

REGIONE EMILIA ROMAGNA

PROVINCIA DI RAVENNA

COMUNE DI RUSSI

Studio Preliminare Ambientale

09 - Allegato1 – Studio dispersione polveri

COMMITTENTE:



Sede di Ravenna:
Via A. Mariani, 26
48121 - Ravenna (RA)

INCARICATO:



Libra Ravenna srl
Via Vincenzo Randi, 90
48121 Ravenna (RA)
P.IVA: 02548330394

Il Tecnico
Nicola Sampieri

02					
01					
00	27/02/2026	Prima emissione	M. Pavan	N. Sampieri	M. Baldini
Rev	Data	Descrizione	Preparato	Controllato	Approvato

INDICE

1.	INQUADRAMENTO NORMATIVO	3
2.	CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA	4
2.1	REGIME ANEMOLOGICO: VELOCITÀ E DIREZIONE DEL VENTO	4
2.2	TEMPERATURE	6
2.3	PRECIPITAZIONI	6
2.4	ALTEZZA DI RIMESCOLAMENTO	7
2.5	CLASSI DI STABILITÀ ATMOSFERICA.....	7
3.	CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO DI QUALITÀ DELL'ARIA	7
3.1	PIANO INTEGRATO ARIA REGIONALE (PAIR 2030).....	7
3.2	CENTRALINE DI MONITORAGIO.....	9
3.3	MODELLISTICA REGIONALE	13
4.	DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA'	15
5.	RICETTORI	17
6.	VALUTAZIONE DELLA DISPERSIONE DI POLVERI.....	18
6.1	PREMESSA METODOLOGICA.....	18
6.2	FATTORI DI EMISSIONE	19
6.2.1	Scarico terreno	19
6.2.2	Movimentazione terreno	19
6.2.3	Erosione vento dai cumuli del materiale scavato	20
6.2.4	Gas di scarico mezzi d'opera	21
6.3	INTERVENTI MITIGATIVI	23
6.4	BILANCIO EMISSIVO	23
6.4.1	Valutazione.....	23
6.5	CONCLUSIONI.....	26

1. INQUADRAMENTO NORMATIVO

La normativa di riferimento in materia di qualità dell'aria è rappresentata dal D.Lgs del 13 agosto 2010, n. 155 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa".

Il decreto fornisce una metodologia di riferimento per la suddivisione in zone del territorio (zonizzazione), e definisce i valori limite di riferimento ai fini della qualità dell'aria in relazione alle concentrazioni dei diversi inquinanti.

Nello specifico, in relazione alle attività oggetto di valutazione, si riportano di seguito i valori limite per le polveri (intese come PM₁₀).

Inquinante	Tipo Limite	Valore Limite
PM ₁₀	Giornaliero	50 µg/m ³ (da non superare per più di 35 volte/anno)
	Annuale	40 µg/m ³

2. CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA

Per la caratterizzazione dei dati meteorologici rappresentativi dell'area di indagine si è fatto riferimento ai dati desunti dall'Osservatorio Clima e Unità Territorio e reti di Arpa Simc, e più precisamente il dataset ERG5 di cui al sito <https://dati.arpa.it/dataset/erg5-interpolazione-su-griglia-di-dati-meteo>.

Nello specifico i dati meteo sono relativi all'anno 2025.

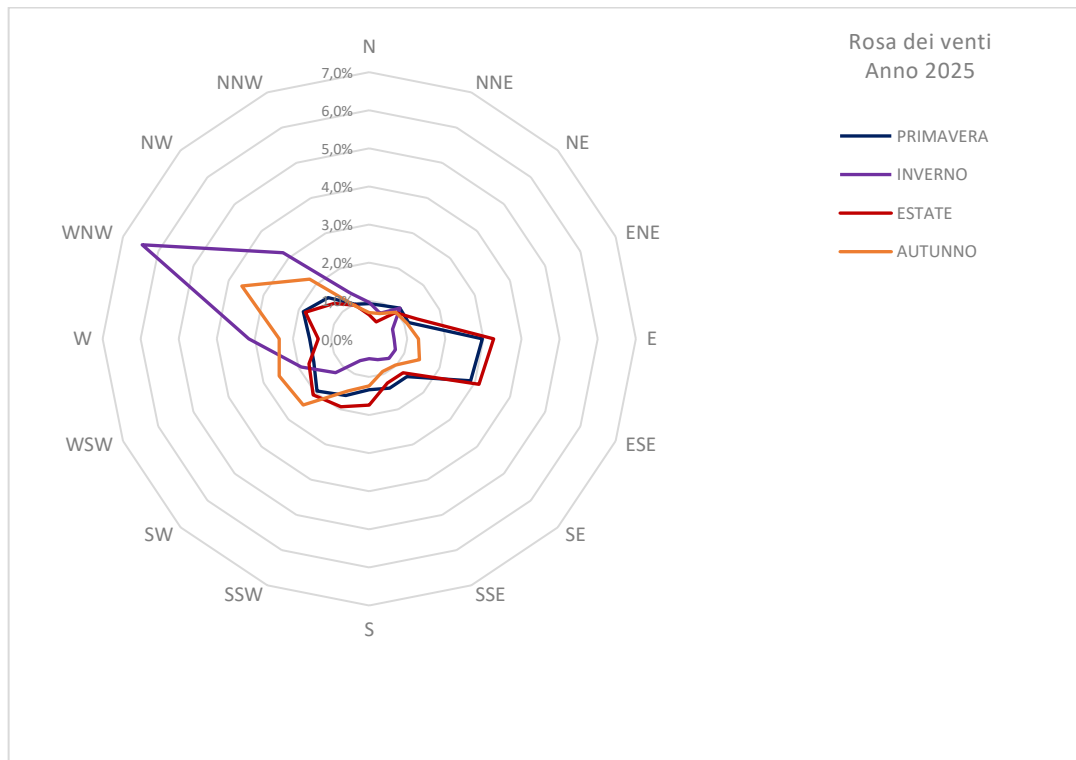
Nello specifico sono state esaminate le seguenti grandezze meteorologiche:

- **temperatura dell'aria:** temperature elevate sono, in genere, associate ad elevati valori di ozono, mentre le basse temperature, durante il periodo invernale, sono spesso correlate a condizioni di inversione termica, inversione termica che tende a confinare gli inquinanti in prossimità della superficie e quindi a fare aumentare le concentrazioni misurate.
- **precipitazioni:** influiscono sulla deposizione e sulla rimozione umida degli inquinanti aerodispersi. L'assenza di precipitazioni riduce la capacità dell'atmosfera di rimuovere, attraverso i processi di deposizione umida e di dilavamento, gli inquinanti, in particolare le particelle fini.
- **intensità del vento** incide sul trasporto e la diffusione degli inquinanti; elevate velocità del vento tendono a favorire la dispersione degli inquinanti immessi vicino alla superficie.
- **direzione del vento** agisce in modo diretto sulla dispersione degli inquinanti.

2.1 REGIME ANEMOLOGICO: VELOCITÀ E DIREZIONE DEL VENTO

Dalla visualizzazione delle rose dei venti su base stagionale riportate di seguito, emergono le seguenti considerazioni:

- A livello generale si evidenzia come per tutte le stagioni siano presenti due componenti principali di direzione di provenienza del vento diametralmente opposte, ovvero quelle da ESE e da WNW.
- In estate ed in primavera è più accentuata la componente da ESE
- In autunno le due direzioni di provenienza sono ca. omogenee in termini di percentuali di accadimento;
- In inverno è molto più accentuata la componente da WNW



Per quanto concerne la velocità del vento di seguito riassunti, si evince chiaramente come le classi predominanti siano quelle con venti compresi nell'intervallo 0,3-1,5 e 1,6-3,3 m/s con una percentuale di accadimento che complessivamente raggiunge l'85,5%.

Le calme di vento raggiungono una percentuale del 2,3%.

La velocità media su base annuale è di ca. 2,0 m/s.

Termini descrittivi	Calma	Bava di vento	Brezza leggera	Brezza tesa	Vento moderato	Vento teso	Vento fresco	Vento forte
Grado Beaufort	0	1	2	3	4	5	6	7
m/s	0,0 - 0,2	0,3 - 1,5	1,6 - 3,3	3,4 - 5,4	5,5 - 7,9	8,0 - 10,7	10,8 - 13,8	13,9 - 17,1
GENNAIO	0,3%	41,2%	42,9%	13,3%	2,1%	0,3%	0,0%	0,0%
FEBBRAIO	0,9%	44,8%	41,1%	12,5%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%
MARZO	0,1%	38,2%	44,1%	14,5%	3,1%	0,0%	0,0%	0,0%
APRILE	0,0%	39,3%	43,8%	13,6%	2,2%	1,1%	0,0%	0,0%
MAGGIO	0,1%	37,8%	45,6%	14,7%	1,7%	0,1%	0,0%	0,0%
GIUGNO	0,3%	42,8%	42,1%	14,0%	0,7%	0,1%	0,0%	0,0%
LUGLIO	0,1%	38,3%	43,5%	16,7%	1,3%	0,0%	0,0%	0,0%
AGOSTO	0,5%	43,1%	43,3%	12,9%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
SETTEMBRE	0,0%	48,6%	43,6%	7,6%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
OTTOBRE	0,1%	56,2%	37,4%	5,2%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%
NOVEMBRE	0,4%	47,6%	38,2%	12,5%	1,3%	0,0%	0,0%	0,0%
DICEMBRE	0,5%	43,7%	39,5%	11,9%	4,3%	0,1%	0,0%	0,0%
ANNO	0,3%	43,4%	42,1%	12,5%	1,6%	0,1%	0,0%	0,0%
Frequenza percentuale			0-5%	5-45%	>45%			

2.2 TEMPERATURE

Di seguito viene riportato l'istogramma dell'andamento delle temperature medie, minime e massime su base giornaliera, che mostra il tipico andamento a campana di tale parametro meteo climatico, con picchi nella stagione estiva e minimi in quella invernale.

Le temperature massime si sono registrate nei mesi di luglio ed agosto.

La temperatura media annuale è risultata dell'ordine di ca. 14,8 °C.

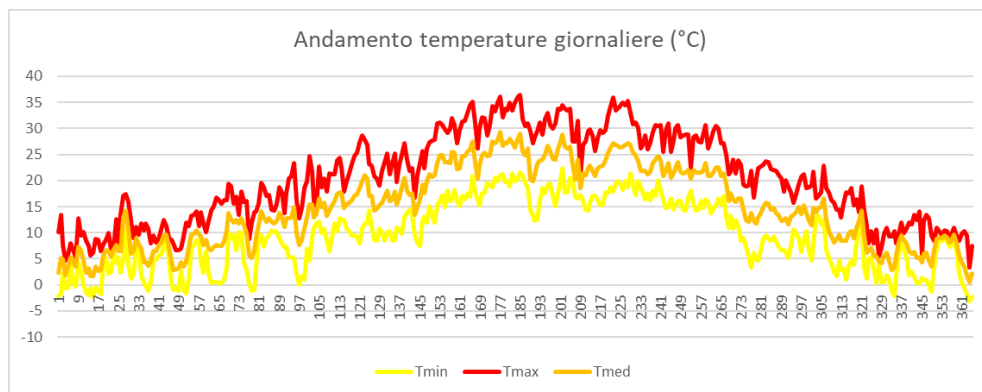


Figura 2-1. Andamento delle temperature minime, medie e massime su base giornaliera (anno 2025).

2.3 PRECIPITAZIONI

Di seguito viene riportato l'istogramma delle precipitazioni su base giornaliera.

A livello annuale si sono registrati 692 mm di pioggia caduta, con picchi che nel mese di luglio hanno raggiunto anche 50 mm di pioggia caduta in un'unica giornata.

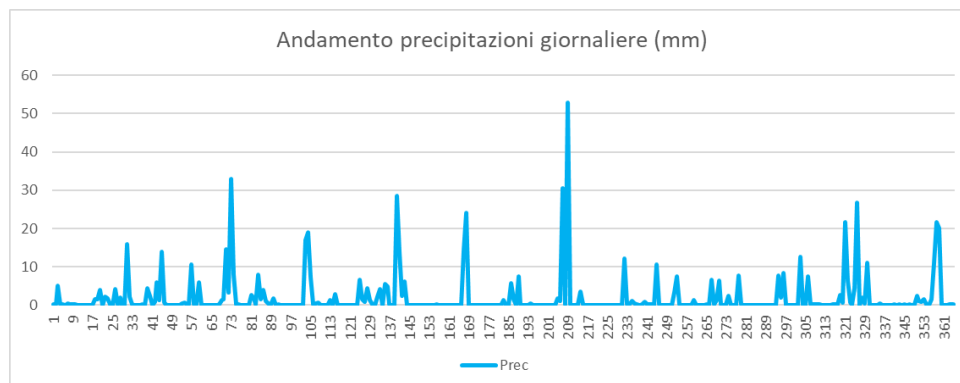


Figura 2-2. Andamento delle precipitazioni su base giornaliera (anno 2025).

2.4 ALTEZZA DI RIMESCOLAMENTO

Tale parametro influisce direttamente sulla diffusione dei gas inquinanti in atmosfera, in particolare in situazioni che presentano altezze basse, dell'ordine dei 100 m, che rappresenta una condizione tipicamente invernale, in corrispondenza della quale si crea un effetto di cappa che impedisce il rimescolamento e la diluizione degli inquinanti in atmosfera. A tali situazioni si associa spesso l'instaurarsi di fenomeni di inquinamento acuto, anche in concomitanza con condizioni di stabilità atmosferica.

Pur non essendo presenti dati dalle stazioni meteo presenti nel sito Dext3R di ARPAE, si ritiene che per il sito di indagine l'andamento dell'altezza di rimescolamento possa presentare valori minimi dell'ordine di ca. 50-100 metri dal tramonto all'alba, e valori massimi nelle ore più calde della giornata dell'ordine di ca. 2.000 metri nella stagione estiva e ca. 500 metri in quella invernale.

2.5 CLASSI DI STABILITÀ ATMOSFERICA

La quantità di turbolenza nell'ambiente aria ha effetti significativi sulla risalita e dispersione degli inquinanti atmosferici. Detta quantità può essere classificata in incrementi definiti noti come "classi di stabilità". Le categorie più comunemente utilizzate sono le classi di stabilità di Pasquill, suddivise in A, B, C, D, e F+G.

La classe A denota le condizioni di maggior turbolenza o maggiore instabilità mentre la classe F definisce le condizioni di maggior stabilità o minore turbolenza.

Pur non essendo presenti dati dalle stazioni meteo presenti nel sito Dext3R di ARPAE, si ritiene che nel periodo diurno sia plausibile ritenere prevalente la classe più stabile F+G, seguita dalla classe neutra D.

3. CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO DI QUALITÀ DELL'ARIA

3.1 PIANO INTEGRATO ARIA REGIONALE (PAIR 2030)

In adempimento a quanto stabilito dalla direttiva europea 2008/50/CE e dal decreto legislativo 155/2010 di recepimento, le Regioni hanno il compito di adottare Piani regionali di qualità dell'aria, con l'obiettivo principale, a tutela della salute collettiva, di individuare azioni concrete per il rispetto degli standard di qualità dell'aria e per la riduzione delle emissioni inquinanti nei territori regionali.

Il nuovo Piano Aria Integrato Regionale (**PAIR 2030**) dell'Emilia-Romagna è stato approvato con deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 152 del 30 gennaio 2024 ed è entrato in vigore dalla data di pubblicazione sul BURERT n. 34 del 6 febbraio 2024.

Il PAIR 2030, in continuità con il piano precedente, si pone l'obiettivo dettato dalle norme europee e nazionali di raggiungere livelli di qualità dell'aria ambiente volti ad evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi

per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso, perseguire il mantenimento dei livelli di qualità dell'aria, laddove buona, e migliorarla negli altri casi.

Il PAIR 2030, in continuità con la precedente pianificazione (PAIR 2020) e in attuazione di quanto disposto dal D. Lgs. 155/2010, individua quattro zone del territorio regionale ai fini della tutela della qualità dell'aria (art. 4 delle NTA):

- Pianura Ovest (codice IT0892)
- Pianura Est (codice IT0893)
- Agglomerato di Bologna (codice IT0890)
- Appennino (codice IT0891)

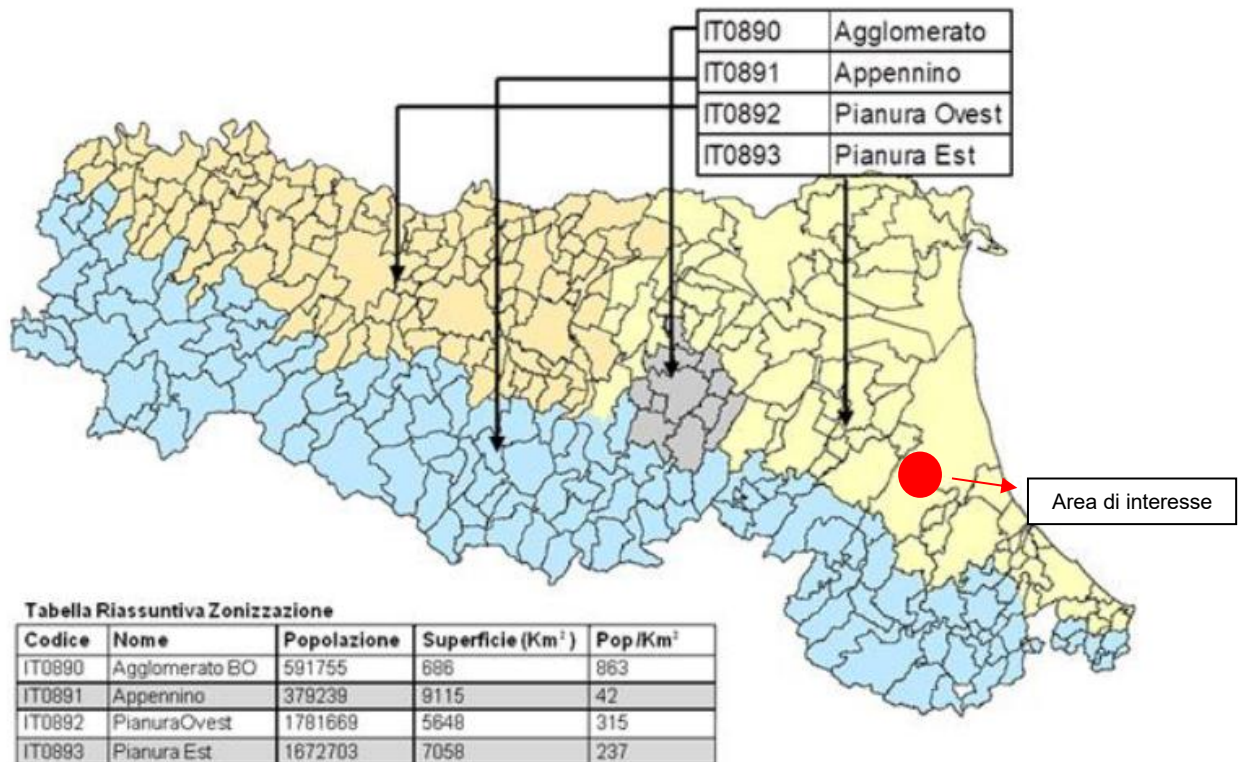


Figura 3-1. Zonizzazione qualità dell'aria.

All'art. 4 comma 2 delle NTA del Piano si specifica che le aree di superamento e a rischio di superamento dei valori limite di PM₁₀ e di NO₂ di cui alla DAL n. 51 del 2011, di seguito **"aree di superamento"**, corrispondono alle zone della Pianura Est e della Pianura Ovest e dell'Agglomerato di Bologna.

Il **Comune di Russi (RA)** ricade nella zona identificata come "Pianura Est" e di conseguenza risulta all'interno delle aree di superamento.

3.2 CENTRALINE DI MONITORAGGIO

Attualmente, la rete regionale per la valutazione della qualità dell'aria risulta composta da 47 punti di misura in siti fissi, le cui stazioni di monitoraggio sono suddivise nelle seguenti tipologie.

Per la protezione degli ecosistemi e/o della vegetazione:

- **Fondo rurale remoto**: centraline poste in aree esterne agli abitati e lontano da fonti di inquinamento dirette;
- **Fondo rurale**: posizionate dove il livello di inquinamento non è influenzato da una fonte in particolare, ma dal contributo integrato di tutte. Sono poste in aree rurali, quindi in aree distanti dalle fonti di emissione;

Per la protezione della salute umana:

- **Fondo suburbano**: posizionate dove il livello di inquinamento non è influenzato da una fonte in particolare, ma dal contributo integrato di tutte. Sono poste in aree suburbane, solo parzialmente edificate;
- **Fondo urbano**: posizionate dove il livello di inquinamento non è influenzato da una fonte in particolare, ma dal contributo integrato di tutte. Sono poste in aree urbane, quindi prevalentemente edificate;
- **Traffico urbano**: posizionate a bordo strada, dove il livello di inquinamento è influenzato prevalentemente da emissioni da traffico. Sono poste in aree urbane, quindi prevalentemente edificate.

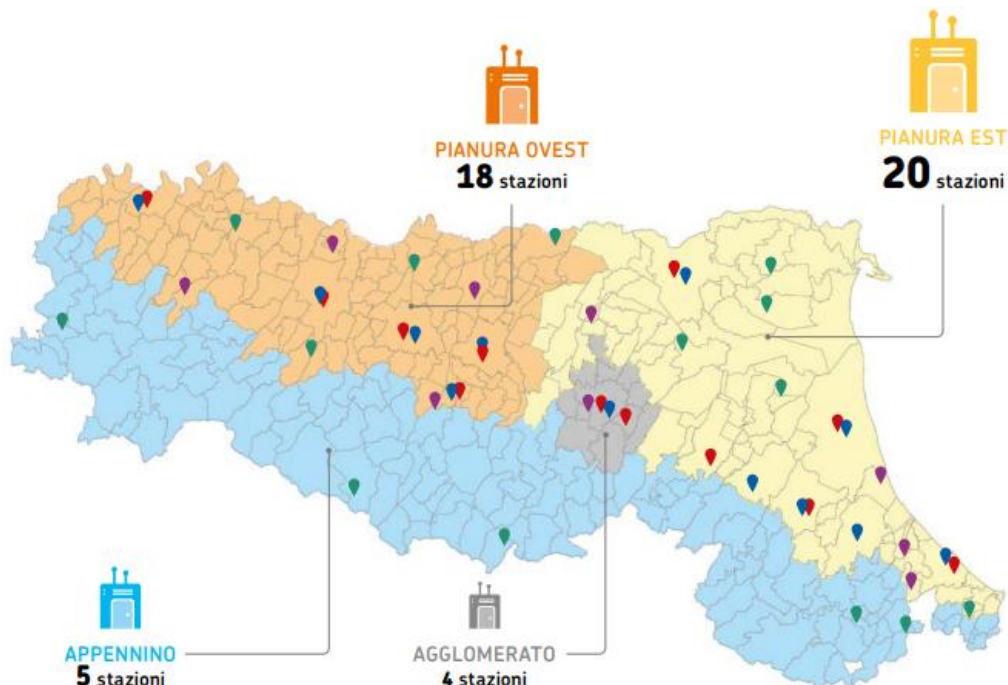




Figura 3-2 – Centraline per il monitoraggio della qualità dell’aria in Emilia-Romagna.

Nella Provincia di Ravenna sono presenti 5 stazioni della Rete Regionale di rilevamento della qualità dell’aria (RRQA) e due stazioni Locali - Rocca Brancaleone e Porto San Vitale. Le due stazioni locali sono state collocate per controllare e monitorare gli impatti riconducibili prevalentemente all’area industriale/portuale.

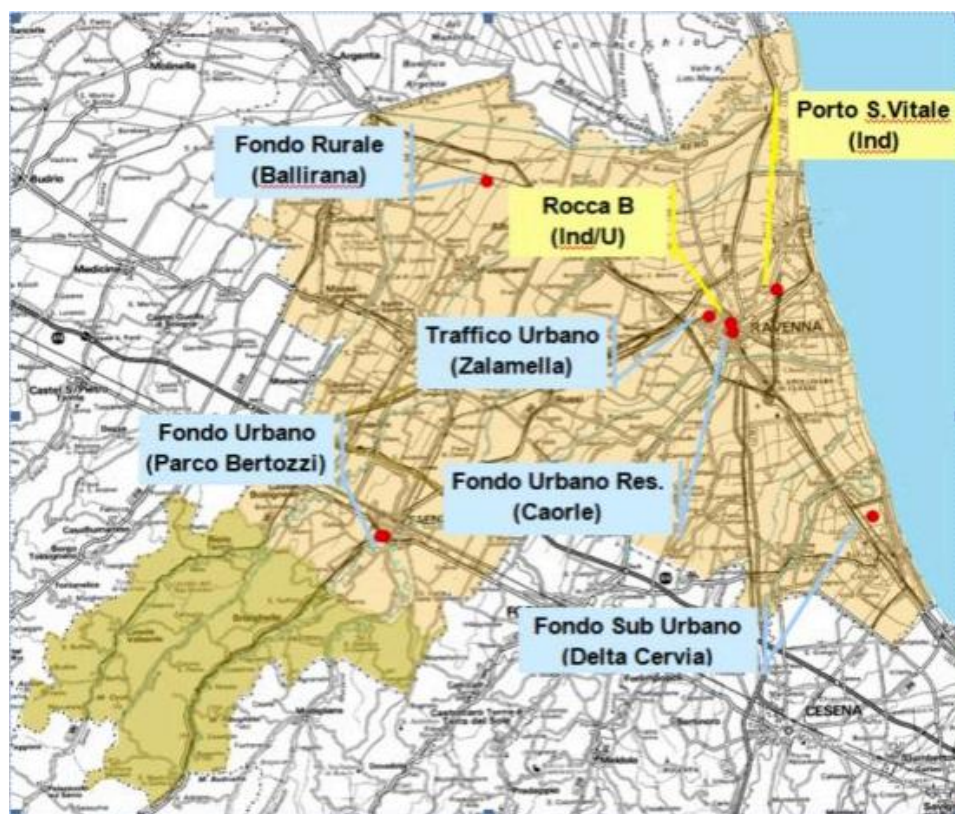

















































Figura 3-3. Distribuzione delle stazioni di rilevamento della qualità dell’aria della Provincia di Ravenna

Nella rete afferente alla provincia di Forlì-Cesena le stazioni sono tutte collocate in ZONA PIANURA EST, ad eccezione della stazione Savignano di Rigo che è collocata in ZONA APPENNINO (fondo rurale).

Zona	Comune	Stazione	Tipo	Zona + Tipo	Inquinanti misurati							
					PM10	PM2.5	NOx	CO	BTX	SO2	O3	
	Alfonsine	Ballirana		FRu								
	Cervia	Delta Cervia		FSubU								
	Faenza	Parco Bertozzi		FU								
	Ravenna	Caorle		FU-Res								
	Ravenna	Zalamella		TU								
	Ravenna	Rocca Brancaleone		Ind-U								
	Ravenna	Porto San Vitale		Ind								

Legenda

Classificazione Zona	
	Urbana
	Suburbana
	Rurale

Classificazione Stazione	
	Traffico
	Fondo
	Industriale

Zona + tipo Stazione			
		Fondo Rurale	FRu
		Fondo Sub Urbano	FsubU
		Fondo Urbano	FU
		Traffico Urbano	TU
		Indust. Urbana	Ind-U
		Industriale	Ind

Figura 3-4. Configurazione della RRQA della Provincia di Ravenna

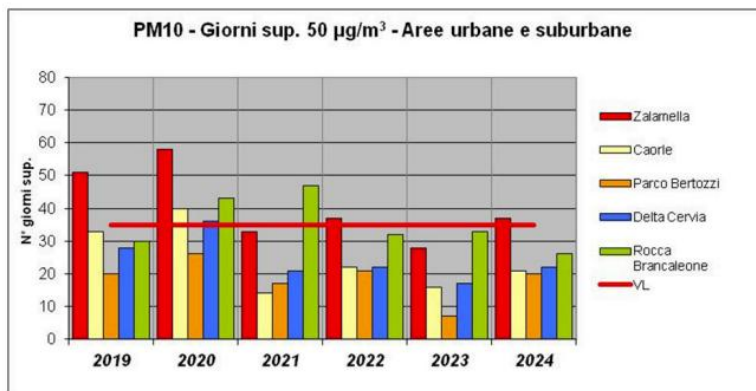
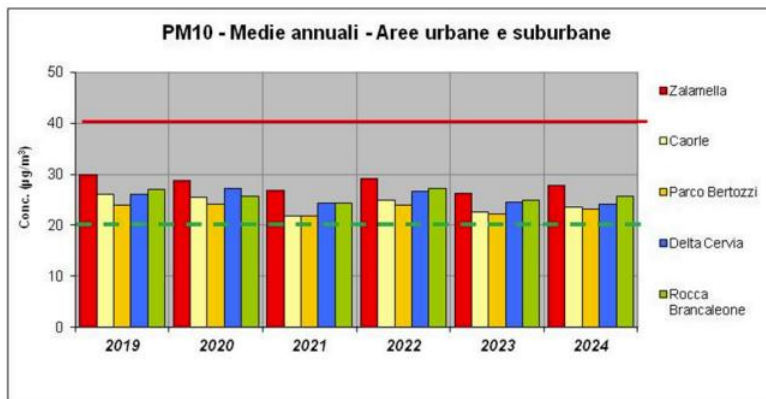
In relazione alla tipologia dell'area di indagine, la stazione potenzialmente più rappresentativa si ritiene quella di Ballirana di tipologia "fondo rurale" o quella di Delta Cervia di tipologia "fondo sub urbano".

Di seguito si riporta una sintesi delle concentrazioni di PM₁₀ desunte dal documento "Elaborazione dati della qualità dell'aria – Provincia di Ravenna - Rapporto 2024"¹.

Dai dati ed elaborazioni di seguito riportate si evidenzia come i valori limite previsti dal D.Lgs 155/10 siano ovunque rispettati, fatta eccezione per il limite sul breve periodo che presenta superamenti esigui nella stazione di Zalamella (traffico urbano) e più significativi nella stazione di San Vitale (industriale/portuale).

¹ Tale rapporto è risultato l'ultimo disponibile alla redazione della presente documentazione

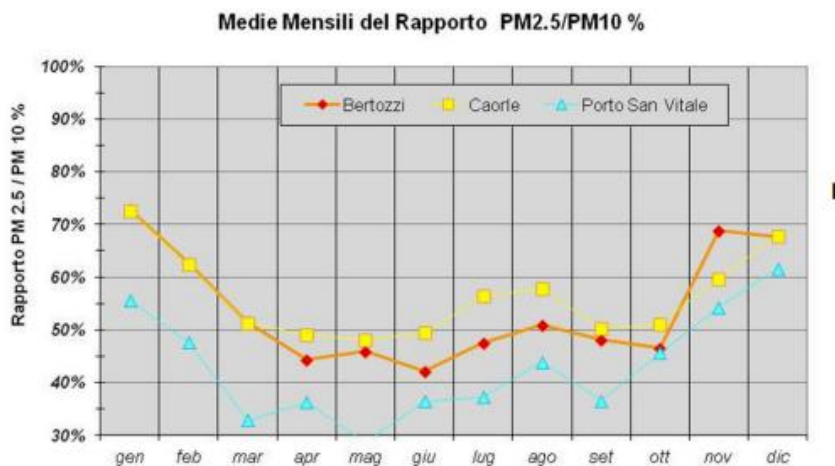
PM10 [L.Q. = 3 µg/m ³]				Concentrazioni giornaliere in µg/m³		Limiti Normativi		Direttiva 2024/2881	
Stazione	Comune	Tipologia	Efficienza %	Minimo	Massimo	40 µg/m ³	Max 35	20 µg/m ³	Max 18
						Media anno	N° giorni Sup. 50µg/m ³	Media anno	N° giorni Sup. 45µg/m ³
Delta Cervia	Cervia	Fondo Sub-urb	97	3	78	24	22 (19)*	24	25
Parco Bertozzi	Faenza	Fondo Urbano	96	3	114	23	20 (17)*	23	30
Caorle	Ravenna	Fondo Urbano Res	95	4	103	24	21 (18)*	24	31
Zalamella	Ravenna	Traffico	98	5	114	28	37 (34)*	28	52
Rocca Brancaleone	Ravenna	Locale Ind/Urbano	95	< 3	96	26	27	26	39
Porto San Vitale	Ravenna	Locale Industriale/portuale	97	8	112	37	69	37	88



Di seguito si riporta un grafico esplicativo dell'andamento mensile del rapporto PM2.5/PM10 per alcune stazioni di rilevamento, dal quale emergono le seguenti considerazioni:

- la quota di PM_{2.5} nel PM₁₀ nelle stazioni di fondo urbano (Caorle e Parco Bertozzi) varia da circa il 45% nei mesi estivi a oltre il 70% nei mesi invernali, quando sono anche più elevate

- le concentrazioni giornaliere nella stazione industriale/portuale di Porto San Vitale le oscillazioni vanno da circa il 30% nei mesi estivi, ad un massimo del 60% in inverno, denotando una maggiore componente grossolana delle polveri. Il PM_{10} è generato, per una quota significativa, per azione meccanica, mentre il particolato più fine ($PM_{2.5}$) deriva prevalentemente dalla combustione e/o è di origine secondaria, cioè prodotto in atmosfera a partire da precursori gassosi quali ossidi di azoto (nitrati), ossidi di zolfo (solfati), ammoniaca e composti organici volatili
- la maggior quota di particolato $PM_{2.5}$ durante i mesi invernali può essere in relazione con l'aumento delle emissioni primarie derivanti dai processi di combustione (traffico, riscaldamento...), quantitativamente più rilevanti in questo periodo dell'anno o con l'incremento della componente secondaria legata ad una maggiore presenza di precursori in atmosfera.



3.3 MODELLISTICA REGIONALE

Il sistema di valutazione di qualità dell'aria a scala regionale si completa con un sistema di post processamento statistico (PESCO - Postprocessing and Evaluation with Statistical techniques of Chimere Output) dei dati osservati dalle stazioni di misura integrato alla catena operativa modellistica di qualità dell'aria NINFA.

Tale sistema permette di ricostruire le mappe regionali di concentrazione al suolo dei principali inquinanti: ozono (O_3), materiale particolato (PM_{10} , $PM_{2.5}$), biossido di azoto (NO_2). Le tecniche adottate sono tecniche geostatistiche di tipo kriging a deriva esterna in cui si utilizza il campo di analisi prodotto dal modello fotochimico come guida per la spazializzazione del dato. Le mappe regionali vengono prodotte quotidianamente su una griglia di risoluzione 1 km x 1 km, sono rappresentative delle sole concentrazioni di fondo e non intendono rappresentare i picchi di concentrazione nei pressi di sorgenti emmissive localizzate.

Di seguito si riportano le mappe ultime disponibili per il PM_{10} relativamente all'anno 2024.

Il sito di indagine, come si evince dalle planimetrie seguenti, ricade in aree con concentrazioni che variano da $> 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $\leq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media annua, e da $> 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $\leq 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la concentrazione giornaliera.

PM10 di fondo
media annua
anno 2024



PM10 di fondo
90.4° percentile annuo dei valori giornalieri: 36° valore massimo dell'anno
anno 2024

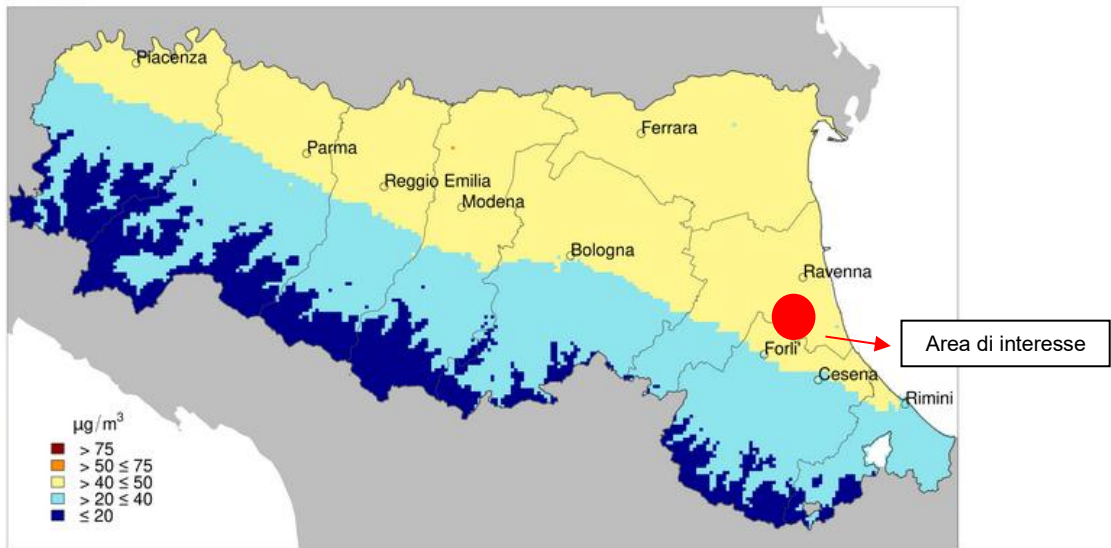


Figura 3-5 – Distribuzione delle concentrazioni di PM10 per l'anno 2024.

4. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA'

L'area di interesse è situata in località Traversara, nel territorio comunale di Russi, in provincia di Ravenna, in un contesto a prevalente destinazione agricola caratterizzato da morfologia pianeggiante tipica della pianura alluvionale romagnola. L'ambito territoriale ricade nel bacino idrografico del Fiume Lamone, che costituisce il principale elemento del reticolo idrografico superficiale e rappresenta la fonte di approvvigionamento idrico a servizio del comprensorio irriguo.

L'area è caratterizzata dalla presenza di infrastrutture idrauliche a servizio del comprensorio irriguo, tra cui l'impianto di derivazione dal Fiume Lamone e le relative condotte di adduzione che attraversano l'argine fluviale per convogliare le acque nella rete di scolo e distribuzione locale. Tali opere insistono su aree demaniali connesse al corso d'acqua e si inseriscono in un sistema di canali di bonifica che garantisce la regolazione e la distribuzione delle risorse idriche nel territorio agricolo circostante.



Figura 4-1 - Inquadramento aerofotogrammetrico dell'area di intervento, evidenziata in rosso.

L'intervento progettuale ha come obiettivo la sostituzione di una pompa danneggiata dall'alluvione e l'incremento della portata massima derivabile dall'impianto, con la finalità di migliorare la gestione delle risorse idriche e garantire il servizio irriguo al comprensorio di riferimento.

Nel 2025 sono stati eseguiti dalla Regione lavori di ripristino d'urgenza, prima dell'argine da parte della regione, ed in seguito dal Consorzio che hanno previsto una modifica del tracciato delle condotte, riducendone la lunghezza complessiva a 135 m (n.2 condotte PE100 D280 SDR17 parallele da ca. 67,5 m ciascuna) e aumentando il diametro delle tubazioni, riducendo le perdite di carico e ottimizzando l'efficienza idraulica del sistema. Per motivi di sicurezza la Regione Emilia-Romagna ha richiesto inoltre di tumulare le tubazioni sul lato dell'argine al fine di aumentare la protezione delle stesse. L'intervento prevede infine la sostituzione della pompa da 60 l/s, irrimediabilmente danneggiata, con un'unità identica a quella da 125 l/s già installata ma non ancora in esercizio, portando la portata massima derivabile a 250 l/s.

Le due condotte sono state stese appoggiate al terreno e poi sono state tumulate con terreno in alcuni tratti, come evidenziato nella planimetria seguente.

Per il trasporto del terreno si è utilizzato un mezzo pesante che ha effettuato complessivamente n.14 transiti per il trasporto di complessivi ca. 281 tonn.

Per Scavi e assistenza montaggio: Bobcat per ca. 20 giorni lavorativi



Figura 4-2 – Individuazione del tracciato delle condotte

Come parametro inquinante associato alle attività di cantiere si considera quello ritenuto più rappresentativo, ovvero le polveri, intese come PM₁₀.

Si possono considerare una fase iniziale (Fase 0) e due successive fasi parzialmente sovrapponibili tra loro, rappresentate da:

- Fase 0: posa condotte
- Fase 1: trasporto terreno con mezzi pesanti
- Fase 2: movimentazione terreno per tumulazione tratto di condotta

Considerando le fasi sovrapponibili (Fase 1 e Fase 2), di durata complessiva stimabile in ca. 20 giorni, i mezzi impiegati sono rappresentati da autocarro per il trasporto del terreno e bobcat per la movimentazione dello stesso.

5. RICETTORI

Per la scelta dell'ubicazione di tali ricettori si è fatto riferimento al contesto insediativo indagato presente nell'area di indagine, e sono stati individuati i ricettori potenzialmente più esposti alle attività di cantiere.

Le coordinate sono espresse in UTM fuso 33 – WGS84.

Codice	UTM WGS84 – Fuso 33		Descrizione
	Coord. X	Coord. Y	
R1	263347.29	4921926.92	Edificio residenziale
R2	263421.30	4921810.27	Edificio residenziale

Si riporta di seguito la distanza di ogni ricettore dall'intervento di progetto, valutata rispetto al baricentro dell'area di cantierizzazione per la Fase 0 ed alle aree di tumulazione con terreno per le restanti fasi; in particolare, in relazione alle attività previste che possono generare l'emissione di polveri in atmosfera, le fasi indubbiamente più rappresentative sono Fase 1 e Fase 2.

RICETTORE	DISTANZA media da area intervento (metri)
R1	ca. 70 m
R2	ca. 65 m

Di seguito si riporta l'ubicazione dei ricettori su base Google Earth.



Figura 5-1 – Individuazione ricettori su base Google Earth

6. VALUTAZIONE DELLA DISPERSIONE DI POLVERI

6.1 PREMESSA METODOLOGICA

La valutazione delle emissioni di polveri e l'individuazione degli eventuali interventi di mitigazione sono state effettuate secondo le indicazioni di cui ai contenuti delle "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali pulverulenti" redatte da ARPAT previa convenzione con la Provincia di Firenze.

I metodi di valutazione proposti nelle Linee guida ARPAT provengono principalmente da dati e modelli dell'US-EPA (AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors). Le sorgenti di polvere diffuse sono legate a differenti operazioni che vengono poi associate al Codice SCC (Source Classification Codes - codice identificativo delle attività considerate come sorgenti delle emissioni dell'AP-42 dell'USEPA).

Le linee guida ARPAT sono presentate delle soglie di emissione al di sotto delle quali l'attività di trattamento di materiali polverulenti può essere ragionevolmente considerata ad impatto non significativo sull'ambiente. Tale conclusione deriva dall'analisi effettuata tramite l'applicazione di modelli di dispersione, i cui risultati indicano che al di sotto dei valori individuati non sussistono presumibilmente rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria di PM₁₀ dovuti alle emissioni dell'attività in esame.

Per quanto concerne le emissioni associate ai gas di scarico dei mezzi d'opera si è fatto esplicito riferimento al documento EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2019.

Non è stato valutato il contributo indotto dal transito dei mezzi pesanti sulla viabilità ordinaria in quanto ritenuto non significativo in relazione al numero di transiti previsto che mediamente si aggira attorno a ca. 1 mezzo al giorno su base annuale considerando tutte le attività previste (trasporto in discarica, trasporto calcestruzzi, pietrame, scotolari, muri prefabbricati, palancole, pali in legno) ed al massimo in ca. 1 mezzo all'ora nel periodo più critico.

6.2 FATTORI DI EMISSIONE

6.2.1 Scarico terreno

Per tale attività si considera il fattore di emissione di 0,0012 kg/t di materiale di cui al riferimento SCC 30 50 25 06 (AP-42 Bulk Loading in Construction Sand and Gravel),

6.2.2 Movimentazione terreno

Per tali attività, si considera il fattore di emissione riportato al paragrafo 13.2.4 dell'AP42 "Aggregate Handling and Storage Piles" di seguito riportato per il PM₁₀:

$$EF_i (kg/Mg) = k_i (0.0016) \frac{\left(\frac{u}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$$

dove:

- K_i = fattore dimensionale per il PM₁₀, pari a 0.35
- u = velocità media del vento
- M = contenuto % di umidità

Ranges Of Source Conditions For Equation 1			
Silt Content (%)	Moisture Content (%)	Wind Speed	
		m/s	mph
0.44 - 19	0.25 - 4.8	0.6 - 6.7	1.3 - 15

Così come previsto al par. 13.2.4.3 del documento citato, le emissioni totali di polvere derivano da diverse attività di origine distinte, quali ad esempio:

- caricamento su cumuli di stoccaggio
- traffico di attrezzature nell'area di stoccaggio.
- erosione eolica delle superfici
- carico dell'aggregato

Lo scarico o carico del camion sul cumulo sono ricompresi in tali operazioni.

Tale fattore di emissione si considera rappresentativo sia delle attività di riprofilatura nell'argine.

6.2.3 Erosione vento dai cumuli del materiale scavato

Un cumulo di materiale aggregato, stoccato all'aperto, è soggetto all'azione erosiva del vento che può dare luogo in tal modo ad un'emissione di polvere.

Le superfici di tali cumuli sono caratterizzate da una disponibilità finita di materia erodibile, la quale definisce il cosiddetto potenziale di erosione.

Poiché è stato riscontrato che il potenziale di erosione aumenta rapidamente con la velocità del vento, le emissioni di polveri risultano essere correlate alle raffiche di maggiore intensità. In ogni caso qualsiasi crosta naturale-artificiale e/o attività di umidificazione della superficie dei cumuli è in grado di vincolare tale materia erodibile, riducendo così il potenziale di erosione.

Il documento di riferimento è rappresentato dal capitolo 13.2.5 del volume AP-42 dell'EPA.

Una volta stoccato il materiale scavato, l'erosione del vento può determinare il risollevarlo e la dispersione della frazione più fine.

Le indagini effettuate in sito dall'EPA sono riferite ad accumuli di vari materiali, sottoposti ad intensità del vento superiori a 5 m/s o a 10 m/s, ed hanno evidenziato come sia molto limitata la quantità di materiale erodibile sotto l'azione del vento, in quanto sulla superficie del cumulo tende a creare progressivamente una crosta naturale che riduce drasticamente il potenziale erosivo del vento.

Per la stima delle emissioni di polveri è necessario pertanto considerare le massime intensità del vento, la frequenza delle movimentazioni del materiale stoccato, che di fatto ripristina il potenziale erosivo del cumulo stesso.

Il fattore di emissione è esprimibile dalla seguente relazione (in g/m²), dove k = dimensione del particolato, N = numero disturbi per anno e P_i = potenziale di erosione corrispondente alla velocità massima del vento tra due disturbi

$$E = k \sum_{i=1}^N P_i$$

Dimensione delle particelle	< 30 µm (utilizzato per PTS)	< 15 µm	< 10 µm	< 2,5 µm
Fattore K	1	0,6	0,5	0,2

La funzione che esprime il potenziale erosivo della superficie è espressa dalla seguente formula:

$$P = 58(u^* - u_t)^2 + 25(u^* - u_t)$$

U* = velocità di attrito (m/s)

U_t = velocità di attrito limite (m/s)

Nel caso in cui $u^* \leq u_t$ il potenziale erosivo è nullo $P = 0$.

Considerando la situazione in esame ed utilizzando la tabella EPA (Table 13.2.5-2), si considera cautelativamente $u_t = 1,02$ m/s (overburden).

La velocità di attrito $u^* = 0.053 u_{10}$ (considerando u_{10} pari cautelativamente al massimo orario assoluto delle velocità orarie calcolato su base dati meteo di cui al par 2 cautelativamente su tutte le ore, è risultato pari a 10,4 m/s), risulta pari a $u^* = 0,5512$.

La stima effettuata non ha evidenziato alcun evento in grado di generare emissioni per erosione, in quanto la velocità di attrito u^ risulta sempre inferiore alla velocità di attrito limite, e pertanto il potenziale erosivo P è nullo come sopra riportato.*

6.2.4 Gas di scarico mezzi d'opera

Per la stima delle emissioni associate al funzionamento dei mezzi operativi si è fatto riferimento alla pubblicazione EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2023, ed in particolare al paragrafo 1.A.4 Non road mobile machinery 2023.

Per le stime è stata utilizzata la metodologia più dettagliata (Tier 3), che utilizza le ore di funzionamento come i principali dati di attività e si basa principalmente sul metodo US-EPA per stima delle emissioni off-road (US-EPA 1991). Il metodo Tier 3 qui presentato è stato aggiornato e include informazioni dettagliate sul consumo di carburante e sulle emissioni tratte, in larga misura, dal Modello tedesco TREMOD NRMM.

L'algoritmo base per la stima delle emissioni è il seguente:

$$E = N \times \text{HRS} \times P \times (1 + \text{DFA}) \times \text{LFA} \times \text{EF}_{\text{Base}}$$

Di seguito sono descritti i fattori della formula.

E	=	mass of emissions of pollutant i during inventory period,
N	=	number of engines (units),
HRS	=	annual hours of use,
P	=	engine size (kW),
DFA	=	deterioration factor adjustment,
LFA	=	load factor adjustment,
EF_{Base}	=	Base emission factor (g/kWh).

Per quanto concerne il fattore "Load Factor" la metodologia utilizzata propone di applicare i fattori di peso ("weighting factors") indicati dalla ISO DP 8178 sulla base di test effettuati su vari tipi di veicoli. Di seguito sono elencati i tipi di mezzi ricompresi nella categoria di interesse (Ca), di cui alla ISO DP 8178. I mezzi in questione appartengono alla categoria C1 e pertanto si è scelto conservativamente di utilizzare un valore di LF pari a 0,15.

Cycle C	Off-road vehicles and industrial equipment
C1:	diesel-powered off-road industrial equipment
Examples:	industrial drilling rigs, compressors, etc.; construction equipment including wheel loaders, bulldozers, crawler tractors, crawler loaders, truck-type loaders, off-highway trucks, etc.; agricultural equipment, rotary tillers; forestry equipment; self-propelled agricultural vehicles; material handling equipment; fork lift trucks; hydraulic excavators; road maintenance equipment (motor graders, road rollers, asphalt finishers); snow plough equipment; airport supporting equipment; aerial lifts

Tabella 1 – Test cycles of ISO DP 8178 for industrial engine applications with typical examples (Fonte: table 3-18 document 1.A.4 non-Road mobile machinery 2023)

B-type mode number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Torque	100	75	50	25	10	100	75	50	25	10	0
Speed	rated speed					intermediate speed					low idle
Off-road vehicles											
Type C1	0.15	0.15	0.15		0.1	0.1	0.1	0.1			0.15
Type C2				0.06		0.02	0.05	0.32	0.30	0.10	0.15
Constant speed											
Type D1	0.3	0.5	0.2								
Type D2	0.05	0.25	0.3	0.3	0.1						

Tabella 2 – Test points and weighting factors of ISO DP 8178 test cycles (Fonte: table 3-16 document 1.A.4 Non-Road mobile machinery 2019)

Come dato rappresentativo per il fattore DFA si può considerare quello riportato di seguito in tabella.

Table 3-11 Deterioration factors for diesel machinery relative to average engine life time

Emission Level	NO _x	VOC	CO	TSP
Before Stage I	0.024	0.047	0.185	0.473
Stage I	0.024	0.036	0.101	0.473
Stage II	0.009	0.034	0.101	0.473
Stage IIIA, IIIB, IV, V	0.008	0.027	0.151	0.473

Engine Power (kW)	Technology Level	NO _x	VOC	CH ₄	CO	N ₂ O	NH ₃	PM	PM ₁₀	PM _{2.5}	BC	FC
56<=P<75	1981-1990	8.60	2.00	0.048	5.30	0.035	0.002	1.200	1.200	1.200	0.660	275
56<=P<75	1991-Stage I	11.50	1.50	0.036	4.50	0.035	0.002	0.800	0.800	0.800	0.440	260
56<=P<75	Stage I	7.70	0.60	0.014	2.20	0.035	0.002	0.400	0.400	0.400	0.320	260
56<=P<75	Stage II	5.50	0.40	0.010	2.20	0.035	0.002	0.200	0.200	0.200	0.160	260
56<=P<75	Stage IIIA	3.81	0.40	0.010	2.20	0.035	0.002	0.200	0.200	0.200	0.160	260
56<=P<75	Stage IIIB	2.97	0.28	0.007	2.20	0.035	0.002	0.025	0.025	0.025	0.020	260
56<=P<75	Stage IV	0.40	0.28	0.007	2.20	0.035	0.002	0.025	0.025	0.025	0.020	260
56<=P<75	Stage V	0.40	0.13	0.003	2.20	0.035	0.002	0.015	0.015	0.015	0.002	260
75<=P<130	<1981	10.50	2.00	0.048	5.00	0.035	0.002	1.400	1.400	1.400	0.770	280
75<=P<130	1981-1990	11.80	1.60	0.038	4.30	0.035	0.002	1.000	1.000	1.000	0.550	268
75<=P<130	1991-Stage I	13.30	1.20	0.029	3.50	0.035	0.002	0.400	0.400	0.400	0.220	255
75<=P<130	Stage I	8.10	0.40	0.010	1.50	0.035	0.002	0.200	0.200	0.200	0.160	255
75<=P<130	Stage II	5.20	0.30	0.007	1.50	0.035	0.002	0.200	0.200	0.200	0.160	255
75<=P<130	Stage IIIA	3.24	0.30	0.007	1.50	0.035	0.002	0.200	0.200	0.200	0.160	255
75<=P<130	Stage IIIB	2.97	0.13	0.003	1.50	0.035	0.002	0.025	0.025	0.025	0.020	255
75<=P<130	Stage IV	0.40	0.13	0.003	1.50	0.035	0.002	0.025	0.025	0.025	0.020	255
75<=P<130	Stage V	0.40	0.13	0.003	1.50	0.035	0.002	0.015	0.015	0.015	0.002	255
130<=P<560	<1981	17.80	1.50	0.036	2.50	0.035	0.002	0.900	0.900	0.900	0.450	270
130<=P<560	1981-1990	12.40	1.00	0.024	2.50	0.035	0.002	0.800	0.800	0.800	0.400	260
130<=P<560	1991-Stage I	11.20	0.50	0.012	2.50	0.035	0.002	0.400	0.400	0.400	0.200	250
130<=P<560	Stage I	7.60	0.30	0.007	1.50	0.035	0.002	0.200	0.200	0.200	0.140	250
130<=P<560	Stage II	5.20	0.30	0.007	1.50	0.035	0.002	0.100	0.100	0.100	0.070	250
130<=P<560	Stage IIIA	3.24	0.30	0.007	1.50	0.035	0.002	0.100	0.100	0.100	0.070	250
130<=P<560	Stage IIIB	1.80	0.13	0.003	1.50	0.035	0.002	0.025	0.025	0.025	0.018	250
130<=P<560	Stage IV	0.40	0.13	0.003	1.50	0.035	0.002	0.025	0.025	0.025	0.018	250
130<=P<560	Stage V	0.40	0.13	0.003	1.50	0.035	0.002	0.015	0.015	0.015	0.002	250
P>560	Stage V	3.50	0.13	0.003	1.50	0.035	0.002	0.045	0.045	0.045	0.002	250

Tabella 3 – Baseline emission factors and fuel consumption (FC) for diesel NRMM (g/kWh) (Fonte: table 3-6 document 1.A.4 non road mobile machinery 2019).

6.3 INTERVENTI MITIGATIVI

Si segnalano i seguenti interventi di mitigazione finalizzati alla riduzione delle emissioni di polveri dalle attività di cantiere e dalle emissioni dei gas di scarico dei mezzi d'opera:

- adozione di accorgimenti quali l'umidificazione delle piste sterrate, ove ritenuto necessario;
- riduzione della velocità dei mezzi al massimo a 30 km/h;
- copertura con teloni dei camion che trasportano materiali polverulento sulla viabilità ordinaria;
- impiego di mezzi a basse emissioni;
- predisposizione, ove risultasse necessario, di reti antipolvere di colore verde e di opportuna altezza, in corrispondenza del perimetro del cantiere lato ricettori.

6.4 BILANCIO EMISSIVO

Come già anticipato, per le valutazioni che seguono vengono considerate le fasi più rappresentative in termini di emissioni di polveri, ovvero la Fase 1 e la Fase 2 che cautelativamente vengono considerate sovrapposte temporalmente. La Fase 0 infatti riguardando solo come sorgente emissiva l'emissione dal gas di scarico dei mezzi utilizzati per la posa della condotta, si ritiene decisamente meno impattante.

Di seguito si riporta una descrizione delle principali sorgenti emissive, il relativo contributo e il computo emissivo complessivo espresso in g/h.

Attività	Dati di base	Rif. paragrafo	Emissione PM ₁₀ [g/h]
Scarico	Ton materiale = 2,5 ⁽¹⁾	6.2.1	3,0
Movimentazione materiale scavato	Ki = 0.35 V (velocità media vento) = 2,25 M (contenuto umidità) = 10,0 Ton materiale = 2,0	6.2.2	0,13
Emissioni gas di scarico dei mezzi	P (potenza veicolo kW) = considerata pari a 300 kW per camion e bobcat	6.2.4	2,6

⁽¹⁾ desunto dal quantitativo complessivo di 281 ton in 14 giorni di trasporto, considerando 8 ore attività giornaliera

Pertanto, l'emissione totale associate a tale fase risulta pari a **5,73 g/h** di **PM₁₀**.

6.4.1 Valutazione

Per la valutazione della significatività degli impatti si è fatto riferimento all'Allegato 1 della DGP.213-09 della Provincia di Firenze "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di

produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti” redatte da ARPAT e adottate dalla provincia di Firenze con Deliberazione della Giunta Provinciale di Firenze 3/11/2009, n. 213².

Nello specifico, si fa riferimento al p.to 2 che individua i valori di soglia di accettabilità delle emissioni per il PM₁₀.

In relazione al numero di giorni di attività previsti per ogni fase considerata ed alla distanza dal ricettore più esposto, si determinano le seguenti soglie emissive.

I metodi di stima del particolato indicati nelle Linee Guida sopra citate sono relativi ai modelli dell’US-EPA (AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factor).

All’interno delle Linee Guida vengono individuati delle soglie di accettabilità per il particolato (PM₁₀) in funzione dei seguenti parametri:

- durata dell’attività di cantiere
- distanza dei ricettori dalle sorgenti emissive

Intervallo di distanza (m)	Giorni di emissione all’anno					
	>300	300 + 250	250 + 200	200 + 150	150 + 100	<100
0 + 50	145	152	158	167	180	208
50 + 100	312	321	347	378	449	628
100 + 150	608	663	720	836	1038	1492
>150	830	908	986	1145	1422	2044

Tabella 4 - Soglie di accettabilità (g/h) al variare della distanza tra sorgente e ricettore e al variare del numero di giorni di emissione.

Pertanto, nel caso in cui il rateo emissivo orario totale che viene calcolato sulla base delle attività previste in fase di cantiere risulti superiore ai valori soglia di accettabilità l’impatto potenziale sulla qualità dell’aria è da ritenere non sostenibile, in quanto determinerebbe un superamento dei limiti di qualità dell’aria per il PM₁₀ in termini di concentrazioni al suolo presso i ricettori sensibili.

Le LL.G. ARPAT definiscono anche una seconda soglia (soglia di attenzione), inferiore alla soglia di accettabilità ed in particolare pari alla sua metà, al superamento della quale l’impatto è da ritenere sostenibile; tuttavia, viene altresì specificato che in tale circostanze è possibile effettuare una valutazione modellistica che produca una quantificazione dell’impatto da confrontare con i valori limite di legge per la qualità dell’aria, e che quindi eventualmente dimostri la compatibilità ambientale dell’emissione.

Di seguito sono invece riportate le **soglie di attenzione**, che individuano una situazione di piena compatibilità.

² ARPAT, «Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti,» [Online]. Available: <http://www.arpat.toscana.it/documentazione/catalogo-pubblicazioni-arpat/linee-guida-per-intervenire-sulle-attivita-che-producono-polveri>.

Intervallo di distanza (m)	Giorni di emissione all'anno					
	> 300	300 – 250	250 - 200	200 – 150	150 - 100	< 100
0 – 50	73	76	79	83	90	104
50 – 100	156	160	174	189	225	364
100 – 150	304	331	360	418	519	746
> 150	415	453	493	572	711	1022

Tabella 5 - Soglie di attenzione al variare della distanza tra sorgente e ricettore al variare del numero di giorni di emissione.

Come suggerito dalle Linee Guida, per poter utilizzare i risultati delle simulazioni effettuate e le relative soglie in un caso come questo, occorre verificare che l'angolo complessivo sotto cui le sorgenti sono "viste" dal recettore non risulti superiore a 180° (ovvero π).

Descrizione	Emissione stimata PM ₁₀	Soglia di attenzione	Soglia di accettabilità
Fase 1 + Fase 2	5,73	364	628

Le stime sopra riportate evidenziano l'ampio rispetto di entrambe le soglie, confermando la scarsa significatività dell'attività di cantiere proposta.

6.5 CONCLUSIONI

L'intervento progettuale ha come obiettivo la sostituzione di una pompa danneggiata dall'alluvione e l'incremento della portata massima derivabile dall'impianto, con la finalità di migliorare la gestione delle risorse idriche e garantire il servizio irriguo al comprensorio di riferimento.

L'area di interesse è situata in località Traversara, nel territorio comunale di Russi, in provincia di Ravenna, in un contesto a prevalente destinazione agricola caratterizzato da morfologia pianeggiante tipica della pianura alluvionale romagnola.

Nelle valutazioni effettuate, come parametro inquinante associato alle attività di cantiere si considera quello ritenuto più rappresentativo, ovvero le polveri, intese come PM₁₀.

Per la stima dei fattori di emissione associati alle diverse fasi di cantiere associate agli interventi sopra descritti si è fatto riferimento alla seguente documentazione:

- US-EPA (AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors).
- EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook

La valutazione delle emissioni di polveri e l'individuazione dei necessari interventi di mitigazione sono state effettuate secondo le indicazioni di cui ai contenuti delle "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali pulverulenti" redatte da ARPAT previa convenzione con la Provincia di Firenze.

Le stime effettuate hanno evidenziato la piena compatibilità con le soglie proposte dalle Linee Guida sopra citate.

Si ritiene importante sottolineare che le attività considerate per la stima delle emissioni di polveri hanno una molto significativamente limitata nel tempo, oltre ad avere un carattere pienamente reversibile.

Pertanto, gli interventi proposti si ritengono compatibili con il contesto insediativo indagato.