

Cliente Enel Produzione S.p.A.

Oggetto Centrale Termoelettrica "Eugenio Montale" di La Spezia
Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas

Studio di Impatto Ambientale (art.22 D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.)
Allegato A – Emissioni degli inquinanti in atmosfera e valutazione delle
ricadute sulla qualità dell'aria

Ordine A.Q. 8400134283 attivazione N. 3500038648 del 04.04.2019

Note A1300001867 - Lettera di trasmissione B9014186

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

PAD B9014371 (2715227) - USO RISERVATO

N. pagine 137 **N. pagine fuori testo** 42

Data 29/11/2019

Elaborato ESC - Manzi Giovanni, ESC - D'Aleo Marco, ESC - Boi Laura
B9014371 3575 AUT B9014371 1596735 AUT B9014371 2657818 AUT

Verificato ESC - Pertot Cesare
B9014371 3840 VER

Approvato ESC - Il Responsabile - Pertot Cesare
B9014371 3840 APP

CESI S.p.A.

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

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

© Copyright 2019 by CESI. All rights reserved

Indice

1	PREMESSA	5
2	INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO	6
2.1	Caratterizzazione meteoclimatica.....	6
2.1.1	Classificazione dei climi di Köppen-Geiger	6
2.1.2	Analisi climatologica.....	7
2.2	Caratterizzazione meteorologica.....	13
2.2.1	Temperatura	16
2.2.2	Umidità relativa	21
2.2.3	Precipitazione	23
2.2.4	Velocità e direzione del vento	29
3	CARATTERIZZAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	39
3.1	Quadro normativo	39
3.2	L'inventario delle emissioni	43
3.3	La rete di monitoraggio della qualità dell'aria.....	48
3.4	Lo stato attuale della qualità dell'aria	50
3.4.1	Biossido di zolfo.....	51
3.4.2	Monossido di carbonio	51
3.4.3	Biossido di azoto e ossidi di azoto totali.....	52
3.4.4	Ozono.....	53
3.4.5	Particolato PM _{2,5}	55
3.4.6	Benzene.....	56
4	STIMA E VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI SULLA COMPONENTE ATMOSFERA	57
4.1	Fase di realizzazione.....	57
4.1.1	Descrizione delle attività di cantiere.....	59
4.1.1.1	Area di cantiere	60
4.1.1.2	Mezzi utilizzati per la costruzione	62
4.1.1.3	Movimentazioni di terra.....	63
4.1.1.4	Programma cronologico	63
4.1.2	Stima delle emissioni in fase di cantiere	64
4.1.2.1	Polveri da attività di costruzione	65
4.1.2.1.1	Metodologia di stima delle emissioni	65
4.1.2.1.2	Stima delle emissioni	66
4.1.2.2	Emissioni dai motori dei mezzi d'opera	66
4.1.2.2.1	Metodologia di stima delle emissioni	66
4.1.2.2.2	Stima delle emissioni	67
4.1.2.3	Traffico indotto.....	68
4.1.2.3.1	Metodologia di stima delle emissioni	68
4.1.2.3.2	Stima delle emissioni	69
4.2	Fase di esercizio	70
4.2.1	Selezione e struttura dello strumento modellistico.....	70
4.2.1.1	Principi metodologici generali	70
4.2.1.2	Finalità dell'applicazione.....	72
4.2.1.3	Caratteristiche del sito.....	72
4.2.1.4	Caratteristiche delle sorgenti di emissione	74

4.2.1.5	Selezione e composizione dello strumento modellistico	74
4.2.1.5.1	WRF	76
4.2.1.5.2	CALMET	77
4.2.1.5.3	CALPUFF	78
4.2.1.6	Validazione dello strumento modellistico	80
4.2.2	Applicazione al caso in esame	80
4.2.2.1	Scala temporale: periodo di simulazione e passo temporale.....	80
4.2.2.2	Scala spaziale: ambito territoriale e risoluzione spaziale.....	81
4.2.2.3	Banche dati	83
4.2.2.3.1	Orografia	83
4.2.2.3.2	Uso del suolo.....	84
4.2.2.4	Sostanze considerate	88
4.2.2.5	Schemi chimici.....	88
4.2.2.6	Effetto Building Downwash	89
4.2.3	Analisi meteorologica.....	90
4.2.3.1	Selezione delle stazioni meteorologiche di confronto.....	90
4.2.3.2	Confronto modello con misure meteorologiche	91
4.2.3.3	Stabilità atmosferica e altezza strato rimescolato nell'area	112
4.2.4	Scenari emissivi	114
4.2.4.1	Scenario attuale	115
4.2.4.2	Scenario di progetto	116
4.2.4.3	Bilancio massico	117
4.2.5	Concentrazioni in aria ambiente.....	118
4.2.5.1	Tavole fuori testo.....	118
4.2.5.1.1	SO ₂	119
4.2.5.1.2	NO ₂ e NO _x	120
4.2.5.1.3	PM ₁₀ , PM _{2.5} e SPM.....	121
4.2.5.1.4	CO.....	122
4.2.5.2	Andamento temporale delle concentrazioni in atmosfera.....	122
4.2.5.3	Confronto coi limiti di legge	123
4.2.5.4	Recettori sensibili.....	124
4.2.5.5	Microclima delle aree circostanti l'impianto.....	130
4.2.6	Conclusioni.....	131
5	IMPATTI SUL CLIMA	133
6	VALUTAZIONI FINALI.....	134
7	BIBLIOGRAFIA	136

Indice delle Tavole

- Tavola AV-01.a - Scenario attuale (area vasta) - SO₂ - Concentrazione media annua
 Tavola AV-02.a - Scenario attuale (area vasta) - SO₂ – Conc. giornaliera superata 3 volte per anno civile
 Tavola AV-03.a - Scenario attuale (area vasta) - SO₂ - Concentrazione oraria superata 24 volte per anno civile
 Tavola AV-04.a - Scenario attuale (area vasta) - NO₂ - Concentrazione media annua
 Tavola AV-04.p1 - Scenario di progetto [fase 1] (area vasta) - NO₂ - Concentrazione media annua
 Tavola AV-04.p2 - Scenario di progetto [fase 2] (area vasta) - NO₂ - Concentrazione media annua
 Tavola AV-05.a - Scenario attuale (area vasta) - NO₂ - Concentrazione oraria superata 18 volte per anno civile
 Tavola AV-05.p1 - Scenario di progetto [fase 1] (area vasta) - NO₂ – Conc. oraria sup. 18 volte per anno civile
 Tavola AV-05.p2 - Scenario di progetto [fase 2] (area vasta) - NO₂ – Conc. oraria sup. 18 volte per anno civile
 Tavola AV-06.a - Scenario attuale (area vasta) - NO_x - Concentrazione media annua
 Tavola AV-06.p1 - Scenario di progetto [fase 1] (area vasta) - NO_x - Concentrazione media annua
 Tavola AV-06.p2 - Scenario di progetto [fase 2] (area vasta) - NO_x - Concentrazione media annua
 Tavola AV-07.a - Scenario attuale (area vasta) - PM₁₀ - Concentrazione media annua
 Tavola AV-08.a - Scenario attuale (area vasta) - PM₁₀ – Conc. giornaliera superata 35 volte per anno civile
 Tavola AV-09.a - Scenario attuale (area vasta) - PM_{2,5} - Concentrazione media annua
 Tavola AV-10.a - Scenario attuale (area vasta) - SPM - Concentrazione media annua
 Tavola AV-10.p1 - Scenario di progetto [fase 1] (area vasta) - SPM - Concentrazione media annua
 Tavola AV-10.p2 - Scenario di progetto [fase 2] (area vasta) - SPM - Concentrazione media annua
 Tavola AV-11.a - Scenario attuale (area vasta) - CO – Conc. media massima giornaliera calcolata su 8 ore
 Tavola AV-11.p1 - Scenario di progetto [fase 1] (area vasta) - CO – Conc. media max giorn. calcolata su 8 ore
 Tavola AV-11.p2 - Scenario di progetto [fase 2] (area vasta) - CO – Conc. media max giorn. calcolata su 8 ore
- Tavola AL-01.a - Scenario attuale (area vasta) - SO₂ - Concentrazione media annua
 Tavola AL-02.a - Scenario attuale (area vasta) - SO₂ – Conc. giornaliera superata 3 volte per anno civile
 Tavola AL-03.a - Scenario attuale (area vasta) - SO₂ - Concentrazione oraria superata 24 volte per anno civile
 Tavola AL-04.a - Scenario attuale (area vasta) - NO₂ - Concentrazione media annua
 Tavola AL-04.p1 - Scenario di progetto [fase 1] (area vasta) - NO₂ - Concentrazione media annua
 Tavola AL-04.p2 - Scenario di progetto [fase 2] (area vasta) - NO₂ - Concentrazione media annua
 Tavola AL-05.a - Scenario attuale (area vasta) - NO₂ - Concentrazione oraria superata 18 volte per anno civile
 Tavola AL-05.p1 - Scenario di progetto [fase 1] (area vasta) - NO₂ – Conc. oraria sup. 18 volte per anno civile
 Tavola AL-05.p2 - Scenario di progetto [fase 2] (area vasta) - NO₂ – Conc. oraria sup. 18 volte per anno civile
 Tavola AL-06.a - Scenario attuale (area vasta) - NO_x - Concentrazione media annua
 Tavola AL-06.p1 - Scenario di progetto [fase 1] (area vasta) - NO_x - Concentrazione media annua
 Tavola AL-06.p2 - Scenario di progetto [fase 2] (area vasta) - NO_x - Concentrazione media annua
 Tavola AL-07.a - Scenario attuale (area vasta) - PM₁₀ - Concentrazione media annua
 Tavola AL-08.a - Scenario attuale (area vasta) - PM₁₀ – Conc. giornaliera superata 35 volte per anno civile
 Tavola AL-09.a - Scenario attuale (area vasta) - PM_{2,5} - Concentrazione media annua
 Tavola AL-10.a - Scenario attuale (area vasta) - SPM - Concentrazione media annua
 Tavola AL-10.p1 - Scenario di progetto [fase 1] (area vasta) - SPM - Concentrazione media annua
 Tavola AL-10.p2 - Scenario di progetto [fase 2] (area vasta) - SPM - Concentrazione media annua
 Tavola AL-11.a - Scenario attuale (area vasta) - CO – Conc. media massima giornaliera calcolata su 8 ore
 Tavola AL-11.p1 - Scenario di progetto [fase 1] (area vasta) - CO – Conc. media max giorn. calcolata su 8 ore
 Tavola AL-11.p2 - Scenario di progetto [fase 2] (area vasta) - CO – Conc. media max giorn. calcolata su 8 ore

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	29/11/2019	B9014371	Prima emissione

1 PREMESSA

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

2 INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO

2.1 Caratterizzazione meteo climatica

L'area di indagine intorno alla Centrale Enel "Eugenio Montale" di La Spezia (Figura 2.1.1) è inserita in un contesto territoriale alquanto complesso. A Sud e ad Est vi è un sistema orografico di valli e colline, sostanzialmente boscate, che raggiungono quote altimetriche dell'ordine del centinaio di metri. A Nord e Nord-Est vi è il Piano di Pitelli, occupato dall'area industriale (che comprende anche l'impianto Enel) e dalle aree residenziali di Limone e Melara, separate dal raccordo autostradale Fornola-La Spezia. A Nord il piano termina con le pendici delle colline che circondano la città. L'area urbana di La Spezia si sviluppa a Nord-Ovest e a Ovest del sito, mentre verso Sud Ovest, oltre il Monte Val di Lochi si estende il quartiere di Fossamastra, la Strada Provinciale 331, l'area portuale e il Mare Ligure.

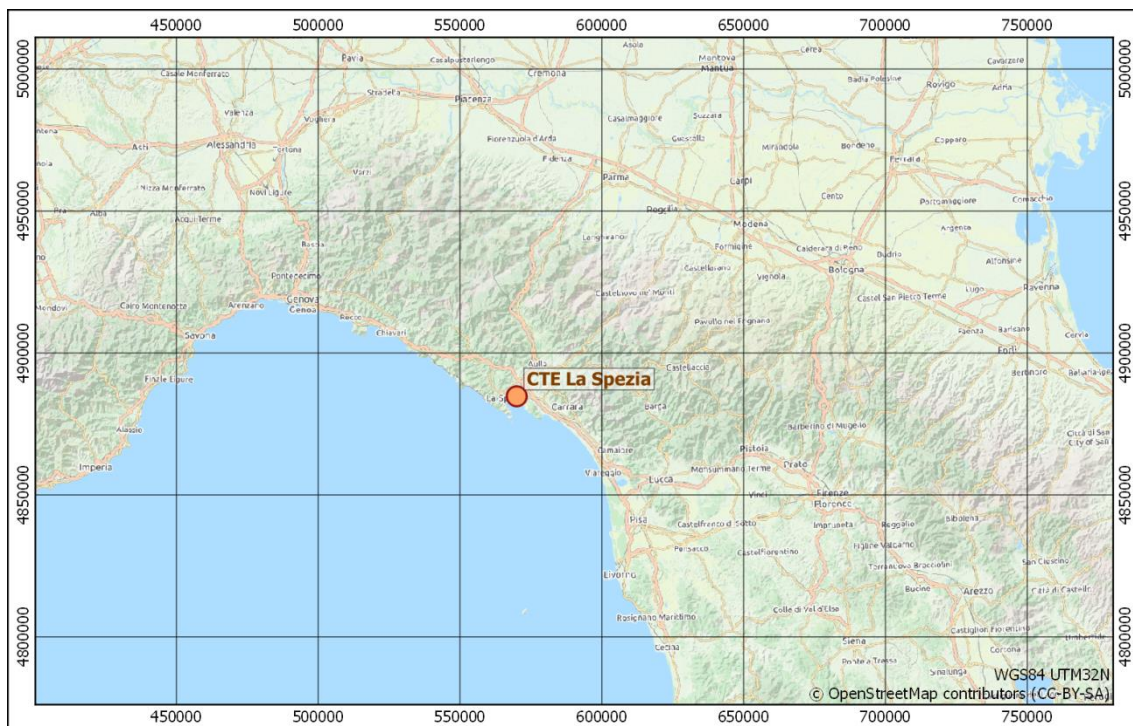


Figura 2.1.1 - Inquadramento dell'area di indagine

2.1.1 Classificazione dei climi di Köppen-Geiger

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

In base alla classificazione dei climi di Köppen-Geiger (Figura 2.1.2) il clima della regione può essere classificato di tipo "Csa":

- Gruppo principale: "C" Clima temperato delle medie latitudini: Il mese più freddo ha una temperatura media inferiore a 18°C ma superiore a -3°C; almeno un mese ha una temperatura media superiore a 10°C. Pertanto, i climi C hanno sia una stagione estiva, sia una invernale;
- Sottogruppo: "s:" Stagione asciutta nell'estate del rispettivo emisfero (stagione a sole alto);
- Terzo codice: "a" Con estate molto calda; il mese più caldo è superiore a 22°C.

Il clima della regione è dunque classificabile come temperato umido con estate asciutta e molto calda.

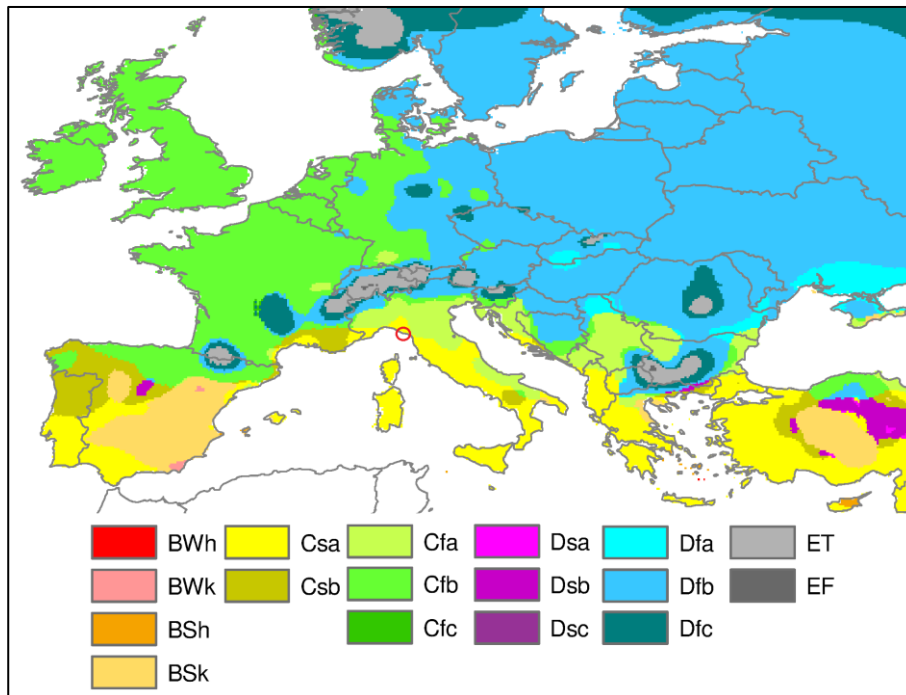


Figura 2.1.2 - Classificazione di Köppen Geiger

2.1.2 Analisi climatologica

Al fine di completare l'analisi meteorologica di carattere generale, sono stati analizzati anche i dati disponibili nell'Atlante Climatico dell'Aeronautica Militare per il trentennio 1971 – 2000 della stazione di Sarzana Luni (AM Lat. 44.087 – Lon. 9.988 quota 20 m s.l.m.) (Figura 2.1.3).

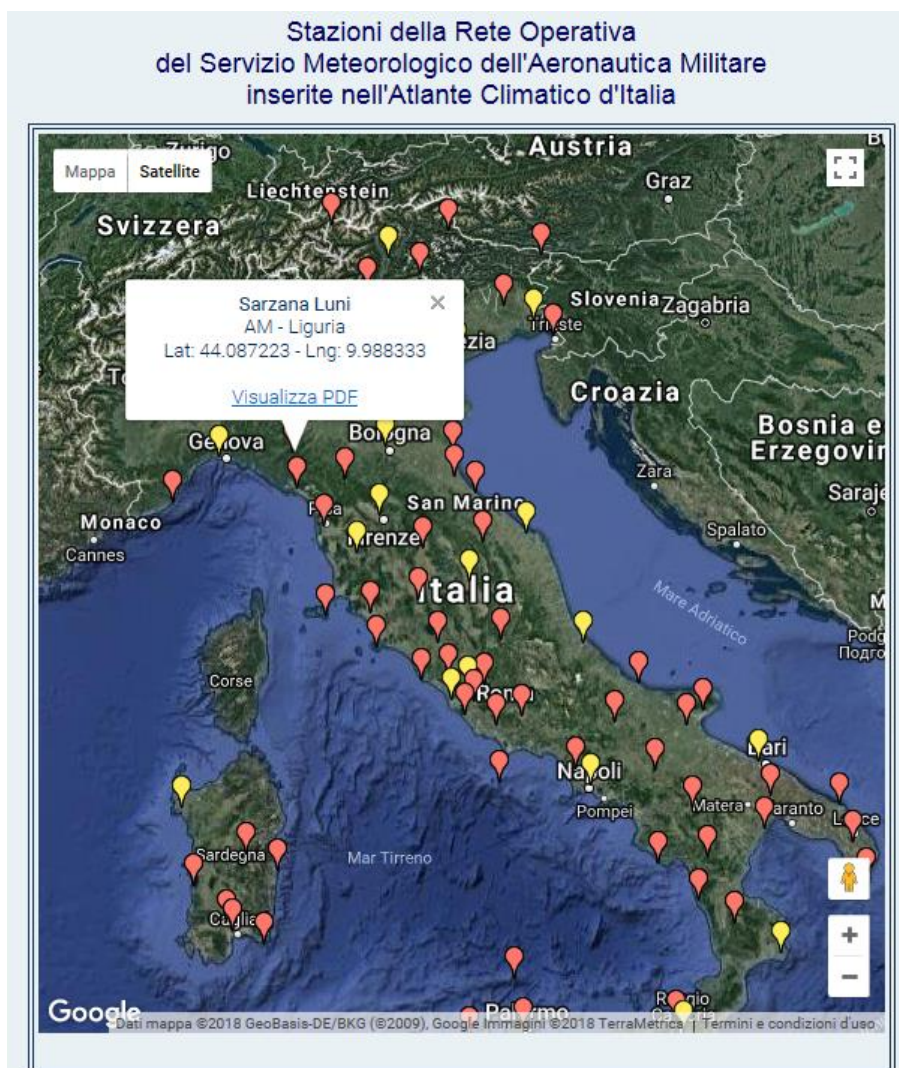


Figura 2.1.3 – Stazioni della Rete Operativa del Servizio Meteorologico dell’Aeronautica Militare inserite nell’Atlante Climatico d’Italia. Localizzazione stazione Sarzana Luni

Gli andamenti delle temperature registrate nel trentennio 1971-2000 sono riportati su base mensile in Figura 2.1.4. Il mese mediamente più freddo risulta essere gennaio e quello più caldo agosto. Il valore minimo mensile più basso del trentennio è stato di -9 °C registrato nel mese di gennaio 1985 mentre il valore massimo mensile più alto è stato di 38.2 °C registrato nel mese di agosto 1985.

Gli andamenti delle precipitazioni e dell’umidità relativa registrate nel trentennio 1971-2000 sono riportati su base mensile in Figura 2.1.5. I mesi che fanno registrare mediamente le quantità massime di precipitazioni con il valore del quarto quintile della distribuzione delle precipitazioni (RQ4) superiore ai 150 mm, sono quelli autunnali/invernali che vanno da ottobre a febbraio. La massima precipitazione nelle 24h, pari a 117 mm, è stata registrata nel mese di ottobre 1991. I mesi dell’anno che mediamente risultano avere il maggior numero di giorni piovosi sono quelli da ottobre a gennaio e aprile, con circa 9-10 giorni piovosi ($R > 1$ mm). L’andamento dell’umidità relativa mostra valori massimi delle

medie mensili costantemente superiori al 90% e quelli minimi che nei mesi invernali sfiorano il 60% e in quelli estivi scendono sotto il 50%.

I giorni tipo delle percentuali dei casi con nubi temporalesche nel periodo 1973-2000 sono riportati su base stagionale in Figura 2.1.6. La maggioranza dei fenomeni temporaleschi, in questa area geografica, si verificano nella stagione estiva con i picchi nelle prime ore pomeridiane (14-16) che sfiorano l'8%. Anche nelle stagioni autunnali e primaverile le percentuali di fenomeni, se pur inferiori, risultano apprezzabili, raggiungendo valori tra il 5 e il 6%, sempre nelle prime ore pomeridiane. Meno presenti invece i fenomeni nella stagione invernali con percentuali sempre inferiori al 2%.

Le rose dei venti delle ore 00, 06, 12 e 18 UTC, elaborate su base stagionali nel trentennio 1971-2000 sono riportate in Figura 2.1.7. La disponibilità di dati notturni in questa postazione non è buona, nessun dato alle ore 00 UTC, e pochi anche i dati disponibili alle ore 06 UTC. Questi ultimi mostrano una direzione prevalente dei venti da NW. Dall'analisi delle rose diurne (ore 12 e ore 18 UTC), si può notare come in generale l'intensità del vento risulti inferiore nelle stagioni fredde con le percentuali di calma superiori del 5-15% rispetto a quelle delle stagioni calde. Le direzioni di provenienza prevalenti nelle ore diurne, rimangono quelle da NW per la stagione invernale, mentre nelle stagioni primaverile ed estiva, prevalgono le provenienze dai settori meridionali S e SE. In autunno infine si notano entrambe le componenti, maggiore quella da S-SE alle ore 12 UTC, prevalente invece quella da NW alle ore 18 UTC.



Copyright Aeronautica Militare - Servizio Meteorologico

SARZANA/LUNI (SP) 20 m. s.l.m. (a.s.l.)

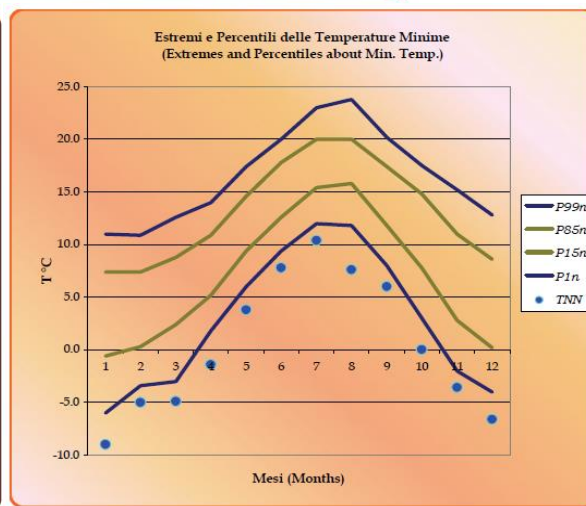
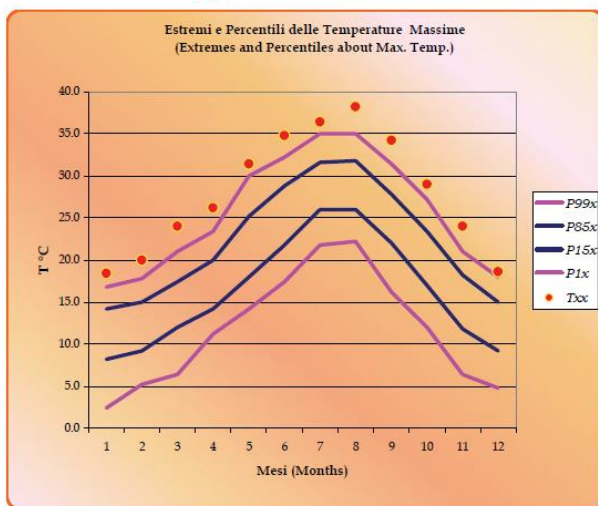
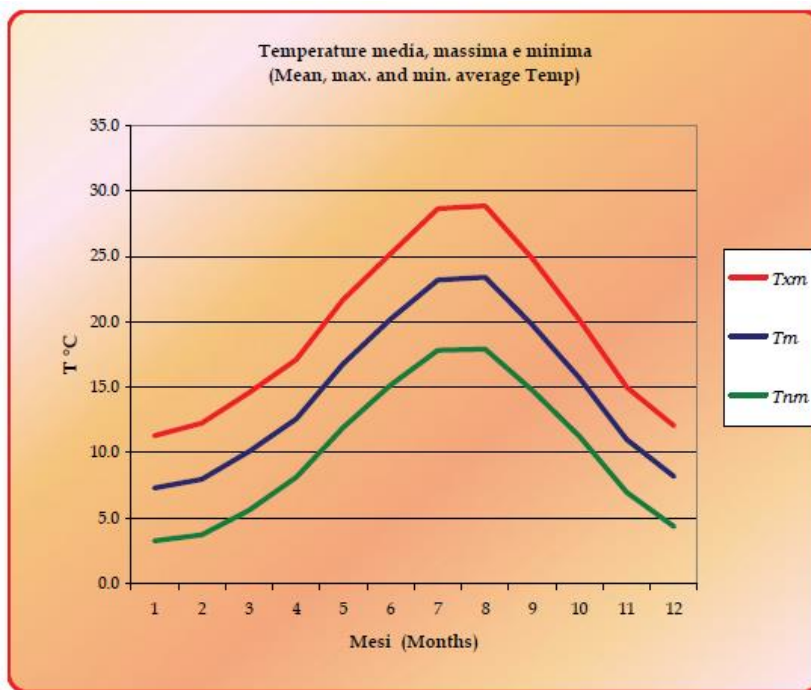


Figura 2.1.4 – Andamenti Mensili Temperature nel trentennio 1971-2000 nella stazione di Sarzana Luni



Copyright Aeronautica Militare - Servizio Meteorologico

SARZANA/LUNI (SP) 20 m. s.l.m. (a.s.l.)

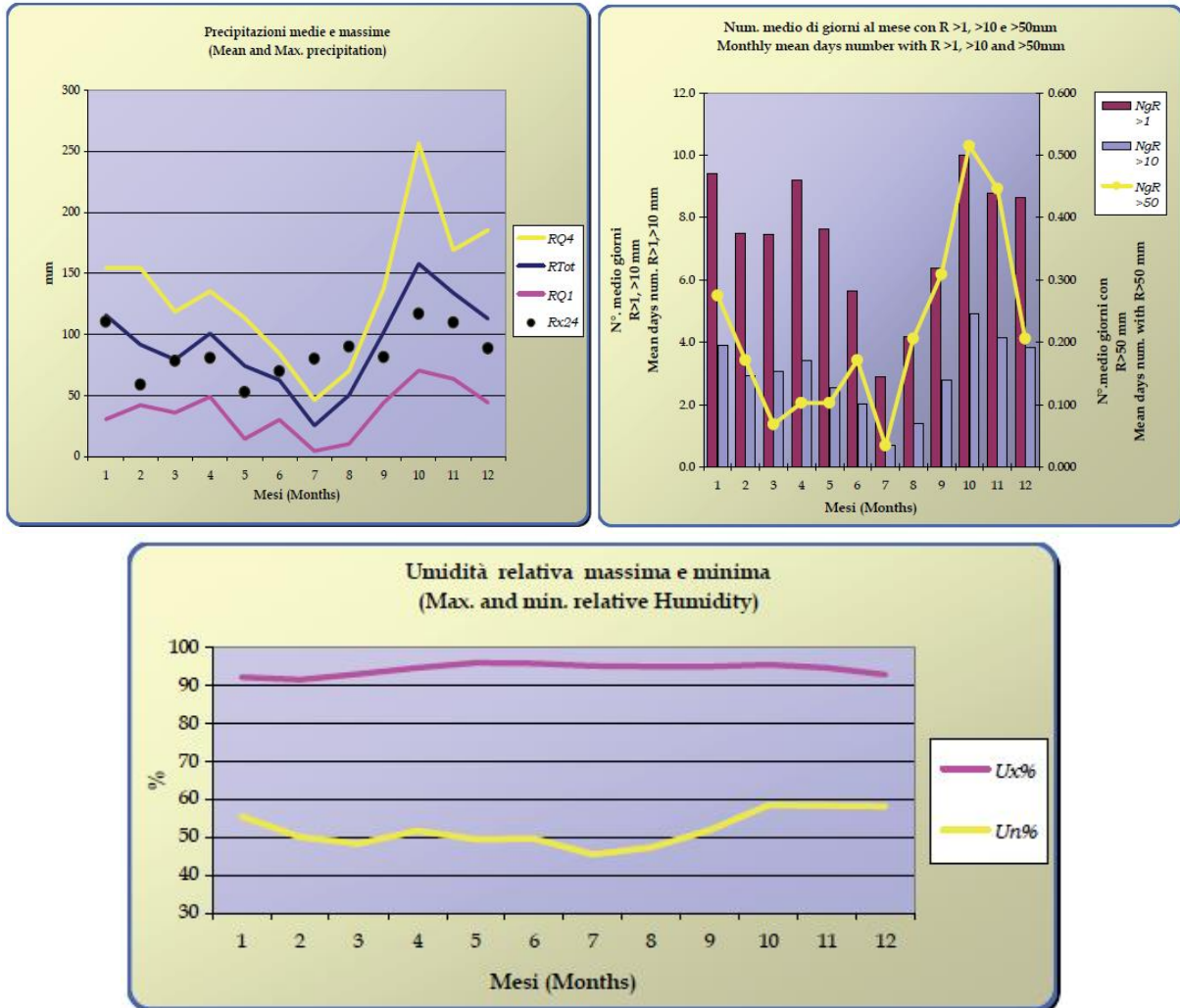


Figura 2.1.5 – Andamenti Mensili Precipitazioni e Umidità relativa nel trentennio 1971-2000 nella stazione di Sarzana Luni



SARZANA/LUNI (SP) 20 m. s.l.m. (a.s.l.)

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

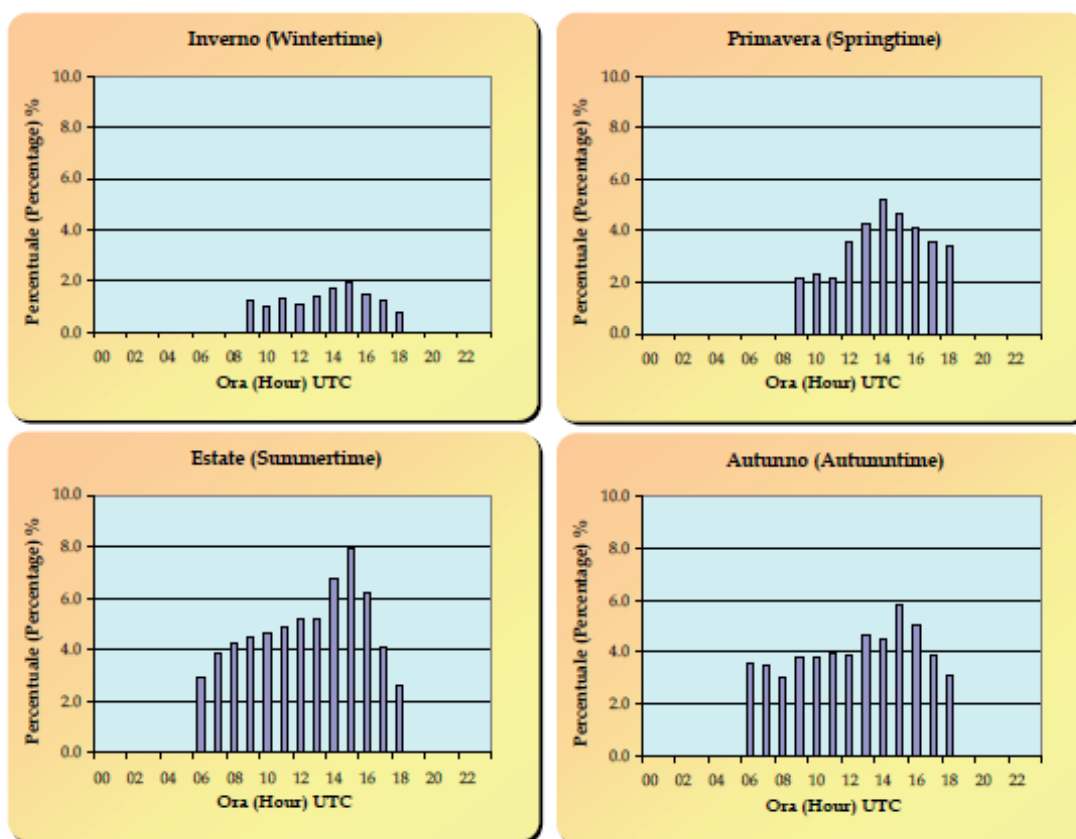


Figura 2.1.6 – Giorni tipo stagionali delle Percentuali di casi con nubi temporalesche nel periodo 1973-2000 nella stazione di Sarzana Luni



Copyright Aeronautica Militare - Servizio Meteorologico

SARZANA/LUNI (SP) 20 m. s.l.m. (a.s.l.)

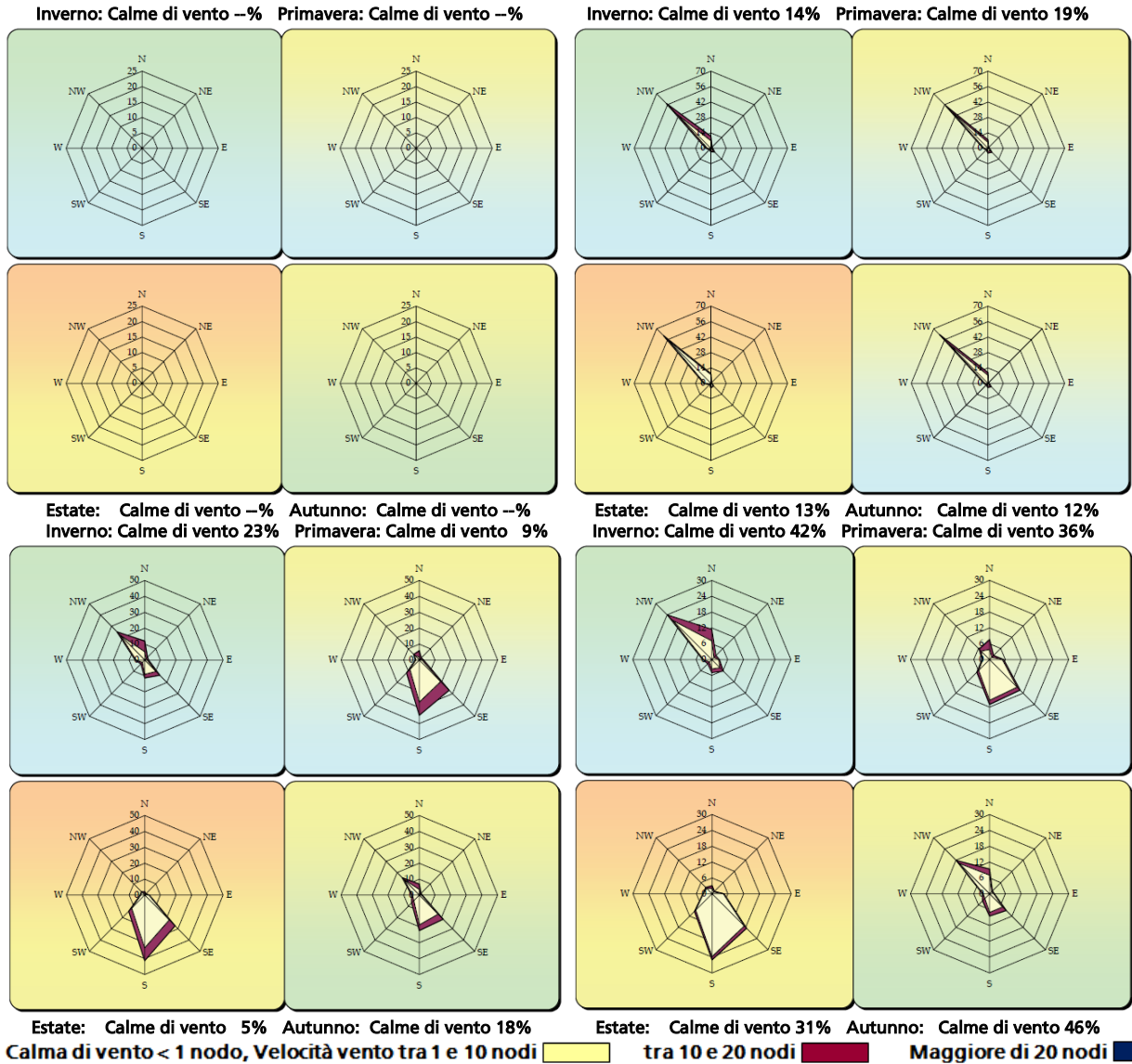


Figura 2.1.7 – Rose dei venti stagionali alle ore 00, 06, 12 e 18 UTC nel trentennio 1971-2000 nella stazione di Sarzana Luni

2.2 Caratterizzazione meteorologica

Le caratteristiche meteoclimatiche specifiche di una regione costituiscono un elemento fondamentale per la corretta gestione e la tutela del territorio e delle sue risorse e per lo sviluppo armonico delle attività produttive. Questo è tanto più vero per la Liguria, che, nonostante le sue ridotte dimensioni, per la sua posizione e la peculiare morfologia presenta un'elevata varietà di ambienti e un'alta variabilità climatica. La presenza di una catena montuosa immediatamente a ridosso del mare, determina il repentino passaggio da un ambiente mediterraneo temperato ad uno di tipo montano.

La banca dati meteo-climatica della Liguria raccoglie i dati trattati dal Centro funzionale meteorologico di protezione civile (CFMI-PC) e provenienti dalle centraline dislocate in area regionale disponibili in tempo reale sul sito www.meteoliguria.it. I dati riportati vengono archiviati e sottoposti a controlli di qualità al fine di elaborarli sia per scopi di prevenzione e protezione da eventi meteorologici intensi potenzialmente pericolosi che per indagini conoscitive finalizzate allo studio delle caratteristiche climatiche e idrologiche regionali.

Il servizio mette a disposizione del pubblico i dati meteorologici e le loro elaborazioni riferite a diverse scale temporali, da quella giornaliera fino a quella pluriennale, relativi alle stazioni della rete di monitoraggio meteorologico regionale.

Sono fruibili i dati relativi alle stazioni elettroniche in tempo reale a partire dal 2003 e le serie storiche di lunga durata relative alle stazioni meccaniche. Il CFMI-PC elabora e pubblica anche gli annali idrologici garantendo la continuità delle funzioni istituzionali dell'Ufficio Compartimentale di Genova dell'ex Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN).

La caratterizzazione meteorologica dell'area oggetto di studio è stata condotta analizzando i dati dei principali parametri meteorologici del quinquennio 2014-2018 estratti dal sito <http://www.banchedati.ambienteinliguria.it/index.php/aria/meteo> su base temporale mensile. Le stazioni considerate sono riportate in Tabella 2.2.1 e in Figura 2.2.1. Nei paragrafi successivi sono presentate solo le analisi relative ai parametri che avevano una disponibilità dei dati riferita alla base temporale di estrazione superiore al 50%.

Tale analisi costituisce un aggiornamento dell'analisi meteorologica condotta per il periodo 2011-2013 che, come riportato al paragrafo 4.2.2.1, è stata utilizzata ai fini della valutazione modellistica della dispersione in atmosfera delle emissioni. L'aggiornamento riportato nel presente capitolo consente di verificare come le caratteristiche meteorologiche e climatologiche del periodo 2011-2013, validate e condivise con ISPRA e ARPAL, siano tuttora rappresentative anche della meteorologia occorsa negli anni più recenti.

Tabella 2.2.1 – Localizzazione e parametri analizzati nelle stazioni considerate nello studio

Stazione	Latitudine	Longitudine	Quota	Disponibilità* (%)			
	N	E	(m slm)	Temp.	URel.	Prec.	Vento
Fornola	44.13805	9.90619	25	Nd	nd	100	nd
La Spezia	44.10703	9.82819	35	100	100	100	90
La Spezia – Fabiano	44.09466	9.80944	60	87	29	98	nd
Monte Beverone	44.12951	9.86892	220	82	82	nd	75
Monte Rocchetta	44.07129	9.93842	405	100	100	100	100
Portovenere	44.05200	9.83594	40	100	nd	100	60

* nd = Variabili non misurate nella postazione. In rosso le variabili non presentate nello studio



Figura 2.2.1 – Centrale Enel di La Spezia e stazioni meteorologiche analizzate nello studio

2.2.1 Temperatura

Dalla Tabella 2.2.2 alla Tabella 2.2.6 vengono riportati per ogni mese e per l'intero periodo i valori medi delle temperature del quinquennio 2014-2018 per le stazioni di Monte Rocchetta, La Spezia, Monte Beverone, La Spezia – Fabiano e Portovenere. I parametri termici riportati sono:

- l'escursione termica (media dei massimi giornalieri - media dei minimi giornalieri);
- la media dei massimi assoluti;
- la media dei massimi giornalieri;
- la media;
- la media dei minimi giornalieri;
- la media dei minimi assoluti.

Dalla Figura 2.2.2 alla Figura 2.2.6 vengono riportati graficamente gli andamenti termici per ognuna delle stazioni.

Tabella 2.2.2 - Valori della temperatura dell'aria nella stazione di Monte Rocchetta

Regime Termico (°C) - Monte Rocchetta - Dati 2014-2018													
Parametro	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Med.
Escursione	4.4	4.8	5.2	6.0	6.2	6.7	6.9	6.8	6.3	5.7	4.6	4.7	5.7
Massima	14.4	14.9	17.4	21.5	24.9	30.0	30.5	31.4	26.5	22.7	18.3	15.6	22.3
Media massima	10.0	9.9	12.4	16.1	19.1	23.8	26.3	26.5	22.5	18.8	14.0	11.5	17.6
Media	7.6	7.2	9.6	12.9	15.7	20.3	22.6	22.9	19.2	15.7	11.4	8.8	14.5
Media minima	5.6	5.1	7.2	10.1	12.9	17.1	19.3	19.7	16.2	13.1	9.4	6.8	11.9
Minima	0.5	0.9	2.2	5.5	8.2	13.3	15.5	14.8	11.9	8.2	3.6	1.5	7.2

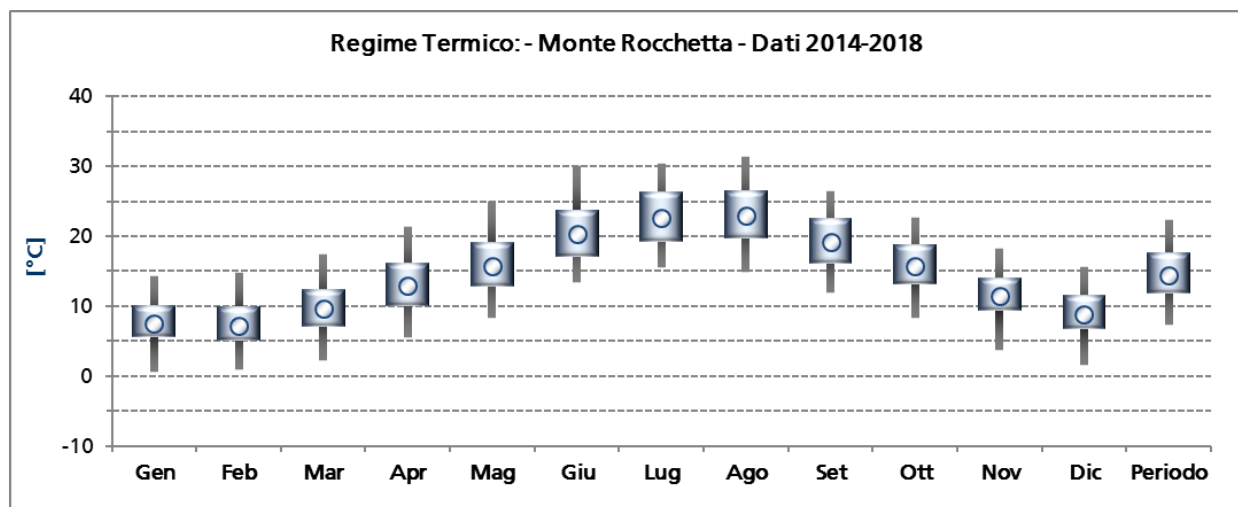


Figura 2.2.2 – Regime Termico nella stazione di Monte Rocchetta

Tabella 2.2.3 - Valori della temperatura dell'aria nella stazione di La Spezia

Regime Termico (°C) - La Spezia- Dati 2014-2018													
Parametro	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Med.
Escursione	6.2	5.8	6.8	7.7	7.8	8.1	8.1	8.6	8.0	7.3	6.2	6.6	7.3
Massima	17.0	17.4	20.2	24.7	28.6	33.5	33.3	34.4	29.9	25.8	21.1	17.9	25.3
Media massima	12.7	12.8	15.5	19.2	22.3	27.0	29.1	29.6	25.6	21.6	16.8	13.9	20.5
Media	9.5	9.7	12.0	15.3	18.5	23.0	25.1	25.3	21.5	17.7	13.5	10.2	16.8
Media minima	6.6	7.0	8.7	11.6	14.5	18.9	21.0	21.0	17.6	14.2	10.6	7.3	13.3
Minima	0.9	2.4	4.1	7.1	10.2	15.6	17.6	16.2	13.3	9.4	4.2	1.7	8.6

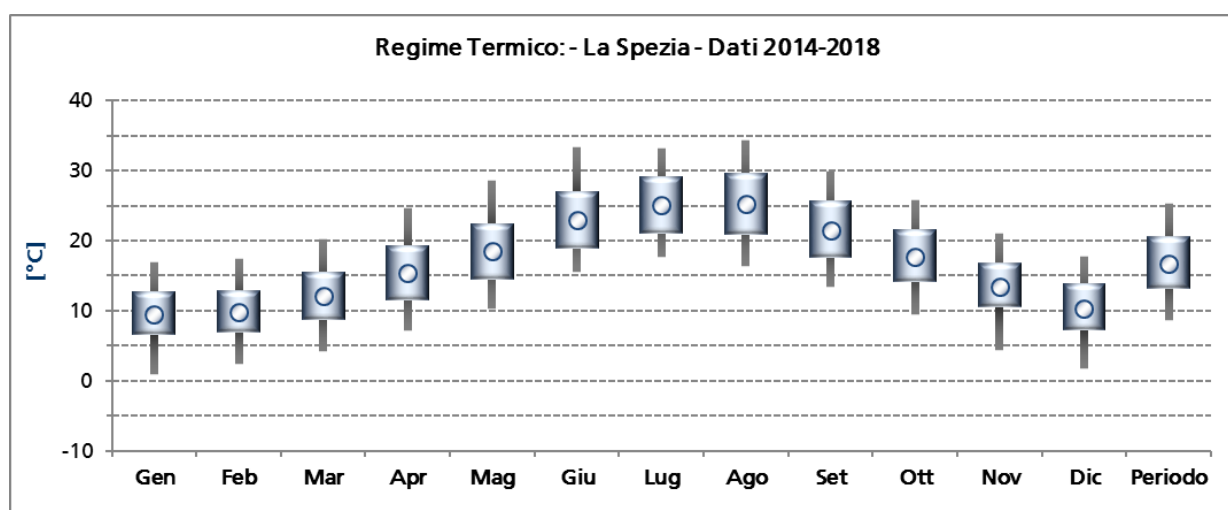


Figura 2.2.3 – Regime Termico nella stazione di La Spezia

Tabella 2.2.4 - Valori della temperatura dell'aria nella stazione di Monte Beverone

Regime Termico (°C) - Monte Beverone - Dati 2014-2018													
Parametro	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Med.
Escursione	5.4	5.8	6.8	8.2	8.2	9.0	9.9	10.4	9.3	8.0	5.8	5.5	7.7
Massima	16.5	16.6	19.2	24.7	28.4	33.2	34.2	36.3	30.6	25.8	20.8	16.8	25.3
Media massima	11.4	11.4	14.7	19.1	22.1	26.9	30.4	30.9	25.8	21.5	15.4	12.8	20.3
Media	8.4	8.1	10.8	14.5	17.5	21.9	24.8	25.0	20.3	16.9	12.0	9.6	15.9
Media minima	6.0	5.6	7.9	11.0	13.8	17.9	20.6	20.6	16.4	13.5	9.5	7.2	12.6
Minima	0.6	1.0	3.2	6.0	9.0	14.4	16.9	14.8	9.1	7.0	2.6	1.9	7.3

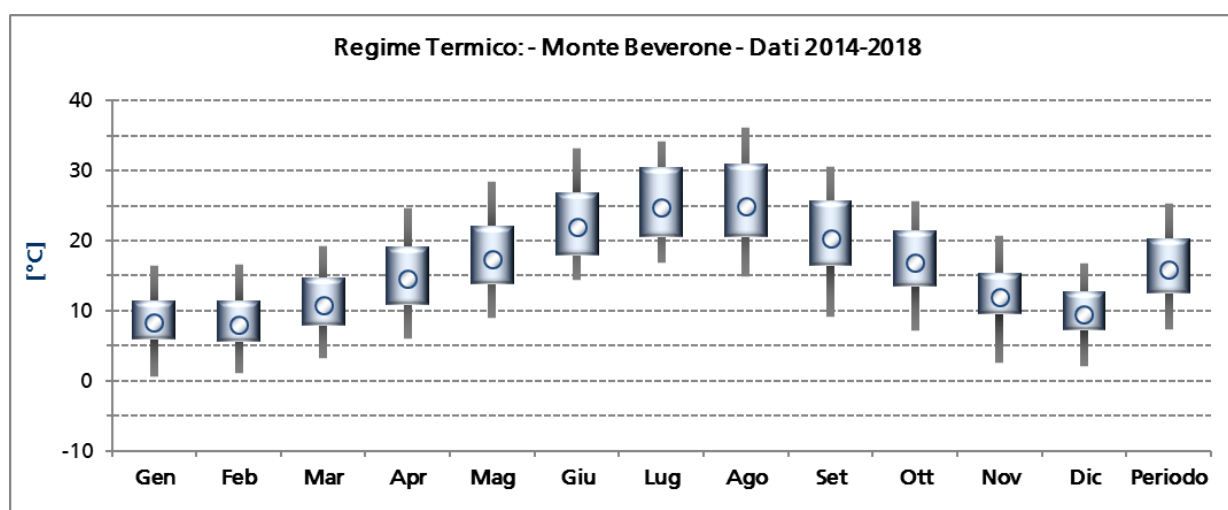


Figura 2.2.4 – Regime Termico nella stazione di Monte Beverone

Tabella 2.2.5 - Valori della temperatura dell'aria nella stazione di La Spezia Fabiano

Regime Termico (°C) - La Spezia Fabiano - Dati 2014-2018													
Parametro	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Med.
Escursione	7.7	7.8	9.7	10.9	11.5	11.8	12.2	11.8	10.6	9.2	7.4	7.2	9.8
Massima	16.9	18.0	21.6	26.3	30.4	34.2	35.2	35.6	30.5	26.4	20.8	16.8	25.6
Media massima	12.5	13.0	16.4	20.5	23.6	28.5	30.9	30.3	26.0	21.1	16.3	13.1	20.6
Media	8.1	8.6	11.0	14.4	17.3	22.1	24.2	23.8	20.0	15.8	12.0	8.7	15.1
Media minima	4.8	5.2	6.8	9.6	12.2	16.8	18.7	18.5	15.4	11.9	8.9	5.9	10.8
Minima	-1.1	0.1	2.5	4.7	8.2	13.0	15.0	13.9	11.4	6.5	2.4	0.8	6.1

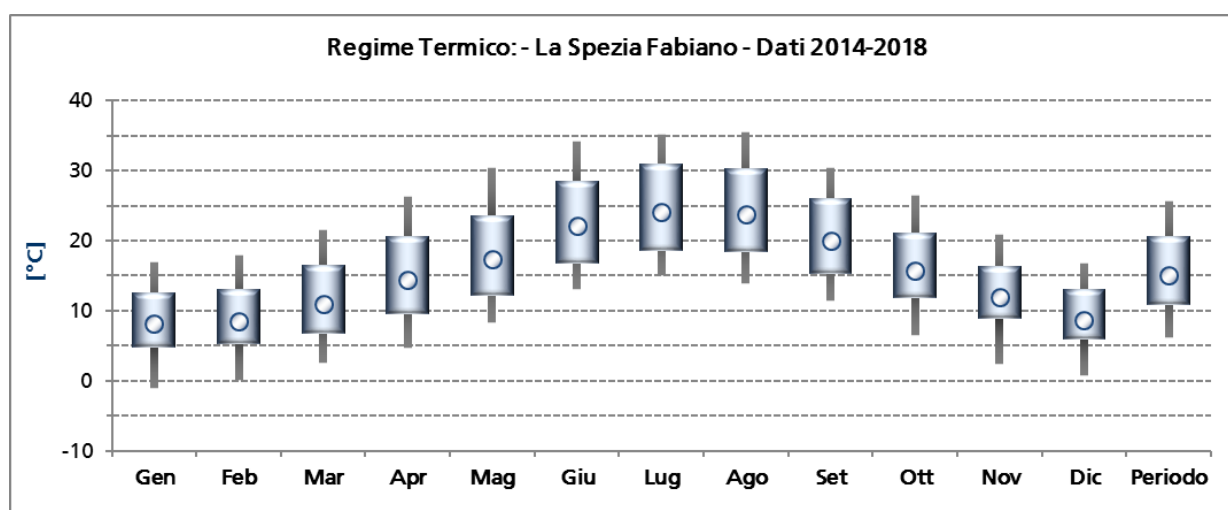


Figura 2.2.5 – Regime Termico nella stazione di La Spezia Fabiano

Tabella 2.2.6 - Valori della temperatura dell'aria nella stazione di Portovenere

Regime Termico (°C) - Portovenere - Dati 2014-2018													
Parametro	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Med.
Escursione	5.3	5.1	5.4	5.6	5.7	5.8	5.8	6.1	6.2	5.9	5.1	5.4	5.6
Massima	17.1	16.4	19.5	22.5	26.4	30.3	31.0	31.9	27.7	24.9	20.7	17.7	23.8
Media massima	13.0	12.6	14.7	17.8	20.7	24.9	27.1	27.5	24.4	21.0	16.6	13.9	19.5
Media	10.3	10.0	12.0	15.0	17.9	22.1	24.4	24.6	21.4	18.0	14.0	11.0	16.7
Media minima	7.6	7.5	9.3	12.2	15.0	19.1	21.3	21.4	18.2	15.1	11.5	8.5	13.9
Minima	2.4	3.6	5.0	8.1	10.9	15.5	18.0	16.6	14.1	10.5	5.9	3.7	9.5

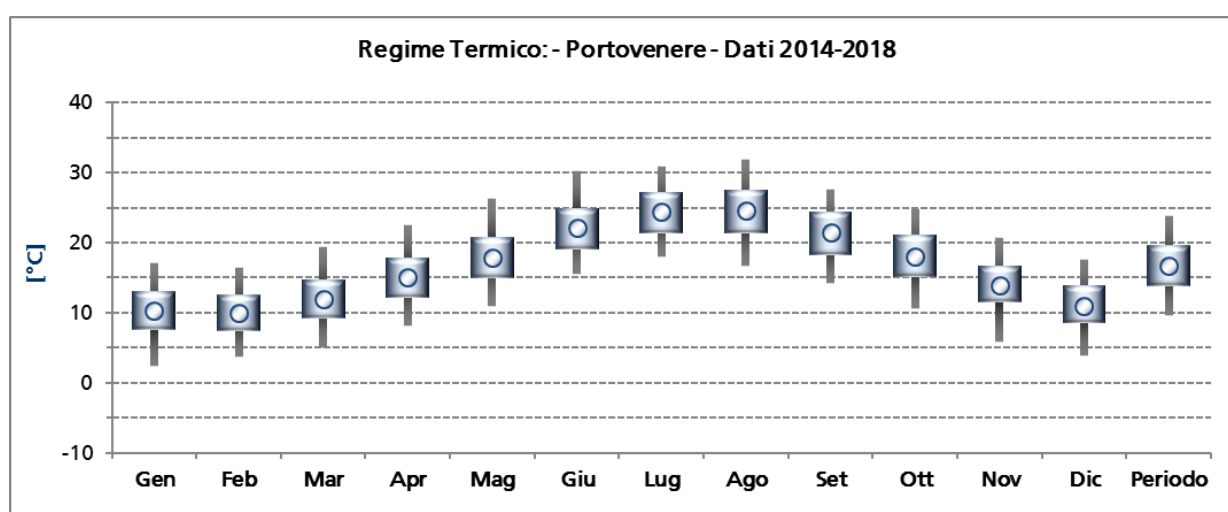


Figura 2.2.6 – Regime Termico nella stazione di Portovenere

L'analisi dei dati mette in evidenza come mediamente nel quinquennio i mesi più freddi nell'area in esame risultino essere gennaio e febbraio, con la media dei minimi più bassa pari a 4.8 °C, registrata a La Spezia Fabiano, e quella meno bassa di 7.5 °C, registrata a Portovenere. La minima assoluta di -6.4 °C è stata rilevata nel febbraio 2018 nella postazione di Monte Rocchetta.

Il mese più caldo risulta essere agosto con la media dei massimi più alta pari a 30.9 °C, registrata sul Monte Beverone, e quella meno alta di 26.5 °C, rilevata sul Monte Rocchetta. La massima assoluta di 38.5 °C è stata registrata nelle postazioni di La Spezia Fabiano e Monte Beverone nell'agosto del 2015.

2.2.2 Umidità relativa

Dalla Tabella 2.2.7 alla Tabella 2.2.9 vengono riportati per ogni mese e per l'intero periodo i valori medi dell'umidità relativa del quinquennio 2014-2018 per le stazioni di Monte Rocchetta, La Spezia e Monte Beverone. I parametri riportati sono:

- la media dei massimi giornalieri;
- la media;
- la media dei minimi giornalieri.

Dalla Figura 2.2.7 alla Figura 2.2.9 vengono riportati graficamente gli andamenti dei parametri dell'umidità relativa per ognuna delle stazioni.

Tabella 2.2.7 - Valori dell'umidità relativa nella stazione di Monte Rocchetta

Umidità relativa (%) - Monte Rocchetta - Dati 2014-2018													
Parametro	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Med.
Media massima	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Media	71.8	77.2	69.0	71.8	74.2	72.2	70.6	63.6	69.8	71.6	77.6	72.8	71.9
Media minima	10.8	18.6	12.8	16.6	23.4	23.0	22.0	20.6	22.4	19.4	16.8	14.6	18.4

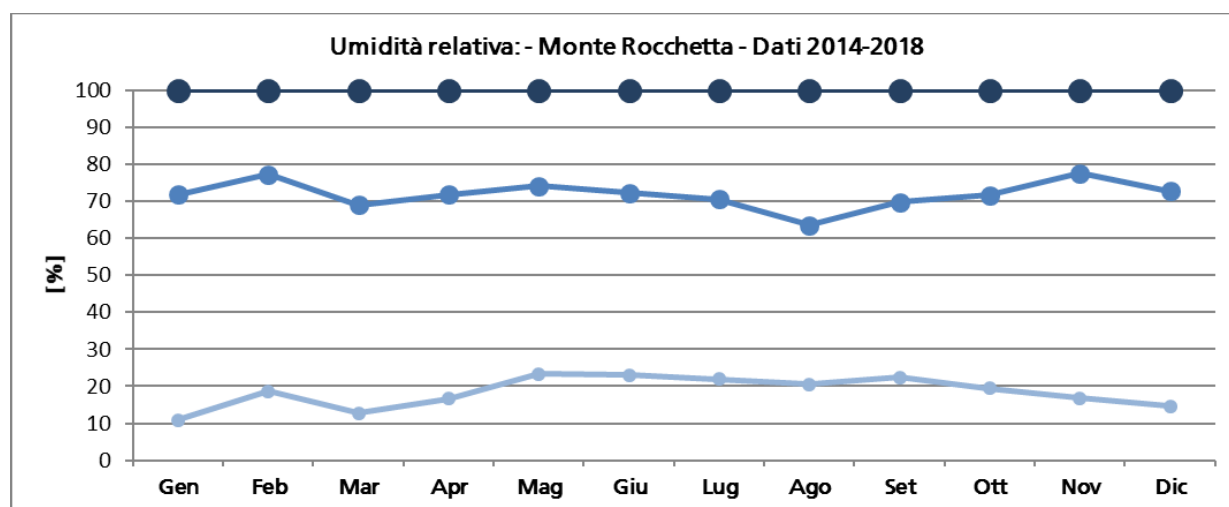


Figura 2.2.7 – Umidità relativa nella stazione di Monte Rocchetta

Tabella 2.2.8 - Valori dell'umidità relativa nella stazione di La Spezia

Umidità relativa (%) – La Spezia - Dati 2014-2018													
Parametro	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Med.
Media massima	93.0	92.4	91.6	92.4	90.6	92.2	89.4	91.6	92.4	91.8	91.6	91.8	91.7
Media	64.0	65.6	60.4	63.0	62.6	60.8	61.2	58.8	61.8	64.6	69.0	67.2	63.3
Media minima	9.4	17.0	12.0	14.4	19.6	18.2	23.8	21.6	23.0	19.6	22.0	15.4	18.0

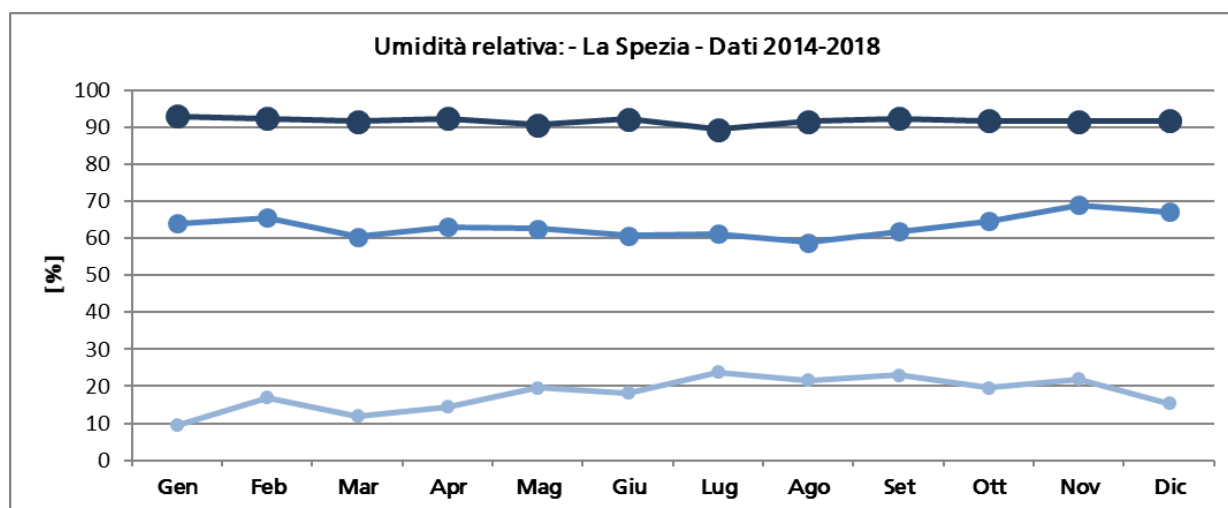


Figura 2.2.8 – Umidità relativa nella stazione di La Spezia

Tabella 2.2.9 - Valori dell'umidità relativa nella stazione di Monte Beverone

Umidità relativa (%) - Monte Beverone - Dati 2014-2018													
Parametro	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Med.
Media massima	97.5	96.3	95.3	92.8	92.8	96.6	96.0	97.5	98.3	98.0	97.7	97.2	96.3
Media	64.5	69.5	62.3	62.0	65.8	64.4	64.0	58.8	67.0	69.5	72.0	70.0	65.7
Media minima	8.0	18.0	11.8	14.3	25.3	20.0	24.0	21.8	19.0	14.0	21.7	17.2	17.9

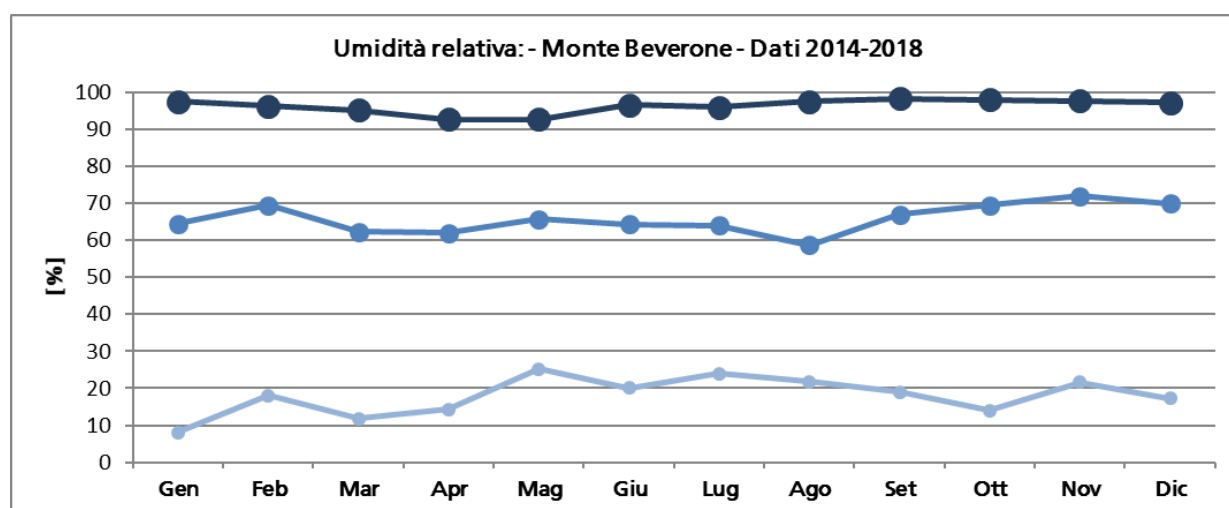


Figura 2.2.9 – Umidità relativa nella stazione di Monte Beverone

L'analisi dei dati di umidità relativa mostra valori mediamente più alti per la stazione di Monte Rocchetta, dove i valori medi mensili si attestano tra il 60 e l'80%, media di periodo del 72%, mentre nelle altre due stazioni si attestano tra il 60 e il 70%.

2.2.3 Precipitazione

Dalla Tabella 2.2.10 alla Tabella 2.2.14 vengono riportati per ogni mese e per l'anno i valori cumulati delle precipitazioni del quinquennio 2014-2018 per le stazioni di Monte Rocchetta, La Spezia, La Spezia – Fabiano, Portovenere e Fornola. I parametri pluviometrici riportati sono:

- la precipitazione media cumulata nel mese o nell'anno;
- la media delle massime precipitazioni cumulata in 24 ore nel mese o nell'anno;
- la media delle massime precipitazioni cumulata in 12 ore nel mese o nell'anno;
- la media delle massime precipitazioni cumulata in 6 ore nel mese o nell'anno;
- la media delle massime precipitazioni cumulata in 3 ore nel mese o nell'anno;
- la media delle massime precipitazioni cumulata in 1 ora nel mese o nell'anno;
- la media dei giorni piovosi (precipitazione > 1mm) nel mese o nell'anno.

Dalla Figura 2.2.10 alla Figura 2.2.14 vengono riportati graficamente gli andamenti pluviometrici per ognuna delle stazioni.

Tabella 2.2.10 - Precipitazione nella stazione di Monte Rocchetta

Regime Pluviometrico (mm o #) - Monte Rocchetta - Dati 2014-2018													
Parametro	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Cumulata	177.7	182.4	92.7	87.3	58.4	76.9	60.4	49.5	64.0	129.0	163.1	90.0	1231.4
Cumulata 24h	52.8	62.6	34.7	49.8	21.8	38.0	25.2	25.2	34.0	42.1	44.0	28.8	459.0
Cumulata 12h	44.9	46.1	30.5	47.6	20.5	34.2	24.6	21.6	29.4	37.8	36.7	21.8	395.6
Cumulata 6h	33.4	32.8	23.6	40.1	16.2	33.5	22.2	21.5	19.4	33.7	26.5	18.2	321.2
Cumulata 3h	21.8	24.8	17.9	31.1	13.4	30.8	21.9	21.0	17.9	30.6	18.9	14.4	264.5
Cumulata 1h	12.7	12.0	9.7	19.8	10.3	26.9	18.2	15.5	11.8	25.6	13.9	9.9	186.3
Giorni piovosi	11.0	12.8	9.6	6.4	6.8	4.8	3.2	4.0	6.0	9.2	10.8	7.2	91.8

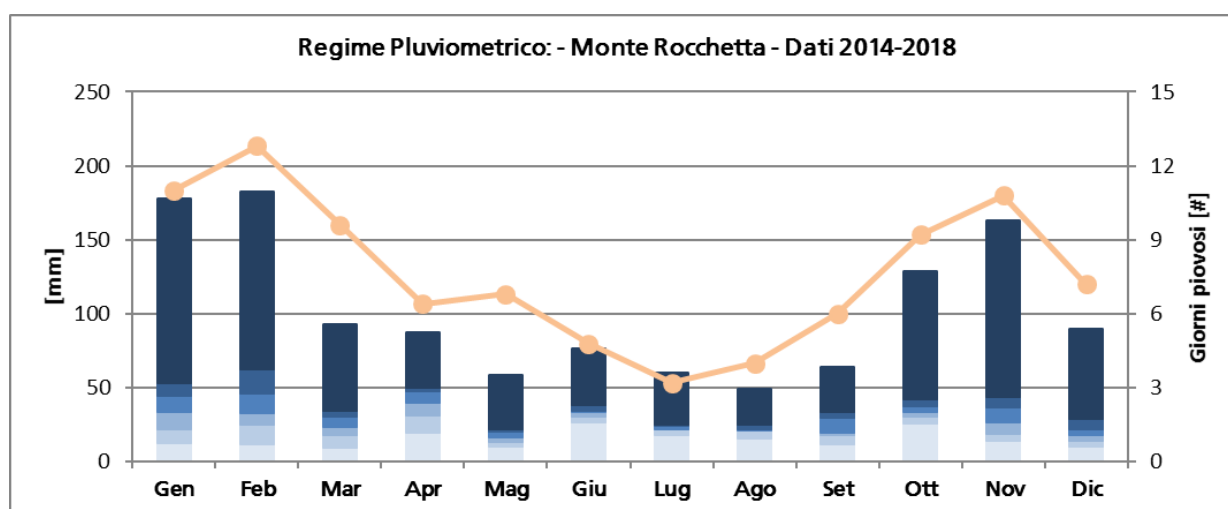


Figura 2.2.10 – Regime Pluviometrico nella stazione di Monte Rocchetta

Tabella 2.2.11 - Precipitazione nella stazione di La Spezia

Regime Pluviometrico (mm o #) – La Spezia- Dati 2014-2018													
Parametro	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno.
Cumulata	171.8	151.6	77.5	69.1	50.0	50.3	33.7	56.6	57.8	117.6	137.4	90.8	1064.3
Cumulata 24h	47.3	45.7	25.8	42.1	24.5	33.0	13.6	37.5	37.1	49.6	32.8	33.1	422.0
Cumulata 12h	39.9	39.9	22.8	40.8	19.6	32.5	13.6	36.7	27.9	35.3	23.9	29.0	361.8
Cumulata 6h	29.0	29.4	16.4	32.4	16.4	30.0	13.6	34.0	24.9	32.4	17.9	21.9	298.2
Cumulata 3h	20.7	20.4	11.8	24.4	12.2	21.6	13.4	33.1	23.8	26.3	15.0	18.0	240.5
Cumulata 1h	13.7	10.2	7.0	14.3	8.4	17.1	9.1	21.8	19.2	16.8	11.6	8.7	157.8
Giorni piovosi	9.0	13.4	8.8	5.4	6.0	4.4	3.0	3.2	4.8	8.6	10.4	8.2	85.2

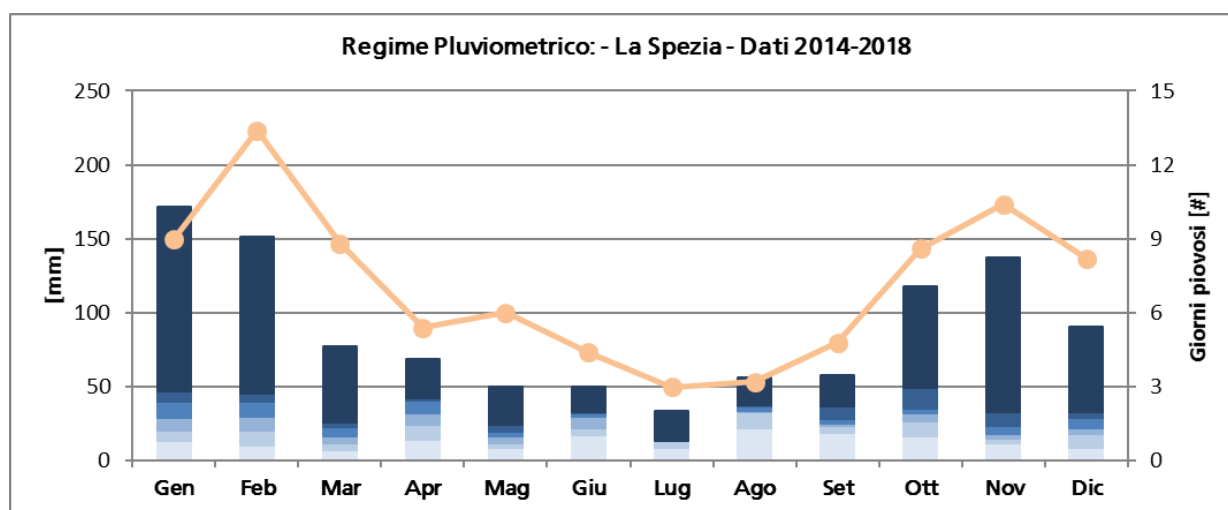


Figura 2.2.11 – Regime Pluviometrico nella stazione di La Spezia

Tabella 2.2.12 - Precipitazione nella stazione di La Spezia Fabiano

Regime Pluviometrico (mm o #) – La Spezia Fabiano- Dati 2014-2018													
Parametro	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno.
Cumulata	165.8	174.5	101.6	78.0	49.5	64.6	47.8	54.4	62.6	127.5	151.9	103.7	1159.1
Cumulata 24h	44.9	55.7	34.6	44.6	23.3	37.4	26.0	35.0	38.8	53.7	37.0	34.0	457.4
Cumulata 12h	36.9	43.1	31.7	42.2	20.0	37.2	26.0	34.0	32.4	43.6	31.0	28.6	399.2
Cumulata 6h	28.4	32.7	24.6	33.2	15.5	31.9	26.0	32.0	26.8	38.5	23.3	22.4	328.8
Cumulata 3h	19.7	24.5	16.4	25.1	11.1	25.1	25.9	31.7	25.0	33.2	20.1	17.6	270.3
Cumulata 1h	12.7	12.8	9.2	14.0	7.5	19.1	17.4	22.6	19.8	23.1	16.4	8.7	179.6
Giorni piovosi	9.8	14.0	9.6	5.6	5.8	5.0	3.0	3.4	5.4	9.0	11.2	8.8	89.6

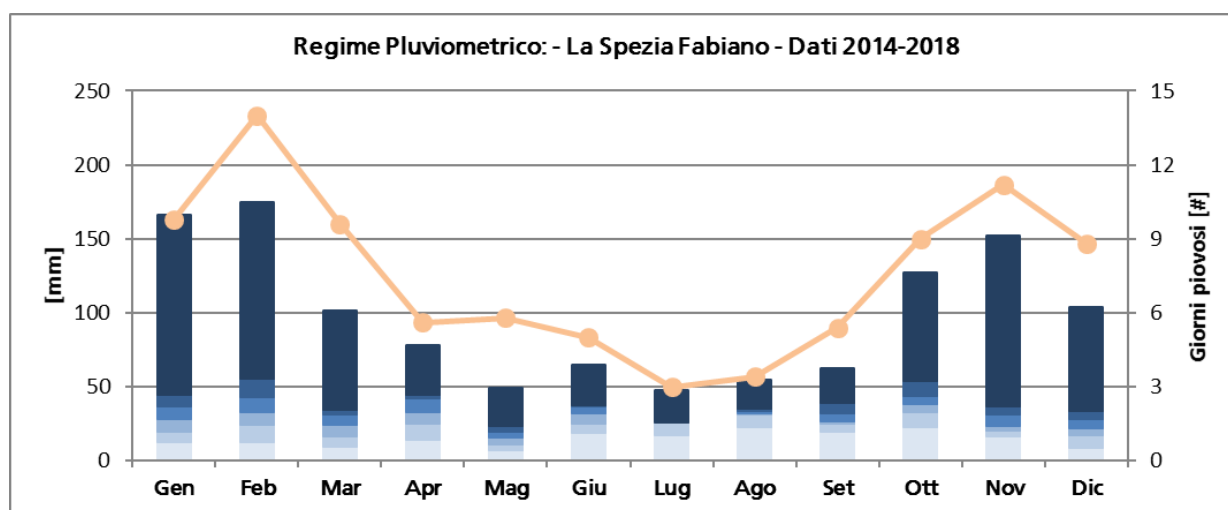


Figura 2.2.12 – Regime Pluviometrico nella stazione di La Spezia Fabiano

Tabella 2.2.13 - Precipitazione nella stazione di Portovenere

Regime Pluviometrico (mm o #) - Portovenere- Dati 2014-2018													
Parametro	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno.
Cumulata	127.9	142.6	80.2	70.9	51.9	49.2	42.5	36.8	52.3	110.7	145.9	77.0	987.8
Cumulata 24h	36.1	43.4	26.0	47.2	24.7	29.8	20.2	20.9	30.7	37.9	37.4	27.9	382.3
Cumulata 12h	33.9	37.8	23.2	44.8	22.2	29.6	20.2	18.5	25.0	32.9	32.8	21.2	342.0
Cumulata 6h	27.6	31.0	17.6	37.0	18.1	28.3	20.0	18.5	20.7	25.0	26.0	17.5	287.4
Cumulata 3h	19.7	21.1	12.4	28.7	14.4	23.2	18.6	18.2	18.5	23.5	22.2	14.8	235.3
Cumulata 1h	15.4	11.0	7.9	16.8	9.6	15.9	13.8	13.8	13.8	18.0	16.2	8.3	160.5
Giorni piovosi	8.6	11.0	8.0	4.2	6.4	3.8	2.2	3.4	4.2	8.8	9.2	6.8	76.6

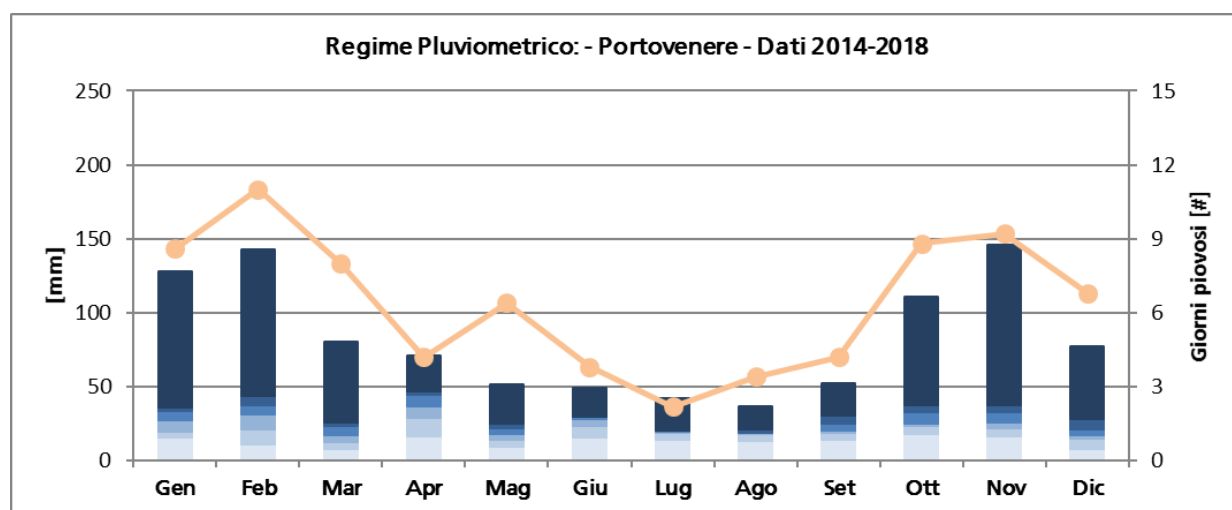


Figura 2.2.13 – Regime Pluviometrico nella stazione di Portovenere

Tabella 2.2.14 - Precipitazione nella stazione di Fornola

Regime Pluviometrico (mm o #) - Fornola- Dati 2014-2018													
Parametro	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno.
Cumulata	198.3	210.9	104.1	85.2	71.2	82.4	35.2	84.2	68.6	128.6	181.8	123.0	1373.6
Cumulata 24h	49.0	59.1	39.4	42.0	28.8	43.2	15.7	50.7	37.9	43.5	48.4	39.2	496.9
Cumulata 12h	43.2	48.3	34.5	40.2	23.7	42.7	15.0	47.6	29.0	30.8	37.9	31.4	424.2
Cumulata 6h	30.7	38.2	27.8	35.6	21.4	42.2	12.8	42.2	23.9	24.4	29.6	22.0	350.8
Cumulata 3h	23.0	27.4	20.3	26.5	16.6	40.7	10.9	36.3	23.0	19.8	25.2	18.3	288.1
Cumulata 1h	14.4	15.1	13.3	16.8	12.5	25.4	9.6	27.2	18.0	16.4	19.3	9.7	197.8
Giorni piovosi	11.0	13.6	9.4	8.6	9.0	5.4	3.0	5.2	5.4	9.2	11.4	7.8	99.0

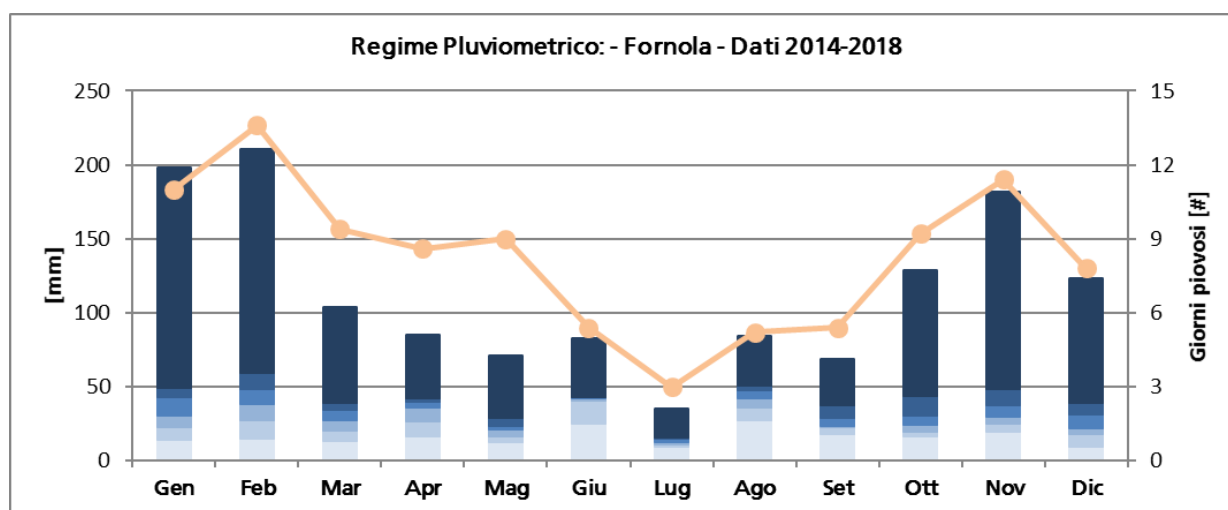


Figura 2.2.14 – Regime Pluviometrico nella stazione di Fornola

La quantità di precipitazione media annua si attesta, nell'area in esame, tra i 988 mm di Portovenere e i 1374 mm di Fornola. Il numero di giorni piovosi medi annui varia tra i 76.6 di Portovenere e i 99.0 di Fornola. Il mese più piovoso, nell'area in esame, può essere ritenuto febbraio, con la maggiore quantità di acqua precipitata, calcolata come media del quinquennio, che a Fornola, risulta essere di 211 mm. Anche il maggior numero di giorni piovosi, risulta essere per tutte le postazioni, rilevato in febbraio, e sono compresi tra gli 11 di Portovenere e i 14 di La Spezia Fabiano. Il mese più piovoso in assoluto nel quinquennio è stato gennaio 2014, con il valore massimo dell'area di 520 mm, rilevato a Fornola e quello più basso di 383 mm a Portovenere.

2.2.4 Velocità e direzione del vento

Dalla Tabella 2.2.15 alla vengono riportati per ogni mese e per l'intero periodo i valori medi della velocità del vento relativa del quinquennio 2014-2018 per le stazioni di Monte Rocchetta, La Spezia, Monte Beverone e Portovenere. I parametri riportati sono:

- la media dei massimi giornalieri;
- la media.

Dalla Figura 2.2.15 alla Figura 2.2.22 vengono riportati graficamente gli andamenti dei parametri della velocità del vento e le rose del vento per ognuna delle stazioni.

Tabella 2.2.15 – Velocità del vento nella stazione di Monte Rocchetta

Velocità del vento (m/s) - Monte Rocchetta - Dati 2014-2018													
Parametro	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Med.
Media massima	25.9	24.2	28.3	20.4	19.0	18.5	18.8	18.3	18.1	25.3	24.7	18.3	21.7
Media	4.0	4.5	4.1	3.2	3.0	2.7	2.5	2.8	3.2	3.6	3.6	3.1	3.4

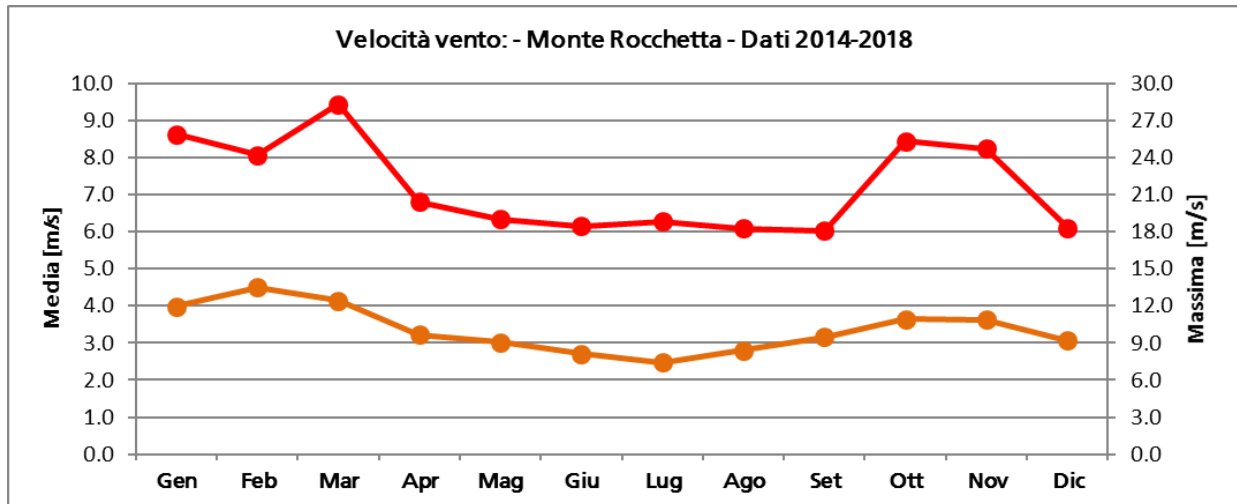


Figura 2.2.15 – Velocità del vento nella stazione di Monte Rocchetta

Tabella 2.2.16 – Distribuzione di frequenza del vento nella stazione di Monte Rocchetta

Distribuzione di frequenza del vento (%) - Monte Rocchetta - Dati 2014-2018											
Sett.	Inv	Pri	Est	Aut	Tot	<0.5 w ≤2	<2 w ≤3.5	<3.5 w ≤6	<6 w ≤11	w >11	
N	4.20	3.18	2.05	3.58	13.02	1.63	2.37	3.92	4.72	0.38	
NNE	3.07	2.65	2.00	2.65	10.37	1.92	1.53	2.50	3.60	0.82	
NE	0.83	1.00	1.18	0.95	3.97	2.22	1.10	0.45	0.18	0.02	
ENE	0.67	0.65	0.80	0.78	2.90	1.58	0.92	0.35	0.05	0.00	
E	1.05	0.85	0.83	0.93	3.67	2.13	0.95	0.38	0.18	0.02	
ESE	1.82	1.37	1.12	1.70	6.00	2.47	1.80	1.17	0.55	0.02	
SE	1.85	1.27	1.23	1.52	5.87	1.95	1.77	1.45	0.70	0.00	
SSE	1.18	1.08	1.03	1.47	4.77	1.30	1.57	1.30	0.57	0.03	
S	1.63	2.28	2.02	2.50	8.43	2.95	2.72	1.90	0.82	0.05	
SSW	1.97	4.00	5.02	2.95	13.93	4.37	6.10	2.68	0.75	0.03	
SW	1.65	2.90	3.87	1.85	10.27	3.40	4.30	2.25	0.32	0.00	
WSW	0.53	0.40	0.50	0.37	1.80	1.18	0.47	0.13	0.02	0.00	
W	0.30	0.25	0.25	0.25	1.05	0.90	0.08	0.03	0.03	0.00	
WNW	0.33	0.20	0.15	0.27	0.95	0.80	0.05	0.08	0.02	0.00	
NW	0.48	0.43	0.32	0.42	1.65	1.08	0.42	0.13	0.02	0.00	
NNW	1.17	0.88	0.77	1.10	3.92	1.55	1.62	0.65	0.10	0.00	
VV<0.5	6.20	5.07	6.80	6.20	6.07						

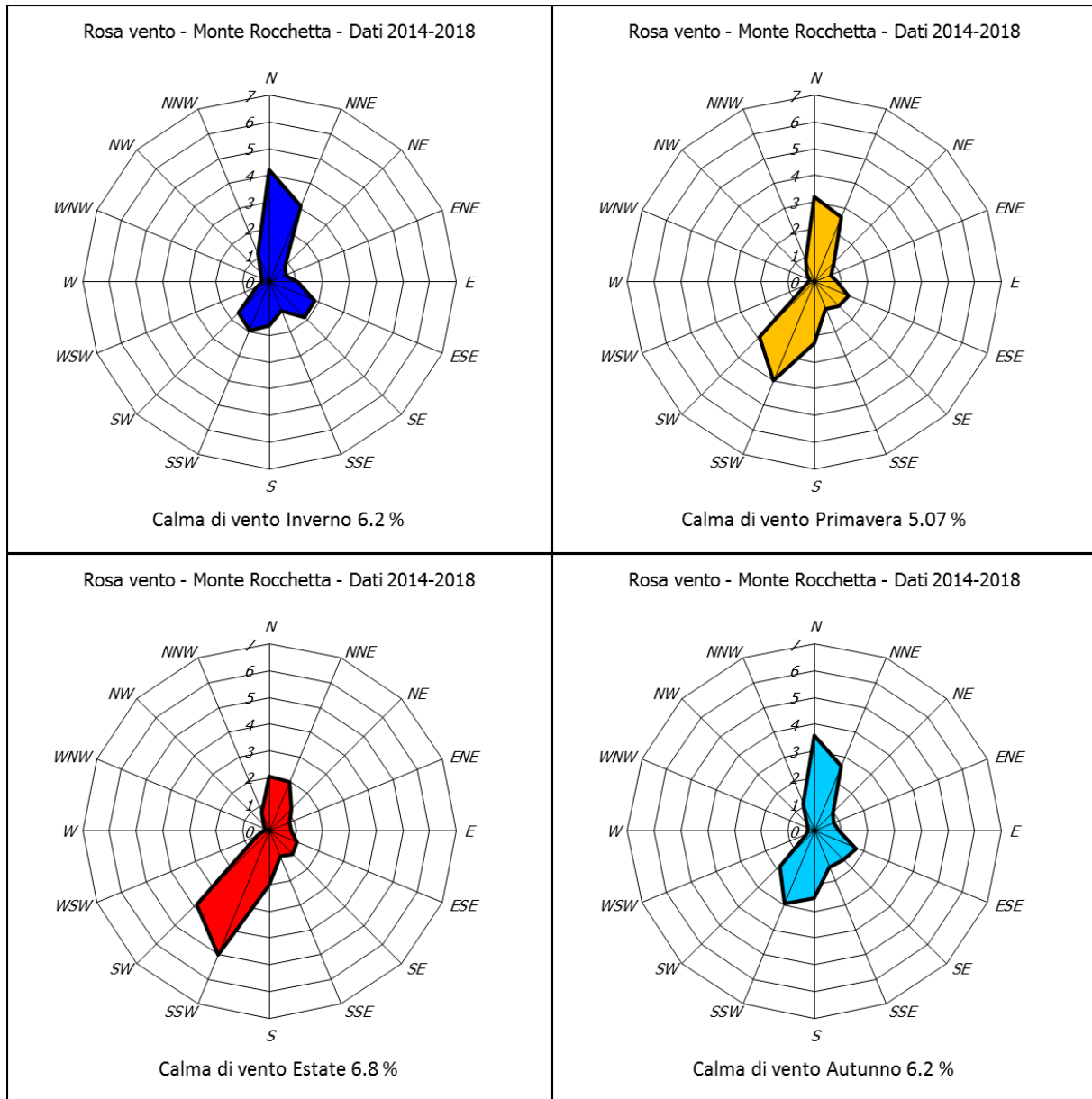


Figura 2.2.16 – Rosa del vento stagionali nella stazione di Monte Rocchetta

Tabella 2.2.17 – Velocità del vento nella stazione di La Spezia

Velocità del vento (m/s) – La Spezia - Dati 2014-2018													
Parametro	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Med.
Media massima	25.5	25.0	21.2	20.6	19.0	16.3	18.2	17.2	20.2	24.8	23.3	19.5	21.0
Media	2.4	2.9	2.9	2.7	2.6	2.6	2.5	2.4	2.3	2.3	2.1	1.7	2.4

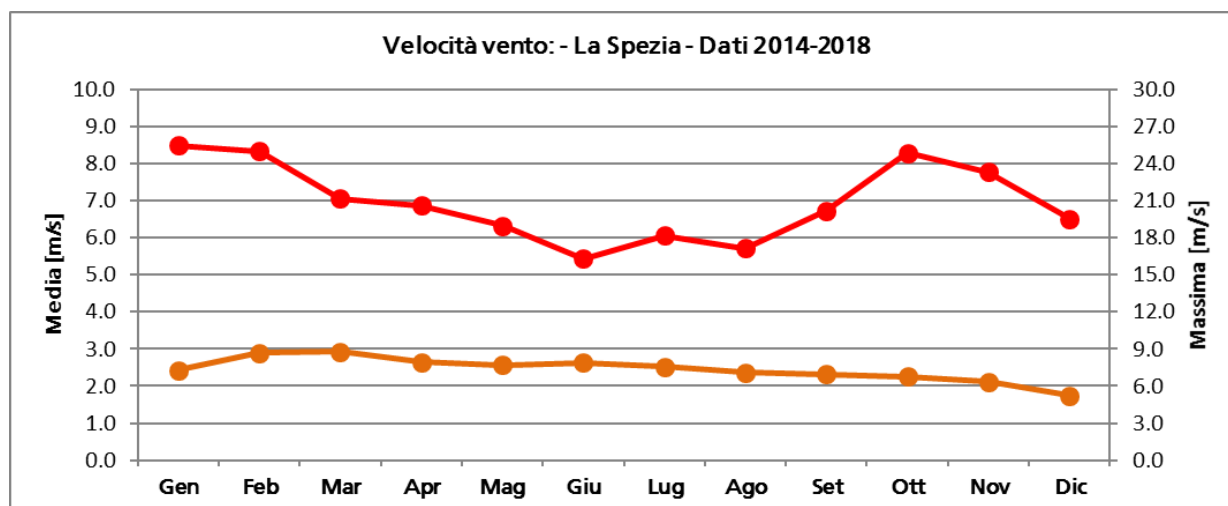


Figura 2.2.17 – Velocità del vento nella stazione di La Spezia

Tabella 2.2.18 – Distribuzione di frequenza del vento nella stazione di La Spezia

Distribuzione di frequenza del vento (%) – La Spezia- Dati 2014-2018											
Sett.	Inv	Pri	Est	Aut	Tot	<0.5 w ≤2	<2 w ≤3.5	<3.5 w ≤6	<6 w ≤11	w >11	
N	2.95	2.52	2.67	3.03	11.17	6.87	3.46	0.89	0.02	0.00	
NNE	2.45	2.00	1.90	2.25	8.60	6.09	2.04	0.50	0.02	0.00	
NE	2.11	1.67	1.29	1.90	6.96	5.07	1.22	0.59	0.13	0.00	
ENE	2.34	1.60	0.94	1.80	6.69	4.33	0.98	1.02	0.43	0.00	
E	1.52	1.08	0.58	1.10	4.28	2.81	0.61	0.61	0.28	0.00	
ESE	0.45	0.27	0.21	0.30	1.23	1.07	0.13	0.02	0.02	0.00	
SE	0.34	0.42	0.37	0.32	1.44	0.96	0.19	0.22	0.06	0.00	
SSE	0.63	1.13	1.42	0.92	4.09	1.30	0.76	1.39	0.52	0.07	
S	1.52	3.15	4.35	2.28	11.29	2.59	2.43	4.43	1.50	0.15	
SSW	1.38	2.31	2.38	1.67	7.74	2.09	1.96	2.44	1.00	0.13	
SW	1.04	1.15	1.13	1.02	4.33	1.48	0.98	1.19	0.65	0.02	
WSW	0.71	0.92	0.79	0.82	3.24	0.94	0.74	1.06	0.48	0.00	
W	0.79	1.17	0.90	0.93	3.79	1.04	0.87	1.26	0.59	0.00	
WNW	0.50	0.63	0.62	0.63	2.37	1.09	0.52	0.63	0.11	0.02	
NW	0.68	0.71	0.69	0.65	2.73	1.80	0.63	0.28	0.02	0.00	
NNW	1.14	1.00	1.08	0.88	4.10	2.63	1.22	0.24	0.00	0.00	
VV<0.5	13.07	10.75	13.00	15.33	13.04						

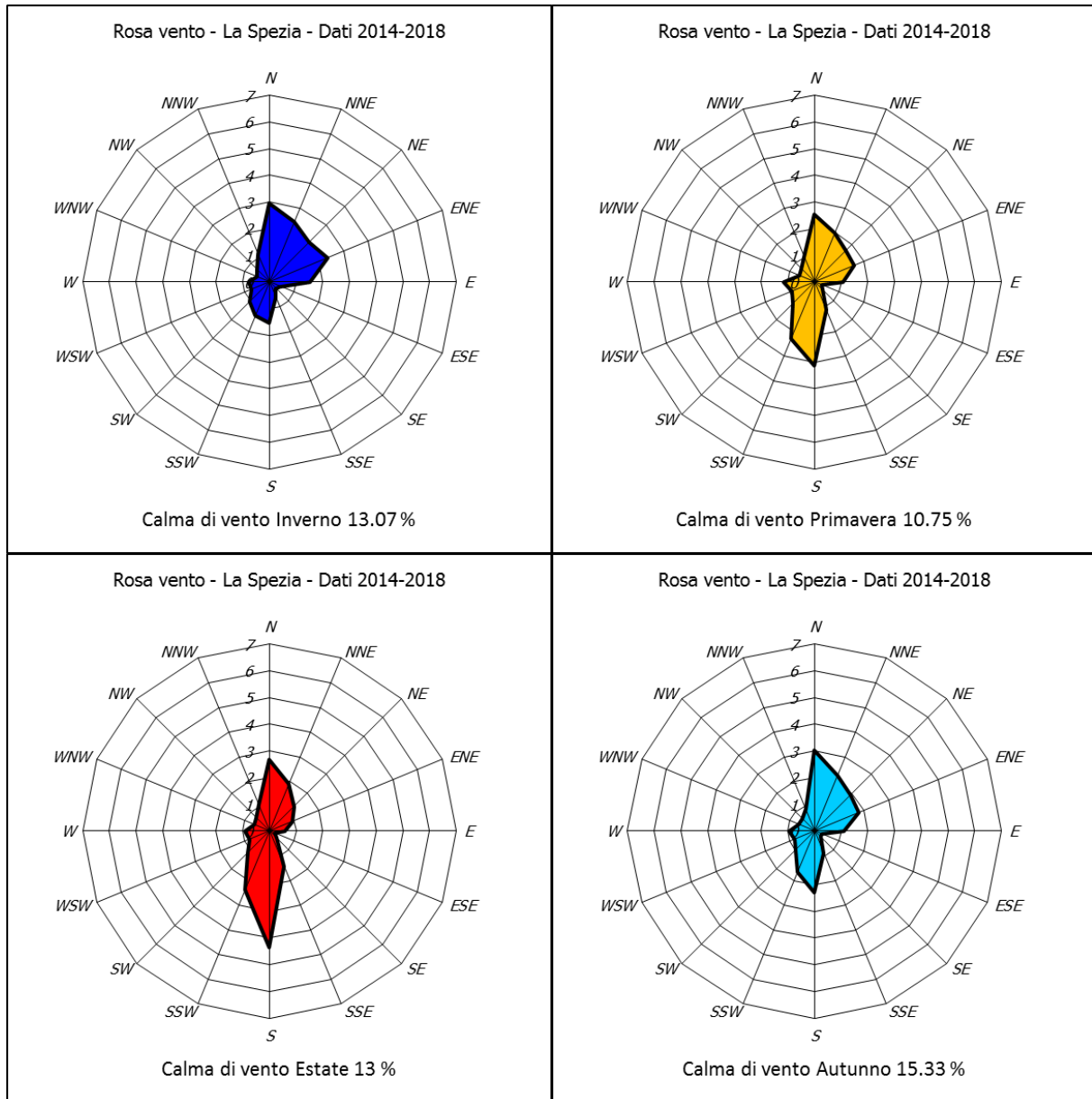


Figura 2.2.18 – Rose del vento stagionali nella stazione di La Spezia

Tabella 2.2.19 – Velocità del vento nella stazione di Monte Beverone

Velocità del vento (m/s) – Monte Beverone- Dati 2014-2018													
Parametro	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Med.
Media massima	25.1	21.5	24.3	19.1	18.5	16.4	14.1	17.3	20.6	20.9	21.2	21.9	19.8
Media	3.3	4.0	3.9	3.4	3.3	3.1	2.9	3.2	3.4	3.3	3.0	3.6	3.3

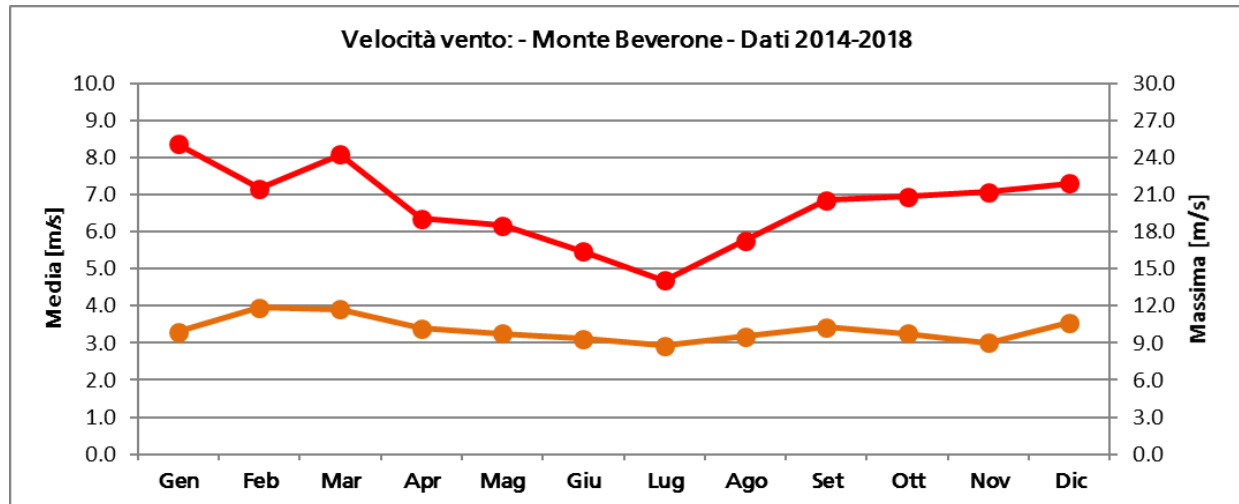


Figura 2.2.19 – Velocità del vento nella stazione di Monte Beverone

Tabella 2.2.20 – Distribuzione di frequenza del vento nella stazione di Monte Beverone

Distribuzione di frequenza del vento (%) - Monte Beverone - Dati 2014-2018											
Sett.	Inv	Pri	Est	Aut	Tot		<0.5 vv ≤2	<2 vv ≤3.5	<3.5 vv ≤ 6	<6 vv ≤11	vv >11
N	5.52	3.27	3.23	5.45	17.48		3.74	6.89	5.30	1.26	0.00
NNE	4.20	4.08	4.85	5.70	18.84		3.81	7.28	5.43	2.26	0.04
NE	1.34	2.04	2.46	1.86	7.71		3.68	2.79	0.98	0.34	0.02
ENE	1.39	1.40	0.88	0.61	4.28		1.62	1.40	0.83	0.43	0.00
E	1.43	1.46	0.44	0.36	3.70		1.28	0.91	0.70	0.72	0.04
ESE	0.45	0.48	0.33	0.20	1.47		0.89	0.47	0.11	0.00	0.00
SE	0.36	0.56	0.67	0.27	1.87		1.04	0.70	0.17	0.00	0.00
SSE	0.59	0.92	1.12	0.70	3.33		1.15	1.36	0.70	0.17	0.00
S	2.61	5.65	6.90	4.14	19.30		3.28	5.72	8.55	2.00	0.17
SSW	0.75	1.92	1.75	1.16	5.58		0.85	1.47	2.23	1.00	0.13
SW	0.27	0.65	0.38	0.30	1.60		0.87	0.43	0.21	0.09	0.02
WSW	0.32	0.83	0.37	0.27	1.79		0.87	0.40	0.47	0.06	0.00
W	0.18	0.33	0.25	0.11	0.88		0.53	0.21	0.09	0.06	0.00
WNW	0.05	0.06	0.04	0.05	0.19		0.17	0.00	0.02	0.00	0.00
NW	0.00	0.04	0.04	0.00	0.08		0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
NNW	0.52	0.33	0.37	0.52	1.74		0.96	0.64	0.11	0.02	0.00
VV<0.5	14.55	1.75	1.85	10.64	7.19						

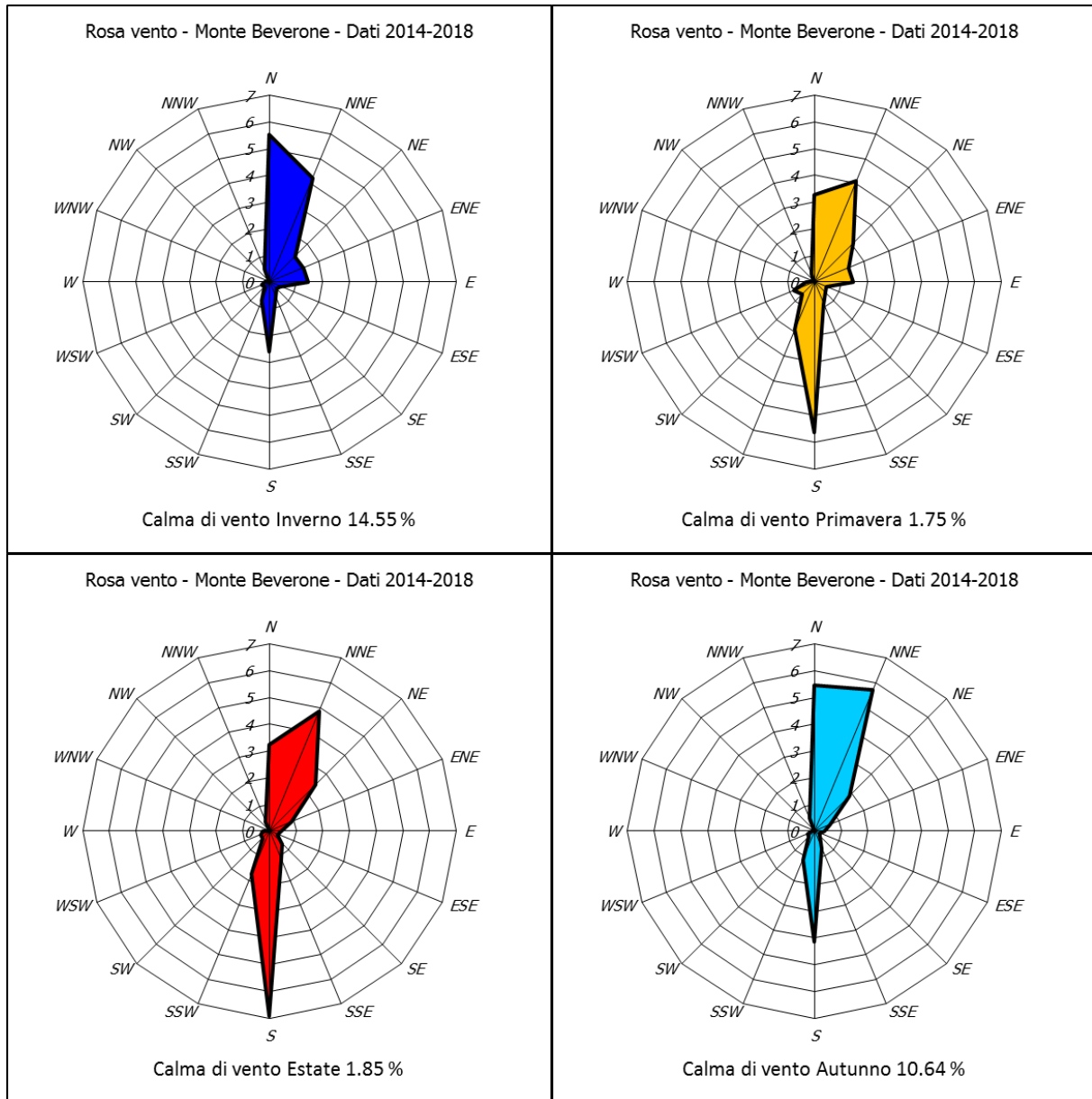


Figura 2.2.20 – Rose del vento stagionali nella stazione di Monte Beverone

Tabella 2.2.21 – Velocità del vento nella stazione di Portovenere

Velocità del vento (m/s) – Portovenere - Dati 2014-2018													
Parametro	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Med.
Media massima	25.5	23.6	24.4	20.7	18.8	15.4	16.3	16.1	17.8	24.6	23.1	19.4	20.5
Media	3.3	3.7	3.2	2.6	2.7	2.4	2.4	2.6	2.8	3.0	3.3	2.9	2.9

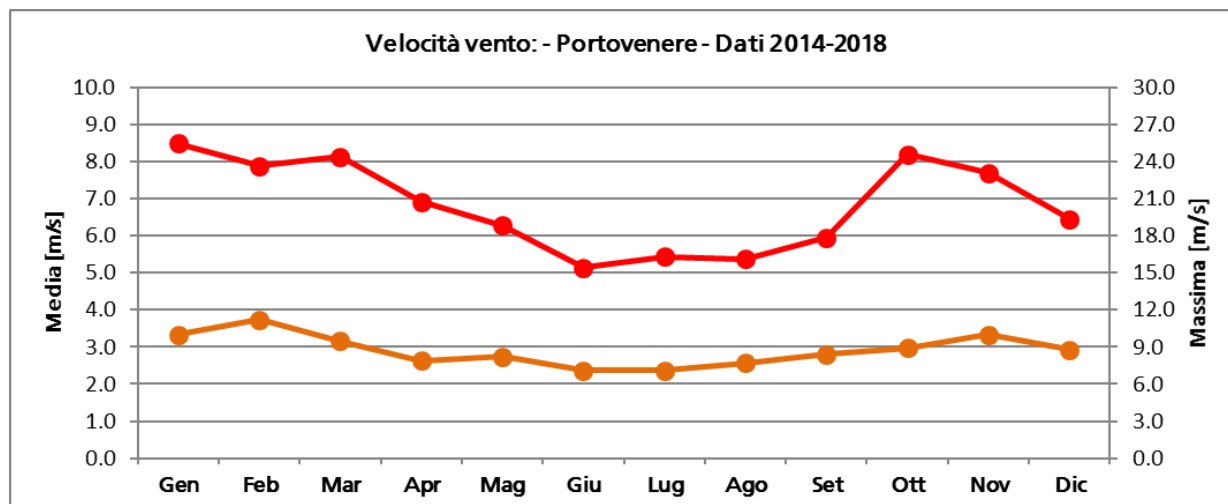


Figura 2.2.21 – Velocità del vento nella stazione di Portovenere

Tabella 2.2.22 – Distribuzione di frequenza del vento nella stazione di Portovenere

Distribuzione di frequenza del vento (%) - Portovenere- Dati 2014-2018										
Sett.	Inv	Pri	Est	Aut	Tot	<0.5 w ≤2	<2 w ≤3.5	<3.5 w ≤6	<6 w ≤11	w >11
N	6.53	3.75	3.31	6.97	20.56	3.81	8.50	7.83	0.42	0.00
NNE	3.33	2.25	2.14	3.42	11.14	2.33	3.81	4.11	0.86	0.03
NE	3.69	3.06	1.92	2.25	10.92	2.58	2.97	2.64	2.17	0.56
ENE	0.86	1.03	0.92	0.78	3.58	1.97	1.25	0.36	0.00	0.00
E	0.69	0.64	0.56	0.67	2.56	1.61	0.72	0.22	0.00	0.00
ESE	0.56	0.44	0.36	0.42	1.78	1.25	0.50	0.03	0.00	0.00
SE	0.72	0.42	0.39	0.44	1.97	1.44	0.44	0.08	0.00	0.00
SSE	0.31	0.31	0.28	0.22	1.11	1.03	0.03	0.06	0.00	0.00
S	0.86	1.28	1.36	0.92	4.42	1.97	1.81	0.58	0.06	0.00
SSW	1.83	3.42	3.39	2.08	10.72	1.97	4.33	2.83	1.42	0.17
SW	0.86	1.61	2.28	1.25	6.00	1.61	2.67	1.31	0.36	0.06
WSW	0.58	2.00	2.44	0.86	5.89	1.72	2.78	1.39	0.00	0.00
W	0.22	0.92	1.17	0.47	2.78	1.22	1.31	0.25	0.00	0.00
WNW	0.19	0.33	0.22	0.25	1.00	0.86	0.14	0.00	0.00	0.00
NW	0.31	0.25	0.25	0.25	1.06	0.92	0.14	0.00	0.00	0.00
NNW	1.22	0.58	0.81	1.39	4.00	1.61	1.81	0.56	0.03	0.00
VV<0.5	9.00	9.22	10.44	7.78	9.11					

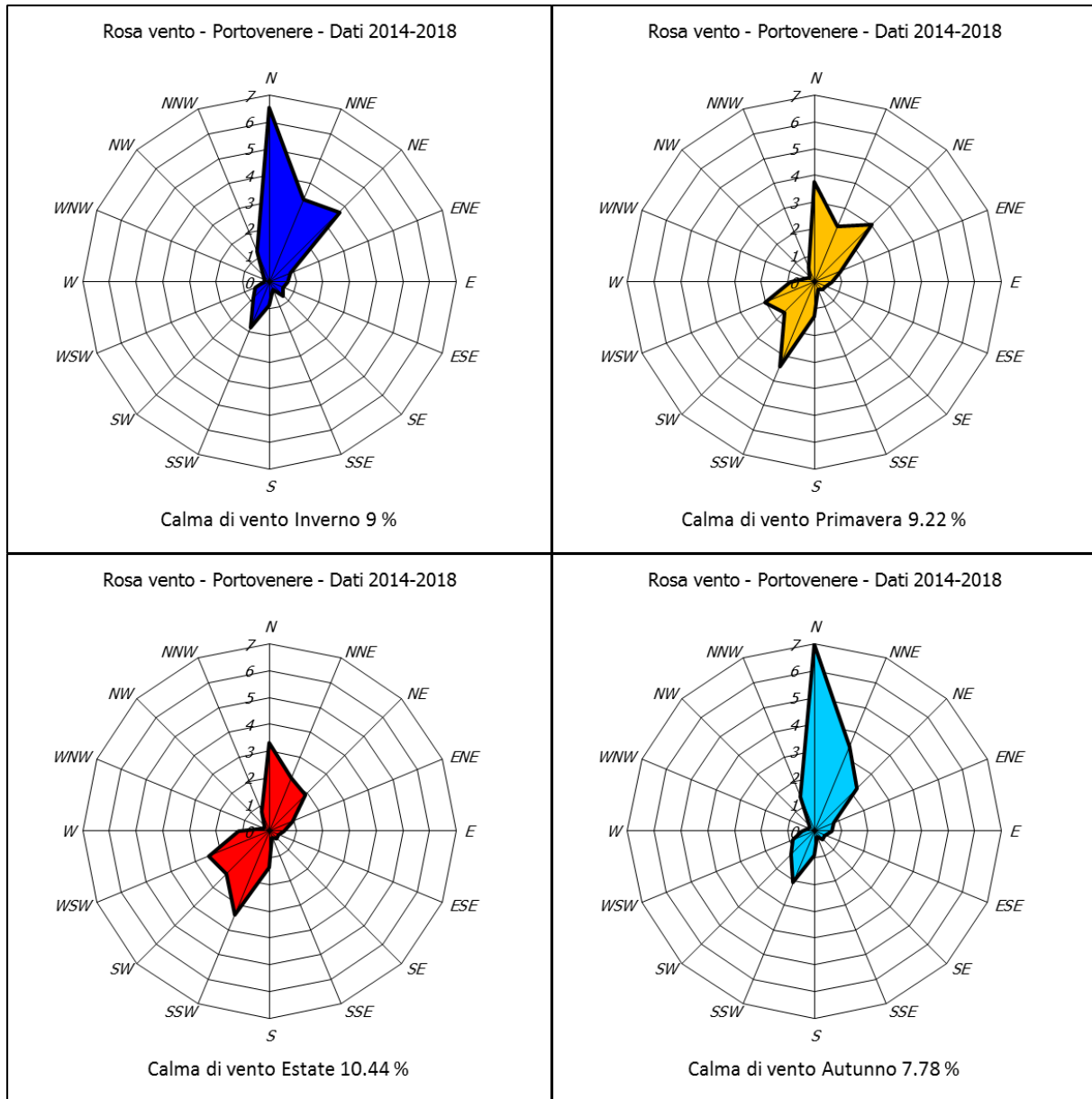


Figura 2.2.22 – Rose del vento stagionali nella stazione di Portovenere

L'analisi dei dati di velocità del vento mostra valori mediamente più alti per le stazioni in collina 3.4 m/s sull'intero periodo nella stazione di Monte Rocchetta (405 m slm) e 3.3 m/s in quella di Monte Beverone (220 m slm). A livello mensile la media più alta si riscontra a febbraio a Monte Rocchetta, valore di 4.5 m/s. Nella stazione di La Spezia (35 m slm), tutti i valori medi mensili non superano mai i 3 m/s (massimi in febbraio e marzo 2.9 m/s). L'analisi della media dei massimi, mostra come in generale il mese maggiormente interessato da venti forti nell'area in esame sia gennaio, valori massimi in tre delle quattro postazioni di monitoraggio. Gli episodi però più intensi in assoluto sono stati registrati, nel mese di marzo 2015, nelle postazioni collinari, con raffiche che hanno raggiunto i 30.9 e 35.8 m/s rispettivamente nelle postazioni di Monte Beverone e Monte Rocchetta, e, nel mese di

ottobre 2018, nelle postazioni a livello del mare, con raffiche di 34 e 47.5 m/s rispettivamente nelle postazioni di Portovenere e La Spezia.

Per quanto riguarda le direzioni di provenienza, in generale in tutte le postazioni e per tutte le stagioni emerge in prima analisi come le componenti principali siano quelle di provenienza dai settori settentrionali e meridionali. L'analisi delle singole rose mette in evidenza per Monte Rocchetta come la componente meridionale sia ruotata verso i settori SSW e SW e siano maggiori nel periodo estivo, oltre il 5%, mentre in quello invernale sono inferiori al 2%. Le percentuali di calma si attestano intorno al 6%. Le rose della stazione di Monte Beverone confermano il maggiore afflusso d'aria dai settori meridionali nei periodi caldi, quasi il 7% in estate e oltre il 5.5% in primavera e evidenziano una rotazione delle componenti settentrionali verso il settore NNE. Le percentuali di calma che sull'intero periodo risultano essere del 7%, sono però molto più alte nei periodi freddi, oltre il 14% in inverno e intorno al 10.6% in autunno e marginali, inferiori al 2%, nei periodi caldi. Le rose di Portovenere mostrano una netta prevalenza delle provenienze dai settori settentrionali nelle stagioni fredde, oltre il 6.5% in inverno e quasi il 7% in autunno, mentre nelle stagioni calde il vento è equamente distribuito con percentuali comprese tra il 3 e il 4% sia per le provenienze da N che per quelle da SSW. Le percentuali di calma sull'intero periodo risultano essere di poco superiori al 9%. Infine, per quanto riguarda la stazione di La Spezia, si rileva una percentuale maggiore di casi di calma, raggiungendo il 13% sull'intero periodo, con una conseguente distribuzione più omogenea sulle provenienze dagli altri settori, soprattutto da quelli settentrionali che vanno nelle stagioni fredde da NW a ENE.

3 CARATTERIZZAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

3.1 Quadro normativo

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

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

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

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

alcuni dei valori fissati nelle zone in cui hanno difficoltà a rispettarli (la conformità ai valori limite fissati per il PM₁₀ si rivela infatti problematica per quasi tutti gli Stati membri dell'UE).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Data raggiungimento obiettivo: 31/12/2012 (art. 9 – comma 2 del D. Lgs.)

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

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

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

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

Tabella 3.1.5 – Valori obiettivo e obiettivi a lungo termine per l'ozono (O₃) (Allegato VII D. Lgs. 155/10)

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

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

⁽²⁾ AOT40 (espresso in µg/m³h) si intende la somma della differenza tra le concentrazioni > 80 µg/m³ e 80 µg/m³ rilevate in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00 (ora dell'Europa centrale).

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

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

Tabella 3.1.6 – Soglie di informazione e allarme per l'ozono (O₃) (Allegato XII D. Lgs. 155/10)

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

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

3.2 L'inventario delle emissioni

L'inventario delle emissioni in atmosfera rappresenta uno degli strumenti conoscitivi a supporto della gestione della qualità dell'aria a livello regionale, in quanto raccoglie in un unico database i valori delle emissioni, in un'unità spazio-temporale definita, disaggregati per attività (ad es. trasporti, allevamenti, industria), unità territoriale (ad es. regione, provincia, comune) e temporale (un anno, un mese, un'ora ecc.), combustibile utilizzato (benzina, gasolio, metano, ecc.), inquinante (NO_x , CO, ecc.) e tipologia di emissione (puntuale, diffusa, ecc.). L'inventario viene redatto e periodicamente aggiornato in ottemperanza all'art. 22 del D. Lgs.155/2010, secondo il quale le Regioni devono predisporlo con cadenza almeno triennale ed anche in corrispondenza della scalatura provinciale dell'inventario nazionale dell'ISPRA, l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, ovvero ogni 5 anni.

L'inventario delle emissioni in atmosfera della Regione Liguria è lo strumento che consente di stimare l'entità e la distribuzione delle principali sorgenti di emissione sul territorio regionale e pertanto la pressione esercitata da tali sorgenti sulla qualità dell'aria ambiente. L'inventario delle emissioni è uno degli strumenti necessari a delineare il quadro conoscitivo che deve essere contenuto nel Piano Regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria.

L'inventario regionale contiene la stima delle quantità emesse da tutte le sorgenti sia naturali (ad esempio composti organici emessi dalla vegetazione) che antropiche (impianti industriali, trasporti, impianti termici) presenti sull'intero territorio regionale di:

- principali inquinanti ovvero ossidi di azoto (NO_x), ossidi di zolfo (SO_2), monossido di carbonio (CO), particolato solido fine di diametro inferiore a $10 \mu\text{m}$ e a $2.5 \mu\text{m}$ (PM_{10} e $\text{PM}_{2.5}$), carbonio organico volatile (COV);
- gas serra ovvero biossido di carbonio (CO_2), metano (CH_4), protossido di azoto (N_2O);
- benzene (C_6H_6); idrocarburi policiclici aromatici (IPA), ammoniaca (NH_3) e altri inquinanti quali i metalli (arsenico, cadmio, nichel, piombo, cromo, mercurio, rame, selenio, zinco).

L'ultimo aggiornamento disponibile dell'inventario è riferito al 2011. In occasione dell'ultimo aggiornamento è stata anche rivalutata la serie storica riferita agli anni 1995, 1999, 2001, 2005, 2008.

Il D.Lgs. n. 155/2010 indica nella versione più aggiornata del manuale EMEP-EEA, pubblicato sul sito dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (e nei documenti elaborati dall'ISPRA già APAT)¹, la metodologia di riferimento per la realizzazione di un inventario delle emissioni in atmosfera. La metodologia, denominata EMEP/CORINAIR fino al 2007, dal 2009 EMEP-EEA, contiene i metodi di stima per quantificare le emissioni associate a

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

ciascuna attività antropica o naturale. La classificazione delle emissioni si articola in Macrosettori, Settori ed Attività emissive catalogate (fino al 2007) secondo la nomenclatura SNAP97 (Selected Nomenclature for Air Pollution 97); le versioni successive al 2007 del manuale EMEP-EEA classificano le emissioni secondo la nomenclatura NFR (Nomenclature For Reporting).

In Tabella 3.2.1 è riportato il dettaglio della nomenclatura a livello di Macrosettore, che sarà richiamato nei commenti dei risultati dell’inventario regionale.

Tabella 3.2.1 - Elenco dei Macrosettori secondo la nomenclatura SNAP97

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

La Regione Liguria si è dotata di un sistema informativo di supporto all’inventario SIRAL (Sistema Informativo Regionale Ambientale Liguria) che raccoglie le informazioni necessarie alla stima delle emissioni quali indicatori di attività, fattori di emissione e variabili utilizzate per la disaggregazione spaziale delle emissioni. Nel sistema sono, inoltre, disponibili le stime delle emissioni sino al livello comunale o subcomunale: maglia di 1 kmq, punto (stabilimenti principali, banchine portuali, aeroporti) o linea (strade).

SIRAL E2gov2 (2011) è la sesta edizione dell’inventario regionale delle emissioni in atmosfera e raccoglie le stime a livello comunale per l’intera regione dei principali inquinanti e gas serra aggiornati al 2011 e dei relativi trend.

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

In Figura 3.2.1 e in Figura 3.2.2 si evidenzia il peso di ciascun macrosettore emissivo nel concorrere a formare il totale provinciale e regionale. Dall’analisi emerge che:

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

ma anche l'industria di trasformazione quali la raffinazione e il teleriscaldamento), che a livello regionale risulta rilevante solo nella formazione di SO_x (70%) e CO₂ (55%) a livello provinciale gioca invece un ruolo che, oltre ad essere ancora più rilevante, per SO_x (90%) e CO₂ (76%), ha un peso anche per l'NO_x (32%) e il N₂O (20%);

- il ruolo del macrosettore 02 "Combustione non industriale", risulta rilevante sia a livello regionale che provinciale per la formazione del PM_{2.5} (41 e 36%) e del PM₁₀ (36 e 31%);
- il ruolo del macrosettore 03 "Combustione nell'industria", a livello provinciale non risulta rilevante per nessun inquinante, mentre a livello regionale solo l'SO_x (11%) desta attenzione;
- il ruolo del macrosettore 04 "Processi produttivi" a livello provinciale non risulta rilevante per nessun inquinante, mentre a livello regionale solo il PM₁₀ (11%) desta attenzione;
- il ruolo del macrosettore 05 "Estrazione e distribuzione combustibili" concorre sia a livello provinciale che regionale solo nella formazione di CH₄, con una rilevanza che risulta essere rispettivamente del 67 e 75%;
- il ruolo del macrosettore 06 "Uso di solventi" concorre solo a livello regionale nella formazione di COV, con una rilevanza che risulta essere del 47%;
- il ruolo del macrosettore 07 "Trasporto su strada", a livello provinciale risulta rilevante in termini percentuali nell'ordine per CO, COV, N₂O, NO_x, PM_{2.5} e PM₁₀ (71, 60, 38, 34, 31 e 30%) e a livello regionale per CO, N₂O, NO_x, COV, PM_{2.5} e PM₁₀ (65, 43, 37, 24, 22 e 22%);
- il ruolo del macrosettore 08 "Altre sorgenti mobili e macchinari" è rilevante sia a livello regionale che provinciale nella formazione di NO_x, con un peso che risulta essere rispettivamente del 36 e 30%;
- il ruolo del macrosettore 09 "Trattamento e smaltimento dei rifiuti", non risulta essere rilevante, né a livello provinciale né a quello regionale per nessun inquinante;
- il ruolo del macrosettore 10 "Agricoltura", risulta rilevante sia a livello regionale che provinciale per la formazione di NH₃ (59 e 65%), e di N₂O (28 e 26%);
- il ruolo del macrosettore 11 "Altre sorgenti e assorbenti" risulta rilevante a livello provinciale per la formazione dei COV (24%).

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

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

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

Tabella 3.2.2 – Emissioni nella Provincia di La Spezia nel 2011 ripartite per Macrosettori

Id MSett	CH ₄ (ton)	CO (ton)	CO ₂ (kton)	COV (ton)	N ₂ O (ton)	NH ₃ (ton)	NO _x (ton)	PM ₁₀ (ton)	PM _{2.5} (ton)	PTS (ton)	SO ₂ (ton)
01	1	1085	2988	14	17	16	2324	71	34	104	3220
02	213	981	283	129	6	17	208	169	164	180	55
03	0	27	67	1	0	0	73	1	1	1	19
04	0	0	0	56	0	0	0	26	3	56	0
05	1817	0	0	268	0	0	0	0	0	1	0
06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07	88	6658	463	2328	33	29	2466	164	141	194	15
08	11	333	129	127	7	0	2166	80	80	80	272
09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	292	0	0	44	22	122	0	5	2	7	0
11	10	229	3	937	1	3	6	28	28	38	2
Tot	2432	9314	3932	3903	86	188	7242	543	451	660	3584

Tabella 3.2.3 – Emissioni nella regione Liguria nel 2011 ripartite per Macrosettori

Id MSett	CH ₄ (ton)	CO (ton)	CO ₂ (kton)	COV (ton)	N ₂ O (ton)	NH ₃ (ton)	NO _x (ton)	PM ₁₀ (ton)	PM _{2.5} (ton)	PTS (ton)	SO ₂ (ton)
01	67	2943	7993	69	28	22	6136	128	71	213	8232
02	1838	8400	2165	1112	45	145	1605	1475	1423	1574	768
03	16	486	744	78	12	9	1680	21	19	26	1250
04	584	200	156	744	0	2	12	467	92	961	159
05	9309	0	0	1784	0	0	0	4	1	9	0
06		0		16030			7	11	8	16	0
07	467	35593	2562	8281	190	165	13262	890	769	1043	81
08	70	2155	809	821	35	0	12787	520	520	520	1159
09		20		151			82	2	0	4	117
10	1316	5	0	224	124	583	0	44	11	54	0
11	208	4740	70	4558	12	62	133	576	576	780	44
Tot	13876	54542	14498	33850	445	987	35704	4140	3491	5201	11812

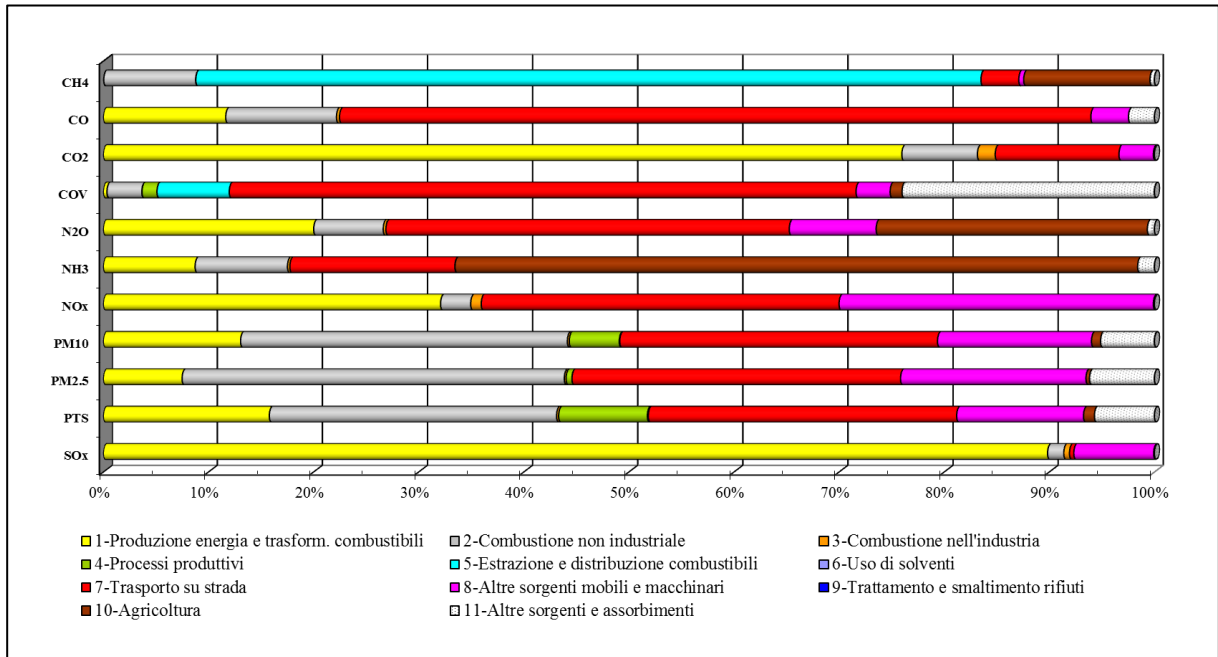


Figura 3.2.1 – Provincia di La Spezia - Emissioni % per Macrosettori nel 2011

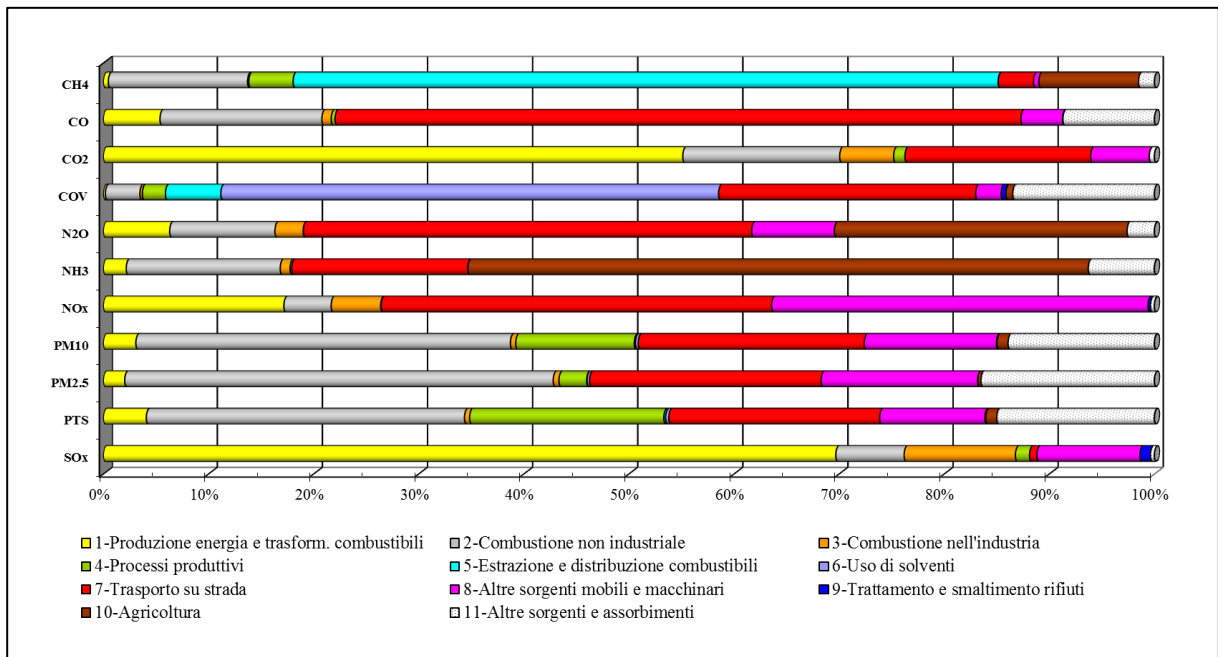


Figura 3.2.2 – Regione Liguria - Emissioni % per Macrosettori nel 2011

3.3 La rete di monitoraggio della qualità dell'aria

In Liguria sono operanti, fin dai primi anni '90, stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria organizzate in quattro principali reti fisse relative alle quattro province liguri. Al fine di adeguare il sistema di monitoraggio sia dal punto di vista gestionale che strumentale, è stata approvata la Legge Regionale n. 12 del 06 giugno 2017 che, in attuazione di quanto stabilito dalla normativa nazionale, stabilisce in capo alla Regione la competenza alla valutazione della qualità dell'aria ed affida ad ARPAL la gestione e controllo della rete di misura e dei modelli di valutazione. La legge stabilisce anche le procedure di riordino per il trasferimento di risorse che decorre dal 1° luglio 2017 e la norma finanziaria per gli oneri derivanti dall'applicazione della legge.

I dati del monitoraggio regionale della qualità dell'aria possono essere prelevati e consultati alla voce banche dati dei servizi on-line:

<http://www.banchedati.ambienteinliguria.it/index.php/aria/qualita-dell-aria>.

In Tabella 3.3.1 per ogni stazione viene riportato la tipologia e l'elenco degli inquinanti rilevati da ognuna delle stazioni della rete utilizzate per la valutazione regionale.

Tabella 3.3.1 – Elenco delle stazioni e dei relativi monitor utilizzate per la valutazione regionale

Prov.	Comune	Stazione	Tip.	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}	Benzene
GE	Busalla	Piazza Garibaldi	TU	X	X	X		X		X
GE	Busalla	Sarissola	IS	X	X					X
GE	Campomorone	Campora	IS							X
GE	Chiavari	Via Assarotti	TS		X	X		X		
GE	Cogoleto	Via Gioventu'	FS	X	X	X		X		X
GE	Genova	Corso Buenos Aires	TU		X			X		X
GE	Genova	Corso Europa	TU		X	X		X		X
GE	Genova	Corso Firenze	FU	X	X	X	X	X		
GE	Genova	Multedo – Pegli	IU	X	X	X		X		
GE	Genova	Parco Acquasola	FU	X	X		X			
GE	Genova	Piazza Masnata	TU		X					
GE	Genova	Quarto	FU	X	X	X	X	X	X	X
GE	Genova	Via Buoizzi	TU	X	X	X				X
GE	Genova	Via Pastorino– Bolzaneto	TU		X	X				
GE	Passo Dei Giovi	Passo Dei Giovi	FR		X		X			
GE	Propata	Propata	FR	X	X		X			
GE	Rapallo	Campo Sportivo Macera	TU		X	X		X		X
IM	Sanremo	Giardini Regina Elena	FU	X	X	X	X			
SP	Bolano	Bolano	FR	X	X		X			
SP	La Spezia	Chiappa	FS		X		X			
SP	La Spezia	Chiodo-Amendola	TU		X			X		
SP	La Spezia	Fossamastra	IU	X	X	X		X	X	

Prov.	Comune	Stazione	Tip.	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}	Benzene
SP	La Spezia	Maggiolina	FU	X	X	X	X	X	X	
SP	La Spezia	Piazza Saint Bon	TU		X	X		X		X
SP	La Spezia	San Cipriano – Libertà	TU	X	X	X		X	X	
SP	La Spezia	San Venerio	--	X	X					
SP	Portovenere	Le Grazie	--	X	X					
SP	Santo Stefano Magra	Santo Stefano Magra	TS	X	X	X		X		
SV	Albenga	Regione Cavallo	TU	X	X	X		X	X	
SV	Albisola Superiore	Corso Ferrari	TU			X		X		X
SV	Cairo Montenotte	Localita' Bragno	IS	X	X			X	X	X
SV	Cairo Montenotte	Localita' Farina	IS		X			X	X	
SV	Cairo Montenotte	Localita' Mazzucca	IS	X	X			X	X	X
SV	Carcere	Carcare	TS	X	X	X		X		
SV	Cengio	Cengio	FR	X		X	X	X		
SV	Quiliano	Mercato Generale	IS	X	X		X	X	X	X
SV	Savona	Corso Ricci	TU		X	X		X		X
SV	Savona	Varaldo	FU	X	X		X	X	X	X
SV	Savona	Via San Lorenzo	TU					X	X	
SV	Vado Ligure	Via Aurelia - Via Ferraris	TU	X	X			X	X	X

Legenda Tipologia: T=Traffico; F=Fondo; I=Industriale

U=Urbano; S=Suburbano; R=Rurale

3.4 Lo stato attuale della qualità dell'aria

In questo paragrafo viene analizzato lo stato attuale della qualità dell'aria nel periodo 2014-2018, analizzando i dati delle 7 stazioni della rete regionale presenti nel Comune di La Spezia (Figura 3.4.1 e Tabella 3.4.1).

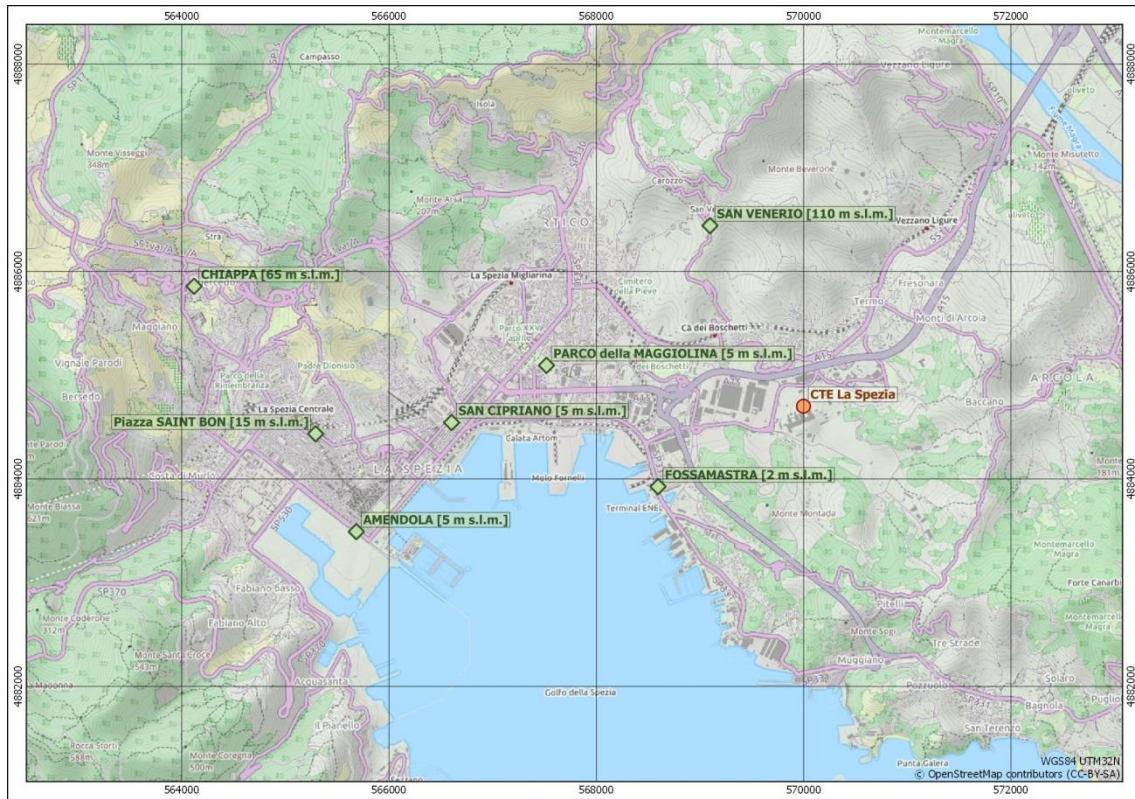


Figura 3.4.1 – Centrale Enel di La Spezia e stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria

Tabella 3.4.1 – Localizzazione stazioni del Comune di La Spezia

Stazione	Tipologia	Latitudine	Longitudine	Quota (m slm)
		N	E	
Chiappa	FS	44.12309	9.80141	65
Chiodo-Amendola	TU	44.10165	9.82068	5
Fossamastra	IU	44.10529	9.85711	2
Maggiolina	FU	44.11592	9.84381	5
Piazza Saint Bon	TU	44.11018	9.81589	15
San Cipriano – Libertà	TU	44.11104	9.83230	5
San Venerio	--	44.12790	9.86371	110

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

3.4.1 Biossido di zolfo

Per il biossido di zolfo (SO_2) nel quinquennio 2014-2018 non vi sono stati superamenti né del valore limite orario di $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e né del valore limite giornaliero di $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in nessuna delle postazioni della rete di monitoraggio presenti nel Comune di La Spezia. Il biossido di zolfo si conferma, oramai già da alcuni anni, un inquinante primario non critico nell'area in esame; ciò è dovuto alle sostanziali modifiche sui tipi di combustibili utilizzati, che negli ultimi decenni, hanno portato ad un sempre maggiore utilizzo di metano a scapito del gasolio e alla riduzione generale del tenore di zolfo in tutti i combustibili, in particolare nei combustibili diesel.

3.4.2 Monossido di carbonio

Anche per il monossido di carbonio (CO) le concentrazioni rilevate nelle postazioni della rete di monitoraggio presenti nel Comune di La Spezia nel quinquennio 2014-2018 sono al di sotto del limite di $10 \text{ mg}/\text{m}^3$, calcolato come valore massimo giornaliero su medie mobili di 8 ore (Figura 3.4.2).

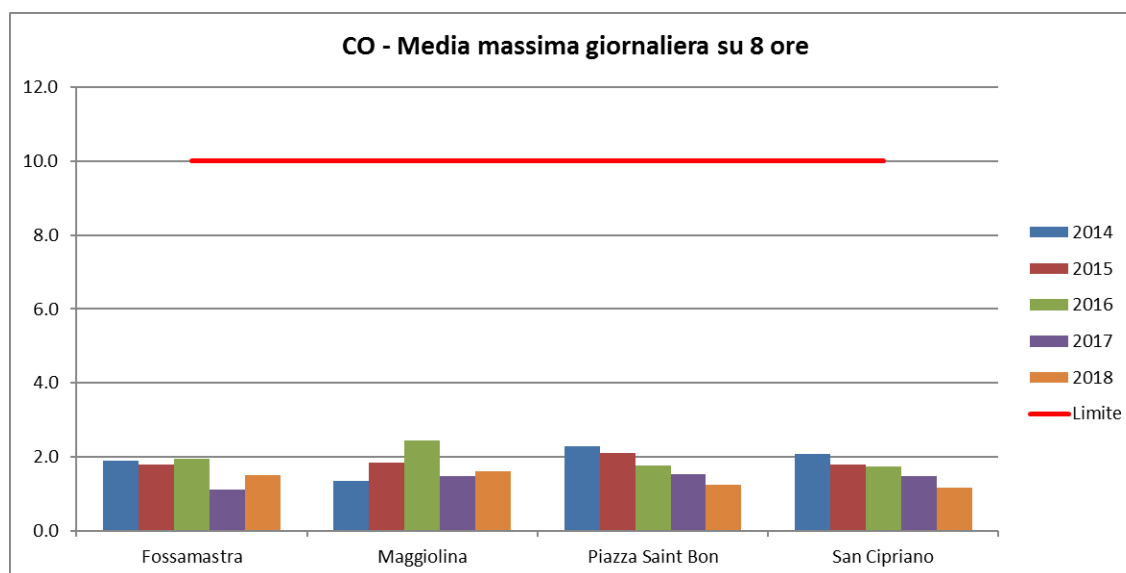


Figura 3.4.2 – Monossido di carbonio. Medie massime giornaliere su 8 ore nel quinquennio 2014-2018 nelle postazioni della rete di monitoraggio presenti nel Comune di La Spezia

3.4.3 Biossido di azoto e ossidi di azoto totali

Per quanto riguarda il valore medio annuo, del biossido di azoto (NO₂), nelle sette postazioni della rete di monitoraggio, presenti nel Comune di La Spezia nel quinquennio 2014-2018 (Figura 3.4.3), si riscontrano superamenti, del valore limite di 40 µg/m³, nelle postazioni di Chiodo-Amendola, 2015 e 2016, Fossamastra 2015 e San Cipriano – Libertà 2017 e 2018 dove si riscontra il valore massimo di 44.5 µg/m³.

Per quanto riguarda il limite orario di 200 µg/m³; da non superare per più di 18 volte l'anno, non si sono avuti superamenti in nessuna delle stazioni.

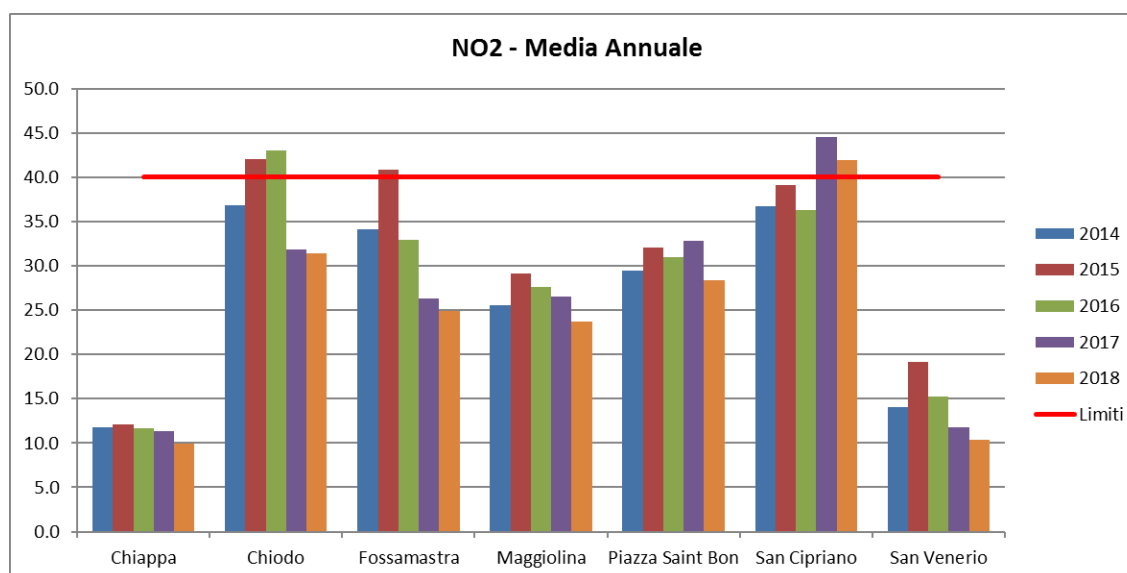


Figura 3.4.3 – Biossido di azoto. Medie annuali nel quinquennio 2014-2018 nelle postazioni della rete di monitoraggio presenti nel Comune di La Spezia

3.4.4 Ozono

L'analisi dei dati di ozono (O_3), nelle postazioni della rete di monitoraggio, presenti nel Comune di La Spezia nel quinquennio 2014-2018 non evidenzia nessun superamento della soglia di informazione oraria di $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, definita come il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana, in caso di esposizione di breve durata, per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione.

Per quanto riguarda la protezione della salute umana, il valore relativo alla massima media mobile giornaliera su otto ore, viene confrontato con il valore obiettivo di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$; che non deve essere superato per più di 25 volte per anno civile come media sui 3 anni. Tale valore obiettivo rappresenta la concentrazione di ozono al di sotto della quale si ritengono improbabili effetti nocivi diretti sulla salute umana e devono essere conseguiti nel lungo periodo (obiettivo a lungo termine) al fine di fornire un'efficace protezione della popolazione. Tra le due postazioni nel quale l' O_3 è stato monitorato, il valore obiettivo non viene mai superato per più di 25 volte come media su 3 anni, da segnalare però che sul singolo anno nella postazione Chiappa si hanno rispettivamente 29 e 27 superi nel 2015 e 2017 (Figura 3.4.4).

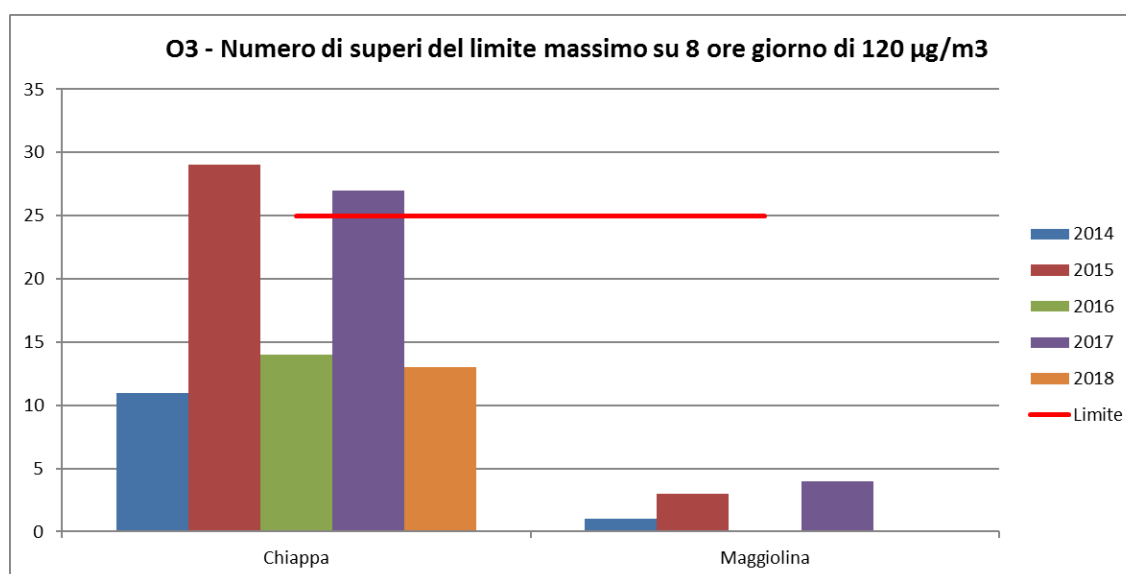


Figura 3.4.4 – Ozono. Numero di superi del limite massimo su 8 ore giorno di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel quinquennio 2014-2018

nelle postazioni della rete di monitoraggio presenti nel Comune di La Spezia

Per quanto riguarda il valore medio annuo, del particolato PM_{10} , nelle postazioni della rete di monitoraggio, presenti nel Comune di La Spezia nel quinquennio 2014-2018 (Figura

3.4.5), non si riscontrano superamenti, del valore limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con valori che oscillano intorno ai $20\text{-}25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in tutte le postazioni per tutto il periodo analizzato.

Anche per quanto riguarda il limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$; da non superare per più di 35 volte l'anno (Figura 3.4.6), non si hanno superamenti del limite di legge.

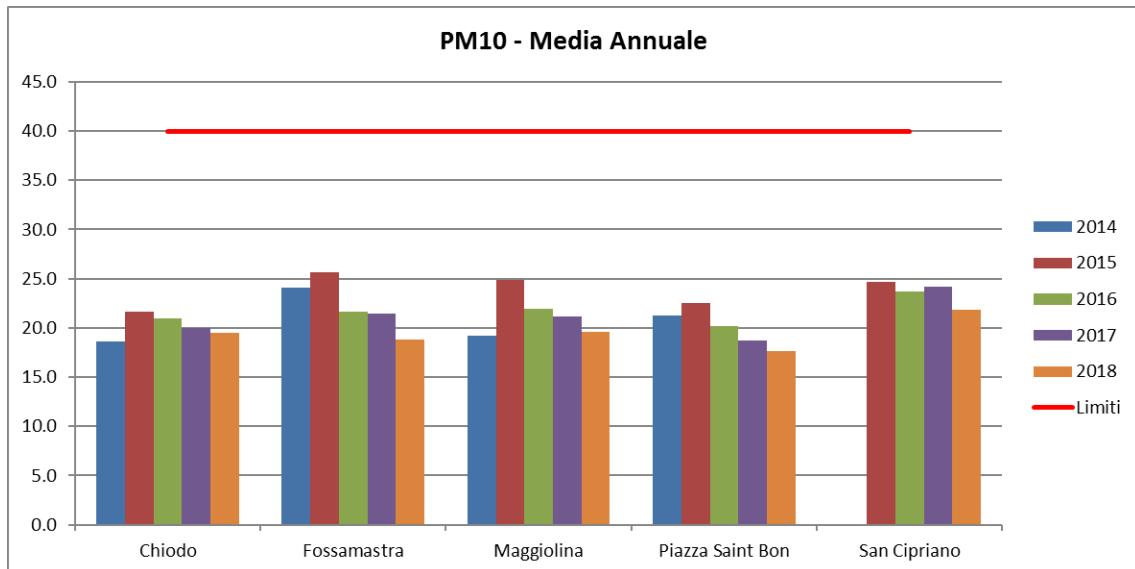


Figura 3.4.5 – Particolato PM₁₀. Medie annuali nel quinquennio 2014-2018 nelle postazioni della rete di monitoraggio presenti nel Comune di La Spezia

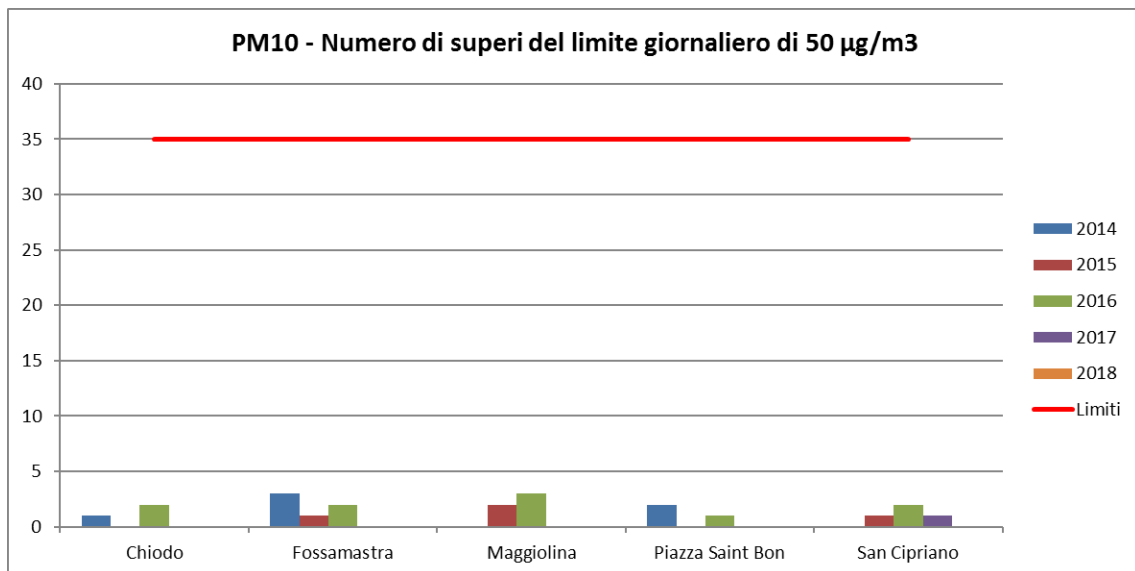


Figura 3.4.6 – Particolato PM₁₀. Numero di superi del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel quinquennio 2014-2018 nelle postazioni della rete di monitoraggio presenti nel Comune di La Spezia

3.4.5 Particolato PM_{2.5}

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

Per quanto riguarda il valore medio annuo, del particolato PM_{2.5}, nelle postazioni della rete di monitoraggio, presenti nel Comune di La Spezia nel quinquennio 2014-2018 (Figura 3.4.7), non si riscontrano superamenti, del valore limite di 25 µg/m³, con valori che raggiungono al massimo i 16.3 µg/m³, nella postazione di San Cipriano – Libertà.

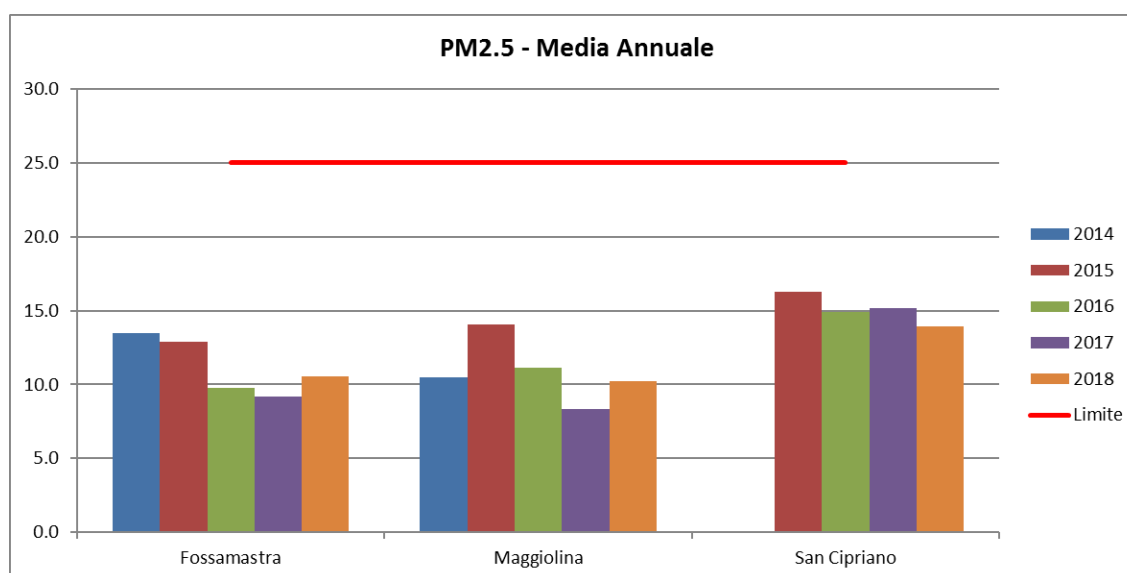


Figura 3.4.7 – Particolato PM_{2.5}. Medie annuali nel quinquennio 2014-2018 nelle postazioni della rete di monitoraggio presenti nel Comune di La Spezia

3.4.6 Benzene

Il Benzene (C_6H_6) nella postazione della rete di monitoraggio, presente nel Comune di La Spezia nel quinquennio 2014-2018 (Figura 3.4.8), non rappresenta un problema con i valori medi annui, che si attestano sui $2 \mu g/m^3$, a fronte di un valore limite pari a $5 \mu g/m^3$.

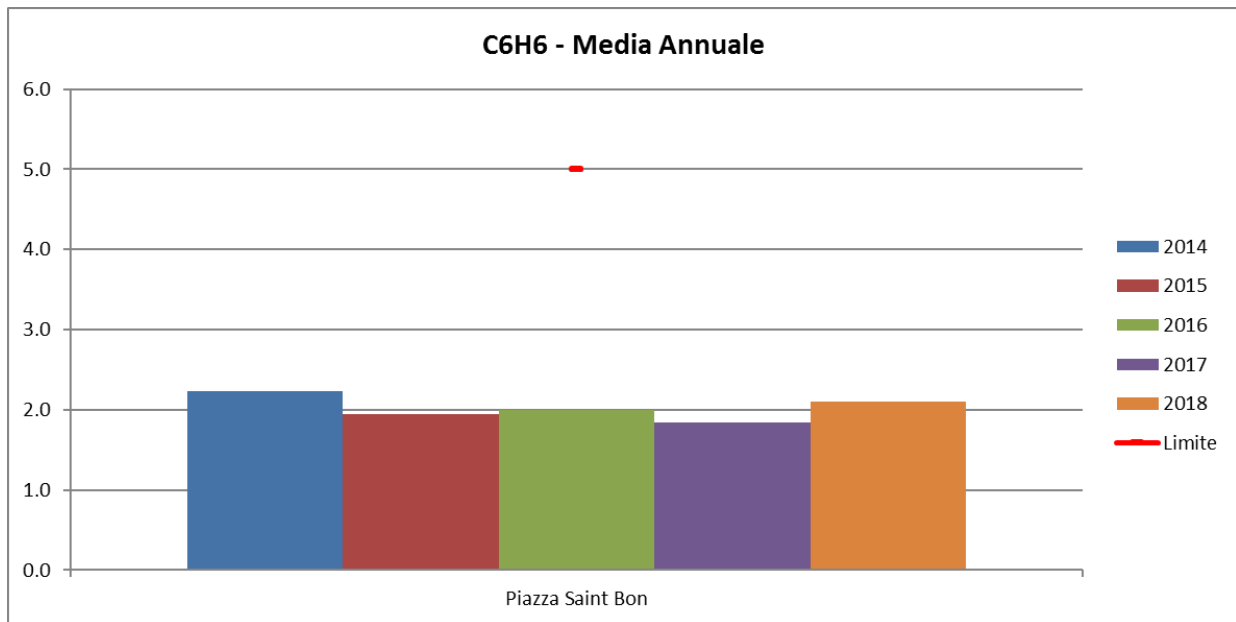


Figura 3.4.8 – Benzene. Medie annuali nel quinquennio 2014-2018 nella postazione della rete di monitoraggio presente nel Comune di La Spezia

4 STIMA E VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI SULLA COMPONENTE ATMOSFERA

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

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

1. Autorizzato: esistente gruppo SP3 alimentato a carbone;
2. Progetto Proposto fase 1: il nuovo SP5 alimentato a gas naturale in ciclo aperto (OCGT);
3. Progetto Proposto fase 2: il nuovo SP5 alimentato a gas naturale in ciclo combinato (CCGT).

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

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

4.1 Fase di realizzazione

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

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

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

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

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

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

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

- costante e periodica bagnatura o pulizia delle strade;
- pulizia delle ruote dei veicoli in uscita dal cantiere e dalle aree di approvvigionamento e conferimento materiali, prima che i mezzi impegnino la viabilità ordinaria;
- copertura con teloni dei materiali polverulenti trasportati;
- idonea limitazione della velocità dei mezzi sulle strade di cantiere non asfaltate (tipicamente 20 km/h);
- bagnatura periodica dei cumuli di materiale polverulento stoccato nelle aree di cantiere, o loro copertura con teli nei periodi di inattività e durante le giornate con vento intenso;
- sospensione delle operazioni di demolizioni e movimentazioni di materiali polverulenti durante le giornate con vento intenso;
- bagnatura dei manufatti durante la demolizione delle strutture edili, al fine di minimizzare la formazione e la diffusione di polveri.

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

Il terreno di risulta derivante dalle attività di scavo sarà posto in apposite aree di stoccaggio in attesa di riutilizzo in aree pavimentate o impermeabilizzate e coperte con teli per evitare la dispersione di polveri. Inoltre, i cumuli di terre saranno bagnati nell'ambito delle usuali operazioni di contenimento della polverosità dei piazzali e delle strade di cantiere. Il progetto prevede di massimizzare il riutilizzo delle terre di risulta. Qualora le terre scavate risultino non idonee, per caratteristiche geotecniche, o in eccesso per i rinterri, esse saranno gestite come rifiuto, pertanto poste in apposite aree dedicate e in seguito caratterizzate ai fini dell'attribuzione del codice CER; successivamente tramite mezzi idonei al loro trasporto secondo quanto previsto dalla normativa vigente, trasportate e conferite in discariche od impianti di trattamento autorizzati.

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

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

4.1.1 Descrizione delle attività di cantiere

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

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

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

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

- preparazione del sito;
- connessioni stradali;
- costruzioni temporanee di cantiere;
- eventuale trattamento di vibroflottazione o vibrocompattazione dei terreni;
- nuovo collegamento al sistema acqua di circolazione;
- fondazioni profonde e superficiali di macchinari principali e secondari;
- fondazioni profonde e superficiali di edifici principali e secondari;
- interventi di adattamento cavalletto TV esistente;
- fondazione camino principale e di by-pass;
- diesel di emergenza, vasca di contenimento e fondazioni;
- trasformatore, vasca di contenimento e fondazioni;
- fondazioni e strutture di cable/pipe rack;
- fondazione per serbatoi;
- pozzetti, tubazioni e vasche di trattamento acque sanitarie;
- interventi di adeguamento sul canale di opera di presa per inserimento nuove pompe;
- rete interrati (fognature, vie cavo sotterranee, conduits, drenaggi, etc.);
- vasca di prima pioggia;
- recinzione;
- aree parcheggio;
- strade interne e illuminazione, parcheggi;
- eventuale sistemazione a verde.

Le prime attività da eseguirsi saranno quelle relative alla preparazione delle aree di lavoro per l'installazione delle infrastrutture di cantiere (uffici, spogliatoi, officine, etc.) e le

demolizioni di parti di impianto che risultano interferenti con il layout delle nuove attrezzature.

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

- salvaguardie meccaniche ed elettriche per parti di impianto coinvolte nelle demolizioni, compreso il rerouting del pipe rack afferente alla stazione gas, etc.;
- demolizioni impianti e macchinari presenti in area trattamento acque reflue;
- demolizione magazzino materiali pesanti;
- demolizione edifici servizi industriali;
- demolizione attrezzature fossa bombole idrogeno;
- demolizione platee e strade esistenti per permettere l'inizio dei lavori di fondazione del nuovo turbogruppo;
- realizzazione edificio elettrico;
- montaggio TG e relativo trasformatore;
- montaggio edificio TG;
- montaggi elettrici;
- montaggio nuova stazione gas.

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

- scavi e sottofondazioni nuove attrezzature;
- fondazioni GVR e nuova turbina;
- montaggio GVR, comprensivo di camino;
- adeguamenti in sala macchina per TV e smontaggio TV esistente Gr.4 e demolizione condensatore;
- demolizione parziale del cavalletto turbina per futuro alloggiamento nuova TV;
- demolizione generatore TV4;
- montaggio nuova TV con relativo nuovo condensatore.

4.1.1.1 Area di cantiere

L'area che si rende necessaria per l'installazione di un CCGT da circa 840 MWe è di circa 25'000 m², da utilizzare per gli uffici Enel & Contractors di costruzione / commissioning (7'000 m² previsti) e le aree materiali di stoccaggio (18'000 m² previsti).

All'interno dell'impianto sono stati individuati circa 21'500 m² da destinare alle facilities, sia per l'Enel che per l'Appaltatore. Queste aree dovranno essere preventivamente sgombrate da alcuni baraccamenti (magazzini) e dai materiali temporaneamente ivi depositati. Lo stato e l'estensione delle aree disponibili è illustrata nella seguente Figura 4.1.1, dove sono riportate:

- AREA A: ca. 6'500 m²
- AREA B: ca. 10'000 m²
- AREA C: ca. 5'000 m²

Tutte queste aree saranno pertanto occupate durante la fase di cantiere. Poiché però tali aree potranno essere interessate anche da altri progetti Enel (soprattutto area B) e quindi non essere sufficienti per l'allestimento delle aree logistiche necessarie per lo stoccaggio dei materiali. Pertanto, oltre alle aree A-B-C sopra descritte (che verranno occupate totalmente), è stata individuata come disponibile e idonea all'uso anche l'area logistica D di stoccaggio, dell'ex carbonile ora bonificato (Val Fornola), che verrà pertanto utilizzata durante le fasi di cantiere, se non utilizzata per altri progetti Enel. Se da un lato l'estensione di tale area (circa 40'000 m²) rende tale scelta molto valida dal punto di vista strategico, dall'altro bisogna considerare che la stessa si colloca fuori dal perimetro di pertinenza di Centrale: come mostrato in Figura 4.1.2, gli automezzi di cantiere dovrebbero percorrere circa 1 km per arrivare al cancello di Centrale, e poi ulteriori 400-450 m per raggiungere le aree di costruzione. In alternativa potrà essere utilizzata l'area E di circa 13'000 m², rappresentata nella stessa Figura 4.1.2.

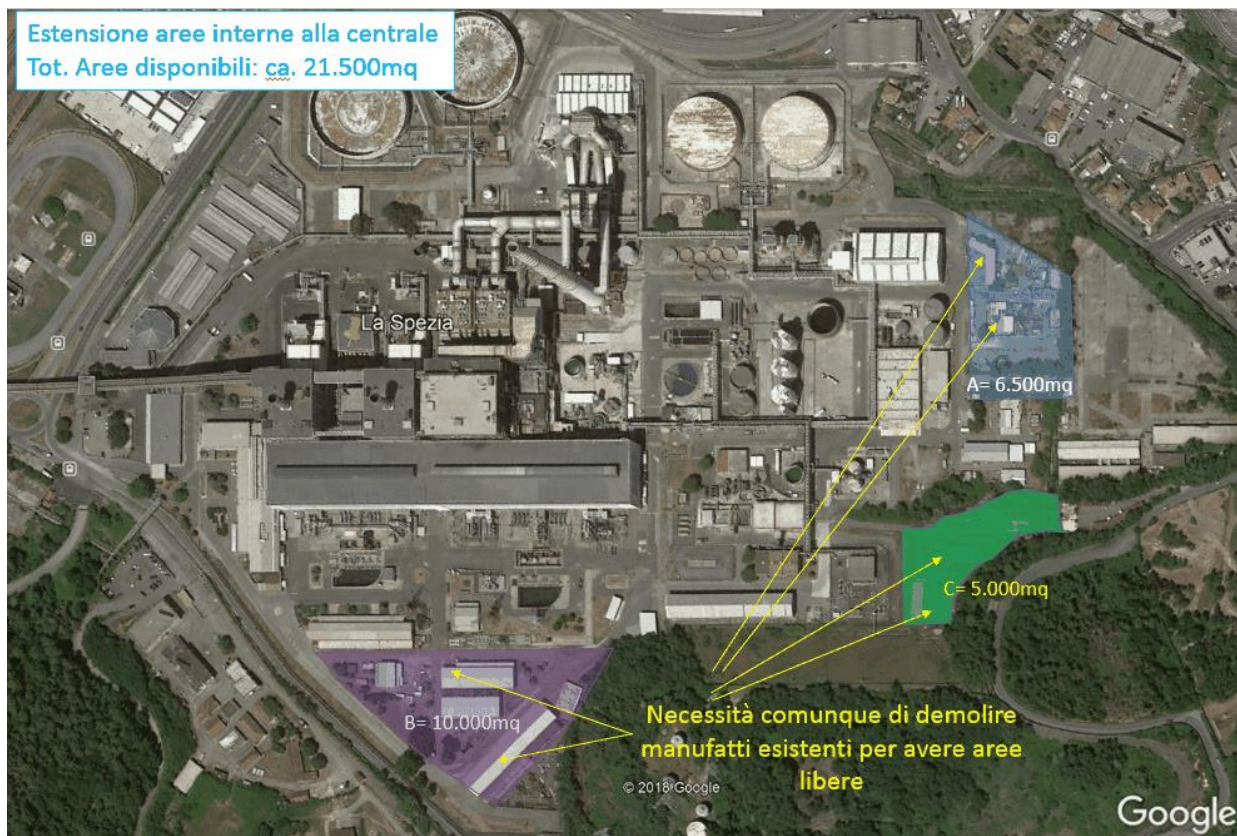


Figura 4.1.1 – Aree di cantiere (aree A-B-C)

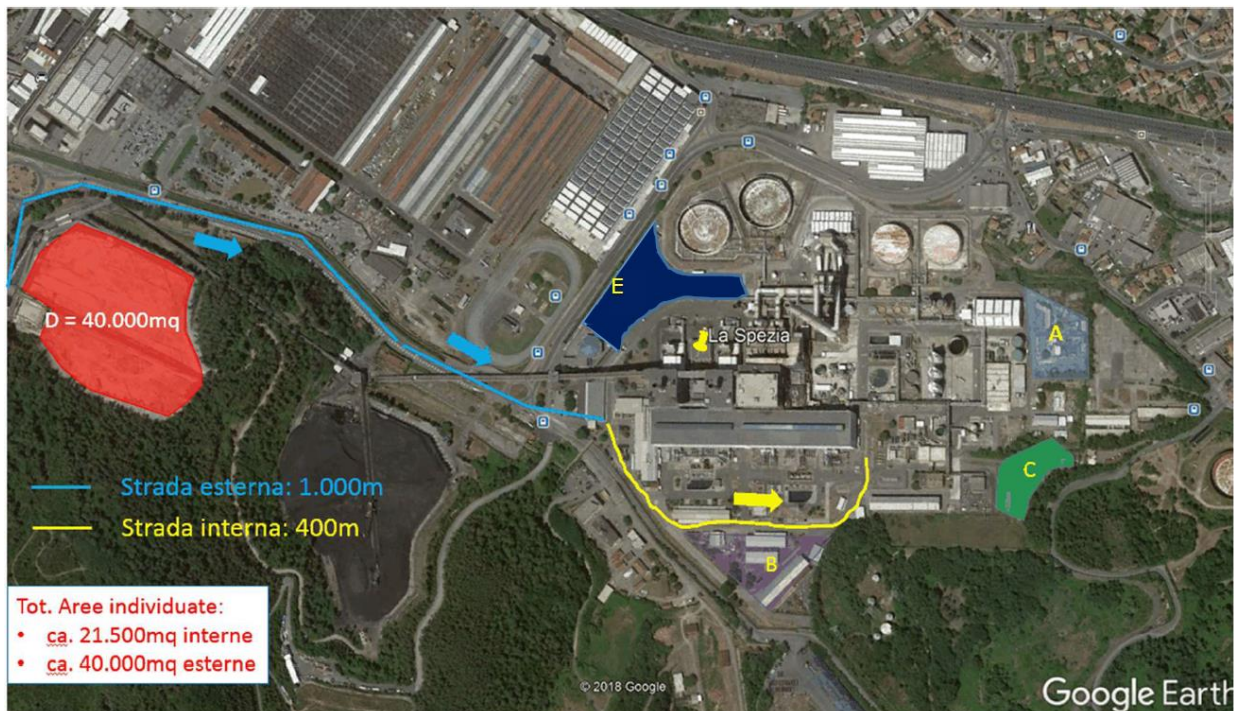


Figura 4.1.2 – Aree di cantiere (aree D-E)

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

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

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

4.1.1.2 Mezzi utilizzati per la costruzione

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

- Primi 12 mesi: fino a 15 camion/giorno;
- Rimanenti mesi: fino a 10 camion/giorno (media).

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

- Escavatori gommati e cingolati;

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

4.1.1.3 *Movimentazioni di terra*

Nella prima fase di funzionamento in ciclo aperto verranno realizzate la maggioranza degli scavi (circa 12'000 m³). Il volume di scavo previsto per il completamento del ciclo combinato è di 6'900 m³. Il volume totale di terra scavata sarà pari a 18'900 m³.

Le attività relative alle opere civili richiederanno scavi e trasporti a discarica per un quantitativo stimato di 4'000 m³ di terra.

4.1.1.4 *Programma cronologico*

Il programma cronologico include una prima fase di realizzazione del ciclo aperto (OCGT), a cui segue una seconda fase di costruzione della caldaia a recupero e della turbina a vapore (CCGT).

Dal cronoprogramma, riportato in Figura 4.1.3, si evince un periodo dedicato alle opere civili di circa 8 mesi per la prima fase, e di circa 10 mesi per la seconda fase.

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

- le lavorazioni più critiche come le opere civili (fondazioni) e i montaggi meccanici (montaggio camino di by-pass e montaggio del HRSG) sono maggiormente diluite nel tempo, consentendo quindi una miglior programmazione delle attività di cantiere ed un ridotto carico di manodopera su aree di impianto che, diversamente, risulterebbero sovraccariche;
- minori interferenze di piazzamento dei mezzi d'opera e, di conseguenza, possibilità di impiegare gru di portata inferiore;

- minori emissioni generate dai mezzi d’opera, considerata la non contemporaneità di molte lavorazioni e, di conseguenza, il minor rischio di superamento delle soglie limite di immissione.

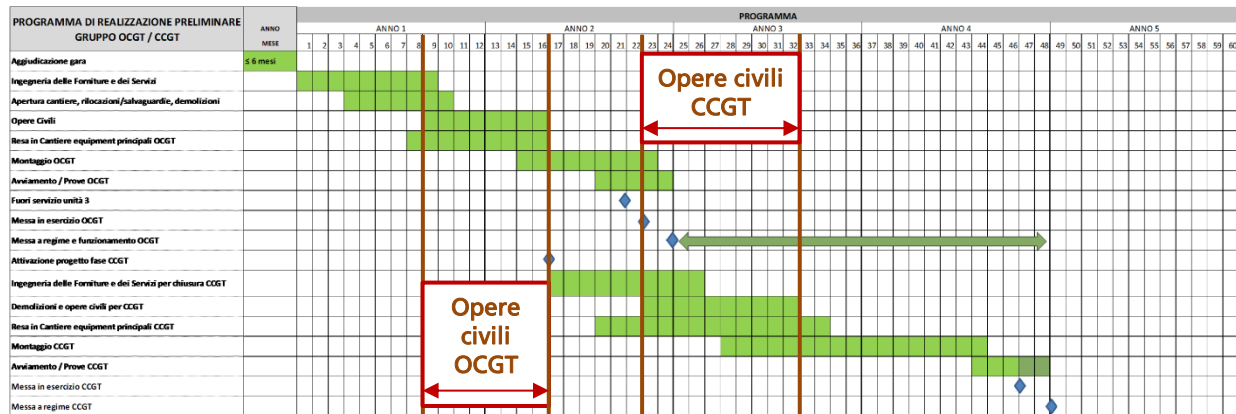


Figura 4.1.3 – Cronoprogramma

4.1.2 Stima delle emissioni in fase di cantiere

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

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

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

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

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

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

4.1.2.1 Polveri da attività di costruzione

4.1.2.1.1 Metodologia di stima delle emissioni

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

L'emissione complessiva nell'area varia notevolmente di giorno in giorno in funzione del livello e del tipo di attività svolte nel cantiere, oltre che delle condizioni meteorologiche in atto. Una stima accurata delle emissioni necessita, quindi, della conoscenza di un programma temporale molto dettagliato delle fasi di costruzione. In assenza di informazioni di sufficiente dettaglio, è possibile fare riferimento a metodologie più semplici, e al contempo più cautelative, che associano la quantità di polveri generate dalle operazioni cantieristiche alle dimensioni della superficie interessata ed al livello di attività atteso. A parità di tali condizioni, anche la natura del sito influenza significativamente le quantità di polveri generate. Tra i parametri del suolo più significativi si segnalano la polverosità (il suo contenuto in PM₇₅, o "silt") e l'umidità.

La stima delle emissioni generate dalla realizzazione del progetto proposto è nel seguito condotta assumendo la metodologia riportata nella pubblicazione *"Wrap Fugitive Dust Handbook"* del US-WRAP (Western Regional Air Partnership) e nella pubblicazione del Midwest Research Institute *"Estimating Particulate Matter Emissions From Construction Operations"* (MRI, 1999). Tale metodologia adotta le medesime assunzioni di quella consigliata dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (US-EPA) nella pubblicazione *"AP-42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors"* al capitolo *"13.2.3 Heavy Construction Operations"*. La preferenza per la metodologia US-WRAP è motivata dalla sua adozione di un fattore specifico per il PM₁₀ in luogo di un fattore generico per il particolato sospeso totale, fattore che inoltre risulta determinato su una base maggiore di dati misurati rispetto al singolo dato della pubblicazione AP-42.

Il "Livello 1" della pubblicazione US-WRAP riporta un fattore d'emissione per il PM₁₀ pari a 0.11 ton per acro e per mese (0.27 Mg/ha*mese). In presenza di stime attendibili sulla quantità delle terre da mobilitare ai fini delle attività cantieristiche, il "Livello 2" della citata metodologia permette di stimare con migliore confidenza l'emissione di PM₁₀ sulla base di un fattore d'emissione base pari a 0.011 ton per acro e per mese (0.027

Mg/ha*mese), a cui vanno sommati due ulteriori fattori specifici pari a 0.059 ton per 1'000 yd³ (0.077 kg/m³) di terra mobilitata on-site e 0.22 ton per 1'000 yd³ (0.288 kg/m³) di terra mobilitata off-site.

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

4.1.2.1.2 Stima delle emissioni

L'area di cantiere occuperà una superficie di circa 21'500 m² (aree denominate A-B-C), a cui potrebbe affiancarsi un'ulteriore area denominata D di 40'000 m² (cfr. paragrafo 4.1.1.1). Il progetto prevede lo scavo di circa 18'900 m³ di terre, di cui un quantitativo stimato di circa 4'000 m³ saranno conferiti ad impianti autorizzati (cfr. paragrafo 4.1.1.3), in un arco temporale complessivo di circa 18 mesi (cfr. paragrafo 4.1.1.4).

Pertanto, applicando il "Livello 2" della metodologia US-WRAP, assumendo in via cautelativa una superficie di cantiere di 61'500 m² (aree A-B-C ed area D – l'area E non viene invece considerata perché alternativa all'area D e di estensione inferiore) e considerando le operazioni svolte con orario lavorativo diurno (8 ore/giorno) e con due giorni di riposo settimanale (5 giorni/settimana), è possibile stimare, in termini cautelativi, un'emissione media oraria di PM₁₀ dall'intera area di cantiere di 1.4 kg/h.

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

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

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

4.1.2.2 Emissioni dai motori dei mezzi d'opera

4.1.2.2.1 Metodologia di stima delle emissioni

La valutazione delle emissioni generate dai motori di mezzi e macchine di cantiere è condotta mediante la metodologia indicata nelle principali fonti bibliografiche di riferimento nazionali ed internazionali (US-EPA, EMEP, CORINAIR, EEA, ANPA). La metodologia di riferimento è basata sul prodotto di un'emissione specifica (fattore d'emissione) per un opportuno indicatore di quantificazione dell'attività inquinante. Nel caso in esame, il calcolo è stato compiuto utilizzando i fattori d'emissione presenti nella pubblicazione dell'Agenzia per L'Ambiente Europea "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016" con integrate le correzioni sul tema "Non road mobile machinery" introdotte a maggio 2017. La pubblicazione fornisce i fattori d'emissione dei principali inquinanti rilasciati in atmosfera in funzione della potenza del motore diesel considerato, riportati per i parametri di interesse nella seguente Tabella 2.2.2. I fattori d'emissione considerati si riferiscono a tecnologie rispettose dei limiti della direttiva 97/68 stage IIIA. La quantificazione delle emissioni complessive prodotte dall'attività dei mezzi durante la fase di cantiere è effettuata associando ad ogni tipo di mezzo una potenza rappresentativa da moltiplicare per il corrispondente fattore d'emissione e per il numero dei mezzi di ciascun tipo.

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

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

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

4.1.2.2.2 Stima delle emissioni

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

Ai fini della determinazione dell'emissione di biossido di zolfo (SO₂), si è assunto che tutto lo zolfo contenuto nel combustibile si trasformi interamente in SO₂. Si è inoltre assunto un

tenore di zolfo nel combustibile pari al valore massimo ammesso dalla Direttiva 2009/30/CE (10 mg/kg).

L'emissione totale oraria è stimata ipotizzando il funzionamento simultaneo di un mezzo per ciascuna tipologia, in considerazione del ciclo standard ISO 8178 C1, risultando pari a 1'869 g/h per gli NO_x, 174 g/h per i VOC, 4 g/h per il CH₄, 870 g/h per il CO, 60 g/h per il PM₁₀ e 3 g/h per il SO₂. Tale quantificazione deve essere considerata come una stima approssimativa, vista la variabilità giorno per giorno dei mezzi impiegati, e cautelativa poiché ottenuta ipotizzando l'operatività simultanea di tutte le tipologie di mezzi di cantiere.

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

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

4.1.2.3 Traffico indotto

4.1.2.3.1 Metodologia di stima delle emissioni

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

Nel seguito è applicata la metodologia "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016" con integrate le correzioni sul tema "Road Transport" introdotte a luglio

2018, che consente di riprodurre le emissioni inquinanti dei processi di combustione distinguendo la tipologia del veicolo, lo stato di manutenzione, la velocità, le caratteristiche del percorso, il regime di guida, ecc. Sulla base di numerosi dati sperimentali in vari paesi comunitari, durante il programma di sviluppo del metodo sono state tarate specifiche funzioni matematiche che consentono di calcolare i fattori di emissione (o emissioni specifiche) dovuti ad un certo parco veicolare a partire dalle sole caratteristiche del traffico (volume, velocità) e di composizione del parco circolante. I fattori di emissione sono espressi in g/(veicolo·km), ovvero grammi emessi da un veicolo lungo il percorso di un chilometro, e si riferiscono agli inquinanti maggiormente significativi per il traffico veicolare in funzione della velocità media di percorrenza dei veicoli, del loro carico (se veicoli pesanti) e della pendenza media del tragitto.

4.1.2.3.2 Stima delle emissioni

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

Si assume che i veicoli pesanti siano della categoria Euro V, con alimentazione diesel, aventi una massa a pieno carico di 30 tonnellate (categoria "HDT Rigid 28 - 32 t", con tecnologia di abbattimento degli NO_x nei gas di scarico di tipo "SCR") e procedano a velocità di 40 km/h.

Ai fini della determinazione dell'emissione di biossido di zolfo (SO₂), si è assunto che tutto lo zolfo contenuto nel combustibile si trasformi interamente in SO₂. Si è inoltre assunto un potere calorifico del Diesel di 42.695 MJ/kg ed un tenore di zolfo nel combustibile pari al valore massimo ammesso dalla Direttiva 2009/30/CE (10 mg/kg).

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

Sulla base delle informazioni relative al traffico indotto dal cantiere (cfr. paragrafo 4.1.1.2) che prevedono una mobilitazione nel periodo di massima attività di 15 camion/giorno, e considerando attività svolte con orario lavorativo diurno (8 ore/giorno) e con due giorni di riposo settimanale (5 giorni/settimana), la metodologia applicata permette di giungere alla stima delle emissioni presentata nella seguente Tabella 4.1.4.

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

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

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

Parametro:	CO	NO _x	VOC	CH ₄	PM	SO ₂
Unità di misura:	g/(die·km)					
Valore:	30	76	0.46	0.079	0.80	0.086

4.2 Fase di esercizio

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

4.2.1 Selezione e struttura dello strumento modellistico

4.2.1.1 Principi metodologici generali

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

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

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

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

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

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

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

4.2.1.2 Finalità dell'applicazione

Lo scopo dello strumento modellistico implementato, per protocollo e sua successiva applicazione, è l'identificazione sul territorio delle aree maggiormente interessate dall'impatto determinato dalle emissioni della Centrale "Eugenio Montale" di La Spezia nel suo assetto attuale e in quelli di progetto, fase 1 (funzionamento impianto a ciclo aperto) e fase 2 (funzionamento impianto in ciclo combinato).

È opportuno sottolineare che l'approccio utilizzato ha l'obiettivo di fornire localizzazione ed estensione massime delle aree potenzialmente interferite dalle ricadute delle emissioni convogliate. A tale scopo, la ricostruzione modellistica della dispersione assume, per tutti gli scenari, attuale e di progetto (fase 1 e 2), il funzionamento continuativo dell'impianto alla massima capacità produttiva per tutta la durata della simulazione, senza dunque prevedere alcun periodo di fermo impianto o di conduzione a potenza ridotta. Infine, dato che l'impianto per l'esercizio nell'assetto attuale, deve rispettare anche i limiti in termini di emissioni massiche su base annua, in fase di *post-processing*, è stato adottato l'accorgimento di riscalare in modo opportuno, i soli valori medi annuali per tale assetto.

Complessivamente l'approccio utilizzato, risulta essere rappresentativo delle massime ricadute ottenute per via modellistica rispetto a quanto riconducibile all'effettivo esercizio della Centrale.

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

4.2.1.3 Caratteristiche del sito

La Centrale "Eugenio Montale" è collocata nella località denominata Piana di Fossamastra nei Comuni di La Spezia e Arcola, in prossimità del porto. Il complesso del sito produttivo confina con aree industriali (ad esempio Oto-Melara) e con le arterie stradali per l'accesso alla città. Più in generale la Centrale è inserita pienamente nell'ambito urbano, in cui sono presenti ulteriori attività emissive quali ad esempio quelle portuali (Figura 4.2.1).

Il territorio circostante l'area urbanizzata comprendente l'impianto, è caratterizzato da orografia complessa, con strutture appenniniche di giacitura principale NW-SE, intervallate da valli e piane, e da disomogeneità territoriale dovute alla natura costiera con l'interfaccia terra-mare (Figura 4.2.2).

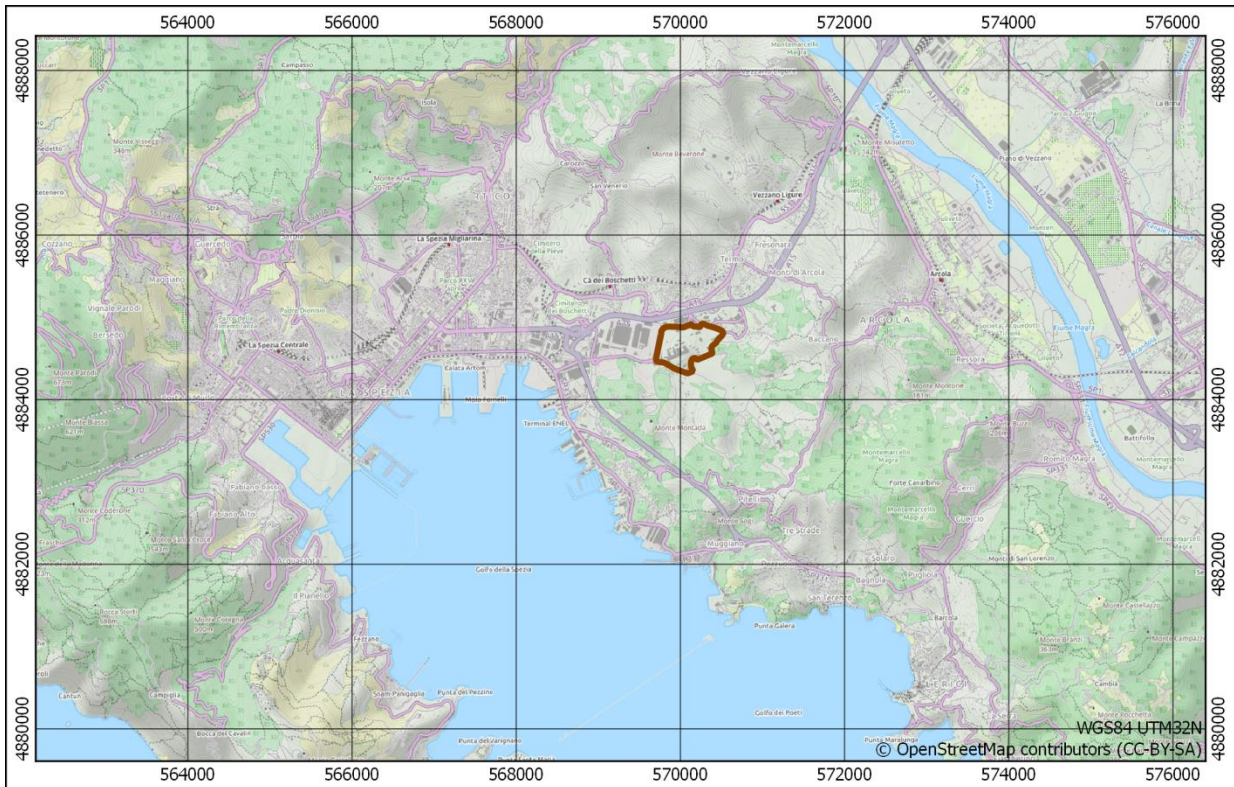


Figura 4.2.1 - Inquadramento territoriale della Centrale "Eugenio Montale" di La Spezia (perimetro in rosso)

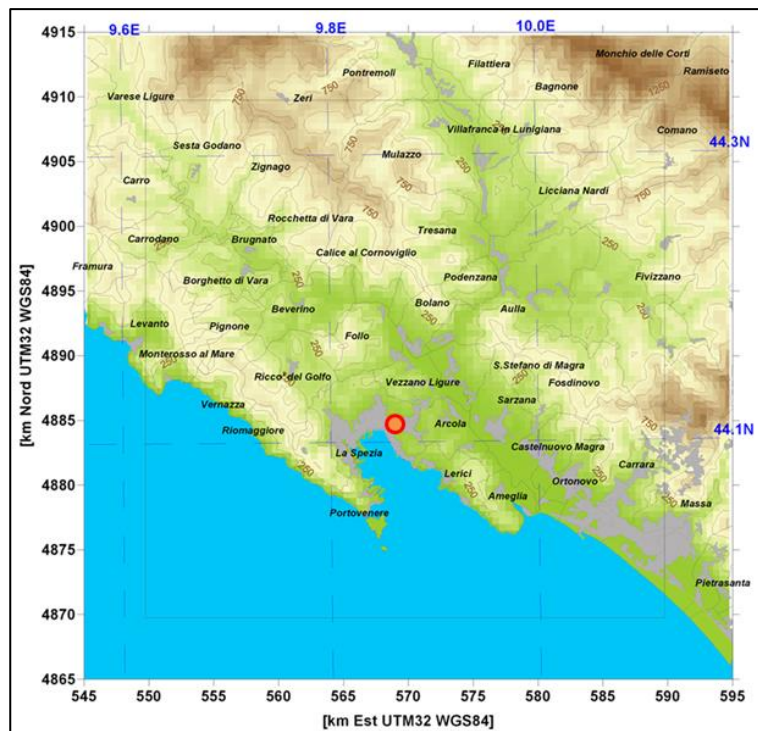


Figura 4.2.2 - Inquadramento territoriale della Centrale di La Spezia

4.2.1.4 Caratteristiche delle sorgenti di emissione

La Centrale Termoelettrica "Eugenio Montale" è costituita da tre sezioni denominate SP1, SP2 ed SP3. SP1 ed SP2 sono cicli combinati da circa 340 MW_e ciascuno alimentati a gas naturale che sono stati messi fuori servizio nel 2016 (lettera MiSE n°0003139 del 08/02/2016). SP3 è una sezione a vapore da 600 MW_e alimentata prevalentemente a carbone. Ogni sezione d'impianto è dotata di una ciminiera. La sezione di sbocco della ciminiera della sezione SP3 è a 220 m di altezza.

L'assetto di progetto prevede la messa fuori servizio della sezione SP3 e la costruzione di una nuova sezione, denominata SP5, alimentata a gas naturale, che in una prima fase opererà in ciclo aperto con una potenza di 560 MW_e e in una seconda fase opererà in ciclo combinato (CCGT) con una potenza di 840 MW_e. Per l'emissione in atmosfera dei fumi di combustione è prevista la costruzione di un camino di bypass nella prima fase, dell'altezza di circa 60 metri con un diametro della sezione di sbocco di circa 10 metri. Nella seconda fase si costruirà una ciminiera di circa 90 metri di altezza con un diametro della sezione di sbocco di circa 8.5 metri.

4.2.1.5 Selezione e composizione dello strumento modellistico

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

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

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

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

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

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

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

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

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

La Figura 4.2.3 riporta la schematizzazione del sistema modellistico predisposto. I blocchi verdi rappresentano i dati di input, i blocchi azzurri la ricostruzione meteorologica, quelli arancione la parte emissiva e dispersiva, i grigi l'estrazione, l'elaborazione e la restituzione dei risultati.

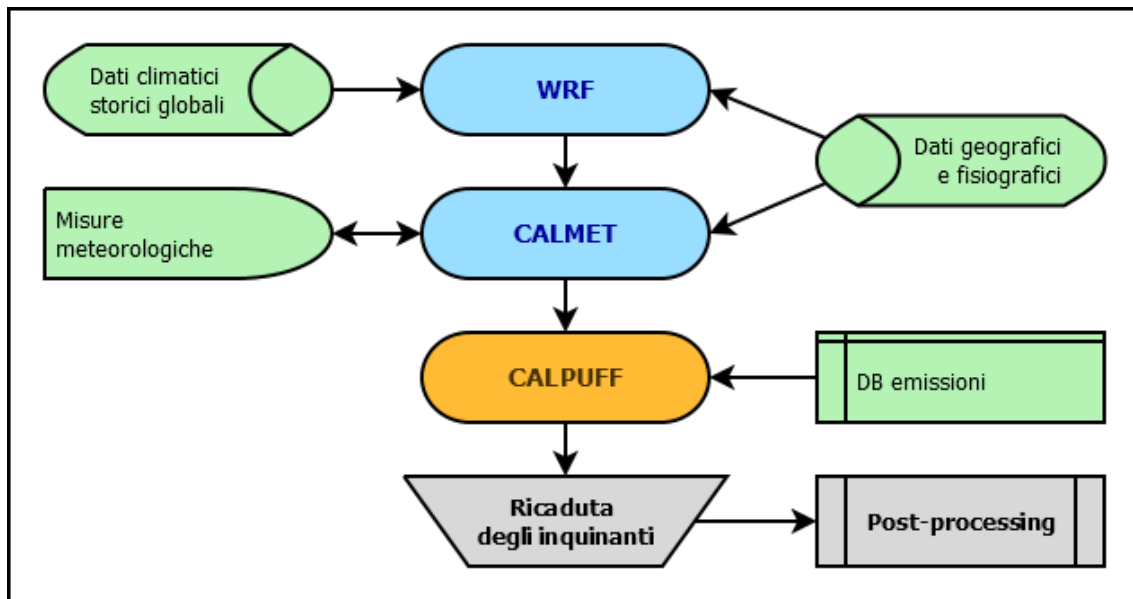


Figura 4.2.3 – Struttura del sistema modellistico

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

4.2.1.5.1 WRF

WRF (Weather Research and Forecasting Model, versione ARW 3.4) è un modello meteorologico non-idrostatico che risolve le equazioni primitive che controllano la circolazione atmosferica per la ricostruzione e la previsione meteorologica.

WRF (<http://www.wrfmodel.org>) è tra i modelli atmosferici più avanzati attualmente esistenti, risultato di una partnership di vari istituti meteorologici statunitensi, tra cui i principali sono il National Center for Atmospheric Research (NCAR) ed il National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Oggi il modello WRF è utilizzato in tutto il mondo nella maggior parte dei centri di studio e di previsioni atmosferiche da una vasta comunità, che ne ha favorito un rapido sviluppo e il continuo aggiornamento.

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

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

Il modello WRF rappresenta lo stato dell'atmosfera in una griglia tridimensionale in funzione di 10 variabili fondamentali (le tre componenti del vento u-v-w, la temperatura,

la pressione, l'umidità e vari stati microfisici che rappresentano le diverse fasi dell'acqua liquida). La dimensione delle celle della griglia definisce la risoluzione del modello.

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

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

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

Le condizioni al contorno per la griglia esterna sono ottenute da dati climatici storici globali che sono mantenuti da centri operativi di previsione meteorologica globale. Questi dati globali rappresentano l'intero stato dell'atmosfera in tutto il pianeta, e sono il risultato di analisi computerizzate dei dati superficiali disponibili e delle osservazioni sugli strati più alti.

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

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

4.2.1.5.2 CALMET

CALMET (Version 6.334, Level 110421) (Scire et al., 2000(a)), sviluppato dalla società statunitense TRC (<http://www.src.com>), è un modello meteorologico diagnostico che produce campi orari tridimensionali di vento e bidimensionali di diverse variabili

meteorologiche a partire da dati osservati (al suolo e di profilo) e da dati geofisici (orografia, uso del suolo).

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

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

4.2.1.5.3 CALPUFF

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

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

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

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

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

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

CALPUFF include la metodologia dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (US-EPA) "Good Engineering Practice stack height and Building Downwash guidance" che costituisce uno dei principali metodi di riferimento per il calcolo dei parametri necessari alla valutazione modellistica dell'influenza di strutture di altezza significativa circostanti il punto di emissione. La presenza di strutture induce nel flusso d'aria una zona di stagnazione in corrispondenza della faccia sopravento dell'edificio, ed una zona di ricircolazione posta sulla sommità dell'edificio ed in corrispondenza delle facce laterali

parallele alla direzione del vento. Sottovento all'edificio si crea una cavità con vortici verticali che intrappolano le masse d'aria. Allontanandosi dall'edificio in direzione sottovento, la cavità si riduce in intensità e si trasforma progressivamente in una scia turbolenta con un graduale ripristino della situazione non perturbata. L'effetto della perturbazione sulla diffusione dei fumi per camini non sufficientemente alti è quello di aumentarne la dispersione iniziale, incrementando la concentrazione d'inquinanti al suolo nelle prime centinaia di metri dalla sorgente. L'aumento della concentrazione al suolo non comporta necessariamente un livello di criticità per la qualità dell'aria, ma deve essere valutato nelle simulazioni modellistiche. I risultati della metodologia adottata sono stati utilizzati nelle applicazioni modellistiche per valutare l'effetto delle strutture prossime ai camini degli impianti oggetto di studio.

4.2.1.6 Validazione dello strumento modellistico

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

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

4.2.2 Applicazione al caso in esame

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

4.2.2.1 Scala temporale: periodo di simulazione e passo temporale

La scala temporale adottata in questo studio è quella oraria, tale scelta consente di riprodurre adeguatamente la dinamica dei fenomeni di dispersione oggetto di analisi, corrispondendo inoltre alla granularità dei dati osservati (misure registrate a passo orario dalla RRQA definita al paragrafo 3.3).

Lo strumento modellistico è stato applicato per quanto riguarda la parte meteorologica (WRF-CALMET) sul quinquennio 2009-2013, estraendo le informazioni necessarie alla validazione meteorologica dal rapporto CESI B4009123, redatto in ottemperanza alla prescrizione n. 15 del Parere della Commissione Istruttoria IPPC (DVA-2013-0015110 del 27/06/2013, pag. 88) in merito alla domanda di Autorizzazione Integrata Ambientale presentata per la Centrale termoelettrica Eugenio Montale di La Spezia che "...prescrive la

realizzazione entro il primo anno di attività dall'AIA, sulla base di un protocollo da definire con ISPRA e ARPA, di un adeguato modello delle emissioni e delle conseguenti ricadute di microinquinanti organici ed inorganici dai camini ...". Si tratta quindi di una banca dati meteorologica di campi orari tridimensionali approfonditamente studiata e condivisa con ISPRA e ARPAL e ritenuta adeguata per la finalità di tali studi e rappresentativa delle condizioni meteorologiche del sito. La parte modellistica riguardante l'aspetto diffusivo (CALPUFF) è stato applicato al triennio più recente di questo periodo, cioè dalle 00:00 del 01/01/2011 fino alle ore 24:00 del 31/12/2013.

4.2.2.2 Scala spaziale: ambito territoriale e risoluzione spaziale

In base alle caratteristiche del sito, al tipo di emissione e ai fenomeni in studio, il modello meteorologico CALMET è stato applicato ad un dominio di calcolo costituito da tre griglie innestate, in Figura 4.2.4 sono evidenziate le tre griglie CALMET ed i punti griglia dei campi WRF utilizzati in input:

- la prima esterna, nel seguito indicata con la sigla "G1", finalizzata alla ricostruzione della circolazione a meso-scala;
- la seconda interna alla G1, nel seguito indicata con la sigla "G2", finalizzata alla ricostruzione della circolazione meteorologica a media scala;
- la terza interna alla griglia G2, nel seguito indicata con la sigla "G3", finalizzata alla ricostruzione di dettaglio locale del territorio.

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

Le griglie G1, G2 e G3 (Figura 4.2.5) sono completamente definite dai seguenti dati:

- Griglia G1:
 - Coordinate angolo SW: 520'500 m E, 4'835'500 m N
 - Numero di celle: 33 in direzione N-S, 33 in direzione W-E
 - Dimensione di cella: 3'000 x 3'000 m²
- Griglia G2:
 - Coordinate angolo SW: 545'000 m E, 4'860'000 m N
 - Numero di celle: 100 in direzione N-S, 100 in direzione W-E
 - Dimensione di cella: 500 x 500 m²
- Griglia G3:
 - Coordinate angolo SW: 560'500 m E, 4'874'500 m N
 - Numero di celle: 34 in direzione N-S, 34 in direzione W-E
 - Dimensione di cella: 500 x 500 m²
- Livelli verticali (per entrambe le griglie):
 - Numero: 10

- Quota delle facce: 0, 20, 40, 80, 160, 300, 600, 1'000, 1'500, 3'000, 5'000 m s.l.s.
- Quota di centro: 10, 30, 60, 120, 230, 450, 800, 1'250, 2'250, 4'000 m s.l.s.

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

Per il modello CALPUFF è stato adottato un dominio computazionale coincidente con la griglia meteorologica G1, al cui interno sono state definite tre griglie regolari di recettori:

- La prima, più esterna, è una griglia di 33 x 33 punti a maglia regolare di 3 km, ovvero 1089 recettori che coprono l'area di 99 x 99 km² tale da coincidere per estensione e risoluzione con la griglia G1 del modello CALMET;
- La seconda è una griglia di 20 x 20 punti a maglia regolare di 2.5 km, ovvero 400 recettori che coprono l'area di 50 x 50 km² tale da coincidere per estensione con la griglia G2 del modello CALMET. Su questa griglia la risoluzione dei recettori è diversa da quella del modello CALMET;
- La terza è una griglia di 34 x 34 punti a maglia regolare di 500 m, ovvero 1'156 recettori che coprono l'area di 17 x 17 km² tale da coincidere per estensione e risoluzione con la griglia G3 del modello CALMET.

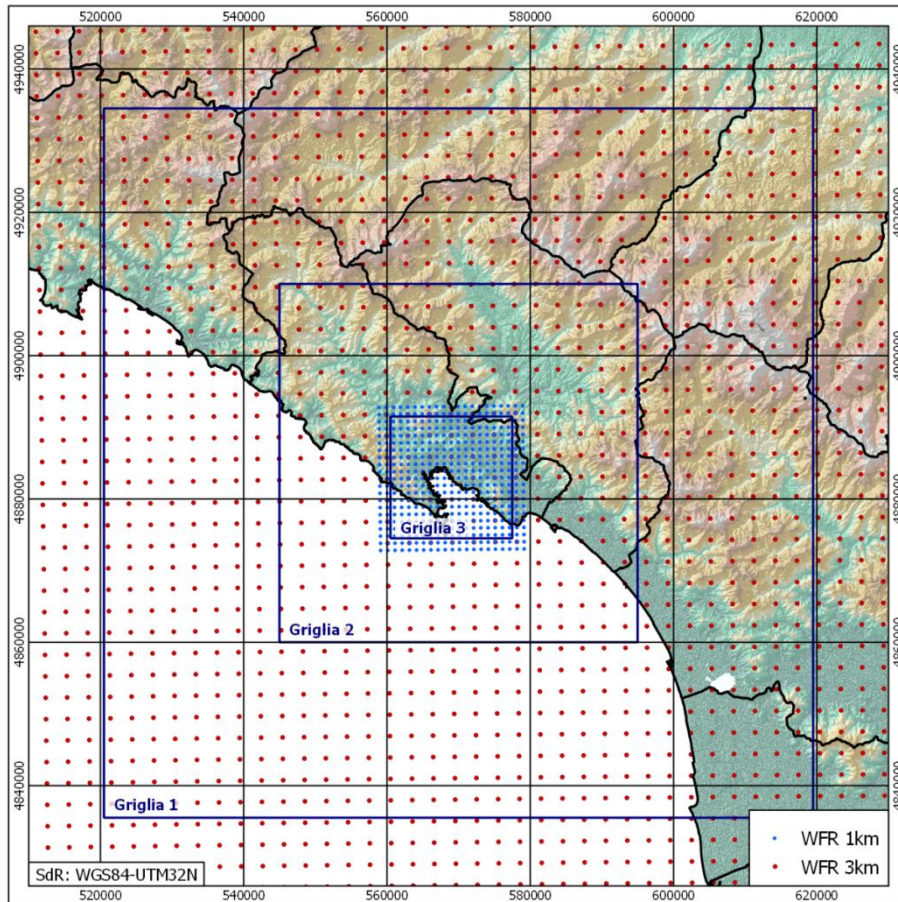


Figura 4.2.4 – Scala spaziale del modello meteorologico CALMET

4.2.2.3 Banche dati

4.2.2.3.1 Orografia

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

Sulla base dei dati SRTM è stata quindi associata, per mezzo del pre-processore TERREL (v7.0, Level 141010), una quota orografica media a ciascuna cella di ciascun dominio di calcolo definito al paragrafo 4.2.2.2.

In Figura 4.2.5 è rappresentato graficamente l'output del pre-processore TERREL.

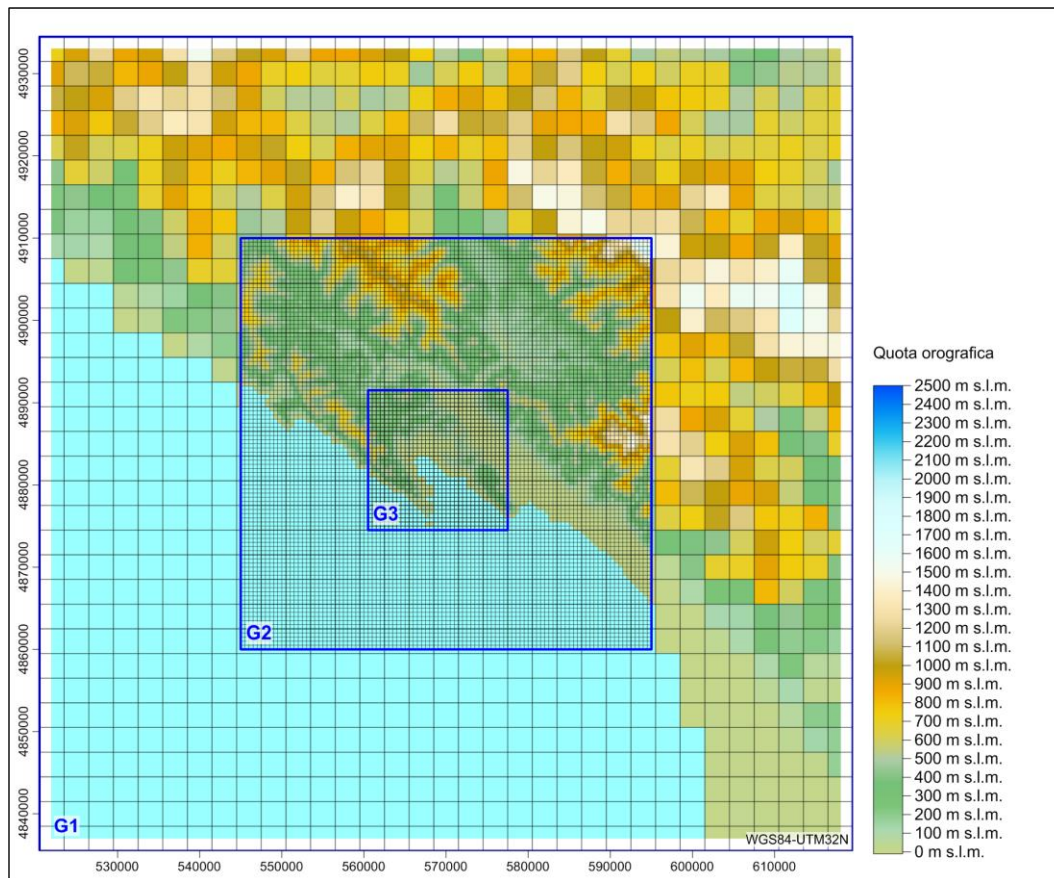


Figura 4.2.5 – Domini di calcolo (G1, G2 e G3), con griglie CALMET (3 km, 500 m e 500 m) e Quota orografica alla risoluzione del modello meteorologico CALMET

4.2.2.3.2 Uso del suolo

Per definire lo stato di uso del suolo con cui caratterizzare i parametri che, insieme alla quota, definiscono lo stato fisico di ciascuna cella del modello (z0, albedo, Bowen ratio, Soil Heat Flux, Anthropogenic Heat Flux, Leaf Area Index), è stato fatto uso dei dati derivati dal progetto Global Land Cover Characterization (GLCC) con risoluzione di 30 secondi d'arco (~1 km) sviluppato congiuntamente da "U.S. Geological Survey's" (USGS), "National Center for Earth Resources Observation and Science" (EROS), "University of Nebraska-Lincoln" (UNL) e "Joint Research Centre of the European Commission" (Figura 4.2.6).

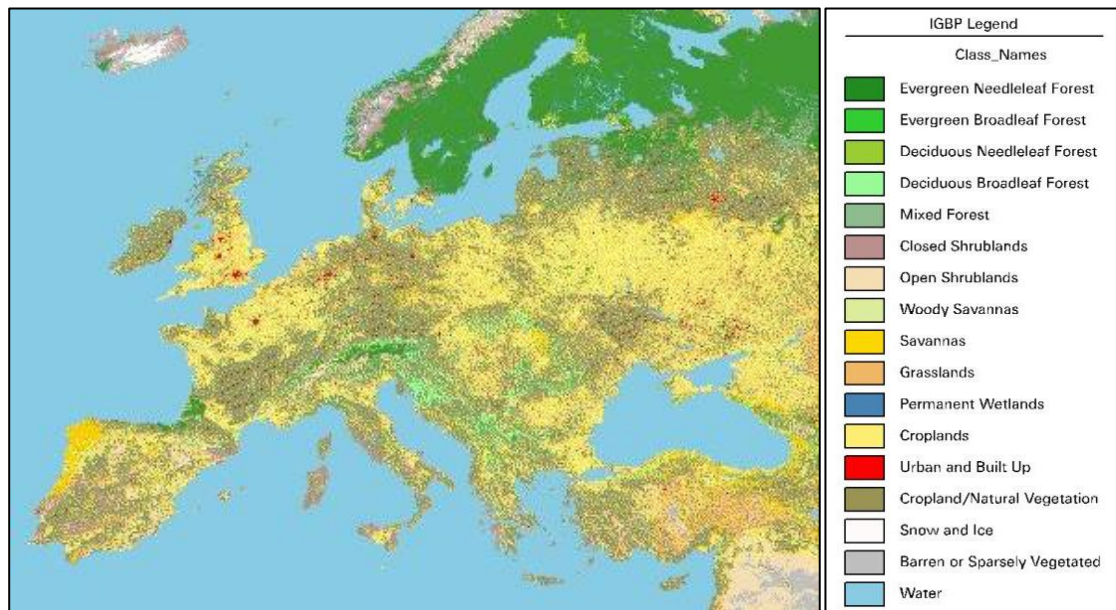


Figura 4.2.6 – Global Land Cover Characterization (GLCC)

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

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

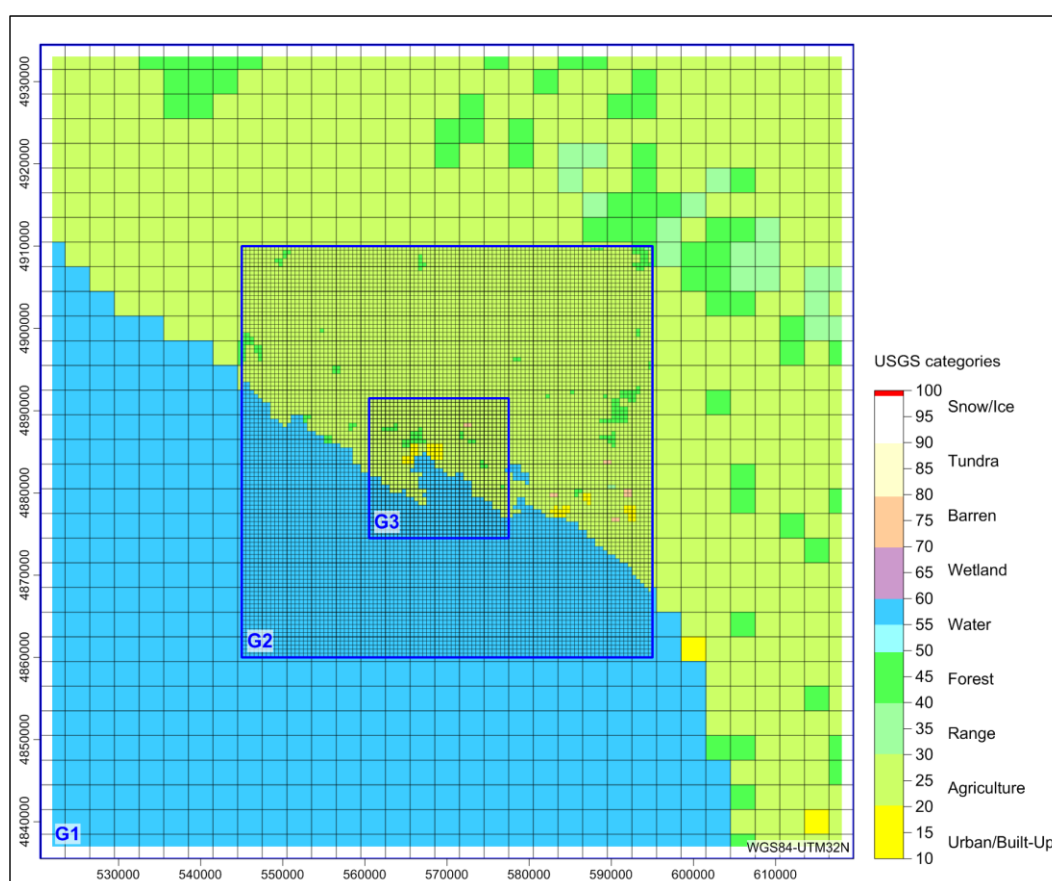
Ad ogni categoria di uso del suolo USGS (come detto, 38 categorie) è stata associata una categoria del sistema di classificazione in uso da CALMET (come detto, 14 categorie), secondo la corrispondenza riportata in Tabella 4.2.2.

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

In Figura 4.2.7 è riporta, per ogni cella dei domini di calcolo CALMET, la categoria di uso del suolo prevalente assegnata dal pre-processore MAKEGEO.

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

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



**Figura 4.2.7 – Classe prevalente di uso del suolo alla risoluzione del modello meteorologico CALMET
(elaborazione da fonte: USGS Global)**

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

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

4.2.2.4 Sostanze considerate

Le sostanze considerate ai fini modellistici in emissione dalla Centrale "Eugenio Montale" di La Spezia per lo scenario attuale sono il biossido di zolfo (SO₂), gli ossidi di azoto (NO_x), le polveri (PM₁₀ e PM_{2.5}) ed il monossido di carbonio (CO), mentre per gli scenari di progetto sono gli ossidi di azoto ed il monossido di carbonio.

Le simulazioni tengono inoltre conto delle polveri prodotte durante il trasporto delle masse d'aria a seguito della trasformazione di SO₂ (ove presente) in solfati e di NO_x in nitrati (particolato secondario).

4.2.2.5 Schemi chimici

Le emissioni di ossidi di azoto sono inizialmente costituite quasi interamente da monossido di azoto (NO). Al fine di tenere conto dei processi di trasformazione di NO in biossido di azoto (NO₂), è stato utilizzato lo schema RIVAD/ARM3 (Morris et al., 1988) che include sette specie d'inquinanti (SO₂, SO₄, NO, NO₂, HNO₃, NO₃, PM₁₀) ed implementa l'ossidazione del monossido di azoto ad opera dell'ozono (O₃) e la foto-dissociazione diurna del biossido di azoto in monossido di azoto ed ozono.

Per implementare correttamente lo schema RIVAD/ARM3, sono state fornite al codice CALPUFF le concentrazioni medie orarie in aria ambiente di ozono misurate, nel corso del periodo 2009-2013 presso alcune postazioni dislocate all'interno del dominio di calcolo. Nel dettaglio, le postazioni considerate sono:

- la postazione denominata "Chiappa - La Spezia" afferente alla rete della Provincia di La Spezia, i cui dati sono stati reperiti presso la banca dati BRACE (<http://www.brace.sinanet.apat.it/>) per l'anno 2009 e presso la banca dati della qualità dell'aria della Regione Liguria (<http://www.ambienteinliguria.it/>) per il periodo 2010-2013.
- la postazione denominata "Propata" afferente alla rete della Provincia di Genova, i cui dati sono stati reperiti presso la banca dati della qualità dell'aria della Regione Liguria (<http://www.ambienteinliguria.it/>) per il periodo 2011-2013.
- la postazione denominata "Febbio" afferente alla rete della Rete Regionale di Qualità dell'Aria della Regione Emilia-Romagna, i cui dati sono stati reperiti presso la banca dati gestita da ARPA Emilia-Romagna (<http://www.arpa.emr.it/>) per l'intero periodo 2009-2013.
- la postazione denominata "Carignano" afferente alla rete della Rete Regionale Qualità dell'Aria della Toscana, i cui dati sono stati reperiti presso la banca dati gestita da ARPA Toscana (<http://www.arpat.toscana.it/>) per l'intero periodo 2009-2013.

Si riportano in Figura 4.2.8 gli andamenti del giorno medio annuo di ozono relativi alle postazioni selezionate. Data la natura "regionale" dell'inquinante ed il ruolo di tali dati nel modello, è possibile ritenere rappresentativo l'andamento della concentrazione di O₃ rilevato dalle postazioni anche per il sito in esame.

Tabella 4.2.3 – Anagrafica delle postazioni di ozono della RRQA utilizzate (fonte: DB Brace)

Regione	Comune (PV)	Stazione	Tip.	Latitudine	Longitudine	Alt.
Liguria	La Spezia (SP)	Chiappa – La Spezia	FS	44°07'25"	09°47'55"	54
Liguria	Propata (GE)	Propata	FR	44°33'53"	09°11'06"	965
Toscana	Lucca (LU)	Carignano	FR	43°52'08"	10°27'13"	120
Emilia Romagna	Villa Minozza (RE)	Febbio	FR	44°17'59"	10°25'49"	1120

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

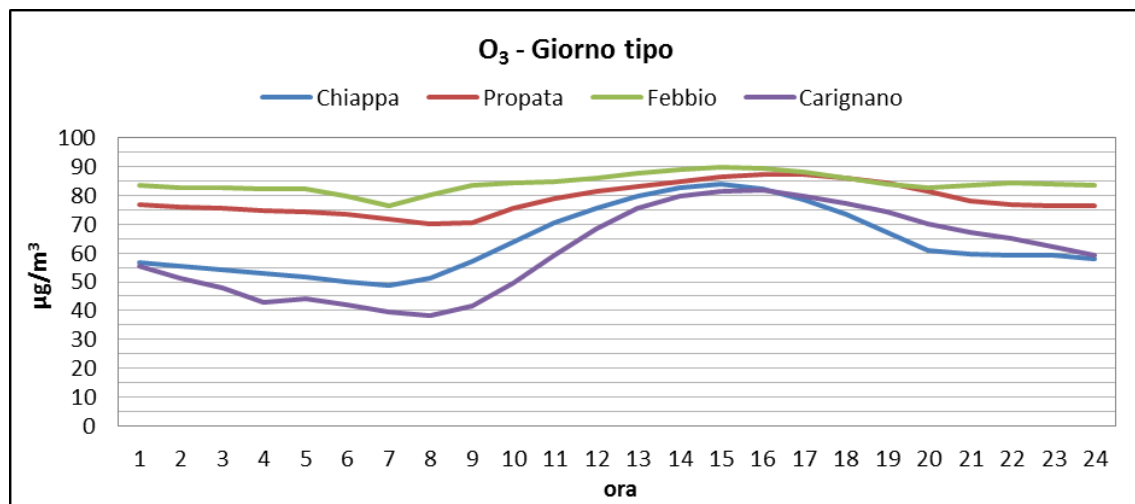


Figura 4.2.8 – Andamento giornaliero medio della concentrazione di ozono, periodo 2009-2013

4.2.2.6 Effetto Building Downwash

La valutazione dell'effetto "Building Downwash" è stata condotta applicando la metodologia di riferimento, sviluppata dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (US-EPA), "Good Engineering Practice stack height and Building guidance" al layout di impianto. In Figura 4.2.9 sono visualizzate le ciminiere e le circostanti strutture di altezza potenzialmente interferente nella configurazione di progetto.

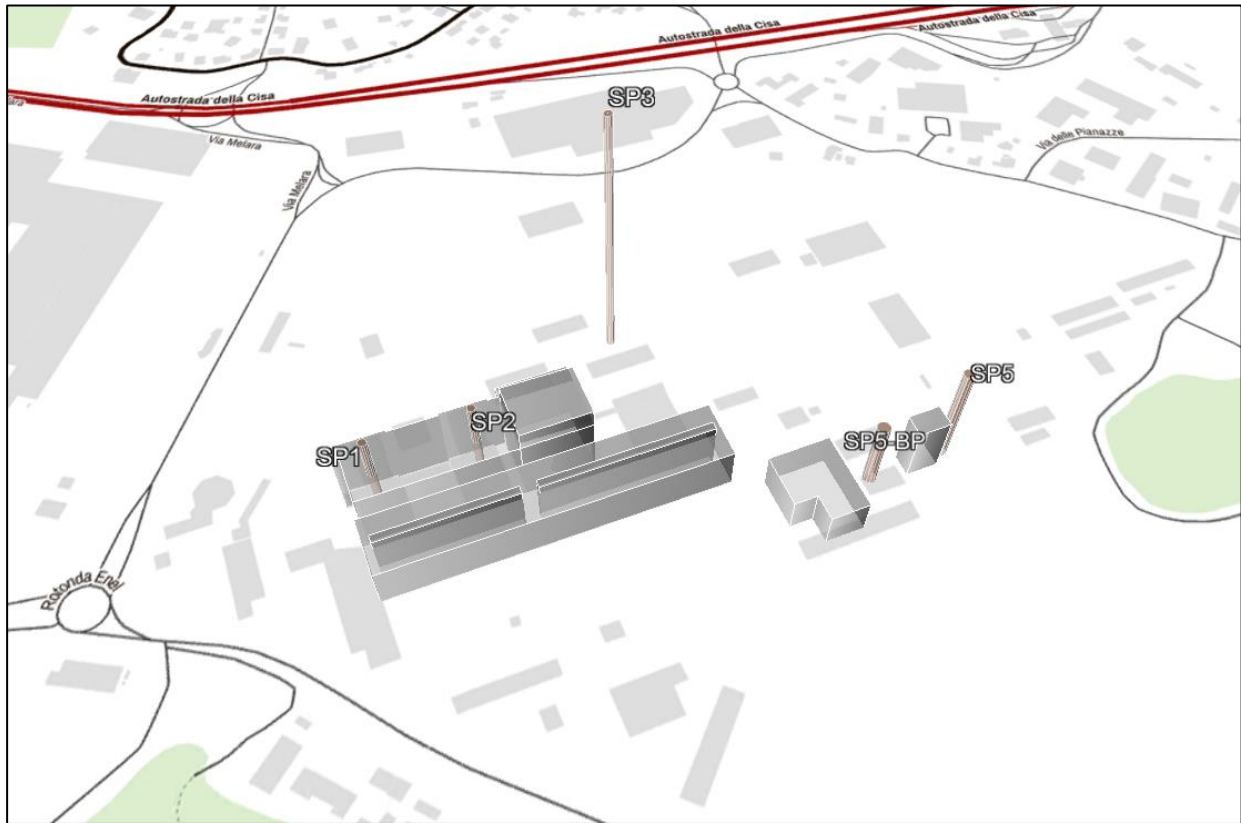


Figura 4.2.9 – Rappresentazione ai fini dell’effetto “building downwash” delle strutture di interesse in prossimità dei punti di emissione convogliata (© OpenStreetMap contributors)

4.2.3 Analisi meteorologica

4.2.3.1 Selezione delle stazioni meteorologiche di confronto

Al fine di valutare la coerenza della meteorologia prodotta dalla catena modellistica WRF-CALMET, sono state selezionate, in accordo e collaborazione con ARPA Liguria (ARPAL) e in considerazione della completezza del set di dati nel periodo, tre stazioni meteorologiche rappresentative della meteorologia locale. La localizzazione e le principali caratteristiche delle stazioni sono riportate in Tabella 4.2.4 e Figura 4.2.10. Nel seguito si presenta l’analisi e il confronto rispetto all’output della catena modellistica dei principali parametri meteorologici.

Tabella 4.2.4 – Localizzazione della stazione meteo locale

Fonte	Nome	Coordinate geografiche (WGS84)		Quota
		Longitudine	Latitudine	m s.l.m.
ARPAL	Monte Rocchetta [MROCC]	9.9384	44.0713	405
ARPAL	La Spezia [SPZIA]	9.8282	44.1070	35
RMN	La Spezia - Porto Lotti	9.8611	44.0965	1

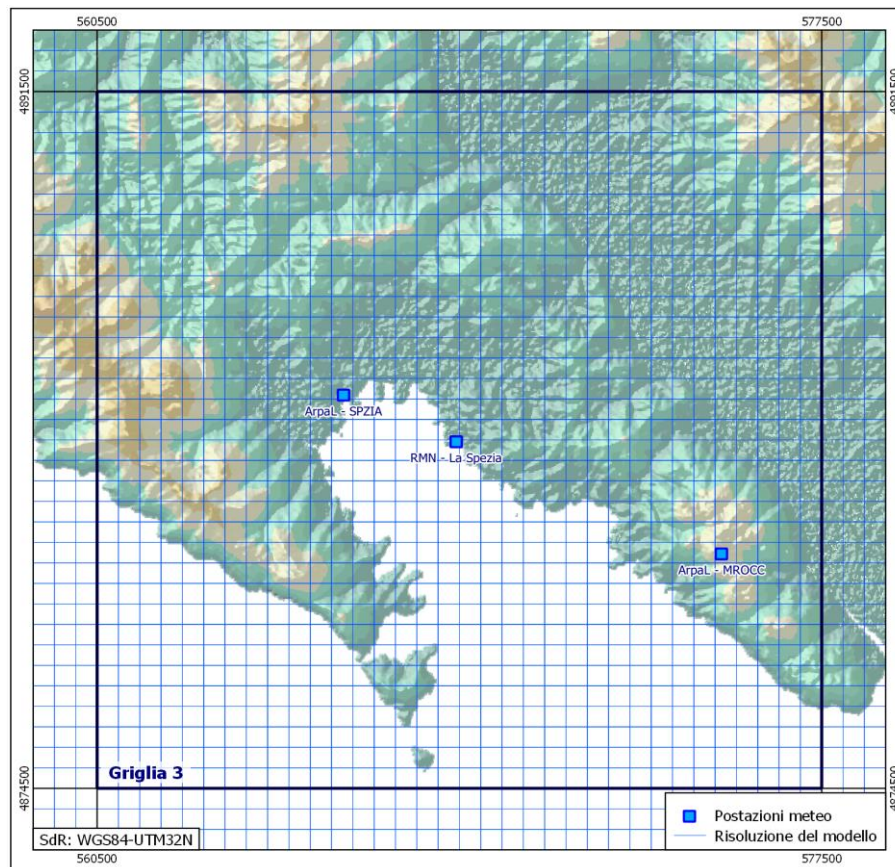


Figura 4.2.10 – Localizzazione delle stazioni meteorologiche

4.2.3.2 Confronto modello con misure meteorologiche

La valutazione della rappresentatività della meteorologia prodotta dai modelli WRF-CALMET è stata effettuata elaborando statistiche e rappresentazioni grafiche dei principali parametri meteorologici per confronto con le corrispondenti informazioni climatologiche locali.

Dalla Figura 4.2.11 alla Figura 4.2.16 sono presentate le rose dei venti totali, diurna e notturna delle tre stazioni meteo selezionate al paragrafo precedente e quelle stimate dal modello Calmet nei medesimi punti. Si evidenzia in generale una buona coerenza nella distribuzione della provenienza dei venti tra dati misurati e dati simulati. I venti prevalenti notturni hanno provenienza da nord, come mostrato in particolare dalla postazione Monte Rocchetta che, essendo posta a quota maggiore e indisturbata dai rilievi presenti, è maggiormente rappresentativa della circolazione sinottica generale. I venti diurni risentono invece dell’incanalamento delle brezze all’interno del Golfo della Spezia con direzioni prevalenti da SSE nelle postazioni ARPAL La Spezia e RMN La Spezia, effetto non più visibile nella postazione “Monte Rocchetta” per via della sua posizione in cresta (405 m slm).

Le valutazioni fatte sul quinquennio analizzato, per quanto riguardano le direzioni di provenienza delle masse d'aria, delle stazioni a livello del mare di La Spezia, sono in linea con quanto riscontrato a livello climatologico, nella stazione di Sarzana Luni nel trentennio 1971-2000 (capitolo 2.1.2).

Dalla Figura 4.2.17 alla Figura 4.2.19 si presentano i confronti tra gli scatter plot di velocità e direzione di provenienza del vento delle misure e del modello nelle tre stazioni di misura. I grafici confermano la coerenza generale tra dati misurati e modello già evidenziata dalle rose dei venti.

Dalla Figura 4.2.20 alla Figura 4.2.22 vengono confrontate le distribuzioni di frequenza della velocità del vento misurate e stimate nelle tre postazioni, sia complessive che dividendo le ore diurne da quelle notturne. Per le postazioni ARPAL La Spezia e RMN La Spezia, l'analisi evidenzia una moda della distribuzione del modello di entità minore (in particolare nelle ore notturne) e spostata verso valori maggiori di velocità del vento rispetto alle misure. La postazione di Monte Rocchetta al contrario presenta una distribuzione di frequenza dei venti modellati che ben si sovrappone alle misure. I risultati appaiono in linea con lo stato dell'arte delle applicazioni modellistiche che attualmente riconoscono ai modelli meteorologici prognostici una tendenza alla sottostima delle frequenze dei venti deboli soprattutto nelle ore notturne in situazioni di orografia particolarmente complessa.

Dalla Figura 4.2.23 alla Figura 4.2.25 si presentano, per ciascuna postazione, lo scatter plot tra le direzioni di provenienza dei venti misurati e simulati e il Q-Q plot (il confronto tra i quantili della distribuzione di frequenza) tra le corrispondenti velocità. L'analisi mostra una generale coerenza tra modello e misura per le postazioni ARPAL La Spezia e RMN La Spezia con una tendenza alla sottostima della frequenza dei venti più intensi a Monte Rocchetta con una differenza che permane tuttavia contenuta entro circa il 30% del dato misurato.

Dalla Figura 4.2.26 alla Figura 4.2.35 si presentano il confronto modello/misura delle precipitazioni cumulate su base annua per l'intero dominio "Griglia 3" e su base mensile per la postazione ARPAL La Spezia. Il parametro è particolarmente importante per la corretta stima modellistica delle precipitazioni umide di tutti i composti veicolati dal particolato. Il modello evidenzia un'area a maggiore piovosità in corrispondenza dei monti retrostanti il golfo, in contrasto con una zona costiera e alla valle del Fiume Magra a minore piovosità. Le misure registrate dai pluviometri della rete meteo gestita da ARPAL, restituiscono una distribuzione della piovosità generalmente coerente, ma con valori della pioggia cumulata annua leggermente più alti. Tale aspetto è approfondito mediante l'analisi dell'andamento giornaliero e mensile del parametro sulla postazione ARPAL La Spezia: l'andamento relativo delle precipitazioni cumulate tra misura e modello risulta

molto coerente nel periodo 2011-2012. Qualche discrepanza è visibile negli altri anni, per effetto di eventi misurati di particolare intensità che non hanno un corrispettivo nel modello (periodo gennaio-marzo nel 2009, maggio nel 2010 e marzo nel 2013). Tali eventi sono dunque fenomeni meteorologici limitati nel tempo che, pur influenzando il valore della pioggia cumulata annua, non alterano al di fuori della durata degli eventi stessi la rappresentatività del modello.

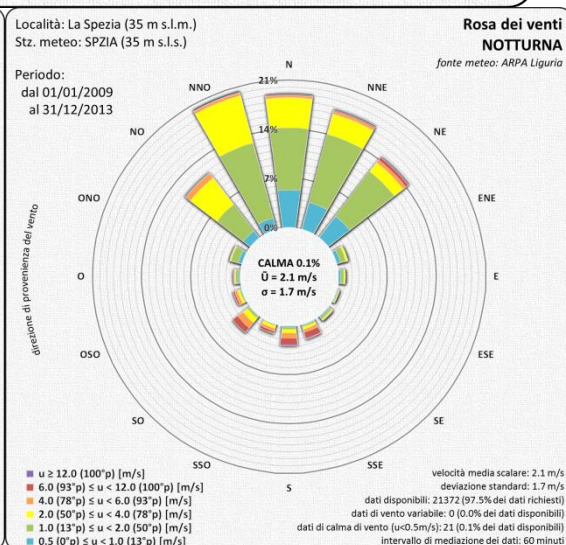
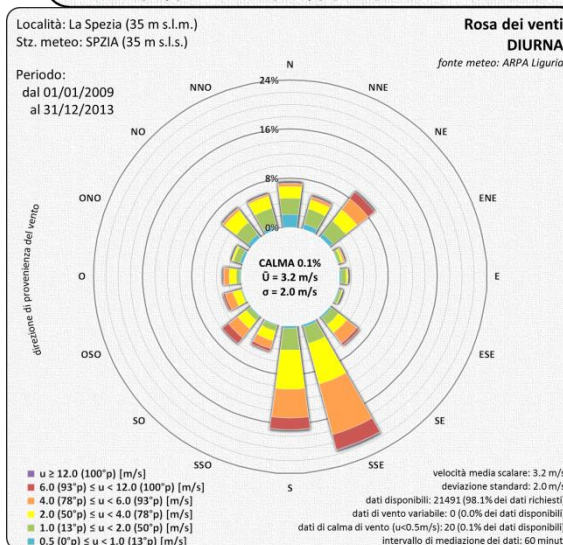
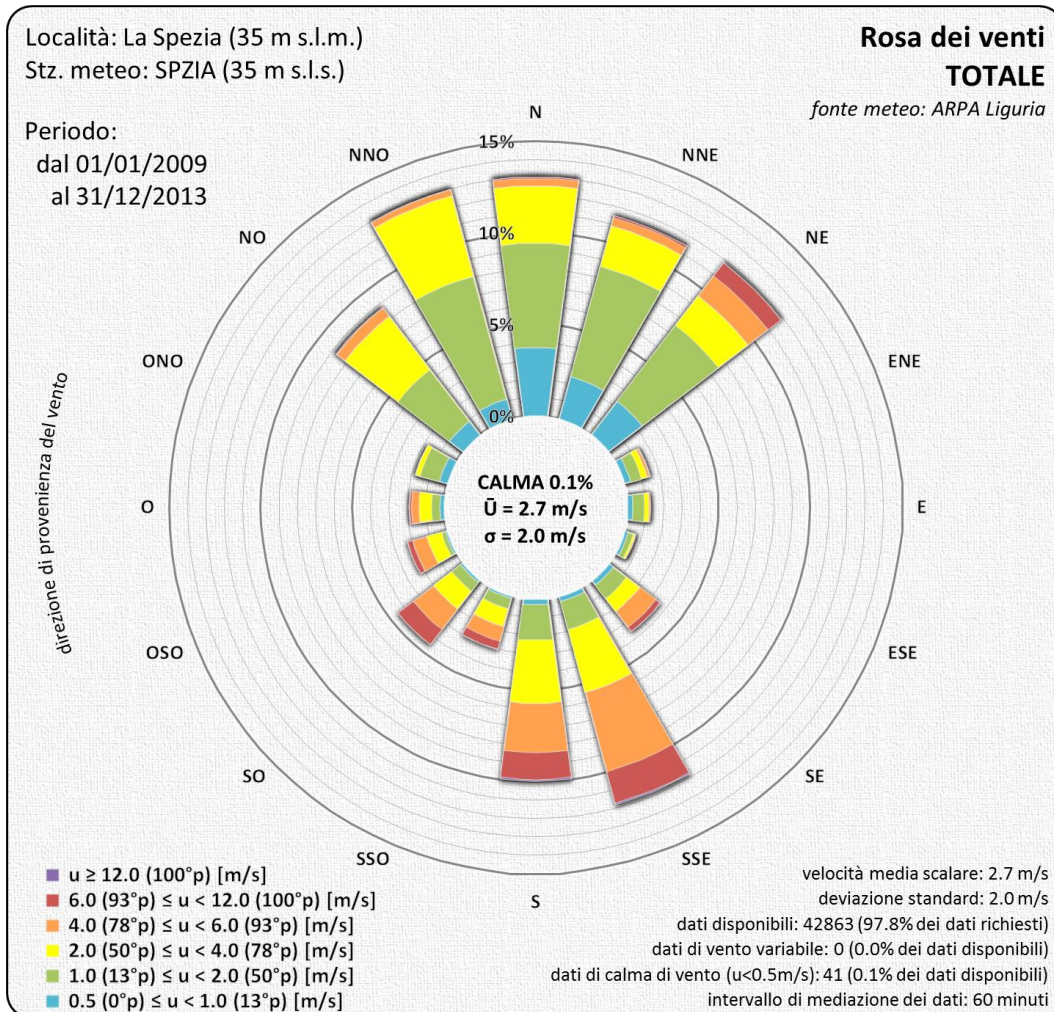


Figura 4.2.11 – Stazione meteo ARPAL La Spezia. Rose dei venti totale, diurna e notturna. Dati misurati nel periodo 2009-2013.

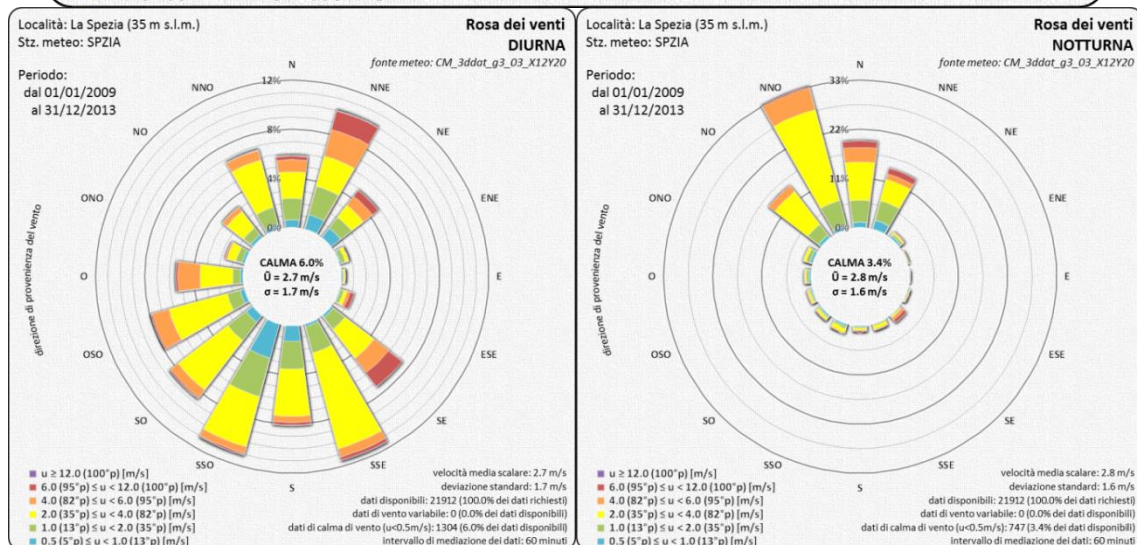
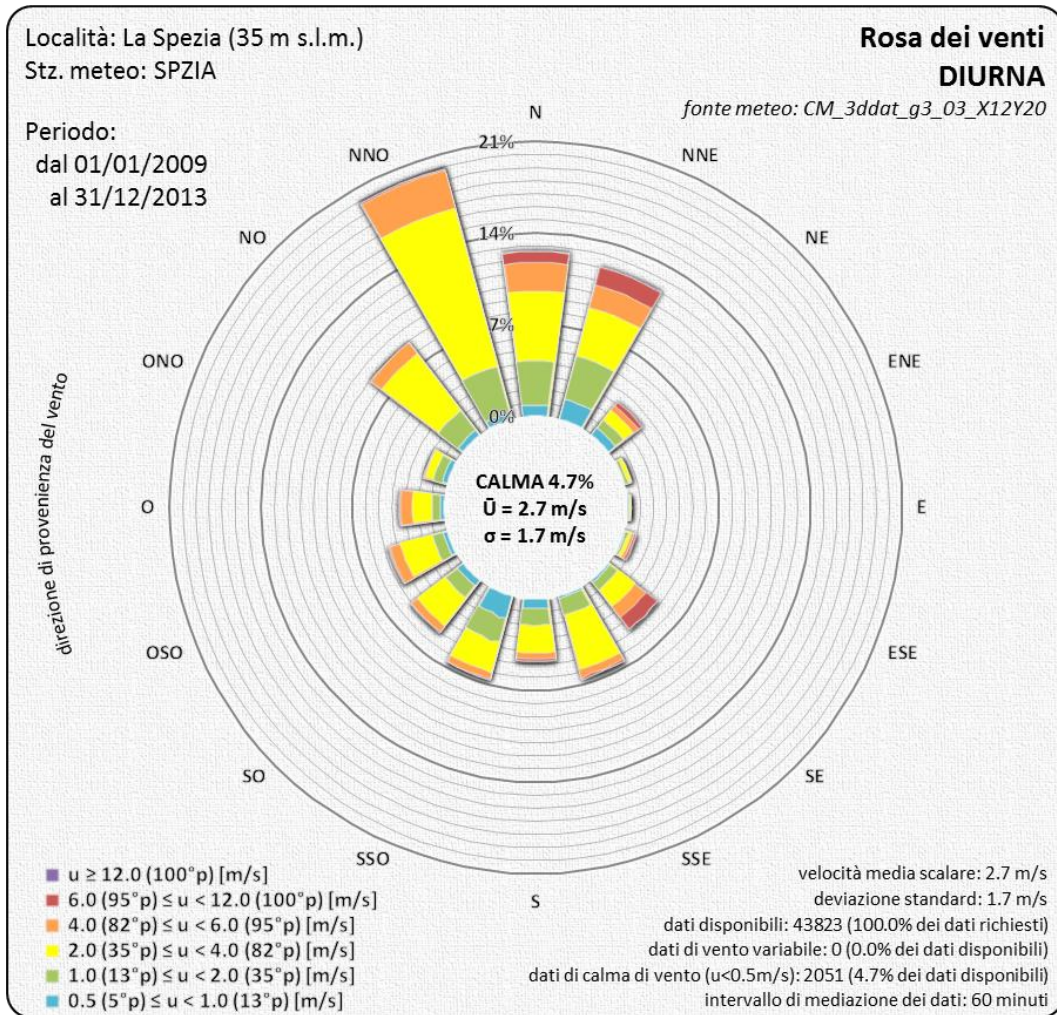


Figura 4.2.12 – Modello CALMET. Dati estratti in corrispondenza della stazione meteo ARPAL La Spezia. Rose dei venti totale, diurna e notturna. Dati stimati nel periodo 2009-2013.

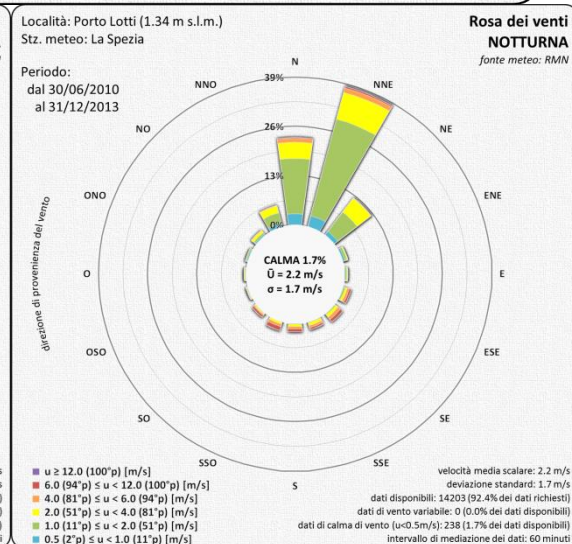
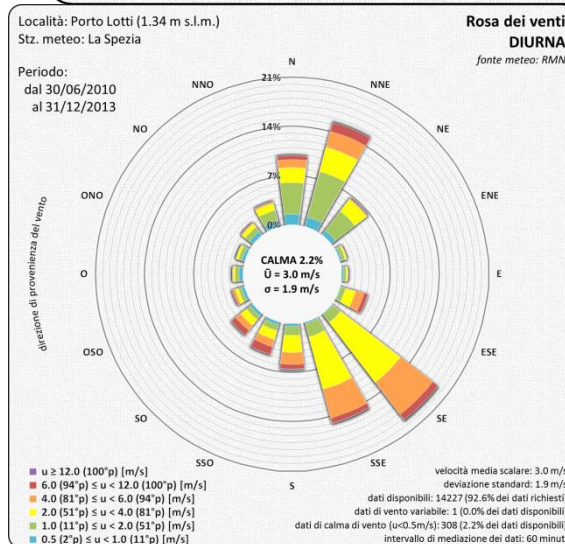
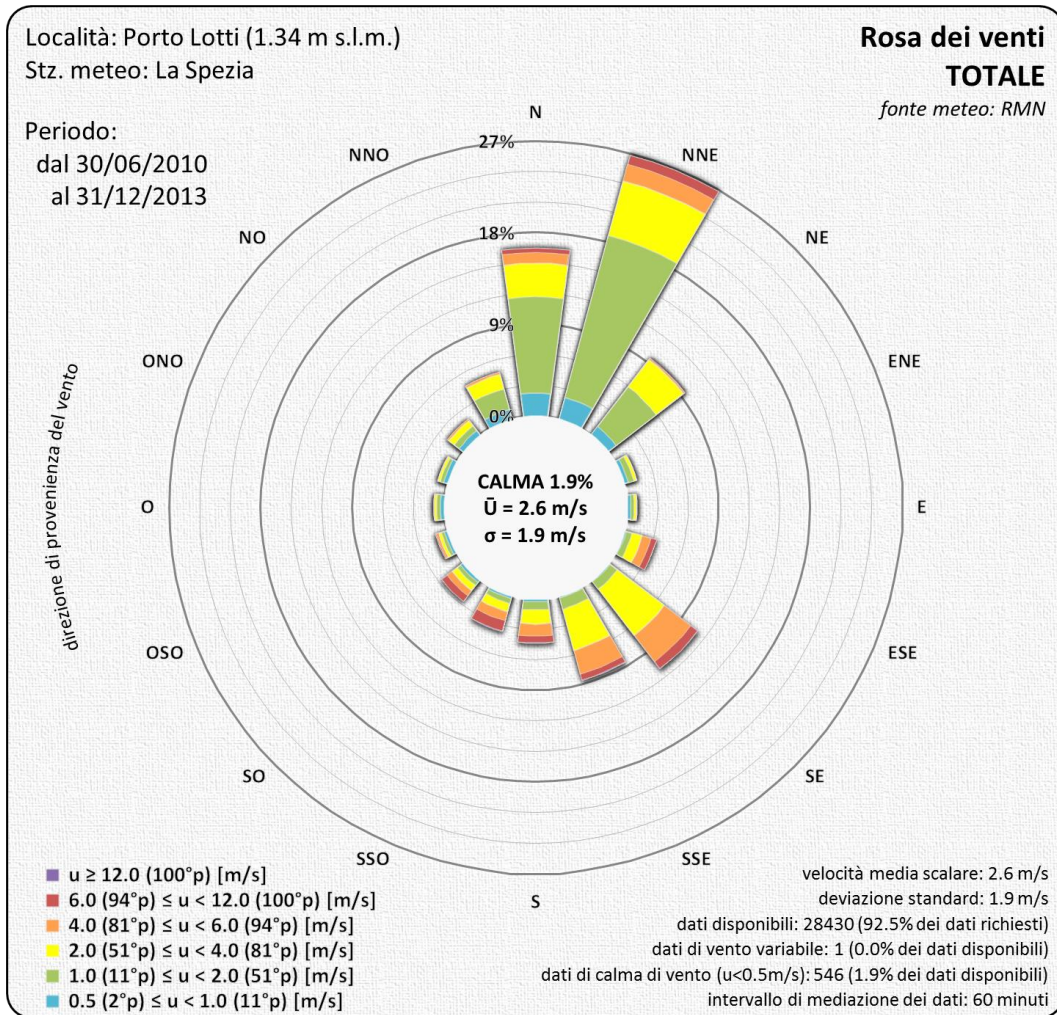


Figura 4.2.13 – Stazione meteo RMN La Spezia. Rose dei venti totale, diurna e notturna. Dati misurati nel periodo 30/06/2010-31/12/2013.

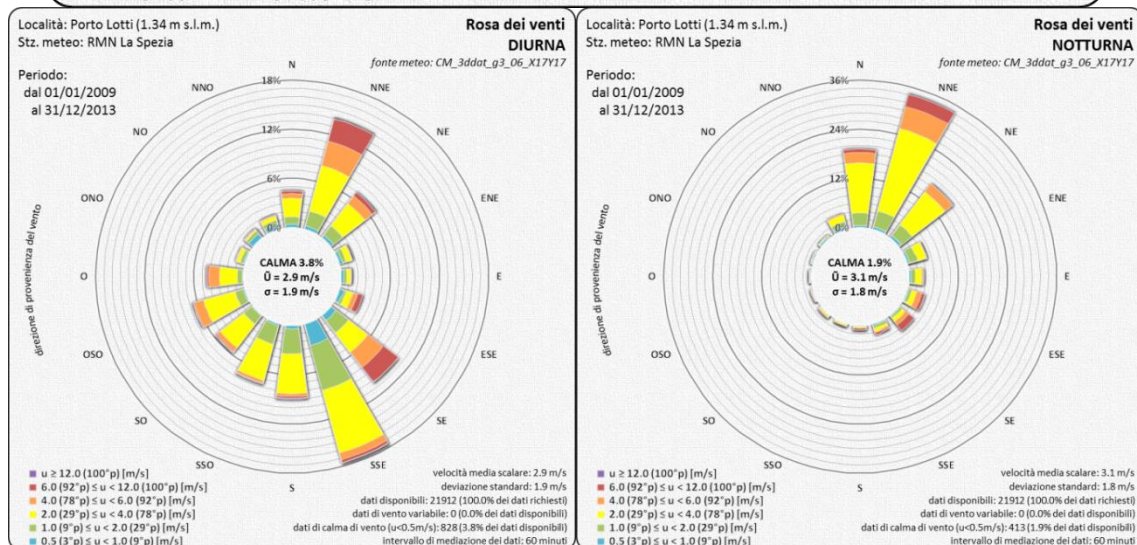
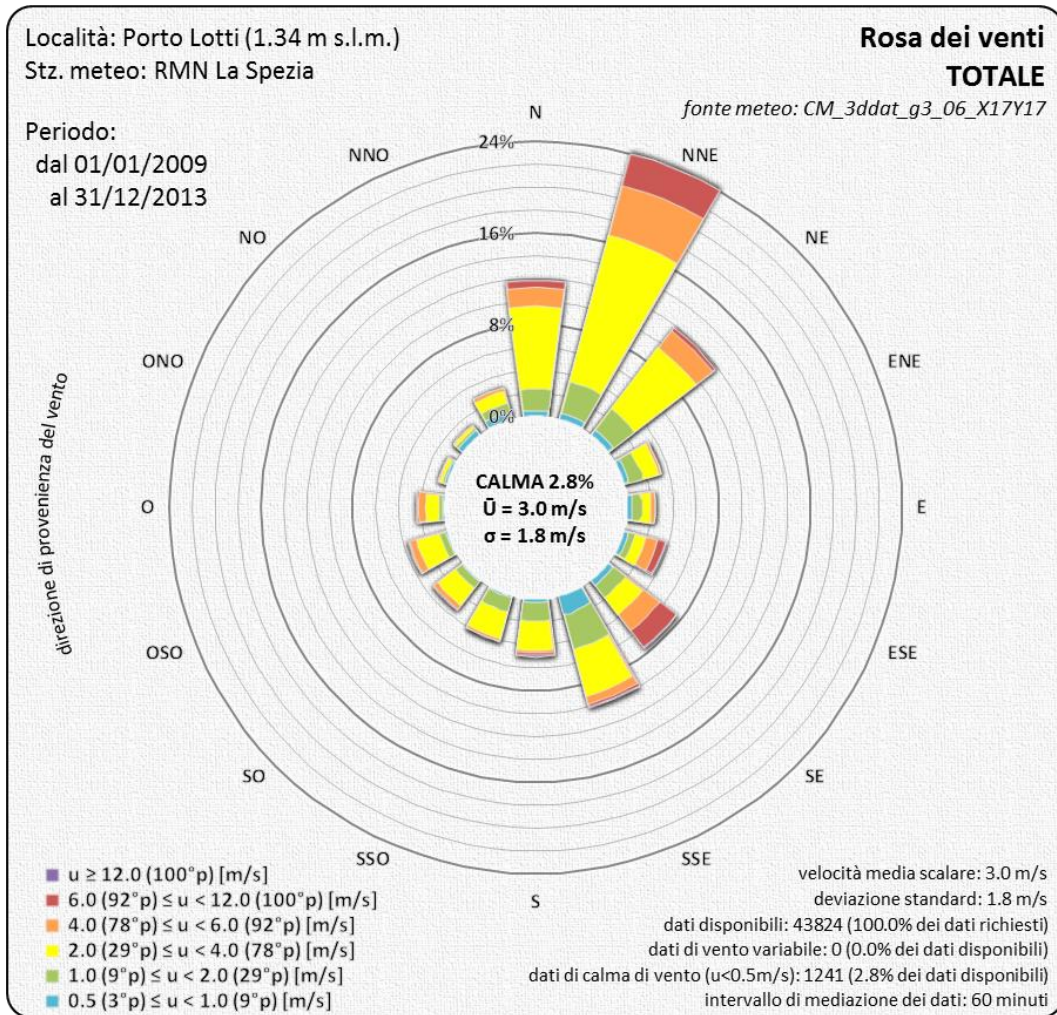


Figura 4.2.14 – Modello CALMET. Dati estratti in corrispondenza della stazione meteo RMN La Spezia. Rose dei venti totale, diurna e notturna. Dati stimati nel periodo 2009-2013.

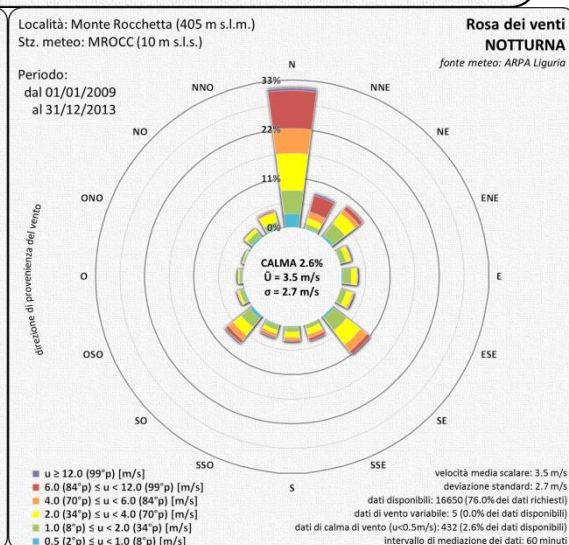
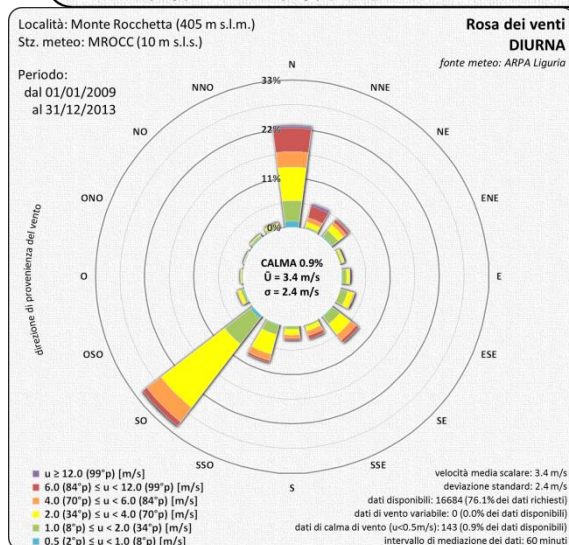
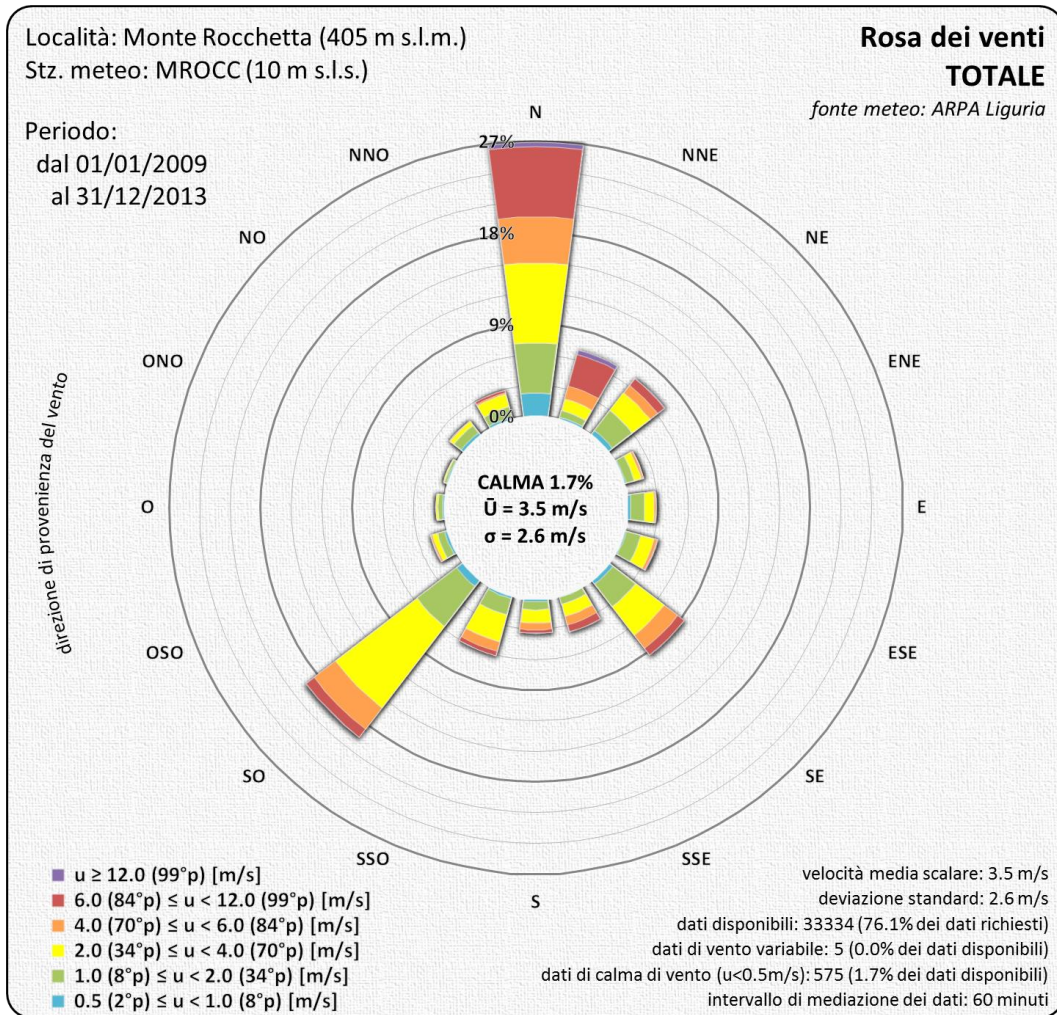


Figura 4.2.15 – Stazione meteo ARPAL Monte Rocchetta. Rose dei venti totale, diurna e notturna. Dati misurati nel periodo 2009-2013.

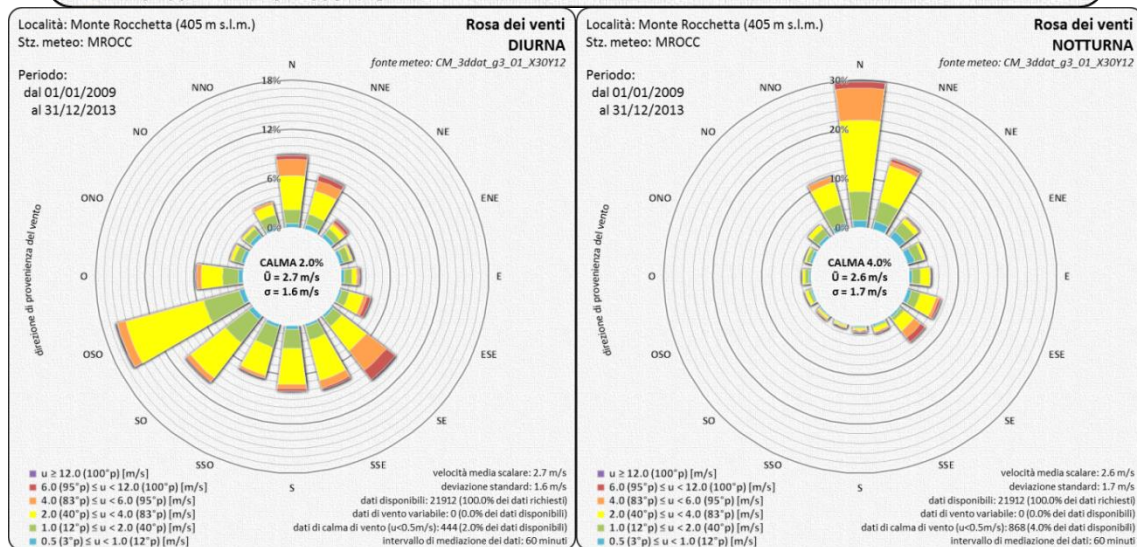
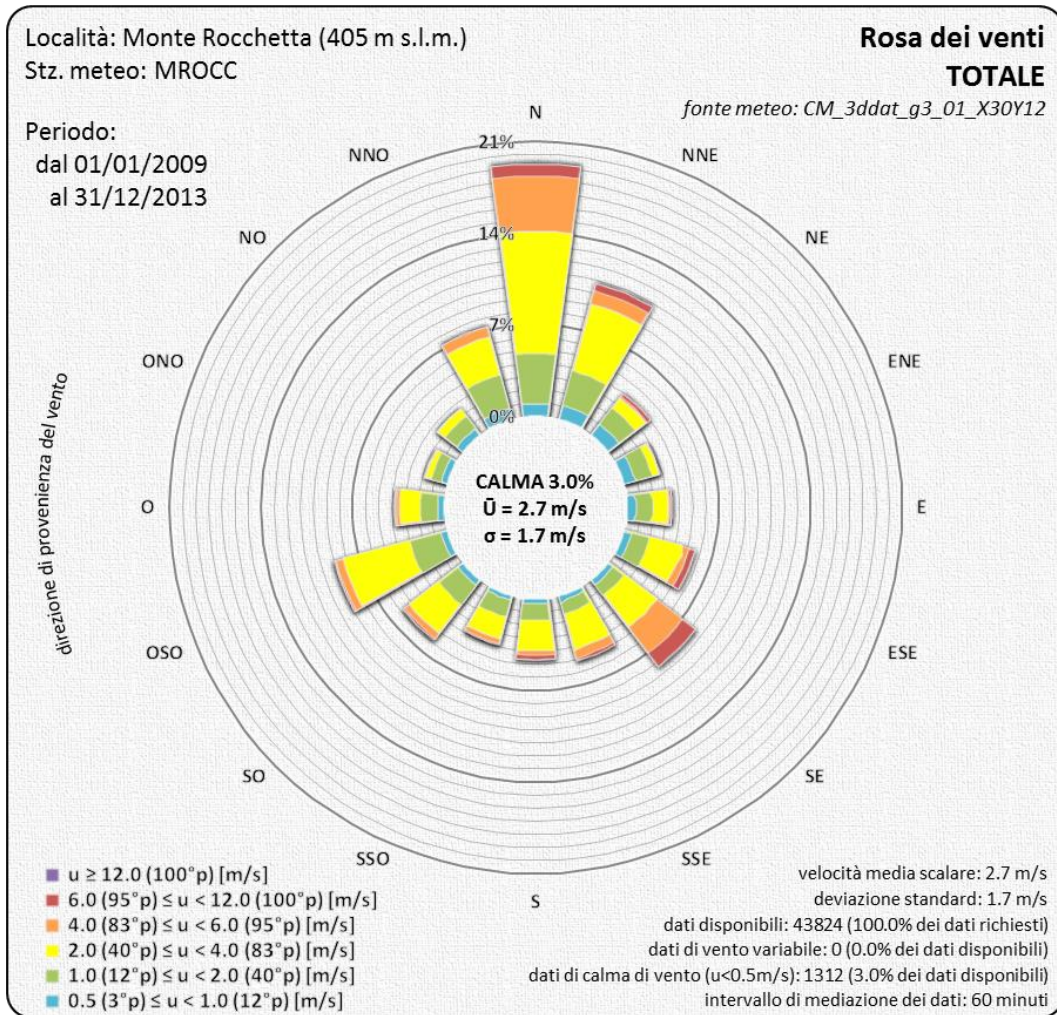


Figura 4.2.16 – Modello CALMET. Dati estratti in corrispondenza della stazione meteo ARPAL Monte Rocchetta. Rose dei venti totale, diurna e notturna. Dati stimati nel periodo 2009-2013.

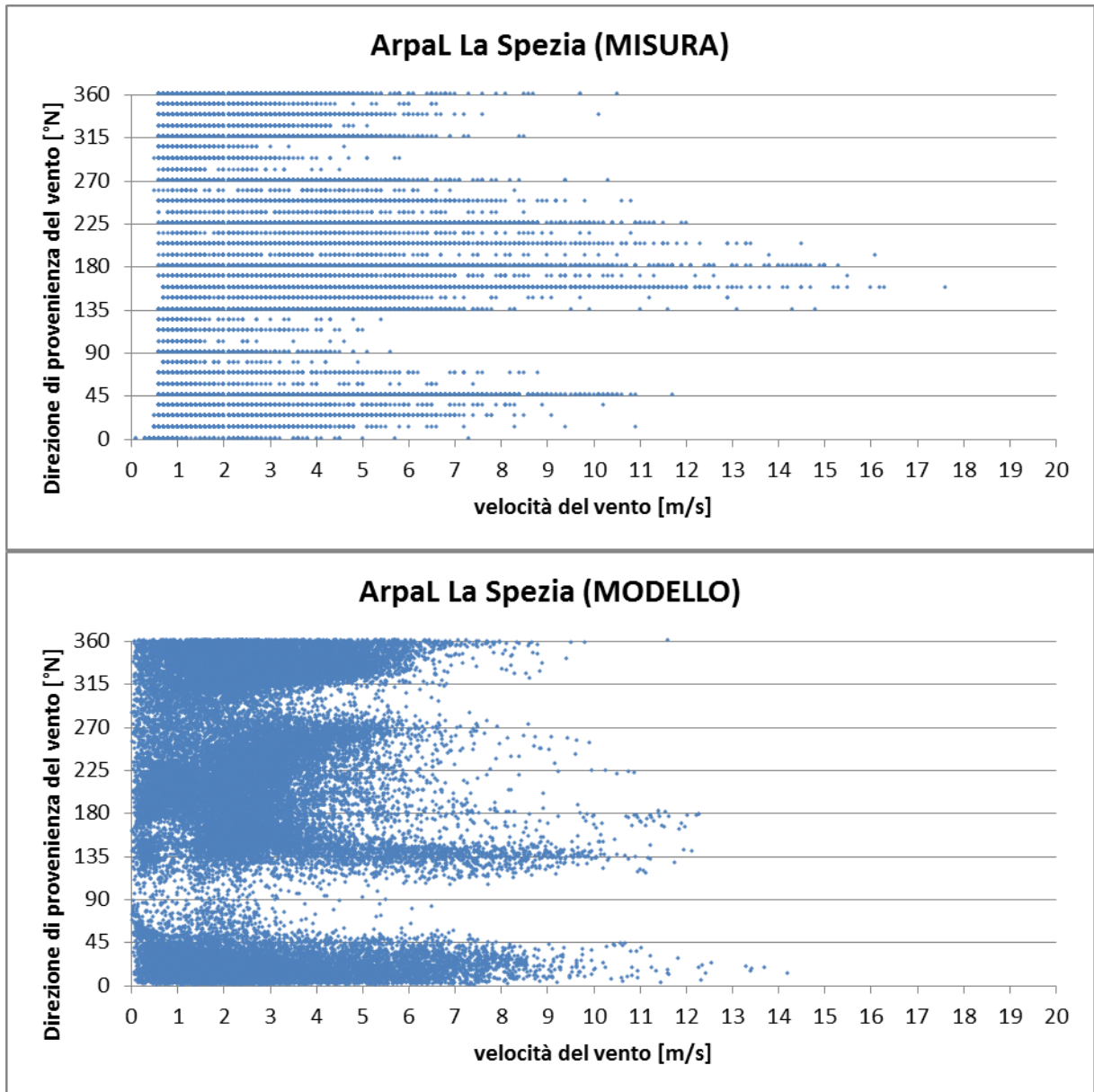


Figura 4.2.17 – Stazione meteo ARPAL La Spezia. Periodo 2009-2013.

Scatter plot tra velocità e direzione di provenienza del vento, misurata (in alto) e stimata (in basso)

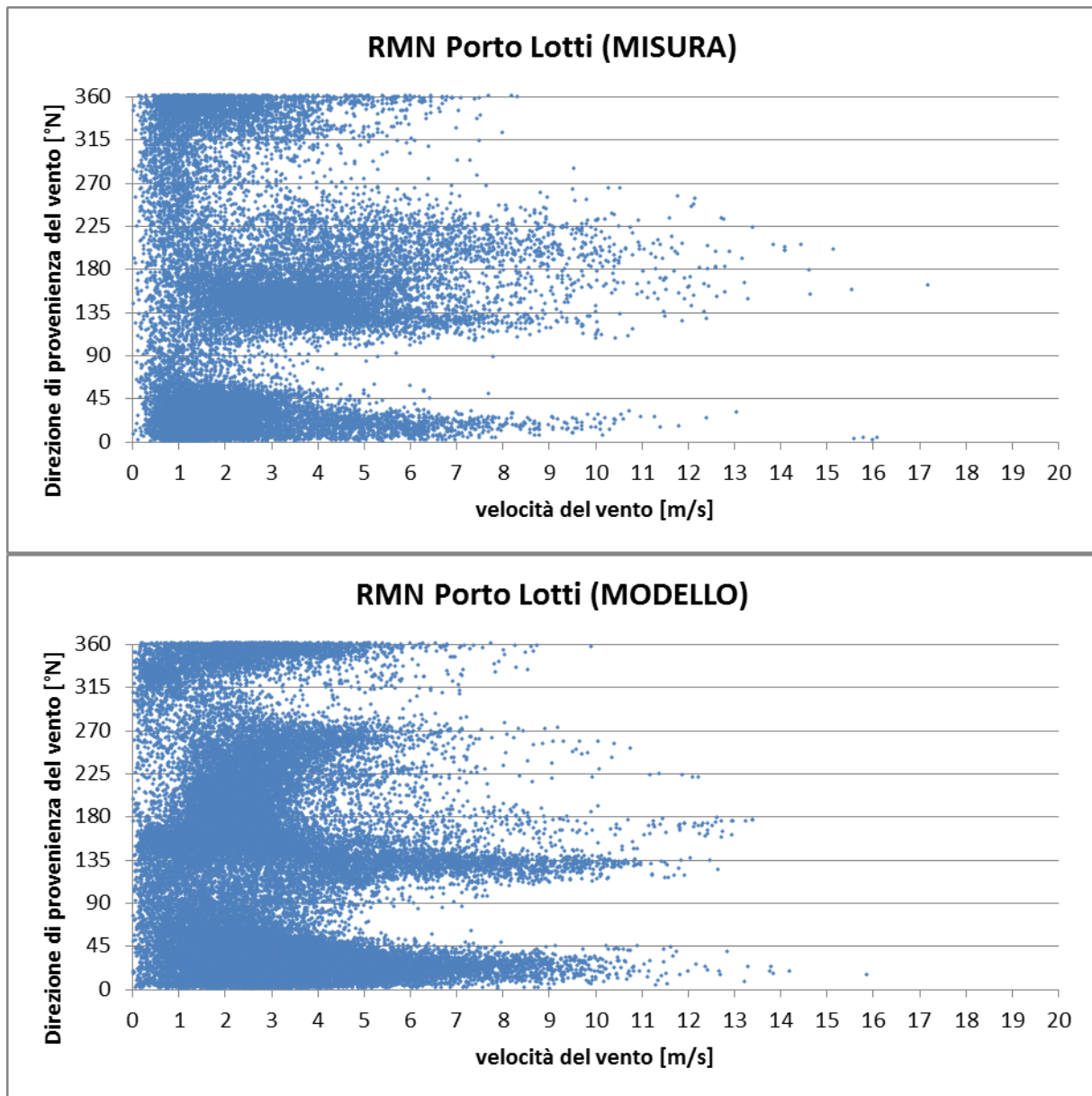


Figura 4.2.18 – Stazione meteo RMN La Spezia. Periodo 2009-2013 (misure dal 30/06/2010). Scatter plot tra velocità e direzione di provenienza del vento, misurata (in alto) e stimata (in basso)

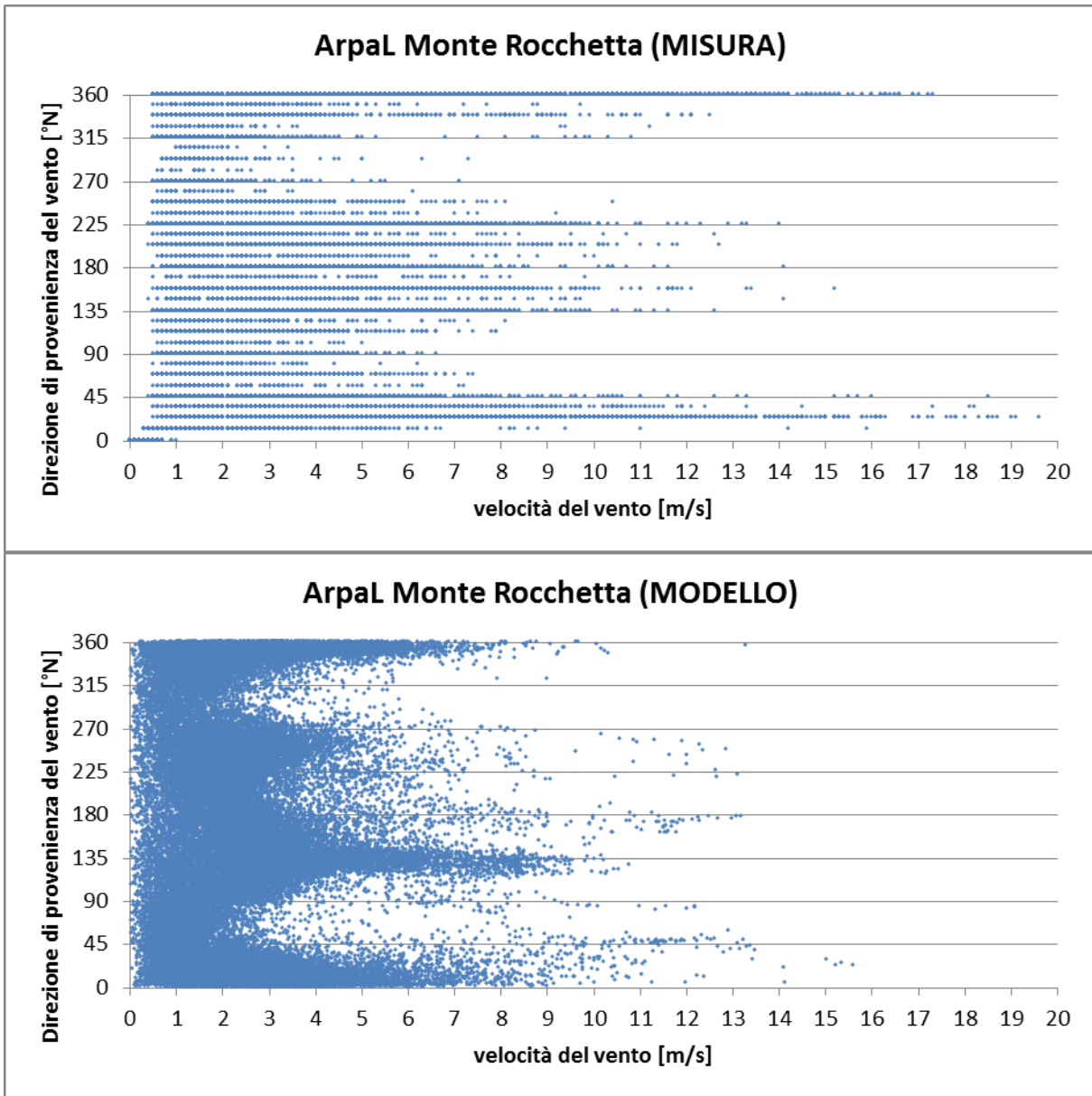
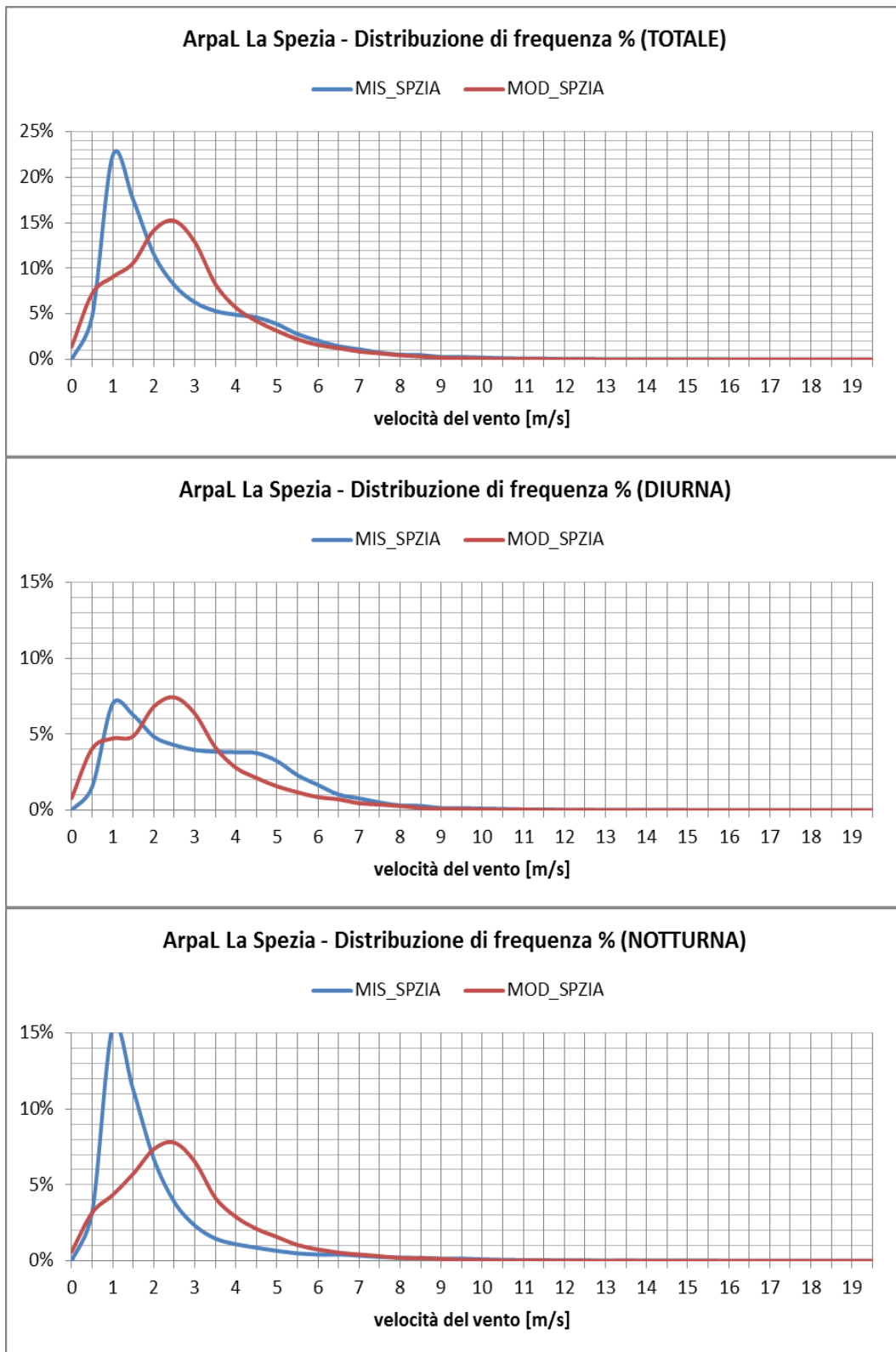


Figura 4.2.19 – Stazione meteo ARPAL Monte Rocchetta. Periodo 2009-2013.

Scatter plot tra velocità e direzione di provenienza del vento, misurata (in alto) e stimata (in basso)



**Figura 4.2.20 – Stazione meteo ARPAL La Spezia. Periodo 2009-2013.
Distribuzione di frequenza dell'intensità del vento, misurata (in blu) e stimata (in rosso)**

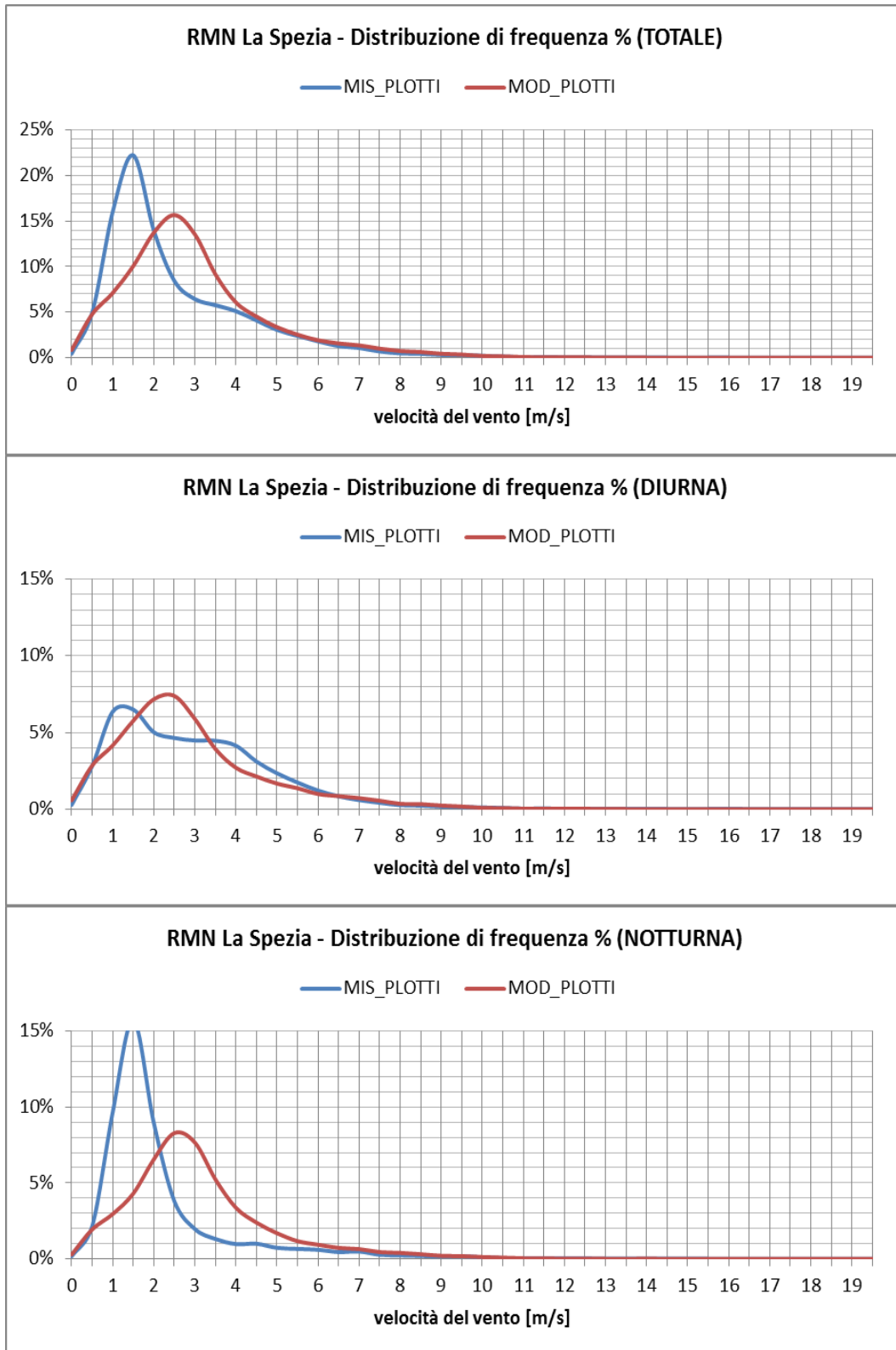


Figura 4.2.21 – Stazione meteo RMN La Spezia. Periodo 2009-2013 (misure dal 30/06/2010)
Distribuzione di frequenza dell'intensità del vento, misurata (in blu) e stimata (in rosso)

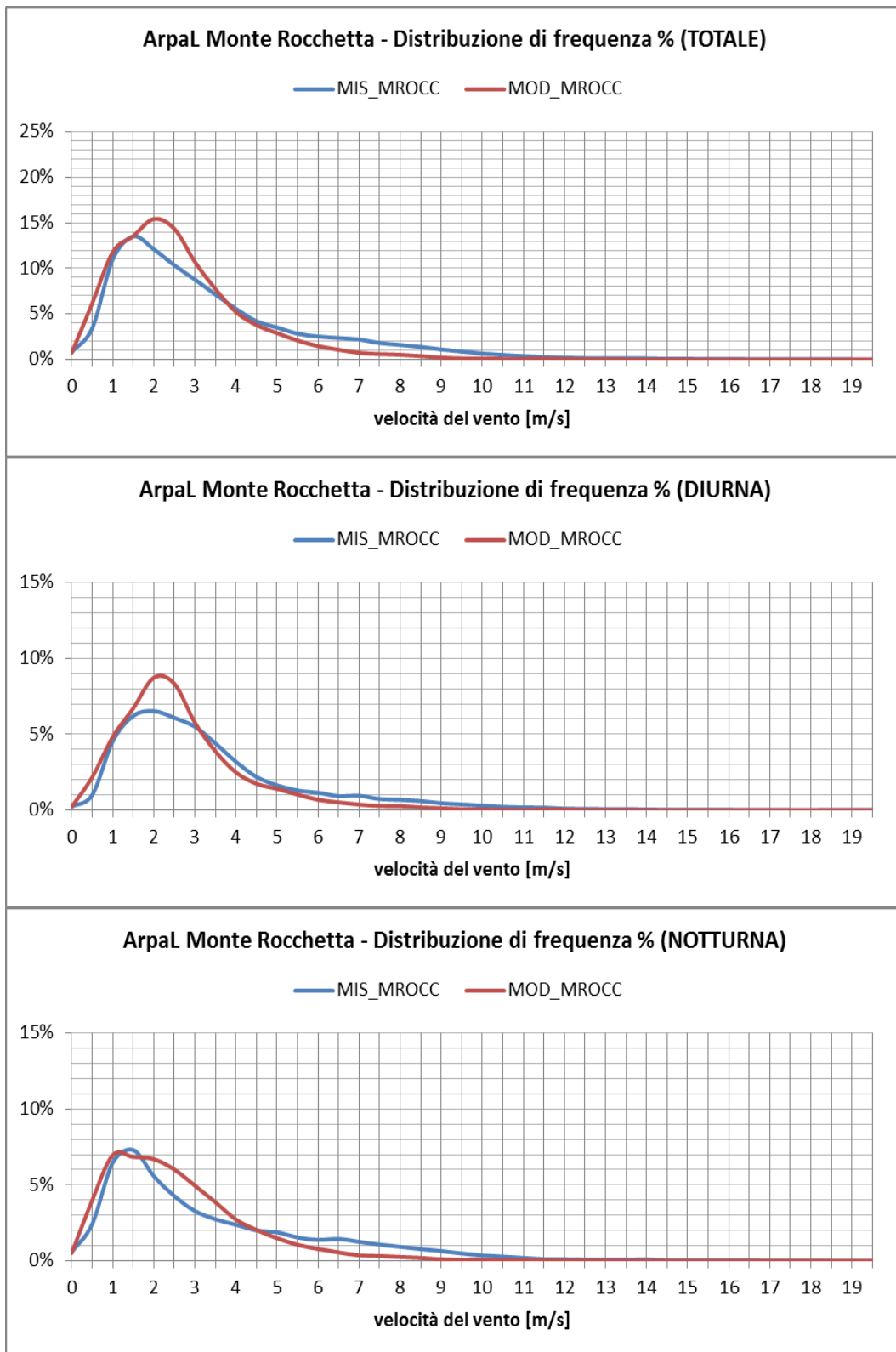


Figura 4.2.22 – Stazione meteo ARPAL Monte Rocchetta. Periodo 2009-2013. Distribuzione di frequenza dell'intensità del vento, misurata (in blu) e stimata (in rosso)

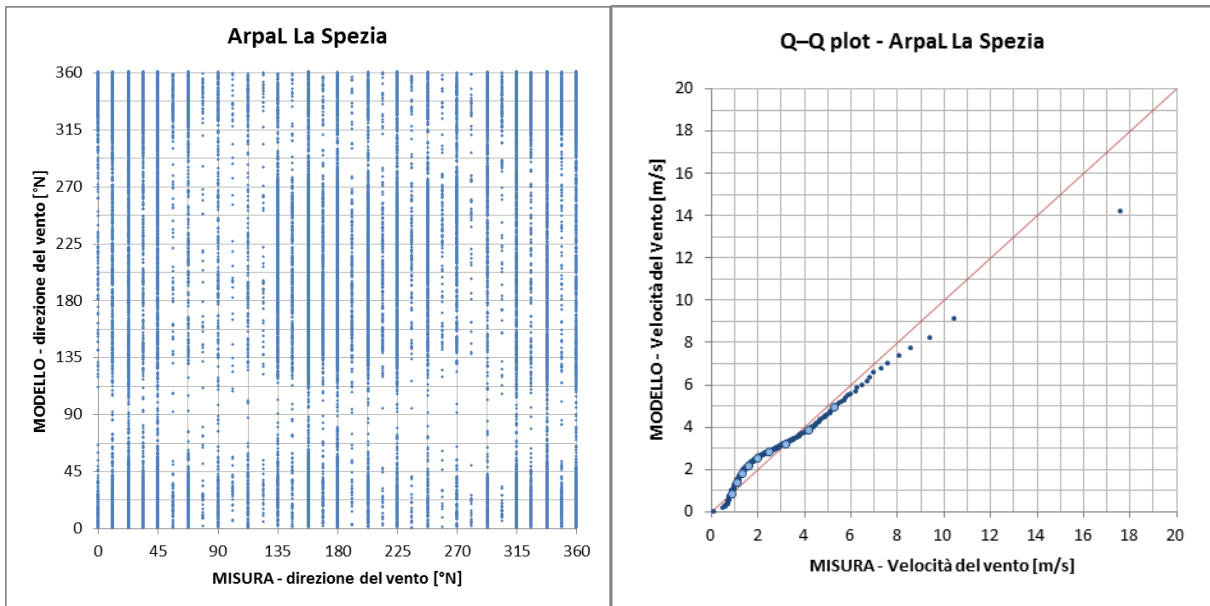


Figura 4.2.23 – Stazione meteo ARPAL La Spezia. Periodo 2009-2013.
Scatter plot tra le direzioni di provenienza del vento misurate e stimate (sx) e
Q-Q plot delle velocità del vento misurate e stimate (dx)

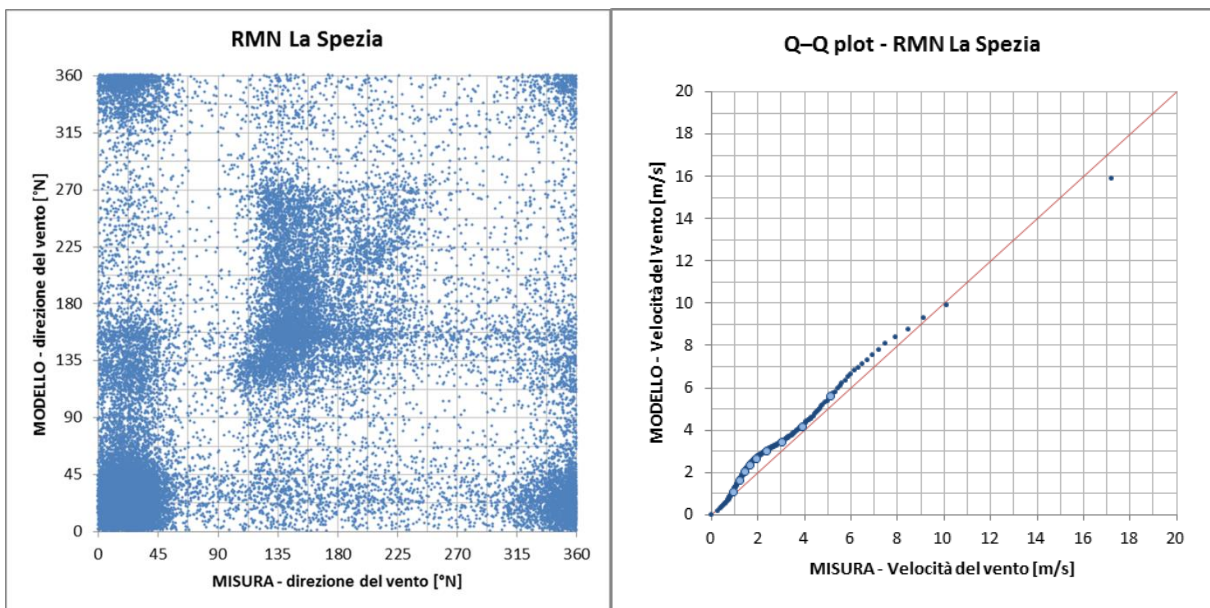


Figura 4.2.24 – Stazione meteo RMN La Spezia. Periodo 30/06/2010-31/12/2013.
Scatter plot tra le direzioni di provenienza del vento misurate e stimate (sx) e
Q-Q plot delle velocità del vento misurate e stimate (dx)

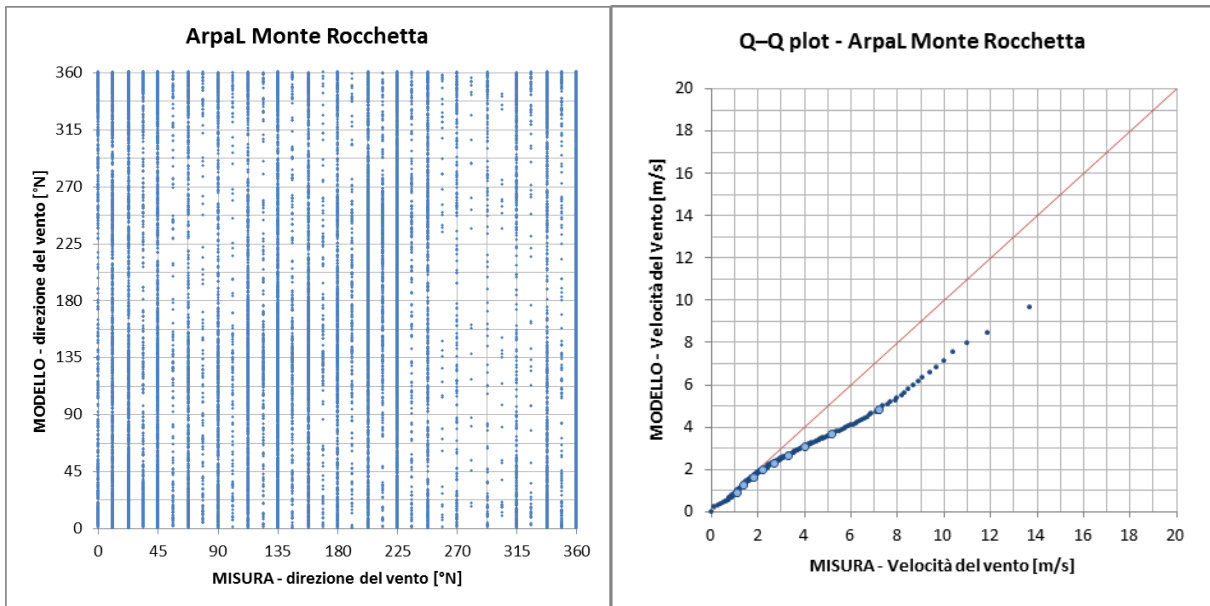


Figura 4.2.25 – Stazione meteo ARPAL Monte Rocchetta. Periodo 2009-2013.
Scatter plot tra le direzioni di provenienza del vento misurate e stimate (sx) e
Q-Q plot delle velocità del vento misurate e stimate (dx)

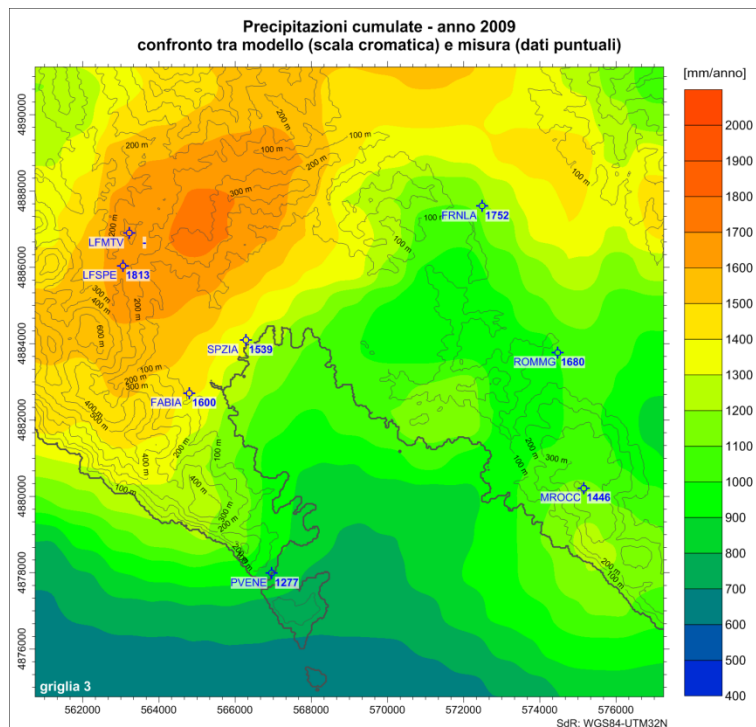


Figura 4.2.26 – Stazione meteo ARPAL. Periodo 2009.
Precipitazioni cumulate. Confronto tra modello e misura

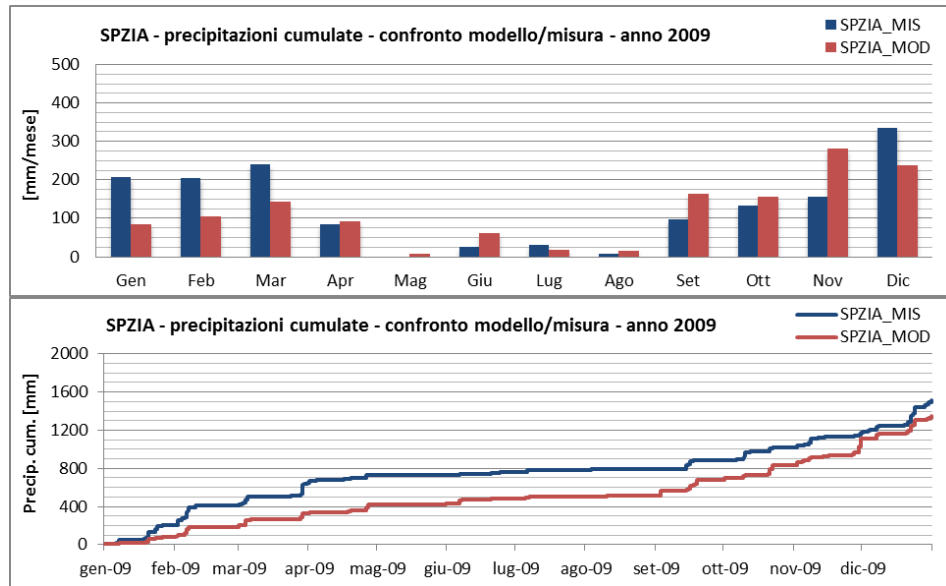


Figura 4.2.27 – Stazione meteo ARPAL La Spezia. Periodo 2009.
Confronto tra misure e modello delle precipitazioni mensili e cumulate nell'anno.

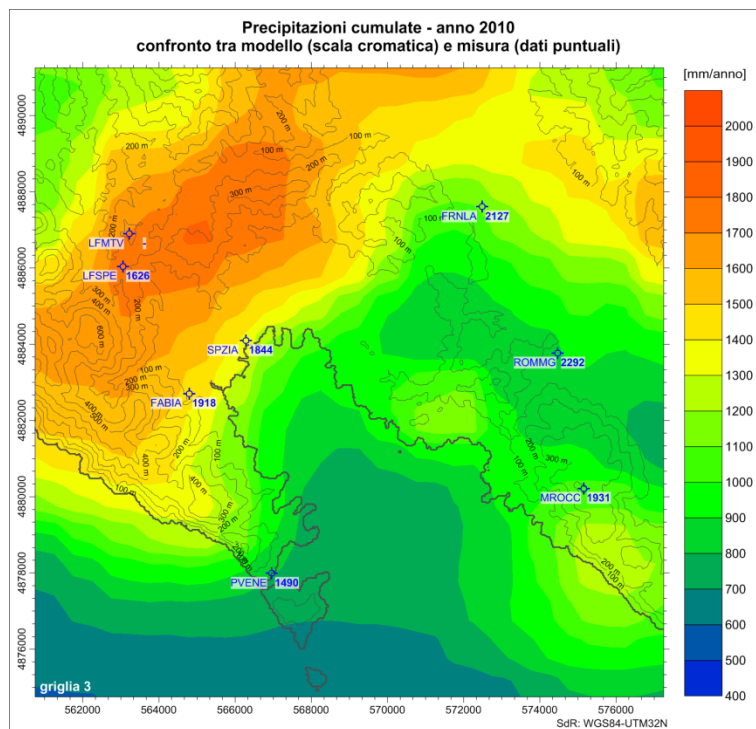


Figura 4.2.28 – Stazione meteo ARPAL. Periodo 2010.
Precipitazioni cumulate. Confronto tra modello e misura

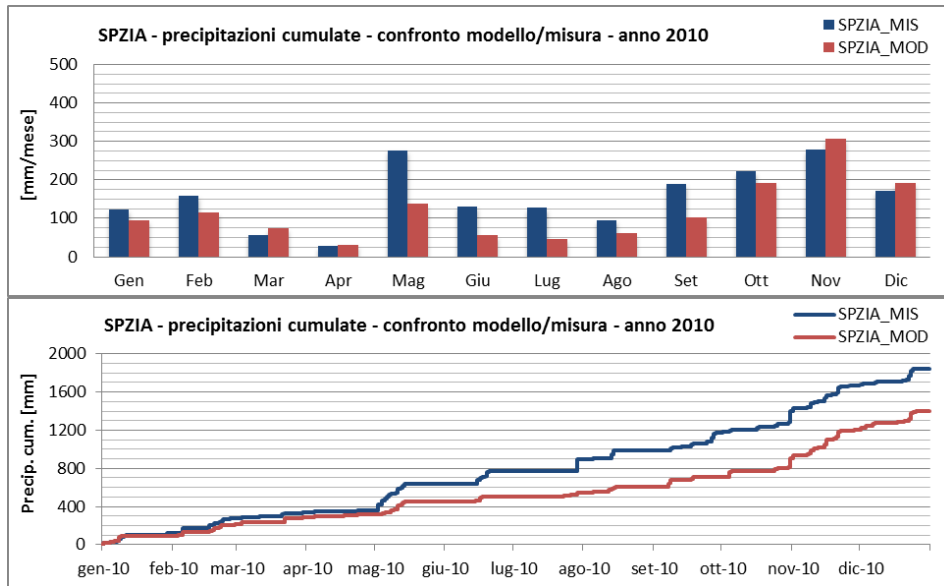


Figura 4.2.29 – Stazione meteo ARPAL La Spezia. Periodo 2010.
Confronto tra misure e modello delle precipitazioni mensili e cumulate nell’anno.

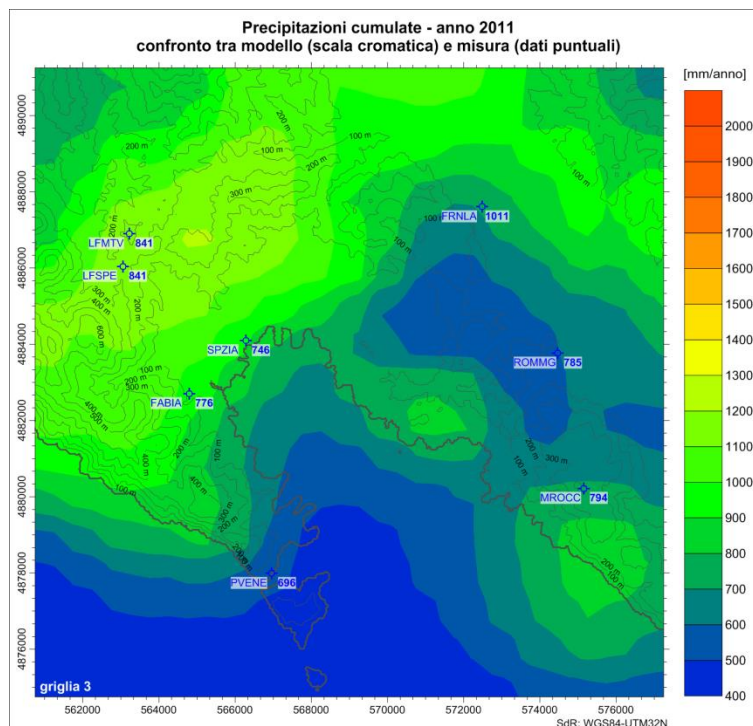


Figura 4.2.30 – Stazione meteo ARPAL. Periodo 2011.
Precipitazioni cumulate. Confronto tra modello e misura

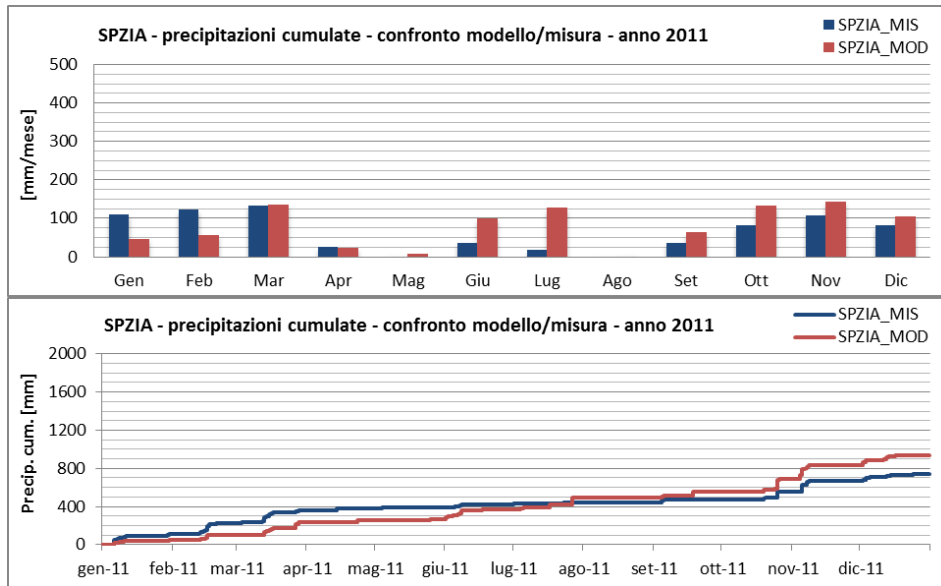


Figura 4.2.31 – Stazione meteo ARPAL La Spezia. Periodo 2011.
Confronto tra misure e modello delle precipitazioni mensili e cumulate nell'anno.

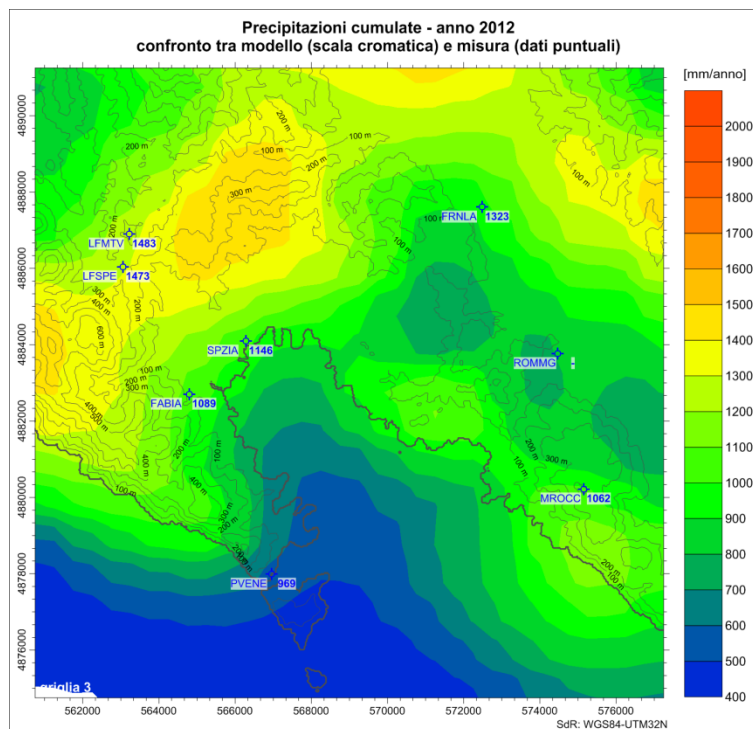


Figura 4.2.32 – Stazione meteo ARPAL. Periodo 2012.
Precipitazioni cumulate. Confronto tra modello e misura

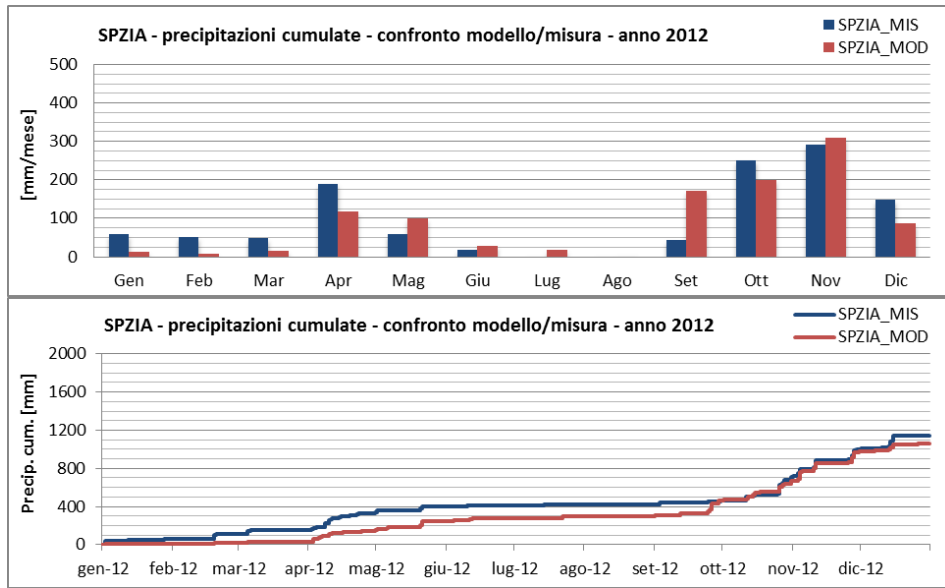


Figura 4.2.33 – Stazione meteo ARPAL La Spezia. Periodo 2012.
Confronto tra misure e modello delle precipitazioni mensili e cumulate nell’anno.

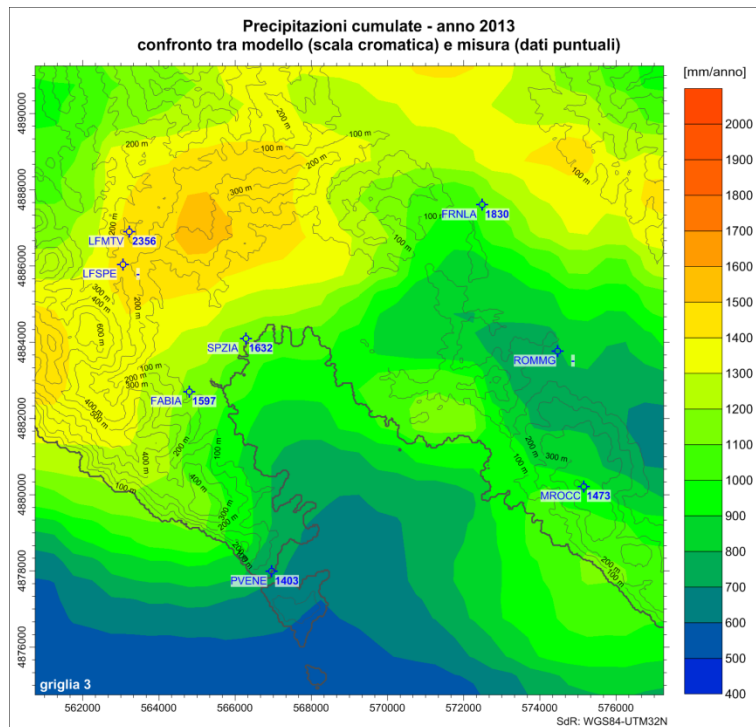


Figura 4.2.34 – Stazione meteo ARPAL. Periodo 2013.
Precipitazioni cumulate. Confronto tra modello e misura

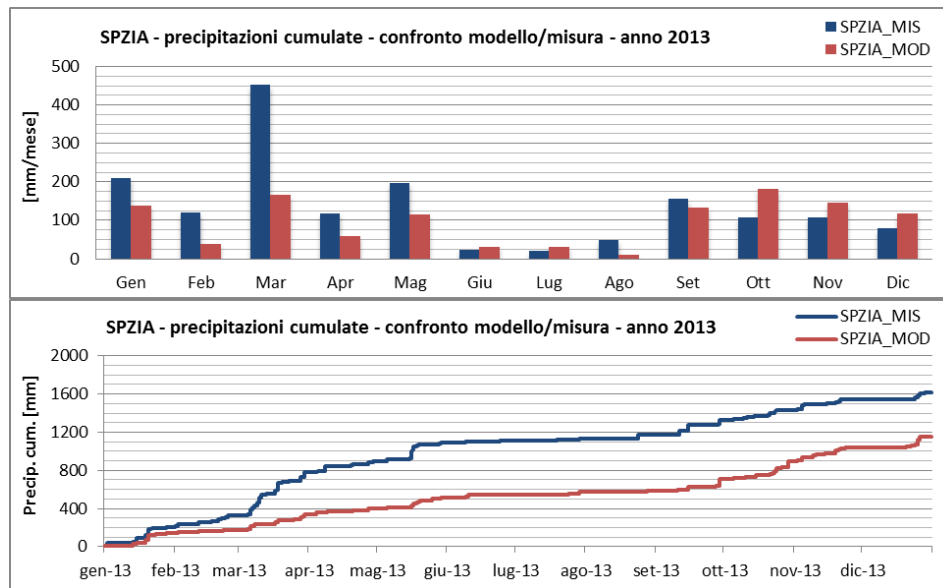


Figura 4.2.35 – Stazione meteo ARPAL La Spezia. Periodo 2013.

Confronto tra misure e modello delle precipitazioni mensili e cumulate nell’anno.

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

4.2.3.3 Stabilità atmosferica e altezza strato rimescolato nell’area

La Figura 4.2.36 riporta, per il quinquennio 2009-2013, la distribuzione nelle ore del giorno della classe di stabilità atmosferica secondo la classificazione di Pasquill-Gifford, calcolata dal modello Calmet su base annuale e stagionale. Si evidenzia l’effetto mitigante del mare e quello della sostenuta circolazione atmosferica che accentuano la frequenza della classe “D” neutra a scapito delle classi più stabili, durante le ore notturne, e di quelle più instabili di giorno. Tale comportamento è tipico dei siti costieri dove avviene la transizione tra le caratteristiche dell’atmosfera di ambienti marini e di quelle terrestri. L’analisi stagionale mette in evidenza però come tale effetto si verifichi principalmente nelle stagioni fredde, infatti in quelle calde risulta meno evidente. Se si analizza infatti la distribuzione estiva è evidente come le situazioni di neutralità (classe “D” + “C”) risultano rilevanti solo nelle fasi di transizione notte/giorno (ore 6-8) e giorno/notte (ore 17-20), mentre poi di giorno si ha chiaramente una prevalenza di situazioni instabili (classi “A” + “B”) che nel centro della giornata si attestano intorno al 90% e di notte di quelle stabili (classi “E” + “F”) anch’esse intorno al 90%.

La Figura 4.2.37 sintetizza gli andamenti medi nel giorno, per ogni stagione dell’anno, dell’altezza dello strato rimescolato anch’essi calcolati a partire dai campi orari prodotti dal modello Calmet in corrispondenza della Centrale, sempre nel quinquennio 2009-2013. Per la stima dell’altezza di tale parametro è stato adottato il metodo consigliato di default dallo sviluppatore del codice di calcolo “Maul-Carson for land and water cells”. L’altezza

dello strato rimescolato è quindi determinata a partire dalla variazione oraria del flusso di calore dalla superficie e dal profilo verticale di temperatura. Per determinare i gradienti e le variazioni di temperatura sopra la superficie del mare è inoltre stata attivata la specifica opzione che permette l'uso dei dati del prognostico. Anche tale parametro evidenzia la natura costiera del sito con uno sviluppo verticale dell'altezza dello strato rimescolato ridotto, rispetto all'entroterra, per effetto della prossimità del mare.

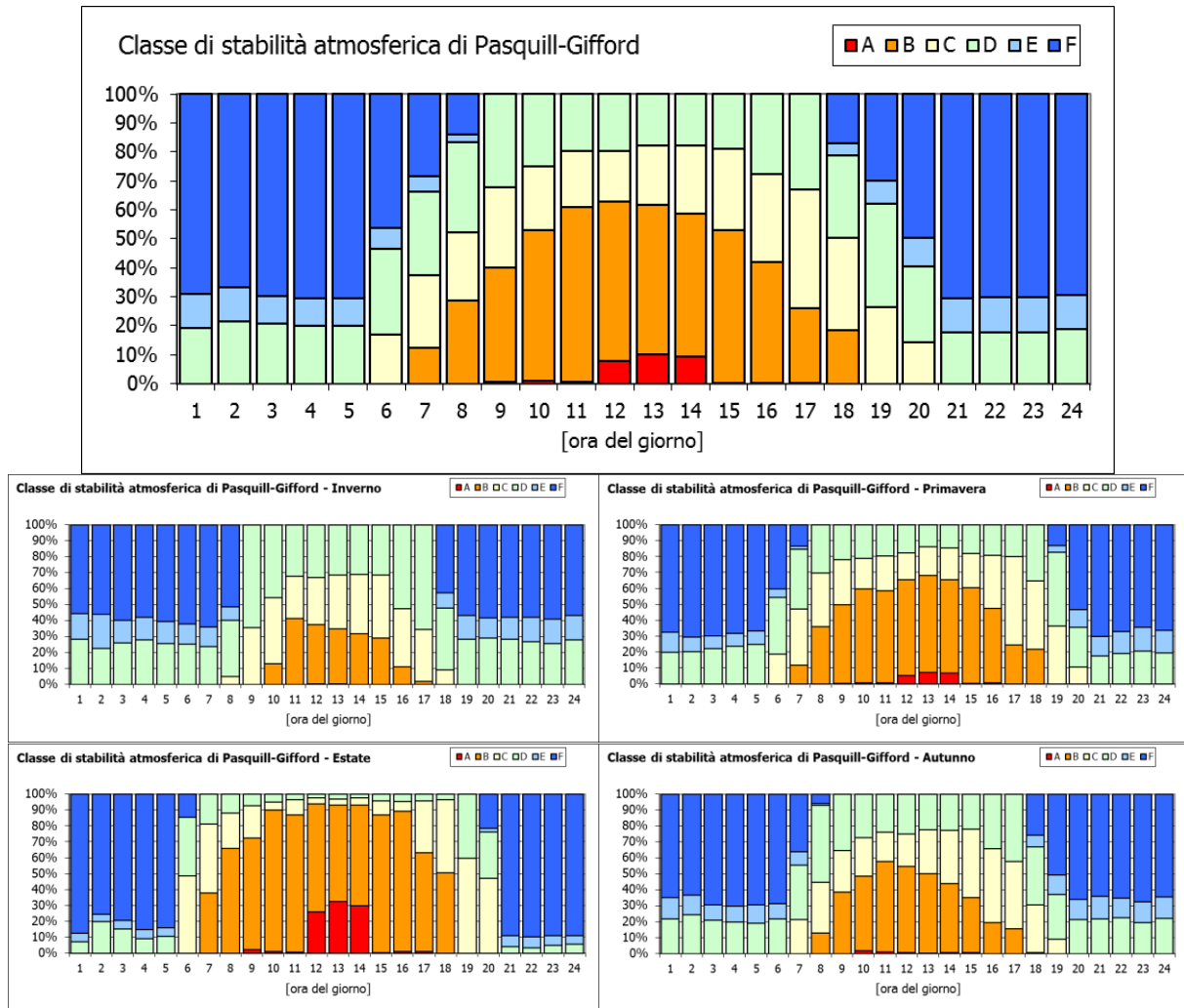


Figura 4.2.36 – Distribuzioni orarie della classe di stabilità atmosferica di Pasquill-Gifford calcolate su base annuale e stagionale. Periodo 2009-2013. Valori orari estratti dal modello Calmet in corrispondenza della Centrale.

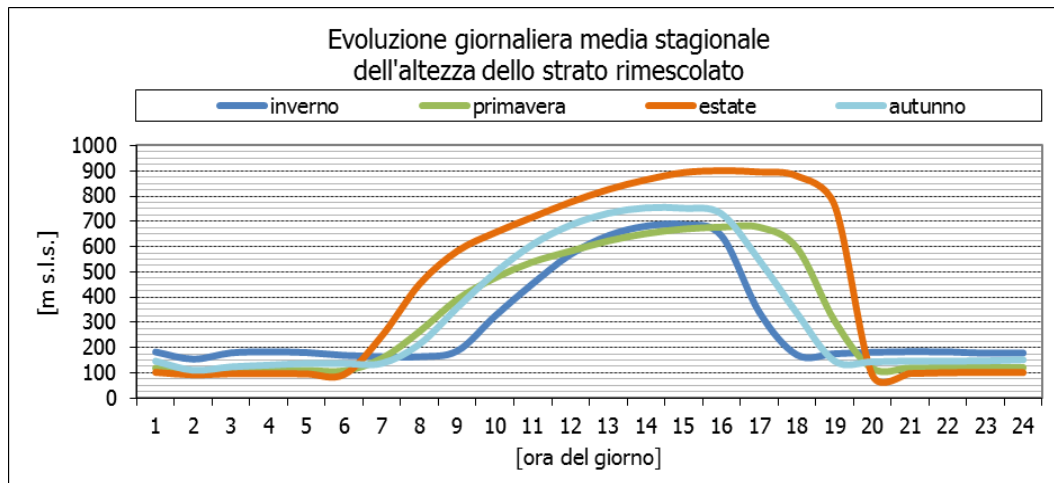


Figura 4.2.37 – Evoluzione giornaliera media dell'altezza dello strato rimescolato calcolata su base stagionale. Periodo 2009-2013. Valori orari estratti dal modello Calmet in corrispondenza della Centrale.

4.2.4 Scenari emissivi

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

- scenario attuale, con emissione dal gruppo esistente SP3 alimentato a carbone (vedi il seguente paragrafo 4.2.4.1);
- scenario di progetto fase 1, con emissione dal gruppo in progetto SP5 alimentato a gas naturale funzionante a ciclo aperto (vedi il seguente paragrafo 4.2.4.2).
- scenario di progetto fase 2, con emissione dal gruppo in progetto SP5 alimentato a gas naturale funzionante a ciclo combinato (vedi il seguente paragrafo 4.2.4.2).

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

- concentrazioni alle emissioni pari:
 - per il gruppo esistente SP3, ai valori autorizzati;
 - per il nuovo gruppo turbogas SP5, ai valori proposti per il progetto nel pieno rispetto dei *Best Available Techniques Reference* (BREFs) di settore;
- tutte le sezioni d'impianto (SP3 per lo scenario attuale, SP5 per gli scenari di progetto) sono considerate a titolo cautelativo esercitate al carico nominale costante per l'intera durata della simulazione (triennio 2011-2013);
- NO_x ripartiti alle emissioni in 98% di NO e 2% di NO₂, valori tipici per le tipologie di sorgenti in oggetto;
- polveri emesse dai gruppi esistenti rientranti interamente nella frazione PM_{2.5} (e quindi anche PM₁₀).

Il valore del 2% come rappresentativo della frazione di NO₂ tra gli NO_x emessi si ritrova in letteratura come valore di prima approssimazione più rappresentativo dei processi di combustione in centrali termoelettriche (ad es. "Review of NO_x Emission Factors for

Stationary Combustion Sources and AP-42 Update” R.J. Milligan, W.C. Sailor, J. Wasilewski, W. C. Kuby), dove si presentano per la generazione di energia elettrica con potenze superiori a 29 MW valori variabili tra l’1% ed il 5%, con maggiore frequenza dell’1%.

Si consideri inoltre che la simulazione implementa lo schema RIVAD/ARM3 (Pseudo-first-order chemical mechanism, Morris et al., 1988) che comprende anche l'ossidazione del monossido di azoto. La ripartizione 2% NO₂ e 98% NO costituisce, quindi, solamente la condizione iniziale dei fumi allo sbocco dalla ciminiera. Il modello matematico stima, parallelamente e contemporaneamente al processo di diffusione e dispersione dei fumi, anche la progressiva ossidazione di NO a NO₂ con cinetiche relativamente veloci, funzione delle caratteristiche ossidative dell’atmosfera.

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

Per rappresentare l’effetto che i limiti di esercizio posti alla Centrale nell’assetto attuale in termini di emissioni massiche su base annua hanno sulle ricadute in aria ambiente, le stime modellistiche delle concentrazioni medie annue per tale assetto sono state opportunamente riscalate in post-processing in modo da tenere conto di detti limiti, riportati sinteticamente nella seguente Tabella 4.2.5.

Tabella 4.2.5 – Limiti massici annui vigenti per l’assetto attuale.

Parametro	SO ₂	NO _x	CO	PTS
Limite [ton/anno]	3’000	3’000	1’800	200

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

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

4.2.4.1 Scenario attuale

Sebbene la simulazione modellistica di dispersione delle emissioni faccia riferimento per la parte meteorologica al triennio 2011-2013 (tale scelta è motivata al paragrafo 4.2.2.1), in cui ancora erano in esercizio le sezioni SP1 e SP2 oltre che alla SP3, nello scenario attuale si

considera il funzionamento del solo gruppo SP3 (il solo attualmente in esercizio, essendo i gruppi SP1 e SP2 messi fuori esercizio dal 2016). Questo perché la finalità dello studio è quello di confrontare la variazione degli impatti nell'ipotesi di realizzare il progetto proposto rispetto all'ipotesi di non farlo, che corrisponde all'esercizio della Centrale di La Spezia nel suo attuale assetto.

Le coordinate delle ciminiere associate ai gruppi attivi e le relative caratteristiche geometriche sono riportate in Tabella 4.2.6. In Tabella 4.2.7 sono riportati invece i parametri fisici dei fumi allo sbocco della ciminiera e i valori di concentrazione all'emissione autorizzati.

Tabella 4.2.6 – Scenario attuale. Caratteristiche geometriche delle ciminiere.

Gruppo	Ciminiera				
	Coordinate WGS84 - UTM 32 ²		Base	Altezza	Diametro del condotto emissivo
	Est	Nord			
	km	km	m s.l.m.	m	m
SP3	570.027	4'884.707	6	220	6.2

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

Gruppo	Parametri fisici allo sbocco dei Fumi				Valori di concentrazione all'emissione				
	Temperatura	Velocità	Portata ⁽¹⁾	O ₂ Rif	SO ₂	NO _x	NH ₃	CO	PTS
	°C	m/s	Nm ³ /h	%	mg/Nm ³				
SP3	110.0	28.0	2'156'705	6	180 ⁽²⁾	180 ⁽³⁾	5 ⁽⁴⁾	150 ⁽⁵⁾	15 ⁽⁶⁾

(1) Portata in condizioni normalizzate: temperatura di 273.15 K, pressione di 101.3 kPa, percentuale di ossigeno alle condizioni di riferimento per la tipologia di combustibile, con detrazione del vapore acqueo (quindi secca)
 (2) Limite attuale autorizzato per SO_x, periodo di riferimento giornaliero
 (3) Limite attuale autorizzato per NO_x, periodo di riferimento giornaliero
 (4) Limite attuale autorizzato per NH₃, periodo di riferimento annuale (semestrale)
 (5) Limite attuale autorizzato per CO, periodo di riferimento giornaliero
 (6) Limite attuale autorizzato per PTS, periodo di riferimento giornaliero

4.2.4.2 Scenario di progetto

Gli assetti di progetto simulati prevedono il funzionamento solo del nuovo gruppo denominato SP5 e la messa fuori servizio del gruppo SP3. Nella fase 1 il nuovo gruppo opererà a ciclo aperto, nella fase 2 a ciclo combinato.

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

² Coordinate Gauss-Boaga camino SP3, denominato E3: 1'569'988 E, 4'884'525 N

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

Gruppo	Ciminiera				
	Coordinate WGS84 - UTM 32		Base	Altezza	Diametro
	Est	Nord			
	km	km	m s.l.m.	m	m
Fase 1					
SP5-bypass	570.214	4'884.584	6	60	10.0
Fase 2					
SP5	570.268	4'884.606	6	90	8.5

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

Gruppo	Parametri fisici allo sbocco dei Fumi				Valori di concentrazione all'emissione				
	Temperatura	Velocità	Portata ⁽¹⁾	O ₂ Rif	SO ₂	NO _x ⁽²⁾	NH ₃ ⁽³⁾	CO ⁽⁴⁾	PTS
	°C	m/s	Nm ³ /h	%	mg/Nm ³				
Fase 1									
SP5-bypass	680.0	40.0	4'150'000	15	---	30 ⁽⁵⁾	---	30 ⁽⁶⁾	---
Fase 2									
SP5	80.0	20.0	4'150'000	15	---	10 ⁽⁵⁾	5 ⁽⁶⁾	30 ⁽⁶⁾	---

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

⁽²⁾ BAT per NO_x

- OCGT (SP5-bypass): 15-35 mg/Nm³ per periodo di riferimento annuale
25-50 mg/Nm³ per periodo di riferimento giornaliero
- CCGT (SP5): 10-30 mg/Nm³ per periodo di riferimento annuale
15-40 mg/Nm³ per periodo di riferimento giornaliero

⁽³⁾ BAT per NH₃

- CCGT (SP5): 3-10 mg/Nm³ per periodo di riferimento annuale

⁽⁴⁾ BAT per CO

- OCGT (SP5-bypass) 5-40 mg/Nm³ per periodo di riferimento annuale
- CCGT (SP5) 5-30 mg/Nm³ per periodo di riferimento annuale

⁽⁵⁾ Performance attesa per periodo di riferimento giornaliero

⁽⁶⁾ Performance attesa per periodo di riferimento annuale

4.2.4.3 Bilancio massico

Il bilancio massico orario relativo al funzionamento nell'assetto attuale e in quello di progetto della fase 2, è riportato in Tabella 4.2.10. Nell'assetto di progetto fase 2 che, prevede il funzionamento solo del nuovo gruppo CCGT alimentato a gas naturale, oltre all'annullamento delle emissioni di SO₂ e di polveri, è evidente anche la netta diminuzione delle emissioni degli NO_x, quasi di un ordine di grandezza, e la diminuzione delle emissioni di CO, ridotte a poco più di un terzo. Si riscontra invece un aumento delle emissioni di NH₃.

In merito alle emissioni di ammoniaca in atmosfera, dovute alla riduzione catalitica selettiva utilizzata per abbattere le emissioni di NO_x, in accordo alle BAT per i grandi

impianti di combustione³, pubblicate in data 17/08/2017 sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, si precisa che le stesse verranno contenute tramite l'utilizzo di un sistema di controllo avanzato che consentirà dei livelli emissivi molto inferiori rispetto a quelli assunti nel presente studio e pari al limite massimo in concentrazione normalmente stabilito. Dal punto di vista della valenza ambientale, in accordo con la filosofia delle BAT, i benefici ottenuti dalla riduzione degli NO_x superano di gran lunga l'effetto derivante dai valori di NH₃ stimati nel presente studio.

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

Scenario	Sezione	Bilancio massico				
		SO ₂	NO _x	NH ₃	CO	PTS
		kg/h				
Attuale (A)	SP3	388.2	388.2	10.8	323.5	32.4
Progetto (P)	SP5	0.0	41.5	20.8	124.5	0.0
Differenza (P-A)		-388.2	-346.7	10.0	-199.0	-32.4

4.2.5 Concentrazioni in aria ambiente

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

Al fine di apprezzare le modulazioni temporali delle ricadute in aria ambiente associate alle emissioni della Centrale, viene presentato nel seguito l'andamento dei giorni tipo stagionali relativi agli ossidi di azoto (NO_x).

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

4.2.5.1 Tavole fuori testo

Nelle tavole fuori testo si presentano le stime modellistiche relative alle concentrazioni in aria ambiente degli inquinanti considerati. Le tavole identificate con il prefisso "AL" si riferiscono alla stima delle concentrazioni in aria ambiente nell'area identificata come "Area Locale", compresa nel dominio G2, mentre quelle identificate con il prefisso "AV" si riferiscono alla stima delle concentrazioni nell'area identificata come "Area Vasta", coincidente col dominio G1. I numeri progressivi che seguono il prefisso "AL" o "AV" identificano il parametro secondo la corrispondenza univoca riportata in Tabella 4.2.11. Infine, il suffisso "a" o "p1" o "p2" identifica rispettivamente lo scenario Attuale o quello di Progetto in fase 1 o fase 2.

³ "Decisione di esecuzione (UE) 2017/1442 della Commissione del 31 luglio 2017 che stabilisce le Conclusioni sulle migliori tecniche disponibili (BAT) a norma della direttiva 2010/75/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, per i grandi impianti di combustione [notificata con il numero C (2017) 5225]"

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

Tabella 4.2.11 – Identificativi di parametro adottati nelle tavole fuori testo

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

4.2.5.1.1 SO₂

Le tavole 01 riportano la concentrazione media annua di SO₂ associata alle emissioni della Centrale di La Spezia, nello scenario Attuale. Il valore nel punto di massimo impatto è di poco inferiore ai 2 µg/m³, a fronte di un livello critico a protezione della vegetazione di 20 µg/m³, localizzato a NNE dell’impianto ad una distanza di circa 1-1.5 km. Concentrazioni comprese tra 1 e 2 µg/m³ si estendono dalla Centrale in direzione N per circa 6 km. Al di là del golfo in direzione W-SW a circa 7-8 km dall’impianto si possono riscontrare altre due piccole aree con concentrazioni comprese tra 1 e 2 µg/m³.

Le tavole 02 riportano la stima del contributo alla concentrazione media giornaliera di SO₂ superata 3 volte in un anno, nello scenario Attuale. Il D.Lgs. 155/2010 prevede infatti un valore limite alla concentrazione media giornaliera di SO₂ pari a 125 µg/m³ da non superare più di 3 volte per anno civile. L’area di maggiore impatto, che comprendente valori di concentrazione compresi tra 15 e 30 µg/m³, si estende a partire dalla Centrale in direzione NNW per circa 3 km e in direzione E per circa 1.5 km. Il valore massimo riscontrato è di 25 µg/m³.

Le tavole 03 riportano la stima del contributo alla concentrazione media oraria di SO₂ superata 24 volte in un anno, nello scenario Attuale. Il D. Lgs. 155/2010 prevede infatti un valore limite alla concentrazione media oraria di SO₂ pari a 350 µg/m³ da non superare più di 24 volte per anno civile. Il valore nel punto di massimo impatto è di 119 µg/m³, a fronte di un valore limite di 350 µg/m³, è localizzato a NNE dell’impianto ad una distanza di circa

1-1.5 km. Concentrazioni comprese tra 50 e 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, si trovano in una area che si estende in direzione NNW per circa 2.5 km e in direzione E per circa 2 km. Concentrazioni comprese tra 25 e 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, si trovano distribuite in modo uniforme nell'area intorno alla Centrale, con un'estensione che arriva a N fino a circa 5-6 km, a E fino a circa 4 km e in direzione S e W per circa 1.5 km. Una seconda area, di estensione decisamente inferiore, con concentrazioni comprese tra 25 e 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, è presente al di là del golfo in direzione SW a circa 7-8 km dall'impianto.

4.2.5.1.2 NO₂ e NO_x

Le tavole 04 riportano la concentrazione media annua di NO₂ associata alle emissioni della Centrale di La Spezia, nello scenario Attuale (.a), di Progetto nella fase 1 (.p1) e di Progetto nella fase 2 (.p2). L'area di maggiore impatto, relativa all'assetto Attuale, comprendente i valori di concentrazione tra 1 e 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a fronte di un valore limite di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, si estende a partire da circa 300 m dalla Centrale in direzione N fino a circa 4 km e in direzione ENE per circa 2 km, il valore massimo riscontrato è di 1.36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Per quanto riguardano gli scenari di Progetto, l'impatto risulta fortemente ridotto con i valori massimi che scendono al di sotto di 0.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nella fase 1 (.p1), e al di sotto di 0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nella fase 2 (.p2).

Le tavole 05 riportano la stima del contributo alla concentrazione media oraria di NO₂ superata 18 volte in un anno, nello scenario Attuale (.a) di Progetto nella fase 1 (.p1) e di Progetto nella fase 2 (.p2). Il D. Lgs. 155/2010 prevede infatti un valore limite alla concentrazione media oraria di NO₂ pari a 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile. Il valore nel punto di massimo impatto, relativo all'assetto Attuale è di 101 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, è localizzato a NE dell'impianto ad una distanza di circa 500 m. Concentrazioni comprese tra 50 e 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, si trovano in una area che si estende in direzione N per circa 2 km e in direzione E per circa 1.2 km. Concentrazioni comprese tra 25 e 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, si trovano distribuite in modo uniforme nell'area intorno alla Centrale, con un'estensione che arriva a N fino a circa 4 km, a E fino a circa 3 km e in direzione S e W per circa 1 km. Altre aree, con concentrazioni comprese tra 25 e 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sono presenti al di là del golfo in direzione SW a circa 7-8 km dall'impianto.

Le particolarità che si riscontra nell'analisi delle mappe relative alla Centrale in assetto di Progetto sono differenti nelle due fasi. Nella fase 1 (.p1) le tre aree con le concentrazioni massime comprese tra 10 e 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valori comunque decisamente più bassi di quelli che si stimano per l'assetto attuale, si collocano una ad W dell'impianto a circa 7-9 km, una a SW dell'impianto al di là del golfo a circa 8-10 km e la terza, quella più prossima all'impianto a circa 3-6 km in direzione SW, quindi all'interno del golfo. Nella fase 2 le aree con le concentrazioni massime, sempre comprese tra 10 e 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sono due e sono localizzate una a circa 3-6 km in direzione SW, quindi all'interno del golfo e l'altra è localizzato a NE dell'impianto ad una distanza di circa 500 m.

Le tavole 06 riportano la concentrazione media annua di NO_x associata alle emissioni della Centrale di La Spezia, nello scenario Attuale (.a) di Progetto nella fase 1 (.p1) e di Progetto nella fase 2 (.p2). Il valore nel punto di massimo impatto, relativo allo scenario Attuale è di poco inferiore ai 2 µg/m³, a fronte di un livello critico a protezione della vegetazione di 30 µg/m³, ed è localizzato nell'area comprendente le concentrazioni tra 1 e 3 µg/m³, che si estende a partire dall'impianto in direzione N fino a circa 6 km e in direzione ENE per circa 3 km.

Per quanto riguardano gli scenari di Progetto, l'impatto risulta fortemente ridotto e il valore massimo riscontrato, è di circa a 0.7 µg/m³, localizzato, nella fase 1 (.p1), al di là del golfo, ad una distanza di circa 7-10 km in direzione SW, mentre nella fase 2 (.p2) è localizzato a circa 1 km dall'impianto in direzione NE.

4.2.5.1.3 PM₁₀, PM_{2.5} e SPM

Le tavole 07 riportano la concentrazione media annua di PM₁₀ (somma del contributo primario e di quello secondario) associata alle emissioni della Centrale di La Spezia nello scenario Attuale. Il valore massimo stimato, è di poco superiore a 0.2 µg/m³, a fronte di un valore limite di 40 µg/m³. La distribuzione di queste basse concentrazioni di inquinante, valori di poco superiori ai 0.2 µg/m³, si estendono in direzione N da 1 a 3 km di distanza dalla Centrale. Si presenta poi un'altra piccola area con questi valori di concentrazione al di là del golfo in direzione W a circa 7-8 km dall'impianto.

Le tavole 08 riportano la concentrazione media giornaliera di PM₁₀ (somma del contributo primario e di quello secondario) associata alle emissioni della Centrale di La Spezia nello scenario Attuale, superate 35 volte in un anno. Il valore massimo è appena superiore a 1 µg/m³, a fronte di un valore limite di 50 µg/m³ e si colloca a circa 1.5 km in direzione NE dall'impianto.

Le tavole 09 riportano la concentrazione media annua di PM_{2.5} (somma del contributo primario e di quello secondario) associata alle emissioni della Centrale di La Spezia nello scenario Attuale. Il valore massimo stimato è di poco superiore a 0.2 µg/m³ a fronte di un valore limite di 25 µg/m³. La distribuzione di queste basse concentrazioni di inquinante risulta essere molto simile a quella del PM₁₀.

Le tavole 10 riportano la concentrazione media annua di SPM (particolato secondario), determinate dalle emissioni della Centrale di La Spezia, nello scenario Attuale (.a), di Progetto nella fase 1 (.p1) e di Progetto nella fase 2 (.p2), prodotto durante il trasporto delle masse d'aria a seguito della trasformazione di SO₂ (ove presente) in solfati e di NO_x in nitrati. Tale trasformazione avviene successivamente all'emissione dal camino dei composti gassosi e per questo le polveri generate da questo processo sono definite secondarie.

I valori massimi stimati, sono inferiori ai $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nello scenario Attuale e inferiori a 0.04 e $0.02 \mu\text{g}/\text{m}^3$, rispettivamente nello scenario di Progetto in fase 1 e fase 2.

In particolare, negli scenari di progetto, in assenza di emissioni di polveri (e quindi di particolato primario), le uniche ricadute associate alla Centrale in merito a questo inquinante sono quelle relative al particolato secondario. Poiché le polveri secondarie rientrano nella classe granulometrica del $\text{PM}_{2.5}$, le ricadute in termini di SPM costituiscono anche le ricadute in termini di $\text{PM}_{2.5}$ e di PM_{10} . Il confronto delle ricadute in termini di particolato secondario (come detto, negli scenari di progetto inferiori a $0.04 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nella fase 1 e $0.02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nella fase 2) con i limiti normativi per $\text{PM}_{2.5}$ e PM_{10} ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rispettivamente) consente dunque di ritenere trascurabili le ricadute stimate per via modellistica in termini di particolato atmosferico.

4.2.5.1.4 CO

Le tavole 11 riportano le massime concentrazioni medie sulle 8 ore di CO determinate dalle emissioni della Centrale di La Spezia, nello scenario Attuale (.a) di Progetto nella fase 1 (.p1) e di Progetto nella fase 2 (.p2). Il valore massimo è di poco superiore $0.08 \text{mg}/\text{m}^3$, nello scenario Attuale a fronte di un valore limite di $10 \text{mg}/\text{m}^3$.

4.2.5.2 Andamento temporale delle concentrazioni in atmosfera

Al fine di apprezzare le modulazioni temporali delle ricadute in aria ambiente associate alle emissioni della Centrale, viene presentato nel presente paragrafo l'andamento dei giorni tipo stagionali relativi agli ossidi di azoto (NO_x). L'analisi è relativa al punto di massima ricaduta ($570'750 \text{ m E}$, $4'885'250 \text{ m N}$, fuso UTM 32 Nord), stimato per lo scenario di progetto in fase 2, ove è atteso un contributo alla concentrazione media sull'intero triennio di circa a $0.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Figura 4.2.38).

Gli andamenti dei giorni tipo stagionali dell' NO_x nel punto analizzato, mostrano valori notturni prossimi allo zero e campane di concentrazioni che variano per ampiezza e altezza in funzione delle diverse stagioni. Nel periodo invernale la campana risulta appena accennata, con il valore massimo di $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ alle ore 15:00. Nel periodo primaverile e autunnale le campane sono ben delineate e raggiungono valori massimi superiori ai $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, per più ore al centro della giornata in autunno, alle 13:00 in primavera. In estate la campana è molto più ampia, che in tutte le altre stagioni, dalle 08:00 alle 20:00, e raggiunge valori prossimi ai $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tra le 11:00 e le 12:00.

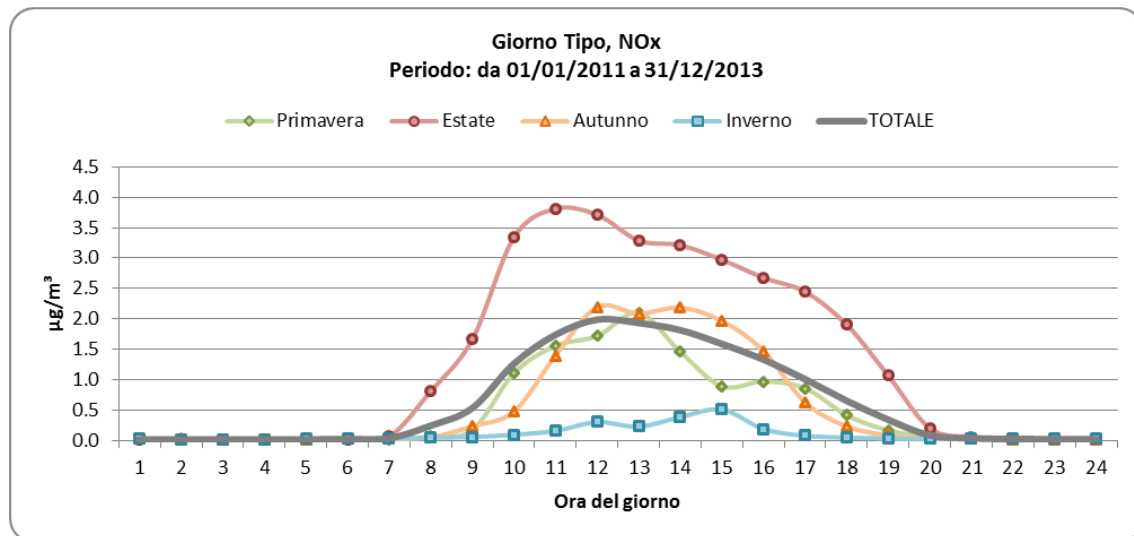


Figura 4.2.38 – Giorno tipo stagionale e totale di NO_x nel punto di massima ricaduta riferito allo scenario di progetto fase 2. Periodo 2011-2013.

4.2.5.3 Confronto coi limiti di legge

In Tabella 4.2.12 sono riportati, per ciascuno scenario considerato, i contributi stimati alle concentrazioni dei macroinquinanti nel punto di massima ricaduta. Tutti i contributi stimati rientrano ampiamente all'interno dei valori limite e dei livelli critici, ove applicabili, imposti dal D. Lgs. 155/2010, sia nello scenario attuale che, ancor più, in quelli di progetto (fase 1 e 2).

Come si evince dall'analisi del bilancio massico riportato al paragrafo 4.2.4.3, risultano evidenti i miglioramenti derivanti dallo scenario di progetto che, prevedendo il funzionamento solo del nuovo gruppo turbogas, permette di eliminare le emissioni di biossido di zolfo (SO₂) e particolato primario (PM₁₀ e PM_{2.5}) e, con riferimento alla fase 2, di ridurre su base oraria di poco meno del 90% quelle degli ossidi di azoto (NO_x) e di oltre il 60% quelle di monossido di carbonio (CO).

Dall'analisi della Tabella 4.2.12 si evidenziano i benefici di tale riduzione delle emissioni anche in termini di ricadute sulla qualità dell'aria. Negli scenari di progetto (fase 1 e 2), le ricadute attese associate alle emissioni convogliate dalla Centrale risultano infatti sempre sostanzialmente inferiori rispetto allo scenario attuale per tutti i principali inquinanti ad eccezione dell'ammoniaca. In maggior dettaglio:

- il contributo al biossido di zolfo (SO₂) è azzerato;
- il contributo al particolato primario PM₁₀ e PM_{2.5} è azzerato;
- la concentrazione oraria superata 18 volte/anno del biossido di azoto (NO₂) è ridotta di circa l'80%.

Anche la ricaduta del monossido di carbonio (CO) nel punto di massimo impatto risulta ridotta rispetto allo scenario attuale di circa due terzi nella fase 1 e di circa un terzo nella fase 2.

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

Rif. Tavola	Parametro ⁽¹⁾	U.m.	Limite di legge (D. Lgs. 155/2010) ⁽⁵⁾	Area di 17 x 17 km ²					
				Valore massimo			Valore medio		
				Sc. attuale	Sc. di prog. fase 1	Sc. di prog. fase 2	Sc. attuale	Sc. di prog. fase 1	Sc. di prog. fase 2
01	SO ₂ – Conc. media annua	[µg/m ³]	20 (L.C.)	1.9	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.5	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾
02	SO ₂ – Conc. giornaliera superata 3 volte per anno civile	[µg/m ³]	125 (V.L.)	25.0	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	5.0	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾
03	SO ₂ – Conc. oraria superata 24 volte per anno civile	[µg/m ³]	350 (V.L.)	118.5	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	17.4	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾
04	NO ₂ – Conc. media annua	[µg/m ³]	40 (V.L.)	1.4	0.7	0.5	0.4	0.1	0.1
05	NO ₂ – Conc. oraria superata 18 volte per anno civile	[µg/m ³]	200 (V.L.)	101.2	20.8	21.5	15.8	4.6	3.7
06	NO _x – Conc. media annua	[µg/m ³]	30 (L.C.)	1.9	0.7	0.6	0.5	0.1	0.1
07	PM ₁₀ – Conc. media annua ^{(2) (7)}	[µg/m ³]	40 (V.L.)	0.22	0.04	0.02	0.11	0.01	0.01
08	PM ₁₀ – Conc. giorn. superata 35 volte per anno civile ^{(2) (7)}	[µg/m ³]	50 (V.L.)	1.03	0.11	0.05	0.38	0.04	0.02
09	PM _{2.5} – Conc. media annua ^{(3) (7)}	[µg/m ³]	25 (V.L.)	0.22	0.04	0.02	0.11	0.01	0.01
10	SPM – Conc. media annua ⁽⁴⁾	[µg/m ³]	-	0.138	0.041	0.017	0.071	0.013	0.009
11	CO – Conc. media massima giornaliera calcolata su 8 ore	[mg/m ³]	10 (V.L.)	0.081	0.023	0.054	0.014	0.005	0.010

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

⁽²⁾ PM₁₀ = Particolato primario e secondario

⁽³⁾ PM_{2.5} = Particolato fine primario e secondario

⁽⁴⁾ SPM = Particolato secondario

⁽⁵⁾ L.C. = Livello Critico, V.L. = Valore Limite

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

⁽⁷⁾ Per lo scenario di progetto, tutto il particolato è di tipo secondario

4.2.5.4 Recettori sensibili

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

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

ID Loca.	Denom. Recettore	Contributo alla concentrazione in aria ambiente scenario Attuale											
		Inq.	SO ₂			NO ₂		NO _x	PM ₁₀ ⁽³⁾		PM _{2.5} ⁽⁴⁾	SPM ⁽⁵⁾	CO
		Rifer. Tavola	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
		Param. (1)	media annua	media giornaliera superata 3 volte per anno civile	media oraria superata 24 volte per anno civile	media annua	media oraria superata 18 volte per anno civile	media annua	media annua	media giornaliera superata a 35 volte per anno civile	media annua	media annua	media massima giornaliera calcolata su 8 ore
		D.Lgs. 155/10 ⁽²⁾	20 (L.C.)	125 (V.L.)	350 (V.L.)	40 (V.L.)	200 (V.L.)	30 (L.C.)	40 (V.L.)	50 (V.L.)	25 (V.L.)	-	10 (V.L.)
		U.m.	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
11001 10001	Ameglia	→	0.27	2.5	7.5	0.21	6.2	0.25	0.085	0.295	0.085	0.064	0.007
11001 10004	Monte Marcello	→	0.27	2.2	6.0	0.21	5.6	0.25	0.085	0.299	0.085	0.064	0.006
11002 10001	Amoa	→	1.11	19.3	76.1	0.81	59.0	1.07	0.157	0.671	0.157	0.080	0.054
11002 10002	Arcola	→	0.63	6.3	26.6	0.47	21.9	0.59	0.125	0.443	0.126	0.080	0.020
11002 10004	Battifollo	→	0.38	3.1	12.5	0.28	10.5	0.35	0.099	0.352	0.099	0.070	0.008
11002 10005	Cerri	→	0.44	3.3	16.8	0.33	14.0	0.41	0.104	0.378	0.105	0.072	0.011
11002 10007	Guercio	→	0.37	2.9	13.0	0.28	10.7	0.35	0.096	0.349	0.096	0.068	0.009
11002 10010	Romito Magra	→	0.40	3.3	14.3	0.30	11.6	0.37	0.100	0.348	0.100	0.070	0.009
11002 10012	Trebbiano	→	0.50	4.2	19.4	0.38	16.1	0.47	0.112	0.393	0.113	0.076	0.011
11004 10003	Ceparana-Carpena	→	0.90	6.7	23.5	0.66	18.3	0.84	0.164	0.610	0.165	0.101	0.023
11013 10001	Bastremoli	→	0.83	5.9	22.3	0.61	16.7	0.78	0.145	0.491	0.146	0.088	0.017
11013 10002	Carnea	→	0.56	4.5	18.7	0.42	13.9	0.52	0.116	0.406	0.117	0.077	0.021
11013 10003	Follomonte	→	0.92	6.2	24.4	0.69	20.4	0.86	0.161	0.550	0.163	0.099	0.019
11013 10005	Piano di Follo	→	0.94	8.7	22.8	0.69	18.5	0.88	0.160	0.593	0.161	0.095	0.021
11013 10006	Sorbolo	→	0.69	5.1	20.6	0.52	18.3	0.64	0.134	0.440	0.135	0.086	0.018
11015 10001	Biassa	→	0.39	2.7	10.2	0.31	9.8	0.36	0.098	0.325	0.098	0.070	0.011
11015 10002	Campiglia	→	0.66	7.1	25.4	0.56	25.3	0.62	0.128	0.445	0.129	0.082	0.021
11015 10003	Carozzo	→	1.10	10.1	39.5	0.81	30.6	1.05	0.161	0.580	0.162	0.086	0.027
11015 10004	Isola	→	0.69	5.7	22.6	0.52	18.2	0.65	0.129	0.433	0.130	0.081	0.020
11015 10005	La Spezia	→	0.36	3.5	12.3	0.28	9.9	0.33	0.091	0.320	0.091	0.064	0.012
11015 10006	Madonna di Buonviaggio	→	0.92	8.8	29.9	0.68	23.3	0.88	0.147	0.513	0.148	0.083	0.025
11015 10007	Pitelli	→	0.42	4.6	18.5	0.32	15.2	0.39	0.099	0.369	0.100	0.068	0.015
11016 10001	Guercio-Carpione	→	0.40	3.1	14.6	0.30	12.1	0.37	0.098	0.352	0.099	0.069	0.010
11016 10002	Lerici	→	0.28	2.3	8.7	0.22	7.2	0.26	0.083	0.306	0.084	0.062	0.006
11016 10005	Tellaro	→	0.25	1.9	7.0	0.20	6.1	0.23	0.078	0.287	0.079	0.059	0.005
11022 10001	Fezzano	→	0.35	4.1	15.7	0.29	15.4	0.33	0.084	0.298	0.084	0.058	0.014
11022 10002	Le Grazie	→	0.34	4.5	16.0	0.28	15.8	0.32	0.081	0.280	0.081	0.056	0.012

11022 10003	Portovenere	→	0.35	5.0	17.0	0.29	18.2	0.33	0.081	0.283	0.082	0.056	0.014
11022 10004	Terrizzo	→	0.34	5.2	21.9	0.30	25.7	0.33	0.078	0.278	0.078	0.055	0.022
11023 10001	Valgraveglia	→	0.33	2.7	11.0	0.25	8.5	0.30	0.086	0.283	0.087	0.062	0.009
11023 10003	Polverara	→	0.53	3.4	12.8	0.42	11.9	0.49	0.120	0.378	0.121	0.083	0.010
11023 10005	Quaratica	→	0.34	2.3	7.7	0.27	6.6	0.31	0.093	0.314	0.093	0.068	0.007
11023 10006	Riccò del Golfo	→	0.27	1.7	6.9	0.21	5.6	0.25	0.078	0.255	0.079	0.059	0.006
11023 10007	San Benedetto	→	0.32	2.3	7.9	0.25	6.6	0.29	0.088	0.289	0.089	0.065	0.006
11026 10001	Ponzano Superiore	→	0.58	4.0	17.0	0.42	13.1	0.54	0.135	0.505	0.136	0.095	0.015
11026 10002	Santo Stefano di Magra	→	0.82	6.1	22.0	0.59	17.6	0.78	0.150	0.613	0.151	0.097	0.016
11027 10001	Falcinello	→	0.46	2.9	11.8	0.34	9.5	0.41	0.121	0.456	0.122	0.088	0.012
11027 10003	Sarzana	→	0.36	2.9	10.9	0.26	8.8	0.33	0.097	0.340	0.098	0.071	0.009
11031 10001	Carozzo	→	1.12	10.7	39.9	0.83	30.1	1.07	0.164	0.587	0.165	0.087	0.027
11031 10002	Madonna di Buonviaggio	→	1.00	9.9	32.8	0.74	24.2	0.95	0.155	0.547	0.156	0.086	0.024
11031 10003	Piano di Valeriano-Bottagna	→	1.07	9.5	28.5	0.79	22.8	1.01	0.174	0.687	0.175	0.099	0.023
11031 10004	Piano di Vezzano	→	0.64	5.9	20.5	0.47	16.5	0.60	0.132	0.486	0.132	0.086	0.019
11031 10005	Piano di Vezzano II	→	0.62	5.3	20.1	0.45	15.4	0.58	0.131	0.506	0.132	0.087	0.016
11031 10006	Stazione-Fornola	→	1.30	13.9	46.2	0.96	34.5	1.24	0.186	0.795	0.187	0.097	0.038
11031 10007	Valeriano	→	1.17	10.9	30.7	0.87	24.4	1.11	0.176	0.626	0.178	0.097	0.029
11031 10008	Vezzano Ligure	→	1.40	11.5	39.2	1.05	33.1	1.34	0.206	0.815	0.207	0.110	0.042
11031 10009	Lagoscuro	→	0.83	6.1	22.3	0.60	16.8	0.77	0.156	0.575	0.157	0.099	0.019

⁽¹⁾ Ciascun valore rappresenta il massimo tra i singoli valori stimati per ogni anno del periodo triennale

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

⁽³⁾ PM₁₀ = Particolato primario e secondario

⁽⁴⁾ PM_{2.5} = Particolato fine primario e secondario

⁽⁵⁾ SPM = Particolato secondario

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

ID Loca.	Denom. Recettore	Contributo alla concentrazione in aria ambiente scenario di progetto fase 2												
		Inq.	SO ₂			NO ₂		NO _x	PM ₁₀ ⁽³⁾		PM _{2.5} ⁽⁴⁾	SPM ⁽⁵⁾	CO	
		Rifer. Tavola	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	
		Param. (1)	media annua	media giornaliera superata 3 volte per anno civile	media oraria superata 24 volte per anno civile	media annua	media oraria superata 18 volte per anno civile	media annua	media annua	media annua	media giornaliera superata a 35 volte per anno civile	media annua	media annua	media massima giornaliera calcolata su 8 ore
		D.Lgs. 155/10 ⁽²⁾	20 (L.C.)	125 (V.L.)	350 (V.L.)	40 (V.L.)	200 (V.L.)	30 (L.C.)	40 (V.L.)	50 (V.L.)	25 (V.L.)	-	10 (V.L.)	
		U.m.	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	mg/m ³
11001 10001	Ameglia	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.05	1.1	0.06	0.007	0.022	0.007	0.007	0.003	
11001 10004	Monte Marcello	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.08	1.9	0.09	0.009	0.025	0.009	0.009	0.006	
11002 10001	Amoa	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.36	19.2	0.47	0.011	0.028	0.011	0.011	0.063	
11002 10002	Arcola	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.12	3.5	0.15	0.010	0.026	0.010	0.010	0.017	
11002 10004	Battifollo	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.07	1.8	0.09	0.008	0.023	0.008	0.008	0.006	
11002 10005	Cerri	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.09	2.5	0.11	0.009	0.025	0.009	0.009	0.006	
11002 10007	Guercio	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.07	1.9	0.09	0.008	0.023	0.008	0.008	0.005	
11002 10010	Romito Magra	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.07	2.0	0.09	0.008	0.023	0.008	0.008	0.005	
11002 10012	Trebbiano	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.10	2.5	0.12	0.009	0.026	0.009	0.009	0.006	
11004 10003	Ceparana-Carpina	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.12	2.4	0.15	0.010	0.029	0.010	0.010	0.008	
11013 10001	Bastremoli	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.11	2.5	0.14	0.009	0.022	0.009	0.009	0.008	
11013 10002	Carnea	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.12	2.9	0.14	0.010	0.024	0.010	0.010	0.008	
11013 10003	Follomonte	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.21	5.8	0.24	0.014	0.034	0.014	0.014	0.013	
11013 10005	Piano di Follo	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.12	2.4	0.15	0.010	0.025	0.010	0.010	0.008	
11013 10006	Sorbolo	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.18	5.3	0.20	0.012	0.031	0.012	0.012	0.014	
11015 10001	Biassa	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.14	3.8	0.15	0.011	0.030	0.011	0.011	0.011	
11015 10002	Campiglia	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.22	5.5	0.23	0.014	0.037	0.014	0.014	0.013	
11015 10003	Carozzo	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.15	4.2	0.20	0.009	0.024	0.009	0.009	0.015	
11015 10004	Isola	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.18	4.8	0.21	0.012	0.028	0.012	0.012	0.013	
11015 10005	La Spezia	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.06	2.1	0.08	0.007	0.019	0.007	0.007	0.008	
11015 10006	Madonna di Buonviaggio	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.12	3.4	0.16	0.009	0.021	0.009	0.009	0.011	
11015 10007	Pitelli	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.08	2.9	0.10	0.008	0.024	0.008	0.008	0.009	
11016 10001	Guercio-Carpione	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.07	2.1	0.09	0.008	0.023	0.008	0.008	0.006	
11016 10002	Lerici	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.06	1.5	0.07	0.007	0.020	0.007	0.007	0.004	
11016 10005	Tellaro	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.05	1.2	0.06	0.007	0.020	0.007	0.007	0.004	
11022 10001	Fezzano	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.10	4.7	0.11	0.007	0.020	0.007	0.007	0.012	
11022 10002	Le Grazie	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.14	4.9	0.15	0.007	0.019	0.007	0.007	0.014	

11022 10003	Portovenere	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.15	5.5	0.16	0.007	0.019	0.007	0.007	0.012
11022 10004	Terrizzo	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.15	7.0	0.16	0.008	0.020	0.008	0.008	0.018
11023 10001	Valgraveglia	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.06	1.4	0.07	0.006	0.017	0.006	0.006	0.007
11023 10003	Polverara	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.16	4.6	0.17	0.012	0.033	0.012	0.012	0.011
11023 10005	Quaratica	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.11	3.5	0.12	0.010	0.024	0.010	0.010	0.009
11023 10006	Riccò del Golfo	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.05	1.1	0.06	0.006	0.016	0.006	0.006	0.004
11023 10007	San Benedetto	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.08	2.4	0.09	0.008	0.020	0.008	0.008	0.007
11026 10001	Ponzano Superiore	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.12	2.6	0.14	0.012	0.034	0.012	0.012	0.010
11026 10002	Santo Stefano di Magra	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.11	2.4	0.15	0.011	0.033	0.011	0.011	0.010
11027 10001	Falcinello	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.09	1.8	0.11	0.010	0.031	0.010	0.010	0.008
11027 10003	Sarzana	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.06	1.3	0.07	0.008	0.025	0.008	0.008	0.005
11031 10001	Carozzo	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.16	4.3	0.21	0.009	0.024	0.009	0.009	0.015
11031 10002	Madonna di Buonviaggio	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.13	3.3	0.17	0.009	0.022	0.009	0.009	0.012
11031 10003	Piano di Valeriano- Bottagna	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.15	3.0	0.19	0.011	0.029	0.011	0.011	0.013
11031 10004	Piano di Vezzano	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.11	2.6	0.14	0.010	0.029	0.010	0.010	0.009
11031 10005	Piano di Vezzano II	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.10	2.5	0.13	0.010	0.029	0.010	0.010	0.010
11031 10006	Stazione- Fornola	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.26	6.7	0.34	0.013	0.039	0.013	0.013	0.021
11031 10007	Valeriano	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.19	4.8	0.23	0.011	0.026	0.011	0.011	0.015
11031 10008	Vezzano Ligure	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.27	5.2	0.33	0.015	0.042	0.015	0.015	0.014
11031 10009	Lagoscuro	→	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	n.d. ⁽⁶⁾	0.11	2.0	0.14	0.010	0.027	0.010	0.010	0.009
⁽¹⁾ Ciascun valore rappresenta il massimo tra i singoli valori stimati per ogni anno del periodo triennale ⁽²⁾ L.C. = Livello Critico, V.L. = Valore Limite ⁽³⁾ PM ₁₀ = Particolato primario e secondario (presente in emissione solo particolato secondario) ⁽⁴⁾ PM _{2.5} = Particolato fine primario e secondario (presente in emissione solo particolato secondario) ⁽⁵⁾ SPM = Particolato secondario ⁽⁶⁾ n.d. = dato non disponibile per assenza o trascurabilità delle emissioni													

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

ID Loca.	Denom. Recettore	Contributo alla concentrazione in aria ambiente scenario Attuale											
		Inq.	SO ₂			NO ₂		NO _x	PM ₁₀ ⁽³⁾		PM _{2.5} ⁽⁴⁾	SPM ⁽⁵⁾	CO
		Rifer. Tavola	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
		Param. (1)	media annua	media giornaliera superata 3 volte per anno civile	media oraria superata 24 volte per anno civile	media annua	media oraria superata 18 volte per anno civile	media annua	media annua	media giornaliera superata a 35 volte per anno civile	media annua	media annua	media massima giornaliera calcolata su 8 ore
		D.Lgs. 155/10 ⁽²⁾	20 (L.C.)	125 (V.L.)	350 (V.L.)	40 (V.L.)	200 (V.L.)	30 (L.C.)	40 (V.L.)	50 (V.L.)	25 (V.L.)	-	10 (V.L.)
		U.m.	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
11001 10001	Ameglia	→	-0.27	-2.5	-7.5	-0.16	-5.2	-0.19	-0.077	-0.272	-0.078	-0.056	-0.004
11001 10004	Monte Marcello	→	-0.27	-2.2	-6.0	-0.13	-3.6	-0.16	-0.076	-0.273	-0.077	-0.056	+0.000
11002 10001	Amoa	→	-1.11	-19.3	-76.1	-0.46	-39.8	-0.60	-0.146	-0.643	-0.146	-0.069	+0.009
11002 10002	Arcola	→	-0.63	-6.3	-26.6	-0.35	-18.4	-0.45	-0.115	-0.417	-0.116	-0.070	-0.003
11002 10004	Battifollo	→	-0.38	-3.1	-12.5	-0.22	-8.7	-0.27	-0.090	-0.329	-0.091	-0.062	-0.003
11002 10005	Cerri	→	-0.44	-3.3	-16.8	-0.25	-11.5	-0.30	-0.095	-0.354	-0.096	-0.063	-0.005
11002 10007	Guercio	→	-0.37	-2.9	-13.0	-0.21	-8.8	-0.26	-0.088	-0.326	-0.088	-0.060	-0.004
11002 10010	Romito Magra	→	-0.40	-3.3	-14.3	-0.23	-9.6	-0.28	-0.091	-0.326	-0.092	-0.062	-0.004
11002 10012	Trebbiano	→	-0.50	-4.2	-19.4	-0.28	-13.6	-0.35	-0.103	-0.367	-0.103	-0.067	-0.005
11004 10003	Ceparana-Carpena	→	-0.90	-6.7	-23.5	-0.54	-15.9	-0.68	-0.153	-0.581	-0.154	-0.090	-0.015
11013 10001	Bastremoli	→	-0.83	-5.9	-22.3	-0.50	-14.2	-0.65	-0.136	-0.470	-0.137	-0.079	-0.009
11013 10002	Carnea	→	-0.56	-4.5	-18.7	-0.29	-11.0	-0.38	-0.106	-0.382	-0.107	-0.067	-0.013
11013 10003	Follomonte	→	-0.92	-6.2	-24.4	-0.47	-14.6	-0.62	-0.147	-0.517	-0.149	-0.085	-0.006
11013 10005	Piano di Follo	→	-0.94	-8.7	-22.8	-0.57	-16.0	-0.72	-0.151	-0.567	-0.152	-0.085	-0.013
11013 10006	Sorbolo	→	-0.69	-5.1	-20.6	-0.33	-13.0	-0.44	-0.122	-0.409	-0.123	-0.074	-0.004
11015 10001	Biassa	→	-0.39	-2.7	-10.2	-0.17	-5.9	-0.21	-0.086	-0.296	-0.087	-0.059	-0.000
11015 10002	Campiglia	→	-0.66	-7.1	-25.4	-0.35	-19.8	-0.40	-0.114	-0.408	-0.115	-0.068	-0.008
11015 10003	Carozzo	→	-1.10	-10.1	-39.5	-0.66	-26.4	-0.85	-0.152	-0.556	-0.153	-0.076	-0.011
11015 10004	Isola	→	-0.69	-5.7	-22.6	-0.33	-13.4	-0.44	-0.117	-0.405	-0.118	-0.069	-0.007
11015 10005	La Spezia	→	-0.36	-3.5	-12.3	-0.21	-7.8	-0.26	-0.084	-0.301	-0.084	-0.057	-0.004
11015 10006	Madonna di Buonviaggio	→	-0.92	-8.8	-29.9	-0.56	-19.9	-0.72	-0.138	-0.492	-0.139	-0.074	-0.014
11015 10007	Pitelli	→	-0.42	-4.6	-18.5	-0.24	-12.3	-0.29	-0.091	-0.345	-0.091	-0.060	-0.006
11016 10001	Guercio-Carpione	→	-0.40	-3.1	-14.6	-0.23	-10.0	-0.28	-0.090	-0.329	-0.091	-0.061	-0.005
11016 10002	Lerici	→	-0.28	-2.3	-8.7	-0.16	-5.8	-0.19	-0.076	-0.285	-0.077	-0.055	-0.002
11016 10005	Tellaro	→	-0.25	-1.9	-7.0	-0.15	-4.9	-0.17	-0.071	-0.267	-0.072	-0.052	-0.001
11022 10001	Fezzano	→	-0.35	-4.1	-15.7	-0.18	-10.6	-0.22	-0.076	-0.278	-0.077	-0.051	-0.002
11022 10002	Le Grazie	→	-0.34	-4.5	-16.0	-0.14	-10.9	-0.17	-0.074	-0.261	-0.074	-0.049	+0.002

11022 10003	Portovenere	→	-0.35	-5.0	-17.0	-0.14	-12.6	-0.17	-0.074	-0.264	-0.075	-0.049	-0.002
11022 10004	Terrizzo	→	-0.34	-5.2	-21.9	-0.14	-18.8	-0.17	-0.070	-0.258	-0.071	-0.047	-0.003
11023 10001	Valgraveglia	→	-0.33	-2.7	-11.0	-0.19	-7.1	-0.23	-0.079	-0.266	-0.080	-0.056	-0.002
11023 10003	Polverara	→	-0.53	-3.4	-12.8	-0.26	-7.4	-0.32	-0.107	-0.346	-0.109	-0.071	+0.001
11023 10005	Quaratica	→	-0.34	-2.3	-7.7	-0.16	-3.1	-0.19	-0.083	-0.290	-0.084	-0.059	+0.002
11023 10006	Riccò del Golfo	→	-0.27	-1.7	-6.9	-0.16	-4.5	-0.19	-0.072	-0.239	-0.073	-0.053	-0.001
11023 10007	San Benedetto	→	-0.32	-2.3	-7.9	-0.17	-4.2	-0.20	-0.080	-0.269	-0.081	-0.057	+0.001
11026 10001	Ponzano Superiore	→	-0.58	-4.0	-17.0	-0.31	-10.5	-0.40	-0.123	-0.472	-0.124	-0.083	-0.005
11026 10002	Santo Stefano di Magra	→	-0.82	-6.1	-22.0	-0.48	-15.2	-0.63	-0.138	-0.580	-0.139	-0.086	-0.006
11027 10001	Falcinello	→	-0.46	-2.9	-11.8	-0.25	-7.7	-0.31	-0.111	-0.425	-0.112	-0.078	-0.004
11027 10003	Sarzana	→	-0.36	-2.9	-10.9	-0.20	-7.5	-0.25	-0.089	-0.316	-0.090	-0.063	-0.004
11031 10001	Carozzo	→	-1.12	-10.7	-39.9	-0.67	-25.9	-0.87	-0.155	-0.563	-0.156	-0.078	-0.012
11031 10002	Madonna di Buonviaggio	→	-1.00	-9.9	-32.8	-0.61	-20.9	-0.79	-0.146	-0.524	-0.147	-0.077	-0.012
11031 10003	Piano di Valeriano-Bottagna	→	-1.07	-9.5	-28.5	-0.64	-19.8	-0.82	-0.163	-0.659	-0.164	-0.089	-0.010
11031 10004	Piano di Vezzano	→	-0.64	-5.9	-20.5	-0.36	-14.0	-0.46	-0.122	-0.457	-0.122	-0.076	-0.010
11031 10005	Piano di Vezzano II	→	-0.62	-5.3	-20.1	-0.35	-12.9	-0.45	-0.121	-0.477	-0.122	-0.077	-0.006
11031 10006	Stazione-Fornola	→	-1.30	-13.9	-46.2	-0.69	-27.8	-0.90	-0.173	-0.755	-0.174	-0.084	-0.017
11031 10007	Valeriano	→	-1.17	-10.9	-30.7	-0.68	-19.6	-0.88	-0.165	-0.600	-0.167	-0.085	-0.015
11031 10008	Vezzano Ligure	→	-1.40	-11.5	-39.2	-0.78	-27.9	-1.01	-0.191	-0.773	-0.192	-0.094	-0.028
11031 10009	Lagoscuro	→	-0.83	-6.1	-22.3	-0.50	-14.8	-0.63	-0.146	-0.548	-0.148	-0.089	-0.010

(1) Ciascun valore rappresenta il massimo tra i singoli valori stimati per ogni anno del periodo triennale
(2) L.C. = Livello Critico, V.L. = Valore Limite
(3) PM₁₀ = Particolato primario e secondario
(4) PM_{2.5} = Particolato fine primario e secondario
(5) SPM = Particolato secondario

Dai valori riportati nelle tabelle si può notare come il progetto induca evidenti miglioramenti eliminando le emissioni di biossido di zolfo (SO₂) e particolato primario (PM₁₀ e PM_{2.5}). Risultano inoltre ridotte di quasi il 90% anche le emissioni degli ossidi di azoto totali (NO_x), arrivando ad avere, una riduzione, di circa due terzi, delle concentrazioni stimate relative ai due parametri normati, su tutti i recettori sensibili. Per quanto riguarda l'ossido di carbonio (CO), che mediamente è anch'esso in diminuzione, si registrano però degli aumenti, di entità trascurabile dell'ordine di qualche millesimo di milligrammo, in 5 dei 47 recettori sensibili analizzati, incremento massimo a Ainoa di 0.009 mg/m³. Nonostante questo incremento estremamente ridotto i valori rimangono molto lontani dal valore limite di qualità dell'aria (media massima giornaliera calcolata su 8 ore: 10 mg/m³).

4.2.5.5 Microclima delle aree circostanti l'impianto

Per quanto concerne gli eventuali impatti sul microclima derivanti dall'aerosol di vapore d'acqua, non essendo prevista dal progetto una torre di raffreddamento a umido, non vi

saranno emissioni in atmosfera del calore di raffreddamento dell'impianto. Tale calore sarà infatti smaltito mediante lo scarico a mare. Le uniche emissioni di calore e vapore in atmosfera saranno quelle relative all'emissione dei fumi di combustione che saranno efficacemente disperse attraverso la ciminiera sia durante il funzionamento a ciclo aperto (OCGT), sia durante quello a ciclo chiuso (CCGT), e che pertanto con comporteranno effetti sul microclima.

4.2.6 Conclusioni

L'analisi condotta con la catena modellistica WRF-CALMET-CALPUFF, nel triennio 2011-2013, ha permesso di identificare, nel dominio di calcolo di 99x99 km, le aree maggiormente interessate dall'impatto determinato dalle emissioni della Centrale, nel suo assetto attuale ed in quelli di progetto. Inoltre, la buona rappresentatività della meteorologia prodotta dai modelli WRF-CALMET è stata valutata per mezzo di elaborazioni statistiche e rappresentazioni grafiche che hanno permesso il confronto dei principali parametri meteorologici ricostruiti con le corrispondenti informazioni climatologiche locali.

L'assetto attuale vede il funzionamento della sezione SP3 al massimo carico autorizzato (SO_2 180 mg/Nm³, NO_x 180 mg/Nm³, CO 150 mg/Nm³, NH_3 5 mg/Nm³ e PTS 15 mg/Nm³). L'assetto di progetto prevede la messa fuori servizio della sezione SP3 e la costruzione di una nuova sezione, denominata SP5 anch'essa operante al massimo carico, in una prima fase in ciclo aperto (NO_x 30 mg/Nm³, CO 30 mg/Nm³) ed in una seconda fase in ciclo combinato con valori proposti in linea con le BRef (NO_x 10 mg/Nm³, CO 30 mg/Nm³, NH_3 5 mg/Nm³).

Per quanto attiene le emissioni convogliate, SO_2 e polveri negli scenari proposti sono emesse in quantità assolutamente trascurabili per cui ai fini modellistici esse sono state considerate nulle.

Come si evince dai risultati modellistici si evidenziano i miglioramenti derivanti da entrambi gli scenari di progetto (OCGT e CCGT) che, prevedendo il funzionamento solo a gas naturale, permette di eliminare le emissioni di biossido di zolfo (SO_2) e polveri e di ridurre, nella fase 2, di oltre il 60% quelle del monossido di carbonio (CO). Per quanto attiene le polveri lo studio considera inoltre anche quelle generate nella fase di realizzazione e che tuttavia saranno minimizzate mediante l'adozione delle migliori pratiche di gestione, descritte nel documento, atte a prevenire e/o ridurre la genesi, che, unitamente alle caratteristiche delle attività previste consente di ritenere il loro impatto sulla qualità dell'aria sicuramente limitato nel tempo ma anche di entità non rilevante e circoscritto alle aree interessate dalle attività stesse.

Pertanto i risultati prodotti dalla catena modellistica mettono in evidenza come i valori stimati delle concentrazioni dei macroinquinanti normati, nel punto di massima ricaduta,

siano tutti abbondantemente all'interno dei limiti imposti dal D.Lgs. 155/2010, sia nella configurazione attuale che in entrambe le fasi della configurazione di progetto (funzionamento in OCGT - funzionamento in CCGT). Anche i livelli critici posti a protezione della vegetazione, non vengono mai raggiunti per nessun inquinante.

Evidenti i miglioramenti derivanti dall'assetto di progetto, già nella fase 1 ma ancor più nella fase 2 che, prevedendo il funzionamento solo del nuovo gruppo alimentato a gas naturale, azzerà le concentrazioni di biossido di zolfo e di polveri primarie e porta ad una riduzione, di almeno due terzi, di tutte le concentrazioni dei parametri normati relativi agli altri inquinanti, sia nei punti di massima ricaduta che dei valori medi all'interno del dominio.

Dal punto di vista della localizzazione delle aree di maggiore impatto, le stesse pur variando in funzione dell'inquinante e della tipologia del parametro statistico rappresentato, in generale, vengono individuate in due aree: la prima che si estende a partire dall'impianto in direzione N fino a circa 6 km e in direzione NE per circa 3 km; la seconda, solitamente con concentrazioni più basse e di dimensioni più ridotte, si individua al di là del golfo in direzione SW a circa 7-8 km.

5 IMPATTI SUL CLIMA

I principali effetti sul clima indotti dalle centrali termoelettriche derivano dalle emissioni di Gas serra (o GHG, Greenhouse Gases). In generale, i gas serra sono gas che in atmosfera assorbono ed emettono energia radiante nello spettro dell'infrarosso causando quindi un riscaldamento dell'atmosfera. I principali gas serra nell'atmosfera terrestre sono il vapore acqueo, il biossido di carbonio (CO₂), il metano (CH₄), il protossido di azoto (N₂O) e l'esafluoruro di zolfo (SF₆).

Nel caso specifico, il principale gas serra emesso dalla Centrale è il biossido di carbonio (CO₂), gas prodotto da qualunque processo di combustione, oltre che da numerose ulteriori attività antropiche e naturali.

La realizzazione del progetto proposto, prevedendo la sostituzione del vettore energetico da carbone a gas naturale comporta una riduzione significativa (-66%) delle emissioni specifiche kg CO₂ per MWh_e prodotto grazie alla maggiore efficienza dell'impianto NGCC (dall'attuale rendimento elettrico del 39% ad un valore del 62%) ed alla diminuzione della potenza termica installata dagli attuali 1'540 MW_t (gruppo SP3) ai proposti di circa 1'350 MW_t (gruppo SP5).

A parità di energia prodotta quindi la Centrale nell'assetto proposto sarà maggiormente efficiente rispetto alla configurazione attuale, consentendo di ridurre le emissioni specifiche da 906 kgCO₂/MWh nello scenario attuale a 308 kgCO₂/MWh nello scenario di progetto (-66%).

Considerando un funzionamento annuo continuo (8'760 ore/anno) a pieno carico le emissioni complessive di CO₂ passerebbero dalle potenziali 4'762'085 t CO₂/anno dello scenario attuale (in realtà soggetto al rispetto dei limiti massici alle emissioni per gli altri inquinanti) alle potenziali 2'266'000 t CO₂/anno, nello scenario di progetto (-52%)⁴.

La realizzazione del progetto consente inoltre la diminuzione del fattore di emissione per la produzione termoelettrica lorda nazionale che per l'anno 2015 è stimata da ISPRA nella pubblicazione "Fattori di emissione atmosferica di CO₂ e altri gas a effetto serra nel settore elettrico" pari a 488,9 kgCO₂/MWh.

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

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

⁴ Valore calcolato sulla base di dati Enel di consuntivo riferiti all'anno 2017.

6 VALUTAZIONI FINALI

Il clima della regione, oggetto del presente studio, nella quale si trova la Centrale Enel "Eugenio Montale" di La Spezia, in base alla classificazione dei climi di Köppen-Geiger, risulta essere di tipo "Csa", cioè un clima temperato umido, con estate asciutta e calda.

Sia l'analisi meteorologica, condotta sui dati del trentennio 1971 – 2000 della stazione di Sarzana Luni, estratti dall'Atlante Climatico dell'Aeronautica Militare, che la caratterizzazione meteorologica locale, condotta sui dati del quinquennio 2014 – 2018 delle sei stazioni della rete Regionale dell'ARPAL più prossime alla Centrale, confermano questo tipo di clima. Dal punto di vista anemologico il sito mostra una discreta circolazione dell'aria con raffiche di vento, più intense nel periodo invernale, che sia sulla costa che sulle postazioni collinare sono prossime ai 30 m/s. Le direzioni principali di provenienza delle masse d'aria risultano essere in generale quelle dai settori settentrionali N e NNE, prevalenti nelle stagioni fredde, e quelle meridionali S SSW, prevalenti invece nelle stagioni calde.

Lo stato attuale della qualità dell'aria dell'area in esame, è stato analizzato considerando i dati, messi a disposizione attraverso il proprio sito dall'ARPAL, dalle sette stazioni della rete regionale presenti nel Comune di La Spezia nel periodo 2014-2018.

L'analisi mette in evidenza come diversi inquinanti, quali biossido di zolfo, monossido di carbonio e benzene non siano critici per l'area in esame.

Rimangono invece da tenere sorvegliati alcuni inquinanti quali: il biossido d'azoto, per il quale in 3 delle 7 stazioni analizzate, viene superato il limite relativo alla media annua di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$; l'ozono dove il valore obiettivo di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ giorno da non superare più di 25 volte anno (come media sui tre anni) viene superato nel 2015 e 2017 nella stazione Chiappa; il particolato PM_{10} dove il valore limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se pur saltuariamente, viene superato in tutte le postazioni del Comune di La Spezia.

In questo contesto, il nuovo ciclo combinato è progettato con i criteri più avanzati di efficienza e compatibilità ambientale e proposti nel pieno rispetto delle *Best Available techniques Reference (BRef)* di settore. Gli interventi previsti consentiranno una riduzione sostanziale delle emissioni rispetto alla situazione attuale garantendo il rispetto dei limiti previsti dalla normativa vigente.

Le considerazioni relative alle attività di cantiere legate sia alla fase di demolizione sia alla fase di realizzazione del nuovo ciclo combinato, mostrano come gli impatti che potranno essere causati dalle emissioni di polveri generate in questa fase sono da ritenersi non significativi, completamente reversibili e circoscritti alle aree di intervento all'interno del perimetro di Centrale ed all'area dell'ex carbonile di Val Fornola.

L'analisi condotta con la catena modellistica WRF-CALMET-CALPUFF, relativa alla fase di esercizio dell'impianto nello scenario attuale autorizzato e nelle due fasi di quello di

progetto, mette in evidenza come i valori stimati delle concentrazioni dei macroinquinanti normati, nel punto di massima ricaduta, siano tutti ampiamente all'interno dei limiti imposti dal D. Lgs. 155/2010, sia nello scenario attuale che in entrambe le fasi di quello di progetto. Anche i livelli critici posti a protezione della vegetazione non vengono né verranno mai raggiunti per nessun inquinante, né per lo scenario attuale né per entrambe le fasi di quello di progetto.

I risultati modellistici evidenziano i miglioramenti derivanti da entrambi gli scenari di progetto che, prevedendo il funzionamento solo del nuovo gruppo turbogas, permette di eliminare le emissioni di biossido di zolfo (SO_2) e particolato primario (PM_{10} e $PM_{2.5}$) e di ridurre, nella fase 2, di quasi di un ordine di grandezza quelle degli ossidi di azoto (NO_x) e di oltre il 60% quelle del monossido di carbonio (CO). In tali scenari, le ricadute attese associate alle emissioni convogliate dalla Centrale risultano sempre sostanzialmente inferiori rispetto allo scenario attuale per tutti i principali inquinanti: SO_2 , NO_x e PM.

La realizzazione del progetto proposto consente inoltre, riducendo le emissioni di CO_2 , di ottenere un beneficio nel contrastare il cambiamento climatico.

7 BIBLIOGRAFIA

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

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

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

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

ARPAL Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione ambientale della Liguria (<http://www.meteoliguria.it>).

ARPAL Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione ambientale della Liguria <http://www.banchedati.ambienteinliguria.it/index.php/aria/qualita-dell-aria>.

Regione Liguria L.R. n. 12/2017. Norme in materia di qualità dell'aria e di autorizzazioni ambientali.

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

Regione Liguria Inventario emissioni SIRAL (Sistema Informativo Regionale Ambientale Liguria) E2gov2 (2011) (<http://rgetrasweb.regione.liguria.it>).

WRF, Weather Research and Forecasting Model (<http://www.wrf-model.org>). Scire, J.S., F.R. Robe, M.E. Fernau, R.J. Yamartino, 2000a. "A user's guide for the CALMET meteorological model". Earth Tech Inc., Concord, MA, USA.

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

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

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

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

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

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

EEA "Air Quality e-Reporting" (European Environment Agency, www.eea.europa.eu).

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

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

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

US-EPA, 2005. "Revision to the Guideline on Air Quality Models: Adoption of a Preferred General Purpose (Flat and Complex Terrain) Dispersion Model and Other Revisions;

- Final Rule". 40 CFR Part 51. Federal Register / Vol. 70, No. 216 / Wednesday, November 9, 2005.
- WHO, 2000. "Air quality guidelines for Europe - Second Edition". World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen.
- EEA, 2011. "The application of models under the European Union's Air Quality Directive. A technical reference guide". Technical report n. 10/2011.
- ISPRA, 2017. "Fattori di emissione atmosferica di CO2 e altri gas a effetto serra nel settore elettrico". Rapporto 257/2017.
- ARPAT, 2009. "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti", Allegato 1, parte integrante e sostanziale della DGP 213-09.
- US-WRAP, 2006 "WRAP Fugitive Dust Handbook", Western Regional Air Partnership's, published: September 7, 2006.
- Midwest Research Institute, 1999. "Estimating Particulate Matter Emissions From Construction Operations", Kansas City, Missouri, September, 1999.
- US-EPA, 2001. "Air pollution emission factors compilation AP-42, Volume I, Fifth Edition". Office of Air Quality Planning and Standards, United States Environmental Protection Agency, Washington.
- EEA, 2011. "COPERT 4 – Estimating emissions from road transport". European Environment Agency, published: Nov 08, 2011.
- EEA, 2016. "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016. Technical guidance to prepare national emission inventories". EEA Report. No 21/2016. ISSN 1977-8449.