



IREN Ambiente S.p.A.

Piano di monitoraggio del Termovalorizzatore di Parma

*Simulazioni modellistiche delle emissioni di polveri (PTS-PM10-PM2.5)
nel periodo 11/03/19-22/04/19*

Redatto da:

Ing. Alberto Girotti
(Ordine degli Ingegneri di Milano A24814)

Dott.ssa Lorella Mignanego
(Ordine Nazionale dei Biologi 047365)

INDICE

1. PREMESSA	3
2. Metodologia di analisi	4
2.1. Dati meteorologici	4
2.2. Il modello Calpuff	5
2.3. Il dominio di calcolo adottato nelle simulazioni	5
2.4. Simulazioni e restituzione dei risultati	6
3. Simulazioni modellistiche e risultati ottenuti	8
3.1. Periodo 1	8
3.1.1. 11-15 Marzo 2019	8
3.1.2. 11-25 Marzo 2019	10
3.2. Periodo 2	12
3.2.1. 25-29 Marzo 2019	12
3.2.2. 25 Marzo – 08 Aprile 2019	14
3.3. Periodo 3	16
3.3.1. 08 – 12 Aprile 2019	16
3.3.2. 08 – 22 Aprile 2019	18
4. CONCLUSIONI	20

1. PREMESSA

In ottemperanza ai contenuti del Piano di Monitoraggio Ambientale, sono state svolte le simulazioni modellistiche per la previsione delle ricadute di polveri sul territorio circostante il termovalorizzatore di Parma.

La previsione delle ricadute di polveri è stata effettuata mediante l'utilizzo del modello di dispersione non stazionario *Calpuff* realizzato dalla Earth Tech Inc. per conto del California Air Resource Board e dell'US.EPA.

Per l'elaborazione dell'input meteorologico al modello Calpuff sono stati richiesti ad ARPAE i dati sito-specifici relativi al periodo in cui è stata svolta l'attività di monitoraggio (11 Marzo-22 Aprile 2019).

I dati forniti da ARPAE descrivono il profilo verticale del vento e della temperatura e contengono inoltre i parametri che caratterizzano la turbolenza atmosferica.

Le emissioni del termovalorizzatore sono state ottenute dai campionamenti al camino di polveri totali (PTS), PM10 e PM2.5, effettuati in Marzo e Aprile 2019.

Le analisi modellistiche sono state svolte su 3 periodi differenti per la previsione delle ricadute di PTS, PM10 e PM2.5 che coincidono con l'esposizione di campionatori attivi di polveri in 6 punti recettori del territorio:

- 11 – 25 marzo 2019;
- 25 marzo – 08 aprile 2019;
- 08 – 22 aprile 2019.

I primi 4 giorni di ciascun periodo corrispondono al periodo di simulazione di PTS, PM10 e PM2.5, mentre le simulazioni sono estese a 15 giorni solo per PM2.5, analogamente ai campionamenti sul territorio.

I risultati delle simulazioni modellistiche sono presentati suddivisi per periodo e inquinante mediante mappe di isoconcentrazione sovrapposte alla base cartografica che rappresenta il dominio di simulazione.

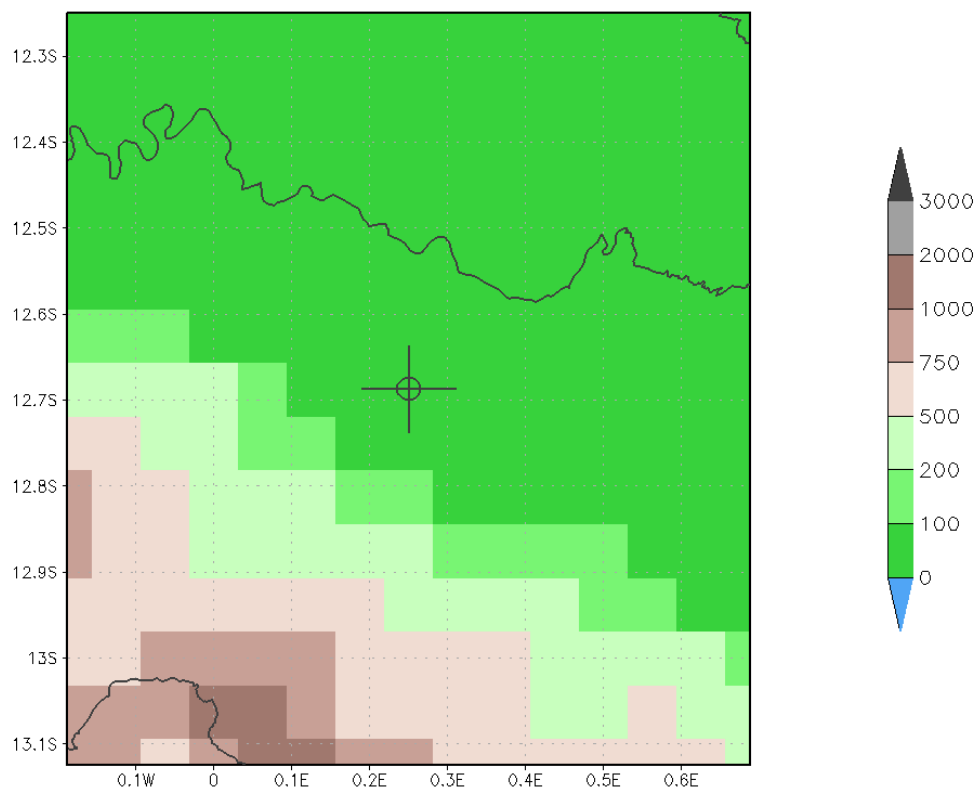
Dai risultati delle simulazioni sono state calcolate le concentrazioni di inquinanti in corrispondenza dei 6 campionatori attivi di polveri. I valori stimati dal modello di simulazione vengono quindi messi a confronto con le concentrazioni di polveri determinate con i campionatori attivi e con i dati di PM10 e PM2.5 monitorati dalle centraline della rete locale e regionale di monitoraggio della qualità dell'aria.

2. METODOLOGIA DI ANALISI

2.1. Dati meteorologici

Lo studio modellistico delle emissioni di polveri del termovalorizzatore è stato effettuato utilizzando i dati meteorologici richiesti ad Arpa Emilia-Romagna (Servizio IdroMeteoClima) in quanto specifici per gli studi modellistici della qualità dell'aria. I dati orari derivano dall'estrazione dal dataset LAMA (Limited Area Meteorological Analysis) prodotto utilizzando il modello meteorologico ad area limitata COSMO (ex Lokal Modell). I dati orari richiesti ad ARPAE sono relativi al periodo 01/01/19-30/04/19 e al punto localizzato a circa 3 km a Sud dell'impianto PAIP. In Figura 2-1 è rappresentata l'orografia semplificata del territorio integrata con l'elaborazione dei dati meteorologici prodotti da ARPAE.

Partendo dai dati orari ARPAE, l'input meteo al modello Calpuff è stato elaborato in formato CTDM costituito da un file di superficie e da un file di profilo. Il file di superficie comprende i dati che descrivono la turbolenza atmosferica (Lunghezza di Monin-Obukhov e velocità di frizione) e i dati di uso del suolo. Il file di profilo è costituito dai dati di vento e temperatura per 20 quote dal suolo.



GrADS: COLA/IGES

2019-06-19-10:27

Figura 2-1 Localizzazione del punto meteo e orografia del territorio (Fonte: ARPAE)

2.2. Il modello Calpuff

Il modello utilizzato è il modello Calpuff sviluppato da Earth Tech Inc. per conto del California Air Resource Board (CARB) e dell'US-EPA. Calpuff, con il pre-processore Calmet e il post-processore Calpost è uno dei “preferred models – recommended for regulatory use” adottati ufficialmente dall'US-EPA.

A livello nazionale, Calpuff è un modello di riferimento per le applicazioni modellistiche nelle valutazioni relative agli impatti sulla qualità dell'aria.

Il modello Calpuff è un modello lagrangiano non stazionario, multi strato e multi specie. La diffusione degli inquinanti è simulata attraverso il rilascio di una serie continua di puff seguendone la traiettoria in base ai dati meteorologici in un dominio di calcolo di tipo tridimensionale.

Calpuff è in grado di trattare le situazioni di calma di vento (<0.5 m/s), di tenere conto degli effetti del downwash per la presenza di edifici vicino alle sorgenti, di trattare trasformazioni chimiche semplici. Il modello si applica anche a situazioni di orografia complessa, in presenza di aree costiere e superfici acquatiche.

La dispersione degli inquinanti viene simulata parametrizzando la turbolenza atmosferica con grandezze quali la Lunghezza di Monin Obuhkov, il Flusso Turbolento di calore sensibile, la velocità di frizione. Per disporre di questi parametri occorre ricorrere a stime modellistiche, in quanto non vengono normalmente acquisiti dalle postazioni meteorologiche convenzionali.

2.3. Il dominio di calcolo adottato nelle simulazioni

Il dominio territoriale preso a riferimento per le simulazioni ha una dimensione di 12 km in direzione est-ovest e di 12 km in direzione nord-sud. Le coordinate del dominio sono riportate in Tabella 2-1 e sono riferite al sistema UTM-WGS84 Zona 32.

	EST - OVEST	NORD – SUD
Min (m)	601'120	4'959'860
Max (m)	613'120	4'971'860

Tabella 2-1 Coordinate del dominio territoriale (UTM-WGS84, Zona 32)

Al dominio è stata sovrapposta una griglia regolare cartesiana composta da 121 punti nella direzione x e 121 punti nella direzione y, per un totale di 14'641 punti recettori. I punti della griglia di calcolo sono equispaziati di 100 m in direzione x e 100 m in direzione y.

La simulazione è stata effettuata per ciascuna ora del periodo di riferimento e per ciascun punto della griglia di calcolo.

2.4. Simulazioni e restituzione dei risultati

Le simulazioni sono state effettuate con il modello Calpuff utilizzando come input i dati meteorologici richiesti ad ARPAE ed elaborati nel formato CTDM come descritto nel paragrafo 2.1. I dati relativi alle emissioni di polveri sono stati dedotti da 3 campionamenti al camino del termovalorizzatore effettuati nei mesi di Marzo e Aprile 2019. Le simulazioni sono state effettuate per tutte le ore comprese nell'input meteorologico, indipendentemente dall'arco temporale più breve richiesto nelle analisi di comparazione con i periodi di esposizione sul territorio di 6 campionatori gravimetrici di PTS, PM10 e PM2.5 (Figura 2-2). Lo schema sperimentale del monitoraggio prevede l'esposizione contemporanea di 2 campionatori a rotazione su 3 differenti periodi nei mesi di Marzo e Aprile 2019.



Figura 2-2 Localizzazione dei 6 campionatori di PTS, PM10 e PM2.5

Al termine delle simulazioni, i dati orari in uscita dal modello sono stati processati con la suite MMS RunAnalyzer (Maind Srl, Milano) per il calcolo della media di periodo relativa a ciascun inquinante. In particolare, è stata calcolata la concentrazione media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) di **PTS-PM10-PM2.5** prevista dal modello nei seguenti periodi che corrispondono all'esposizione dei campionatori:

- a) 11 – 15 Marzo 2019 (campionatori CA2 e CA5);
- b) 25 – 29 Marzo 2019 (campionatori CA4 e CA5 bis);
- c) 08 – 12 Aprile 2019 (campionatori CA1 e CA3).

Per la sola frazione **PM2.5**, l'esposizione dei campionatori è continuata per un totale di 15 giorni:

- a) 11 – 25 Marzo 2019 (campionatori CA2 e CA5);
- b) 25 Marzo – 08 Aprile 2019 (campionatori CA4 e CA5 bis);
- c) 08 – 22 Aprile 2019 (campionatori CA1 e CA3).

I risultati ottenuti dalla post elaborazione, espressi come media di periodo, sono rappresentati mediante curve di isoconcentrazione sovrapposte ad una base cartografica ottenuta dalle mappe satellitari del programma Google Earth. Ad ogni periodo ed inquinante corrisponde una mappa cartografica per un totale di 12 mappe (4 mappe/periodo x 3 periodi).

Dai risultati delle simulazioni modellistiche, il postprocessore MMS RunAnalyzer calcola le concentrazioni medie di periodo attese in corrispondenza di ciascun campionario di polveri. Queste concentrazioni rappresentano il contributo del termovalorizzatore alle ricadute di polveri monitorate dai campionatori attivi nei medesimi periodi. Tali valori vengono quindi messi a confronto in formato tabellare con i dati rilevati dai campionatori attivi (2 campionatori esposti per ogni periodo). Infine, vengono riportati i dati di PM10 e PM2.5 rilevati dalle centraline per la qualità dell'aria appartenenti alla rete di monitoraggio ARPAE (sia rete locale che rete regionale).

3. SIMULAZIONI MODELLISTICHE E RISULTATI OTTENUTI

Il termovalorizzatore è stato caratterizzato dal punto di vista emissivo mediante 3 campionamenti al camino di polveri totali (PTS), PM10 e PM2.5, oltre ai dati di portata volumetrica, velocità e temperatura dei fumi in uscita dalle due linee E25 e E26.

Le due linee di emissione emettono attraverso lo stesso camino che modellisticamente è stato quindi considerato un'unica sorgente di inquinanti di tipo puntuale. I dati che caratterizzano le simulazioni e i risultati ottenuti vengono presentati nei paragrafi successivi suddivisi per periodo di analisi.

3.1. Periodo 1

3.1.1. 11-15 Marzo 2019

I dati di emissione dell'impianto sono stati dedotti dai campionamenti al camino effettuati da Studio Alfa in data 21/03/2019 (RP 13320/2019 e 13321/2019) e riportati in Tabella 3-1.

Parametro	u.m.	Camino
Portata normalizzata umida	Nm ³ /h	177'200
Portata secca e riferita (11% O ₂)	Nm ³ /h	161'000
Portata effettiva	m ³ /h	285'640
Temperatura fumi	K	442.15
Altezza camino allo sbocco	m	70
Diametro camino allo sbocco	m	2.25
Sezione allo sbocco	m ²	3.968
Velocità fumi	m/s	20.0
Flusso di massa		
PTS	g/s	0.0244
PM10	g/s	0.0158
PM2.5	g/s	0.0091

Tabella 3-1 Dati di input del camino di emissione simulato

I dati di input relativi al camino di emissione sono stati considerati costanti per tutte le ore del periodo di simulazione.

Per quanto riguarda i dati anemologici specifici del periodo di simulazione, in Figura 3-1 sono riportate le rose dei venti ottenute dai dati 3D forniti da ARPAE. A sinistra è riportata la rosa dei venti alla quota di 10 m e a destra quella ottenuta dai dati relativi alla quota di 69 m, scelta tra le 20 quote disponibili in quanto corrisponde all'altezza del camino di emissione.

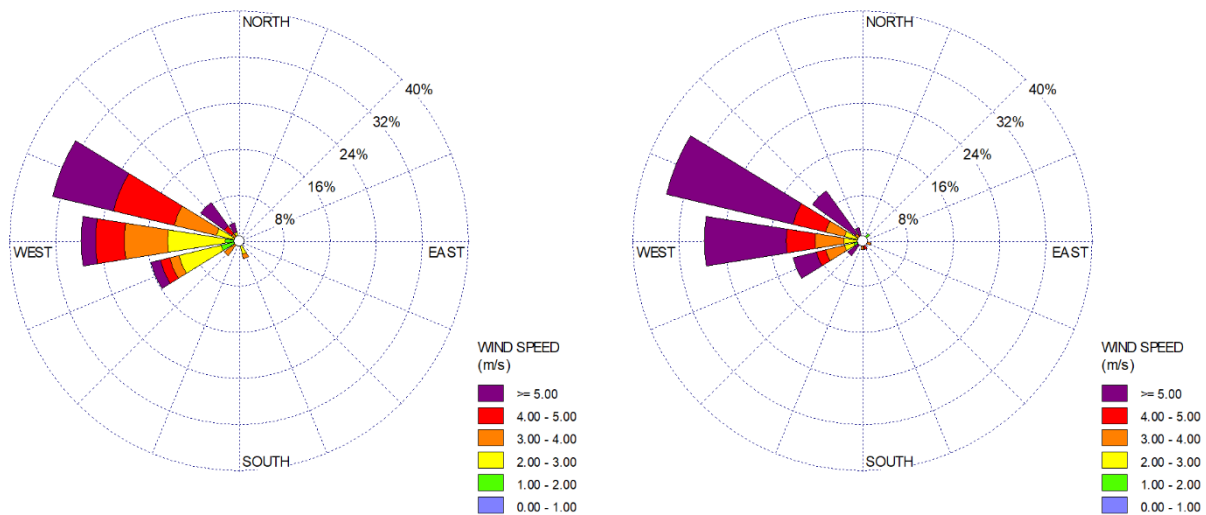


Figura 3-1 Rosa dei venti a 10 m (sx) e a 69 m (dx) [Periodo 11-15 Marzo 2019]

Le rose dei venti sono analoghe per quanto riguarda le direzioni principali del vento che durante il periodo di simulazione provengono pressoché esclusivamente da Ovest/Nord-Ovest. La velocità associata alle direzioni osservate aumenta invece con la quota.

I risultati ottenuti dalle simulazioni sono presentati nella **Tavola 01** per PTS, nella **Tavola 02** per il PM10 e nella **Tavola 03** per il PM2.5. L'impronta delle ricadute è coerente con il regime anemologico osservato andando ad interessare prevalentemente il territorio posto a Est/Sud-Est del camino e di conseguenza i recettori CA1, CA2 e CA3, con livelli comunque contenuti.

La suite RunAnalyzer (Maind Srl, Milano) permette di calcolare la concentrazione di inquinante prevista in corrispondenza dei 6 recettori discreti rappresentati dai campionatori di polveri esposti sul territorio. Tali valori sono riportati nella Tabella 3-2 affiancate dalle rispettive concentrazioni monitorate dai campionatori CA2 e CA5 esposti dal 11 al 15 Marzo 2019 (evidenziati in giallo). Il confronto evidenzia che il contributo alle ricadute di polveri in corrispondenza dei 6 recettori è molto basso.

ID	Localizzazione	Coordinate (UTM/WGS84)		Analisi CA2-CA5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] PTS	Media stimata [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] PTS	Analisi CA2-CA5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] PM10	Media stimata [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] PM10	Analisi CA2-CA5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] PM2.5	Media stimata [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] PM2.5
		E	N						
CA1	Strada Viazzo di Beneceto 22	610'168	4'964'459		0.001250		0.000811		0.000467
CA2	Strada Pedrignano 6	608'900	4'965'233	30	0.002436	25	0.001580	22	0.000910
CA3	Strada Traversante Pedrignano	607'937	4'965'352		0.002931		0.001902		0.001094
CA4	Strada Veronica	607'326	4'967'337		0.000021		0.000014		0.000008
CA5	Strada Borghetto	605'507	4'968'738	28	0.000112	21	0.000073	13	0.000042
CA5 bis	Strada San Rocco - Vicomero	604'726	4'970'603		0.000104		0.000067		0.000039

Tabella 3-2 Concentrazione di polveri misurata dai campionatori CA2 e CA5 e valori stimati dal modello in corrispondenza dei 6 campionatori

I risultati delle simulazioni e delle analisi effettuate sui filtri dei campionatori di polveri possono essere confrontati con le concentrazioni di PM10 e PM2.5 monitorate dalle centraline ARPAE (Tabella 3-3). Il laboratorio mobile in marzo era posizionato a Sorbolo (via XI Settembre).

11-15 Marzo 2019			
Stazione	Tipo	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Parma-Cittadella	Urbana Fondo	15	8*
Parma-Montebello	Urbana Traffico	18	n.d.
Colorno-Saragat	Suburbana Fondo	18	10
Mezzani-Malcantone	Locale/PAIP	16	9
Sorbolo-Bogolese	Locale/PAIP	14	7
PAIP-Lab. Mobile	Locale/PAIP	19	9
Parma-Paradigna	Locale/PAIP	16	9
*media ottenuta da 2 dati giornalieri			

Tabella 3-3 Concentrazioni medie di PM10 e PM2.5 (Fonte: ARPAE)

3.1.2. 11-25 Marzo 2019

Per un periodo di 15 giorni nei punti CA2 e CA5 è stato effettuato il campionamento e l'analisi della sola frazione PM2.5. Per effettuare le simulazioni modellistiche delle ricadute di PM2.5 emesso dal camino dell'impianto sono stati utilizzati gli stessi dati di input riportati in Tabella 3-1.

In Figura 3-2 sono riportate le rose dei venti alla quota di 10 m (sx) e di 69 m dal suolo (dx) relative al periodo 11-25 Marzo 2019.

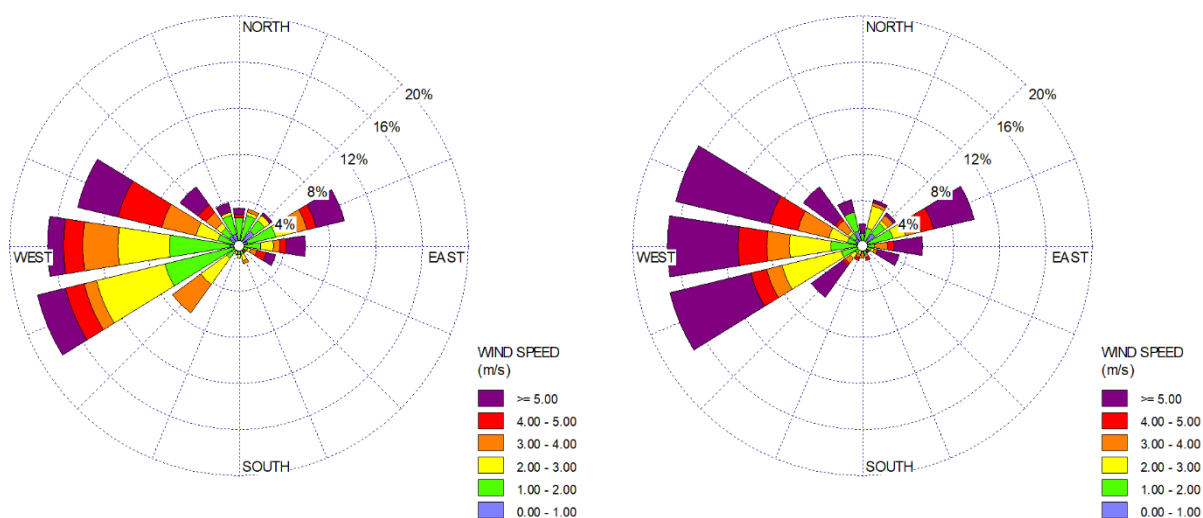


Figura 3-2 Rosa dei venti a 10 m (sx) e a 69 m (dx) [Periodo 11-25 Marzo 2019]

Estendendo l'analisi su un periodo di 15 giorni si osserva che alle componenti principali del vento da Ovest si aggiunge una componente secondaria da Est-Nord/Est ad entrambe le quote rappresentate.

I risultati ottenuti dalle simulazioni di 15 giorni di PM2.5, presentati nella **Tavola 04**, mostrano un'area di ricaduta non solo a E-SE (Tavola 03), ma anche a Ovest del camino di emissione.

Nella Tabella 3-4 sono riportate le concentrazioni di inquinanti previste dal modello in corrispondenza dei punti di misura coincidenti con i campionatori gravimetrici CA2 e CA5 (in giallo) esposti per la misura di PM2.5 nel periodo 11-25 Marzo 2019. Anche le simulazioni estese ad un arco temporale di 15 giorni restituiscono concentrazioni di PM2.5 molto contenute.

ID	Localizzazione	Coordinate (UTM/WGS84)		Analisi CA2-CA5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Media stimata [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
		E	N	PM2.5	PM2.5
CA1	Strada Viazzo di Beneceto 22	610'168	4'964'459		0.000279
CA2	Strada Pedrignano 6	608'900	4'965'233	18	0.000493
CA3	Strada Traversante Pedrignano	607'937	4'965'352		0.000708
CA4	Strada Veronica	607'326	4'967'337		0.000057
CA5	Strada Borghetto	605'507	4'968'738	18	0.000040
CA5 bis	Strada San Rocco - Vicomero	604'726	4'970'603		0.000024

Tabella 3-4 Concentrazione di PM2.5 misurata dai campionatori CA2 e CA5 e valori previsti dal modello in corrispondenza dei 6 campionatori

In Tabella 3-5 sono riportate le concentrazioni di PM2.5 monitorate dalle stazioni di monitoraggio della rete ARPAE durante il periodo di 15 giorni. Il laboratorio mobile era posizionato a Sorbolo (via XI Settembre) per tutto il mese di marzo.

11-25 Marzo 2019		
Stazione	Tipo	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Parma-Cittadella	Urbana Fondo	15
Parma-Montebello	Urbana Traffico	n.d.
Colorno-Saragat	Suburbana Fondo	17
Mezzani-Malcantone	Locale/PAIP	16
Sorbolo-Bogolese	Locale/PAIP	14
PAIP-Lab. Mobile	Locale/PAIP	14
Parma-Paradigna	Locale/PAIP	16

Tabella 3-5 Concentrazioni medie di PM2.5 (Fonte: ARPAE)

3.2. Periodo 2

3.2.1. 25-29 Marzo 2019

I dati di emissione del termovalorizzatore sono stati dedotti dal campionamento al camino effettuato da Studio Alfa in data 04/04/2019 (RP 13322-A/2019 e 13323-A/2019) e riportati in Tabella 3-6.

Parametro	u.m.	Camino
Portata normalizzata umida	Nm ³ /h	160'400
Portata secca e riferita (11% O ₂)	Nm ³ /h	144'700
Portata effettiva	m ³ /h	264'991
Temperatura fumi	K	447.17
Altezza camino allo sbocco	m	70
Diametro camino allo sbocco	m	2.25
Sezione allo sbocco	m ²	3.968
Velocità fumi	m/s	18.6
Flusso di massa		
PTS	g/s	0.0184
PM10	g/s	0.0144
PM2.5	g/s	0.0122

Tabella 3-6 Dati di input del camino di emissione simulato

I dati di input relativi al camino di emissione sono stati considerati costanti per tutte le ore del periodo di simulazione.

In Figura 3-3 sono riportate le rose dei venti a 10 m (sx) e 69 m (dx) ottenute dai dati 3D forniti da ARPAE. Entrambi i grafici evidenziano una componente principale del vento proveniente da Est, con velocità del vento che aumenta con la quota.

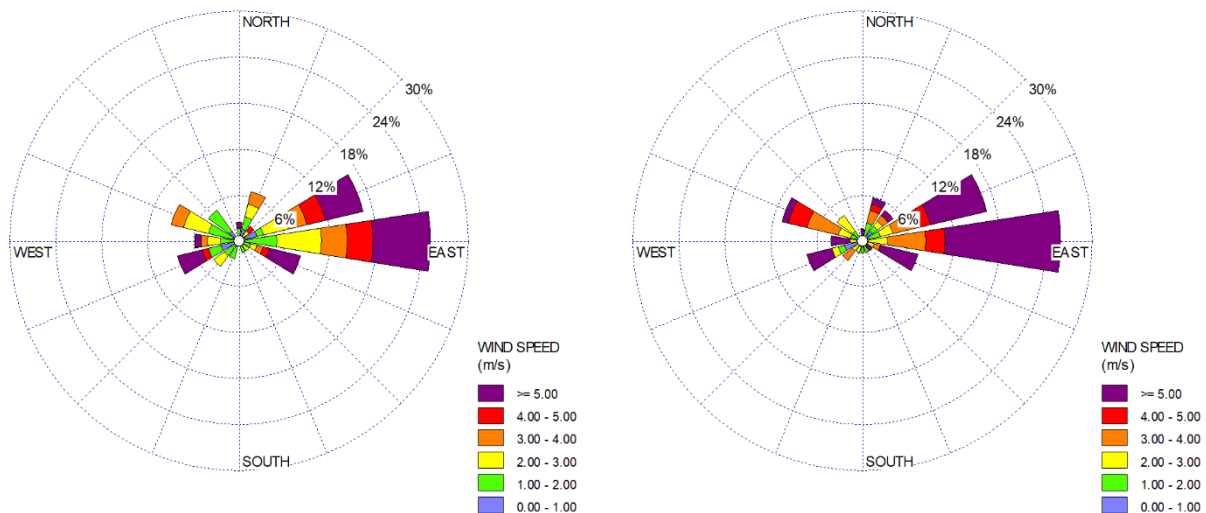


Figura 3-3 Rosa dei venti a 10 m (sx) e a 69 m (dx) [Periodo 25-29 Marzo 2019]

I risultati ottenuti dalle simulazioni sono presentati nella **Tavola 05** per PTS, nella **Tavola 06** per il PM10 e nella **Tavola 07** per il PM2.5. In coerenza con il regime anemologico, le ricadute interessano prevalentemente il territorio ad Ovest del punto di emissione.

La concentrazione di inquinante prevista in corrispondenza dei 6 recettori discreti rappresentati dai campionatori di polveri esposti sul territorio sono riportati nella Tabella 3-7 affiancate dalle concentrazioni determinate dai campionatori CA4 e CA5 bis esposti dal 25 al 29 Marzo 2019 (evidenziati in giallo). Il contributo alle ricadute di polveri generate dall'impianto è molto contenuto.

ID	Localizzazione	Coordinate (UTM/WGS84)		Analisi	Media	Analisi	Media	Analisi	Media
		E	N	CA4-CA5b [µg/m³]	stimata [µg/m³]	CA4-CA5b [µg/m³]	stimata [µg/m³]	CA4-CA5b [µg/m³]	stimata [µg/m³]
				PTS	PTS	PM10	PM10	PM2.5	PM2.5
CA1	Strada Viazzo di Beneceto 22	610'168	4'964'459		0.000349		0.000273		0.000232
CA2	Strada Pedrignano 6	608'900	4'965'233		0.000248		0.000194		0.000164
CA3	Strada Traversante Pedrignano	607'937	4'965'352		0.000556		0.000435		0.000369
CA4	Strada Veronica	607'326	4'967'337	43	0.000112	36	0.000088	18	0.000074
CA5	Strada Borghetto	605'507	4'968'738		0.000065		0.000051		0.000043
CA5 bis	Strada San Rocco - Vicomero	604'726	4'970'603	36	0.000030	30	0.000023	22	0.000020

Tabella 3-7 Concentrazione di polveri misurata dai campionatori CA4 e CA5 bis e valori stimati dal modello in corrispondenza dei 6 campionatori

I risultati delle simulazioni e delle analisi effettuate sui filtri dei campionatori di polveri possono essere confrontati con le concentrazioni di PM10 e PM2.5 monitorate dalle centraline ARPAE (Tabella 3-8). Il laboratorio mobile in marzo era posizionato a Sorbolo (via XI Settembre).

25-29 Marzo 2019			
Stazione	Tipo	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Parma-Cittadella	Urbana Fondo	22	11
Parma-Montebello	Urbana Traffico	22	n.d.
Colorno-Saragat	Suburbana Fondo	21	13
Mezzani-Malcantone	Locale/PAIP	21	13
Sorbolo-Bogolese	Locale/PAIP	19	11
PAIP-Lab. Mobile	Locale/PAIP	20	12
Parma-Paradigna	Locale/PAIP	20	12

Tabella 3-8 Concentrazioni medie di PM10 e PM2.5 (Fonte: ARPAE)

3.2.2. 25 Marzo – 08 Aprile 2019

Per un periodo di 15 giorni è stato effettuato il campionamento e l'analisi della sola frazione PM2.5. Per effettuare le simulazioni modellistiche delle ricadute di PM2.5 emesso dal camino dell'impianto sono stati utilizzati gli stessi dati di input riportati in Tabella 3-6.

In Figura 3-4 sono riportate le rose dei venti alla quota di 10 m (sx) e di 69 m dal suolo (dx) che hanno caratterizzato il periodo di simulazione.

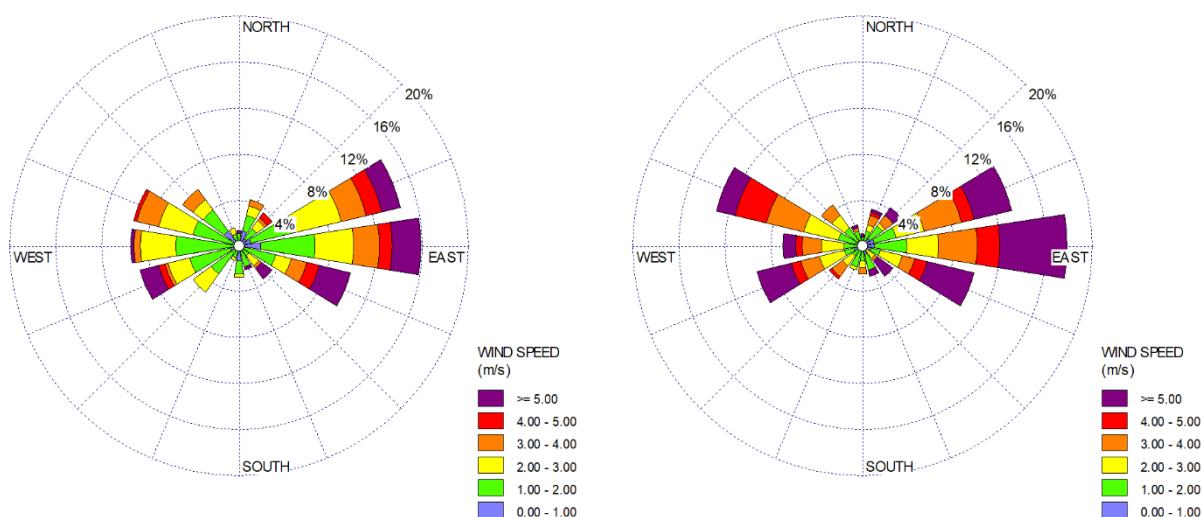


Figura 3-4 Rosa dei venti a 10 m (sx) e a 69 m (dx) [Periodo 25 Marzo – 08 Aprile 2019]

I grafici evidenziano direzioni del vento lungo l'asse Est-Ovest con maggiore frequenza associata alle componenti da Est. Alla quota di 69 m si nota una frequenza più alta associata alla componente da W-NW rispetto alla quota di 10 metri.

I risultati ottenuti dalle simulazioni di 15 giorni di PM_{2.5} sono presentati nella **Tavola 08** che rispecchia essenzialmente quanto già osservato sul periodo più breve.

Nella Tabella 3-9 sono riportate le concentrazioni di inquinanti previste dal modello in corrispondenza dei punti di misura coincidenti con i campionatori gravimetrici. In giallo sono evidenziati i campionatori CA4 e CA5 bis esposti per la misura di PM_{2.5} nel periodo dal 25 Marzo al 08 Aprile 2019. Come già osservato il contributo del termovalorizzatore alle ricadute di polveri è decisamente inferiore alle concentrazioni monitorate.

ID	Localizzazione	Coordinate (UTM/WGS84)		Analisi CA4-CA5b [µg/m ³]	Media stimata [µg/m ³]
		E	N	PM2.5	PM2.5
CA1	Strada Viazzo di Beneceto 22	610'168	4'964'459		0.000309
CA2	Strada Pedrignano 6	608'900	4'965'233		0.000376
CA3	Strada Traversante Pedrignano	607'937	4'965'352		0.000685
CA4	Strada Veronica	607'326	4'967'337	18	0.000052
CA5	Strada Borghetto	605'507	4'968'738		0.000111
CA5 bis	Strada San Rocco - Vicomero	604'726	4'970'603	16	0.000062

Tabella 3-9 Concentrazione di PM_{2.5} misurata dai campionatori CA4 e CA5 bis e valori stimati dal modello in corrispondenza dei 6 campionatori

In Tabella 3-10 sono riportate le concentrazioni di PM_{2.5} monitorate dalle stazioni di monitoraggio della rete ARPAE durante il periodo di 15 giorni. Il laboratorio mobile era posizionato a Sorbolo (via XI Settembre) nel mese di marzo e a Torrice (via Allende) nel mese di aprile.

25 Marzo – 08 Aprile		
Stazione	Tipo	PM2.5 (µg/m ³)
Parma-Cittadella	Urbana Fondo	11
Parma-Montebello	Urbana Traffico	n.d.
Colorno-Saragat	Suburbana Fondo	16
Mezzani-Malcantone	Locale/PAIP	15
Sorbolo-Bogolese	Locale/PAIP	13
PAIP-Lab. Mobile	Locale/PAIP	16
Parma-Paradigna	Locale/PAIP	15

Tabella 3-10 Concentrazioni medie di PM_{2.5} (Fonte: ARPAE)

3.3. Periodo 3

3.3.1. 08 – 12 Aprile 2019

I dati di emissione del termovalorizzatore sono stati dedotti dal campionamento al camino effettuato da Studio Alfa in data 19/04/2019 (RP 11470/2019 e 11471/2019) e riportati in Tabella 3-11.

Parametro	u.m.	Camino
Portata normalizzata umida	Nm ³ /h	175'100
Portata secca e riferita (11% O ₂)	Nm ³ /h	160'100
Portata effettiva	m ³ /h	286'139
Temperatura fumi	K	445.79
Altezza camino allo sbocco	m	70
Diametro camino allo sbocco	m	2.25
Sezione allo sbocco	m ²	3.968
Velocità fumi	m/s	20.0
Flusso di massa		
PTS	g/s	0.0259
PM10	g/s	0.0245
PM2.5	g/s	0.0227

Tabella 3-11 Dati di input del camino di emissione simulato

I dati di input relativi al camino di emissione sono stati considerati costanti per tutte le ore del periodo di simulazione.

In Figura 3-5 sono riportate le rose dei venti alla quota di 10 m (a sx) e alla quota di 69 m (a dx) ottenute dai dati 3D forniti da ARPAE.

Alla quota di 10 m il grafico (a sx) mostra componenti principali provenienti da Nord-Est e da Ovest, con frequenza molto bassa degli eventi provenienti dai settori a Sud dell'impianto. A 69 m la struttura dei venti è analoga con una leggera variazione delle frequenze associate alle varie componenti. Come già osservato, la velocità del vento aumenta con la quota.

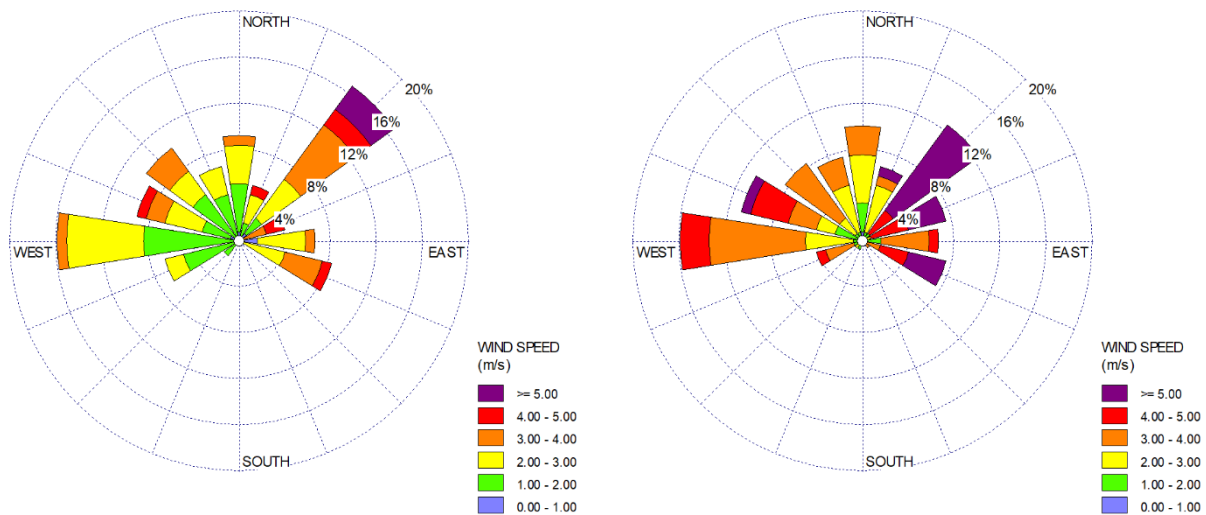


Figura 3-5 Rosa dei venti a 10 m (sx) e a 69 m (dx) [Periodo 08 – 12 Aprile 2019]

I risultati ottenuti dalle simulazioni sono presentati nella **Tavola 09** per PTS, nella **Tavola 10** per il PM10 e nella **Tavola 11** per il PM2.5. In accordo con il regime anemologico, le ricadute interessano prevalentemente il territorio a Sud del camino di emissione.

La concentrazione di inquinante prevista in corrispondenza dei 6 recettori discreti rappresentati dai campionatori di polveri esposti sul territorio sono riportati nella Tabella 3-12 affiancate dalle rispettive concentrazioni determinate dai campionatori CA1 e CA3 esposti dal 08 al 12 Aprile 2019 (evidenziati in giallo). Il contributo del termovalorizzatore alle ricadute di polveri è molto contenuto anche durante questo periodo.

ID	Localizzazione	Coordinate (UTM/WGS84)		Analisi	Media	Analisi	Media	Analisi	Media
		E	N	CA1-CA3 [µg/m³]	stimata [µg/m³]	CA1-CA3 [µg/m³]	stimata [µg/m³]	CA1-CA3 [µg/m³]	stimata [µg/m³]
CA1	Strada Viazzo di Beneceto 22	610'168	4'964'459	30	0.000299	24	0.000283	17	0.000263
CA2	Strada Pedrignano 6	608'900	4'965'233		0.000562		0.000531		0.000493
CA3	Strada Traversante Pedrignano	607'937	4'965'352	46	0.001532	39	0.001450	22	0.001344
CA4	Strada Veronica	607'326	4'967'337		0.000011		0.000011		0.000010
CA5	Strada Borghetto	605'507	4'968'738		0.000007		0.000007		0.000006
CA5 bis	Strada San Rocco - Vicomero	604'726	4'970'603		0.000005		0.000005		0.000004

Tabella 3-12 Concentrazione di polveri misurata dai campionatori CA1 e CA3 e valori stimati dal modello in corrispondenza dei 6 campionatori

In Tabella 3-13 sono riportate le concentrazioni di PM10 e PM2.5 monitorate dalle centraline ARPAE della rete locale e regionale. Il laboratorio mobile per il mese di aprile era posizionato a Torrile (via Allende).

08-12 Aprile			
Stazione	Tipo	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Parma-Cittadella	Urbana Fondo	21	8
Parma-Montebello	Urbana Traffico	20	n.d.
Colorno-Saragat	Suburbana Fondo	18	13
Mezzani-Malcantone	Locale/PAIP	18	12
Sorbolo-Bogolese	Locale/PAIP	17	10
PAIP-Lab. Mobile	Locale/PAIP	22	14
Parma-Paradigna	Locale/PAIP	17	12

Tabella 3-13 Concentrazioni medie di PM10 e PM2.5 (Fonte: ARPAE)

3.3.2. 08 – 22 Aprile 2019

Per un periodo di 15 giorni è stato effettuato il campionamento e l'analisi della sola frazione PM2.5. Per effettuare le simulazioni modellistiche delle ricadute di PM2.5 emesso dal camino dell'impianto sono stati utilizzati gli stessi dati di input riportati in Tabella 3-11.

In Figura 3-6 sono riportate le rose dei venti alla quota di 10 m (a sx) e di 69 m dal suolo (a dx) ottenute dai dati 3D forniti da ARPAE.

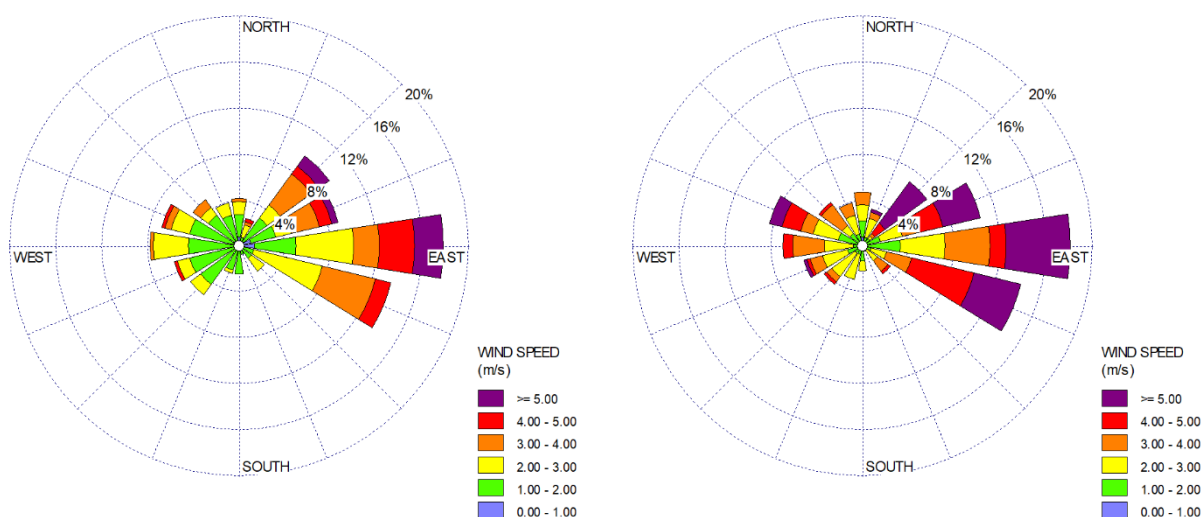


Figura 3-6 Rosa dei venti a 10 m (sx) e a 69 m (dx) [Periodo 08 – 22 Aprile 2019]

Le rose dei venti mostrano che nel periodo considerato sono stati più frequenti gli eventi anemologici provenienti dai settori a Est, con velocità più sostenuta alla quota di 69 metri.

I risultati ottenuti dalle simulazioni di 15 giorni di PM2.5 sono presentati nella **Tavola 12**. Le ricadute, molto contenute, interessano prevalentemente il territorio a Sud e a Ovest del camino di emissione. Nella Tabella 3-14 sono riportate le concentrazioni di inquinanti previste dal modello in corrispondenza dei punti di misura coincidenti con i campionatori gravimetrici CA1 e CA3 (in giallo) esposti per la misura di PM2.5 nel periodo 08-22 Aprile 2019.

ID	Localizzazione	Coordinate (UTM/WGS84)		Analisi CA1-CA3 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Media stimata [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
		E	N	PM2.5	PM2.5
CA1	Strada Viazzo di Beneceto 22	610'168	4'964'459	17	0.000180
CA2	Strada Pedrignano 6	608'900	4'965'233		0.000259
CA3	Strada Traversante Pedrignano	607'937	4'965'352	21	0.000717
CA4	Strada Veronica	607'326	4'967'337		0.000060
CA5	Strada Borghetto	605'507	4'968'738		0.000047
CA5 bis	Strada San Rocco - Vicomero	604'726	4'970'603		0.000034

Tabella 3-14 Concentrazione di PM2.5 misurata dai campionatori CA1 e CA3 e valori stimati dal modello in corrispondenza dei 6 campionatori

In Tabella 3-15 sono riportate le concentrazioni di PM2.5 monitorate dalle stazioni di monitoraggio della rete ARPAE durante il periodo di 15 giorni. Il laboratorio mobile per il mese di aprile era posizionato a Torrile (via Allende).

08-22 Aprile 2019		
Stazione	Tipo	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Parma-Cittadella	Urbana Fondo	13
Parma-Montebello	Urbana Traffico	n.d.
Colorno-Saragat	Suburbana Fondo	16
Mezzani-Malcantone	Locale/PAIP	16
Sorbolo-Bogolese	Locale/PAIP	15
PAIP-Lab. Mobile	Locale/PAIP	17
Parma-Paradigna	Locale/PAIP	17

Tabella 3-15 Concentrazioni medie di PM2.5 (Fonte: ARPAE)

4. CONCLUSIONI

I risultati delle simulazioni di PTS, PM10 e PM2.5 su periodi brevi restituiscono ricadute sul territorio contenute. I valori massimi di polveri stimati nell'intero dominio di simulazione sono localizzati in prossimità del camino di emissione e riportati nella seguente tabella.

<i>Periodo di analisi</i>	<i>PTS Max</i>	<i>PM10 Max</i>	<i>PM2.5 Max</i>
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
<i>Periodo 11/03/19-15/03/19</i>	0.0053	0.0034	0.0020
<i>Periodo 25/03/19-29/03/19</i>	0.0048	0.0038	0.0032
<i>Periodo 08/04/19-12/04/19</i>	0.0055	0.0052	0.0049

Per quanto riguarda le ricadute previste dalle simulazioni in corrispondenza dei campionatori di polveri esposti a rotazione in 6 punti del territorio, si evidenzia che le concentrazioni dovute al contributo dell'impianto sono di diversi ordini di grandezza inferiori a quelle monitorate nei punti recettori. Le mappe prodotte per i 3 diversi periodi evidenziano che le curve di isoconcentrazione interessano aree di territorio abbastanza differenti in ragione delle diverse condizioni meteorologiche che hanno caratterizzato i 3 brevi periodi di simulazione. I 3 recettori (CA4, CA5, CA5bis) posti a Nord del PAIP sono sempre esposti a concentrazioni marcatamente inferiori a 0.0005 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (livello minimo mappato).

I risultati delle simulazioni di PM2.5 estese su un arco temporale di 15 giorni restituiscono ricadute sul territorio molto contenute. I valori massimi stimati nell'intero dominio di simulazione sono pari a 0.0012 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nel primo periodo (11-25/03), a 0.0027 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nel secondo periodo (25/03-08/04), a 0.0055 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nel terzo periodo (08-22/04). I valori massimi sono localizzati in prossimità del camino di emissione e tendenzialmente nelle direzioni a Sud.

Analogamente a quanto osservato su breve periodo, la stima delle ricadute previste dalle simulazioni in corrispondenza dei campionatori di PM2.5 esposti a rotazione in 6 punti del territorio, evidenzia che il contributo dell'impianto è molto contenuto rispetto alle concentrazioni monitorate nei punti recettori. Le 3 mappe prodotte evidenziano che le curve tendono ad interessare prevalentemente le direzioni Est-Ovest e, come nel terzo periodo, un'area a Sud del camino di emissione.

Il confronto tra i valori stimati ai recettori nelle 3 simulazioni evidenzia che, mediamente, i valori ottenuti sono abbastanza comparabili. In ragione dell'impronta delle ricadute, i 3 recettori a Nord sono sempre esposti a ricadute decisamente inferiori a 0.0005 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (livello minimo mappato).

Per fare un confronto temporale delle ricadute previste dalle simulazioni, si considerano i medesimi punti di ricaduta, nei due diversi anni (anno 2017 e anno 2019).

Pur evidenziando che le analisi sono state condotte in mesi diversi (come da tabella sotto riportata) e, dal punto di vista modellistico, con input meteorologico più complesso nel 2019, le concentrazioni

dovute al contributo dell'impianto sono di diversi ordini di grandezza inferiori a quelle rilevate nei punti recettori e con valori, in termini di ordini di grandezza, assolutamente paragonabili tra di loro.

	ANNO 2017		ANNO 2019	
	date campionatori attivi	analisi a camino	date campionatori attivi	analisi a camino
CA1	13-27 febbraio	16 febbraio	8-22 aprile	19 aprile
CA3	13-27 febbraio	16 febbraio	8-22 aprile	19 aprile
CA2	27 febbraio-13 marzo	3 marzo e 10 marzo	11-25 marzo	21 marzo
CA5	27 febbraio-13 marzo	3 marzo e 10 marzo	11-25 marzo	21 marzo
CA4	13-27 marzo	16 marzo	25 marzo-8 aprile	4 aprile
CA5 bis	13-27 marzo	16 marzo	25 marzo-8 aprile	4 aprile

	ANNO 2017		ANNO 2019	
	misura periodo (µg/m3)	concentrazione media (µg/m3)	misura periodo (µg/m3)	concentrazione media (µg/m3)
CA1	26	0,00011	17	0,00018
CA3	25	0,000065	21	0,00072
CA2	18	0,000079	18	0,000493
CA5	21	0,000044	18	0,00004
CA4	32	0	18	0,000052
CA5 bis	35	0,000017	16	0,000062