitolo 7

Qualità dell'Aria nel 2017

In questo capitolo si presentano i risultati delle elaborazioni statistiche sulle concentrazioni degli inquinanti misurati nel 2017 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 ₂	NO ₂	O ₃	O ₃	O ₃	CO
Nome stazione	Superamenti limite/h [200µg/m ³]	Media anno [40µg/m ³]	Superamenti soglia info [180µg/m ³]	Superamenti sog. allarme [240µg/m ³]	Superamenti obiettivo l.t. [120µg/m ³]	Superamenti l.p.s.u. [10mg/m ³]
Mandria	0	33	6	0	53	nd
Arcella	0	42	nd	nd	nd	0
Granze	nd	nd	nd	nd	nd	nd
APS1	0	35	3	0	25	0
APS2	0	36	6	0	33	0
Monselice	0	22	26	0	71	nd
Este	0	28	0	0	39	0
Parco Colli	0	16	39	0	78	nd
Alta Padovana	0	26	9	0	49	0

Tabella 7.1: Indicatori statistici per NO₂, O₃ e CO

Da tabella 7.1 emerge come diffusamente critico per il 2017 il parametro Ozono, problematico invece solo ad Arcella il biossido di Azoto.

Sito	SO ₂	PM10	PM10	PM2.5	C ₆ H ₆	BaP
Nome stazione	Superamenti lim/giorno [125µg/m ³]	Superamento lim/giorno [50µg/m ³]	Media anno [40µg/m ³]	Media anno [25µg/m ³]	Media anno [5.0µg/m ³]	Media anno [1.0ng/m ³]
Mandria	nd	102	42	34	1.3	1.5
Arcella	0	90	39	nd	nd	1.4
Granze	nd	92	41	nd	nd	1.4
APS1	0	93	40	29	nd	1.4
APS2	0	83	37	26	nd	1.4
Monselice	n.d.	78	38	22	nd	1.0
Este	0	78	34	22	nd	0.7
Parco Colli	n.d.	57	29	nd	nd	nd
Alta Padovana	n.d.	81	36	nd	nd	2.1

Tabella 7.2: Indicatori statistici per SO₂, PM, benzene e benzo(a)pirene

Come visibile da tabella 7.2, tutte le stazioni presentano criticità in termini di polveri sottili, specie PM₁₀ e specie in termini di superamenti del valore limite giornaliero. Inoltre, a parte nelle stazioni site a ridosso dei Colli Euganei, si evidenziano valori medi di Benzo(a)pirene oltre il limite di legge, doppi rispetto ad esso a Alta Padovana.

Sito	Pb	As	Ni	Cd	Hg
Nome stazione	Media anno [0.5µg/m ³]	Media anno [6.0ng/m ³]	Media anno [20ng/m ³]	Media anno [5ng/m ³]	Media anno [ng/m ³]
Mandria	nd	nd	nd	nd	nd
Arcella	0.010	0.6	3.0	0.4	<1
Granze	0.013	0.7	3.2	0.5	<1
APS1	0.008	0.7	2.2	0.5	<1
APS2	0.007	0.8	2.6	0.5	<1
Monselice	0.007	0.7	2.4	0.3	<1
Este	0.006	0.8	2.4	0.2	<1
Parco Colli	nd	nd	nd	nd	nd
Alta Padovana	0.006	0.8	1.7	0.4	<1

Tabella 7.3: Indicatori statistici dei metalli

Tabella 7.3 conferma il comportamento degli ultimi anni per quanto concerne i metalli, con valori medi ampiamente al di sotto dei limi di legge, di 0.5 µg/m³ per il Piombo e ai valori obiettivo di 6, 20 e 5 ng/m³ rispettivamente per Arsenico, Nichel e Cadmio. Da diversi anni questi inquinanti si mantengono su livelli sensibilmente inferiori ai rispettivi limiti.

Nei paragrafi successivi, per ciascun inquinante monitorato, 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 (2002-2017) 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 2017 non mostra superamenti della soglia di allarme di 500µg/m³, né del valore limite orario (350µg/m³) o del valore limite giornaliero (125µg/m³). Si conferma pertanto un inquinante primario non 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 $10\text{mg}/\text{m}^3$, inteso come valore massimo giornaliero su medie mobili di 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 ($240\mu\text{g}/\text{m}^3$), 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. La soglia di informazione ($180\mu\text{g}/\text{m}^3$), 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, è stata superata svariate volte tra giugno e agosto, ovunque a parte Este. Il maggior numero di superamenti si registra a giugno nell'area collinare euganea. Figura 7.1 riporta l'andamento pluriennale del numero dei superamenti.

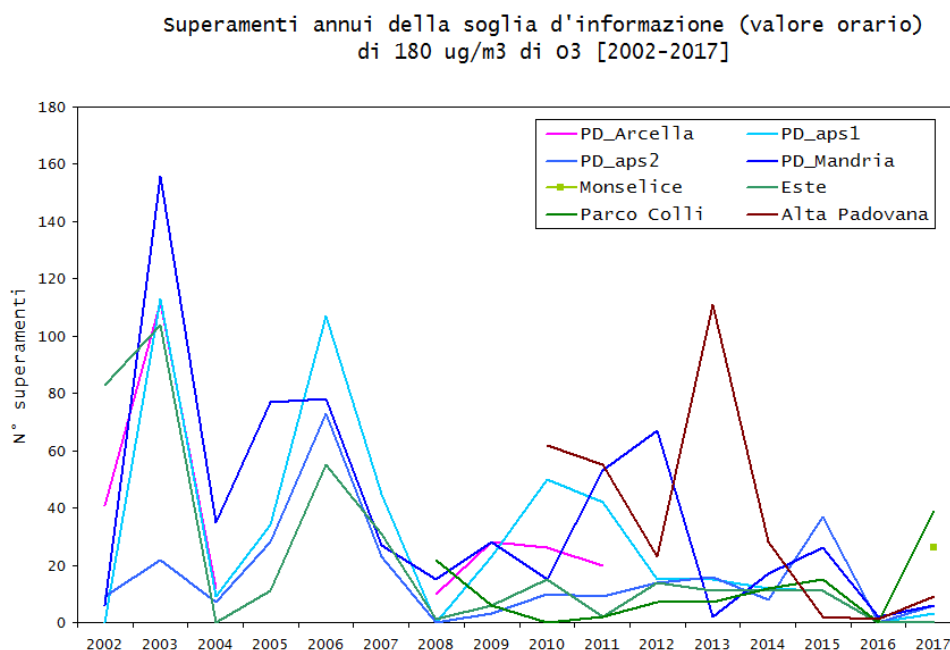


Figura 7.1: Andamento del numero di superamenti annui della soglia di informazione per O_3 nel padovano. Periodo: 2002-2017

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 salute 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 $120\mu\text{g}/\text{m}^3$; 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 sostanza, 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.

O3: superamenti annui soglia obiettivo a lungo termine (120 ug/m3) a confronto con obiettivo di 25 superamenti/anno (media su 3 anni)

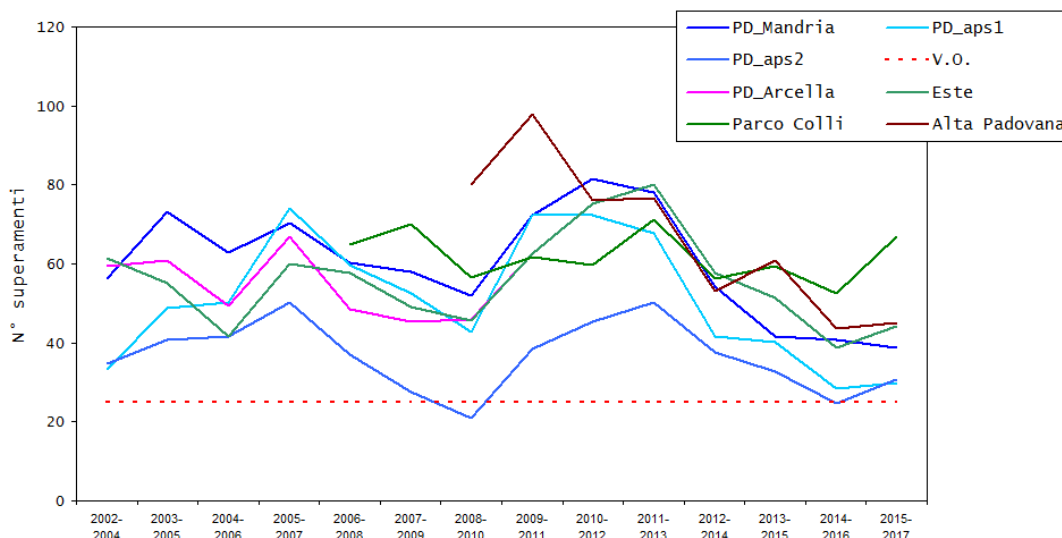


Figura 7.2: Andamento del numero di superamenti del valore di O₃ a confronto con l'obiettivo di 25 superamenti/anno (come media su tre anni).

Dal grafico risulta evidente che nell'ultimo triennio la media si è mantenuta ben al di sopra del valore obiettivo di 25.

Si precisa inoltre che nei grafici precedenti, la serie di Monselice non compare, se non come dato puntuale in figura 7.1 in quanto la stazione attuale è attiva solo da fine 2016 e la precedente non è confrontabile come posizionamento, specie per un parametro come l'ozono.

7.4 Ossidi di Azoto

L'unico limite riguardante gli ossidi di azoto (NO_x) è quello medio annuale di $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ relativo alla protezione della vegetazione. Tale limite è previsto solo per le stazioni di background rurale, nel caso della provincia di Padova, Alta Padovana e Parco Colli. Nel 2017 le due stazioni presentano un valore medio annuo rispettivamente di 46 e $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pertanto critico a 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.

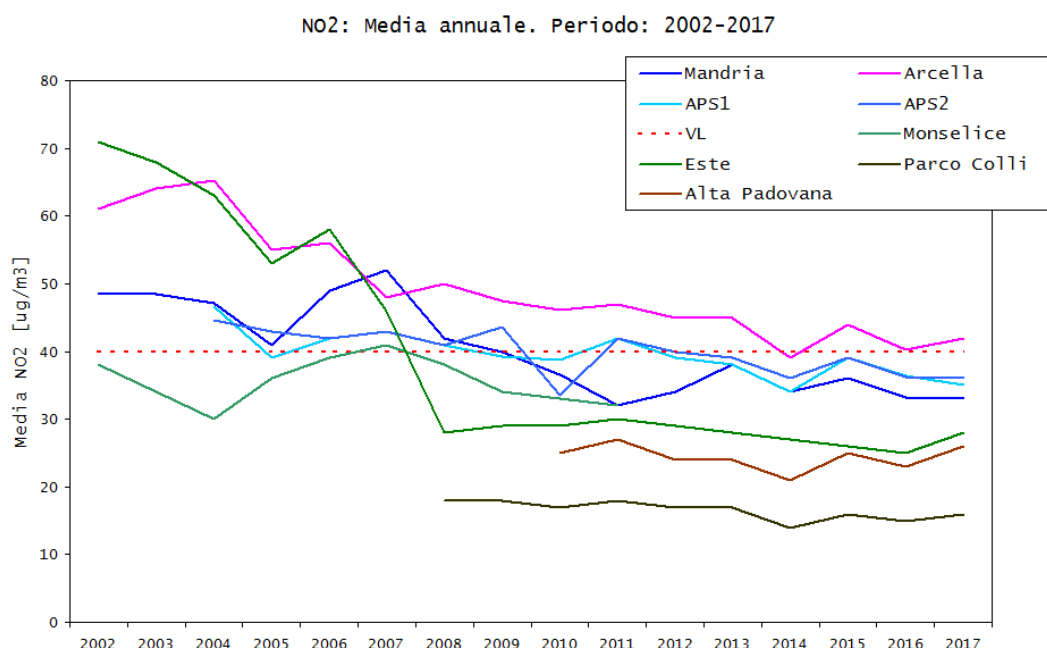


Figura 7.3: Andamento del valore medio di NO₂ nel padovano. Periodo: 2002-2017

Figura 7.3 evidenzia, indicativamente a partire dal 2008 una tendenza all'assestamento dei valori medi di NO₂ nella provincia compresi tra un minimo di $17\mu\text{g}/\text{m}^3$ di Parco Colli, che ricordiamo è di background rurale, ed un massimo di $45\mu\text{g}/\text{m}^3$ ad Arcella che è di traffico urbano, e continua a confermarsi critica per questo inquinante. 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 $40\mu\text{g}/\text{m}^3$. Alta Padovana continua a rilevare valori sensibilmente superiori a Parco Colli, nonostante siano di tipologia analoga, risultando molto più in linea con i valori rilevati nella stazione di Este.

7.6 Polveri fini [PM₁₀ e PM_{2.5}]

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 $10\mu\text{m}$ 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 $10\mu\text{m}$ (PM₁₀) può essere considerato un indice della concentrazione di particelle in grado di penetrare nel torace (frazione inalabile). A sua volta il PM_{2.5} (con diametro inferiore a $2.5\mu\text{m}$) 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, 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 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 annue dipendenti dalle condizioni meteo, la figura mette in evidenza un sostanziale assestamento della media complessiva indicativamente tra 30 e $40 \mu g/m^3$ nell'ultimo decennio.

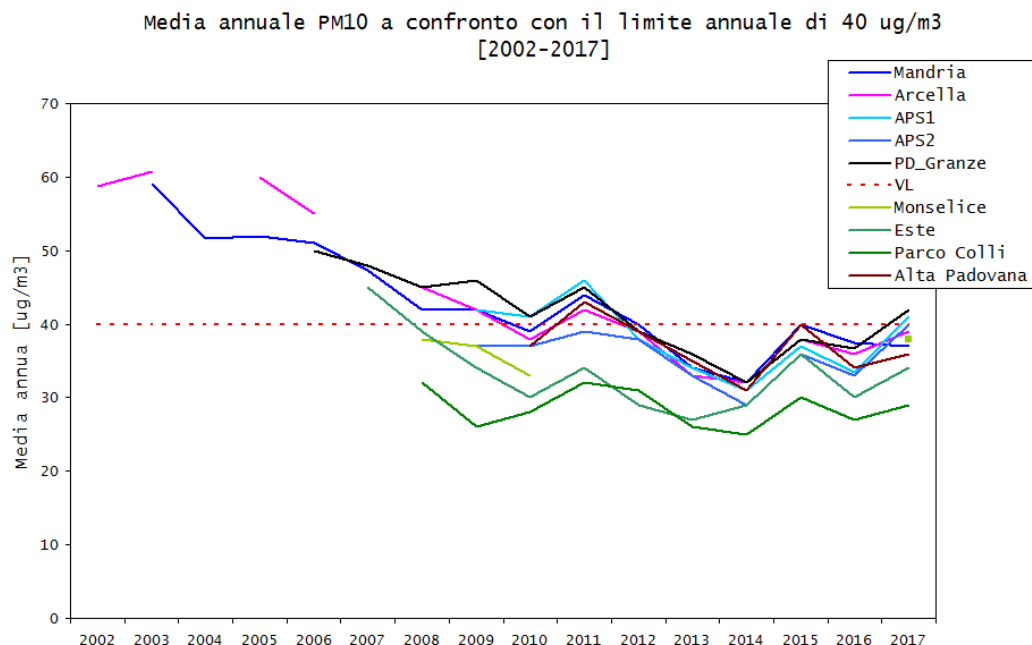


Figura 7.4: Andamento del valore medio di PM_{10} nel padovano. Periodo: 2002-2017

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'oscillazione nell'ultimo decennio attorno ad un intervallo di superamenti compreso tra 50 e 90, contro un valore di legge di 35. In particolare, si osservi che 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.

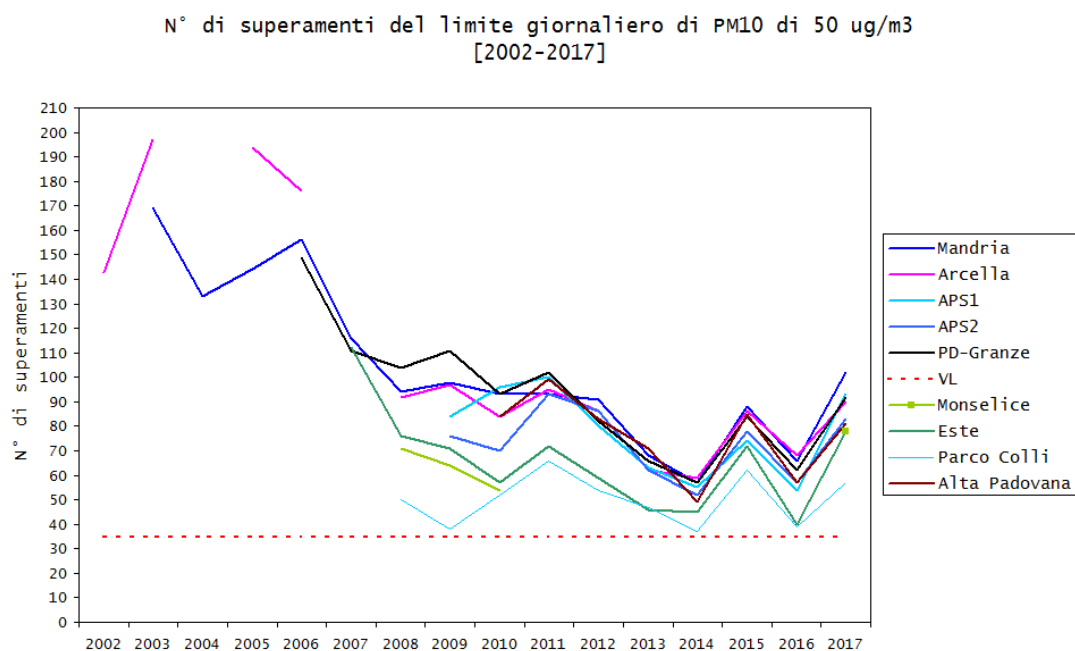


Figura 7.5: Andamento del numero di superamenti annui del valore limite giornaliero di PM₁₀ nel padovano. Periodo: 2002-2017

A completamento dell'analisi delle polveri sottili, in figura 7.6 si riporta l'andamento della media annuale del PM_{2.5} nelle stazioni fisse del padovano ove presente il monitor.

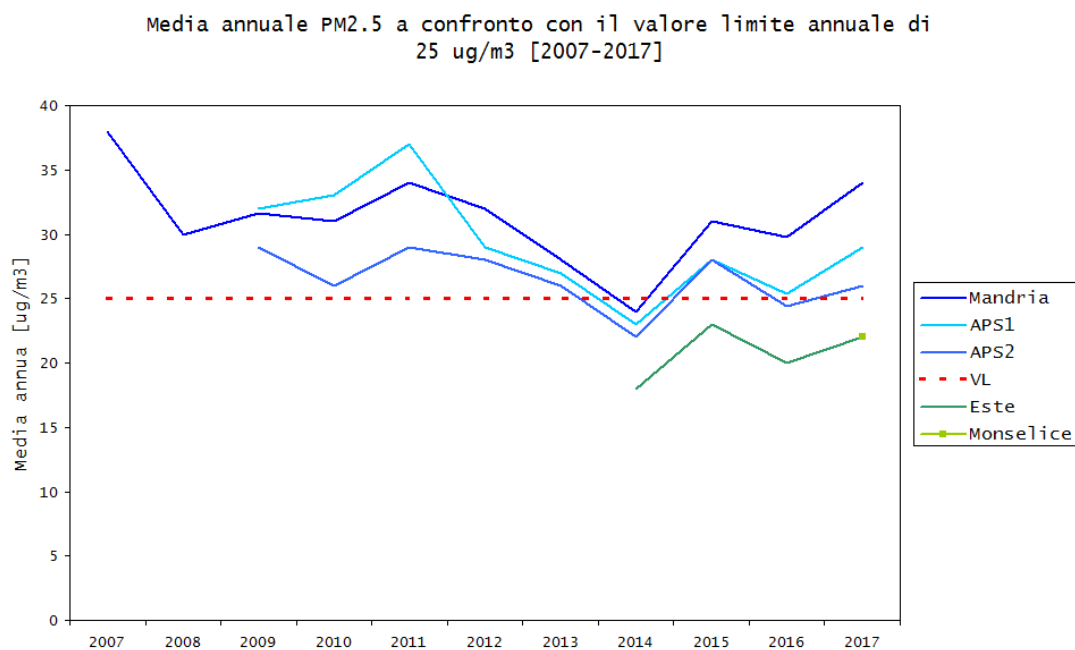


Figura 7.6: Andamento del valore medio di PM_{2.5} nel padovano. Periodo: 2002-2017

Il grafico precedente evidenzia una sostanziale spaccatura tra le concentrazioni di PM_{2.5} rilevate in area collinare, 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 del valore medio indicato dal legislatore.

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 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 figura 7.7 è riportato l'andamento pluriennale del valore medio annuale di benzo(a)pirene, ricavato da analisi di laboratorio sui filtri campionati di PM₁₀. Il grafico evidenzia tre comportamenti distinti: la fascia collinare attorno a valori pari o inferiori al limite di 1 ng/m³, la fascia urbana con valori nel corso degli anni mediamente attorno a 1.3 ng/m³ e la stazione di Alta Padovana che, da quando è presente il monitor, registra valori mediamente doppi rispetto alla soglia prevista per legge.

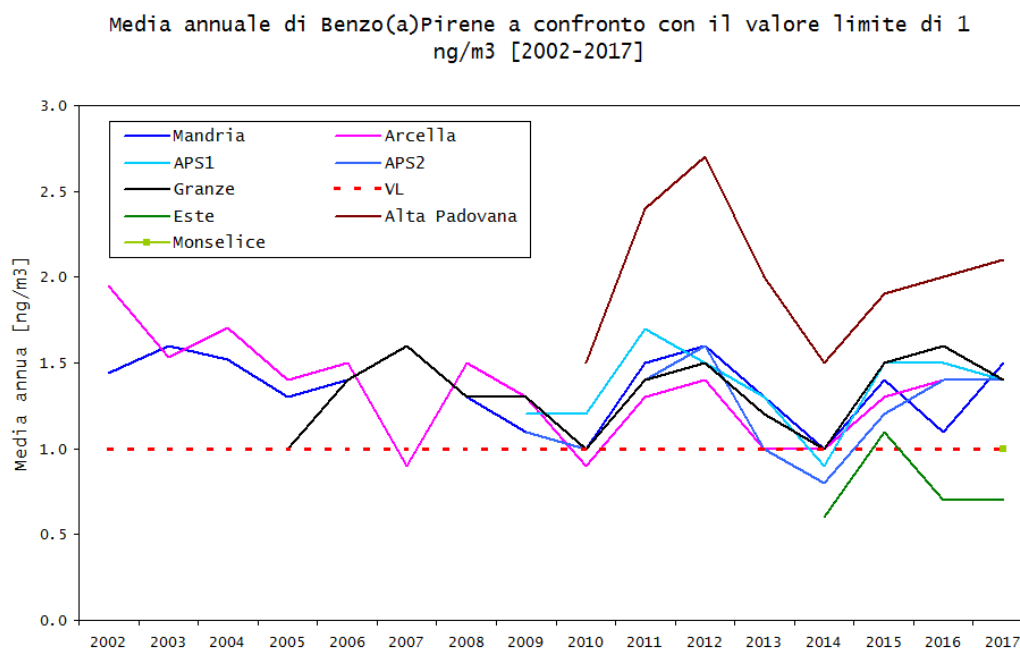


Figura 7.7: Andamento del valore medio di Benzo(a)pirene nel padovano. Periodo: 2002-2017

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, negli ultimi anni unicamente 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 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

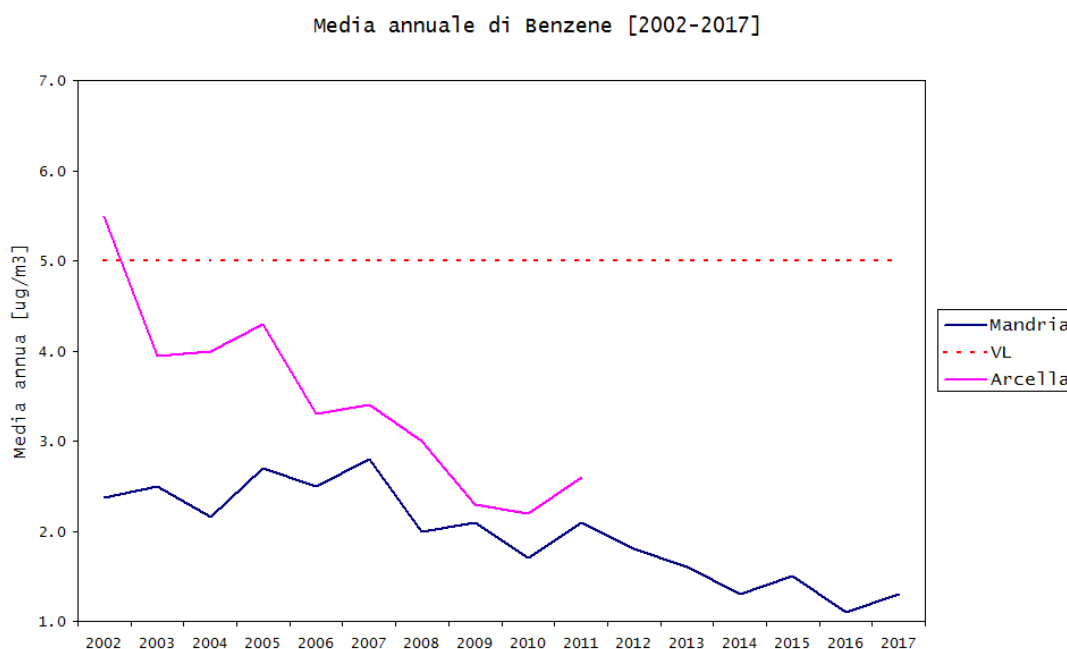


Figura 7.8: Andamento del valore medio di Benzene nel padovano. Periodo: 2002-2017

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 $100 \mu\text{g/l}$ e su questa base è stata proposta una stima della concentrazione media annuale consentita dalla normativa in atmosfera ($0.5 \mu\text{g/m}^3$, DLgs 155/2010).

Nel 2017 si rilevano concentrazioni medie in linea con il trend degli ultimi anni, cioè molto inferiori al valore limite di $0.5 \mu\text{g/m}^3$ 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 nel 2017 risultano comunque sempre inferiori al limite di rilevabilità di 1 ng/m^3 .

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

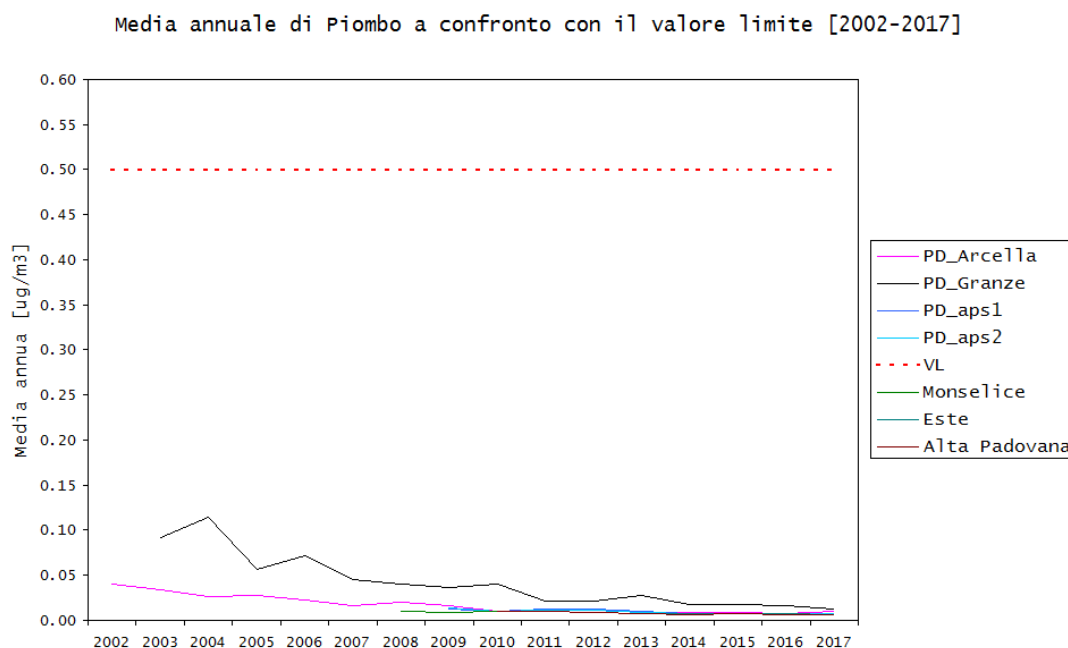


Figura 7.9: Andamento del valore medio di Piombo nel padovano. Periodo: 2002-2017

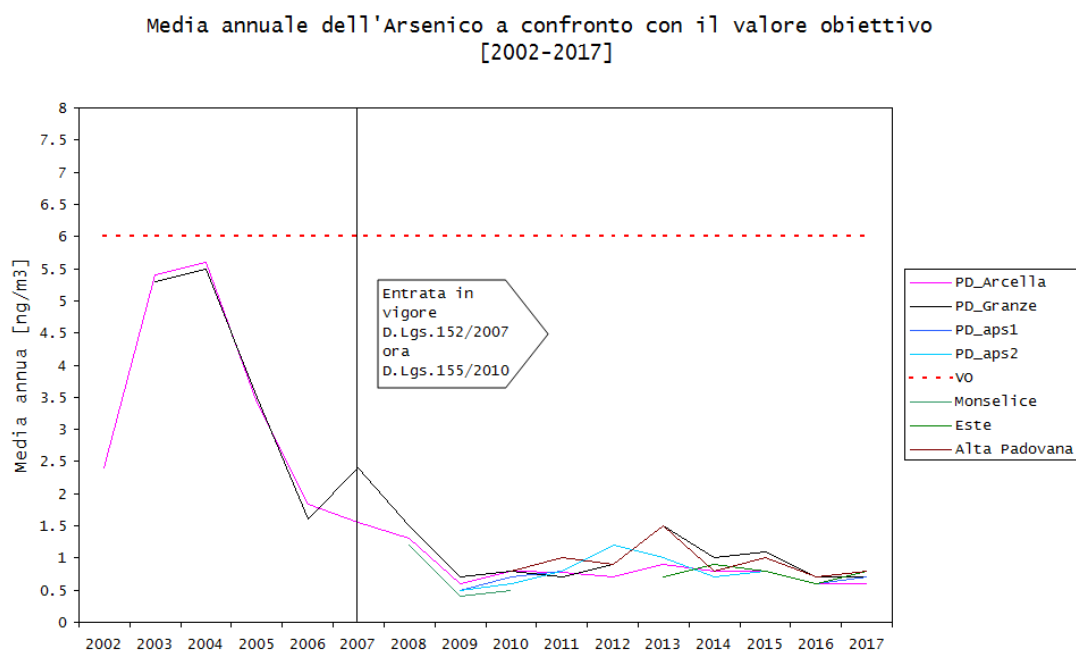


Figura 7.10: Andamento del valore medio di Arsenico nel padovano. Periodo: 2002-2017

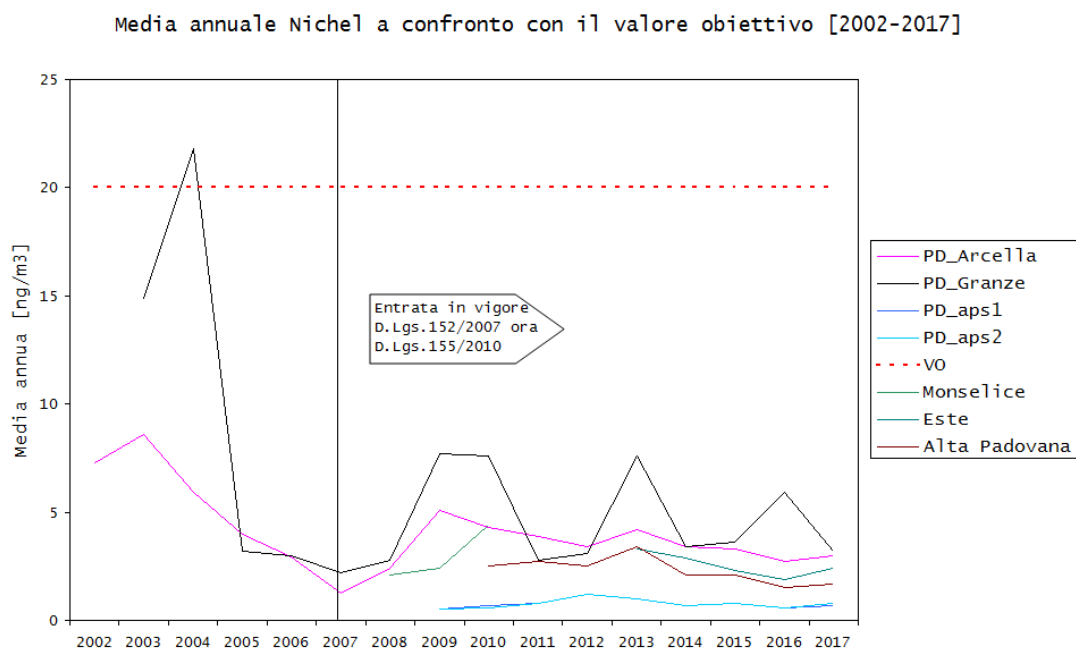


Figura 7.11: Andamento del valore medio di Nichel nel padovano. Periodo: 2002-2017

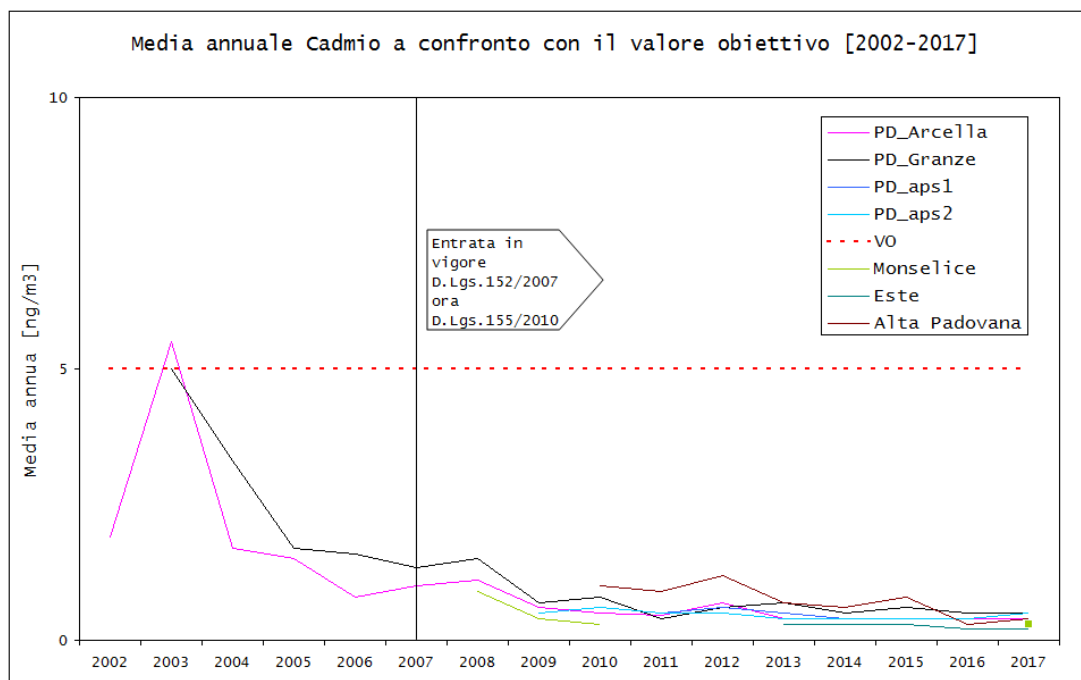


Figura 7.12: Andamento del valore medio di Cadmio nel padovano. Periodo: 2002-2017

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).

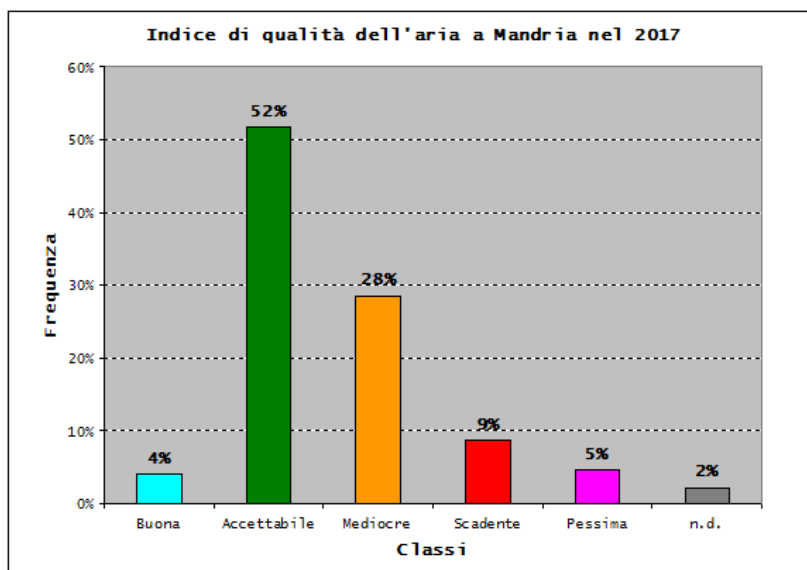
COLORI	QUALITA'
	Buona
	Accettabile
	Mediocre
	Scadente
	Pessima

Tabella 8.1: Scala giudizio QA

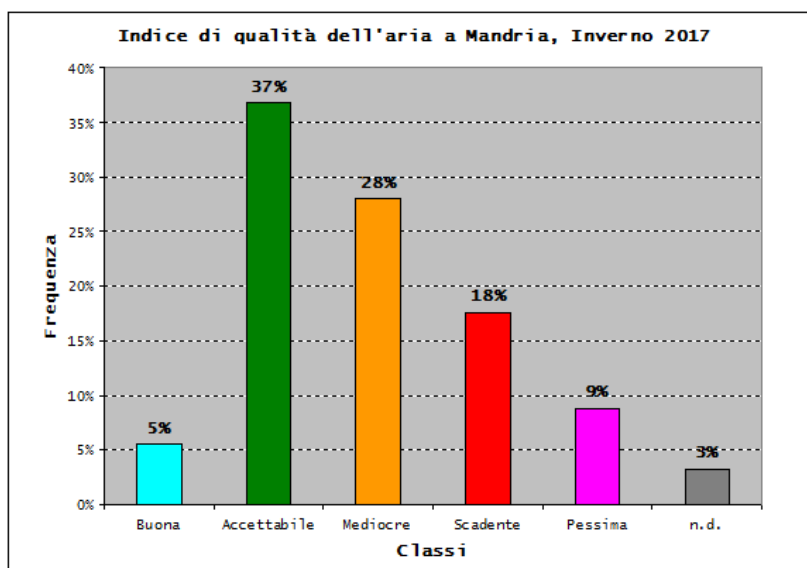
Il calcolo dell'indice, che può essere effettuato per ogni giorno di monitoraggio, è basato sull'andamento delle concentrazioni di tre inquinanti: Biossido di azoto, Ozono e PM_{10} . Le prime due classi (buona e accettabile) informano che per nessuno dei tre inquinanti vi sono stati superamenti dei 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 2017 nelle stazioni fisse della provincia di Padova per le quali sono presenti tutti e tre i monitor.

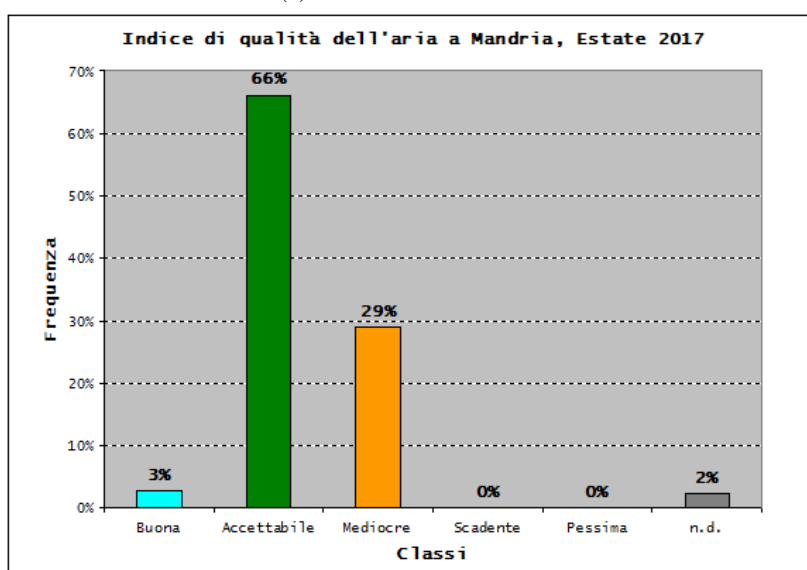
¹Per approfondimenti sul calcolo dell'IQA si rimanda al sito ufficiale: www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/qualita-dellaria/iqa



(a) Anno 2017

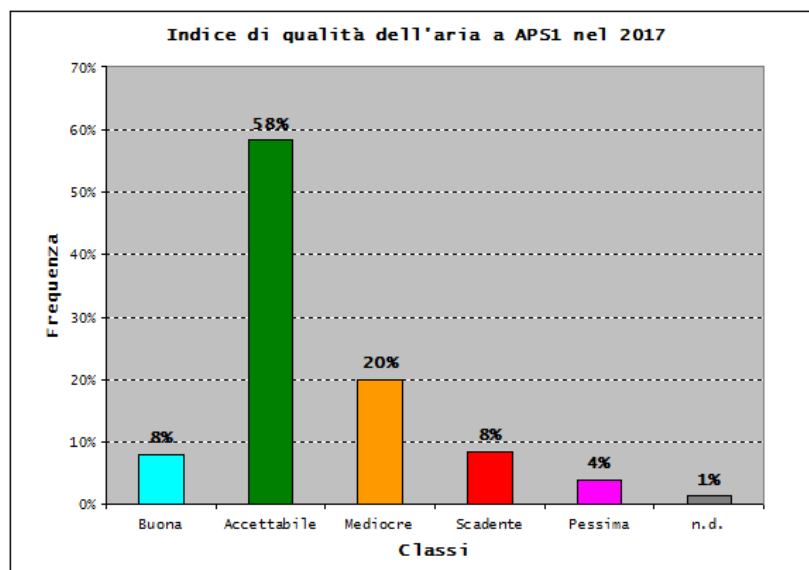


(b) Semestre invernale 2017

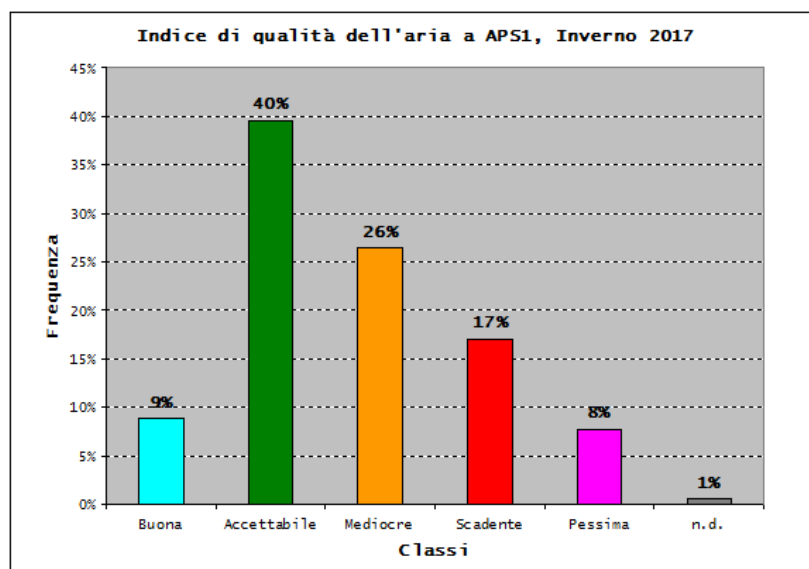


(c) Semestre estivo 2017

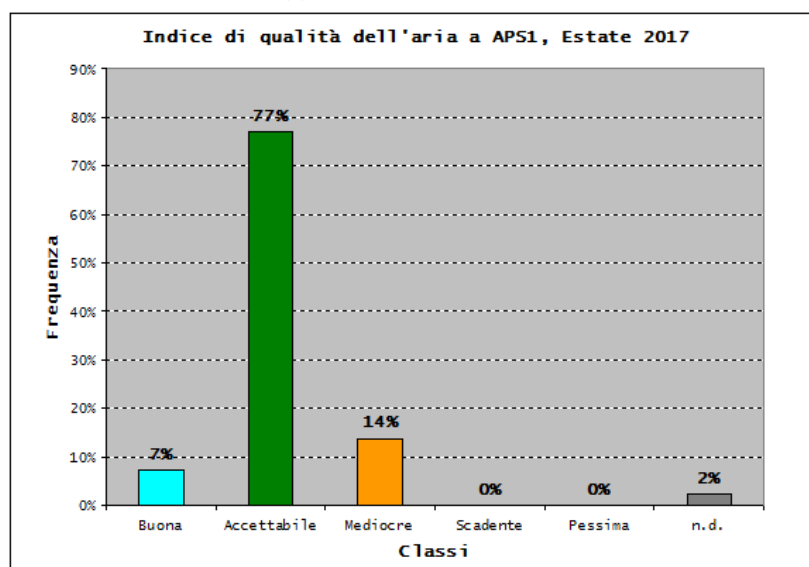
Figura 8.1: IQA 2017 a Mandria



(a) Anno 2017

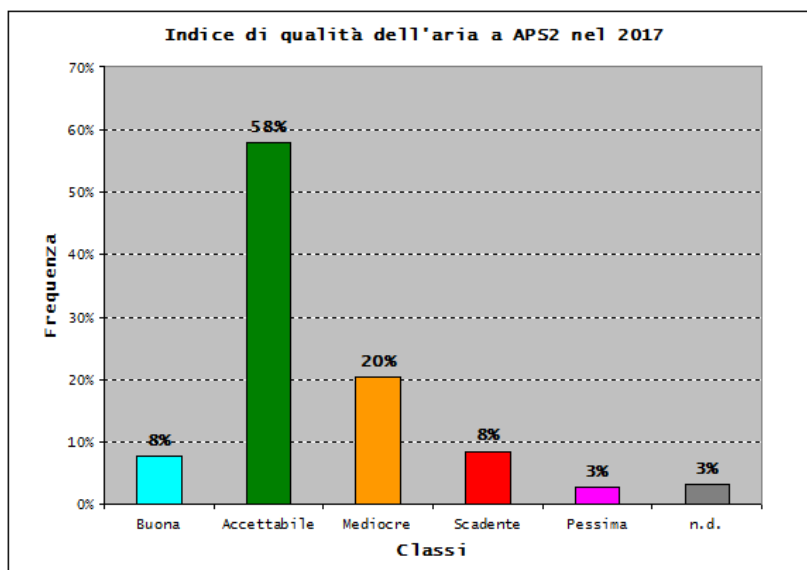


(b) Semestre invernale 2017

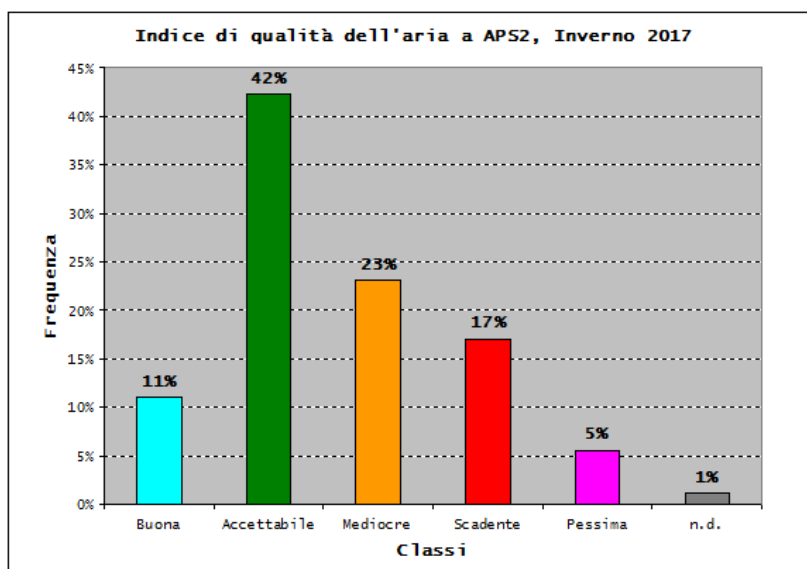


(c) Semestre estivo 2017

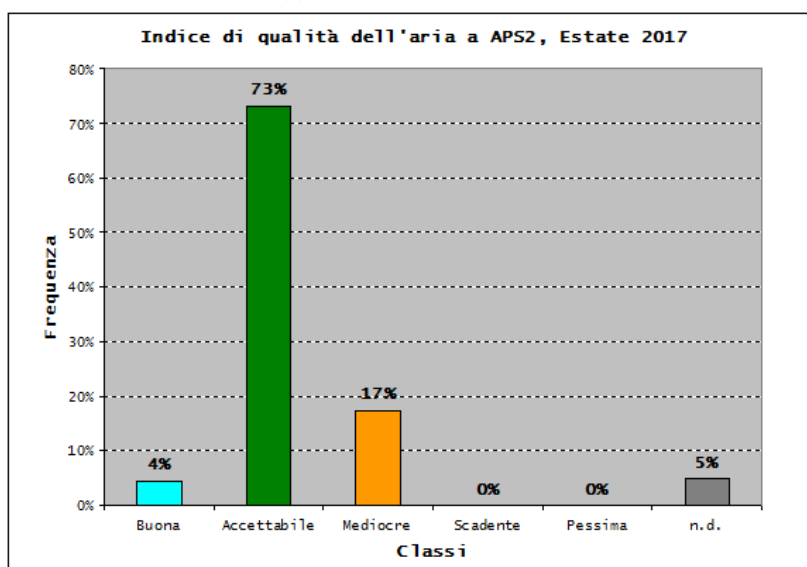
Figura 8.2: IQA 2017 a APS1



(a) Anno 2017

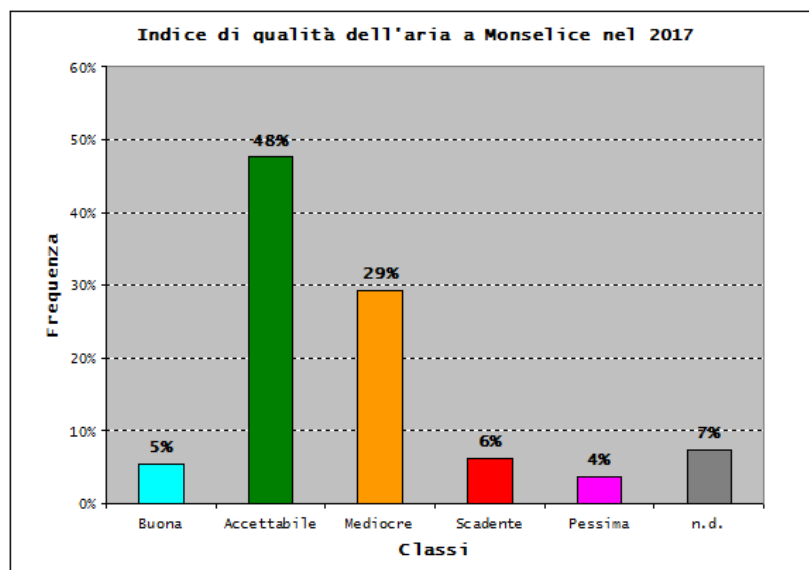


(b) Semestre invernale 2017

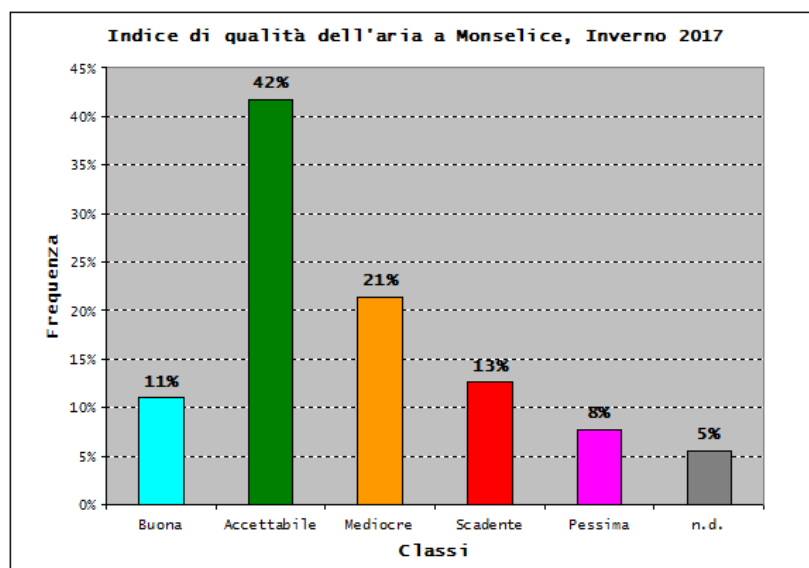


(c) Semestre estivo 2017

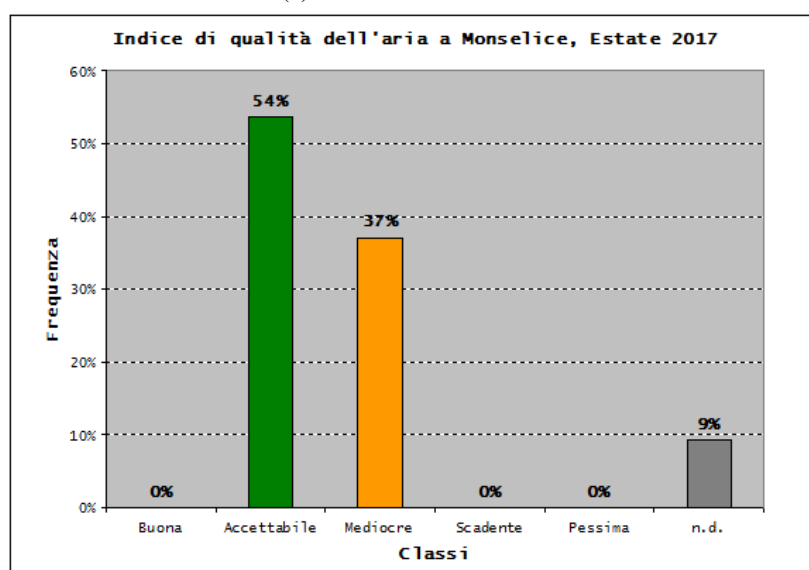
Figura 8.3: IQA 2017 a APS2



(a) Anno 2017

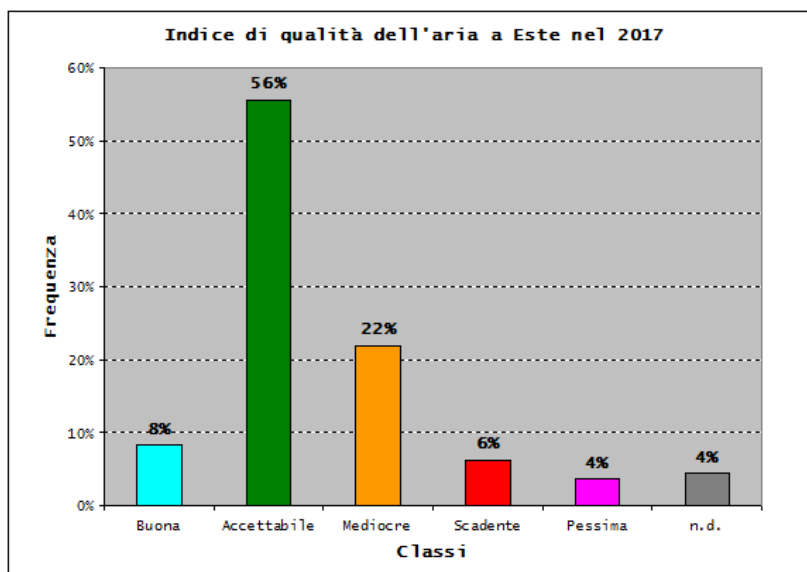


(b) Semestre invernale 2017

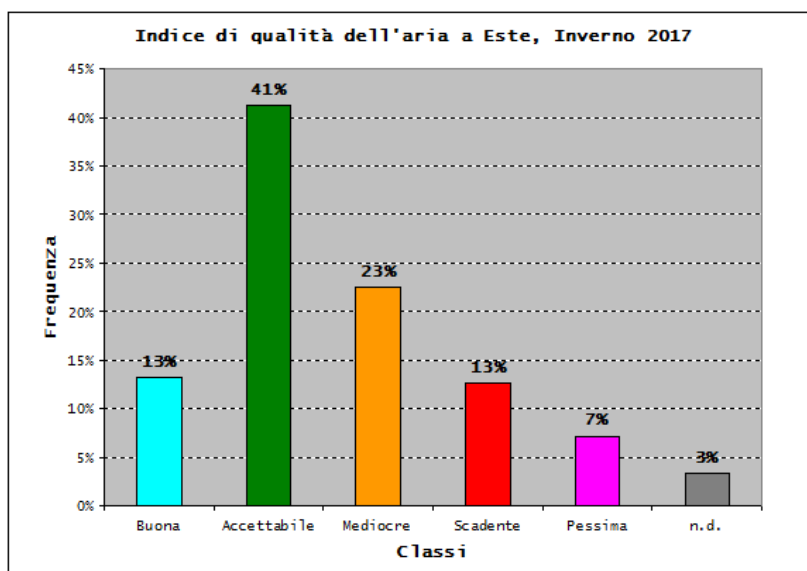


(c) Semestre estivo 2017

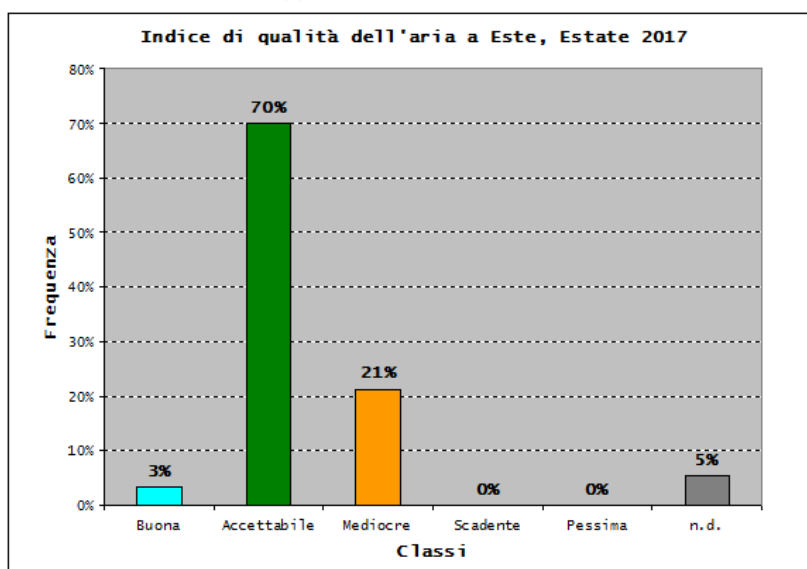
Figura 8.4: IQA 2017 a Monselice



(a) Anno 2017

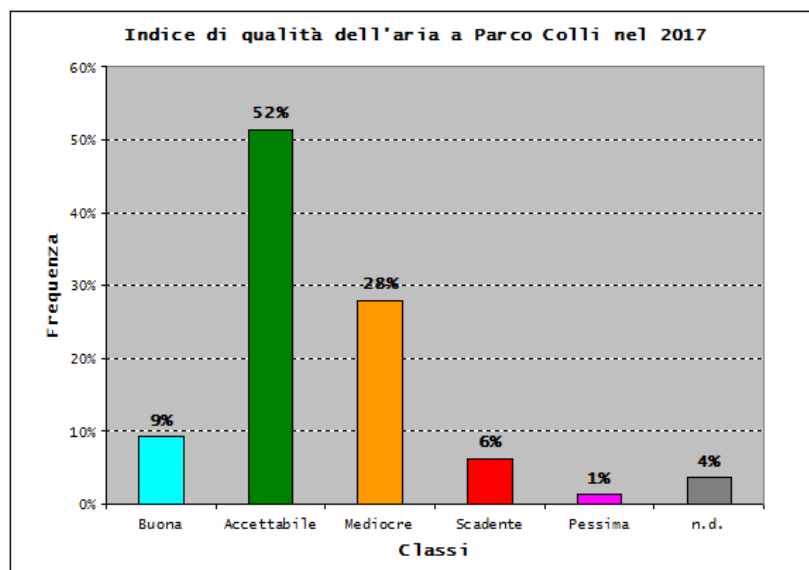


(b) Semestre invernale 2017

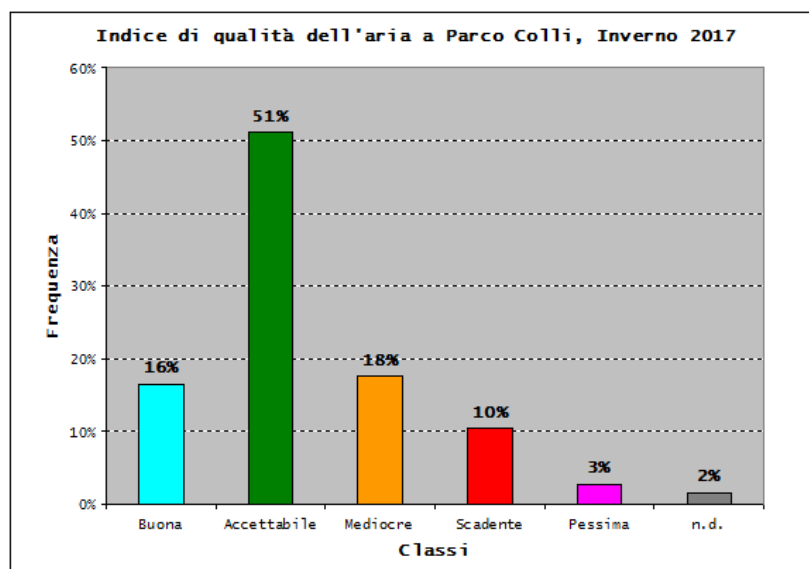


(c) Semestre estivo 2017

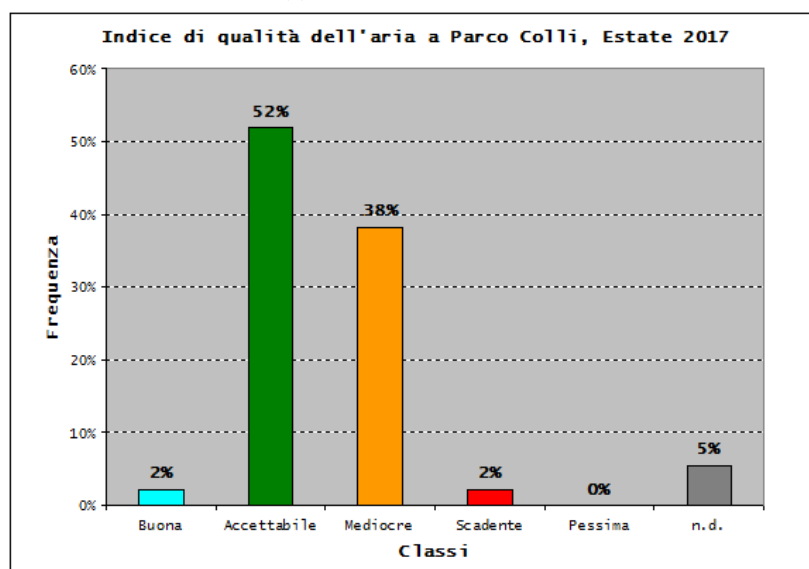
Figura 8.5: IQA 2017 a Este



(a) Anno 2017

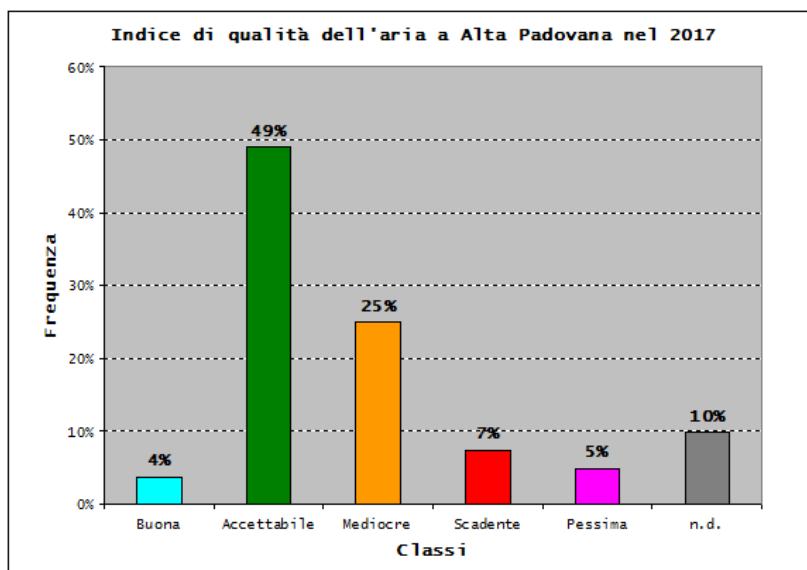


(b) Semestre invernale 2017

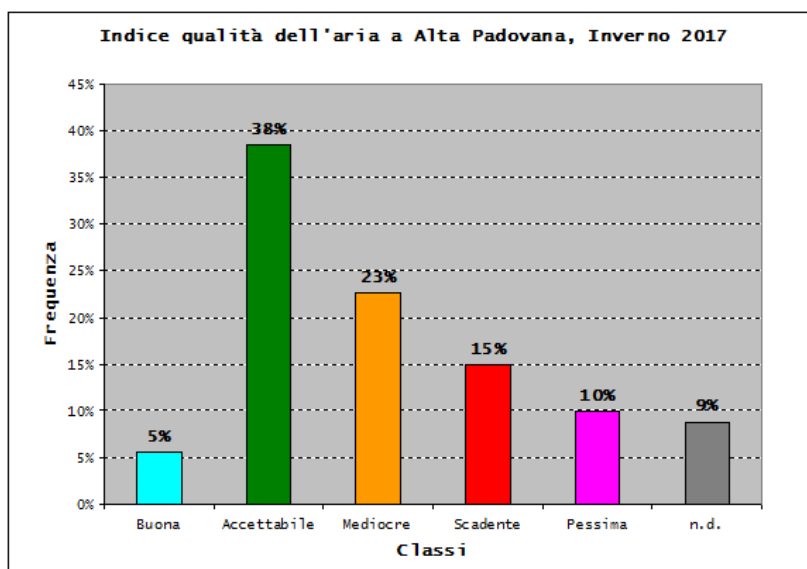


(c) Semestre estivo 2017

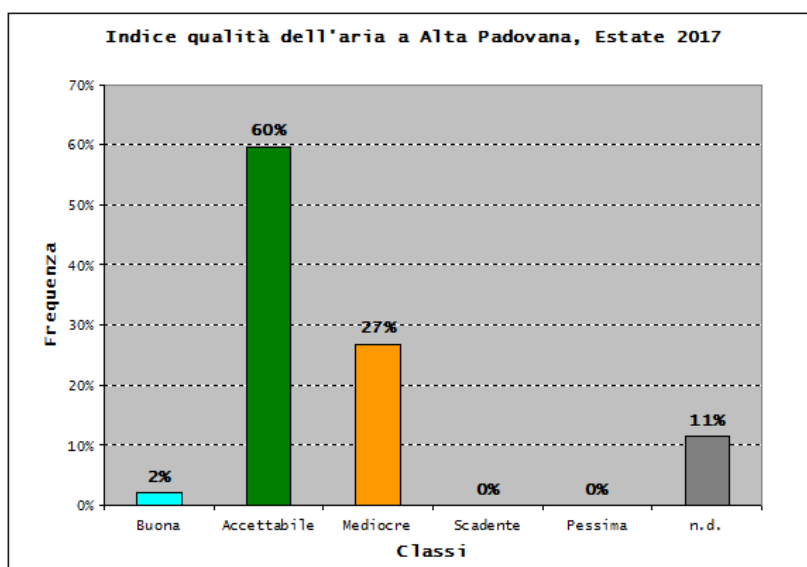
Figura 8.6: IQA 2017 a Parco Colli



(a) Anno 2017



(b) Semestre invernale 2017



(c) Semestre estivo 2017

Figura 8.7: IQA 2017 a Alta Padovana

Come si può notare facilmente dalle terne di grafici riportati per ciascuna stazione, se si considera l'indice di qualità dell'aria relativo ad un anno intero, si perdono alcune informazioni relative agli specifici inquinanti stagionali, come l'ozono in estate, o il biossido di azoto e il PM in inverno, così come si perde completamente l'informazione dell'assenza di giornate con qualità dell'aria scadente o pessima nel corso della stagione estiva nella maggior parte delle stazioni. Tuttavia, il considerare un unico indice annuo, rende più immediata l'informazione che sul territorio provinciale non ci sono sostanziali diversità nella qualità dell'aria, come è del tutto 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.

Dall'analisi dell'indice di qualità dell'aria annuale si nota che le stazioni presentano un prevalere di numero di giorni con indice di qualità dell'aria Accettabile o Mediocre, mentre considerando il numero di giorni in cui le stazioni presentano un indice Scadente o Pessimo, non si supera il 13 % di casi, con i valori più elevati concentrati nel capoluogo di provincia.

Scendendo nel dettaglio dell'indice di qualità dell'aria stagionale, si osserva nel periodo invernale un andamento che in tutte le stazioni copre tutte le classi possibili di qualità dell'aria definite, con un prevalere, ovunque, delle classi Accettabile-Mediocre. Per quanto concerne la stagione estiva, invece, tutte le stazioni, eccettuata Parco Colli, presentano la totale assenza di qualità dell'aria Pessima o Scadente, con andamenti sostanzialmente concentrati sulle classi Accettabile e Mediocre. Ad una prima lettura, può sembrare paradossale che sia Parco Colli l'unica stazione che presenta alcune giornate estive ricadenti nella classe Scadente, ma in realtà ciò è dovuto alle concentrazioni di ozono, più elevate, a parità di quota, nelle stazioni di background che altrove. Altro aspetto che emerge dai grafici stagionali è che la maggior percentuale di giornate con qualità dell'aria Buona ricade nel periodo invernale, stagione caratterizzata molto più frequentemente di quella estiva da giorni con ventilazione dai quadranti Nord-orientali.

Nel complesso, quindi, sia l'analisi annuale che quella stagionale evidenziano un prevalere di giornate con qualità dell'aria tra l'Accettabile e il Mediocre. Qualsiasi sia il tipo di analisi, annuale o stagionale, la percentuale di giorni con indice di qualità dell'aria Buona resta comunque al di sotto del 14% anche nel caso migliore, cioè la stagione invernale a Parco Colli.

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 2017 è la presenza di lunghi periodi di stabilità atmosferica nel semestre invernale e precipitazioni eccezionalmente scarse, quasi limitate a settembre e novembre.

Poiché la stabilità atmosferica favorisce il ristagno dell'aria e l'assenza di precipitazioni ne inibisce il dilavamento, già da questi due indizi è plausibile ipotizzare un aumento degli inquinanti rilevati, ancor prima di esaminarli. Non bastasse ciò, anche l'analisi incrociata delle condizioni favorevoli/sfavorevoli alla dispersione mostra condizioni per lo più poco favorevoli. E benché l'analisi termica nel semestre estivo, invece, indichi condizioni per lo più poco favorevoli alla formazione di Ozono, nel 2017 esso resta un parametro critico sulla provincia, a conferma che la temperatura è solo uno dei parametri che entrano in gioco nella complessa formazione dell'Ozono.

L'analisi specifica degli inquinanti individua fra i più critici il PM PM_{10} , $PM_{2.5}$, il benzo(a)pirene, l'ozono e, localmente, il biossido di azoto. In particolare, si possono sintetizzare le specifiche criticità del 2017 in termini di superamento di:

- valore limite giornaliero per il PM_{10}
- valore limite annuale per il $PM_{2.5}$
- valore limite annuale per il PM_{10}
- media annua Benzo(a)pirene
- valore limite annuale per il biossido di azoto (Arcella)
- valore limite annuale per gli ossidi di azoto per la protezione della vegetazione (Alta Padovana)
- valore obiettivo per la protezione della salute umana per l'ozono, in riferimento al triennio 2015-2017, superato in tutte le stazioni

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, specialmente in relazione alle polveri sottili.

Meritano indagini di approfondimento, studio o proposta, due situazioni in particolare: il caso del B(a)p per l'alta padovana, le cui cause vanno ulteriormente studiate, e il posizionamento della centralina di Mandria che, considerato lo sviluppo urbanistico della zona, non sembra rientrare più nella casistica pensata per stazione di monitoraggio per "Background urbano".

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$. 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.

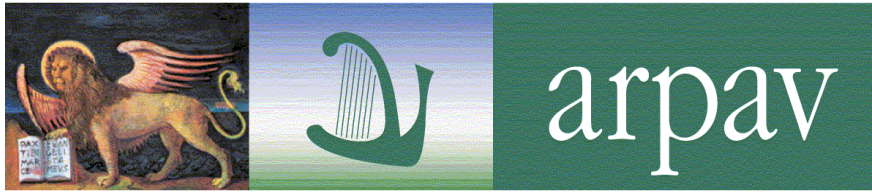
Sorgente (inquinante): Fonte da cui ha origine l'emissione della sostanza inquinante. Può essere naturale (acque, sole, foreste) o antropica (infrastrutture e servizi). A seconda della quantità di inquinante emessa e delle modalità di emissione una sorgente può essere puntuale, diffusa, lineare.

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 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