

RAPPORTO

USO RISERVATO

APPROVATO

C0008649

Cliente Enel Produzione S.p.A.

Oggetto Centrale Termoelettrica "Edoardo Amaldi" di La Casella. Progetto di upgrade impianto. **Studio Preliminare Ambientale (art.19 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. N°8400134283 del 31.12.2018, Attivazione N° 3500094060 del 22.05.2020

Note WBS A1300002523 - Lettera di Trasmissione C0009221

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

N. pagine 77 **N. pagine fuori testo** 24

Data 30/06/2020

Elaborato STC - Ghilardi Marina, STC - Manzi Giovanni, STC - D'Aleo Marco
C0008649 114978 AUT C0008649 3575 AUT C0008649 1596735 AUT

Verificato ENC - Pertot Cesare
C0008649 3840 VER

Approvato ENC - Il Responsabile - Mozzi Riccardo
C0008649 2809622 APP

CESI S.p.A.

Via Rubattino 54
I-20134 Milano - Italy
Tel: +39 02 21251
Fax: +39 02 21255440
e-mail: info@cesi.it
www.cesi.it

Capitale sociale € 8.550.000 interamente versato
C.F. e numero iscrizione Reg. Imprese di Milano 00793580150
P.I. IT00793580150
N. R.E.A. 429222

© Copyright 2020 by CESI. All rights reserved

Pag. 1/77

Indice

1	INTRODUZIONE.....	4
2	SCENARI EMISSIVI	5
3	CARATTERIZZAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	9
3.1	Quadro normativo	9
3.2	Lo stato attuale della qualità dell'aria	13
3.2.1	Biossido di zolfo	13
3.2.2	Monossido di carbonio	14
3.2.3	Biossido di azoto e ossidi di azoto totali	18
3.2.4	Ozono	24
3.2.6	Particolato PM ₁₀	31
3.2.8	Particolato PM _{2,5}	36
3.2.9	Benzene	40
3.2.10	Benzo(a)pirene	42
3.2.11	Piombo, Arsenico, Nichel e Cadmio	43
4	EFFETTI SULLA QUALITÀ DELL'ARIA.....	47
4.1	Calmet	48
4.2	Calpuff	48
4.3	Validazione dello strumento modellistico.....	49
4.4	Setup dello strumento modellistico	50
4.4.1	Dominio di calcolo	50
4.4.1.1	Banche dati.....	50
4.4.1.1.1	Orografia	50
4.4.1.1.2	Uso del suolo	51
4.4.1.2	Sostanze considerate.....	55
4.4.1.3	Schemi chimici.....	55
4.4.1.4	Effetto Building Downwash.....	57
4.4.2	Analisi meteorologica	58
4.4.2.1	Selezione delle stazioni meteorologiche di confronto	58
4.4.2.2	Confronto modello con misure meteorologiche	58
4.4.2.3	Stabilità atmosferica e altezza strato rimescolato nell'area	66
4.4.3	Scenari emissivi	68
4.5	Valutazione degli effetti sulla qualità dell'aria	69
4.5.1	NO ₂ e NO _x	70
4.5.2	SPM.....	71
4.5.3	CO	72
5	CONCLUSIONI	74
6	BIBLIOGRAFIA	76

Indice delle tavole fuori testo

- Tavola AV-01.a – Scenario “autorizzato” (area vasta) – NO₂ – Concentrazione media annua
Tavola AV-01.u – Scenario “upgrade” (area vasta) – NO₂ – Concentrazione media annua
Tavola AV-02.a – Scenario “autorizzato” (area vasta) – NO₂ – Conc. oraria superata 18 volte per anno civile
Tavola AV-02.u – Scenario “upgrade” (area vasta) – NO₂ – Conc. oraria superata 18 volte per anno civile
Tavola AV-03.a – Scenario “autorizzato” (area vasta) – NO_x – Concentrazione media annua
Tavola AV-03.u – Scenario “upgrade” (area vasta) – NO_x – Concentrazione media annua
Tavola AV-04.a – Scenario “autorizzato” (area vasta) – SPM – Concentrazione media annua
Tavola AV-04.u – Scenario “upgrade” (area vasta) – SPM – Concentrazione media annua
Tavola AV-05.a – Scenario “autorizzato” (area vasta) – SPM – Conc. giornaliera superata 35 volte per anno civile
Tavola AV-05.u – Scenario “upgrade” (area vasta) – SPM – Conc. giornaliera superata 35 volte per anno civile
Tavola AV-06.a – Scenario “autorizzato” (area vasta) – CO – Conc. media massima giornaliera calcolata su 8 ore
Tavola AV-06.u – Scenario “upgrade” (area vasta) – CO – Conc. media massima giornaliera calcolata su 8 ore
- Tavola AL-01.a – Scenario “autorizzato” (area locale) – NO₂ – Concentrazione media annua
Tavola AL-01.u – Scenario “upgrade” (area locale) – NO₂ – Concentrazione media annua
Tavola AL-02.a – Scenario “autorizzato” (area locale) – NO₂ – Conc. oraria superata 18 volte per anno civile
Tavola AL-02.u – Scenario “upgrade” (area locale) – NO₂ – Conc. oraria superata 18 volte per anno civile
Tavola AL-03.a – Scenario “autorizzato” (area locale) – NO_x – Concentrazione media annua
Tavola AL-03.u – Scenario “upgrade” (area locale) – NO_x – Concentrazione media annua
Tavola AL-04.a – Scenario “autorizzato” (area locale) – SPM – Concentrazione media annua
Tavola AL-04.u – Scenario “upgrade” (area locale) – SPM – Concentrazione media annua
Tavola AL-05.a – Scenario “autorizzato” (area locale) – SPM – Conc. giornaliera superata 35 volte per anno civile
Tavola AL-05.u – Scenario “upgrade” (area locale) – SPM – Conc. giornaliera superata 35 volte per anno civile
Tavola AL-06.a – Scenario “autorizzato” (area locale) – CO – Conc. media massima giornaliera calcolata su 8 ore
Tavola AL-06.u – Scenario “upgrade” (area locale) – CO – Conc. media massima giornaliera calcolata su 8 ore

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	30/06/2020	C0008649	Prima emissione

1 INTRODUZIONE

Nel presente documento si riporta la definizione dello stato attuale della qualità dell'aria, insieme alla valutazione degli impatti sulla componente atmosfera generati dalla realizzazione del progetto di upgrade di due delle quattro unità di produzione esistenti nella Centrale termoelettrica "Eduardo Amaldi" a La Casella (PC). Nell'ambito di una fermata di manutenzione programmata per i cicli combinati esistenti, è prevista la sostituzione delle parti calde delle Turbine a Gas ed in particolare la sostituzione delle pale fisse e mobili delle turbine e l'installazione di un nuovo sistema bruciatori. L'aggiornamento tecnologico dei componenti, consentirà un miglioramento delle loro prestazioni tecniche con un conseguente aumento della potenza elettrica lorda erogabile da ciascun ciclo combinato; la potenza elettrica lorda aumenterà dagli attuali 381 MW_e (653 MW_t) ai circa 418 MW_e (circa 727 MW_t) per ciascuna delle due unità (LC2 e LC3) oggetto di intervento. Nell'ottica di ridurre e minimizzare gli impatti ambientali, anche a seguito dell'incremento di potenza delle unità, si propone un miglioramento delle performance emissive con una riduzione degli NO_x emessi da ciascuna unità in tutte le condizioni di funzionamento (proposti 10 mg/Nm³ vs attuali 33 mg/Nm³) grazie all'installazione di sistemi di denitrificazione catalitica, denominati SCR (*Selective Catalytic Reduction*). L'aggiornamento tecnologico delle apparecchiature esistenti avverrà secondo i criteri più avanzati di efficienza e compatibilità ambientale nel pieno rispetto delle *Best Available Techniques Reference document (BRef)* di settore. È inoltre effettuata e presentata, la verifica del rispetto della normativa vigente in materia di ricaduta delle emissioni in atmosfera associate all'esercizio dell'impianto sia nell'assetto attualmente "autorizzato", sia nella configurazione prevista dal progetto di "upgrade".

2 SCENARI EMISSIVI

La Centrale termoelettrica “Edoardo Amaldi” a La Casella (PC) è allo stato attuale costituita da quattro unità di produzione (LC1, LC2, LC3 e LC4) da 381 MW_e ciascuna. L’impianto impiega come combustibile per la produzione di energia elettrica esclusivamente gas naturale. Ciascuna unità di produzione è costituita da un gruppo turbogas (TG) collegato ad un generatore elettrico e da un generatore di vapore a recupero (GVR), una turbina a vapore (TV) collegata ad un ulteriore generatore elettrico. L’attuale potenza elettrica nominale totale dell’impianto è pari a 1.524 MW_e, e la capacità di produzione termica è pari a 2.611 MW_t.

Il Progetto oggetto di studio propone la sostituzione, nell’ambito di una prossima fermata di manutenzione programmata, delle parti calde ed in particolare la sostituzione delle pale fisse e mobili delle turbine e l’installazione di un nuovo sistema bruciatori delle turbine a gas delle due unità esistenti LC2 e LC3.

L’aggiornamento tecnologico dei componenti che saranno installati, consentirà un miglioramento delle loro prestazioni tecniche con un conseguente aumento della potenza elettrica lorda erogabile da ciascun ciclo combinato che passerà da 381 MW_e a 418 MW_e. La potenza elettrica nominale totale dell’impianto prevista sarà pari a 1.598 MW_e, e la capacità di produzione termica sarà pari a 2.759 MW_t.

Il progetto prevede un miglioramento delle performance ambientali anche mediante la contestuale installazione di sistemi di denitrificazione catalitica SCR (*Selective Catalytic Reduction*) in entrambe le unità oggetto di intervento consentendo il conseguimento, in tutte le condizioni di funzionamento, di una significativa riduzione delle emissioni di ossidi d’azoto (NO_x), dagli attuali 33 mg/Nm³ ai proposti 10 mg/Nm³.

Come riportato nella relazione progettuale, è possibile che l’abbattimento degli ossidi di azoto mediante l’adozione di sistemi SCR, in linea con le BREF di settore, comporti una limitata emissione di ammoniaca (NH₃) (Ammonia-Slip) nei gas, anch’essa oggetto di monitoraggio in continuo a garanzia del rispetto dei limiti di legge.

L’intervento non prevede modifiche alle caratteristiche geometriche dei punti di emissione che si confermano pertanto invariati per posizione, altezza e diametro del camino (Tabella 2.1).

Tabella 2.1 – Coordinate e caratteristiche geometriche dei camini, nello scenario “autorizzato” confermate nello scenario di “upgrade”.

Gruppo	Ciminiera				
	Coordinate WGS84 - UTM 32		Base	Altezza	Diametro
	Est	Nord			
	km	km	m s.l.m.	m s.l.s.	m
LC1	537.718	4'993.083	58.0	90.0	6.4
LC2	537.777	4'993.092	58.0	90.0	6.4
LC3	537.821	4'993.099	58.0	90.0	6.4
LC4	537.880	4'993.109	58.0	90.0	6.4

In Tabella 2.2 e Tabella 2.3 sono riportate le caratteristiche fisiche e chimiche delle emissioni nei due scenari “autorizzato” e “upgrade” definiti per la valutazione degli effetti sulla qualità dell’aria indotti dall’esercizio dell’impianto. Le tabelle consentono di evidenziare le migliori performance emissive delle unità oggetto di intervento. In Tabella 2.3 si riportano con il suffisso “-up” al nome del gruppo le caratteristiche a questo associate a seguito della realizzazione del Progetto e i benefici associati a tali miglioramenti sulla qualità dell’aria sono valutati nel seguito mediante l’applicazione di codici di calcolo numerici descritti al Capitolo 4.

Tabella 2.2 – Scenario “autorizzato” - Caratteristiche fisiche e chimiche delle emissioni a carico nominale

Gruppo	Parametri fisici dei fumi allo sbocco				Valori di concentrazione all’emissione “autorizzati” ⁽²⁾	
	Temperatura	Velocità	Portata ⁽¹⁾	O ₂ Rif	NO _x	CO
	°C	m/s	Nm ³ /h	%	mg/Nm ³	
LC1	90.0	22.0	2'200'000	15	33 ⁽²⁾	33 ⁽²⁾
LC2	90.0	22.0	2'200'000	15	33 ⁽²⁾	33 ⁽²⁾
LC3	90.0	22.0	2'200'000	15	33 ⁽²⁾	33 ⁽²⁾
LC4	90.0	22.0	2'200'000	15	33 ⁽²⁾	33 ⁽²⁾

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

⁽²⁾ Valori limite autorizzati da AIA: 60 mg/Nm³ su base oraria; 33 mg/Nm³ su base giornaliera; 30 mg/Nm³ su base mensile

Tabella 2.3 – Scenario “upgrade” - Caratteristiche fisiche e chimiche delle emissioni a carico nominale

Gruppo	Parametri fisici dei fumi allo sbocco				Concentrazione all'emissione Performances attese		
	Temperatura	Velocità	Portata ⁽¹⁾	O ₂ Rif	NO _x ⁽²⁾	CO ⁽³⁾	NH ₃
	°C	m/s	Nm ³ /h	%	mg/Nm ³		
LC1	90.0	22.0	2'200'000	15	33 ⁽⁴⁾	33 ⁽⁴⁾	---
LC2-up	80.0	26.3	2'620'000	15	10 ⁽⁵⁾	33 ⁽⁴⁾	5 ⁽⁶⁾
LC3-up	80.0	26.3	2'620'000	15	10 ⁽⁵⁾	33 ⁽⁴⁾	5 ⁽⁶⁾
LC4	90.0	22.0	2'200'000	15	33 ⁽⁴⁾	33 ⁽⁴⁾	---

(1) Portata in condizioni normalizzate: temperatura di 273.15 K, pressione di 101.3 kPa, percentuale di ossigeno alle condizioni di riferimento per la tipologia di combustibile, con detrazione del vapore acqueo (quindi secca)
(2) Impianti esistenti CCGT BAT* per NO_x 10-40 mg/Nm³ per periodo di riferimento annuo e 18-50 mg/Nm³ per periodo di riferimento giornaliero
(3) Impianti esistenti CCGT BAT* per CO <5-30 mg/Nm³ per periodo di riferimento annuo
(4) Valori limiti autorizzati da AIA: 60 mg/Nm³ su base oraria; 33 mg/Nm³ su base giornaliera; 30 mg/Nm³ su base mensile
(5) Performance attesa di 10 mg/Nm³ su base giornaliera
(6) Performance attesa di 5 mg/Nm³ su base annuale

La Tabella 2.4 riporta i bilanci orari ed annui delle emissioni per ossidi di azoto (NO_x), monossido di carbonio (CO) ed ammoniaca (NH₃), associati allo scenario “autorizzato” ed a quello di “upgrade” nell’ipotesi di funzionamento annuo costante alla capacità nominale e con concentrazioni alle emissioni riportate in Tabella 2.2 e Tabella 2.3.

Per quanto riguarda NO_x, la riduzione dei valori di concentrazione alle emissioni delle due unità oggetto del potenziamento (un sesto a livello orario e un terzo a livello mensile) comporta una significativa riduzione dell’emissione massica nel bilancio emissivo dell’intera Centrale, sia a livello orario (oltre il 40%), sia a livello annuale (oltre il 30%).

Per CO, poiché i valori di concentrazione alle emissioni di progetto confermano i limiti emissivi già autorizzati, il bilancio emissivo massico risulta in aumento di circa il 9.5%, a causa della maggiore portata volumetrica delle due unità dopo l’upgrade. Anticipando quanto riportato in maggior dettaglio nel seguito, si può ritenere che tale incremento dell’emissione massica annua di monossido di carbonio sia più che compensata dai benefici attesi a seguito della riduzione degli ossidi d’azoto. Ciò può anche essere esteso anche per l’emissione di una modesta quantità di NH₃, indotta dall’introduzione del sistema SCR per l’abbattimento degli ossidi di azoto, non presente ovviamente nello attuale assetto di impianto.

Tabella 2.4 – Bilancio emissivo tra scenario “autorizzato” e scenario di “upgrade”.

Scenario	Sez.	Ore funz.anno	Bilancio massico					
			NO _x	CO	NH ₃	NO _x	CO	NH ₃
			kg/ora			kg/anno ⁽¹⁾		
autorizz. (a)	LC1	8'760	132.0	132.0	---	578'160	578'160	---
	LC2	8'760	132.0	132.0	---	578'160	578'160	---
	LC3	8'760	132.0	132.0	---	578'160	578'160	---
	LC4	8'760	132.0	132.0	---	578'160	578'160	---
	Totale:			528.0	528.0	---	2'312'640	2'312'640
upgrade (u)	LC1	8'760	132.0	132.0	---	578'160	578'160	---
	LC2-up	8'760	26.2	157.2	13.1	229'512	688'536	114'756
	LC3-up	8'760	26.2	157.2	13.1	229'512	688'536	114'756
	LC4	8'760	132.0	132.0	---	578'160	578'160	---
	Totale:			316.4	578.4	26.2	1'615'344	2'533'392
Differenza (u-a):			-211.6	50.4	26.2	-697'296	220'752	229'512
Differenza (%):			-40.1	+9.5	N.A.	-30.2	+9.5	N.A.

⁽¹⁾ I bilanci massici annui tengono conto di un funzionamento costante alla capacità nominale per tutte le ore dell'anno e, ove presenti, dei limiti emissivi giornalieri e/o mensili.
N.A.: Non applicabile per assenza di emissioni di NH₃ nell'assetto autorizzato

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 Dir. 2000/69/CE (concernente i valori limite per il benzene ed il monossido di carbonio nell'aria ambiente) e la Dir. 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_{2.5}, 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 PM₁₀ 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 (VO): livello da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita;
- Livello Critico (LC): 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. 155/2010, 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. 155/2010)

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

⁽¹⁾ 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.

⁽²⁾ 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. 155/2010)

Inquinante	Parametro e Periodo di mediazione	Valore Obiettivo
Arsenico (As)	tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione di PM ₁₀ del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile	6.0 ng/m ³
Cadmio (Cd)		5.0 ng/m ³
Nichel (Ni)		20.0 ng/m ³
Benzo(a)pirene		1.0 ng/m ³

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. 155/2010)

Inquinante	Periodo di mediazione	Livello Critico
Biossido di zolfo (SO ₂)	annuo	20 µg/m ³
	invernale (01 ottobre - 31 marzo)	20 µg/m ³
Ossidi di azoto (NO _x)	annuo	30 µg/m ³

Tabella 3.1.4 – Soglie di allarme (Allegato XII D.Lgs. 155/2010)

Inquinante	Periodo di mediazione	Soglia di allarme
Biossido di zolfo (SO ₂)	per 3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 km ²	500 µg/m ³
Ossidi di azoto (NO _x)		400 µg/m ³

**Tabella 3.1.5 – Valori obiettivo e obiettivi a lungo termine per l’ozono – O₃
(Allegato VII D.Lgs. 155/2010)**

Valori obiettivo			
Finalità	Periodo di mediazione	Valore obiettivo (1.1.2010)	Data raggiungimento ⁽³⁾
Protezione della salute umana	media su 8 ore massima giornaliera nell’arco di un anno civile ⁽¹⁾	120 µg/m ³ da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni	2013 (dati 2010 ÷ 2012)
Protezione della vegetazione	AOT40 ⁽²⁾ calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	18’000 µg/(m ³ ·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 ⁽⁴⁾
Protezione della salute umana	media su 8 ore massima giornaliera nell’arco di un anno civile ⁽¹⁾	120 µg/m ³	Non definito
Protezione della vegetazione	AOT40 ⁽²⁾ calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	6’000 µg/(m ³ ·h)	Non definito

⁽¹⁾ 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.

⁽²⁾ per AOT40, espresso in µg/(m³·h), si intende la somma della differenza tra le concentrazioni > 80 µg/m³ e 80 µg/m³ 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).

⁽³⁾ Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo.

⁽⁴⁾ Data entro la quale deve essere raggiunto l’obiettivo a lungo termine.

Tabella 3.1.6 – Soglie di informazione e allarme per l’ozono – O₃ (Allegato XII D.Lgs. 155/2010)

Finalità	Periodo di mediazione	Soglia
Informazione	orario	180 µg/m ³
Allarme	orario ⁽¹⁾	240 µg/m ³

⁽¹⁾ Per l’applicazione dell’art. 10 comma 1, deve essere misurato o previsto un superamento per tre ore consecutive

A livello regionale si annoverano:

- Deliberazione dell’Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna 11 aprile 2017, n. 115 “Decisione sulle osservazioni pervenute e di approvazione del Piano Aria Integrato Regionale (PAIR2020)”; questo prevede di raggiungere entro il 2020 importanti obiettivi di riduzione delle emissioni dei principali inquinanti rispetto al 2010: del 47% per le polveri sottili (PM10), del 36% per gli ossidi di azoto, del 27% per ammoniaca e composti organici volatili e del 7% per l’anidride solforosa) che permetteranno di ridurre la popolazione esposta al rischio di superamento del limite giornaliero consentito di PM10, dal 64% al 1%.
- Deliberazione di Giunta Regionale Emilia-Romagna n. 1180 del 21/07/2014 “Adozione della Proposta di Piano Aria Integrato Regionale (PAIR 2020) di cui al D. Lgs. n. 155/2010”.
- Deliberazione di Giunta Regionale Emilia-Romagna 23 dicembre 2013, n. 1998 “Modifiche al progetto di zonizzazione della Regione Emilia-Romagna approvato con DGR n. 2001 del 27

dicembre 2011 - Recepimento del 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" - Approvazione della nuova zonizzazione e della nuova configurazione della rete di rilevamento ed indirizzi per la gestione della qualità dell'aria".

- Deliberazione di Giunta Regionale Emilia-Romagna 26 marzo 2012, n. 362 "Attuazione della D.A.L. 51 del 26 luglio 2011 - Approvazione dei criteri per l'elaborazione del computo emissivo per gli impianti di produzione di energia a biomasse".
- Deliberazione di Giunta Regionale Emilia-Romagna n. 2001 del 27/12/2011 "Recepimento del 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" - Approvazione della nuova zonizzazione e della nuova configurazione della rete di rilevamento e indirizzi per la gestione della qualità dell'aria".
- Deliberazione di Giunta Regionale Emilia-Romagna 14 marzo 2011, n. 344 "Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, attuata con DLgs 13 agosto 2010, n. 155. Richiesta di proroga del termine per il conseguimento e deroga all'obbligo di applicare determinati valori limite per il biossido di azoto e per il PM10".

3.2 Lo stato attuale della qualità dell'aria

3.2.1 Biossido di zolfo

Per il biossido di zolfo (SO₂) non vi sono misurazioni in stazioni fisse localizzate in provincia di Piacenza. Per la valutazione dei livelli di tale inquinante nel territorio si può ritenere che siano sufficientemente rappresentative le misurazioni rilevate nelle provincie di Lodi e Pavia. In Tabella 3.2.1 e Tabella 3.2.2 sono riportati i confronti tra i dati misurati nel 2018 e i valori di riferimento, definiti dal D. Lgs. 155/2010 da cui emerge che non è stato superato nessun livello di criticità per la protezione della salute umana e della vegetazione.

Questo quadro è peraltro confermato anche dalla pubblicazione "La qualità dell'aria in Emilia Romagna – edizione 2014" di ARPAE, che descrivendo la situazione a livello regionale riporta che la concentrazione in aria di tale inquinante si è ridotta sensibilmente nel tempo, grazie alla considerevole riduzione delle emissioni dovuta all'impiego diffuso di combustibili a bassissimo tenore di zolfo. I valori di concentrazione rilevati nel periodo 2007-2013 sono risultati abbondantemente inferiori ai valori limite e sempre sotto il limite di quantificazione. In questa situazione la normativa indica che non è necessaria la misurazione in siti fissi, pertanto il numero di stazioni di monitoraggio è stato progressivamente ridotto. A partire dal 2012, si è ritenuto opportuno mantenere attiva una sola stazione di monitoraggio localizzata a Ravenna, dove sono presenti le sorgenti più significative di questo inquinante.

Sempre dal 2012, la valutazione dell'inquinamento da SO₂ viene effettuata sull'intero territorio regionale mediante stime obiettive basate sui dati forniti dalla stazione fissa, da campagne di misura con

laboratorio mobile e da tecniche di modellizzazione. I risultati hanno confermato anche per il 2018 concentrazioni di SO₂ minori o uguali a quelle rilevate nell'unica stazione di misura presente in cui i valori di concentrazione media risultano essere costantemente 4 volte inferiori al limite normativo previsto.

Considerazioni analoghe sono riportate anche da ARPA Lombardia che riscontra concentrazioni di SO₂ siano molto basse e prossime al fondo naturale, tali da poter ritenere che, essendo ormai ovunque ben al di sotto dei limiti di legge, di fatto, SO₂ non costituisca più un rilevante problema di inquinamento atmosferico.

Tabella 3.2.1 – SO₂ dati analizzati nella provincia di Lodi per il 2018.
Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa

Stazione	Rendimento (%)	Media Annuale (µg/m ³)	N° superamenti del limite orario (350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte/anno)	N° superamenti del limite giornaliero (125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte/anno)
<i>Stazioni del Programma di Valutazione</i>				
Lodi-V.le Vignati	98	5.8	0	0
Codogno	98	4.9	0	0
Tavazzano	99	4.9	0	0

Tabella 3.2.2 – SO₂ dati analizzati nella provincia di Pavia per il 2018.
Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa

Stazione	Rendimento (%)	Media Annuale (µg/m ³)	N° superamenti del limite orario (350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte/anno)	N° superamenti del limite giornaliero (125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte/anno)
<i>Stazioni del Programma di valutazione</i>				
Pavia – via Folperti	99	3	0	0
Casoni Borroni	97	6	0	0
Parona	96	3	0	0
Sannazzaro de' Burgondi	96	6	0	0
<i>Altre stazioni</i>				
Ferrera Erbognone Indipendenza	80	5	0	0
Gallivola	96	4	0	0
Scaldasole	93	6	0	0

3.2.2 Monossido di carbonio

Il monossido di carbonio è monitorato da ARPAE nella stazione urbana da traffico Giordani Farnese facente parte della rete Regionale e nelle stazioni della rete locale di Piacenza di Ceno e Gerbido.

I valori sono in tutte le stazioni stabili e ampiamente al di sotto del limite previsto e si osservano concentrazioni in generale molto contenute. Tale parametro risulta comunque non incidere negativamente sulla qualità dell'aria.

Per il monossido di carbonio, inquinante legato principalmente a sorgenti da traffico, dall'analisi dell'andamento dei parametri statistici relativi agli ultimi 10 anni (Tabella 3.2.3) si può osservare che i valori medi annuali di concentrazione sul territorio comunale si sono assestati su valori dell'ordine di grandezza del limite di quantificazione della misura. Per quanto riguarda il riferimento normativo relativo al massimo della media mobile giornaliera su 8 ore, si conferma anche per il 2018 il rispetto in tutte le postazioni di rilevamento con i massimi che rimangono al di sotto dei 2 mg/m^3 (Figura 3.2.1).

Considerazioni analoghe sono riportate anche da ARPA Lombardia che riscontra come le concentrazioni siano ormai ovunque ben al di sotto dei limiti di legge non costituendo più un rilevante problema di inquinamento atmosferico. In Tabella 3.2.4 e Tabella 3.2.5 sono riportati i confronti tra i dati misurati nel 2018 e i valori di riferimento, definiti dal D. Lgs. 155/2010 da cui emerge che non è stato superato nessun livello di criticità per la protezione della salute umana.

Si conferma pertanto un quadro di consolidato rispetto dei limiti e di non criticità.

Tabella 3.2.3 – ARPAE – CO, statistiche per il decennio 2009 - 2018

Giordani - Farnese	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
media	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,5
50° percentile	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4
95° percentile	1,0	0,9	1,1	1,2	1,4	1,3	1,4	1,1	1,3	0,9
98° percentile	1,3	1,1	1,4	1,5	1,9	1,5	1,7	1,3	1,5	1,2
massimo	3,7	2,6	4,2	3,6	3,5	2,7	2,8	3,1	3,0	2,6
medie 8 ore > 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dati validi	8182	7917	8294	8209	8154	8128	8330	8324	8304	8524

Ceno	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
media	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3
50° percentile	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
95° percentile	1,1	1,0	1,1	1,0	1,0	0,8	1,0	0,8	0,9	0,7
98° percentile	1,4	1,2	1,4	1,3	1,2	1,0	1,2	1,1	1,1	0,9
massimo	2,7	2,6	2,8	2,2	2,2	1,8	2,7	2,3	1,9	1,8
medie 8 ore > 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dati validi	7650	8251	8314	8330	8256	8267	8346	8399	8281	8558

Gerbido	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
media	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5
50° percentile	0,4	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
95° percentile	1,0	1,1	1,1	1,2	1,1	1,0	1,1	1,0	1,2	1,0
98° percentile	1,1	1,3	1,2	1,4	1,2	1,1	1,3	1,1	1,4	1,1
massimo	1,7	2,0	2,3	2,1	2,0	1,7	2,3	1,7	1,9	1,7
medie 8 ore > 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dati validi	8128	8175	7841	8238	8146	7991	8065	7776	8291	8116

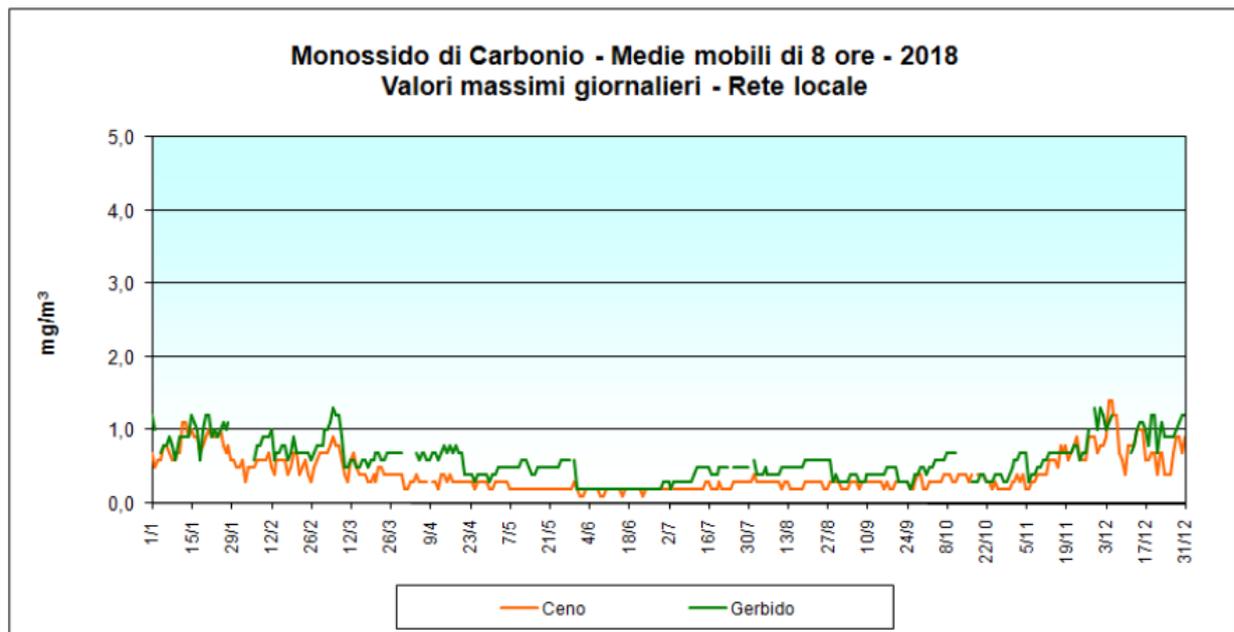
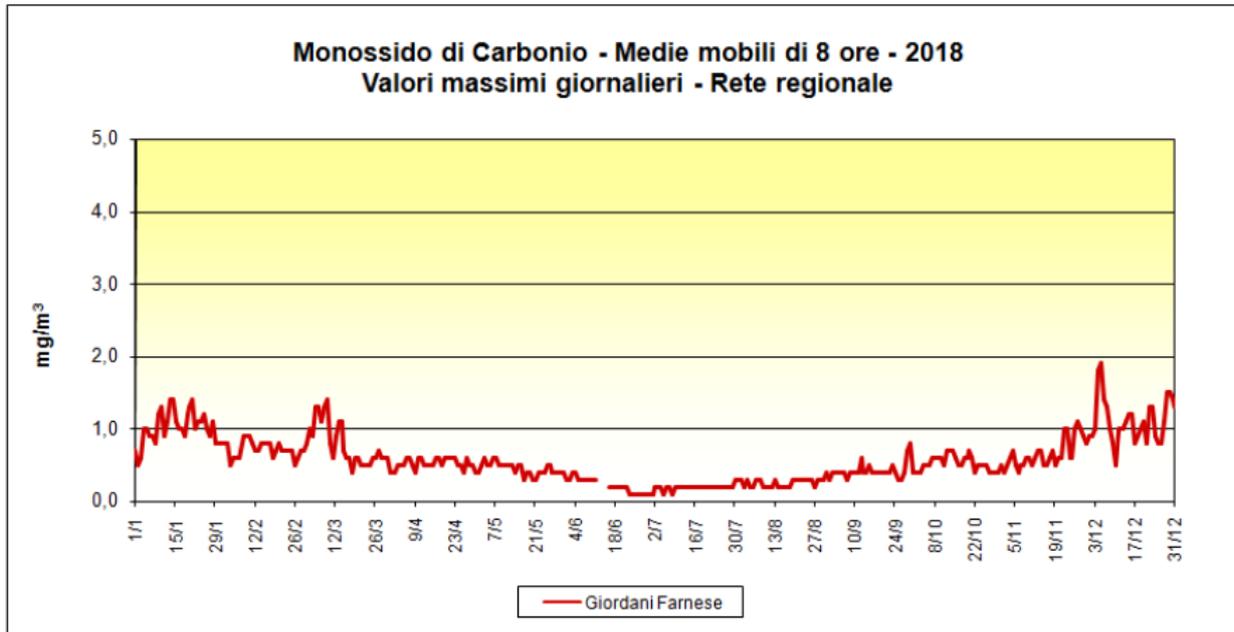


Figura 3.2.1 – CO, massimi giornalieri delle medie mobili su 8 ore nel 2018

Tabella 3.2.4 – CO dati analizzati nella provincia di Lodi per il 2018.
Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa

Stazione	Rendimento (%)	Media annuale (mg/m ³)	N° superamenti del limite giornaliero (10 mg/m ³ come massimo della media mobile su 8 ore)	Massima media su 8 ore (mg/m ³)
<i>Stazioni del Programma di Valutazione</i>				
Lodi – V.le Vignati	98	0.7	0	1.8
<i>Stazioni del Programma di Valutazione non usate per la valutazione del CO</i>				
San Rocco al Porto	92	0.5	0	1.4

Tabella 3.2.5 – CO dati analizzati nella provincia di Pavia per il 2018.
Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa

Stazione	Rendimento (%)	Media annuale (mg/m ³)	N° superamenti del limite giornaliero (10 mg/m ³ come massimo della media mobile su 8 ore)	Massima media su 8 ore (mg/m ³)
<i>Stazioni del Programma di Valutazione</i>				
Pavia – p.zza Minerva	97	0.7	0	2.1
Ferrera Erbognone EST	96	0.5	0	1.5
Voghera	98	0.3	0	1.2
<i>Stazioni del Programma di Valutazione non usate per la valutazione del CO</i>				
Cornale	95	0.3	0	1.3

3.2.3 Biossido di azoto e ossidi di azoto totali

Il biossido di azoto è monitorato da ARPAE in tutte le stazioni della rete (5 stazioni della rete Regionale e 2 stazioni della rete Locale) collocate sul territorio provinciale di Piacenza.

Nel 2018 in tutti i punti di misura sono stati rispettati il valore limite per la media annuale (Figura 3.2.2) ed il valore limite orario (Figura 3.2.3); per quanto riguarda la media annuale il valore più elevato per la Rete Regionale è stato registrato dalla stazione da traffico di Piacenza-Giordani Farnese (34 µg/m³), mentre per quanto riguarda la Rete Locale dalla stazione di Piacenza-Ceno (37 µg/m³).

Analizzando i dati del decennio 2009-2018 (Figura 3.2.4) è evidente il trend in diminuzione, che in considerazione del fatto che ad inizio decennio facevano registrare valori prossimi o al di sopra dei limiti di legge, risulta decisamente più marcato nelle stazioni urbane, mentre è meno evidente o addirittura assente, nelle stazioni: di fondo suburbano (Lugagnano); fondo rurale (Besenzone); fondo rurale remoto (Corte Brugnatella).

Relativamente alla Rete Regionale i grafici delle medie mensili indicano, in particolare nella zona Pianura Ovest, il semestre invernale come il periodo più critico per questo inquinante; la stazione in zona Appennino (Corte Brugnatella) presenta una ridotta variabilità stagionale; anche per la Rete Locale la

differenza legata alla stagione risulta meno marcata, con concentrazioni estive di poco inferiori a quelle invernali.

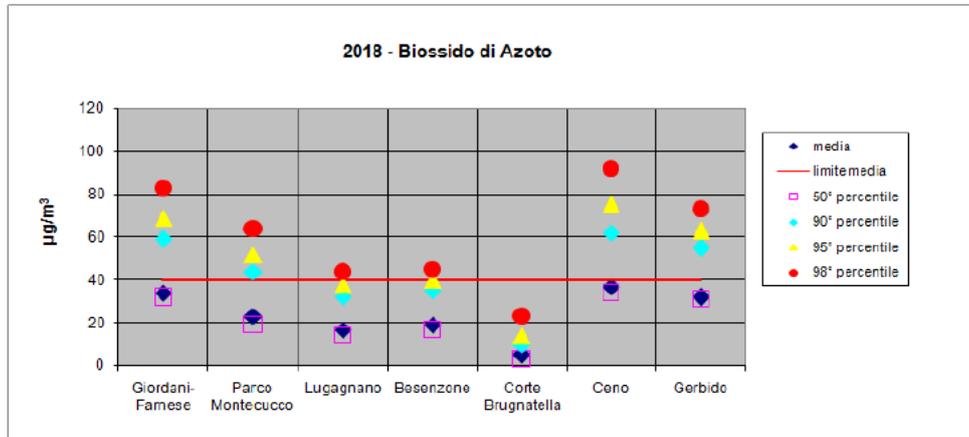


Figura 3.2.2 – ARPAE – NO₂ – Concentrazioni medie annue e percentili 2018 rilevati nelle stazioni della Provincia di Piacenza.

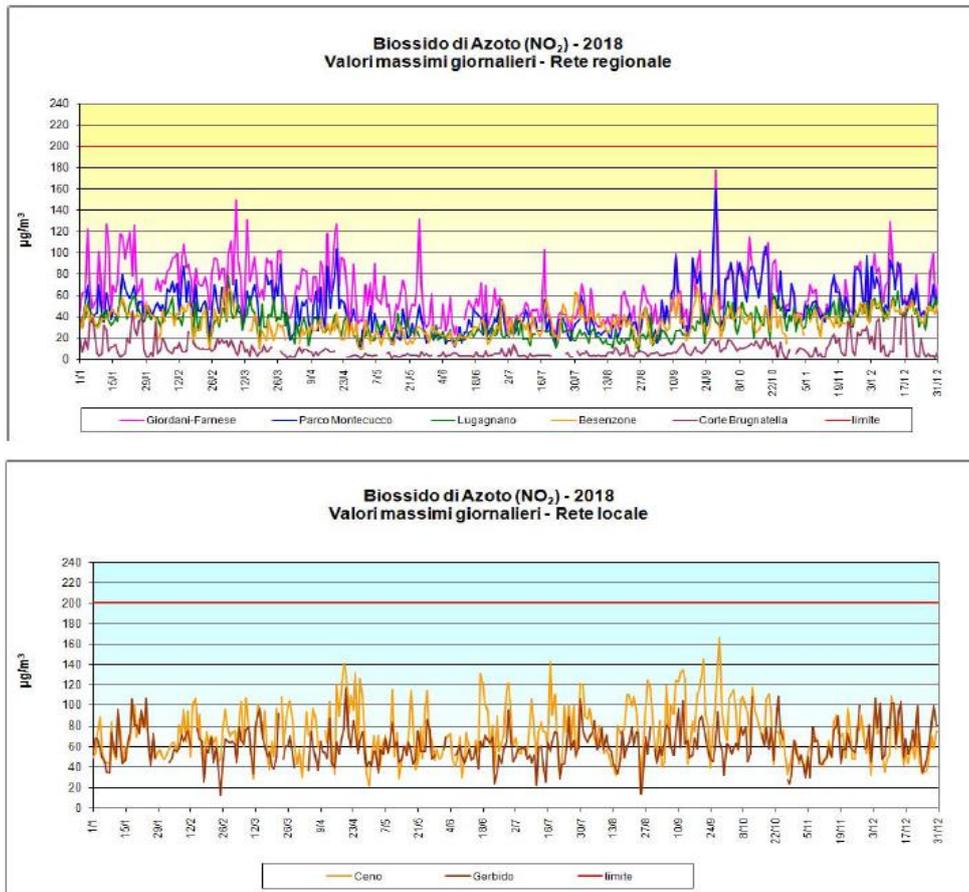


Figura 3.2.3 – ARPAE – NO₂ – Valori orari massimi giornalieri 2018
rilevati nelle stazioni della Provincia di Piacenza.

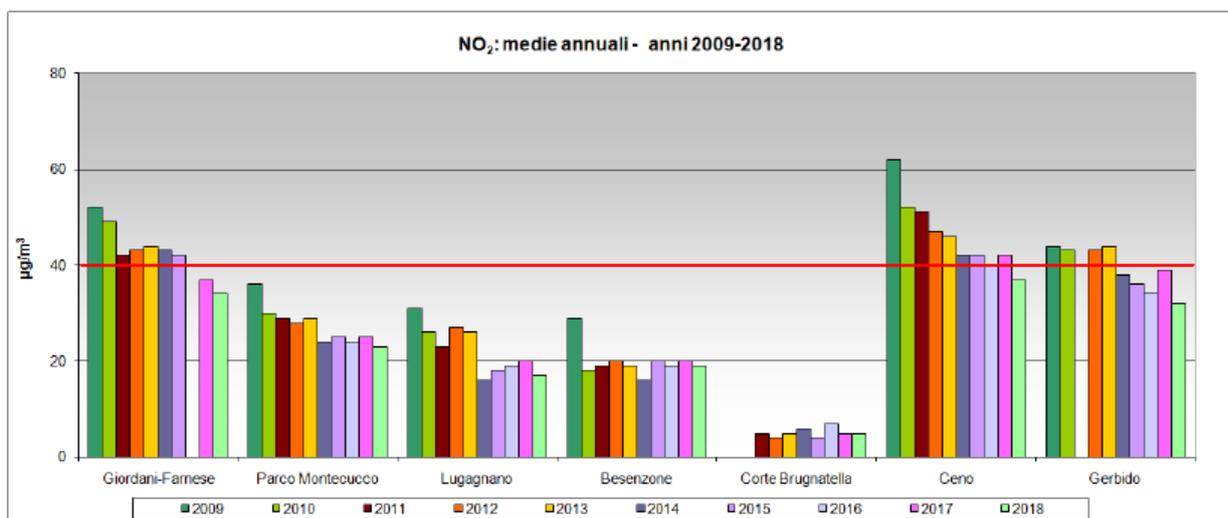
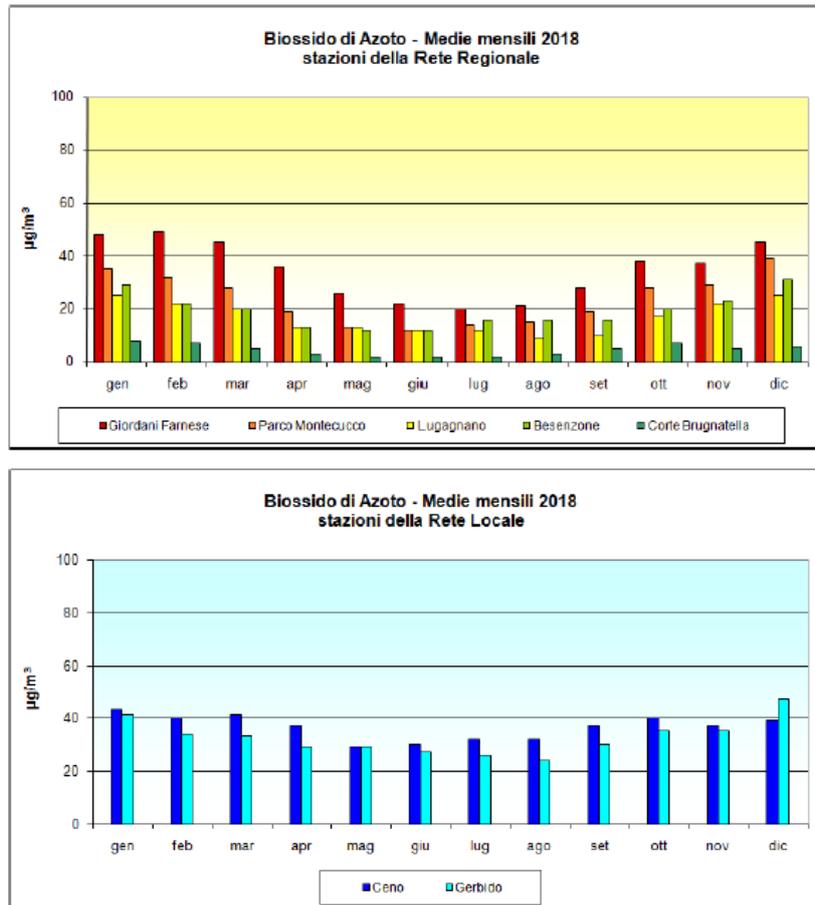


Figura 3.2.4 – ARPAE – NO₂ – Concentrazioni medie annue dal 2009 al 2018
rilevati nelle stazioni della Provincia di Piacenza



**Figura 3.2.5 – ARPAE – NO₂ – Concentrazioni medie mensili 2018
rilevati nelle stazioni della Provincia di Piacenza.**

In Tabella 3.2.6 si riportano le elaborazioni statistiche relative al decennio 2009-2018 che confermano il trend in riduzione sopra citato e mostrano una stabile assenza di superamenti anche dello standard di qualità dell'aria della concentrazione oraria di 200 µg/m³.

Tabella 3.2.6 – ARPAE – NO₂, statistiche per il decennio 2008-2017

Giordani - Farnese	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
media	52	49	42	43	44	43	42	36	37	34
50° percentile	50	44	39	39	41	41	34	32	35	32
95° percentile	95	106	81	92	85	77	101	76	74	69
98° percentile	117	124	101	111	101	89	127	95	90	83
massimo	202	207	224	222	153	146	213	209	193	177
medie orarie > 200	1	3	2	5	0	0	3	5	0	0
dati validi	8076	8094	8267	8097	8025	8146	8245	7478	8145	8449
Parco Montecucco	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
media	36	30	29	28	29	24	25	24	25	23
50° percentile	33	25	25	23	26	21	22	21	21	19
95° percentile	74	70	61	69	62	52	56	52	59	52
98° percentile	86	85	75	86	73	60	70	60	70	64
massimo	173	141	172	132	133	150	134	97	119	160
medie orarie > 200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dati validi	3298	7798	8139	8216	8072	8039	7979	8147	8257	8538
Lugagnano	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
media	31	26	23	27	26	16	18	19	20	17
50° percentile	27	22	21	24	19	13	15	16	15	14
95° percentile	60	58	46	57	65	36	42	43	48	38
98° percentile	69	71	54	69	74	44	50	50	57	44
massimo	106	133	76	121	128	65	99	76	88	78
medie orarie > 200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dati validi	8098	8123	8329	8236	8197	8318	8170	8242	7851	8399
Besenzone	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
media	29	18	19	20	19	16	20	19	20	19
50° percentile	19	15	16	17	16	14	17	17	18	17
95° percentile	97	44	43	50	46	38	46	44	44	40
98° percentile	119	53	51	63	53	44	57	50	49	45
massimo	180	100	71	111	97	67	118	77	71	68
medie orarie > 200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dati validi	7040	8008	7905	8079	8134	8157	8287	8178	8174	8342
Corte Brugnatella	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
media		4	5	4	5	6	4	7	5	5
50° percentile		2	3	3	4	4	3	5	4	3
95° percentile		17	13	15	16	17	11	18	15	14
98° percentile		24	20	24	23	26	16	25	22	23
massimo		47	56	61	56	52	48	57	60	45
medie orarie > 200		0	0	0	0	0	0	0	0	0
dati validi		5147	8326	8316	8183	8201	8054	8288	8156	8120
Ceno	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
media	62	52	51	47	46	42	42	40	42	37
50° percentile	59	49	48	43	43	39	38	38	39	34
95° percentile	117	99	99	99	91	84	87	76	86	75
98° percentile	139	114	119	118	107	100	104	91	102	92
massimo	199	187	192	197	170	167	194	140	185	166
medie orarie > 200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dati validi	7738	8174	8068	8071	8190	8148	7848	8238	8135	8434
Gerbido	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
media	44	43	39	43	44	38	36	34	39	32
50° percentile	43	41	37	40	42	35	34	32	37	31
95° percentile	85	86	78	90	87	76	74	68	73	63
98° percentile	100	99	89	108	103	90	90	78	84	73
massimo	193	209	182	224	177	148	172	134	137	117
medie orarie > 200	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
dati validi	8008	8052	6393	7744	8219	7979	7978	7637	8187	8080

In Tabella 3.2.7 e Tabella 3.2.8 sono riportati i confronti tra i dati misurati nel 2018 e i valori di riferimento, definiti dal D. Lgs. 155/2010 riportati da ARPA Lombardia per le province di Lodi e Pavia. Anche in questo caso si riporta un quadro analogo a quello riscontrato in provincia di Piacenza con un rispetto dei valori limite previsti dalla normativa in tutte le postazioni. I dati di Lodi e Pavia, consentono inoltre di valutare il livello degli ossidi totali di azoto (NO_x), di interesse non per la salute umana ma per gli ecosistemi (valore limite per la protezione della vegetazione pari a 30 µg/m³ in termini di media annuale), in due postazioni, quella di Abbadia Cerreto (LO) dove il limite viene superato (38 µg/m³) e quella di Cornale (PV) dove invece il limite è rispettato (25 µg/m³).

Tabella 3.2.7 – NO₂ dati analizzati nella provincia di Lodi per il 2018.
Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa

Stazione	Protezione della salute umana			Protezione degli ecosistemi
	Rendimento (%)	N° superamenti del limite orario (200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte/anno)	Media annuale (limite: 40 µg/m ³)	Media annuale (limite: 30 µg/m ³)
<i>Stazioni del Programma di valutazione</i>				
Lodi - V.le Vignati	98	0	34	n.a.*
Lodi - S. Alberto	97	0	29	n.a.*
Abbadia Cerreto	87	0	21	38
Bertonico	82	0	22	n.a.*
Codogno	98	0	34	n.a.*
San Rocco al Porto	99	0	22	n.a.*
Tavazzano	89	0	24	n.a.*
<i>Altre stazioni</i>				
Montanaso	91	0	23	n.a.*

*Limite non applicabile in quanto la stazione non è idonea alla valutazione della protezione della vegetazione secondo le prescrizioni dell'allegato III, paragrafo 3, punto 2, del D. Lgs. 155/2010.

**Tabella 3.2.8 – NO₂ dati analizzati nella provincia di Pavia per il 2018.
Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa**

Stazione	Protezione della salute umana			Protezione degli ecosistemi
	Rendimento (%)	N° superamenti del limite orario NO ₂ (200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte/anno)	Media annuale NO ₂ (limite: 40 µg/m ³)	Media annuale NO _x (limite: 30 µg/m ³)
<i>Stazioni del Programma di valutazione</i>				
Pavia – via Folperti	95	0	29	n.a.*
Pavia – p.zza Minerva	100	0	35	n.a.*
Cornale	99	0	17	25
Ferrera Erbognone EST	96	0	17	n.a.*
Parona	100	0	21	n.a.*
Sannazzaro de' Burgondi	(78)	0	23	n.a.*
Vigevano	98	0	23	n.a.*
Voghera	98	0	19	n.a.*
<i>Altre stazioni</i>				
<i>Mortara</i>	<i>100</i>	<i>0</i>	<i>20</i>	<i>n.a.*</i>

*Limite non applicabile in quanto la stazione non è idonea alla valutazione della protezione della vegetazione secondo le prescrizioni dell'allegato III, paragrafo 3, punto 2, del D. Lgs. 155/2010.

3.2.4 Ozono

L'ozono è rilevato da ARPAE presso le stazioni di fondo (urbano, suburbano, rurale e rurale remoto) della rete di monitoraggio della qualità dell'aria. Nel 2018 il parametro ozono, tipico inquinante estivo di area vasta, ha rispettato la soglia di allarme (limite di 240 µg/m³ da non superare per più di 3 ore consecutive) in tutte le stazioni di misura.

La soglia di informazione (limite orario di 180 µg/m³) è invece stata rispettata nella sola stazione di fondo rurale remoto localizzata in zona Appennino di Corte Brugnatella (Tabella 3.2.9), da segnalare però che il numero di superamenti ha visto una notevole diminuzione rispetto al 2017 (Figura 3.2.6), in particolare nelle stazioni di misura di fondo rurale (Besenzone) e di fondo suburbano (Lugagnano). Da notare le notevoli differenze interannuali dovute principalmente alle condizioni meteorologiche dei diversi anni più o meno favorevoli alla formazione dell'inquinante.

Il numero di giorni di superamento della soglia di 120 µg/m³ nel 2018 (Tabella 3.2.10), risultano distribuiti da aprile a settembre, periodo nel quale le temperature si sono mantenute al di sopra della norma. Dai dati emerge inoltre che per le stazioni localizzate in pianura (Parco Montecucco e Besenzone) l'indicatore risulta praticamente invariato rispetto all'anno precedente (Figura 3.2.7), mentre per le stazioni in media ed alta collina (Lugagnano e Corte Brugnatella) si registra un netto calo delle giornate di superamento.

Il valore obiettivo per la protezione della salute prevede che il valore di 120 µg/m³ sulla media di 8 ore non venga superato per più di 25 giorni, come media sul triennio: dalla tabella dei valori medi triennali (Tabella 3.2.11), emerge per il triennio 2016-2018 il mancato rispetto del valore obiettivo in tutte le

stazioni ad esclusione della stazione di fondo rurale remoto in zona Appennino di Corte Brugnatella. Dalla Figura 3.2.8 risulta ben evidente la costante criticità di questo inquinante in tutto il territorio che ricade nell'area Pianura Ovest.

Tabella 3.2.9 – ARPAE – O₃, superamenti 2018 della soglia informazione rilevati nelle stazioni della provincia di Piacenza

OZONO	Numero di ore di superamento della soglia di informazione (180 µg/m ³)				
	2018	Parco Montecucco	Besenzone	Lugagnano	Corte Brugnatella
Gennaio	0	0	0	0	0
Febbraio	0	0	0	0	0
Marzo	0	0	0	0	0
Aprile	0	0	0	0	0
Maggio	0	0	0	0	0
Giugno	0	0	0	0	0
Luglio	24	1	2	0	0
Agosto	7	0	3	0	0
Settembre	1	0	0	0	0
Ottobre	0	0	0	0	0
Novembre	0	0	0	0	0
Dicembre	0	0	0	0	0
ANNO	32	1	5	0	0

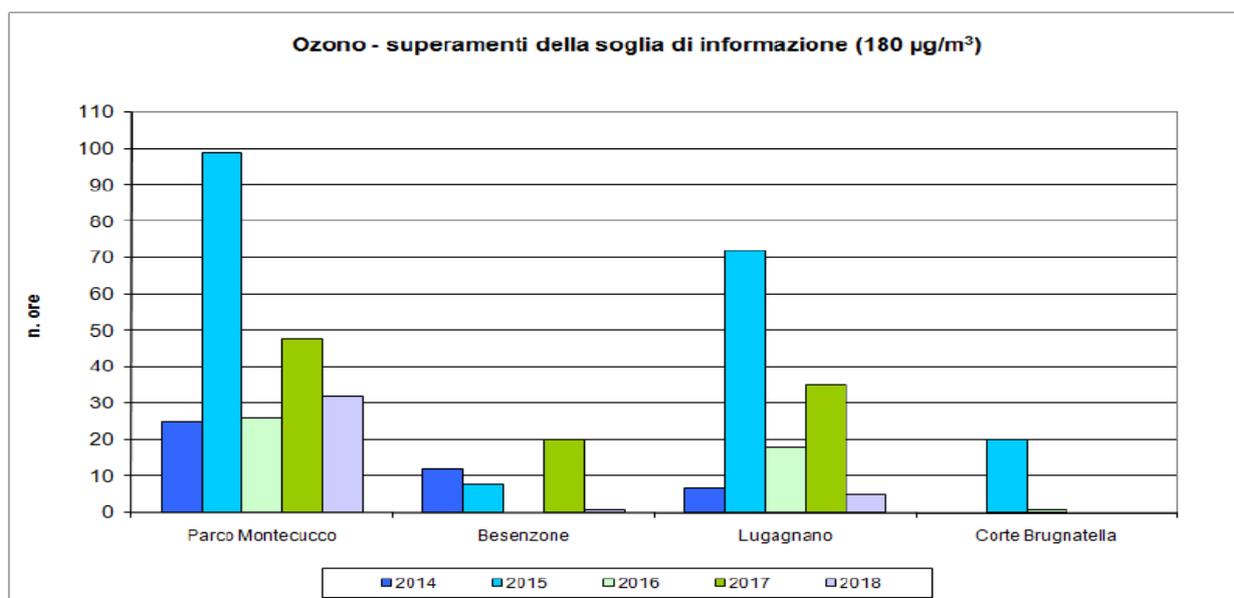


Figura 3.2.6 – ARPAE - O₃. Superamenti dal 2014 al 2018 della soglia di informazione rilevati nelle stazioni della provincia di Piacenza.

Tabella 3.2.10 – ARPAE – O₃, superamenti 2018 della soglia di 120 µg/m³ rilevati nelle stazioni della provincia di Piacenza

OZONO	Numero di giorni di superamento del valore obiettivo per la protezione della salute (120 µg/m ³ media mobile 8 ore)				
	2018	Parco Montecucco	Besenzone	Lugagnano	Corte Brugnatella
Gennaio	0	0	0	0	0
Febbraio	0	0	0	0	0
Marzo	0	0	0	0	0
Aprile	2	0	3	1	0
Maggio	4	1	0	0	0
Giugno	14	9	0	1	0
Luglio	26	18	13	6	0
Agosto	22	18	17	6	0
Settembre	12	14	14	6	0
Ottobre	0	0	0	0	0
Novembre	0	0	0	0	0
Dicembre	0	0	0	0	0
ANNO	80	60	47	20	0

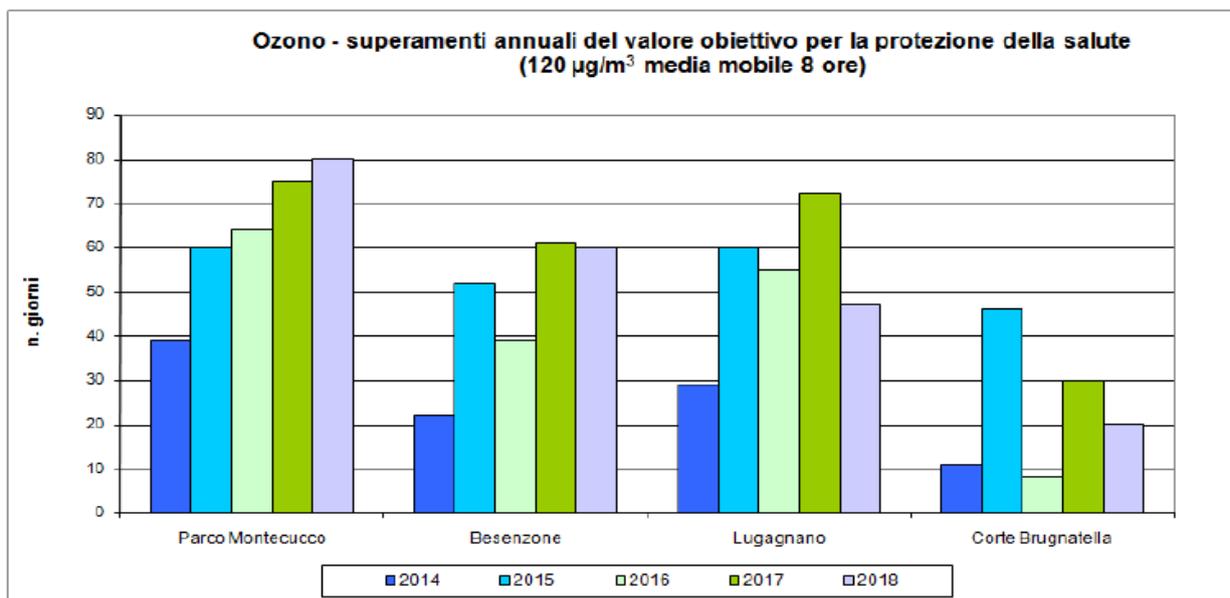


Figura 3.2.7 – ARPAE - O₃. Superamenti dal 2014 al 2018 della soglia di 120 µg/m³ rilevati nelle stazioni della provincia di Piacenza.

Tabella 3.2.11 – ARPAE – O₃, superamenti triennali 2010-2018 del valore obiettivo per la protezione della salute rilevati nelle stazioni della provincia di Piacenza

OZONO	Numero di giorni di superamento del valore obiettivo per la protezione della salute - annuali e medie triennali (120 µg/m ³ media mobile 8 ore)			
	Parco Montecucco	Besenzone	Lugagnano	Corte Brugnatella
2010	55	57	36	29
2011	71	60	47	19
2012	74	66	53	35
2013	65	53	50	33
2014	39	22	29	11
2015	60	52	60	46
2016	64	39	55	8
2017	75	61	72	30
2018	80	60	47	20
media 2010-2012	67	61	45	28
media 2011-2013	70	60	50	29
media 2012-2014	59	47	44	26
media 2013-2015	55	42	46	30
media 2014-2016	54	38	48	22
media 2015-2017	66	51	62	28
media 2016-2018	73	53	58	19

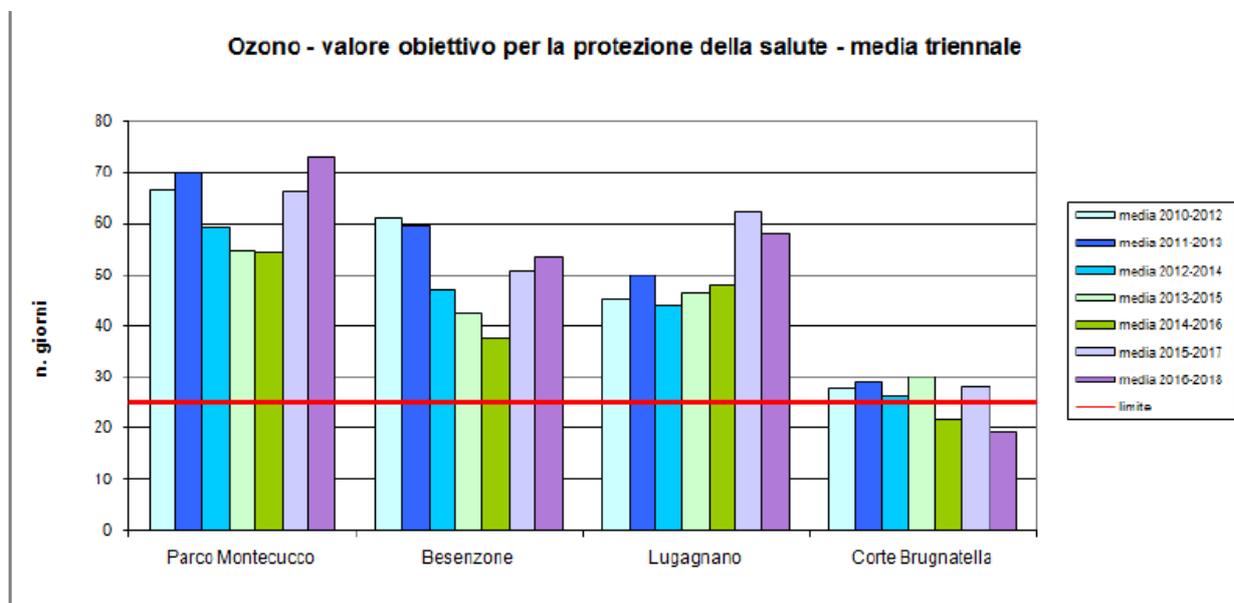


Figura 3.2.8 – ARPAE - O₃. Superamenti triennali 2010-2018 del valore obiettivo per la protezione della salute rilevati nelle stazioni della provincia di Piacenza.

La verifica del rispetto del valore obiettivo per la protezione della vegetazione ($AOT_{40} = 18000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$, da calcolare come media sui 5 anni precedenti, (Tabella 3.2.12) vede una situazione grosso modo invariata rispetto alla verifica dello scorso anno per tutte le stazioni tranne quella di Lugagnano (fondo suburbano), che si riporta sui valori dell'indicatore AOT_{40} del 2016. Il valore obiettivo è rispettato a Corte Brugnatella, mentre è superato in tutte le restanti stazioni (Figura 3.2.9).

Tabella 3.2.12 – ARPAE – O_3 , AOT_{40} quinquennali 2010-2018 per la protezione della vegetazione rilevati nelle stazioni della provincia di Piacenza

OZONO	Protezione della vegetazione - AOT_{40} ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$)			
	Parco Montecucco	Besenzone	Lugagnano	Corte Brugnatella
2010	35325	30285	21964	21436
2011	29014	26603	21775	13737
2012	35177	29460	24347	15936
2013	32840	28819	24645	16931
2014	26939	24506	26510	11709
2015	42822	31315	41815	27538
2016	29219	20257	26968	9960
2017	38169	32026	37014	16961
2018	36092	23633	12232	10949
media 2010-2014	31859	27935	23848	15950
media 2011-2015	33358	28141	27818	17170
media 2012-2016	33399	26871	28857	16415
media 2013-2017	33998	27385	31390	16620
media 2014-2018	34648	26348	28908	15423

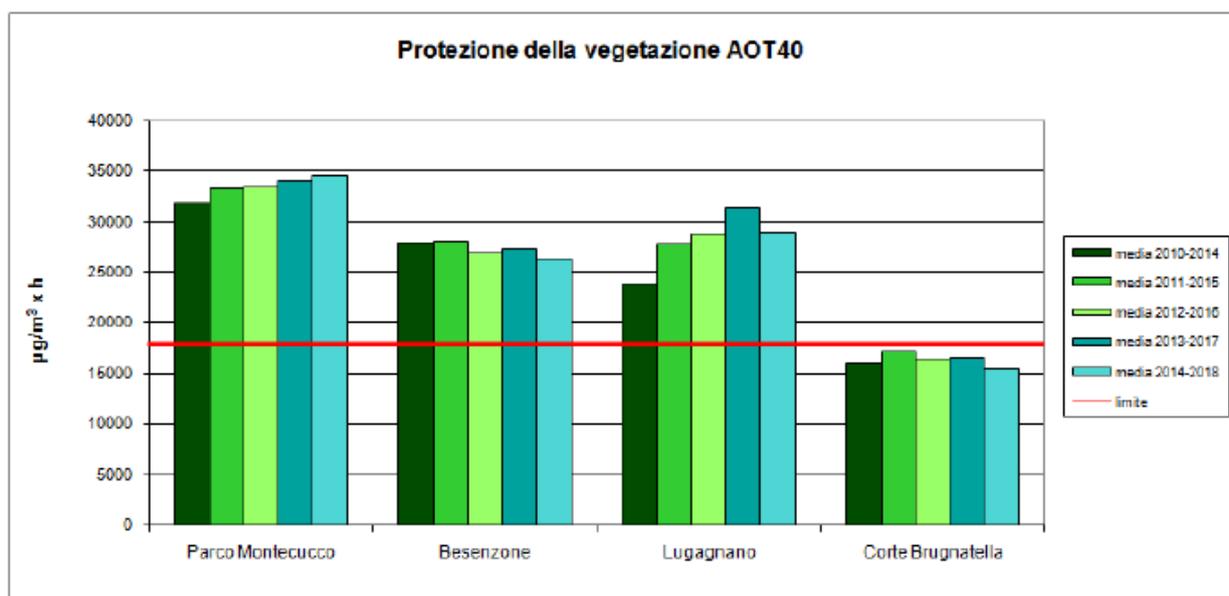


Figura 3.2.9 – ARPAE - O_3 . AOT_{40} quinquennali 2010-2018 per la protezione della vegetazione rilevati nelle stazioni della provincia di Piacenza

In Tabella 3.2.13 e Tabella 3.2.14 si confrontano i livelli misurati con i valori di riferimento, definiti dal D. Lgs. 155/2010 riportati da ARPA Lombardia per le province di Lodi e Pavia. Le tabelle riportano inoltre l'indicatore SOMO35 (sum of means over 35), applicato dal programma CAFE (Amann et al., 2005) per il calcolo degli effetti sanitari attribuibili all'ozono. SOMO35, la cui valutazione non costituisce un obbligo di legge, è la somma delle eccedenze, al di sopra del valore di *cut-off* di 35 ppb, del massimo giornaliero delle medie su 8 ore, calcolato per ogni giorno dell'anno. I dati di AOT40 e SOMO35 riportati in tabella sono valori stimati attraverso la normalizzazione rispetto al numero di dati effettivamente misurati.

Tabella 3.2.13 – O₃ dati analizzati nella provincia di Lodi per il 2018.
Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa

Stazione	Rendimento (%)	Media annuale (µg/m ³)	N° giorni con superamento della soglia di informazione (180 µg/m ³)	N° giorni con superamento della soglia di allarme (240 µg/m ³)	
<i>Stazioni del Programma di Valutazione</i>					
Lodi – S.Alberto	98	47	1	0	
Abbadia Cerreto	97	44	2	0	
Bertonico	97	51	5	0	
<i>Altre stazioni</i>					
Montanaso	93	48	3	0	
Stazione	Protezione salute umana		Protezione vegetazione		SOMO35 (µg/m ³ -giorno)
	N° superamenti del valore obiettivo giornaliero (120 µg/m ³ , come massimo della media mobile su 8 ore)	N° superamenti del valore obiettivo giornaliero come media ultimi 3 anni (120 µg/m ³ , come massimo della media mobile su 8 ore, da non superare più di 25 giorni/anno)	AOT40 mag÷lug come media ultimi 5 anni (valore obiettivo: 18000 µg/m ³ -h)	AOT40 mag÷lug 2018 (µg/m ³ -h)	
<i>Stazioni del Programma di Valutazione</i>					
Lodi – S.Alberto	71	71	n.a.*	n.a.*	8223
Abbadia Cerreto	62	80	39886	29450	7766
Bertonico	89	82	36741	38322	9857
<i>Altre stazioni</i>					
Montanaso	78	82	36700	33816	8743

*Limite non applicabile in quanto la stazione non è idonea alla valutazione della protezione della vegetazione secondo le prescrizioni dell'allegato VII e VIII del D. Lgs. 155/2010.

**Tabella 3.2.14 – O₃ dati analizzati nella provincia di Pavia per il 2018.
Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa**

Stazione	Rendimento (%)	Media annuale (µg/m ³)	N° giorni con superamento della soglia di informazione (180 µg/m ³)	N° giorni con superamento della soglia di allarme (240 µg/m ³)	
<i>Stazioni del Programma di Valutazione</i>					
Pavia – via Folperti	99	46	5	0	
Casoni Borroni	85	45	0	0	
Cornale	98	49	8	0	
Ferrera Erbognone EST	97	50	1	0	
Voghera	97	49	0	0	
<i>Altre stazioni</i>					
Mortara	100	48	0	0	
Stazione	Protezione salute umana		Protezione vegetazione		SOMO35 (µg/m ³ -giorno)
	N° superamenti del valore obiettivo giornaliero (120 µg/m ³ , come massimo della media mobile su 8 ore)	N° superamenti del valore obiettivo giornaliero come media ultimi 3 anni (120 µg/m ³ , come massimo della media mobile su 8 ore, da non superare più di 25 giorni/anno)	AOT40 mag÷lug come media ultimi 5 anni (valore obiettivo: 18000 µg/m ³ -h)	AOT40 mag÷lug 2018 (µg/m ³ -h)	
<i>Stazioni del Programma di Valutazione</i>					
Pavia – via Folperti	62	62	n.a.*	n.a.*	7554
Casoni Borroni	25	46	n.a.*	n.a.*	6039
Cornale	70	67	32092	34132	8692
Ferrera Erbognone	56	53	n.a.*	n.a.*	7941
Voghera	47	50	n.a.*	n.a.*	6752
<i>Altre stazioni</i>					
Mortara	64	57	n.a.*	n.a.*	8004

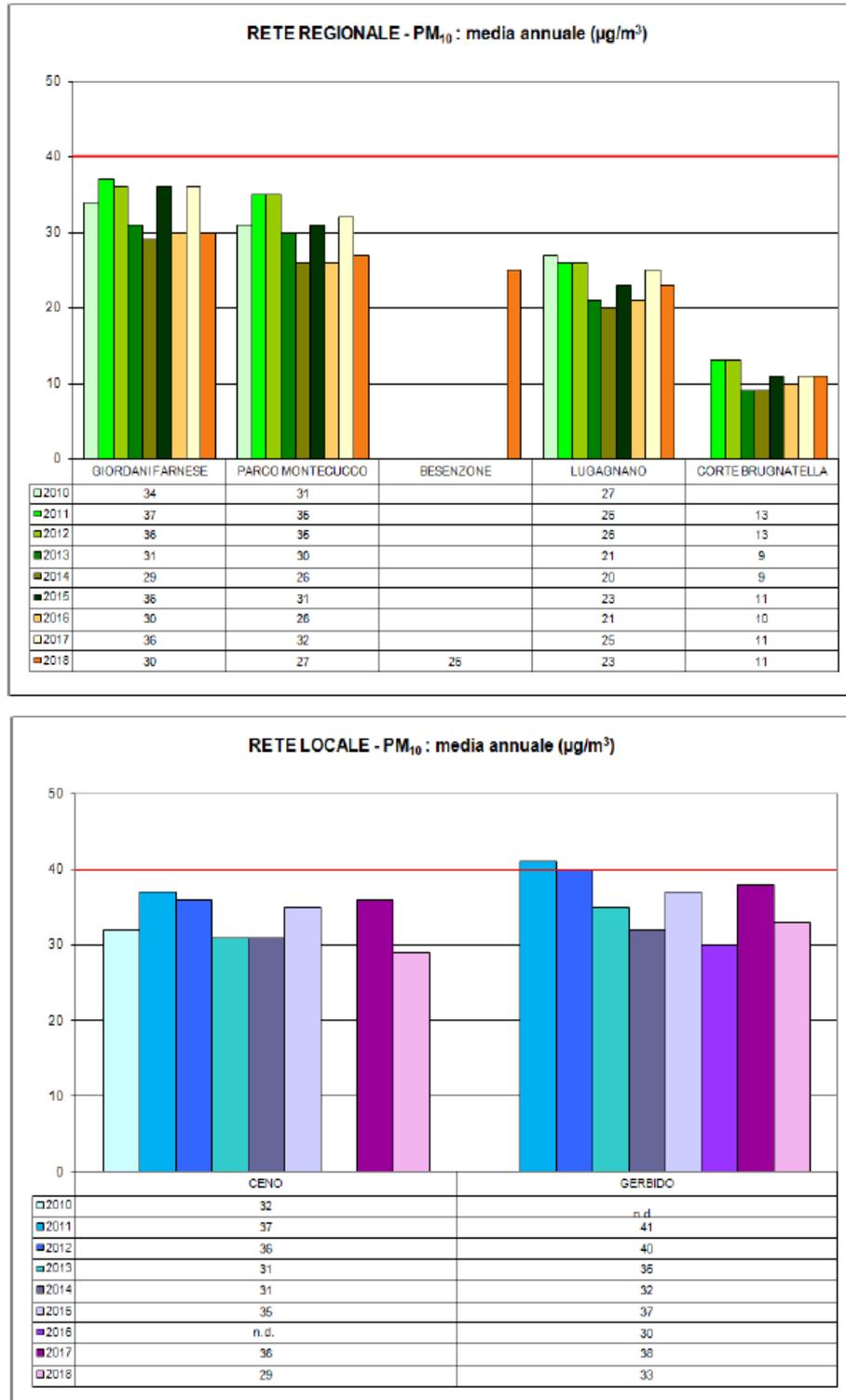
*Limite non applicabile in quanto la stazione non è idonea alla valutazione della protezione della vegetazione secondo le prescrizioni dell'allegato VII e VIII del D. Lgs. 155/2010.

3.2.6 *Particolato PM₁₀*

Le polveri PM₁₀ sono rilevate da ARPAE con campionamenti giornalieri in tutte le stazioni della rete di monitoraggio collocate sul territorio della provincia di Piacenza. Gli analizzatori in continuo installati nelle stazioni utilizzano un metodo, equivalente a quello di riferimento, che sfrutta il principio dell'attenuazione della radiazione β da parte della polvere raccolta sui filtri.

Nel 2018, grazie a condizioni meteorologiche più favorevoli alla dispersione degli inquinanti rispetto all'anno precedente, si è registrata in tutto il territorio regionale una diminuzione delle medie annuali delle concentrazioni (Figura 3.2.10), che risultano tra le più basse degli ultimi anni. Le stazioni collocate nell'area urbana hanno valori medi annuali pari a: 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Giordani Farnese (traffico), 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Parco Montecucco (fondo urbano), 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Ceno (stazione locale) e 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Gerbido (stazione locale). La stazione di fondo rurale remoto di Corte Brugnatella, collocata in un'area non direttamente influenzata da sorgenti di inquinamento, registra la media annuale più bassa e si attesta sul medesimo valore dello scorso anno, pari 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tutti i valori medi annuali del PM₁₀ si mantengono inferiori al limite di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; in tutte le stazioni.

Anche il numero di superamenti del valore limite giornaliero di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Figura 3.2.11), è in miglioramento in tutte le postazioni della rete, i giorni di superamento nel 2018 sono superiori ai 35 consentiti nella sola stazione locale di Piacenza-Gerbido (42 superamenti).



**Figura 3.2.10 – ARPAE – PM₁₀. Concentrazione media annuale 2010-2018
rilevate nelle stazioni della provincia di Piacenza**

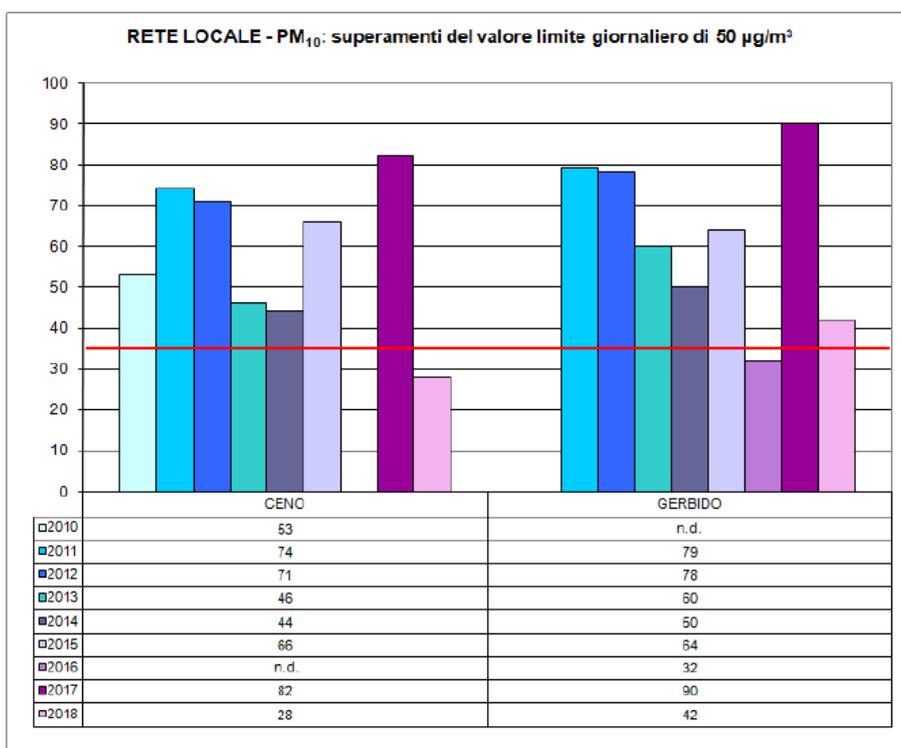
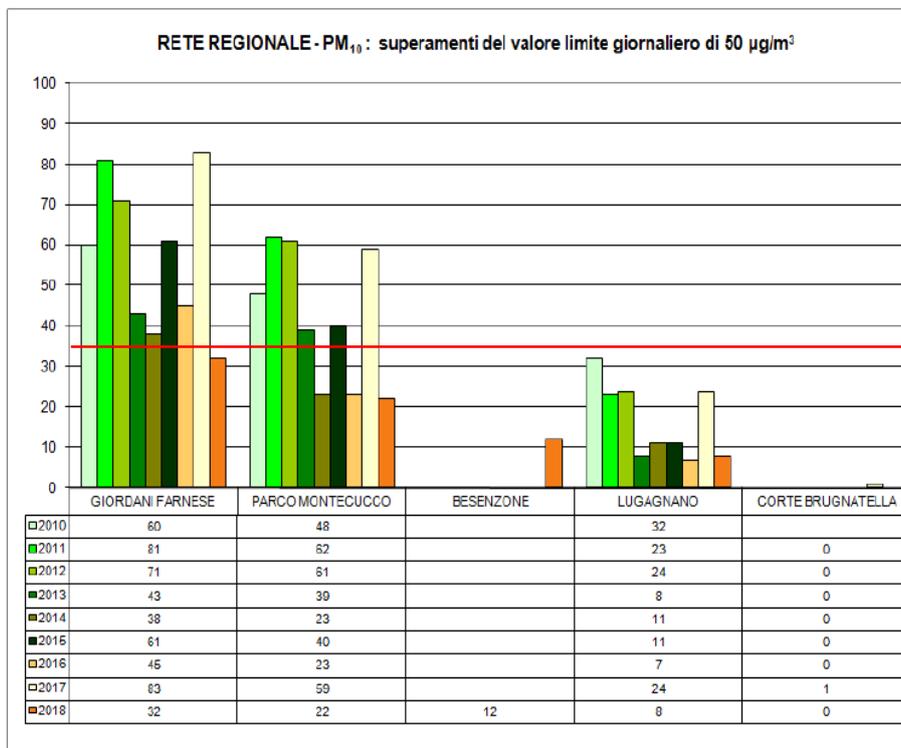


Figura 3.2.11 – ARPAE – PM₁₀. Superamenti della concentrazione limite giornaliera 2010 – 2018 rilevati nelle stazioni della provincia di Piacenza

L'analisi della stagionalità delle concentrazioni condotta da ARPAE conferma l'influenza delle condizioni meteorologiche nel determinare il raggiungimento di concentrazioni critiche ed in particolare le condizioni di stagnazione e scarsa estensione verticale dello strato rimescolato tipiche della stagione fredda ed il perdurare dell'assenza di precipitazioni, nonché il beneficio associato agli eventi di buona ventosità e precipitazioni intense e/o prolungate. Ulteriore elemento di criticità durante il periodo invernale è la presenza di sorgenti aggiuntive come, ad esempio, il riscaldamento domestico.

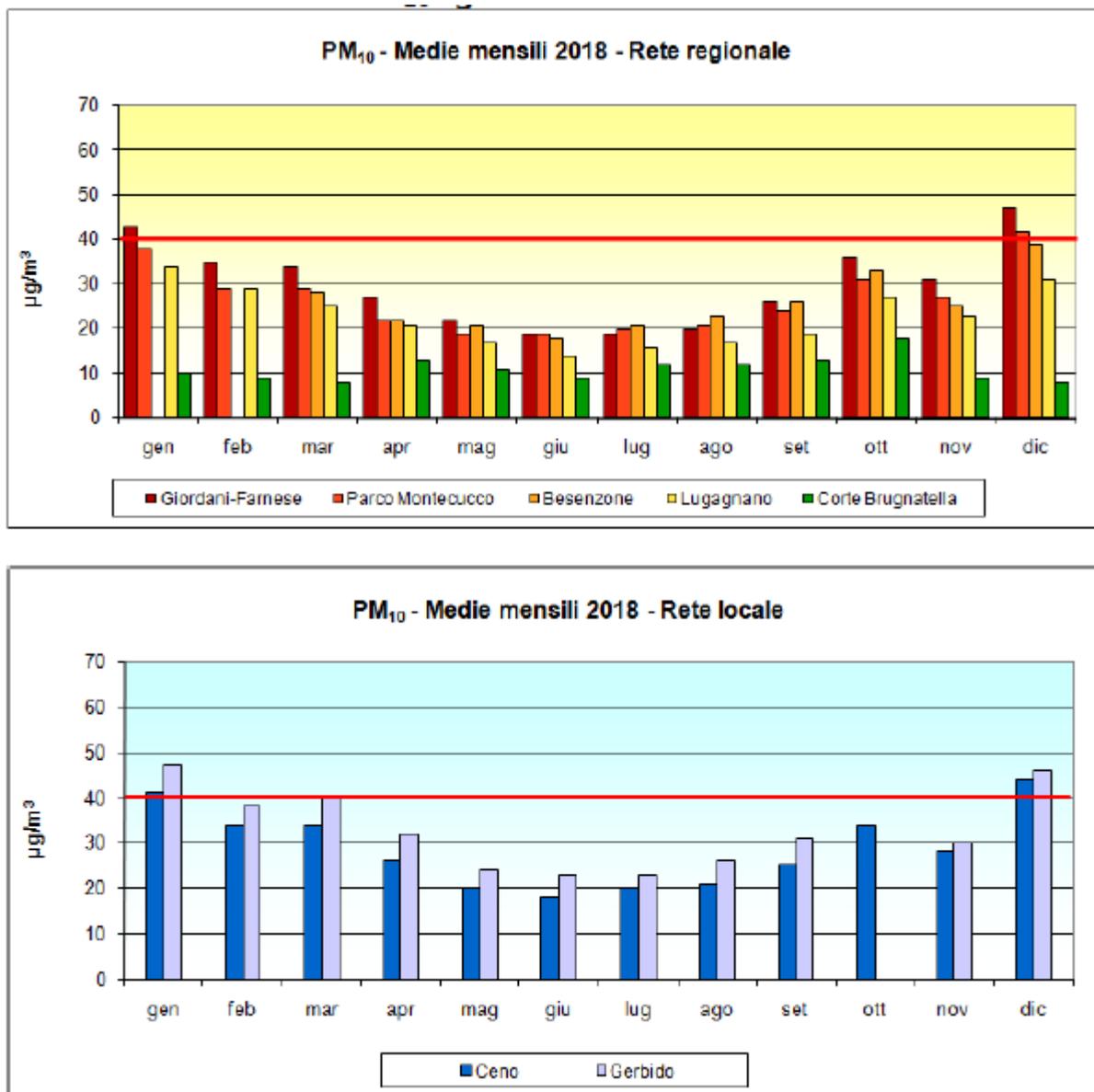


Figura 3.2.12 – ARPAE – PM₁₀ – Concentrazioni medie mensili 2018 rilevate nelle stazioni della provincia di Piacenza

In Tabella 3.2.15 e Tabella 3.2.16 si confrontano i livelli di PM₁₀ misurati da ARPA Lombardia nelle provincie di Lodi e Pavia con i valori di riferimento, definiti dal D. Lgs. 155/2010. Analogamente alla provincia di Piacenza, nessuna stazione ha registrato una concentrazione annuale media al di sopra del limite normativo di 40 µg/m³ mentre il numero di 35 superamenti consentiti dalla legge del limite giornaliero di 50 µg/m³. è stato rispettato solo nelle stazioni di San Rocco al Porto (LO), Casoni Borroni (PV) e Sannazzaro de' Burgondi (PV).

Tabella 3.2.15 – PM₁₀ dati analizzati nella provincia di Lodi per il 2018.
Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa

Stazioni	Rendimento (%)	Media annuale (limite: 40 µg/m ³)	N° superamenti del limite giornaliero (50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte/anno)
<i>Stazioni del Programma di Valutazione</i>			
Lodi – V.le Vignati	98	38	78
Lodi – S.Alberto	97	31	41
Bertonico	99	31	43
Codogno	99	35	59
San Rocco al Porto	96	28	29
Tavazzano	99	34	57
<i>Altre stazioni</i>			
Montanaso	92	31	38

Tabella 3.2.16 – PM₁₀ dati analizzati nella provincia di Pavia per il 2018.
Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa

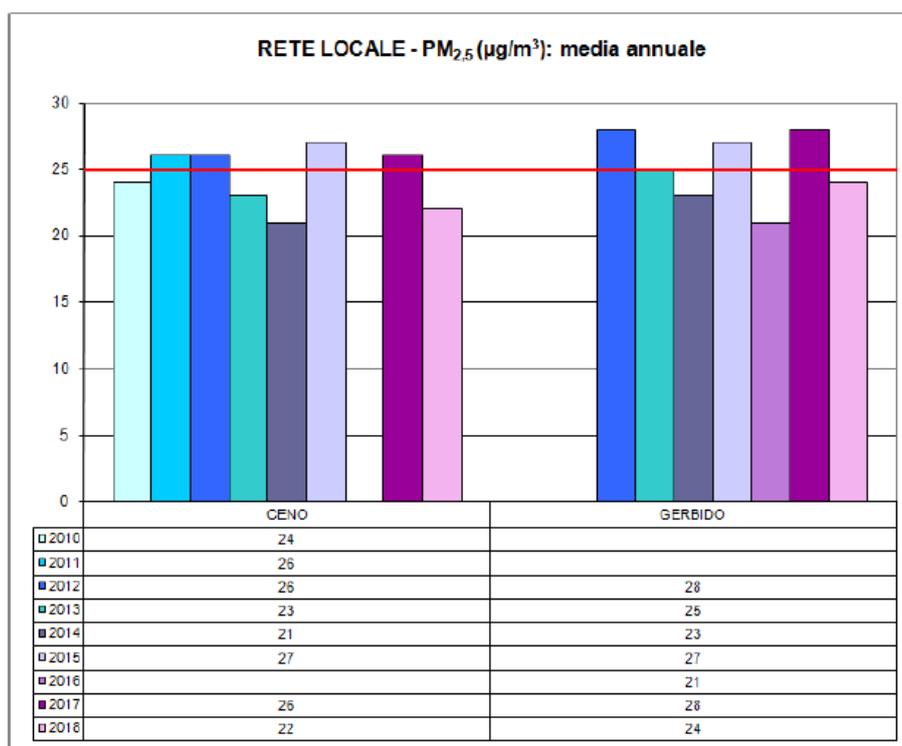
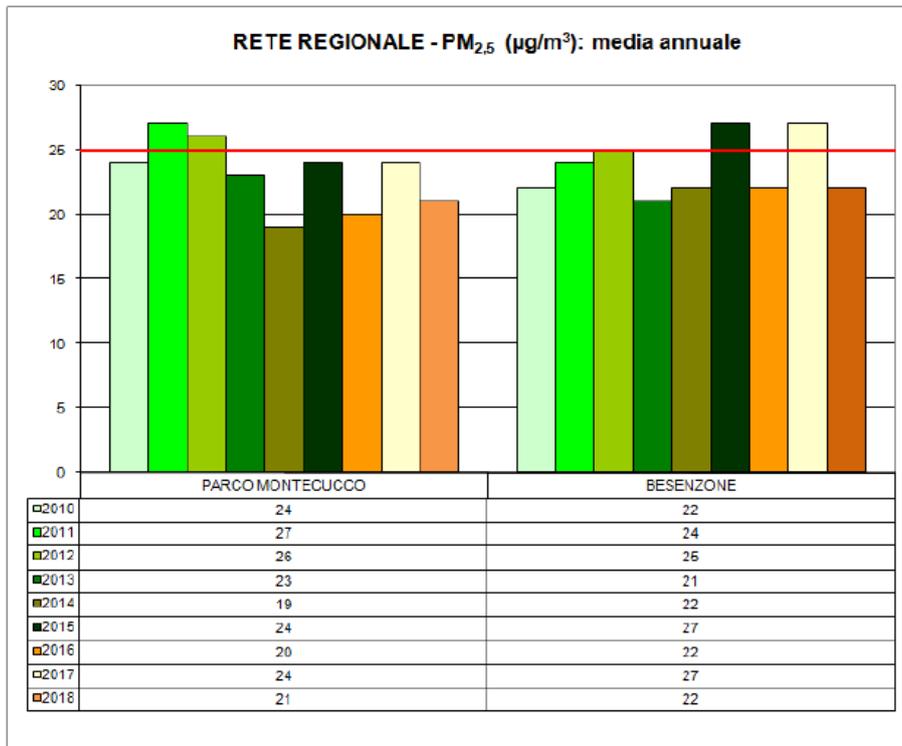
Stazioni	Rendimento (%)	Media annuale (limite: 40 µg/m ³)	N° superamenti del limite giornaliero (50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte/anno)
<i>Stazioni del Programma di Valutazione</i>			
Pavia – via Folperti	95	30	41
Pavia – p.zza Minerva	93	35	53
Casoni Borroni	96	27	33
Parona	95	31	50
Sannazzaro de' Burgondi	95	28	33
Vigevano	95	34	58
Voghera	95	29	37

3.2.8 *Particolato PM_{2,5}*

Il particolato PM_{2,5} è rilevato da ARPAE in provincia di Piacenza con campionamenti giornalieri presso le stazioni di Parco Montecucco (fondo urbano), Besenzone (fondo rurale), Ceno e Gerbido (locali). Gli analizzatori in continuo installati nelle stazioni utilizzano un metodo, equivalente a quello di riferimento, che sfrutta il principio dell'attenuazione della radiazione β da parte della polvere raccolta sui filtri.

Il limite per la media annuale di 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il PM_{2,5} risulta rispettato in tutte le stazioni in cui viene monitorato, mentre è ampiamente superato in tutte le stazioni il valore guida indicato dall'OMS, pari a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Come per il PM₁₀, anche per il PM_{2,5} le medie annuali risultano in calo rispetto all'anno precedente (Figura 3.2.13).



**Figura 3.2.13 – ARPAE – PM_{2.5}. Concentrazione media annuale 2010-2018
rilevate nelle stazioni della provincia di Piacenza**

La Figura 3.2.14, che riporta le concentrazioni medie mensili evidenzia la medesima stagionalità del PM₁₀.

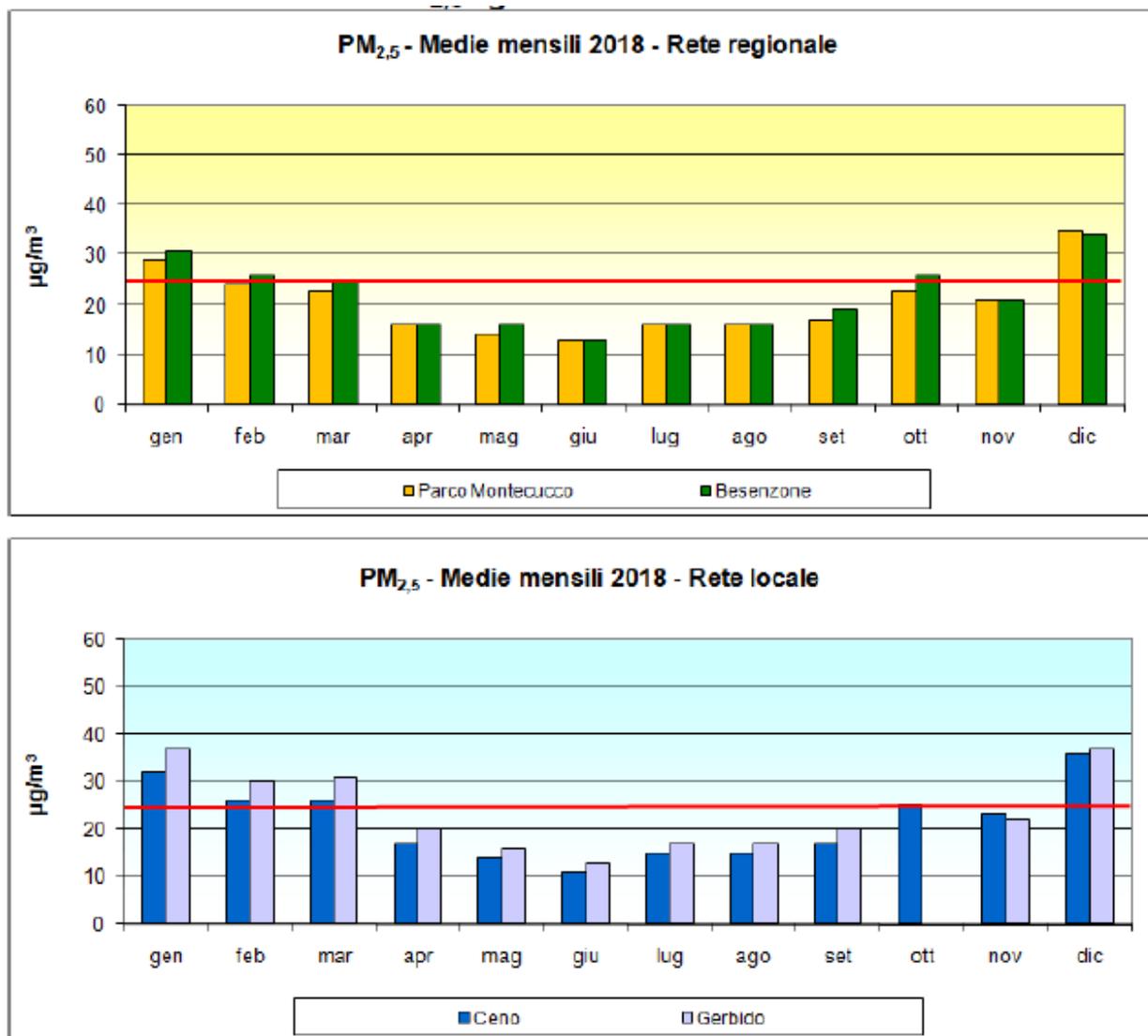


Figura 3.2.14 – ARPAE – PM_{2.5} – Concentrazioni medie mensili 2018 rilevate nelle stazioni della provincia di Piacenza

Per le stazioni di Piacenza Parco Montecucco (fondo urbano), Besenzone (fondo rurale), Ceno e Gerbido (locali) dove sono misurate simultaneamente le frazioni di particolato PM₁₀ e PM_{2.5} si riportano i grafici di confronto dei due parametri dove emerge chiaramente come il PM_{2.5} rappresenti una frazione molto significativa del PM₁₀ (Figura 3.2.15).

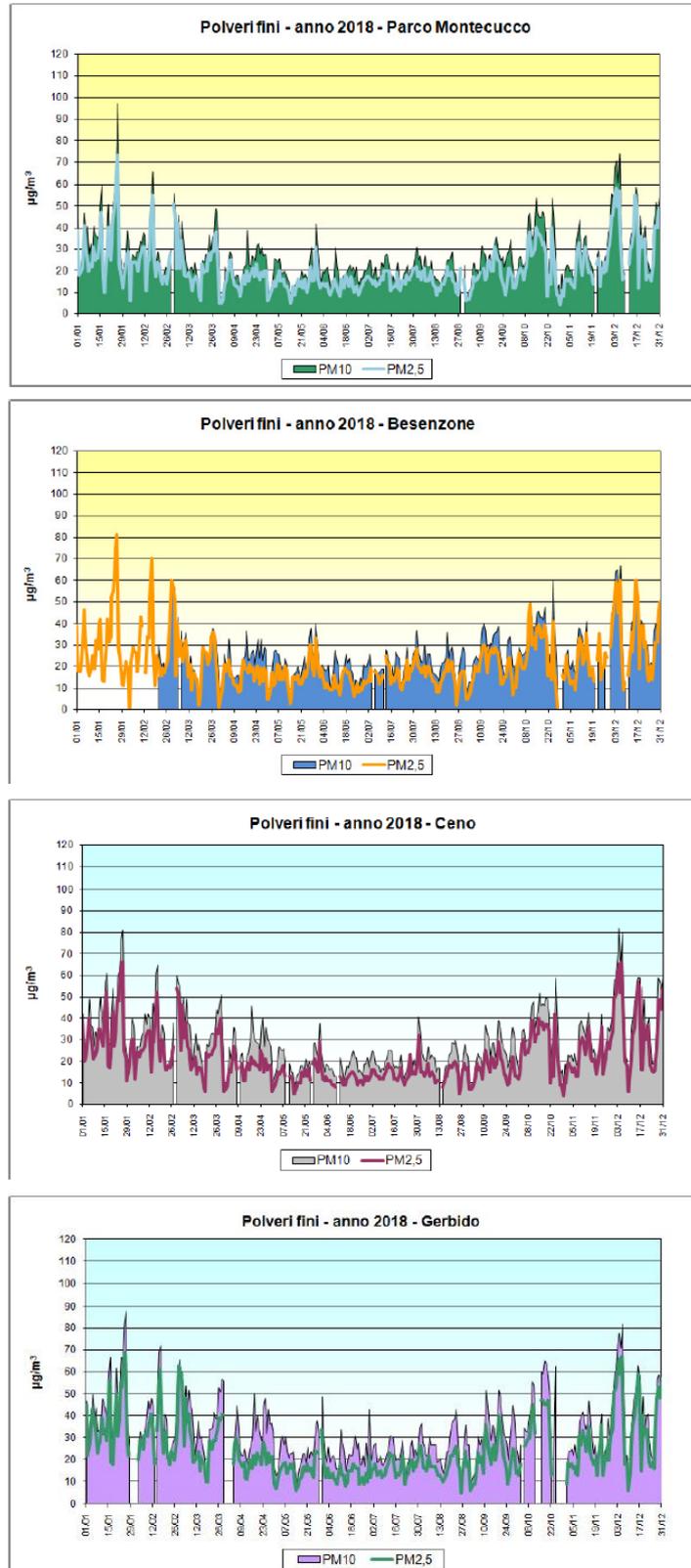


Figura 3.2.15 – ARPAE – PM₁₀ e PM_{2.5} – Concentrazioni medie giornaliere 2018 rilevate nelle stazioni della provincia di Piacenza

In Tabella 3.2.17 e Tabella 3.2.18 si confrontano i livelli di PM_{2.5} misurati da ARPA Lombardia nelle provincie di Lodi e Pavia con i valori di riferimento, definiti dal D. Lgs. 155/2010. Analogamente alla provincia di Piacenza, nessuna stazione ha registrato una concentrazione annuale media al di sopra del limite normativo di 25 µg/m³.

Tabella 3.2.17 – PM_{2.5} dati analizzati nella provincia di Lodi per il 2018.
Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa

Stazione	Rendimento (%)	Media annuale (limite: 25 µg/m ³)
<i>Stazioni del Programma di Valutazione</i>		
Lodi – v.le Vignati	88	18
Lodi - S.Alberto	97	24

Tabella 3.2.18 – PM_{2.5} dati analizzati nella provincia di Pavia per il 2018.
Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa

Stazioni	Rendimento (%)	Media annuale (limite: 25 µg/m ³)
<i>Stazioni del Programma di Valutazione</i>		
Pavia – via Folperti	89	23
Sannazzaro de' Burgondi	89	21
Cornale	95	22
<i>Altre stazioni</i>		
Mortara	95	19

3.2.9 Benzene

Il Benzene (C₆H₆) è monitorato in continuo da ARPAE, insieme ad altri idrocarburi aromatici come Toluene, Etilbenzene e gli Xileni, presso la stazione urbana da traffico di Giordani – Farnese.

Per il parametro benzene si registra il rispetto del riferimento normativo in quanto la media annuale si mantiene al di sotto del limite annuale di 5 µg/m³, con valori nell'ultimo decennio compresi tra 1.1 µg/m³ e 1.5 µg/m³ (Figura 3.2.16).

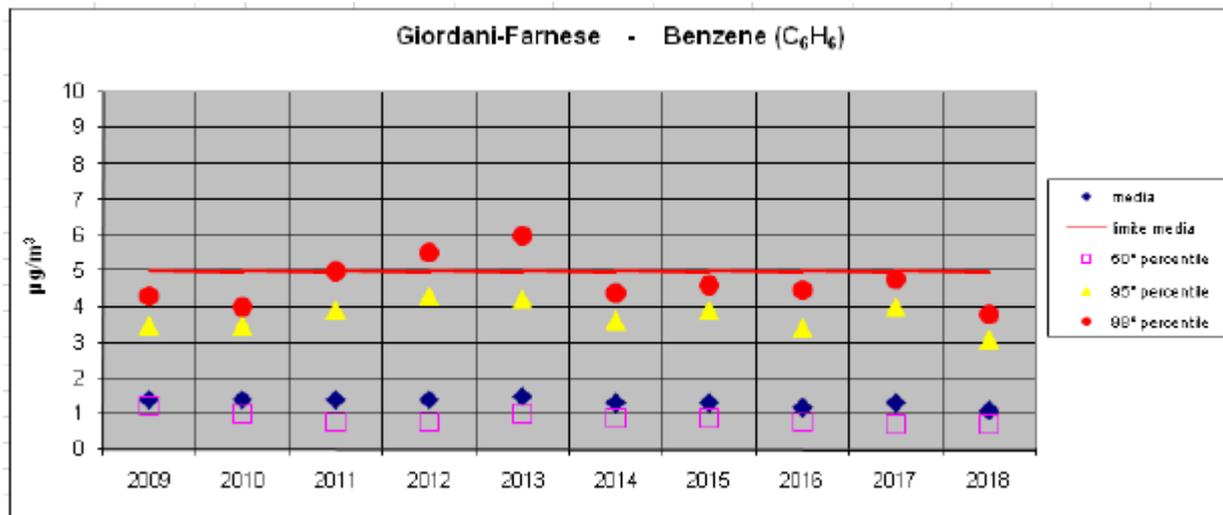


Figura 3.2.16 – ARPAE – C₆H₆ – Concentrazioni medie annue e percentili 2009-2018 rilevati nella stazione da traffico urbano Giordani-Farnese

In Tabella 3.2.19 e Tabella 3.2.20 si confrontano i livelli di C₆H₆ misurati da ARPA Lombardia nelle provincie di Lodi e Pavia con i valori di riferimento, definiti dal D. Lgs. 155/2010. Analogamente alla provincia di Piacenza, nessuna stazione ha registrato una concentrazione annuale media al di sopra del limite normativo di 5 µg/m³, con valori nel 2018 compresi tra 0.5 µg/m³ e 1.0 µg/m³.

Tabella 3.2.19 – C₆H₆ dati analizzati nella provincia di Lodi per il 2018. Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa

Stazione	Rendimento (%)	Media annuale (limite: 5 µg/m ³)
<i>Stazioni del Programma di Valutazione</i>		
Lodi – v.le Vignati	94	0.5

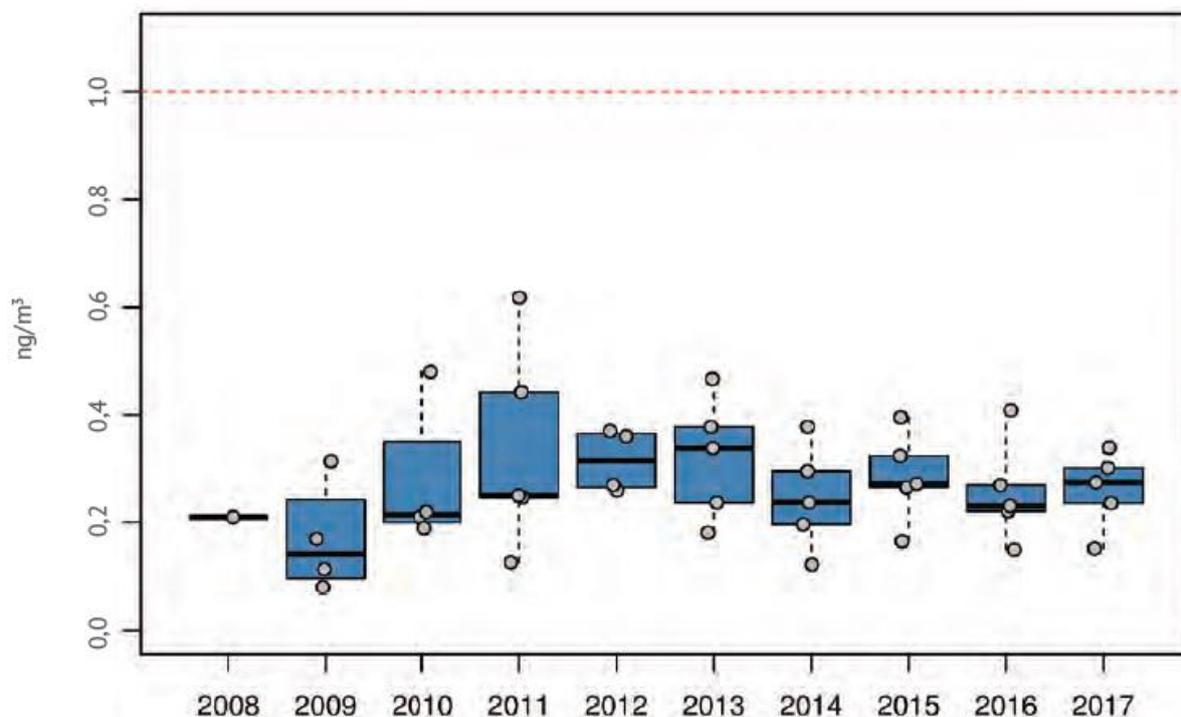
Tabella 3.2.20 – C₆H₆ dati analizzati nella provincia di Pavia per il 2018. Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa

Stazione	Rendimento (%)	Media annuale (limite: 5 µg/m ³)
<i>Stazioni del Programma di Valutazione</i>		
Pavia – via Folperti	95	0.8
Cornale	87	0.6
Sannazzaro de' Burgondi	96	1.0
Voghera	87	0.6

3.2.10 Benzo(a)pirene

La legge prevede per il benzo(a)pirene, un valore obiettivo di 1 ng/m^3 come media annua. Questo inquinante non è monitorato nella provincia di Piacenza, di seguito vengono quindi riportate le informazioni relative alle 5 stazioni della rete Regionale: Giardini Margherita (BO); Cittadella (PR); Parco Ferrari (MO); Isonzo (FE); Marecchia (RM); dove questo parametro viene rilevato.

Il valore medio annuale di benzo(a)pirene, rilevato nelle 5 stazioni della rete regionale, nel decennio 2008-2017, è pienamente rispettato in tutta la regione Emilia-Romagna, con valori che nel 2017 oscillano fra 0.15 e 0.34 ng/m^3 a seconda delle stazioni (Figura 3.2.17). Questo parametro ha una forte variabilità stagionale, essendo fortemente legato alla combustione della legna. Le concentrazioni più elevate si riscontrano in dicembre e in gennaio, con valori che raggiungono anche gli 1.4 ng/m^3 come media mensile. Per questo inquinante non si riscontra nessun andamento temporale e, negli ultimi anni, la variabilità intra annuale si è ridotta.



Nota: La linea rossa indica il valore obiettivo annuale (1 ng/m^3). I valori rilevati ogni anno dalle stazioni di fondo urbano e di traffico sono stati rappresentati in uno stesso grafico come boxplot. Ciascun box è centrato sulla mediana e rappresenta il 25° e 75° percentile dei valori medi annuali. Le linee verticali rappresentano il massimo e il minimo. I punti contenuti in ciascun box forniscono una indicazione del numero e del valore dei dati che formano la distribuzione rappresentata dal box

Figura 3.2.17 – ARPAE – Benzo(a)pirene - Concentrazioni annue a livello regionale 2008-2017

Analogamente a quanto accade per la provincia di Piacenza, anche per le provincie di Lodi e Pavia non vengono effettuate misure di benzo(a)pirene, vengono quindi riportate le informazioni relative alle 14 stazioni della rete Regionale Lombarda dove le stesse vengono effettuate (Tabella 3.2.21).

Il limite di 1 ng/m³ per il valore medio annuale è rispettato in 12 delle 14 stazioni, si evidenziano superamenti solo nella stazione di Meda (1.6 ng/m³) e Sondrio Paribelli (1.8 ng/m³).

Tabella 3.2.21 – ARPA Lombardia Benzo(a)pirene anno 2018.

Stazione	Zona	Prov.	Media annuale (valore limite: 1 ng/m ³)
			2018
Milano Senato	Agg. MI	MI	0.4
Milano Pascal	Agg. MI	MI	0.3
Meda	Agg. MI	MB	1.6
Bergamo Meucci	Agg. BG	BG	0.3
Brescia V. Sereno	Agg. BS	BS	0.6
Mantova S. Agnese	A	MN	0.3
Varese Copelli	A	VA	0.2
Magenta	A	MI	0.6
Casirate d'Adda	A	BG	0.5
Soresina	B	CR	0.3
Schivenoglia	B	MN	0.2
Moggio	C	LC	0.1
Sondrio Paribelli	D	SO	1.8
Darfo	D	BS	1.0

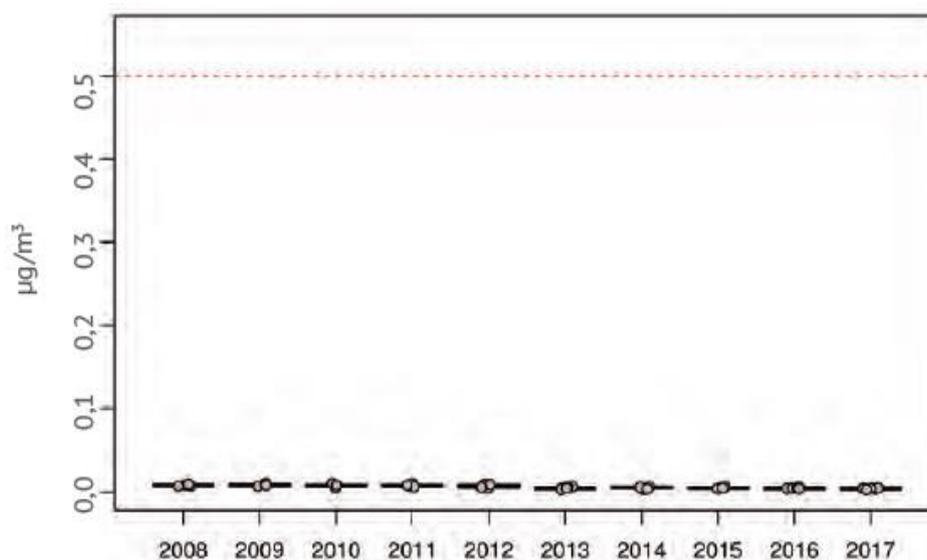
3.2.11 Piombo, Arsenico, Nichel e Cadmio

La legge prevede per i Metalli pesanti sui valori medi annuali i seguenti valori limite/obiettivo: limite di 0.5 µg/m³.per il piombo (Pb); obiettivo di 6 ng/m³ per l'arsenico (As); obiettivo di 20 ng/m³ per il nichel (Ni); obiettivo di 5 ng/m³ per il cadmio (Cd). Anche i Metalli, così come il benzo(a)pirene, non sono monitorati nella provincia di Piacenza, di seguito vengono quindi riportate le informazioni relative alle 5 stazioni della rete Regionale: Giardini Margherita (BO); Cittadella (PR); Parco Ferrari (MO); Isonzo (FE); Marecchia (RM); dove questo parametro viene rilevato.

Il valore limite e i valori obiettivo per i metalli pesanti, calcolati sulla base della media annuale delle concentrazioni mensili, rilevati nelle 5 stazioni della rete regionale, sono pienamente rispettati in tutta la regione Emilia-Romagna, nell'intero periodo preso in considerazione (2008-2017). Per tutti e quattro i metalli, sia le variazioni interannuali, che intrannuali risultano minime. Le concentrazioni di piombo sono inferiori di ben 2 ordini di grandezza al valore limite (Figura 3.2.18). Per quanto riguarda arsenico, nichel e cadmio, le concentrazioni mensili sono pressoché sempre inferiori al valore obiettivo di un ordine di grandezza (Figura 3.2.19, Figura 3.2.20 e Figura 3.2.21).

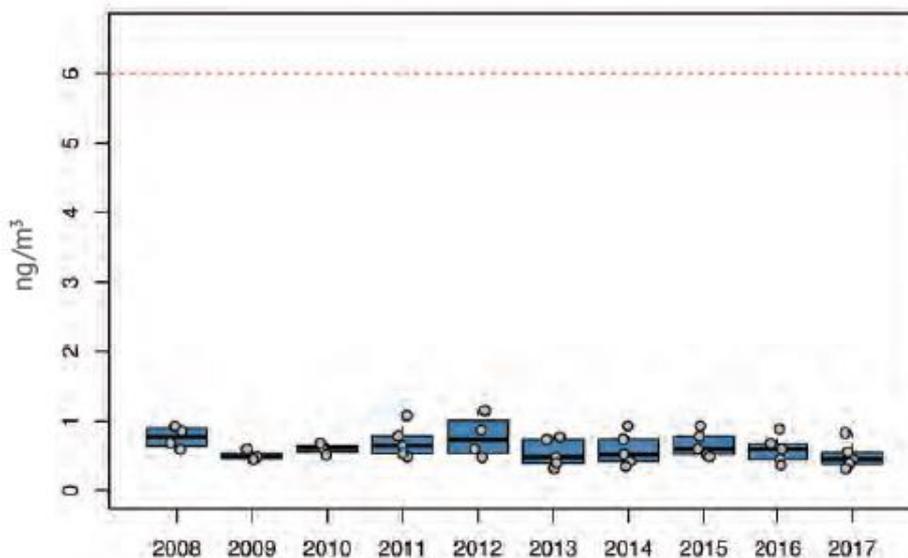
Analogamente a quanto accade per la provincia di Piacenza, anche per le provincie di Lodi e Pavia non vengono effettuate misure di benzo(a)pirene, vengono quindi riportate le informazioni relative alle 14 stazioni della rete Regionale Lombarda dove le stesse vengono effettuate (Tabella 3.2.22).

Come si può vedere, le concentrazioni dei metalli in esame sono ben al di sotto dei rispettivi limiti di legge sulla media annuale



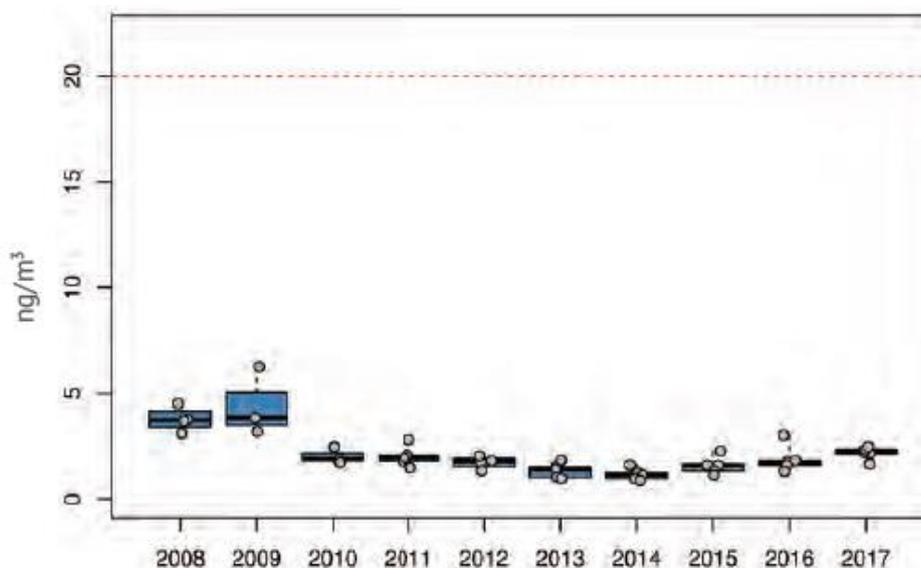
Nota: La linea rossa indica il valore limite annuale ($0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). I valori rilevati ogni anno dalle stazioni di fondo urbano e di traffico sono stati rappresentati in uno stesso grafico come boxplot. Ciascun box è centrato sulla mediana e rappresenta il 25° e 75° percentile dei valori medi annuali. Le linee verticali rappresentano il massimo e minimo. I punti contenuti in ciascun box forniscono una indicazione del numero e del valore dei dati che formano la distribuzione rappresentata dal box

Figura 3.2.18 – ARPAE –Pb - Concentrazioni annue a livello regionale 2008-2017



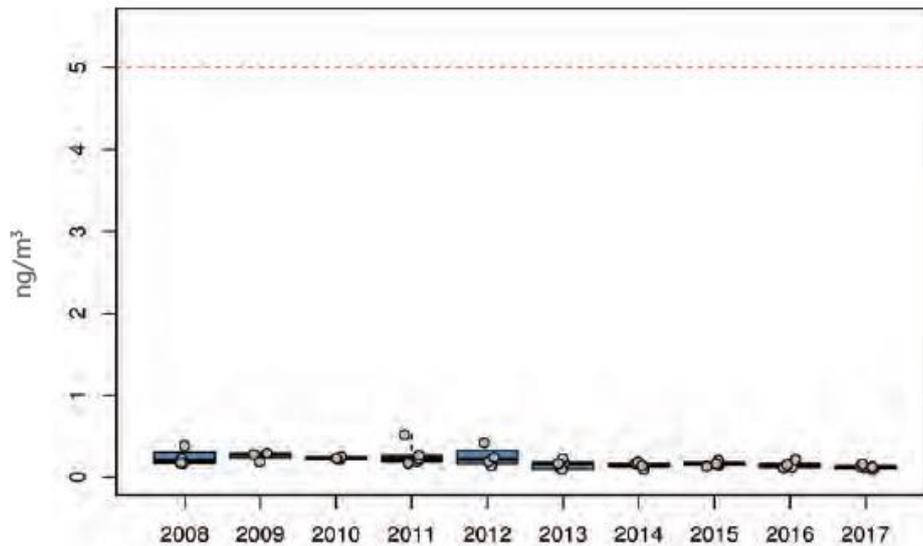
Nota: La linea rossa indica il valore obiettivo annuale (6 ng/m³). I valori rilevati ogni anno dalle stazioni di fondo urbano e di traffico sono stati rappresentati in uno stesso grafico come boxplot. Ciascun box è centrato sulla mediana e rappresenta il 25° e 75° percentile dei valori medi annuali. Le linee verticali rappresentano il massimo e minimo. I punti contenuti in ciascun box forniscono una indicazione del numero e del valore dei dati che formano la distribuzione rappresentata dal box

Figura 3.2.19 – ARPAE –As - Concentrazioni annue a livello regionale 2008-2017



Nota: La linea rossa indica il valore obiettivo annuale (20 ng/m³). I valori rilevati ogni anno dalle stazioni di fondo urbano e di traffico sono stati rappresentati in uno stesso grafico come boxplot. Ciascun box è centrato sulla mediana e rappresenta il 25° e 75° percentile dei valori medi annuali. Le linee verticali rappresentano il massimo e minimo. I punti contenuti in ciascun box forniscono una indicazione del numero e del valore dei dati che formano la distribuzione rappresentata dal box

Figura 3.2.20 – ARPAE –Ni - Concentrazioni annue a livello regionale 2008-2017



Nota: La linea rossa indica il valore obiettivo annuale (5 ng/m³). I valori rilevati ogni anno dalle stazioni di fondo urbano e di traffico sono stati rappresentati in uno stesso grafico come boxplot. Ciascun box è centrato sulla mediana e rappresenta il 25° e 75° percentile dei valori medi annuali. Le linee verticali rappresentano il massimo e minimo. I punti contenuti in ciascun box forniscono una indicazione del numero e del valore dei dati che formano la distribuzione rappresentata dal box

Figura 3.2.21 – ARPAE –Cd - Concentrazioni annue a livello regionale 2008-2017

Tabella 3.2.22 – ARPA Lombardia piombo, arsenico, cadmio e nichel anno 2018.

Stazione	Zona	Prov.	Media annuale			
			Pb (v.l.: 0.5 µg/m ³)	As (v.o.: 6 ng/m ³)	Cd (v.o.: 5 ng/m ³)	Ni (v.o.: 20 ng/m ³)
Milano Senato	Agg. MI	MI	0.018	<2	0.2	5.4
Milano Pascal	Agg. MI	MI	0.021	<2	0.3	6.9
Meda	Agg. MI	MB	0.020	<2	0.2	5.0
Bergamo Meucci	Agg. BG	BG	0.001	<2	0.2	5.6
Brescia V. Sereno	Agg. BS	BS	0.019	<2	0.3	5.3
Mantova S. Agnese	A	MN	0.014	<2	0.2	5.7
Varese Copelli	A	VA	0.005	<2	<0.2	4.5
Magenta	A	MI	0.011	<2	0.2	5.8
Casirate d'Adda	A	BG	0.014	<2	0.3	4.6
Soresina	B	CR	0.009	<2	0.2	5.3
Schivenoglia	B	MN	0.006	<2	<0.2	<4.2
Moggio	C	LC	0.005	<2	<0.2	4.8
Sondrio Paribelli	D	SO	0.007	<2	0.2	4.8
Darfo	D	BS	0.010	<2	0.9	7.0

4 EFFETTI SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

Le valutazioni riportate nel seguito si avvalgono del sistema modellistico Calmet/Calpuff.

Considerato che il sito in esame è caratterizzato da condizioni meteo-diffusive non omogenee, la scelta del modello di calcolo è stata indirizzata verso l'applicazione di una catena modellistica costituita da un modello meteorologico diagnostico a sua volta guidato in input da campi tridimensionali di reanalisi prodotti dal modello meteorologico prognostico WRF, e da un modello di diffusione di tipo lagrangiano a puff.

In particolare, si è scelto di utilizzare il sistema modellistico Calmet/Calpuff: Calmet è un preprocessore meteorologico diagnostico sviluppato per elaborare campi di vento e di turbolenza atmosferica da fornire in input a Calpuff, modello di dispersione atmosferica lagrangiano a puff.

Entrambi i codici di calcolo implementano algoritmi specifici per la trattazione dei meccanismi di trasporto e diffusione d'inquinanti atmosferici su superfici disomogenee ed in condizioni meteorologiche in linea con i requisiti riportati in Appendice III del D.Lgs. 155/2010.

L'utilizzo del sistema modellistico Calmet/Calpuff è consigliato da US-EPA in presenza di situazioni meteorologiche complesse determinate dalla conformazione orografica dell'area di studio o da situazioni di stagnazione.

A livello nazionale il sistema modellistico Calmet/Calpuff è stato inserito nell'elenco dei modelli idonei per trattare sorgenti puntiformi. 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*". Infine, l'utilizzo di tale strumento è previsto anche nella Procedura Tecnica N.2 "*Linee guida per la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria dei punti di emissione di un impianto*" delle Norme di Attuazione del Piano di Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Lazio.

In merito all'incertezza ed accuratezza delle stime modellistiche, le linee guida sui modelli di qualità dell'aria dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (US-EPA, 2005) indica una maggiore affidabilità per le stime delle concentrazioni medie di lungo periodo, ed una incertezza maggiore per la stima delle concentrazioni di breve periodo. I massimi delle concentrazioni sono da ritenersi stime affidabili dell'ordine di grandezza, con errori tipici compresi dal $\pm 10\%$ al $\pm 40\%$. Il D. Lgs. 155/2010 indica all'allegato I un'incertezza del 30% per le concentrazioni medie annue e del 50% per quelle orarie e giornaliere.

4.1 Calmet

Calmet (versione: 6.334, livello: 110421) (Scire et al., 2000(a)) 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 del campo. 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.

4.2 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 (σ_{yt} e σ_{zt}) è espletato mediante parametri di turbolenza (σ_v e σ_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").

4.3 Validazione dello strumento modellistico

I codici di calcolo selezionati per le valutazioni modellistiche del presente studio CALMET e CALPUFF sono sviluppati da soggetti terzi 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.

4.4 Setup dello strumento modellistico

4.4.1 Dominio di calcolo

La simulazione modellistica è stata condotta ricostruendo i campi meteorologici orari per il triennio 2013-2015. Il dominio di calcolo dello studio come mostrato in Figura 4.4.1 è 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 WGS84.

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

- Griglia G1:
 - Coordinate angolo SW: 486'000 m E, 4'941'500 m N
 - Numero di celle: 23 in direzione N-S, 23 in direzione W-E
 - Dimensione di cella: 4'500 x 4'500 m²
- Griglia G2:
 - Coordinate angolo SW: 526'500 m E, 4'982'000 m N
 - Numero di celle: 45 in direzione N-S, 45 in direzione W-E
 - Dimensione di cella: 500 x 500 m²
- 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.

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 km² 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 km² compresa nella griglia G2 del modello CALMET (Figura 4.4.1).

4.4.1.1 Banche dati

4.4.1.1.1 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 rappresentativa di ogni cella di ciascun dominio di calcolo definito al paragrafo 4.4.1.

In Figura 4.4.1 è rappresentato graficamente l'output del pre-processore TERREL.

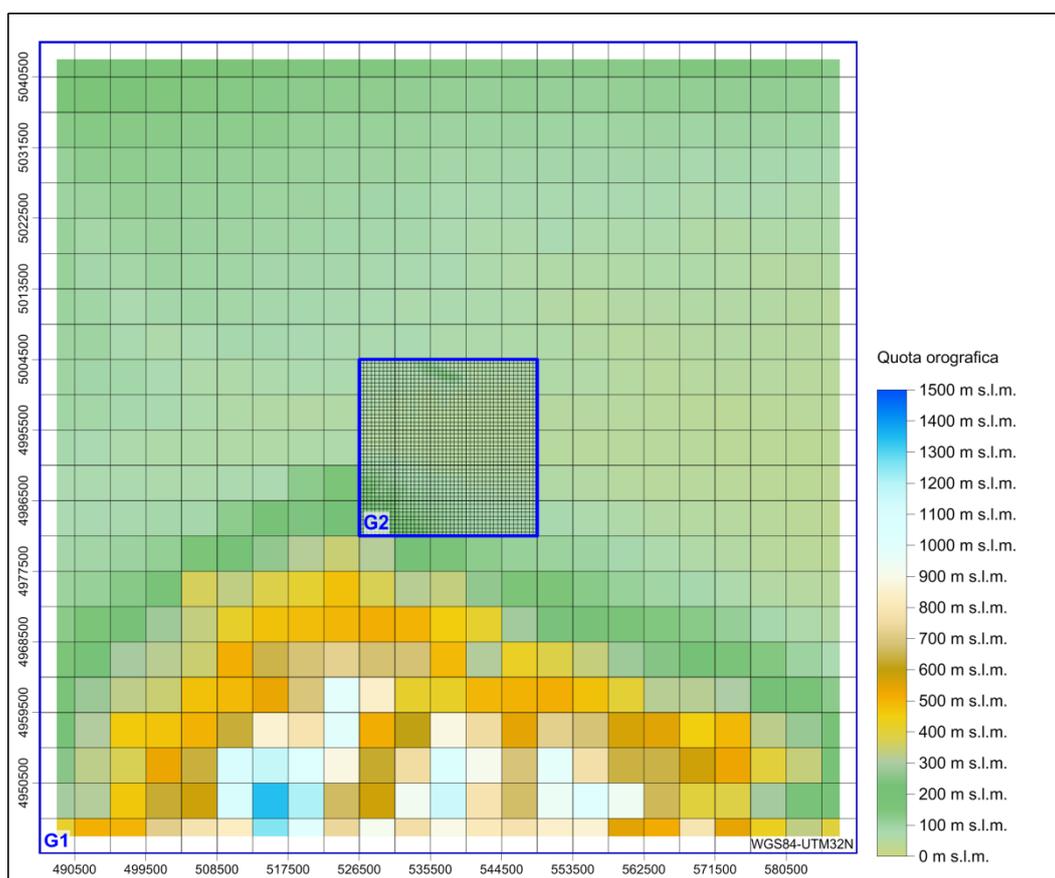


Figura 4.4.1 – Domini di calcolo (G1 e G2), griglie recettori (4.5 km e 500 m) e quota orografica alla risoluzione del modello meteorologico CALMET

4.4.1.1.2 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 4.4.2).

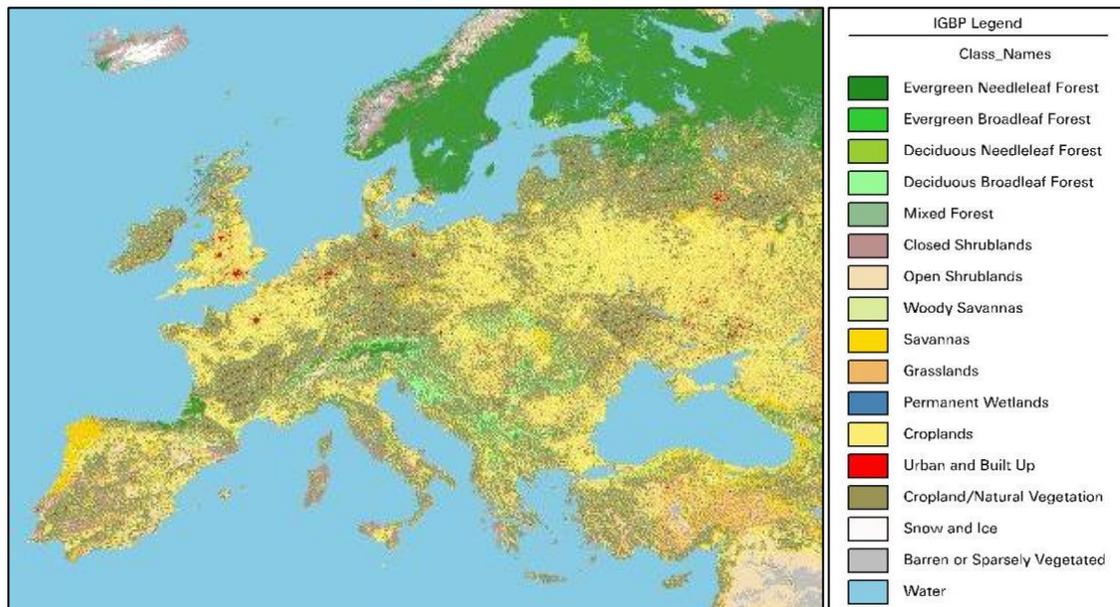


Figura 4.4.2 – Global Land Cover Characterization (GLCC)

Per ogni cella di ciascun dominio dell'area di studio (come definiti al 4.4.1) 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 4.4.1). 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 4.4.2.

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 4.4.3 è riporta, per ogni cella dei domini di calcolo CALMET, la categoria di uso del suolo prevalente assegnata dal pre-processore MAKEGEO.

Tabella 4.4.1 – 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

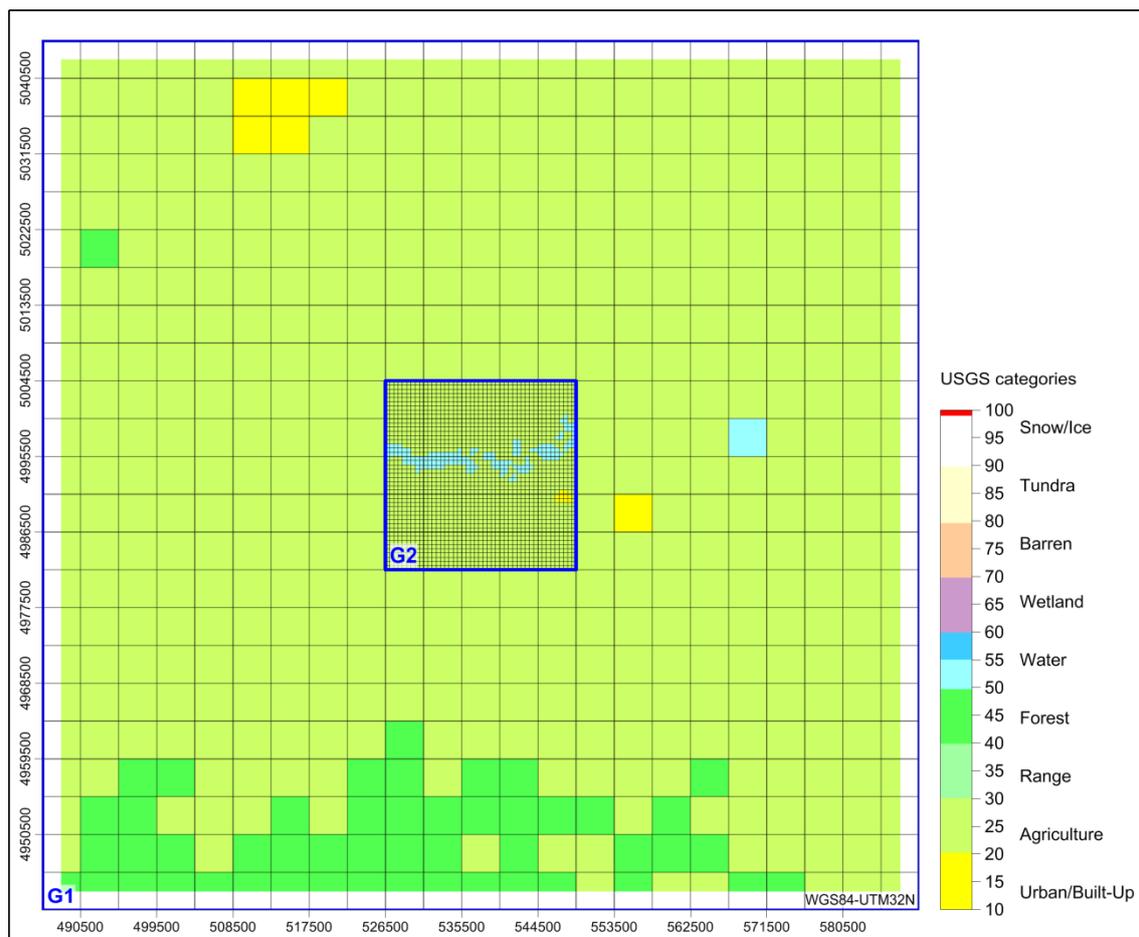


Figura 4.4.3 – Classe prevalente di uso del suolo alla risoluzione del modello CALMET (elaborazione da fonte: USGS Global)

Tabella 4.4.2 – 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

4.4.1.2 Sostanze considerate

Le sostanze considerate in emissione dalla Centrale La Casella “Eduardo Amaldi” nello scenario “autorizzato” sono gli ossidi totali di azoto (NO_x) ed il monossido di carbonio (CO), alle quali si aggiunge nello scenario di “upgrade” l’ammoniaca (NH_3).

In nessuno degli scenari è prevista l’emissione di particolato primario, nelle simulazioni quindi si tiene conto del solo particolato secondario (SPM) frutto della trasformazione dei precursori gassosi, NO_x in nitrati (NO_3^-) e NH_3 in ammonio (NH_4^+).

4.4.1.3 Schemi chimici

Le emissioni di ossidi di azoto sono inizialmente costituite quasi interamente da monossido di azoto (NO). Al fine di tenere conto dei processi di trasformazione di NO in biossido di azoto (NO_2), è stato utilizzato lo schema RIVAD/ARM3 (Morris et al., 1988) che include sette specie d’inquinanti (SO_2 , SO_4 , NO, NO_2 , HNO_3 , NO_3 , PM_{10}) ed implementa l’ossidazione del monossido di azoto ad opera dell’ozono (O_3) e la fotodissociazione diurna del biossido di azoto in monossido di azoto ed ozono.

Lo schema RIVAD/ARM3 consente quindi di considerare anche la componente del particolato secondario composta dai nitrati (NO_3) prodotti a partire dalle emissioni di ossidi di azoto. L’algoritmo non è invece in grado di considerare la trasformazione di NH_3 in ammonio (NH_4^+) che, come detto, costituisce un’ulteriore frazione del particolato secondario. Ai fini del presente studio tale contributo è stato calcolato con un approccio notevolmente cautelativo, considerando la completa trasformazione di NH_3 in ammonio (NH_4^+) all’interno del dominio di calcolo. Tale assunzione comporta una sovrastima dell’ammonio prodotto all’interno del dominio, e quindi delle concentrazioni di particolato secondario previste. Nella realtà il processo di trasformazione di NH_3 in ammonio (NH_4^+) è graduale e dipende da una molteplicità di fattori, non ultima dalla capacità reattiva dell’atmosfera, con reazioni chimiche che richiedono un certo tempo di residenza in aria affinché possano avere luogo con una produzione di NH_4^+ . Durante tale tempo la massa d’aria è progressivamente trasportata in aree lontane dall’emissione (in dipendenza dell’intensità del vento) e diluita per effetto della turbolenza atmosferica. In generale, dati sperimentali presenti in letteratura (ad es. “Air Pollution Effects on Biodiversity”, J.R. Barker, D.T. Tingey) consentono di valutare che affinché la trasformazione di NH_3 in ammonio (NH_4^+) abbia un buon grado di completamento siano necessari tempi di residenza di circa un’ora.

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). 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.

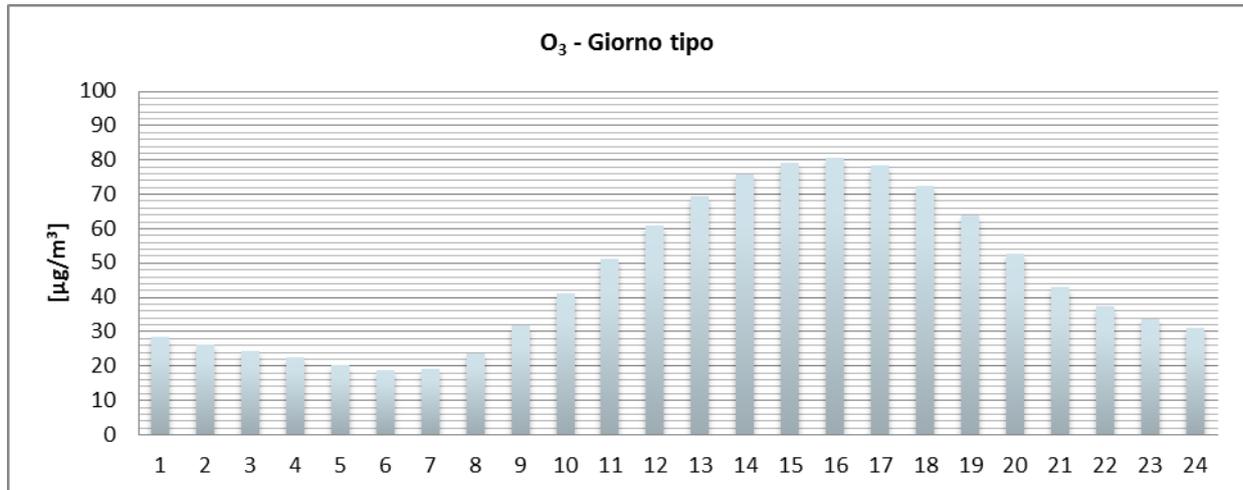


Figura 4.4.5 – Andamento giornaliero medio della concentrazione di ozono nella postazione IT1964A

4.4.1.4 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 4.4.6 sono visualizzate le ciminiere e le circostanti strutture di altezza potenzialmente interferente.

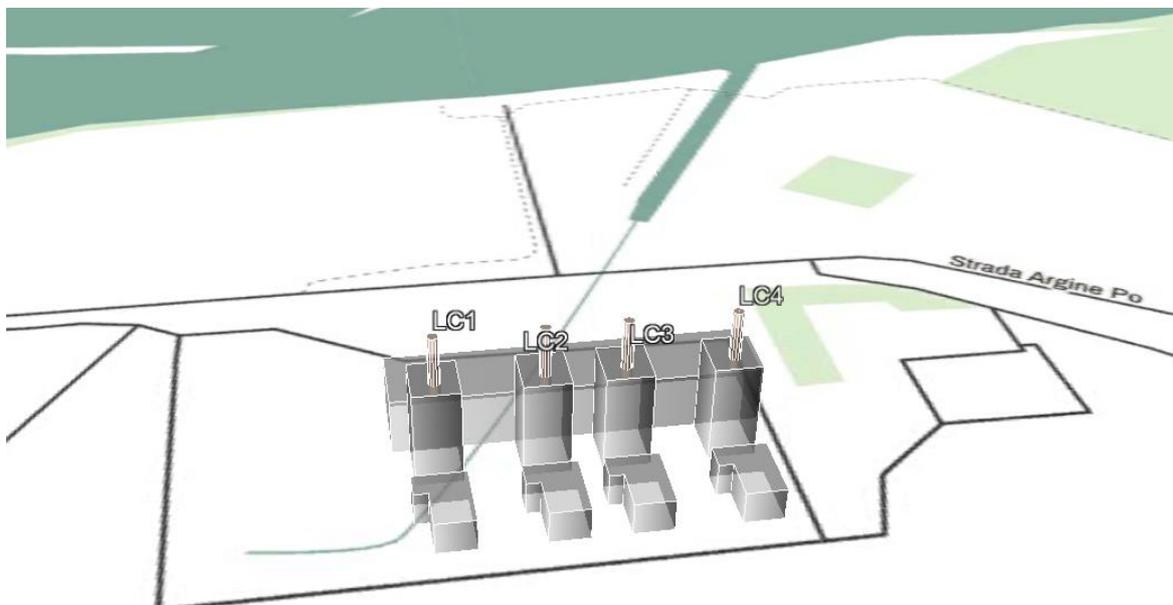


Figura 4.4.6 – Rappresentazione ai fini dell'effetto "building downwash" delle strutture di interesse in prossimità dei punti di emissione convogliata (© OpenStreetMap contributors)

4.4.2 Analisi meteorologica

4.4.2.1 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 Milano Linate (LIML) come rappresentativa della meteorologia dell'area in esame, per cui è stato possibile recuperare un set di dati orari per il periodo in esame più completo di quello della stazione LIMS di Piacenza San Damiano. La localizzazione e le principali caratteristiche della stazione sono riportate in Tabella 4.4.3 e Figura 4.4.7. Nel seguito si presenta l'analisi e il confronto rispetto all'output della catena modellistica dei principali parametri meteorologici.

Tabella 4.4.3 – Localizzazione della stazione meteo locale

Nome	Coordinate geografiche (WGS84)		Quota	Dist. C.le
	Longitudine	Latitudine	m s.l.m.	km
Milano Linate (LIML)	9.278	45.450	103	43

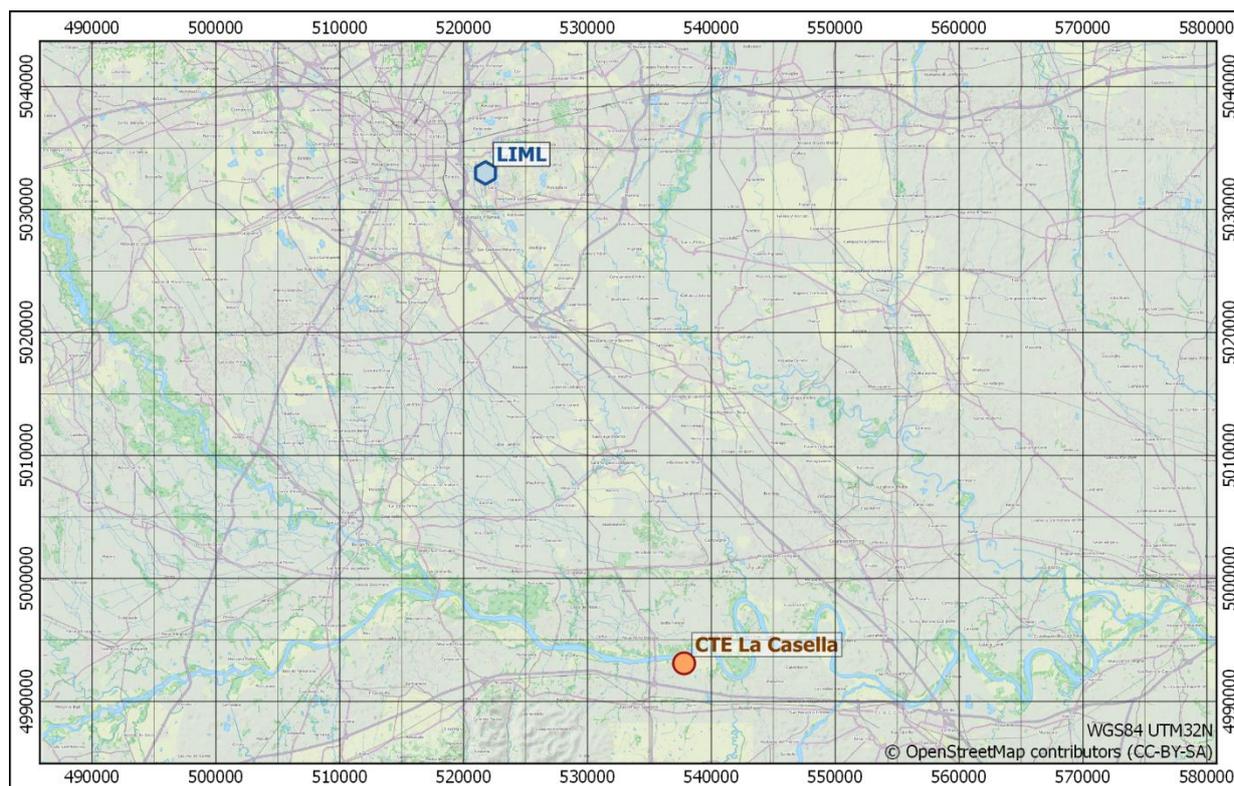


Figura 4.4.7 – Localizzazione della stazione meteo di Milano Linate (LIML)

4.4.2.2 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 4.4.8 e nella Figura 4.4.9, sono riportate le rose dei venti totali, diurne e notturne dei dati rispettivamente misurati dalla stazione di Milano Linate e stimati dal modello WRF in corrispondenza della stessa stazione, a passo orario per il 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 la debole circolazione dell'aria tipica della valle padana. I settori prevalenti di provenienza delle masse d'aria quelli dai quadranti orientali e occidentali, in linea con quanto riscontrato a livello climatologico nel trentennio 1971-2000 (analisi non riportata nel presente studio). 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 24% dei valori catalogati nella classe variabile, classe ovviamente inesistente nelle stime modellistiche che forniscono comunque una intensità ed una direzione del vento media oraria. L'intensità media del vento stimata dal sistema modellistico risulta leggermente più alta di quella misurata, 2.9 m/s contro i 2.1 m/s, di conseguenza la percentuale di calme di vento stimata, risulta inferiore rispetto a quella dei dati misurati, 1,6% contro 6,6%. L'analisi delle rose diurne e notturne mostra, in aggiunta alla circolazione dai settori orientali e occidentali già citata, una prevalenza di venti deboli da S nelle ore diurne e da N nelle ore notturne. 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 4.4.10 e Figura 4.4.11) relative ai dati sperimentali e quelli stimati dal modello è soddisfacente. In questa analisi temporale, coerentemente con quanto è lecito attendersi nel bacino padano, si riscontrano in inverno venti deboli con una provenienza prevalente dai settori occidentali, più marcati da SW nelle osservazioni, meno polarizzati nel modello, ma tale differenza è ampliata dalla notevole frequenza (24,2%) di vento variabile nei dati osservati. I venti orientali e quelli settentrionali completano le direzioni di maggior frequenza dei venti.

In primavera, estate ed autunno la distribuzione della circolazione dell'aria si fa più omogenea, tanto nelle registrazioni, quanto nel modello. Le provenienze dal settore orientale risultano frequenti circa quanto quelle occidentali, con il modello leggermente più polarizzato sul SE rispetto al E delle misure. Anche in questo caso la maggiore distribuzione dei venti riprodotta dal modello, soprattutto sul NW può essere un effetto associato alla debolezza dei regimi di vento che riflette in situazioni misurate di vento variabile per percentuali stagionali tra il 21% (primavera) e 26% in autunno.

In generale, come usuale allo stato dell'arte, il modello stima venti tendenzialmente più veloci delle misure con differenze che però non ne inficiano la qualità per le finalità dello studio.

Nella Tabella 4.4.4, nella Tabella 4.4.5, nella Figura 4.4.12 e nella Figura 4.4.13, sono riportati gli andamenti termici dei dati misurati nella stazione di Milano Linate e di quelli stimati dal modello WRF in corrispondenza della stessa stazione, 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 sono leggermente più accentuati, ma comparabili, nei valori calcolati dal modello, minima assoluta -5 °C e massima assoluta 37 °C, contro i valori di -7.6 °C e 35 °C stimati per via modellistica. Le differenze di circa 2 °C riscontrate sui valori estremi si riducono a 1.5 °C e 0.6 °C rispettivamente per le

medie dei minimi e dei massimi. I valori medi del triennio sono sostanzialmente coincidenti, differendo di solo 0.1 °C. Tutti i valori riscontrati nel triennio sono in linea con quanto riscontrato a livello climatologico nel trentennio 1971-2000 (analisi non riportata nel presente studio).

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.

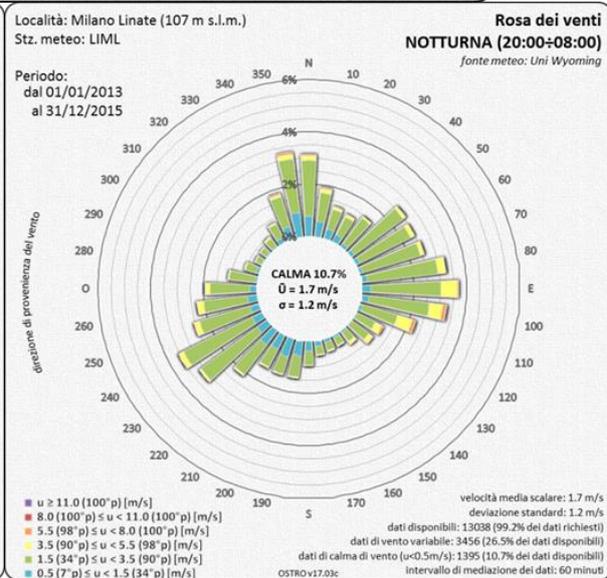
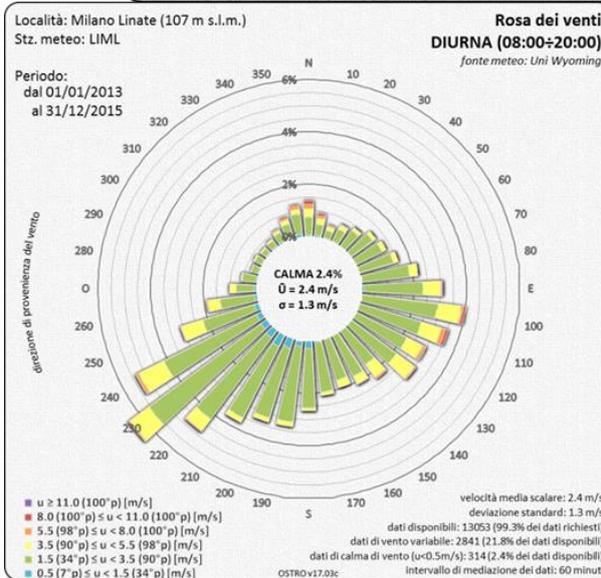
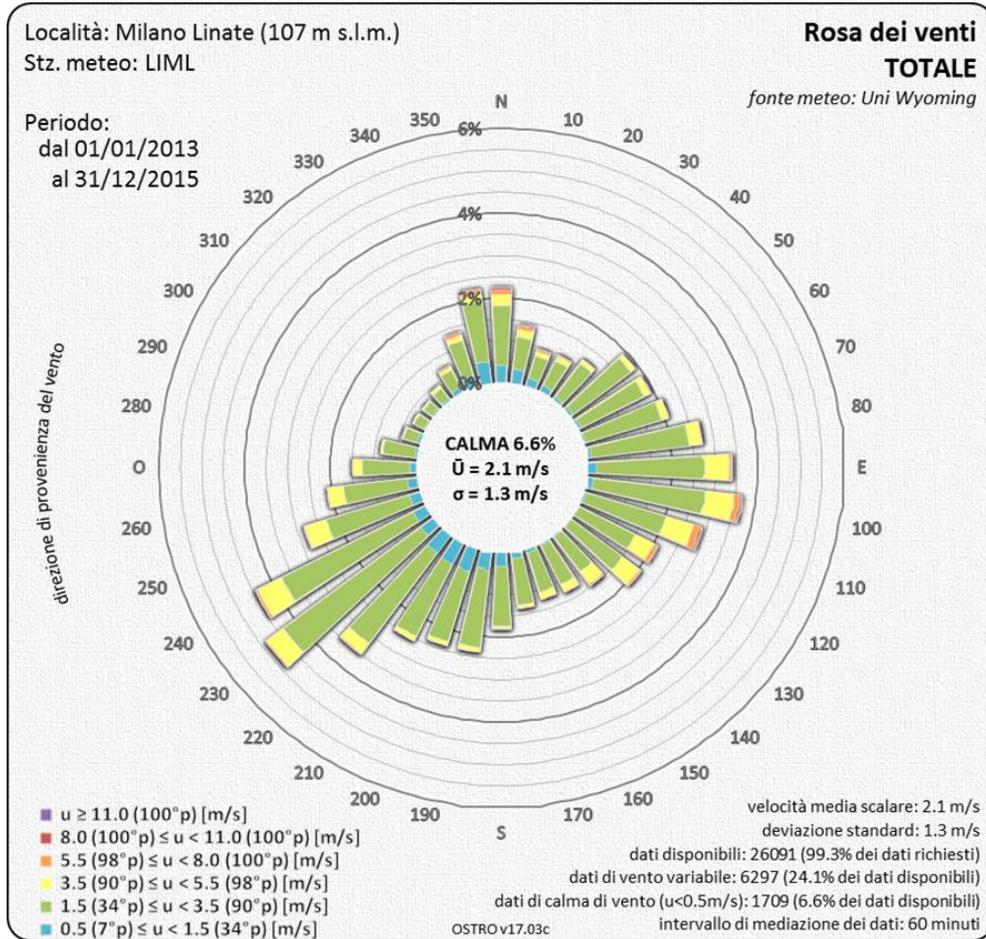


Figura 4.4.8 – Dati stazione meteo Milano Linate. Rose dei venti totale, diurna e notturna.
Dati misurati nel periodo 2013-2015.

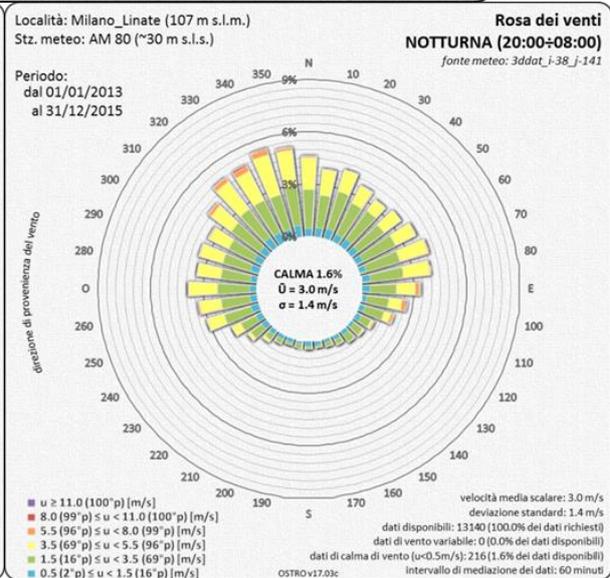
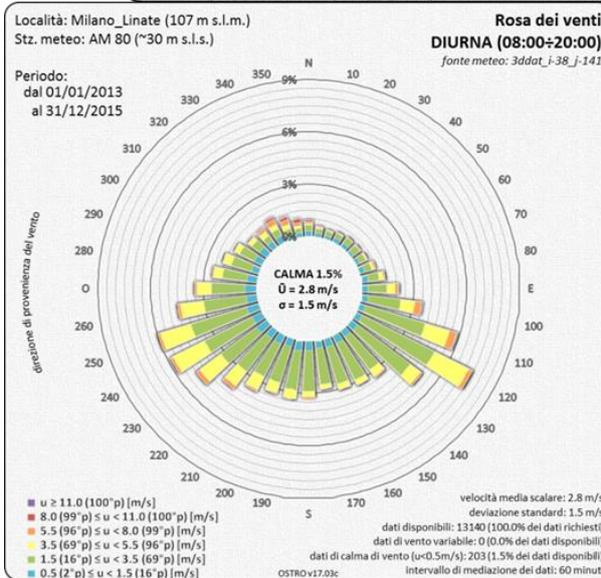
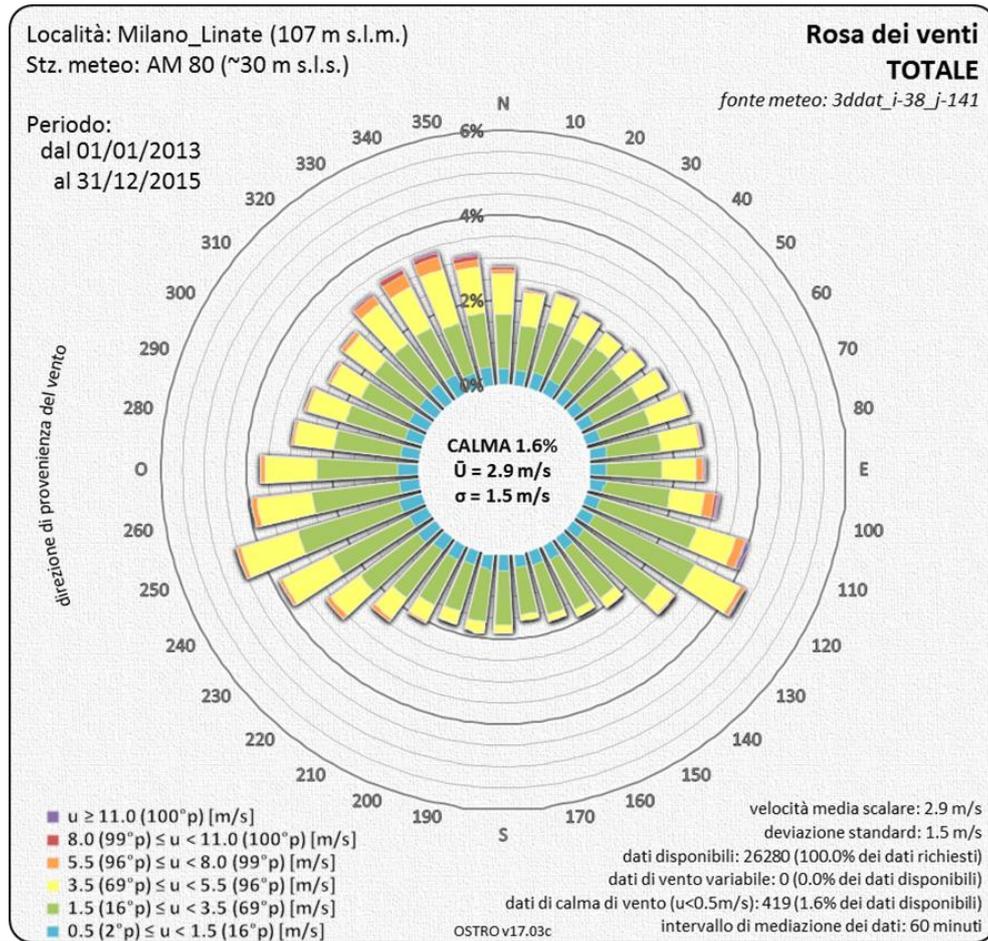


Figura 4.4.9 – Dati estratti dal modello WRF in corrispondenza della stazione meteo di Milano Linate. Rose dei venti totale, diurna e notturna. Dati calcolato nel periodo 2013-2015.

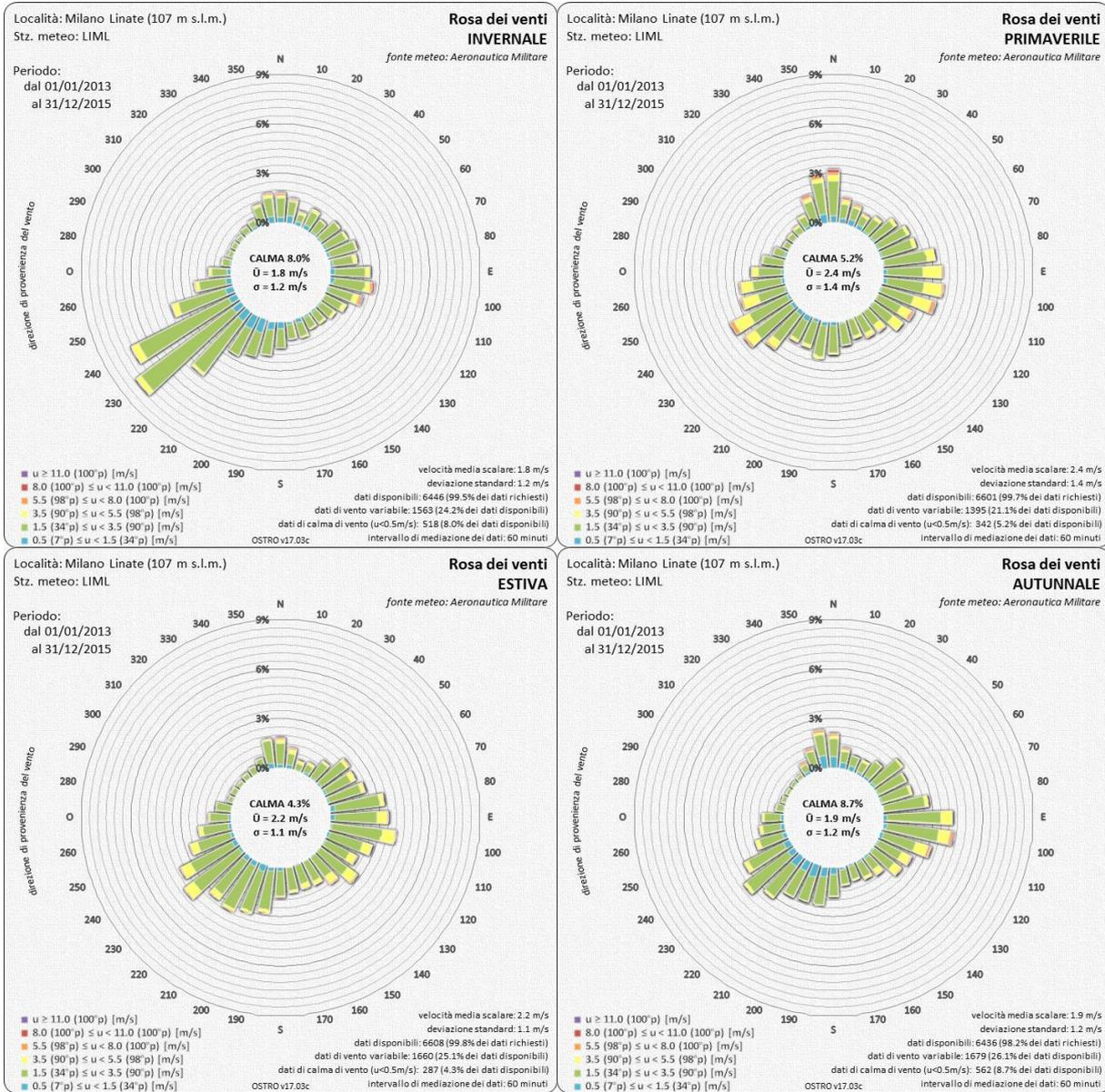


Figura 4.4.10 – Dati stazione meteo Milano Linate LIML. Rose dei venti stagionali. Dati misurati nel periodo 2013-2015.

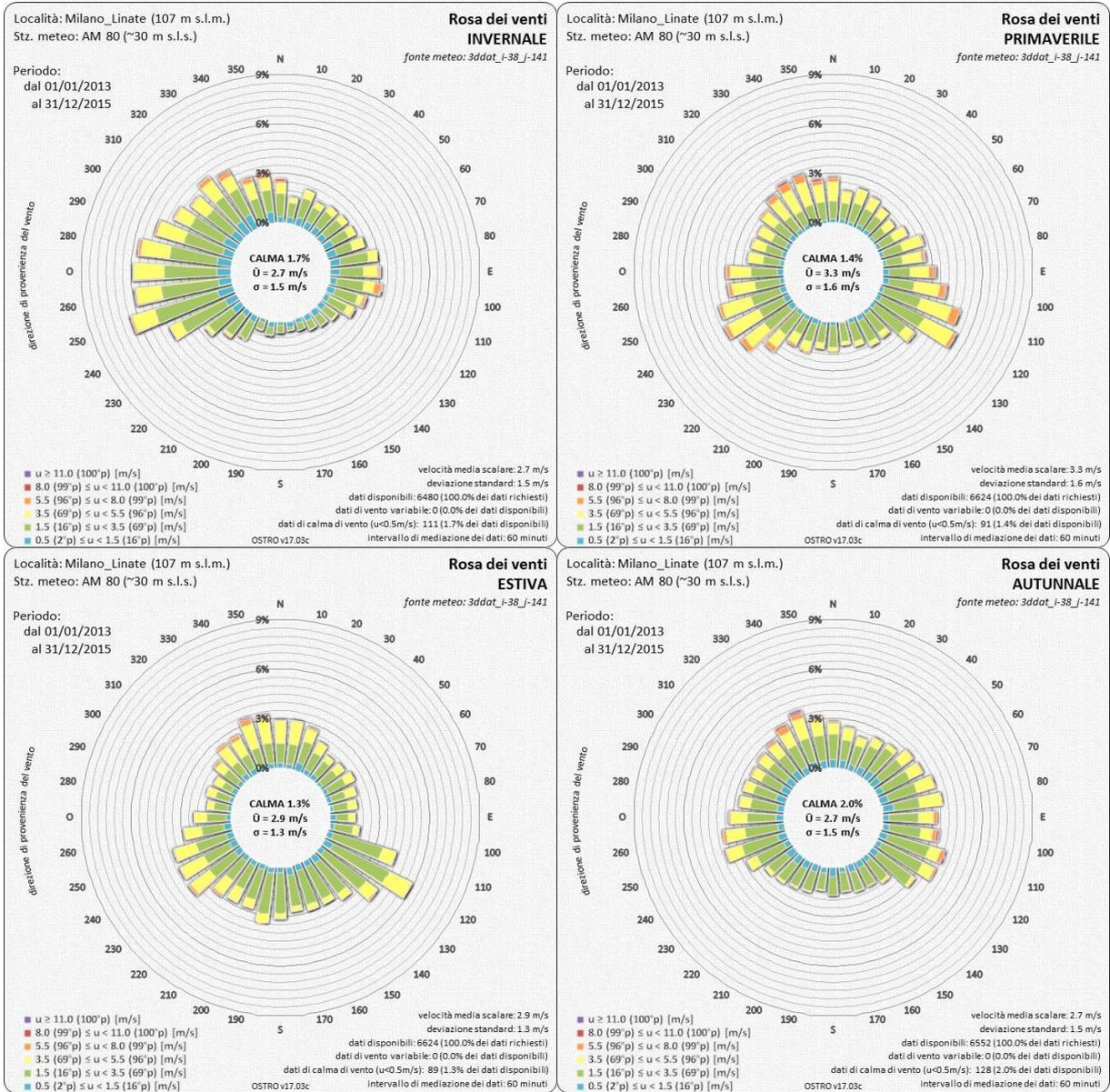
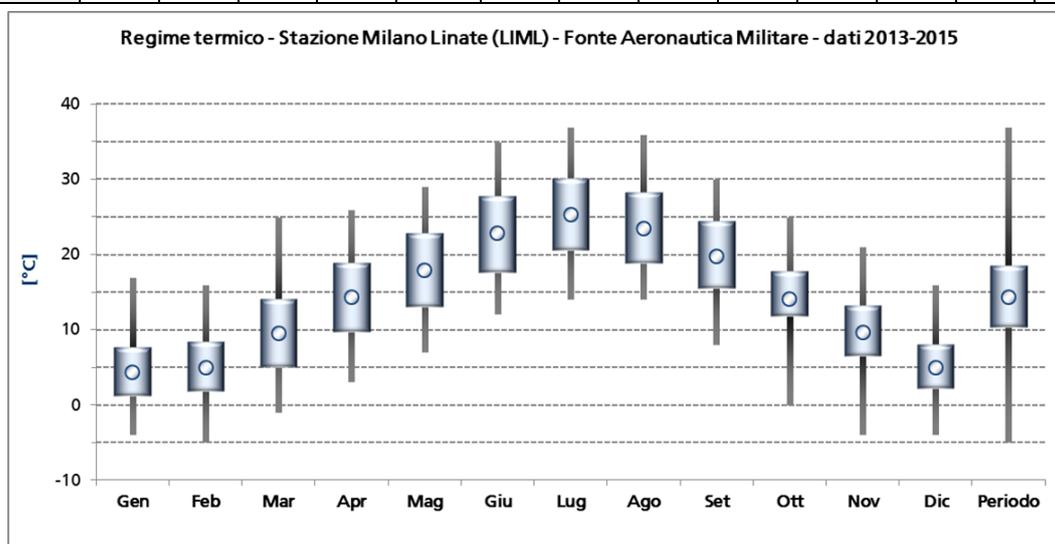


Figura 4.4.11 – Dati estratti dal modello WRF in corrispondenza della stazione meteo di Milano Linate LIML. Rose dei venti stagionali. Dati stimati nel periodo 2013-2015.

**Tabella 4.4.4 – Temperature stazione di Milano Linate osservazioni LIML.
Periodo 2013-2015**

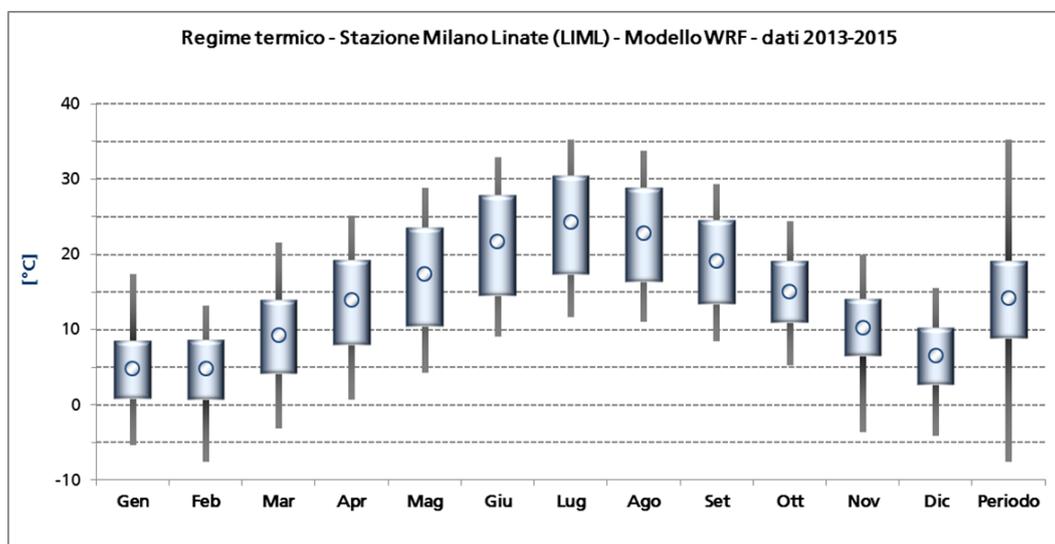
Regime termico - Stazione Milano Linate – osservazioni LIML - dati 2013-2015													
Parametro	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Periodo
Disponib.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Massima	17.0	16.0	25.0	26.0	29.0	35.0	37.0	36.0	30.0	25.0	21.0	16.0	37.0
Media massima	7.7	8.4	14.0	18.9	22.8	27.7	30.1	28.3	24.4	17.7	13.2	8.0	18.5
Media	4.3	4.9	9.5	14.3	17.9	22.8	25.3	23.5	19.7	14.1	9.6	4.9	14.3
Media minima	1.2	1.8	5.0	9.8	13.1	17.6	20.6	18.9	15.5	11.8	6.5	2.2	10.4
Minima	-4.0	-5.0	-1.0	3.0	7.0	12.0	14.0	14.0	8.0	0.0	-4.0	-4.0	-5.0



**Figura 4.4.12 – Andamento termico stazione di Milano Linate osservazioni LIML.
Periodo 2013-2015.**

**Tabella 4.4.5 – Temperature stimate nella stazione di Milano Linate (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	17.4	13.3	21.7	25.2	28.9	33.0	35.3	33.9	29.4	24.5	20.1	15.6	35.3
Media massima	8.5	8.6	13.9	19.3	23.5	27.9	30.5	28.9	24.5	19.1	14.1	10.2	19.1
Media	4.8	4.8	9.3	13.9	17.4	21.7	24.3	22.9	19.1	15.1	10.3	6.5	14.2
Media minima	0.9	0.8	4.2	8.0	10.5	14.5	17.4	16.4	13.4	11.0	6.5	2.7	8.9
Minima	-5.4	-7.6	-3.1	0.7	4.2	9.1	11.7	11.0	8.4	5.3	-3.6	-4.1	-7.6



**Figura 4.4.13 – Andamento termico stimato nella stazione di Venezia Tessera (modello WRF).
Periodo 2013-2015.**

4.4.2.3 Stabilità atmosferica e altezza strato rimescolato nell'area

La Figura 4.4.14 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 la scarsa intensità della circolazione atmosferica visibile nella frequenza (accentuata rispetto a siti più ventosi) delle classi A nelle ore centrali della giornata e della classe F nelle ore notturne, la cui occorrenza è appunto legata a condizioni di calma di vento o vento molto debole.

L'analisi stagionale mette in evidenza l'influenza della radiazione solare con scarsa ventosità nella maggiore frequenza della classe A nelle ore centrali della giornata in estate e primavera, e la maggiore ventosità delle ore notturne invernali che si riflette in una maggiore frequenza della classe neutra D.

La Figura 4.4.15 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 nel corso del triennio 2013-2015. Tale parametro evidenzia la usuale crescita del parametro durante le ore della giornata proporzionalmente alla radiazione solare con uno sviluppo verticale dell'altezza dello strato rimescolato ridotto nelle ore notturne per l'assenza, oltre che della già citata radiazione solare (ovviamente) anche del contributo di crescita dovuta alla componente meccanica della turbolenza, coerentemente alla scarsità di vento.

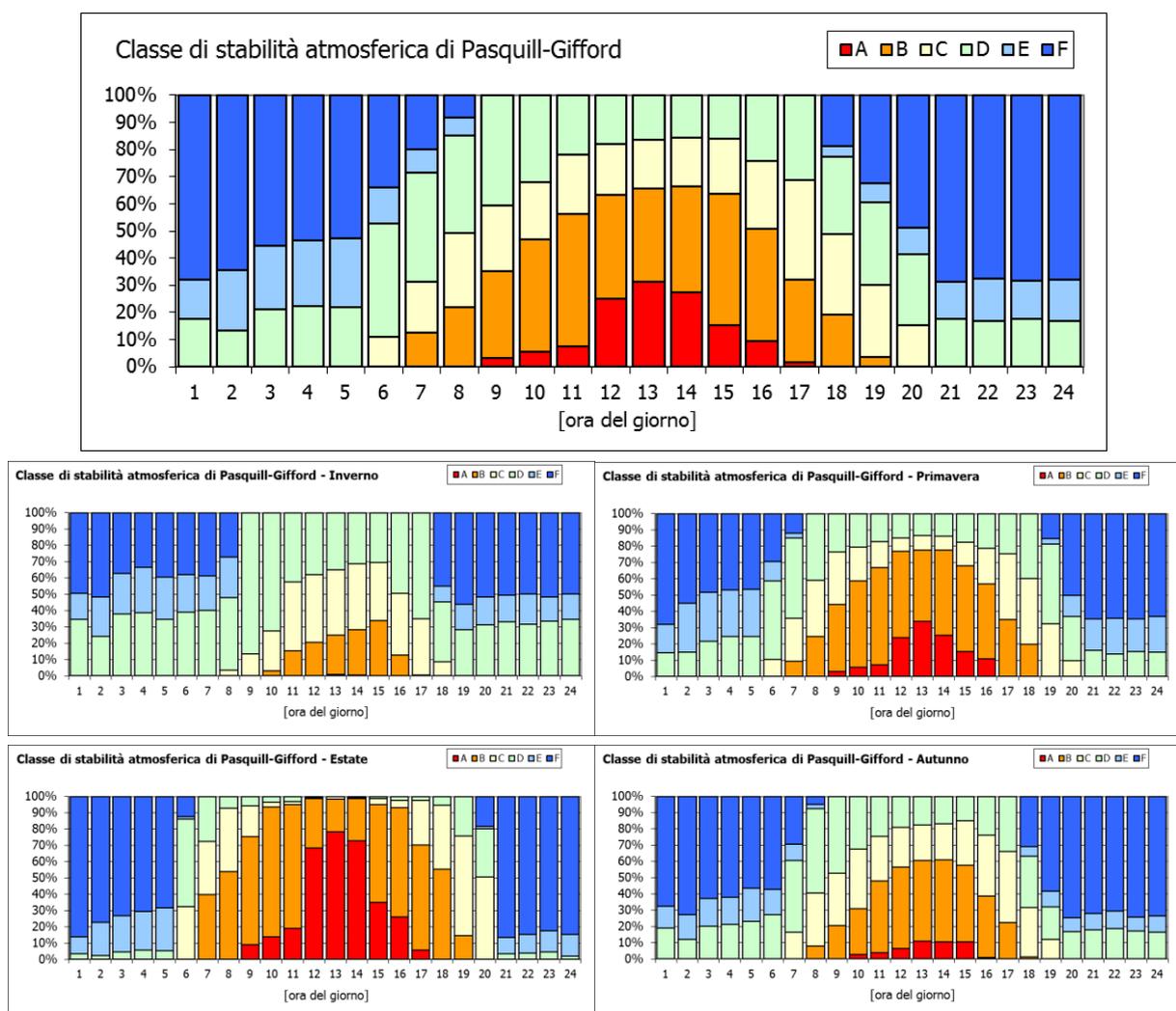


Figura 4.4.14 – Distribuzioni orarie della classe di stabilità atmosferica di Pasquill-Gifford calcolate su base annuale e stagionale. Periodo 2013-2015. Valori orari estratti dal modello CALMET in corrispondenza della Centrale.

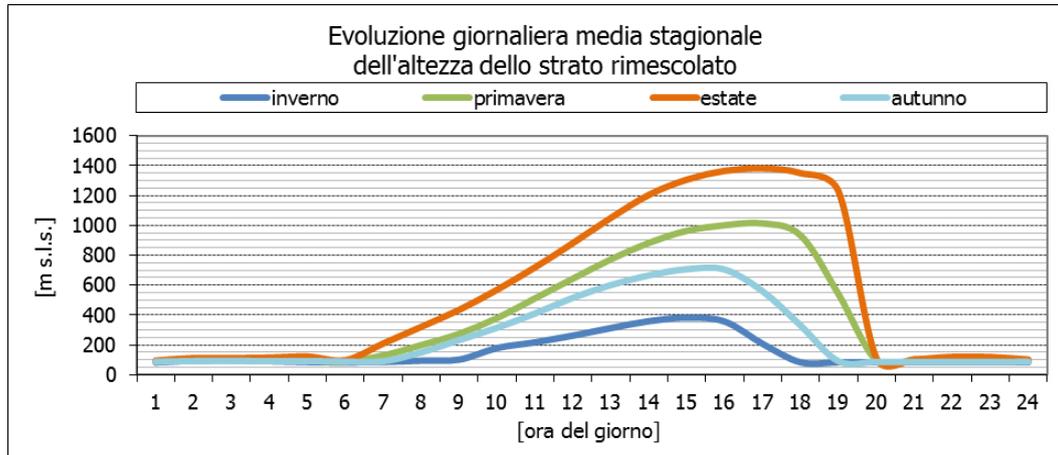


Figura 4.4.15 – Evoluzione giornaliera media dell’altezza dello strato rimescolato calcolata su base stagionale. Periodo 2013-2015.

Valori orari estratti dal modello CALMET in corrispondenza della Centrale.

4.4.3 Scenari emissivi

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

- scenario “autorizzato”, con emissione dai gruppi esistenti LC1, LC2, LC3 e LC4
- scenario “upgrade”, con emissione dai gruppi esistenti LC1 e LC4 e dai gruppi oggetto di upgrade LC2-up e LC3-up.

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 gruppi turbogas oggetto di upgrade, ai valori proposti per il progetto nel pieno rispetto dei *Best Available Techniques reference documents (BREFs)* di settore;
- gruppi d’impianto eserciti a carico nominale orario costante (8760 ore/anno) per l’intera durata della simulazione (triennio 2013-2015);

L’assunzione del carico nominale costante per tutta la durata della simulazione alle concentrazioni limite autorizzate consente di ritenere cautelative le stime ottenute dalla simulazione, sia in termini di concentrazioni medie annue sia in termini di concentrazioni orarie e giornaliere. Per queste ultime, in particolare, la simulazione assicura cautelativamente la valutazione dell’impatto associato alla massima emissione nelle ore e nei giorni più sfavorevoli dal punto di vista meteorologico alla dispersione degli inquinanti.

In particolare, deve essere considerata cautelativa la stima del particolato secondario (SPM) nello scenario “upgrade” per quanto detto in precedenza in merito alla emissione di NH_3 ed alla sua trasformazione in ammonio (NH_4^+ , che costituisce una frazione del SPM).

È inoltre importante tenere in considerazione che i risultati ottenuti con la metodologia adottata 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 di esercizio di uno o più gruppi a carico ridotto. Infatti, coerentemente con le finalità dello studio, la simulazione condotta non ha l’obiettivo di rappresentare il reale impatto associato all’impianto in un definito periodo storico, ma la massima estensione e relativa entità potenziale dell’impatto associato alle emissioni convogliate in condizioni di massimo carico emissivo.

4.5 Valutazione degli effetti sulla qualità dell’aria

La Tabella 6 riporta il confronto tra gli standard di qualità dell’aria (SQA) previsti dalla normativa vigente e la stima delle ricadute della Centrale prodotte dal modello CALPUFF sulla griglia regolare di recettori per i due scenari considerati.

Il confronto è stato effettuato sia in termini di concentrazione nel punto di massimo impatto, sia in termini di media spaziale della concentrazione sull’intero dominio di calcolo.

In generale, si evidenzia il rispetto di tutti i limiti di legge, con ricadute inferiori ai valori limite per tutti gli inquinanti e per entrambi gli scenari considerati, anche nel punto di massima ricaduta.

Per i medesimi SQA, si riportano nelle tavole fuori testo le mappe di iso-concentrazione in aria ambiente che definiscono le ricadute sul territorio per gli scenari “autorizzato” e “upgrade”.

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 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 4.5.7. Infine, il suffisso “a” o “u” identifica rispettivamente lo scenario “autorizzato” o quello di “upgrade”.

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 6 – Confronto tra SQA e ricadute della Centrale,
valore massimo e valore medio spaziale nel dominio di calcolo**

Rif. Tavola	Parametro ⁽¹⁾	U.m.	Limite di legge (D.Lgs. 155/2010) ⁽²⁾	Area di 18.5 x 18.5 km ²			
				Valore massimo		Valore medio	
				Sc. autorizz.	Sc. upgrade	Sc. autorizz.	Sc. upgrade.
01	NO ₂ – Concentrazione media annua	µg/m ³	40 (V.L.)	0.9	0.7	0.3	0.2
02	NO ₂ – Conc. oraria superata 18 volte per anno	µg/m ³	200 (V.L.)	75	44	18	11
03	NO _x – Concentrazione media annua	µg/m ³	30 (L.C.)	1.4	1.0	0.4	0.3
04	SPM ⁽³⁾ – Concentrazione media annua	µg/m ³	⁽⁴⁾	0.03	0.16	0.02	0.06
05	SPM ⁽³⁾ – Conc. giorn. superata 35 volte per anno civile	µg/m ³	⁽⁵⁾	0.1	0.5	0.1	0.2
06	CO – Conc. media massima giorn. su 8 ore	mg/m ³	10 (V.L.)	0.08	0.09	0.02	0.02

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

⁽²⁾ L.C. = Livello Critico, V.L. = Valore Limite

⁽³⁾ SPM = Particolato secondario, somma delle masse di NO₃⁻ e NH₄⁺ provenienti dalle emissioni di NO_x e NH₃. Non essendoci emissioni di particolato primario, tutto il particolato associabile all'impianto è particolato secondario.

⁽⁴⁾ Il D. Lgs. 155/2010 prevede un valore limite alla concentrazione media per anno civile di PM₁₀ pari a 40 µg/m³ e di PM_{2.5} pari a 25 µg/m³

⁽⁵⁾ Il D. Lgs. 155/2010 prevede un valore limite alla concentrazione media giornaliera di PM₁₀ pari a 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile

Tabella 4.5.7 – Identificativi di parametro adottati nelle tavole fuori testo

Identificativo	Parametro
01	NO ₂ - Concentrazione media annua
02	NO ₂ - Concentrazione oraria superata 18 volte per anno civile
03	NO _x - Concentrazione media (protezione della vegetazione)
04	SPM - Concentrazione media annua
05	SPM - Concentrazione giornaliera superata 35 volte per anno civile
06	CO – Concentrazione media massima giornaliera calcolata su 8 ore

Tutti i commenti che seguono, salvo diversa indicazione, fanno riferimento alle concentrazioni stimate nell'area locale (tavole AL).

4.5.1 NO₂ e NO_x

Le **tavole 01** (cfr. Tabella 4.5.7) riportano la stima del contributo alla concentrazione media annua in aria ambiente di NO₂ associato alle emissioni della Centrale. L'impronta risulta polarizzata in direzione Est-Ovest, coerentemente con le prevalenti direttrici di provenienza dei venti. Nello scenario "autorizzato", le aree con ricadute comprese tra 0.5 e 1 µg/m³ si estendono per circa 7.5 km a Est ed a Ovest della Centrale, allargandosi sull'asse Nord-Sud per circa 2 km complessivi. Il valore massimo è di 0.948 µg/m³ a fronte di un valore limite di 40 µg/m³. Nello scenario "upgrade" grazie alla riduzione delle emissioni di NO_x nei due gruppi LC2-up e LC3-up, il massimo si riduce a 0.651 µg/m³, le aree con concentrazioni

superiori ai $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sono molto meno estese che nello scenario “autorizzato” si staccano dalla centrale di circa 500 m e si estendono verso Ovest di circa 3 km allargandosi sull’asse Nord-Sud di circa 1.5 km, mentre a Est si estendono per circa 4 km allargandosi sull’asse Nord-Sud di circa 1 km.

Le **tavole 02** (cfr. Tabella 4.5.7) riportano la stima del contributo alla concentrazione media oraria di NO_2 superata 18 volte in un anno da confrontarsi con il corrispondente riferimento normativo che prevede un valore limite per la concentrazione media oraria sulla qualità dell’aria complessiva di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superarsi più di 18 ore/anno. Nello scenario “autorizzato”, l’area di principale impatto si estende per 2.5 km a Ovest e 2 km a Est della centrale, allargandosi a Sud per circa 1 km, i valori compresi in quest’aria variano tra i 50 e i $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valore massimo riscontrato. Due ulteriori aree di estensione limitata sono stimate in direzione Nord-Est ai limiti dell’area locale, a circa 8 km di distanza dalla centrale, con valori superiori ai $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nello scenario di “upgrade”, come per la concentrazione media annua, le ricadute subiscono ovunque una diminuzione con il valore massimo ridotto a $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$. L’area principale, che comprende concentrazioni maggiori di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, si distribuisce in modo piuttosto uniforme intorno alla centrale estendendosi sull’asse Ovest- Est per circa 7 km complessivi e sull’asse Nord-Sud per circa 3 km complessivi. Analogamente allo scenario “autorizzato” si stima un’ulteriore area di estensione ridotta in direzione Nord-Est, ai limiti dell’area locale, in cui le concentrazioni risultano comunque inferiori a quelle stimate per lo scenario “autorizzato”.

Le **tavole 03** (cfr. Tabella 4.5.7) riportano le concentrazioni medie nel periodo di NO_x determinate dalle emissioni della centrale, nello scenario “autorizzato” (.a) e in quello di “upgrade” (.u). L’impronta delle concentrazioni è simile a quella della concentrazione media di NO_2 (tavole 01). Nello scenario “autorizzato”, le aree con concentrazioni superiori a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ si staccano dalla centrale di circa 500 m e si estendono verso Ovest di circa 3.5 km allargandosi sull’asse Nord-Sud di circa 1.5 km, mentre a Est si estendono per circa 4 km allargandosi sull’asse Nord-Sud di circa 1 km. Il valore massimo è di $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a fronte di un livello critico a protezione della vegetazione di $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nello scenario di “upgrade”, le ricadute sono ovunque inferiori a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore massimo di $0.96 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e assumono valori tra 0.5 e $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in un’area si estende per circa 7.5 km a Est e per circa 6 km a Ovest della Centrale, allargandosi sull’asse Nord-Sud per circa 3 km nell’isolinea a Est e di 2 km in quella a Ovest.

In sintesi, nonostante le assunzioni cautelative presenti nelle simulazioni, le ricadute sono stimate per entrambi gli scenari, inferiori di 1-2 ordini di grandezza ai limiti applicabili e possono pertanto essere considerate trascurabili o non significative nell’area di principale ricaduta e trascurabili nelle altre aree del territorio allontanandosi da questa.

4.5.2 SPM

In assenza di emissioni di polveri (e quindi di particolato primario), le uniche ricadute associate alla centrale in merito a questo inquinante sono quelle relative al particolato secondario SPM e, specificatamente alla trasformazione delle emissioni gassose di ossidi di azoto (NO_x) in nitrati (NO_3^-), in entrambi gli scenari oggetto di studio, e alla trasformazione delle emissioni gassose di ammoniaca (NH_3)

in ammonio (NH_4^+), per il solo scenario “upgrade” a seguito dell’installazione dei sistemi SCR, in linea con le BREF di settore. Tali trasformazioni avvengono successivamente all’emissione dal camino dei composti gassosi e per questo le polveri generate sono definite secondarie. Poiché le polveri secondarie sono l’unico contributo della centrale al particolato atmosferico, e poiché esse rientrano nella classe granulometrica del $\text{PM}_{2.5}$, le ricadute in termini di SPM (particolato secondario) costituiscono le ricadute in termini di $\text{PM}_{2.5}$ e di PM_{10} attribuibili alla Centrale.

Le **tavole 04** (cfr. Tabella 4.5.7) riportano le concentrazioni medie nel periodo di SPM che come detto sono valide anche in termini di PM_{10} e $\text{PM}_{2.5}$ essendo nullo il contributo primario della centrale. Il riferimento normativo prevede per il PM_{10} e per il $\text{PM}_{2.5}$ un valore limite della concentrazione media annua rispettivamente di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il massimo della concentrazione media del periodo di SPM risulta essere di $0.025 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nello scenario “autorizzato”, dove l’unico precursore gassoso è l’ossido di azoto (NO_x). Nello scenario Upgrade, l’introduzione dell’ammoniaca (NH_3) che si aggiunge agli ossidi di azoto (NO_x) tra i precursori del particolato secondario, porta a stimare un valore pari a $0.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in aumento rispetto all’attuale contributo. Nonostante le simulazioni siano state fatte utilizzando criteri molto cautelativi, i valori stimati risultano di 3 ordini di grandezza inferiori al limite più stringente riferito al $\text{PM}_{2.5}$ e pertanto trascurabili e lo divengono a maggior ragione nelle altre aree del territorio allontanandosi dal punto di massima ricaduta.

Le **tavole 05** (cfr. Tabella 4.5.7) riportano la stima del contributo alla concentrazione media giornaliera di SPM superata 35 volte in un anno da confrontarsi con il corrispondente riferimento normativo che prevede un valore limite applicabile al PM_{10} per la concentrazione media giornaliera sulla qualità dell’aria complessiva di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superarsi più di 35 giorni/anno. Anche per questo parametro, i valori riscontrati nei due scenari analizzati sono nettamente inferiori ai limiti di legge di 2-3 ordini di grandezza, con i valori nei punti di massimo impatto, che risultano essere di 0.1 e $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rispettivamente per lo scenario “autorizzato” e quello di “upgrade”.

In sintesi, è possibile valutare che il Progetto induca un aumento delle ricadute rispetto allo scenario “autorizzato” di entità assoluta comunque trascurabile e che le ricadute sono stimate per entrambi gli scenari, inferiori di 2-3 ordini di grandezza ai limiti applicabili e possono pertanto essere considerate trascurabili sia nell’area di principale ricaduta e a maggior ragione nelle altre aree del territorio allontanandosi da questa.

4.5.3 CO

Le **tavole 06** (cfr. Tabella 4.5.7) riportano le massime concentrazioni medie sulle 8 ore di CO determinate dalle emissioni della centrale, nello scenario “autorizzato” (.a) e “upgrade” (.u) con valori nel punto di massima ricaduta rispettivamente pari a $0.08 \text{ mg}/\text{m}^3$ e $0.09 \text{ mg}/\text{m}^3$ a fronte di un valore limite di $10 \text{ mg}/\text{m}^3$. La distribuzione delle ricadute di monossido di carbonio è pressoché uniforme, intorno alla sorgente, per entrambi gli scenari.

In sintesi, è possibile valutare che il Progetto non comporta variazioni significative delle ricadute in termini di monossido di carbonio rispetto allo scenario autorizzato e che, nonostante le assunzioni cautelative presenti nelle simulazioni, le ricadute sono stimate, per entrambi gli scenari, inferiori di 3 ordine di grandezza ai limiti applicabili e possono pertanto essere considerate trascurabili sia nell'area di principale ricaduta e a maggior ragione nelle altre aree del territorio allontanandosi da questa.

5 CONCLUSIONI

L'analisi condotta con la catena modellistica WRF-CALMET-CALPUFF, nel triennio 2013-2015, ha permesso di identificare, nel dominio di calcolo di circa 100x100 km², le aree maggiormente interessate dall'impatto determinato dalle emissioni della Centrale, nel suo assetto attuale ed in quelli di progetto.

Il progetto prevede un miglioramento delle *performance* ambientali delle unità esistenti rispetto a quanto attualmente autorizzato.

Gli interventi di aggiornamento tecnologico previsti, rientrano nell'ambito di una fermata di manutenzione e sono assimilabili ad attività analoghe già svolte nel sito; anche per quanto concerne la realizzazione dell'edificio stoccaggio ammoniaca si prevedono effetti sulla qualità dell'aria trascurabili, localizzati all'interno o nelle immediate vicinanze dell'impianto e di natura temporanea e reversibile.

L'aggiornamento tecnologico dei componenti consentirà un miglioramento delle loro prestazioni tecniche con un conseguente aumento della potenza elettrica lorda erogabile da ciascun ciclo combinato. Nell'ottica di ridurre e minimizzare gli impatti ambientali, anche a seguito dell'incremento di potenza delle unità, si propone un miglioramento delle performance emissive con una riduzione degli NO_x emessi da ciascuna unità in tutte le condizioni di funzionamento (proposti 10 mg/Nm³ vs attuali 33 mg/Nm³) grazie all'installazione di sistemi di denitrificazione catalitica, denominati SCR (*Selective Catalytic Reduction*). L'aggiornamento tecnologico delle apparecchiature esistenti avverrà secondo i criteri più avanzati di efficienza e compatibilità ambientale nel pieno rispetto delle *Best Available Techniques Reference document (BRef)* di settore.

In quest'ottica, si propone l'upgrade delle unità 2 e 3 di produzione esistenti e gli interventi proposti consentiranno di: aumentare, in condizioni ISO, la potenza elettrica lorda di ciascuna unità a circa 418 MW_e e circa 727 MW_t (a fronte degli attuali valori autorizzati di 381 MW_e e 653 MW_t), quindi con un aumento per ciascuna unità della potenza elettrica lorda di circa 37 MW_e e della potenza termica di circa 74 MW_t, rispetto ai valori attualmente autorizzati.

Gli scenari ricostruiti per via modellistica sono:

- a) Scenario "autorizzato": unità TG esistenti LC1, LC2, LC3 e LC4;
- b) Scenario "upgrade": unità TG esistenti LC1 e LC4 e le due unità TG oggetto di sostituzione delle parti calde, LC2-up e LC3-up.

Lo studio ha propedeuticamente analizzato lo stato attuale della qualità dell'aria, mediante l'analisi dei dati delle 7 stazioni della provincia di Piacenza, facenti parte della rete di monitoraggio dell'ARPA Emilia-Romagna, e, vista la contiguità del territorio, quelle della rete di monitoraggio dell'ARPA Lombardia delle province di Lodi (8 stazioni) e Pavia (13 stazioni). I dati analizzati per il 2018 mostrano uno stato della qualità dell'aria che, grazie alle condizioni meteorologiche particolarmente favorevoli alla dispersione degli inquinanti, ha permesso di rispettare gran parte dei valori limiti previsti dal D.Lgs. 155/2010. Nella Provincia di Piacenza, in particolare, l'unica criticità evidenziata è quella per l'O₃, criticità condivisa

peraltro da gran parte del bacino padano e del territorio nazionale nonché da vaste aree del continente, dove il valore obiettivo per la protezione della salute, valutato sul triennio, non è rispettato in 3 delle 4 stazioni dove è stato monitorato. Per tutti gli altri inquinanti SO₂, NO₂, CO, PM₁₀, PM_{2.5}, C₆H₆, Ba, Pb, As, Ni e Cd, si ha il rispetto di tutti i limiti di legge sia in termini di concentrazioni medie annue, sia in termini di superamenti di soglie orarie e/o giornaliere, con l'unica eccezione del numero di superamenti del limite giornaliero di PM₁₀ in una delle sette stazioni analizzate (stazione locale di Gerbido).

La stima delle ricadute in aria ambiente delle emissioni della Centrale è stata effettuata per mezzo della catena modellistica WRF-CALMET-CALPUFF applicata al triennio meteorologico 2013-2015.

Al fine di valutare la coerenza della meteorologia prodotta dalla catena modellistica, è stata selezionata la stazione meteorologica di Milano Linate come rappresentativa della meteorologia dell'area in esame. La rappresentatività della meteorologia prodotta dai modelli WRF-CALMET è stata valutata e giudicata idonea per mezzo di elaborazioni statistiche e rappresentazioni grafiche che hanno permesso il confronto dei principali parametri meteorologici ricostruiti per via modellistica con le corrispondenti informazioni meteorologiche e climatologiche locali.

Per quanto attiene alle emissioni, il progetto consente di aumentare la produzione di energia elettrica e di avere una riduzione del bilancio emissivo massico annuo di NO_x di oltre il 30%, a fronte di un modesto aumento di quello di CO (9.5%). La considerevole riduzione di NO_x è ottenuta mediante l'adozione di sistemi di abbattimento di riduzione catalitica (SCR) che comporta l'emissione di NH₃ stimata ad un massimo di 230 t/anno.

I risultati prodotti dalla catena modellistica hanno permesso di identificare le aree maggiormente interessate dall'impatto determinato dalle emissioni della Centrale sia nello scenario "autorizzato" sia nello scenario di "upgrade", ed hanno messo in evidenza valori dei contributi alle concentrazioni di NO_x, NO₂, CO, PM₁₀, PM_{2.5} (con contributi relativi alla sola componente definita particolato secondario) sempre entro i limiti posti dagli Standard di Qualità dell'Aria del D.Lgs. 155/2010, anche nel punto di massima ricaduta.

I risultati modellistici consentono di stimare un deciso miglioramento, a seguito della realizzazione dell'intervento, delle ricadute associabili all'impianto in termini di ossidi di azoto, già poco significative nel loro attuale assetto. In termini di concentrazione media annua di NO₂ e NO_x, come anche in termini di percentili orari di NO₂, le stime modellistiche indicano una riduzione del valore di concentrazione nel punto di massimo impatto di circa il 20%. Si osservano al contempo una sostanziale invarianza delle ricadute di monossido di carbonio (CO), che permane su livelli trascurabili, e ad una variazione trascurabile, sebbene in aumento, del particolato (PM₁₀ e PM_{2.5}) dovuto all'installazione di un sistema di riduzione degli NO_x, SCR, in linea con le BREF di settore.

6 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>).

Centro Meteorologico Regionale, Arpa Lombardia (<http://www.arpalombardia.it>)

Servizio Meteorologico Regionale Arpa Emilia-Romagna (<https://www.arpae.it/smr/>)

ARPAE, 2018. La qualità dell'aria in Emilia-Romagna anno 2018.

ARPAE, 2018. La qualità dell'aria nella provincia di Piacenza RAPPORTO 2018 - La rete di monitoraggio.
ARPAE Sezione Provinciale di Piacenza - Servizio Sistemi Ambientali Area Monitoraggio e Valutazione Aria.

ARPA Lombardia, 2018. Rapporto sulla qualità dell'aria della provincia di Lodi, anno 2018. ARPA Lombardia, Settore Monitoraggi Ambientali, UOC FST Qualità dell'Aria.

ARPA Lombardia, 2018. Rapporto sulla qualità dell'aria della provincia di Pavia, anno 2018. ARPA Lombardia, Settore Monitoraggi Ambientali, UOC FST Qualità dell'Aria.

Delibera della Giunta regionale del 27/12/2011, n. 2001. Recepimento del 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" - Approvazione della nuova zonizzazione e della nuova configurazione della rete di rilevamento ed indirizzi per la gestione della qualità dell'aria.

D.G.R. n° 2605 del 30 novembre 2011. Zonizzazione del territorio regionale in zone e agglomerati per la valutazione della qualità dell'aria ambiente ai sensi dell'art. 3 del decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155 - revoca della dgr n. 5290/07.

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.

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).

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.