



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE GENERAZIONE, ENERGY MANAGEMENT E MERCATO ITALIA  
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE  
UNITA' DI BUSINESS LA SPEZIA

19136 La Spezia, Via Valdilocchi 32  
T +39 0187327711 - F +39 0187327345  
enelproduzione@pec.enel.it

PRO/AdB-GEN/PCA/UB-SP/EAS/EA

Enel-PRO-25/09/2014-0038660



Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Direzione Generale Valutazioni Ambientali

E.prot DVA - 2014 - 0030894 del 26/09/2014

Spett.le  
MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA  
DEL TERRITORIO E DEL MARE  
Direzione Generale Valutazioni Ambientali  
Divisione IV - Rischio Rilevante e AIA  
Via Cristoforo Colombo, 44  
00147 ROMA  
C.a. Dott. Giuseppe Lopresti

Pec: aia@pec.minambiente.it

p.c.

Spett.le  
ISPRA  
Servizio Interdipartimentale per l'Indirizzo, il  
Coordinamento e Controllo delle Attività  
Ispettive  
Via Vitaliano Brancati, 48  
00144 ROMA RM  
C.a. Alfredo Pini

Pec: protocollo.ispra@ispra.legalmail.it

Spett.le  
ARPAL  
Agenzia Regionale per la protezione  
dell'Ambiente Ligure Dipartiemnto della  
Spezia  
Via Fontevivo, 21  
19100 LA SPEZIA SP  
C.a. Responsabile U.O. territorio  
Dott.ssa Fabrizia Colonna

Pec: arpal@pec.arpal.gov.it



**Oggetto: CONTROLLI AIA - ENEL - SP - OTTEMPERANZA - Decreto 0000244 del 06/09/2013 -ENEL PRODUZIONE Centrale la Spezia S.p.A. - Prescrizione numero 15) paragrafo 10.3.1 pag. 88 del parere istruttorio - realizzazione di un adeguato modello diffusionale delle emissioni e delle conseguenti ricadute di microinquinanti organici ed inorganici dai camini.**

**Invio 1 di 3**

In riferimento a quanto indicato al paragrafo 10.3.1 del parere istruttorio (prescrizione n. 15) del Decreto di Autorizzazione Integrata Ambientale prot. DM0000244 del 06-09-2013, pubblicato in GU il 26/09/2013, siamo a trasmettere in allegato un "*Modello diffusionale delle emissioni e delle conseguenti ricadute di microinquinanti organici ed inorganici dai camini*".

**Valter Moro**  
IL RESPONSABILE

Il presente documento è sottoscritto con firma digitale ai sensi dell'art. 21 del d.lgs. 82/2005. La riproduzione dello stesso su supporto analogico è effettuata da Enel Servizi e costituisce una copia integra e fedele dell'originale informatico, disponibile a richiesta presso l'Unità emittente.

Allegati: modello diffusionale (invio n. 1)

Copia a:

PRO/SAM/AMB  
Autorizzazioni e Ambiente

**Cliente** Enel Produzione S.p.a.

**Oggetto** Centrale Enel E. Montale di La Spezia: Prescrizione n.15 del Parere Istruttorio della Commissione IPPC relativo al rilascio dell'AIA. Realizzazione di un modello delle emissioni e delle ricadute.

**Ordine** ACCORDO QUADRO n. 8400060396 "Servizi specialistici in campo ambientale, civile e idraulico e diagnostica specialistica 2013-2015"  
SDO n. 4000372222 del 11.06.2014

**Note** COIN AG14ESS060 - prima emissione  
Lettera di trasmissione B4009138

PAD B4022745 (1998663) - USO RISERVATO

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

**N. pagine** 41 **N. pagine fuori testo** 30

**Data** 19/09/2014

**Elaborato** ESC - Pertot Cesare, ESC - D'Aleo Marco  
B4022745 3640 AUT B4022745 1590735 AUT

**Verificato** ESC - Pertot Cesare  
B4022745 3640 VER

**Approvato** ESC - Il Responsabile - Pertot Cesare  
B4022745 3640 APP

## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>RICOSTRUZIONE DELLA METEOROLOGIA.....</b>	<b>3</b>
2.1	Setup dei modelli meteorologici.....	3
2.2	Selezione delle stazioni meteorologiche di confronto.....	5
2.3	Valutazione della meteorologia prodotta.....	6
2.4	Setup del modello di dispersione.....	28
2.5	Ricadute delle emissioni.....	33
2.5.1	Concentrazioni in aria ambiente.....	35
2.5.2	Deposizioni al suolo.....	37
<b>3</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>40</b>

## INDICE DELLE TAVOLE

Tavola CON-01 - Gruppo SP3 - SO <sub>2</sub> - Concentrazione media [µg/m <sup>3</sup> ]
Tavola CON-02 - Gruppo SP3 - SO <sub>2</sub> - Concentrazione giornaliera superata 3 volte [µg/m <sup>3</sup> ]
Tavola CON-03 - Gruppo SP3 - SO <sub>2</sub> - Numero di superamenti della soglia oraria di 350 µg/m <sup>3</sup>
Tavola CON-04 - Gruppo SP3 - SO <sub>2</sub> - Concentrazione oraria superata 24 volte [µg/m <sup>3</sup> ]
Tavola CON-05.a - Gruppo SP3 - NO <sub>2</sub> - Concentrazione media [µg/m <sup>3</sup> ]
Tavola CON-05.b - Gruppi SP1-SP2 - NO <sub>2</sub> - Concentrazione media [µg/m <sup>3</sup> ]
Tavola CON-06.a - Gruppo SP3 - NO <sub>2</sub> - Numero di superamenti della soglia oraria di 200 µg/m <sup>3</sup>
Tavola CON-06.b - Gruppi SP1-SP2 - NO <sub>2</sub> - Numero di superamenti della soglia oraria di 200 µg/m <sup>3</sup>
Tavola CON-07.a - Gruppo SP3 - NO <sub>2</sub> - Concentrazione oraria superata 18 volte [µg/m <sup>3</sup> ]
Tavola CON-07.b - Gruppi SP1-SP2 - NO <sub>2</sub> - Concentrazione oraria superata 18 volte [µg/m <sup>3</sup> ]"
Tavola CON-08.a - Gruppo SP3 - NO <sub>x</sub> - Concentrazione media [µg/m <sup>3</sup> ]
Tavola CON-08.b - Gruppi SP1-SP2 - NO <sub>x</sub> - Concentrazione media [µg/m <sup>3</sup> ]
Tavola CON-09 - Gruppo SP3 - PM <sub>10</sub> - Concentrazione media [µg/m <sup>3</sup> ]
Tavola CON-10 - Gruppo SP3 - PM <sub>10</sub> - Concentrazione giornaliera superata 35 volte [µg/m <sup>3</sup> ]
Tavola DEP-00 - Gruppo SP3 - Polveri - Deposizione totale [mg/m <sup>2</sup> giorno]
Tavola DEP-01 - Gruppo SP3 - As - Deposizione totale [µg/m <sup>2</sup> giorno]
Tavola DEP-02 - Gruppo SP3 - Cd - Deposizione totale [µg/m <sup>2</sup> giorno]
Tavola DEP-03 - Gruppo SP3 - Cr - Deposizione totale [µg/m <sup>2</sup> giorno]
Tavola DEP-04 - Gruppo SP3 - Cu - Deposizione totale [µg/m <sup>2</sup> giorno]
Tavola DEP-05 - Gruppo SP3 - Hg - Deposizione totale [µg/m <sup>2</sup> giorno]
Tavola DEP-06 - Gruppo SP3 - Mn - Deposizione totale [µg/m <sup>2</sup> giorno]
Tavola DEP-07 - Gruppo SP3 - Ni - Deposizione totale [µg/m <sup>2</sup> giorno]
Tavola DEP-08 - Gruppo SP3 - Pb - Deposizione totale [µg/m <sup>2</sup> giorno]
Tavola DEP-09 - Gruppo SP3 - Tl - Deposizione totale [µg/m <sup>2</sup> giorno]
Tavola DEP-10 - Gruppo SP3 - V - Deposizione totale [µg/m <sup>2</sup> giorno]
Tavola DEP-11 - Gruppo SP3 - PCDD/PCDF - Deposizione totale [µg/m <sup>2</sup> giorno]
Tavola DEP-12 - Gruppo SP3 - PCB - Deposizione totale [µg/m <sup>2</sup> giorno]
Tavola DEP-13 - Gruppo SP3 - IPA - Deposizione totale [µg/m <sup>2</sup> giorno]
Tavola DEP-14 - Gruppo SP3 - Benzo(a)Pirene - Deposizione totale [µg/m <sup>2</sup> giorno]

## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	19/09/2014	B4022745	Prima emissione

## 1 PREMESSA

La 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 "...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 ...".

I principi metodologici generali dell'approccio modellistico sono descritti nel Rapporto CESI B4009123, cui si rimanda per i dettagli circa la struttura, la scelta e le caratteristiche degli strumenti di calcolo utilizzati.

## 2 RICOSTRUZIONE DELLA METEOROLOGIA

Come descritto nel Rapporto CESI B4009123, cui si rimanda per maggiori dettagli, la ricostruzione della meteorologia nel periodo d'interesse è affidata alla seguente catena di codici di calcolo:

- WRF - Modello prognostico a mesoscala (o area limitata), cui è affidato il compito di ricostruire la struttura tridimensionale dell'atmosfera e la sua evoluzione temporale in termini di situazioni sinottiche generali e strutture principali regionali;
- CALMET - Modello diagnostico, cui è affidato il compito 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 successivo modello di dispersione (CALPUFF).

### 2.1 Setup dei modelli meteorologici

Dal punto di vista spaziale, lo strumento modellistico CALMET è stato applicato su tre griglie di calcolo innestate (Figura 2.1):

- la Griglia 1 (esterna) ha risoluzione di 3.0 km, estensione di 99x99 km<sup>2</sup> ed opera un downscaling di un dominio WRF di circa 3 km di risoluzione; è finalizzata alla ricostruzione della meteorologia di scala regionale, con particolare riferimento alla circolazione generale dei venti, al fine di mantenere all'interno dello studio ritorni di emissioni precedenti per effetto di inversioni della direzione del vento.
- la Griglia 2 (interna alla griglia 1) ha risoluzione di 0.5 km, estensione di 50x50 km<sup>2</sup> ed opera un downscaling di un dominio WRF di circa 3 km di risoluzione; è finalizzata alla ricostruzione di dettaglio della meteorologia di media scala e

all'identificazione dell'estensione dell'impronta dell'area di ricaduta delle emissioni convogliate.

- la Griglia 3 (interna alla griglia 2) ha risoluzione di 0.5 km ed estensione di 17x17 km<sup>2</sup> ed opera un downscaling di un dominio WRF di circa 1 km di risoluzione; è finalizzata alla ricostruzione di dettaglio della meteorologia di scala locale e all'identificazione delle aree di principale ricaduta delle emissioni convogliate.

La struttura verticale dell'atmosfera è stata descritta mediante 10 livelli verticali, di spessore crescente: 20, 40, 80, 160, 300, 600, 1000, 1500, 3000, 5000 m sls.

Dal punto di vista temporale, lo strumento modellistico è stato applicato su un periodo quinquennale (dal 01/01/2009 al 31/12/2013) con passo temporale orario.

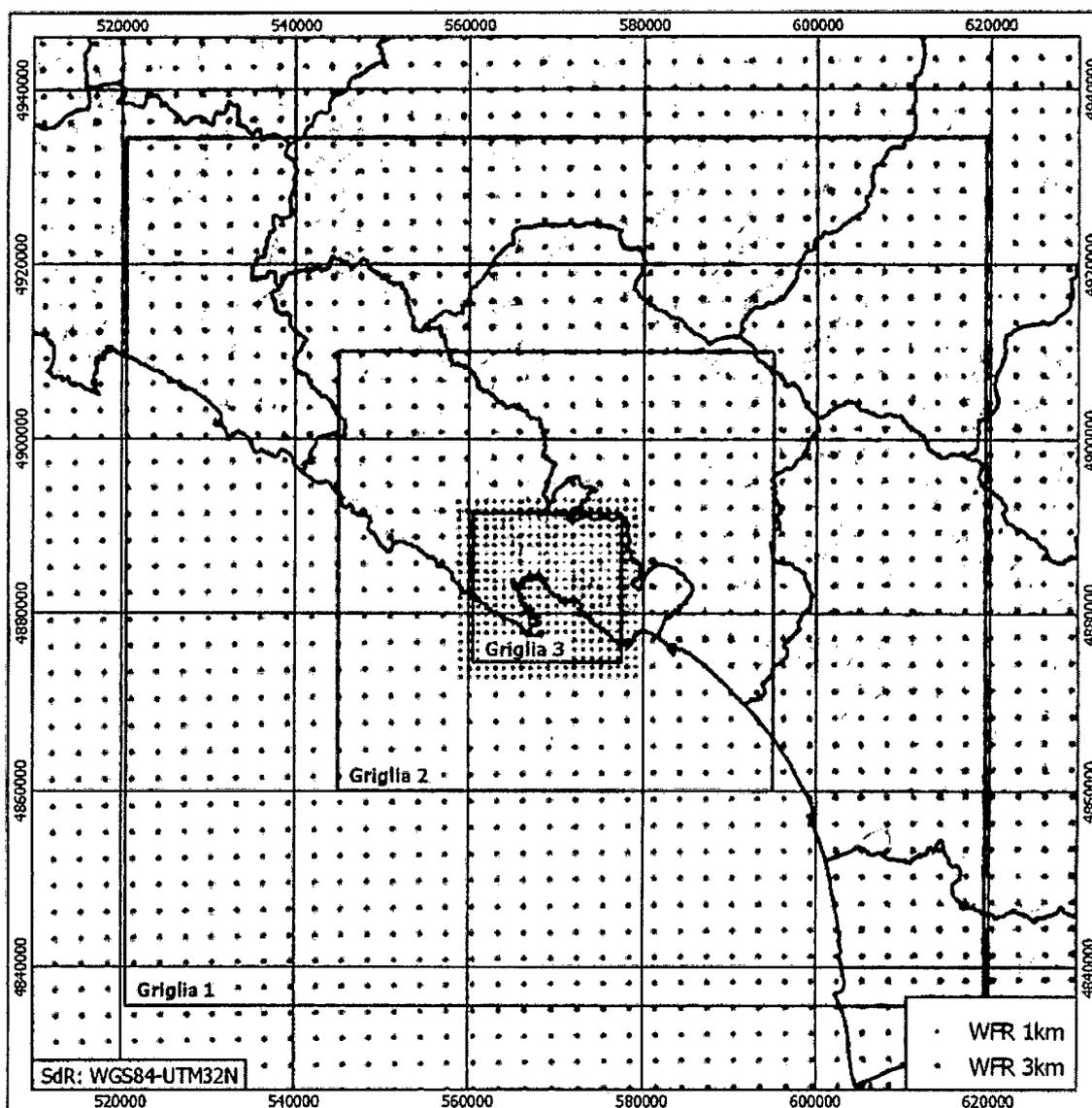


Figura 2.1 – Scala spaziale del modello meteorologico CALMET

## 2.2 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 e in considerazione della completezza del set di dati nel periodo, tre stazioni meteorologiche rappresentative della meteorologia locale. La localizzazione e le principali caratteristiche sono presentate nella sottostante Tabella 2.1 e Figura 2.2. Nel seguito si presenta l'analisi e il confronto rispetto all'output della catena modellistica dei principali parametri meteorologici.

Tabella 2.1 – Localizzazione delle stazioni meteo locali

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	1.34

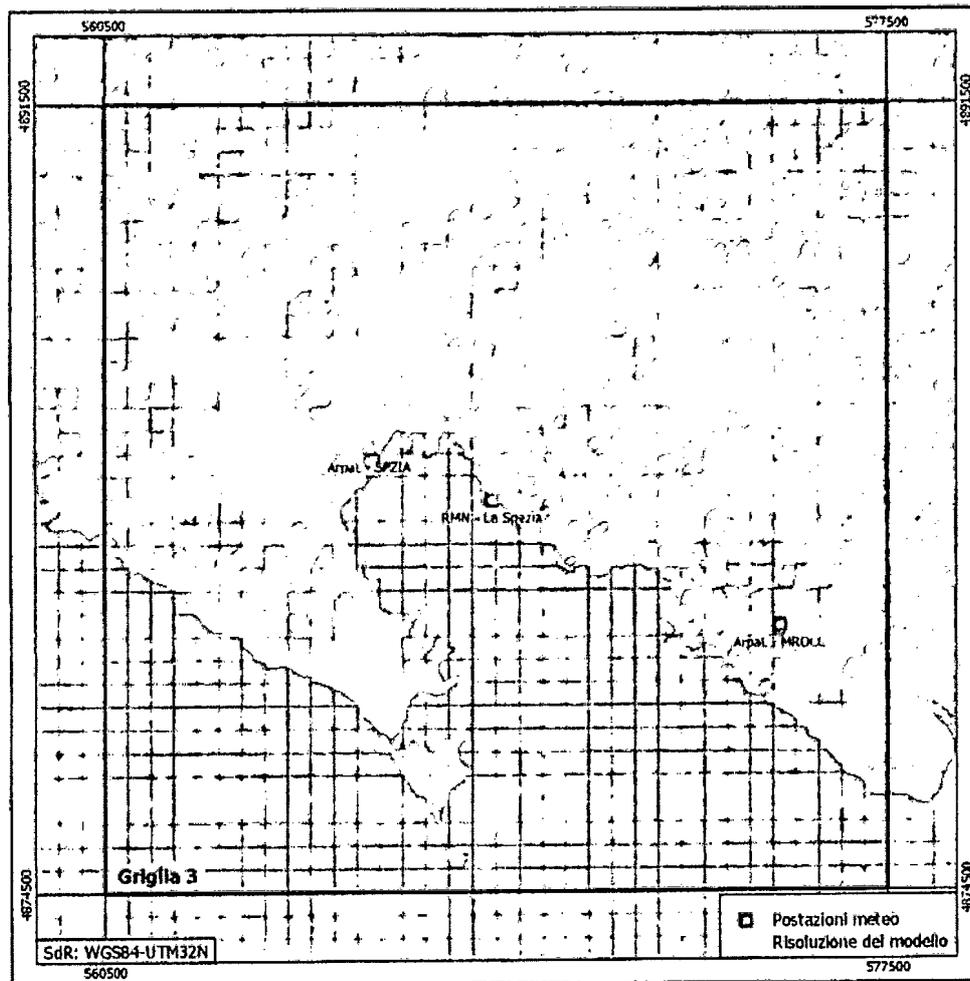


Figura 2.2 – Localizzazione delle stazioni meteo locali

### 2.3 Valutazione della meteorologia prodotta

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.

Le figure dalla Figura 2.3 alla Figura 2.8 presentano la rosa dei venti totale, quella diurna e quella notturna delle tre stazioni meteo selezionate al paragrafo precedente. 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 figure dalla Figura 2.9 alla Figura 2.11 presentano il confronto tra misura e modello, per ciascuna postazione, in termini di scatter plot tra velocità e direzione del vento nel periodo 2009-2013. I grafici confermano la coerenza generale tra dati misurati e modello già evidenziata dalle rose dei venti.

Le figure dalla Figura 2.12 alla Figura 2.14 mostrano la distribuzione della densità di frequenza della velocità dei venti ponendo a confronto dato misurato e modello. 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.

Le figure dalla Figura 2.15 alla Figura 2.17 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.

Le figure dalla Figura 2.18 alla Figura 2.27 presentano il confronto modello/misura delle precipitazioni cumulate su base annua per l'intero dominio "Griglia 3" e su base mensile per la sola 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 Arpa Liguria, 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 Arpa 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.

La Figura 2.28 riporta, sempre 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 in corrispondenza dell'impianto. Si evidenzia l'effetto mitigante del mare e quello della sostenuta circolazione atmosferica che accentuano la frequenza della classe "D" neutra a scapito delle classi più stabili, durante le ore notturne, e di quelle più instabili di giorno. Tale comportamento è tipico dei siti costieri dove avviene la transizione tra le caratteristiche dell'atmosfera di ambienti marini e di quelle terrestri.

La Figura 2.29 sintetizza gli andamenti medi nel giorno, per ogni stagione dell'anno, dell'altezza dello strato rimescolato calcolati a partire dai campi orari prodotti dal modello Calmet in corrispondenza della centrale. 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.

Le Tabella 2.2 e Tabella 2.3 presentano un confronto su base statistica dei dati orari di velocità e direzione del vento tra modello e misura. L'analisi fa uso dei principali indicatori statistici per la valutazione della qualità del dato simulato. Per i parametri BIAS e RMSE per la velocità e i parametri BIAS e GS per la direzione sono presenti in letteratura dei benchmark utili per una prima valutazione della qualità del dato. In particolare, per quanto riguarda la velocità del vento, lo scarto quadratico medio risulta accettabile per tutte le postazioni, mentre il BIAS supera il relativo benchmark sulle postazioni di La Spezia ma non sulla postazione di Monte Rocchetta (come peraltro già evidenziato dalle analisi precedenti, il modello sottostima mediamente la velocità). Per quanto riguarda la direzione del vento, si può osservare che nessuna delle postazioni supera il benchmark GE (errore assoluto) pur rimanendo entro un intervallo di accettabilità, mentre risponde bene il benchmark sul BIAS per le postazioni RMN La Spezia e Arpa Monte Rocchetta.

Concludendo, le analisi sopra riportate evidenziano una meteorologia prodotta dal modello generalmente coerente ma con aspetti non sempre sovrapponibili al campo misurato, come d'altronde è lecito attendersi da una simulazione, per quanto accurata. Si può ritenere dunque la meteorologia prodotta dalla catena modellistica WRF-CALMET come rappresentativa del sito in esame e adatta alle finalità dello studio.

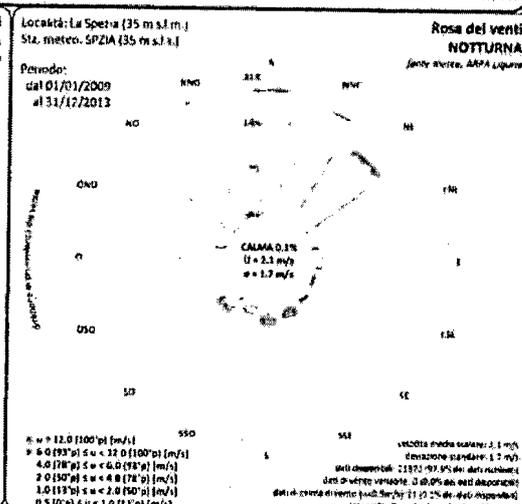
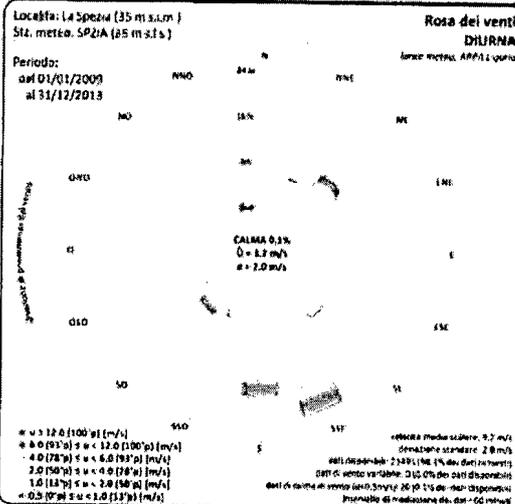
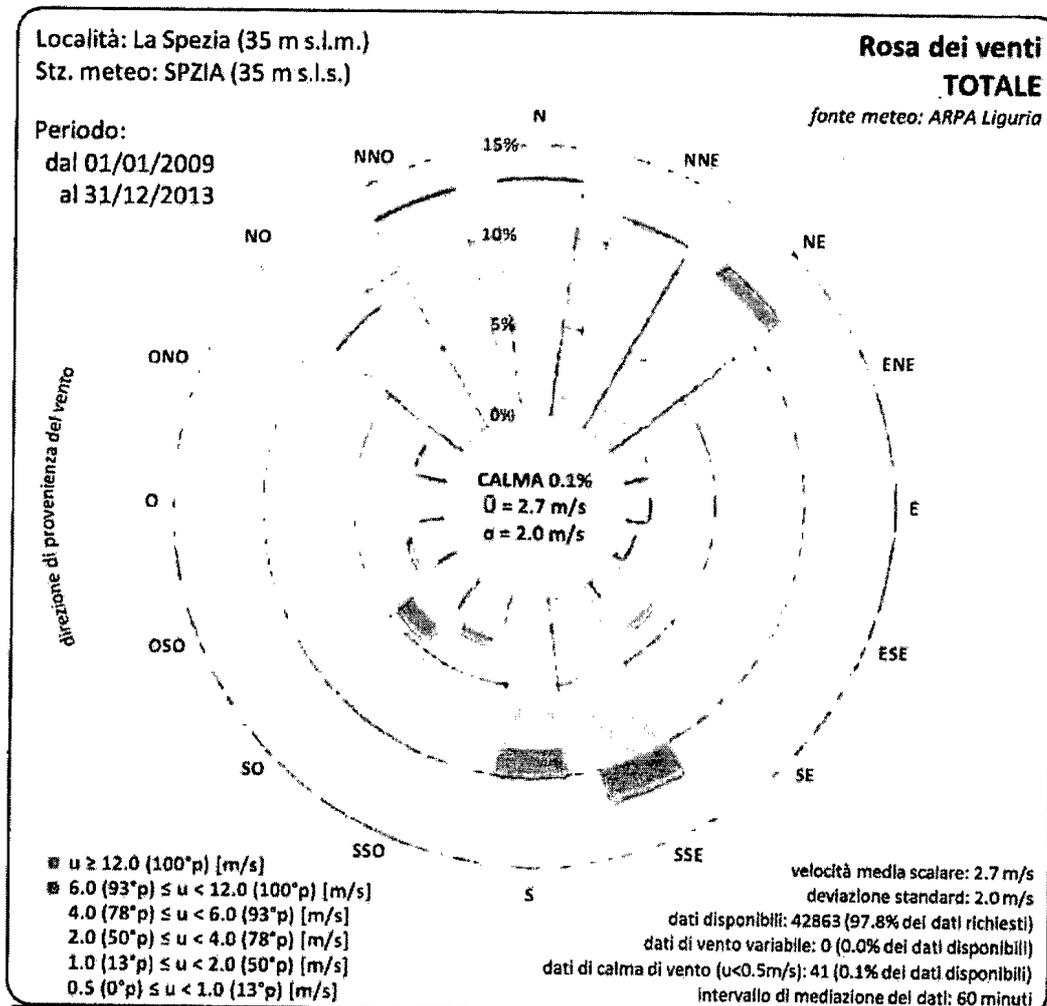


Figura 2.3 – Stazione meteo ARPAL La Spezia. Rosa dei venti totale (in alto), diurna (in basso a sinistra) e notturna (in basso a destra) dei dati misurati nel periodo 2009-2013.

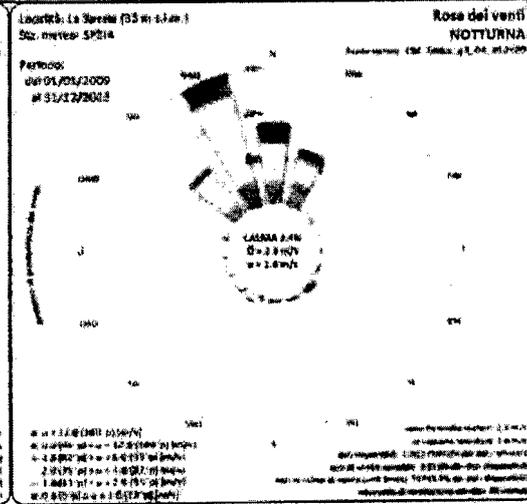
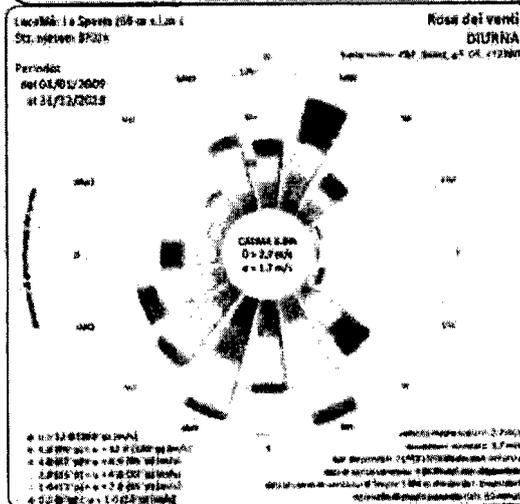
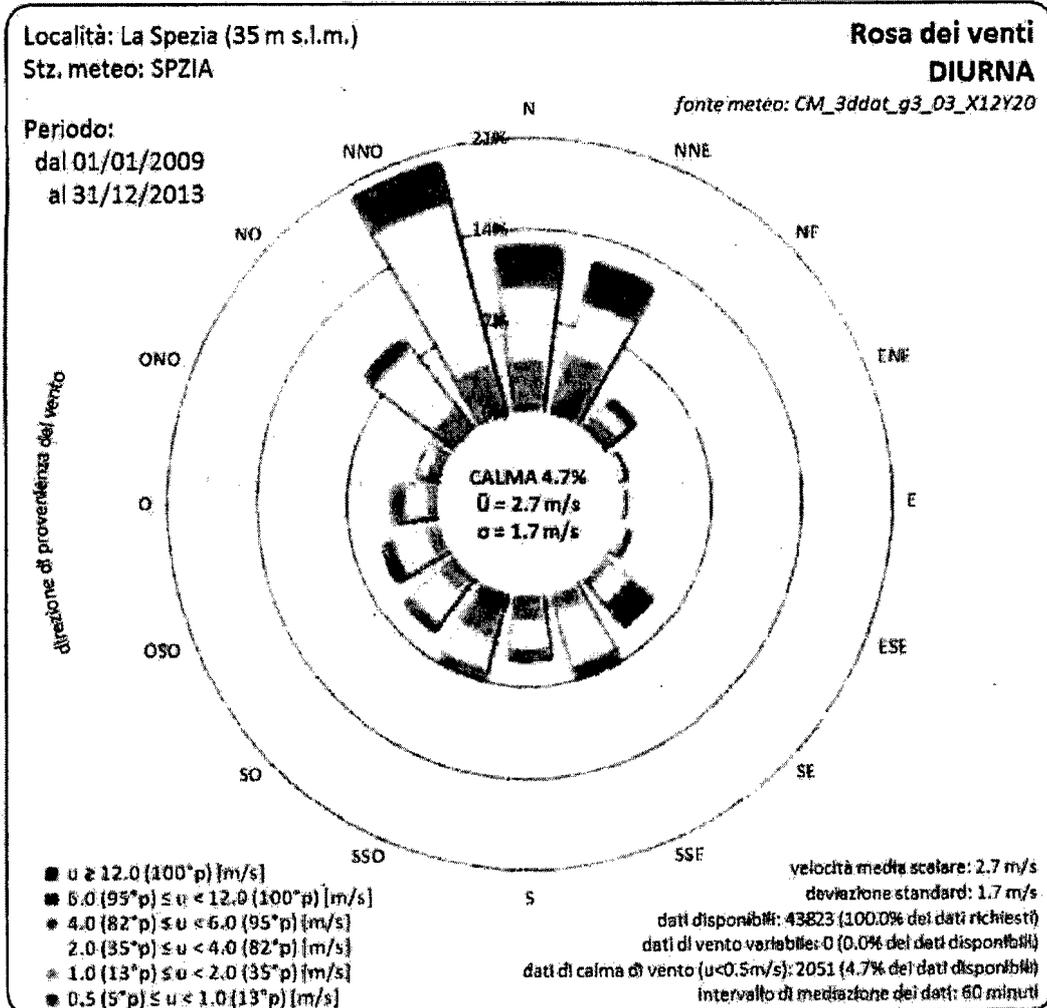


Figura 2.4 – Modello CALMET. Dati estratti in corrispondenza della stazione meteo Arpa La Spezia. Rosa dei venti totale (in alto), diurna (in basso a sinistra) e notturna (in basso a destra).

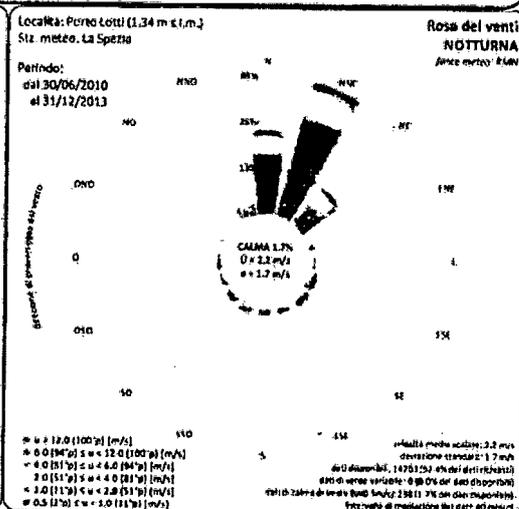
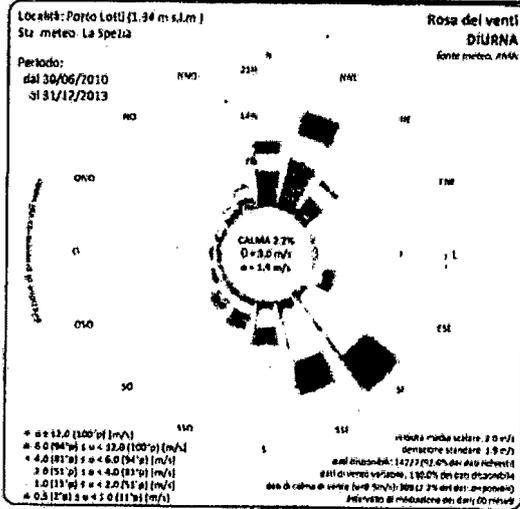
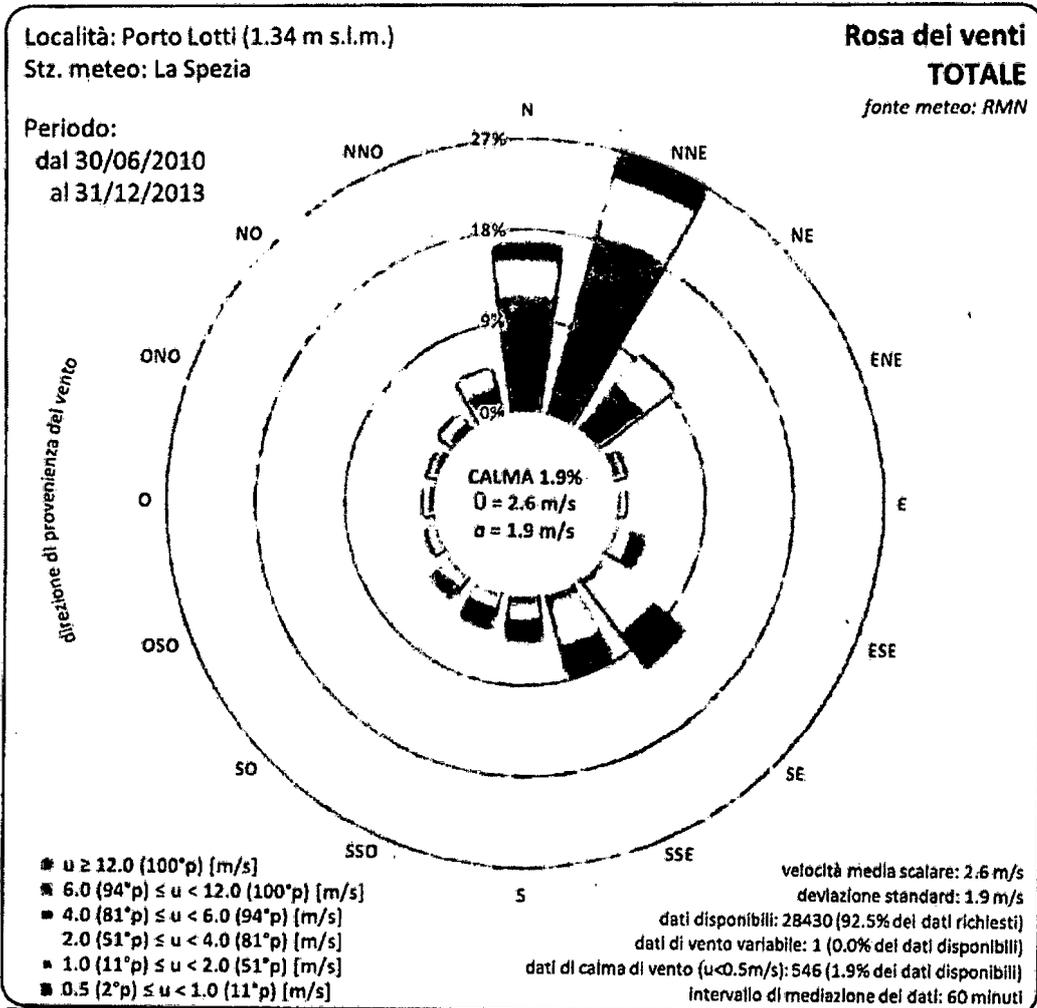


Figura 2.5 – Stazione meteo RMN La Spezia. Rosa dei venti totale (in alto), diurna (in basso a sinistra) e notturna (in basso a destra) dei dati misurati nel periodo 30/06/2010-31/12/2013.

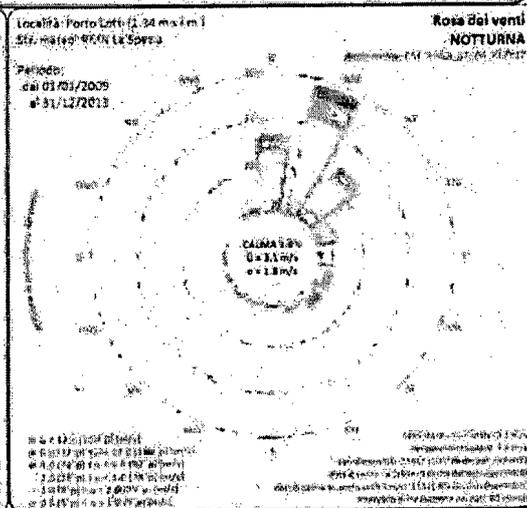
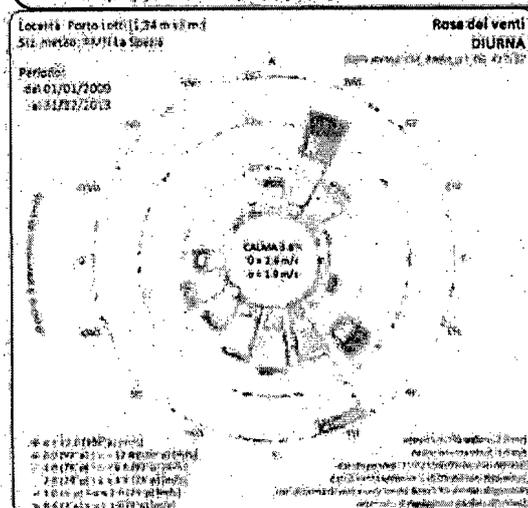
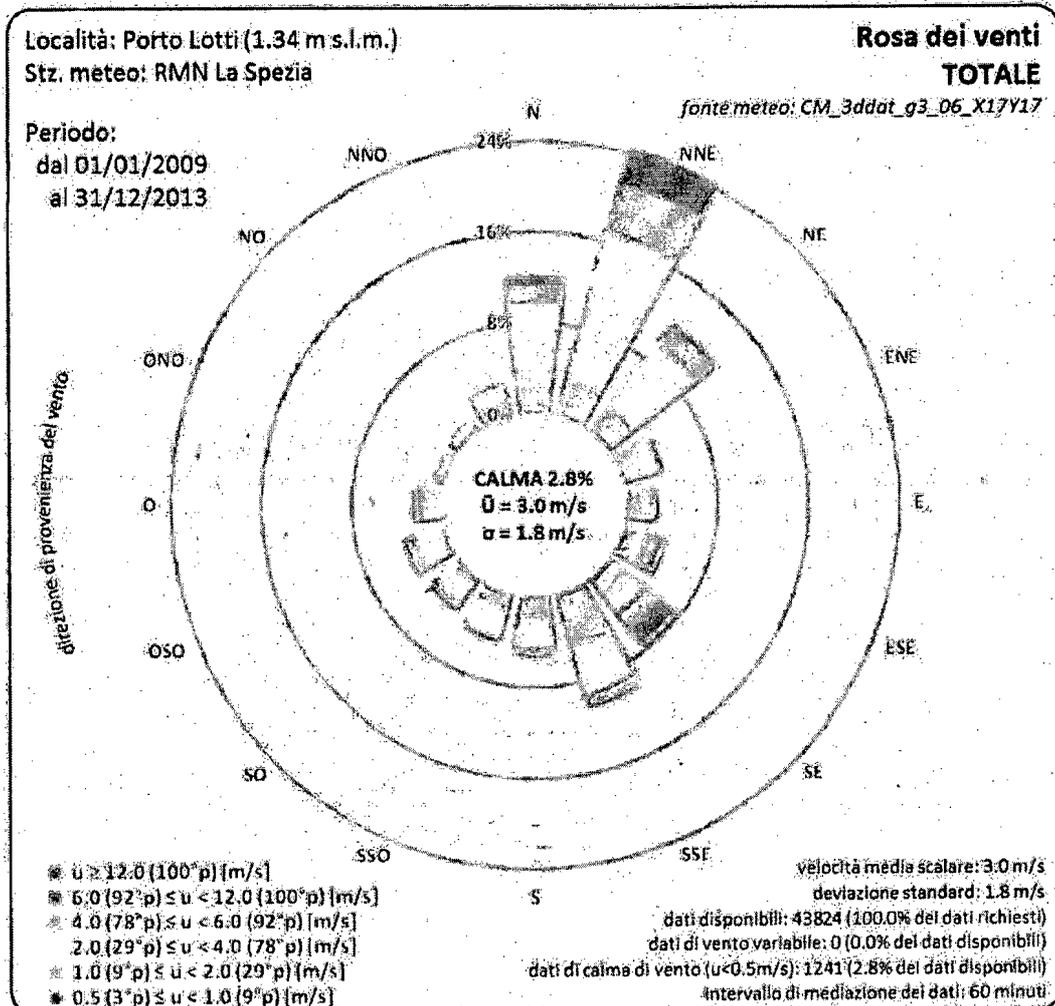


Figura 2.6 – Modello CALMET. Dati estratti in corrispondenza della stazione meteo RMN La Spezia. Rosa dei venti totale (in alto), diurna (in basso a sinistra) e notturna (in basso a destra).

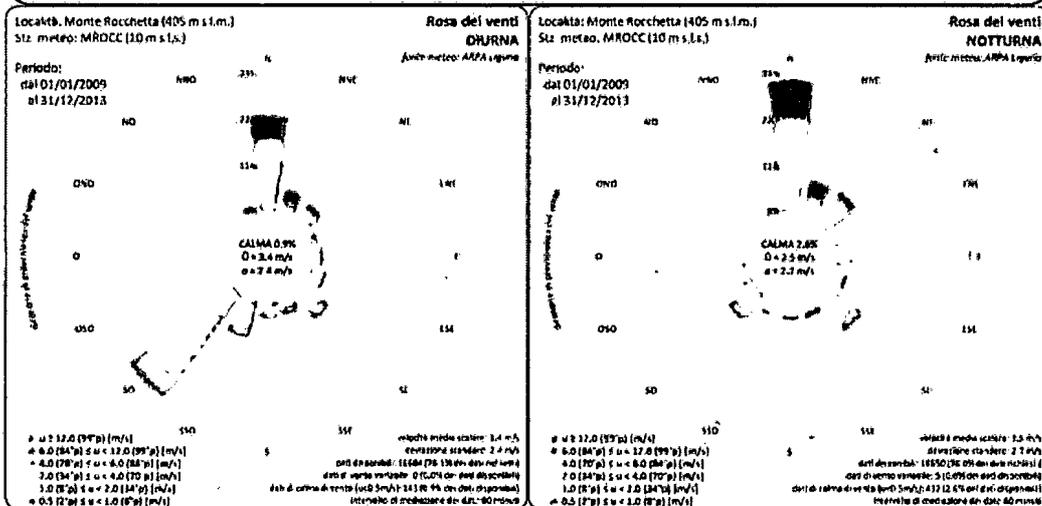
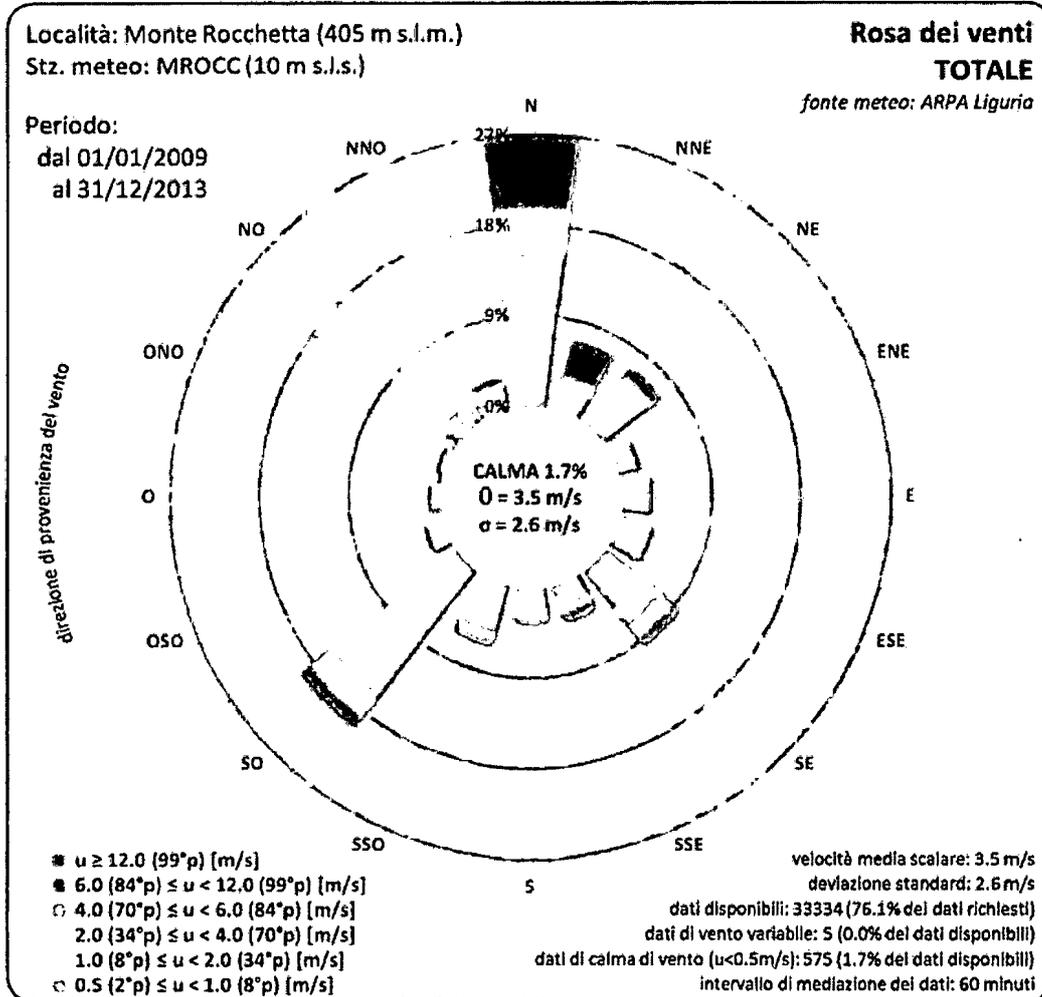


Figura 2.7 – Stazione meteo ArpaL. Monte Rocchetta. Rosa dei venti totale (in alto), diurna (in basso a sinistra) e notturna (in basso a destra) dei dati misurati nel periodo 2009-2013.

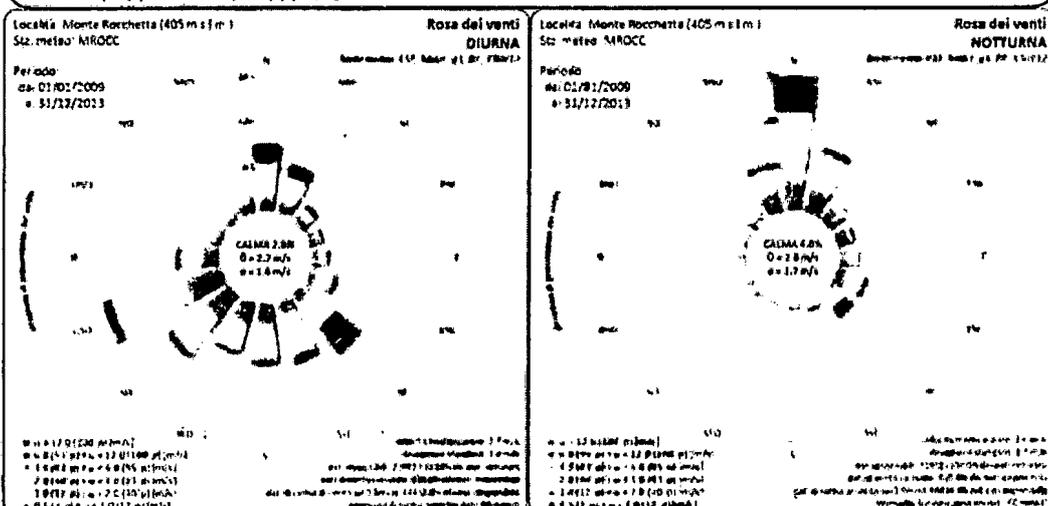
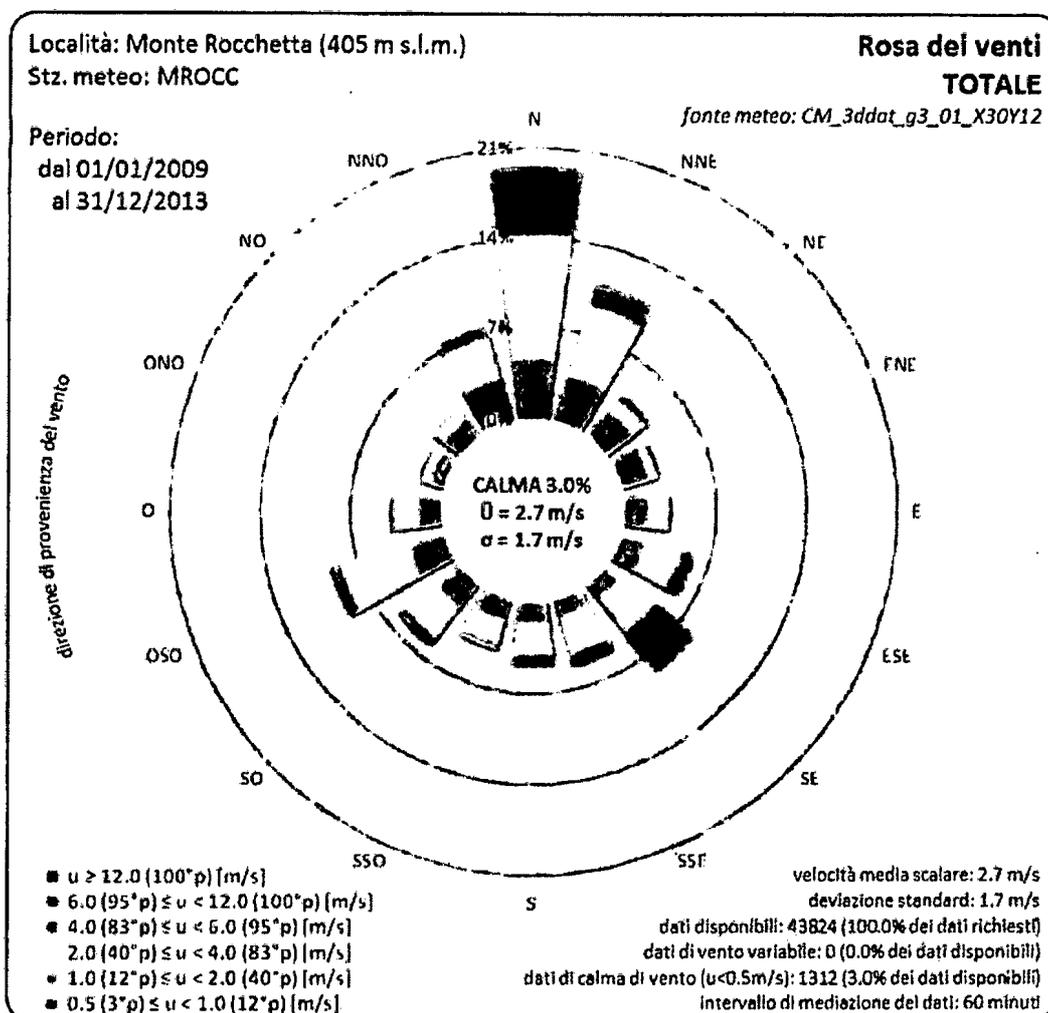


Figura 2.8 – Modello CALMET. Dati estratti in corrispondenza della stazione meteo Arpal Monte Rocchetta. Rosa dei venti totale (in alto), diurna (in basso a sinistra) e notturna (in basso a destra).

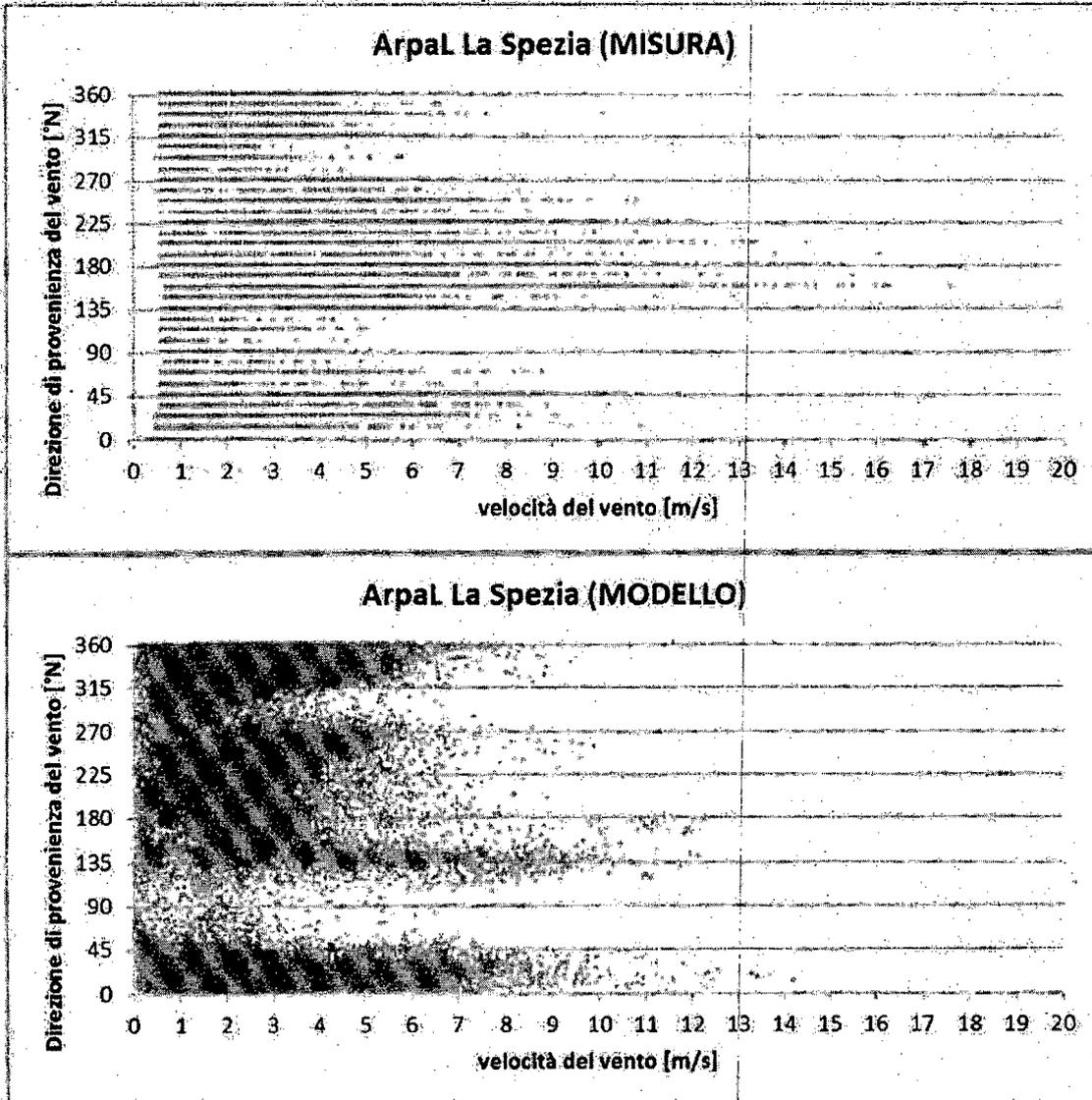


Figura 2.9 – Stazione meteo Arpal La Spezia. Scatter plot di velocità-direzione di provenienza del vento.

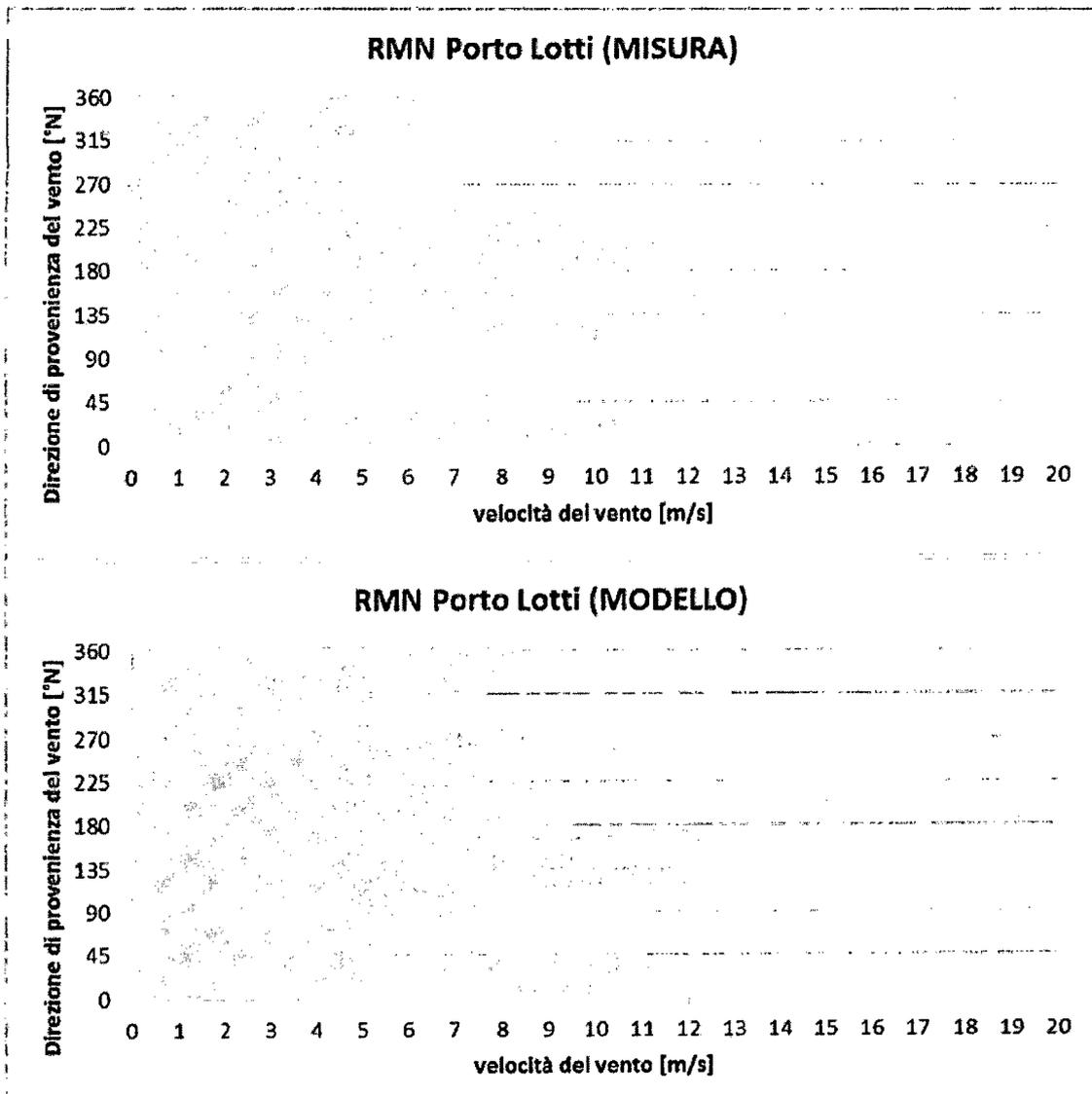


Figura 2.10 – Stazione meteo RMN La Spezia. Scatter plot di velocità-direzione di provenienza del vento.

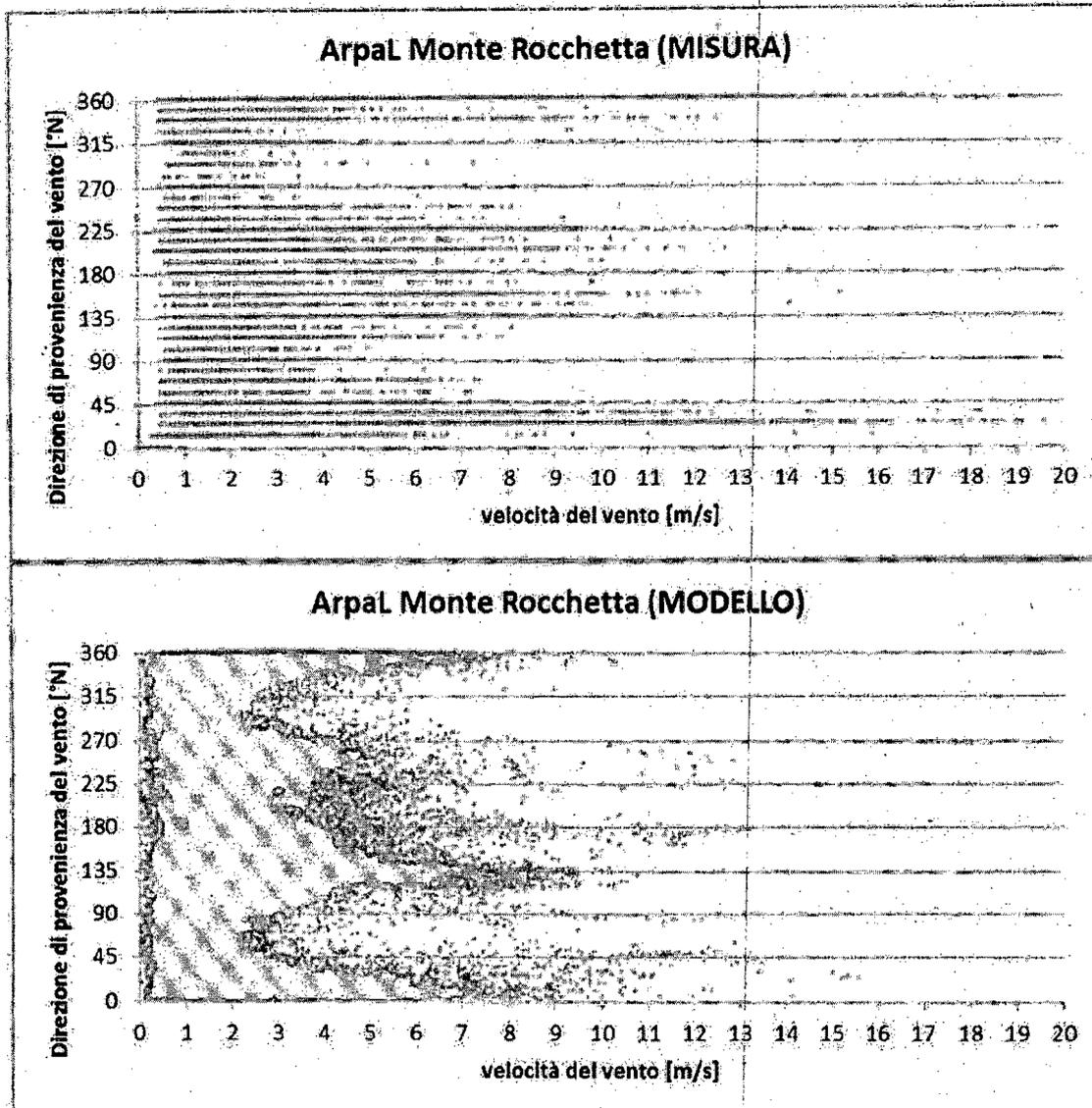


Figura 2.11 – Stazione meteo Arpal Monte Rocchetta. Scatter plot di velocità-direzione di provenienza del vento.

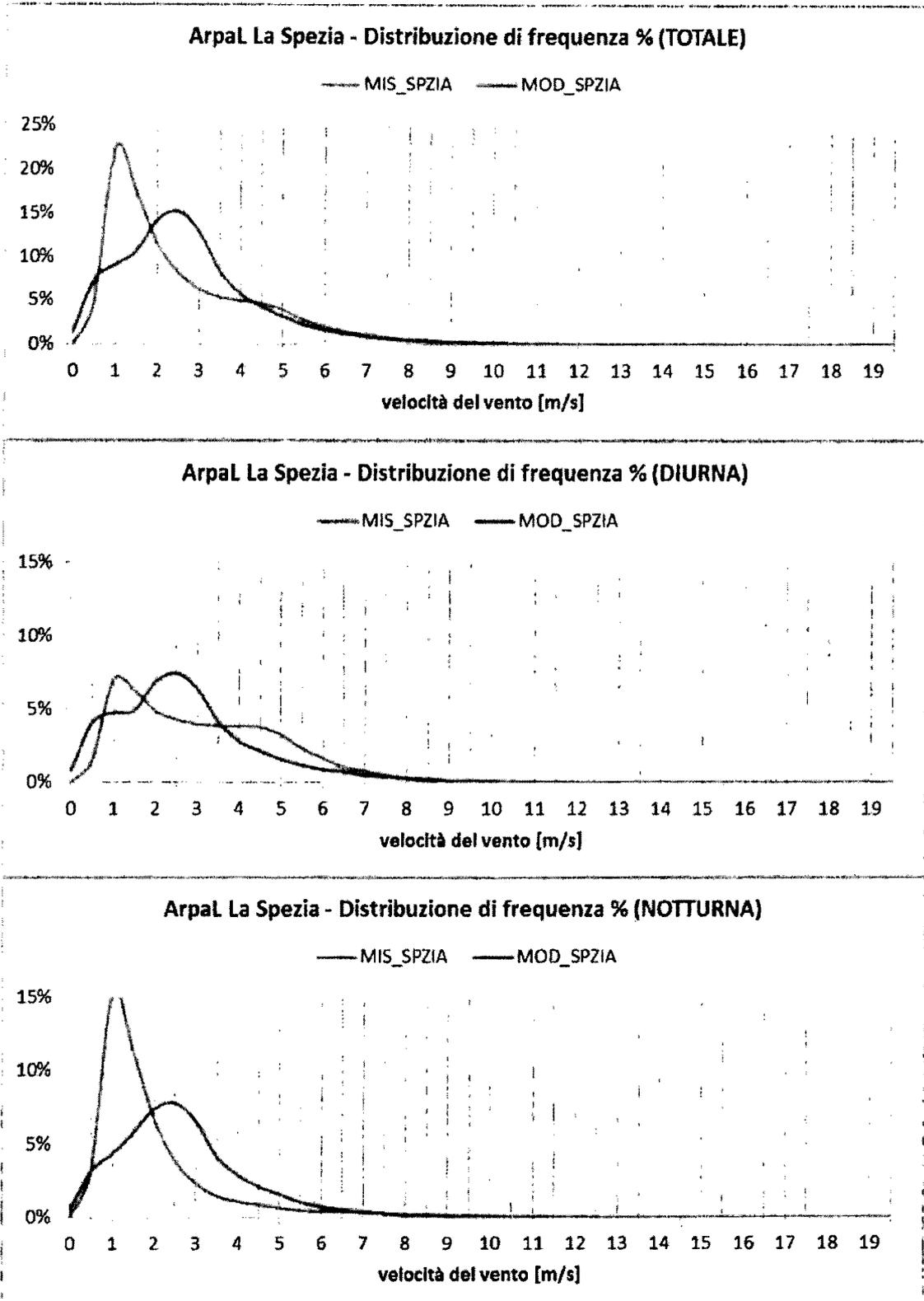


Figura 2.12 – Stazione meteo Arpal La Spezia. Distribuzione di frequenza dell'intensità del vento. Confronto tra dati misurati (in blu) e simulazione modellistica (in rosso).

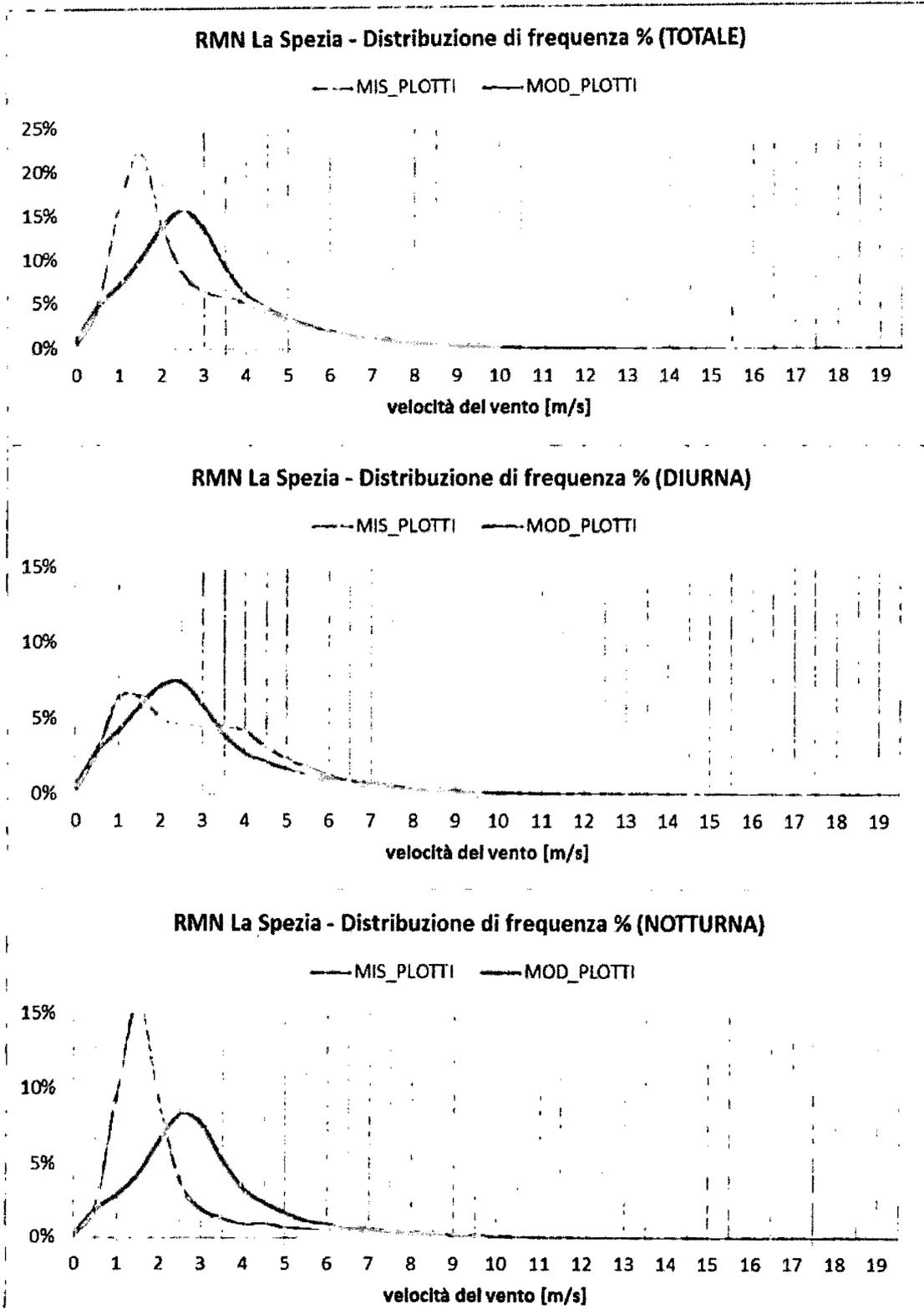


Figura 2.13 – Stazione meteo RMN La Spezia. Distribuzione di frequenza dell'intensità del vento. Confronto tra dati misurati (in blu) e simulazione modellistica (in rosso).

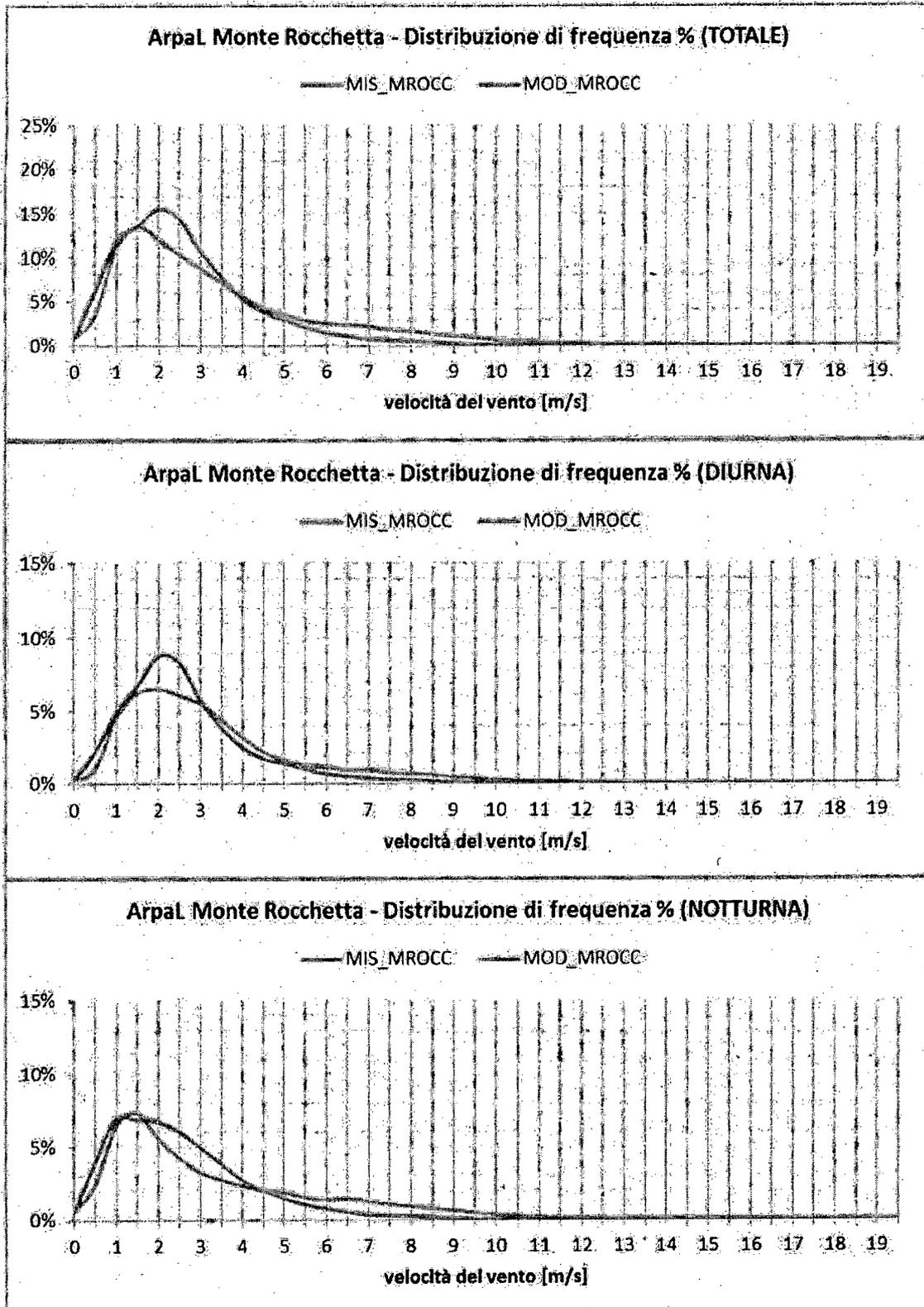


Figura 2.14 - Stazione meteo ArpaL Monte Rocchetta. Distribuzione di frequenza dell'intensità del vento. Confronto tra dati misurati (in blu) e simulazione modellistica (in rosso).

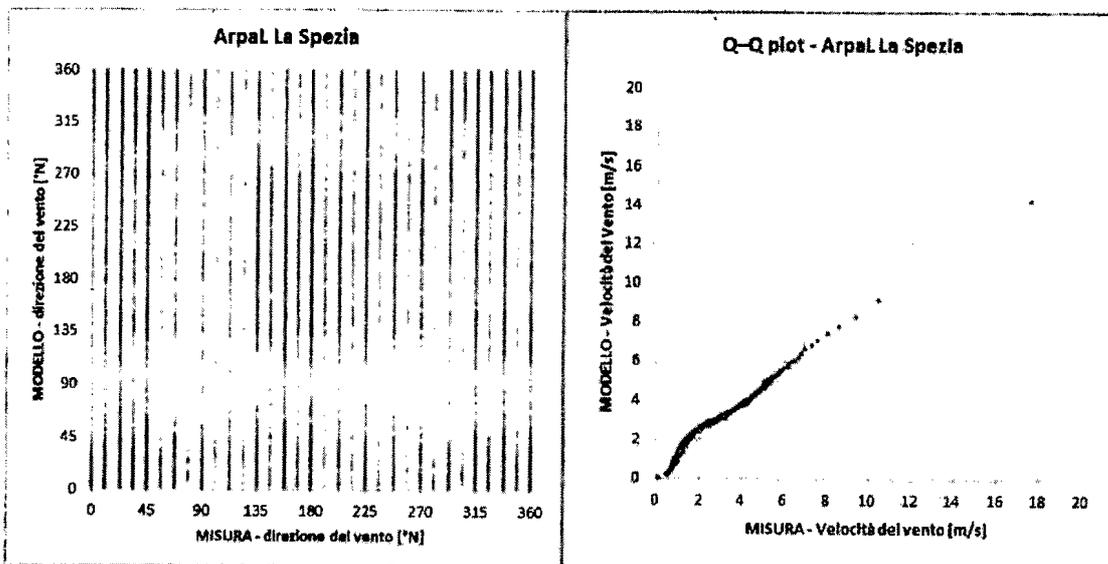


Figura 2.15 – Stazione meteo ArpaL La Spezia. Scatter plot della direzione di provenienza del vento e Q-Q plot della velocità del vento tra dato misurato (asse delle ordinate) e modello (asse delle ordinate).

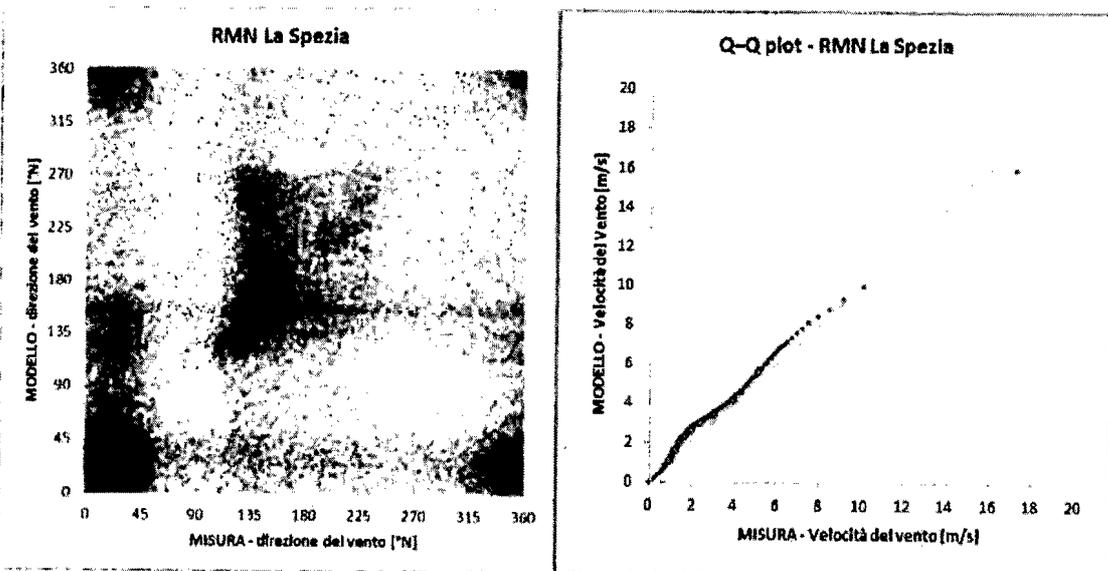


Figura 2.16 – Stazione meteo RMN La Spezia. Scatter plot della direzione di provenienza del vento e Q-Q plot della velocità del vento tra dato misurato (asse delle ordinate) e modello (asse delle ordinate).

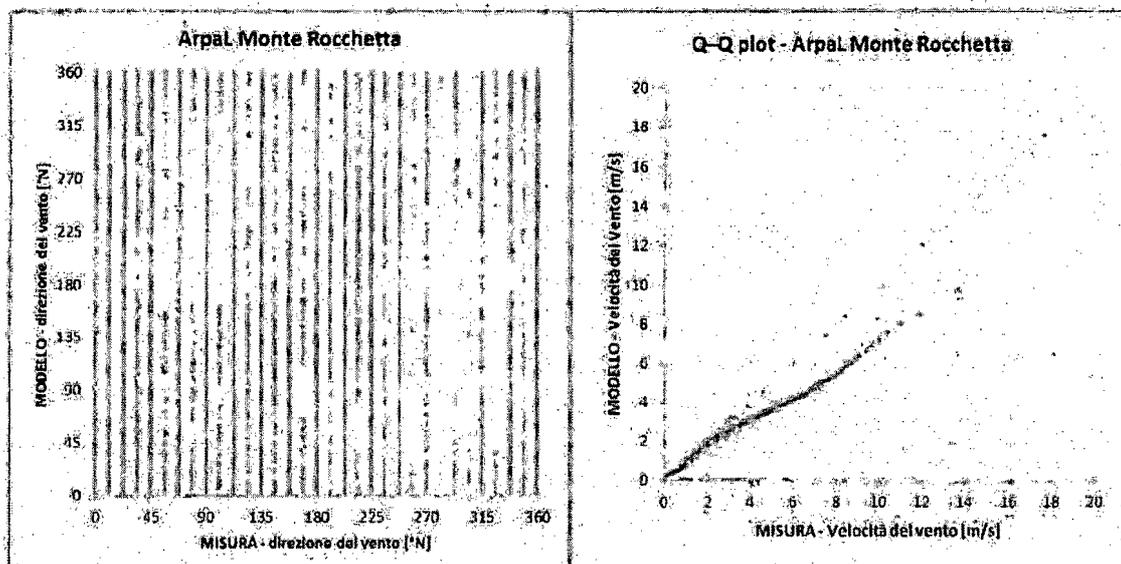


Figura 2.17 - Stazione meteo Arpal Monte Rocchetta. Scatter plot della direzione di provenienza del vento e Q-Q plot della velocità del vento tra dato misurato (asse delle ordinate) e modello (asse delle ordinate).

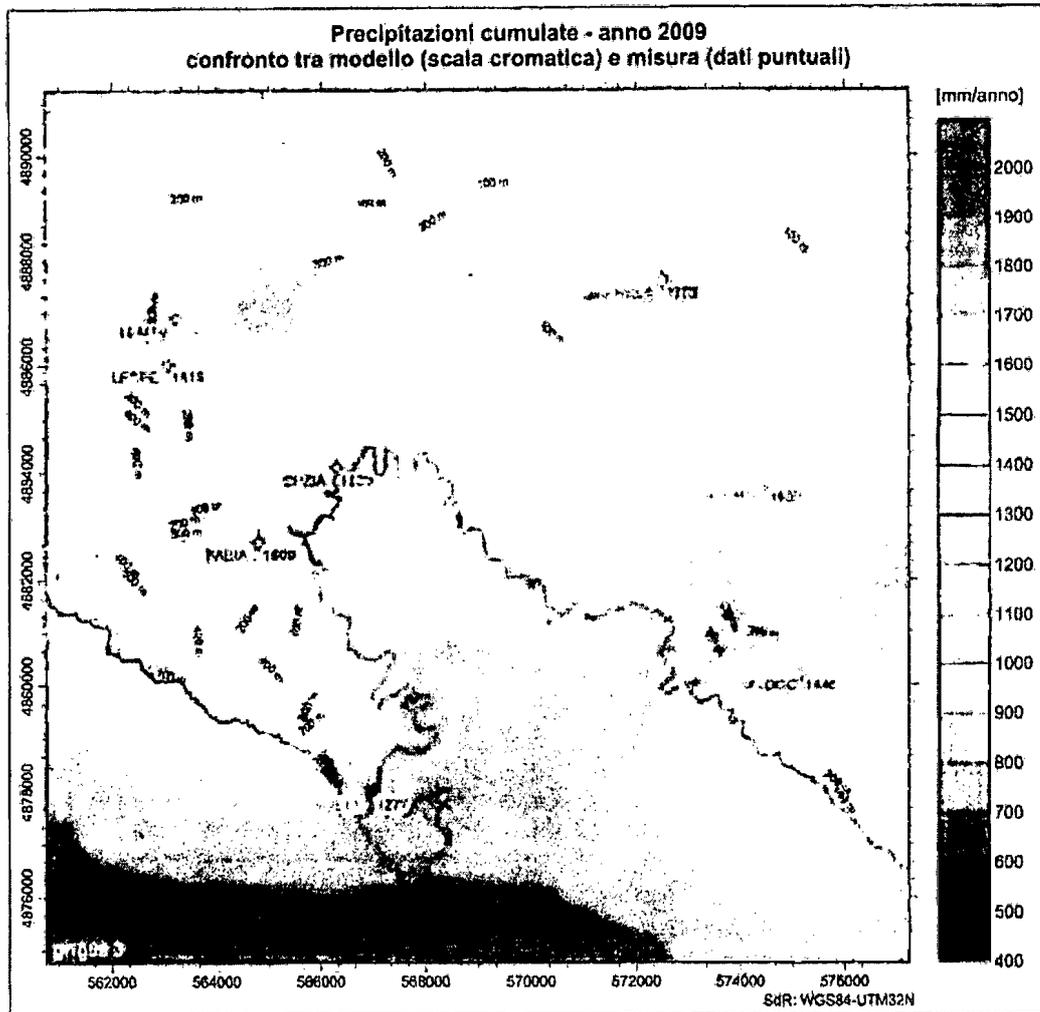


Figura 2.18 – Precipitazioni cumulate. Confronto tra modello e misura. Periodo 2009. (fonte misura: Arpal)

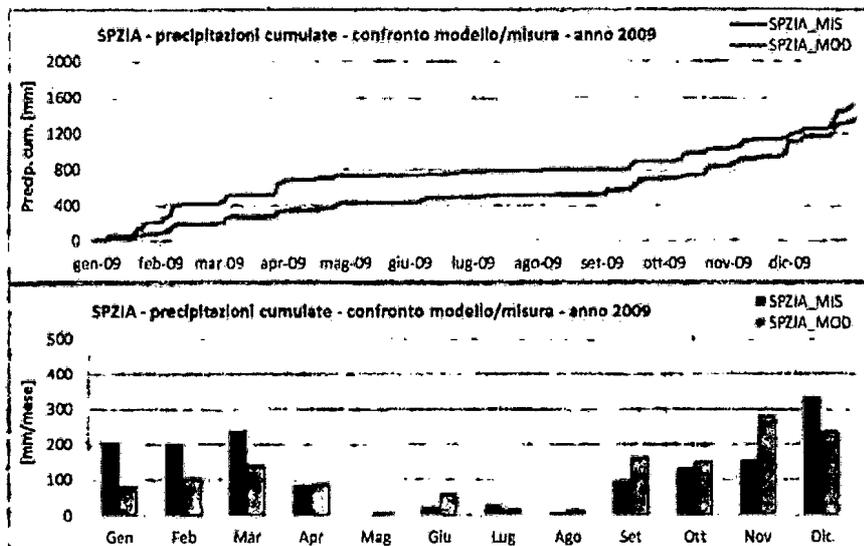


Figura 2.19 – Precipitazione cumulata nel 2009 su stazione Arpal La Spezia. Confronto tra modello e misura.

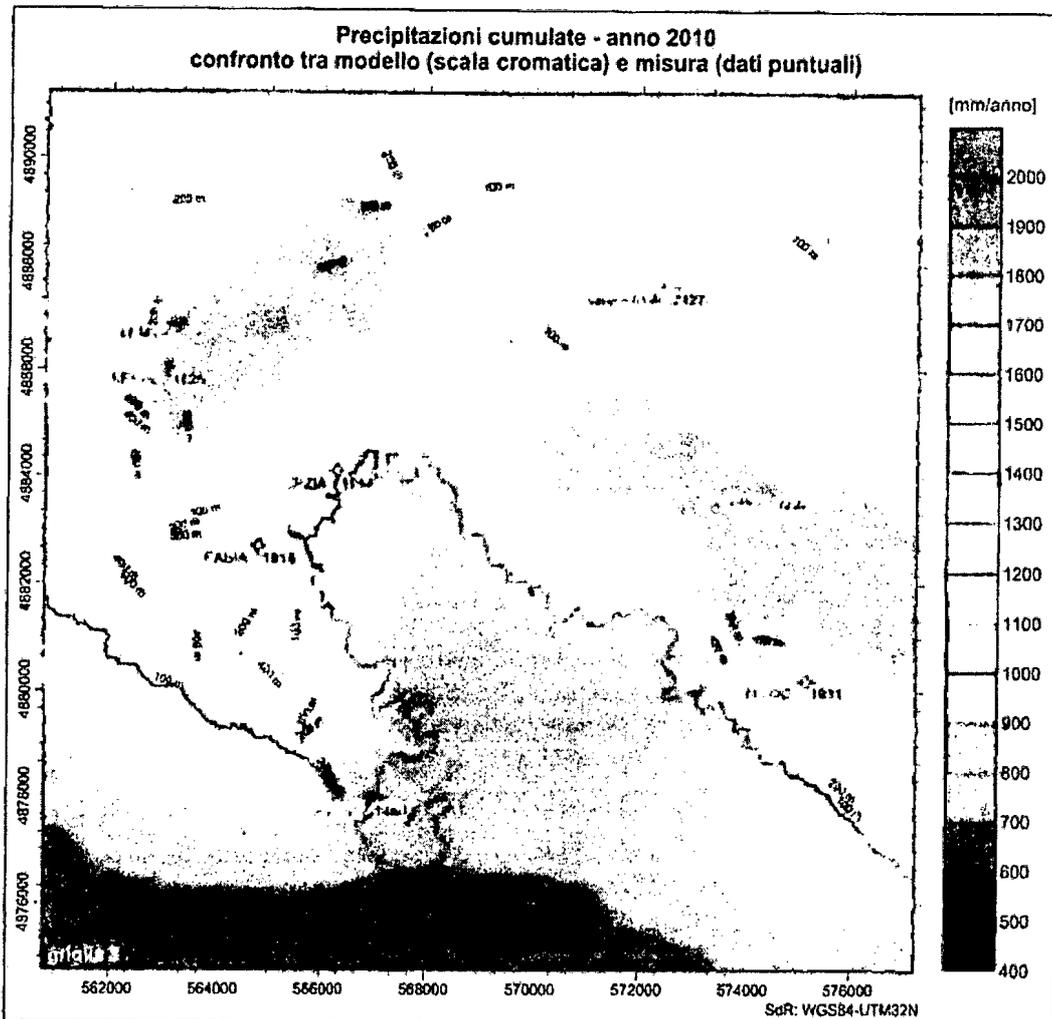


Figura 2.20 – Precipitazioni cumulate. Confronto tra modello e misura. Periodo 2010. (fonte misura: ArpaL)

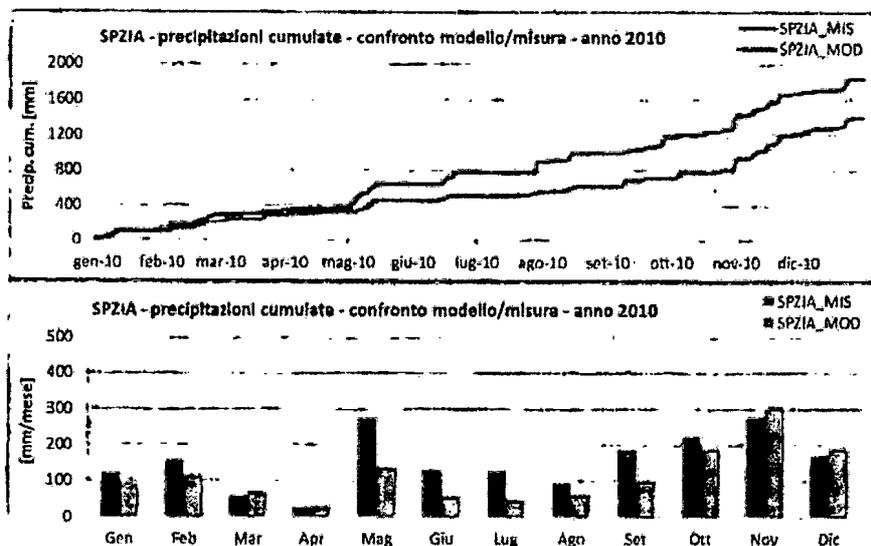


Figura 2.21 – Precipitazione cumulata nel 2010 su stazione ArpaL La Spezia. Confronto tra modello e misura.

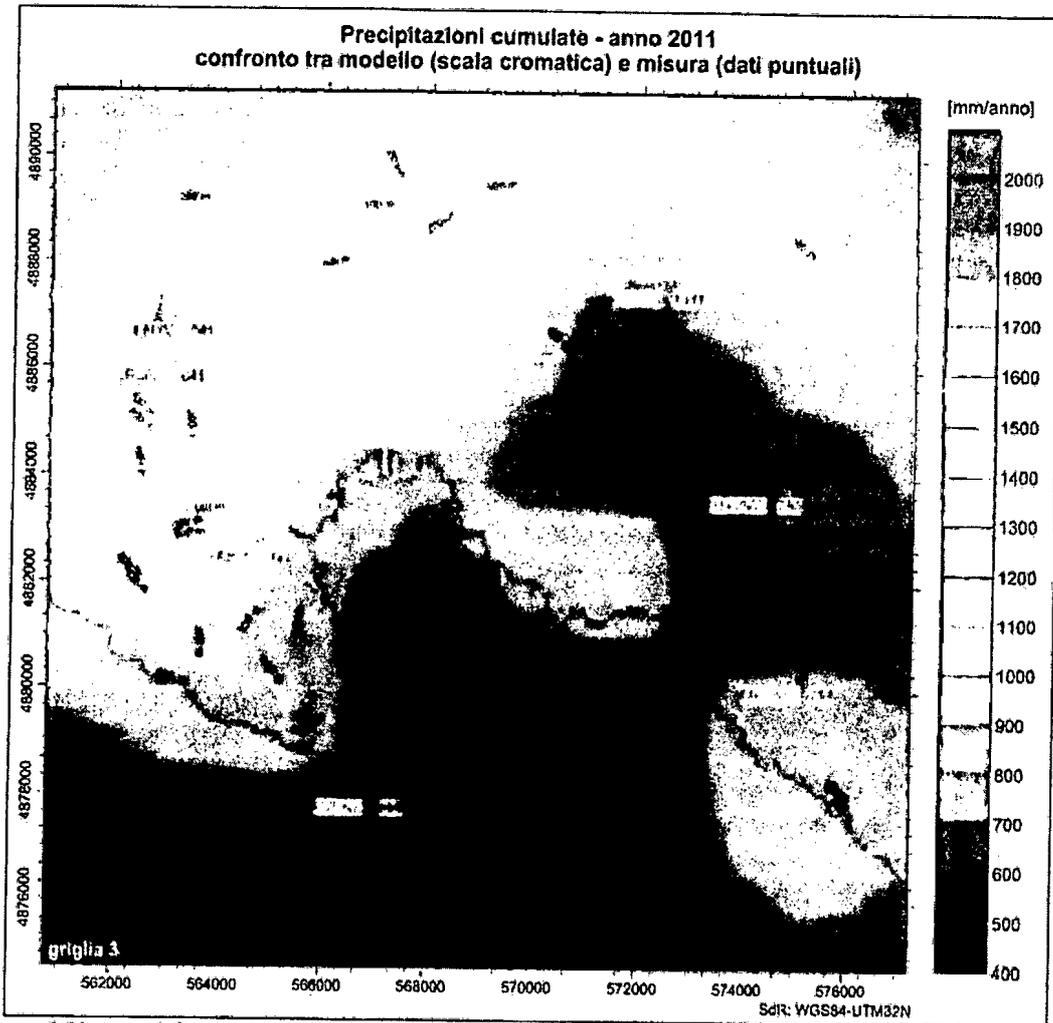


Figura 2.22 – Precipitazioni cumulate. Confronto tra modello e misura. Periodo 2011. (fonte misura: ArpaL)

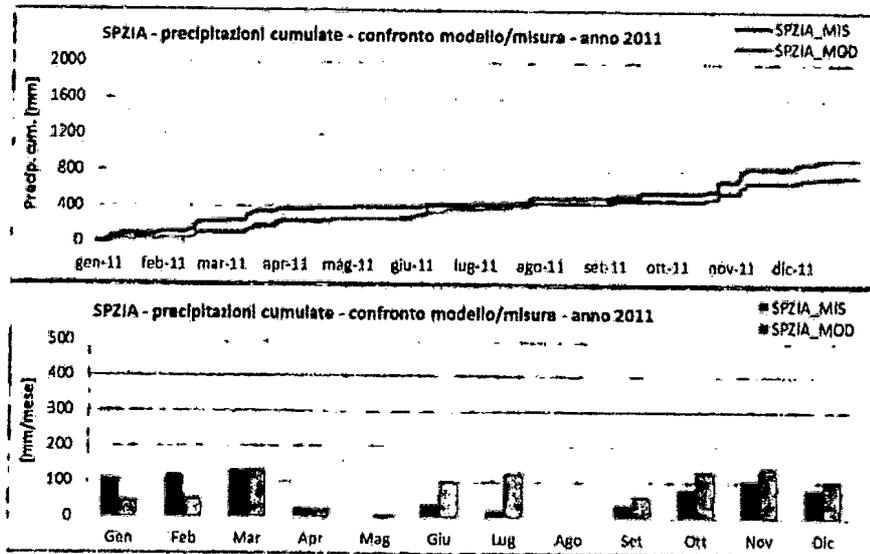


Figura 2.23 – Precipitazione cumulata nel 2011 su stazione ArpaL La Spezia. Confronto tra modello e misura.

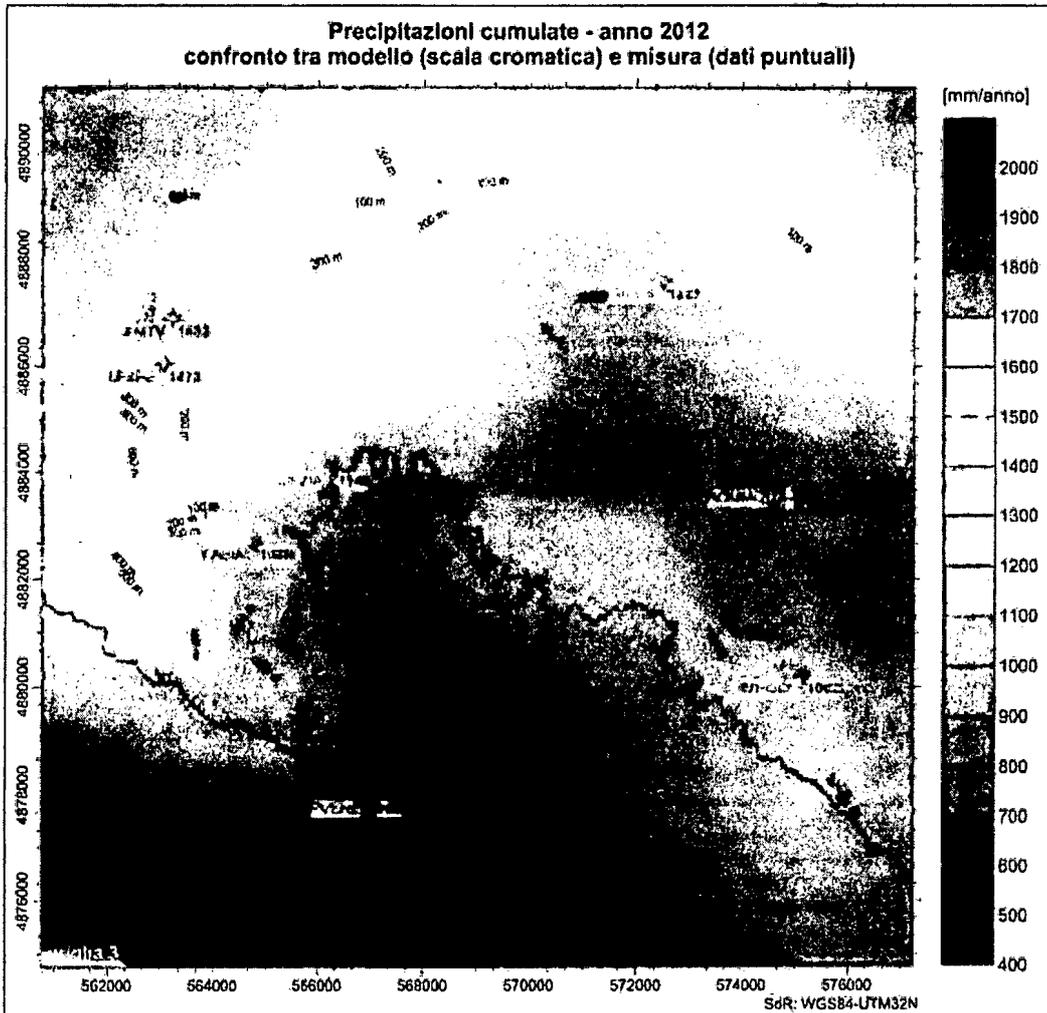


Figura 2.24 – Precipitazioni cumulate. Confronto tra modello e misura. Periodo 2012. (fonte misura: ArpaL)

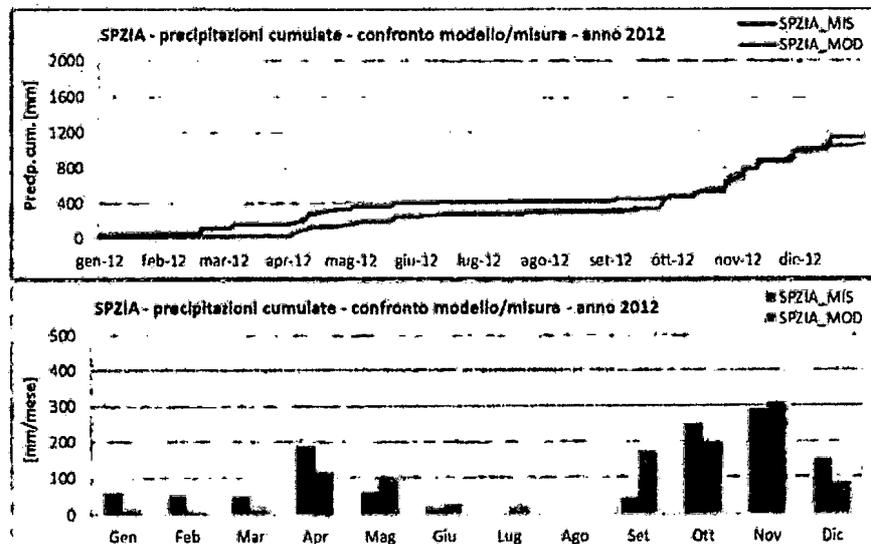


Figura 2.25 – Precipitazione cumulata nel 2012 su stazione ArpaL La Spezia. Confronto tra modello e misura.

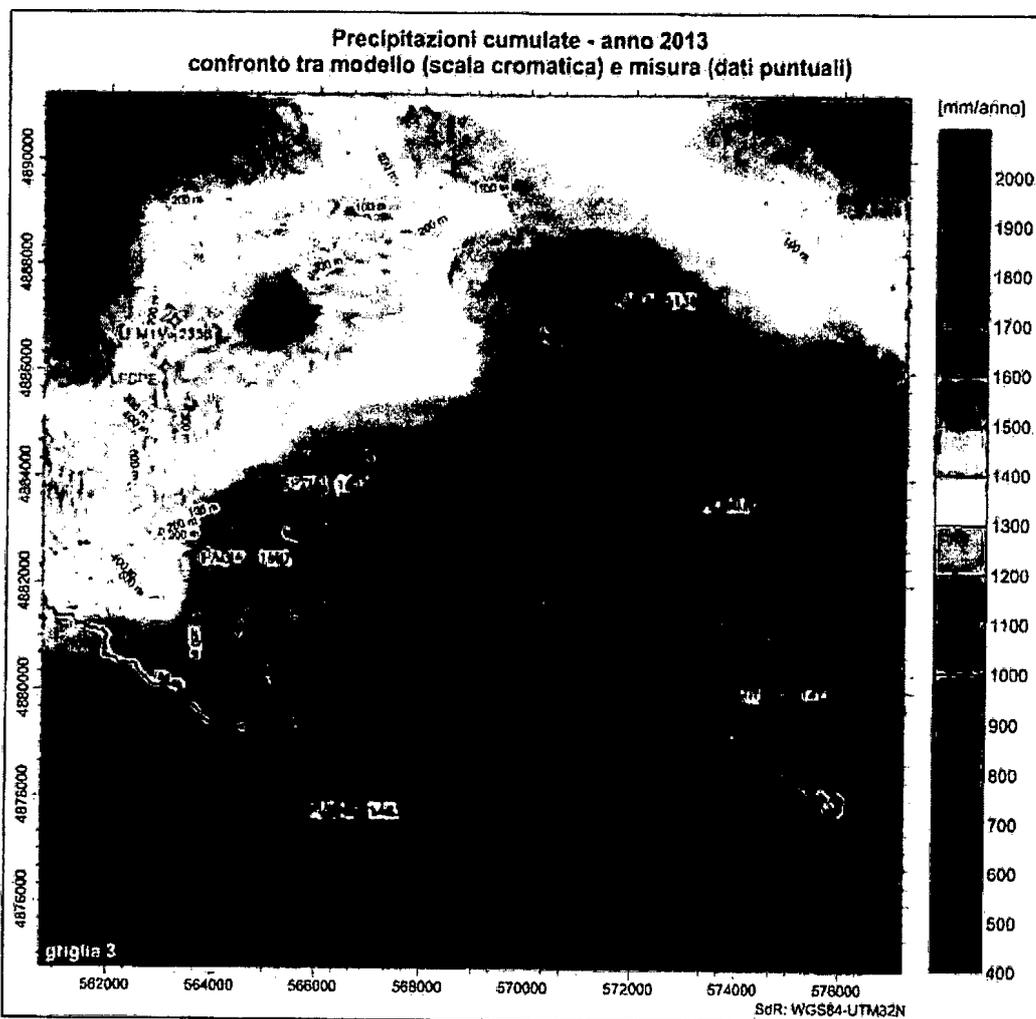


Figura 2.26 – Precipitazioni cumulate. Confronto tra modello e misura. Periodo 2013. (fonte misura: Arpal)

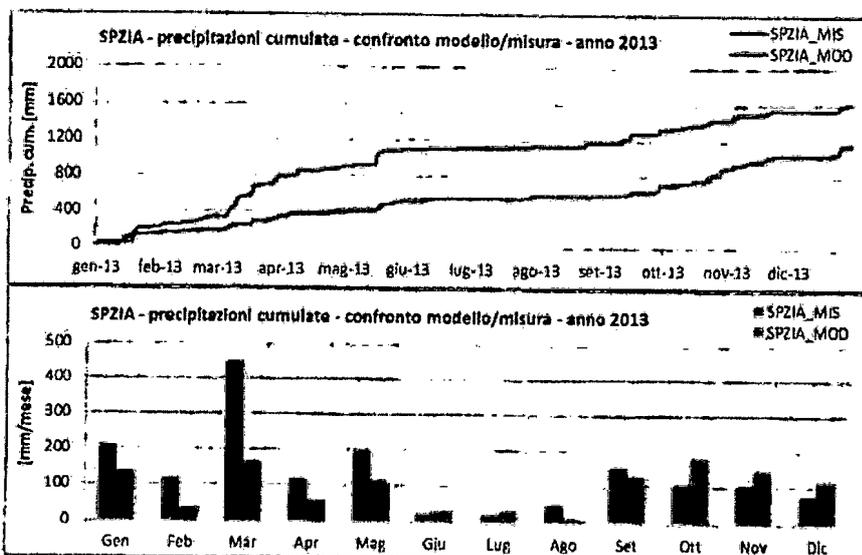


Figura 2.27 – Precipitazione cumulate nel 2013 su stazione Arpal La Spezia. Confronto tra modello e misura.

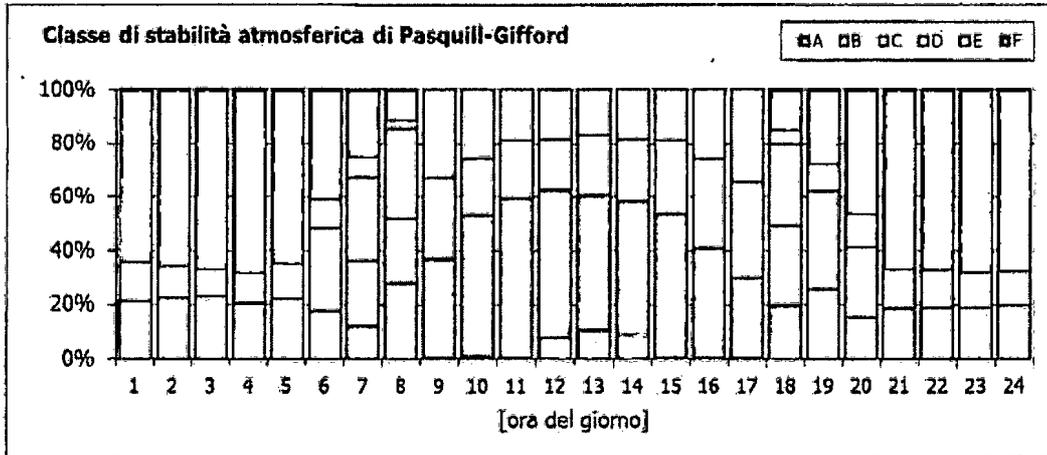


Figura 2.28 – Distribuzione per ora del giorno della classe di stabilità atmosferica di Pasquill-Gifford, calcolata dai campi del modello Calmet in corrispondenza della centrale, 2009-2013.

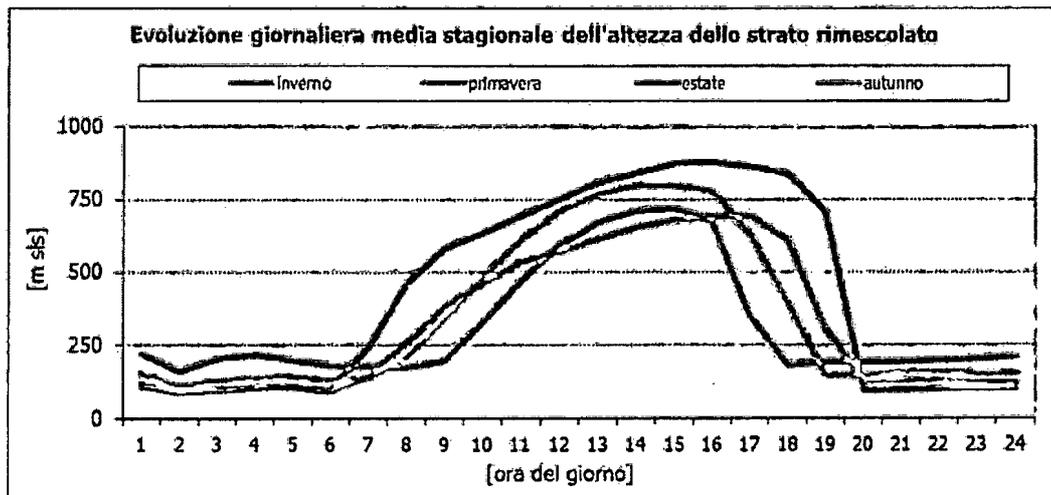


Figura 2.29 – Evoluzione giornaliera media per stagione dell'altezza dello strato rimescolato calcolata dai campi del modello Calmet in corrispondenza della centrale, 2009-2013.

**Tabella 2.2 – Indicatori statistici di qualità per la valutazione dei modelli meteorologici. Velocità del vento.**

Parameter	Symb.	Ideal value	Benchmark	SPZIA	RMN-LS	MROC
			WS [m/s]	WS [m/s]	WS [m/s]	WS [m/s]
Average observed value	O <sub>a</sub>	-		2.7	2.6	3.5
Average modelled value	P <sub>a</sub>	O <sub>a</sub>		2.7	3.1	2.6
Standard deviation of measurements	σ <sub>o</sub>	-		2.0	1.9	2.6
Standard deviation of modelled results	σ <sub>p</sub>	σ <sub>o</sub>		1.7	1.9	1.7
BIAS	BIAS	0.0	< ±0.5	0.1	0.4	-0.8
Standard deviation of error	STDE	0.0		2.1	2.1	2.1
Skill variance	SKVAR	1.0		0.9	1.0	0.7
Root mean square error	RMSE	0.0	< 2	2.1	2.2	2.3
Correlation coefficient	r	1.0		0.4	0.4	0.6
Hit rate (Desired Accuracy ±1)	Hc	1.0		0.4	0.4	0.5
Gross error	GE	0.0		1.6	1.6	1.6

**Tabella 2.3 – Indicatori statistici di qualità per la valutazione dei modelli meteorologici. Direzione del vento.**

Parameter	Symb.	Ideal value	Benchmark	SPZIA	RMN-LS	MROC
			WD [deg]	WD [deg]	WD [deg]	WD [deg]
Average observed value	O <sub>a</sub>	-		6.3	40.2	14.6
Average modelled value	P <sub>a</sub>	O <sub>a</sub>		329.2	49.6	4.1
Standard deviation of measurements	σ <sub>o</sub>	-		96.3	79.8	101.8
Standard deviation of modelled results	σ <sub>p</sub>	σ <sub>o</sub>		88.5	84.0	96.8
BIAS	BIAS	0.0	< ±10	37.1	9.5	10.5
Standard deviation of error	STDE	0.0		53.2	47.3	62.6
Skill variance	SKVAR	1.0		0.9	1.1	1.0
Root mean square error	RMSE	0.0		69.8	68.0	76.4
Correlation coefficient	r	1.0		0.8	0.8	0.8
Hit rate (Desired Accuracy ±30)	Hc	1.0		0.4	0.4	0.3
Direction weighted wind error	DIST	0.0		0.8	0.7	0.8
Gross error	GE	0.0	< 30	52.4	49.1	57.0

## 2.4 Setup del modello di dispersione

La presente analisi valuta le ricadute delle emissioni convogliate ai camini di:

- SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e polveri in termini di concentrazione in aria ambiente;
- microinquinanti inorganici (As, Pb, Cd, Ni, V, Cu, Cr, Mn, Hg, Tl) e organici (IPA, diossine e furani, PCB) in termini di deposizione al suolo.

Al fine di rappresentare il contributo delle diverse sezioni (o gruppi) della Centrale, e in particolare di distinguere tra ricadute associate alle emissioni dei turbogas (SP1, SP2) da quelle della caldaia a carbone (SP3) le tre sorgenti sono state simulate separatamente.

In via cautelativa, tutto il particolato emesso dai camini è stato considerato come PM<sub>10</sub>.

Al fine di calcolare la trasformazione di NO in NO<sub>2</sub>, CALPUFF ha fatto uso delle concentrazioni orarie in aria ambiente di ozono misurate relative 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.ariat.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 2.30 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 O<sub>3</sub> rilevato dalle postazioni anche per il sito in esame.

**Tabella 2.4 – Anagrafica delle postazioni di ozono della RQA utilizzate (fonte: DB Brace).**

Nome	Regione	Comune	Lat.	Lon.	Alt.	Data di attivazione	Tipo Stazione	Tipo Zona	Caratteristiche a zona
CHIAPPA - LA SPEZIA	LIGURIA	LA SPEZIA (SP)	44.07.25	09.47.55	54	01/01/2004	Fondo	Suburbana	residenziale
PROPATA	LIGURIA	PROPATA (GE)	44.33.53	09.11.06	965	01/01/2011	Fondo	Rurale	agricola/naturale
CARIGNANO	TOSCANA	LUCCA (LU)	43.52.08	10.27.13	120	01/07/2002	Fondo	Rurale	agricola
FEBBIO	EMILIA - ROMAGNA	VILLA MINOZZO (RE)	44.17.59	10.25.49	1120	07/10/2004	Fondo	Rurale	naturale

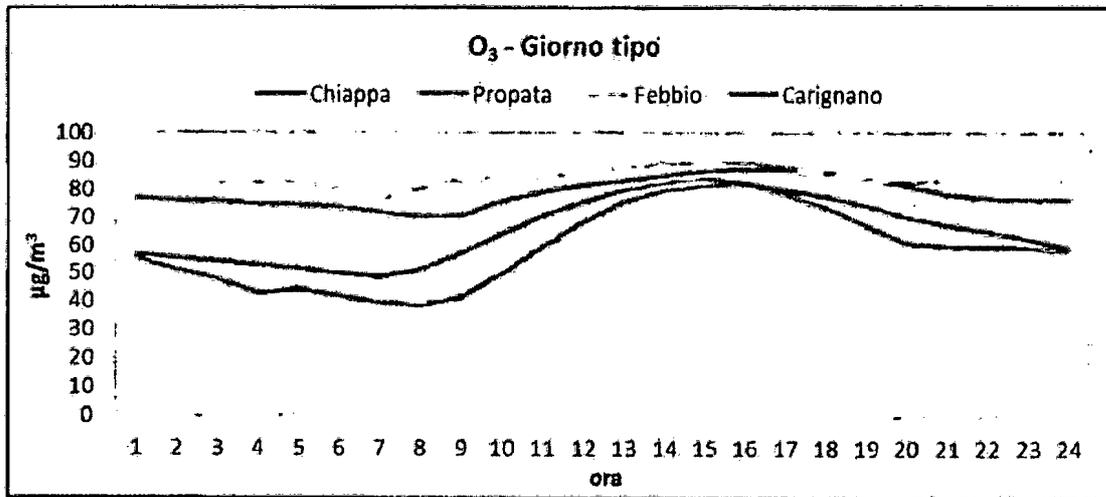


Figura 2.30 – Andamento giornaliero medio della concentrazione di ozono, periodo 2009-2013.

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 attuale di impianto. La Figura 2.31 visualizza, in grigio, le ciminiere e le circostanti strutture di altezza di interesse.

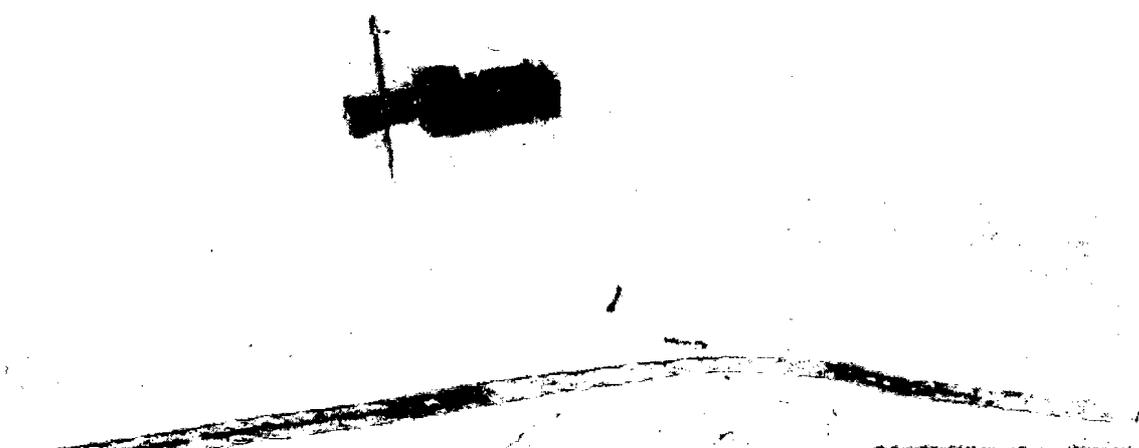


Figura 2.31 – Rappresentazione ai fini dell'effetto "building downwash" delle strutture alte in prossimità dei punti di emissione convogliata.

La Tabella 2.5 riporta l'ubicazione e le caratteristiche geometriche delle ciminiere mediante cui i fumi prodotti dal processo di combustione sono convogliati in atmosfera.

I limiti AIA alle emissioni delle sorgenti (volume dei fumi, temperatura e velocità d'uscita, concentrazioni di inquinanti all'emissione) sono riportate in Tabella 2.6.

Ai fini modellistici, è stato cautelativamente ipotizzato il funzionamento di tutti i gruppi di Centrale con portata fumi corrispondente al carico nominale per tutta la durata della simulazione (quinquennio 2009-2013).

La concentrazione in emissione di SO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub> è stata posta pari ai corrispondenti limiti emissivi stabiliti dal Decreto AIA DVA-2013-0015110 del 27/06/2013 validi entro i primi tre anni di validità dell'AIA.

La concentrazione in emissione delle polveri è stata invece posta pari ai corrispondenti limiti stabiliti dal medesimo Decreto AIA a partire dal quarto anno di validità dello stesso. La scelta è motivata dalla constatazione che le misure di polveri registrate in continuo dal Sistema di Monitoraggio delle Emissioni (SME) nel periodo dal 2009 al 2013, riportate sinteticamente nella seguente Tabella 2.7, mostrano valori medi annui di concentrazione normalizzata in emissione sempre inferiori a 15 mg/Nm<sup>3</sup>, in particolare dal 2011 in poi. La scelta del limite AIA al 2016 risulta dunque maggiormente rappresentativa del reale stato emissivo del gruppo SP3.

Le caratteristiche emissive dei macro-inquinanti assunte ai fini della simulazione sono sintetizzate nella seguente Tabella 2.8.

Vista la tipologia di impianto, le emissioni dei microinquinanti considerati nel presente studio sono sostanzialmente veicolate attraverso le emissioni di polveri.

La determinazione della concentrazione di microinquinanti (sia organici che inorganici) in emissione dal gruppo SP3 è stata stimata sulla base della campagna di misure al camino realizzata appositamente da CESI tra il 01/07/2014 ed il 18/07/2014. Sulla base della concentrazione di polveri registrati dallo SME contestualmente ai periodi di campionamento dei microinquinanti della citata campagna è stato quindi calcolato il profilo emissivo della centrale in termini di tenore percentuale di microinquinanti nelle polveri presentato nella seguente Tabella 2.9. Tale profilo emissivo è stato usato per stimare il rateo emissivo delle sostanze di interesse in funzione della massa di polveri in emissione.

**Tabella 2.5 – Centrale di La Spezia. Coordinate e caratteristiche geometriche dei camini.**

Sezione	Potenza		Coordinate		Quota	Ciminiera		
			WGS84 - UTM 32N			altezza	diametro	sezione
	EST	NORD	m	m	m <sup>2</sup>			
SP1	340	635	569'872	4'884'547	6.0	90.0	6.0	28.3
SP2	340	635	569'939	4'884'575	6.0	90.0	6.0	28.3
SP3	600	1'540	570'027	4'884'707	6.0	220.0	6.2	30.2

**Tabella 2.6 – Centrale di La Spezia. Limiti AIA da rispettare (E.prot DVA-2013-0015110 del 27/06/2013).**

Sez.	Portata alla max capacità	O <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>		NO <sub>x</sub>		CO		Polveri	
	Nm <sup>3</sup> /h		%	mg/Nm <sup>3</sup>	t/y	mg/Nm <sup>3</sup>	t/y	mg/Nm <sup>3</sup>	t/y	mg/Nm <sup>3</sup>
SP1	1'781'640	15	-	-	60/50 <sup>(1)</sup>	500	50 <sup>(4)</sup>	750	-	-
SP2	1'781'640	15	-	-	60/50 <sup>(1)</sup>	500	50 <sup>(4)</sup>	750	-	-
SP3	2'156'705	6	350/180 <sup>(2)</sup>	4'200/3'000 <sup>(3)</sup>	200/180 <sup>(2)</sup>	3'200/3'000 <sup>(3)</sup>	150/150 <sup>(2)</sup>	1'800	25/15 <sup>(2)</sup>	220/200 <sup>(3)</sup>
<sup>(1)</sup> giornaliero / mensile										
<sup>(2)</sup> mensile entro i primi tre anni / giornaliero dal quarto anno										
<sup>(3)</sup> entro i primi tre anni / dal quarto anno										
<sup>(4)</sup> giornaliero										

**Tabella 2.7 – Centrale di La Spezia. Concentrazione media annua di polveri emesse dal camino SP3 registrata dal sistema SME.**

Gruppo SP3		2009	2010	2011	2012	2013
Concentrazione media di polveri al punto di emissione	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	13	11	8	8	8
Quantità di polveri totale in emissione	[ton]	112	130	104	101	105
Energia lorda prodotta	[MWh]	2'530'510	3'309'970	3'456'750	3'317'910	3'286'750

**Tabella 2.8 – Centrale di La Spezia. Caratteristiche emissive macroinquinanti assunte ai fini della simulazione.**

Sezione	Temperatura fumi	Portata singolo gruppo secchi O <sub>2</sub> rif.	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	Polveri
	[K]	[Nm <sup>3</sup> /h]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]
SP1	373.0	1'781'640	-	60	50	-
SP2	373.0	1'781'640	-	60	50	-
SP3	378.0	2'156'705	350	200	150	15

Tabella 2.9 – Centrale di La Spezia. Ratei emissivi di microinquinanti rispetto alle polveri in emissione assunti ai fini della simulazione.

Microinquinanti	Rateo
<i>Inorganici</i>	
As	0.0266%
Pb	0.0654%
Cd	0.0018%
Ni	0.0368%
V	0.0290%
Cu	0.0673%
Cr	0.0149%
Mn	0.1202%
Hg	0.0167%
Ti	0.0018%
<i>Organici</i>	
IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici) <sup>(1)</sup>	0.001683%
Benzo(a)Pirene	0.000039%
PCDD/PCDF (Diossine e furani) <sup>(2)</sup>	0.000000462%
PCB (Policlorobifenili) <sup>(3)</sup>	0.000000054%
<sup>(1)</sup> Sommatoria di: Benzo(a)Pirene, Dibenzo(a,h)Antracene, Benzo(a)Antracene, Benzo(b+J)Fluorantene, Benzo(k)Fluorantene, Dibenzo(a,l)pirene, Dibenzo(a,e)pirene, Dibenzo(a,i)pirene, Dibenzo(a,h)pirene, Fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Indeno[1,2,3-cd]pirene, Crisene Pirene, Benzo(e)pirene.	
<sup>(2)</sup> I-TEQ "Upper bound" della sommatoria di Policlorodibenzodiossine e Policlorodibenzofurani	
<sup>(3)</sup> WHO-TEQ "Upper bound" della sommatoria dei Policlorobifenili	

## 2.5 Ricadute delle emissioni

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

- concentrazioni alle emissioni pari ai valori autorizzati (vedi paragrafo precedente);
- tutte le sezioni d'impianto sono considerate a titolo cautelativo esercite al carico nominale costante per l'intera durata della simulazione (il quinquennio 2009-2013);
- Gli NO<sub>x</sub> sono ripartiti alle emissioni per il 98% in NO e 2% in NO<sub>2</sub>, valori tipici per le tipologie di sorgenti in oggetto;
- Tutte le polveri emesse sono considerate rientranti nella frazione PM<sub>10</sub>;
- Tutti i microinquinanti (metalli, IPA, PCDD/PCDF, PCB) sono considerati veicolati dal PM<sub>10</sub>. Tale assunzione trova riscontro per tutte le sostanze ad eccezione del mercurio, cui si riconosce anche una frazione gassosa. Tuttavia i risultati ottenuti possono essere ritenuti validi anche per tale inquinante poiché la dispersione delle polveri della dimensione quale quella adottata è sostanzialmente analoga a quella di un gas.

L'assunzione del carico nominale costante per tutta la durata della simulazione alle concentrazioni limite autorizzate 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 delle ricadute associate alla massima emissione nelle ore più sfavorevoli dal punto di vista meteorologico alla dispersione degli inquinanti.

Per quanto riguarda la stima delle concentrazioni medie annue, sono stati tenuti in considerazione i limiti massici previsti dal Decreto AIA entro i primi tre anni di validità dello stesso, prevedendo un post-processing dell'output modellistico prodotto in base alla metodologia descritta al paragrafo precedente e tale da riscalarne i valori in funzione del rapporto tra il limite massico autorizzato e l'emissione cumulata massica nelle condizioni di simulazione (funzionamento continuo a carico nominale e alla massima concentrazione emissiva). I fattori di scala, riportati nella seguente Tabella 2.10, essendo inferiori al 100% evidenziano l'effetto introdotto dal vincolo dell'emissione totale massica annua nel contenere l'emissione dell'impianto.

**Tabella 2.10 – Centrale di La Spezia. Fattori di scala delle medie annue in funzione dei limiti massici previsti dal Decreto AIA entro i primi tre anni di validità dello stesso.**

Sezione	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Polveri
SP1 - SP2	-	53.4%	-
SP3	63.5%	84.7%	77.6%

E' inoltre importante tenere in considerazione che i risultati ottenuti con la metodologia qui presentata presentano un'ulteriore fattore conservativo, perché si trascura che nel reale esercizio l'impianto è soggetto sia a periodi di fermo di uno o più gruppi sia a emissioni con concentrazioni inferiori ai valori limite. Ciò assume particolare rilevanza per le sezioni SP1 e SP2 che, come riportato nella Tabella 2.11, negli ultimi anni sono state chiamate a produrre solo eccezionalmente per far fronte a impellenti esigenze di rete e funzionano a carico fortemente ridotto.

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 delle ricadute associate alle emissioni convogliate in condizioni di massimo carico emissivo.

**Tabella 2.11 – Centrale di La Spezia. Ore di effettivo funzionamento dei singoli gruppi per anno nel periodo 2009-2013.**

ANNO	GRUPPO	Ore di funzionamento [ore/anno]	Percentuale di ore di funzionamento nell'anno [% ore/anno]
2009	SP1	1'155	13%
	SP2	981	11%
	SP3	5'177	59%
2010	SP1	1'359	16%
	SP2	1'563	18%
	SP3	7'074	81%
2011	SP1	494	6%
	SP2	103	1%
	SP3	7'070	81%
2012	SP1	311	4%
	SP2	0	0%
	SP3	6'670	76%
2013	SP1	160	2%
	SP2	73	1%
	SP3	6'853	78%

I campi orari prodotti dal modello Calpuff per il periodo 2009-2013 sono stati elaborati producendo le tavole fuori testo relative alle concentrazioni in aria a livello del suolo (da Tavola CON-01 a Tavola CON-10) e alle deposizioni al suolo (da Tavola DEP-00 a Tavola DEP-14). Per una migliore leggibilità degli elaborati, le tavole rappresentano l'area terrestre maggiormente interferita dalle emissioni avente estensione di 26 x 24 km<sup>2</sup>.

### **2.5.1 Concentrazioni in aria ambiente**

Nelle tavole fuori testo da Tavola CON-01 a Tavola CON-10 si presentano le elaborazioni delle stime modellistiche relative alle concentrazioni in aria dei macroinquinanti a livello del suolo. Le tavole fuori testo con estensione ".a" fanno riferimento alle ricadute del gruppo SP3, così come le tavole senza alcuna estensione; le tavole con estensione ".b" si riferiscono alle ricadute dei gruppi SP1 e SP2.

La Tavola CON-01 riporta la concentrazione media nel periodo di SO<sub>2</sub> associata alle emissioni del gruppo SP3. L'area di principale impatto, in cui i valori delle ricadute sono dell'ordine di 1.5 µg/m<sup>3</sup> a fronte di un livello critico a protezione della vegetazione di 20 µg/m<sup>3</sup>, è localizzata a circa 1-2 km dalla sorgente in direzione Nord. Le ricadute sull'area urbana di La Spezia sono stimate comprese tra 0.3 e 0.5 µg/m<sup>3</sup>. Nella restante parte del territorio le concentrazioni decrescono a valori dell'ordine o inferiori a 0.3 µg/m<sup>3</sup>.

La Tavola CON-02 riporta la concentrazione media giornaliera di SO<sub>2</sub> associata alle emissioni del gruppo SP3 superata 3 volte in un anno (valore massimo nel periodo 2009-2013). L'area di principale impatto, in cui i valori delle ricadute sono dell'ordine di 40 µg/m<sup>3</sup> a fronte di un valore limite di 125 µg/m<sup>3</sup>, è localizzata a circa 1 km dalla sorgente in direzione Nord. Le ricadute sull'area urbana di La Spezia sono stimate comprese tra 5 e 10 µg/m<sup>3</sup>. Nella restante parte del territorio i valori decrescono a valori dell'ordine o inferiori a 5 µg/m<sup>3</sup>.

Le Tavole denominate CON-03 e CON-04 riportano rispettivamente il numero di superamenti annui della soglia oraria di SO<sub>2</sub> di 350 µg/m<sup>3</sup> (valore medio nel periodo 2009-2013) e la concentrazione media oraria di SO<sub>2</sub> superata 24 volte in un anno (valore massimo nel periodo 2009-2013) associate alle emissioni del gruppo SP3. L'area di principale impatto, in cui i valori delle ricadute sono dell'ordine di 200 µg/m<sup>3</sup> a fronte di un valore limite di 350 µg/m<sup>3</sup>, è localizzata a circa 700 m dalla sorgente in direzione NNE, dove le stime registrano circa 4 superamenti annui della soglia oraria a fronte di un limite normativo di 24. Le ricadute sull'area urbana di La Spezia sono stimate comprese tra 20 e 40 µg/m<sup>3</sup>. Nella restante parte del territorio i valori decrescono a valori dell'ordine o inferiori a 20 µg/m<sup>3</sup>.

La Tavola CON-05.a riporta la concentrazione media nel periodo di NO<sub>2</sub> associata alle emissioni del gruppo SP3. L'area di principale impatto, in cui i valori delle ricadute sono dell'ordine di 1 µg/m<sup>3</sup> a fronte di un valore limite di 40 µg/m<sup>3</sup>, è localizzata a circa 1-2 km dalla sorgente in direzione Nord. Le ricadute sull'area urbana di La Spezia sono stimate dell'ordine di 0.2 µg/m<sup>3</sup>. Nella restante parte del territorio i valori decrescono a valori dell'ordine o inferiori a 0.2 µg/m<sup>3</sup>.

La Tavola CON-05.b riporta la concentrazione media nel periodo di NO<sub>2</sub> associata alle emissioni dei gruppi SP1 e SP2. L'area di principale ricaduta risulta lo specchio d'acqua interno al Golfo della Spezia con valori dell'ordine di 1 µg/m<sup>3</sup>; considerando le ricadute

sulla sola terraferma, le aree di principale ricaduta risultano localizzate a circa 1-2 km dalla sorgente in direzione Nord e in prossimità della penisola di Portovenere, con concentrazioni inferiori a  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a fronte di un valore limite di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Le ricadute sull'area urbana di La Spezia, così come nella restante parte del territorio, sono stimate dell'ordine o inferiori a  $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Le Tavole denominate CON-06.a e CON-07.a riportano rispettivamente il numero di superamenti annui della soglia oraria di  $\text{NO}_2$  di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (valore medio nel periodo 2009-2013) e la concentrazione media oraria di  $\text{NO}_2$  superata 18 volte in un anno (valore massimo nel periodo 2009-2013) associati alle emissioni del gruppo SP3. L'area di principale impatto, in cui i valori delle ricadute sono dell'ordine di  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a fronte di un valore limite di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , è localizzata a circa 700 m dalla sorgente in direzione NNE, dove le stime registrano meno di 1 superamento medio annuo della soglia oraria a fronte di un limite normativo di 18.

Le Tavole denominate CON-06.b e CON-07.b riportano rispettivamente il numero di superamenti annui della soglia oraria di  $\text{NO}_2$  di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (valore medio nel periodo 2009-2013) e la concentrazione media oraria di  $\text{NO}_2$  superata 18 volte in un anno (valore massimo nel periodo 2009-2013) associati alle emissioni dei gruppi SP1 e SP2. L'area di principale ricaduta, con valori dell'ordine di  $70-100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a fronte di un valore limite di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , risulta lo specchio d'acqua interno al Golfo della Spezia e l'area nell'immediato intorno della Centrale, dove le stime registrano al più un superamento medio annuo della soglia oraria a fronte di un valore limite di 18 superamenti annui.

La Tavola CON-08.a riporta la concentrazione media nel periodo di  $\text{NO}_x$  associata alle emissioni del gruppo SP3. L'area di principale impatto, in cui i valori delle ricadute sono dell'ordine di  $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a fronte di un livello critico a protezione della vegetazione di  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , è localizzata a circa 1-2 km dalla sorgente in direzione Nord. Le ricadute sull'area urbana di La Spezia sono stimate comprese tra  $0.2$  e  $0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Nella restante parte del territorio i valori decrescono a valori dell'ordine o inferiori a  $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La Tavola CON-08.b riporta la concentrazione media nel periodo di  $\text{NO}_x$  associata alle emissioni dei gruppi SP1 e SP2. L'area di principale ricaduta risulta, oltre lo specchio d'acqua interno al Golfo della Spezia, l'area a circa 1-2 km dalla sorgente in direzione Nord e un'area in prossimità della penisola di Portovenere, con valori dell'ordine di  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a fronte di un valore limite di  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Le ricadute sull'area urbana di La Spezia, così come nella restante parte del territorio, sono stimate pari o inferiori a  $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La Tavola CON-09 riporta la concentrazione media nel periodo di  $\text{PM}_{10}$  associata alle emissioni del gruppo SP3. L'area di principale impatto, in cui i valori delle ricadute sono dell'ordine di  $0.15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a fronte di un valore limite di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , è localizzata a circa 1-2 km dalla sorgente in direzione Nord. Le ricadute sull'area urbana di La Spezia sono stimate comprese tra  $0.03$  e  $0.06 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Nella restante parte del territorio i valori decrescono a valori dell'ordine o inferiori a  $0.03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La Tavola CON-10 riporta la concentrazione media giornaliera di  $\text{PM}_{10}$  associata alle emissioni del gruppo SP3 superata 35 volte in un anno (valore massimo nel periodo 2009-2013). L'area di principale impatto, in cui i valori delle ricadute sono dell'ordine di  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a fronte di un valore limite di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , è localizzata a circa 1 km dalla sorgente in direzione Nord. Le ricadute sull'area urbana di La Spezia sono stimate comprese tra  $0.12$  e

0.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Nella restante parte del territorio i valori decrescono a valori dell'ordine o inferiori a 0.12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La seguente Tabella 2.12 riporta le stime modellistiche delle ricadute in termini di concentrazione in aria dei macroinquinanti considerati nel punto di massimo impatto, poste a confronto coi limiti normativi vigenti (D.lgs. 155/2010). Come si evince dall'analisi della tabella, nonostante l'approccio fortemente cautelativo posto nella costruzione del sistema modellistico, le stime non evidenziano superamenti dei limiti attribuibili al solo contributo dell'impianto.

**Tabella 2.12 – Centrale di La Spezia. Stima modellistica delle concentrazioni in atmosfera dei macroinquinanti nel punto di massima ricaduta.**

Parametro	u.m.	Limite di legge (D.lgs. 155/10)	Valore massimo nel dominio di calcolo	
			Gruppo SP3	Gruppi SP1-SP2
SO <sub>2</sub> - Conc. oraria superata 24 volte <sup>(1)</sup>	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	350	226	-
SO <sub>2</sub> - N. di sup. della soglia oraria di 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ <sup>(2)</sup>	#	24	3.8	-
SO <sub>2</sub> - Conc. giornaliera superata 3 volte <sup>(1)</sup>	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	125	46	-
SO <sub>2</sub> - N. di sup. della soglia giorn. di 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ <sup>(2)</sup>	#	3	0	-
SO <sub>2</sub> - Conc. media (protezione della vegetazione)	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	20	1.8	-
NO <sub>2</sub> - Conc. oraria superata 18 volte <sup>(1)</sup>	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	200	114	103
NO <sub>2</sub> - N. di sup. della soglia oraria di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ <sup>(2)</sup>	#	18	0.6	1.0
NO <sub>2</sub> - Concentrazione media	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	40	1.0	1.0
NO <sub>x</sub> - Conc. media (protezione della vegetazione)	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	30	1.3	1.1
PM <sub>10</sub> - Conc. giornaliera superata 35 volte <sup>(1)</sup>	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	50	0.9	-
PM <sub>10</sub> - N. di sup. della soglia giornaliera di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ <sup>(2)</sup>	#	35	0	-
PM <sub>10</sub> - Concentrazione media	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	40	0.16	-
<sup>(1)</sup> valore massimo tra i singoli anni nel periodo della simulazione				
<sup>(2)</sup> valore medio tra i singoli anni nel periodo della simulazione				

### 2.5.2 Deposizioni al suolo

Nelle tavole fuori testo da Tavola DEP-00 a Tavola DEP-14 si presentano le elaborazioni delle stime modellistiche relative ai flussi di deposizione al suolo di polveri e dei microinquinanti organici ed inorganici considerati nel presente studio (metalli, IPA, PCDD/PCDF, PCB). I valori dei flussi sono nel seguito presentati in termini di deposizione totale (flusso complessivo per via secca e via umida), mediata nel periodo ed espressa come flusso medio giornaliero.

Le tavole evidenziano un'area di principale ricaduta localizzata nelle prossimità della Centrale, circa 700 m a Nord rispetto al punto di emissione. I valori dei flussi di deposizione decrescono velocemente con la distanza, tanto da ridursi di circa un ordine di grandezza nel raggio di circa 1-4 km.

La seguente Tabella 2.13 riporta le stime modellistiche delle ricadute in termini di deposizione totale al suolo dei macroinquinanti considerati nel punto di massimo

impatto, valutate sulla base delle cautele assunte nella definizione della catena modellistica.

Nella sottostante Tabella 2.14 si riportano invece le medesime stime modellistiche riproporzionate in modo da tenere conto della differenza tra le emissioni complessive di polveri previste dal modello (220 ton/anno pari al limite AIA entro i primi tre anni di validità) e il massimo valore delle emissioni complessive annue registrato dal SME nel medesimo periodo della simulazione (130 tonnellate nel 2010, come si evince dalla Tabella 2.7). Si ottengono così delle stime pur sempre cautelative, ma complessivamente maggiormente rappresentative del reale stato emissivo della Centrale.

**Tabella 2.13 – Centrale di La Spezia. Stima modellistica della deposizione totale dei microinquinanti considerati nel punto di massima ricaduta.**

Parametro	u.m.	Valore massimo nel dominio di calcolo
		Gruppo SP3
Polveri - Deposizione totale	[mg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	7.0
As - Deposizione totale	[µg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	1.9
Cd - Deposizione totale	[µg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	0.13
Cr - Deposizione totale	[µg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	1.0
Cu - Deposizione totale	[µg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	4.7
Hg - Deposizione totale	[µg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	1.2
Mn - Deposizione totale	[µg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	8.4
Ni - Deposizione totale	[µg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	2.6
Pb - Deposizione totale	[µg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	4.6
Tl - Deposizione totale	[µg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	0.13
V - Deposizione totale	[µg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	2.0
IPA - Deposizione totale	[µg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	0.12
Benzo(a)Pirene - Deposizione totale	[µg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	0.0027
PCDD/PCDF - Deposizione totale	[µg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	0.0000032
PCB - Deposizione totale	[µg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	0.00000038

**Tabella 2.14 – Centrale di La Spezia. Stima modellistica della deposizione totale dei microinquinanti considerati nel punto di massima ricaduta rappresentativa del 2010.**

Parametro	u.m.	Valore massimo nel dominio di calcolo
		Gruppo SP3 (anno 2010)
Polveri - Deposizione totale	[mg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	4.1
As - Deposizione totale	[µg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	1.1
Cd - Deposizione totale	[µg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	0.07
Cr - Deposizione totale	[µg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	0.6
Cu - Deposizione totale	[µg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	2.8
Hg - Deposizione totale	[µg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	0.7
Mn - Deposizione totale	[µg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	5.0
Ni - Deposizione totale	[µg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	1.5
Pb - Deposizione totale	[µg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	2.7
Tl - Deposizione totale	[µg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	0.07
V - Deposizione totale	[µg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	1.2
IPA - Deposizione totale	[µg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	0.07
Benzo(a)Pirene - Deposizione totale	[µg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	0.0016
PCDD/PCDF - Deposizione totale	[µg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	0.0000019
PCB - Deposizione totale	[µg/(m <sup>2</sup> -giorno)]	0.0000022

### 3 CONCLUSIONI

Il presente rapporto risponde 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. I principi metodologici generali dell'approccio modellistico sono descritti nel Rapporto CESI B4009123.

La ricostruzione della meteorologia è affidata alla catena di codici di calcolo:

- WRF, modello prognostico a mesoscala, applicato su due domini;
- CALMET, modello diagnostico, applicato su tre griglie di calcolo innestate.

Al fine di valutare la coerenza della meteorologia prodotta dalla catena modellistica WRF-CALMET sono state selezionate, in accordo e collaborazione con Arpa Liguria, tre stazioni meteorologiche rappresentative della meteorologia locale.

L'analisi e il confronto dell'output modellistico coi dati misurati ha permesso di ritenere la meteorologia prodotta come rappresentativa del sito in esame e adatta alle finalità dello studio.

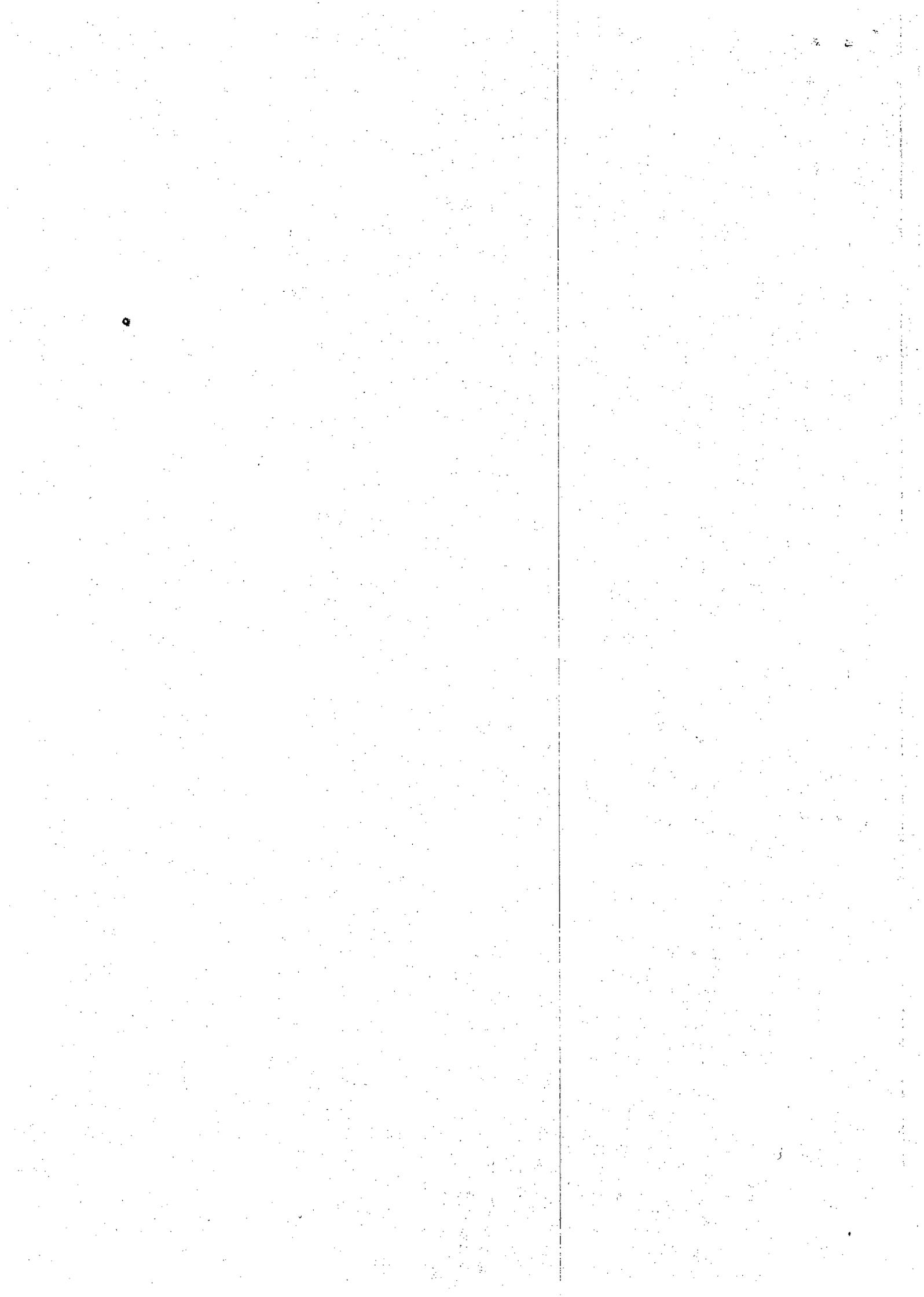
L'output della catena modellistica WRF-CALMET è stato fornito in input al modello CALPUFF per la stima della dispersione dei contaminanti in aria. Lo strumento modellistico è stato applicato su un periodo quinquennale (dal 01/01/2009 al 31/12/2013) con passo temporale orario.

Le stime modellistiche delle ricadute in termini di concentrazione in aria sono state poste a confronto coi limiti normativi vigenti (D.lgs. 155/2010). Nonostante l'approccio fortemente cautelativo posto nella costruzione del sistema modellistico, anche nel punto di massimo impatto le stime delle ricadute dell'impianto non evidenziano superamenti dei limiti normativi.

Per quanto concerne le deposizioni totali al suolo di polveri e dei microinquinanti organici ed inorganici considerati (metalli, IPA, PCDD/PCDF, PCB) lo studio ha evidenziato un'area di principale ricaduta localizzata circa 700 m a Nord rispetto al punto di emissione. I valori dei flussi di deposizione decrescono velocemente con la distanza tanto da ridursi di circa un ordine di grandezza al più entro 4 km. Le stime modellistiche hanno evidenziato in termini cautelativi dei flussi medi giornalieri che, nell'area di principale ricaduta, sono per i metalli dell'ordine dei microgrammi per metro quadro giorno e per diossine e PCB dell'ordine dei picogrammi per metro quadro giorno.

## TAVOLE

(30 pagine, compresa la presente)



## Pec Direzione

---

**Da:** ENEL PRODUZIONE S.p.A. <enelproduzione@pec.enel.it>  
**Inviato:** giovedì 25 settembre 2014 23:27  
**A:** MINISTERO AMBIENTE  
**Oggetto:** CONTROLLI AIA - ENEL - SP - OTTEMPERANZA - Decreto 0000244 del 06/09/2013  
-ENEL PRODUZIONE Centrale la Spezia S.p.A. - Prescrizione numero 15) paragrafo  
10.3.1 pag. 88 del parere istruttorio - realizzazione di un adeguato modello  
diffusionale delle em  
**Allegati:** 18123209.pdf; segnatura.xml

Spett.le MINISTERO AMBIENTE

Mittente:  
ENEL PRODUZIONE S.p.A.  
DIVISIONE GENERAZIONE, ENERGY MANAGEMENT E MERCATO ITALIA AREA DI BUSINESS GENERAZIONE UNITA' DI  
BUSINESS LA SPEZIA

19136 La Spezia, Via Valdilocchi 32  
T +39 0187327711 - F +39 0187327345

Il sistema di protocollo del mittente enelproduzione@pec.enel.it le invia tramite PEC il seguente documento

**Oggetto:** CONTROLLI AIA - ENEL - SP - OTTEMPERANZA - Decreto 0000244 del 06/09/2013 -ENEL PRODUZIONE  
Centrale la Spezia S.p.A. - Prescrizione numero 15) paragrafo 10.3.1 pag. 88 del parere istruttorio - realizzazione di  
un adeguato modello diffusionale delle emissioni e delle conseguenti ricadute di microinquinanti organici ed  
inorganici dai camini.

Numero di protocollo: PRO-25092014-0038660

-----  
Questo documento contiene informazioni di proprietà dell'Enel Spa e deve essere utilizzato esclusivamente del  
destinatario in relazione alle finalità per quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di  
divulgazione senza l'esplicito consenso di Enel Spa. Qualora fosse stato ricevuto per errore si prega di informare  
tempestivamente il mittente e di distruggere la copia in proprio possesso

P18123209FN72273391

