

**Cliente** Enel Produzione S.p.A.

**Oggetto** Centrale "Andrea Palladio" di Fusina  
Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas  
  
Studio di Impatto Ambientale (art.22 D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.)  
Allegato A – Emissioni degli inquinanti in atmosfera e valutazione delle ricadute sulla qualità dell'aria

**Ordine** A.Q. 8400134283  
attivazione N. 3500038647 del 04.04.2019

**Note** WBS A1300001867  
Lettera di trasmissione B9014186

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

PAD B9014444 (2716181) - USO RISERVATO

**N. pagine** 132                      **N. pagine fuori testo** 42

**Data** 29/11/2019

**Elaborato** ESC - Manzi Giovanni, ESC - Capra Davide, ESC - D'Aleo Marco  
B9014444 3293 AUT

**Verificato** ESC - Pertot Cesare

**Approvato** ESC - Il Responsabile - Pertot Cesare  
B9014444 3840 APP

## *Indice*

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO</b> .....	<b>6</b>
2.1	Caratterizzazione meteoclimatica.....	6
2.1.1	Classificazione dei climi di Köppen-Geiger .....	7
2.1.2	Analisi climatologica.....	8
2.2	Caratterizzazione meteorologica.....	14
2.2.1	Temperatura .....	15
2.2.2	Umidità relativa .....	19
2.2.4	Precipitazione .....	22
2.2.5	Velocità e direzione del vento .....	25
<b>3</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA</b> .....	<b>27</b>
3.1	Quadro normativo .....	27
3.2	L'inventario delle emissioni .....	31
3.3	La rete di monitoraggio della qualità dell'aria.....	37
3.4	Lo stato attuale della qualità dell'aria .....	40
3.4.1	Biossido di zolfo.....	41
3.4.2	Monossido di carbonio .....	41
3.4.3	Biossido di azoto e ossidi di azoto totali.....	41
3.4.4	Ozono.....	45
3.4.5	Particolato PM <sub>10</sub> .....	50
3.4.6	Particolato PM <sub>2,5</sub> .....	57
3.4.7	Benzene.....	59
3.4.8	Benzo(a)pirene.....	60
3.4.9	Piombo .....	62
3.4.11	Arsenico, Nichel e Cadmio .....	64
<b>4</b>	<b>STIMA E VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI SULLA COMPONENTE ATMOSFERA</b> .....	<b>68</b>
4.1	Fase di realizzazione.....	68
4.1.1	Descrizione delle attività di cantiere.....	70
4.1.1.1	Area di cantiere .....	72
4.1.1.2	Mezzi utilizzati per la costruzione .....	73
4.1.1.3	Movimentazioni di terra.....	74
4.1.1.4	Programma cronologico .....	74
4.1.2	Stima delle emissioni in fase di cantiere .....	75
4.1.2.1	Polveri da attività di costruzione .....	76
4.1.2.1.1	Metodologia di stima delle emissioni .....	76
4.1.2.1.2	Stima delle emissioni .....	77
4.1.2.2	Emissioni dai motori dei mezzi d'opera .....	77
4.1.2.2.1	Metodologia di stima delle emissioni .....	77
4.1.2.2.2	Stima delle emissioni .....	78
4.1.2.3	Traffico indotto.....	79
4.1.2.3.1	Metodologia di stima delle emissioni .....	79
4.1.2.3.2	Stima delle emissioni .....	80

4.2	Fase di esercizio .....	81
4.2.1	Selezione e struttura dello strumento modellistico.....	81
4.2.1.1	Principi metodologici generali .....	81
4.2.1.2	Finalità dell'applicazione.....	83
4.2.1.3	Caratteristiche del sito.....	83
4.2.1.4	Caratteristiche delle sorgenti di emissione .....	84
4.2.1.5	Selezione e composizione dello strumento modellistico .....	85
4.2.1.5.1	WRF .....	86
4.2.1.5.2	CALMET.....	89
4.2.1.5.3	CALPUFF.....	90
4.2.1.6	Validazione dello strumento modellistico .....	91
4.2.2	Applicazione al caso in esame.....	91
4.2.2.1	Scala temporale: periodo di simulazione e passo temporale.....	91
4.2.2.2	Scala spaziale: ambito territoriale e risoluzione spaziale.....	92
4.2.2.3	Banche dati .....	93
4.2.2.3.1	Orografia .....	93
4.2.2.3.2	Uso del suolo.....	94
4.2.2.4	Sostanze considerate .....	98
4.2.2.5	Schemi chimici.....	98
4.2.2.6	Effetto Building Downwash .....	100
4.2.3	Analisi meteorologica.....	101
4.2.3.1	Selezione delle stazioni meteorologiche di confronto.....	101
4.2.3.2	Confronto modello con misure meteorologiche .....	101
4.2.3.3	Stabilità atmosferica e altezza strato rimescolato nell'area .....	109
4.2.5	Scenari emissivi .....	113
4.2.5.1	Scenario attuale .....	114
4.2.5.2	Scenario di progetto.....	115
4.2.5.3	Bilancio massico .....	116
4.2.6	Concentrazioni in aria ambiente.....	117
4.2.6.1	Tavole fuori testo.....	117
4.2.6.1.1	SO <sub>2</sub> .....	118
4.2.6.1.2	NO <sub>2</sub> e NO <sub>x</sub> .....	119
4.2.6.1.3	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> e SPM.....	120
4.2.6.1.4	CO.....	121
4.2.6.2	Andamento temporale delle concentrazioni in atmosfera .....	121
4.2.6.3	Confronti con limiti di legge .....	122
4.2.6.4	Recettori sensibili.....	124
4.2.7	Conclusioni.....	127
<b>5</b>	<b>IMPATTI SUL CLIMA .....</b>	<b>128</b>
<b>6</b>	<b>VALUTAZIONI FINALI.....</b>	<b>129</b>
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>131</b>

## *Indice delle Tavole*

- Tavola AV-01.a – Scenario attuale (area vasta) – SO<sub>2</sub> – Concentrazione media annua  
 Tavola AV-02.a – Scenario attuale (area vasta) – SO<sub>2</sub> – Conc. giornaliera superata 3 volte per anno civile  
 Tavola AV-03.a – Scenario attuale (area vasta) – SO<sub>2</sub> – Conc. oraria superata 24 volte per anno civile  
 Tavola AV-04.a – Scenario attuale (area vasta) – NO<sub>2</sub> – Concentrazione media annua  
 Tavola AV-04.p1 – Scenario di progetto [fase 1] (area vasta) – NO<sub>2</sub> – Concentrazione media annua  
 Tavola AV-04.p2 – Scenario di progetto [fase 2] (area vasta) – NO<sub>2</sub> – Concentrazione media annua  
 Tavola AV-05.a – Scenario attuale (area vasta) – NO<sub>2</sub> – Conc. oraria superata 18 volte per anno civile  
 Tavola AV-05.p1 – Scenario di progetto [fase 1] (area vasta) – NO<sub>2</sub> – Conc. oraria sup. 18 volte per anno civile  
 Tavola AV-05.p2 – Scenario di progetto [fase 2] (area vasta) – NO<sub>2</sub> – Conc. oraria sup. 18 volte per anno civile  
 Tavola AV-06.a – Scenario attuale (area vasta) – NO<sub>x</sub> – Concentrazione media annua  
 Tavola AV-06.p1 – Scenario di progetto [fase 1] (area vasta) – NO<sub>x</sub> – Concentrazione media annua  
 Tavola AV-06.p2 – Scenario di progetto [fase 2] (area vasta) – NO<sub>x</sub> – Concentrazione media annua  
 Tavola AV-07.a – Scenario attuale (area vasta) – PM<sub>10</sub> – Concentrazione media annua  
 Tavola AV-08.a – Scenario attuale (area vasta) – PM<sub>10</sub> – Conc. giornaliera superata 35 volte per anno civile  
 Tavola AV-09.a – Scenario attuale (area vasta) – PM<sub>2,5</sub> – Concentrazione media annua  
 Tavola AV-10.a – Scenario attuale (area vasta) – SPM – Concentrazione media annua  
 Tavola AV-10.p1 – Scenario di progetto [fase 1] (area vasta) – SPM – Concentrazione media annua  
 Tavola AV-10.p2 – Scenario di progetto [fase 2] (area vasta) – SPM – Concentrazione media annua  
 Tavola AV-11.a – Scenario attuale (area vasta) – CO – Conc. media massima giornaliera calcolata su 8 ore  
 Tavola AV-11.p1 – Scenario di progetto [fase 1] (area vasta) – CO – Conc. media max giorn. calcolata su 8 ore  
 Tavola AV-11.p2 – Scenario di progetto [fase 2] (area vasta) – CO – Conc. media max giorn. calcolata su 8 ore
- Tavola AL-01.a – Scenario attuale (area vasta) – SO<sub>2</sub> – Concentrazione media annua  
 Tavola AL-02.a – Scenario attuale (area vasta) – SO<sub>2</sub> – Conc. giornaliera superata 3 volte per anno civile  
 Tavola AL-03.a – Scenario attuale (area vasta) – SO<sub>2</sub> – Conc. oraria superata 24 volte per anno civile  
 Tavola AL-04.a – Scenario attuale (area vasta) – NO<sub>2</sub> – Concentrazione media annua  
 Tavola AL-04.p1 – Scenario di progetto [fase 1] (area vasta) – NO<sub>2</sub> – Concentrazione media annua  
 Tavola AL-04.p2 – Scenario di progetto [fase 2] (area vasta) – NO<sub>2</sub> – Concentrazione media annua  
 Tavola AL-05.a – Scenario attuale (area vasta) – NO<sub>2</sub> – Conc. oraria superata 18 volte per anno civile  
 Tavola AL-05.p1 – Scenario di progetto [fase 1] (area vasta) – NO<sub>2</sub> – Conc. oraria sup. 18 volte per anno civile  
 Tavola AL-05.p2 – Scenario di progetto [fase 2] (area vasta) – NO<sub>2</sub> – Conc. oraria sup. 18 volte per anno civile  
 Tavola AL-06.a – Scenario attuale (area vasta) – NO<sub>x</sub> – Concentrazione media annua  
 Tavola AL-06.p1 – Scenario di progetto [fase 1] (area vasta) – NO<sub>x</sub> – Concentrazione media annua  
 Tavola AL-06.p2 – Scenario di progetto [fase 2] (area vasta) – NO<sub>x</sub> – Concentrazione media annua  
 Tavola AL-07.a – Scenario attuale (area vasta) – PM<sub>10</sub> – Concentrazione media annua  
 Tavola AL-08.a – Scenario attuale (area vasta) – PM<sub>10</sub> – Conc. giornaliera superata 35 volte per anno civile  
 Tavola AL-09.a – Scenario attuale (area vasta) – PM<sub>2,5</sub> – Concentrazione media annua  
 Tavola AL-10.a – Scenario attuale (area vasta) – SPM – Concentrazione media annua  
 Tavola AL-10.p1 – Scenario di progetto [fase 1] (area vasta) – SPM – Concentrazione media annua  
 Tavola AL-10.p2 – Scenario di progetto [fase 2] (area vasta) – SPM – Concentrazione media annua  
 Tavola AL-11.a – Scenario attuale (area vasta) – CO – Conc. media massima giornaliera calcolata su 8 ore  
 Tavola AL-11.p1 – Scenario di progetto [fase 1] (area vasta) – CO – Conc. media max giorn. calcolata su 8 ore  
 Tavola AL-11.p2 – Scenario di progetto [fase 2] (area vasta) – CO – Conc. media max giorn. calcolata su 8 ore

## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	29/11/2019	B9014444	Prima emissione

## 1 PREMESSA

Nel presente documento si riportano la definizione delle caratteristiche meteorologiche del sito e dello stato attuale della qualità dell'aria, insieme alla valutazione degli impatti sulla componente atmosfera generati dalla realizzazione dell'impianto in progetto e alla verifica del rispetto della normativa vigente in materia di ricaduta delle emissioni in atmosfera associate all'esercizio dell'impianto in configurazione attuale e nelle fasi previste dal progetto.

## 2 INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO

### 2.1 Caratterizzazione meteo climatica

L'area di indagine intorno alla Centrale Enel "Andrea Palladio" di Fusina ricade nella laguna Veneta (Figura 2.1.1) e come tutta la zona costiera che si estende dalla foce del Po alla laguna di Marano, presenta caratteri climatici molto più vicini a quelli della pianura padana che non a quelli tipici di un ambiente mediterraneo.

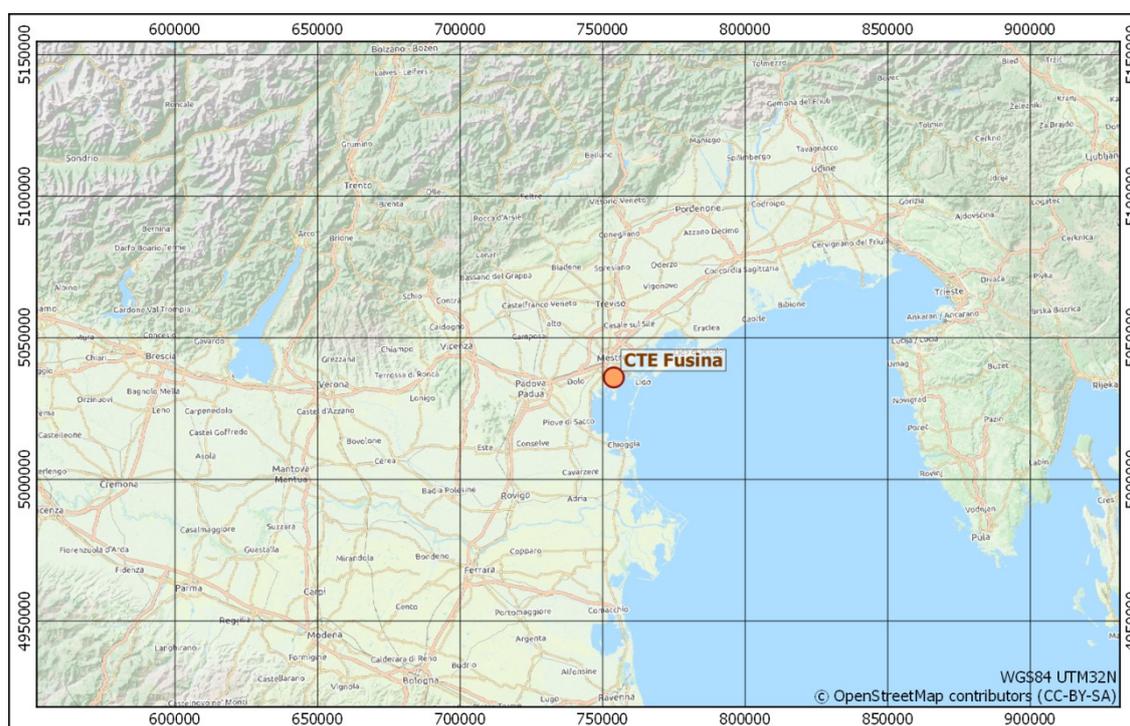


Figura 2.1.1 - Inquadramento dell'area di indagine

## 2.1.1 Classificazione dei climi di Köppen-Geiger

Nel sistema di Köppen, ciascun clima viene definito empiricamente in base a dei valori prestabiliti di temperatura e di precipitazione calcolati su base annua o mensile. In tale classificazione non si tiene conto delle cause del clima in termini di pressione e di fasce di venti, di masse d'aria, di fronti o di perturbazioni. È possibile invece assegnare una certa località ad un particolare sottogruppo climatico soltanto sulla base dei dati locali di temperatura e di precipitazioni purché, naturalmente, il periodo di osservazione sia abbastanza lungo da fornire delle medie significative.

In base alla classificazione dei climi di Köppen-Geiger (Figura 2.1.2), la regione di interesse rientra nella tipologia "Cfa":

- Gruppo principale: "C", clima temperato delle medie latitudini.  
Il mese più freddo ha una temperatura media inferiore a 18 °C ma superiore a -3 °C. Almeno un mese ha una temperatura media superiore a 10 °C. Pertanto, i climi "C" hanno sia una stagione estiva, sia una invernale.
- Sottogruppo: "f", umido  
Precipitazioni abbondanti in tutti i mesi. Manca una stagione asciutta.
- Terzo codice: "a", con estate molto calda  
Il mese più caldo è superiore a 22 °C.

Il clima della regione è dunque classificabile come temperato umido in tutte le stagioni con estate molto calda.

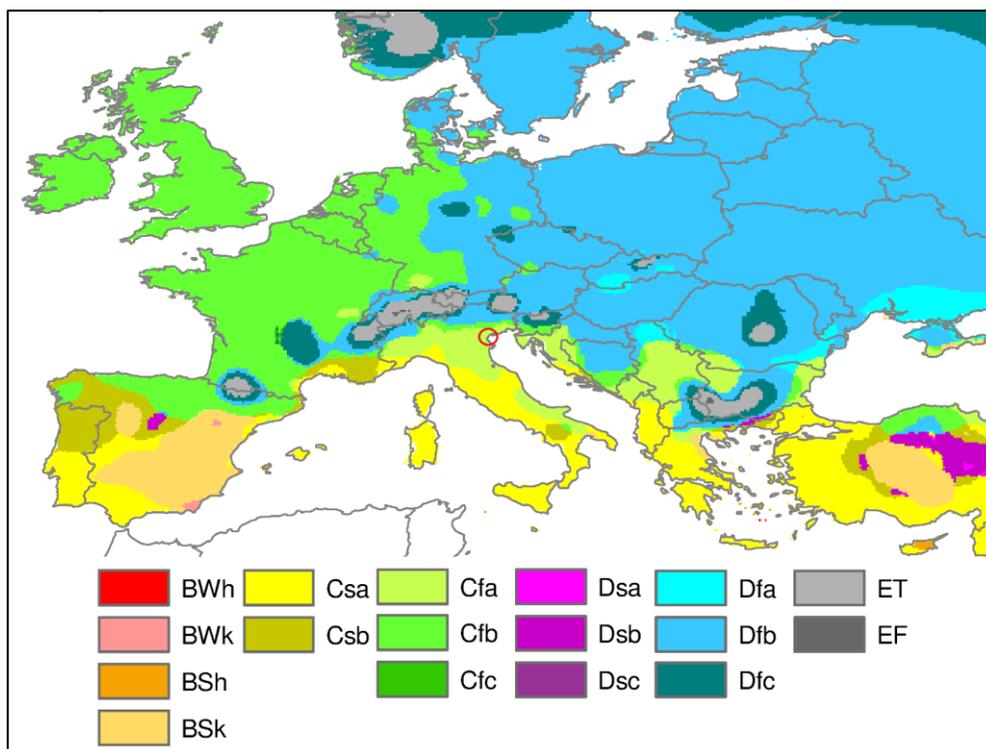
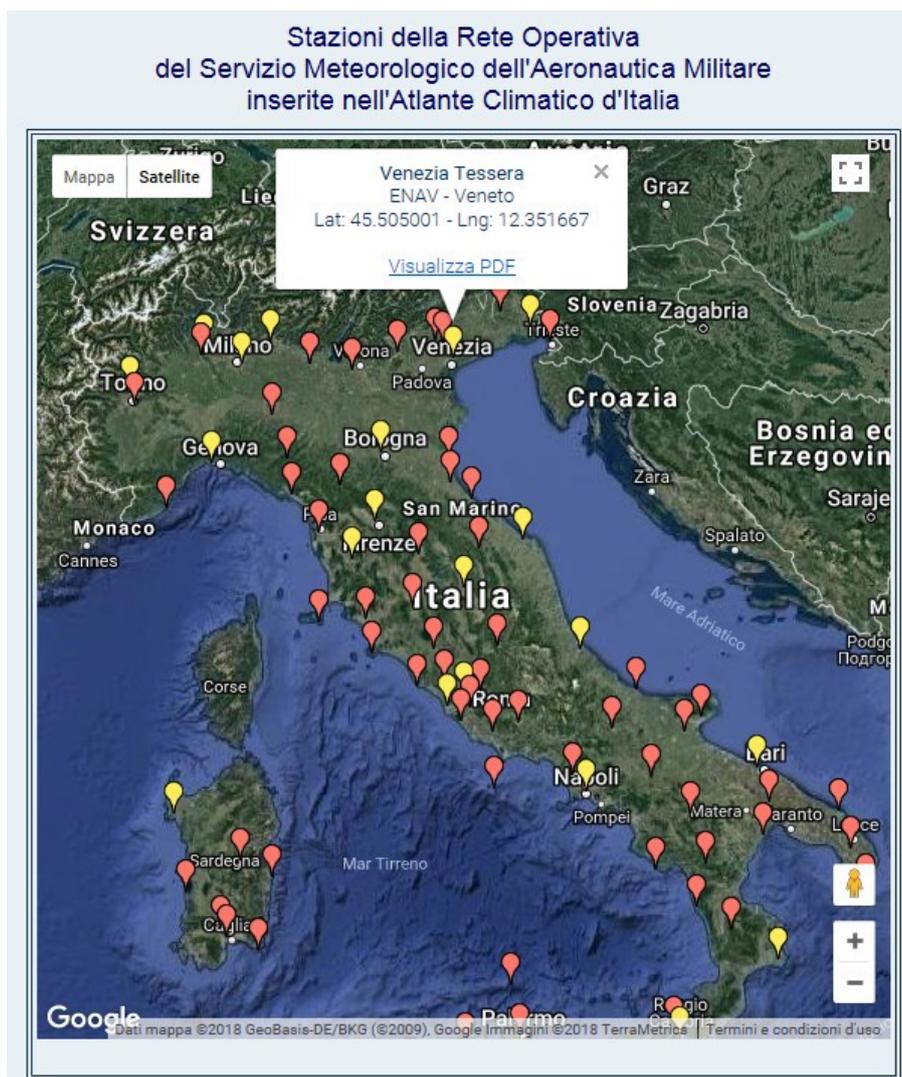


Figura 2.1.2 - Classificazione di Köppen Geiger

## 2.1.2 Analisi climatologica

Al fine di completare l'analisi meteorologica di carattere generale, sono stati analizzati anche i dati disponibili nell'Atlante Climatico dell'Aeronautica Militare per il trentennio 1971 – 2000 della stazione di Venezia Tessera (ENAV Veneto lat. 45.505 – lon. 12.352 quota 2 m s.l.m.) (Figura 2.1.3).



**Figura 2.1.3 – Stazioni della Rete Operativa del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare inserite nell'Atlante Climatico d'Italia. Localizzazione stazione Venezia Tessera**

Gli andamenti delle temperature registrate nel trentennio 1971-2000 sono riportati su base mensile in Figura 2.1.4. Il mese mediamente più freddo risulta essere gennaio e quello più caldo luglio. Il valore minimo mensile più basso del trentennio è stato di -12 °C registrato nel mese di gennaio 1985 mentre il valore massimo mensile più alto è stato di 35.1 °C registrato nel mese di agosto 1998.

Gli andamenti delle precipitazioni e dell'umidità relativa registrate nel trentennio 1971-2000 sono riportati su base mensile in Figura 2.1.5. I mesi che fanno registrare mediamente le quantità massime di precipitazioni (RQ4 quarto quintile della distribuzione delle precipitazioni) sono quelli primaverili di aprile e maggio, e quelli autunnali di ottobre e novembre. La massima precipitazione nelle 24h, pari a 98.8 mm, è stata registrata nel mese di settembre 1993. I mesi dell'anno che mediamente risultano avere il maggior numero di giorni piovosi sono quelli da aprile a giugno, con 8-9 giorni piovosi ( $R > 1$  mm). L'andamento dell'umidità relativa mostra valori massimi delle medie mensili costantemente superiori al 90% e quelli minimi che nei mesi invernali sono tra il 60 e il 70%, e in quelli estivi scendono fino al 50%.

I giorni tipo delle percentuali dei casi con nubi temporalesche nel periodo 1973-2000 sono riportati su base stagionale in Figura 2.1.6. La maggioranza dei fenomeni temporaleschi, in questa area geografica, si verificano indubbiamente nella stagione estiva con i picchi nelle ore serali (18-20) che superano il 9%. Anche nella stagione primaverile le percentuali di fenomeni se pur inferiore risulta apprezzabile, raggiungendo valori intorno al 4% sempre nelle ore serali (17-19). Sporadici, e con percentuali sempre inferiori al 3%, i fenomeni nella stagione autunnale. Sono invece praticamente assenti i fenomeni nel periodo invernale.

Le rose dei venti delle ore 00, 06, 12 e 18 UTC, elaborate su base stagionali nel trentennio 1971-2000 sono riportate in Figura 2.1.7. L'analisi delle rose del vento notturne (ore 00 e 06 UTC) mostra per tutte le stagioni una gran frequenza di situazioni di vento debole, con le percentuali di calme comprese tra il 44 e il 54%. La direzione di provenienza prevalente in queste ore, risulta essere per tutte le stagioni quella dai settori NE e N. Dall'analisi delle rose diurne (12 e 18 UTC), emerge come le percentuali di calme, soprattutto nelle rose primaverili e estive, siano decisamente inferiori, alle ore 12, si scende sotto il 10% e alle ore 18 ci si attesta intorno al 20%. La direzione di provenienza prevalente in queste ore, rimane quella del settore NE, per la stagione invernale e primaverile, mentre nelle stagioni estive e autunnali si ha una prevalenza della provenienza dei venti dai settori S e SE.



Copyright Aeronautica Militare - Servizio Meteorologico

VENEZIA/TESSERA (VE) 2 m. s.l.m. (a.s.l.)

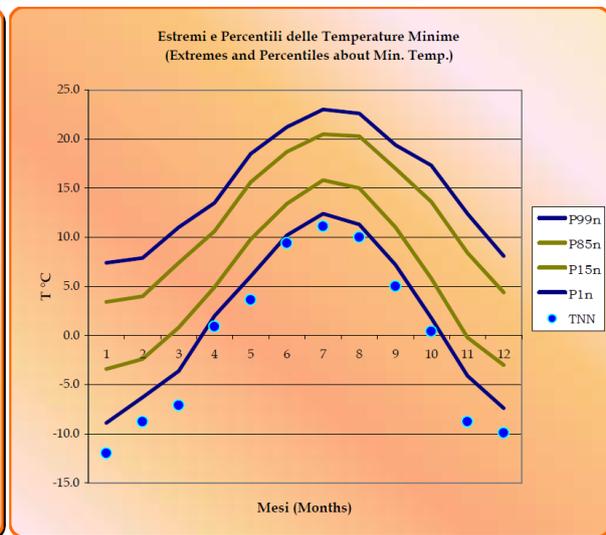
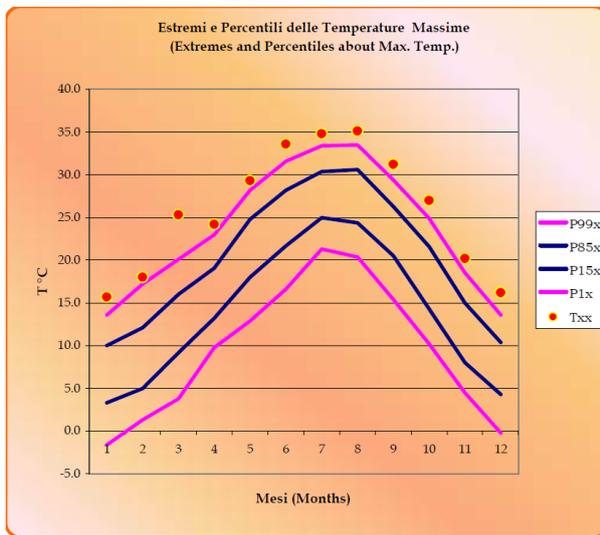
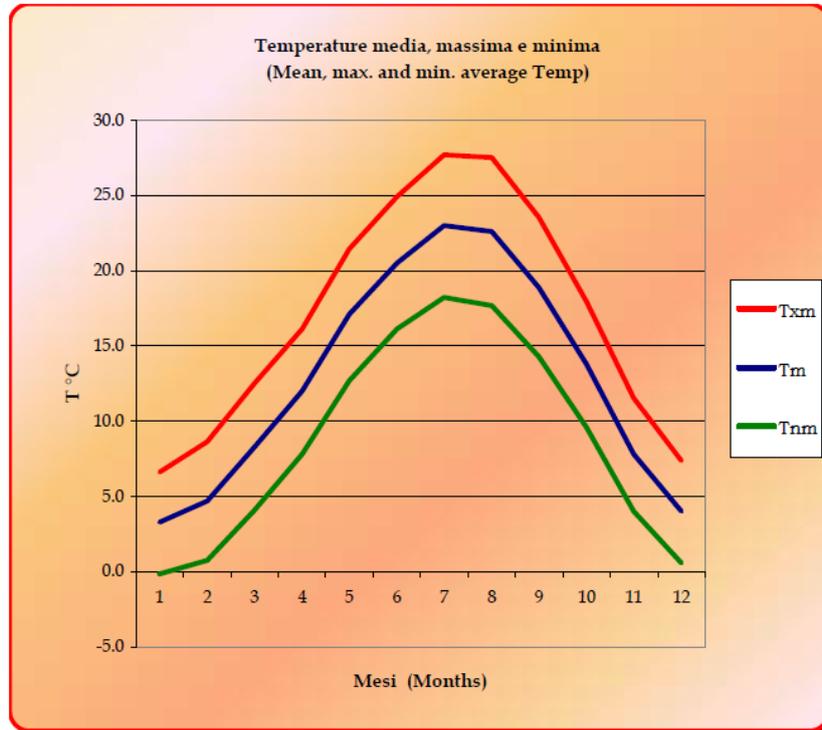


Figura 2.1.4 – Andamenti Mensili Temperature nel trentennio 1971-2000 nella stazione di Venezia Tessera



**VENEZIA/TESSERA (VE) 2 m. s.l.m. (a.s.l.)**

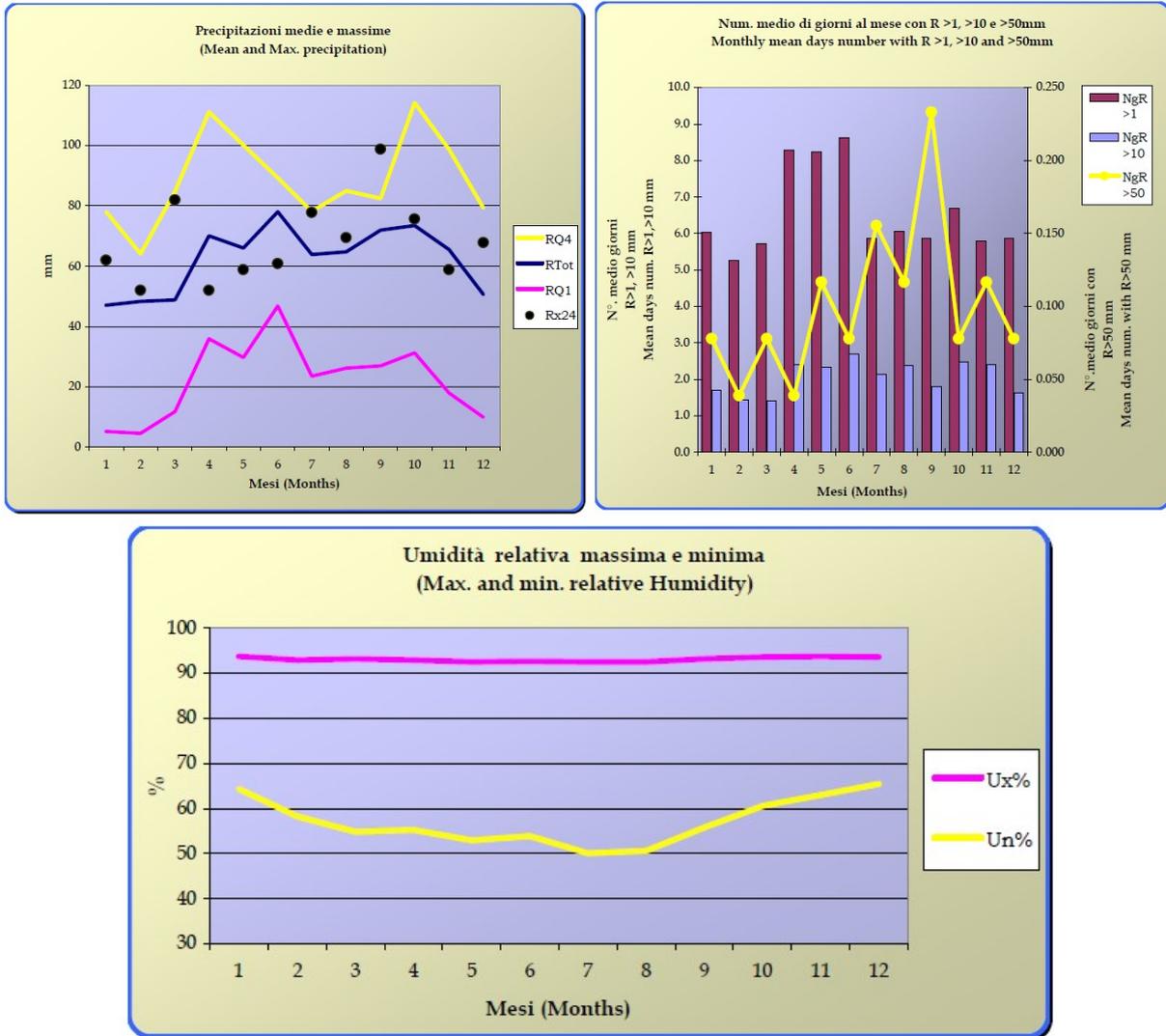


Figura 2.1.5 – Andamenti Mensili Precipitazioni e Umidità relativa nel trentennio 1971-2000 nella stazione di Venezia Tesserà



VENEZIA/TESSERA (VE) 2 m. s.l.m. (a.s.l.)

PERCENTUALE DI CASI CON NUBI TEMPORALESCHES NEL PERIODO 1973-2000 NELLE VARIE STAGIONI  
(PERCENTAGE OF OBSERVED CUMULONIMBUS IN THE PERIOD 1973-2000 FOR EACH SEASON)

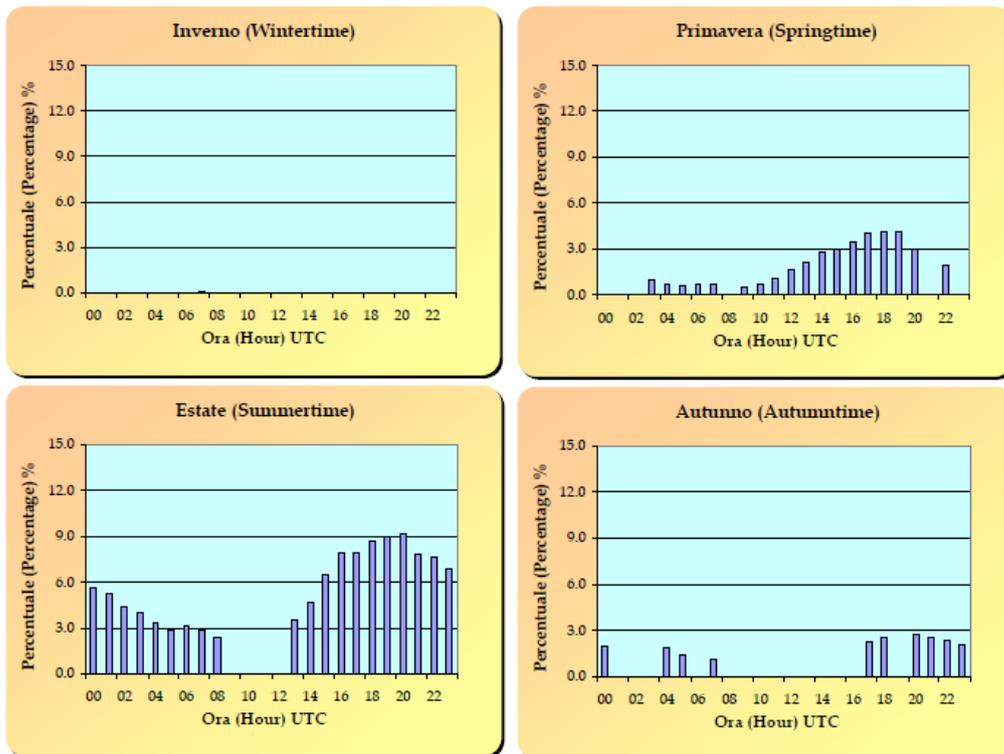
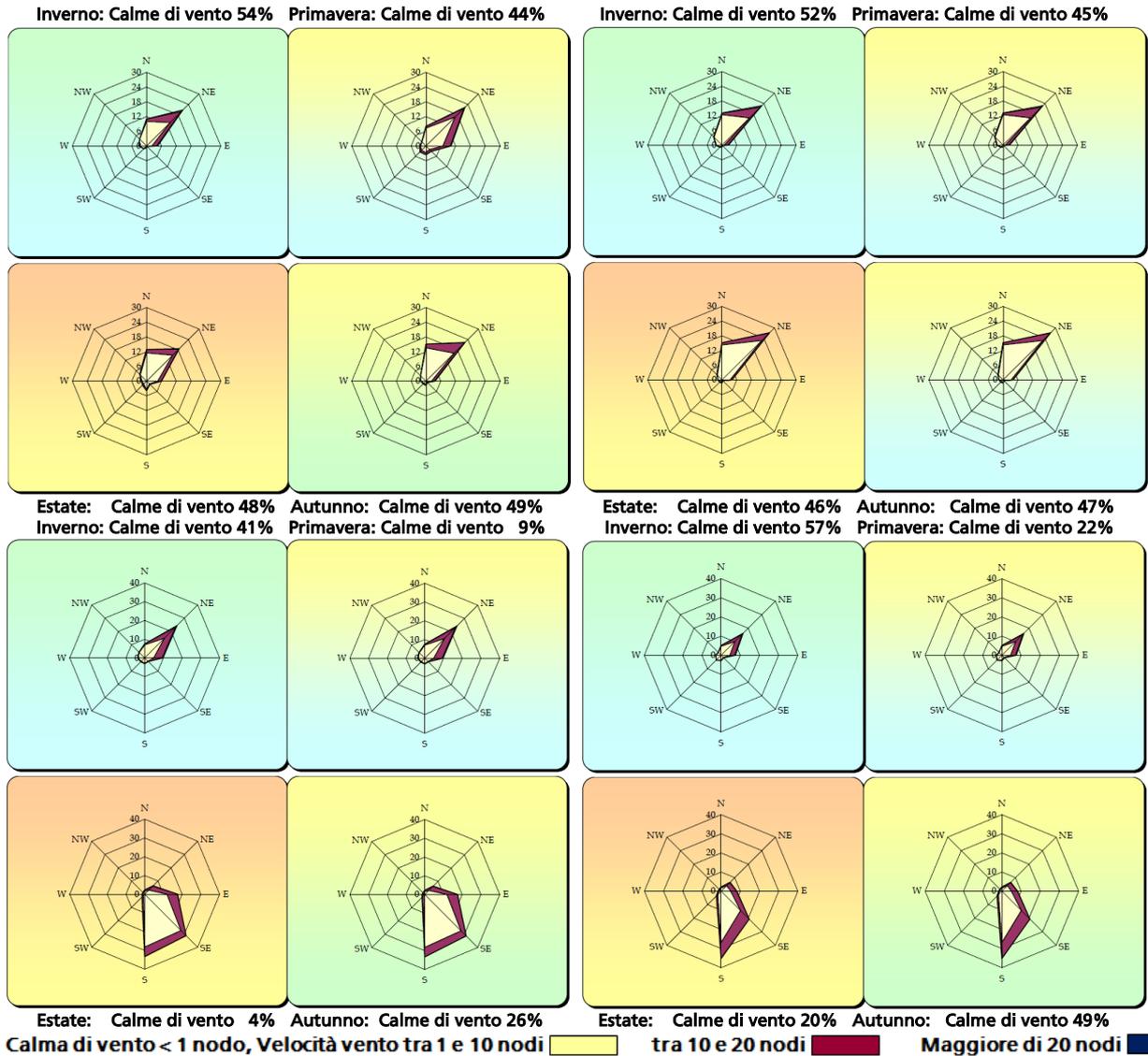


Figura 2.1.6 – Giorni tipo stagionali delle Percentuali di casi con nubi temporalesche nel periodo 1973-2000 nella stazione di Venezia Tessa



**VENEZIA/TESSERA (VE) 2 m. s.l.m. (a.s.l.)**



**Figura 2.1.7 – Rose dei venti stagionali alle ore 00, 06, 12 e 18 UTC nel trentennio 1971-2000 nella stazione di Venezia Tessera**

## 2.2 Caratterizzazione meteorologica

La caratterizzazione meteorologica dell'area oggetto di studio è stata condotta analizzando i dati dei principali parametri meteorologici raccolti dalla rete regionale dell'ARPAV e resi disponibili attraverso il sito <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/meteo/monitoraggio> (Figura 2.2.1). Le stazioni considerate sono le 5 più prossime alla centrale Enel "Andrea Palladio" di Fusina (Figura 2.2.2), Venezia Istituto Cavanis a circa 5 km in direzione E, Mira a circa 10 km in direzione W, Favaro Veneto a circa 11 km in direzione N, Campagna Lupia a circa 12 km in direzione SW e Cavallino Treporti a circa 19 km in direzione ENE. I dati analizzati sono quelli del quinquennio 2014 – 2018.

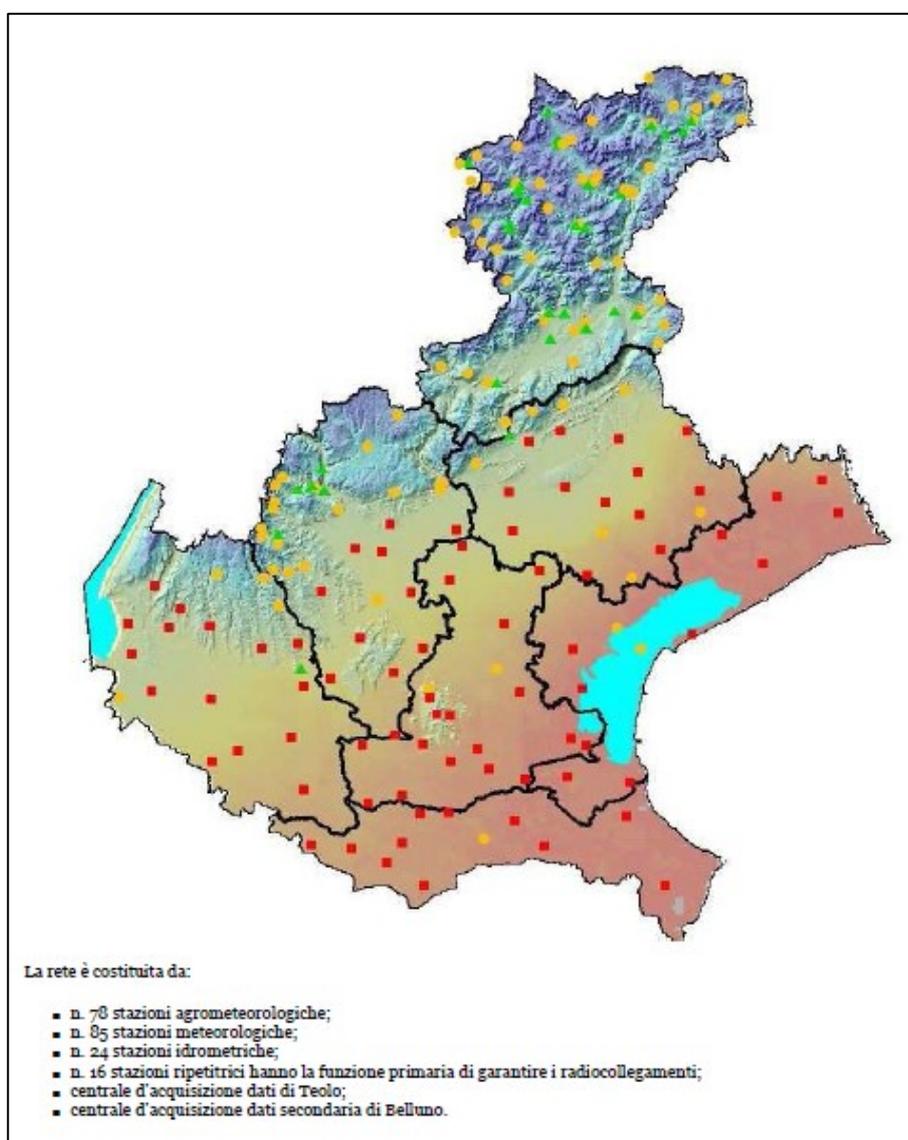


Figura 2.2.1 – Rete regionale di telemisura dell'ARPAV

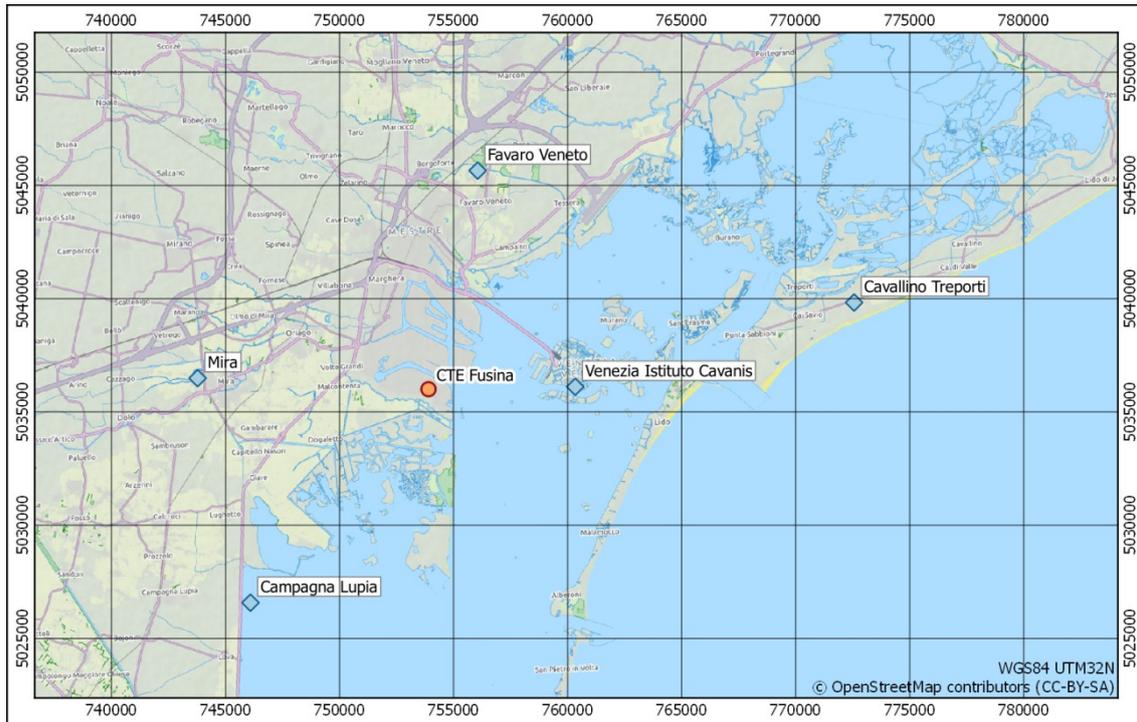


Figura 2.2.2 – Centrale Enel di Fusina e stazioni meteorologiche analizzate nello studio

### 2.2.1 Temperatura

Dalla Tabella 2.2.1 alla Tabella 2.2.5 vengono riportati per ogni mese ed anno i valori medi delle temperature minime, medie e massime delle stazioni meteorologiche di Venezia Istituto Cavanis, Mira, Favaro Veneto, Campagna Lupia e Cavallino Treporti.

Per quanto riguarda i valori mensili sono calcolati come valori medi, rispettivamente, dei minimi, delle medie e dei massimi giornalieri. Il valore medio annuale è il valore medio dei valori mensili dell'anno.

**Tabella 2.2.1 - Valori della temperatura dell'aria nella stazione di Venezia – Istituto Cavanis**

Venezia - Istituto Cavanis													
Temperatura aria a 2m (°C) media delle minime													
Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Med.
2014	6.1	6.8	9.1	13.1	15.1	19.5	20.0	19.7	17.2	14.8	11.1	5.7	13.2
2015	3.9	4.7	8.1	11.2	16.5	20.2	24.1	22.0	17.7	12.7	7.9	3.7	12.7
2016	2.7	6.1	7.9	12.1	14.8	19.6	22.5	20.6	19.1	12.2	8.4	2.9	12.4
2017	0.1	5.6	9.1	11.8	16.2	21.1	21.5	22.1	15.3	12.3	7.2	2.9	12.1
2018	5.0	2.5	5.3	13.6	17.6	20.9	22.6	23.3	19.1	14.4	10.4	3.5	13.2
Temperatura aria a 2m (°C) media delle medie													
2014	7.7	8.9	12.2	15.9	18.3	23.1	23.6	23.2	20.1	17.5	13.0	7.6	15.9
2015	6.3	7.1	10.6	14.1	19.1	23.7	27.6	25.7	21.0	15.3	10.2	5.9	15.6
2016	5.0	8.3	10.4	14.6	17.7	22.9	25.9	24.5	22.6	14.8	10.5	5.5	15.2
2017	2.7	7.5	12.4	14.7	18.9	24.4	25.4	26.1	18.5	15.2	9.6	5.3	15.1
2018	7.1	4.7	7.5	16.6	20.9	24.4	26.4	27.3	22.8	17.5	12.2	5.8	16.1
Temperatura aria a 2m (°C) media delle massime													
2014	9.6	11.2	15.5	18.7	21.4	26.2	26.8	26.6	23.0	20.5	15.4	9.9	18.7
2015	9.0	9.8	13.3	17.3	21.8	26.6	30.6	29.3	24.1	18.2	12.9	8.6	18.5
2016	7.7	10.7	13.1	17.3	20.5	25.9	28.9	27.7	25.9	17.6	12.9	8.9	18.1
2017	5.7	9.8	15.7	17.5	21.7	27.2	28.3	29.5	21.6	18.2	12.2	8.2	18.0
2018	9.6	6.8	9.9	19.9	24.3	27.6	29.7	30.9	26.2	20.8	14.3	8.7	19.1

**Tabella 2.2.2 - Valori della temperatura dell'aria nella stazione di Mira**

Mira													
Temperatura aria a 2m (°C) media delle minime													
Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Med.
2014	4.4	5.0	5.9	9.7	11.9	16.1	17.2	16.6	14.3	11.8	8.3	3.3	10.4
2015	-0.1	1.8	4.3	7.4	13.8	16.8	20.6	18.5	14.6	10.0	4.6	0.8	9.4
2016	-0.6	4.0	5.1	9.4	12.2	16.6	18.8	16.9	15.4	9.3	6.0	-0.4	9.4
2017	-3.0	3.4	5.4	8.2	12.8	17.8	18.1	18.3	13.1	8.7	3.9	-1.1	8.8
2018	1.8	0.5	3.6	10.4	14.6	16.7	18.9	18.8	15.5	10.8	7.8	-0.4	9.9
Temperatura aria a 2m (°C) media delle medie													
2014	6.8	8.2	11.0	14.8	17.4	21.9	22.4	21.7	18.7	15.8	11.4	6.1	14.7
2015	4.0	5.7	9.3	13.1	18.4	22.7	26.5	24.2	19.5	13.8	8.2	3.9	14.1
2016	3.0	7.5	9.6	14.0	17.1	21.8	25.2	23.1	21.0	13.5	9.2	3.3	14.0
2017	0.9	6.6	11.1	13.7	18.3	23.9	24.5	24.9	17.5	13.5	7.8	2.7	13.8
2018	5.4	3.7	7.0	15.8	19.7	22.5	24.3	24.5	20.3	15.2	10.5	3.1	14.3
Temperatura aria a 2m (°C) media delle massime													
2014	9.5	11.9	16.7	20.0	22.8	27.4	27.6	27.3	23.9	20.9	15.4	9.6	19.4
2015	9.0	10.3	14.3	18.7	23.1	27.9	31.8	30.3	24.9	18.9	13.0	8.7	19.2
2016	7.7	11.3	14.2	19.0	22.1	27.6	31.2	29.6	27.7	18.4	13.1	8.8	19.2
2017	6.0	10.5	17.4	19.1	23.6	29.5	30.3	31.3	22.7	19.9	12.4	7.6	19.2
2018	9.8	7.1	11.0	21.3	24.8	28.1	30.0	31.0	26.7	20.8	13.8	7.8	19.4

**Tabella 2.2.3 - Valori della temperatura dell'aria nella stazione di Favaro Veneto**

<b>Favaro Veneto</b>													
<b>Temperatura aria a 2m (°C) media delle minime</b>													
Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Med.
2014	3.4	3.5	4.1	7.6	9.6	14.2	16.2	15.3	12.8	10.1	7.1	2.0	8.8
2015	-1.3	0.4	2.3	5.2	11.8	14.9	18.8	16.9	12.7	8.1	3.0	-0.5	7.7
2016	-2.7	2.7	3.5	7.2	10.0	14.8	17.1	14.9	13.4	7.7	4.4	-2.0	7.6
2017	-5.6	---	---	---	---	---	---	---	---	8.1	3.5	-1.7	---
2018	1.4	0.0	3.3	9.6	13.9	16.2	18.4	18.1	14.1	9.7	7.4	-1.1	9.3
<b>Temperatura aria a 2m (°C) media delle medie</b>													
2014	6.4	7.7	10.2	13.8	16.3	21.2	21.8	20.9	17.9	15.0	11.0	5.7	14.0
2015	3.6	5.2	8.6	12.4	17.5	21.6	25.6	23.3	18.4	12.8	7.5	3.5	13.3
2016	2.0	7.1	9.1	13.3	16.0	21.0	23.9	21.9	19.5	12.5	8.7	2.6	13.1
2017	-0.4	---	---	---	---	---	---	---	---	12.9	7.6	2.5	---
2018	5.3	3.5	6.9	15.4	19.6	22.5	24.1	24.3	19.8	14.8	10.4	2.9	14.1
<b>Temperatura aria a 2m (°C) media delle massime</b>													
2014	9.6	11.8	16.8	20.2	22.7	27.7	28.1	27.4	24.3	21.2	15.7	9.9	19.6
2015	9.5	10.9	14.8	19.0	23.2	28.0	32.2	30.8	25.2	19.0	13.5	9.2	19.6
2016	8.0	11.4	14.7	19.4	22.4	27.6	30.9	29.7	27.4	18.3	13.5	9.7	19.4
2017	6.5	---	---	---	---	---	---	---	---	19.2	12.5	7.8	---
2018	9.8	7.1	10.8	21.0	25.0	28.0	29.8	31.1	26.5	20.8	13.9	8.0	19.3

**Tabella 2.2.4 - Valori della temperatura dell'aria nella stazione di Campagna Lupia**

<b>Campagna Lupia</b>													
<b>Temperatura aria a 2m (°C) media delle minime</b>													
Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Med.
2014	4.2	4.9	6.2	10.0	12.2	16.3	17.4	16.9	14.2	12.1	8.4	3.0	10.5
2015	-0.5	1.9	4.8	8.1	14.1	16.7	20.6	18.5	14.6	10.0	4.4	0.2	9.4
2016	-1.2	3.9	5.2	9.5	12.4	16.6	19.2	16.9	15.1	9.1	5.9	-0.3	9.4
2017	-3.2	3.3	5.5	8.9	13.3	18.1	18.3	18.4	13.4	9.0	4.2	-1.2	9.0
2018	2.1	0.8	4.4	11.1	15.0	17.4	19.5	19.4	15.6	11.0	8.6	-0.5	10.4
<b>Temperatura aria a 2m (°C) media delle medie</b>													
2014	6.6	8.1	11.0	15.0	17.4	22.1	22.6	21.9	18.7	16.0	11.3	5.9	14.7
2015	3.6	5.7	9.5	13.4	18.4	22.5	26.5	24.0	19.6	13.7	8.0	3.2	14.0
2016	2.5	7.3	9.5	14.0	17.1	21.7	25.0	23.1	20.7	13.3	9.2	3.1	13.9
2017	0.7	6.5	11.2	14.2	18.5	24.1	24.8	25.1	17.9	13.6	8.0	2.8	14.0
2018	5.5	4.0	7.5	16.4	20.0	23.0	25.0	24.9	20.3	15.4	11.2	3.0	14.7
<b>Temperatura aria a 2m (°C) media delle massime</b>													
2014	9.3	11.3	15.8	19.3	22.2	26.9	27.3	26.9	23.3	20.6	14.9	9.3	18.9
2015	8.6	9.7	13.6	17.9	22.1	26.9	31.1	29.4	24.2	17.9	12.3	7.7	18.4
2016	7.1	10.8	13.3	18.1	21.3	26.3	29.7	28.3	26.5	17.7	12.9	8.0	18.3
2017	5.4	10.1	16.7	18.7	23.1	28.9	30.3	30.7	22.6	19.4	12.2	7.6	18.8
2018	9.8	7.2	10.6	21.0	24.6	28.2	30.2	30.5	25.6	20.4	13.9	7.4	19.1

**Tabella 2.2.5 - Valori della temperatura dell'aria nella stazione di Cavallino Treporti**

<b>Cavallino Treporti</b>													
<b>Temperatura aria a 2m (°C) media delle minime</b>													
<b>Anno</b>	<b>Gen</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Apr</b>	<b>Mag</b>	<b>Giu</b>	<b>Lug</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Ott</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Med.</b>
<b>2014</b>	5.5	6.0	7.2	11.2	13.2	17.6	18.4	17.9	15.6	13.6	9.8	4.4	11.7
<b>2015</b>	1.5	2.6	5.5	8.7	14.6	18.0	21.6	20.3	16.1	11.2	6.2	2.0	10.7
<b>2016</b>	0.3	5.0	6.0	10.2	13.1	17.9	20.3	18.7	17.3	10.7	6.8	1.0	10.6
<b>2017</b>	-2.0	3.8	6.2	9.9	14.4	19.1	19.6	20.2	14.4	10.9	5.8	0.8	10.3
<b>2018</b>	3.2	1.5	4.6	12.1	16.5	19.0	20.8	21.4	17.0	12.9	9.4	1.5	11.7
<b>Temperatura aria a 2m (°C) media delle medie</b>													
<b>2014</b>	7.6	8.7	11.2	15.2	17.7	22.4	22.6	22.1	19.2	16.7	12.2	6.8	15.2
<b>2015</b>	5.0	5.9	9.4	13.0	18.1	22.6	26.4	24.5	20.1	14.3	9.0	4.7	14.4
<b>2016</b>	3.3	7.6	9.6	13.8	16.9	21.9	24.9	23.4	21.3	13.9	9.6	4.1	14.2
<b>2017</b>	1.2	6.5	10.8	14.0	18.4	23.7	24.6	25.2	18.1	14.3	8.8	4.0	14.1
<b>2018</b>	6.1	4.1	7.3	16.0	20.4	23.6	25.4	25.9	21.2	16.4	11.6	4.4	15.2
<b>Temperatura aria a 2m (°C) media delle massime</b>													
<b>2014</b>	10.1	11.8	15.6	19.2	21.9	26.7	26.9	26.4	23.1	20.5	15.4	9.8	19.0
<b>2015</b>	8.9	9.9	13.2	16.8	21.5	26.7	30.5	29.4	24.2	18.4	12.7	8.1	18.4
<b>2016</b>	7.2	10.5	13.1	17.1	20.5	25.6	29.0	28.1	26.0	17.8	12.8	8.5	18.0
<b>2017</b>	5.5	9.5	15.2	17.8	22.1	28.0	28.9	30.1	22.1	18.5	12.4	7.8	18.2
<b>2018</b>	9.4	7.2	10.2	20.0	24.5	28.1	30.0	31.1	25.8	20.8	14.1	7.9	19.1

L'analisi delle medie dei minimi giornalieri, mette in evidenza come il mese più freddo del quinquennio sia stato, per tutta l'area in esame, gennaio 2017, con il valore più basso di -5.6 °C registrato dalla stazione di Favaro Veneto e quello meno basso di 0.1 °C registrato nella stazione di Venezia – Istituto Cavanis.

Le medie dei massimi giornalieri, mostrano come il mese più caldo del quinquennio, nelle tre postazioni situate sulla terra ferma, sia stato luglio 2015, con il valore più alto di 32.2 °C registrato dalla stazione di Favaro Veneto e quello meno alto di 31.1 °C registrato nella stazione di Campagna Lupia. Nelle due postazioni lagunari invece, il mese più caldo è risultato essere quello di agosto 2018, con la temperatura di 31.1 °C nella stazione di Cavallino Treporti e quella di 30.9 °C nella stazione di Venezia - Istituto Cavanis.

La stazione con l'escursione maggiore tra i valori medi dei minimi e massimi giornalieri è quella di Favaro Veneto con 37.8 °C, che risulta poi essere quella con la temperatura media complessiva più bassa 13.0 °C, mentre quella con le escursioni minori è quella di Venezia – Istituto Cavanis con 30.8 °C, che invece fa registrare la temperatura media complessiva più alta 15.6 °C.

## 2.2.2 Umidità relativa

Dalla Tabella 2.2.6 alla Tabella 2.2.10 vengono riportati per ogni mese ed anno i valori minimi delle umidità relative minime, ed i valori massimi delle umidità relative massime delle stazioni meteorologiche di Venezia Istituto Cavanis, Mira, Favaro Veneto, Campagna Lupia e Cavallino Treponti.

Per quanto riguarda i valori mensili sono calcolati come valori medi, rispettivamente, dei minimi e dei massimi giornalieri. Il valore medio annuale è il valore medio dei valori mensili dell'anno.

Tabella 2.2.6 - Valori dell'umidità relativa nella stazione di Venezia – Istituto Cavanis

Venezia - Istituto Cavanis													
Umidità relativa a 2m (%) minima delle minime													
Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Med.
2014	49	42	22	16	17	34	32	36	48	17	53	34	33
2015	22	35	21	11	39	35	33	29	33	41	32	40	31
2016	25	38	36	33	24	32	32	31	34	39	30	32	32
2017	18	38	20	20	33	30	27	31	37	39	38	46	31
2018	22	30	34	28	36	28	31	17	22	37	37	25	29
Umidità relativa a 2m (%) massima delle massime													
2014	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2015	99	97	100	100	100	100	98	100	100	100	100	100	100
2016	100	100	100	100	100	99	100	100	100	100	100	100	100
2017	100	100	100	100	100	99	96	97	100	100	100	100	99
2018	100	100	100	100	99	98	96	96	99	100	100	100	99

Tabella 2.2.7 - Valori dell'umidità relativa nella stazione di Mira

Mira													
Umidità relativa a 2m (%) minima delle minime													
Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Med.
2014	48	30	20	13	16	30	29	37	42	16	47	32	30
2015	21	38	17	12	28	29	32	24	31	32	29	44	28
2016	16	16	30	30	23	33	27	30	34	34	28	30	28
2017	17	30	12	17	30	25	26	29	26	25	29	39	25
2018	19	22	30	27	33	31	32	26	25	36	41	25	29
Umidità relativa a 2m (%) massima delle massime													
2014	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2015	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2016	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2017	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2018	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

**Tabella 2.2.8 - Valori dell'umidità relativa nella stazione di Favaro Veneto**

<b>Favaro Veneto</b>													
<b>Umidità relativa a 2m (%) minima delle minime</b>													
Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Med.
2014	45	27	18	11	17	32	31	36	41	15	46	34	29
2015	21	29	13	9	34	30	27	24	30	38	31	42	27
2016	14	16	29	29	21	33	29	29	34	38	26	26	27
2017	11	---	---	---	---	---	---	---	---	26	38	43	---
2018	23	20	34	28	34	29	34	23	24	39	44	20	29
<b>Umidità relativa a 2m (%) massima delle massime</b>													
2014	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2015	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2016	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2017	100	---	---	---	---	---	---	---	---	99	99	99	---
2018	99	99	99	98	98	99	99	100	100	99	99	99	99

**Tabella 2.2.9 - Valori dell'umidità relativa nella stazione di Campagna Lupia**

<b>Campagna Lupia</b>													
<b>Umidità relativa a 2m (%) minima delle minime</b>													
Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Med.
2014	49	32	18	12	18	31	27	37	42	16	50	30	30
2015	16	37	19	11	33	36	39	29	31	40	33	50	31
2016	17	17	32	32	24	33	34	34	40	38	34	34	31
2017	16	30	14	25	33	33	28	34	28	32	44	45	30
2018	23	27	33	24	43	32	33	30	30	41	47	25	32
<b>Umidità relativa a 2m (%) massima delle massime</b>													
2014	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	100	100
2015	98	96	98	98	98	100	100	100	100	100	100	100	99
2016	100	100	100	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2017	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2018	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabella 2.2.10 - Valori dell'umidità relativa nella stazione di Cavallino Treporti

Cavallino Treporti													
Umidità relativa a 2m (%) minima delle minime													
Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Med.
2014	49	33	24	17	20	31	32	41	45	27	45	33	33
2015	29	29	21	12	35	25	33	23	28	37	27	42	28
2016	31	33	34	32	30	34	32	26	29	26	28	34	31
2017	15	35	15	17	28	26	26	28	35	33	24	44	27
2018	29	24	29	26	35	26	31	17	25	38	36	34	29
Umidità relativa a 2m (%) massima delle massime													
2014	100	100	100	100	100	98	100	100	98	100	100	100	100
2015	99	97	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2016	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2017	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2018	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

L'analisi dei dati di umidità relativa mette in evidenza come il periodo più secco dell'area in esame risulti essere la primavera con i valori minimi delle minime giornaliere che scendono spesso sotto il 20%.

## 2.2.4 Precipitazione

Dalla Tabella 2.2.11 alla Tabella 2.2.15 vengono riportati per ogni mese ed anno la quantità di precipitazioni ed il numero dei giorni piovosi delle stazioni meteorologiche di Venezia Istituto Cavanis, Mira, Favaro Veneto, Campagna Lupia e Cavallino Treponti.

Vengono considerati piovosi tutti i giorni in cui la precipitazione risulta essere  $\geq$  di 1 mm.

**Tabella 2.2.11 - Valori di precipitazione nella stazione di Venezia – Istituto Cavanis**

Venezia - Istituto Cavanis													
Precipitazione (mm)													
Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Som.
2014	167.4	133.6	74.2	29.6	85.8	33.0	168.4	54.4	185.4	25.6	141.8	85.4	1184.6
2015	16.4	38.6	90.0	30.2	62.2	108.6	59.6	58.4	23.8	104.0	0.4	0.8	593.0
2016	41.2	154.6	38.6	48.8	135.6	94.0	70.4	77.8	41.8	78.4	109.4	1.6	892.2
2017	25.4	77.8	7.2	44.8	38.8	46.6	52.2	24.8	195.0	13.4	94.2	43.8	664.0
2018	13.6	67.0	120.4	16.2	78.2	42.0	55.8	65.2	34.8	67.4	105.6	14.4	680.6
Precipitazione (nr) giorni piovosi $\geq$ 1 mm													
2014	13	13	4	5	7	9	12	9	7	4	13	9	105
2015	3	3	6	7	9	8	6	8	4	12	0	0	66
2016	6	14	6	4	12	7	3	7	5	9	8	1	82
2017	4	5	4	6	7	4	7	2	12	1	7	9	68
2018	4	10	13	5	8	4	9	6	4	4	7	3	77

**Tabella 2.2.12 - Valori di precipitazione nella stazione di Mira**

Mira													
Precipitazione (mm)													
Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Som.
2014	178.8	149.2	88.8	45.4	99.4	49.2	183.8	83.6	110.8	60.4	133.4	73.4	1256.2
2015	13.2	48.8	71.4	44.6	86.4	90.2	54.8	77.6	40.8	86.2	14.8	0.0	628.8
2016	43.2	168.6	49.0	32.6	218.8	143.6	43.6	76.8	59.4	96.4	126.8	0.8	1059.6
2017	24.2	78.6	8.6	60.4	35.8	46.2	88.4	36.4	132.4	6.0	97.8	47.2	662.0
2018	19.6	62.6	146.4	21.2	86.8	84.8	173.8	55.2	73.0	117.0	107.6	22.2	970.2
Precipitazione (nr) giorni piovosi $\geq$ 1 mm													
2014	14	13	4	6	8	9	10	8	8	3	12	10	105
2015	2	4	6	7	8	8	8	9	4	12	1	0	69
2016	8	14	5	6	11	13	5	8	5	8	7	0	90
2017	3	7	4	6	9	4	6	3	12	1	7	8	70
2018	2	11	15	5	10	10	15	3	4	6	9	2	92

**Tabella 2.2.13 - Valori di precipitazione nella stazione di Favaro Veneto**

Favaro Veneto													
Precipitazione (mm)													
Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Som.
2014	227.6	183.6	100.2	43.6	96.4	47.6	178.6	81.2	127.2	52.2	128.2	73.0	1339.4
2015	19.4	41.2	99.8	37.8	73.2	115.6	56.6	112.6	41.4	89.4	11.4	0.2	698.6
2016	42.4	183.6	48.6	59.8	146.8	131.6	32.2	87.8	101.8	104.2	135.2	1.8	1075.8
2017	21.6	---	---	---	---	---	---	---	---	18.6	91.0	58.0	---
2018	21.2	59.2	132.0	24.0	93.6	59.8	110.4	78.6	30.2	83.6	94.6	21.2	808.4
Precipitazione (nr) giorni piovosi $\geq 1$ mm													
2014	16	15	4	8	10	10	12	8	8	5	14	9	119
2015	3	3	6	7	11	9	6	9	4	12	1	0	71
2016	9	16	6	7	15	13	4	7	6	9	7	1	100
2017	2	---	---	---	---	---	---	---	---	1	7	8	---
2018	5	8	14	6	8	5	11	6	4	7	7	2	83

**Tabella 2.2.14 - Valori di precipitazione nella stazione di Campagna Lupia**

Campagna Lupia													
Precipitazione (mm)													
Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Som.
2014	161.2	132.2	74.0	66.2	82.0	58.6	163.6	68.8	104.6	30.0	151.4	80.8	1173.4
2015	15.4	60.6	79.2	37.4	93.2	97.0	44.0	75.4	35.8	88.0	19.6	4.8	650.4
2016	46.4	159.2	54.4	31.2	162.4	80.4	55.4	41.6	56.4	104.0	110.4	6.4	908.2
2017	22.2	86.8	9.2	66.4	60.6	40.8	53.4	7.2	145.6	10.6	108.8	53.8	665.4
2018	19.4	78.6	133.6	18.0	128.8	109.0	96.4	161.6	38.2	96.2	95.8	15.4	991.0
Precipitazione (nr) giorni piovosi $\geq 1$ mm													
2014	15	14	4	6	8	8	11	9	8	6	13	8	110
2015	2	3	6	7	10	8	5	9	4	11	1	0	66
2016	7	15	5	5	10	8	5	7	5	8	8	0	83
2017	3	8	3	7	9	3	5	3	12	1	7	8	69
2018	2	10	12	4	11	10	11	9	4	5	9	3	90

Tabella 2.2.15 - Valori di precipitazione nella stazione di Cavallino Treporti

Cavallino Treporti													
Precipitazione (mm)													
Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Som.
<b>2014</b>	131.6	170.4	79.4	30.4	182.2	29.0	242.0	34.6	114.8	37.8	193.0	105.2	1350.4
<b>2015</b>	18.6	40.2	104.4	30.0	51.8	92.4	72.8	59.0	42.0	129.0	18.2	0.6	659.0
<b>2016</b>	48.6	169.8	43.8	71.8	158.6	114.4	20.8	89.0	105.4	97.8	129.2	5.8	1055.0
<b>2017</b>	23.2	86.2	10.4	74.4	64.2	92.8	40.0	30.0	242.6	23.4	105.6	54.6	847.4
<b>2018</b>	20.0	78.2	139.8	24.4	55.8	47.8	41.4	46.6	87.0	113.2	107.8	18.6	780.6
Precipitazione (nr) giorni piovosi $\geq 1$ mm													
<b>2014</b>	10	14	4	5	10	4	12	6	7	5	11	9	97
<b>2015</b>	3	3	5	6	7	8	5	7	5	10	1	0	60
<b>2016</b>	8	15	6	7	13	8	2	6	7	10	10	1	93
<b>2017</b>	3	5	4	8	8	5	8	2	14	1	7	9	74
<b>2018</b>	5	8	14	7	7	5	7	7	3	5	8	5	81

L'analisi dei dati di precipitazione mette in evidenza come l'anno più secco del quinquennio risulti essere il 2015 (in particolare nei mesi freddi di inizio e fine anno) con precipitazioni che nelle stazioni analizzate fanno registrare una quantità che si attesta intorno ai 600-700 mm, precipitata nell'arco di 60-70 giorni piovosi. L'anno invece con la maggiore quantità di precipitazione è il 2014 con valori che si attestano intorno ai 1200-1350 mm, precipitata nell'arco di 100-120 giorni piovosi.

## 2.2.5 Velocità e direzione del vento

Dalla Tabella 2.2.16 alla Tabella 2.2.19 vengono riportati per ogni mese ed anno i dati della velocità del vento media e i settori prevalenti di provenienza nelle stazioni meteorologiche di Venezia Istituto Cavanis, Favaro Veneto, Campagna Lupia e Cavallino Treponti.

Per quanto riguarda i dati di velocità del vento la media è quella aritmetica dei valori acquisiti ogni 10 minuti. Su base annuale i valori medi sono stati calcolati come media dei valori mensili. I dati di direzione del vento sono acquisiti anch'essi ogni 10 minuti. La direzione è quella di provenienza del vento, il settore è ampio 22.5 gradi con asse nella direzione indicata.

Tabella 2.2.16 - Valori di velocità e direzione del vento nella stazione di Venezia – Istituto Cavanis

Venezia - Istituto Cavanis													
Velocità vento 10m media aritm. (m/s) media delle medie													
Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Som.
2014	1.0	1.5	1.6	1.5	1.6	1.6	1.5	1.5	1.3	1.4	1.4	1.3	1.4
2015	1.0	1.8	1.7	1.6	1.6	1.7	1.8	1.5	1.9	1.5	0.8	0.4	1.4
2016	0.8	1.7	1.8	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3	0.8	1.4
2017	1.5	1.1	1.1	1.7	1.4	1.7	1.6	1.6	1.7	0.9	1.4	1.1	1.4
2018	1.3	2.6	1.9	1.8	1.8	1.8	1.7	1.8	1.6	2.1	1.8	1.1	1.8
Direzione vento prevalente a 10m (Settore)													
2014	N	NNE	NE	NE	N	NE	N	N	N	N	N	N	N
2015	N	NNE	NE	ESE	N	NE	NE	N	NE	N	N	NNO	N
2016	N	NNE	NE	ESE	N	N	NE	N	N	N	N	N	N
2017	N	N	N	NE	ESE	ESE	ESE	N	N	N	N	N	N
2018	N	NE	NNE	NE	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Tabella 2.2.17 - Valori di velocità e direzione del vento nella stazione di Favaro Veneto

Favaro Veneto													
Velocità vento 5m media aritm. (m/s) media delle medie													
Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Som.
2014	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2015	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2016	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2017	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.5	1.0	0.7	---
2018	0.8	2.1	1.6	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	1.1	1.2	0.7	1.2
Direzione vento prevalente a 5m (Settore)													
2014	NE	NE	NE	NE	NNE	NE	NE	N	N	---	---	---	NE
2015	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2016	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2017	---	---	---	---	---	---	---	---	---	NE	NE	NE	---
2018	NE	O	NE										

**Tabella 2.2.18 - Valori di velocità e direzione del vento nella stazione di Campagna Lupia**

<b>Campagna Lupia</b>													
<b>Velocità vento 10m media aritm. (m/s) media delle medie</b>													
Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Som.
2014	1.4	2.1	2.2	2.2	2.2	2.0	1.8	1.8	1.6	1.7	1.6	1.8	1.9
2015	1.3	2.7	2.5	2.4	2.2	2.0	2.3	1.8	2.7	2.0	1.2	0.9	2.0
2016	1.1	2.5	2.9	2.5	2.3	2.0	2.1	2.0	1.9	1.9	1.8	1.4	2.0
2017	2.1	1.7	1.8	2.5	2.2	2.3	2.2	2.0	2.0	0.8	1.9	1.6	1.9
2018	1.6	3.5	2.5	2.4	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	2.1	2.2	1.5	2.1
<b>Direzione vento prevalente a 10m (Settore)</b>													
2014	NE	NE	NE	NE	SE	ESE	ESE	N	NO	N	NE	NE	NE
2015	NO	NE	NE	ESE	E	ESE	ESE	ESE	NE	NE	NO	O	NE
2016	NO	NE	NE	ESE	SE	SE	ESE	ESE	NO	NE	NE	O	NE
2017	NE	NE	ESE	E	ESE	ESE	ESE	ESE	NNE	NO	NO	NO	NE
2018	NE	NE	NE	ESE	ESE	ESE	ESE	NO	NO	N	NE	O	NE

**Tabella 2.2.19 - Valori di velocità e direzione del vento nella stazione di Cavallino Treporti**

<b>Cavallino Treporti</b>													
<b>Velocità vento 10m media aritm. (m/s) media delle medie</b>													
Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Som.
2014	1.0	1.4	1.6	1.3	1.4	1.4	1.2	1.2	1.0	1.0	1.2	1.2	1.2
2015	0.9	1.8	1.6	1.6	1.4	1.3	1.5	1.1	1.5	1.1	0.7	0.5	1.2
2016	0.7	1.7	2.0	1.6	1.4	1.4	1.4	1.3	1.1	1.4	1.4	1.0	1.4
2017	1.7	1.5	1.3	1.8	1.5	1.6	1.6	1.6	1.7	0.8	1.5	1.0	1.5
2018	1.0	2.5	1.8	1.5	1.3	1.2	1.2	1.3	1.3	1.6	1.7	1.0	1.4
<b>Direzione vento prevalente a 10m (Settore)</b>													
2014	NNE	NE	NE	NE	SE	SSE	NNE						
2015	NNE	NE	NE	SSE	SE	SSE	SSE	NNE	NE	NNE	N	NO	NNE
2016	N	NE	NE	SSE	SSE	NNE	SSE	NNE	NNE	NNE	NNE	N	NNE
2017	NNE	NE	SE	SSE	SSE	SSE	SSE	NNE	NNE	N	N	N	NNE
2018	NNE	NE	NE	NE	NNE	NNE	SSE	NNE	NNE	NNE	NNE	N	NNE

L'analisi dei dati di vento aggregati a livello mensile, non permette un'analisi accurata di questa grandezza meteorologica, tuttavia si può notare come in generale il sito non sia particolarmente ventoso, con i valori medi mensili che raggiungono al massimo i 3.5 m/s nella stazione di Campagna Lupia a febbraio 2018. La direzione di provenienza prevalente a livello annuale è sempre quella dai settori settentrionali (venti di bora). L'analisi mensile, riesce però a far emergere anche la componente meridionale che risulta essere prevalente in diversi mesi primaverili/estivi con maggiore evidenza nel corso del 2017 e nella stazione di Cavallino Treporti.

### 3 CARATTERIZZAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

#### 3.1 Quadro normativo

A livello europeo, la Direttiva Quadro 96/62/CE del 27 settembre 1996 sulla valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente ha fornito un quadro di riferimento per il monitoraggio delle sostanze inquinanti da parte degli Stati membri, per lo scambio di dati e le informazioni ai cittadini. Successivamente la Direttiva 1999/30/CE (concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo), la Direttiva 2000/69/CE (concernente i valori limite per il benzene ed il monossido di carbonio nell'aria ambiente) e la Direttiva 2002/3/CE (relativa all'ozono nell'aria), hanno stabilito sia gli standard di qualità dell'aria per le diverse sostanze inquinanti, in relazione alla protezione della salute, della vegetazione e degli ecosistemi, sia i criteri e le tecniche che gli Stati membri devono adottare per le misure delle concentrazioni di inquinanti, compresi l'ubicazione e il numero minimo di stazioni e le tecniche di campionamento e misura.

Successivamente la Direttiva 2008/50/CE del 21 maggio 2008 (relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa) ha istituito delle misure volte a:

- definire e stabilire obiettivi di qualità dell'aria ambiente al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
- valutare la qualità dell'aria ambiente negli Stati membri sulla base di metodi e criteri comuni;
- ottenere informazioni sulla qualità dell'aria ambiente per contribuire alla lotta contro l'inquinamento dell'aria e gli effetti nocivi e per monitorare le tendenze a lungo termine e i miglioramenti ottenuti con l'applicazione delle misure nazionali e comunitarie;
- garantire che le informazioni sulla qualità dell'aria ambiente siano messe a disposizione del pubblico;
- mantenere la qualità dell'aria ambiente, laddove sia buona, e migliorarla negli altri casi;
- promuovere una maggiore cooperazione tra gli Stati membri nella lotta contro l'inquinamento atmosferico.

Con lo scopo di riunire le disposizioni delle precedenti direttive in un'unica Direttiva, l'art.31 della Direttiva 2008/50/CE prevede che "le direttive 96/62/CE, 1999/30/CE, 2000/69/CE e 2002/3/CE siano abrogate a decorrere dall'11 giugno 2010, fatti salvi gli obblighi degli Stati membri riguardanti i termini per il recepimento o dall'applicazione delle suddette direttive". Una novità rispetto ai precedenti strumenti normativi è l'introduzione di specifici obiettivi e valori limite per il PM<sub>2,5</sub>, al fine di garantire la protezione della salute umana, senza tuttavia modificare gli standard di qualità dell'aria esistenti. Gli Stati membri hanno però un maggiore margine di manovra per raggiungere

alcuni dei valori fissati nelle zone in cui hanno difficoltà a rispettarli (la conformità ai valori limite fissati per il PM<sub>10</sub> si rivela infatti problematica per quasi tutti gli Stati membri dell'UE).

La legislazione nazionale relativa all'inquinamento atmosferico ha recepito la Direttiva europea 2008/50/CE "Relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" con la pubblicazione del D. Lgs. n.155 del 13 agosto 2010. Tale Decreto legislativo, in vigore dal 30 settembre 2010, costituisce una sorta di testo unico sulla qualità dell'aria, abrogando la normativa previgente (D. Lgs.351/99, D.M. 60/2002, D.Lgs.183/2004, D.Lgs.152/2007, D.M. 261/2002) e raccogliendo in un'unica norma le strategie generali, i parametri da monitorare, le modalità di rilevazione, i livelli di valutazione, i limiti, livelli critici e valori obiettivo di alcuni parametri e i criteri di qualità dei dati.

Il D.Lgs. 155/2010 definisce i valori di riferimento che permettono una valutazione della qualità dell'aria, su base annuale, in relazione alle concentrazioni di diversi inquinanti, in particolare definisce:

- Valore Limite (VL): Livello che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e che non deve essere successivamente superato;
- Valore Obiettivo: Livello da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita;
- Livello Critico: Livello oltre il quale possono sussistere rischi o danni per ecosistemi e vegetazione, non per gli esseri umani;
- Margine di Tolleranza: Percentuale del valore limite entro la quale è ammesso il superamento del VL;
- Soglia di Allarme: Livello oltre il quale sussiste pericolo per la salute umana, il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive;
- Soglia di Informazione: Livello oltre il quale sussiste pericolo per la salute umana per alcuni gruppi sensibili, il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive;
- Obiettivo a lungo termine: Livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate;
- Indicatore di esposizione media: Livello da verificare sulla base di selezionate stazioni di fondo nazionali che riflette l'esposizione media della popolazione;
- Obbligo di concentrazione dell'esposizione: Livello da raggiungere entro una data prestabilita;
- Obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione: Riduzione percentuale dell'esposizione media rispetto ad un anno di riferimento, da raggiungere entro una data prestabilita.

Di seguito vengono riportati i valori limite (Tabella 3.1.1), i valori obiettivo (Tabella 3.1.2) i livelli critici per la vegetazione (Tabella 3.1.3) e le soglie di allarme (Tabella 3.1.4) contenuti nel D.Lgs. 155/2010.

Anche l'ozono – inquinante secondario che si forma, attraverso reazioni fotochimiche, a partire da inquinanti precursori (principalmente ossidi di azoto e composti organici volatili) in presenza della luce del sole – ha effetti sulla salute dell'uomo e sulla vegetazione. Il Decreto Legislativo n. 155/10 recependo quanto già contenuto nel DL 183/04, mantiene in essere un sistema di sorveglianza dell'inquinamento da ozono in tutto il territorio nazionale, confermando valori obiettivo, obiettivi a lungo termine, soglia di informazione e soglia di allarme da perseguire secondo una tempistica stabilita (Tabella 3.1.5 e Tabella 3.1.6).

**Tabella 3.1.1 - Valori limite (Allegato XI D. Lgs. 155/10)**

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore Limite	
Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	orario (non più di 24 volte all'anno)	350	µg/m <sup>3</sup>
	giornaliero (non più di 3 volte all'anno)	125	µg/m <sup>3</sup>
Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> )	orario (per non più di 18 volte all'anno)	200	µg/m <sup>3</sup>
	Annuo	40	µg/m <sup>3</sup>
Benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	Annuo	5.0	µg/m <sup>3</sup>
Monossido di carbonio (CO)	media massima giornaliera su 8 ore <sup>(1)</sup>	10	mg/m <sup>3</sup>
Piombo (Pb)	Annuo	0.5	µg/m <sup>3</sup>
Particolato PM <sub>10</sub>	giornaliero (non più di 35 volte all'anno)	50	µg/m <sup>3</sup>
	Annuo	40	µg/m <sup>3</sup>
Particolato PM <sub>2.5</sub>	annuo al 2015 <sup>(2)</sup>	25	µg/m <sup>3</sup>

<sup>(1)</sup> La massima concentrazione media sulle 8 ore si determina con riferimento alle medie consecutive su 8 ore, calcolate sulla base di dati orari ed aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore in tal modo calcolata è riferita al giorno nel quale la serie di 8 ore si conclude: la prima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso

<sup>(2)</sup> Margine di tolleranza: 20% l'11 giugno 2008, con riduzione il 1° gennaio successivo e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% entro il 1° gennaio 2015

**Tabella 3.1.2 - Valori Obiettivo (Allegato XIII D. Lgs. 155/10)**

Inquinante	Parametro e Periodo di mediazione	Valore Obiettivo	
Arsenico (As)	Tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione di PM <sub>10</sub> del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile	6.0	ng/m <sup>3</sup>
Cadmio (Cd)		5.0	ng/m <sup>3</sup>
Nichel (Ni)		20.0	ng/m <sup>3</sup>
Benzo(a)pirene		1.0	ng/m <sup>3</sup>
Data raggiungimento obiettivo: 31/12/2012 (art. 9 – comma 2 del D. Lgs.)			

**Tabella 3.1.3 - Livelli critici per la vegetazione (Allegato XI D. Lgs. 155/10)**

Inquinante	Periodo di mediazione	Livello Critico per la vegetazione	
Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	Annuo	20	µg/m <sup>3</sup>
	invernale (01 ottobre - 31 marzo)	20	µg/m <sup>3</sup>
Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> )	Annuo	30	µg/m <sup>3</sup>

**Tabella 3.1.4 – Soglie di allarme (Allegato XII D. Lgs. 155/10)**

Inquinante	Periodo di mediazione	Soglia di Allarme	
Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	Per 3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 km <sup>2</sup>	500	µg/m <sup>3</sup>
Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> )		400	µg/m <sup>3</sup>

**Tabella 3.1.5 – Valori obiettivo e obiettivi a lungo termine per l'ozono (O<sub>3</sub>) (Allegato VII D. Lgs. 155/10)**

Valori obiettivo			
Finalità	Periodo di mediazione	Valore obiettivo (1.1.2010)	Data raggiungimento <sup>(3)</sup>
Protezione della salute umana	Media su 8 ore massima giornaliera nell'arco di un anno civile <sup>(1)</sup>	120 µg/m <sup>3</sup> da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni	2013 (dati 2010 – 2012)
Protezione della vegetazione	AOT40 <sup>(2)</sup> calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	18000 µg/m <sup>3</sup> h Come media su 5 anni	2015 (dati 2010 – 2014)
Obiettivi a lungo termine			
Finalità	Periodo di mediazione	Valore obiettivo (1.1.2010)	Data raggiungimento <sup>(4)</sup>
Protezione della salute umana	Media su 8 ore massima giornaliera nell'arco di un anno civile <sup>(1)</sup>	120 µg/m <sup>3</sup>	Non definito
Protezione della vegetazione	AOT40 <sup>(2)</sup> calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	6000 µg/m <sup>3</sup> h	Non definito

<sup>(1)</sup> La massima concentrazione media sulle 8 ore si determina con riferimento alle medie consecutive su 8 ore, calcolate sulla base di dati orari ed aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore in tal modo calcolata è riferita al giorno nel quale la serie di 8 ore si conclude: la prima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso

<sup>(2)</sup> AOT40 (espresso in µg/m<sup>3</sup>h) si intende la somma della differenza tra le concentrazioni > 80 µg/m<sup>3</sup> e 80 µg/m<sup>3</sup> rilevate in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00 (ora dell'Europa centrale).

<sup>(3)</sup> Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo

<sup>(4)</sup> Data entro la quale deve essere raggiunto l'obiettivo a lungo termine

**Tabella 3.1.6 – Soglie di informazione e allarme per l'ozono (O<sub>3</sub>) (Allegato XII D. Lgs. 155/10)**

Finalità	Periodo di mediazione	Soglia	
Informazione	Orario	180	µg/m <sup>3</sup>
Allarme	Orario <sup>(1)</sup>	240	µg/m <sup>3</sup>

<sup>(1)</sup> Per l'applicazione dell'art. 10 comma 1, deve essere misurato o previsto un superamento per tre ore consecutive

### 3.2 L'inventario delle emissioni

L'inventario delle emissioni in atmosfera rappresenta uno degli strumenti conoscitivi a supporto della gestione della qualità dell'aria a livello regionale, in quanto raccoglie in un unico database i valori delle emissioni, in un'unità spazio-temporale definita, disaggregati per attività (ad es. trasporti, allevamenti, industria), unità territoriale (ad es. regione, provincia, comune) e temporale (un anno, un mese, un'ora ecc.), combustibile utilizzato (benzina, gasolio, metano, ecc.), inquinante (NO<sub>x</sub>, CO, ecc.) e tipologia di emissione (puntuale, diffusa, ecc.). L'inventario viene redatto e periodicamente aggiornato in ottemperanza all'art. 22 del D. Lgs.155/2010, secondo il quale le Regioni devono predisporlo con cadenza almeno triennale ed anche in corrispondenza della scalatura provinciale dell'inventario nazionale dell'ISPRA, l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, ovvero ogni 5 anni.

Il software INEMAR (INventario EMissioni ARia), inizialmente realizzato dalle Regioni Lombardia e Piemonte, dal 2006 viene sviluppato nell'ambito di una convenzione interregionale, alla quale ha aderito anche la Regione Veneto. INEMAR Veneto è il database utilizzato per compilare l'inventario regionale delle emissioni in atmosfera presenti nel territorio regionale del veneto, esso consente di stimare le emissioni dei principali inquinanti atmosferici, a livello comunale, per tipo di combustibile e per diversi tipi di attività antropiche (quali ad esempio: riscaldamento, traffico, agricoltura e industria) e naturali. Il D.Lgs. n. 155/2010 indica nella versione più aggiornata del manuale EMEP-EEA, pubblicato sul sito dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (e nei documenti elaborati dall'ISPRA già APAT)<sup>1</sup>, la metodologia di riferimento per la realizzazione di un inventario delle emissioni in atmosfera. La metodologia, denominata EMEP/CORINAIR fino al 2007, dal 2009 EMEP-EEA, contiene i metodi di stima per quantificare le emissioni associate a ciascuna attività antropica o naturale. La classificazione delle emissioni si articola in Macrosettori, Settori ed Attività emissive catalogate (fino al 2007) secondo la nomenclatura SNAP97 (Selected Nomenclature for Air Pollution 97); le versioni successive al 2007 del manuale EMEP-EEA classificano le emissioni secondo la nomenclatura NFR (Nomenclature For Reporting), che non è stata ancora utilizzata per esprimere i risultati dell'inventario regionale veneto, per il quale è stata mantenuta la precedente nomenclatura SNAP97. In Tabella 3.2.1 è riportato il dettaglio della nomenclatura a livello di Macrosettore, che sarà richiamato nei commenti dei risultati dell'inventario regionale INEMAR Veneto.

<sup>1</sup> <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>

**Tabella 3.2.1 - Elenco dei Macrosettori secondo la nomenclatura SNAP97**

Id	Descrizione
01	Combustione – Energia e industria di trasformazione
02	Combustione – Non industriale
03	Combustione – Industria
04	Processi Produttivi
05	Estrazione, distribuzione combustibili fossili / geotermico
06	Uso di solventi
07	Trasporti Stradali
08	Altre Sorgenti Mobili
09	Trattamento e Smaltimento Rifiuti
10	Agricoltura
11	Altre sorgenti di Emissione ed Assorbimenti

INEMAR Veneto 2015<sup>2</sup> è la quinta edizione dell’inventario regionale delle emissioni in atmosfera e raccoglie le stime a livello comunale dei principali macroinquinanti e microinquinanti derivanti dalle attività naturali ed antropiche riferite all’anno 2015 nel territorio veneto. I macroinquinanti stimati nell’inventario sono: CH<sub>4</sub> (metano), CO (monossido di carbonio), CO<sub>2</sub> (anidride carbonica), COV (composti organici volatili), N<sub>2</sub>O (Protossido di azoto), NH<sub>3</sub> (ammoniaca), NO<sub>x</sub> (ossidi totali di azoto), PTS (polveri totali sospese), PM<sub>10</sub> (polveri fini aventi diametro aerodinamico inferiore a 10 µm), PM<sub>2.5</sub> (polveri fini aventi diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm), SO<sub>2</sub> (biossido di zolfo). Vengono inoltre pubblicate le stime emissive dei microinquinanti oggetto di regolamentazione da parte della normativa (rif. D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.) e di crescente interesse per la tutela della salute: As (arsenico), Cd (cadmio), Ni (nichel), Pb (piombo), BaP (benzo(a)pirene).

In Tabella 3.2.2 e in Tabella 3.2.3 sono riportate rispettivamente le quantità di inquinanti emessi in provincia di Venezia e nell’intera regione Veneto ripartite per i diversi Macrosettori.

In Figura 3.2.1 e in Figura 3.2.2 si evidenzia il peso di ciascun macrosettore emissivo nel concorrere a formare il totale provinciale e regionale. L’analisi che segue mette in evidenza per ogni macrosettore la rilevanza che lo stesso ha, a livello regionale e provinciale, nell’emissione dei singoli inquinanti. La soglia utilizzata in questa analisi per ritenere rilevante l’influenza del macrosettore è quella del 20%. Dall’analisi emerge che:

- il ruolo del macrosettore 01 “Combustione – Energia e industria di trasformazione”, (macrosettore che ricomprende non solo l’attività di produzione di energia elettrica

<sup>2</sup> ARPA VENETO - REGIONE VENETO (maggio 2019). INEMAR VENETO 2015 - Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera in Regione Veneto, edizione 2015 – dati in versione definitiva. ARPA Veneto – Servizio Osservatorio Aria, Regione del Veneto - Area Tutela e Sviluppo del Territorio, Direzione Ambiente, UO Tutela dell’Atmosfera.

ma anche l'industria di trasformazione quali la raffinazione e il teleriscaldamento), che a livello regionale risulta rilevante solo nella formazione di SO<sub>2</sub> (38%) e CO<sub>2</sub> (26%) a livello provinciale gioca invece un ruolo che, oltre ad essere ancora più rilevante, per SO<sub>2</sub> (68%) e CO<sub>2</sub> (65%), ha un peso anche per As (41%), Cd (38%), Ni (34%) e NO<sub>x</sub> (28%);

- il ruolo del macrosettore 02 "Combustione non industriale", risulta rilevante sia a livello regionale che provinciale per la formazione praticamente del totale del BaP (97 e 96%), della grande maggioranza di PM<sub>2.5</sub> (73 e 61%), PM<sub>10</sub> (69 e 58%), CO (64 e 52%) e Cd (56 e 35%), nonché a livello regionale del 21% della CO<sub>2</sub>;
- il ruolo del macrosettore 03 "Combustione nell'industria", a livello regionale risulta rilevante per la formazione di Pb, SO<sub>2</sub>, As, Ni, CO<sub>2</sub> e Cd (44, 36, 34, 22, 20 e 20%), mentre a livello provinciale solo per As (40%) e Pb (35%);
- il ruolo del macrosettore 04 "Processi produttivi" a livello regionale risulta rilevante per la formazione di As, (41%) mentre a livello provinciale per nessun inquinante viene raggiunta la soglia del 20%, apporto massimo per il Ni (15%);
- il ruolo del macrosettore 05 "Estrazione e distribuzione combustibili" concorre sia a livello provinciale che regionale solo nella formazione di CH<sub>4</sub>, con una rilevanza che risulta per entrambe le analisi territoriali pari al 22%;
- il ruolo del macrosettore 06 "Uso di solventi" concorre sia a livello regionale che provinciale solo alla formazione di COV, con una rilevanza che risulta essere rispettivamente del 30 e 25%;
- il ruolo del macrosettore 07 "Trasporto su strada", risulta rilevante sia a livello regionale che provinciale nella formazione di NO<sub>x</sub> (49 e 28%) e CO (25 e 29%) nonché a livello regionale della CO<sub>2</sub> (28%);
- il ruolo del macrosettore 08 "Altre sorgenti mobili e macchinari" risulta rilevante sia a livello regionale che provinciale per il Ni (22 e 40%) nonché a livello provinciale per la formazione di NO<sub>x</sub> (29%);
- il ruolo del macrosettore 09 "Trattamento e smaltimento dei rifiuti", concorre in modo rilevante, sia a livello regionale che provinciale, solo alla formazione di CH<sub>4</sub> con una rilevanza che risulta essere rispettivamente del 22 e 41%;
- il ruolo del macrosettore 10 "Agricoltura", risulta rilevante sia a livello regionale che provinciale per la formazione praticamente del totale di NH<sub>3</sub> (98 e 96%), della grande maggioranza di N<sub>2</sub>O (76 e 36%), e COV (34 e 48%) nonché del 45% di CH<sub>4</sub> a livello regionale;

- il ruolo del macrosettore 11 "Altre sorgenti e assorbenti" risulta rilevante a livello provinciale per la formazione del N<sub>2</sub>O (40%) e a livello regionale per l'assorbimento della CO<sub>2</sub> (-6%).

È opportuno sottolineare che il peso che un determinato macrosettore ha in termini emissivi (ovvero in termini di pressione che esso esercita sull'atmosfera) non corrisponde al peso che tale macrosettore ha in termini di qualità dell'aria (ovvero in termini di contributo allo stato della qualità dell'aria) poiché il rapporto causa (emissione) ed effetto (concentrazione in aria ambiente, o immissione) dipende fortemente dalla modalità con cui l'emissione avviene in atmosfera.

Emissioni puntuali o diffuse, in quota o al suolo, calde o fredde hanno interazioni profondamente diverse con la dinamica dell'atmosfera e, conseguentemente, hanno effetti differenti sulla qualità dell'aria.

La valutazione della relazione tra emissione ed il suo effetto sulla qualità dell'aria richiede necessariamente l'applicazione di codici di calcolo (modelli di dispersione) come quelli applicati nel presente studio per la valutazione degli effetti indotti dalle emissioni della centrale.

**Tabella 3.2.2 – Emissioni nella Provincia di Venezia nel 2015 ripartite per Macrosettori**

Id	CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	COV	N <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	PTS	SO <sub>2</sub>	As	Cd	Ni	Pb	BaP
MSett	(ton)	(ton)	(kton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
01	171	446	7320	74	102	21	4932	59	33	63	2473	41	38	181	12	4
02	905	10731	1168	1055	60	26	1019	1106	1095	1164	120	3	34	5	72	407
03	11	233	505	61	9	0	1073	31	25	40	457	40	13	32	170	3
04	0	40	564	968		12	690	19	15	33	187	4	1	82	32	0
05	5052			534												
06				4877			2	42	38	69	0		0		0	
07	99	6022	1228	1754	36	75	5013	277	227	356	5	5	4	12	139	7
08	15	3101	426	802	19	0	5135	301	300	301	406	5	1	214	8	1
09	9612	8	19	1	32	4	11	2	2	3	1	0	0	0	0	0
10	4390			9614	379	3361	54	22	9	39						
11	3128	68	-6	110	416	0	3	62	62	62	1	0	7	7	51	2
<b>Tot</b>	<b>23384</b>	<b>20649</b>	<b>11224</b>	<b>19850</b>	<b>1054</b>	<b>3500</b>	<b>17933</b>	<b>1921</b>	<b>1807</b>	<b>2130</b>	<b>3649</b>	<b>100</b>	<b>98</b>	<b>534</b>	<b>484</b>	<b>425</b>

**Tabella 3.2.3 – Emissioni nella regione Veneto nel 2015 ripartite per Macrosettori**

Id	CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	COV	N <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	PTS	SO <sub>2</sub>	As	Cd	Ni	Pb	BaP
MSett	(ton)	(ton)	(kton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
01	636	715	7687	106	108	21	5546	63	37	69	2482	42	38	185	13	4
02	8067	101102	6036	9198	458	243	6325	10379	10270	10922	650	17	316	49	657	3925
03	194	5373	5914	930	112	63	10201	282	220	372	2319	157	111	224	2261	49
04	37	3549	1971	5656	12	28	1617	348	148	436	537	189	24	187	918	3
05	32122			3054												
06		0		46878		0	9	479	434	743	2		0	0	8	
07	632	38806	8239	11467	247	490	34246	1875	1541	2421	32	37	30	83	945	45
08	36	7302	1081	1791	81	2	11620	663	661	663	450	5	2	226	13	6
09	31950	74	97	17	193	73	184	11	11	13	8	10	9	11	7	0
10	65506	74		52765	5538	45641	471	609	287	984	1	0	0	0	0	5
11	5739	615	-1882	23674	583	2	26	371	369	372	5	2	38	43	293	13
<b>Tot</b>	<b>144920</b>	<b>157610</b>	<b>29142</b>	<b>155536</b>	<b>7332</b>	<b>46564</b>	<b>70244</b>	<b>15079</b>	<b>13979</b>	<b>16996</b>	<b>6486</b>	<b>460</b>	<b>569</b>	<b>1008</b>	<b>5115</b>	<b>4050</b>

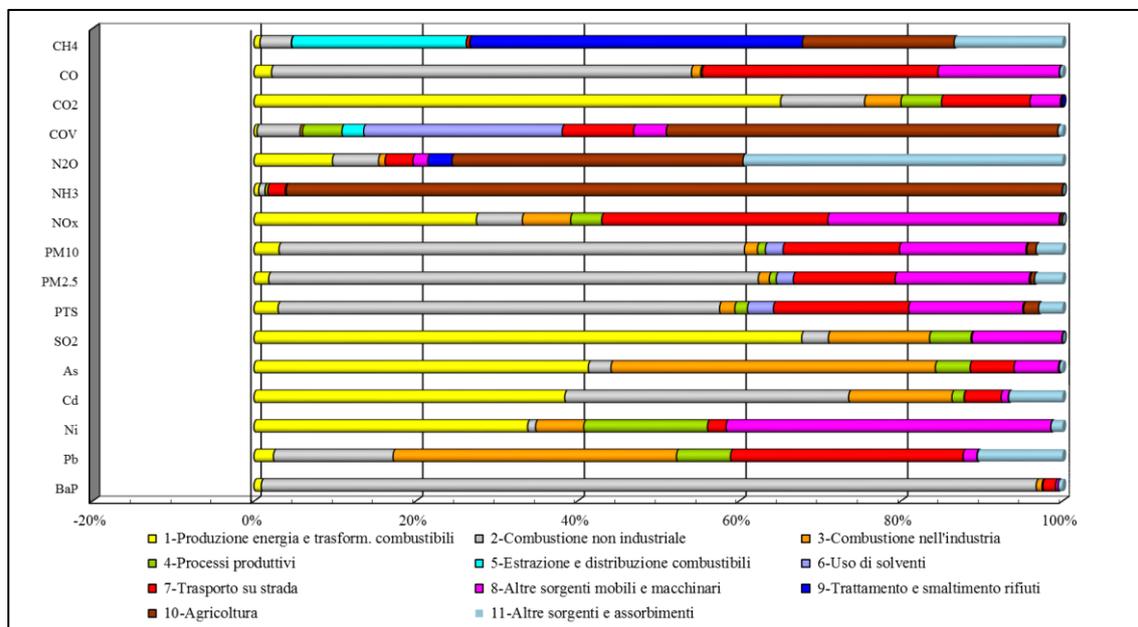


Figura 3.2.1 – Provincia di Venezia - Emissioni % per Macrosettori nel 2015 (INEMAR Veneto)

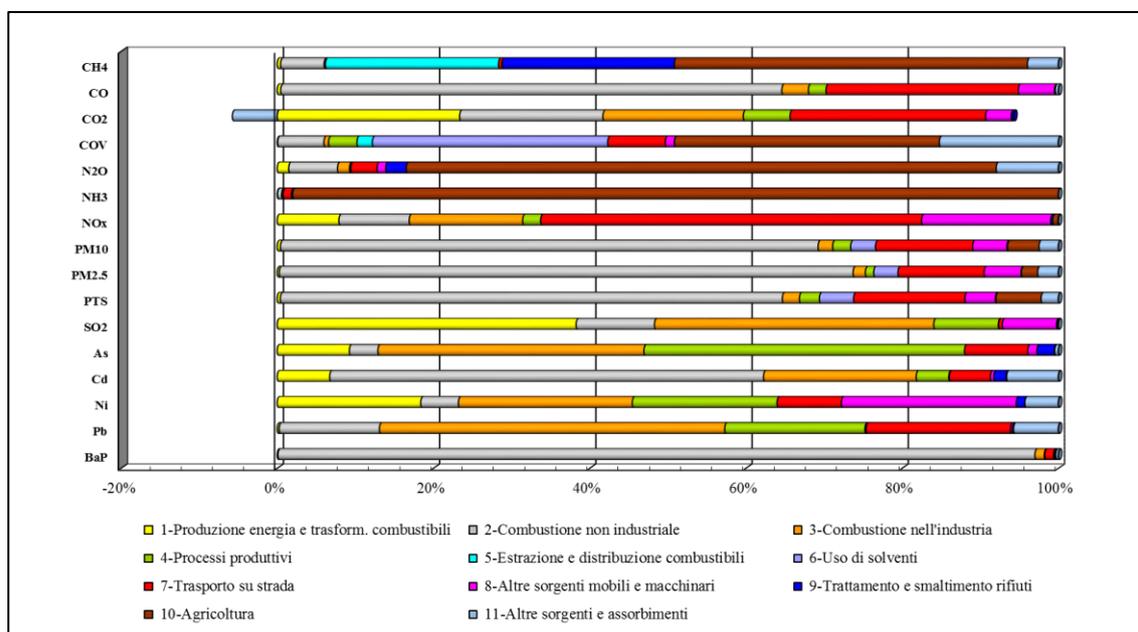


Figura 3.2.2 – Regione Veneto - Emissioni % per Macrosettori nel 2015 (INEMAR Veneto)

### 3.3 La rete di monitoraggio della qualità dell'aria

Come richiesto dall'art. 81 della Legge Regionale n.11/2001<sup>3</sup> ARPAV (attraverso l'Osservatorio Regionale Aria) si occupa della predisposizione della Relazione Regionale Annuale sulla qualità dell'aria.

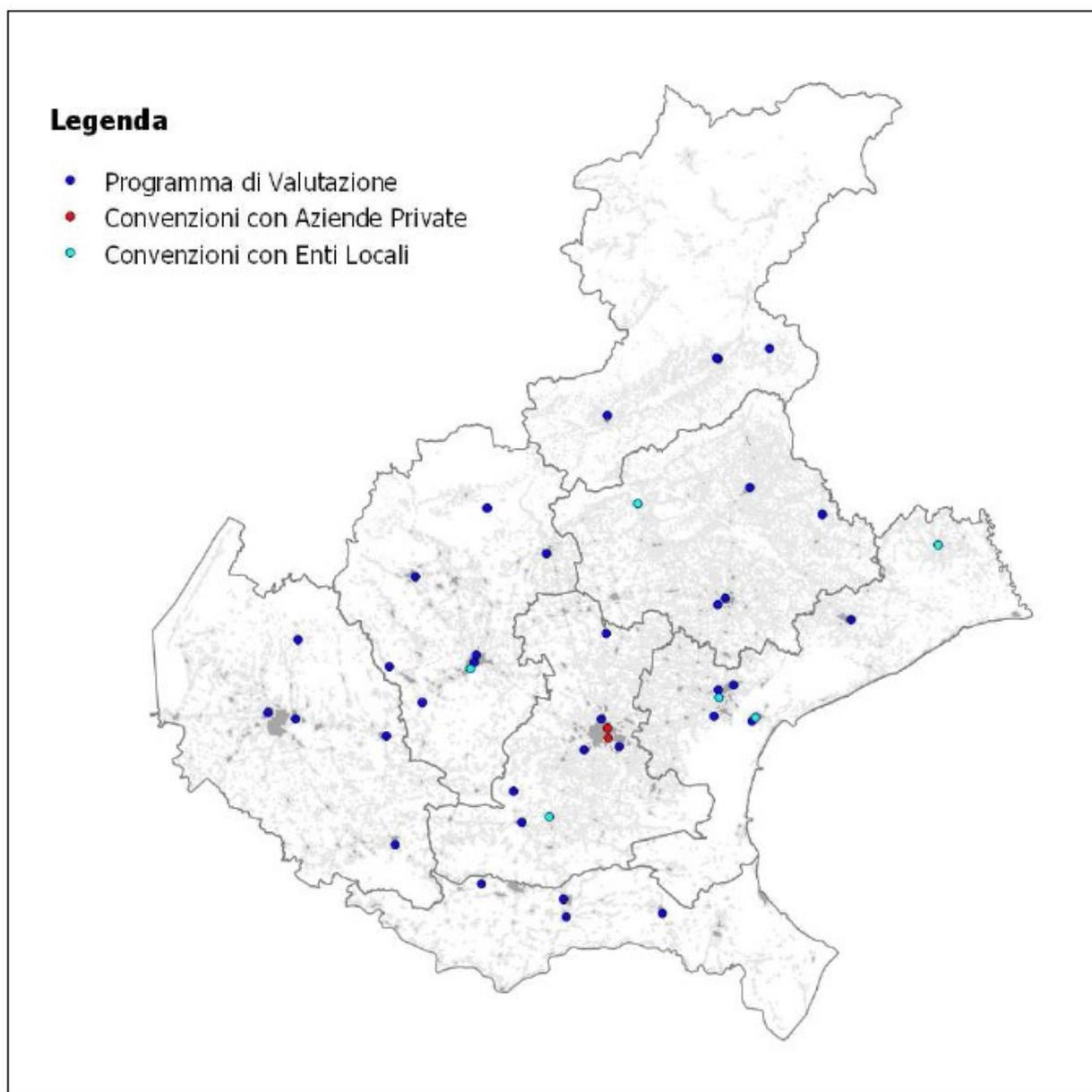
Le informazioni relative alla rete di monitoraggio regionale della qualità dell'aria presentate in questo rapporto sono state estratte dalla "RELAZIONE REGIONALE DELLA QUALITA' DELL'ARIA - ai sensi della L.R. n. 11/2001 art.81 – Anno di riferimento: 2018" pubblicata dall'ARPA Veneto.

Le postazioni della rete di monitoraggio riportate in Figura 3.3.1, sono quelle che rientrano nel "Programma di Valutazione" che in generale considera solo le stazioni e i parametri che garantiscono una percentuale di dati sufficienti a rispettare gli obiettivi di qualità indicati dalla normativa vigente<sup>4</sup>.

In Tabella 3.3.1 per ogni stazione viene riportato la tipologia e l'elenco degli inquinanti rilevati da ognuna.

<sup>3</sup> "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi alle autonomie locali in attuazione del Decreto Legislativo 31 Marzo 1998, n. 112".

<sup>4</sup> D.Lgs. 155/2011 Art 5 comma 11: le misurazioni e le altre tecniche utilizzate per la valutazione della qualità dell'aria ambiente devono rispettare gli obiettivi di qualità del dato di cui all'allegato I al D. Lgs. 155/2010



**Figura 3.3.1 – ARPA Veneto - Ubicazione delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria**  
 Sono indicate in blu le stazioni appartenenti al Programma di Valutazione, in azzurro le stazioni in  
 convenzione con gli Enti Locali e  
 in rosso quelle in convenzione con aziende private

**Tabella 3.3.1 – Elenco delle stazioni e dei relativi monitor appartenenti al Programma di Valutazione**

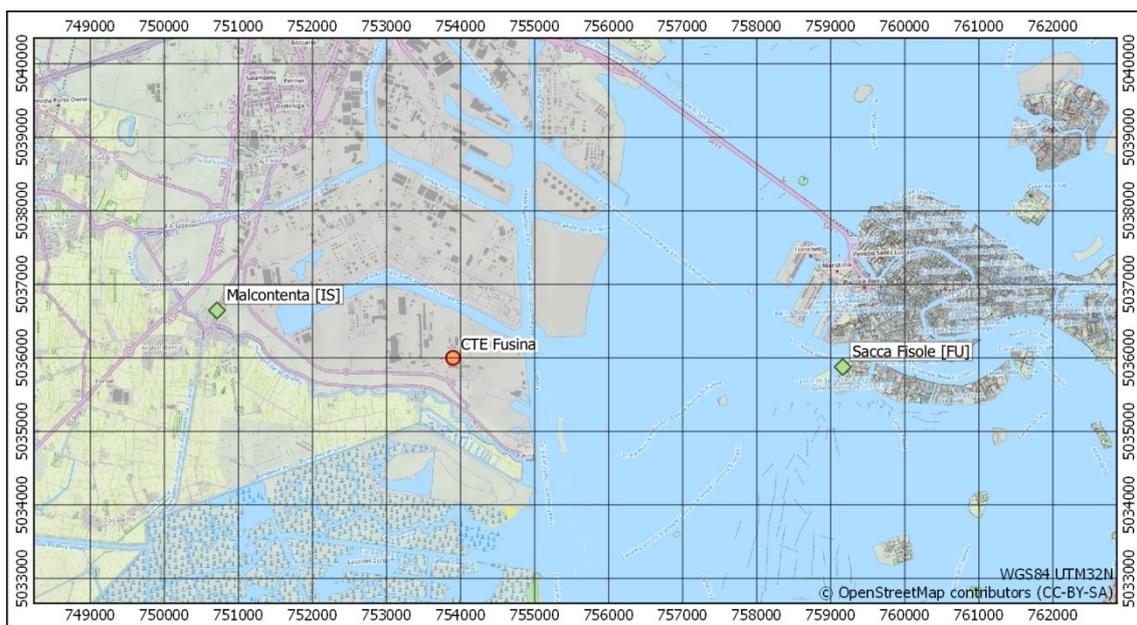
Prov.	Stazione	Tip.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	CO	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	Benzene	B(a)P	Metalli
PD	Arcella	TU	X	X	X		X			X	X
PD	Mandria	FU		X	X	X	X	X	X	X	X
PD	Granze	IU					X			X	X
PD	Parco Colli Euganei	FR		X		X	X				
PD	Este	IS	X	X		X	X	X		X	X
PD	Alta Padovana	FR		X	X	X	X			X	X
VR	Borgo Milano	TU	X	X	X		X		X		
VR	Giarol	FU		X		X	X	X		X	X
VR	Legnago	FU		X		X	X				
VR	San Bonifacio	TU		X			X				
VR	Boscochiesanuova	FR	X	X	X	X	X			X	X
RO	Largo Martiri	TU	X	X	X		X	X	X		
RO	Borsea	FU		X		X	X			X	X
RO	Badia Polesine Villafora	FR	X	X	X	X	X		X	X	X
RO	Adria	FU	X	X		X	X				
BL	Parco città Bologna	FU		X		X	X	X		X	
BL	La Cerva	TU	X	X	X		X				
BL	Area Feltrina	FS		X		X	X	X	X	X	X
BL	Pieve d'Alpago	FR		X		X	X		X		
TV	Via Lanceri	FU		X		X	X	X	X	X	X
TV	S. Agnese	TU	X	X	X		X				
TV	Conegliano	FU		X		X	X	X			
TV	Mansuè	FR		X		X	X	X			
VI	San Felice	TU	X	X	X		X		X		
VI	Quartiere Italia	FU		X		X	X	X		X	X
VI	Asiago Cima Ekar	FR		X		X					
VI	Chiampo	IU		X					X		
VI	Bassano	FU		X		X		X			
VI	Montebello Vicentino	IS		X							
VI	Schio	FU		X		X	X	X	X	X	X
VE	Parco Bissuola	FU	X	X		X	X	X	X	X	X
VE	Sacca Fisola	FU	X	X		X	X				X
VE	Via Tagliamento	TU		X	X		X				
VE	Via Malcontenta	IS	X	X			X	X		X	X
VE	San Donà di Piave	FU		X		X		X			

Legenda Tipologia: T=Traffico; F=Fondo; I=Industriale U=Urbano; S=Suburbano; R=Rurale

### 3.4 Lo stato attuale della qualità dell'aria

In questo paragrafo viene analizzato lo stato attuale della qualità dell'aria dell'intera regione nel 2018, focalizzando poi l'attenzione su quanto rilevato nelle due stazioni della rete regionale più prossime alla centrale Enel "Andrea Palladio" di Fusina, che risultano essere quella di Via Malcontenta, stazione di tipo Industriale Suburbana (IS), a circa 4 km in direzione Ovest e quella di Sacca Fisola, stazione di Fondo Urbana (FU), a circa 5 km in direzione Sud Est (Figura 3.4.1).

Sono stati analizzati anche gli andamenti degli inquinanti nel quinquennio 2014-2018. Ciò permette di confrontare, come richiesto dal D.Lgs. 155/2010, i livelli degli inquinanti sul territorio rispetto alle soglie di valutazione<sup>5</sup>, consentendo così di pianificare la tipologia di monitoraggio per gli anni futuri. Una soglia di valutazione è considerata oltrepassata se è stata superata per almeno tre anni civili distinti sui cinque.



**Figura 3.4.1 – Centrale Enel di Fusina e stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria di Via Malcontenta (IS) e Sacca Fisola (FU)**

<sup>5</sup> - soglia di valutazione superiore: livello al di sotto del quale le misurazioni in siti fissi possono essere combinate con misurazioni indicative o tecniche di modellizzazione e, per l'arsenico, il cadmio, il nichel ed il Benzo(a)pirene, livello al di sotto del quale le misurazioni in siti fissi o indicative possono essere combinate con tecniche di modellizzazione;  
 - soglia di valutazione inferiore: livello al di sotto del quale è previsto, anche in via esclusiva, l'utilizzo di tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva;

### **3.4.1 Biossido di zolfo**

Per il biossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ ) nel 2018 non vi sono stati superamenti né del valore limite orario di  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e né del valore limite giornaliero di  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , in nessuna delle postazioni della rete di monitoraggio. Il biossido di zolfo si conferma, oramai già da alcuni anni, un inquinante primario non critico nell'area in esame; ciò è dovuto alle sostanziali modifiche sui tipi di combustibili utilizzati, che negli ultimi decenni, hanno portato ad un sempre maggiore utilizzo di metano a scapito del gasolio e alla riduzione generale del tenore di zolfo in tutti i combustibili, in particolare nei combustibili diesel.

### **3.4.2 Monossido di carbonio**

Anche per il monossido di carbonio (CO) per tutte le concentrazioni rilevate a livello regionale nel 2018, in tutti i punti di campionamento (tra cui non ci sono le due stazioni di via Malcontenta e Sacca Fisola) non si sono avuti superamenti del limite di  $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ , calcolato come valore massimo giornaliero su medie mobili di 8 ore.

### **3.4.3 Biossido di azoto e ossidi di azoto totali**

Per la valutazione del biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ) a livello regionale nel 2018 sono state considerate le stazioni riportate in Tabella 3.3.1.

Il valore limite di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a livello regionale, non è stato raggiunto in nessuna delle stazioni della rete di monitoraggio regionale. Le concentrazioni medie annuali più basse sono state registrate in alcune stazioni di fondo rurale, Boscohiesanuova (VR) ( $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Pieve D'Alpago (BL) ( $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), e Asiago Cima Ekar (VI) ( $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Per quanto riguarda il valore medio annuo, nelle stazioni di via Malcontenta (Figura 3.4.2) e di Sacca Fisola (Figura 3.4.3) si è riscontrato per entrambe il valore di  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

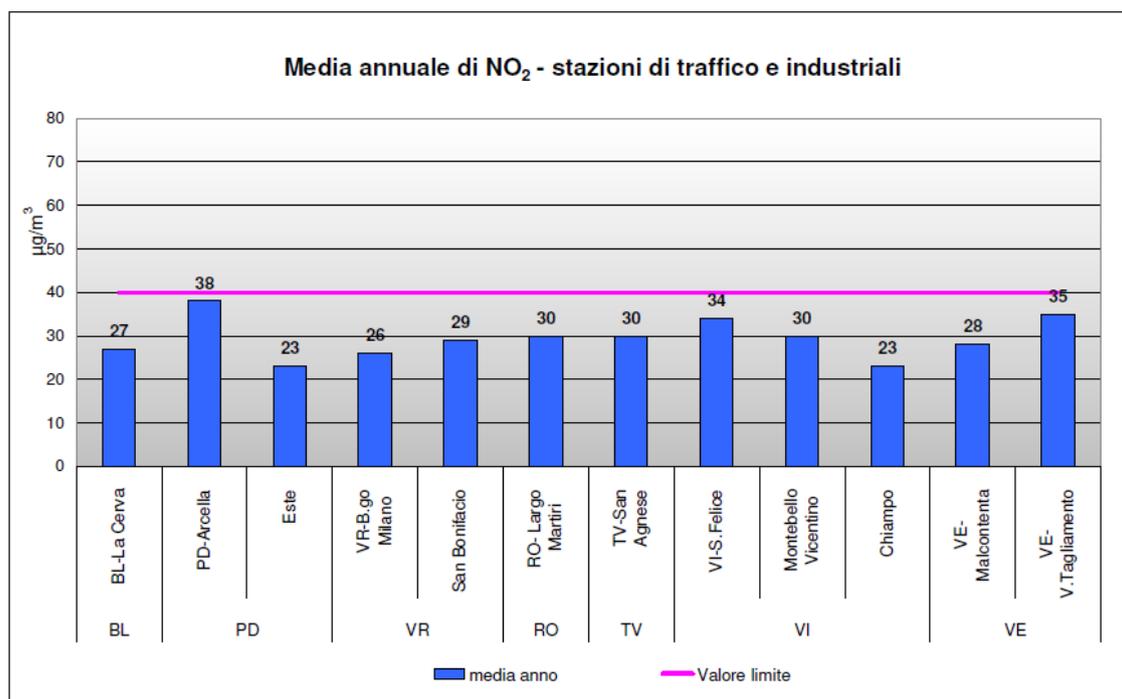
Per quanto riguarda il limite orario di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; da non superare per più di 18 volte l'anno, non si sono avuti, in nessuna delle stazioni della regione, più dei 18 superamenti ammessi.

Per quanto riguarda le soglie di valutazione sono stati analizzati i dati relativi ai valori medi del quinquennio 2014-2018. La stazione di via Malcontenta (Figura 3.4.4) risulta avere valori compresi tra la soglia di valutazione inferiore e quella superiore. La stazione di Sacca Fisola (Figura 3.4.5), risulta essere invece una delle 2 stazioni di tipologia "fondo" con valori al di sopra di quelli della soglia di valutazione superiore.

È importante sottolineare che i valori registrati in tutte le centraline di traffico, ad eccezione di quella di Largo Martini (RO), nel 2018 sono in diminuzione o stabili rispetto a quelli del 2017.

Il grafico in Figura 3.4.6 mostra gli andamenti regionali nel periodo 2005-2018, ottenuti calcolando per ogni anno un valore medio per le stazioni di tipologia fondo (urbano, suburbano e rurale) e per quelle di tipologia traffico/industriale facenti parte del

programma di valutazione. Tali andamenti sono stati confrontati con il valore limite annuale per il biossido di azoto. Dal 2007 in poi si osserva una progressiva riduzione delle concentrazioni medie di NO<sub>2</sub> sostanzialmente concorde per le due tipologie di stazione. Si può osservare che esiste una differenza costante negli anni tra il livello di concentrazione del biossido di azoto delle stazioni di fondo e quello di traffico/industriali. Le variazioni delle medie registrate negli anni dal 2014 al 2018 sono in larga parte da attribuire alle condizioni meteorologiche più o meno dispersive dell'anno preso in considerazione.



**Figura 3.4.2 – Biossido di azoto. Medie annuali 2018 nelle stazioni di tipologia "Traffico" e "Industriale"**

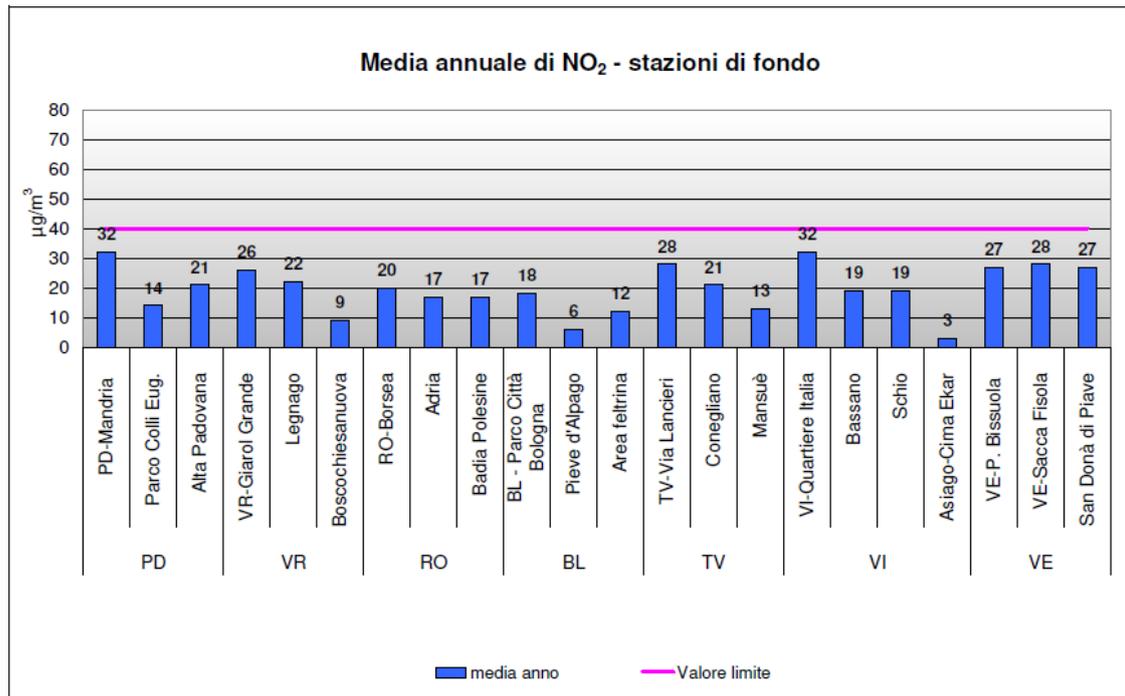


Figura 3.4.3 – Biossido di azoto. Medie annuali 2018 nelle stazioni di tipologia "Fondo"

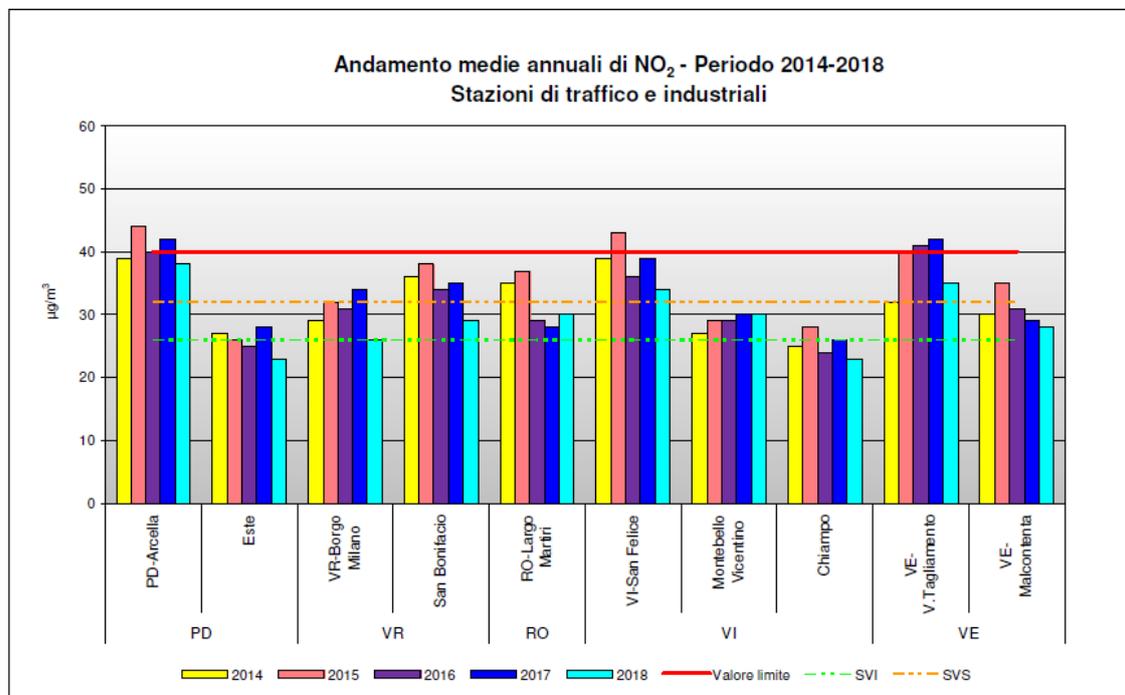
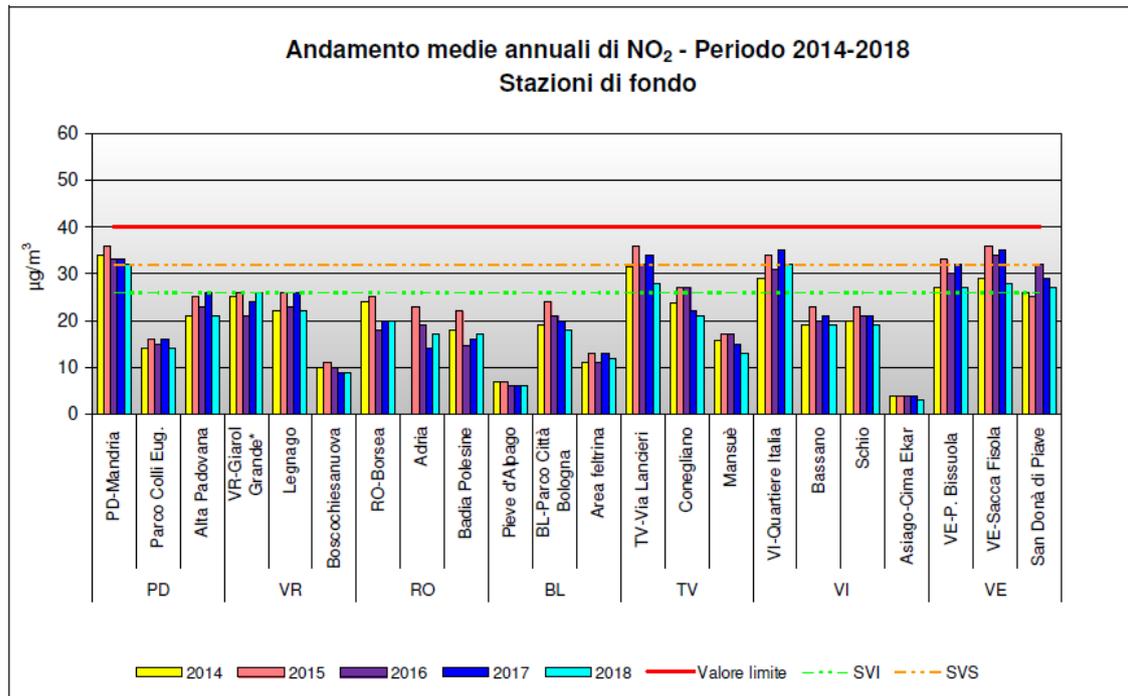
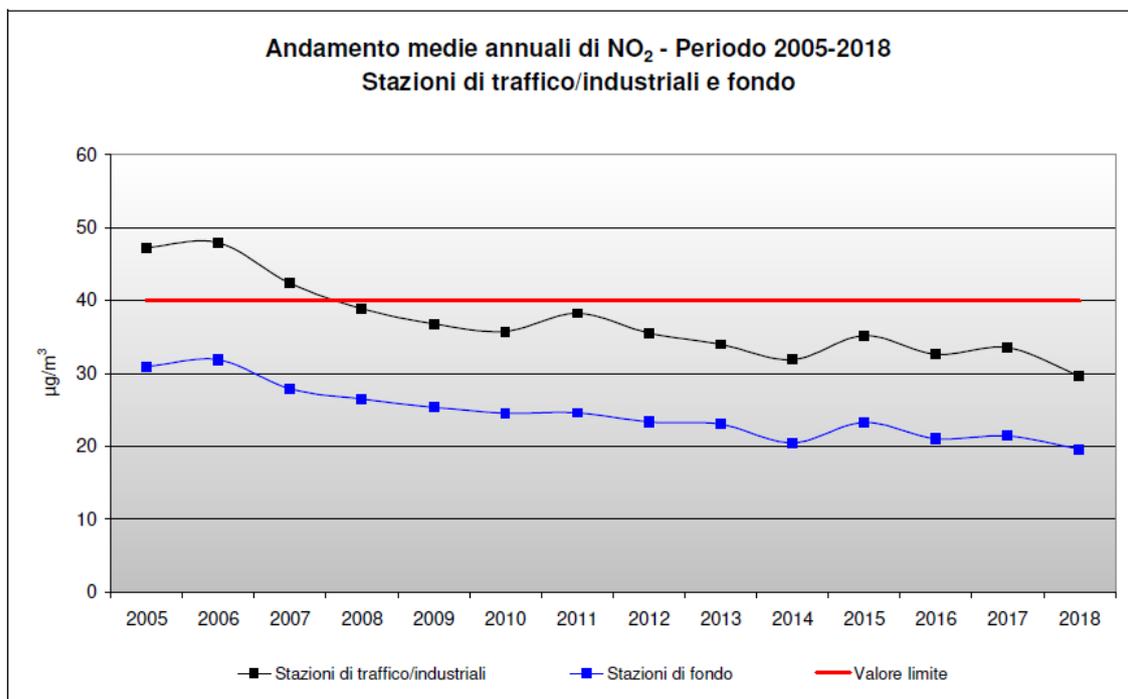


Figura 3.4.4 – Biossido di azoto. Medie annuali 2014-2018 nelle stazioni di tipologia "Traffico" e "Industriale"



\* Per la centralina di Giarol (VR), attivata nel 2016, il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di Cason (VR)

**Figura 3.4.5 – Biossido di azoto. Medie annuali 2014-2018 nelle stazioni di tipologia "Fondo"**



**Figura 3.4.6 – Biossido di azoto. Medie annuali 2005-2018 calcolate a livello regionale nelle stazioni di tipologia "Traffico/Industriali" e "Fondo"**

Per quanto riguarda la valutazione dell’impatto sugli ecosistemi, in Figura 3.4.7, è analizzato l’andamento degli ossidi totali di azoto ( $\text{NO}_x$ ) in relazione al valore limite per la protezione della vegetazione, pari a  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Per la valutazione di questo limite sono state prese in considerazione le stazioni di “fondo rurale” (nessuna presente nella provincia di Venezia), aventi almeno tre anni di dati disponibili. Il grafico evidenzia come questo parametro risulti nei limiti nel 2018 in 6 delle 7 stazioni considerate. Presso la stazione di Alta Padovana (S.Giustina in Colle), se pur in diminuzione rispetto al triennio precedente, permangono per il 2018 valori molto elevati di  $\text{NO}_x$ .

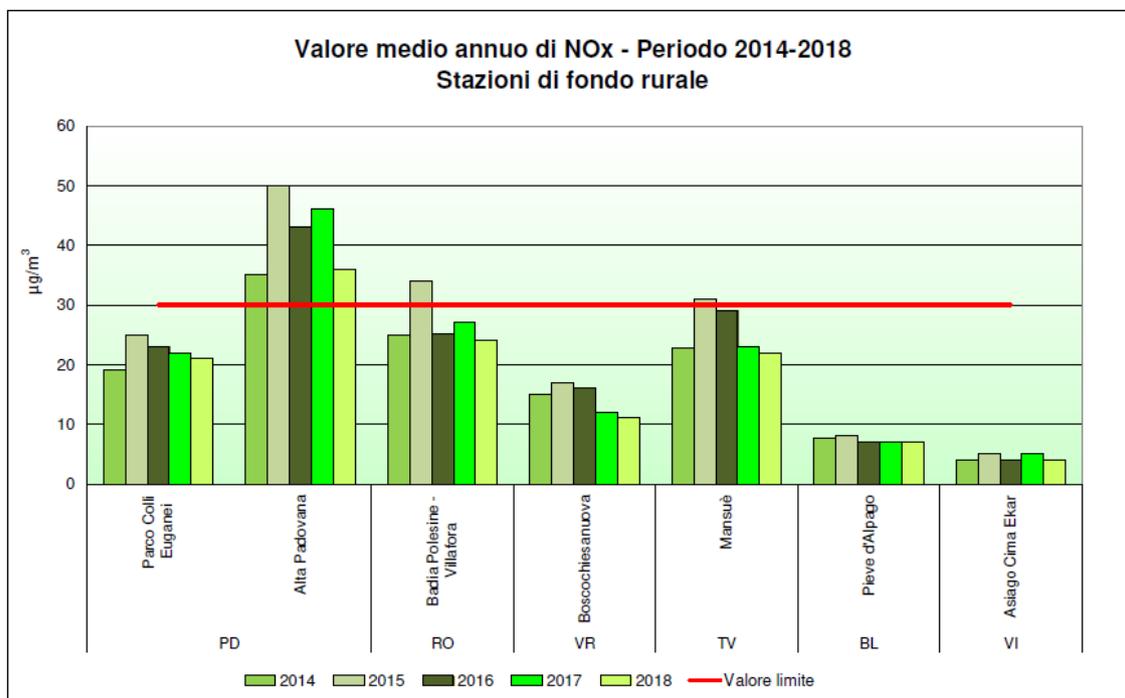


Figura 3.4.7 – Ossidi di azoto totali. Medie annuali 2014-2018 nelle stazioni di tipologia “Fondo Rurale”

### 3.4.4 Ozono

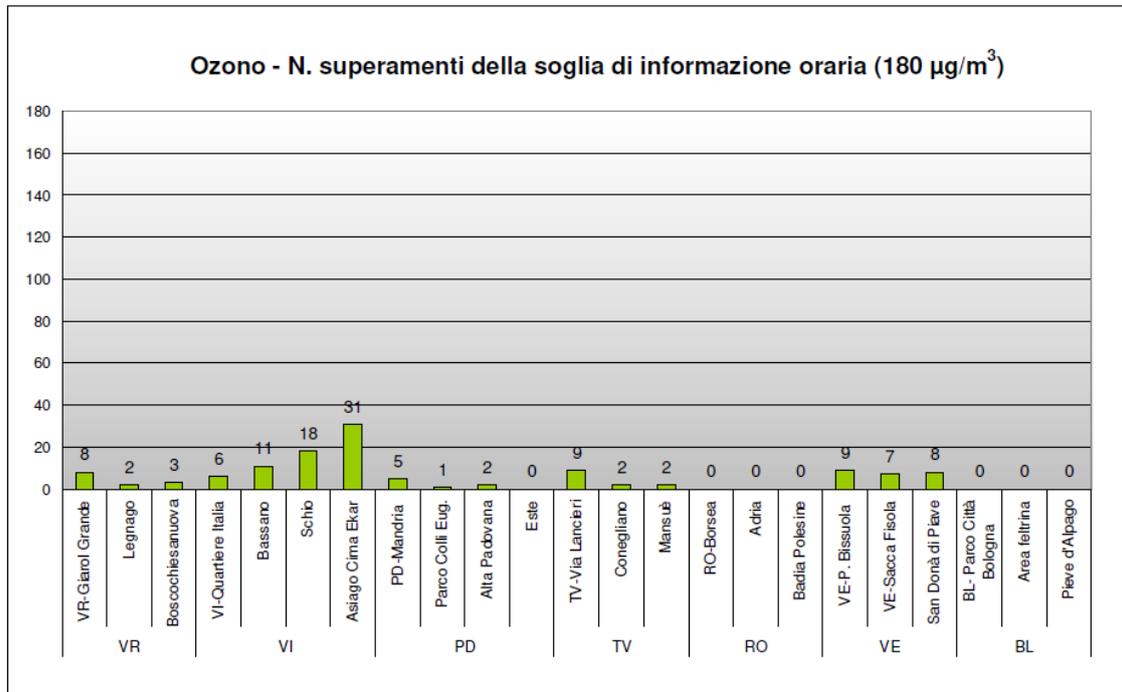
L’analisi dei dati di ozono ( $\text{O}_3$ ), a livello regionale nel 2018, parte dall’esame della valutazione dei superamenti della soglia di informazione di  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , definita come il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana, in caso di esposizione di breve durata, per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione. I superamenti della soglia di informazione nella stazione di Sacca Fisola sono 7. Tra le altre stazioni, nel quale l’ $\text{O}_3$  viene monitorato, le centraline con il numero più elevato di superamenti sono Asiago-Cima Ekar (31), Schio (18) e Bassano (11). I superamenti sono nulli nel bellunese e nel rodigino (Figura 3.4.8).

La soglia di allarme per la protezione della salute umana di  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , definita come il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata

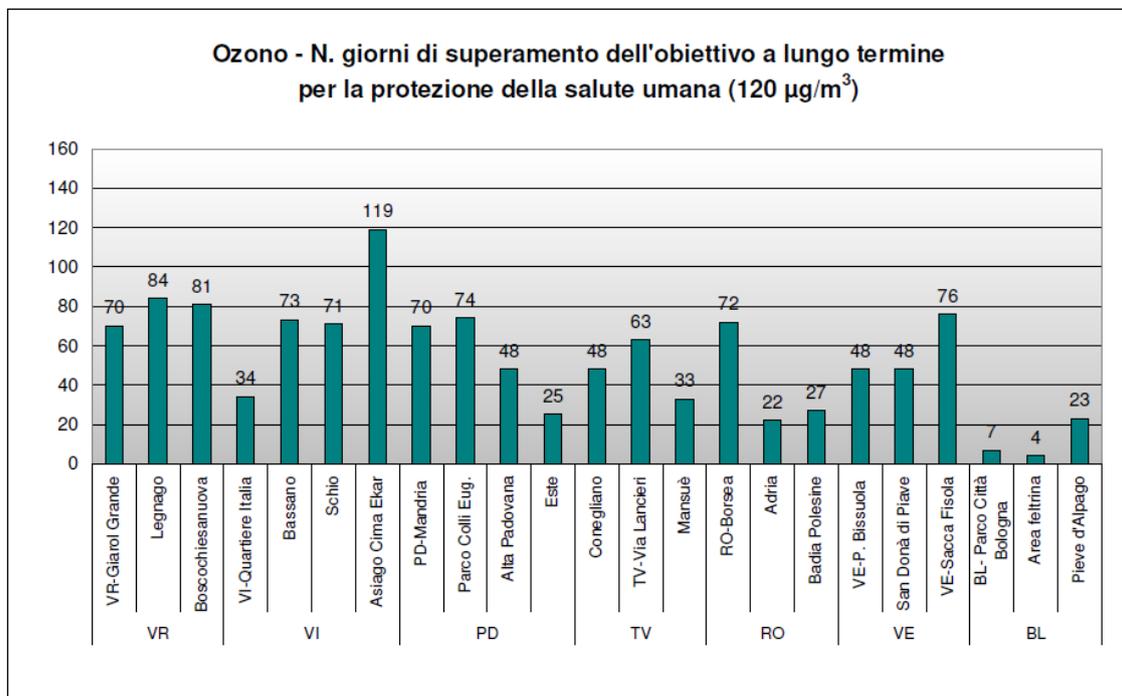
(3 ore consecutive), durante l'estate del 2018 non è mai stata superata in nessuna delle stazioni della rete regionale.

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. Tra le stazioni nel quale l'O<sub>3</sub> viene monitorato, Sacca Fisola, con i suoi 76 superi, è una delle 9 postazioni dove si registrano tra i 70 e 84 giorni di supero. Il numero maggiore di giorni di superamento di questo indicatore è stato registrato nella stazione di Asiago Cima-Ekar (119) (Figura 3.4.9).

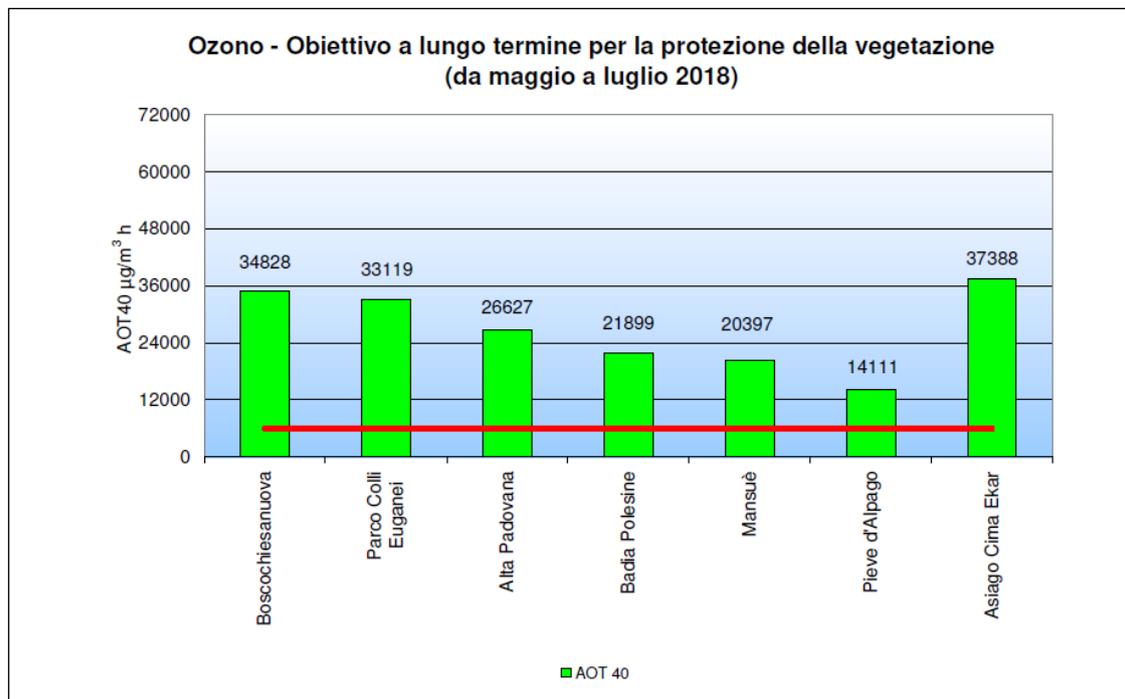
L'obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione è stabilito in  $6000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$ , elaborato come AOT40 (Accumulated Ozone exposure over a Threshold of 40 ppb); tale parametro si calcola utilizzando la somma delle concentrazioni orarie eccedenti i 40 ppb (circa  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ottenuta considerando i valori orari di ozono registrati dalle 8.00 alle 20.00 (ora solare) nel periodo compreso tra il 1° maggio e il 31 luglio. L'AOT40 deve essere calcolato esclusivamente per le stazioni finalizzate alla valutazione dell'esposizione della vegetazione, assimilabili in Veneto alle stazioni di tipologia "fondo rurale". Nel grafico in Figura 3.4.10 si riportano i valori di AOT40 di ciascuna centralina. L'obiettivo a lungo termine di  $6000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$  non è stato rispettato in nessuna delle stazioni considerate.



**Figura 3.4.8 – Ozono. Superamenti orari della soglia di informazione per la protezione della salute umana nel 2018**



**Figura 3.4.9 – Ozono. Numero di giorni di superamento dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana nel 2018**

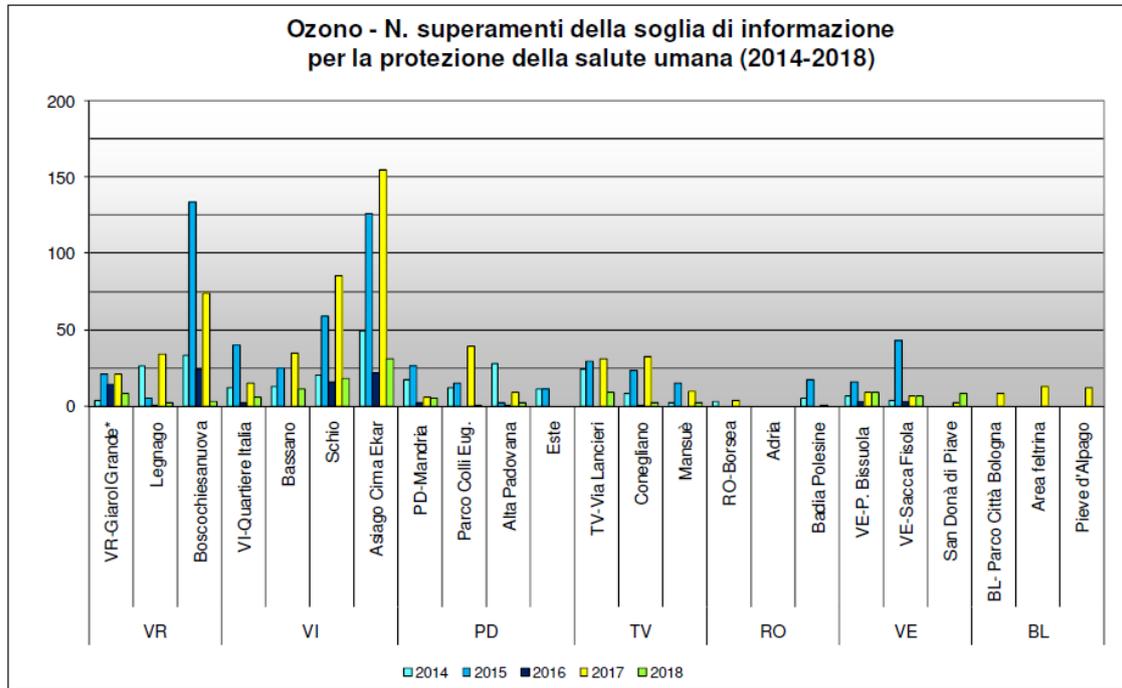


**Figura 3.4.10 – Ozono. Calcolo del parametro AOT40 da maggio a luglio 2018, nelle stazioni di tipologia “Fondo Rurale”**

Sono stati poi analizzati i dati relativi alle tendenze nel periodo 2014-2018, per valutare i trend relativi ai superamenti della soglia di informazione. L’analisi dei trend, mette in evidenza come i superamenti della soglia di informazione per la protezione della salute umana siano generalmente in calo nel 2018 rispetto agli anni precedenti. In particolare nella stazione di Sacca Fisola il numero di superamenti, fatta eccezione per quelli registrati nel 2015, si confermano essere dell’ordine di qualche unità (Figura 3.4.11).

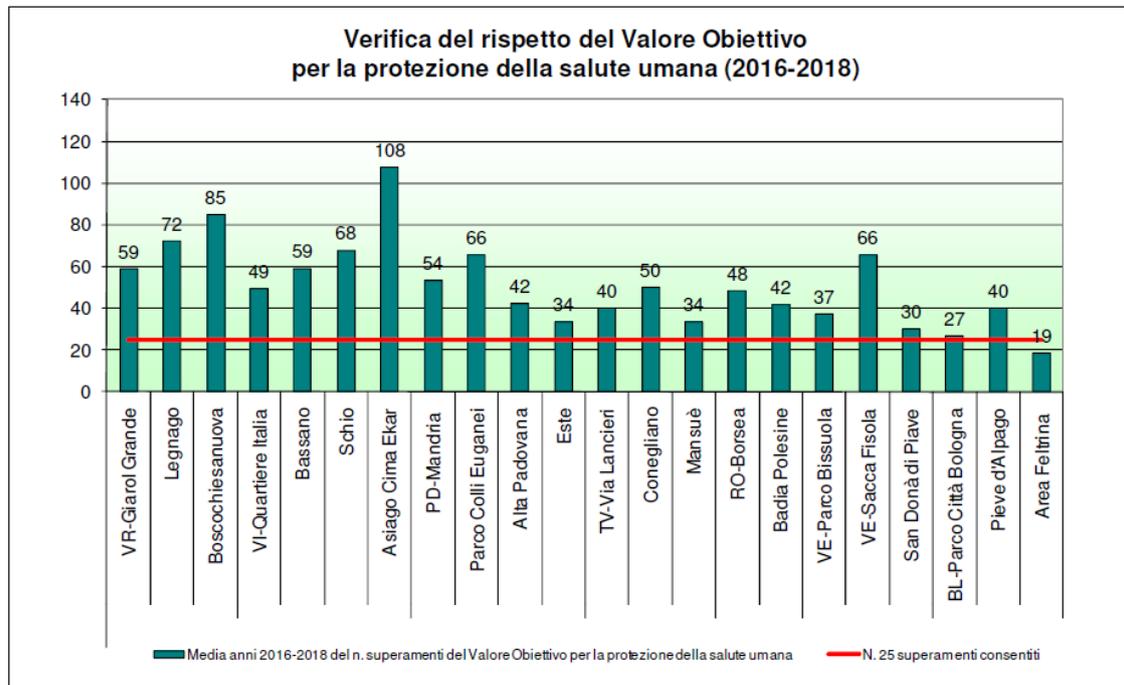
Il valore obiettivo per la protezione della salute umana, viene calcolato rispetto alla soglia dei  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni (2016-2018). L’analisi del grafico riportato in Figura 3.4.12 mette in evidenza come in generale le concentrazioni medie di fondo dell’ozono su scala regionale siano più elevate rispetto agli standard imposti dalla Comunità Europea, con il valore obiettivo rispettato solo in una delle stazioni di monitoraggio, Area Feltrina (19). In particolare, nella stazione di Sacca Fisola, la soglia di  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , è stata superata per 66 giorni.

Il valore obiettivo per la protezione della vegetazione di  $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$  è calcolato solo per le stazioni di tipologia “fondo rurale”. La verifica del rispetto del valore obiettivo è effettuata sulla base della media dei valori da maggio a luglio calcolati nei cinque anni precedenti. Nella Figura 3.4.13 si riporta dunque la valutazione del valore obiettivo calcolato sul quinquennio 2014-2018. Si osserva che il valore obiettivo non è rispettato in nessuna delle stazioni considerate.



\* Per la centralina di Giarol (VR), attivata nel 2016, il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di Cason (VR)

**Figura 3.4.11 – Ozono. Superamenti orari della soglia di informazione per la protezione della salute umana nel periodo 2014-2018**



**Figura 3.4.12 – Ozono. Numero di giorni di superamento dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana nel triennio 2016-2018**

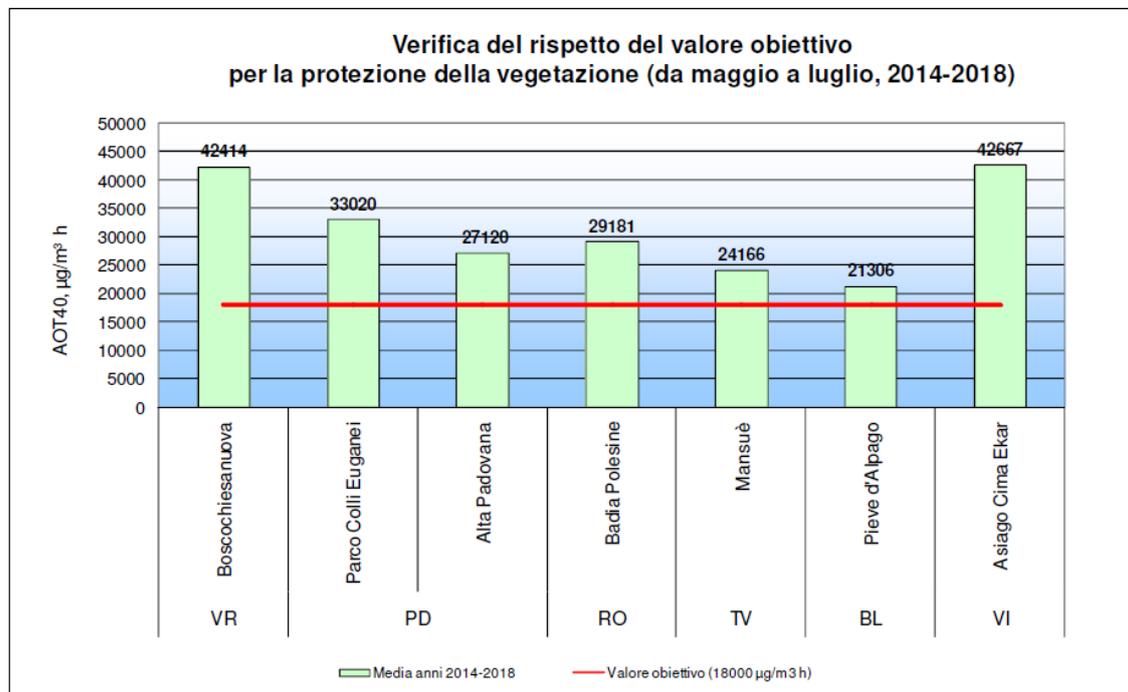


Figura 3.4.13 – Ozono. Calcolo del parametro AOT40 da maggio a luglio 2014-2018, nelle stazioni di tipologia “Fondo Rurale”

### 3.4.5 Particolato PM<sub>10</sub>

Per la valutazione del particolato PM<sub>10</sub> a livello regionale nel 2018 sono state considerate 19 stazioni di fondo e 11 stazioni di traffico oppure di tipo industriale (Tabella 3.3.1).

Per quanto riguarda il valore medio annuo, nelle stazioni di via Malcontenta (Figura 3.4.14) e di Sacca Fisola (Figura 3.4.15) si sono riscontrati rispettivamente valori di 37 e 33 µg/m<sup>3</sup>. Il valore limite di 40 µg/m<sup>3</sup>, a livello regionale, quest’anno non è mai stato raggiunto.

Per quanto riguarda il limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup>; da non superare per più di 35 volte l’anno, nelle stazioni di Malcontenta (Figura 3.4.16) e di Sacca Fisola (Figura 3.4.17) si sono avuti rispettivamente 59 e 39 superi. Nel 2018 questo indicatore della qualità dell’aria resta, nella regione, il più critico tra quelli normati. Per quanto riguarda le stazioni di traffico e industriali, una sola centralina rispetta il valore limite giornaliero, La Cerva (BL) con soli 5 superamenti, mentre tutte le altre centraline hanno oltrepassato il valore limite, registrando un numero di superamenti tra i 41 di San Bonifacio (VR) e i 63 di Granze (PD) e Via Tagliamento (VE). Per quanto riguarda le stazioni di fondo, quella con il numero di superamenti maggiori (60) è la centralina di Mandria (PD) mentre tra le 9 stazioni che hanno rispettato il valore limite giornaliero la migliore è la centralina di Pieve D’Alpago (BL) dove non è stato registrato nessun superamento.

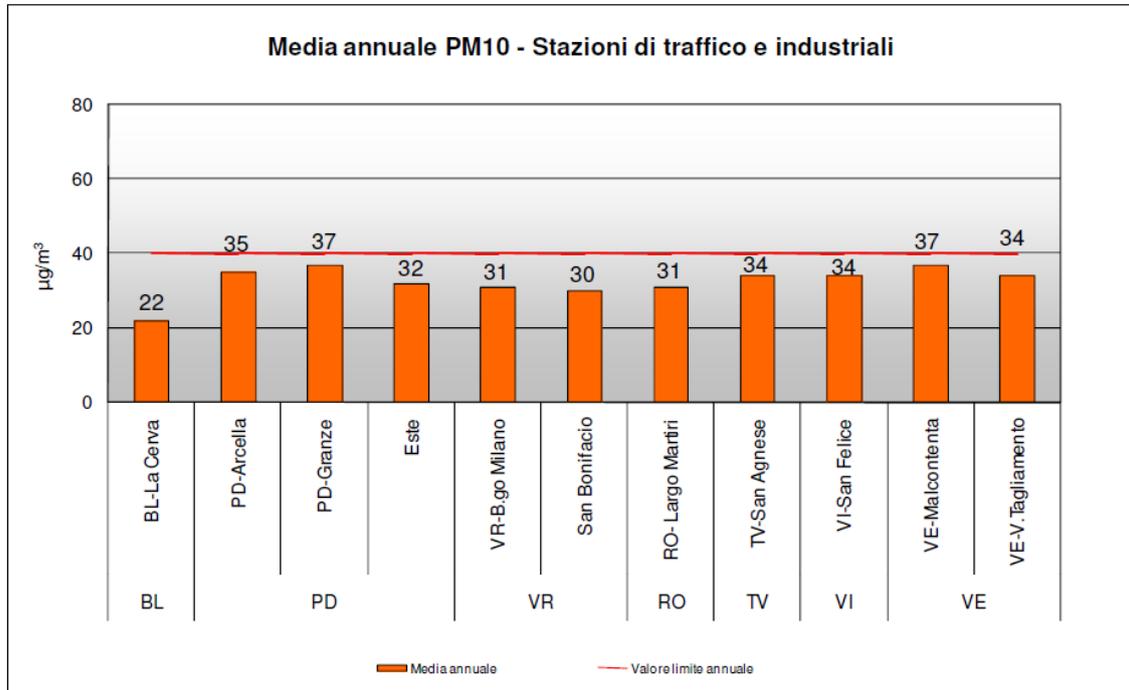


Figura 3.4.14 – Particolato PM<sub>10</sub>. Medie annuali 2018 nelle stazioni di tipologia "Traffico" e "Industriale"

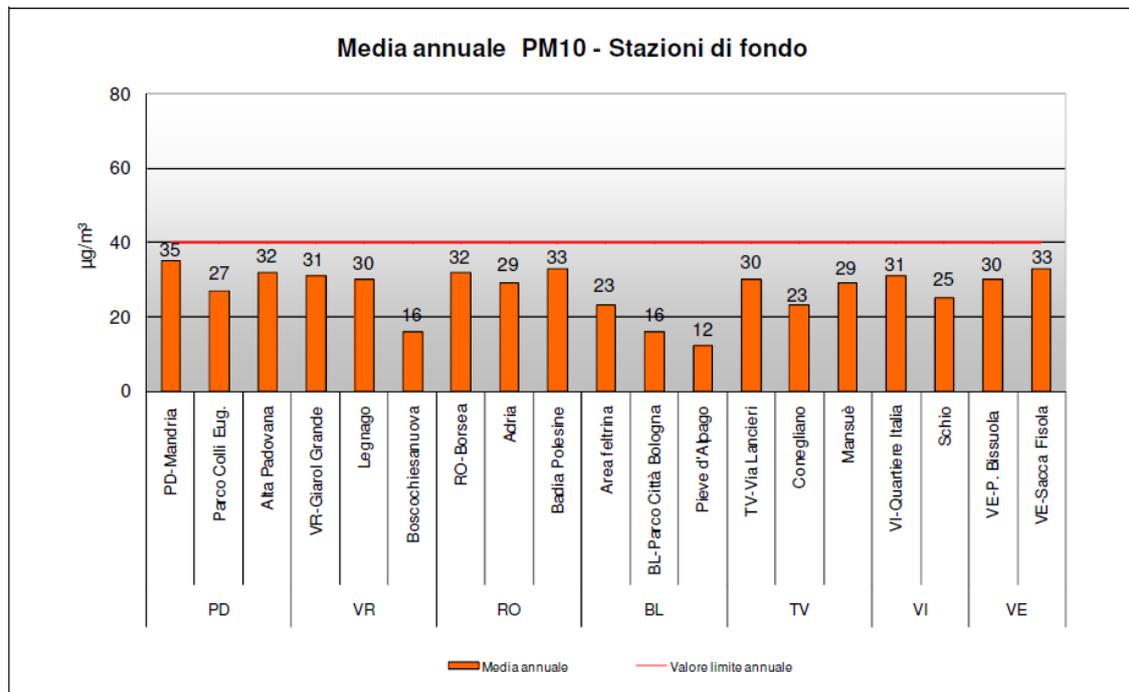


Figura 3.4.15 – Particolato PM<sub>10</sub>. Medie annuali 2018 nelle stazioni di tipologia "Fondo"

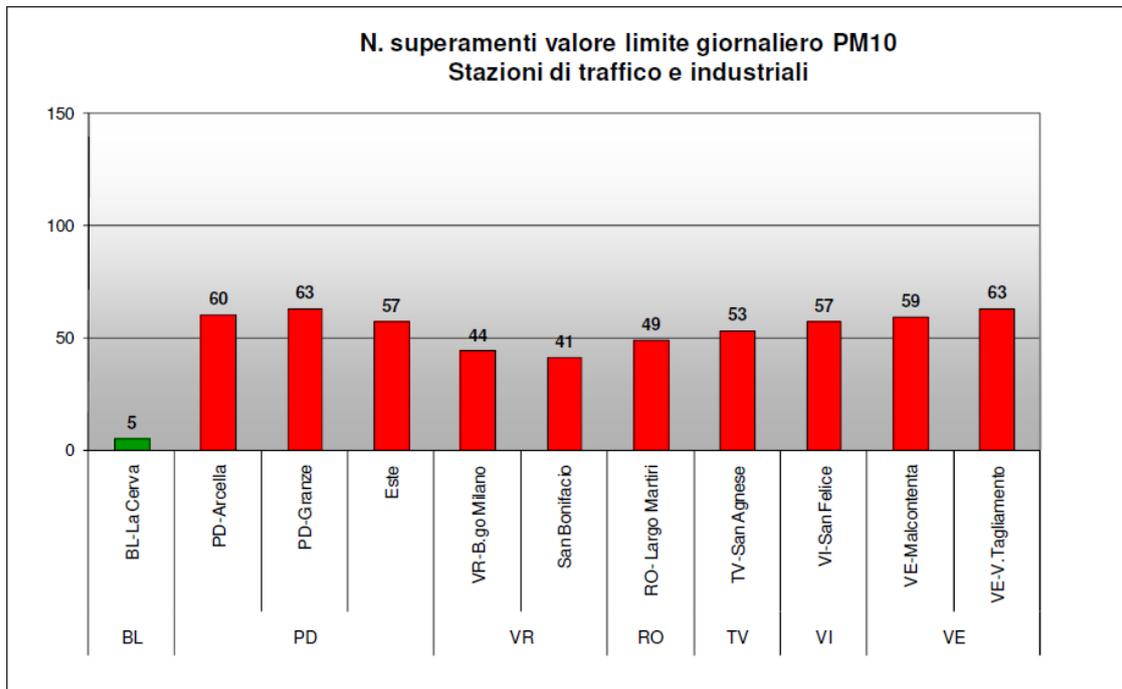


Figura 3.4.16 – Particolato PM<sub>10</sub>. Anno 2018, numero di superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana nelle stazioni di tipologia “Traffico” e “Industriale”

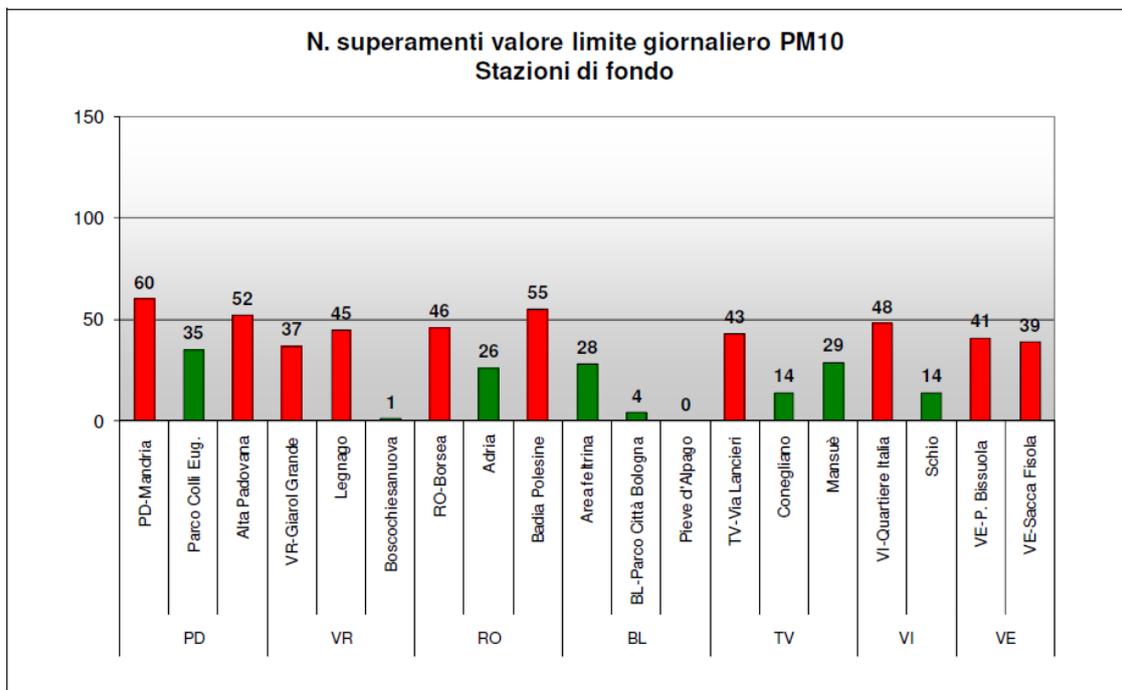
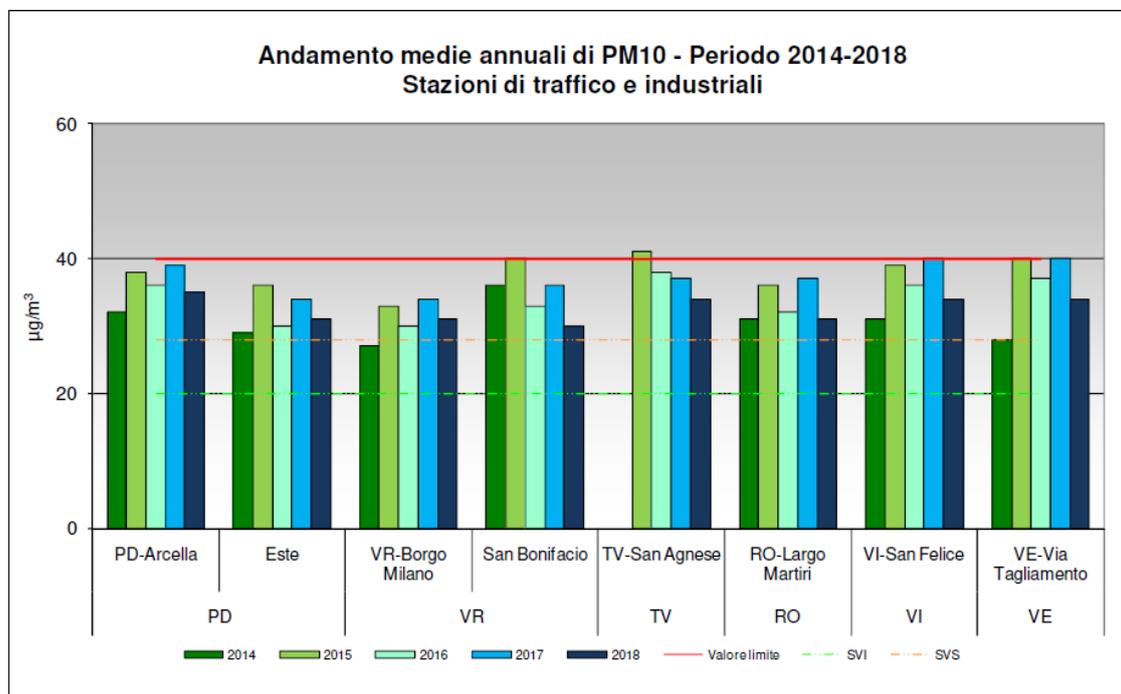


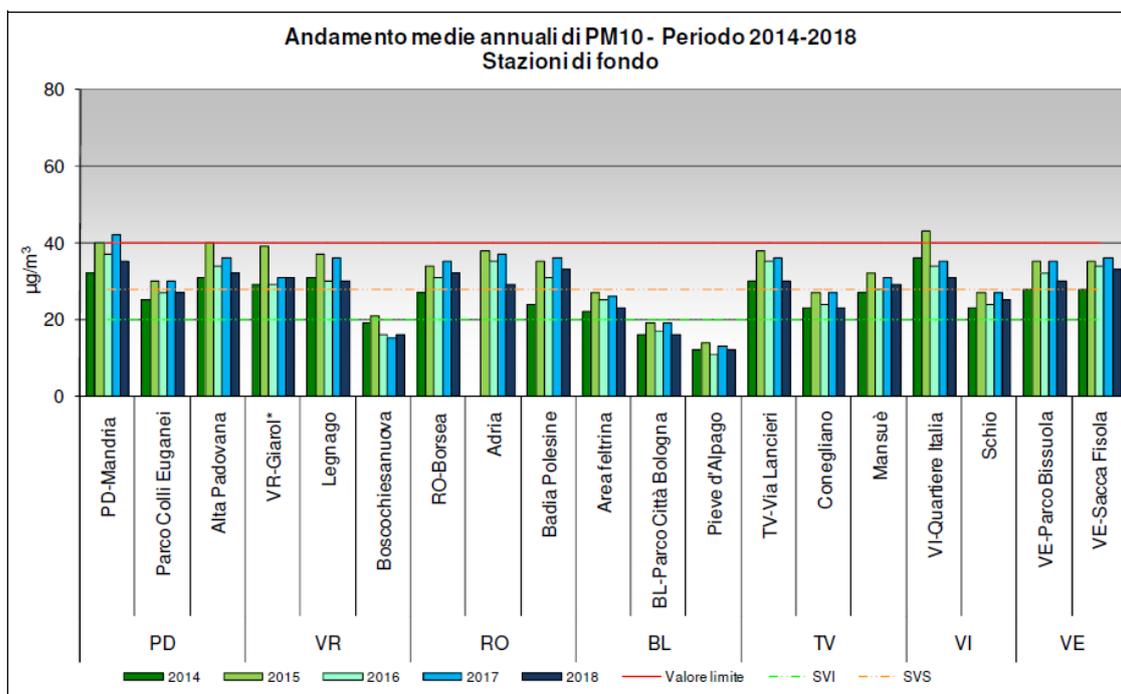
Figura 3.4.17 – Particolato PM<sub>10</sub>. Anno 2018, numero di superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana nelle stazioni di tipologia “Fondo”

Per quanto riguarda le soglie di valutazione sono stati analizzati i dati relativi ai valori medi del quinquennio 2014-2018. La stazione di via Malcontenta non è presente in quest'analisi che prende in considerazione solo le stazioni con almeno 3 anni di dati. Tutte le stazioni di traffico e industriali risultano avere valori che vanno oltre la soglia di valutazione superiore (SVS)  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . I valori del 2018 risultano comunque essere in calo per tutte le postazioni rispetto a quelli dell'anno precedente (Figura 3.4.18). Anche nelle stazioni di fondo si osservano valori non trascurabili, infatti fatta eccezione per le centraline di Pieve d'Alpago (BL), Parco città di Bologna (BL) e Boscochiesanuova (VR), poste in zona montana, tutte le altre centraline si trovano al di sopra della soglia di valutazione inferiore (SVI) di  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , in particolare la stazione di Sacca Fisola, risulta essere invece anche al di sopra della SVS (Figura 3.4.19). Va segnalato comunque che anche per le stazioni di fondo così come per di traffico e industriali, nel 2018 si registrano concentrazioni tendenzialmente più basse rispetto all'anno precedente.

Per quanto riguarda il valore limite giornaliero nelle stazioni di traffico (Figura 3.4.20), pur registrando nel corso del 2018 una diminuzione del numero di superamenti rispetto all'anno precedente, bisogna osservare che complessivamente vi è una situazione ancora lontana dagli standard definiti dalla normativa europea. Tra le stazioni di fondo la situazione risulta leggermente migliore con tre stazioni Boscochiesanuova (VR), Parco città di Bologna (BL) e Pieve d'Alpago (BL) che rispettano i 35 superamenti annuali consentiti durante tutto il quinquennio (Figura 3.4.21).

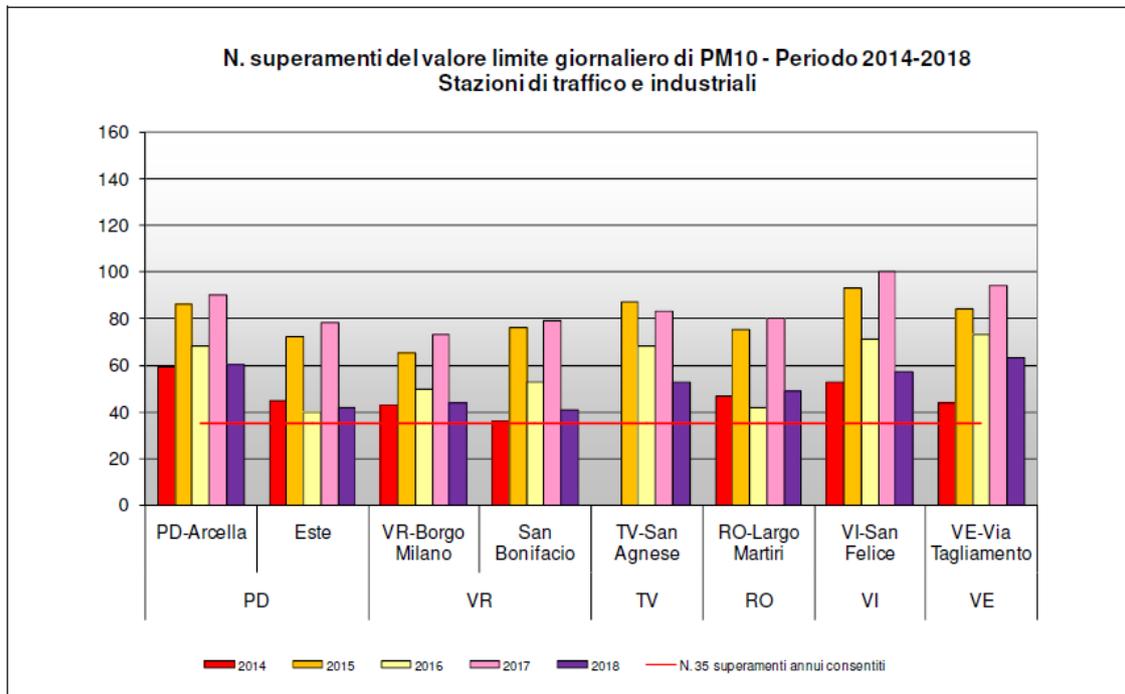


**Figura 3.4.18 – Particolato PM<sub>10</sub>. Medie annuali 2014-2018 nelle stazioni di tipologia "Traffico" e "Industriale"**

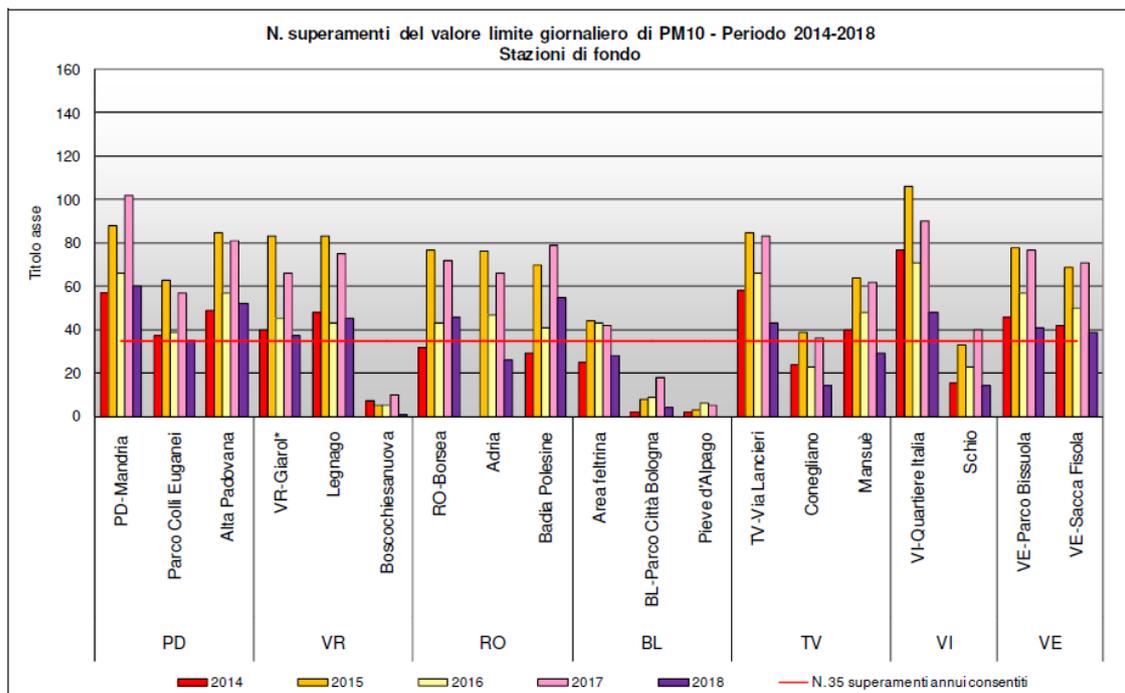


\* Per la centralina di Giarol (VR), attivata nel 2016, il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di Cason (VR) per gli anni 2014 e 2015

**Figura 3.4.19 – Particolato PM<sub>10</sub>. Medie annuali 2014-2018 nelle stazioni di tipologia "Fondo"**



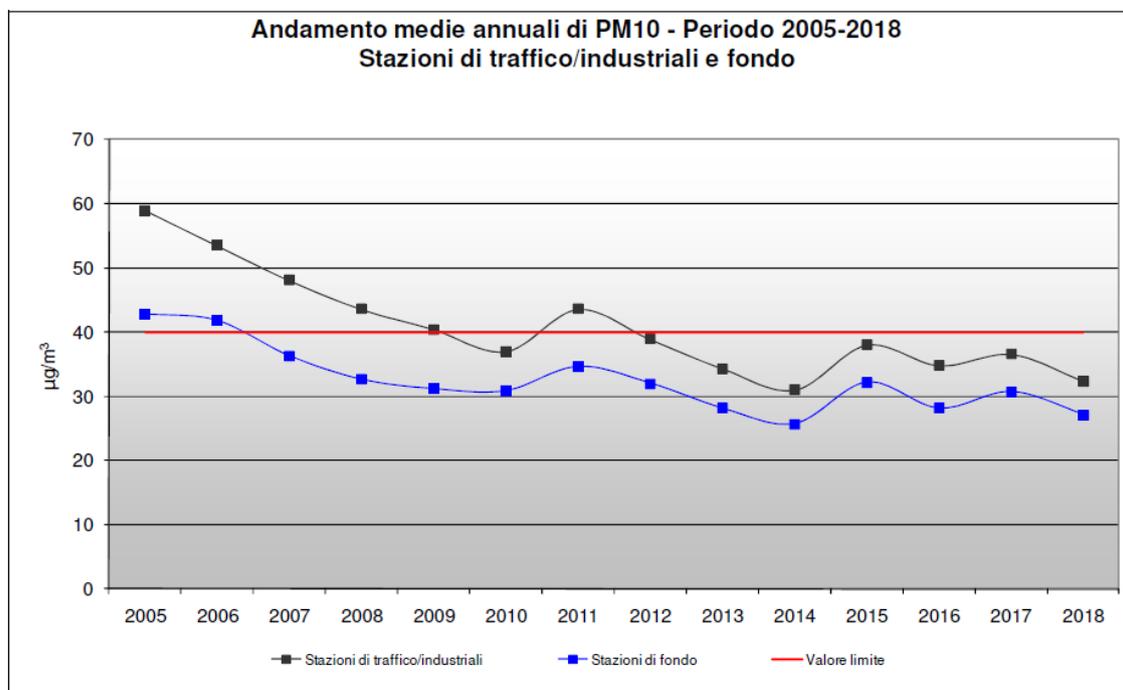
**Figura 3.4.20 – Particolato PM<sub>10</sub>. Periodo 2014-2018, numero di superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana nelle stazioni di tipologia “Traffico” e “Industriale”**



\* Per la centralina di Giarol (VR), attivata nel 2016, il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di Cason (VR)

**Figura 3.4.21 – Particolato PM<sub>10</sub>. Periodo 2014-2018, numero di superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana nelle stazioni di tipologia “Fondo”**

Il grafico in Figura 3.4.22 mostra gli andamenti regionali nel periodo 2005-2018, ottenuti calcolando per ogni anno un valore medio per le stazioni di tipologia fondo (urbano, suburbano e rurale) e per quelle di tipologia traffico/industriale facenti parte del programma di valutazione. Dal 2005 si osserva una visibile riduzione delle concentrazioni medie di PM10 in entrambe le tipologie di stazione fino al 2010. A livello regionale si nota inoltre che è andata gradualmente riducendosi la differenza tra le concentrazioni medie annuali registrate nelle centraline di traffico/industriali e in quelle di fondo. Nel 2018 si registra un decremento della concentrazione media regionale sia nelle stazioni di traffico che in quelle di fondo rispetto al 2017. Ciò è da attribuire in larga misura alla particolari condizioni meteo del 2018, che hanno fatto registrare una frequenza minore di giornate con dispersione inibita (precipitazione inferiore a 1 mm e vento inferiore a 1.5 m/s).



**Figura 3.4.22 – Particolato PM<sub>10</sub>. Medie annuali 2005-2018 calcolate a livello regionale nelle stazioni di tipologia “Traffico/Industriali” e “Fondo”**

### 3.4.6 Particolato $PM_{2.5}$

Il particolato  $PM_{2.5}$  è costituito dalla frazione delle polveri di diametro aerodinamico inferiore a  $2.5 \mu m$ . Tale parametro ha acquisito, negli ultimi anni, una notevole importanza nella valutazione della qualità dell'aria, soprattutto in relazione agli aspetti sanitari legati a questa frazione di aerosol, in grado di giungere fino al tratto inferiore dell'apparato respiratorio (trachea e polmoni).

Per la valutazione del  $PM_{2.5}$  a livello regionale nel 2018 sono state considerate 15 stazioni (Tabella 3.3.1).

Il valore medio annuo, riscontrato nella stazione di via Malcontenta è di  $26 \mu g/m^3$ . Il valore limite di  $25 \mu g/m^3$ , a livello regionale, oltre che nella centralina di via Malcontenta, è stato superato nella centralina di Mandria (PD) dove si è registrato il valore massimo di  $27 \mu g/m^3$  (Figura 3.4.23).

Per quanto riguarda le soglie di valutazione sono stati analizzati i dati relativi ai valori medi del quinquennio 2014-2018. La stazione di via Malcontenta così come tutte le stazioni della rete regionale, fatta eccezione per Parco città Bologna (BL), risultano avere valori che vanno oltre la soglia di valutazione superiore (Figura 3.4.24). Le stazioni che non fanno registrare superamenti dei  $25 \mu g/m^3$ , in tutto il periodo considerato, sono oltre Parco città Bologna (BL), Area Feltrina (BL), Este (PD), Conegliano (TV), Mansuè (TV), Bassano del Grappa (VI) e San Donà del Piave (VE). Nel 2018 si osserva una generale diminuzione delle concentrazioni di  $PM_{2.5}$  rispetto al 2017.

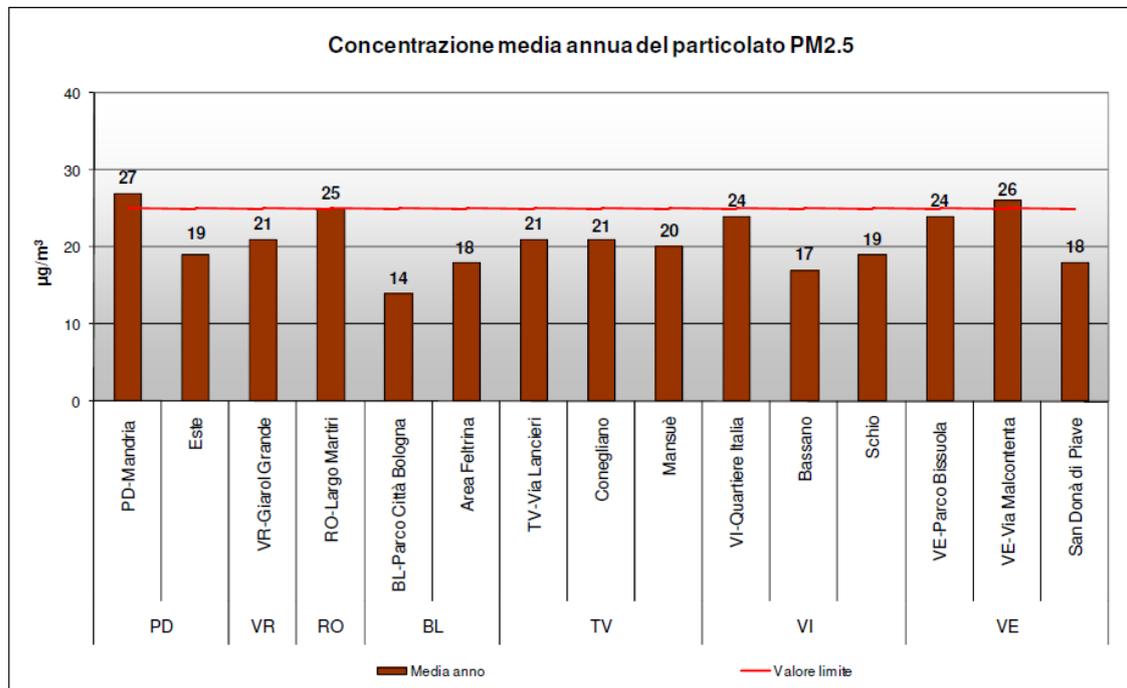
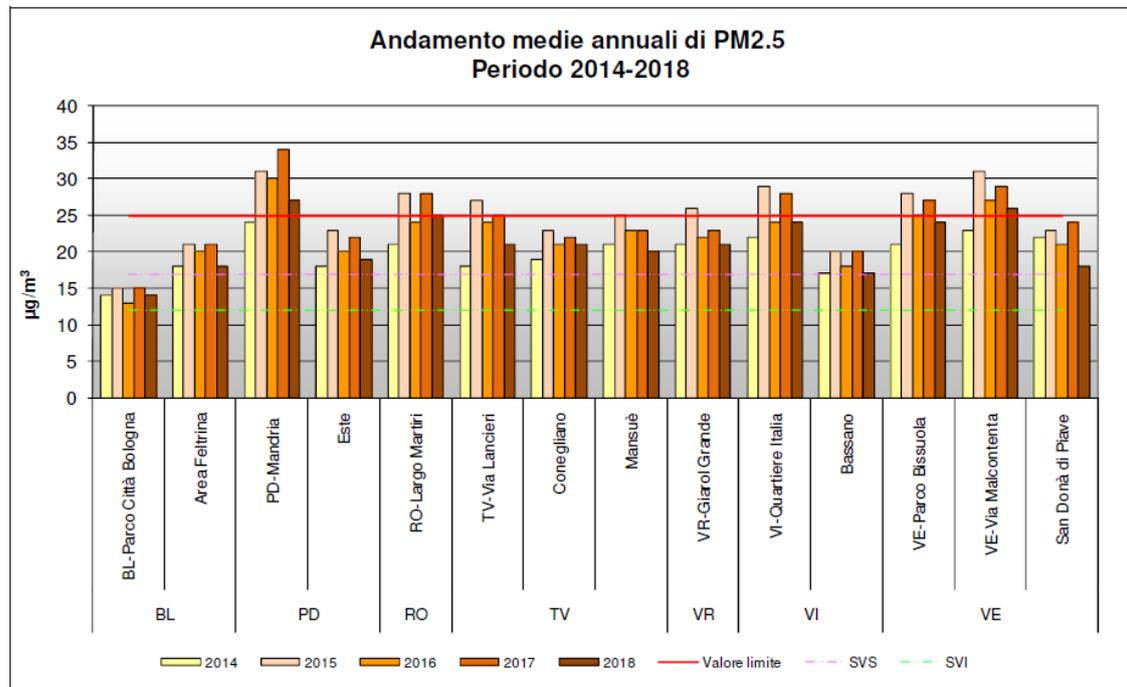


Figura 3.4.23 – Particolato PM<sub>2.5</sub>. Medie annuali 2018 nelle stazioni della rete regionale



\* Per la centralina di Giarol (VR), attivata nel 2016, il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di Cason (VR) per il biennio 2014-2015

Figura 3.4.24 – Particolato PM<sub>2.5</sub>. Medie annuali 2014-2018 nelle stazioni della rete regionale

### 3.4.7 Benzene

Per la valutazione del Benzene ( $C_6H_6$ ) a livello regionale nel 2018 sono state considerate 11 stazioni (Tabella 3.3.1).

Il valore medio annuo, in tutte le stazioni della rete risulta di molto inferiore al valore limite di  $5 \mu g/m^3$  (Figura 3.4.25).

Per quanto riguarda le soglie di valutazione sono stati analizzati i dati relativi ai valori medi del quinquennio 2014-2018.

L'analisi mostra come in nessuna centralina venga mai raggiunto il valore medio annuale di  $2 \mu g/m^3$  che rappresenta la soglia di valutazione inferiore (Figura 3.4.26).

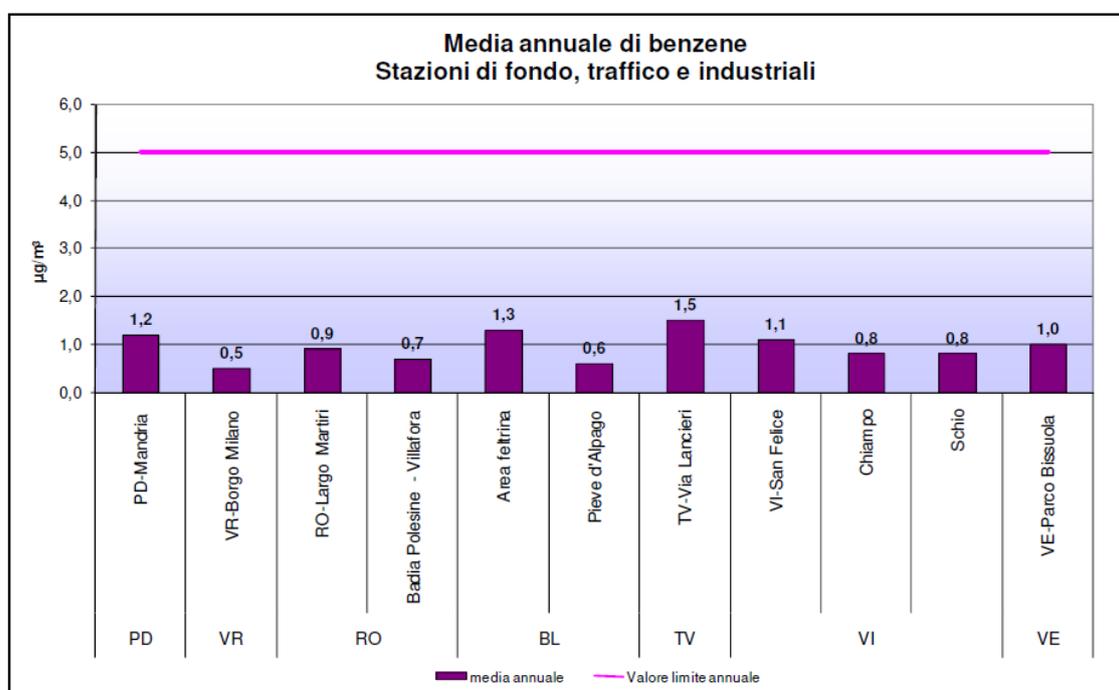


Figura 3.4.25 – Benzene. Medie annuali 2018 nelle stazioni della rete regionale

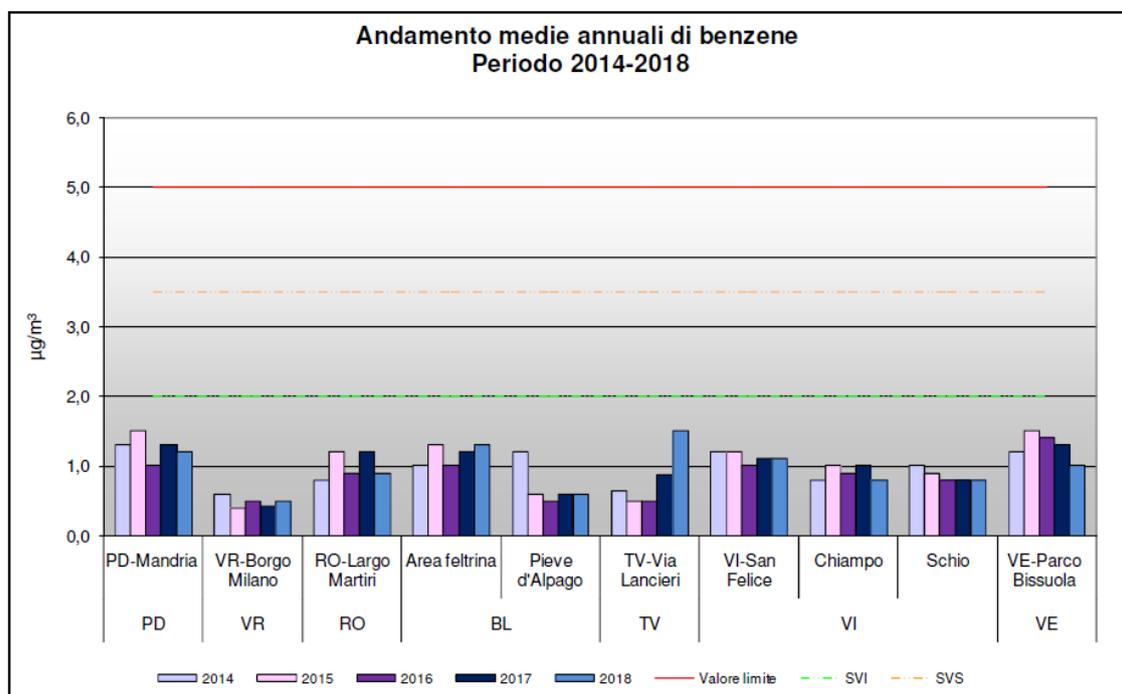


Figura 3.4.26 – Benzene. Medie annuali 2014-2018 nelle stazioni della rete regionale

### 3.4.8 Benzo(a)pirene

Per la valutazione del Benzo(a)pirene a livello regionale nel 2018 sono state considerate 16 stazioni (Tabella 3.3.1).

Le concentrazioni medie annuali determinate sui campioni di PM<sub>10</sub>, mostrano per la stazione di via Malcontenta un valore di 0.9 ng/m<sup>3</sup>, inferiore al valore obiettivo di 1 ng/m<sup>3</sup>. A livello regionale, il valore obiettivo è superato in altre 4 postazioni della rete, il valore massimo di 1.8 ng/m<sup>3</sup> si registra nella centralina di Area Feltrina (BL) (Figura 3.4.27).

L'analisi pluriennale relativa ai valori medi del quinquennio 2014-2018, mostra come il valore obiettivo per il benzo(a)pirene non sia mai stato superato, in 4 stazioni, Giarol (VR), Boscochiesanuova (VR), Borsea (RO) e Schio (VI), venga invece sempre superato in 2 stazioni, Alta Padovana (PD) e Area Feltrina (BL), mentre nelle restanti 10 stazioni si registra il superamento avviene solo in alcuni dei cinque anni analizzati (Figura 3.4.28).

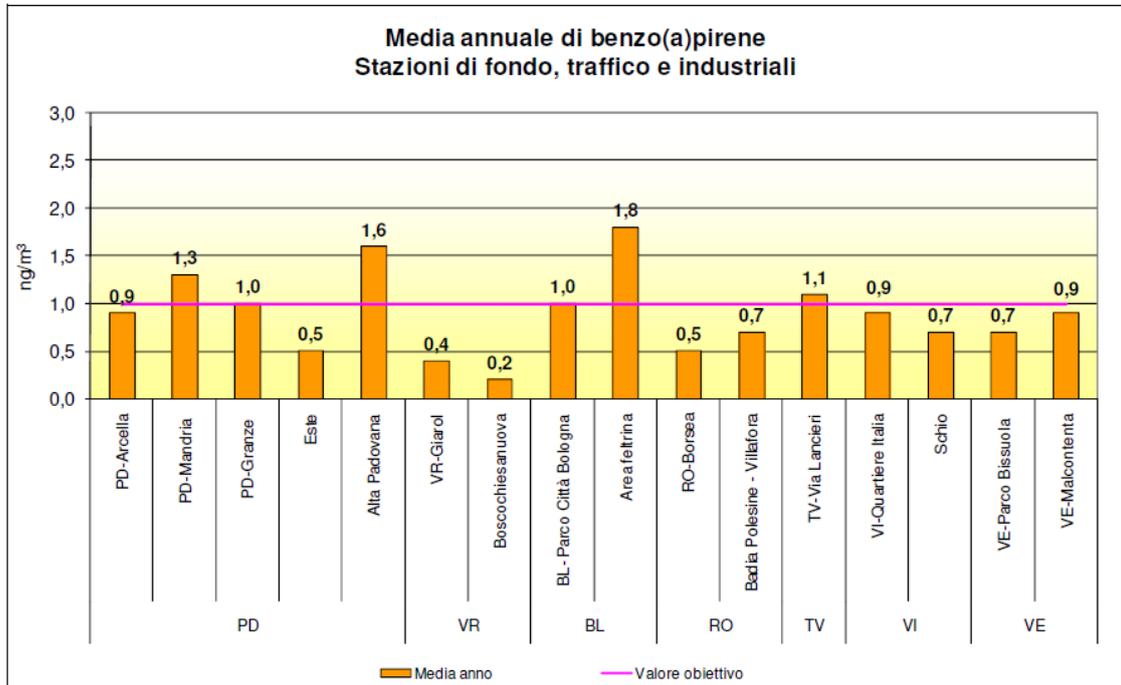
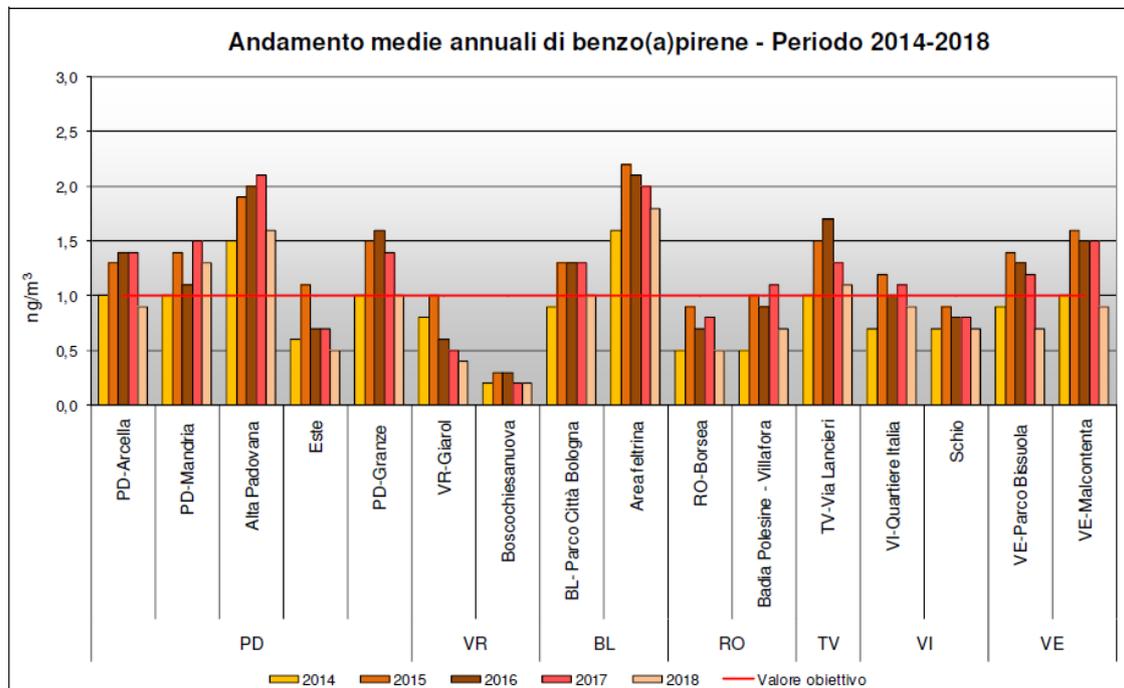


Figura 3.4.27 – Benzo(a)pirene. Medie annuali 2018 nelle stazioni della rete regionale



\* Per la centralina di Giarol (VR), attivata nel 2016, il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di Cason (VR) per il biennio 2014-2015

Figura 3.4.28 – Benzo(a)pirene. Medie annuali 2014-2018 nelle stazioni della rete regionale

### 3.4.9 Piombo

Per la valutazione del Piombo (Pb) a livello regionale nel 2018 sono state considerate 15 stazioni (Tabella 3.3.1).

I valori medi annui, riscontrati nelle stazioni di via Malcontenta e Sacca Fisola sono rispettivamente di 0.03 e 0.02  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Il valore limite di 0.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , è ampiamente rispettato in tutte le stazioni della rete regionale (Figura 3.4.29).

Per quanto riguarda le soglie di valutazione sono stati analizzati i dati relativi ai valori medi del quinquennio 2014-2018. L'analisi mette in evidenza come nell'intero quinquennio questo inquinante non raggiunge la soglia di valutazione inferiore in nessuna delle postazioni della rete regionale (Figura 3.4.30).

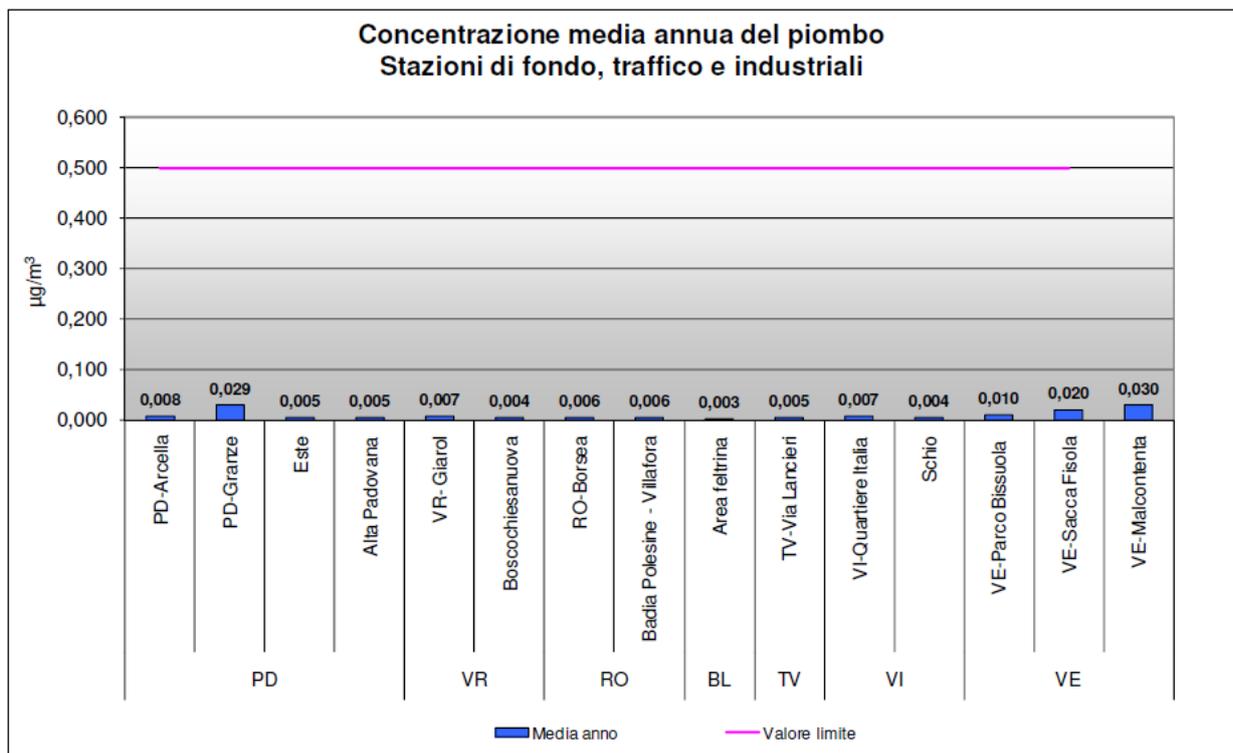
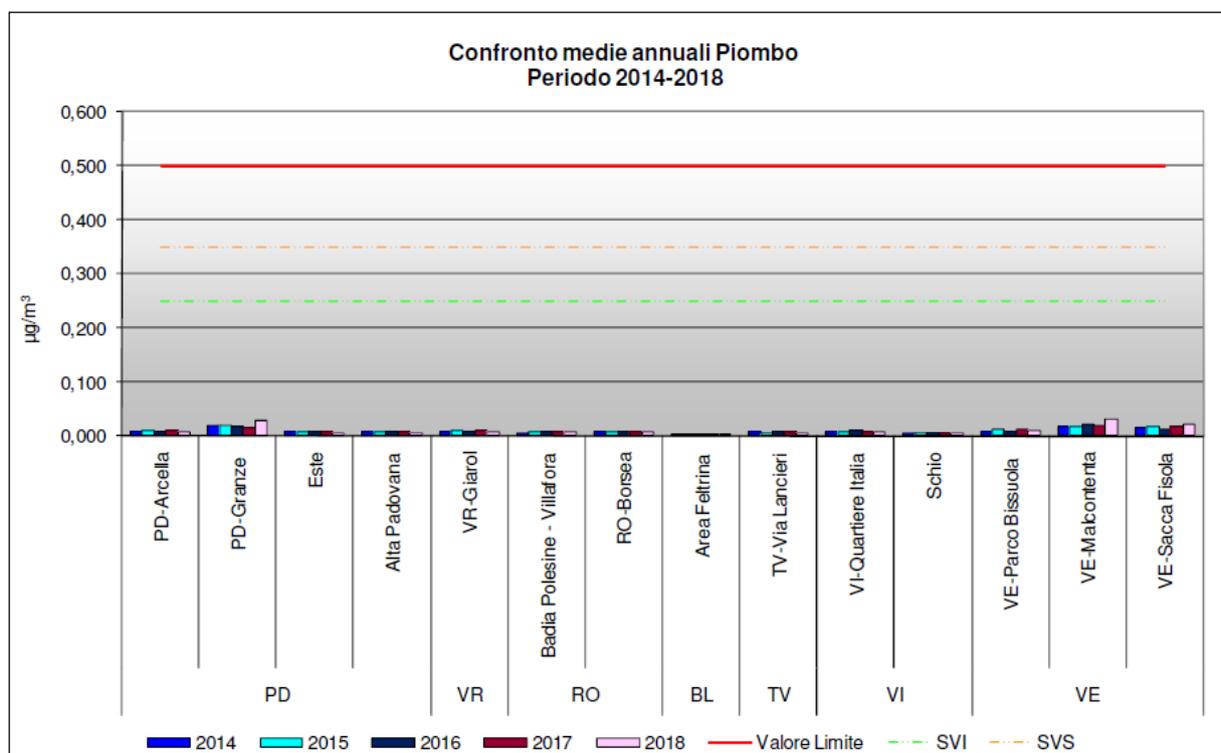


Figura 3.4.29 – Piombo. Medie annuali 2018 nelle stazioni della rete regionale



\* Per la centralina di Giarol (VR), attivata nel 2016, il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di Cason (VR) attiva fino al 2015

**Figura 3.4.30 – Piombo. Medie annuali 2014-2018 nelle stazioni della rete regionale**

### ***3.4.11 Arsenico, Nichel e Cadmio***

Per la valutazione di Arsenico (AS), Nichel (Ni) e Cadmio (Cd) le concentrazioni medie annuali sono state determinate sui campioni di PM<sub>10</sub>. Le stazioni della rete regionale considerate nel 2018 sono 15 (Tabella 3.3.1).

I valori medi annui di Arsenico, riscontrati nelle stazioni di via Malcontenta e Sacca Fisola sono, così come quelli misurati in tutte le altre postazioni, inferiori a 1 ng/m<sup>3</sup>. Il valore obiettivo di 6 ng/m<sup>3</sup>, è quindi ampiamente rispettato in tutte le stazioni della rete regionale (Figura 3.4.31).

Per quanto riguarda le soglie di valutazione sono stati analizzati i dati relativi ai valori medi del quinquennio 2014-2018. Tutte le stazioni mostrano valori inferiori alla SVI (Figura 3.4.32).

I valori medi annui di Nichel, riscontrati nelle stazioni di via Malcontenta e Sacca Fisola sono rispettivamente di 3.4 e 2.6 ng/m<sup>3</sup>. Il valore obiettivo di 20 ng/m<sup>3</sup>, è ampiamente rispettato in tutte le stazioni della rete regionale. Il valore massimo di 5.5 ng/m<sup>3</sup> è stato registrato dalla centralina di Arcella (PD) (Figura 3.4.33).

Per quanto riguarda le soglie di valutazione sono stati analizzati i dati relativi ai valori medi del quinquennio 2014-2018. In tutte le stazioni della rete di monitoraggio i valori sono inferiori alla SVI (Figura 3.4.34).

I valori medi annui di Cadmio, riscontrati nelle stazioni di via Malcontenta e Sacca Fisola sono rispettivamente di 0.7 e 2.3 ng/m<sup>3</sup>. Il valore obiettivo di 5 ng/m<sup>3</sup>, è ampiamente rispettato in tutte le stazioni della rete regionale. Il valore di Sacca Fisola è quello massimo registrato tra tutte le postazioni della rete (Figura 3.4.35).

Per quanto riguarda le soglie di valutazione sono stati analizzati i dati relativi ai valori medi del quinquennio 2014-2018. La stazione di via Malcontenta mostra valori inferiori alla SVI così come tutte le altre stazioni della rete fatta eccezione per la stazione di Sacca Fisola che risulta essere l'unica con valori compresi tra la SVI e la SVS (Figura 3.4.36).

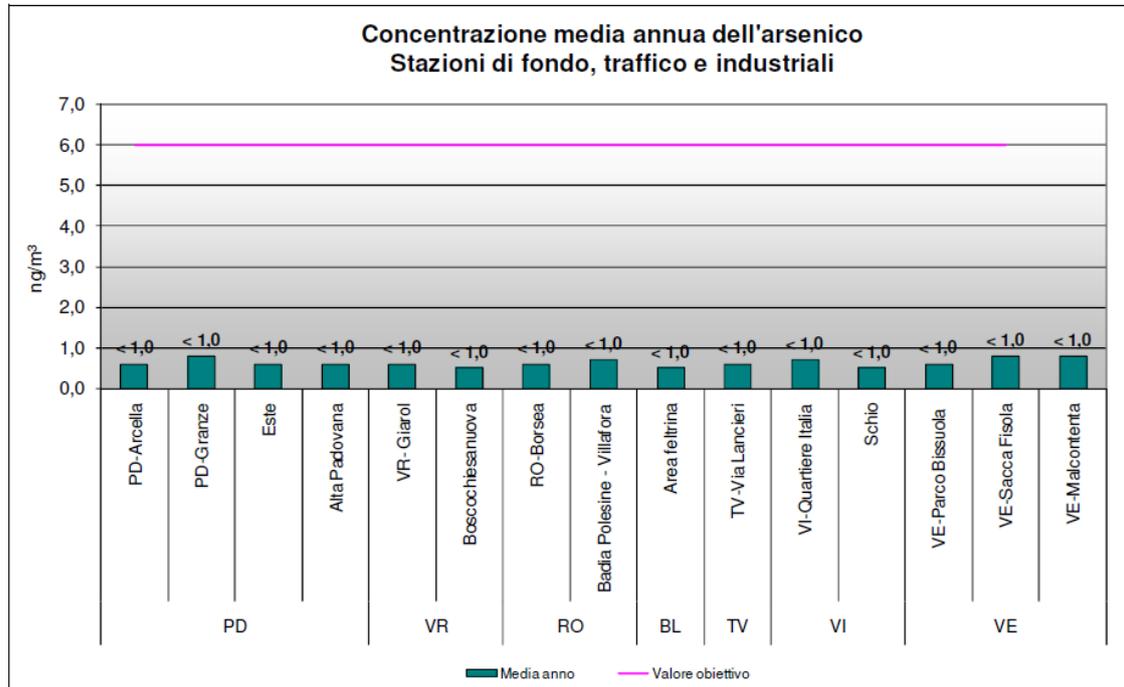
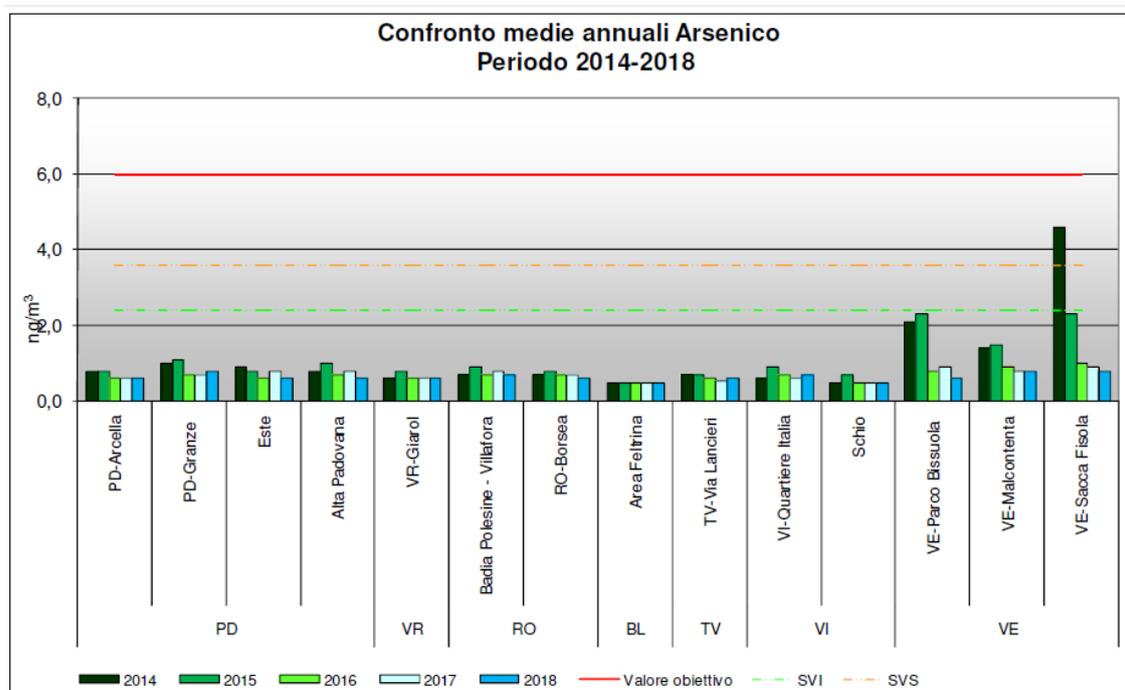


Figura 3.4.31 – Arsenico. Medie annuali 2018 nelle stazioni della rete regionale



\* Per la centralina di Giarol (VR), attivata nel 2016, il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di Cason (VR) attiva fino al 2015

Figura 3.4.32 – Arsenico. Medie annuali 2014-2018 nelle stazioni della rete regionale

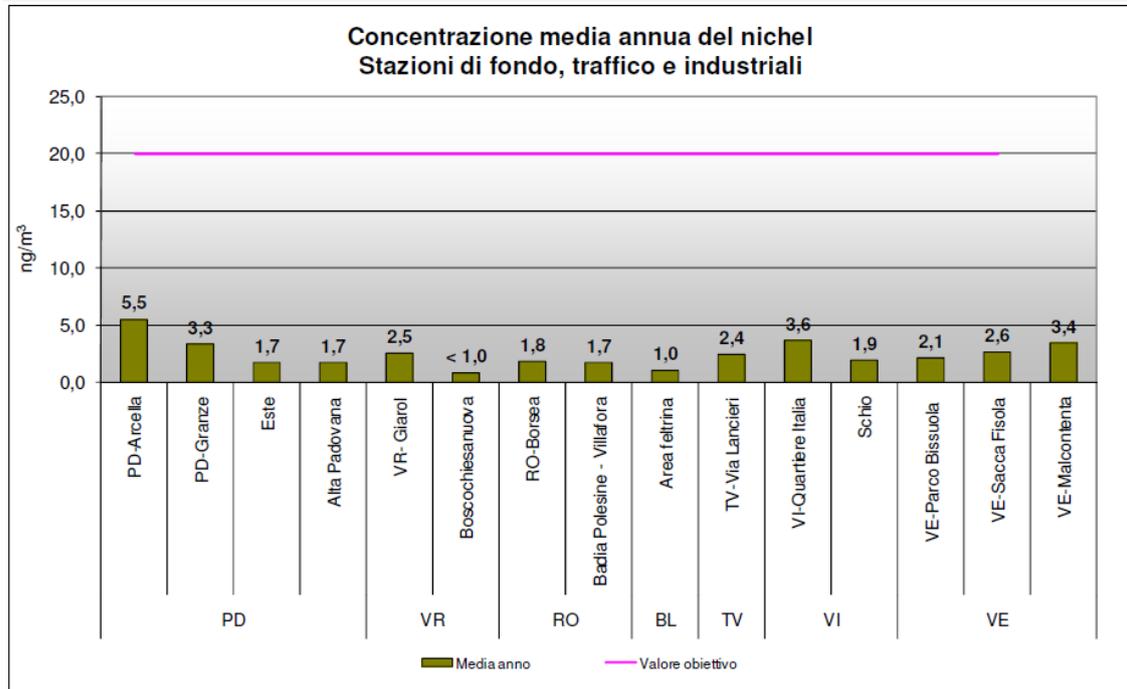
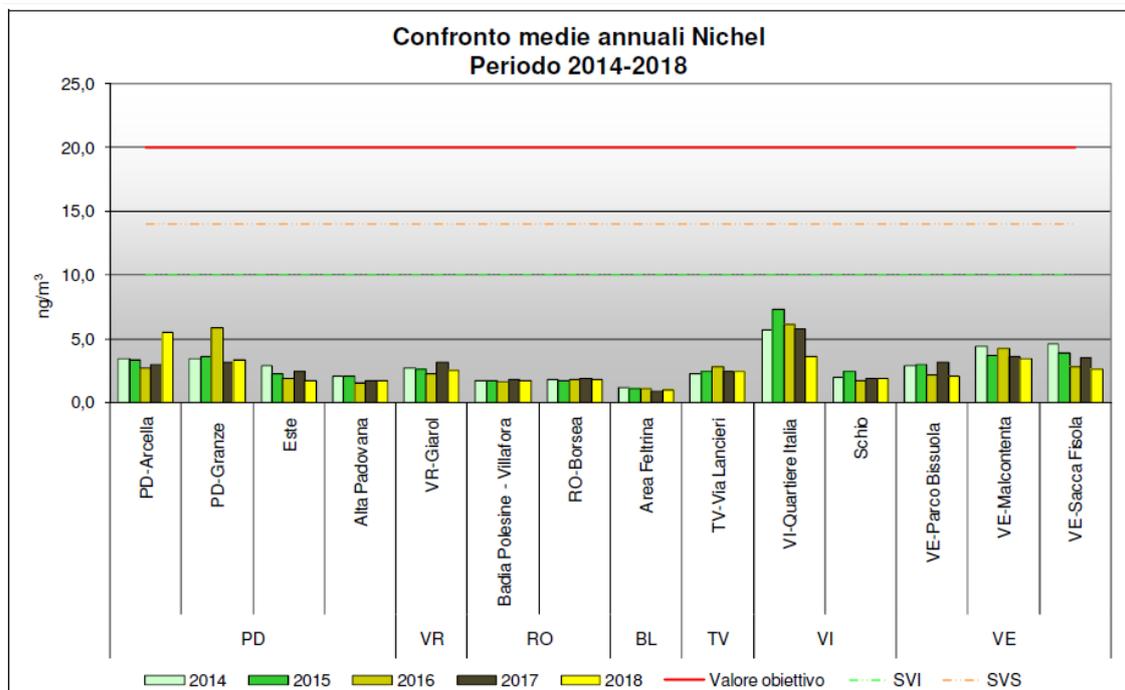


Figura 3.4.33 – Nichel. Medie annuali 2018 nelle stazioni della rete regionale



\* Per la centralina di Giarol (VR), attivata nel 2016, il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di Cason (VR) attiva fino al 2015

Figura 3.4.34 – Nichel. Medie annuali 2014-2018 nelle stazioni della rete regionale

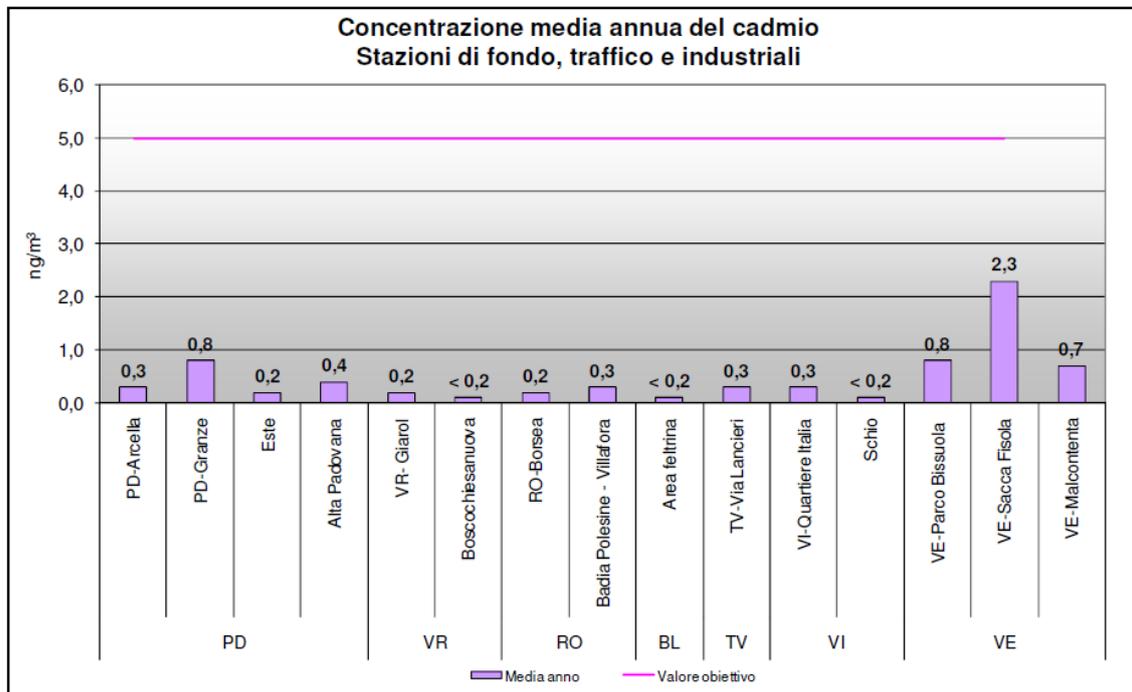
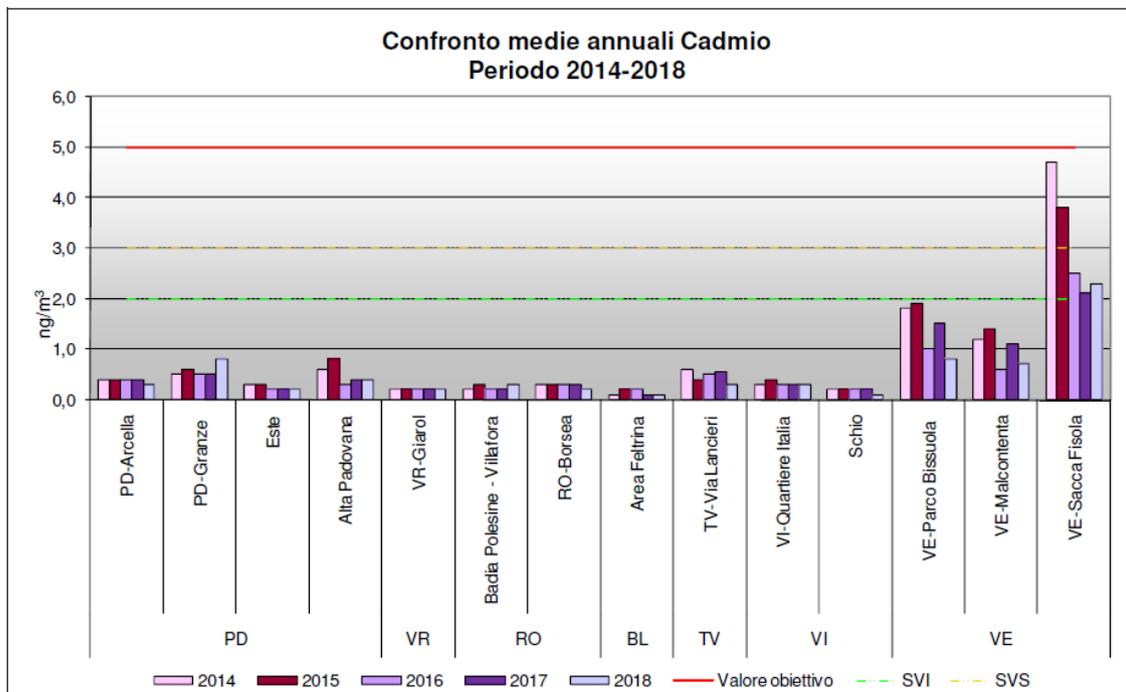


Figura 3.4.35 – Cadmio. Medie annuali 2018 nelle stazioni della rete regionale



\* Per la centralina di Giarol (VR), attivata nel 2016, il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di Cason (VR) attiva fino al 2015

Figura 3.4.36 – Cadmio. Medie annuali 2014-2018 nelle stazioni della rete regionale

## 4 STIMA E VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI SULLA COMPONENTE ATMOSFERA

Nel presente capitolo si riporta la valutazione dei potenziali impatti sulla atmosfera e sulla qualità dell'aria derivanti dalle fasi di demolizione, costruzione ed esercizio delle opere in progetto.

In particolare, lo studio valuta i contributi alla qualità dell'aria attribuibili all'impianto per i seguenti assetti emissivi:

- A. Autorizzato: unità esistenti FS1 e FS2 alimentate a carbone più FS3 e FS4 alimentate a carbone + CSS;
- B. Progetto Proposto fase 1: nuova unità FS7 alimentata a gas naturale in ciclo aperto (OCGT); con la messa fuori servizio di tutte le unità esistenti.
- C. Progetto Proposto fase 2: nuova unità FS7 alimentata a gas naturale in ciclo combinato (CCGT).

Durante la fase di demolizione e di realizzazione le attività generatrici di emissioni in atmosfera saranno sostanzialmente riconducibili ai mezzi di trasporto e macchine operatrici attraverso i processi di combustione dei motori e la movimentazione e trasporto di materiali polverulenti.

Una volta in esercizio, gli impatti sulla componente indotti dalla Centrale saranno prevalentemente associati alle emissioni di inquinanti dai camini asserviti ai nuovi cicli combinati.

### 4.1 Fase di realizzazione

Le attività generatrici di emissioni in atmosfera durante la fase di cantiere per la demolizione e la realizzazione degli interventi in progetto sono sostanzialmente riconducibili ai mezzi di trasporto e alle macchine operatrici, attraverso i processi di combustione dei motori e la movimentazione ed il trasporto dei materiali polverulenti.

I processi di combustione dei motori comportano, come per tutti i processi analoghi (ad esempio quelli del settore dei trasporti), emissioni di sostanze gassose e particolato che, per entità e durata, possono ritenersi associate ad effetti sulla qualità dell'aria di natura limitata e temporanea.

Per quanto attiene alle emissioni di polveri, le operazioni previste che potenzialmente possono dar luogo ad emissioni sono:

- attività di demolizione/dismissione di servizi, apparecchiature e manufatti esistenti;
- scavi e riporti per la realizzazione delle fondazioni dei nuovi impianti e dei sotto-servizi.

È importante sottolineare che la parte preponderante delle apparecchiature e delle strutture oggetto di demolizione saranno in metallo, per cui l'emissione di polveri sarà relativa alla sola demolizione dei basamenti che, ove possibile, si limiterà alla quota campagna.

In linea generale, durante le attività di demolizione saranno adottati tutti gli accorgimenti tecnici e le norme di buona pratica atti a minimizzare le emissioni di polveri.

Le emissioni di polveri saranno inoltre efficacemente limitate mediante l'adozione di tutte le misure necessarie al loro contenimento, tra cui:

- costante e periodica bagnatura o pulizia delle strade;
- pulizia delle ruote dei veicoli in uscita dal cantiere e dalle aree di approvvigionamento e conferimento materiali, prima che i mezzi impegnino la viabilità ordinaria;
- copertura con teloni dei materiali polverulenti trasportati;
- idonea limitazione della velocità dei mezzi sulle strade di cantiere non asfaltate (tipicamente 20 km/h);
- bagnatura periodica dei cumuli di materiale polverulento stoccato nelle aree di cantiere, o loro copertura con teli nei periodi di inattività e durante le giornate con vento intenso;
- rinverdimento delle aree (dove previsto dal progetto, ad esempio i rilevati) in cui siano già terminate le lavorazioni prima della fine lavori dell'intero progetto;
- innalzamento di barriere protettive, di altezza idonea, intorno ai cumuli e/o alle aree di cantiere;
- sospensione delle operazioni di demolizioni e movimentazioni di materiali polverulenti durante le giornate con vento intenso;
- bagnatura dei manufatti durante la demolizione delle strutture edili, al fine di minimizzare la formazione e la diffusione di polveri.

La demolizione di alcune parti e componenti di impianto potrà comportare la rimozione di materiali isolanti, giunti, tamponamenti e coperture contaminate da amianto, che avverrà nel rispetto delle disposizioni di legge vigenti. Saranno pertanto adottate tutte le procedure e gli accorgimenti necessari per operare in sicurezza in presenza di amianto.

Il terreno di risulta derivante dalle attività di scavo sarà alloggiato in attesa di riutilizzo in apposite aree di stoccaggio temporaneo, pavimentate o impermeabilizzate, e coperte con

teli, per evitare la dispersione di polveri. Inoltre, i cumuli di terra saranno bagnati nell'ambito delle usuali operazioni di contenimento della polverosità dei piazzali e delle strade di cantiere. Il progetto prevede di massimizzare il riutilizzo delle terre di risulta qualora idonei secondo quanto previsto dalla normativa vigente. Qualora le terre scavate risultino non idonee per caratteristiche geotecniche o in eccesso per i rinterri, esse saranno allontanate come rifiuti, impiegando mezzi pesanti, idonei al loro trasporto secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

In sintesi, considerato quanto sopra descritto in merito alle misure di contenimento che saranno messe in atto e al fatto che le attività riguarderanno esclusivamente aree industriali all'interno del sito, caratterizzate dall'assenza di ricettori sensibili, gli impatti causati dalle emissioni di polveri generate in fase di cantiere sono da ritenersi non significativi, completamente reversibili e circoscritti all'area di intervento all'interno della Centrale.

Nei paragrafi seguenti si descrivono le principali operazioni di cantiere al fine di individuare le attività che possono generare una interferenza significativa con la componente atmosfera (paragrafo 4.1.1), e si restituisce una stima di massima delle emissioni attese in aria ambiente (paragrafo 4.1.2).

#### ***4.1.1 Descrizione delle attività di cantiere***

Le principali attività di cantiere civile sono sostanzialmente legate a demolizioni e opere di nuova realizzazione.

Per quanto riguarda le demolizioni, le attività possono essere riassunte in:

- Demolizione dell'esistente (elevazioni e fondazioni);
- Movimentazione e smaltimento del materiale demolito e scavato.

Per quanto concerne gli interventi di nuova realizzazione, le attività di cantiere previste possono essere sintetizzate in:

- preparazione del sito;
- connessioni stradali;
- costruzioni temporanee di cantiere;
- opere provvisorie di sostegno dello scavo e di limitazione degli aggettamenti di acqua di falda;
- eventuale trattamento di vibro-flottazione o vibro-compattazione dei terreni;
- nuovo collegamento acqua di circolazione alle torri di raffreddamento esistenti;
- fondazioni profonde e superficiali di macchinari principali e secondari;
- fondazioni profonde e superficiali di edifici principali e secondari;
- fondazione camino principale e di by-pass;
- diesel di emergenza, vasca di contenimento e fondazioni;

- trasformatore, vasca di contenimento e fondazioni;
- fondazioni e strutture di cable/pipe rack;
- fondazione per serbatoi;
- pozzetti, tubazioni e vasche di trattamento acque sanitarie;
- reti interrato (fognature, vie cavo sotterranee, conduits, drenaggi, etc.);
- vasca di prima pioggia;
- vasche acque acide/oleose;
- recinzione;
- aree parcheggio;
- strade interne e illuminazione, parcheggi;
- eventuale sistemazione a verde;
- interventi di adeguamento sul canale di opera di presa per inserimento nuove pompe;
- interventi di adeguamento sul canale di scarico.

Le prime attività da eseguirsi saranno quelle relative alla preparazione delle aree di lavoro per l'installazione delle infrastrutture di cantiere (uffici, spogliatoi, officine, etc.) e le demolizioni di parti di impianto che risultano interferenti con il layout delle nuove attrezzature.

Successivamente, verranno effettuate le seguenti attività necessarie per la messa in servizio del nuovo impianto funzionante a ciclo aperto:

- salvaguardie meccaniche ed elettriche per parti di impianto coinvolte nelle demolizioni, etc.;
- demolizione magazzino e serbatoio demi;
- demolizione uffici;
- demolizione attrezzature area trattamento acque e fossa bombole idrogeno;
- demolizione caldaia, sala macchine, edificio ausiliari;
- demolizione ciminiera;
- demolizione platee e strade esistenti per permettere l'inizio dei lavori di fondazione del nuovo turbo gruppo;
- realizzazione edificio elettrico;
- montaggio TG e relativo trasformatore;
- montaggio edificio TG;
- montaggi elettrici;
- montaggio nuova stazione gas.

Terminati i lavori della fase preliminare per il funzionamento a ciclo aperto, si procederà con la realizzazione delle nuove attrezzature, essenzialmente riassumibili nelle seguenti attività:

- scavi e sottofondazioni nuove attrezzature;
- fondazioni GVR e nuova turbina;
- montaggio GVR, comprensivo di camino;
- montaggio nuova TV con relativo nuovo condensatore;
- realizzazione edificio turbina.

#### 4.1.1.1 Area di cantiere

L'area che si rende necessaria per l'installazione di un CCGT da circa 840 MWe è di circa 25'000 m<sup>2</sup>, da utilizzare per gli uffici Enel & Contractors di costruzione / commissioning (7'000 m<sup>2</sup> previsti) e le aree materiali di stoccaggio (18'000 m<sup>2</sup> previsti).

Nel caso in esame, lo spazio individuato e riportato nella Figura 2.1.1 è di circa 23'800 m<sup>2</sup>. Una porzione della parte evidenziata in blu ed arancione potrebbe essere destinata al posizionamento di batterie (BESS) restringendo la superficie riservata all'area di cantiere e uffici. Sarà quindi probabilmente necessario reperire nuovi spazi all'esterno dell'impianto, come quelli identificati dal colore giallo nella figura.

Le opere di cantierizzazione verranno organizzate in aree, come di seguito descritto:

- area controllo accessi;
- area logistica Enel, dove saranno ubicati i monoblocchi prefabbricati ad uso uffici e spogliatoi dedicati al personale Enel, con i relativi servizi (reti idrica, elettrica e dati);
- area Imprese subappaltatrici;
- area Prefabbricazione e montaggio;
- area deposito materiali;
- aree di parcheggio riservate alle maestranze.

Nelle zone limitrofe all'area di intervento saranno riservate delle aree opportunamente recintate, dedicate alla prefabbricazione a piè d'opera e al montaggio dei componenti principali.



Figura 4.1.1 – Aree di cantiere

#### 4.1.1.2 Mezzi utilizzati per la costruzione

Durante le attività di cantiere, viene stimato il seguente numero di automezzi da/per la centrale:

- primi 12 mesi: fino a 12 camion/giorno;
- rimanenti mesi: fino a 8 camion/giorno (media).

I mezzi utilizzati per la costruzione saranno indicativamente i seguenti, anche se la loro tipologia esatta verrà scelta dall'appaltatore che si aggiudicherà i contratti di montaggio e realizzazione:

- Escavatori gommati e cingolati;
- Pale e grader;
- Bulldozer;
- Vibrofinitrici e rulli compattatori;
- Betoniere e pompe carrate per calcestruzzo;
- Sollevatori telescopici;
- Piattaforme telescopiche;
- Autocarri e autoarticolati per trasporto materiali e attrezzature;
- Autogru carrate tipo Liebherr 1350, Terex 650, Terex AC40;
- Autogru cingolata tipo Terex CC2800;
- Gru a torre: h 45/50m, portata 9/10 ton in punta.

#### 4.1.1.3 Movimentazioni di terra

Nella prima fase di funzionamento in ciclo aperto verranno realizzate la maggioranza degli scavi (30.000 m<sup>3</sup>). Il volume di scavo previsto per il completamento del ciclo combinato è 10.000 m<sup>3</sup>. Si prevede che il volume finale di terra scavata sarà pari a circa 40.000 m<sup>3</sup>.

Le attività relative alle opere civili richiederanno scavi e trasporti a discarica per un quantitativo stimato di 32'000 m<sup>3</sup> di terra.

#### 4.1.1.4 Programma cronologico

Il programma cronologico include una prima fase di realizzazione del ciclo aperto (OCGT), a cui segue una seconda fase di costruzione della caldaia a recupero e della turbina a vapore (CCGT). Dal cronoprogramma, riportato in Figura 4.1.2, si evince un periodo dedicato alle opere civili di circa 13 mesi per la prima fase (riga 4), e di circa 10 mesi per la seconda fase (riga 13).

Si evidenzia che la costruzione dell'impianto in 2 fasi, con ciclo aperto e sua successiva fase operativa di 2 anni durante i quali avviene la realizzazione della chiusura del ciclo combinato, ha il benefico effetto di ridurre le condizioni di forte concentrazione di emissioni di cantiere, diluendole su un periodo più lungo, come ben evidenziabile dal programma cronologico che riporta le fasi che generano maggiori emissioni (i.e. le opere civili) in periodi ben distinti. In particolare, la possibilità di eseguire i lavori in due fasi così distinte comporta i seguenti vantaggi:

- le lavorazioni più critiche come le opere civili (fondazioni) e i montaggi meccanici (montaggio camino di *by-pass* e montaggio del HRSG) sono maggiormente diluite nel tempo, consentendo quindi una miglior programmazione delle attività di cantiere ed un ridotto carico di manodopera su aree di impianto che, diversamente, risulterebbero sovraccariche;
- minori interferenze di piazzamento dei mezzi d'opera e, di conseguenza, possibilità di impiegare gru di portata inferiore;
- minori emissioni generate dai mezzi d'opera, considerata la non contemporaneità di molte lavorazioni e, di conseguenza, il minor rischio di superamento delle soglie limite di immissione.

CENTRALE DI FUSINA

SCENARIO DI LAVORO: 24 MESI IN OCGT

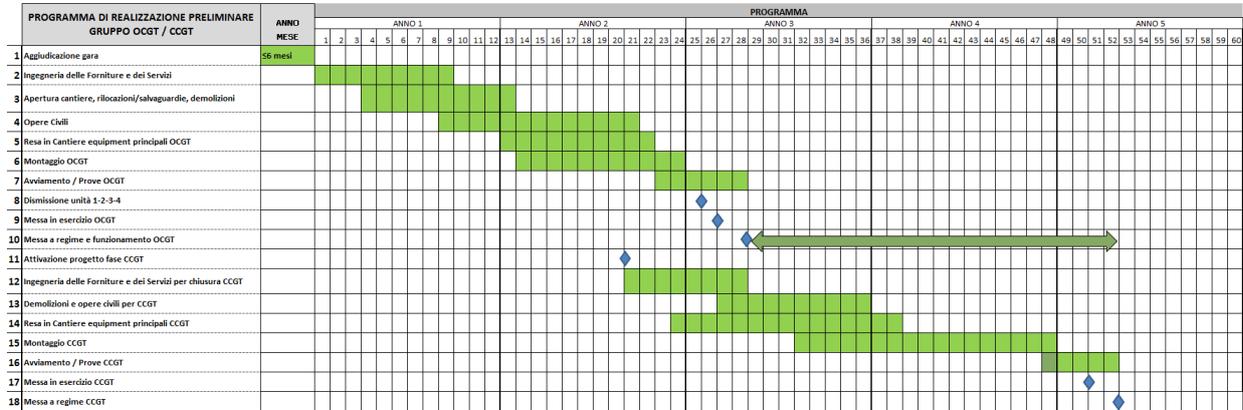


Figura 4.1.2 – Cronoprogramma

### 4.1.2 Stima delle emissioni in fase di cantiere

Il presente paragrafo presenta una stima delle emissioni in atmosfera derivate dalle attività di cantiere durante le attività di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas.

Nelle fasi di cantiere, le principali interazioni attese sulla componente atmosfera sono relative a:

- emissione di polveri dovuta direttamente alle operazioni di costruzione (scavi, movimentazione materiali con relative operazioni di carico e scarico), ed a quelle da esse indotte (movimenti dei veicoli su superfici non pavimentate, erosione dai cumuli di materiale all'aperto);
- emissioni dei gas di scarico dei motori dei mezzi d'opera (ruspe, escavatori, autogrù, ecc.);
- emissioni dei gas di scarico dei mezzi di trasporto (autocarri, autovetture, ecc.).

Nei seguenti paragrafi (4.1.2.1, 4.1.2.2 e 4.1.2.3) si presentano le relative stime di emissione.

Si segnala che, durante la realizzazione della seconda fase, l'impianto sarà operativo in ciclo aperto. Alle stime di emissione previste per la sola fase di cantiere, che seguono nei paragrafi seguenti, bisognerà pertanto sommare la quota parte di emissione dovuta al funzionamento di impianto. Questo fatto, unitamente alla necessità di dover compiere montaggi in aree critiche, vista la vicinanza ad aree in esercizio, potrà comportare:

- fermate programmate dell'impianto per ragioni di cantiere;
- esercizio d'impianto non a pieno carico, in corrispondenza di particolari situazioni di sovraccarico dei lavori, per il contenimento delle emissioni.

#### 4.1.2.1 Polveri da attività di costruzione

##### 4.1.2.1.1 Metodologia di stima delle emissioni

Una tipologia di emissioni generate in fase di cantiere sono le polveri prodotte da processi ed attività diverse dalla combustione quali, ad esempio, le attività di demolizione, costruzione di strade o di edifici. Tali attività possono avere, in ambito locale e temporaneo, un impatto sulla qualità dell'aria. Esistono molteplici operazioni cantieristiche potenzialmente sorgenti significative di polveri, le cui emissioni possono tuttavia essere mitigate mediante l'adozione di opportune misure di contenimento e protocolli di buona pratica comportamentale. Tra le principali attività vi sono la predisposizione del sito, l'escavazione, la modellazione del terreno, la movimentazione di terre ed altri materiali edili.

L'emissione complessiva nell'area varia notevolmente di giorno in giorno in funzione del livello e del tipo di attività svolte nel cantiere, oltre che delle condizioni meteorologiche in atto. Una stima accurata delle emissioni necessita, quindi, della conoscenza di un programma temporale molto dettagliato delle fasi di costruzione. In assenza di informazioni di sufficiente dettaglio, è possibile fare riferimento a metodologie più semplici, e al contempo più cautelative, che associano la quantità di polveri generate dalle operazioni cantieristiche alle dimensioni della superficie interessata ed al livello di attività atteso. A parità di tali condizioni, anche la natura del sito influenza significativamente le quantità di polveri generate. Tra i parametri del suolo più significativi si segnalano la polverosità (il suo contenuto in PM<sub>75</sub>, o "silt") e l'umidità.

La stima delle emissioni generate dalla realizzazione del progetto proposto è nel seguito condotta assumendo la metodologia riportata nella pubblicazione *"Wrap Fugitive Dust Handbook"* del US-WRAP (Western Regional Air Partnership) e nella pubblicazione del Midwest Research Institute *"Estimating Particulate Matter Emissions From Construction Operations"* (MRI, 1999). Tale metodologia adotta le medesime assunzioni di quella consigliata dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (US-EPA) nella pubblicazione *"AP-42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors"* al capitolo *"13.2.3 Heavy Construction Operations"*. La preferenza per la metodologia US-WRAP è motivata dalla sua adozione di un fattore specifico per il PM<sub>10</sub> in luogo di un fattore generico per il particolato sospeso totale, fattore che inoltre risulta determinato su una base maggiore di dati misurati rispetto al singolo dato della pubblicazione AP-42.

Il "Livello 1" della pubblicazione US-WRAP riporta un fattore d'emissione per il PM<sub>10</sub> pari a 0.11 ton per acro e per mese (0.27 Mg/ha\*mese). In presenza di stime attendibili sulla quantità delle terre da mobilitare ai fini delle attività cantieristiche, il "Livello 2" della citata metodologia permette di stimare con migliore confidenza l'emissione di PM<sub>10</sub> sulla base di un fattore d'emissione base pari a 0.011 ton per acro e per mese (0.027

Mg/ha\*mese), a cui vanno sommati due ulteriori fattori specifici pari a 0.059 ton per 1'000 yd<sup>3</sup> (0.077 kg/m<sup>3</sup>) di terra mobilitata on-site e 0.22 ton per 1'000 yd<sup>3</sup> (0.288 kg/m<sup>3</sup>) di terra mobilitata off-site.

Si evidenzia infine che la metodologia US-WRAP, sebbene fornisca un approccio semplificato al complesso problema della quantificazione delle emissioni, può essere considerata come fortemente cautelativa poiché riferita ad attività cantieristiche più complesse di quelle oggetto del presente studio.

#### 4.1.2.1.2 Stima delle emissioni

L'area di cantiere occuperà una superficie di circa 23.800 m<sup>2</sup> (cfr. paragrafo 4.1.1.1). Il progetto prevede lo scavo di circa 40.000 m<sup>3</sup> di terre, di cui un quantitativo stimato di circa 32'000 m<sup>3</sup> saranno conferiti ad impianti autorizzati (cfr. paragrafo 4.1.1.3), in un arco temporale complessivo di circa 23 mesi (cfr. paragrafo 4.1.1.4).

Pertanto, applicando il "Livello 2" della metodologia US-WRAP, considerando le operazioni svolte con orario lavorativo diurno (8 ore/giorno) e con due giorni di riposo settimanale (5 giorni/settimana), è possibile stimare, in termini cautelativi, un'emissione media oraria di PM<sub>10</sub> dall'intera area di cantiere di 2.7 kg/h.

Si evidenzia che nelle fasi cantieristiche che non richiederanno movimentazioni di materiali sciolti (ad esempio durante le fasi di montaggio delle apparecchiature elettromeccaniche) le emissioni di polveri possono essere considerate trascurabili.

Deve essere inoltre considerato che, al fine di mitigare l'impatto sulla qualità dell'aria atteso rispetto alle stime presentate, durante il corso delle attività di cantiere verranno adottate tutte le buone pratiche tecniche applicabili al fine di prevenire o mitigare l'impatto sulla componente atmosfera (cfr. paragrafo 4.1). A solo titolo di esempio, si applicheranno criteri di sostenibilità nell'ambito del cantiere quali:

- incentivo all'uso di autoveicoli e automezzi di ultima generazione;
- ricorso a fonti rinnovabili come pannelli fotovoltaici per le piccole utenze di cantiere;
- sistemi per l'abbattimento delle polveri come impianti lavaruate, fog cannon, etc.;
- criteri di economia circolare come frantumazione dei calcestruzzi e recupero della componente inerte per il suo recupero all'interno del cantiere.

#### 4.1.2.2 Emissioni dai motori dei mezzi d'opera

##### 4.1.2.2.1 Metodologia di stima delle emissioni

La valutazione delle emissioni generate dai motori di mezzi e macchine di cantiere è condotta mediante la metodologia indicata nelle principali fonti bibliografiche di

riferimento nazionali ed internazionali (US-EPA, EMEP, CORINAIR, EEA, ANPA). La metodologia di riferimento è basata sul prodotto di un'emissione specifica (fattore d'emissione) per un opportuno indicatore di quantificazione dell'attività inquinante. Nel caso in esame, il calcolo è stato compiuto utilizzando i fattori d'emissione presenti nella pubblicazione dell'Agenzia per L'Ambiente Europea "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016" con integrate le correzioni sul tema "Non road mobile machinery" introdotte a maggio 2017. La pubblicazione fornisce i fattori d'emissione dei principali inquinanti rilasciati in atmosfera in funzione della potenza del motore diesel considerato, riportati per i parametri di interesse nella seguente Tabella 2.2.1. I fattori d'emissione considerati si riferiscono a tecnologie rispettose dei limiti della direttiva 97/68 stage IIIA. La quantificazione delle emissioni complessive prodotte dall'attività dei mezzi durante la fase di cantiere è effettuata associando ad ogni tipo di mezzo una potenza rappresentativa da moltiplicare per il corrispondente fattore d'emissione e per il numero dei mezzi di ciascun tipo.

Poiché i motori non sono eserciti continuativamente alla massima potenza, ma hanno periodi di minimo e/o di potenza parziale, la metodologia introduce un fattore di carico (load factor) determinato sulla base dei fattori indicati in corrispondenza dei cicli standard ISO DP 8178. Per le attività in oggetto si adotta nel seguito, a titolo cautelativo, un valore pari a 0.15 che costituisce il ciclo più elevato per la categoria in esame (C1 - Diesel powered off road industrial equipment).

**Tabella 4.1.1 - Fattori di emissione dai motori dei mezzi e delle macchine di cantiere**

EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook 2016						
Stage IIIA - EU Directive 2004/26 (machinery), EU Directive 2005/13 (tractors)						
Parametro	[kW]	19÷37	37÷56	56÷75	75÷130	130÷560
EF CO	[g/kWh]	2.2	2.2	2.2	1.5	1.5
EF NO <sub>x</sub>		6.08	3.81	3.81	3.24	3.24
EF VOC		0.6	0.4	0.4	0.3	0.3
EF CH <sub>4</sub>		0.014	0.01	0.01	0.007	0.007
EF PM <sub>10</sub>		0.4	0.2	0.2	0.2	0.1
FC		262	260	260	255	250

#### 4.1.2.2.2 Stima delle emissioni

Nella seguente Tabella 4.1.2 si riporta l'emissione stimata su base oraria per ciascuna tipologia di mezzi d'opera utilizzati per la costruzione (cfr. paragrafo 4.1.1.2).

Ai fini della determinazione dell'emissione di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), si è assunto che tutto lo zolfo contenuto nel combustibile si trasformi interamente in SO<sub>2</sub>. Si è inoltre assunto un tenore di zolfo nel combustibile pari al valore massimo ammesso dalla Direttiva 2009/30/CE (10 mg/kg).

L'emissione totale oraria è stimata ipotizzando il funzionamento simultaneo di un mezzo per ciascuna tipologia, in considerazione del ciclo standard ISO 8178 C1, risultando pari a 1'869 g/h per gli NO<sub>x</sub>, 174 g/h per i VOC, 4 g/h per il CH<sub>4</sub>, 870 g/h per il CO, 60 g/h per il PM<sub>10</sub> e 3 g/h per il SO<sub>2</sub>. Tale quantificazione deve essere considerata come una stima approssimativa, vista la variabilità giorno per giorno dei mezzi impiegati, e cautelativa poiché ottenuta ipotizzando l'operatività simultanea di tutte le tipologie di mezzi di cantiere.

**Tabella 4.1.2 - Emissioni dai motori dei mezzi e delle macchine di cantiere**

Macchina operatrice	Pot. (*) [kW]	NO <sub>x</sub> [g/h]	VOC [g/h]	CH <sub>4</sub> [g/h]	CO [g/h]	PM <sub>10</sub> [g/h]	SO <sub>2</sub> [g/h]
Escavatore gommato	70	40	4.2	0.11	23	2.1	0.05
Escavatore cingolato	141	69	6.3	0.15	32	2.1	0.11
Pala	200	97	9.0	0.21	45	3.0	0.15
Grader	200	97	9.0	0.21	45	3.0	0.15
Bulldozer	233	113	10.5	0.24	52	3.5	0.17
Vibrofinitrice	132	64	5.9	0.14	30	2.0	0.10
Rullo compattatore	302	147	13.6	0.32	68	4.5	0.23
Betoniera e pompa carrata per calcestruzzo	100	49	4.5	0.11	23	3.0	0.08
Sollevatore telescopico	150	73	6.8	0.16	34	2.3	0.11
Piattaforma telescopica	150	73	6.8	0.16	34	2.3	0.11
Autocarro	200	97	9.0	0.21	45	3.0	0.15
Autoarticolato	300	146	13.5	0.32	68	4.5	0.23
Autogru carrata tipo Liebherr 1350	450	219	20.3	0.47	101	6.8	0.34
Autogru carrata tipo Terex 650	311	151	14.0	0.33	70	4.7	0.23
Autogru carrata tipo Terex AC40	205	100	9.2	0.22	46	3.1	0.15
Autogru cingolata tipo Terex CC2800	390	190	17.6	0.41	88	5.9	0.29
Gru a torre	300	146	13.5	0.32	68	4.5	0.23
	<b>TOTALE:</b>	<b>1'869</b>	<b>173.6</b>	<b>4.06</b>	<b>870</b>	<b>60.1</b>	<b>2.88</b>

(\*) potenza assunta come indicativa della categoria rappresentata

### 4.1.2.3 Traffico indotto

#### 4.1.2.3.1 Metodologia di stima delle emissioni

La metodologia di stima di riferimento comunitario e nazionale per le emissioni dai processi di combustione dei motori di veicoli è denominata COPERT (COmputer Programme to calculate Emissions from Road Transport), che costituisce parte delle linee guida EMEP/EEA per il calcolo delle emissioni degli inquinanti atmosferici.

Nel seguito è applicata la metodologia "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016" con integrate le correzioni sul tema "Road Transport" introdotte a luglio 2018, che consente di riprodurre le emissioni inquinanti dei processi di combustione distinguendo la tipologia del veicolo, lo stato di manutenzione, la velocità, le

caratteristiche del percorso, il regime di guida, ecc. Sulla base di numerosi dati sperimentali in vari paesi comunitari, durante il programma di sviluppo del metodo sono state tarate specifiche funzioni matematiche che consentono di calcolare i fattori di emissione (o emissioni specifiche) dovuti ad un certo parco veicolare a partire dalle sole caratteristiche del traffico (volume, velocità) e di composizione del parco circolante. I fattori di emissione sono espressi in g/(veicolo·km), ovvero grammi emessi da un veicolo lungo il percorso di un chilometro, e si riferiscono agli inquinanti maggiormente significativi per il traffico veicolare in funzione della velocità media di percorrenza dei veicoli, del loro carico (se veicoli pesanti) e della pendenza media del tragitto.

#### 4.1.2.3.2 Stima delle emissioni

Durante la fase di realizzazione delle opere, il traffico indotto è variabile in funzione delle diverse fasi lavorative. Il traffico veicolare si concentrerà lungo le strade di accesso ai cantieri e quindi lungo la viabilità esistente.

Si assume che i veicoli pesanti siano della categoria Euro V, con alimentazione diesel, aventi una massa a pieno carico di 30 tonnellate (categoria "HDT Rigid 28 - 32 t", con tecnologia di abbattimento degli NO<sub>x</sub> nei gas di scarico di tipo "SCR") e procedano a velocità di 40 km/h.

Ai fini della determinazione dell'emissione di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), si è assunto che tutto lo zolfo contenuto nel combustibile si trasformi interamente in SO<sub>2</sub>. Si è inoltre assunto un potere calorifico del Diesel di 42.695 MJ/kg ed un tenore di zolfo nel combustibile pari al valore massimo ammesso dalla Direttiva 2009/30/CE (10 mg/kg).

Considerando una pendenza nulla (data la natura pianeggiante dell'area) ed un fattore di carico medio di 0.5 (il trasporto viaggia normalmente carico in un senso e scarico nell'altro) si ottengono le emissioni specifiche per veicolo pesante e chilometro riportate in Tabella 4.1.3.

Sulla base delle informazioni relative al traffico indotto dal cantiere (cfr. paragrafo 4.1.1.2) che prevedono una mobilitazione nel periodo di massima attività di 12 camion/giorno, e considerando attività svolte con orario lavorativo diurno (8 ore/giorno) e con due giorni di riposo settimanale (5 giorni/settimana), la metodologia applicata permette di giungere alla stima delle emissioni presentata nella seguente Tabella 4.1.4.

**Tabella 4.1.3 - Fattori di emissione (EF) per i mezzi pesanti di categoria "Rigid 28 - 32 t"**

Parametro	Unità di misura	Valore
Classe emissiva dei veicoli	-	Euro V
Velocità media	km/h	40
Pendenza media	%	0
Fattore di carico medio	%	50
EF CO (monossido di carbonio)	g/(veicolo·km)	1.9772
EF NO <sub>x</sub> (ossidi di azoto)		5.0706
EF VOC (Composti Organici Volatili)		0.0308
EF CH <sub>4</sub> (metano)		0.0053
EF PM (polveri sottili)		0.0532
ECF (Energy Consumption Factor)	MJ/(veicolo·km)	12.1902

**Tabella 4.1.4 - Emissione media dai motori dei mezzi associati al traffico indotto dal cantiere**

Parametro:	CO	NO <sub>x</sub>	VOC	CH <sub>4</sub>	PM	SO <sub>2</sub>
Unità di misura:	g/(die·km)					
Valore:	24	61	0.37	0.063	0.64	0.069

## 4.2 Fase di esercizio

La valutazione degli impatti sulla componente atmosfera indotti nella fase di esercizio è condotta mediante il confronto tra le ricadute in termini di concentrazioni in aria ambiente delle emissioni convogliate a camino nell'assetto impiantistico attuale e in quelli di progetto nella fase 1 (funzionamento impianto a ciclo aperto - OCGT) e nella fase 2 (funzionamento impianto in ciclo combinato -CCGT).

### 4.2.1 Selezione e struttura dello strumento modellistico

#### 4.2.1.1 Principi metodologici generali

La selezione dello strumento modellistico adeguato al caso in oggetto, compiutamente riportata nel seguito, è condotta coerentemente ai criteri generali indicati nella Appendice III "Criteri per l'utilizzo dei metodi di valutazione diversi dalle misurazioni in siti fissi" al D.lgs. 13 agosto 2010, n. 155 "Attuazione della direttiva 2008/50/Ce relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" che, al paragrafo 1.3 indica che essa debba essere effettuata in funzione di:

- risoluzione spaziale e temporale della valutazione;
- caratteristiche delle sorgenti di emissione;
- caratteristiche degli inquinanti da considerare.

La Tabella 1 riportata nell'Appendice del citato decreto indica la tipologia di modelli meteorologici, di dispersione e delle caratteristiche del modulo chimico da utilizzare in funzione della scala spaziale della valutazione e del tipo di inquinante.

La Tabella 2 indica la scala spaziale e temporale della valutazione da effettuare con il modello in funzione del tipo di inquinante e del periodo di mediazione del valore limite o obiettivo, ed in funzione di una serie esemplificativa di tipologie di stazioni e siti fissi (traffico, fondo urbano, fondo rurale...). Si tenga presente che quest'ultima indicazione mira soprattutto al corretto confronto tra risultati modellistici e dati registrati da postazioni di misura della qualità dell'aria. Tale confronto, finalizzato alla valutazione delle performance del modello, assume caratteristiche ottimali qualora le stazioni di misurazione siano rappresentative di una porzione di territorio all'incirca pari alla risoluzione del modello.

Ulteriori indicazioni, di natura più generale, possono essere reperite nelle "Linee guida per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell'aria" (ANPA CTN-ACE, 2001). Secondo la classificazione proposta dalla pubblicazione, l'applicazione oggetto del presente protocollo rientra all'interno della grande varietà di casistiche dello Scenario 2 – "dispersione di inquinanti rilasciati da sorgenti puntiformi anche isolate, areali, lineari in relazione al traffico extraurbano". La pubblicazione identifica quali elementi caratterizzanti lo scenario, il campo di applicabilità, la scala spaziale, la scala temporale, l'ambito territoriale, la tipologia di sorgente e la tipologia d'inquinante, proponendo quindi una classificazione gerarchica di tipologia di modelli con crescenti capacità di simulazione del fenomeno della dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Infine, il DM 1 ottobre 2002, n. 261 "Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351" all'allegato 1, "Direttive tecniche concernenti la valutazione preliminare", fornisce importanti elementi che, sebbene esso sia stato abrogato dal citato D.lgs. 155/2010, restano tuttavia di immutata validità: "La valutazione della complessità dell'area su cui si effettua la valutazione deve tenere conto delle caratteristiche orografiche del territorio, di disomogeneità superficiali (discontinuità terra-mare, città-campagna, acque interne) e condizioni meteo-diffusive non omogenee (calma di vento negli strati bassi della troposfera, inversioni termiche eventualmente associate a regimi di brezza); l'uso di modelli analitici (gaussiani e non) si considera generalmente appropriato nel caso di siti non complessi, mentre qualora le disomogeneità spaziali e temporali siano rilevanti per la dispersione, è opportuno ricorrere all'uso di modelli numerici tridimensionali, articolati in un preprocessore meteorologico (dedicato principalmente alla ricostruzione del campo di vento) e in un modello di diffusione."

Nel seguito si riportano le considerazioni per il caso specifico relativi agli aspetti sopra descritti che hanno condotto alla scelta dello strumento modellistico proposto.

#### *4.2.1.2 Finalità dell'applicazione*

Lo scopo del protocollo e della successiva applicazione dello strumento modellistico è l'identificazione sul territorio delle aree maggiormente interessate dall'impatto determinato dalle emissioni della centrale "Andrea Palladio" di Fusina, nel suo assetto attuale e in quelli di progetto, fase 1 (funzionamento impianto a ciclo aperto) e fase 2 (funzionamento impianto in ciclo combinato).

È opportuno sottolineare che l'approccio utilizzato ha l'obiettivo di fornire localizzazione ed estensione massime delle aree potenzialmente interferite dalle ricadute delle emissioni convogliate. A tale scopo, la ricostruzione modellistica della dispersione assume, per tutti gli scenari, attuale e di progetto (fase 1 e 2), il funzionamento continuativo dell'impianto alla massima capacità produttiva per tutta la durata della simulazione, senza dunque prevedere alcun periodo di fermo impianto o di conduzione a potenza ridotta. Complessivamente l'approccio utilizzato, risulta essere rappresentativo delle massime ricadute ottenute per via modellistica rispetto a quanto riconducibile all'effettivo esercizio della Centrale.

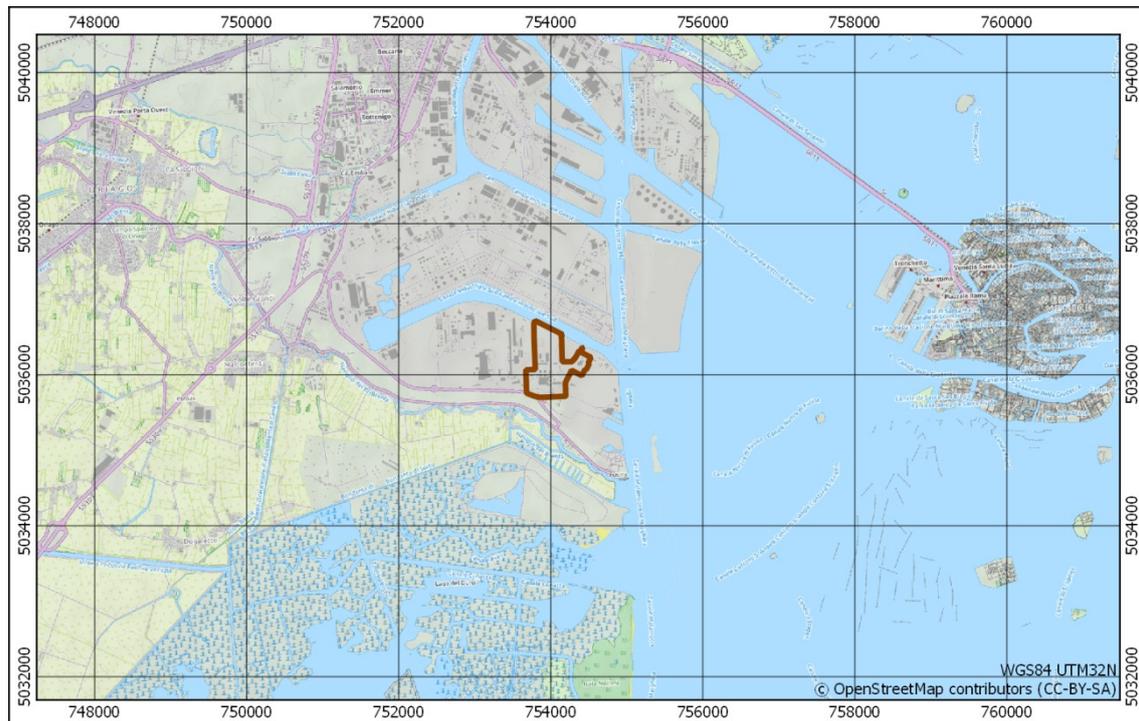
In ogni caso, i risultati ottenuti non hanno la finalità di effettuare un confronto diretto tra stima dell'effettivo contributo della Centrale in assetto attuale e la misura della rete di qualità dell'aria nel periodo di riferimento della simulazione.

#### *4.2.1.3 Caratteristiche del sito*

La centrale di Fusina "Andrea Palladio", è situata all'interno della Seconda Zona Industriale di Porto Marghera, Comune di Venezia, nella sezione centrale della gronda lagunare e si trova in un'area molto industrializzata, caratterizzata originariamente da attività legate in particolar modo al settore chimico e petrolifero, modificate nell'ultimo ventennio a causa di processi di razionalizzazione o chiusura d'impianti e variazioni di processo produttivo e di prodotto.

Le aree esterne alle zone industriali, sono di tipo commerciale e residenziale e il centro abitato più vicino è Malcontenta, che dista circa 4 km dall'impianto, in direzione ovest.

La centrale si colloca all'interno della conterminazione della Laguna di Venezia, costituita da un complesso sistema di canali, anche navigabili, inseriti in un insieme di aree poco profonde (barene) (Figura 4.2.1).



**Figura 4.2.1 - Inquadramento territoriale della centrale di Fusina**

#### *4.2.1.4 Caratteristiche delle sorgenti di emissione*

La Centrale Termoelettrica "Andrea Palladio" di Fusina è costituita attualmente da cinque sezioni denominate FS1, FS2, FS3, FS4 e FS5. Le sezioni FS1 e FS2 hanno una potenza rispettivamente di 165 e 171 MWe e sono prevalentemente alimentate a carbone. Le sezioni FS3 e FS4 hanno entrambe una potenza di 320 MWe e possono essere alimentate con gas metano, carbone (combustibile prevalente) e anche in co-combustione con CDR/CSS. La sezione FS5 con potenza di 160 MWe è autorizzata per il solo funzionamento a metano ma è fuori servizio da ottobre 1999.

Durante i transitori di funzionamento possono essere utilizzati anche OCD e gas naturale (sia in sostituzione della quota parte del carbone nel normale funzionamento sia per l'avviamento).

Per l'emissione in atmosfera dei fumi di combustione, le sezioni FS1, FS2 e FS5 sono dotate di ciminiere dedicate, mentre le sezioni FS3 e FS4 sono convogliate in un'unica ciminiera. Le sezioni di sbocco delle ciminiere dei gruppi FS1 e FS5 hanno un diametro di 4.5 metri e sono poste ad una quota di 65 metri dal suolo, quella del gruppo FS2 ha un diametro di 4 metri ed è posta alla quota di 90 metri dal suolo e quella dei gruppi FS3 e FS4 ha un diametro di 6.5 metri ed è posta a 150 metri dal suolo.

L'assetto di progetto prevede la messa fuori servizio delle sezioni FS1, FS2, FS3, FS4 e FS5 e la costruzione di una nuova sezione, denominata FS7, alimentata a gas naturale; in una prima fase è previsto il funzionamento in ciclo aperto con una potenza di circa 560 MWe e

in una seconda fase il funzionamento in ciclo combinato (CCGT) con una potenza di 840 MW<sub>e</sub>. Per l'emissione in atmosfera dei fumi di combustione è prevista la costruzione di un camino di *by-pass* nella prima fase, dell'altezza di circa 60 metri con un diametro della sezione di sbocco di circa 10 metri, nella seconda fase si costruirà una ciminiera da circa 90 metri di altezza con un diametro della sezione di sbocco pari a circa 8.5 metri.

#### 4.2.1.5 Selezione e composizione dello strumento modellistico

Dalle caratteristiche dell'applicazione modellistica evidenziate nei punti precedenti, si può ritenere che la scala spaziale della valutazione sia, in base alla Tabella 1 dell'Appendice III del D. Lgs. 155/2010, "Urbana/agglomerato", ovvero entro un range da 1 a 300 km. La citata Tabella 1 indica pertanto uno strumento modellistico costituito dalle seguenti tipologie di codici:

- Modello meteorologico:
  - Modelli meteorologici a mesoscala
  - Misure meteorologiche localizzate
  - Modelli diagnostici per il campo di vento
- Modello di dispersione:
  - Modelli parametrizzati gaussiani e non gaussiani
  - Modelli chimici di trasporto euleriano
  - Modelli lagrangiani
- Chimica:
  - Da nessuna a inclusa a seconda dei casi.

La Tabella 2 dell'Appendice III del D. Lgs. 155/2010 consente quindi di identificare, per analogia con quanto indicato per le altre sostanze, un'applicazione modellistica con:

- risoluzione temporale oraria;
- risoluzione spaziale < 1 km.

Sulla base di tutto quanto finora esposto per l'applicazione modellistica oggetto di studio, si può ritenere pertanto adeguato uno strumento modellistico composto dalla seguente catena di codici di calcolo:

- Modello meteorologico:
  - WRF – Modello prognostico a mesoscala;
  - CALMET – Modello diagnostico.
- Modello di dispersione:
  - CALPUFF – Modello lagrangiano a puff.

A corredo dei codici di calcolo principali (WRF – CALMET – CALPUFF) lo strumento implementa una serie di pre-processor e post-processor.

WRF è nella lista di modelli meteorologici consigliati dall’Agenzia per la Protezione dell’Ambiente statunitense (US-EPA, <http://www.epa.gov/scram001/metmodel.htm>).

Il sistema modellistico CALPUFF (CALMET e CALPUFF) compare nella lista dei modelli preferiti/raccomandati dall’Agenzia per la Protezione dell’Ambiente statunitense (US-EPA, [http://www.epa.gov/ttn/scram/dispersion\\_prefrec.htm](http://www.epa.gov/ttn/scram/dispersion_prefrec.htm)). CALPUFF è nell’elenco “Scheda 1: modelli da applicare nelle aree urbane ed a scala locale” della pubblicazione APAT CTN ACE, 2004 “I modelli per la valutazione e gestione della qualità dell’aria: normativa, strumenti, applicazioni”.

La Figura 4.2.2 riporta la schematizzazione del sistema modellistico predisposto. I blocchi verdi rappresentano i dati di input, i blocchi azzurri la ricostruzione meteorologica, quelli arancione la parte emissiva e dispersiva, i grigi l’estrazione, l’elaborazione e la restituzione dei risultati.

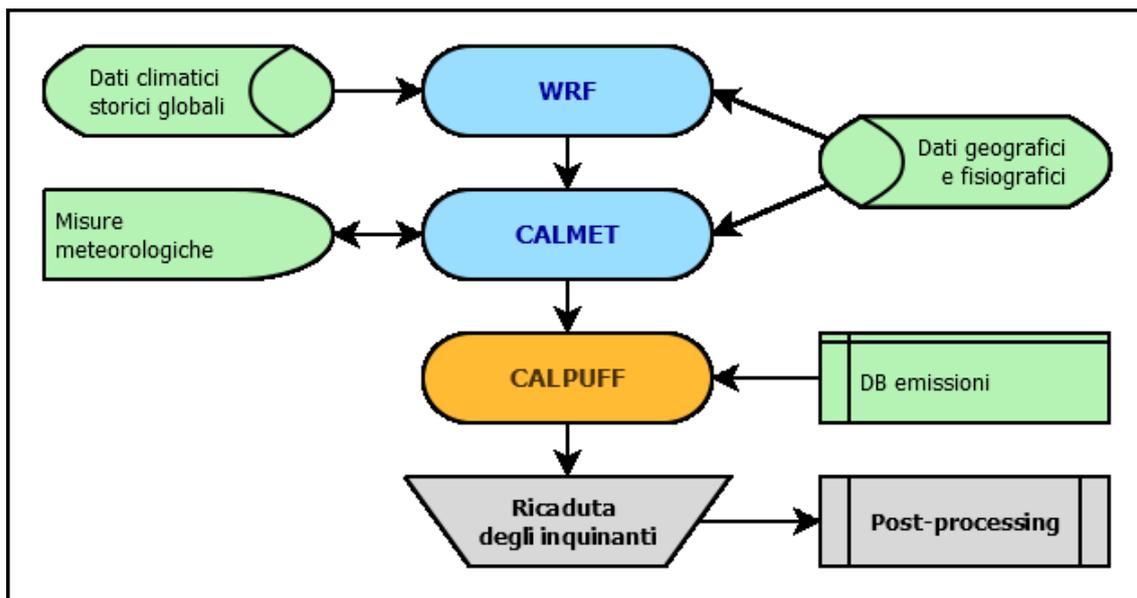


Figura 4.2.2 – Struttura del sistema modellistico

Nei seguenti paragrafi si riporta una sintetica descrizione dei codici principali, e di seguito si presenta l’applicazione al caso in esame dello strumento modellistico selezionato.

#### 4.2.1.5.1 WRF

WRF (Weather Research and Forecasting Model, versione ARW 3.8) è un modello meteorologico non-idrostatico che risolve le equazioni primitive che controllano la circolazione atmosferica per la ricostruzione e la previsione meteorologica.

WRF (<http://www.wrfmodel.org>) è tra i modelli atmosferici più avanzati attualmente esistenti, risultato di una partnership di vari istituti meteorologici statunitensi, tra cui i

principali sono il National Center for Atmospheric Research (NCAR) ed il National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Oggi il modello WRF è utilizzato in tutto il mondo nella maggior parte dei centri di studio e di previsioni atmosferiche da una vasta comunità, che ne ha favorito un rapido sviluppo e il continuo aggiornamento.

Il codice di calcolo è distribuito da University Corporation for Atmospheric Research (UCAR), gestore di NCAR, e offre una vasta gamma di applicazioni a diversa scala, dai fenomeni di microscala (ordine dei metri) a quelli di scala sinottica (ordine delle migliaia di chilometri).

Il sistema WRF comprende due risolutori dinamici: ARW (Advanced Research WRF) ampiamente sviluppato e mantenuto dal MMM Laboratory (MMM-UCAR), e NMM (non-idrostatiche Mesoscale Model) sviluppato dal National Centers for Environmental Prediction (NCEP) e supportato dal Developmental Testbed Center.

Il modello WRF rappresenta lo stato dell'atmosfera in una griglia tridimensionale in funzione di 10 variabili fondamentali (le tre componenti del vento u-v-w, la temperatura, la pressione, l'umidità e vari stati microfisici che rappresentano le diverse fasi dell'acqua liquida). La dimensione delle celle della griglia definisce la risoluzione del modello.

Dati uno stato iniziale e una condizione al contorno, le equazioni del modello sono integrate numericamente (con incrementi predeterminati) per far avanzare temporalmente lo stato del modello. In questo modo, il modello genera un database che contiene una rappresentazione dello stato dell'atmosfera in 4 dimensioni (longitudine, latitudine, quota e tempo).

WRF risolve le equazioni primitive usando approssimazioni numeriche, discretizzando spazialmente e temporaneamente in funzione della risoluzione desiderata. Le equazioni numeriche possono risolvere correttamente solo quei processi meteorologici le cui dimensioni sono maggiori rispetto alla cella della griglia. Come conseguenza, i processi a scala più piccola devono essere parametrizzati, cosa che implica che gli effetti sulla cella sono dedotti dalle variabili previste dal modello per la cella stessa.

Per incorporare l'intera gamma di fenomeni meteorologici che si verificano nell'atmosfera reale, il modello utilizza una serie di griglie nidificate. La dimensione della griglia più grande è selezionata per rappresentare l'effetto dei fenomeni di scala sinottica nella regione d'interesse, mentre le griglie più piccole permettono al modello di rappresentare circolazioni regionali/locali legate all'interazione della circolazione sinottica con la topografia di micro-scala.

Le condizioni al contorno per la griglia esterna sono ottenute da dati climatici storici globali che sono mantenuti da centri operativi di previsione meteorologica globale. Questi dati globali rappresentano l'intero stato dell'atmosfera in tutto il pianeta, e sono il risultato di

analisi computerizzate dei dati superficiali disponibili e delle osservazioni sugli strati più alti.

Ogni periodo di analisi unisce decine di migliaia di singole misure provenienti da tutto il mondo in uno stato fisico coerente. Si deve osservare che WRF non fa direttamente uso delle misure di vento dalle reti di osservazione locali, e quindi tali osservazioni possono essere utilizzate per convalidare i risultati del modello stesso.

Il ruolo di WRF nello strumento modellistico nella presente applicazione è di ricostruire la struttura tridimensionale dell'atmosfera, e la sua evoluzione temporale in termini di situazioni sinottiche generali e principali strutture regionali.

#### 4.2.1.5.2 CALMET

CALMET (Version 6.5.0, Level 150223) (Scire et al., 2000(a)), sviluppato dalla società statunitense TRC (<http://www.src.com>), è un modello meteorologico diagnostico che produce campi orari tridimensionali di vento e bidimensionali di diverse variabili meteorologiche a partire da dati osservati (al suolo e di profilo) e da dati geofisici (orografia, uso del suolo).

CALMET è costituito da un modulo diagnostico per la ricostruzione del campo di vento e da moduli micrometeorologici per la caratterizzazione dello strato limite di rimescolamento sia sul suolo sia sull'acqua. Il modulo diagnostico del campo di vento utilizza una procedura a due step per la costruzione dello stesso. Il primo passo crea un campo iniziale, basato sui venti sinottici, e lo corregge in modo da tenere conto degli effetti del terreno sui flussi e dei venti di pendio. In questa fase, dapprima il modello utilizza i venti sinottici per calcolare una velocità verticale forzata dal terreno e soggetta ad una funzione esponenziale di smorzamento dipendente dalla classe di stabilità atmosferica. In secondo luogo, sono introdotti gli effetti dell'orografia sulle componenti orizzontali del vento mediante l'applicazione iterativa di uno schema di minimizzazione della divergenza sul campo tridimensionale fino al soddisfacimento del vincolo di minima divergenza. Dopo aver introdotto i venti di pendio e gli effetti termodinamici, il campo, a questo punto detto di primo passo, passa alla seconda fase procedurale che introduce i dati osservati al suolo in modo da ottenere il campo nella sua versione finale. L'introduzione dei dati osservati è effettuata tramite una procedura d'analisi oggettiva. L'attribuzione di pesi, inversamente proporzionali alla distanza tra punto e stazione di misura, garantisce l'ottenimento di un campo che riflette maggiormente le osservazioni in prossimità dei punti di misura e che è dominato dal campo di primo passo nelle zone prive d'osservazioni. Infine, il campo risultante è sottoposto ad un'operazione di smoothing e di ulteriore minimizzazione della divergenza. CALMET richiede come dati di input misure orarie al suolo di direzione e velocità del vento, temperatura, copertura nuvolosa, altezza della base delle nuvole, pressione atmosferica, umidità relativa e precipitazione, nonché profili verticali di direzione e velocità del vento, temperatura e pressione atmosferica o campi tridimensionali prodotti da modelli meteorologici prognostici quali ad esempio MM5, WRF, RAMS, COSMO. Algoritmi specifici trattano la dinamica atmosferica sopra superfici marine o lacustri e la loro interfaccia con le superfici terrestri.

Il ruolo di CALMET nello strumento modellistico oggetto della presente applicazione è di effettuare un downscaling (un aumento della risoluzione) dei campi prodotti dal modello WRF, oltre che di creare i campi di tutte le variabili macro e micro meteorologiche necessari per l'applicazione del modello CALPUFF.

#### 4.2.1.5.3 CALPUFF

CALPUFF (Version 7.2.1, Level 150816) (Scire J.S. et Al., 2000(b)), sviluppato dalla società statunitense TRC (<http://www.src.com/>), è un modello lagrangiano a puff non stazionario che simula i processi di trasporto, dispersione, deposizione secca e umida e trasformazione chimica cui sono sottoposte le emissioni continue di sbuffi (puff) d'inquinante rilasciate in atmosfera da una o più sorgenti.

Al variare di direzione ed intensità del vento nel tempo e nello spazio, la traiettoria di ogni puff cambia in modo da seguire la nuova direzione del vento in quel punto del dominio tridimensionale. La diffusione dei puff è gaussiana, inizialmente funzione della distanza dalla sorgente e successivamente funzione del tempo (in modo che ad un eventuale riavvicinamento dell'inquinante verso la sorgente, in seguito ad un'inversione della direzione del vento, non segua una contrazione del puff).

La concentrazione stimata in un dato recettore è data dalla somma dei contributi di tutti i puff sufficientemente vicini a questo. La garanzia della corretta riproduzione del pennacchio inquinante è data dall'elevato numero di puff rilasciati ogni ora, numero calcolato dal modello in funzione delle caratteristiche meteorologiche dell'ora. La trattazione di calme di vento è gestita internamente dal modello con appositi algoritmi, consistenti con il modello concettuale in cui le emissioni contemporanee alla calma di vento salgono virtualmente sulla verticale della sorgente, e quelle preesistenti ristagnano sulla loro posizione, tutte disperdendosi in funzione del tempo (si assume cioè che il vento sia assente o sbandieri attorno ad una media nulla).

Il calcolo delle componenti della turbolenza atmosferica ( $S_{yt}$  e  $S_{zt}$ ) è espletato mediante parametri di turbolenza ( $S_v$  e  $S_w$ ) calcolati tramite i campi di CALMET delle variabili micrometeorologiche ( $L$ ,  $u^*$ ,  $w^*$ , ecc.). Appositi algoritmi trattano la dispersione al di sopra di superfici coperte da acqua (mari e laghi), e all'interfaccia terra-mare. L'interazione tra orografia e puff, oltre che nell'informazione contenuta nel campo di vento generato da CALMET (che presenta nei livelli prossimi al suolo gli effetti dovuti alle strutture orografiche principali), avviene attraverso la metodologia "partial plume path adjustment", che riduce l'altezza del puff sul suolo in funzione della classe di stabilità atmosferica, della quota del terreno in relazione alla base della sorgente e dell'altezza originale del puff stesso.

Oltre alla trattazione d'inquinanti inerti, CALPUFF include differenti schemi chimici per la ricostruzione delle deposizioni acide, per l'evoluzione degli ossidi d'azoto, per la riproduzione delle catene di decadimento radioattivo.

Appositi algoritmi trattano la deposizione per via secca (secondo l'approccio classico di modello a resistenze) e per via umida (caratterizzando ogni sostanza secondo un parametro di rimozione umida "wet scavenging").

CALPUFF include la metodologia dell’Agenzia per la Protezione dell’Ambiente statunitense (US-EPA) “Good Engineering Practice stack height and Building Downwash guidance” che costituisce uno dei principali metodi di riferimento per il calcolo dei parametri necessari alla valutazione modellistica dell’influenza di strutture di altezza significativa circostanti il punto di emissione. La presenza di strutture induce nel flusso d’aria una zona di stagnazione in corrispondenza della faccia sopravento dell’edificio, ed una zona di ricircolazione posta sulla sommità dell’edificio ed in corrispondenza delle facce laterali parallele alla direzione del vento. Sottovento all’edificio si crea una cavità con vortici verticali che intrappolano le masse d’aria. Allontanandosi dall’edificio in direzione sottovento, la cavità si riduce in intensità e si trasforma progressivamente in una scia turbolenta con un graduale ripristino della situazione non perturbata. L’effetto della perturbazione sulla diffusione dei fumi per camini non sufficientemente alti è quello di aumentarne la dispersione iniziale, incrementando la concentrazione d’inquinanti al suolo nelle prime centinaia di metri dalla sorgente. L’aumento della concentrazione al suolo non comporta necessariamente un livello di criticità per la qualità dell’aria, ma deve essere valutato nelle simulazioni modellistiche. I risultati della metodologia adottata sono stati utilizzati nelle applicazioni modellistiche per valutare l’effetto delle strutture prossime ai camini degli impianti oggetto di studio.

#### *4.2.1.6 Validazione dello strumento modellistico*

I codici di calcolo selezionati per le valutazioni modellistiche del presente studio WRF, CALMET e CALPUFF sono sviluppati da soggetti terzi (NCAR, NOAA e TRC) e sono stati, e sono costantemente, oggetto di numerosi test finalizzati alla loro validazione, ovvero alla loro capacità di riprodurre correttamente un corrispondente set di dati misurati. Per maggiori dettagli si rimanda alle specifiche validazioni facilmente reperibili sul web.

La capacità di questi modelli di rappresentare adeguatamente, nei limiti dell’attuale stato dell’arte, i fenomeni per cui sono stati realizzati, e quindi della loro adeguatezza per le finalità del presente studio, è testimoniata dalla loro inclusione nelle linee guida nazionali ed in quelle di numerosi stati esteri, nonché dalla diffusione del loro utilizzo in studi analoghi in Italia ed all’estero.

#### *4.2.2 Applicazione al caso in esame*

Di seguito si riportano le caratteristiche dell’applicazione dello strumento modellistico al caso in esame.

##### *4.2.2.1 Scala temporale: periodo di simulazione e passo temporale*

Lo strumento modellistico è stato applicato dalle ore 00:00 del 01/01/2013 alle ore 24:00 del 31/12/2015 con passo temporale orario, ovvero tale da consentire una adeguata riproduzione della dinamica dei fenomeni di dispersione oggetto di studio.

#### 4.2.2.2 Scala spaziale: ambito territoriale e risoluzione spaziale

In base alle caratteristiche del sito, al tipo di emissione e ai fenomeni in studio, il modello meteorologico CALMET è stato applicato, come mostrato in Figura 4.2.3 ad un dominio di calcolo costituito da due griglie innestate:

- la prima “esterna”, nel seguito indicata con la sigla “G1”, finalizzata alla ricostruzione della circolazione a meso-scala;
- la seconda “interna”, nel seguito indicata con la sigla “G2”, finalizzata alla ricostruzione di dettaglio del territorio.

Entrambe le griglie adottano, come sistema di riferimento, la proiezione universale trasversa di Mercatore (UTM, fuso 32 Nord) associato al sistema geodetico WGS-84.

Le griglie G1 e G2 sono completamente definite dai seguenti dati:

- Griglia G1:
  - Coordinate angolo SW: 702'000 m E, 4'984'500 m N
  - Numero di celle: 23 in direzione N-S, 23 in direzione W-E
  - Dimensione di cella: 4'500 x 4'500 m<sup>2</sup>
- Griglia G2:
  - Coordinate angolo SW: 742'500 m E, 5'025'000 m N
  - Numero di celle: 45 in direzione N-S, 45 in direzione W-E
  - Dimensione di cella: 500 x 500 m<sup>2</sup>
- Livelli verticali (per entrambe le griglie):
  - Numero: 10
  - Quota delle facce: 0, 20, 40, 80, 160, 320, 640, 1'200, 2'000, 3'000, 4'000 m s.l.s.
  - Quota di centro: 10, 30, 60, 120, 240, 480, 920, 1'600, 2'500, 3'500 m s.l.s.

La ricostruzione del campo meteorologico ottenuta mediante la catena WRF-CALMET è stata quindi utilizzata come driver per il modello dispersivo CALPUFF. Il modello WRF ha fatto uso di campi di ri-analisi, ottimali per le finalità dello studio.

Per il modello CALPUFF è stato adottato un dominio computazionale coincidente con la griglia G1, al cui interno sono state definite due griglie regolari di recettori. La prima è una griglia di 23 x 23 punti a maglia di 4.5 km, ovvero 529 recettori, che coprono l'area di 103.5 x 103.5 km<sup>2</sup> dell'intero dominio computazionale G1. La seconda è una griglia di 37 x 37 punti a maglia di 500 m, ovvero 1'369 recettori (parzialmente sovrapposti ai precedenti) che coprono un'area di 18.5 x 18.5 km<sup>2</sup> compresa nella griglia G2 del modello CALMET (Figura 4.2.3).

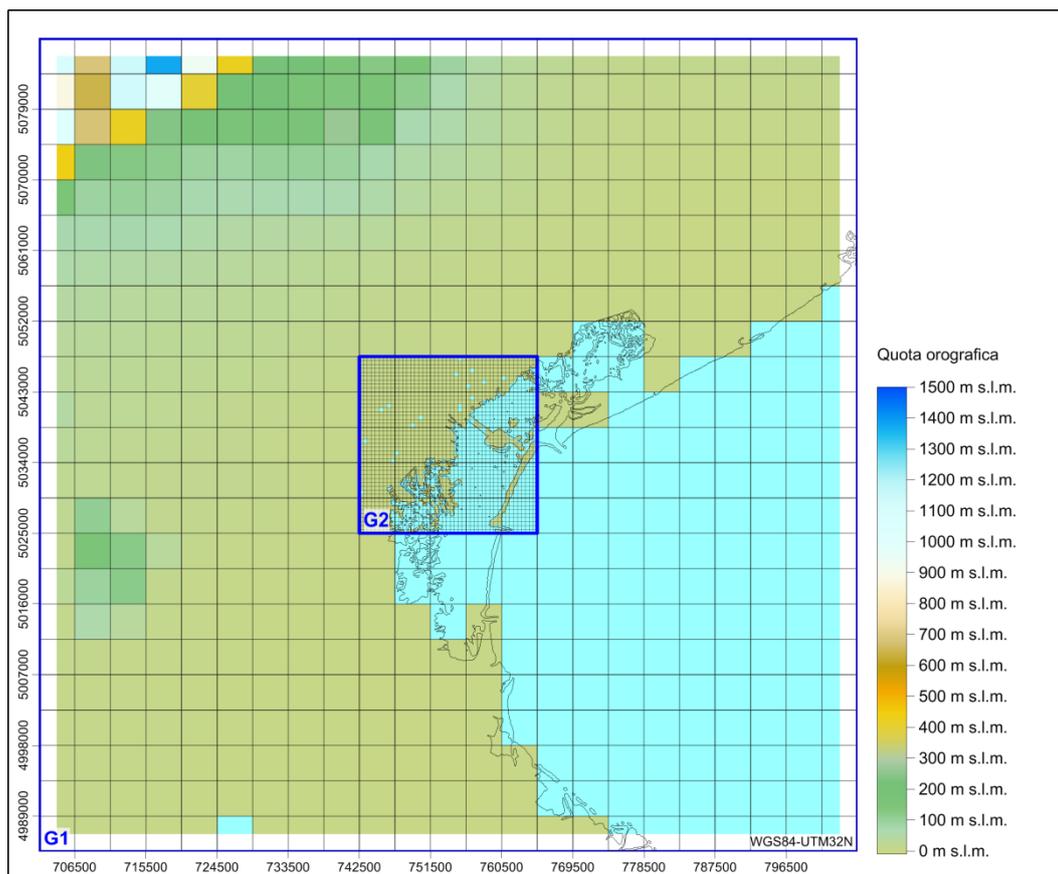
### 4.2.2.3 Banche dati

#### 4.2.2.3.1 Orografia

Per definire il modello orografico dell'area in esame, ovvero la quota media sul livello del mare di ogni cella del dominio di calcolo, è stato fatto uso dei dati derivanti dal database globale SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) GL1 v3.0 avente risoluzione di 3 secondi d'arco (circa 90 m). La missione SRTM, condotta dalle agenzie statunitensi NIMA (National Imagery and Mapping Agency) e NASA (National Aeronautics and Space Administration), ha utilizzato sistemi radar appositamente installati a bordo dello Space Shuttle Endeavour.

Sulla base dei dati SRTM è stata quindi associata, per mezzo del pre-processore TERREL (v7.0, Level 141010), una quota orografica media a ciascuna cella di ciascun dominio di calcolo definiti al paragrafo 0.

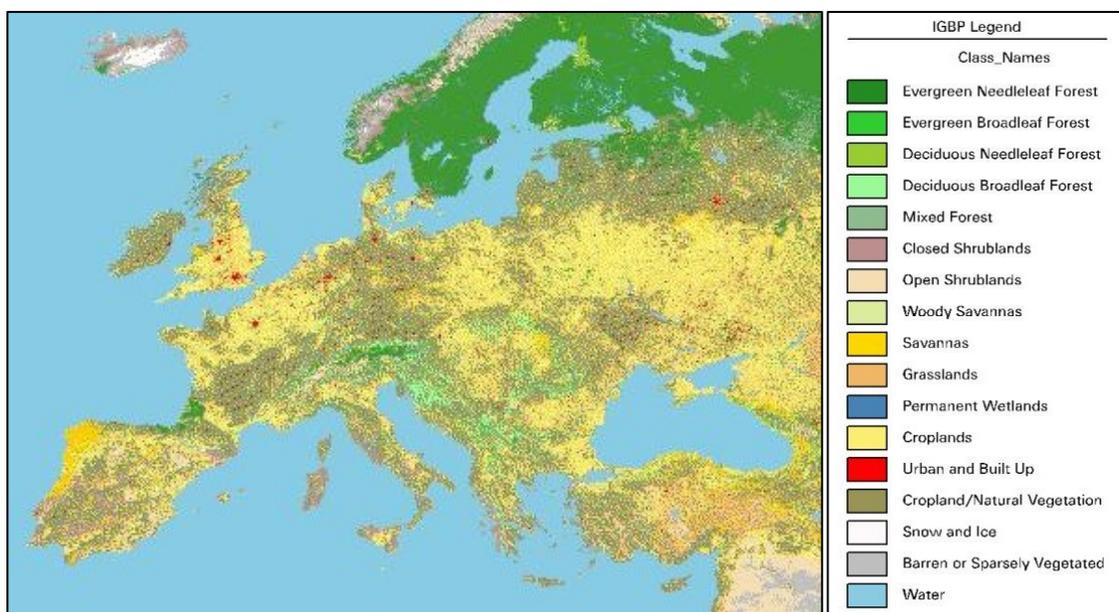
In Figura 4.2.3 è rappresentato graficamente l'output del pre-processore TERREL.



**Figura 4.2.3 – Domini di calcolo (G1 e G2), griglie recettori (4.5 km e 500 m) e Quota orografica alla risoluzione del modello meteorologico CALMET**

### 4.2.2.3.2 Uso del suolo

Per definire lo stato di uso del suolo con cui caratterizzare i parametri che, insieme alla quota, definiscono lo stato fisico di ciascuna cella del modello (z0, albedo, Bowen ratio, Soil Heat Flux, Anthropogenic Heat Flux, Leaf Area Index), è stato fatto uso dei dati derivati dal progetto Global Land Cover Characterization (GLCC) con risoluzione di 30 secondi d'arco (~1 km) sviluppato congiuntamente da "U.S. Geological Survey's" (USGS), "National Center for Earth Resources Observation and Science" (EROS), "University of Nebraska-Lincoln" (UNL) e "Joint Research Centre of the European Commission" (Figura 4.2.4).



**Figura 4.2.4 – Global Land Cover Characterization (GLCC)**

Per ogni cella di ciascun dominio dell'area di studio (definiti al paragrafo 4.2.2.2) sono state derivate, per mezzo del pre-processore CTGPROC (v7.0, Level 150211), le percentuali di occupazione delle differenti classi USGS (38 categorie, secondo il Livello II del sistema "U.S. Geological Survey Land Use Classification System"), con variazione stagionale dei parametri fisiografici.

Il modello CALMET definisce un sistema costituito da 14 categorie di uso del suolo, basato sul sistema "U.S. Geological Survey Land Use Classification System" (Tabella 4.2.1). Per ogni categoria CALMET è stato definito un valore medio stagionale di ciascun parametro fisiografico.

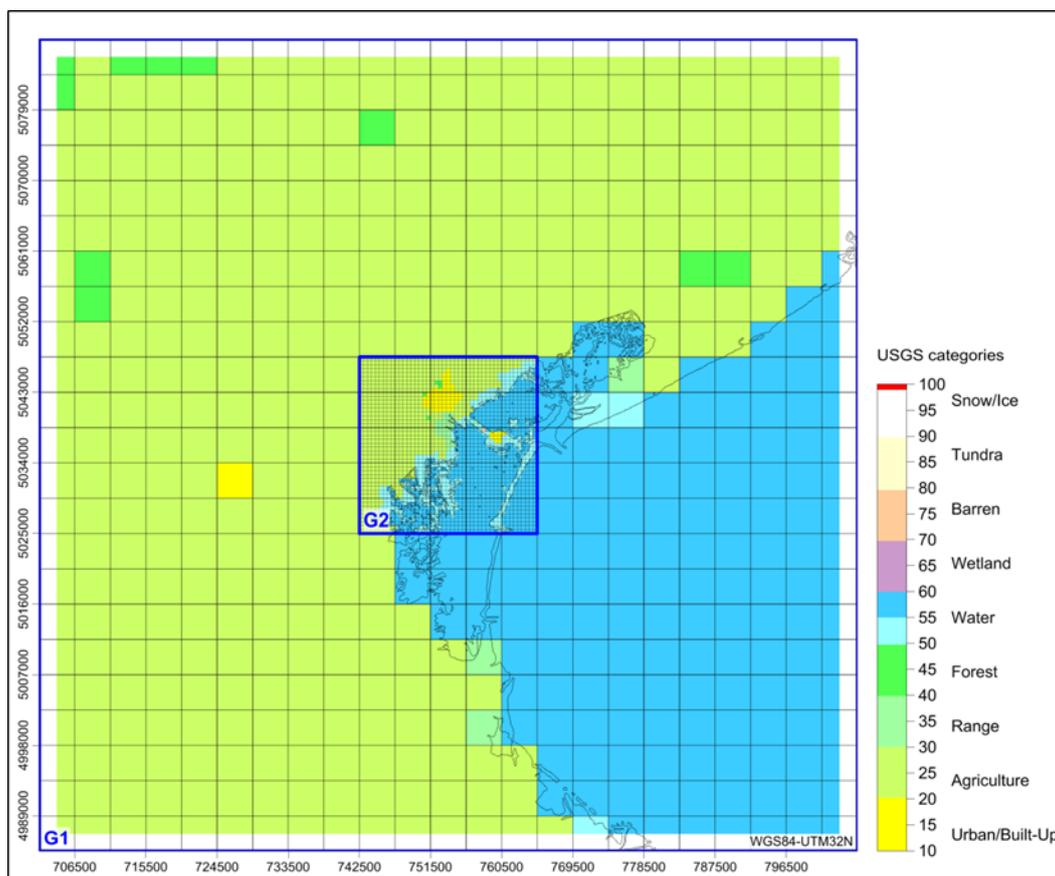
Ad ogni categoria di uso del suolo USGS (come detto, 38 categorie) è stata associata una categoria del sistema di classificazione in uso da CALMET (come detto, 14 categorie), secondo la corrispondenza riportata in Tabella 4.2.2.

Infine, tramite il pre-processore MAKEGEO (v3.2, Level 110401), ad ogni cella sono stati attribuiti i parametri fisiografici stagionali ottenuti come media dei parametri associati a ciascuna classe di uso del suolo ricadente nella cella, pesata sulla percentuale di copertura di ogni classe sul totale dell'area della cella stessa.

In Figura 4.2.5 è riportata, per ogni cella dei domini di calcolo CALMET, la categoria di uso del suolo prevalente assegnata dal pre-processore MAKEGEO.

**Tabella 4.2.1 – Categorie di uso del suolo adottate dal modello CALMET**

CALMET Land Use Categories	
10	Urban or Built-up Land
20	Agricultural Land – Unirrigated
-20	Agricultural Land – Irrigated
30	Rangeland
40	Forest Land
51	Water
54	Small Water Body
55	Large Water Body
60	Wetland
61	Forested Wetland
62	Nonforested Wetland
70	Barren Land
80	Tundra
90	Perennial Snow or Ice



**Figura 4.2.5 – Classe prevalente di uso del suolo alla risoluzione del modello meteorologico CALMET (elaborazione da fonte: USGS Global)**

**Tabella 4.2.2 – Assegnazione valori da categorie USGS a categorie di uso del suolo CALMET**

USGS Category Level I		USGS Category Level II		CALMET Category
10	Urban or Built-up Land	11	Residential	10
		12	Commercial and Services	10
		13	Industrial	10
		14	Transportation, Communications and Utilities	10
		15	Industrial and Commercial Complexes	10
		16	Mixed Urban or Built-up Land	10
		17	Other Urban or Built-up Land	10
20	Agricultural Land	21	Cropland and Pasture	20
		22	Orchards, Groves, Vineyards, Nurseries, and Ornamental Horticultural Areas	20
		23	Confined Feeding Operations	20
		24	Other Agricultural Land	20
30	Rangeland	31	Herbaceous Rangeland	30
		32	Shrub and Brush Rangeland	30
		33	Mixed Rangeland	30
40	Forest Land	41	Deciduous Forest Land	40
		42	Evergreen Forest Land	40
		43	Mixed Forest Land	40
50	Water	51	Streams and Canals	51
		52	Lakes	51
		53	Reservoirs	51
		54	Bays and Estuaries	54
		55	Oceans and Seas	55
60	Wetland	61	Forested Wetland	61
		62	Non-forested Wetland	62
70	Barren Land	71	Dry Salt Flats	70
		72	Beaches	70
		73	Sandy Areas Other than Beaches	70
		74	Bare Exposed Rock	70
		75	Strip Mines, Quarries, and Gravel Pits	70
		76	Transitional Areas	70
		77	Mixed Barren Land	70
80	Tundra	81	Shrub and Brush Tundra	80
		82	Herbaceous Tundra	80
		83	Bare Ground Tundra	80
		84	Wet Tundra	80
		85	Mixed Tundra	80
90	Perennial Snow or Ice	91	Perennial Snowfields	90
		92	Glaciers	90

#### 4.2.2.4 Sostanze considerate

Le sostanze considerate ai fini modellistici in emissione dalla Centrale "Andrea Palladio" di Fusina per lo scenario attuale sono il biossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ ), gli ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ ), le polveri ( $\text{PM}_{10}$  e  $\text{PM}_{2.5}$ ) ed il monossido di carbonio ( $\text{CO}$ ), mentre per gli scenari di progetto sono gli ossidi di azoto ed il monossido di carbonio.

Le simulazioni tengono inoltre conto delle polveri prodotte durante il trasporto delle masse d'aria a seguito della trasformazione di  $\text{SO}_2$  (ove presente) in solfati e di  $\text{NO}_x$  in nitrati (particolato secondario).

#### 4.2.2.5 Schemi chimici

Le emissioni di ossidi di azoto sono inizialmente costituite quasi interamente da monossido di azoto ( $\text{NO}$ ). Al fine di tenere conto dei processi di trasformazione di  $\text{NO}$  in biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ), è stato utilizzato lo schema RIVAD/ARM3 (Morris et al., 1988) che include sette specie d'inquinanti ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{PM}_{10}$ ) ed implementa l'ossidazione del monossido di azoto ad opera dell'ozono ( $\text{O}_3$ ) e la foto-dissociazione diurna del biossido di azoto in monossido di azoto ed ozono.

Per implementare correttamente lo schema RIVAD/ARM3, sono state fornite al codice CALPUFF le concentrazioni medie orarie in aria ambiente di ozono misurate, nel corso del periodo di interesse, presso alcune postazioni dislocate sull'intero territorio nazionale. Tali dati di concentrazione sono stati estratti dal servizio "Air Quality e-Reporting" di EEA (European Environment Agency, [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu)). Nello specifico, sono stati estratti tutti i dati orari di concentrazione di ozono presenti nel Database, aggiornato al 23 novembre 2017, relativi a stazioni di fondo rurale, ovvero localizzate in contesti lontani da specifici e locali fonti di inquinamento.

Fanno eccezione le postazioni afferenti alla regione Sicilia, ancora non presenti nel Database EEA, i cui dati relativi a due postazioni di fondo urbano sono stati ricavati dal servizio di fornitura dei dati annuali di ARPA Sicilia ([www.arpa.sicilia.it](http://www.arpa.sicilia.it)).

In Figura 4.2.6 è riportata la localizzazione geografica delle 55 postazioni selezionate in base a rappresentatività e completezza dei dati nel periodo di interesse. Il codice modellistico CALPUFF è strutturato in modo da utilizzare, per ognuna delle ore della simulazione, le informazioni valide relative alla postazione maggiormente prossima a ciascuno dei "puff" emessi. Vista la natura regionale dell'inquinante ed il ruolo di tali dati nel modello, è possibile ritenere che il data set implementato sia rappresentativo dell'andamento della concentrazione di ozono per il sito in esame.

In Figura 4.2.7 è riportato l'andamento del giorno medio di ozono nel periodo in esame relativo alla postazione più vicina alla centrale Enel "Andrea Palladio" di Fusina, che risulta essere la "IT2071A", localizzata a 33 km in direzione NO dalla Centrale (longitudine 11.902, latitudine 45.600, quota di 25 m s.l.m.).



### 4.2.2.6 Effetto Building Downwash

La valutazione dell'effetto "Building Downwash" è stata condotta applicando la metodologia di riferimento, sviluppata dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (US-EPA), "Good Engineering Practice stack height and Building guidance" al layout di impianto. In Figura 4.2.8 sono visualizzate le ciminiere e le circostanti strutture di altezza potenzialmente interferente nella configurazione di progetto.

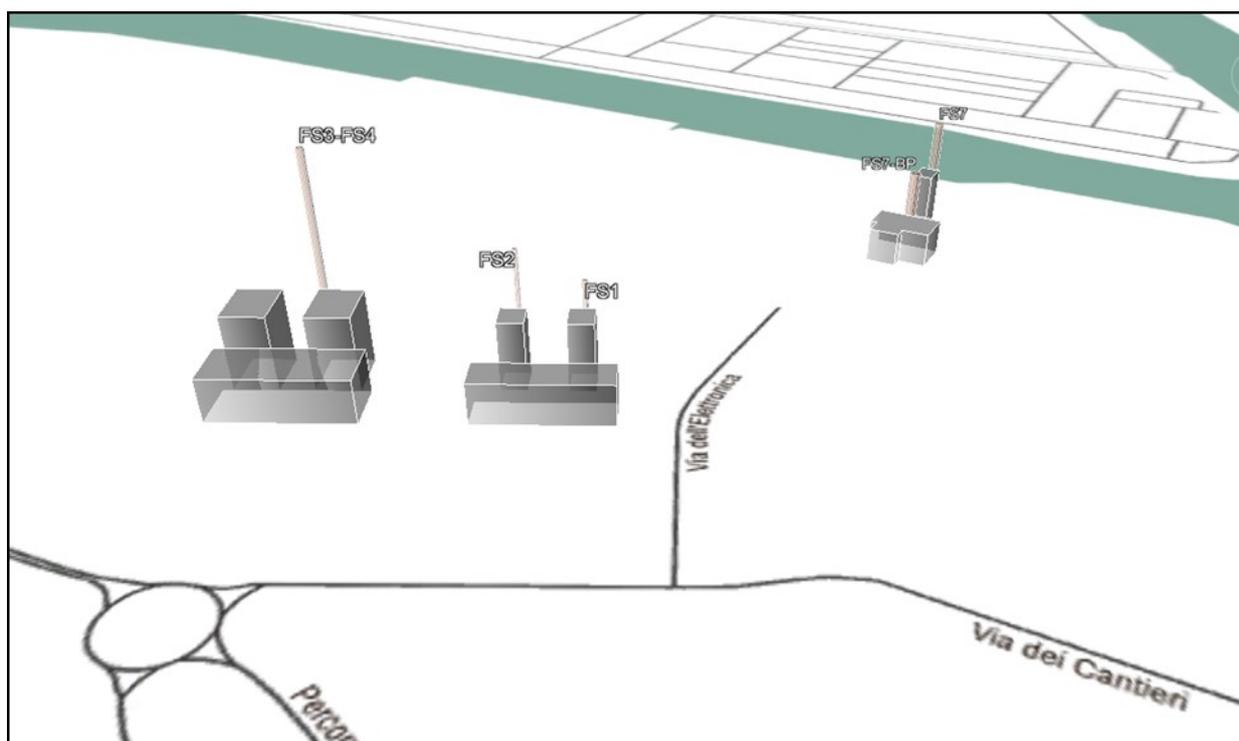


Figura 4.2.8 – Rappresentazione ai fini dell'effetto "building downwash" delle strutture di interesse in prossimità dei punti di emissione convogliata (© OpenStreetMap contributors)

## 4.2.3 Analisi meteorologica

### 4.2.3.1 Selezione delle stazioni meteorologiche di confronto

Al fine di valutare la coerenza della meteorologia prodotta dalla catena modellistica WRF-CALMET, è stata selezionata, la stazione meteorologica di Venezia Tessera come rappresentativa della meteorologia dell'area in esame. La localizzazione e le principali caratteristiche della stazione sono riportate in Tabella 4.2.3 e Figura 4.2.9. Nel seguito si presenta l'analisi e il confronto rispetto all'output della catena modellistica dei principali parametri meteorologici.

Tabella 4.2.3 – Localizzazione della stazione meteo locale

Fonte	Nome	Coordinate geografiche (WGS84)		Quota m s.l.m.	Dist. C.le km
		Longitudine	Latitudine		
Aeronautica Militare	Venezia Tessera (LIPZ)	12.352	45.505	2	11

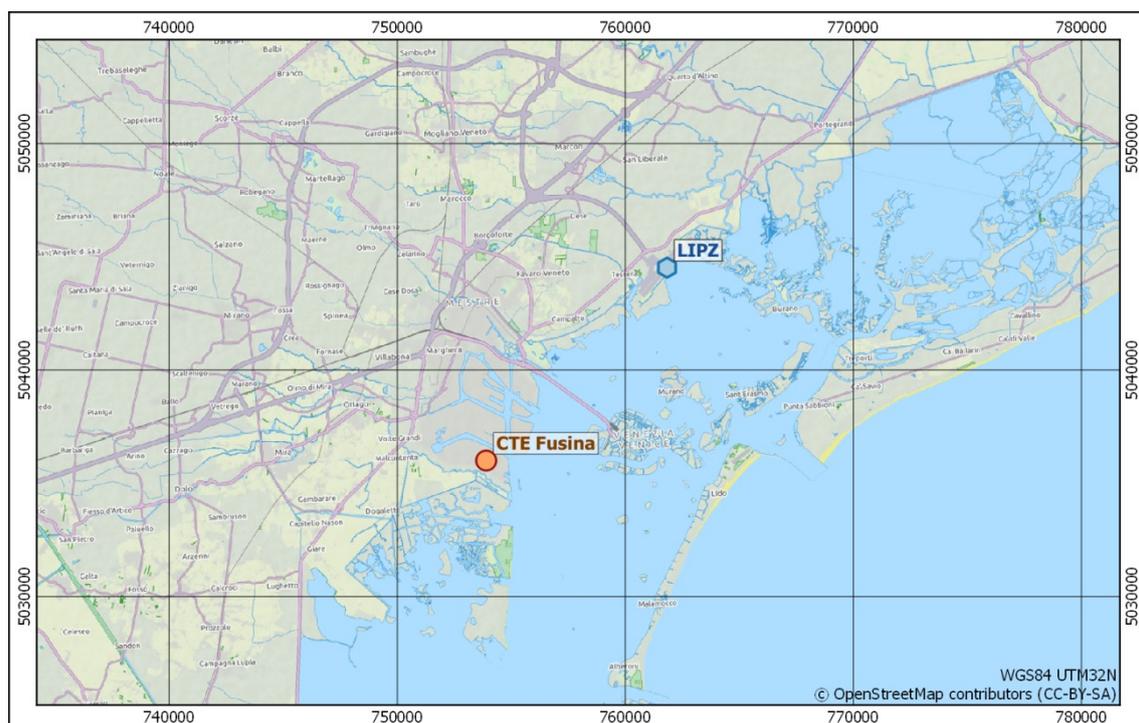


Figura 4.2.9 – Localizzazione della stazione meteo di Venezia Tessera (LIPZ)

### 4.2.3.2 Confronto modello con misure meteorologiche

La valutazione della rappresentatività della meteorologia prodotta dai modelli WRF-CALMET è stata effettuata mediante il confronto tra i principali parametri meteorologici derivati da locali stazioni di misura e corrispondente ricostruzione modellistica.

Nella Figura 4.2.10 e nella Figura 4.2.11, sono riportate le rose dei venti totali, diurne e notturne dei dati misurati nella stazione di Venezia Tesserà e quelli stimati dal modello WRF in corrispondenza della stessa, nel triennio 2013-2015. Il confronto tra i dati misurati e le stime modellistiche è soddisfacente, con entrambe le rose dei venti totali che mettono in evidenza come settori prevalenti di provenienza delle masse d'aria quelli dai quadranti nord orientali e sud orientali, in linea con quanto riscontrato a livello climatologico nel trentennio 1971-2000 (capitolo 2.1.2). Da segnalare che le percentuali, riscontrate nelle stime modellistiche, risultano più alte, praticamente per tutti i settori di provenienza, in quanto tra i dati sperimentali ci sono oltre il 28% dei valori catalogati nella classe variabile, classe ovviamente inesistente nelle stime modellistiche. L'intensità del vento stimata dal sistema modellistico risulta più alta di quella misurata, 4.9 m/s contro i 2.9 m/s, di conseguenza la percentuale di calme di vento stimata, risulta inferiore rispetto a quella dei dati misurati, 0.5 contro 4,8%. L'analisi delle rose diurne e notturne, mostra la circolazione delle brezze di terra e di mare, con l'accentuarsi delle provenienze delle masse d'aria da SW di giorno e quella da NE di notte. Tale circolazione è evidente sia nelle rose dei dati sperimentali, che in quelle dei dati stimati dal modello.

Anche il confronto delle rose stagionali (Figura 4.2.12 e Figura 4.2.13) relative ai dati sperimentali e quelli stimati dal modello è soddisfacente. In questa analisi temporale, coerentemente con quanto è lecito attendersi in un sito costiero, si riscontrano una prevalenza delle situazioni di tipo sinottico nelle stagioni fredde, autunno e inverno, dove la percentuale di provenienze delle masse d'aria, fa emergere come settori prevalenti solo quelli dai quadranti nord orientali, mentre nelle stagioni più calde, primavera e soprattutto estate, hanno un peso considerevole i fenomeni di brezza, con le percentuali di dati provenienti dai quadranti sud orientali che diventano paragonabili a quelle dai quadranti nord orientali.

Nella Tabella 4.2.4, nella Tabella 4.2.5, nella Figura 4.2.14 e nella Figura 4.2.15, sono riportati gli andamenti termici dei dati misurati nella stazione di Venezia Tesserà e quelli stimati dal modello WRF in corrispondenza della stessa, nel triennio 2013-2015. Il confronto tra i dati misurati e le stime modellistiche è soddisfacente, con l'andamento medio mensile che risulta praticamente sovrapponibile. I valori estremi, come è normale attendersi, sono leggermente più accentuati nei valori sperimentali, minima assoluta -3 °C e massima assoluta 35 °C, contro i valori di -1.4 °C e 33 °C stimati per via modellistica. Le differenze di circa 2 °C, riscontrate sui valori assoluti, vanno però assottigliandosi intorno ai 0.5 °C se si confrontano le medie dei minimi e dei massimi, per arrivare al valore medio del triennio che differisce per meno di 0.2 °C (14.54 contro 14.70 °C). Tutti i valori riscontrati nel triennio sono in linea con quanto riscontrato a livello climatologico nel trentennio 1971-2000 (capitolo 2.1.2).

In generale quindi, l'analisi condotta permette di affermare che la ricostruzione modellistica appare adeguata a rappresentare con opportuna confidenza le principali variabili meteorologiche che governano la dispersione in atmosfera.

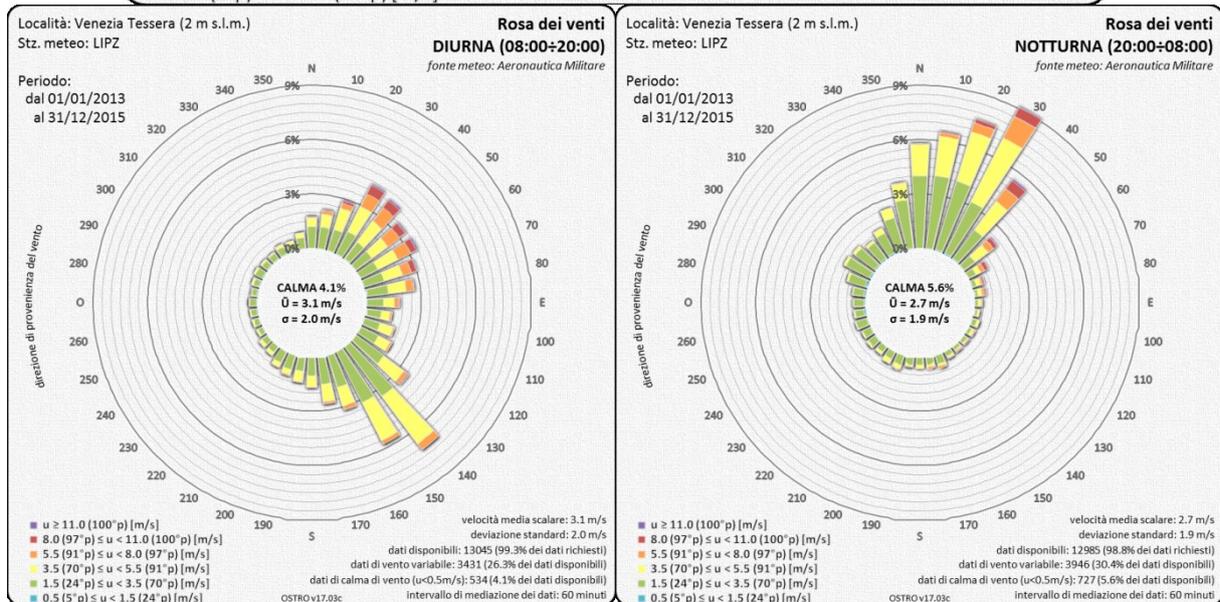
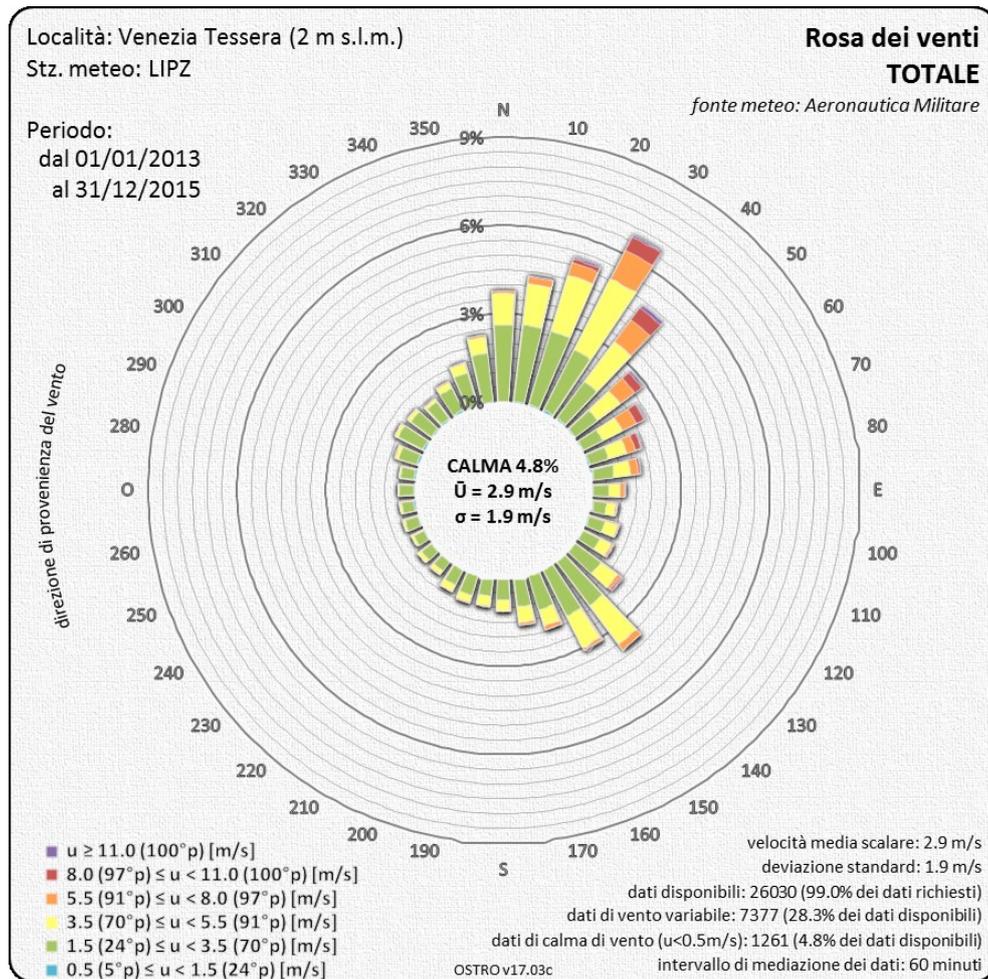


Figura 4.2.10 – Dati stazione meteo Venezia Tessera. Rose dei venti totale, diurna e notturna. Dati misurati nel periodo 2013-2015.

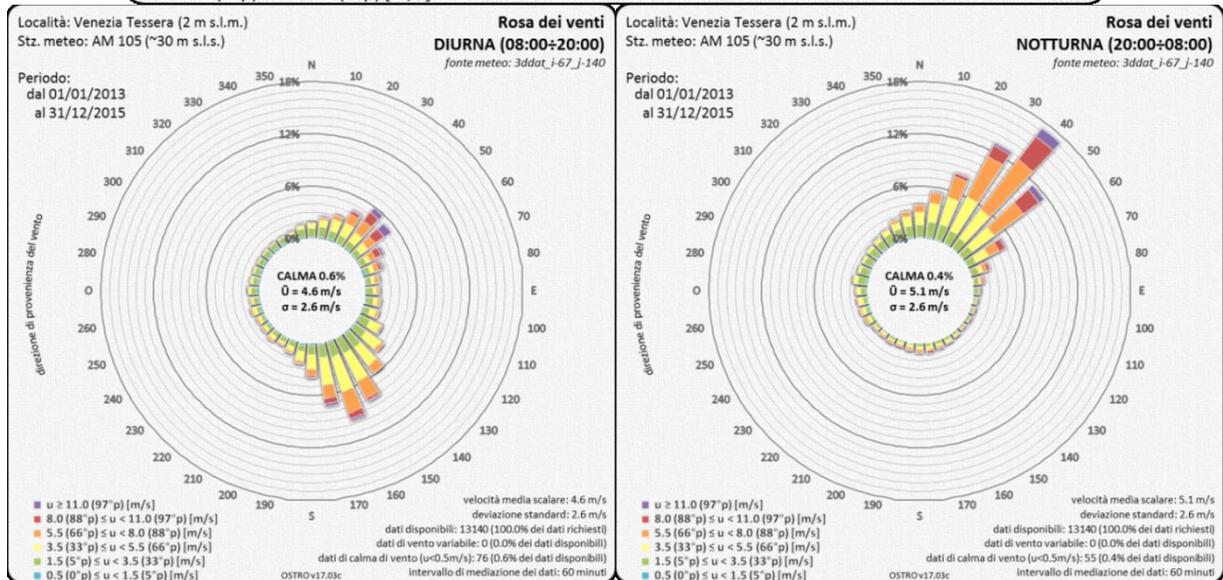
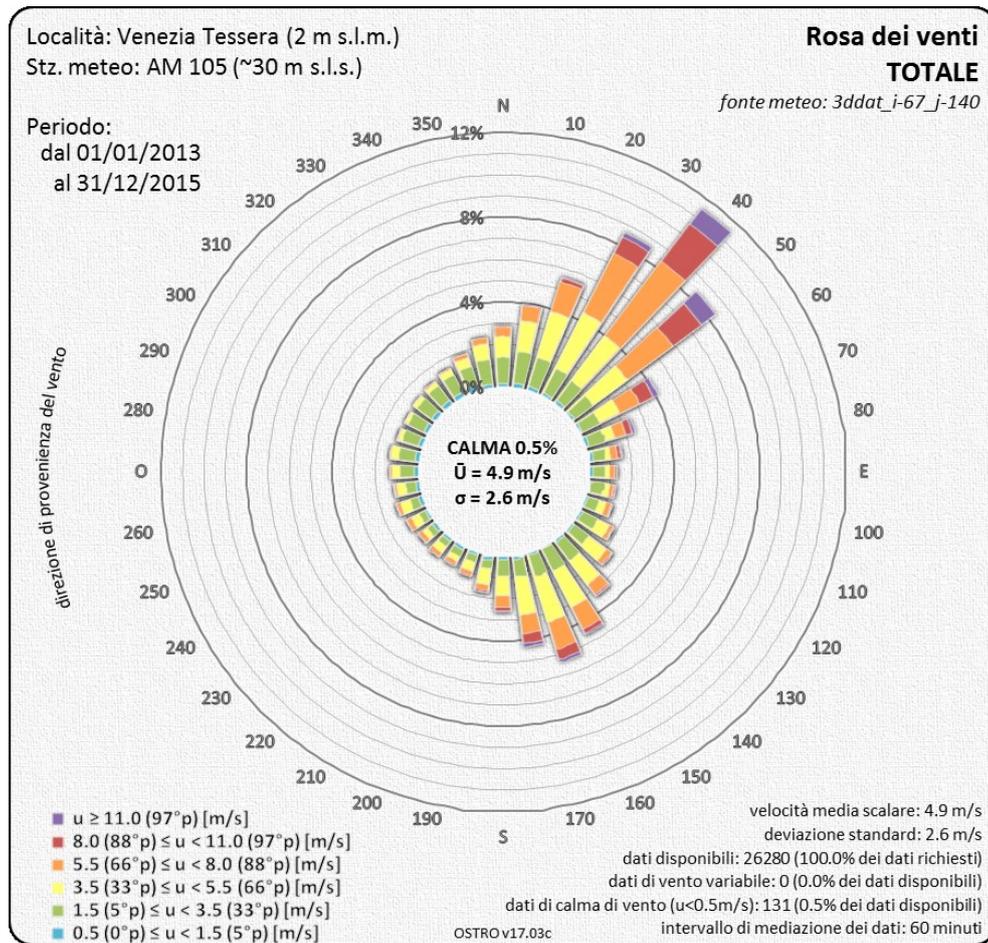


Figura 4.2.11 – Dati estratti dal modello WRF in corrispondenza della stazione meteo di Venezia Tessera. Rose dei venti totale, diurna e notturna. Dati stimati nel periodo 2013-2015.

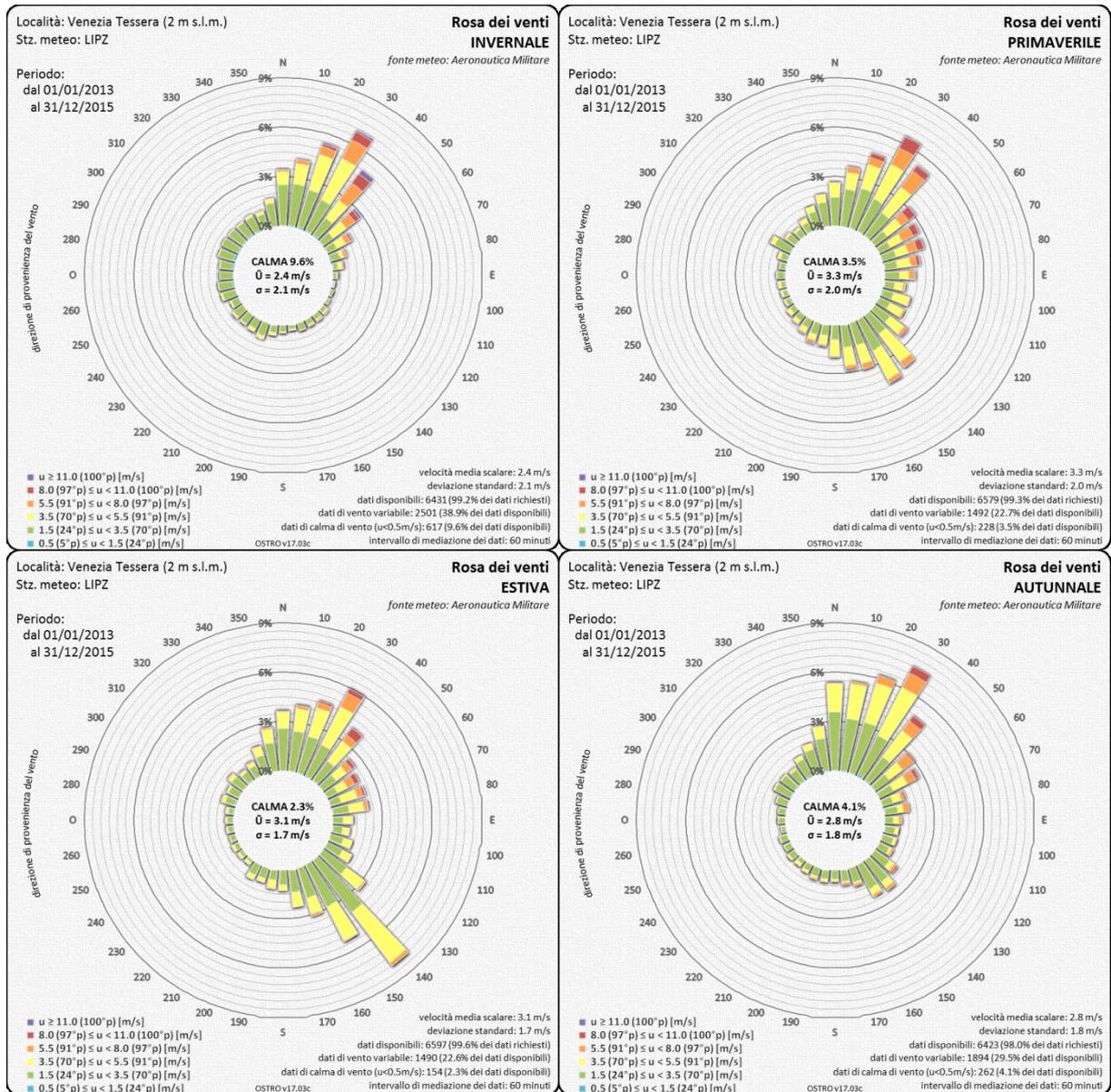


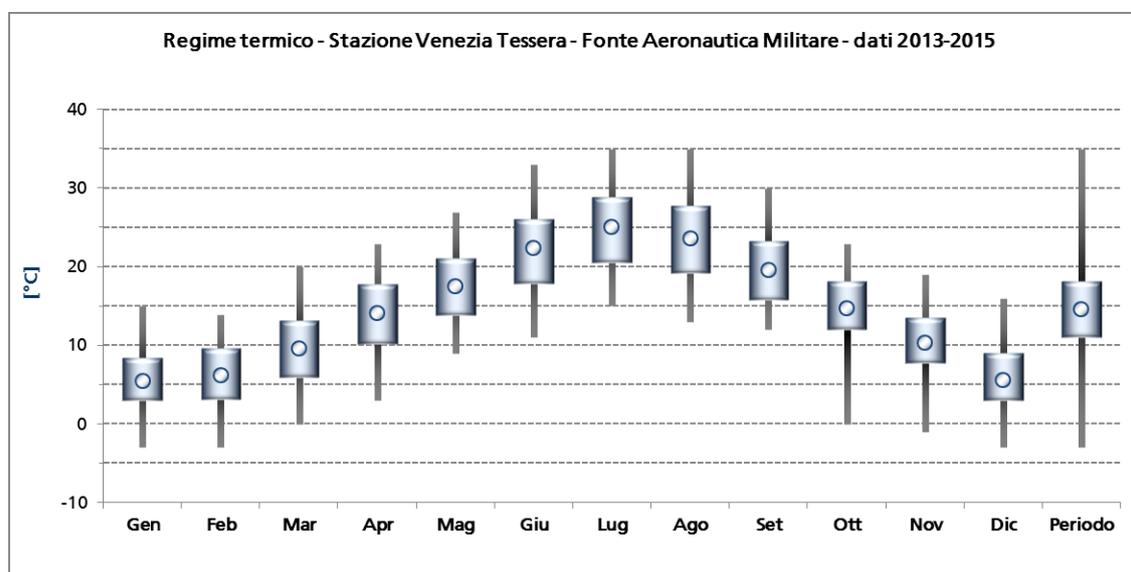
Figura 4.2.12 – Dati stazione meteo Venezia Tessera. Rose dei venti stagionali. Dati misurati nel periodo 2013-2015.



Figura 4.2.13 – Dati estratti dal modello WRF in corrispondenza della stazione meteo di Venezia Tessa. Rose dei venti stagionali. Dati stimati nel periodo 2013-2015.

**Tabella 4.2.4 – Temperature stazione di Venezia Tessera (fonte Aeronautica Militare).  
Periodo 2013-2015**

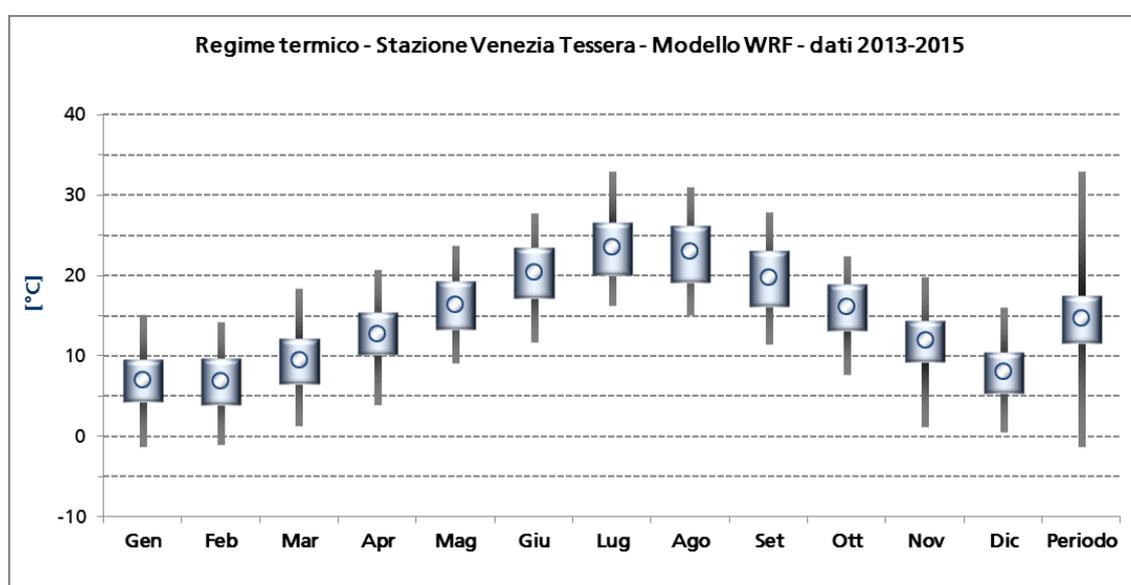
Regime termico - Stazione Venezia Tessera – Fonte Aeronautica Militare - dati 2013-2015													
Parametro	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Med.
Disponibilità	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Massima	15.0	14.0	20.0	23.0	27.0	33.0	35.0	35.0	30.0	23.0	19.0	16.0	35.0
Media massima	8.4	9.6	13.2	17.8	21.1	26.0	28.8	27.8	23.3	18.2	13.5	9.0	18.1
Media	5.4	6.2	9.6	14.1	17.5	22.4	25.0	23.6	19.6	14.7	10.3	5.6	14.5
Media minima	3.0	3.2	6.0	10.2	13.9	17.9	20.6	19.3	15.8	12.1	7.8	3.0	11.1
Minima	-3.0	-3.0	0.0	3.0	9.0	11.0	15.0	13.0	12.0	0.0	-1.0	-3.0	-3.0



**Figura 4.2.14 – Andamento termico stazione di Venezia Tessera (fonte Aeronautica Militare).  
Periodo 2013-2015.**

**Tabella 4.2.5 – Temperature stimate nella stazione di Venezia Tessera (modello WRF).  
Periodo 2013-2015**

Regime termico - Stazione Venezia Tessera – Modello WRF - dati 2013-2015													
Parametro	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Med.
Disponibilità	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Massima	15.2	14.2	18.4	20.8	23.8	27.8	33.0	31.0	27.9	22.4	19.9	16.1	33.0
Media massima	9.5	9.6	12.1	15.4	19.2	23.4	26.6	26.2	23.0	18.8	14.3	10.4	17.4
Media	7.1	6.9	9.5	12.8	16.4	20.5	23.6	23.0	19.8	16.2	12.0	8.1	14.7
Media minima	4.3	3.9	6.5	10.1	13.3	17.2	20.0	19.1	16.1	13.1	9.2	5.4	11.6
Minima	-1.4	-1.1	1.2	3.9	9.1	11.7	16.2	15.0	11.4	7.6	1.1	0.4	-1.4



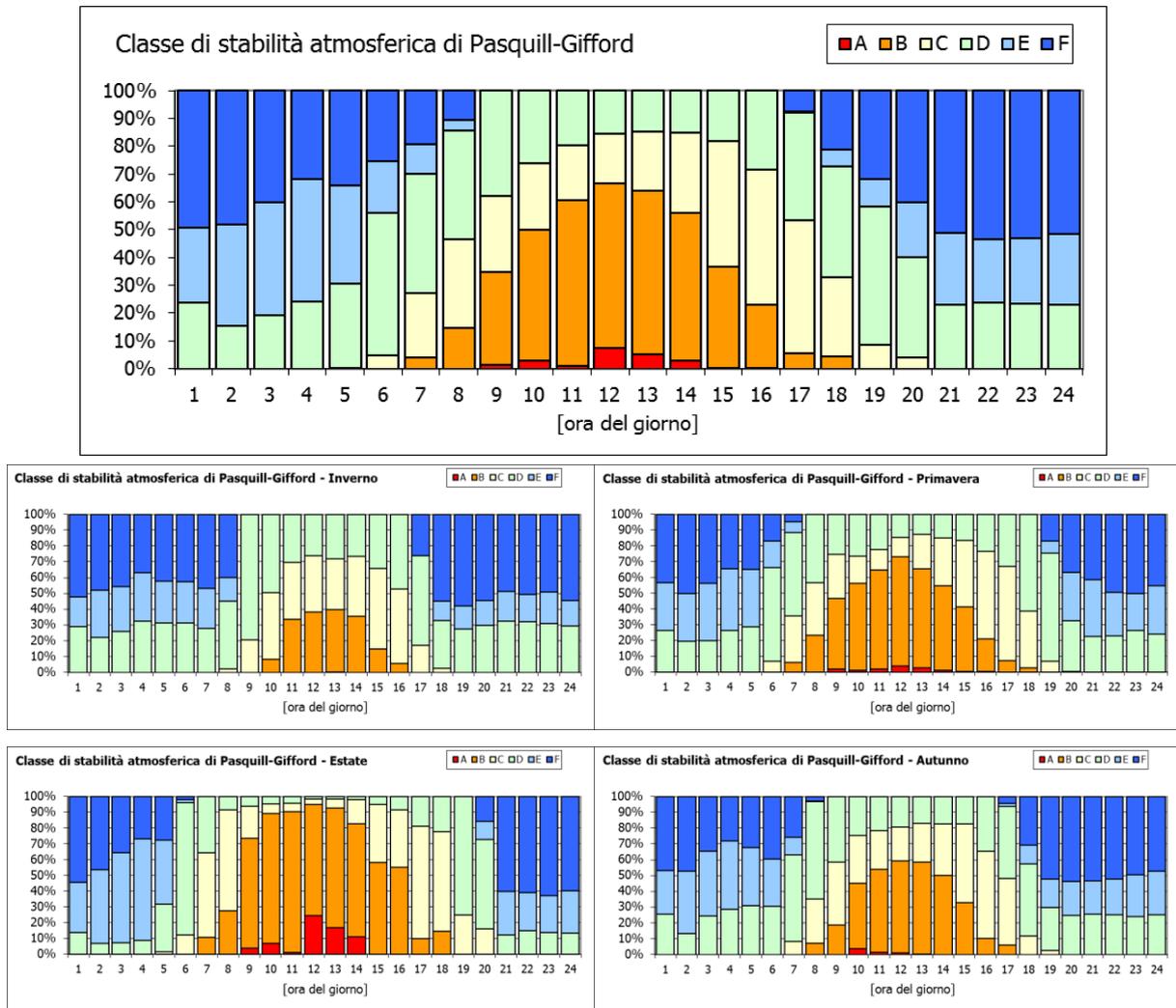
**Figura 4.2.15 – Andamento termico stimato nella stazione di Venezia Tessera (modello WRF).  
Periodo 2013-2015.**

### 4.2.3.3 Stabilità atmosferica e altezza strato rimescolato nell'area

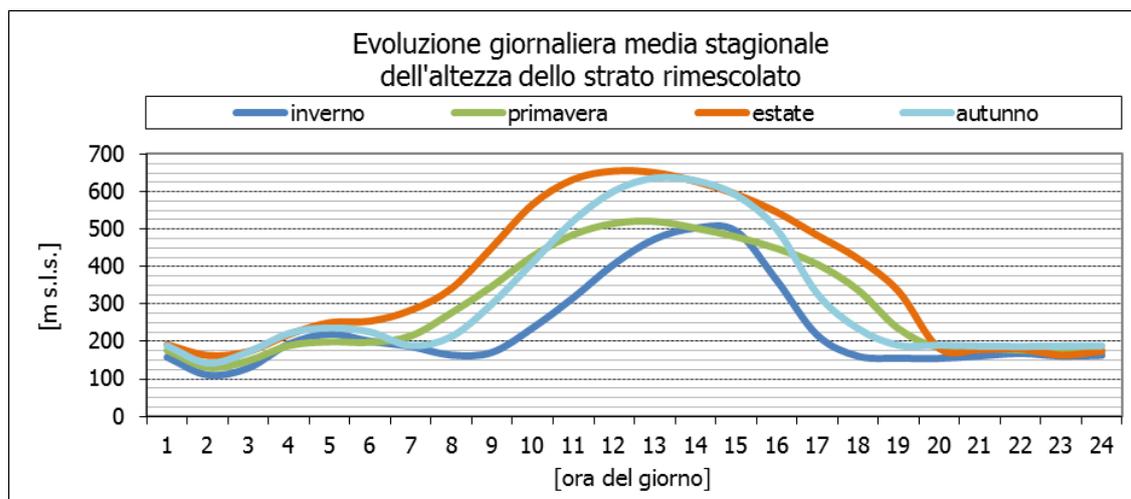
La Figura 4.2.16 riporta, per il triennio 2013-2015, la distribuzione nelle ore del giorno della classe di stabilità atmosferica secondo la classificazione di Pasquill-Gifford, su base annuale e stagionale. I valori orari analizzati sono estratti dai campi prodotti dal modello Calmet in corrispondenza dell'impianto. Si evidenzia l'effetto mitigante del mare e quello della sostenuta circolazione atmosferica che accentuano la frequenza della classe "D" neutra a scapito delle classi più stabili, durante le ore notturne, e di quelle più instabili di giorno. Tale comportamento è tipico dei siti costieri dove avviene la transizione tra le caratteristiche dell'atmosfera di ambienti marini e di quelle terrestri. L'analisi stagionale mette in evidenza però come tale effetto si verifichi principalmente nelle stagioni fredde, infatti in quelle calde risulta meno evidente. Se si analizza infatti la distribuzione estiva è evidente come le situazioni di neutralità (classe "D" + "C") risultano rilevanti solo nelle fasi

di transizione notte/giorno (ore 6-8) e giorno/notte (ore 17-20), mentre poi di giorno si ha chiaramente una prevalenza di situazioni instabili (classi "A" + "B") che nel centro della giornata si attestano intorno al 90% e di notte di quelle stabili (classi "E" + "F") anch'esse intorno al 90%.

La Figura 4.2.17 sintetizza gli andamenti medi nel giorno, per ogni stagione dell'anno, dell'altezza dello strato rimescolato, anch'essi calcolati a partire dai campi orari prodotti dal modello Calmet in corrispondenza della centrale, sempre per il triennio 2013-2015. Per la stima dell'altezza di tale parametro è stato adottato il metodo consigliato di default dallo sviluppatore del codice di calcolo "Maul-Carson for land and water cells". L'altezza dello strato rimescolato è quindi determinata a partire dalla variazione oraria del flusso di calore dalla superficie e dal profilo verticale di temperatura. Per determinare i gradienti e le variazioni di temperatura sopra la superficie del mare è inoltre stata attivata la specifica opzione che permette l'uso dei dati del prognostico. Anche tale parametro evidenzia la natura costiera del sito con uno sviluppo verticale dell'altezza dello strato rimescolato ridotto, rispetto all'entroterra, per effetto della prossimità del mare.



**Figura 4.2.16 – Distribuzioni orarie della classe di stabilità atmosferica di Pasquill-Gifford calcolate su base annuale e stagionale. Periodo 2013-2015. Valori orari estratti dal modello Calmet in corrispondenza della centrale.**



**Figura 4.2.17 – Evoluzione giornaliera media dell'altezza dello strato rimescolato calcolata su base stagionale. Periodo 2013-2015. Valori orari estratti dal modello Calmet in corrispondenza della centrale.**

## 4.2.5 Scenari emissivi

Le simulazioni della dispersione degli inquinanti in atmosfera sono state effettuate considerando i seguenti scenari emissivi:

- scenario attuale, con emissione dai gruppi esistenti FS1, FS2, FS3 e FS4 (vedi il seguente paragrafo 4.2.5.1);
- scenario di progetto fase 1, con emissione dal gruppo in progetto FS7 alimentato a gas naturale funzionante a ciclo aperto (vedi il seguente paragrafo 4.2.5.2); con la messa fuori servizio di tutte le unità esistenti.
- scenario di progetto fase 2, con emissione dal gruppo in progetto FS7 alimentato a gas naturale funzionante a ciclo combinato (vedi il seguente paragrafo 4.2.5.2).

Gli effetti sulla qualità dell'aria delle emissioni convogliate sono stati stimati assumendo le seguenti ipotesi:

- concentrazioni alle emissioni pari:
  - per i gruppi esistenti, ai valori autorizzati;
  - per i nuovi gruppi turbogas, ai valori proposti per il progetto nel pieno rispetto dei Best Available Techniques reference documents (BREFs) di settore;
- tutte le sezioni d'impianto sono considerate a titolo cautelativo esercite al carico nominale costante (8760 ore anno) per l'intera durata della simulazione (triennio 2013-2015);
- gli NO<sub>x</sub> sono ripartiti alle emissioni per il 98% in NO e 2% in NO<sub>2</sub>, valori tipici per le tipologie di sorgenti in oggetto;
- tutte le polveri emesse dai gruppi esistenti sono state considerate rientranti interamente nella frazione PM<sub>2,5</sub> (e quindi anche PM<sub>10</sub>).

Il valore del 2% come rappresentativo della frazione di NO<sub>2</sub> tra gli NO<sub>x</sub> emessi si ritrova in letteratura come valore di prima approssimazione più rappresentativo dei processi di combustione in centrali termoelettriche (ad es. "Review of NO<sub>x</sub> Emission Factors for Stationary Combustion Sources and AP-42 Update" R.J. Milligan, W.C. Sailor, J. Wasilewski, W. C. Kuby), dove si presentano per la generazione di energia elettrica con potenze superiori a 29 MW valori variabili tra l'1% ed il 5%, con maggiore frequenza dell'1%.

Si consideri inoltre che la simulazione implementa lo schema RIVAD/ARM3 (Pseudo-first-order chemical mechanism, Morris et al., 1988) che comprende anche l'ossidazione del monossido di azoto. La ripartizione 2% NO<sub>2</sub> e 98% NO costituisce, quindi, solamente la condizione iniziale dei fumi allo sbocco dalla ciminiera. Il modello matematico stima, parallelamente e contemporaneamente al processo di diffusione e dispersione dei fumi,

anche la progressiva ossidazione di NO ad NO<sub>2</sub> con cinetiche relativamente veloci, funzione delle caratteristiche ossidative dell'atmosfera.

L'assunzione del carico nominale costante per tutta la durata della simulazione alle concentrazioni limite autorizzate/proposte consentono di ritenere cautelative le stime ottenute dalla simulazione, sia in termini di concentrazioni medie annue ma soprattutto in termini di concentrazioni orarie e giornaliere poiché assicura la valutazione dell'impatto associato alla massima emissione nelle ore più sfavorevoli dal punto di vista meteorologico alla dispersione degli inquinanti.

È inoltre importante tenere in considerazione che i risultati ottenuti con la metodologia qui presentata presentano un ulteriore fattore conservativo, rappresentato dal fatto che nel reale esercizio l'impianto è soggetto sia a periodi di fermo di uno o più gruppi sia a periodi in cui uno o più gruppi operino con carichi ridotti.

Coerentemente con le finalità dello studio quindi, la simulazione condotta ha l'obiettivo di rappresentare non il reale impatto associato all'impianto in un definito periodo storico, ma la massima estensione e relativa entità teorica dell'impatto associato alle emissioni convogliate in condizioni di massimo carico emissivo.

#### 4.2.5.1 Scenario attuale

L'assetto attuale simulato prevede il funzionamento di quattro gruppi della centrale di Fusina. Le coordinate delle ciminiere associate ai gruppi attivi e le relative caratteristiche geometriche sono riportate in Tabella 4.2.6. In Tabella 4.2.7 sono riportati invece i parametri fisici dei fumi allo sbocco delle ciminiere e i valori di concentrazione all'emissione autorizzati.

**Tabella 4.2.6 – Scenario attuale. Caratteristiche geometriche delle ciminiere.**

Gruppo	Ciminiera				
	Coordinate WGS84 - UTM 32		Base	Altezza	Diametro del condotto emissivo
	Est	Nord			
	km	km	m s.l.m.	m	m
FS1	754.086	5'035.971	2.65	65	4.5
FS2	754.037	5'035.970	2.65	90	4.0
FS3	753.879	5'036.009	2.65	150	6.5
FS4					

**Tabella 4.2.7 – Scenario attuale. Caratteristiche dei fumi allo sbocco.**

Gruppo	Parametri fisici allo sbocco dei Fumi				Valori di concentrazioni all'emissione				
	Temperatura	Velocità	Portata <sup>(1)</sup>	O <sub>2</sub> Rif	SO <sub>2</sub> <sup>(2)</sup>	NO <sub>x</sub> <sup>(3)</sup>	NH <sub>3</sub> <sup>(4)</sup>	CO <sup>(5)</sup>	PTS <sup>(6)</sup>
	°C	m/s	Nm <sup>3</sup> /h	%	mg/Nm <sup>3</sup>				
FS1	96.2	20.3	600'000	6	200 <sup>(7)</sup>	200 <sup>(8)</sup>	5 <sup>(9)</sup>	30 <sup>(11)</sup>	20 <sup>(13)</sup>
FS2	95.8	26.3	620'000	6	200 <sup>(7)</sup>	200 <sup>(8)</sup>	5 <sup>(9)</sup>	30 <sup>(11)</sup>	20 <sup>(13)</sup>
FS3	101.6	33.5	2'080'000	6	200 <sup>(7)</sup>	200 <sup>(8)</sup>	5 <sup>(10)</sup>	50 <sup>(12)</sup>	20 <sup>(13)</sup>
FS4					200 <sup>(7)</sup>	200 <sup>(8)</sup>	5 <sup>(10)</sup>	50 <sup>(12)</sup>	20 <sup>(13)</sup>

<sup>(1)</sup> Portata in condizioni normalizzate: temperatura di 273.15 K, pressione di 101.3 kPa, percentuale di ossigeno alle condizioni di riferimento per tipologia di combustibile, con detrazione del vapore acqueo (quindi secca)  
<sup>(2)</sup> BAT per SO<sub>x</sub> 10-130 mg/Nm<sup>3</sup> per periodo di riferimento annuale  
25-205 mg/Nm<sup>3</sup> per periodo di riferimento giornaliero  
<sup>(3)</sup> BAT per NO<sub>x</sub> 65-150 mg/Nm<sup>3</sup> per periodo di riferimento annuale  
85-200 mg/Nm<sup>3</sup> per periodo di riferimento giornaliero  
<sup>(4)</sup> BAT per NH<sub>3</sub> 3-10 mg/Nm<sup>3</sup> per periodo di riferimento annuale  
<sup>(5)</sup> BAT per CO 5-100 mg/Nm<sup>3</sup> per periodo di riferimento annuale  
<sup>(6)</sup> BAT per PTS 2-12 mg/Nm<sup>3</sup> per periodo di riferimento annuale  
3-20 mg/Nm<sup>3</sup> per periodo di riferimento giornaliero  
<sup>(7)</sup> Limite attuale autorizzato per SO<sub>x</sub>, per funzionamento a carbone (185 mg/Nm<sup>3</sup> per funzionamento a carbone/CSS) periodo di riferimento mensile  
<sup>(8)</sup> Limite attuale autorizzato per NO<sub>x</sub>, periodo di riferimento mensile  
<sup>(9)</sup> Limite attuale autorizzato per NH<sub>3</sub>, periodo di riferimento semestrale per funzionamento a carbone (giornaliero per funzionamento a carbone/CSS)  
<sup>(10)</sup> Limite attuale autorizzato per NH<sub>3</sub>, periodo di riferimento annuale per funzionamento a carbone (giornaliero per funzionamento a carbone/CSS)  
<sup>(11)</sup> Limite attuale autorizzato per CO, per funzionamento a carbone (50 mg/Nm<sup>3</sup> per funzionamento a carbone/CSS) periodo di riferimento mensile  
<sup>(12)</sup> Limite attuale autorizzato per CO, periodo di riferimento mensile  
<sup>(13)</sup> Limite attuale autorizzato per PTS, per funzionamento a carbone (19 mg/Nm<sup>3</sup> per funzionamento a carbone/CSS) periodo di riferimento mensile

#### 4.2.5.2 Scenario di progetto

Gli assetti di progetto simulati prevedono il funzionamento solo del nuovo gruppo denominato FS7 e la messa fuori servizio dei gruppi FS1, FS2, FS3, FS4 e FS5. Nella fase 1 il nuovo gruppo opererà a ciclo aperto, nella fase 2 a ciclo combinato.

Le coordinate delle ciminiere associate ai gruppi attivi e le relative caratteristiche geometriche sono riportate in Tabella 4.2.8. In Tabella 4.2.9 sono riportati invece i parametri fisici dei fumi allo sbocco delle ciminiere e i valori di concentrazione all'emissione proposti nel pieno rispetto delle *Best Available techniques Reference document* (BRef) di settore.

**Tabella 4.2.8 – Scenario di progetto. Caratteristiche geometriche delle ciminiere.**

Gruppo	Ciminiera				
	Coordinate WGS84 - UTM 32		Base	Altezza	Diametro del condotto emissivo
	Est	Nord			
	km	km	m s.l.m.	M	M
Fase 1					
FS7-bypass	754.370	5'036.213	2.65	60	10.0
Fase 2					
FS7	754.397	5'036.265	2.65	90	8.5

**Tabella 4.2.9 – Scenario di progetto. Caratteristiche dei fumi allo sbocco.**

Gruppo	Parametri fisici allo sbocco dei Fumi				Valori di concentrazioni proposti all'emissione				
	Temperatura	Velocità	Portata <sup>(1)</sup>	O <sub>2</sub> Rif	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub> <sup>(2)</sup>	NH <sub>3</sub> <sup>(3)</sup>	CO <sup>(4)</sup>	PTS
	°C	m/s	Nm <sup>3</sup> /h	%	mg/Nm <sup>3</sup>				
Fase 1									
FS7-bypass	680.0	40.0	4'150'000	15	---	30 <sup>(5)</sup>	---	30 <sup>(6)</sup>	---
Fase 2									
FS7	80.0	20.0	4'150'000	15	---	10 <sup>(5)</sup>	5 <sup>(6)</sup>	30 <sup>(6)</sup>	---

<sup>(1)</sup> Portata in condizioni normalizzate: temperatura di 273.15 K, pressione di 101.3 kPa, percentuale di ossigeno alle condizioni di riferimento per tipologia di combustibile, con detrazione del vapore acqueo (quindi secca)

<sup>(2)</sup> BAT per NO<sub>x</sub>

- OCGT (FS7-bypass): 15-35 mg/Nm<sup>3</sup> per periodo di riferimento annuale  
25-50 mg/Nm<sup>3</sup> per periodo di riferimento giornaliero
- CCGT (FS7): 10-30 mg/Nm<sup>3</sup> per periodo di riferimento annuale  
15-40 mg/Nm<sup>3</sup> per periodo di riferimento giornaliero

<sup>(3)</sup> BAT per NH<sub>3</sub>

- CCGT (FS7): 3-10 mg/Nm<sup>3</sup> per periodo di riferimento annuale

<sup>(4)</sup> BAT per CO

- OCGT (FS7 bypass): 5-40 mg/Nm<sup>3</sup> per periodo di riferimento annuale
- CCGT (FS7): 5-30 mg/Nm<sup>3</sup> per periodo di riferimento annuale

<sup>(5)</sup> Performance attesa per periodo di riferimento giornaliero

<sup>(6)</sup> Performance attesa per periodo di riferimento annuale

### 4.2.5.3 Bilancio massico

Il bilancio massico orario relativo al funzionamento nell'assetto attuale e in quello di progetto della fase 2, è riportato in Tabella 4.2.10. Nell'assetto di progetto fase 2 che, prevede il funzionamento solo del nuovo gruppo CCGT alimentato a gas naturale, oltre all'annullamento delle emissioni di SO<sub>2</sub> e di polveri, è evidente anche la netta diminuzione delle emissioni degli NO<sub>x</sub>, oltre un ordine di grandezza, e la diminuzione delle emissioni di CO, oltre il 10%. Si riscontra invece un aumento delle emissioni di NH<sub>3</sub> di circa il 25%.

In merito alle emissioni di ammoniaca in atmosfera, dovute alla riduzione catalitica selettiva utilizzata per abbattere le emissioni di NO<sub>x</sub>, in accordo alle BAT per i grandi

impianti di combustione<sup>6</sup>, pubblicate in data 17/08/2017 sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, si precisa che le stesse verranno contenute tramite l'utilizzo di un sistema di controllo avanzato che consentirà dei livelli emissivi molto inferiori rispetto a quelli assunti nel presente studio e pari al limite massimo in concentrazione normalmente stabilito. Dal punto di vista della valenza ambientale, in accordo con la filosofia delle BAT, i benefici ottenuti dalla riduzione degli NO<sub>x</sub> superano di gran lunga l'effetto derivante dai valori di NH<sub>3</sub> stimati nel presente studio.

**Tabella 4.2.10 – Bilancio massico nei due assetti: Attuale e di Progetto fase 2.**

Scenario	Sezione	Bilancio massico				
		SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>	CO	PTS
		kg/h				
Attuale (A)	FS1	120.0	120.0	3.0	18.0	12.0
	FS2	124.0	124.0	3.1	18.6	12.4
	FS3	208.0	208.0	5.2	52.0	20.8
	FS4	208.0	208.0	5.2	52.0	20.8
	Totale	660.0	660.0	16.5	140.6	66.0
Progetto fase 2 (P)	FS7	0.0	41.5	20.8	124.5	0.0
<b>Differenza (P-A)</b>		<b>-660.0</b>	<b>-618.5</b>	<b>4.3</b>	<b>-16.1</b>	<b>-66.0</b>

#### 4.2.6 Concentrazioni in aria ambiente

La distribuzione spaziale stimata per via modellistica delle concentrazioni in aria ambiente associate alle emissioni di macroinquinanti convogliate ai camini della Centrale Enel "Andrea Palladio" di Fusina, sia nello scenario attuale che in quelli di progetto (fase 1 e 2), è presentata nelle tavole allegate fuori testo.

Al fine di apprezzare le modulazioni temporali delle ricadute in aria ambiente associate alle emissioni della Centrale, viene presentato nel seguito l'andamento dei giorni tipo stagionali relativi agli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>).

Infine, vengono nel seguito posti a confronto, per tutti gli inquinanti normati, i valori stimati nel punto di massima ricaduta con i relativi limiti di legge vigenti (D. Lgs. 155/2010).

##### 4.2.6.1 Tavole fuori testo

Nelle tavole fuori testo si presentano le stime modellistiche relative alle concentrazioni in aria ambiente degli inquinanti considerati. Le tavole identificate con il prefisso "AL" si riferiscono alla stima delle concentrazioni in aria ambiente nell'area identificata come "Area Locale", compresa nel dominio G2, mentre quelle identificate con il prefisso "AV" si

<sup>6</sup> "Decisione di esecuzione (UE) 2017/1442 della Commissione del 31 luglio 2017 che stabilisce le Conclusioni sulle migliori tecniche disponibili (BAT) a norma della direttiva 2010/75/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, per i grandi impianti di combustione [notificata con il numero C(2017) 5225]"

riferiscono alla stima delle concentrazioni nell'area identificata come "Area Vasta", coincidente col dominio G1. I numeri progressivi che seguono il prefisso "AL" o "AV" identificano il parametro secondo la corrispondenza univoca riportata in Tabella 4.2.11. Infine, il suffisso "a" o "p1" o "p2" identifica rispettivamente lo scenario Attuale o quello di Progetto in Fase 1 o Fase 2.

Si specifica che, per tutte le tavole, i valori rappresentati corrispondono al massimo tra le singole stime annue ottenute per il triennio simulato su ciascuna cella del dominio.

**Tabella 4.2.11 – Identificativi di parametro adottati nelle tavole fuori testo**

Identificativo	Parametro
01	SO <sub>2</sub> - Concentrazione media annua (protezione della vegetazione)
02	SO <sub>2</sub> - Concentrazione giornaliera superata 3 volte per anno civile
03	SO <sub>2</sub> - Concentrazione oraria superata 24 volte per anno civile
04	NO <sub>2</sub> - Concentrazione media annua
05	NO <sub>2</sub> - Concentrazione oraria superata 18 volte per anno civile
06	NO <sub>x</sub> - Concentrazione media (protezione della vegetazione)
07	PM <sub>10</sub> - Concentrazione media annua
08	PM <sub>10</sub> - Concentrazione giornaliera superata 35 volte per anno civile
09	PM <sub>2,5</sub> - Concentrazione media annua
10	SPM - Concentrazione media annua
11	CO – Concentrazione media massima giornaliera calcolata su 8 ore

#### 4.2.6.1.1 SO<sub>2</sub>

Le tavole 01 riportano le concentrazioni medie nel periodo di SO<sub>2</sub> determinate dalle emissioni della centrale di Fusina, nell'assetto Attuale. Le aree di maggiore impatto comprendenti le concentrazioni tra 5 e 10 µg/m<sup>3</sup> sono due, che in linea con le direzioni dei venti prevalenti (Figura 4.2.11), si trovano in direzione NNW tra i 0.5 e i 2 km di distanza dalla ciminiera e in direzione SW tra i 3 e i 4 km. Il valore nel punto di massimo impatto è di poco superiore agli 8 µg/m<sup>3</sup>, a fronte di un livello critico a protezione della vegetazione di 20 µg/m<sup>3</sup>, è localizzato nell'area in direzione NNW. Le aree comprendenti le concentrazioni tra 2 e 5 µg/m<sup>3</sup>, si estendono poi in direzione NNW per circa 5 km e in direzione SW per circa 12 km. Infine, le concentrazioni scendono a valori compresi tra 1 e 2 µg/m<sup>3</sup> in aree che si estendono a NNW fino a circa 9 km e a SW fino a circa 22 km.

Le tavole 02 riportano le concentrazioni medie giornaliere di SO<sub>2</sub> determinate dalle emissioni della centrale di Fusina, nell'assetto Attuale superate 3 volte in un anno, da confrontarsi con lo standard di qualità dell'aria di 125 µg/m<sup>3</sup> che la normativa consente di

superare 3 volte l'anno. Le aree di maggiore impatto comprendente i valori di concentrazione tra 30 e 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sono sempre individuabili lungo i due assi principali delle direzioni prevalenti del vento, e cioè in direzione NNW con un'area che si estende dalla ciminiera fino circa 2.5 km, comprendente il valore massimo di 66  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (rientrante nella classe tra 60 e 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , che risulta appena visibile sulle mappe) e una seconda area in direzione SW, che si individua tra i 2.5 e i 5 km di distanza dalla ciminiera. La tipologia del parametro statistico analizzato, che racchiude in sé informazioni sia di tipo medio (media giornaliera) che di tipo estremo (superamento 3 volte anno), fa sì che le aree con concentrazioni comprese tra 15 e 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  comincino a essere distribuite, se pur in modo non uniforme, in tutte le direzioni rispetto alla sorgente.

Le tavole 03 riportano le concentrazioni medie orarie di  $\text{SO}_2$  determinate dalle emissioni della centrale di Fusina, nell'assetto Attuale superate 24 volte in un anno, da confrontarsi con lo standard di qualità dell'aria di 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  che la normativa consente di superare 24 volte l'anno. L'area di maggiore impatto comprendente i valori di concentrazione tra 175 e 250  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (valore massimo stimato di 215  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), è individuabile a NNW della centrale fino ad 1 km circa dalla stessa, con la successiva area comprendente concentrazioni tra 100 e 175  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  che si estende fino a circa 2.5 km. La tipologia del parametro statistico analizzato, che racchiude in sé sempre più informazioni di tipo estremo, con l'intervallo di media orario, che all'interno di un'analisi annuale può considerarsi praticamente un dato istantaneo e la ricerca di un valore percentile alto (superamento 24 volte anno), fa sì che già le aree con concentrazioni comprese tra 50 e 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  siano distribuite, in modo pressoché uniforme, intorno alla sorgente (cosa molto evidente nelle mappe ad area vasta).

#### 4.2.6.1.2 $\text{NO}_2$ e $\text{NO}_x$

Le tavole 04 riportano le concentrazioni medie nel periodo di  $\text{NO}_2$  determinate dalle emissioni della centrale di Fusina, nell'assetto Attuale (.a) di Progetto nella fase 1 (.p1) e di Progetto nella fase 2 (.p2). Il valore nel punto di massimo impatto, relativo all'assetto Attuale, è di 5.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , a fronte di un valore limite di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ed è localizzato nell'area comprendente le concentrazioni tra 2 e 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , che parte da circa 0.2 km in direzione NNW dalla ciminiera, e si estende fino a circa 4.5 km. Una seconda area in direzione SW si estende tra i 1.5 e i 10 km. Per quanto riguarda le mappe relative alla centrale in assetto di Progetto fase 1 (.p1) e fase 2 (.p2), è evidente la forte riduzione dell'impatto, con le concentrazioni stimate che rientrano, in entrambe le fasi, tutte nella classe di rappresentabilità inferiore che comprendente le concentrazioni tra i 0.1 e i 0.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Le tavole 05 riportano le concentrazioni medie orarie di  $\text{NO}_2$  associate alle emissioni della centrale di Fusina, nell'assetto Attuale (.a) di Progetto nella fase 1 (.p1) e di Progetto nella fase 2 (.p2) superate 18 volte in un anno, da confrontarsi con lo standard di qualità dell'aria

di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  che la normativa consente di superare 18 volte l'anno. L'area di maggiore impatto comprendente i valori di concentrazione tra  $150$  e  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (valore massimo stimato  $178 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), è individuabile, nell'assetto Attuale, a NNW della centrale fino ad  $1 \text{ km}$  circa dalla stessa, con la successiva area comprendente concentrazioni tra  $100$  e  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  che si estende fino a circa  $2 \text{ km}$ . La tipologia del parametro statistico analizzato, che racchiude in se sempre più informazioni di tipo estremo, con l'intervallo di media orario, che all'interno di un'analisi annuale può considerarsi praticamente un dato istantaneo e la ricerca di un valore percentile alto (superamento 18 volte anno), fa sì che già le aree con concentrazioni comprese tra  $75$  e  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ma ancor più quelle tra  $50$  e  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  siano distribuite, in modo pressoché uniforme, intorno alla sorgente (cosa molto evidente nelle mappe ad area vasta). Anche per questo parametro, per quanto riguarda le mappe relative alla centrale in assetto di Progetto fase 1 (.p1) e fase 2 (.p2), è evidente la forte riduzione dell'impatto, con le concentrazioni stimate che, in entrambe le fasi, rientrano tutte nella classe di rappresentabilità inferiore che comprendente le concentrazioni tra i  $5$  e i  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Le tavole 06 riportano le concentrazioni medie nel periodo di  $\text{NO}_x$  determinate dalle emissioni della centrale di Fusina, nell'assetto Attuale (.a) di Progetto nella fase 1 (.p1) e di Progetto nella fase 2 (.p2). Il valore nel punto di massimo impatto, relativo all'assetto Attuale è di poco superiore agli  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a fronte di un livello critico a protezione della vegetazione di  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ed è localizzato nell'area comprendente le concentrazioni tra  $5$  e  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , che parte da circa  $0.5 \text{ km}$  in direzione NNW dalla ciminiera e si estende fino a circa  $2 \text{ km}$ . Anche in direzione SW si ha un'area con concentrazioni comprese tra  $5$  e  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , che parte da circa  $3 \text{ km}$  dalla ciminiera e si estende fino a circa  $4.5 \text{ km}$ . Per quanto riguarda le mappe relative alla centrale in assetto di Progetto fase 1 (.p1) e fase 2 (.p2), è evidente la forte riduzione dell'impatto, con le concentrazioni stimate che, in entrambe le fasi, rientrano tutte nella classe di rappresentabilità inferiore che comprendente le concentrazioni tra i  $0.1$  e i  $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### 4.2.6.1.3 $\text{PM}_{10}$ , $\text{PM}_{2.5}$ e SPM

Le tavole 07 riportano le concentrazioni medie nel periodo di  $\text{PM}_{10}$  complessivo (somma del contributo primario e di quello secondario) determinate dalle emissioni della centrale di Fusina nell'assetto Attuale. Il valore massimo stimato, è di  $0.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a fronte di un valore limite di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ed è localizzato nell'area comprendente le concentrazioni tra  $0.5$  e  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , che parte da circa  $0.5 \text{ km}$  in direzione NNW dalla ciminiera e si estende fino a circa  $2.5 \text{ km}$ . Anche in direzione SW si ha un'area con concentrazioni comprese tra  $0.5$  e  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , che parte da circa  $2.5 \text{ km}$  dalla ciminiera e si estende fino a circa  $6 \text{ km}$ .

Le tavole 08 riportano le concentrazioni medie giornaliere di  $\text{PM}_{10}$  complessivo (somma del contributo primario e di quello secondario) determinate dalle emissioni della centrale di Fusina nell'assetto Attuale superate 35 volte in un anno. Il valore massimo è di  $2.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a

fronte di un valore limite di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Le aree di maggiore impatto comprendenti le concentrazioni tra  $1$  e  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sono due, che in linea con le direzioni dei venti prevalenti (Figura 4.2.11), si presentano: la prima localizzata in direzione NNW parte dall'area intorno alla ciminiera e si estende per circa  $4.5$  km; la seconda localizzata in direzione SW parte da circa  $2$  km dalla ciminiera e si estende fin a circa  $6.5$  km.

Le tavole 09 riportano le concentrazioni medie nel periodo di  $\text{PM}_{2.5}$  complessivo (somma del contributo primario e di quello secondario) determinate dalle emissioni della centrale di Fusina nell'assetto Attuale. Il valore massimo stimato, è di  $0.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a fronte di un valore limite di  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ed è localizzato nell'area comprendente le concentrazioni tra  $0.5$  e  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , che parte da circa  $0.5$  km in direzione NNW dalla ciminiera e si estende fino a circa  $2.5$  km. Anche in direzione SW si ha un'area con concentrazioni comprese tra  $0.5$  e  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , che parte da circa  $2.5$  km dalla ciminiera e si estende fino a circa  $6$  km.

Le tavole 10 riportano le concentrazioni medie nel periodo di SPM (particolato secondario), determinate dalle emissioni della centrale di Fusina, nell'assetto Attuale (.a) di Progetto nella fase 1 (.p1) e di Progetto nella fase 2 (.p2). Negli assetti di progetto (fase 1 e 2) non essendoci emissioni di polveri (e quindi di particolato primario), le uniche ricadute associabili alla centrale in merito a questo inquinante sono quelle relative al particolato secondario e, specificatamente alla trasformazione delle emissioni gassose di ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ ) in nitrati ( $\text{NO}_3$  particelle). Tale trasformazione avviene successivamente all'emissione dal camino dei composti gassosi e per questo le polveri generate da questo processo sono definite secondarie. Poiché le polveri secondarie sono l'unico contributo della centrale al particolato atmosferico, negli assetti di Progetto e poiché esse rientrano nella classe granulometrica del  $\text{PM}_{2.5}$ , le ricadute in termini di SPM (particolato secondario) costituiscono in questo caso anche le ricadute in termini di  $\text{PM}_{2.5}$  e di  $\text{PM}_{10}$ . I valori massimi stimati, sono di  $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , nell'assetto Attuale e inferiori a  $0.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , in entrambe le fasi, degli assetti di progetto. La distribuzione di queste basse concentrazioni di inquinante mostra valori leggermente più alti a nord dell'impianto nell'assetto Attuale.

#### 4.2.6.1.4 CO

Le tavole 11 riportano le massime concentrazioni medie sulle 8 ore di CO determinate dalle emissioni della centrale di Fusina, nell'assetto Attuale (.a) di Progetto nella fase 1 (.p1) e di Progetto nella fase 2 (.p2). Il valore massimo è di  $0.06 \text{mg}/\text{m}^3$ , a fronte di un valore limite di  $10 \text{mg}/\text{m}^3$ . I valori massimi per questo inquinante vengono riscontrati nell'assetto di progetto fase 2. La distribuzione di questo inquinante è pressoché uniforme, intorno alla sorgente.

#### 4.2.6.2 Andamento temporale delle concentrazioni in atmosfera

Al fine di apprezzare le modulazioni temporali delle ricadute in aria ambiente associate alle emissioni della Centrale, viene presentato nel presente paragrafo l'andamento dei

giorni tipo stagionali relativi agli ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ ). L'analisi è relativa al punto di massima ricaduta (750'250 m E, 5'032'750 m N, fuso UTM 32 Nord) stimato per lo scenario di progetto in fase 2, ove è atteso un contributo alla concentrazione media sull'intero triennio di circa  $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 4.2.18).

Gli andamenti giornalieri riportati nel grafico, mostrano una crescita della concentrazione di  $\text{NO}_x$  nel punto analizzato, a partire dalle ore 02:00. Tale crescita, raggiunge i valori massimi nelle prime ore del mattino, alle ore 5:00 in primavera, estate e inverno e alle 06:00 in autunno. Le concentrazioni decrescono poi tornando ai valori che possono ritenersi di fondo intorno alle ore 12:00. L'andamento stagionale mette in evidenza valori sempre più bassi in primavera, mentre per le altre stagioni si notano, i valori di picco mattutini, più alti in estate e autunno, e l'andamento del resto della giornata, a partire dalle ore 9-10, con valori più alti in inverno.

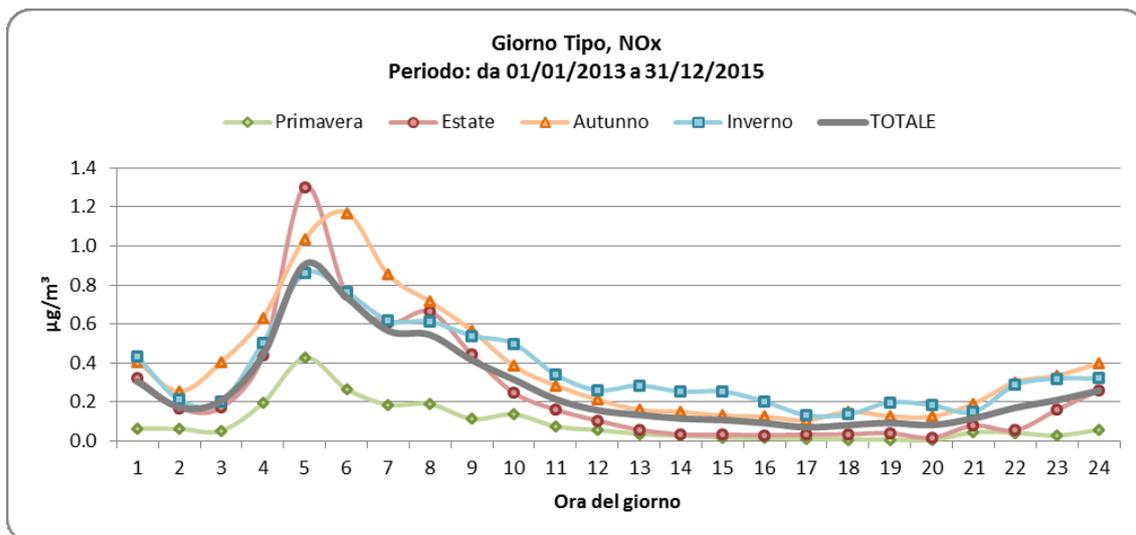


Figura 4.2.18 – Giorno tipo stagionale e totale di  $\text{NO}_x$  nel punto di massima ricaduta riferito allo scenario di progetto fase 2. Periodo 2013-2015.

### 4.2.6.3 Confronti con limiti di legge

In Tabella 4.2.12 sono riportati i valori stimati delle concentrazioni dei macroinquinanti normati, nel punto di massima ricaduta. Tutti i valori stimati rientrano ampiamente all'interno dei limiti imposti dal D.lgs. 155/2010, sia nella configurazione attuale che, in quelle di progetto (fase 1 e 2). Anche i livelli critici posti a protezione della vegetazione, non vengono mai raggiunti per nessun inquinante. In termini percentuali il valore dei contributi attribuibili all'impianto, che più si avvicina al valore limite, è quello relativo ai  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di  $\text{NO}_2$  da non superare per più di 18 ore all'anno, dove la stima modellistica raggiunge il valore di  $178 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nel peggiore dei tre anni analizzati nell'assetto attuale. Si ricorda inoltre, che i valori stimati sono sempre estremamente cautelativi, in quanto

l'impianto è stato considerato funzionante in continuo e con i livelli emissivi massimi autorizzati/proposti.

Evidenti i miglioramenti derivanti dall'assetto di progetto che, prevedendo il funzionamento solo del nuovo gruppo FS7 alimentato a gas naturale, permette di eliminare le emissioni di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) e particolato primario (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>) e, con riferimento alla fase 2, di ridurre di oltre il 90% anche quelle degli ossidi di azoto totali (NO<sub>x</sub>) portando ad una riduzione, di oltre un ordine di grandezza, delle concentrazioni dei due parametri normati, sia nei punti di massima ricaduta che per quanto riguarda i valori medi all'interno del dominio. Per quanto riguarda gli ossidi di carbonio (CO), dove i valori stimati sono di 3 ordini di grandezza inferiori al limite di legge, si registrano, sui valori medi del dominio, un aumento di 0.003 mg/m<sup>3</sup>.

**Tabella 4.2.12 – Stima modellistica delle concentrazioni in atmosfera dei macroinquinanti normati nel punto di massima ricaduta**

Rif. Tavola	Parametro <sup>(1)</sup>	U.m.	Limite di legge (D. Lgs. 155/10) <sup>(5)</sup>	Area di 18.5 x 18.5 km <sup>2</sup>					
				Valore massimo			Valore medio		
				Sc. attuale	Sc. di prog. fase 1	Sc. di prog. fase 2	Sc. attuale	Sc. di prog. fase 1	Sc. di prog. fase 2
01	SO <sub>2</sub> – Conc. media annua	[µg/m <sup>3</sup> ]	20 (L.C.)	8.2	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	1.2	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>
02	SO <sub>2</sub> – Conc. giornaliera superata 3 volte per anno civile	[µg/m <sup>3</sup> ]	125 (V.L.)	65.6	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	9.9	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>
03	SO <sub>2</sub> – Conc. oraria superata 24 volte per anno civile	[µg/m <sup>3</sup> ]	350 (V.L.)	214.7	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	38.4	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>
04	NO <sub>2</sub> – Conc. media annua	[µg/m <sup>3</sup> ]	40 (V.L.)	5.57	0.12	0.27	0.94	0.05	0.06
05	NO <sub>2</sub> – Conc. oraria superata 18 volte per anno civile	[µg/m <sup>3</sup> ]	200 (V.L.)	177.7	14.1	12.2	35.2	3.8	3.4
06	NO <sub>x</sub> – Conc. media annua	[µg/m <sup>3</sup> ]	30 (L.C.)	8.19	0.13	0.30	1.16	0.06	0.07
07	PM <sub>10</sub> – Conc. media annua <sup>(2) (7)</sup>	[µg/m <sup>3</sup> ]	40 (V.L.)	0.909	0.006	0.005	0.187	0.004	0.003
08	PM <sub>10</sub> – Conc. giorn. superata 35 volte per anno civile <sup>(2) (7)</sup>	[µg/m <sup>3</sup> ]	50 (V.L.)	2.814	0.021	0.015	0.536	0.012	0.008
09	PM <sub>2.5</sub> – Conc. media annua <sup>(3) (7)</sup>	[µg/m <sup>3</sup> ]	25 (V.L.)	0.913	0.006	0.005	0.190	0.004	0.003
10	SPM – Conc. media annua <sup>(4)</sup>	[µg/m <sup>3</sup> ]	-	0.112	0.006	0.005	0.072	0.004	0.003
11	CO – Conc. media massima giornaliera calcolata su 8 ore	[mg/m <sup>3</sup> ]	10 (V.L.)	0.029	0.031	0.059	0.006	0.004	0.009

<sup>(1)</sup> I valori riportati in tabella rappresentano il massimo tra i singoli valori stimati per ciascun anno del triennio 2013-2015

<sup>(2)</sup> PM<sub>10</sub> = Particolato primario e secondario

<sup>(3)</sup> PM<sub>2.5</sub> = Particolato fine primario e secondario

<sup>(4)</sup> SPM = Particolato secondario

<sup>(5)</sup> L.C. = Livello Critico, V.L. = Valore Limite

<sup>(6)</sup> n.d. = dato non disponibile per assenza o trascurabilità delle emissioni

<sup>(7)</sup> Per lo scenario di progetto (fase 2), tutto il particolato è di tipo secondario

### 4.2.6.4 Recettori sensibili

In Tabella 4.2.13 si riportano le stime puntuali effettuate da modello delle ricadute delle emissioni della centrale nello scenario attuale in corrispondenza dei centri abitati ISTAT (periodo di riferimento 2011) assunti quali recettori sensibili essendo rappresentativi dei luoghi a maggiore densità abitativa. La Tabella 4.2.14 riporta le analoghe informazioni per lo scenario di progetto fase 2 e la Tabella 4.2.15 riporta la variazione delle ricadute in termini di differenza tra scenario di progetto fase 2 e scenario attuale.

**Tabella 4.2.13 – Stima modellistica delle concentrazioni in aria ambiente in corrispondenza dei recettori sensibili. Scenario Attuale.**

ID Loca.	Denom. Recettore	Contributo alla concentrazione in aria ambiente scenario Attuale											
		Inq.	SO <sub>2</sub>			NO <sub>2</sub>		NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub> <sup>(3)</sup>		PM <sub>2.5</sub> <sup>(4)</sup>	SPM <sup>(5)</sup>	CO
		Rifer. Tavola	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
		Param. <sup>(1)</sup>	media annua	media giornaliera superata 3 volte per anno civile	media oraria superata 24 volte per anno civile	media annua	media oraria superata 18 volte per anno civile	media annua	media annua	media giornaliera superata 35 volte per anno civile	media annua	media annua	media massima giornaliera calcolata su 8 ore
		D.Lgs. 155/10 <sup>(2)</sup>	20 (L.C.)	125 (V.L.)	350 (V.L.)	40 (V.L.)	200 (V.L.)	30 (L.C.)	40 (V.L.)	50 (V.L.)	25 (V.L.)	-	10 (V.L.)
U.m.	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	
2700210004	Lughetto	→	1.76	9.4	24.8	1.48	23.5	1.75	0.241	0.581	0.248	0.077	0.004
2700210005	Lugo	→	2.02	10.2	32.8	1.80	32.2	2.01	0.274	0.650	0.283	0.078	0.005
2702110004	Olmo	→	0.71	5.9	19.8	0.53	17.5	0.67	0.152	0.485	0.155	0.087	0.004
2702310002	Mira Taglio	→	0.73	4.3	20.0	0.53	15.6	0.70	0.147	0.400	0.150	0.075	0.003
2703810001	Costituzione	→	0.52	4.9	16.1	0.40	16.1	0.47	0.130	0.399	0.133	0.078	0.003
2703810002	Fornase	→	0.66	4.9	21.1	0.48	19.0	0.62	0.147	0.439	0.151	0.082	0.006
2703810003	Fossa	→	0.48	3.7	15.0	0.35	13.7	0.44	0.121	0.358	0.124	0.074	0.004
2703810004	Spinea-Orgnano	→	0.54	4.1	18.2	0.41	16.2	0.50	0.134	0.405	0.137	0.079	0.004
2703810005	Asseggiano	→	0.69	5.6	22.1	0.53	21.4	0.64	0.155	0.488	0.158	0.085	0.005
2704210009	Mestre	→	1.98	13.7	50.6	1.49	42.5	1.92	0.302	0.938	0.307	0.104	0.009
2704210011	Tessera	→	0.42	4.3	14.1	0.33	13.7	0.40	0.109	0.317	0.110	0.064	0.002
2704210012	Venezia	→	0.97	10.2	42.1	0.78	37.6	0.95	0.157	0.437	0.159	0.059	0.008
2704210018	Murano	→	0.79	10.0	33.6	0.65	31.5	0.77	0.141	0.409	0.142	0.060	0.006
2704210021	Volte Grandi	→	1.23	9.4	42.5	0.89	36.8	1.20	0.206	0.592	0.209	0.089	0.007
2704210022	Giudecca	→	1.04	12.3	47.8	0.84	44.4	1.03	0.163	0.521	0.165	0.058	0.010
2704210026	Zelarino	→	0.93	6.0	23.0	0.71	21.7	0.88	0.176	0.545	0.180	0.092	0.004
2704210028	Campalto	→	0.67	5.5	23.4	0.50	21.4	0.64	0.139	0.424	0.142	0.071	0.003
2704210030	Ca' Sabbioni	→	0.91	9.1	31.8	0.67	26.4	0.88	0.179	0.497	0.183	0.089	0.007

<sup>(1)</sup> Ciascun valore rappresenta il massimo tra i singoli valori stimati per ogni anno del periodo triennale  
<sup>(2)</sup> L.C. = Livello Critico, V.L. = Valore Limite  
<sup>(3)</sup> PM<sub>10</sub> = Particolato primario e secondario  
<sup>(4)</sup> PM<sub>2.5</sub> = Particolato fine primario e secondario  
<sup>(5)</sup> SPM = Particolato secondario

**Tabella 4.2.14 – Stima modellistica delle concentrazioni in aria ambiente in corrispondenza dei recettori sensibili. Scenario di Progetto fase 2.**

ID Loca.	Denom. Recettore	Contributo alla concentrazione in aria ambiente scenario di Progetto fase 2											
		Inq.	SO <sub>2</sub>			NO <sub>2</sub>		NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub> <sup>(3)</sup>		PM <sub>2.5</sub> <sup>(4)</sup>	SPM <sup>(5)</sup>	CO
		Rifer. Tavola	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
		Param. <sup>(1)</sup>	media annua	media giornaliera superata 3 volte per anno civile	media oraria superata 24 volte per anno civile	media annua	media oraria superata 18 volte per anno civile	media annua	media annua	media giornaliera superata 35 volte per anno civile	media annua	media annua	media massima giornaliera calcolata su 8 ore
		D.Lgs. 155/10 <sup>(2)</sup>	20 (L.C.)	125 (V.L.)	350 (V.L.)	40 (V.L.)	200 (V.L.)	30 (L.C.)	40 (V.L.)	50 (V.L.)	25 (V.L.)	-	10 (V.L.)
U.m.	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	
2700210004	Lughetto	→	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	0.10	2.8	0.12	0.003	0.008	0.003	0.003	0.007
2700210005	Lugo	→	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	0.12	3.5	0.14	0.003	0.008	0.003	0.003	0.006
2702110004	Olmo	→	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	0.03	1.3	0.04	0.003	0.009	0.003	0.003	0.004
2702310002	Mira Taglio	→	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	0.03	1.4	0.05	0.003	0.008	0.003	0.003	0.003
2703810001	Costituzione	→	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	0.02	1.0	0.03	0.003	0.008	0.003	0.003	0.004
2703810002	Fornase	→	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	0.03	1.4	0.04	0.003	0.009	0.003	0.003	0.007
2703810003	Fossa	→	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	0.02	0.9	0.03	0.003	0.008	0.003	0.003	0.005
2703810004	Spinea-Orgnano	→	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	0.03	1.1	0.03	0.003	0.009	0.003	0.003	0.004
2703810005	Asseggiano	→	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	0.03	1.4	0.04	0.003	0.009	0.003	0.003	0.004
2704210009	Mestre	→	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	0.12	5.0	0.15	0.004	0.014	0.004	0.004	0.013
2704210011	Tessera	→	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	0.02	1.1	0.02	0.002	0.007	0.002	0.002	0.003
2704210012	Venezia	→	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	0.05	3.2	0.06	0.002	0.006	0.002	0.002	0.011
2704210018	Murano	→	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	0.05	4.1	0.06	0.002	0.007	0.002	0.002	0.011
2704210021	Volte Grandi	→	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	0.06	3.7	0.08	0.004	0.011	0.004	0.004	0.010
2704210022	Giudecca	→	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	0.05	4.1	0.06	0.002	0.006	0.002	0.002	0.015
2704210026	Zelarino	→	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	0.04	1.6	0.05	0.003	0.010	0.003	0.003	0.005
2704210028	Campalto	→	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	0.03	1.8	0.04	0.003	0.009	0.003	0.003	0.007
2704210030	Ca' Sabbioni	→	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	n.d. <sup>(6)</sup>	0.04	2.6	0.06	0.004	0.011	0.004	0.004	0.009

(1) Ciascun valore rappresenta il massimo tra i singoli valori stimati per ogni anno del periodo triennale  
(2) L.C. = Livello Critico, V.L. = Valore Limite  
(3) PM<sub>10</sub> = Particolato primario e secondario (presente in emissione solo particolato secondario)  
(4) PM<sub>2.5</sub> = Particolato fine primario e secondario (presente in emissione solo particolato secondario)  
(5) SPM = Particolato secondario  
(6) n.d. = dato non disponibile per assenza o trascurabilità delle emissioni

**Tabella 4.2.15 – Stima modellistica delle concentrazioni in aria ambiente in corrispondenza dei recettori sensibili. Differenza tra Scenario di Progetto fase 2 e Scenario Attuale.**

ID Loca.	Denom. Recettore	Differenza tra scenario di Progetto fase 2 e scenario Attuale												
		Inq.	SO <sub>2</sub>			NO <sub>2</sub>		NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub> <sup>(3)</sup>		PM <sub>2.5</sub> <sup>(4)</sup>	SPM <sup>(5)</sup>	CO	
		Rifer. Tavola	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	
		Param. <sup>(1)</sup>	media annua	media giornaliera superata 3 volte per anno civile	media oraria superata 24 volte per anno civile	media annua	media oraria superata 18 volte per anno civile	media annua	media annua	media annua	media giornaliera superata 35 volte per anno civile	media annua	media annua	media massima giornaliera calcolata su 8 ore
		D.Lgs. 155/10 <sup>(2)</sup>	20 (L.C.)	125 (V.L.)	350 (V.L.)	40 (V.L.)	200 (V.L.)	30 (L.C.)	40 (V.L.)	50 (V.L.)	25 (V.L.)	-	10 (V.L.)	
U.m.	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>		
2700210004	Lughetto	→	-1.76	-9.4	-24.8	-1.37	-20.8	-1.63	-0.238	-0.572	-0.244	-0.074	+0.003	
2700210005	Lugo	→	-2.02	-10.2	-32.8	-1.68	-28.7	-1.88	-0.272	-0.641	-0.280	-0.075	+0.002	
2702110004	Olmo	→	-0.71	-5.9	-19.8	-0.50	-16.2	-0.63	-0.149	-0.475	-0.152	-0.084	-0.001	
2702310002	Mira Taglio	→	-0.73	-4.3	-20.0	-0.50	-14.2	-0.66	-0.144	-0.392	-0.147	-0.072	+0.000	
2703810001	Costituzione	→	-0.52	-4.9	-16.1	-0.38	-15.0	-0.45	-0.127	-0.390	-0.130	-0.075	+0.000	
2703810002	Fornase	→	-0.66	-4.9	-21.1	-0.45	-17.6	-0.58	-0.144	-0.430	-0.148	-0.079	+0.000	
2703810003	Fossa	→	-0.48	-3.7	-15.0	-0.33	-12.8	-0.41	-0.118	-0.350	-0.121	-0.071	+0.002	
2703810004	Spinea-Orgnano	→	-0.54	-4.1	-18.2	-0.38	-15.1	-0.47	-0.132	-0.396	-0.135	-0.077	-0.001	
2703810005	Asseggiano	→	-0.69	-5.6	-22.1	-0.50	-20.1	-0.60	-0.152	-0.478	-0.155	-0.082	-0.001	
2704210009	Mestre	→	-1.98	-13.7	-50.6	-1.38	-37.5	-1.77	-0.298	-0.924	-0.302	-0.100	+0.004	
2704210011	Tessera	→	-0.42	-4.3	-14.1	-0.31	-12.6	-0.37	-0.106	-0.310	-0.108	-0.062	+0.001	
2704210012	Venezia	→	-0.97	-10.2	-42.1	-0.73	-34.4	-0.90	-0.155	-0.430	-0.157	-0.057	+0.003	
2704210018	Murano	→	-0.79	-10.0	-33.6	-0.60	-27.3	-0.72	-0.138	-0.402	-0.140	-0.058	+0.005	
2704210021	Volte Grandi	→	-1.23	-9.4	-42.5	-0.83	-33.1	-1.11	-0.202	-0.581	-0.206	-0.085	+0.003	
2704210022	Giudecca	→	-1.04	-12.3	-47.8	-0.79	-40.3	-0.97	-0.161	-0.515	-0.163	-0.056	+0.005	
2704210026	Zelarino	→	-0.93	-6.0	-23.0	-0.67	-20.0	-0.83	-0.173	-0.535	-0.177	-0.088	+0.001	
2704210028	Campalto	→	-0.67	-5.5	-23.4	-0.47	-19.6	-0.61	-0.137	-0.416	-0.139	-0.068	+0.004	
2704210030	Ca' Sabbioni	→	-0.91	-9.1	-31.8	-0.62	-23.8	-0.82	-0.176	-0.486	-0.180	-0.085	+0.001	

(1) PM<sub>10</sub> = Particolato primario e secondario (presente in emissione solo particolato secondario)  
(2) PM<sub>2.5</sub> = Particolato fine primario e secondario (presente in emissione solo particolato secondario)  
(3) SPM = Particolato secondario

Dai valori riportati nelle tabelle si può notare come il progetto induca evidenti miglioramenti eliminando le emissioni di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) e particolato primario (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>). Risultano inoltre ridotte di quasi il 90% anche le emissioni degli ossidi di azoto totali (NO<sub>x</sub>), arrivando ad avere, riduzioni di un ordine di grandezza, delle concentrazioni stimate relative ai due parametri normati, su tutti i recettori sensibili. Per quanto riguarda l'ossido di carbonio (CO) si riscontrano aumenti, dell'ordine di qualche millesimo di milligrammo, rispetto alla situazione attuale, incremento massimo a Murano di 0.005

mg/m<sup>3</sup>. Nonostante questi incrementi estremamente ridotti i valori rimangono molto lontani dal valore limite di qualità dell'aria.

#### **4.2.7 Conclusioni**

L'analisi condotta con la catena modellistica WRF-CALMET-CALPUFF, nel triennio 2013-2015, ha permesso di identificare, nel dominio di calcolo di 103.5x103.5 km, le aree maggiormente interessate dall'impatto determinato dalle emissioni della Centrale, nel suo assetto attuale ed in quelli di progetto. L'assetto attuale vede il funzionamento delle sezioni FS1, FS2, FS3 e FS4 al massimo carico autorizzato (SO<sub>2</sub> 200 mg/Nm<sup>3</sup>, NO<sub>x</sub> 200 mg/Nm<sup>3</sup>, CO 30 mg/Nm<sup>3</sup>, NH<sub>3</sub> 5 mg/Nm<sup>3</sup> e PTS 20 mg/Nm<sup>3</sup>). L'assetto di progetto prevede la messa fuori servizio delle unità esistenti e l'esercizio della sola nuova sezione, denominata FS7 anch'essa operante al massimo carico, in una prima fase in ciclo aperto (NO<sub>x</sub> 30 mg/Nm<sup>3</sup>, CO 30 mg/Nm<sup>3</sup>) ed in una seconda fase in ciclo combinato con valori proposti in linea con le BRef (NO<sub>x</sub> 10 mg/Nm<sup>3</sup>, CO 30 mg/Nm<sup>3</sup>, NH<sub>3</sub> 5 mg/Nm<sup>3</sup>).

La buona rappresentatività della meteorologia prodotta dai modelli WRF-CALMET è stata valutata per mezzo di elaborazioni statistiche e rappresentazioni grafiche che hanno permesso il confronto dei principali parametri meteorologici ricostruiti con le corrispondenti informazioni climatologiche locali.

I risultati prodotti dalla catena modellistica mettono in evidenza come i valori stimati delle concentrazioni dei macroinquinanti normati, nel punto di massima ricaduta, siano tutti ampiamente all'interno dei limiti imposti dal D.lgs. 155/2010, sia nella configurazione attuale che in entrambe le fasi della configurazione di progetto. Anche i livelli critici posti a protezione della vegetazione, non vengono mai raggiunti per nessun inquinante.

Evidenti i miglioramenti derivanti dall'assetto di progetto, sia nella fase 1, sia nella fase 2 che, prevedendo il funzionamento solo del nuovo gruppo alimentato a gas naturale, azzerava le concentrazioni di biossido di zolfo e di polveri primarie e la riduzione di tutte le concentrazioni degli altri parametri normati, di oltre un ordine di grandezza, sia nei punti di massima ricaduta che dei valori medi all'interno del dominio. Fa eccezione il monossido di carbonio, per il quale si stima un aumento comunque trascurabile con valori che permangono 3 ordini di grandezza inferiori al limite.

Dal punto di vista della localizzazione delle aree di maggiore impatto, le stesse pur variando in funzione dell'inquinante e della tipologia del parametro statistico rappresentato, in generale, vengono individuate lungo gli assi principali delle direzioni dei venti prevalenti. Le due aree principali si trovano quindi in direzione NNW, dove normalmente l'area di massima ricaduta parte intorno alla ciminiera e si estende per circa 5-8 km, e in direzione SW dove normalmente l'area di massima ricaduta parte ad una distanza di circa 2 km dalla ciminiera e si estende fino a circa 6-10 km.

## 5 IMPATTI SUL CLIMA

I principali effetti sul clima indotti dalle centrali termoelettriche derivano dalle emissioni di Gas serra (o GHG, Greenhouse Gases). In generale, i gas serra sono gas che in atmosfera assorbono ed emettono energia radiante nello spettro dell'infrarosso causando quindi un riscaldamento dell'atmosfera. I principali gas serra nell'atmosfera terrestre sono il vapore acqueo, il biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>), il metano (CH<sub>4</sub>), il protossido di azoto (N<sub>2</sub>O) e l'esafluoruro di zolfo (SF<sub>6</sub>).

Nel caso specifico, il principale gas serra emesso dalla centrale è il biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>), gas prodotto da qualunque processo di combustione, oltre che da numerose ulteriori attività antropiche e naturali.

La realizzazione del progetto proposto, prevedendo la sostituzione vettore energetico da carbone a gas naturale comporta una riduzione significativa (-64%) delle emissioni di kg CO<sub>2</sub> per MWhe prodotto grazie alla maggiore efficienza dell'impianto NGCC (dall'attuale rendimento elettrico del 39% ad un valore del 61%) ed alla diminuzione della potenza termica installata dagli attuali 2.432 MWt (gruppi FS1, FS2, FS3 e FS4) ai proposti 1.350 MWt (gruppo FS7).

A parità di energia prodotta quindi la centrale nell'assetto proposto sarà maggiormente efficiente rispetto alla configurazione attuale, consentendo di ridurre le emissioni specifiche da 858 kgCO<sub>2</sub>/MWh nello scenario attuale a 308 kgCO<sub>2</sub>/MWh nello scenario di progetto (-64%).

Considerando un funzionamento annuo continuo (8'760 ore/anno) a pieno carico le emissioni complessive di CO<sub>2</sub> passerebbero dalle 7.337.205 t CO<sub>2</sub>/anno dello scenario attuale alle 2'266'000 t CO<sub>2</sub>/anno, nello scenario di progetto (-69%).

La realizzazione del progetto consente inoltre la diminuzione del fattore di emissione per la produzione termoelettrica lorda nazionale che per l'anno 2015 è stimata da ISPRA nella pubblicazione "Fattori di emissione atmosferica di CO<sub>2</sub> e altri gas a effetto serra nel settore elettrico" pari a 488,9 kgCO<sub>2</sub>/MWh.

Tali risultati sono in linea con gli obiettivi delineati da entrambe le versioni della SEN e delle politiche internazionali, nazionali e regionali.

La realizzazione del progetto comporta quindi un impatto positivo nel contrastare il cambiamento climatico.

## 6 VALUTAZIONI FINALI

Il clima della regione, oggetto del presente studio, nella quale si trova la centrale Enel "Andrea Palladio" di Fusina, in base alla classificazione dei climi di Köppen-Geiger, risulta essere di tipo "Cfa", cioè un clima temperato umido, con precipitazioni in tutti i mesi dell'anno e estati calde.

Sia l'analisi meteorologica, condotta sui dati del trentennio 1971 – 2000 della stazione di Venezia Tessera, estratti dall'Atlante Climatico dell'Aeronautica Militare, che la caratterizzazione meteorologica locale, condotta sui dati del quinquennio 2014 – 2018 delle cinque stazioni della rete Regionale dell'ARPAV più prossime alla centrale, confermano questo tipo di clima. Dal punto di vista anemologico il sito non risulta particolarmente ventoso, e le direzioni principali delle masse d'aria risultano essere in generale quelle dai settori settentrionali NE e N (venti di bora). Nelle stagioni calde aumenta la ventosità ed emerge anche la componente meridionale, con una prevalenza della provenienza dei venti dai settori S e SE nelle ore diurne.

Lo stato attuale della qualità dell'aria dell'intera regione è stato analizzato considerando i dati raccolti nelle postazioni della rete di monitoraggio dell'ARPAV (Anno di riferimento: 2018) che rientrano nel "Programma di Valutazione".

L'analisi mette in evidenza come diversi inquinanti, quali biossido di zolfo, monossido di carbonio, benzene, piombo nonché elementi in traccia quali arsenico, nichel e cadmio non siano critici per l'area in esame.

Rimangono invece da tenere sorvegliati alcuni inquinanti quali: il biossido d'azoto, per il quale in 4 delle 10 stazioni di tipologia "traffico" e "industriali" nel quinquennio 2014-2018 viene superata la Soglia di Valutazione Superiore (SVS); il particolato PM<sub>10</sub> dove vengono superate sia le SVS che il numero di superamenti del valore limite giornaliero in tutte le stazioni di tipologia "traffico" e "industriale", nonché in molte di quelle di "fondo"; il particolato PM<sub>2,5</sub> dove in 7 delle 14 stazioni viene superato il valore limite di 25 µg/m<sup>3</sup> annuo; l'ozono dove il valore obiettivo di 120 µg/m<sup>3</sup> giorno da non superare più di 25 volte anno viene superato in 21 delle 22 stazioni monitorate.

In questo contesto, il nuovo ciclo combinato è progettato con i criteri più avanzati di efficienza e compatibilità ambientale e proposti nel pieno rispetto delle Best Available techniques Reference document (BRef) di settore. Gli interventi previsti consentiranno una riduzione sostanziale delle emissioni rispetto alla situazione attuale garantendo il rispetto dei limiti previsti dalla normativa vigente. Le considerazioni relative alle attività legate alla fase di demolizione e di realizzazione del nuovo ciclo combinato, mostrano come gli impatti che potranno essere causati dalle emissioni di polveri generate in fase di cantiere sono da ritenersi non significativi, completamente reversibili e circoscritti all'area di intervento dentro il perimetro di centrale.

L'analisi condotta con la catena modellistica WRF-CALMET-CALPUFF, relativa alla fase di esercizio dell'impianto nella fase attuale autorizzato e nelle due fasi di quello di progetto, mette in evidenza come i valori stimati delle concentrazioni dei macroinquinanti normati, nel punto di massima ricaduta, siano tutti ampiamente all'interno dei limiti imposti dal D.lgs. 155/2010, sia nella configurazione attuale che in entrambe le fasi di quello di progetto. Inoltre, i livelli critici posti a protezione della vegetazione, non vengono mai raggiunti per nessun inquinante.

I risultati modellistici evidenziano i miglioramenti derivanti da entrambi gli scenari di progetto che, prevedendo il funzionamento solo del nuovo gruppo turbogas, permette di eliminare le emissioni di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) e particolato primario (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>) e di ridurre, nella fase 2, di oltre un ordine di grandezza quelle degli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) e di circa il 10% quelle del monossido di carbonio (CO). In tali scenari, le ricadute attese associate alle emissioni convogliate dalla Centrale risultano sempre sostanzialmente inferiori rispetto allo scenario attuale per tutti i principali inquinanti: SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e PM.

La realizzazione del progetto proposto consente inoltre, riducendo le emissioni di CO<sub>2</sub>, di ottenere un beneficio nel contrastare il cambiamento climatico.

## 7 BIBLIOGRAFIA

Wladimir Köppen e Rudolf Geiger, "Klima der Erde", Gotha, Klett-Perthes, 1954.

Mennella C., 1973. "Il Clima d'Italia". Fratelli Conte Editore S.p.A., Napoli.

Pinna M., 1978. "L'atmosfera e il clima". UTET, Torino.

Atlante Climatico d'Italia del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare (<http://clima.meteoam.it>).

ARPAV Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione ambientale del Veneto (<http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/meteo/monitoraggio>).

ARPA Veneto "Relazione Regionale Della Qualità Dell'aria - ai sensi della L.R. n. 11/2001 art.81 – Anno di riferimento: 2018".

Regione Veneto art. 81 della Legge Regionale n.11/2001.

Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155, "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 216 del 15 settembre 2010, Suppl. Ordinario n. 217.

ISPRA, 2009 – "La disaggregazione a livello provinciale dell'inventario nazionale delle emissioni", 92/2009.

ARPA Veneto "Inventario regionale delle emissioni in atmosfera in atmosfera INEMAR Veneto 2015", Risultati dell'edizione 2015, <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/emissioni-di-inquinanti/inventario-emissioni>).

WRF, Weather Research and Forecasting Model (<http://www.wrf-model.org>).

Scire, J.S., F.R. Robe, M.E. Fernau, R.J. Yamartino, 2000a. "A user's guide for the CALMET meteorological model". Earth Tech Inc., Concord, MA, USA.

Scire, J.S., D.G. Strimaitis, R.J. Yamartino, 2000b. "A user's guide for the CALPUFF dispersion model". Earth Tech Inc., Concord, MA, USA.

US-EPA, 1985. "Guideline for Determination of Good Engineering Practice Stack Height (Technical Support Document for the Stack Height Regulations)". EPA-450/4-80-023R.

Global Land Cover Characterization (<https://lta.cr.usgs.gov/GLCC>).

SRTM, U.S. Releases Enhanced Shuttle Land Elevation Data (<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/index.html>).

Istat. Basi territoriali e variabili censuarie (<http://www.istat.it/>).

Istat, 2016. "Descrizione dei dati geografici e delle variabili censuarie delle Basi territoriali per i censimenti: anni 1991, 2001, 2011". Versione definitiva, 25/02/2016.

EEA "Air Quality e-Reporting" (European Environment Agency, [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu)).

ANPA CTN-ACE, 2001. "Linee guida per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell'aria".

APAT CTN-ACE, 2004. "I modelli per la valutazione e gestione della qualità dell'aria: normativa, strumenti, applicazioni".

US-EPA. SCRAM - Support Center for Regulatory Atmospheric Modeling (<https://www.epa.gov/scram>).

US-EPA, 2005. "Revision to the Guideline on Air Quality Models: Adoption of a Preferred General Purpose (Flat and Complex Terrain) Dispersion Model and Other Revisions; Final Rule". 40 CFR Part 51. Federal Register / Vol. 70, No. 216 / Wednesday, November 9, 2005.

WHO, 2000. "Air quality guidelines for Europe - Second Edition". World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen.

EEA, 2011. "The application of models under the European Union's Air Quality Directive. A technical reference guide". Technical report n. 10/2011.

ISPRA, 2017. "Fattori di emissione atmosferica di CO2 e altri gas a effetto serra nel settore elettrico". Rapporto 257/2017.

ARPAT, 2009. "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti", Allegato 1, parte integrante e sostanziale della DGP 213-09.

US-WRAP, 2006 "WRAP Fugitive Dust Handbook", Western Regional Air Partnership's, published: September 7, 2006.

Midwest Research Institute, 1999. "Estimating Particulate Matter Emissions From Construction Operations", Kansas City, Missouri, September, 1999.

US-EPA, 2001. "Air pollution emission factors compilation AP-42, Volume I, Fifth Edition". Office of Air Quality Planning and Standards, United States Environmental Protection Agency, Washington.

EEA, 2011. "COPERT 4 – Estimating emissions from road transport". European Environment Agency, published: Nov 08, 2011.

EEA, 2016. "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016. Technical guidance to prepare national emission inventories". EEA Report. No 21/2016. ISSN 1977-8449.