



**PROGETTO MXL2/FGPH PER L'UPGRADE ENERGETICO-AMBIENTALE  
DELLA TURBINA A GAS DELLA CENTRALE DI VOGHERA**



**Istanza di Verifica di Assoggettabilità a VIA**

**Studio Preliminare Ambientale  
Allegato Monografico Atmosfera**

**iRide**  
Istituto per la Ricerca e l'Ingegneria  
Dell'Ecosostenibilità



**Marzo 2020**



Gruppo di lavoro

**iride**  
Istituto per la Ricerca e l'Ingegneria  
Dell'Ecosostenibilità



**Direzione Tecnica**

Ing. Mauro Di Prete

**Gestione operativa**

Ing. Valerio Veraldi

Ing. Antonella Santilli

**Sviluppo attività e coordinamento  
tecnico specialistico**

Ing. Mario Massaro



## Sommario

1	Introduzione.....	5
2	L'analisi meteo - climatica.....	6
2.1	Il dato storico: andamento 1970 - 2001.....	6
2.1.1	Fonte e centralina di riferimento.....	6
2.1.2	Regime Termico.....	11
2.1.3	Regime Pluviometrico.....	19
2.1.4	Regime Anemometrico.....	26
2.2	Il dato attuale.....	36
2.2.1	Descrizione formato e disponibilità dei dati.....	36
2.2.2	Il regime Termico.....	37
2.2.3	Regime Anemometrico.....	38
2.2.4	Visibilità.....	39
2.3	Il confronto tra il dato storico e l'anno di riferimento delle simulazioni.....	40
2.3.1	Parametri di confronto.....	40
2.3.2	Regime Termico.....	40
2.3.3	Regime anemometrico.....	42
2.3.4	Conclusioni.....	42
3	Analisi delle emissioni.....	43
4	Analisi della qualità dell'aria.....	47
4.1	La normativa di riferimento.....	47
4.1.1	Il quadro normativo europeo.....	47
4.1.2	Il quadro normativo nazionale.....	47
4.2	La pianificazione e programmazione sulla qualità dell'aria.....	50
4.3	Analisi delle concentrazioni.....	54
4.3.1	La rete di monitoraggio della qualità dell'aria e la centralina di riferimento.....	54
4.3.2	Ossidi di azoto (NOx – NO2).....	58
4.3.3	Monossido di carbonio (CO).....	65
4.3.4	Quadro sinottico della qualità dell'aria.....	69
5	Stima e valutazione degli impatti.....	70



5.1	Metodologia di analisi .....	70
5.2	Il modello di simulazione Aermod View .....	70
5.3	Dati meteorologici e orografici .....	73
5.4	Dominio di calcolo.....	74
5.5	Ricettori puntuali.....	75
5.6	Lo scenario emissivo .....	76
5.7	Modellazione del Building Downwash .....	77
5.8	Risultati.....	80
5.8.1	Premessa.....	80
5.8.2	Elaborazione dei risultati .....	81
5.8.3	Considerazioni conclusive.....	84



## 1 Introduzione

Nel presente documento vengono stimate le concentrazioni prodotte dalla Centrale di Voghera nella configurazione di progetto, allo scopo di valutare gli impatti dell'esercizio della stessa sulla qualità dell'aria.

Allo scopo è stato anzitutto caratterizzato il territorio in cui è inserita la centrale da un punto di vista meteorologico, emissivo ed in funzione della qualità dell'aria. Per quanto riguarda le caratteristiche meteorologiche dell'area di riferimento, queste risultano fondamentali nella stima delle concentrazioni in aria, in quanto rappresentative di uno degli input del modello di simulazione utilizzato. In merito invece alle analisi emissive e di qualità dell'aria degli inquinanti significativi individuati, queste sono state effettuate per fornire un quadro conoscitivo che caratterizzi la zona in esame.

Alla luce di tali analisi si è proceduto con la valutazione degli impatti, ossia con la stima delle concentrazioni degli inquinanti ritenuti significativi prodotti dalla centrale. Gli inquinanti assunti come riferimento nell'analisi sono quelli individuati nell'Autorizzazione Integrata Ambientale vigente (Decreto AIA n. 79 del 13 febbraio 2014), ossia il Monossido di carbonio (CO) e gli Ossidi di Azoto (NOx).

La dispersione atmosferica degli inquinanti emessi dalla Centrale è stata simulata mediante il software di calcolo Aermot Wiew comprendente il pre-processore meteorologico Aermot Met.

Il presente documento si articola quindi secondo i seguenti paragrafi principali:

1. analisi meteorologica dell'area di studio;
2. analisi delle emissioni degli inquinanti prodotti a livello regionale;
3. analisi dello stato attuale della qualità dell'aria, in cui sono riportati una sintesi della normativa e pianificazione di riferimento e i dati di concentrazione di NOx, NO2 e CO, espressi in termini di parametri statistici di legge per gli inquinanti monitorati dalla centralina di ARPA Lombardia considerata come riferimento per l'analisi;
4. stima e valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria dovuto dall'esercizio della Centrale, in cui si verifica la conformità delle ricadute da essa indotte con i limiti fissati dal D.Lgs. 155/10, considerando lo stato di qualità dell'aria attuale registrato dalla Centralina considerata.



## 2 L'analisi meteo - climatica

### 2.1 Il dato storico: andamento 1970 - 2001

#### 2.1.1 Fonte e centralina di riferimento

Lo strumento utilizzato per effettuare tale analisi è L'Atlante Climatico, il quale raccoglie i dati meteorologici nell'arco temporale di un trentennio, dal 1971 al 2000, permettendo così di ricostruire in termini medi l'andamento meteoclimatico nell'area in esame.

Tale atlante, sviluppato dall'Aeronautica Militare è coerente con quanto definito dall'OMM (Organizzazione Meteorologica Mondiale) che definisce il Clima operativamente come lo stato medio delle variabili fisiche atmosferiche riferito a uno specifico periodo di tempo per un'area geografica circoscritta, prescrivendo la raccolta dei dati ai fini climatici per periodi tra loro disgiunti di 30 anni.

Gli indicatori analizzati, e i cui valori sono riportati nel paragrafo successivo, sono distinguibili in tre categorie: Temperature, Precipitazioni e Venti.

Con specifico riferimento alle temperature, gli indicatori analizzati nel sopracitato Atlante sono riportati in Tabella 2-1.

Simbolo	Descrizione	U.M.
Tm	Temperatura media (max + min)/2	°C
Tx 1d	Temperatura massima media della 1ª decade	°C
Tx 2d	Temperatura massima media della 2ª decade	°C
Tx 3d	Temperatura massima media della 3ª decade	°C
Txm	Temperatura massima media mensile	°C
Tn 1d	Temperatura minima media della 1ª decade	°C
Tn 2d	Temperatura minima media della 2ª decade	°C
Tn 3d	Temperatura minima media della 3ª decade	°C
Tnm	Temperatura minima media mensile	°C
TxP85-15	Differenza fra 85° e 15° percentile della distribuzione delle temperature massime	°C



Simbolo	Descrizione	U.M.
TnP85-15	Differenza fra 85° e 15° percentile della distribuzione delle temperature minime	°C
P99x (P99n)	99° percentile della distribuzione delle temperature massime (minime)	°C
P85x (P85n)	85° percentile della distribuzione delle temperature massime (minime)	°C
P15x (P15n)	15° percentile della distribuzione delle temperature massime (minime)	°C
P1x (P1n)	1° percentile della distribuzione delle temperature massime (minime)	°C
NgTn<=0	N° giorni con <b>Tn</b> (temperatura minima) <= 0 °C	(conteggio)
NgTn<=-5	N° giorni con <b>Tn</b> (temperatura minima) <= -5 °C	(conteggio)
NgTx>=25	N° giorni con <b>Tx</b> (temperatura massima) >= 25 °C	(conteggio)
NgTx>=30	N° giorni con <b>Tx</b> (temperatura massima) >= 30 °C	(conteggio)
GrGi>0	Gradi-giorno (Somme (Tm-S) solo se (Tm-S) > 0°), dove S = 0°C	°C
GrGi>5	Gradi-giorno (Somme (Tm-S) solo se (Tm-S) > 0°), dove S = 5°C	°C
GrGi_18	Gradi-giorno (Somme (S-Tm) solo se (S-Tm) > 0°), dove S = 18°C	°C
Txx	Temperatura massima assoluta	°C
An Txx	Anno in cui si è verificata <b>Txx</b>	-
Tnn	Temperatura minima assoluta	-°C
An Tnn	Anno in cui si è verificata <b>Tnn</b>	-

Tabella 2–1 Indicatori della Temperatura fonte: Atlante Climatico

Con riferimento alle precipitazioni ed eventi correlabili, i principali indicatori sono riportati in Tabella 2–2.

Simbolo	Descrizione	U. M.
RTot	Precipitazione totale media mensile	mm



Simbolo	Descrizione	U. M.
RQ0	Minimo della distribuzione in quintili delle precipitazioni	mm
RQ1	Primo quintile della distribuzione delle precipitazioni	mm
RQ2	Secondo quintile della distribuzione delle precipitazioni	mm
RQ3	Terzo quintile della distribuzione delle precipitazioni	mm
RQ4	Quarto quintile della distribuzione delle precipitazioni	mm
RQ5	Massimo della distribuzione in quintili delle precipitazioni	mm
Rx12a	Precipitazione massima fra le ore 00 e le 12 (ora UTC)	mm
Rx12b	Precipitazione massima fra le ore 12 e le 24 (ora UTC)	mm
Rx24	Precipitazione massima in 24 ore	mm
An Rx24	Anno in cui si è verificata <b>Rx24</b>	
Ng R>1	Numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 1 mm	(conteggio)
Ng R>5	Numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 5 mm	(conteggio)
Ng R>10	Numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 10 mm	(conteggio)
Ng R>50	Numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 50 mm	(conteggio)
Ng Fog	Numero medio di giorni al mese con nebbia	(conteggio)
Ux%	Media mensile dell'umidità percentuale massima	%
Un%	Media mensile dell'umidità percentuale minima	%
Ng h6 Nuv<=4	Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa <= 4/8 alle ore 6	(conteggio)
Ng h6 Nuv>4	Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa > 4/8 alle ore 6	(conteggio)
Ngh18 Nuv<=4	Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa <= 4/8 alle ore 18	(conteggio)
Ngh18 Nuv>4	Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa > 4/8 alle ore 18	(conteggio)

Tabella 2-2 Indicatori della precipitazioni fonte: Atlante Climatico





In relazione alla distribuzione dei venti è possibile fare riferimento alla Tabella 2–3.

Simbolo	Descrizione	U. M.
HH	Orario	UTC
MM	Mese	
Calme	Percentuali dei casi di vento con intensità = 0 nodi	%
N1-10	Percentuali dei casi di vento da Nord con intensità tra 1 e 10 nodi	%
N11-20	Percentuali dei casi di vento da Nord con intensità tra 11 e 20 nodi	%
N>20	Percentuali dei casi di vento da Nord con intensità superiore a 20 nodi	%
NE1-10	Percentuali dei casi di vento da Nord-Est con intensità tra 1 e 10 nodi	%
NE11-20	Percentuali dei casi di vento da Nord-Est con intensità tra 11 e 20 nodi	%
NE>20	Percentuali dei casi di vento da Nord-Est con intensità superiore a 20 nodi	%
E1-10	Percentuali dei casi di vento da Est con intensità tra 1 e 10 nodi	%
E11-20	Percentuali dei casi di vento da Est con intensità tra 11 e 20 nodi	%
E>20	Percentuali dei casi di vento da Est con intensità superiore a 20 nodi	%
SE1-10	Percentuali dei casi di vento da Sud-Est con intensità tra 1 e 10 nodi	%
SE11-20	Percentuali dei casi di vento da Sud-Est con intensità tra 11 e 20 nodi	%
SE>20	Percentuali dei casi di vento da Sud-Est con intensità superiore a 20 nodi	%
S1-10	Percentuali dei casi di vento da Sud con intensità tra 1 e 10 nodi	%
S11-20	Percentuali dei casi di vento da Sud con intensità tra 11 e 20 nodi	%
S>20	Percentuali dei casi di vento da Sud con intensità superiore a 20 nodi	%
SW1-10	Percentuali dei casi di vento da Sud-Ovest con intensità tra 1 e 10 nodi	%
SW11-20	Percentuali dei casi di vento da Sud-Ovest con intensità tra 11 e 20 nodi	%
SW>20	Percentuali dei casi di vento da Sud-Ovest con intensità superiore a 20 nodi	%



Simbolo	Descrizione	U. M.
W1-10	Percentuali dei casi di vento da Ovest con intensità tra 1 e 10 nodi	%
W11-20	Percentuali dei casi di vento da Ovest con intensità tra 11 e 20 nodi	%
W>20	Percentuali dei casi di vento da Ovest con intensità superiore a 20 nodi	%
NW1-10	Percentuali dei casi di vento da Nord-Ovest con intensità tra 1 e 10 nodi	%
NW11-20	Percentuali dei casi di vento da Nord-Ovest con intensità tra 11 e 20 nodi	%
NW>20	Percentuali dei casi di vento da Nord-Ovest con intensità superiore a 20 nodi	%
Vxx	Intensità massima del vento	KT

Tabella 2-3 Indicatori della distribuzione dei venti fonte: Atlante Climatico

In ultimo, si è scelta la centralina di rilevamento più prossima alla centrale e con un sufficiente quantitativo di dati registrati utili all'analisi.

Si sottolinea come le centraline più vicine al sito di Voghera ed equidistanti tra loro siano Milano Linate e Piacenza S. Damiano. Quest'ultima centralina è stata esclusa in quanto il bollettino attuale del 2019 non registra dati sufficienti ad una corretta analisi. Pertanto si è presa come riferimento la centralina di Milano Linate dell'ENAV, che dista dall'area di studio circa 50 chilometri e può essere ritenuta significativa e rappresentativa delle condizioni meteorologiche dell'area in esame, in quanto, come riporta il documento dell'APAT "Dati e informazioni per la caratterizzazione della componente Atmosfera e prassi corrente di utilizzo dei modelli di qualità dell'aria nell'ambito della procedura di V.I.A.", le osservazioni rilevate dalle stazioni meteo dell'Aeronautica Militare sono rappresentative di un'area di circa 70 chilometri di raggio.



Figura 2-1 Centralina di riferimento per analisi storiche su Atlante Climatico



### 2.1.2 Regime Termico

Primo aspetto analizzato nella trattazione del dato storico riguarda il regime termico. La Tabella 2–4 riporta i dati principali circa le temperature nei tre decenni di analisi.

Mese	Tm	Tx 1d	Tx 2d	Tx 3d	Txm	Tn 1d	Tn 2d	Tn 3d	Tnm	Tx P85-15	Tn P85-15
Gen	2,5	5,2	5,6	6,8	5,9	-1,5	0,6	0,7	0,9	8,1	7,5
Feb	4,7	7,7	9	10,5	9	0,1	0,2	0,9	0,3	8,9	6,7
Mar	9	12,8	14,6	15,3	14,3	2,4	3,7	5,1	3,8	9,1	6,7
Apr	12,2	16,8	17,4	18	17,4	6,7	6,1	8,1	7	7,9	6,2
Mag	17	20,7	21,8	24	22,3	10	11,7	13,1	11,6	9,2	6,2
Giu	20,8	25,6	26,1	27	26,2	14,8	15,2	16,3	15,4	7	5,9
Lug	23,6	28,7	29,4	29,6	29,2	17,4	18,2	18,3	18	5,9	5,6
Ago	23	29,4	29,1	27,2	28,5	18,2	18,2	16,5	17,6	6,8	5,5
Set	19,2	25,8	24,6	22,9	24,4	14,7	14,1	13,1	14	7,6	6,5
Ott	13,4	20,1	17,8	15,6	17,8	11,1	9,3	6,8	9	8	8,5
Nov	7,2	12,9	10,6	8,7	10,7	6	3,6	1,7	3,7	7,5	8,5
Dic	3,3	7,1	6,5	5,7	6,4	0,7	0,3	0,6	0,1	7,5	7,3
Mese	NgTn ≤0	NgTn ≤-5	NgTx ≥25	NgTx ≥30	GrGi >0	GrGi >5	GrGi_18	Txx	An Tx	TNN	An Tn
Gen	18	4,6	0	0	93	0	497	21,7	2000	-14,4	1985
Feb	13	1,3	0	0	137	2	380	23,8	1990	-12,8	1991
Mar	3,7	0,1	0,1	0	290	130	288	27,3	1997	-5,6	1987
Apr	0,5	0	0,5	0	339	200	162	26,8	1997	-2,4	1983
Mag	0	0	8,3	0	503	354	55	32	1997	1,2	1991
Giu	0	0	20,1	4	613	466	8	35,4	1996	8	1991
Lug	0	0	27,7	14	706	557	1	37,2	1983	10,1	1974



Mese	Tm	Tx 1d	Tx 2d	Tx 3d	Txm	Tn 1d	Tn 2d	Tn 3d	Tnm	Tx P85-15	Tn P85-15
Ago	0	0	27,4	12,1	732	573	1	37,1	1998	8,4	1972
Set	0	0	15,8	1,2	586	434	21	33	1983	3	1972
Ott	0,4	0	0,9	0	407	255	143	30,4	1997	-6	1989
Nov	5,4	0,2	0	0	219	69	325	21,4	1998	-6	1983
Dic	16,2	2,5	0	0	108	0	461	18,1	1991	-9,9	1981

Tabella 2-4 Regime Termico fonte: Atlante climatico

Con riferimento alla Temperatura Media registrata nei tre decenni è possibile notare come le temperature siano comprese tra 2,5 °C e 23,6 °C, rispettivamente registrati nei mesi di Gennaio e di Luglio.

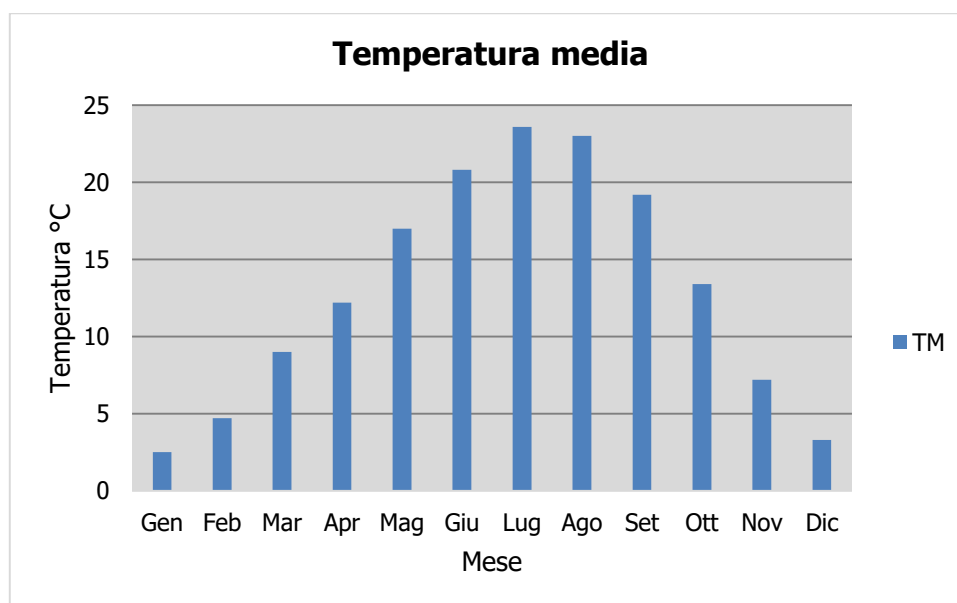


Figura 2-2 Temperatura media nelle tre decadi di riferimento fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico

Analizzando i valori massimi e minimi medi della temperatura nelle tre decadi si osserva come il trend analizzato per la temperatura media nelle tre decadi sia individuabile anche in tali valori, evidenziando come mese con temperature massime medie più elevate il mese di Luglio con 29,6 °C, mentre il mese con le temperature minime medie più basse risulta Gennaio con 5,2 °C.

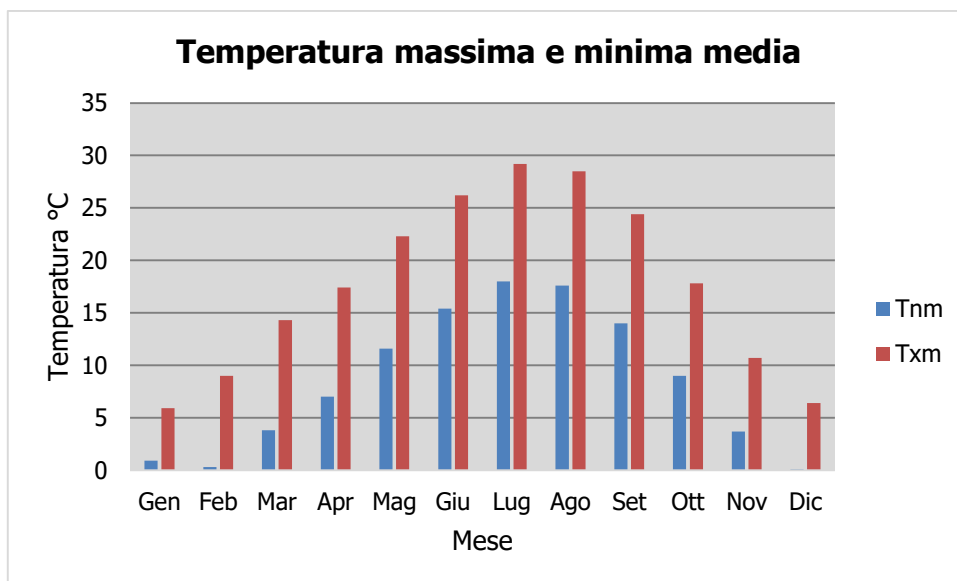


Figura 2-3 Temperatura massima e minima media nelle tre decadi di riferimento fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico

Al fine di poter valutare dei trend di evoluzione della temperatura è possibile fare riferimento ai valori di temperatura minima e massima media mensile analizzata nelle tre differenti decadi di riferimento (1971 – 1980; 1981 – 1990; 1991 – 2000).

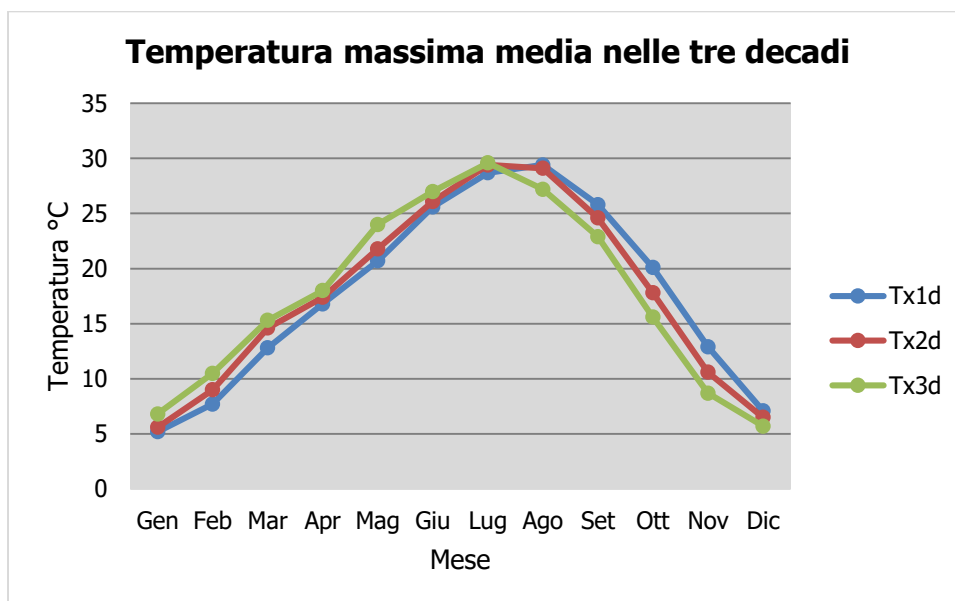


Figura 2-4 Temperatura massima media suddivisa per decadi fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico

Dalla Figura 2-4 si può notare nel corso dei decenni un'inversione del trend delle temperature con un anticipo delle temperature massime di circa un mese. L'indicatore verde rappresenta la terza e più recente decade di analisi, la quale fa registrare valori più elevati delle altre due nei mesi compresi tra Gennaio e Luglio. Nei mesi da Agosto a Dicembre si registra, invece, un trend opposto con il valore della temperatura massima sempre inferiore a quello delle altre due decadi. Nell'ultima decade di analisi il mese con la temperatura massima media più elevata risulta Luglio con un valore di 29.6°C.

Analoghe considerazioni possono essere effettuate in riferimento alle temperature minime così come mostrato in Figura 2-5.

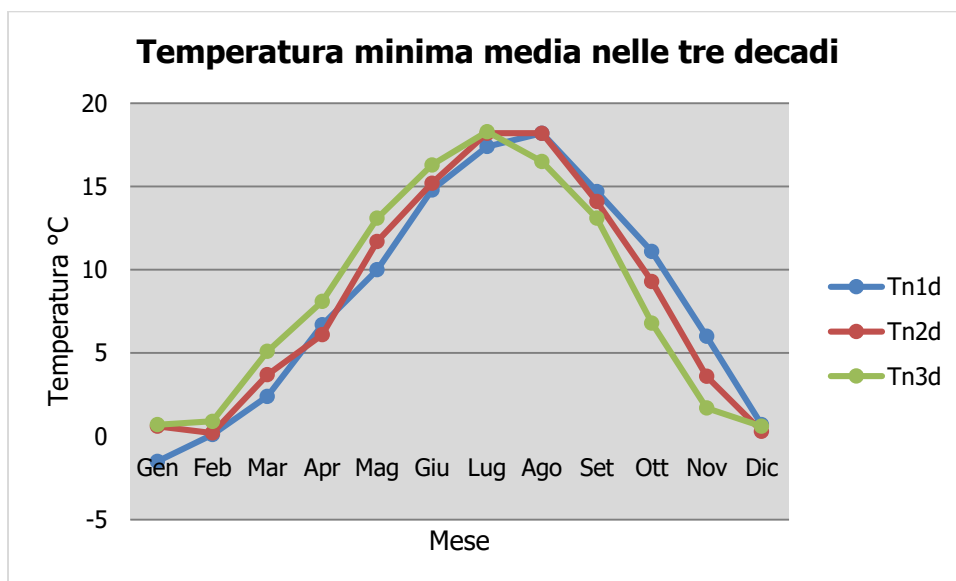


Figura 2-5 Temperatura minima media suddivisa per decadi fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico

È inoltre possibile analizzare il fenomeno termico anche dal punto di vista dei percentili. In particolare si può osservare la distribuzione in termini di differenze tra l'85° ed il 15° percentile al fine di determinare un intervallo di variazione dei valori contenuti tra tali percentili. Tale differenza può essere effettuata sia in termini di temperatura massima sia in termini di temperatura minima.

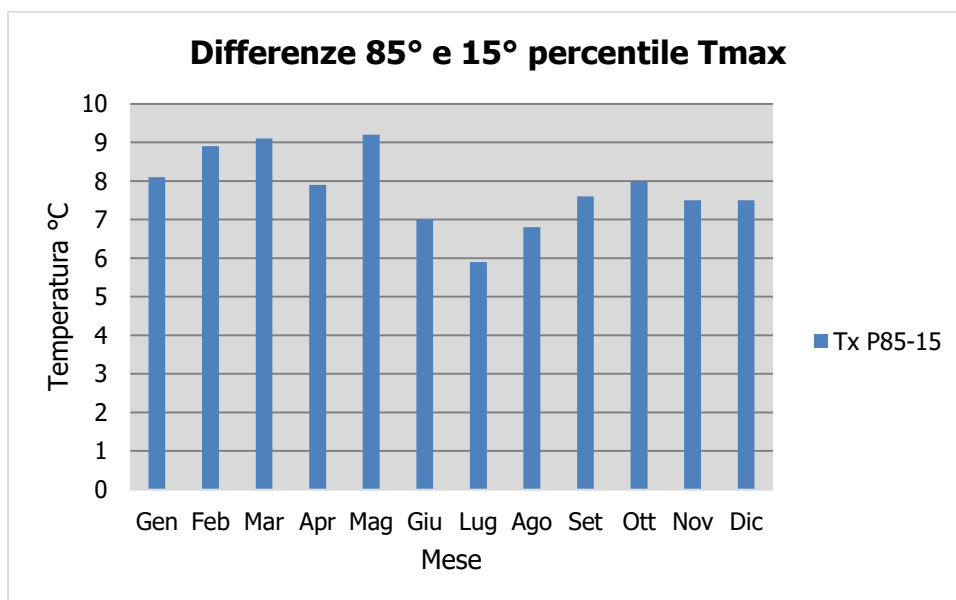


Figura 2-6 Differenza 85 – 15 percentile temperatura massima fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico

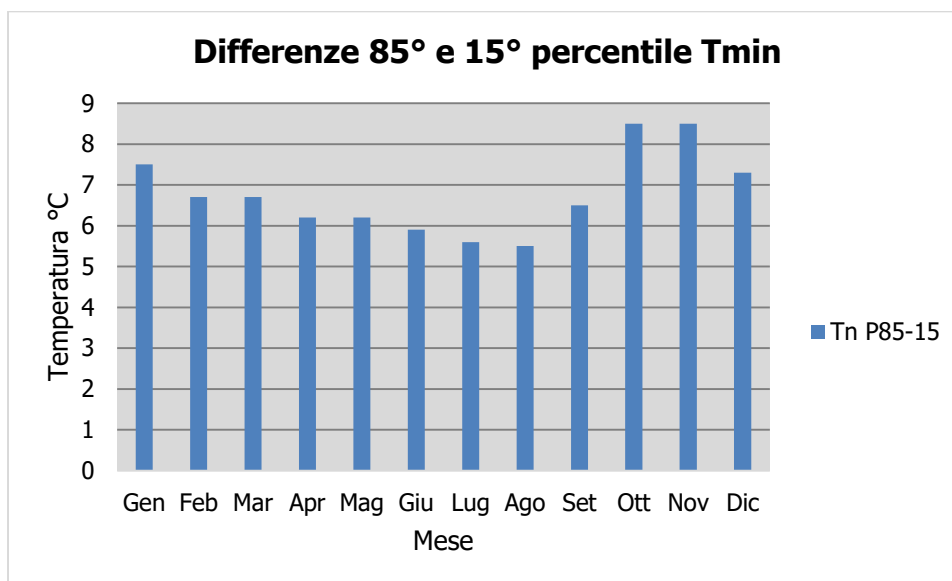


Figura 2-7 Differenza 85 – 15 percentile temperatura minima fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico

Dall'analisi delle temperature massime si può notare come il delta sia variabile nei mesi, con un minimo nei mesi estivi, e compreso tra 1 °C ed i 2°C. Con riferimento alla temperatura minima si registra un analogo trend.

In ultimo, al fine di completare l'analisi sulle distribuzioni delle temperature nei diversi mesi nelle tre decadi di riferimento, è possibile effettuare un'analisi sull'occorrenza di determinati eventi, oltre che sulla loro entità.

In particolare è possibile valutare l'occorrenza di fenomeni "estremi", quali il superamento di temperature "soglia" sia in termini di temperatura massima, sia in termini di temperatura minima.



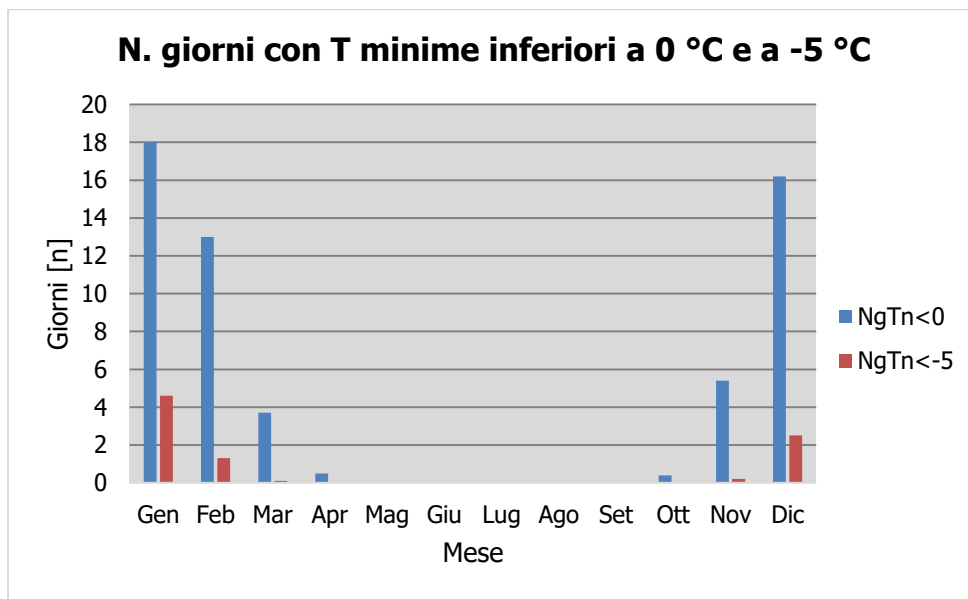


Figura 2-8 N° giorni con temperature minime inferiori a 0° e a -5° fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico

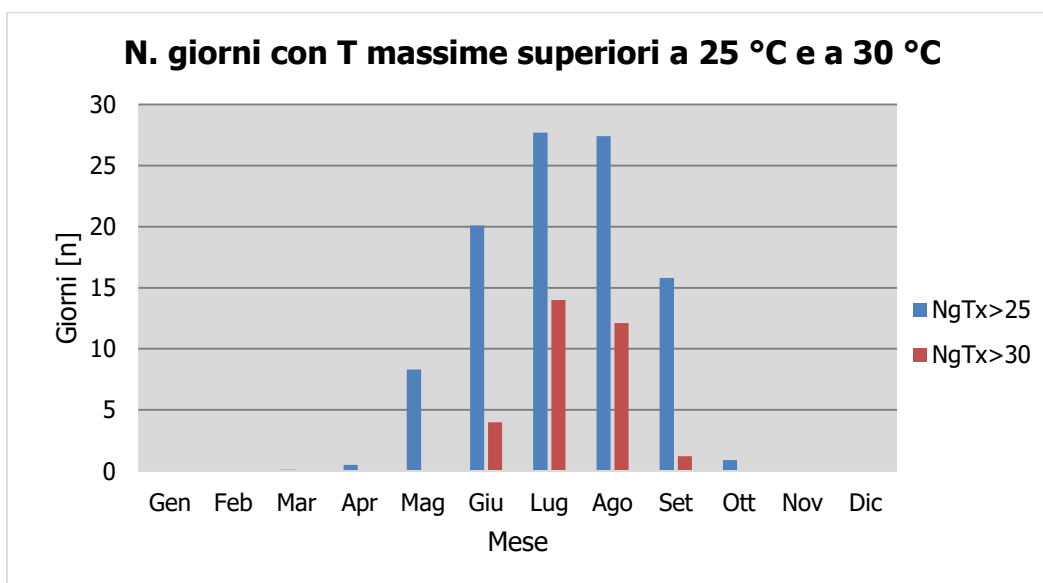


Figura 2-9 N° giorni con temperature massime superiori a 25° e 30° fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico

Con riferimento alle figure soprastanti è possibile verificare come siano presenti alcuni giorni con temperature inferiori ai -5°C nei mesi invernali, mentre come le giornate con temperature inferiori allo 0°C arrivino sino al mese di aprile.



Per quanto riguarda le temperature massime si registrano superamenti della soglia di 30° nei mesi di Giugno, Luglio, Agosto e Settembre. I superamenti della soglia di 25° sono molto frequenti, partendo dai pochi valori di aprile sino ad arrivare ad ottobre.

Ultimo aspetto riguarda l'analisi dei giorni in cui si sono verificati i massimi ed i minimi assoluti rispetto al periodo di riferimento dell'Atlante Climatico. E' possibile notare sia con riferimento alla massima che alle temperature minime la distribuzione nelle tre decadi è dispersa.

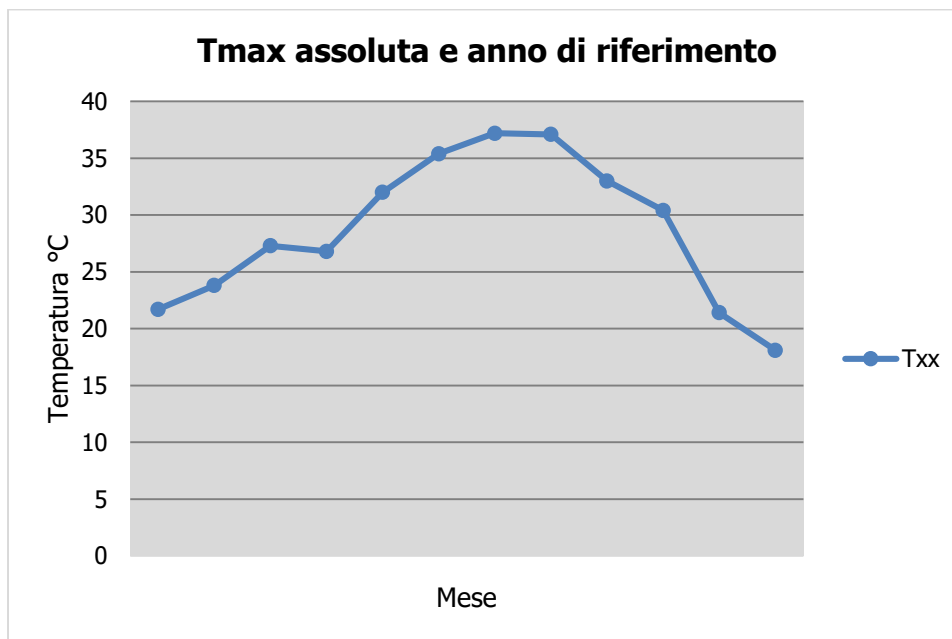


Figura 2-10 Temperatura massima assoluta ed anno di riferimento fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico

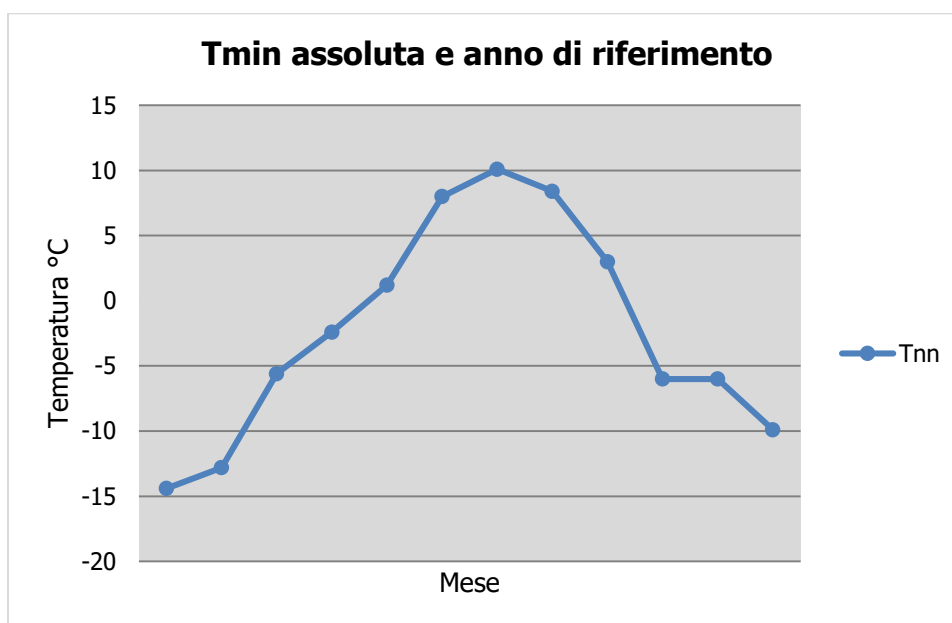


Figura 2-11 Temperatura minima assoluta ed anno di riferimento fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico

### 2.1.3 Regime Pluviometrico

Il regime pluviometrico è definito attraverso i dati registrati e riportati nella Tabella 2-5. In tale tabella sono anche riportati i dati circa l'umidità registrata nonché la presenza di nebbia e di copertura nuvolosa.

Mese	Rtot	RQ0	RQ1	RQ2	RQ3	RQ4	RQ5	Rx12a	Rx12b	Rx24	An Rx24
Gen	58,7	0	3,6	27,4	58,4	94,2	190	24,8	25,6	38,6	1978
Feb	49,2	0	7,4	23,1	37,7	65,4	161	24,4	27,8	45	1978
Mar	65	3,6	16,5	40,6	65,1	106	166	49,4	28,8	67,8	1983
Apr	75,5	0	28,1	38,9	83,2	104	249	53,2	33	60,6	1990
Mag	95,5	3,9	29,8	55	92,4	137	280	51,6	61,2	92,2	1975
Giu	66,7	0,9	35,7	43,9	59,7	86,2	292	47,4	65,4	72,4	1997
Lug	66,8	0,8	22,7	40,5	56,8	99,1	236	49,8	52,8	63,8	1972
Ago	88,8	2,4	41,7	62,8	104	119	197	76	103,8	129	1987
Set	93,1	0	23,2	52,3	107	159	255	55,4	64,2	115	1993
Ott	122	5,6	41,8	73,7	106	186	404	75,6	69,8	87,6	1976
Nov	76,7	0	21	39	94	119	216	37,6	38,2	54,8	2000
Dic	61,7	1,2	14,5	47,2	65,1	83,9	201	28,8	40	52	1983



Mese	Ng R>1	Ng R>5	Ng R>10	Ng R>50	Ng Fog	Ux%	Un%	Ng h6 Nuv<=4	Ng h6 Nuv>4	Ngh18 Nuv<=4	Ngh18 Nuv>4
Gen	6,7	3,8	2,4	0	21,4	96	70	9,3	21,7	12,6	18,4
Feb	5,3	2,5	1,6	0	11,8	94	56	12,6	15,1	15,1	12,6
Mar	6,7	3,8	2,4	0	4,5	93	47	15,3	15,8	17,4	13,7
Apr	8,1	4,5	2,2	0	1,5	93	50	13,5	16,4	13,7	16,2
Mag	8,9	5,5	2,9	0,2	0,9	93	50	14,5	16,7	14,2	17,1
Giu	7,7	3,8	2,1	0,1	0,5	92	49	15,9	13,6	15,7	13,7
Lug	5,4	3,3	2,1	0,1	0,5	92	48	19,6	9,7	20	9,4
Ago	7,1	4,3	2,8	0,3	0,7	94	50	19,7	11,7	20,9	10,6
Set	6,1	3,9	2,8	0,4	4	95	52	16,9	13,5	19,4	11,2
Ott	8,3	5,5	4	0,5	12	97	63	13	17,5	17,8	12,8
Nov	6,4	4,3	2,9	0	16,1	96	70	10	20,4	14,3	15,9
Dic	6,3	3,8	2,2	0,1	17,2	96	72	11	21,5	13,1	19,3

Tabella 2-5 Regime Pluviometrico fonte: Atlante Climatico

Il primo aspetto di analisi fa riferimento alla precipitazione totale media mensile registrata dalla stazione di riferimento in termini di millimetri, così come riportato in Figura 2-12.

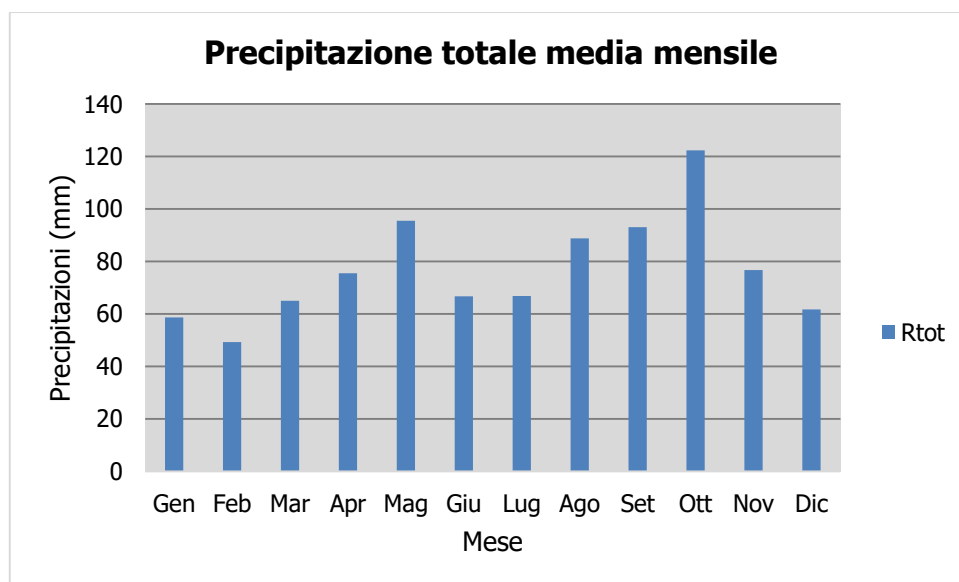


Figura 2-12 Precipitazione totale media mensile fonte: elaborazione da Atlante Climatico



E' possibile notare come il mese con la media mensile più elevata è Ottobre con circa 122 mm di precipitazione, mentre il mese maggiormente asciutto è Febbraio con un valore di circa 49 mm.

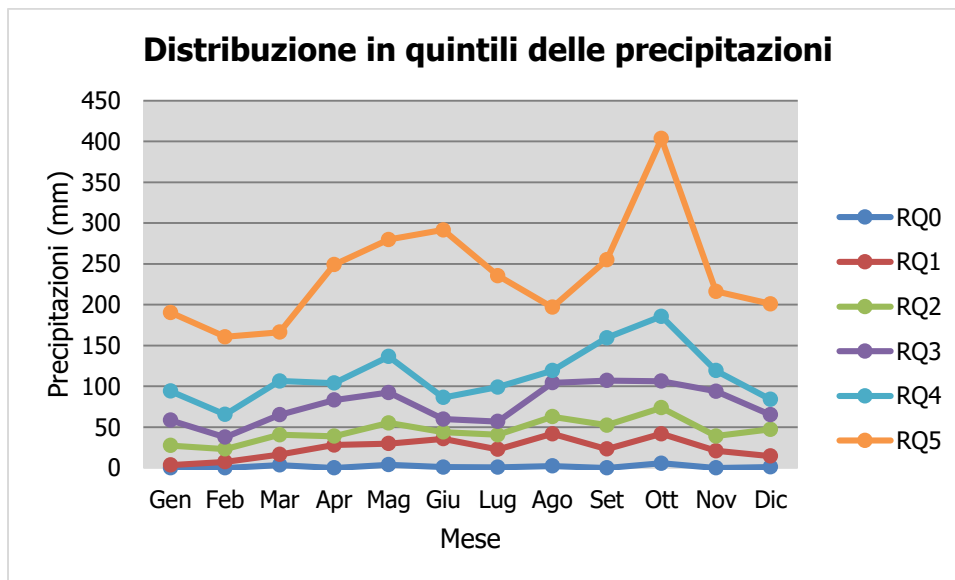


Figura 2-13 Distribuzione in quintili delle precipitazioni mensili fonte: elaborazione da Atlante Climatico

Al fine di avere una valutazione quantitativa della distribuzione delle precipitazioni nei diversi mesi è possibile fare riferimento alla Figura 2-13.

In termini qualitativi è possibile evidenziare un delta marcato tra il quarto ed il quinto quintile, ovvero il massimo della distribuzione in quintili, mentre le differenze tra il terzo ed il primo quintile sono molto più contenute.

E' inoltre possibile valutare la divisione delle precipitazioni massime con riferimento a due intervalli temporali 00-12 e 12-24, così come definito nella Figura 2-14.

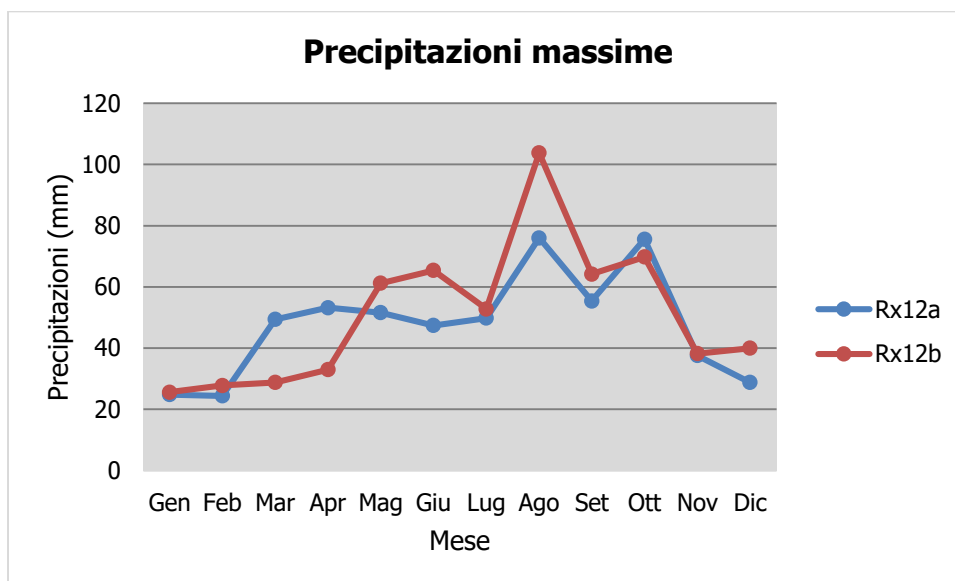


Figura 2-14 Precipitazioni massime periodi 00-12 e 12-24 fonte: elaborazione da Atlante Climatico

E' possibile notare come, rispetto al primo periodo di riferimento il massimo si registri nel mese di Agosto con circa 76 mm di precipitazione, mentre rispetto al secondo periodo il massimo sia registrabile sempre nel mese di Agosto il cui valore si attesta a circa 104 mm.

Di seguito si riporta la distribuzione dei massimi nelle 24 ore nonché la data in cui si è verificata rispetto al periodo di analisi dell'Atlante Climatico.

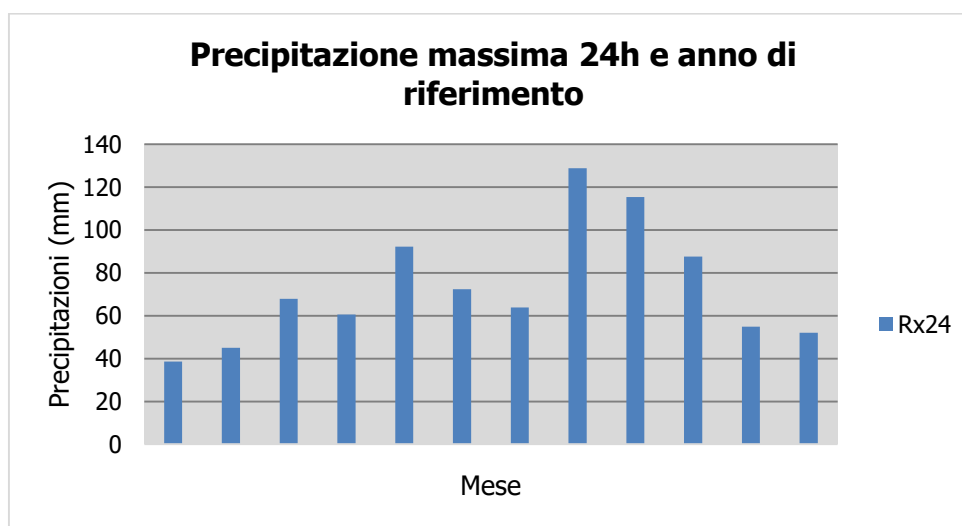


Figura 2-15 Precipitazioni massima nelle 24h ed anno di occorrenza fonte: elaborazione da Atlante Climatico



In ultimo, in analogia a quanto visto per le temperature, anche per il regime pluviometrico viene effettuata un'analisi circa il numero di giorni in cui si verifica il superamento di determinati valori di soglia. Nel caso in esame, riportato in Figura 2-16, vengono riportati il numero medio di giorni con precipitazioni superiori ad 1, 5, 10 e 50 mm.

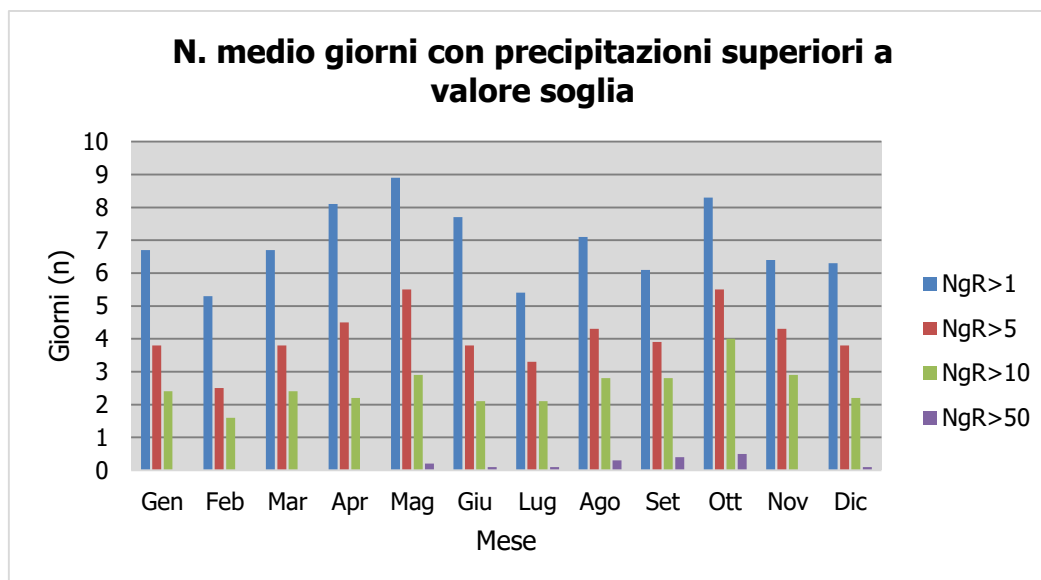


Figura 2-16 N° di giorni medio al mese con precipitazioni superiori a 1, 5, 10 e 50mm di precipitazioni  
fonte: elaborazione da Atlante Climatico

Dall'analisi di tali dati è possibile evidenziare una notevole variabilità, con valori massimi compresi sia nel mese di ottobre sia nei mesi di aprile-maggio con specifico riferimento al superamento del valore di 1 mm ma come per quanto riguarda la soglia più elevata (50 mm) si debba fare riferimento ai mesi di settembre- ottobre, denotando tuttavia una presenza dell'indicatore in quasi tutti i mesi dell'anno, a conferma della dispersione del dato.

Con riferimento al secondo parametro analizzato, ovvero la presenza di nebbia, è possibile fare riferimento alla Figura 2-17, in cui vengono rappresentati i giorni medi al mese in cui è presente la nebbia. La distribuzione di tali valori è significativa nei mesi invernali mentre è contenuta nei mesi estivi.

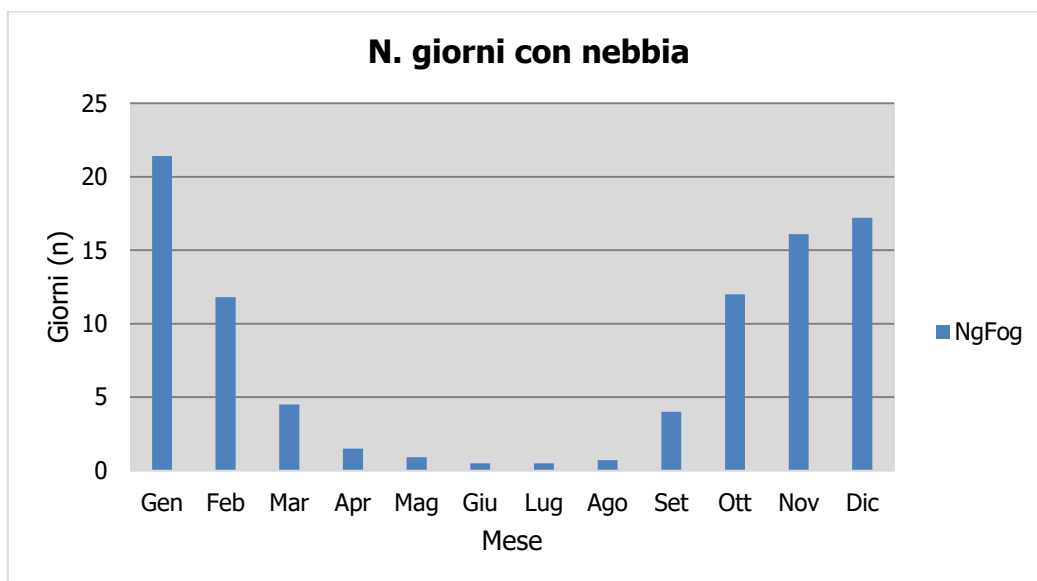


Figura 2-17 Numero di giorni medio al mese con presenza di nebbia fonte: elaborazione da Atlante Climatico

Con riferimento all'umidità percentuale massima e minima si nota come il primo parametro sia compreso quasi sempre prossimo al 100%, con oscillazioni contenute. Con riferimento al secondo parametro i valori minimi si registrano da marzo ad agosto con valori compresi tra il 40 e l'80%.

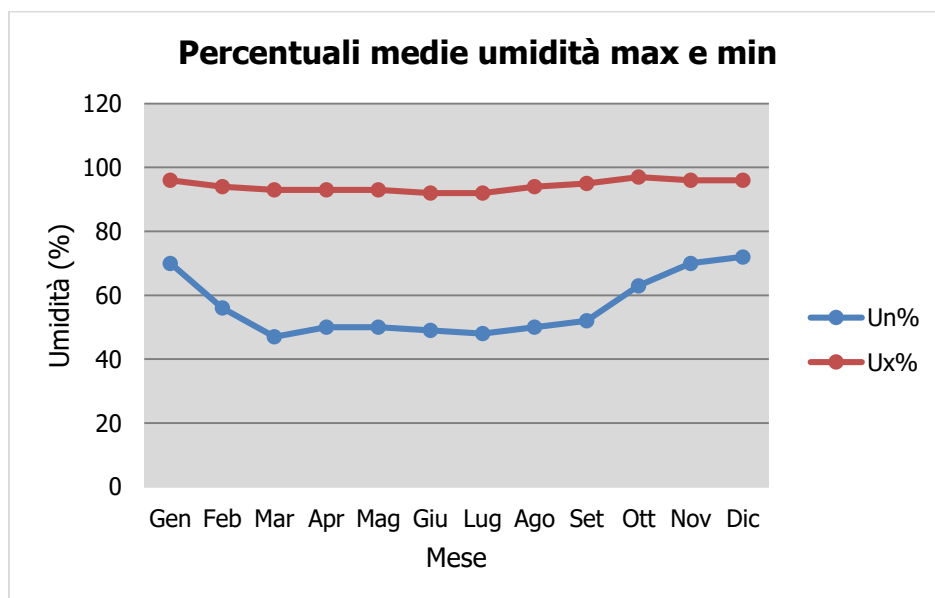


Figura 2-18 Media mensile dell'umidità percentuale massima e minima fonte: elaborazione da Atlante Climatico





Ultimo aspetto del presente paragrafo riguarda l'analisi della copertura nuvolosa. In particolare tale aspetto viene considerato con riferimento al numero di giorni in relazione ad alcuni aspetti che possono essere così riassunti:

- la copertura nuvolosa espressa in ottavi, ed in particolare se inferiore o superiore ai quattro ottavi;
- le ore del giorno, definendo due scenari di analisi alle ore 6 e alle ore 18.

La combinazione di tali aspetti dà luogo a quattro scenari di analisi:

1. numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa inferiore o uguale a 4/8 alle ore 6;
2. numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa superiore a 4/8 alle ore 6;
3. numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa inferiore o uguale a 4/8 alle ore 18;
4. numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa superiore a 4/8 alle ore 18;

Le risultanze di tali analisi sono riportate nella Figura 2-19.

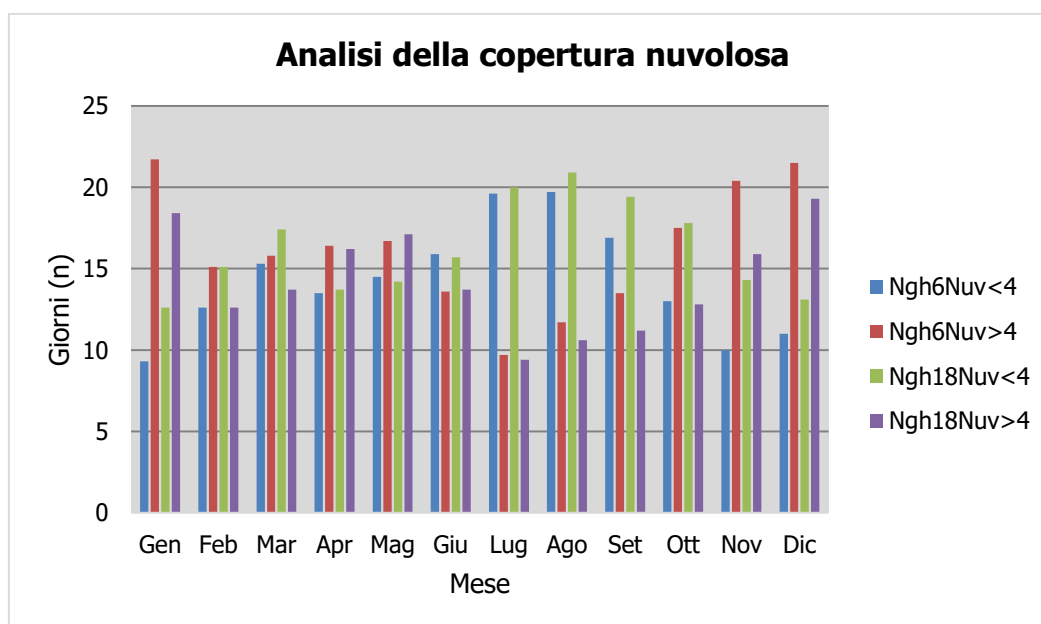


Figura 2-19 Analisi della copertura nuvolosa fonte: elaborazione da Atlante Climatico

Si può notare una certa uniformità nei fenomeni nelle diverse stagioni e nelle diverse ore del giorno con eccezione dei mesi estivi in cui aumentano gli indicatori inferiori ai 4/8.



#### 2.1.4 Regime Anemometrico

Facendo riferimento ai dati relativi al vento è possibile identificarne sia la direzione sia l'entità espressa in nodi, suddivisa nelle classi definite nelle tabelle seguenti. I valori registrati sono sinteticamente riportati nelle tabelle seguenti con riferimento a quattro orari: 00:00, 06:00, 12:00, 18:00.

HH 00													
Mese	Calme	N1-10	N11-20	N>20	NE1-10	NE11-20	NE>20	E1-10	E11-20	E>20	SE1-10	SE11-20	SE>20
Gen	70,2	1,51	0,7	0,12	2,55	0	0	2,55	0,35	0	0,93	0,12	0
Feb	68,4	3,78	0,78	0,13	5,08	0,26	0	5,21	1,17	0	1,04	0	0
Mar	57,1	5,22	1,25	0,11	6,7	0,11	0	8,85	1,93	0,11	1,25	0,57	0
Apr	55,3	4,71	0,71	0	7,29	0,12	0	7,88	2,59	0	2,24	1,18	0
Mag	57,1	4,56	0,23	0	6,96	0,11	0	8,1	1,25	0,11	0,91	0,23	0
Giu	56,2	4,36	0,85	0	4,36	0,12	0	8,23	0,85	0	1,09	0	0
Lug	56,2	4,63	0,49	0	8,65	0,37	0	8,04	1,22	0	1,46	0,12	0
Ago	64,8	3,45	1,04	0	6,21	0,23	0	7,83	0,81	0	0,92	0,23	0
Set	71,1	3,94	0,36	0	5,97	0	0	7,17	1,08	0	1,08	0,24	0
Ott	70,2	4,62	0,36	0	5,44	0	0	6,63	1,54	0	1,66	0,36	0
Nov	68,6	3,22	0,24	0	4,65	0,24	0	4,89	1,43	0	1,19	0,12	0
Dic	65,7	2,77	0,66	0	3,21	0,11	0	3,32	0,33	0	1,77	0,11	0
Mese	S1-10	S11-20	S>20	SW1-10	SW11-20	SW>20	W1-10	W11-20	W>20	NW1-10	NW11-20	NW>20	Vxx
Gen	1,39	0	0	10,9	0,46	0	4,18	0,58	0	1,51	1,74	0,12	47
Feb	1,04	0	0	4,43	0,13	0	4,3	0,65	0	2,21	1,43	0	78
Mar	0,79	0	0	2,72	0,11	0	6,36	1,93	0	3,18	1,36	0,23	86
Apr	0,35	0	0	3,06	0,24	0	7,76	0,82	0	4,94	0,59	0,12	53
Mag	0,57	0	0	2,17	0,46	0	11,5	1,37	0	3,42	0,68	0,23	43
Giu	0,85	0,12	0	4,72	0,24	0	12,5	1,33	0	3,27	0,73	0	43
Lug	0,73	0,12	0	2,92	0,12	0	11	0,61	0	2,56	0,85	0	62
Ago	0,46	0	0	2,88	0,23	0	7,48	0,46	0	2,19	0,58	0	70
Set	0,96	0,24	0	1,67	0	0	3,58	0,24	0	2,03	0,36	0	72
Ott	0,83	0	0	2,25	0	0	3,43	0,24	0	1,66	0,83	0	75
Nov	1,19	0	0	5,25	0,12	0	5,25	0,24	0	2,15	1,07	0,12	69
Dic	1,33	0	0	9,96	0,44	0,11	5,97	0,77	0	1,88	1,55	0	54

Tabella 2-6 Andamento della regime anemometrico ore 00:00 fonte: Atlante Climatico



HH 06													
Mese	Calme	N1-10	N11-20	N>20	NE1-10	NE11-20	NE>20	E1-10	E11-20	E>20	SE1-10	SE11-20	SE>20
Gen	69,1	1,72	0,92	0,11	1,61	0,23	0	3,1	0,34	0	0,57	0	0
Feb	73,4	3,88	0,26	0	2,98	0,13	0	4,92	1,03	0	0,52	0	0
Mar	68,4	3,79	0,46	0,34	4,6	0,11	0	6,67	1,49	0,11	1,26	0,46	0
Apr	64,7	3,12	0	0,12	5,4	0	0	8,4	1,92	0	1,68	0,72	0
Mag	67,5	2,99	0	0	5,05	0,46	0	7,58	1,84	0	1,03	0,34	0
Giu	63,9	2,79	0,24	0	5,59	0,12	0	9,36	0,97	0	1,46	0,12	0
Lug	71,6	2,2	0,24	0	7,56	0,24	0	5,85	0,61	0	1,95	0	0
Ago	79	1,93	0,57	0	5,12	0,11	0	4,78	0,8	0	0,91	0,11	0
Set	77,1	2,36	0,12	0	4,84	0	0	7,56	1,3	0	1,42	0,35	0
Ott	76	2,57	0,12	0	3,74	0,12	0	5,73	1,52	0	0,82	0,7	0
Nov	72,5	2,36	0,12	0,12	2,24	0,12	0	5,42	0,94	0	0,94	0,12	0
Dic	68,7	1,21	0,44	0	1,76	0,11	0	4,18	0,22	0	1,65	0	0
Mese	S1-10	S11-20	S>20	SW1-10	SW11-20	SW>20	W1-10	W11-20	W>20	NW1-10	NW11-20	NW>20	Vxx
Gen	1,84	0	0	10,3	0,11	0	5,17	1,49	0	1,95	1,26	0,11	- (*)
Feb	0,91	0	0	5,05	0,26	0	3,1	0,26	0	1,68	1,29	0,39	- (*)
Mar	1,49	0,11	0	2,99	0	0	3,45	1,26	0	1,72	1,26	0	- (*)
Apr	1,32	0,24	0	2,52	0,24	0	5,4	0,84	0	2,04	1,2	0,12	- (*)
Mag	1,38	0,11	0	3,56	0,11	0	5,63	0,57	0	1,38	0,23	0,11	- (*)
Giu	0,97	0	0	3,89	0	0	7,65	0,24	0	2,19	0,36	0	- (*)
Lug	1,34	0	0	2,07	0,24	0	4,27	0,37	0	0,73	0,73	0	- (*)
Ago	1,25	0	0	2,5	0	0	1,82	0,34	0	0,57	0,23	0	- (*)
Set	1,3	0	0	1,3	0,12	0	1,42	0,24	0	0,35	0,24	0	- (*)



Ott	1,52	0,12	0	2,81	0,12	0	2,69	0,12	0	0,82	0,35	0	- (*)
Nov	1,06	0	0	6,6	0,12	0	3,77	1,3	0	1,3	0,83	0,12	- (*)
Dic	1,76	0,11	0	11,4	0,44	0	5,06	1,1	0	0,66	0,88	0,11	- (*)

(\*) Dato non disponibile

Tabella 2-7 Andamento della regime anemometrico ore 06:00 fonte: Atlante Climatico

HH 12													
Mese	Calme	N1-10	N11-20	N>20	NE1-10	NE11-20	NE>20	E1-10	E11-20	E>20	SE1-10	SE11-20	SE>20
Gen	47,9	1,48	1,25	0,23	1,93	0,23	0	4,77	0,45	0	2,61	0,68	0
Feb	40,2	1,29	1,03	0,13	1,29	0,26	0	9,01	1,8	0	7,98	1,03	0
Mar	26,4	1,49	0,92	0,46	2,75	0,23	0	12,6	4,12	0	13	1,72	0
Apr	14,4	2,15	1,67	0,24	4,53	0,12	0	12,6	4,05	0,12	13,6	2,15	0
Mag	13,8	2,18	0,11	0,11	3,79	0,34	0	10,7	2,99	0,23	13,9	1,61	0
Giu	11,4	1,7	1,33	0,24	3,52	0,12	0	9,95	1,46	0,12	14,4	1,46	0
Lug	11,4	1,34	1,1	0,12	2,32	0,24	0	11,5	0,98	0	20,2	1,1	0
Ago	18,4	2,03	0,68	0,11	3,5	0,11	0	12,5	0,9	0	19,9	1,24	0
Set	28,1	0,94	0,7	0,12	3,52	0,35	0	13,2	3,17	0	10,9	0,82	0
Ott	38,3	1,53	0,24	0	3,06	0,12	0	12,1	2	0	7,18	0,82	0
Nov	46,9	1,77	0,71	0,12	1,53	0,12	0	6,96	2,24	0	3,07	0,24	0
Dic	48,6	1,43	1,21	0,33	2,41	0	0	6,26	0,44	0	2,96	0,22	0
Mese	S1-10	S11-20	S>20	SW1-10	SW11-20	SW>20	W1-10	W11-20	W>20	NW1-10	NW11-20	NW>20	Vxx
Gen	5,33	0	0	22	1,36	0	4,99	1,7	0	0,68	2,04	0,34	- (*)
Feb	6,82	0,13	0	18,3	2,19	0	3,6	1,8	0	0,9	1,29	0,9	- (*)
Mar	8,01	0,34	0	13,8	2,75	0	3,78	3,32	0,11	1,26	1,37	0,34	- (*)
Apr	12,6	0,24	0	15	3,22	0	5,96	3,22	0	1,67	1,19	0,36	- (*)



HH 12													
Mese	Calme	N1-10	N11-20	N>20	NE1-10	NE11-20	NE>20	E1-10	E11-20	E>20	SE1-10	SE11-20	SE>20
Mag	15,7	0,23	0	18,6	3,21	0	6,2	1,95	0	1,95	0,92	0	- (*)
Giu	18,8	0,97	0,12	21,2	3,16	0	5,46	0,85	0,12	1,46	0,85	0,12	- (*)
Lug	18,7	0,49	0	19,4	1,1	0	5,38	1,22	0	1,47	0,86	0	- (*)
Ago	17,1	0,11	0	15,7	1,58	0	2,6	0,23	0	1,69	1,13	0,34	- (*)
Set	12,2	0,12	0	15,4	0,94	0	6,1	0,94	0	0,94	1,29	0	- (*)
Ott	10,3	0,12	0	14,3	0,94	0	5,42	0,94	0	1,53	0,71	0,24	- (*)
Nov	4,83	0,12	0	19,3	1,89	0	4,72	1,53	0	1,65	1,65	0,59	- (*)
Dic	3,62	0,22	0	20,3	1,76	0	6,48	1,32	0,11	1,1	0,55	0,66	- (*)

(\*) Dato non disponibile

Tabella 2-8 Andamento della regime anemometrico ore 12:00 fonte: Atlante Climatico

HH 18													
Mese	Calme	N1-10	N11-20	N>20	NE1-10	NE11-20	NE>20	E1-10	E11-20	E>20	SE1-10	SE11-20	SE>20
Gen	61	1,82	1,03	0,46	2,05	0	0	4,22	0,68	0	1,37	0	0
Feb	61,2	1,41	1,29	0,26	1,54	0,13	0	4,88	0,13	0	2,96	0,26	0
Mar	49,3	1,72	2,41	1,03	1,72	0,11	0	7,24	2,41	0	7,13	0,8	0
Apr	35,5	2,98	2,62	0,36	4,4	0,48	0	11,1	3,33	0,12	7,86	0,95	0
Mag	32	2,96	1,94	0	4,1	0,68	0	10,5	1,94	0	7,98	1,48	0,11
Giu	26,5	3,16	2,18	0	3,03	0,49	0	7,16	2,06	0,12	8,5	0,97	0
Lug	26,7	1,82	1,58	0,24	2,55	0,49	0	8,13	1,09	0	14,1	0,61	0
Ago	44	1,93	1,36	0,11	2,61	0,68	0	7,72	0,68	0	9,19	0,68	0
Set	62	2,21	0,58	0	2,56	0,23	0	8,72	0,81	0	4,07	0,35	0
Ott	66,4	0,93	0,93	0	4,08	0,12	0	7,58	1,17	0,12	3,38	0,47	0



HH 18													
Mese	Calme	N1-10	N11-20	N>20	NE1-10	NE11-20	NE>20	E1-10	E11-20	E>20	SE1-10	SE11-20	SE>20
Nov	63	1,89	0,71	0,12	2,13	0,24	0	6,51	0,36	0	1,42	0,36	0
Dic	61,6	0,99	0,66	0,11	1,87	0,22	0	4,74	0,33	0	1,21	0,11	0
Mese	S1-10	S11-20	S>20	SW1-10	SW11-20	SW>20	W1-10	W11-20	W>20	NW1-10	NW11-20	NW>20	Vxx
Gen	2,85	0	0	15,4	0,11	0	5,02	0,8	0	1,03	1,94	0,11	- (*)
Feb	5,91	0,13	0	11,7	0,51	0	3,21	0,9	0	1,29	1,67	0,39	- (*)
Mar	6,78	0,11	0	9,2	1,61	0	2,99	1,15	0	1,95	1,95	0,34	- (*)
Apr	6,31	0,12	0	11,2	3,57	0	4,52	1,31	0	1,55	1,19	0,36	- (*)
Mag	7,41	0,46	0	16,5	3,31	0	4,79	1,25	0	1,94	0,57	0	- (*)
Giu	7,65	0	0,12	22,7	4,37	0	7,04	0,85	0	1,46	1,58	0	- (*)
Lug	8,13	0,24	0	22,9	2,31	0	6,43	0,36	0	1,21	1,09	0	- (*)
Ago	8,17	0,45	0	14,3	0,91	0,11	4,31	0,91	0	0,79	0,79	0,11	- (*)
Set	3,84	0	0	8,37	0,35	0	3,37	0,12	0	1,74	0,7	0	- (*)
Ott	4,2	0	0	5,37	0	0	2,92	0,35	0	1,28	0,7	0	- (*)
Nov	4,62	0	0	10,5	0,12	0	5,09	0,36	0	1,18	1,07	0,36	- (*)
Dic	3,64	0	0	14,4	0,55	0	4,63	1,32	0	1,98	1,43	0,11	- (*)

(\*) Dato non disponibile

Tabella 2–9 Andamento della regime anemometrico ore 18:00 fonte: Atlante Climatico

I diagrammi seguenti riportano, in funzione delle diverse stagioni e dei diversi orari, le direzioni di provenienza dei venti, espressi in termini percentuali.

Al fine di una corretta lettura dei diagrammi riportati di seguito è opportuno specificare come le diverse aree rappresentano la frequenza della direzione del vento osservata in funzione delle classi di intensità, rispettivamente partendo dal margine interno a quello esterno:

- tra 1 e 10 nodi – area in blu;
- tra 10 e 20 nodi – area in rosso;



- superiore a 20 nodi – area in verde.

La frequenza percentuale di ciascuna classe si ottiene sottraendo al valore mostrato nel diagramma, quello riferito all'area più interna. Solo per la prima classe (area in blu) il valore evidenziato sul diagramma anemometrico coincide con la frequenza.

I diagrammi anemometrici sono rappresentati per stagioni considerando:

- la stagione invernale nei mesi di Dicembre, Gennaio e Febbraio;
- la stagione primaverile nei mesi Marzo, Aprile e Maggio;
- la stagione estiva nei mesi di Giugno, Luglio e Agosto;
- la stagione autunnale nei mesi di Settembre, Ottobre e Novembre.

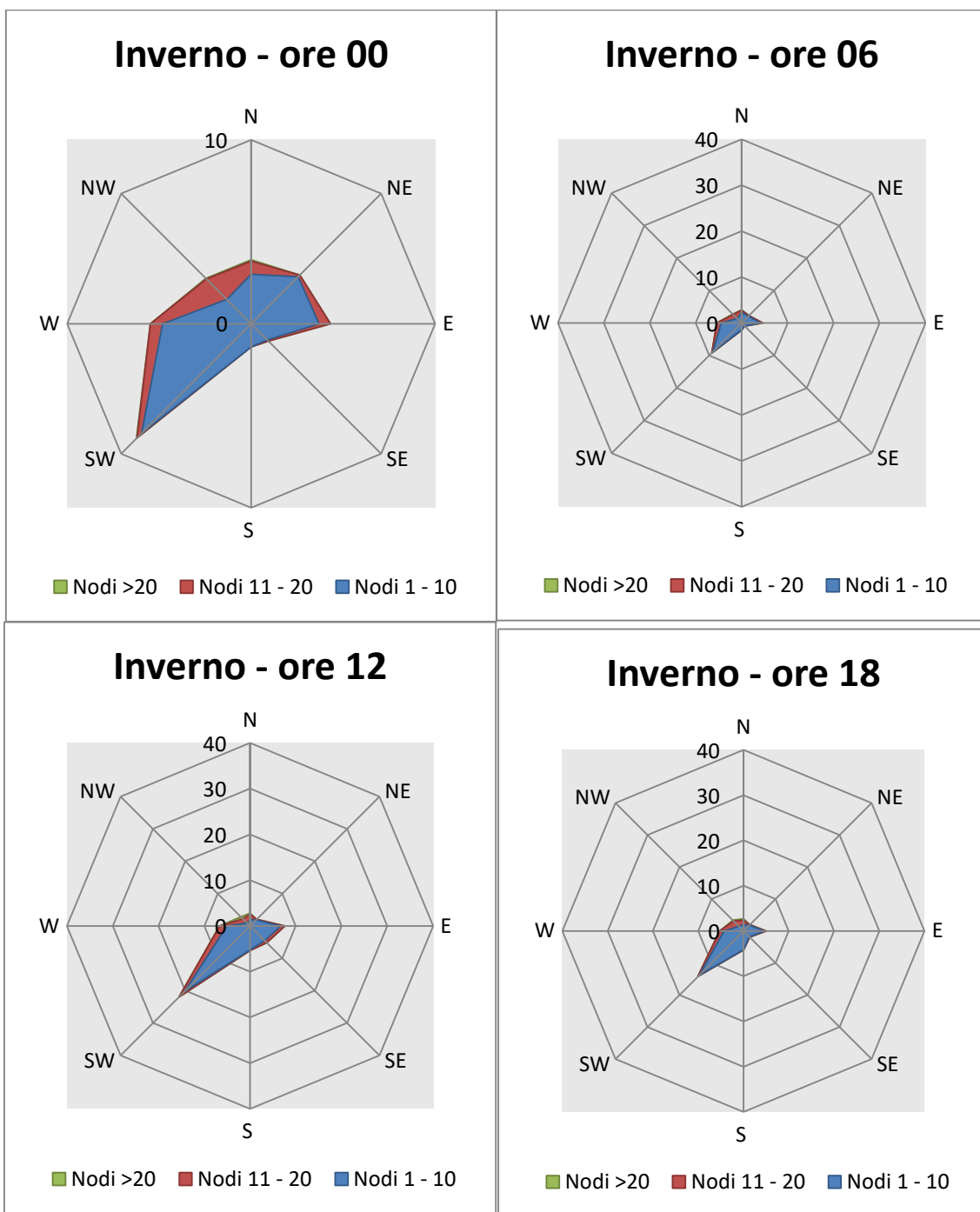


Figura 2-20 Regime anemometrico invernale nelle 4 ore di riferimento fonte: elaborazione da Atlante Climatico

L'analisi dei diagrammi mostra per la stagione invernale una prevalenza di vento con direzione nel terzo quadrante (W ed SW) e delle velocità, in termini di nodi, concentrate principalmente nella prima classe e con minor frequenza nella seconda classe. Nelle ore mattutine diminuisce in percentuale il trend registrando un andamento maggiormente variabile.



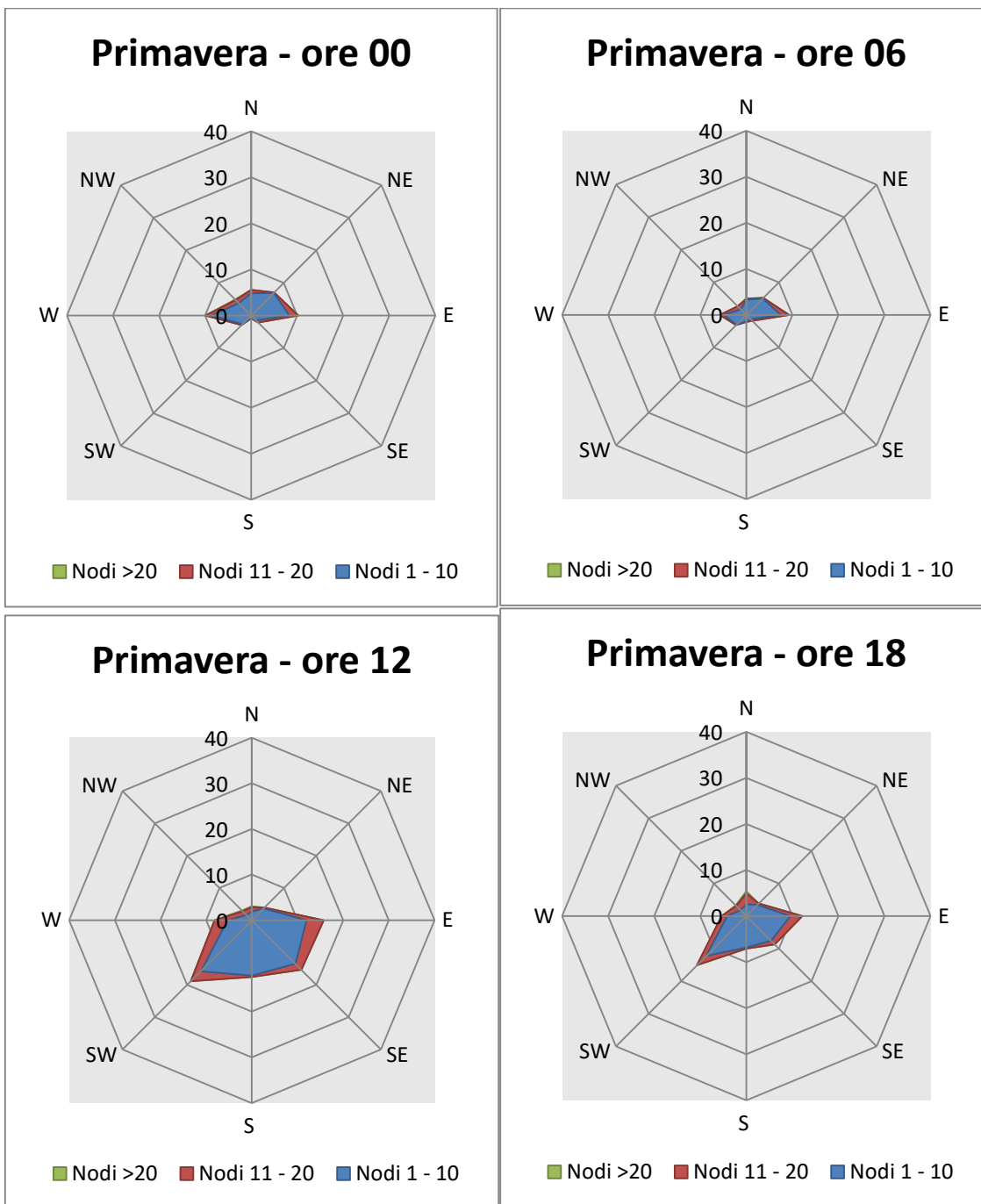


Figura 2-21 Regime anemometrico primaverile nelle 4 ore di riferimento fonte: elaborazione da Atlante Climatico

La stagione primaverile mostra una prevalenza di vento con direzione E-W. Nella seconda parte della giornata invece si registrano componenti proprie del secondo quadrante (SW-E).



In termini di velocità del vento nella seconda metà della giornata si registra la maggiore percentuale nella seconda classe, mentre per la prima parte della giornata resta dominante la classe da 1 a 10 nodi.

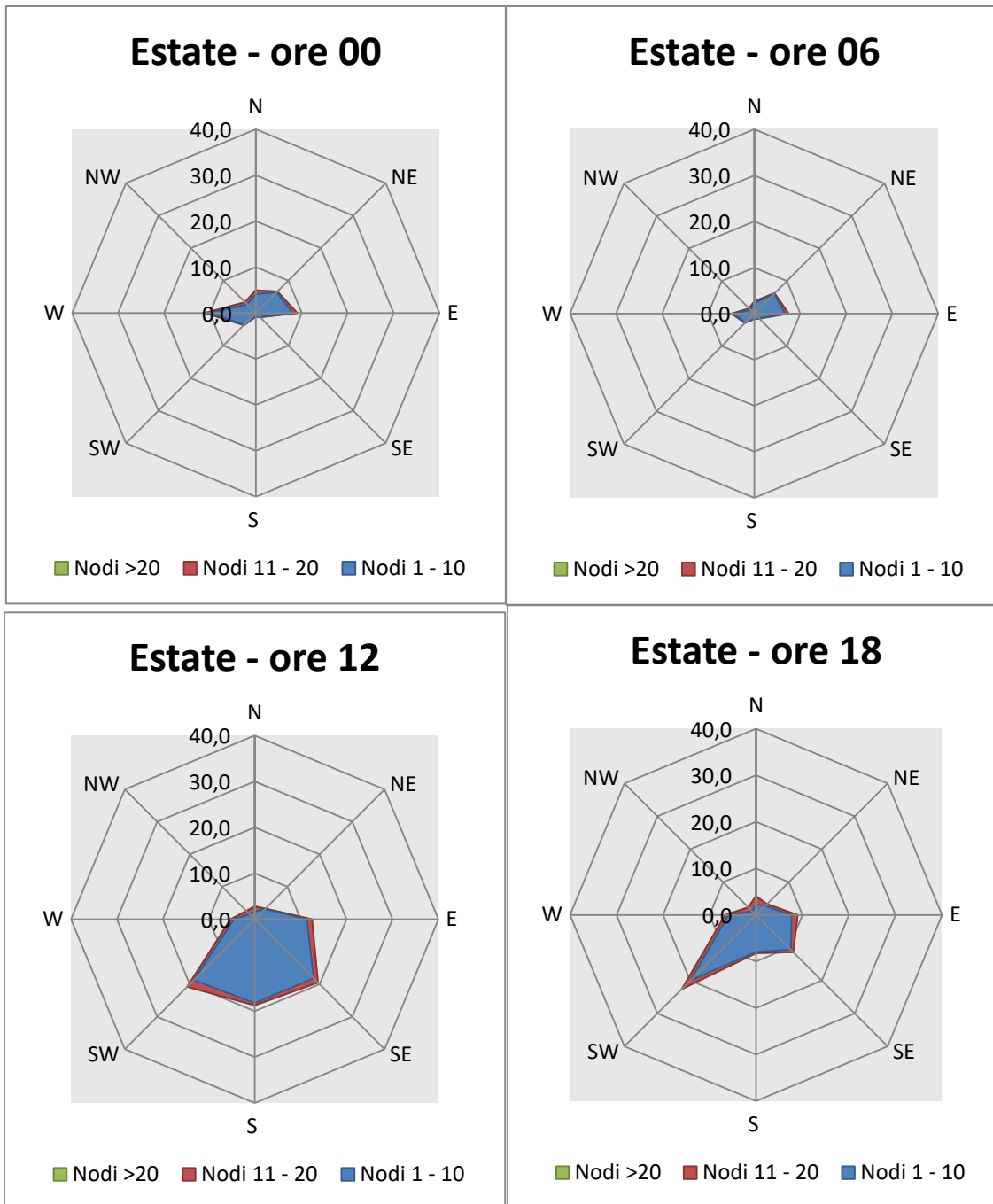


Figura 2-22 Regime anemometrico estivo nelle 4 ore di riferimento fonte: elaborazione da Atlante Climatico

Con riferimento alla stagione estiva in analogia alle precedenti si registra lo stesso trend per le ore dalle 00 alle 06. In analogia alla primavera, anche per l'estate nella restante parte della giornata si assiste ad uno spostamento verso SW-E.

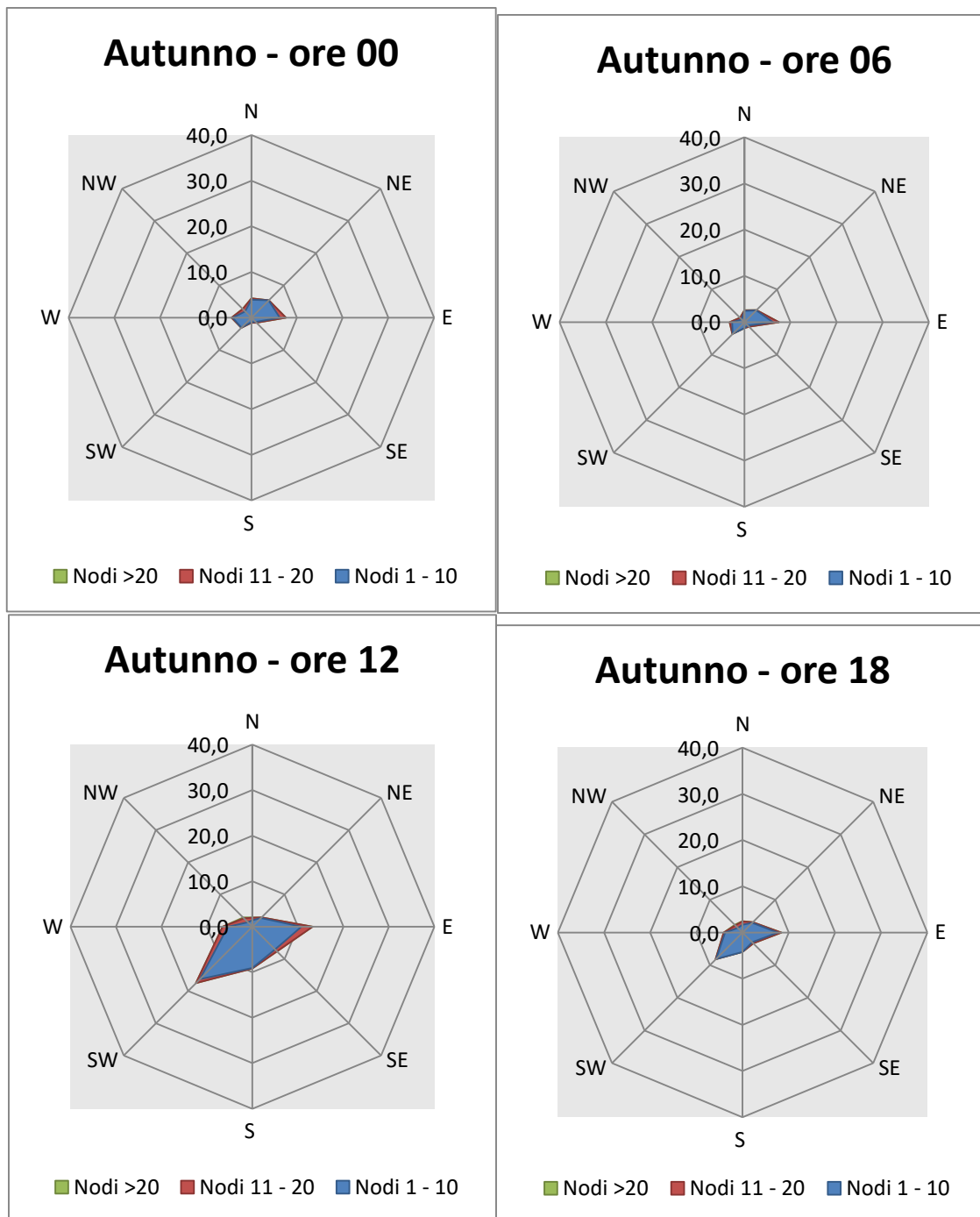


Figura 2-23 Regime anemometrico autunnale nelle 4 ore di riferimento fonte: elaborazione da Atlante Climatico

La stagione autunnale presenta un andamento analogo a quella estiva in termini di direzione.



## 2.2 Il dato attuale

### 2.2.1 Descrizione formato e disponibilità dei dati

L'aeronautica militare registra costantemente i dati meteorologici che vengono rilevati dagli osservatori e dalle stazioni. Essi sono aggregati per l'utilizzo, la trasmissione e l'archiviazione sotto forma di bollettini meteorologici.

In particolare, il bollettino METAR è un messaggio di osservazione in superficie di tipo aeronautico. Questo viene emesso ogni mezz'ora oppure ogni ora a seconda del servizio della stazione

I principali parametri meteorologici utilizzati sono:

- **Temperatura:** la temperatura dell'aria viene espressa in gradi centigradi [°C]. Affinché la rilevazione sia rappresentativa, i termometri sono ubicati ad un'altezza variabile tra 1,25 e 2 metri dal suolo su terreno controllato (quale manto erboso), protetti da precipitazioni e radiazione incidente in apposita capannina (con apertura a nord), mantenendo libera la circolazione dell'aria. In particolare per il bollettino METAR la temperatura dell'aria è registrata ogni ora o mezz'ora in °C, approssimata al grado intero.
- **Vento:** le unità di misura adottate per il vento sono: per l'intensità, che corrisponde alla velocità dell'aria rispetto al suolo, il nodo (KT, corrisponde a 1.852 km/h), per la direzione di provenienza il grado sessagesimale (si assume come valore 0 la calma di vento e 360 il nord). Lo strumento di misura, chiamato anemometro, è posto, lontano da ostacoli, ad un'altezza di 10 metri dal suolo. In particolare per il bollettino METAR viene fornito il vento al suolo - direzione e intensità del vento al suolo rilevate con le stesse modalità punto precedente; viene qui indicata anche la raffica, che consiste nella velocità massima del vento (su una media mobile strumentale di 3 secondi) riferita allo stesso periodo di 10 minuti, quando questa supera di almeno 10 nodi il valore dell'intensità.
- **Pressione:** le unità di misura utilizzate sono l'hectoPascal [hPa] e il millibar [mb], che coincidono numericamente. I barometri sono di tipo a colonna di mercurio oppure a capsule aneroidi (interfacciate da regoli o sensori) ed indicano la pressione misurata al livello della stazione. In particolare per il bollettino METAR viene fornito in hPa il QNH ovvero la pressione ridotta al livello del mare secondo un'atmosfera standard (ICAO).
- **Visibilità:** la visibilità orizzontale viene stimata empiricamente dall'operatore attraverso l'osservazione di opportuni riferimenti posti a distanza nota sul giro d'orizzonte oppure, e questo solo nei metar, misurata tramite un visibilmetro lungo le piste aeroportuali (RVR). Questo dato verrà usato come dato di input per le simulazioni modellistiche relative alle analisi delle concentrazioni di inquinanti in atmosfera e rielaborato secondo il format utile al modello stesso.

In riferimento alla stazione di Milano Linate, i dati a disposizione sono circa ogni ora (Figura 2-24).



2019

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Vento	1442	1314	1403	1407	1445	1402	1420	0	0	252	1415	1455
Temperatura	1441	1314	1403	1406	1445	1402	1420	0	0	252	1415	1456
Visibilità	1441	1314	1403	1407	1445	1402	1416	0	0	252	1399	1456
Pressione	1441	1314	1403	1406	1445	1402	1420	0	0	252	1415	1456
Nuvolosità tot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nuvolosità 1,2,3,4	478	262	322	873	966	430	550	0	0	151	1153	800
Fenomeni	506	298	69	219	268	43	51	0	0	68	743	505
Stato del mare	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Umidità	1441	1314	1403	1406	1445	1402	1420	0	0	252	1415	1456

Figura 2-24 Stralcio "Risultati disponibili bollettini per la stazione di Milano Linate"

Per tali simulazioni modellistiche i software richiedono, come sarà descritto successivamente, il dato dei parametri per ogni ora dell'anno. I valori acquisiti per la stazione di Milano Linate sono stati pertanto analizzati ed elaborati in relazione ai soli dati orari, ricostruendo laddove necessario i dati mancanti attraverso la mediazione del dato mancante dall'analisi del dato precedente e successivo.

Al fine di poter descrivere compiutamente lo stato attuale, oltre alla caratterizzazione storica del dato meteorologico eseguita nel paragrafo precedente si riportano le descrizioni dei parametri meteorologici principali per l'anno di riferimento, 2019.

### 2.2.2 Il regime Termico

Per quanto riguarda le temperature nell'anno di riferimento come visibile dalla figura sottostante, le temperature maggiori si registrano nei mesi estivi compresi tra giugno e luglio, con temperature massime assolute di 37 °C.

La temperatura media è pari a circa 15° C, mentre la temperatura minima assoluta registrata è pari a -5 °C.

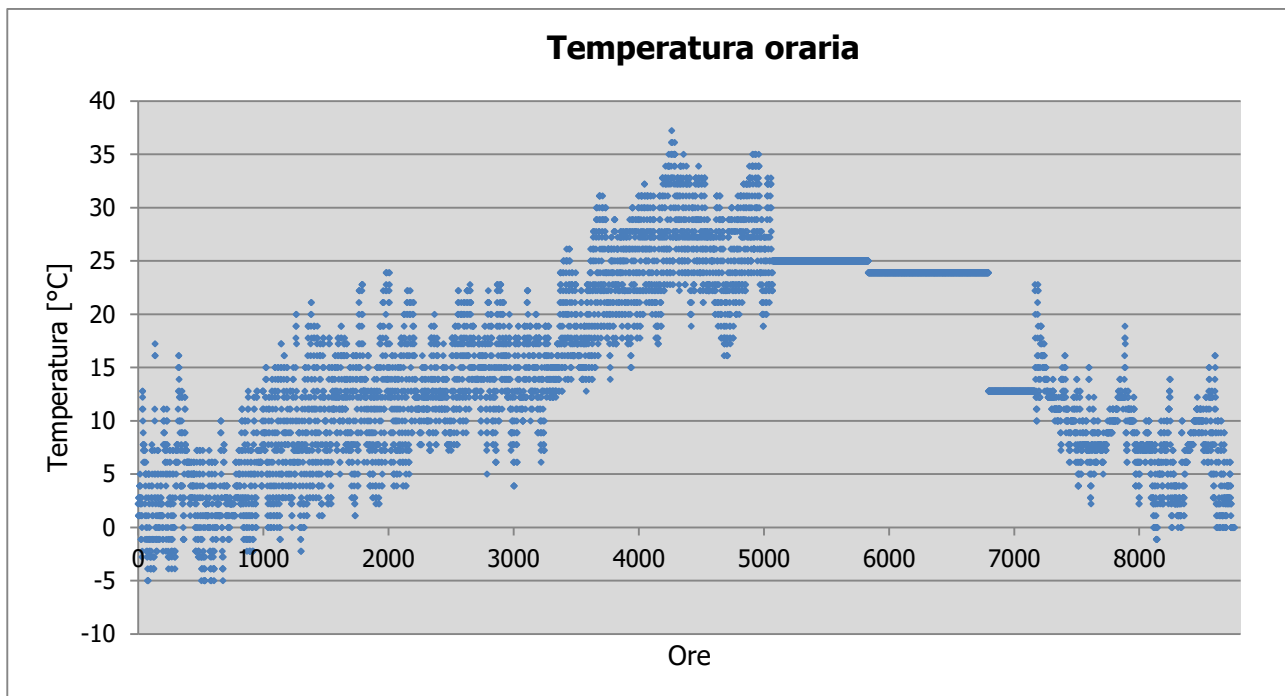


Figura 2-25 Temperatura oraria fonte: elaborazione dati Aeronautica Militare

### 2.2.3 Regime Anemometrico

Con riferimento all'intensità del vento è possibile come la distribuzione sia pressoché simile in tutti i periodi dell'anno con picchi che vanno di rado sopra i 10 nodi. La classe di velocità con le maggiori frequenze è sicuramente quella compresa tra gli 0 ed i 5 nodi.

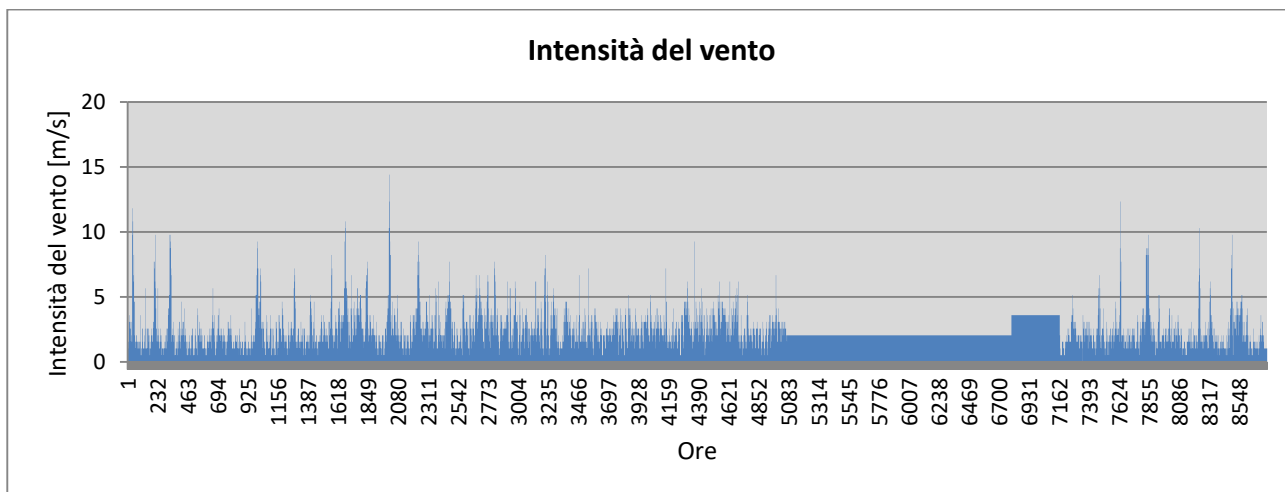


Figura 2-26 Intensità del vento fonte: elaborazione dati Aeronautica Militare



In relazione alla frequenza, la rosa dei venti sottostante mostra come le direzioni principali ricadano nel primo quadrante, con percentuali maggiori registrate in direzione N ed NNE.

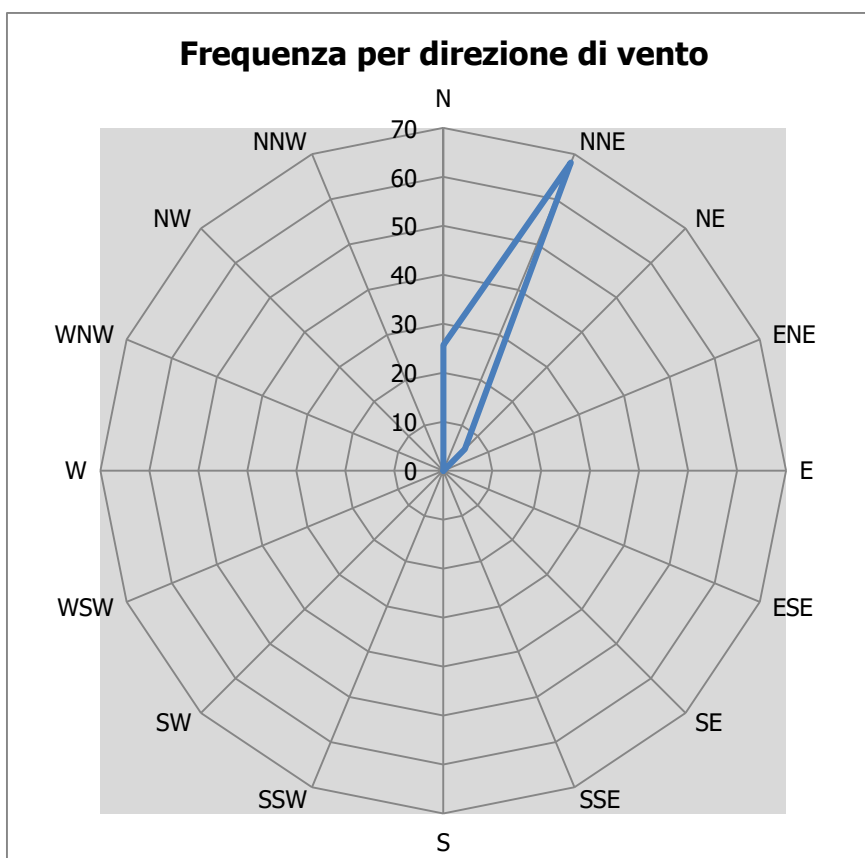


Figura 2-27 Frequenza per direzione di vento fonte: elaborazione dati Aeronautica Militare

#### 2.2.4 Visibilità

Per quanto riguarda il parametro della frequenza della visibilità si nota come per il 23% delle ore registrate la visibilità sia superiore a 8000 mentre per il 77 % delle registrazioni è inferiore. Nel dettaglio si registra un 59% delle ore con una visibilità inferiore ai 5000 m.

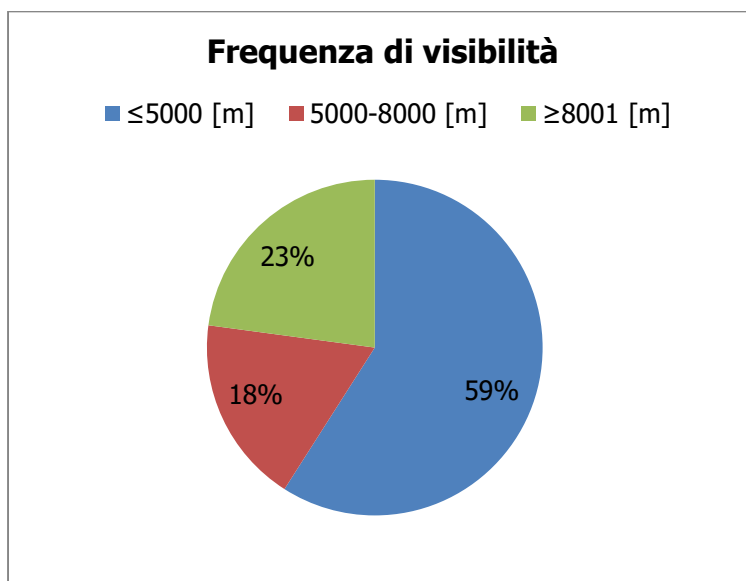


Figura 2-28 Frequenza visibilità fonte: elaborazione dati Aeronautica Militare

## 2.3 Il confronto tra il dato storico e l'anno di riferimento delle simulazioni

### 2.3.1 Parametri di confronto

Il dato meteorologico utilizzato per le simulazioni parte dalle rilevazioni effettuate dall'Aeronautica Militare per l'intero anno di riferimento. Tuttavia, al fine di validare la parte relativa alla meteorologia delle simulazioni, appare opportuno verificare la bontà del dato assunto in relazione al dato storico analizzato.

Quello che si intende valutare nel presente paragrafo è la significatività del dato rispetto alle condizioni meteorologiche che generalmente si verificano nell'area di interesse.

Con tale verifica sarà quindi evidenziato come il dato di riferimento sia conforme al dato storico, non rappresentando così un "outliers" rispetto alla meteo media storica analizzata nell'area in esame. In questo paragrafo, per brevità di trattazione, si prenderanno in considerazione i parametri principali influenzanti le simulazioni modellistiche citate. Saranno considerati, pertanto, il regime termico ed il regime anemometrico.

### 2.3.2 Regime Termico

Per quanto riguarda il Regime Termico il confronto è stato effettuato *in primis* tra le temperature medie mensili (cfr. Figura 2-29). Tale grafico mostra un trend simile tra i due periodi di riferimento con temperature mediamente più alte del dato attuale rispetto allo storico.



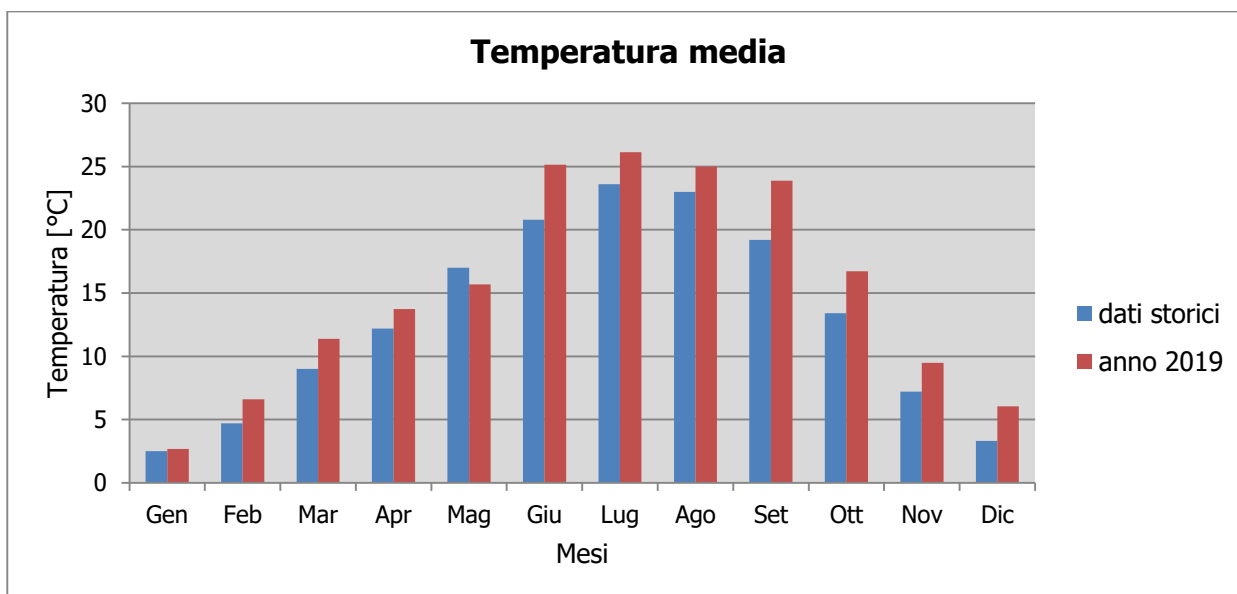


Figura 2-29 Confronto temperatura media fonte: elaborazione dati Aeronautica Militare

Anche nel confronto della temperatura massima media e minima media (cfr. Figura 2-30 e Figura 2-31) tra le tre decadi precedentemente studiate e l'anno di riferimento, non si registrano evidenti differenze di valori di tali temperature. Infatti, come è possibile notare dal grafico, per la temperatura massima media si registra un generale incremento dei valori di temperatura nell'anno di riferimento, in particolare nei mesi relativi al periodo estivo.

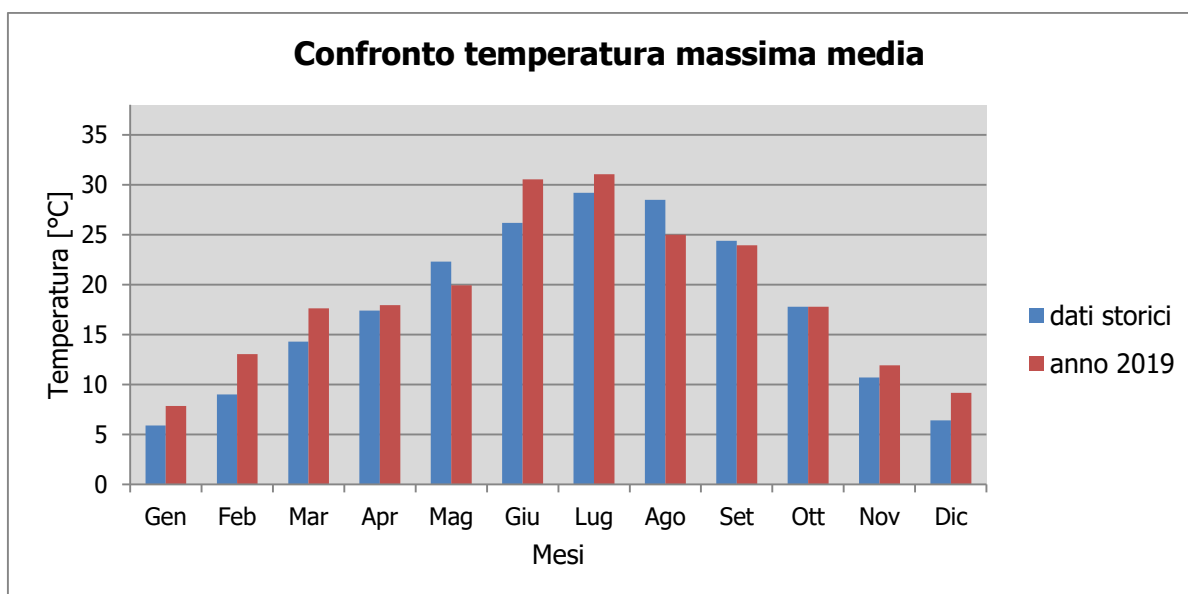


Figura 2-30 Confronto temperatura massima media fonte: elaborazione dati Aeronautica Militare

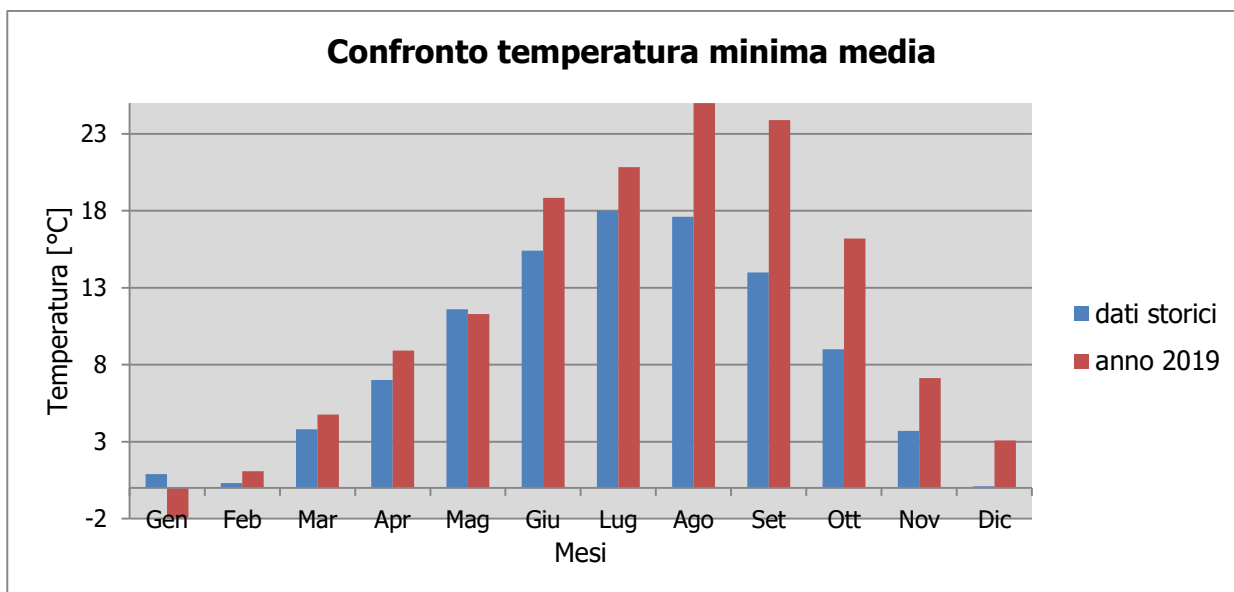


Figura 2-31 Confronto temperatura minima media fonte: elaborazione dati Aeronautica Militare

In generale quanto è possibile affermare è che per quanto riguarda il regime termico si ritengono accettabili le differenze registrate.

### 2.3.3 Regime anemometrico

Con riferimento al regime anemometrico quanto emerge è una modesta corrispondenza in termini di direzione dei venti ed in termini di intensità. Occorre specificare comunque come le differenze che si possono registrare nei grafici riportati nei paragrafi precedenti possono essere dovute anche ad un diverso intervallo di mediazione dei dati. Il dato storico è infatti mediato sulle quattro ore mentre il dato 2019 è rilevato su tutte le ore della giornata. Tuttavia, da un primo raffronto qualitativo è possibile affermare una corrispondenza dei dati che registrano comunque le stesse direzioni prevalenti.

### 2.3.4 Conclusioni

In virtù di quanto esposto nei paragrafi precedenti, prendendo a riferimento i parametri meteorologici principali influenzanti le modellazioni diffusionali è possibile evidenziare una buona corrispondenza del dato attuale al dato storico e pertanto considerare attendibile tale intervallo di analisi.



### 3 Analisi delle emissioni

Per quanto riguarda le emissioni si è fatto riferimento all'Inventario Emissioni ARia (INEMAR), database progettato per realizzare tale inventario e attualmente utilizzato in sette regioni e due provincie autonome.

Il sistema permette di stimare le emissioni dei principali macroinquinanti (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, COVNM, CH<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> e PTS), per numerosi tipi di attività e combustibili.

Inizialmente realizzato nel periodo 1999-2000 dalla Regione Lombardia, con una collaborazione della Regione Piemonte, dal 2003 è gestito e sviluppato da ARPA Lombardia. Dal 2006 il suo utilizzo è condiviso nel quadro di un accordo interregionale, per gli inventari delle emissioni di Lombardia, Piemonte, Emilia-Romagna, Veneto, Friuli-Venezia Giulia, Puglia e le Provincie Autonome di Trento e di Bolzano. La regione Marche ha partecipato a tale convenzione dal 2009 al 2011.

La metodologia di riferimento implementata in INEMAR è quella EMEP-CORINAIR contenuta nel documento "EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2009 - revision July 2012" al quale si rimanda per i dettagli.

La classificazione delle emissioni secondo tale metodologia prevede l'impiego della codifica SNAP (Selected Nomenclature for sources of Air Pollution) e lo svolgimento delle stime in funzione di essa.

L'ultimo rapporto aggiornato per la Lombardia fa riferimento al 2014.

	NOx (t)	PTS (t)	PM10 (t)	PM2.5 (t)	SO2 (t)	CO2 (kt)	CO (t)	NH3 (t)	N2O (t)	CH4 (t)	COV(t)
Produzione di energia e trasformazione di combustibili	6.437	150	144	136	2.984	11.343	10.919	13	329	1.430	600
Combustione non industriale	10.512	8.639	8.186	7.989	800	13.561	76.409	190	524	6.740	9.835
Combustione industriale	19.364	2.278	1.775	1.457	5.679	10.994	12.868	362	338	851	3.506
Processi Produttivi	1.503	913	611	347	2.018	3.378	21.016	45	54	171	12.706
Estrazione e distribuzione di combustibili	-(*)	-(*)	-(*)	-(*)	-(*)	-(*)	-(*)	-(*)	-(*)	73.957	6.785



	NOx (t)	PTS (t)	PM10 (t)	PM2.5 (t)	SO2 (t)	CO2 (kt)	CO (t)	NH3 (t)	N2O (t)	CH4 (t)	COV(t)
Uso di solventi	57	1.563	1.039	912	1,2	-(*)	48	149	-(*)	0,1	78.382
Trasporto su strada	62.910	5.990	4.644	3.440	106	17.023	67.015	972	593	1.245	14.825
Altre sorgenti mobili e macchinari	12.387	596	588	585	202	1.362	5.837	2,3	48	28	1.600
Trattamento e smaltimento rifiuti	3.154	44	39	38	840	1.031	1.250	523	429	78.623	1.128
Agricoltura	687	2.152	1.045	526	40	-(*)	2.106	99.461	10.351	220.912	56.841
Altre sorgenti e assorbimenti	56	857	772	601	13	-4.802	1.632	62	1,8	4.743	32.057
<b>Totale</b>	<b>117.067</b>	<b>23.182</b>	<b>18.843</b>	<b>16.030</b>	<b>12.684</b>	<b>53.891</b>	<b>199.101</b>	<b>101.779</b>	<b>12.669</b>	<b>388.700</b>	<b>218.267</b>

-(\*) Dato non disponibile

Tabella 3-1: Valori di Emissioni per Settore (fonte: Inemar ARPA Lombardia - 2014)

	NOx (%)	PTS (%)	PM10 (%)	PM2.5 (%)	SO2 (%)	CO2 (%)	CO (%)	NH3 (%)	N2O (%)	CH4 (%)	COV (%)
Produzione di energia e trasformazione di combustibili	5	1	1	1	24	21	5	0	3	0	0
Combustione non industriale	9	37	43	50	6	25	38	0	4	2	5
Combustione industriale	17	10	9	9	45	20	6	0	3	0	2
Processi Produttivi	1	4	3	2	16	6	11	0	0	0	6
Estrazione e distribuzione di combustibili	-(*)	-(*)	-(*)	-(*)	-(*)	-(*)	-(*)	-(*)	-(*)	19	3
Uso di solventi	0	7	6	6	0	-(*)	0	0	-(*)	0	36
Trasporto su strada	54	26	25	21	1	32	34	1	5	0	7
Altre sorgenti mobili e macchinari	11	3	3	4	2	3	3	0	0	0	1
Trattamento e smaltimento rifiuti	3	0	0	0	7	2	1	1	3	20	1
Agricoltura	1	9	6	3	0	-(*)	1	98	82	57	26
Altre sorgenti e assorbimenti	0	4	4	4	0	-9	1	0	0	1	15

-(\*) Dato non disponibile

Tabella 3-2: Valori percentuali di Emissioni per Settore (fonte: Inemar ARPA Lombardia - 2014)



Le stime indicano il riscaldamento domestico a biomassa e il trasporto su strada come le fonti principali di emissioni legate all'inquinamento diretto da polveri. Alle emissioni di NOx, che sono importanti precursori della formazione di particolato e di ozono, contribuiscono il trasporto su strada per il 54%, le altre sorgenti mobili, la combustione nell'industria, il riscaldamento, e la produzione di energia.

Il principale contributo (98%) alle emissioni di NH3, anch'esso precursore di particolato secondario, deriva dalle pratiche agricole e dalla zootecnia. L'utilizzo di solventi nel settore industriale e civile risulta il principale contributo antropogenico alle emissioni di composti organici volatili (COVNM) precursori, assieme agli ossidi di azoto, di particolato secondario e ozono.

È però la produzione di COVNM di origine biogenica, da specie agricole e vegetazione, la fonte che contribuisce maggiormente alle emissioni di questo inquinante. La combustione nell'industria e i processi produttivi risultano la fonte più rilevante di SO2, importante precursore della formazione di particolato secondario, anche a basse concentrazioni. Il CO è emesso dai trasporti su strada per il 34% e dalla combustione domestica per il 38%.

Il settore di riferimento per l'oggetto del presente studio ricade nel macro-settore Produzione energia e trasformazione di combustibili.

Come si può notare, tale macro-settore risulta di interesse limitatamente a pochi inquinanti, e comunque con un contributo emissivo di molto inferiore rispetto ad altre sorgenti maggiori sopracitate, come si può meglio vedere anche dalla rappresentazione grafica della figura che segue (oltre che dalla tabella precedente), che si riferisce ai due inquinanti significativi per l'opera in esame, ovvero CO e NOx; infatti, il contributo maggiore per tali inquinanti è pari solo al 5% per gli NOx, valore quindi molto basso rispetto ai restanti macro-settori.

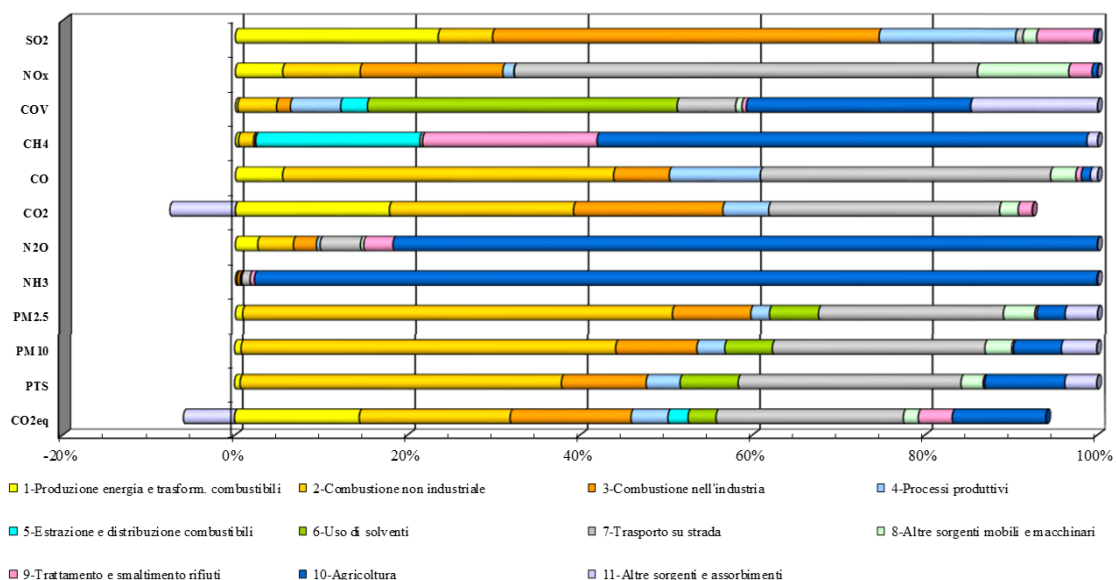


Figura 3-1: Ripartizione percentuale delle emissioni dei principali inquinanti nei diversi macrosettori fonte: Inemar ARPA Lombardia - 2014

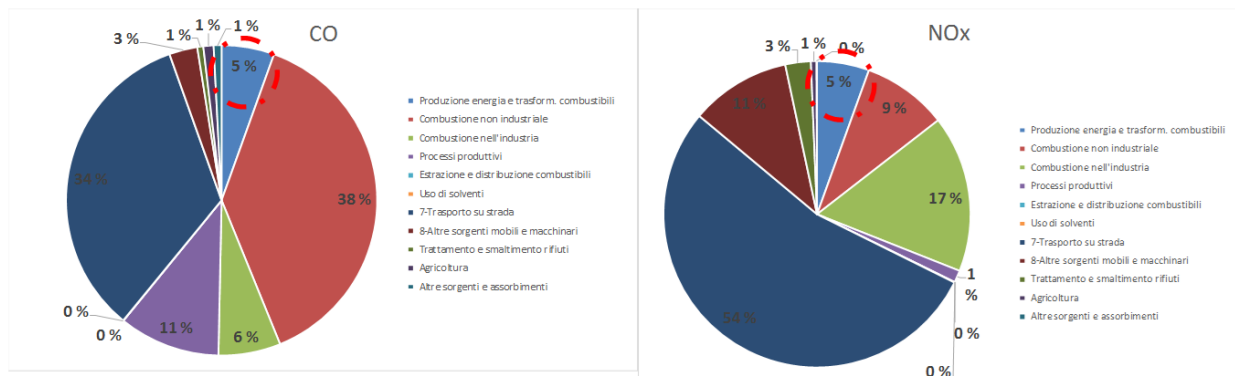


Figura 3-2: Peso del Macro-Settore d'interesse in relazione agli inquinanti significativi fonte: Elaborazione dati INEMAR ARPA Lombardia - 2014



## 4 Analisi della qualità dell'aria

### 4.1 La normativa di riferimento

#### 4.1.1 Il quadro normativo europeo

L'Unione Europea ha emanato una serie di direttive al fine di controllare il livello di alcuni inquinanti in aria. In particolare:

- Direttiva 96/62/CE relativa alla “valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente”; stabilisce il contesto entro il quale effettuare la valutazione e la gestione della qualità dell'aria secondo criteri armonizzati in tutti i paesi dell'unione europea (direttiva quadro), demandando poi a direttive “figlie” la definizione dei parametri tecnico-operativi specifici per gruppi di inquinanti;
- Direttiva 99/30/CE relativa ai “valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo”, stabilisce 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 (prima direttiva figlia);
- Direttiva 00/69/CE relativa ai “valori limite di qualità dell'aria ambiente per benzene ed il monossido di carbonio”, stabilisce i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio (seconda direttiva figlia);
- Direttiva 02/03/CE relativa all’“ozono nell'aria” (terza direttiva figlia);
- Direttiva 2001/81/CE relativa ai limiti massimi per le emissioni annue degli Stati membri di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), composti organici volatili non metanici (COV) e ammoniaca (NH<sub>3</sub>);
- Direttiva 04/107/CE relativa all’“arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici in aria” che fissa il valore obiettivo per la concentrazione nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici;
- Direttiva 08/50/CE 107/CE relativa alla “qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa”. Ha abrogato tutte le direttive sopra citate tranne la 2004/107/CE ribadendone, di fatto, i contenuti ed aggiungendo il PM<sub>2.5</sub> tra gli inquinanti da monitorare.

Direttiva Europea UE 2016/2284 pubblicata sulla GU.U.E. del 17/12/2016 ed entrata in vigore il 31.12.2016. La cosiddetta “NEC” stabilisce i nuovi obiettivi strategici per il periodo fino al 2030, con l'intento di progredire verso l'obiettivo di miglioramento di lungo termine dell'Unione attraverso l'indicazione di percentuali di riduzione delle emissioni nazionali dal 2020 al 2029 e poi a partire dal 2030

#### 4.1.2 Il quadro normativo nazionale

- L'emanazione dei diversi decreti di recepimento delle direttive europee ha contribuito a razionalizzare il quadro di riferimento e a qualificare gli strumenti di controllo e pianificazione del territorio. I principali riferimenti sono:



- Il D. Lgs. 351 del 4 agosto 1999 recepisce la direttiva 96/62/CE e costituisce quindi il riferimento “quadro” per l’attuale legislazione italiana;
- Il D.M. 60 del 2 aprile 2002 è la norma che recepisce la prima e la seconda direttiva figlia; definisce, infatti, per gli inquinanti di cui al gruppo I del D.Lgs. 351/1999 con l’aggiunta di benzene e monossido di carbonio (CO); i valori limite e le soglie di allarme, il margine di tolleranza, il termine entro il quale il limite deve essere raggiunto, i criteri per la raccolta dei dati di qualità dell’aria compreso il numero di punti di campionamento, i metodi di riferimento per le modalità di prelievo e di analisi;
- Il D.M. 261 del 1° ottobre 2002 individua le modalità di valutazione preliminare della qualità dell’aria lì dove mancano i dati e i criteri per l’elaborazione di piani e programmi per il raggiungimento dei limiti previsti nei tempi indicati dal D.M. 60/2002;
- Il D. Lgs. 183 del 21 maggio 2004, recepisce la direttiva europea 02/03/CE riguardante l’ozono in atmosfera (terza direttiva figlia), in particolare indica “valori bersaglio” da raggiungere entro il 2010, demanda a Regioni e Province autonome la definizione di zone e agglomerati in cui la concentrazione di ozono superi il valore bersaglio; per tali zone dovranno essere adottati piani e programmi per il raggiungimento dei valori bersaglio. Piani e programmi dovranno essere redatti sulla base delle indicazioni del Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio e del mare. La normativa riporta anche valori a lungo termine (al disotto dei quali non ci si attende alcun effetto sulla salute), soglie di informazione (valori al di sopra dei quali possono esserci rischi per gruppi sensibili) e soglie di allarme (concentrazioni che possono determinare effetti anche per esposizioni a breve termine);
- Il D. Lgs. 171 del 21 maggio 2004, recepisce la direttiva europea 2001/81/CE, riguardante i limiti massimi per le emissioni annue degli Stati membri, individua gli strumenti per assicurare che le emissioni nazionali annue per il biossido di zolfo, per gli ossidi di azoto, per i composti volatili e per l’ammoniaca, rispettino entro il 2010 e negli anni successivi i limiti nazionali di emissione;
- Il D.Lgs. 152/2007 (che recepisce la direttiva 2004/107/CE) è l’ultima norma figlia emanata e si riferisce ad un gruppo di inquinanti (l’arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), per cui non è ancora possibile una misura in continuo e che si trovano prevalentemente all’interno del particolato sottile. Anche in questo caso vengono stabiliti i limiti di qualità dell’aria, le modalità di misura e le informazioni da fornire al pubblico.

L’insieme di tutte queste norme costituisce la base normativa su cui si fonda il controllo e la gestione attuale della qualità dell’aria.

Il D.lgs. 155/2010, “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa”, recepisce la Direttiva 2008/50/CE 107/CE. Quest’unica norma sostituisce sia la legge quadro (DL 351/99) sia i decreti attuativi (che fornivano modalità di misura, indicazioni sul numero e sulla collocazione delle postazioni di monitoraggio, limiti e valori di riferimento per i diversi inquinanti) ribadendo i fondamenti del controllo dell’inquinamento atmosferico e i criteri di monitoraggio e introducendo, in base alle nuove evidenze epidemiologiche, tra gli inquinanti da monitorare anche il PM2.5, ormai ben noto per la sua pericolosità.





Oltre a fornire una metodologia di riferimento per la caratterizzazione delle zone (zonizzazione), definisce i valori di riferimento che permettono una valutazione della qualità dell'aria, su base annuale, in relazione alle concentrazioni dei diversi inquinanti. Nella tabella seguente vengono riportati il riepilogo degli adeguamenti normativi stabiliti dal D.Lgs. 155/2010.

Inquinante	Indicatore Normativo	Periodo di mediazione	Valore stabilito	Margine tolleranza	n° sup. consentiti	Data risp. limite
Biossido di Zolfo SO <sub>2</sub>	Valore limite protezione salute umana	1 ora	350 µg/m <sup>3</sup>	-	24	in vigore dal 1° gennaio 2005
	Valore limite protezione salute umana	24 ore	125 µg/m <sup>3</sup>	-	3	in vigore dal 1° gennaio 2005
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 kmq	500 µg/m <sup>3</sup>	-	-	-
	Livelli critici per la vegetazione	anno civile e inverno	20 µg/m <sup>3</sup>	-	-	in vigore dal 19 luglio 2001
Biossido di azoto NO <sub>2</sub>	Valore limite protezione salute umana	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup>	-	18	in vigore dal 1° gennaio 2010
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	-	-	in vigore dal 1° gennaio 2010
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 kmq	400 µg/m <sup>3</sup>	-	-	-
Ossidi di azoto NO <sub>x</sub>	Livelli critici per la vegetazione	anno civile	30 µg/m <sup>3</sup>	-	-	in vigore dal 19 luglio 2001
Particolato PM <sub>10</sub>	Valore limite protezione salute umana	24 ore	50 µg/m <sup>3</sup>	-	35	in vigore dal 1° gennaio 2005
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	-	-	in vigore dal 1° gennaio 2005
Particolato fine PM <sub>2,5</sub>	Valore limite protezione salute umana	anno civile	25 µg/m <sup>3</sup>	-	-	in vigore dal 1° gennaio 2015
Piombo	Valore limite protezione salute umana	anno civile	0,5 µg/m <sup>3</sup>			



Inquinante	Indicatore Normativo	Periodo di mediazione	Valore stabilito	Margine tolleranza	n° sup. consentiti	Data risp. limite
Benzene	Valore limite protezione salute umana	anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>	-	-	1° gennaio 2010
Monossido di carbonio	Valore limite protezione salute umana	massima media su 8h consecutive	10 mg/m <sup>3</sup>	-	-	in vigore dal 1° gennaio 2015
Arsenico	Valore obiettivo	anno civile	6 ng/m <sup>3</sup>	-	-	-
Cadmio	Valore obiettivo	anno civile	5 ng/m <sup>3</sup>	-	-	-
Nichel	Valore obiettivo	anno civile	20 ng/m <sup>3</sup>	-	-	-
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo	anno civile	1 ng/m <sup>3</sup>	-	-	-

Tabella 4-1: Valori limite, livelli critici, valori obiettivo, soglie di allarme per la protezione della salute umana per inquinanti diversi dall'ozono fonte: Allegati XI e XIII D.Lgs. 155/2010

## 4.2 La pianificazione e programmazione sulla qualità dell'aria

Il "Piano Regionale degli Interventi per la qualità dell'Aria" (PRIA) è stato approvato nel 2013 (con DGR n. 593 del 6/9/2013) ed è stato sottoposto a Valutazione Ambientale Strategica (VAS) conformemente a quanto previsto dalla norma. Con la DGR n. 6438/2017 è stato avviato il procedimento di aggiornamento del Piano, volto alla individuazione e alla attuazione di misure per la riduzione delle emissioni in atmosfera con il conseguente miglioramento dello stato della qualità dell'aria attraverso una maggiore specificazione delle azioni e un rilancio delle iniziative di medio e lungo periodo già previste dal vigente PRIA, oltretutto ad un rafforzamento dell'azione complessiva negli ambiti di intervento già valutati nella procedura di VAS svolta nell'ambito del procedimento di approvazione del PRIA.

Tale aggiornamento è stato approvato nel 2018 e riconferma gli obiettivi del PRIA 2013, consistenti nel rientrare nei valori limite di qualità dell'aria nel più breve tempo possibile nelle zone di superamento degli inquinanti e nel preservare da peggioramenti le zone di rispetto. L'aggiornamento di Piano rappresenta dunque la risposta concreta di proseguimento dell'azione regionale nell'ambito delle procedure di infrazione aperte dalla Commissione europea nei confronti dello Stato italiano per il non rispetto dei valori limite per NO<sub>2</sub> (procedura 2015/2043) e PM<sub>10</sub> (procedura 2014/2147).

L'aggiornamento del Piano, come peraltro il PRIA del 2013, è caratterizzato inoltre, per la natura stessa del fenomeno dell'inquinamento atmosferico, da una forte trasversalità e sinergia con altri strumenti di pianificazione e programmazione settoriale, ed è dunque stato realizzato in stretta collaborazione con le strutture regionali competenti per i diversi settori, che hanno contribuito a delineare e aggiornare le misure qui presentate.



I macro-settori di intervento individuati dal PRIA sono “trasporti su strada e mobilità”, “sorgenti stazionarie e uso razionale dell’energia”, “attività agricole e forestali” e sono riconfermati nell’aggiornamento del Piano.

Il sistema di monitoraggio del Piano viene riconfermato nella sua articolazione già definita dal PRIA 2013 sui tre livelli previsti:

- di realizzazione, riferito a quanto posto in essere attraverso l’attuazione delle misure di intervento;
- di risultato, riferito agli effetti che possono essere attribuiti all’attuazione delle misure in termini di stima della riduzione delle emissioni dei diversi inquinanti in atmosfera;
- di impatto, riferito all’evoluzione dei parametri di qualità dell’aria.

In attuazione di quanto previsto dalla direttiva europea 2008/50/CE, il D.Lgs. 155/2010 (Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa) ha stabilito la necessità di suddividere il territorio in zone e agglomerati sui quali svolgere l’attività di misura e poter valutare il rispetto dei valori obiettivo e dei valori limite.

L’articolo 1, comma 4, del D.Lgs. 155/2010, definisce, infatti, la zonizzazione del territorio “il presupposto su cui si organizza l’attività di valutazione della qualità dell’aria ambiente”, le cui modalità di svolgimento sono individuate sulla base della classificazione delle zone medesime. La valutazione della qualità dell’aria è, a sua volta, “il presupposto per l’individuazione delle aree di superamento dei valori, dei livelli, delle soglie e degli obiettivi previsti” dal decreto per i vari inquinanti; in caso di superamento devono essere adottati piani che agiscano sull’insieme delle principali sorgenti di emissione, ovunque localizzate, che influenzano tali aree di superamento.

Ai fini dell’aggiornamento della zonizzazione del territorio regionale sono stati analizzati i seguenti fattori:

- le caratteristiche orografiche e meteo - climatiche del territorio;
- la densità abitativa, propedeutica all’individuazione degli agglomerati;
- la distribuzione territoriale dei principali inquinanti in emissione.

Con la delibera di Giunta regionale n. 2605 del 30 novembre 2011 Regione Lombardia ha messo in atto tale disposizione approvando la nuova zonizzazione e revocando la precedente (d.G.R n. 5290 del 2007 e s.m.i).

Tale zonizzazione è poi rimasta invariata negli anni successivi. Pertanto, la ripartizione del territorio regionale nelle seguenti zone e agglomerati:

- Agglomerato di Bergamo;
- Agglomerato di Brescia;
- Agglomerato di Milano;
- Zona A - pianura ad elevata urbanizzazione;
- Zona B – pianura;
- Zona C – montagna;
- Zona D – fondovalle.

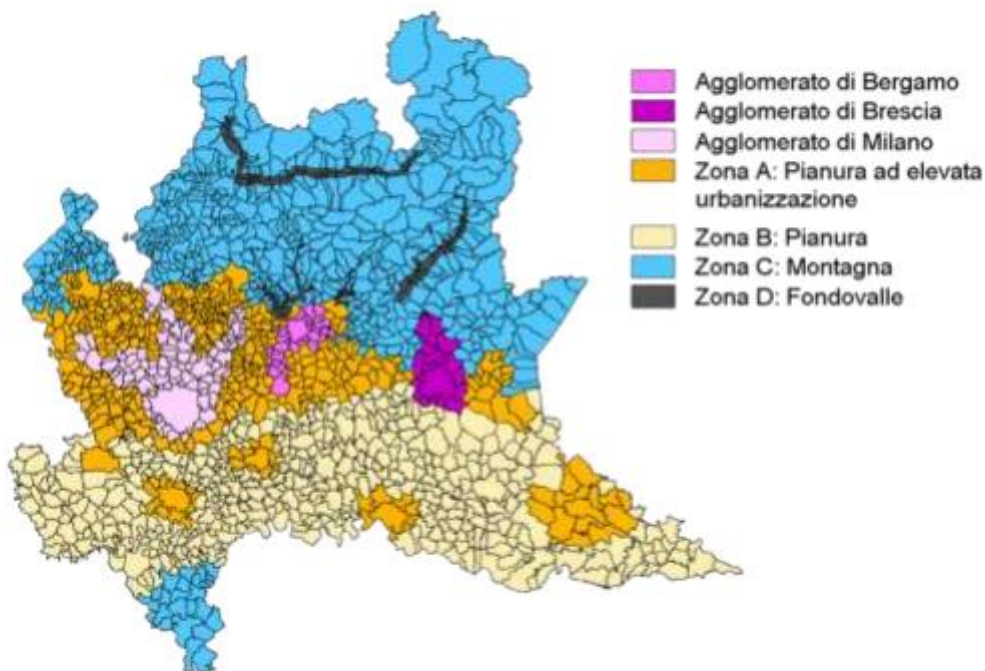


Figura 4-1 Zonizzazione ai sensi della D.G.R. n° 2605/11 (Fonte: Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria – Anno 2018)

Tale ripartizione vale per tutti gli inquinanti monitorati ai fini della valutazione della qualità dell'aria, mentre per l'ozono vale l'ulteriore suddivisione della zona C in:

- Zona C1 - area prealpina e appenninica;
- Zona C2 - area alpina.

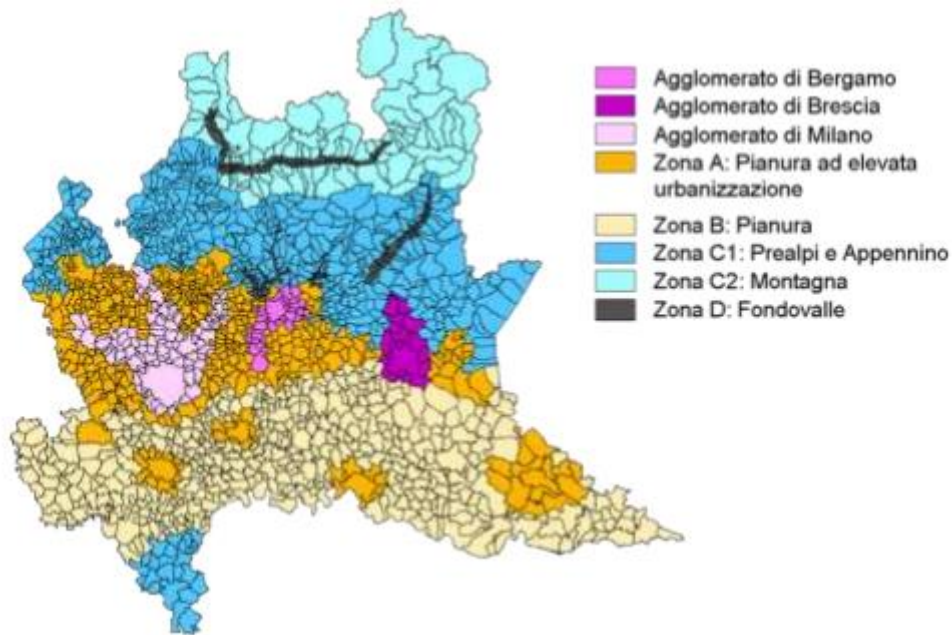


Figura 4-2: Zonizzazione ai sensi della D.G.R. n° 2605/11 (Valutazione Ozono) (Fonte: Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria – Anno 2018)

Più nel dettaglio, la Provincia di Pavia racchiude in sé più zone omogenee, quali la Zona A, la Zona B e la Zona C. Nella più ristretta area d'intervento, invece, si può ritenere rappresentativa la "Zona B – Pianura".



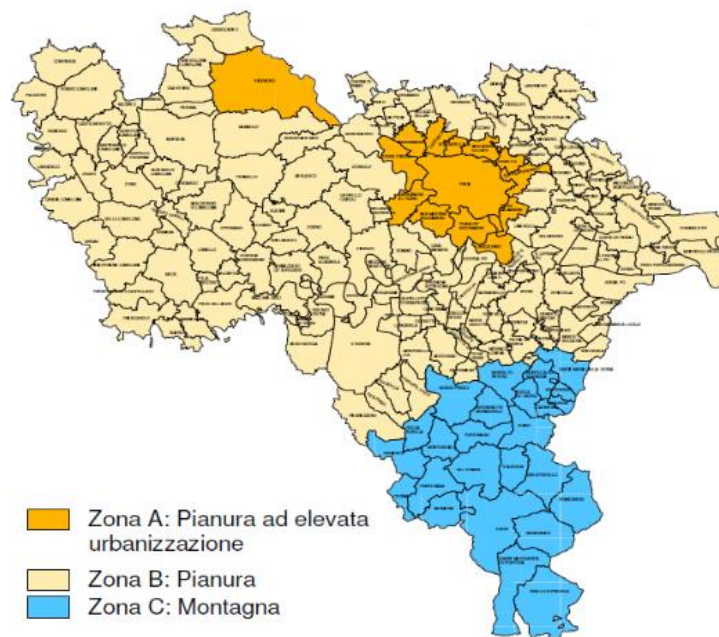


Figura 4-3: Zonizzazione ai sensi della D.G.R. n° 2605/11 della Provincia di Pavia (Fonte: Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria – Anno 2018)

## 4.3 Analisi delle concentrazioni

### 4.3.1 La rete di monitoraggio della qualità dell'aria e la centralina di riferimento

Facendo riferimento a quanto esplicitato all'interno del "Piano Regionale degli Interventi per la qualità dell'Aria" (PRIA), approvato nel 2013 (con DGR n. 593 del 6/9/2013) ed aggiornato nel 2018, la rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria in Lombardia è attualmente composta da 85 stazioni fisse, (tra stazioni pubbliche e stazioni private, queste ultime afferenti a grandi impianti industriali quali centrali termoelettriche, raffinerie, inceneritori) che, per mezzo di analizzatori automatici, forniscono dati in continuo ad intervalli temporali regolari (generalmente con cadenza oraria).

Gli inquinanti monitorati sono: SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> e Benzene.

Il D.Lgs. 155/2010 (art. 5) prevede che le regioni e le province autonome predispongano un programma per la misura della qualità dell'aria con stazioni fisse coerente con le disposizioni introdotte dal decreto stesso. Il numero delle stazioni di misurazione previste dal programma di valutazione deve essere individuato nel rispetto dei canoni di efficienza, efficacia ed economicità. I punti di misura ove sono misurati o campionati i principali inquinanti, possono essere descritti in relazione alla loro collocazione per tipo di zona (urbana/ suburbana/rurale) o per tipo di stazione



(traffico/fondo/ industriale). Più in dettaglio le stazioni di traffico sono collocate in posizione tale da misurare prevalentemente gli inquinanti provenienti da emissioni veicolari; le stazioni di fondo rilevano livelli di inquinamento non direttamente influenzati da singole sorgenti ma riferibili al loro contributo integrato, mentre quelle industriali rilevano l'eventuale contributo connesso alle limitrofe attività produttive.

Diverso è il contesto ambientale (urbano, industriale, da traffico, rurale, etc.) nel quale è attivo il monitoraggio e diversa è la tipologia di inquinanti che è necessario rilevare. Di conseguenza, non tutte le stazioni sono dotate della medesima strumentazione analitica.

Inquinanti della Rete di monitoraggio della Regione Lombardia							
	CO	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	Benzene
Postazioni di misura pdv	29	29	83	46	64	30	23

Tabella 4-2 Inquinanti rilevati in continuo dalla Rete regionale di rilevamento della Qualità (Fonte: "Piano Regionale degli Interventi per la qualità dell'Aria" (PRIA)-2018)

I dati forniti dalle stazioni fisse vengono integrati con quelli rilevati durante campagne di misura temporanee, effettuate mediante l'ausilio di 8 laboratori mobili e campionatori per il rilevamento del particolato fine, oltre che altra strumentazione avanzata quale, a esempio, Contatori Ottici di Particelle e analizzatori di Black Carbon.

Inoltre, dal 2009 in Lombardia sono attivi 14 siti per la determinazione di Benzo(a)pirene [B(a)P] e metalli.

Le postazioni sono distribuite su tutto il territorio regionale in funzione della densità abitativa e della tipologia di territorio.

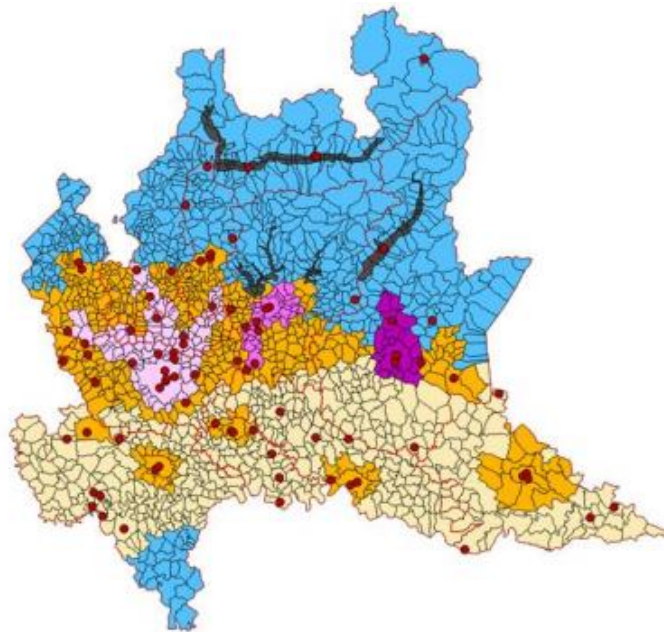


Figura 4-4: Postazioni di rilevamento distribuite su tutto il territorio regionale (Fonte: "Piano Regionale degli Interventi per la qualità dell'Aria" (PRIA)-2018)

Il set di stazioni selezionato include per le fonti diffuse, oltre al minimo numero di stazioni richiesto dalla Direttiva Europea 2008/50/CE, stazioni aggiuntive sostitutive delle stazioni "minime" che garantiscono il rilevamento qualora non sia raggiunto il rendimento previsto dalla normativa o nel caso in cui la stazione sia non rappresentativa per l'azione temporanea di fattori esterni. Sono poi previste ulteriori stazioni attivate a supporto della modellistica o per peculiarità territoriale o ancora per garantire la corretta proporzione tra stazioni da traffico e di fondo e tra stazioni di PM<sub>10</sub> e di PM<sub>2,5</sub>.

Con specifico riferimento alla provincia di Pavia, la rete di rilevamento è caratterizzata da 13 stazioni fisse di misura, di cui la maggior parte appartenenti alla tipologia "fondo", una alla tipologia "traffico" ed altre quattro a quella "industriale", come riporta la tabella seguente.

<b>Stazioni del programma di valutazione</b>				
<b>Zona</b>	<b>Nome Stazione</b>	<b>Tipo Zona</b>	<b>Tipo Stazione</b>	<b>Altitudine [mslm]</b>
Zona A	Pavia Folperti	Urbana	Fondo	77
Zona A	Pavia Minerva	Urbana	Traffico	77
Zona A	Vigevano Valletta	Urbana	Fondo	109
Zona B	Casoni Borroni	Rurale	Fondo	73
Zona B	Cornale	Rurale	Fondo	74
Zona B	Ferrera Erbognone Est	Rurale	Industriale	88
Zona B	Parona	Urbana	Industriale	112
Zona B	Sannazzaro de Burgondi	Urbana	Industriale	85
Zona B	Voghera Pozzoni	Urbana	Fondo	90
<b>Altre stazioni</b>				



Zona	Nome Stazione	Tipo Zona	Tipo Stazione	Altitudine [mslm]
Zona B	Ferrera Erbognone Indipendenza	Rurale	Industriale	89
Zona B	Galliavola	Rurale	Fondo	87
Zona B	Mortara	Urbana	Fondo	108
Zona B	Scaldasole	Rurale	Fondo	88

Tabella 4-3 Stazioni fisse di misura nella Provincia di Pavia (Fonte: ARPA Lombardia)

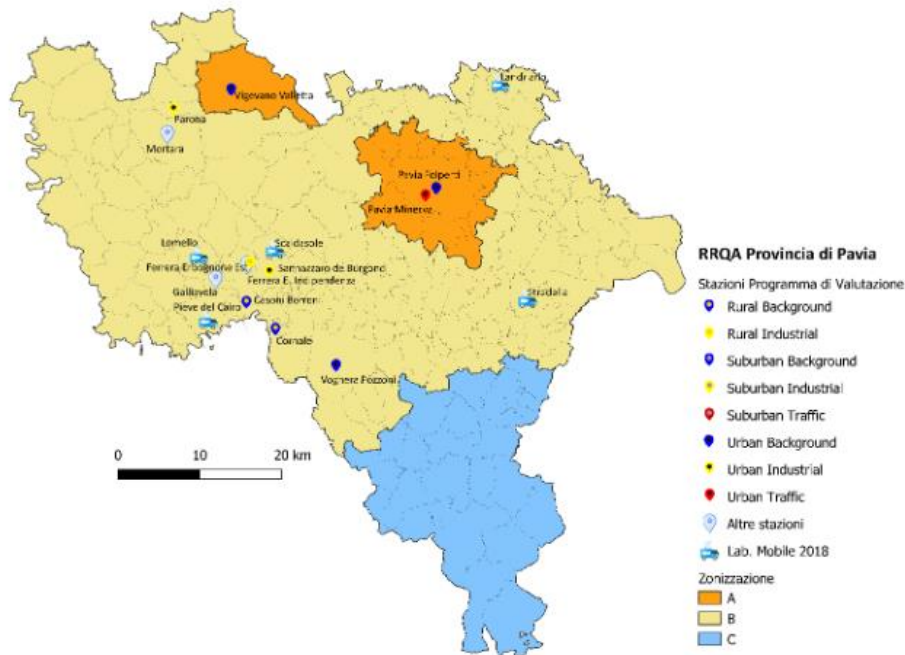


Figura 4-5 Localizzazione stazioni fisse e delle campagne con laboratorio mobile nella Provincia di Pavia (Fonte: Rapporto sulla qualità dell'aria della Provincia di Pavia - Anno 2018)

Relativamente all'area di studio, a valle di una prima analisi delle centraline presenti in prossimità dell'area di intervento, è stata scelta, come centralina di riferimento, quella più vicina e significativa in termini di tipologia, al fine di monitorare i seguenti inquinanti:

- Ossidi di Azoto  $\text{NO}_x$ ;
- Biossidi di Azoto  $\text{NO}_2$ ;
- Monossido di carbonio CO.

La centralina è rappresentata dalla stazione di Cornale, localizzata in provincia di Pavia e specificatamente posta in via Libertà c/o cimitero comunale, distante circa 4,7 chilometri dalla centrale termoelettrica. Questa è classificata come centralina di "fondo rurale" ed è stata presa come riferimento nelle analisi modellistiche poiché ritenuta rappresentativa dell'area d'interesse.

Gli inquinanti di interesse nel presente studio e analizzati nel proseguo della trattazione fanno

riferimento, pertanto, alla centralina di Cornale nell'anno preso come riferimento per lo stato attuale (2019) e sono:

- Ossidi di Azoto  $\text{NO}_x$ ;
- Biossidi di Azoto  $\text{NO}_2$ ;
- Monossido di carbonio  $\text{CO}$ .



Figura 4-6 Centralina qualità dell'aria Cornale (Fonte: ARPA Lombardia)

#### 4.3.2 Ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ – $\text{NO}_2$ )

##### *Caratteristiche ed effetti sull'uomo e sull'ambiente*

Pur essendo presenti in atmosfera diverse specie di ossidi di azoto, per quanto riguarda l'inquinamento dell'aria si fa quasi esclusivamente riferimento al termine  $\text{NO}_x$  che sta ad indicare la somma pesata del monossido di azoto ( $\text{NO}$ ) e del biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ).

Durante le combustioni l'azoto molecolare ( $\text{N}_2$ ) presente nell'aria, che brucia insieme al combustibile, si ossida a monossido di azoto ( $\text{NO}$ ). Nell'ambiente esterno il monossido si ossida a biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ), che è quindi un inquinante secondario, poiché non viene emesso direttamente. Il biossido di azoto è "ubiquitario" ciò significa che si ritrova in atmosfera un po' ovunque, con concentrazioni abbastanza costanti.

L'ossido di azoto ( $\text{NO}$ ), anche chiamato ossido nitrico, è un gas incolore, insapore ed inodore con una tossicità limitata, al contrario di quella del biossido di azoto che risulta invece notevole. Il biossido di azoto è un gas tossico di colore giallo - rosso, dall'odore forte e pungente e con grande



potere irritante. Il ben noto colore giallognolo delle foschie che ricoprono le città ad elevato traffico è dovuto per l'appunto all'elevata presenza di questo gas. Il biossido di azoto svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico in quanto costituisce l'intermedio di base per la produzione di tutta una serie di inquinanti secondari molto pericolosi tra cui l'ozono, l'acido nitrico, l'acido nitroso e gli alchilnitrati. Da notare che gli  $\text{NO}_x$  vengono per lo più emessi da sorgenti al suolo e sono solo parzialmente solubili in acqua, questo influenza notevolmente il trasporto e gli effetti a distanza.

L'azione sull'uomo dell'ossido di azoto è relativamente bassa. A causa della rapida ossidazione a biossido di azoto, si fa spesso riferimento esclusivo solo a quest'ultimo inquinante, in quanto risulta molto più tossico del monossido.

Il biossido di azoto è un gas irritante per le mucose e può contribuire all'insorgere di varie alterazioni delle funzioni polmonari, di bronchiti croniche, di asma e di enfisema polmonare. Lunghe esposizioni anche a basse concentrazioni provocano una drastica riduzione delle difese polmonari, con conseguente aumento di rischio di infezioni alle vie respiratorie soprattutto in soggetti bronchitici ed asmatici, negli anziani e nei bambini.

L'inquinamento da biossido di azoto ha un impatto sulla vegetazione di minore entità rispetto al biossido di zolfo. In alcuni casi, brevi periodi di esposizione a basse concentrazioni possono incrementare i livelli di clorofilla, mentre lunghi periodi possono causare la senescenza e la caduta delle foglie più giovani.

Il meccanismo principale di aggressione comunque è costituito dall'acidificazione del suolo: gli inquinanti acidi causano un impoverimento del terreno per la perdita di ioni calcio, magnesio, sodio e potassio e conducono alla liberazione di ioni metallici tossici per le piante. Inoltre, l'abbassamento del pH compromette anche molti processi microbici del terreno, fra cui l'azotofissazione.

Si stima infine che gli ossidi di azoto e i loro derivati contribuiscono per il 30% alla formazione delle piogge acide, danneggiando anche edifici e monumenti e provocandone un invecchiamento accelerato, in molti casi irreversibile.

#### *Concentrazioni di $\text{NO}_x$*

Tramite i dati della centralina è stato possibile analizzare l'evoluzione negli anni dell'inquinante  $\text{NO}_x$ , in particolare è stato preso in considerazione un intervallo temporale di 5 anni, dal 2015 al 2019. Nella Tabella 4-4 sono riportati tutti i valori calcolati per l' $\text{NO}_x$  nei diversi anni.



Anno	Valore Medio	Valore Minimo	Percentili						Valore Massimo
			50°	80°	85°	90°	95°	99°	
2015	38,65	0,00	25,20	57,84	70,91	87,90	113,3	175,1	289,4
2016	36,8	0,8	27,3	56,5	65,9	77,1	98,2	148,4	255,6
2017	33,60	1,70	23,10	52,00	61,00	74,00	95,90	132,93	358,2
2018	25,31	0,10	16,75	38,90	47,80	59,15	77,43	118	235,4
2019	26,58	0,00	18,10	41,10	49,00	59,46	79,60	123,39	234,9

Tabella 4-4: Analisi dei percentili NO<sub>x</sub> (µg/m<sup>3</sup>) negli anni 2015-2019 – Centralina di Cornale (Fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia)

Al fine di agevolare la lettura del dato tabellare sono stati quindi elaborati i grafici mostrati nella Figura 4-7 e Figura 4-8. In particolare, la Figura 4-7 riporta l'analisi della distribuzione dei percentili. Quello che è possibile evidenziare è come, le diverse distribuzioni annuali si discostino in modo significativo dall'90° percentile, ma le differenze più marcate si possono notare dal 95° percentile in poi e rispetto ai valori massimi.

Effettuando un'analisi storica di tali valori si può notare come generalmente la quantità media di concentrazione oraria di tale inquinante sia pressoché decrescente nel quinquennio, passando dai 38,65 µg/m<sup>3</sup> del 2015 ai 26,58 µg/m<sup>3</sup> del 2019, con un picco massimo, quindi, di media annua nel 2015. Per i valori massimi, è possibile definire un trend di decrescita nell'ultimo triennio. Pertanto, è possibile affermare che negli ultimi cinque anni in generale si rilevi una leggera riduzione delle concentrazioni di NO<sub>x</sub>, ad eccezione dell'anno 2017, che presenta un picco di concentrazioni massime orarie più elevato rispetto gli anni precedenti.

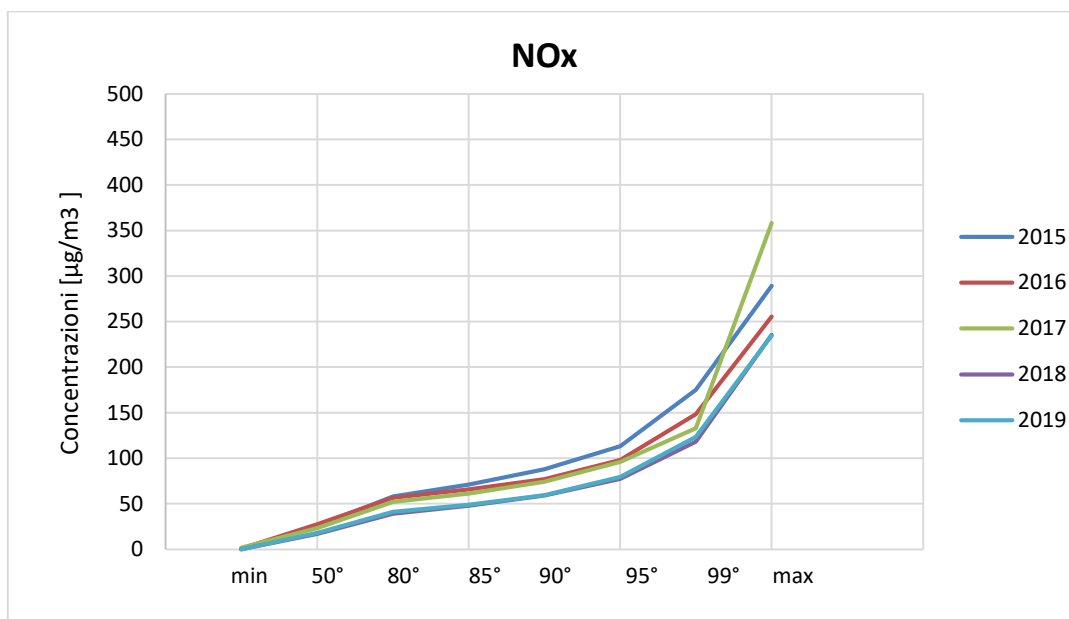


Figura 4-7 Percentili e valori massimi annui  $NO_x$  ( $\mu g/m^3$ ) (Fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia)

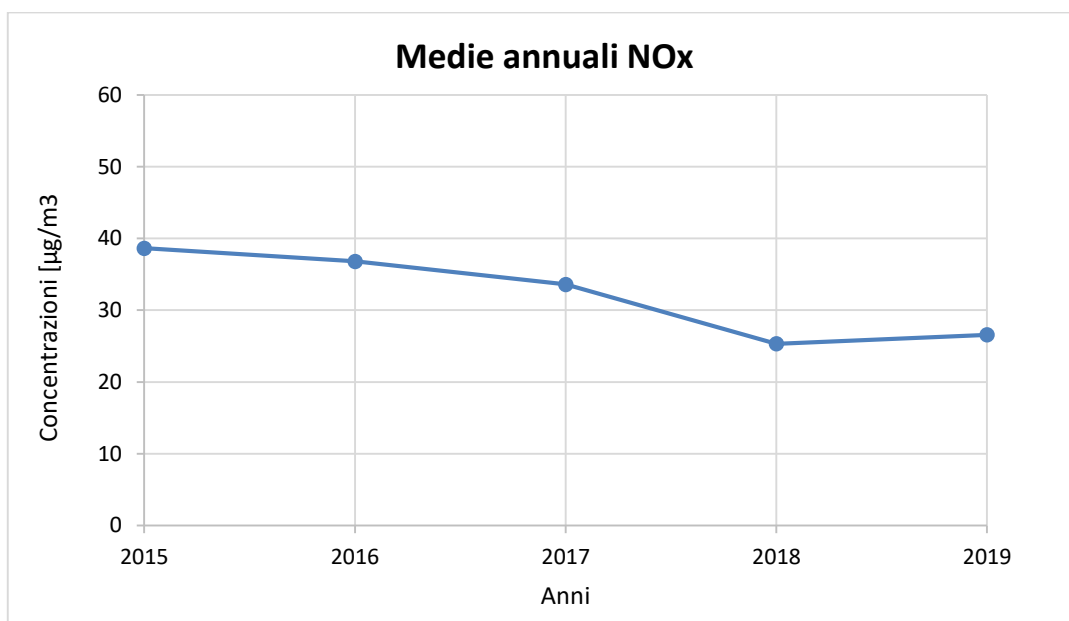


Figura 4-8 Medie annuali  $NO_x$  ( $\mu g/m^3$ ) (Fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia)

Vengono, inoltre, presentati tutti i valori registrati, ora per ora, di tutti gli anni analizzati, 2015-2019, degli Ossidi di Azoto. Si nota come, anche dai valori orari, sia possibile evidenziare un trend pressoché costante all'interno dell'arco temporale di riferimento.

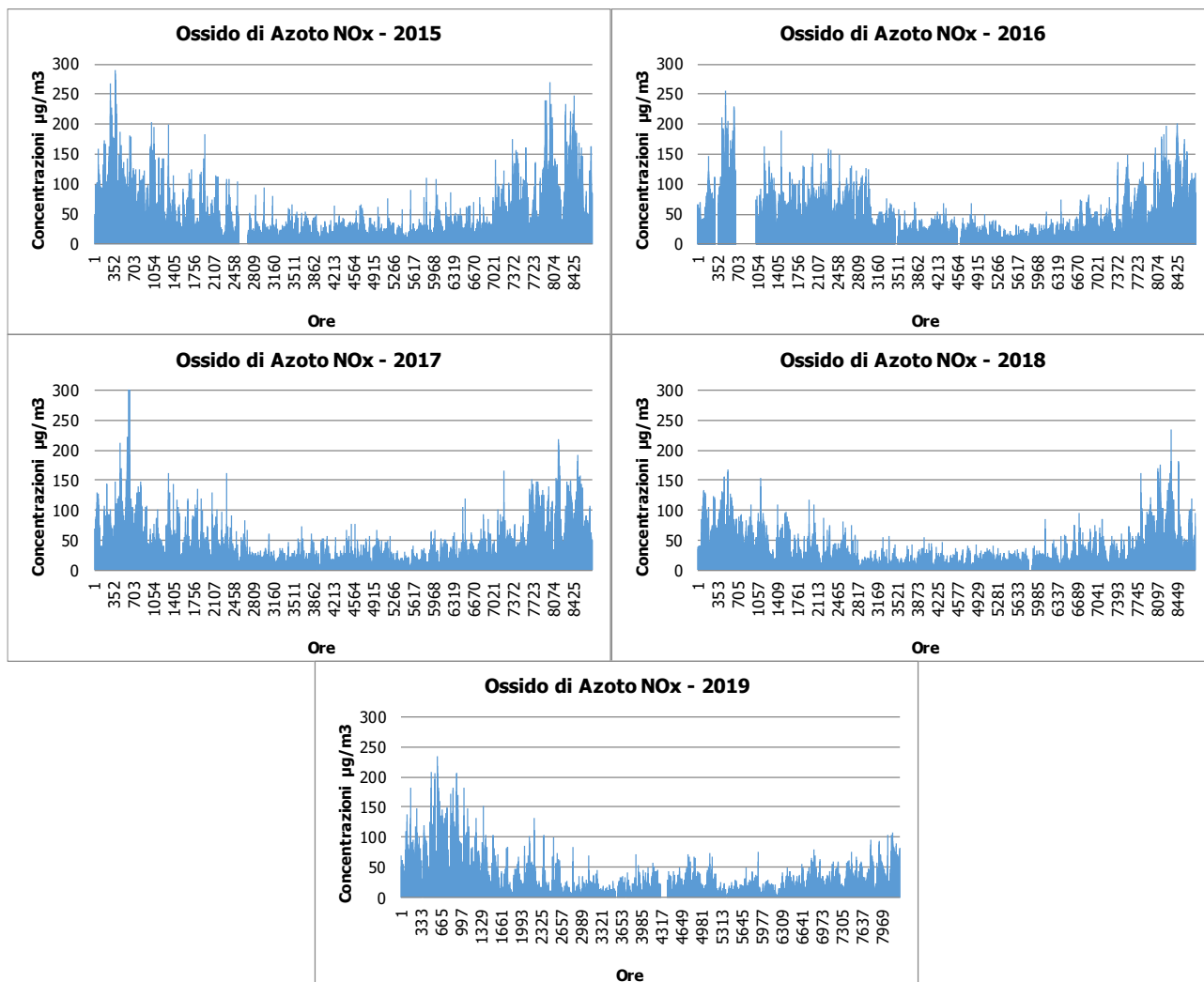


Figura 4-9 Valori orari di NO<sub>x</sub> anni 2015-2019 Centralina di Cornale (µg/m<sup>3</sup>) (Fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia)

### Concentrazioni di NO<sub>2</sub>

I soli NO<sub>x</sub>, tuttavia, non forniscono dati sufficienti ad un'analisi completa del territorio, verificando solo i limiti per la vegetazione, ma non i limiti ai fini della protezione della salute umana. Per tale ragione è stato condotto uno studio analogo anche sul Biossido di Azoto NO<sub>2</sub>. Sono stati riassunti, nella Tabella 4-5, i dati presenti per il Biossido di Azoto dei 5 anni rilevati.





Anno	Valore Medio	Valore Minimo	Percentili						Valore Massimo	Superamenti
			50°	80°	85°	90°	95°	99°		
2015	25,15	1,20	21,60	37,50	41,20	46,10	53,53	65,99	157,4	0
2016	21,5	0,2	18,7	31,7	35,0	39,8	47,5	64,8	102,1	0
2017	22,70	0,30	19,70	35,40	38,40	42,50	48,30	59,00	98,50	0
2018	16,84	0,00	14,20	27,20	30,50	34,80	40,50	49,20	72,80	0
2019	18,36	0,00	15,10	27,50	31,30	37,30	47,50	66,70	101,7	0

Tabella 4-5 Analisi dei percentili NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) negli anni 2015-2019 – Centralina di Cornale (Fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia)

In analogia a quanto visto per gli NO<sub>x</sub>, rappresentando in forma grafica tali valori è possibile ottimizzare la lettura del dato. Il primo grafico proposto (cfr. Figura 4-10) permette di notare, come già visto nel medesimo grafico relativo agli Ossidi di Azoto, come i valori relativi a tutte i percentili analizzati siano pressoché costanti negli anni ad eccezione del 2015, per cui si sono registrati valori di concentrazione più alti.

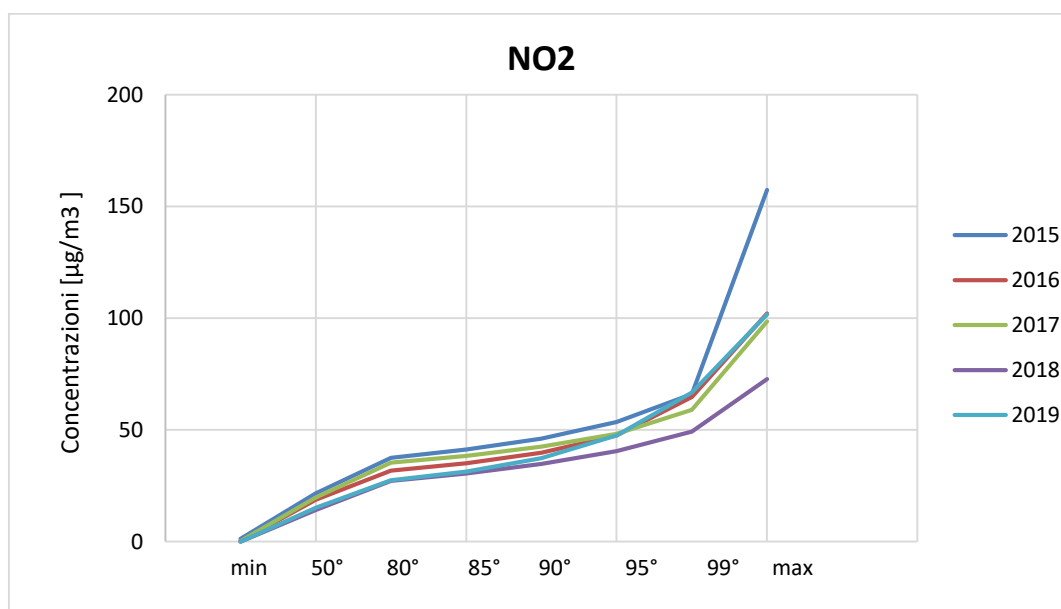


Figura 4-10 Percentili e valori massimi annui NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) (Fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia)



In accordo con gli Ossidi di Azoto, per quanto riguarda le medie per ogni anno rilevato (cfr. Figura 4-11), si può notare come col passare degli anni il trend sia rimasto costante, registrando un massimo, coerentemente all'analisi degli ossidi di azoto, nel 2015.

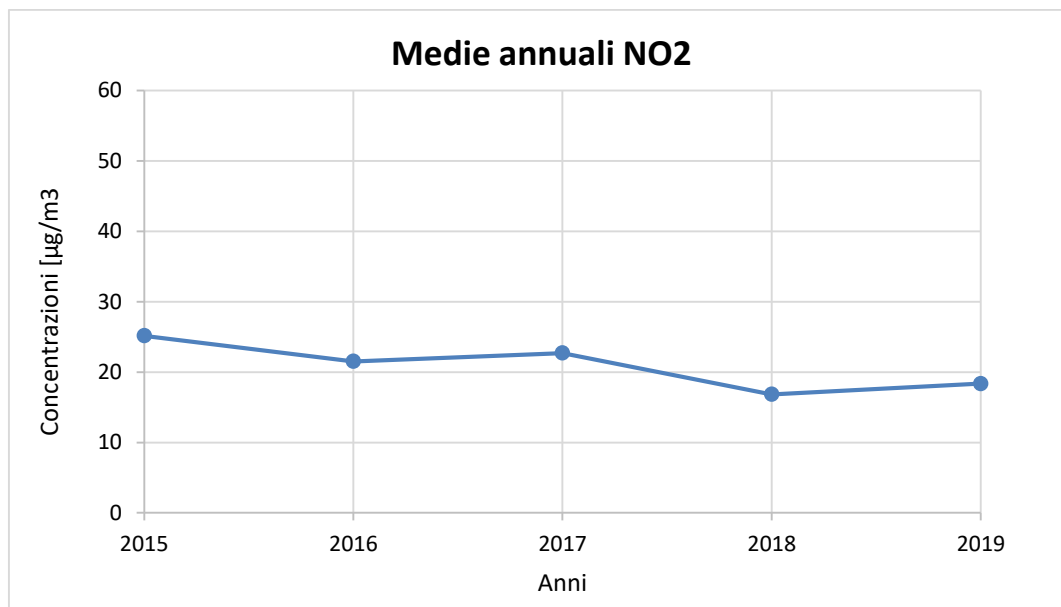


Figura 4-11 Medie annuali NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) (Fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia)

Sono stati, inoltre, presentati i valori registrati, ora per ora, di tutti gli anni analizzati, 2015-2019, dei Biossidi di Azoto. Si nota come, anche dai valori orari, si può notare un trend costante nell'arco temporale preso in considerazione (cfr. Figura 4-12).



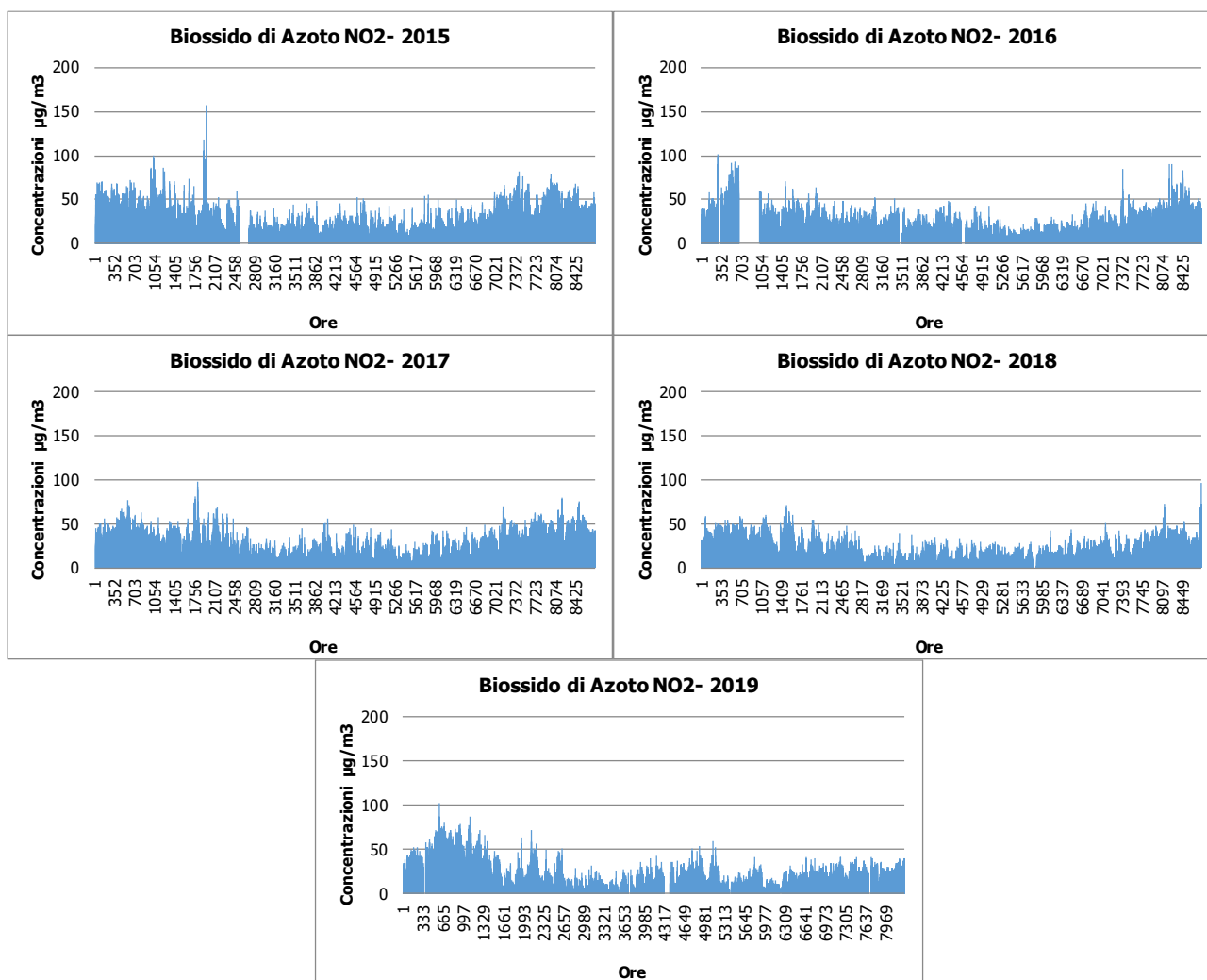


Figura 4-12 Valori orari di NO<sub>2</sub> negli anni 2014-2018 – Centralina di Cornale (µg/m<sup>3</sup>) (Fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia)

#### 4.3.3 Monossido di carbonio (CO)

##### Caratteristiche ed effetti sull'uomo e sull'ambiente

Il monossido di carbonio (o ossido di carbonio o ossido carbonioso) è un gas velenoso particolarmente insidioso in quanto inodore e insapore. La sua molecola è costituita da un atomo di ossigeno e un atomo di carbonio legati con un triplo legame (costituito da due legami covalenti e un legame dativo). La sua formula chimica è CO.

Il monossido di carbonio viene prodotto da reazioni di combustione in difetto di aria (cioè quando l'ossigeno presente nell'aria non è sufficiente a convertire tutto il carbonio in anidride carbonica), per esempio negli incendi di foreste e boschi, dove il prodotto principale della combustione rimane



comunque l'anidride carbonica. Altre fonti naturali sono i vulcani, mentre la maggior parte si genera da reazioni fotochimiche che avvengono nella troposfera. Inoltre, si sprigiona durante le combustioni in ambienti chiusi e dalle vecchie stufe a gas liquido, responsabili dell'alta frequenza di intossicazione da monossido di carbonio.

Si miscela bene nell'aria, con la quale forma facilmente miscele esplosive. In presenza di polveri metalliche finemente disperse, forma metallocarbonili tossici e infiammabili. Può reagire vigorosamente con ossigeno, acetilene, cloro, fluoro, ossidi di azoto.

Il monossido di carbonio è un prodotto della combustione incompleta dei combustibili organici (ad esempio: carbone, olio, legno, carburanti). Il CO è inoltre un combustibile importante perché rilascia una considerevole quantità di calore quando brucia all'aria

Importanti combustibili industriali a base di monossido di carbonio sono il gas d'acqua (una miscela di CO e H<sub>2</sub>), il gas d'aria (una miscela di CO e N<sub>2</sub>) e il gas da carbone (miscela di CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub>, prodotto per distillazione del carbone e conservato nei gasometri). Quest'ultimo era il cosiddetto gas di città, fornito nelle case per cucinare e per il riscaldamento; oggi sostituito dal gas naturale, costituito principalmente da metano (CH<sub>4</sub>).

Il monossido di carbonio è un'emotossina, perché legandosi saldamente allo ione del ferro nell'emoglobina del sangue forma un complesso, chiamato carbossiemoglobina, 300 volte più stabile di quello formato dall'ossigeno, chiamato ossiemoglobina, ostacolando così il trasporto di ossigeno nel sangue.

A causa del traffico automobilistico la popolazione urbana è spesso soggetta a lunghe esposizioni a basse concentrazioni. La lenta intossicazione da ossido di carbonio prende il nome di ossicarbonismo e si manifesta con sintomi nervosi e respiratori.

L'esposizione a monossido di carbonio comporta inoltre l'aggravamento delle malattie cardiovascolari, un peggioramento dello stato di salute nelle persone sane ed un aggravamento delle condizioni circolatorie in generale.

#### *Concentrazioni di Monossido di Carbonio*

Per analizzare i valori di concentrazione della CO sono stati visionati i dati registrati dalla centralina di riferimento di Cornale negli ultimi 5 anni, ossia tra il 2015 e il 2019. Tali dati hanno permesso di comprendere l'evoluzione, in questo arco temporale, dell'inquinante.

Sono stati riassunti di seguito i dati presenti per la CO negli anni rilevati.



Anno	Valore Medio	Valore Minimo	Percentili						Valore Massimo
			50°	80°	85°	90°	95°	99°	
2015	0,40	0,00	0,40	0,60	0,60	0,70	0,80	1,00	2,60
2016	0,30	0,00	0,20	0,50	0,60	0,60	0,70	0,90	1,30
2017	0,20	0,00	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,80	0,90
2018	0,26	0,00	0,20	0,40	0,50	0,60	0,80	1,00	1,40
2019	0,44	0,00	0,40	0,60	0,70	0,90	1,00	1,40	1,90

Tabella 4-6 Analisi dei percentili CO (mg/m<sup>3</sup>) negli anni 2015-2019 – Centralina di Voghera - Pozzoni  
(Fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia)

Al fine di agevolare la lettura del dato tabellare sono stati quindi elaborati i grafici mostrati nella Figura 4-13 e Figura 4-14. In particolare, la Figura 4-13 riporta l'analisi della distribuzione dei percentili. Quello che è possibile evidenziare è come, le diverse distribuzioni annuali si discostino in modo significativo già dall' 80° percentile. Tuttavia le differenze più marcate si possono notare, infatti, rispetto al 99° percentile e rispetto ai valori massimi.

Effettuando un'analisi storica di tali valori, si può notare come le concentrazioni medie annue presentano un andamento pressoché crescente dopo il 2017, anno in cui si registra il minimo valore pari a 0,20 mg/m<sup>3</sup>; il massimo, invece, si registra nel 2019 ed è pari a 0,44 mg/m<sup>3</sup>.

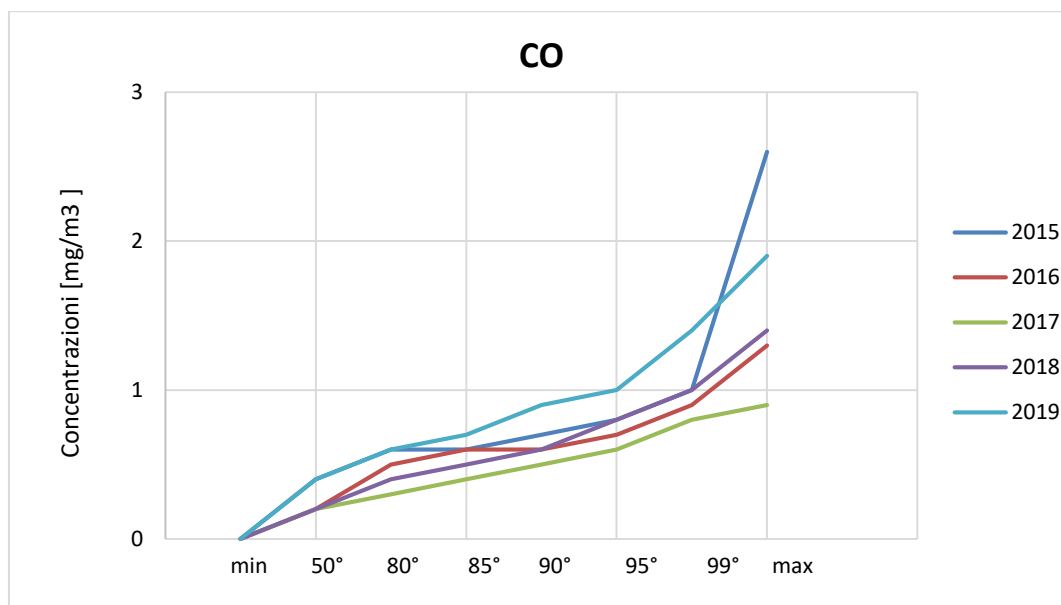


Figura 4-13 Percentili e valori massimi annui CO (mg/m<sup>3</sup>) (Fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia)

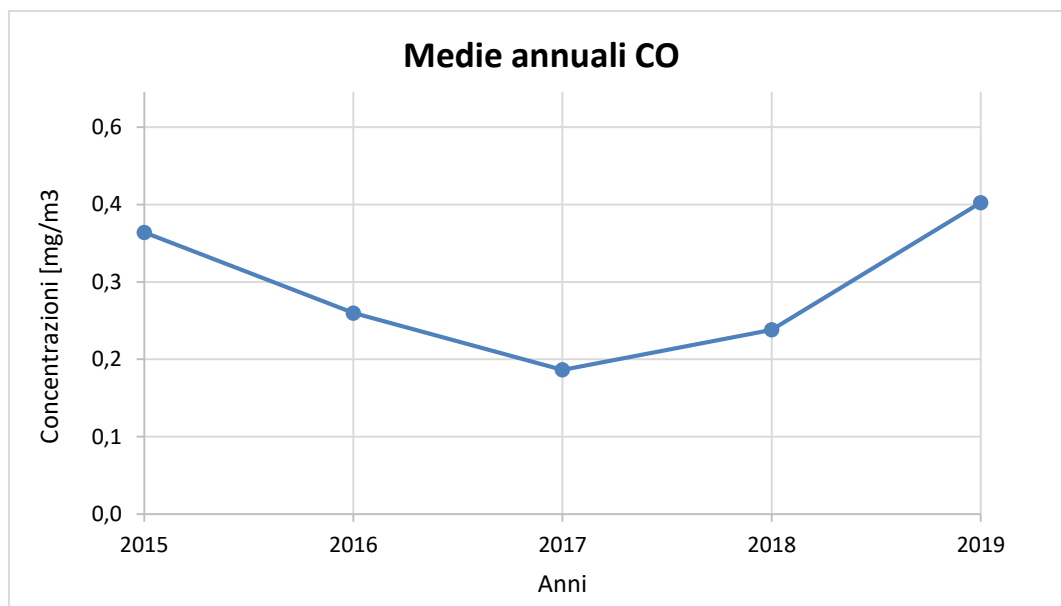


Figura 4-14 Medie annuali CO (mg/m<sup>3</sup>) (Fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia)

Nella figura sottostante, vengono presentati tutti i valori registrati, ora per ora, di tutti gli anni analizzati, 2015-2019, del Monossido di Carbonio. Si nota come sia possibile evidenziare un trend pressoché costante all'interno dell'arco temporale di riferimento, caratterizzato da massimi nel periodo invernale e minimi nel periodo estivo.

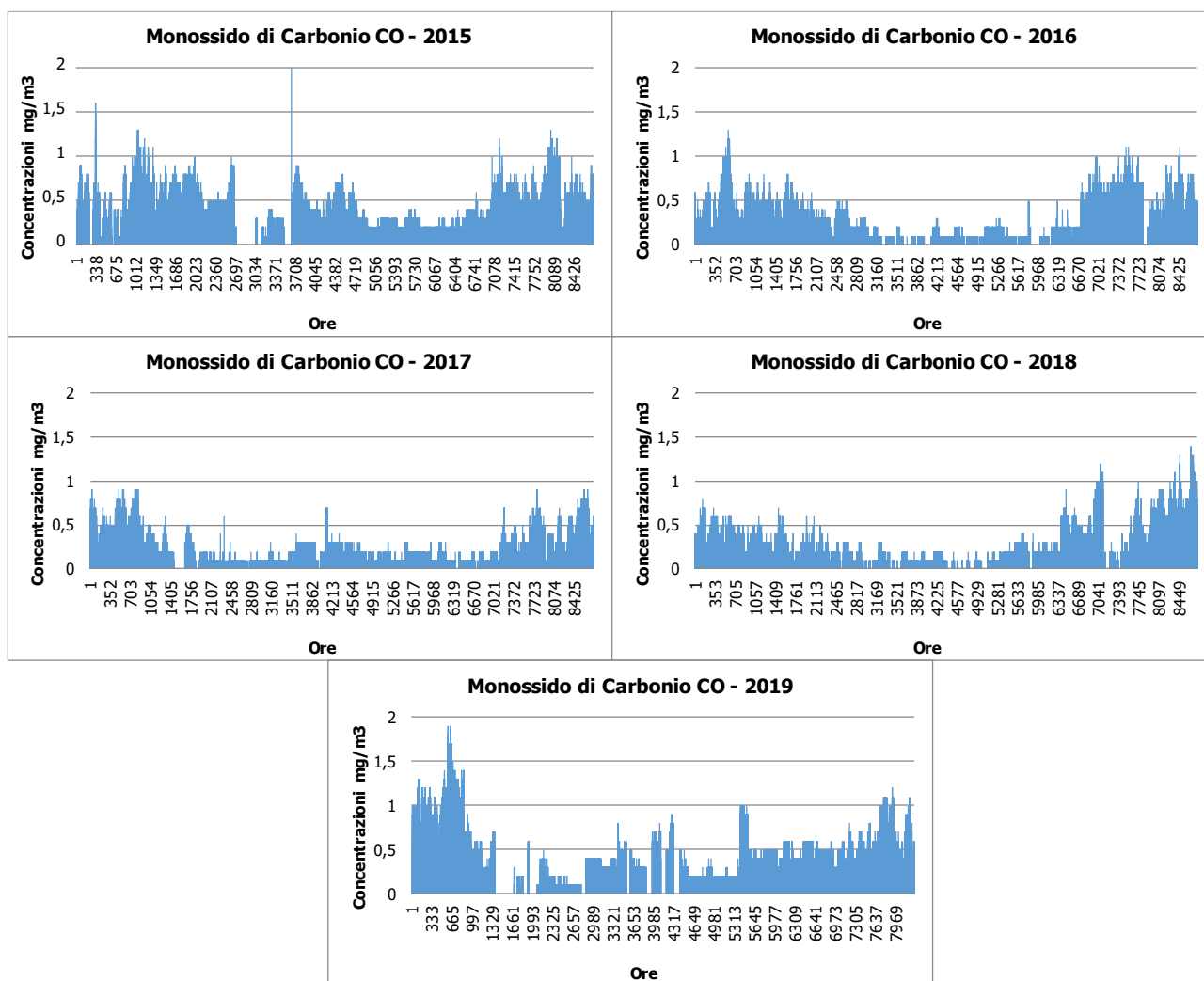


Figura 4-15 Valori orari di CO anni 2014-2018 Centralina di Cornale (mg/m<sup>3</sup>) (Fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia)

#### 4.3.4 Quadro sinottico della qualità dell'aria

In conclusione, i valori considerati come fondo di riferimento per gli inquinanti analizzati nell'ambito delle successive analisi modellistiche saranno i seguenti.

Inquinanti	Fondo di riferimento: concentrazioni medie annue registrate dalla centralina di Cornale di fondo rurale nel 2019
NO <sub>x</sub>	26,58 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	18,36 µg/m <sup>3</sup>
CO	0,44 mg/m <sup>3</sup>

Tabella 4-7 Valori di riferimento per il fondo della qualità dell'aria (valore medio di concentrazioni registrato dalla centralina di Cornale)



## 5 Stima e valutazione degli impatti

### 5.1 Metodologia di analisi

Con l'obiettivo ultimo di valutare gli impatti indotti dalla Centrale sono state stimate le concentrazioni degli inquinanti di interesse. In particolare, come sopra ampiamente esplicitato, gli inquinanti scelti per l'analisi sono quelli indicati anche nell'AIA autorizzata, ossia NO<sub>x</sub> e CO, per i quali sono indicati i fattori di emissione specifici riferiti alle sorgenti presenti nella centrale. In termini di concentrazioni, con riferimento agli NO<sub>x</sub>, si specifica come si sia tenuto conto del contributo nell'NO<sub>2</sub>, al fine di verificare i risultati con i limiti presenti in normativa per la salute umana.

La stima delle concentrazioni è stata effettuata mediante il modello di calcolo Aermod View, attraverso la seguente metodologia:

1. **ricostruzione dello scenario emissivo:** sono state prese in considerazione le sorgenti emmissive della Centrale, riportate nel dettaglio al Par. 5.3;
2. **dispersione di inquinanti in atmosfera:** lo studio della dispersione di inquinanti in atmosfera è stato condotto mediante il software Aermod View;
3. **valutazione dell'effetto sulla qualità dell'aria:** l'impatto sulla qualità dell'aria del Progetto è stato valutato attraverso la verifica del rispetto dei limiti normativi in termini di concentrazioni di inquinanti prodotti dalla centrale stessa.

### 5.2 Il modello di simulazione Aermod View

Il modello di simulazione matematico relativo alla dispersione degli inquinanti in atmosfera a cui si è fatto riferimento per le simulazioni in fase di cantiere è il software AERMOD View, distribuito dalla Lakes Environmental, il quale, partendo dalle informazioni sulle sorgenti e sulle condizioni meteorologiche, fornisce la dispersione degli inquinanti in atmosfera e i relativi livelli di concentrazione al suolo.

AERMOD View incorpora i principali modelli di calcolo utilizzati dall'U.S. EPA attraverso un'interfaccia integrata. Tali modelli sono:

- Aermod,
- ISCST3,
- ISC-PRIME.

In particolare AERMOD è un modello di tipo Gaussiano (Steady-state Gaussian plume air dispersion model) basato su un modello di stabilità atmosferica di tipo "Planetary boundary layer



theory”<sup>1</sup>, che consente di valutare, attraverso algoritmi di calcolo, i fattori di deflessione degli edifici, i parametri di deposizione al suolo degli inquinanti, l'effetto locale dell'orografia del territorio ed in ultimo i calcoli relativi alle turbolenze meteorologiche.

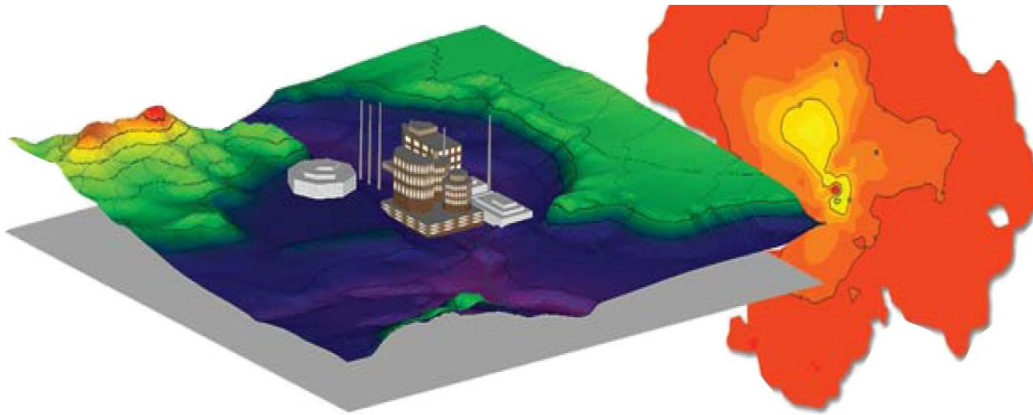


Figura 5-1 - AermodView - Esempio di modellazione grafica 3D delle curve di isoconcentrazione

Il codice AERMOD è stato sviluppato dall'American Meteorological Society – EPA, quale evoluzione del modello gaussiano ISC3. La dispersione in atmosfera della sostanza inquinante è funzione delle condizioni di stabilità atmosferica dell'area di riferimento stessa<sup>2</sup>:

- strato limite dell'atmosfera stabile: la distribuzione è di tipo gaussiano sia in direzione orizzontale che in direzione verticale;
- strato limite dell'atmosfera instabile: la distribuzione è di tipo gaussiano in direzione orizzontale e bi-gaussiano in direzione verticale.

Tale impostazione supera le tipologie di modelli precedenti (ISC3) permettendo di superare i limiti dei modelli gaussiani, i quali non erano in grado di simulare, in maniera sufficientemente rappresentativa, le condizioni di turbolenza dello strato limite atmosferico.

Il codice prende in considerazione diversi tipi di sorgente:

- puntuali;
- lineari;
- areali;
- volumiche.

<sup>1</sup> AERMOD Tech Guide – Gaussian Plume Air Dispersion Model. Version 7.6

<sup>2</sup> US EPA, User Guide for the AMS EPA regulatory model AERMOD – USA (2004)



Per ognuna di tali sorgenti il modello fa corrispondere un diverso algoritmo di calcolo delle concentrazioni. Il modello, pertanto, calcola il contributo di ciascuna sorgente nel dominio d'indagine, in corrispondenza dei punti ricettori i quali possono essere punti singoli, o una maglia di punti con passo definito dall'utente.

Poiché il modello è di tipo stazionario, le emissioni sono assunte costanti nell'intervallo temporale di simulazione, tuttavia, è possibile fornire al modello stesso una differenziazione relativa ai fattori di emissioni calcolati nel giorno, ovvero definire per ogni ora del giorno un fattore di emissione relativo alla sorgente i-esima differente. Tale opzione di calcolo risulta particolarmente utile per la definizione delle concentrazioni derivanti da sorgenti che non utilizzano cicli di lavoro continui relativi alle 24h.

Infine vengono considerati anche gli effetti derivanti dalla conformazione degli edifici. Grazie al modellatore 3D è possibile avere una rappresentazione grafica dell'area d'intervento sia in termini di terreno che in termini di edifici e sorgenti.

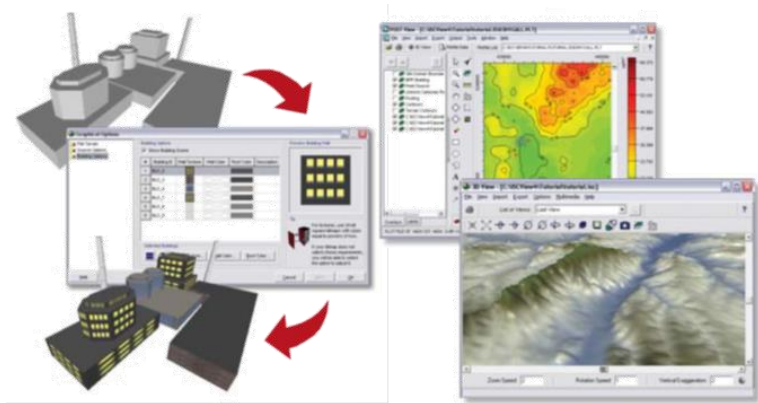


Figura 5-2 - Esempio di modulo di visualizzazione 3D integrato nel modello di calcolo

In ultimo il modello si avvale di due ulteriori modelli per la valutazione degli input meteorologici e territoriali. Il primo modello, AERMET, consente di elaborare i dati meteorologici rappresentativi dell'area d'intervento, al fine di calcolare i parametri di diffusione dello strato limite atmosferico. Esso permette, pertanto, ad AERMOD di ricavare i profili verticali delle variabili meteorologiche più influenti. Il secondo modello, AERMAP, invece, consente di elaborare le caratteristiche orografiche del territorio in esame.



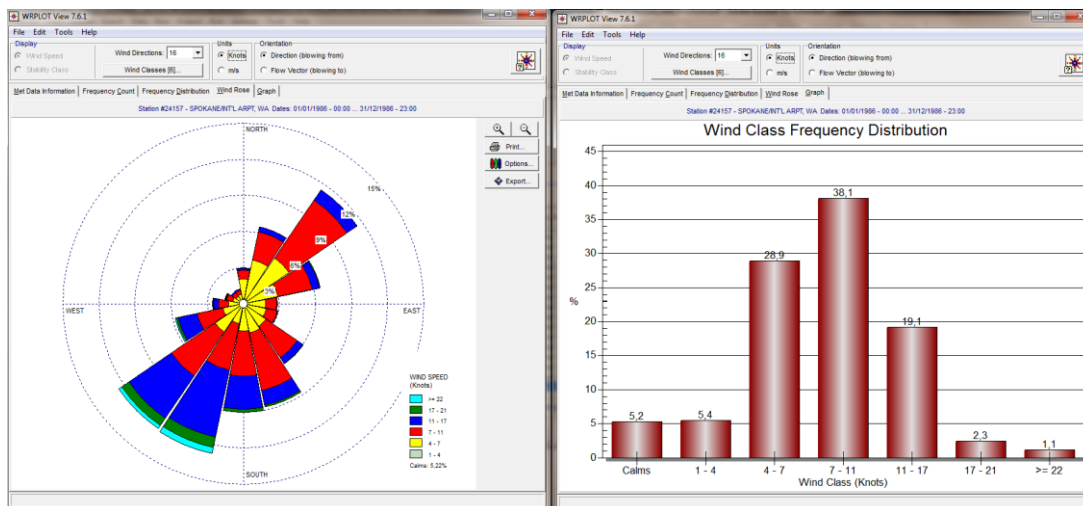


Figura 5-3 - Esempio di applicazione del modulo AERMET

Come accennato, l'output del modello è rappresentato dalla valutazione delle concentrazioni di inquinanti in riferimento ai ricettori scelti. Qualora si scelga di rappresentare i risultati attraverso una maglia, il software, grazie ad algoritmi di interpolazione è in grado di ricostruire le curve di isoconcentrazione, al fine di determinare una mappa di isoconcentrazione degli inquinanti.

### 5.3 Dati meteorologici e orografici

Aermod View, grazie al processore territoriale AERMAP, permette di configurare l'orografia del territorio in esame, essenzialmente distinguendo tre tipologie di territorio così come mostrato in Figura 5-4.

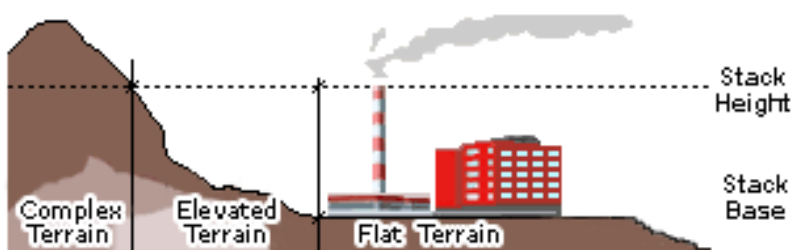


Figura 5-4 Tipologie di configurazioni territoriali

Con riferimento all'area di intervento, si è adottata una conformazione del territorio di tipo "flat", stante la localizzazione della centrale in un territorio prevalentemente pianeggiante.



Dal punto di vista meteorologico, i dati di input implementati nel modello di calcolo fanno riferimento ai dati meteo registrati dalla centralina di Milano Linate nell'anno 2019 e opportunamente elaborati attraverso un formato SCRAM per renderli compatibili con il processore AERMET e successivamente con Aermod View.

In particolare, i dati di superficie richiesti sono:

- velocità del vento [m/s];
- direzione del vento [deg];
- altezza delle base delle nubi [100 feet];
- copertura nuvolosa [decimi];
- temperatura dell'aria [K];
- umidità relativa [%];
- pressione [mbar].

Mentre, i dati in quota richiesti sono:

- pressione [mbar];
- quota geopotenziale [m];
- temperatura dell'aria [K];
- direzione del vento [deg];
- velocità del vento [m/s].

#### 5.4 Dominio di calcolo

Al fine di ricavare le curve di isoconcentrazione è stata definita una maglia di punti di calcolo regolare. A tale scopo occorre soddisfare la duplice necessità di avere una maglia di calcolo spazialmente idonea a poter descrivere una porzione di territorio sufficientemente ampia e dall'altro di fissarne un passo adeguato al fine di non incrementare inutilmente l'onerosità dei calcoli. Seguendo tali principi è stata definita una maglia di punti di calcolo le cui caratteristiche sono sinteticamente riportate in Tabella 5-1.

Coordinate del centro della maglia Asse X	497778,00
Coordinate del centro della maglia Asse Y	4986247,00
Passo lungo l'asse X	300
Passo lungo l'asse Y	300
N° di punti lungo l'asse X	50
N° di punti lungo l'asse Y	50
N° di punti di calcolo totali	14700

Tabella 5-1 Coordinate maglia dei punti di calcolo



## 5.5 Ricettori puntuali

Oltre ai punti di calcolo del dominio sopra descritto sono stati valutati altri punti ricettori rappresentativi di aree abitative presenti nell'intorno della centrale e dell'area SIC/ZPS a nord della stessa.

Nello specifico, i ricettori rappresentativi dei centri abitati sono stati individuati ad una distanza idonea, in considerazione della dispersione degli inquinanti prodotta dalle sorgenti in esame, che essendo caratterizzate da un camino di altezza pari a 80 metri, determinano un'impronta in cui le concentrazioni massime non ricadono in prossimità del sito in esame, ma più distanti dallo stesso, in funzione delle condizioni meteorologiche.

Sono quindi stati definiti in tutto sette ricettori, cinque di tipo R (residenziale) due di tipo V (vegetazione), secondo quanto riportato di seguito.



Figura 5-5 Punti ricettori di riferimento

Ricettore	Coordinata x	Coordinata y	Localizzazione
R1	497288	4986622	Cascina Panperduto
R2	498274	4985619	Cascina del Conte
R3	495997	4987206	Abitato di Silvano Pietra
R4	499660	4985848	Abitato di Torremenapace
R5	501691	4986541	Abitato di Oriolo
V1	492134	4987026	ZPS IT1180028 "Fiume Po – tratto vercellese alessandrino"
V2	495951	4984375	Saliceto nel Parco delle Fologhe

Tabella 5-2 Coordinate punti ricettori



## 5.6 Lo scenario emissivo

Le simulazioni delle dispersioni di inquinanti (NO<sub>x</sub>, CO) in atmosfera sono state effettuate a partire da uno scenario emissivo con determinate caratteristiche.

Nello specifico, per la caratterizzazione degli impatti sulla qualità dell'aria della Centrale sono state fatte le seguenti assunzioni conservative:

- è stato considerato che la centrale funzioni al carico massimo in modo continuativo per tutte le ore dell'anno (8.760 ore);
- nelle simulazioni delle dispersioni di NO<sub>2</sub> e CO non si è tenuto conto delle trasformazioni chimiche che coinvolgono gli inquinanti una volta immessi in atmosfera, che tendono a diminuirne la concentrazione in aria.

Le simulazioni della dispersione degli inquinanti in atmosfera sono state effettuate implementando l'unica sorgente puntuale C1 presente nella centrale, costituita dal camino di altezza 80 metri. Le principali caratteristiche della suddetta sorgente emissiva C1 sono riportate nella Tabella 5-3.

Parametri	U.d.M	Camino C1 <sup>3</sup>
Coordinate UTM 32N	[m]	X=497831,40; Y= 4986331,94
Funzionamento	[h/anno]	8.760
Altezza camino	[m]	80
Diametro camino all'uscita	[m]	3,3
Temperatura dei fumi all'uscita	[K]	374,58
Portata fumi	[Sm <sup>3</sup> /s]	576,21
Velocità dei fumi all'uscita	[m/s]	16,8
Flusso di massa di NOx	[g/s]	17,3
Flusso di massa di CO	[g/s]	17,3

Tabella 5-3 Caratteristiche sorgente emissiva e flussi di massa

<sup>3</sup> I dati riportati in tabella fanno riferimento ad una configurazione cautelativa, al fine di valutare i valori massimi delle concentrazioni di inquinanti in tutte le ore di funzionamento dell'impianto. Si ricorda, infatti, che il limite delle emissioni di NOx come indicato dall'AIA vigente, è pari a 500 t/anno e che l'output della simulazione, pertanto, contiene un margine cautelativo di circa il 10%.



Si precisa che attualmente la Centrale, in accordo all'autorizzazione AIA in essere, rispetta i seguenti limiti di emissione in concentrazione, espressi come medie mensili delle medie orarie:

- Ossidi di azoto come  $\text{NO}_x$ : 30  $\text{mg}/\text{Nm}^3$  su media mensile
- Monossido di carbonio CO: 30  $\text{mg}/\text{Nm}^3$  su media mensile

dove il  $\text{Nm}^3$  è riferito ad 1 atm, 0 °C, fumi secchi al 15%  $\text{O}_2$ .

## 5.7 Modellazione del Building Downwash

Nel presente studio non è possibile considerare l'area in esame, relativa alla Centrale, come un'area "ideale" in cui le ciminiere presenti sono molto elevate e poste in una zona completamente pianeggiante, priva di ostruzioni naturali o artificiali che possano indurre distorsioni al flusso delle masse d'aria, perché le sorgenti puntuali presenti nella centrale sono localizzate in un'area dove sono presenti altri edifici, di differenti altezze. Tali edifici determinano perturbazioni idrodinamiche sul plume delle sorgenti puntuali, determinando l'effetto noto come Building Downwash.

Tale effetto a livello modellistico influenza la sorgente puntuale, rappresentata nel caso in esame dal camino, per la quale può determinare incrementi di concentrazioni anche significativi all'interno dell'area dove l'effetto stesso si esplica.

A tale scopo è stato pertanto effettuato uno studio specifico al fine di inserire tutti gli elementi in grado di influenzare la simulazione stessa.

In considerazione del camino (C1) presente all'interno della centrale, vengono modellati gli edifici più prossimi a questi, costituiti dai principali edifici interni alla centrale stessa.

In merito alla metodologia alla base del calcolo del Building Downwash i risultati di molti esperimenti in galleria del vento hanno mostrato con precisione quale tipo di perturbazione ha luogo in presenza di edifici. A titolo esemplificativo, è stato considerato, per semplicità, un edificio a forma di parallelepipedo. Per prima cosa si deve sottolineare che, sopravvento all'edificio, il profilo verticale della velocità media del vento presenta normalmente il tipico andamento all'incirca logaritmico con la quota. L'orientamento dell'edificio è tale per cui due facce del parallelepipedo sono perpendicolari al vento medio, una sopravvento e l'altra sottovento. In pratica, ciò che si osserva è:

- una zona di stagnazione in corrispondenza della faccia sopravvento dell'edificio che si estende dal suolo a circa 2/3 dell'altezza dell'edificio stesso;
- una zona di ricircolazione posta sulla sommità del parallelepipedo ed in corrispondenza delle facce laterali parallele alla direzione del vento;
- una zona immediatamente a valle della faccia sottovento che rappresenta una cavità turbolenta causata dalla scia dell'edificio dove si instaura una circolazione vorticoso in media stagnate;

- una zona di scia turbolenta dove sono localizzate le principali perturbazioni al flusso che però comincia a sottrarsi alla cavità e ricomincia a disporre sempre più in una situazione simile a quella imperturbata.

In Figura 5-6 è presentata in maggior dettaglio una sezione trasversale dell'edificio che consente di evidenziare agevolmente alcuni elementi d'interesse, dove H rappresenta l'altezza dell'edificio e L la dimensione longitudinale rispetto alla direzione del vento. Inoltre si considera W, la proiezione dell'edificio trasversale alla direzione del vento.

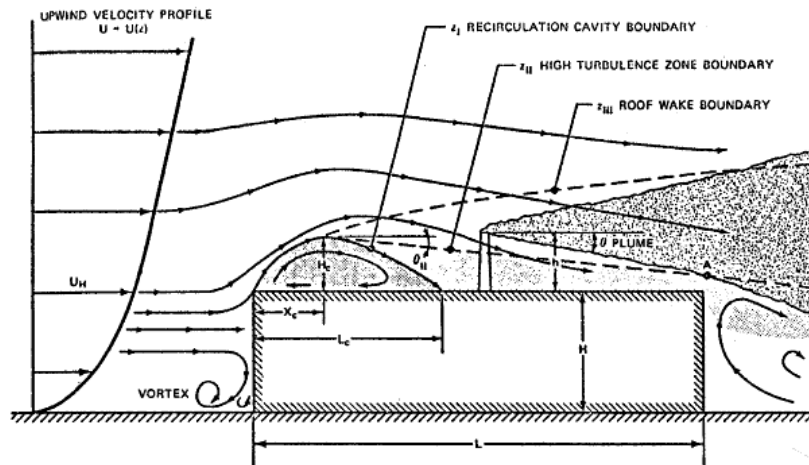


Figura 5-6 Perturbazione del flusso delle masse d'aria in presenza di un edificio

Queste distorsioni del flusso delle masse d'aria comportano ripercussioni di notevole entità sulla concentrazione degli inquinanti emessi da ciminiera poste alla sommità degli edifici o adiacenti agli stessi. In pratica, un edificio è considerato sufficientemente vicino ad una ciminiera per far sentire gli effetti di scia quando la distanza D tra la ciminiera e la parte dell'edificio più vicina è pari a:

$$D \leq 5 \text{ Min } (H, W)$$

Se con Lb si indica la minore tra l'altezza dell'edificio (H) e la sua proiezione trasversale alla direzione del vento (W), una regola semplice è quella di ritenere che esistano effetti sulla dispersione della ciminiera se quest'ultima si trova all'interno di un rettangolo costituito da:

- due linee perpendicolari alla direzione del vento, una ad una distanza sottovento dall'edificio pari a 5Lb e l'altra posta ad una distanza sopravvento pari a 2Lb,
- da due righe parallele alla direzione del vento, ciascuna posta ad una distanza pari a 0.5Lb dai lati dell'edificio, come illustrato nella Figura 5-7.



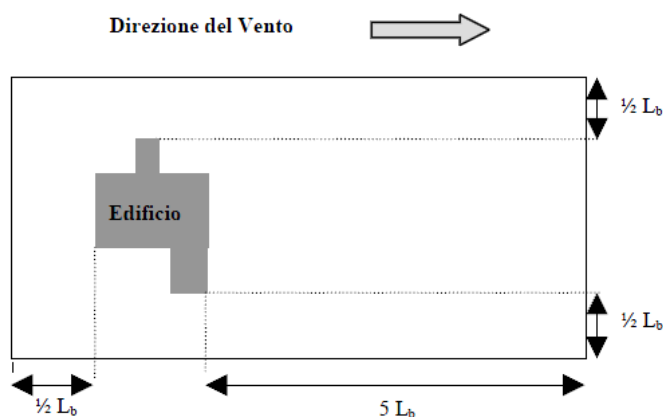


Figura 5-7 Definizione del rettangolo critico di influenza di un edificio

Se un camino risulta localizzato all'interno di tale rettangolo critico, potrebbe essere influenzato dagli effetti di scia relativo ad uno o più edifici.

E' possibile inoltre visualizzare l'area di influenza dell'edificio e lo Structure Influence Zone, cioè il rettangolo critico citato in precedenza. Tale rettangolo critico viene realizzato per ogni direzione del vento (nella Figura 5-8, viene mostrato un esempio di tale rettangolo considerando una direzione del vento pari a 30°).

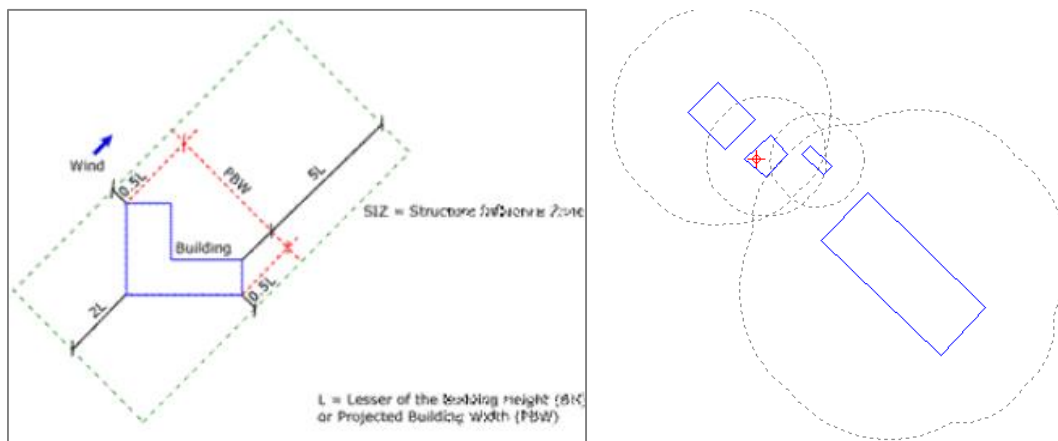


Figura 5-8 Esempio rappresentazione area di influenza e Structure Influence Zone

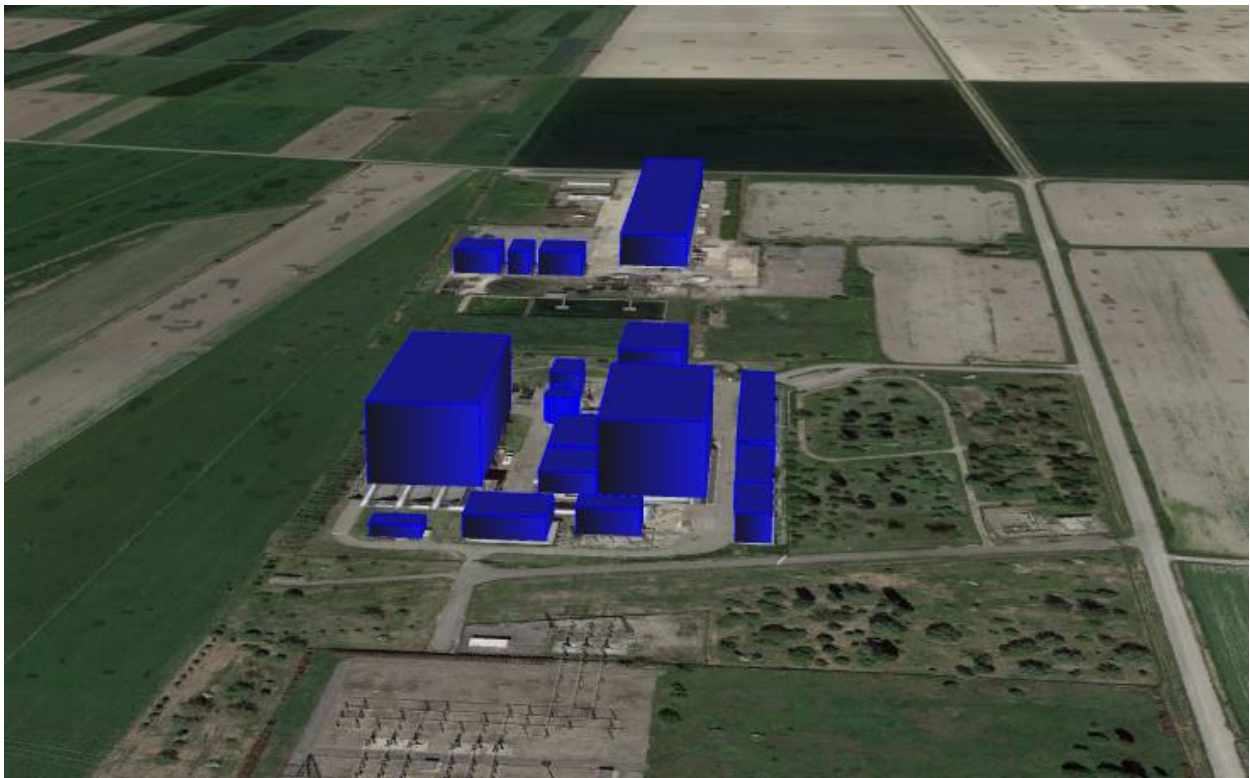
Attraverso l'analisi di tutti gli Structure Influence Zone è possibile determinare se la sorgente è all'interno di un rettangolo composto da due linee perpendicolari alla direzione del vento, una ad una distanza pari a 5\*L sottovento dell'edificio e l'altra a 2\*L controvento dell'edificio, e da due linee parallele alla direzione del vento, ciascuna distanti 0.5\*L dal lato dell'edificio (L è la



dimensione minore tra l'altezza dell'edificio e la larghezza perpendicolare alla direzione del vento).

E' quindi possibile integrare tali rettangoli per tutte le direzioni del vento, determinando così un'area circolare denominata GEP 5L (Area di influenza). Ogni sorgente che si trova all'interno di tale area risente degli effetti del building downwash.

Di seguito si riporta un'immagine ripresa da Google Earth, rappresentativa della modellazione degli edifici con Aermid View.



*Figura 5-9 Vista della centrale da sud*

## 5.8 Risultati

### 5.8.1 Premessa

Di seguito si riportano i risultati delle simulazioni eseguite con Aermid View. In particolare, le ricadute sono state stimate per i seguenti inquinanti in termini di:

- CO: massime medie su 8 ore consecutive;
- NO<sub>x</sub>: media annua;





- NO<sub>2</sub>: media annua e massimo orario delle concentrazioni medie orarie.

I risultati sono mostrati in forma di mappe di ricaduta a livello del suolo, nonché in forma tabellare per i valori risultanti in corrispondenza dei ricettori puntuali, ai fini delle verifiche con i limiti normativi.

Si precisa come la scelta di simulare la dispersione in atmosfera degli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) risulti necessaria ai fini della verifica con il limite normativo per la vegetazione in termini di media annua di NO<sub>x</sub>, mentre le concentrazioni di NO<sub>2</sub> sono state stimate ai fini delle verifiche per la protezione umana, in termini di media annua e oraria, così come le concentrazioni massime su 8 ore consecutive per il monossido di carbonio (CO).

#### 5.8.2 Elaborazione dei risultati

Di seguito sono riportati i risultati delle simulazioni considerando lo scenario emissivo descritto nel Par. 5.6.

##### Monossido di carbonio (CO)

In merito alla mappa delle isoconcentrazioni relativa alle concentrazioni massime su 8 ore consecutive di CO risultati dalla simulazione, si può far riferimento all'elaborato grafico VOG-SPA-PL-04-01 "Concentrazioni CO". Dall'analisi di tale mappa emerge che il valore massimo stimato nel dominio di calcolo è pari a 0,01 mg/m<sup>3</sup> e si verifica in direzione Est, ad una distanza di circa 700 metri dalla Centrale.

Per quanto riguarda i risultati emersi in corrispondenza dei ricettori puntuali, questi sono riportati nella tabella sottostante, in cui vengono valutati anche i percentili.

Ricettori	Concentrazioni massime medie su 8 ore consecutive di CO (mg/m <sup>3</sup> )
R1	0,00918
R2	0,00463
R3	0,00436
R4	0,00393
R5	0,00370

Tabella 5-4 Concentrazioni massime medie su 8 ore consecutive di CO

Dall'analisi effettuata emerge **come i valori siano molto bassi in prossimità di tutti i ricettori**, anche in considerazione del valore limite normativo pari a 10 mg/m<sup>3</sup>. Il valore più alto è stato stimato per R1, in cui si stimano concentrazioni massime su 8 ore consecutive di CO pari a 0,009 mg/m<sup>3</sup>.



Ossidi e biossidi di azoto (NOx – NO2)

In merito alla mappa delle isoconcentrazioni relativa alla media annua di NOx valutata mediante la simulazione modellistica, si può far riferimento all'elaborato grafico VOG-SPA-PL-03-01 "Concentrazioni NOx". Dall'analisi di tale mappa emerge che il valore massimo della concentrazione media annua di NOx stimato nel dominio di calcolo è pari a 1,21 µg/m<sup>3</sup> e si verifica in direzione Est, ad una distanza di 700 metri dalla Centrale.

Per quanto riguarda i risultati emersi in corrispondenza dei ricettori puntuali, questi sono riportati nella tabella sottostante.

Ricettori	Concentrazioni medie annue di NOx (µg/m <sup>3</sup> )	Concentrazioni massime orarie di NOx (µg/m <sup>3</sup> )
R1	0,56	16,26
R2	0,28	13,11
R3	0,26	15,21
R4	0,34	15,36
R5	0,30	10,54
V1	0,09	7,17
V2	0,11	11,10

Tabella 5-5 Concentrazioni media annua NOx

Dall'analisi effettuata emerge come **i valori siano molto bassi.**

In termini di medie annue si osserva come il valore di concentrazione maggiore, in corrispondenza di R1, sia pari a 0,56 µg/m<sup>3</sup>, mentre in termini di massimi orari il valore più alto è pari a 16,26 ed è registrato sempre in corrispondenza di R1.

S sottolinea come, in via cautelativa le concentrazioni di NO2 sono state considerate equivalenti alle concentrazioni di NOx. Pertanto, le concentrazioni medie annue di NOx valutate sui ricettori per la salute umana verranno confrontate con il limite normativo della media annua di NO2 per la salute umana pari a 40 µg/m<sup>3</sup>, mentre le concentrazioni di NOx valutate sui ricettori per la vegetazione (V) verranno confrontate con il limite normativo della media annua di NOx per la vegetazione pari a 30 µg/m<sup>3</sup>. Allo stesso modo i valori massimi orari risultati dalla simulazione di NOx verranno confrontati con il limite normativo dei massimi orari di NO2 pari a 200 µg/m<sup>3</sup>.

Di seguito si riporta la mappa delle isoconcentrazioni dei massimi orari degli NOx, considerati equivalenti agli NO2.

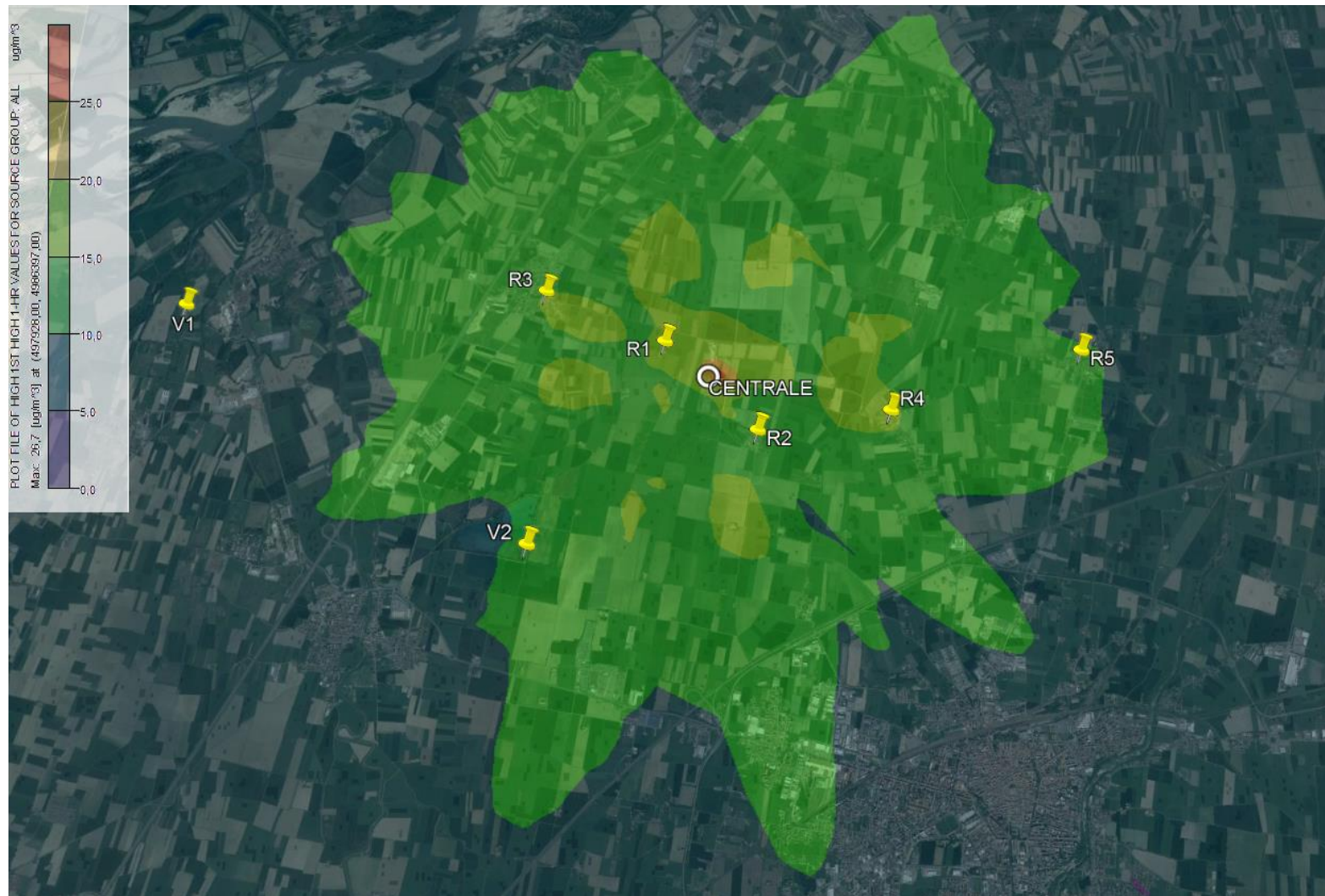


Figura 5-10 Mappa delle isoconcentrazioni – massimo oraria NO<sub>2</sub>



### 5.8.3 Considerazioni conclusive

Alla luce delle simulazioni modellistiche condotte e dell'analisi dei risultati, nel presente paragrafo vengono riportate le conclusioni dello studio, attraverso il confronto dei risultati emersi dalle simulazioni con i limiti normativi e considerando il contributo di fondo della centralina di riferimento scelta, costituita dalla centralina di qualità dell'aria di Cornale, di tipo fondo rurale. Pertanto, nelle tabelle seguenti si riportano i valori di concentrazione degli NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub> e CO calcolati sui ricettori puntuali verificandone il rispetto dei limiti normativi.

Ricettori	CO massimi medi 8h (mg/m <sup>3</sup> )	CO da centralina di Cornale di fondo rurale - anno 2019 (mg/m <sup>3</sup> )	Limite normativo D.Lgs.155/2010 (mg/m <sup>3</sup> )
R1	0,00918	0,44	10
R2	0,00463	0,44	10
R3	0,00436	0,44	10
R4	0,00393	0,44	10
R5	0,00370	0,44	10

Tabella 5-6 Concentrazioni di CO massimi medi sulle 8 ore

Ricettori	NO <sub>x</sub> media annua (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>x</sub> da centralina di Cornale di fondo rurale - anno 2019 (µg/m <sup>3</sup> )	Limite normativo D.Lgs.155/2010 (µg/m <sup>3</sup> )
V1	0,09	26,58	30
V2	0,11	26,58	30

Tabella 5-7 Concentrazioni di NO<sub>x</sub> medie annue



Ricettori	NO <sub>2</sub> media annua (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> da centralina di Cornale di fondo rurale - anno 2019 (µg/m <sup>3</sup> )	Limite normativo D.Lgs.155/2010 (µg/m <sup>3</sup> )
R1	0,56	18,36	40
R2	0,28	18,36	40
R3	0,26	18,36	40
R4	0,34	18,36	40
R5	0,30	18,36	40

Tabella 5-8 Concentrazioni di NO<sub>2</sub> medie annue

Ricettori	NO <sub>2</sub> max orario (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> da centralina di Cornale di fondo rurale - anno 2019 (µg/m <sup>3</sup> )	Limite normativo D.Lgs.155/2010 (µg/m <sup>3</sup> )
R1	16,26	18,36	200
R2	13,11	18,36	200
R3	15,21	18,36	200
R4	15,36	18,36	200
R5	10,54	18,36	200

Tabella 5-9 Concentrazioni di NO<sub>2</sub> massimi orari

Dalle tabelle sopra riportate emergono le seguenti considerazioni:

- In merito ai valori di concentrazione massimi medi sulle 8 ore consecutive risultati dalla simulazione, stante il valore di media annua registrato dalla centralina di Cornale, pari a 0,44 mg/m<sup>3</sup>, si può concludere che in termini di CO **non si evidenzia alcuna problematica** legata al progetto in esame e per tutti i ricettori è ampiamente verificato il rispetto del limite normativo;
- In merito agli NO<sub>x</sub>, i valori di concentrazione media annua risultanti dal modello per i ricettori per la vegetazione sono **estremamente bassi** (circa 0,1µg/m<sup>3</sup>) e anche in considerazione del fondo di riferimento il limite normativo viene rispettato.
- Per quanto riguarda l'NO<sub>2</sub>, in termini di media annua i risultati sui ricettori per la salute umana restituiscono una situazione **del tutto analoga a quella descritta al punto**



**precedente.** Inoltre, i valori calcolati, se sommati al fondo individuato, caratterizzato dal valore di NO<sub>2</sub> medio annuo registrato dalla centralina ARPA di Cornale, **risultano pressoché irrilevanti e sempre al di sotto del limite normativo per tutti i ricettori.**

- Rispetto ai valori massimi orari di NO<sub>2</sub>, stimati sui ricettori per la salute umana si evidenziano valori di poco superiori a 15 µg/m<sup>3</sup>, che, pur sommati al fondo della centralina ARPA **sono ampiamente al di sotto del limite normativo di 200 µg/m<sup>3</sup>.**

Pertanto, alla luce di tali considerazioni, è possibile concludere che l'intervento previsto per la Centrale, **non risulta significativo rispetto alla dispersione degli inquinanti di interesse** (CO, NO<sub>x</sub> e NO<sub>2</sub>), essendo sempre rispettato il limite normativo in corrispondenza dei ricettori maggiormente esposti, sia di tipologia residenziale che caratteristici delle aree naturali, **non determinando per altro alcuna differenza con lo stato attuale.**