

REGIONE EMILIA ROMAGNA
PROVINCIA DI FORLÌ'-CESENA
COMUNE DI FORLÌ' (FC)

**Progetto di apertura di un nuovo centro di gestione e
recupero di rifiuti inerti non pericolosi nel Comune di
Forlì (FC)**

STUDIO DI DISPERSIONE IN ATMOSFERA

Ditta:



EDIL ESTERNI S.R.L.

Via Gerolamo Cardano, 2/D
47122 Forlì FC



Libra Ravenna srl

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

Ing. Nicola Sampieri

00	DICEMBRE 2025	Prima emissione	N. Sampieri	N. Sampieri	N. Sampieri
Rev	Data	Descrizione	Preparato	Controllato	Approvato

INDICE

1.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	5
2.	INQUADRAMENTO NORMATIVO	6
3.	CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA	7
3.1	TEMPERATURE	9
3.2	ALTEZZA DI RIMESCOLAMENTO	9
3.3	CLASSI DI STABILITÀ ATMOSFERICA.....	10
3.4	REGIME ANEMOLOGICO: VELOCITÀ E DIREZIONE DEL VENTO	11
4.	CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO DI QUALITÀ DELL'ARIA	15
4.1	PIANO ARIA INTEGRATO REGIONALE (PAIR2030) E ZONIZZAZIONE PROVINCIALE.....	15
4.2	VALUTAZIONE MODELLISTICA REGIONE EMILIA ROMAGNA	17
4.3	I DATI DELLE CENTRALINE DELLA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA ..	19
4.4	INVENTARIO INEMAR	24
5.	METODOLOGIA DI CALCOLO	25
5.1	INDIRIZZI TECNICI ARPAE 01/2025	25
5.2	SISTEMA MODELLISTICO	26
5.2.1	Premessa.....	26
5.2.2	Il modello meteorologico CALMET	26
5.2.3	Il modello diffusivo CALPUFF	27
5.2.4	Il post-processore RUNAnalyzer	30
5.3	INQUINANTI.....	32
5.4	BUILDING DOWNWASH	33
5.5	DIMENSIONI, PASSO DELLA GRIGLIA E SISTEMA DI GEOREFERENZIAZIONE	34
5.6	RICETTORI	35
5.7	OROGRAFIA.....	37

5.8	TRATTAMENTO CALME DI VENTO	37
6.	INTERVENTO DI PROGETTO.....	39
6.1	DESCRIZIONE DELL'ATTIVITA' E DELLE FASI LAVORATIVE	43
6.2	CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI E DEI MEZZI TECNICI	43
6.3	MATERIALI CONFERITI E QUANTITA' TRATTATE	44
6.4	QUANTIFICAZIONE DEI FLUSSI DI MATERIALE LAVORATO	45
7.	INTERVENTI MITIGATIVI	46
7.1	NEBULIZZAZIONE	46
7.2	BAGNATURA MATERIALE E PROCEDURE OPERATIVE	48
7.3	VEGETAZIONE	49
8.	STUDIO DI DISPERSIONE	52
8.1	SCENARI EMISSIVI	52
8.2	SORGENTI EMISSIVE	52
8.2.1	Premessa.....	52
8.2.2	Emissioni - Stato attuale.....	52
8.2.2.1	Transito mezzi su piste non asfaltate	52
8.2.2.2	Scarico da camion	55
8.2.2.3	Formazione e stoccaggio cumuli	55
8.2.2.4	Carico su camion	55
8.2.2.5	Erosione vento da cumuli	56
8.2.2.6	Gas scarico mezzi operativi	57
8.2.2.7	Sintesi delle emissioni medie orarie	58
8.2.3	Emissioni - Stato di progetto	58
8.2.3.1	Scarico rifiuti da camion	58
8.2.3.2	Formazione e stoccaggio cumuli	59
8.2.3.3	Scarico materiale da tramoggia.....	60
8.2.3.4	Frantumazione e vagliatura.....	60
8.2.3.5	Trasporto su nastro	61
8.2.3.6	Prelievo e movimentazione dei cumuli di materiale recuperato	61
8.2.3.7	Carico dei prodotti su camion	62
8.2.3.8	Transito camion su piste non asfaltate per carico EoW	62
8.2.3.9	Erosione vento da cumuli	63
8.2.3.10	Gas scarico mezzi operativi	65
8.2.3.11	Sintesi delle emissioni medie orarie	66
8.2.4	Caratterizzazione delle sorgenti	67
8.2.4.1	Stato attuale.....	67
8.2.4.2	Stato di progetto	68

8.3	RISULTATI DELLE STIME	73
9.	CONCLUSIONI.....	75

ALLEGATO 1 – MAPPATURA DELLE CURVE DI ISOCONCENTRAZIONE

ALLEGATO 2A – DATI DI INPUT MODELLO (STATO ATTUALE)

ALLEGATO 2B – DATI DI INPUT MODELLO (STATO FUTURO – SCENARIO 1)

ALLEGATO 2C – DATI DI INPUT MODELLO (STATO FUTURO – SCENARIO 2)

ALLEGATO 3A – DATI DI OUTPUT MODELLO (STATO ATTUALE)

ALLEGATO 3B – DATI DI OUTPUT MODELLO (STATO FUTURO – SCENEARIO 1)

ALLEGATO 3C – DATI DI OUTPUT MODELLO (STATO FUTURO – SCENARIO 2)

1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'impianto è previsto nell'area industriale di Coriano a Forlì, in posizione decentrata rispetto al nucleo centrale dell'area, a est nord-est del centro di Forlì che dista in linea d'aria circa 4 chilometri.

Dal punto di vista paesistico, tutta l'area di Coriano risulta afferente all'ambito di pianura, caratterizzante la prevalenza del territorio forlivese.

L'area rientra nell'unità di paesaggio n. 7 "pianura romagnola" della classificazione del Piano Territoriale Paesistico Regionale, caratterizzata da una forte prevalenza agricola.

L'ambiente di pianura trova la sua origine a seguito dell'attività deposizionale dei corsi d'acqua esistenti e, conseguentemente, dal punto di vista litologico l'area risulta caratterizzata da depositi alluvionali (in prevalenza limo-argillosi). Morfologicamente l'area oggetto di studio è situata su un terrazzo fluviale del Ronco, in sponda sinistra.

La collocazione dell'impianto è prevista in posizione un po' decentrata rispetto al centro dell'area industriale di Coriano, in questa zona sono presenti ampie aree agricole e abitazioni civili inserite nel contesto industriale dell'area.

Il fiume Ronco scorre ad una distanza di circa 370 metri.



Figura 1. Corografia del sito su base Google Earth

L'area è servita da una viabilità tipica delle zone industriali.

L'impianto risulta previsto a circa 700 metri in linea d'aria dall'ingresso della tangenziale di Forlì, importante collegamento sia all'autostrada sia alle città limitrofe a Forlì. Via Enrico Mattei rappresenta l'arteria stradale di maggior importanza della zona in quanto collega le due aree industriali, quella di Coriano e l'area industriale Selva-Ansaldo.

2. 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.

Il 10 dicembre 2024 è entrata in vigore la **Direttiva (UE) 2024/2881** del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2024, relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, pubblicata sulla Gazzetta ufficiale dell'Unione europea del 20 novembre 2024. Gli Stati membri dovranno mettere in vigore le disposizioni legislative, regolamentari e amministrative necessarie per conformarsi alla direttiva entro l'11 dicembre 2026. Il tempo di adeguamento ai nuovi valori limite è previsto per il 1 gennaio 2030.

I nuovi limiti sono riportati di seguito e messi a confronto con quelli previsti dal D.Lgs n.155/2010 attualmente in vigore in Italia.

<i>Inquinante</i>	<i>Periodo di riferimento</i>	<i>Valore limite previsto dalla Direttiva 2008/50/CE (D.Lgs n.155/2010)</i>	<i>Valore limite previsto dalla nuova Direttiva UE 2024/2881</i>
PM2.5	1 giorno	Non previsto	25 µg/m³ (non superabile più di 18 volte/anno)
	Anno civile	25 µg/m³	10 µg/m³
PM10	1 giorno	50 µg/m³ (non superabile più di 35 volte/anno)	45 µg/m³ (non superabile più di 18 volte/anno)
	Anno civile	40 µg/m³	20 µg/m³

3. CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA

I dati, forniti dalla società Maind s.r.l. di Milano, sono stati ricostruiti per l'area in esame attraverso un'elaborazione "mass consistent" sul dominio tridimensionale effettuata con il modello meteorologico CALMET con le risoluzioni (orizzontali e verticali) indicate di seguito, dei dati rilevati nelle stazioni SYNOP ICAO (International Civil Aviation Organization) di superficie e profilometriche presenti sul territorio nazionale.

Periodo: **anno 2024**

Caratteristiche del dominio sul quale è stato ricostruito il campo di meteo:

- Origine SW: X = 257770.00 m E - Y = 4890770.00 m N UTM fuso 33 – WGS84
- Dimensioni orizzontali totali: 20 km x 20 km
- Risoluzione orizzontale (dimensioni griglia): dx = dy = 1000 m
- Risoluzione verticale (quota livelli verticali): 0-20-50-100-200-500-10000-2000-4000 m sul livello del suolo

Stazioni meteorologiche utilizzate

Stazioni sinottiche

- stazioni di superficie SYNOP ICAO
CERVIA LIPC 161480 [44.223995°N - 12.306990°E]
- stazioni di radiosondaggio SYNOP ICAO
16144 - San Pietro Capofiume profilo [44.649997°N - 11.619995°E]

Dati ricavati dal modello meteorologica europeo ECMWF – Progetto ERA5

- stazioni virtuali di superficie
non utilizzate
- stazioni virtuali di profilo verticale
non utilizzate

Stazioni sito specifiche da reti regionali/provinciali

Forlì Urbana	[44.220384°N - 12.041805°E]	Rete ARPA Emilia Romagna
Martorano	[44.166134°N - 12.267976°E]	Rete ARPA Emilia Romagna
Cesena Urbana (*)	[44.688399°N - 12.211607°E]	Rete ARPA Emilia Romagna
(*) stazione priva di anemometro		

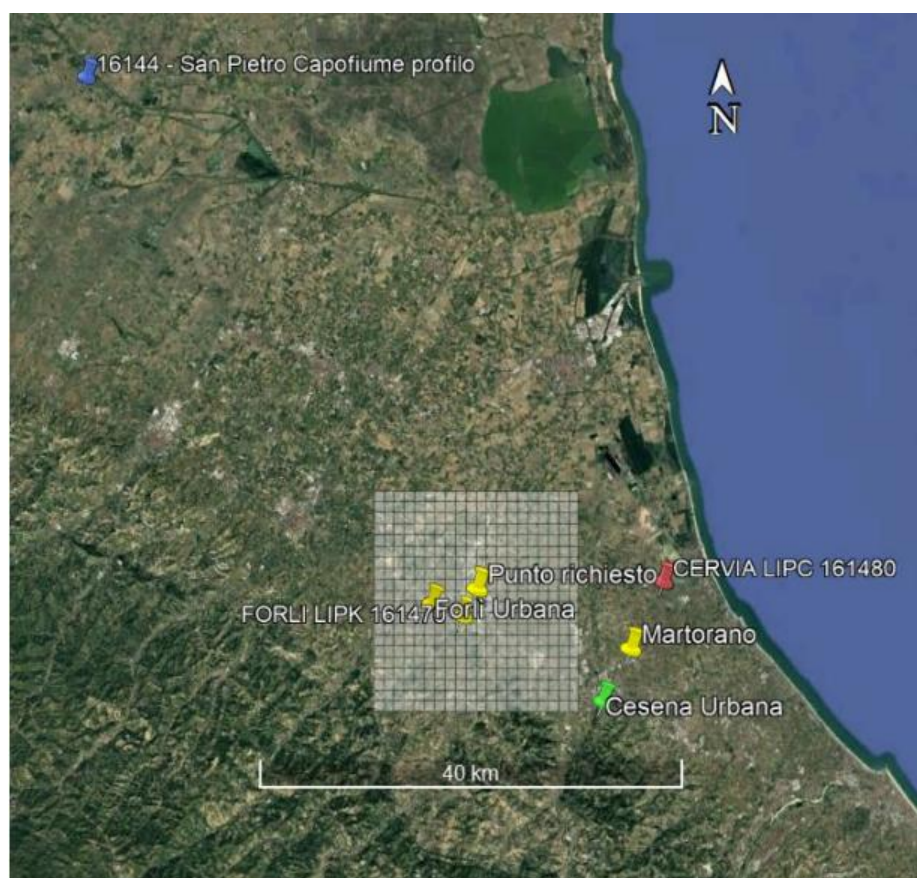


Figura 2. Stazioni SYNOP-ICAO di superficie e di profilo verticale più prossime al dominio ed eventuali stazioni sito specifiche

Il modello CALMET ricostruisce per interpolazione 3D “mass consistent”, pesata sull’inverso del quadrato della distanza, un campo iniziale tridimensionale (FIRST GUESS) che viene modificato per incorporare gli effetti geomorfologici ed orografici del sito in esame alla risoluzione spaziale richiesta (campo meteo STEP 1); il processo di interpolazione avviene per strati orizzontali, l’interazione tra i vari strati orizzontali viene definita attraverso opportuni fattori di BIAS che permettono di pesare strato per strato l’influenza dei dati di superficie rispetto ai dati profilometrici. Sul campo meteo (STEP 1) così definito vengono infine reintegrate le osservabili misurate per ottenere il campo finale (STEP 2) all’interno del quale in questo modo vengono recuperate le informazioni sito-specifiche delle misure meteo.

Nei paragrafi che seguono vengono riportate delle elaborazioni statistiche dei principali parametri meteo climatici estratti in corrispondenza della cella della griglia meteo interessata dall’intervallo, ovvero quella con baricentro di coordinate 44.216702°N, 12.086616°E.

3.1 TEMPERATURE

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

Si registrano periodi di gelo nei mesi di dicembre e gennaio.

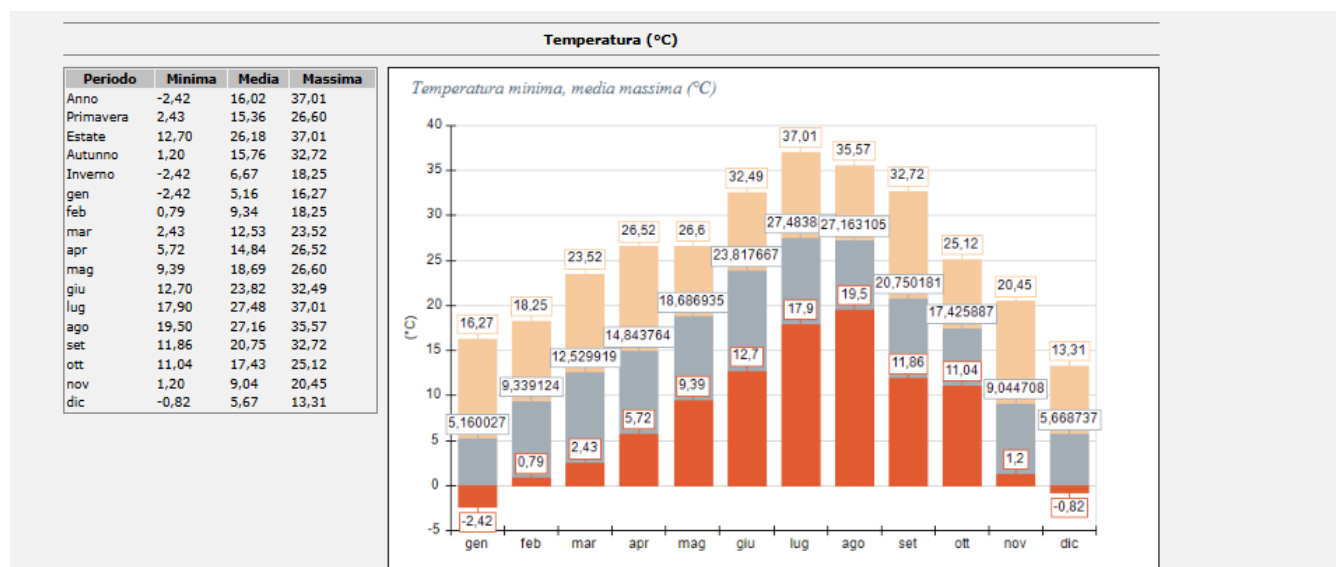


Figura 3. Andamento temperature minime, medie e massime mensili

3.2 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.

Nei grafici seguenti è riportato l'andamento medio orario su base annuale, che evidenzia il suo forte legame con la radiazione solare.

Le altezze di rimescolamento raggiungono i valori massimi nelle ore centrali, con valori maggiori nella stagione estiva dell'ordine di ca. 1800 metri e minimi in quella invernale di ca. 450 metri.

Le altezze minime di mescolamento si raggiungono nella stagione estiva dal tramonto all'alba, con valori intorno a ca. 80 metri.

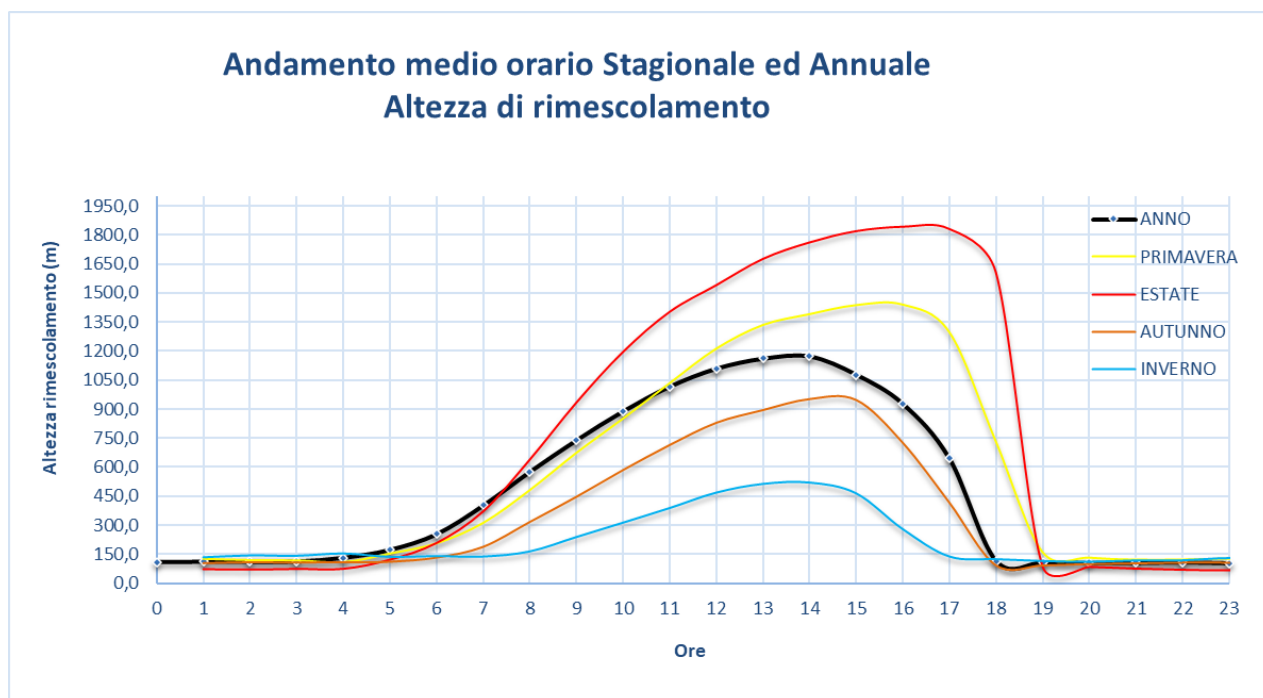


Figura 4. Andamento medio orario annuale e stagionale dell'altezza di rimescolamento

3.3 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.

Dall'istogramma di seguito riportato si evidenzia quanto segue:

- la classe con frequenza di accadimento maggiore a livello annuale è quella più stabile, ovvero la "F+G" con frequenza media annuale del 34,2% seguita dalla classe neutra, ovvero la "D", con una frequenza del 26,7%; a livello stagionale permane la medesima situazione.

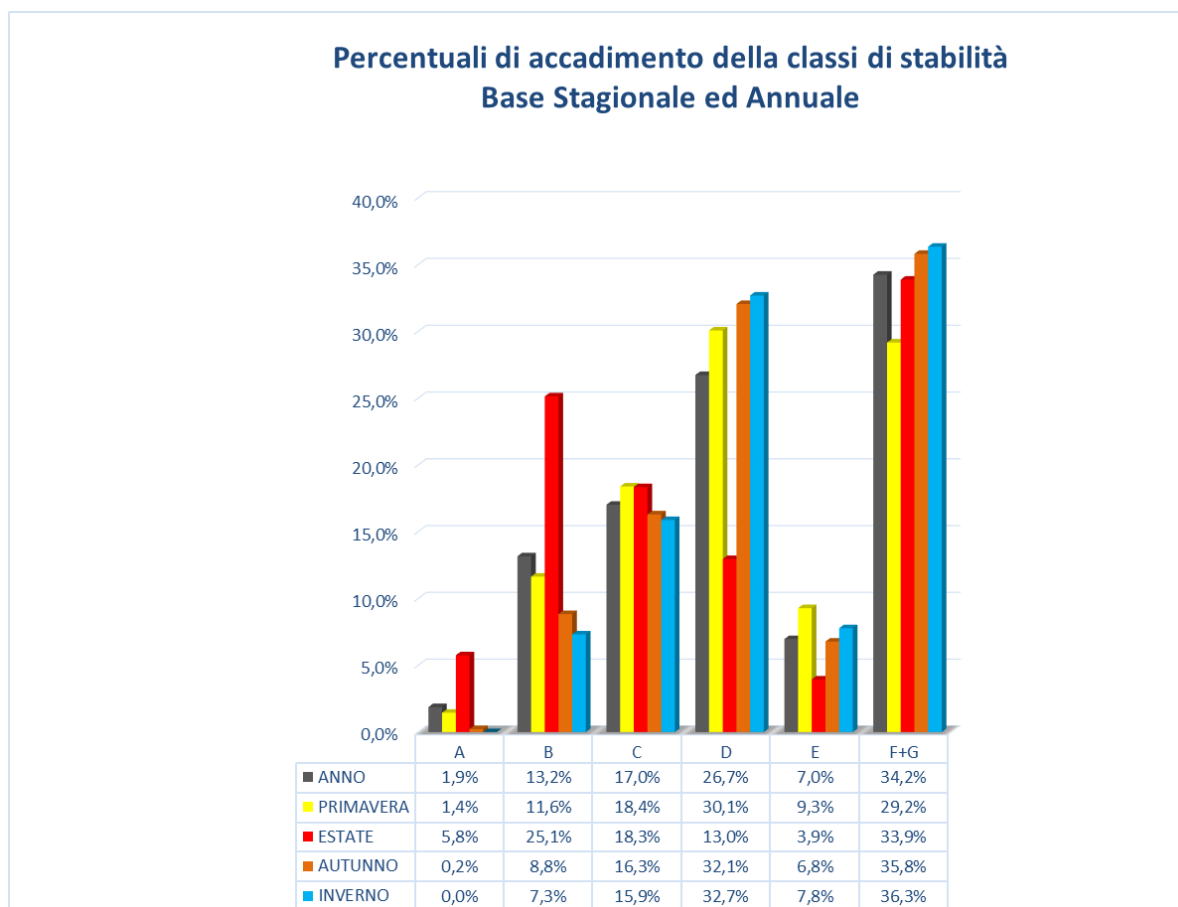


Figura 5. Percentuali di accadimento delle classi di stabilità su base annuale e stagionale

3.4 REGIME ANEMOLOGICO: VELOCITÀ E DIREZIONE DEL VENTO

Di seguito si riportano alcune statistiche della velocità del vento nell'area di indagine.

Statistiche Velocità del vento (m/s)		
Param.		Valore
Dati validi		8784,00
Min.		0,00
Med.		2,14
Max.		11,30
Moda		1,50
5° Perc.		0,57
25° Perc.		1,23
50° Perc.		1,82
75° Perc.		2,72
95° Perc.		4,60
% Calme		2,93

La suddivisione dei dati di velocità del vento secondo la scala Beaufort, come di seguito riportato, evidenzia come valori compresi tra 1.6 e 3.3 m/s rimangano i più frequenti; i valori compresi tra 0.3 e 5.4 m/s rappresentano dal 94 al 98% del campione mensile e circa il 96.3% su base annuale.

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	2,9%	55,6%	34,6%	6,4%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%
FEBBRAIO	1,9%	45,5%	31,7%	16,4%	4,0%	0,4%	0,0%	0,0%
MARZO	0,3%	28,9%	39,7%	20,7%	8,5%	2,0%	0,0%	0,0%
APRILE	0,4%	27,2%	45,8%	19,2%	5,7%	1,4%	0,3%	0,0%
MAGGIO	0,4%	33,3%	51,6%	12,8%	1,9%	0,0%	0,0%	0,0%
GIUGNO	0,3%	29,4%	54,6%	14,0%	1,5%	0,1%	0,0%	0,0%
LUGLIO	0,3%	29,8%	56,6%	12,8%	0,4%	0,1%	0,0%	0,0%
AGOSTO	0,1%	40,5%	50,4%	9,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
SETTEMBRE	0,1%	32,6%	52,8%	11,5%	2,6%	0,3%	0,0%	0,0%
OTTOBRE	1,5%	48,9%	39,8%	7,3%	2,6%	0,0%	0,0%	0,0%
NOVEMBRE	0,6%	47,2%	46,1%	4,3%	1,5%	0,3%	0,0%	0,0%
DICEMBRE	0,5%	30,7%	50,0%	16,8%	1,9%	0,0%	0,0%	0,0%
ANNO	0,8%	37,5%	46,2%	12,6%	2,6%	0,4%	0,0%	0,0%
Frequenza percentuale			0-5%		5-45%		>45%	

In merito alla direzione di provenienza del vento, la rosa dei venti annuale evidenzia come direzione principale di provenienza del vento quella da WSW-WNW ed in misura minore da ESE.

In estate e primavera si rileva la predominanza della componente da WSW, mentre in inverno ed autunno risulta evidente anche quella da WNW che in inverno è quella predominante.

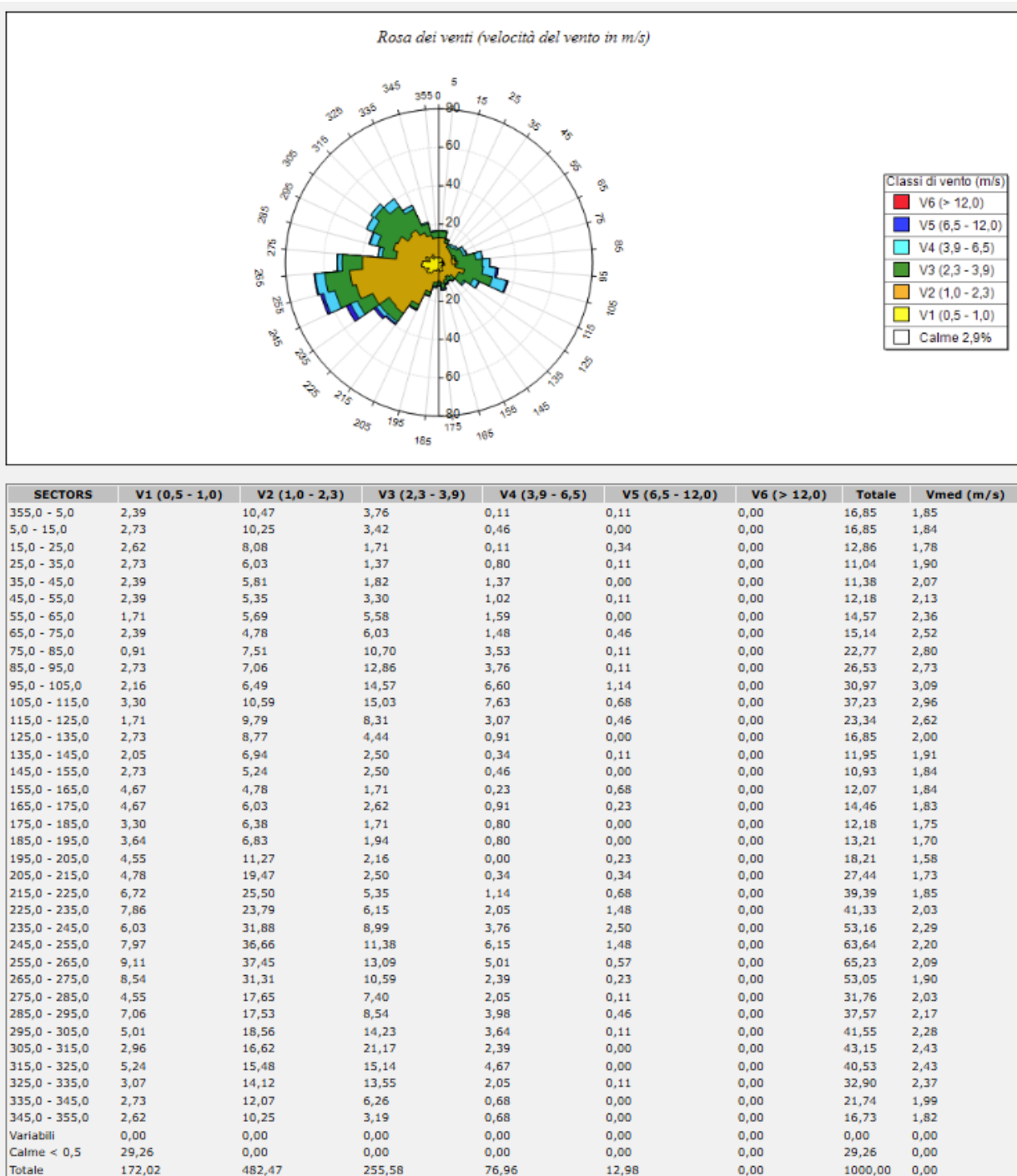


Figura 6. Rosa dei venti su base annuale e percentuale di accadimento delle classi di velocità

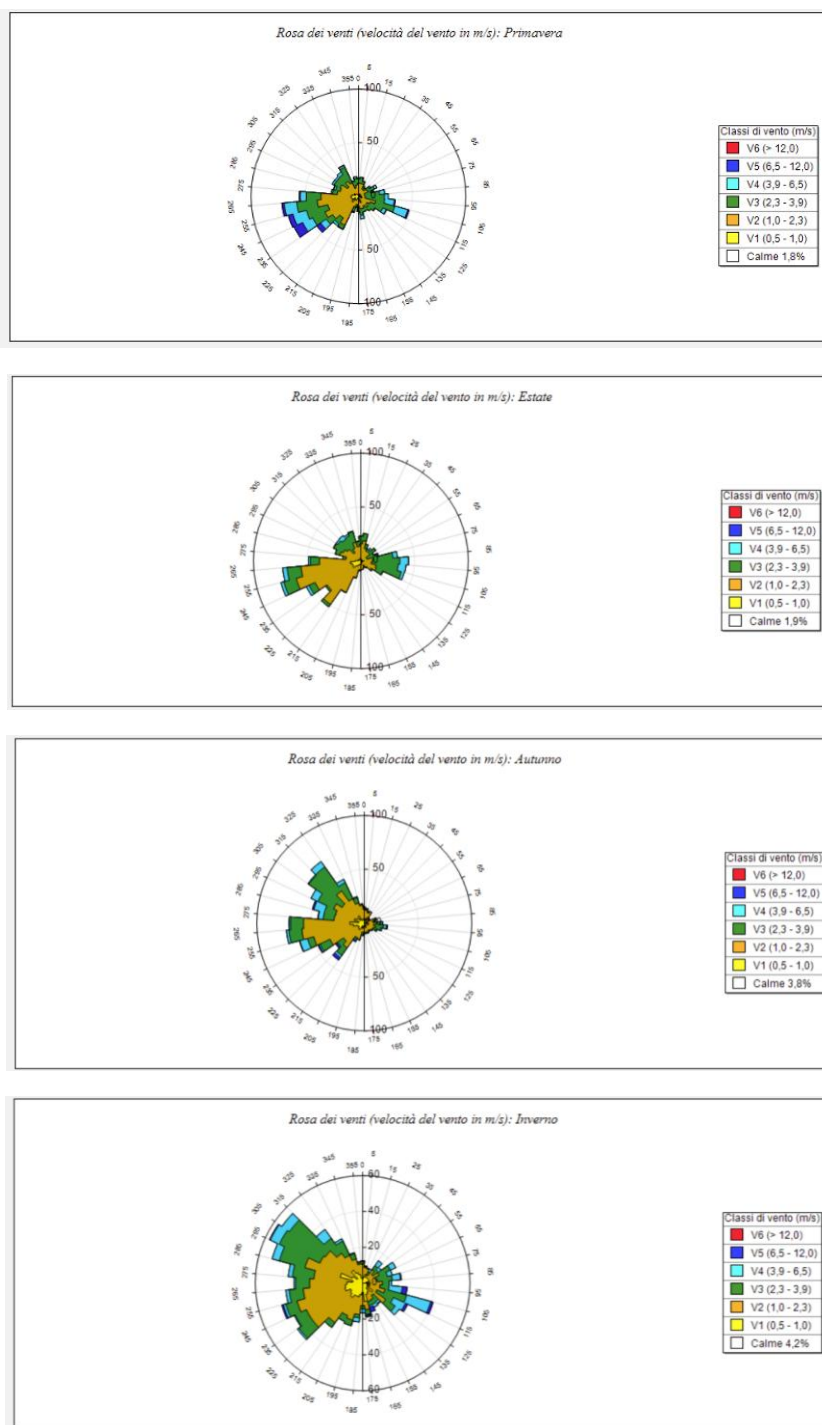


Figura 7. Rose dei venti su base stagionale

4. CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO DI QUALITÀ DELL'ARIA

4.1 PIANO ARIA INTEGRATO REGIONALE (PAIR2030) E ZONIZZAZIONE PROVINCIALE

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)

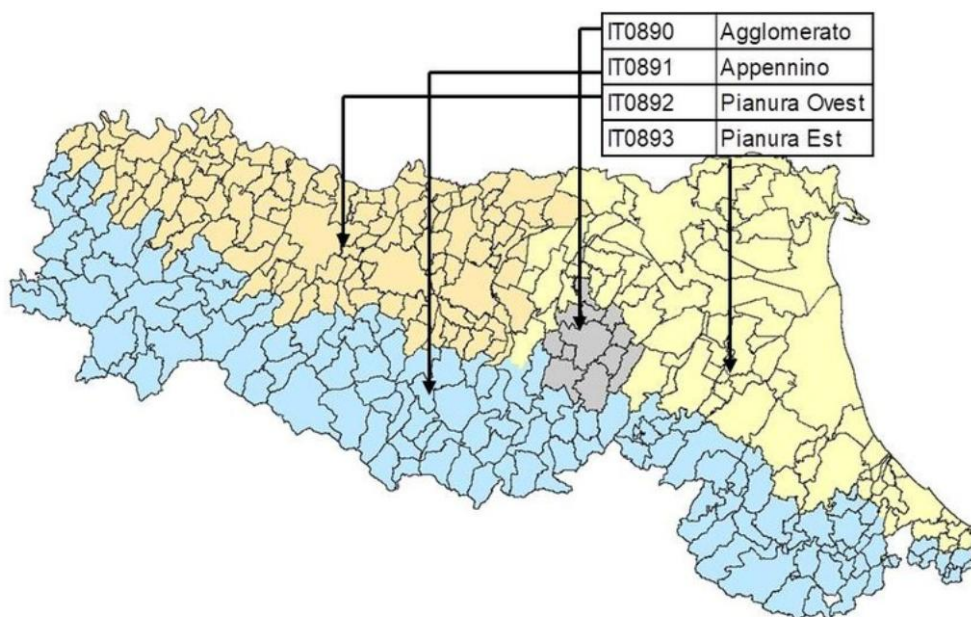


Figura 8. Individuazione delle quattro zone del territorio regionale.

Il PAIR 2030 si pone l'obiettivo di raggiungere livelli di qualità dell'aria ambiente volti a evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso, e di mantenere i livelli di qualità dell'aria, laddove buona, e migliorarla negli altri casi.

Nel dettaglio, ai sensi dell'art. 1 delle NTA del PAIR 2030, gli obiettivi previsti dal nuovo Piano riguardano la riduzione del:

- a) 13% delle emissioni di PM₁₀, corrispondente a 1440 tonnellate/anno;
- b) 13% delle emissioni di PM_{2.5}, corrispondente a 1298 tonnellate/anno;
- c) 12% delle emissioni di ossidi di azoto (NO_x), corrispondente a 8258 tonnellate/anno;
- d) 29% delle emissioni di ammoniaca (NH₃), corrispondente a 13538 tonnellate/anno;
- e) 6% delle emissioni di composti organici volatili (COV), corrispondente a 5005 tonnellate/anno;
- f) 13% delle emissioni di biossido di zolfo (SO₂), corrispondente a 1454 tonnellate/anno

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, corrispondono alle zone della Pianura Est e della Pianura Ovest e dell'Agglomerato di Bologna.

Il Comune di Forlì (FC) ricade nelle zone identificate come “Pianura Est” e quindi “aree di superamento” (Allegato 2 del PAIR).

L'art. 10 delle NTA del PAIR 2030 argomenta i provvedimenti abilitativi in materia ambientale, specificando che:

- comma 1 - le autorizzazioni ambientali, fra cui l'autorizzazione integrata ambientale (AIA), l'autorizzazione unica ambientale (AUA), l'autorizzazione alle emissioni nonché gli ulteriori provvedimenti abilitativi in materia ambientale, anche in regime di comunicazione, non possono contenere previsioni contrastanti con le previsioni del Piano.

L'art. 25 delle NTA del PAIR 2030 argomenta le prescrizioni e altre condizioni previste per le autorizzazioni per le attività produttive, ed in particolare:

1. L'Autorità competente si attiene, in sede di rilascio dell'autorizzazione integrata ambientale (AIA), alle seguenti prescrizioni:
 - a) fissazione dei valori limite di emissione più bassi fra quelli previsti nei documenti di riferimento sulle BAT (in particolare nella sezione "BAT conclusions") elaborati ai sensi della direttiva 2010/75/UE, con riferimento alle polveri totali e agli NO_x (ossidi di azoto) in caso di nuove installazioni, nei limiti in cui sia

tecnicamente possibile. I limiti di applicabilità tecnica devono essere adeguatamente motivati nel provvedimento di autorizzazione;

b) nelle zone della Pianura Est, Pianura Ovest e dell'Agglomerato di Bologna, fissazione dei valori limite di emissione più bassi fra quelli previsti nei documenti di riferimento sulle BAT (in particolare nella sezione "BAT conclusions") elaborati ai sensi della direttiva 2010/75/UE, con riferimento alle polveri totali, agli NOx (ossidi di azoto), agli ossidi di zolfo (SO₂), ai COV non metanici e agli specifici composti organici del processo in esame, in caso di nuove installazioni, nei limiti in cui sia tecnicamente possibile, e di modifiche sostanziali delle installazioni esistenti che configurino incrementi di capacità produttiva superiori o pari alla soglia di assoggettabilità ad AIA, come specificato al paragrafo 11.4.3.1.b, nei limiti in cui sia tecnicamente possibile e non comporti costi sproporzionati. I limiti di applicabilità tecnica devono essere adeguatamente motivati nel provvedimento di autorizzazione.

2. Ai fini di tutela della qualità dell'aria, ai sensi all'articolo 271, comma 4, del D.Lgs. n. 152/2006, potranno essere stabiliti appositi valori limite di emissione e prescrizioni più restrittive di quelle previste dagli Allegati I, II e III e V alla parte quinta del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152. Il Piano, al paragrafo 11.4.3.4, prevede i criteri che saranno attuati con un successivo atto di Giunta, sentita la competente Commissione assembleare

L'art. 27 delle NTA del PAIR 2030 concernente le procedure di valutazione di impatto ambientale argomenta:

1. La Valutazione d'impatto ambientale (VIA) relativa a progetti ubicati in zone di Pianure Est, Pianura Ovest e dell'Agglomerato di Bologna, si può concludere positivamente qualora il progetto presentato preveda le misure volte a ridurre l'effetto delle emissioni di PM₁₀, NOx, SO₂, COV, NH₃ introdotte. Al fine di assicurare un'applicazione omogenea della disposizione di cui al presente comma possono essere emanate apposite direttive ai sensi dell'articolo 15 della legge regionale 30 luglio 2015, n. 13 "Riforma del sistema di governo regionale e locale e disposizioni su Città Metropolitana di Bologna, Province, Comuni e loro Unioni" nei confronti di ARPAE.
2. Il proponente del progetto sottoposto alle procedure di cui al comma 1, ha l'obbligo di presentare una relazione relativa alle conseguenze in termini di emissioni per gli inquinanti PM₁₀, NOx, SO₂, COV, NH₃ del progetto presentato.
3. Le disposizioni di cui ai commi precedenti hanno valore di prescrizione

4.2 VALUTAZIONE MODELLISTICA REGIONE EMILIA ROMAGNA

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 (O₃), materiale particolato (PM₁₀, PM_{2.5}), biossido di azoto (NO₂).

Le tecniche adottate sono tecniche geostatistiche di tipo kriging a deriva esterna in cui si utilizza il campo di analisi prodotto dal modello NINFA come guida per la spazializzazione del dato.

Le mappe regionali vengono prodotte quotidianamente su una griglia di risoluzione 1 km X 1 km e sono rappresentative delle sole concentrazioni di fondo e non intendono rappresentare i picchi di concentrazione nei pressi di sorgenti emissive localizzate.

Di seguito si riportano le mappature ultime disponibili (anno 2024) per quanto concerne il PM₁₀ (media annuale e 90.4° delle concentrazioni giornaliere).

In merito all'area di indagine si evidenzia:

- PM₁₀, intesi come media annuale, con concentrazioni variabili nell'intervallo 20-30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- PM₁₀, inteso come 90.4° delle concentrazioni giornaliere (ovvero come 36° massimo assoluto), compreso nell'intervallo 40-50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (rispetto ad un limite di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

PM₁₀ di fondo
media annua
anno 2024



PM10 di fondo

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



4.3 I DATI DELLE CENTRALINE DELLA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

La Regione Emilia Romagna ha effettuato, a partire dal 2005, alcune revisioni della struttura della Rete Regionale di monitoraggio della Qualità dell'Aria (RRQA), per rendere conforme la rete ai nuovi requisiti normativi nazionali e regionali (D.Lgs 155/2010 e DGR 2001/2011).

L'attuale RRQA, che tiene conto anche della suddivisione del territorio regionale in zone omogenee dal punto di vista della qualità dell'aria, è composta da 47 stazioni di misura.

I punti di campionamento sono stati individuati per verificare il rispetto dei limiti:

- per la protezione della salute umana (stazioni di Traffico Urbano, Fondo Urbano, Fondo Urbano Residenziale, Fondo Sub Urbano) e
- per la protezione degli ecosistemi e/o della vegetazione (Fondo rurale e Fondo remoto).

Nella Provincia di Forlì-Cesena sono presenti 5 stazioni della Rete Regionale di rilevamento della qualità dell'aria (RRQA). Di seguito si fornisce un'indicazione della distribuzione spaziale delle stazioni all'interno del territorio provinciale, nonché la configurazione della rete e la relativa dotazione strumentale.

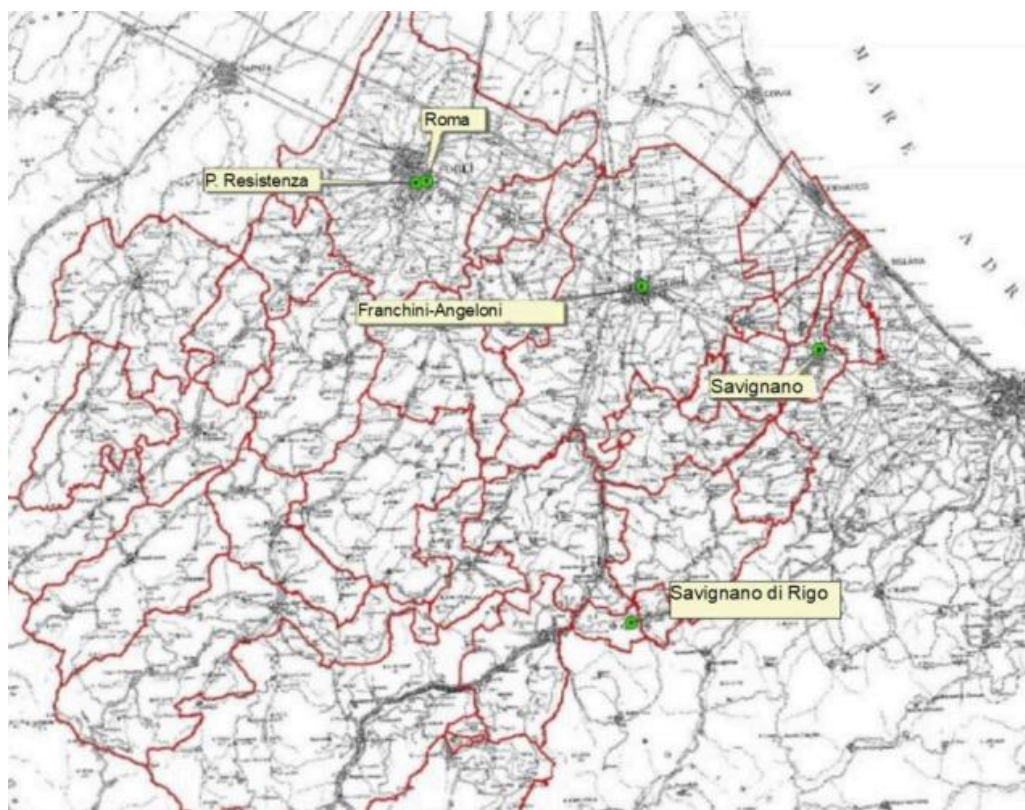












































Figura 9. Distribuzione delle stazioni di rilevamento della qualità dell'aria della Provincia di Forlì-Cesena

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	O3
	Sogliano al Rubicone	Savignano di Rigo		FRu						
	Savignano sul Rubicone	Savignano		FSubU						
	Cesena	Franchini-Angeloni		FU						
	Forlì	Resistenza		FU						
	Forlì	Roma		TU						

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 10. Configurazione della RRQA della Provincia di Forlì-Cesena

Pertanto, si evidenzia la presenza di:

- una centralina di tipo FU denominata Resistenza
- una centralina di tipo TU denominata Roma.

Di seguito si riporta una sintesi delle concentrazioni di PM10 e PM2.5, parametri considerati nelle valutazioni, desunti dal Rapporto sulla Qualità dell'Aria relativo all'anno 2024.

Nello specifico, si evidenzia il rispetto dei limiti sia per il PM10 che per il PM2.5 in relazione a quanto previsto dal D.Lgs 155/10.

In merito ai limiti previsti dalla Direttiva 2024/2881, si precisa che i nuovi standard di qualità dell'aria per gli inquinanti sono previsti da raggiungere entro il 2030, e che gli Stati membri possono chiedere che il termine del 2030 sia prorogato se sono soddisfatte condizioni specifiche

<i>PM10</i> [L.Q. = 3 µg/m³]				Concentrazioni giornaliere in µg/m³		Limiti Normativi		Direttiva 2024/2881	
<i>Stazione</i>	<i>Comune</i>	<i>Tipologia</i>	<i>Efficienza %</i>	<i>Minima</i>	<i>Massima</i>	<i>40 µg/m³</i>	<i>Max 35</i>	<i>20 µg/m³</i>	<i>Max 18</i>
						<i>Media anno</i>	<i>Nº giorni Sup. 50 µg/m³</i>	<i>Media anno</i>	<i>Nº giorni Sup. 45 µg/m³</i>
Franchini-Angeloni	Cesena	Fondo Urbano	99	<3	149	23	19 (14*)	23	27
Parco Resistenza	Forlì	Fondo Urbano	97	<3	116	21	20 (16*)	21	25
Roma	Forlì	Traffico	98	<3	127	24	23 (18*)	24	32
Savignano	Savignano sul Rubicone	Fondo Suburbano	98	<3	152	24	29 (24*)	24	34
Savignano di Rigo	Sogliano	Fondo Rurale	98	<3	183	13	8 (3*)	13	8

* Considerato che hanno avuto luogo alcuni episodi di trasporto di polveri sahariane, è stata effettuata la valutazione di questi contributi al fine di procedere allo scorporo degli stessi, come consentito dalla normativa (art. 15 del D. Lgs. 155/2010 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa").

<i>PM2.5</i> [L.Q. = 3 µg/m³]				Concentrazioni in µg/m³		Limite Normativo	Limite indicativo	Direttiva 2024/2881	
<i>Stazione</i>	<i>Comune</i>	<i>Tipologia</i>	<i>Efficienza %</i>	<i>Minimo</i>	<i>Massimo</i>	<i>25 µg/m³</i>	<i>20 µg/m³</i>	<i>10 µg/m³</i>	<i>Max 18</i>
						<i>Media anno</i>	<i>Media anno</i>	<i>Media anno</i>	<i>Nº giorni Sup. 25 µg/m³</i>
Parco Resistenza	Forlì	Fondo Urbano	99	<3	75	15	15	15	62
Savignano	Savignano sul Rubicone	Fondo Suburbano	95	<3	83	16	16	16	65

Di seguito si riporta un grafico che evidenzia il rapporto PM2.5/PM10 nelle concentrazioni mensili, che evidenzia come i valori minimi dell'ordine del 50% si rilevano nella stagione estiva, mentre quelli massimi dell'ordine dell'80% in quella invernale.

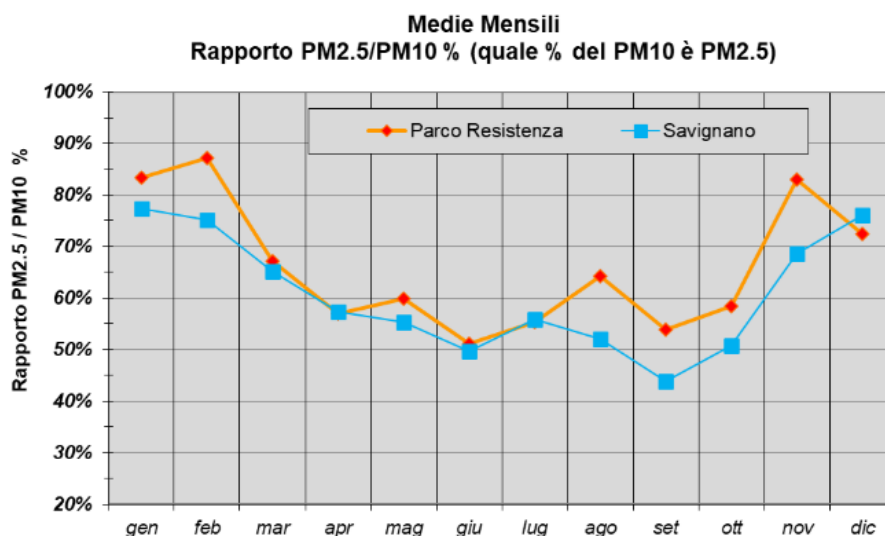
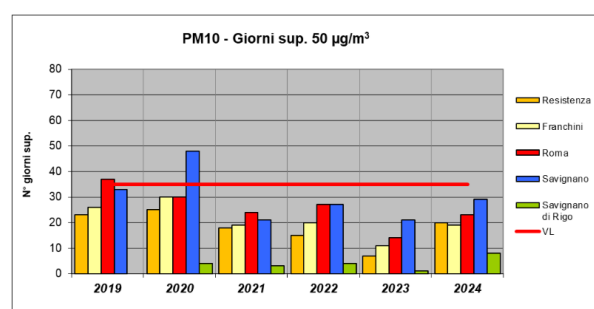
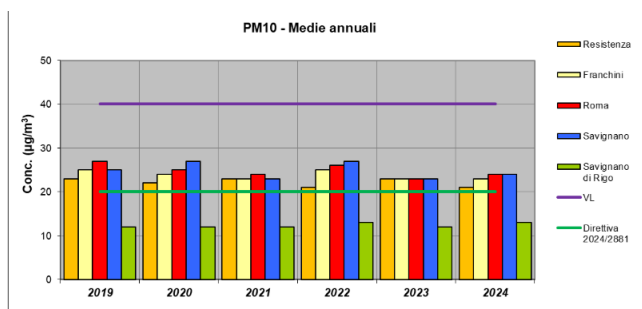


Figura 4.16 –
Rapporto
PM2.5/PM10:
medie mensili
2024 (quale % del
PM10 è PM2.5) –
Anno 2024

Di seguito si riportano per il PM10 alcuni grafici esplicativi dell'andamento delle medie annuali e dei giorni di superamento del valore limite giornaliero.



Di seguito si riportano i dati statistici relativi all'anno 2024 per le due stazioni di Forlì.

Stazione	U.M.	PM10 (media)	PM2.5 (media)
Resistenza	µg/m³	21,0	15,0
Roma	µg/m³	24,0	16,0

4.4 INVENTARIO INEMAR

L'inventario delle emissioni dell'Emilia-Romagna è una serie organizzata di dati relativi alla quantità di inquinanti introdotti in atmosfera a seguito di attività antropiche e da sorgenti naturali. Le attività antropiche e naturali che possono dare origine ad emissioni in atmosfera sono ripartite in 11 macrosettori.

Le stime emissive sono organizzate per inquinante, tipo di attività, combustibile eventualmente utilizzato, unità territoriale, periodo di tempo.

L'ultimo database disponibile online è quello relativo all'anno 2021.



Di seguito si riporta in tabella un estratto delle emissioni di polveri (PM 10) relativamente al Comune di Forlì, distinte per macrosettoe.

I dati statistici evidenziano come la maggioranza dei contributi (48,5%) sia risultata associata l macrosettoe 2 ed in particolare alla combustione in impianti residenziali.

A seguire il secondo contributo risulta attribuibile al traffico veicolare (23,3%).

Macrosettoe	Emissioni PM 10 (tonn)	Emissioni PM 10
2	108,6851	48,5%
3	1,2423	0,6%
4	4,9713	2,2%
6	20,5526	9,2%
7	52,2331	23,3%
8	8,2137	3,7%
9	2,8317	1,3%
10	25,5153	11,4%

5. METODOLOGIA DI CALCOLO

5.1 INDIRIZZI TECNICI | ARPAE 01/2025

In tale paragrafo viene riportata un'analisi di coerenza dell'approccio modellistico utilizzato nelle valutazioni in riferimento a quanto previsto nel documento "Indicazioni per l'utilizzo di tecniche modellistiche per la simulazione della dispersione in atmosfera e presentazione dei risultati", che fornisce gli INDIRIZZI TECNICI| ARPAE 01/2025.

INDIRIZZI TECNICI ARPAE 01/2025	Rif. Relazione
4. Impostazioni studio modellistico e set up modello	
4.1 Dominio di studio griglia di calcolo ricettori orografia	par. 5.5 par. 5.6 par. 5.7
4.2 Meteorologia Input meteorologico Trattamento calme di vento	par. 3 par. 5.8
4.3 Scenari emissivi Scenari	par. 8.1
4.4 Caratterizzazione sorgenti emissive	par. 8.2
4.5 Scelta e definizione degli inquinanti oggetto dello studio	par. 5.3
5 Presentazione risultati modellistici	par. Errore. L 'origine riferimento non è stata trovata.
6 Contenuti minimi della relazione Inquadramento dell'opera Caratterizzazione area di studio dal punto di vista meteorologico Caratterizzazione area di studio dal punto di vista della qualità dell'aria Caratterizzazione area di studio dal punto di vista emissivo Descrizione impostazioni studio modellistico	par. 1 par. 3 par. 4.1, 4.2, 4.3 par. 4.4 par. 5.2.1

In merito a quanto previsto per i dati di input e di output di cui al format all'Allegato A.3 dei presenti indirizzi regionali si rimanda a quanto riportato in **ALLEGATO 2A-2B** e **ALLEGATO 3A-3B**.

5.2 SISTEMA MODELLISTICO

5.2.1 Premessa

In merito al modello di dispersione utilizzato ed ai criteri per la sua selezione di cui al paragrafo 3.1 degli Indirizzi Tecnici di ARPAE (cfr. par. 5.1), si ritiene che il modello scelto (CALPUFF) sia pienamente compatibile con la tipologia di sorgenti emissive e le caratteristiche dell'area di indagine.

I modelli a puff, così come riportato nell'appendice A.5 dei sopra citati indirizzi regionali, possono essere considerati una categoria intermedia tra i modelli gaussiani e quelli lagrangiani. Sono applicabili in condizioni non omogenee e non stazionarie. L'emissione viene discretizzata in una serie di singoli puff, che vengono trasportati ad opera del campo di vento e la concentrazione ad un certo intervallo temporale è data dalla somma del contributo di ogni singolo puff. Possono simulare condizioni di calma di vento e sono applicabili al caso di terreni ad orografia complessa.

Si specifica che non sono state considerate applicazioni particolari di cui all'Allegato A.1 dei sopra citati indirizzi regionali.

5.2.2 Il modello meteorologico CALMET

CALMET è un modello meteorologico diagnostico che, a partire da una serie di osservazioni meteorologiche e di informazioni sull'orografia e sulle caratteristiche del territorio, produce campi tridimensionali orari di vento e temperatura e campi bidimensionali orari di diverse variabili micro-meteorologiche necessarie per caratterizzare la capacità dispersiva dell'atmosfera (es. altezza dello strato rimescolato, classe di stabilità atmosferica, flusso di calore sensibile, ecc.).

Il modello diagnostico per la ricostruzione del campo di vento utilizza un approccio a due fasi: (i) il campo di vento iniziale (initial guess field) viene aggiustato per tenere conto dell'effetto cinematico del terreno, dei venti di pendio e dell'effetto di bloccaggio esercitato dagli elementi del terreno, generando un campo di vento intermedio (step 1 wind field); (ii) il campo di vento intermedio viene poi adattato ai dati meteorologici osservati per produrre il campo di vento finale (final wind field).

Il modello meteorologico CALMET può funzionare in diverse modalità:

- a) utilizzando solo dati osservazionali (obs): in questo caso CALMET richiede almeno una stazione meteorologica al suolo ed una stazione meteorologica con profili verticali in quota.
- b) utilizzando solo dati da modello prognostico (no-obs): in questo caso CALMET riceve in input i dati di un modello previsionale della circolazione atmosferica (es. MM5, RAMS, COSMO-LAMI). Tali dati possono essere usati come initial guess field, come campo di vento step1 o come pseudo-osservazioni al suolo ed in quota.
- c) utilizzando sia dati misurati che da modello prognostico (approccio ibrido)

La scelta della modalità di utilizzo del modello CALMET è legata alla disponibilità di postazioni meteorologiche nell'area di interesse in grado di misurare le variabili minime richieste dal modello e/o alla disponibilità di modelli prognostici di buona qualità. Qualsiasi sia la modalità scelta, è necessario valutare la rappresentatività temporale e spaziale dei dati disponibili e la loro qualità.

L'output del modello CALMET è direttamente interfacciabile con il modello di dispersione atmosferica CALPUFF.

5.2.3 Il modello diffusivo CALPUFF

Per la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria è stato utilizzato un insieme di modelli matematici di dispersione atmosferica del tipo non stazionario, sviluppati dalla "Sigma Research Corporation" (Earth Tech, Inc.), nel 1990, e denominato "CALPUFF Model System".

CALPUFF appartiene alla tipologia di modelli descritti al paragrafo 3.1.2 della linea guida RTICTN_ACE 4/2001 "Linee guida per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell'aria", Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, Centro Tematico Nazionale– Aria Clima Emissioni, 2001.

Il sistema CALPUFF è uno dei "preferred models" adottati ufficialmente da US EPA per la valutazione dell'aria come da "Appendix W part 51 – Guideline on Air Quality Models, Federal Register, Vol. 68, NO. 72, Tuesday, April 15, 2003/ Rules and Regulation).

Il modello CALPUFF è classificabile nella tipologia 2 della scheda 9 della norma UNI 10796:2000 "Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi - Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici".

Inoltre, le Linee Guida in materia di odori della Regione Lombardia di cui alla D.G.R. n. 3018/2012 (espressamente citata per le valutazioni modellistiche dalla DET-2018-426 del 18/05/2018 della Regione Emilia Romagna), fra i modelli raccomandati per le valutazioni di impatto olfattivo, indicano quelli di tipologia non stazionari a puff quale CALPUFF.

L'interfaccia grafica utilizzata è il software **MMS-CALPUFF** della Maind s.r.l.

I dati meteorologici forniti dalla Maind s.r.l. (cfr. par. 3) sono stati elaborati con il pre-processore meteo CALMET e sono stati inseriti come input a CALPUFF.

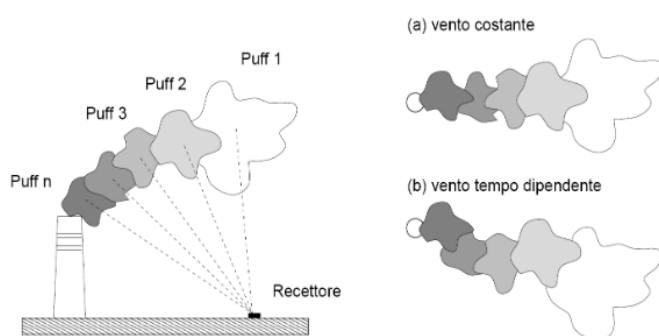
CALPUFF è stato inserito, a seguito di fasi di validazione ed analisi di sensibilità, nella "Guideline on Air Quality Model" tra i modelli ufficiali di qualità dell'aria riconosciuti dall'U.S.EPA.

CALPUFF è un modello Lagrangiano Gaussiano a puff, non stazionario, multistrato e multispecie, le cui caratteristiche principali sono:

- capacità di trattare sorgenti puntuali, lineari, areali, di volume, con caratteristiche variabili nel tempo (flusso di massa dell'inquinante, velocità di uscita dei fumi, temperatura, ecc.);

- notevole flessibilità relativamente all'estensione del dominio di simulazione, da poche decine di metri (scala locale) a centinaia di chilometri dalla sorgente (mesoscala);
- capacità di trattare situazioni meteorologiche variabili e complesse, come calme di vento, parametri dispersivi non omogenei, effetti vicino alla sorgente, come transitional plume rise (innalzamento del plume dalla sorgente), building downwash (effetti locali di turbolenza dovuti alla presenza di ostacoli lungo la direzione del flusso), partial plume penetration (parziale penetrazione del plume nello strato d'inversione), fumigation;
- possibilità di trattare emissioni odorigene.

Per poter tener conto della non stazionarietà dei fenomeni, l'emissione di inquinante (plume) viene suddivisa in "pacchetti" discreti di materiale (puff) la cui forma e dinamica dipendono dalle condizioni di rilascio e dalle condizioni meteorologiche locali.



La ricaduta al suolo viene calcolata in CALPUFF sommando il contributo di ogni singolo "puff" su alcuni generici punti dello spazio denominati recettori. La concentrazione C della specie simulata in corrispondenza di un generico recettore a distanza d_c e d_a (rispettivamente (distanza trasversale e longitudinale rispetto alla direzione del vento) dal "puff" è descritta dalla seguente equazione:

$$C = \frac{Q_k}{2\pi\sigma_x\sigma_y} g \exp\left[-\frac{d_a^2}{2\sigma_x^2}\right] \exp\left[-\frac{d_c^2}{2\sigma_y^2}\right]$$

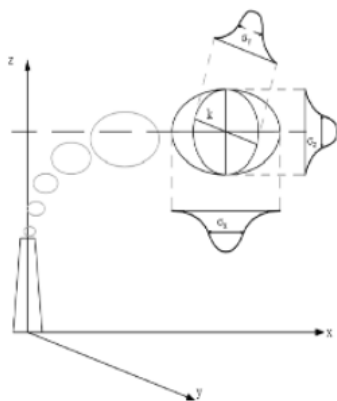
dove il termine g è definito dalla:

$$g = \frac{2}{\sqrt{2\pi}\sigma_z} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \exp\left[-\frac{(H_e + 2nh)^2}{2\sigma_z^2}\right]$$

con:

- C è la concentrazione di odore al suolo;
- Q_k è la massa della sostanza simulata del generico puff k ;
- σ_x , σ_y e σ_z sono i coefficienti di dispersione rispettivamente lungo la direzione del vento, la sua perpendicolare orizzontale e la sua perpendicolare verticale;
- g è il contributo verticale della dispersione;
- H_e è la quota del baricentro del puff;
- h è l'altezza di rimescolamento.

Il centro del singolo “puff” è sottoposto al trasporto del campo di vento 3D mentre la diffusione causata dalla turbolenza atmosferica determina il suo allargamento e viene descritta dai coefficienti di dispersione istantanei; questi sono funzione della distanza (o tempo di percorrenza) e delle caratteristiche dispersive dell’atmosfera.



CALPUFF utilizza diverse possibili formulazioni per il calcolo dei coefficienti di dispersione; in particolare, nel caso in esame è stata utilizzata l’opzione “Calcolo dei coefficienti di dispersione calcolati utilizzando le variabili micrometeorologiche” che permette il calcolo dei coefficienti di dispersione a partire dai metereologici disponibili (Lunghezza di Monin-Ubukhov, velocità d’attrito, ecc.)

Il contributo di ogni puff in un recettore viene valutato mediante un metodo “a foto”: ad intervalli di tempo regolari (sampling step), ogni puff viene “congelato” e viene calcolato il suo contributo alla concentrazione. Il puff può quindi muoversi, evolversi in forma e dimensioni fino all’intervallo successivo.

La concentrazione complessiva in un recettore, è quindi calcolata come sommatoria del contributo di tutti gli elementi vicini, considerando la media di tutti gli intervalli temporali (sampling step) contenuti nel periodo di base (basic time step), in genere equivalente ad un’ora.

Data la complessità della trattazione matematica del modello, per maggiori approfondimenti si rinvia al manuale tecnico di CALPUFF (Scire et al., 2011).

Analisi di sensitività

Di seguito si riportano alcune referenze di letteratura specialistica per l’analisi di sensitività di CALPUFF:

Berman, S., J.Y. Ku, J. Zhang and S.T. Rao, 1977. Uncertainties in estimating the mixing depth—Comparing three mixing depth models with profiler measurements, Atmospheric Environment, 31: 3023–3039.

Chang, J.C., P. Franzese, K. Chayantrakom and S.R. Hanna, 2001. Evaluations of CALPUFF, HPAC and VLSTRACK with Two Mesoscale Field Datasets. Journal of Applied Meteorology, 42(4): 453–466.

Environmental Protection Agency, 1998. Interagency Workgroup on Air Quality Modeling (IWAQM) Phase 2 Summary Report and Recommendations for Modeling Long-Range Transport Impacts. EPA Publication No. EPA-454/R-98-019. Office of Air Quality Planning & Standards, Research Triangle Park, NC.

Irwin, J.S., 1997. A Comparison of CALPUFF Modeling Results with 1997 INEL Field Data Results. In Air Pollution Modeling and its Application, XII. Edited by S.E. Gyrning and N. Chaumerliac. Plenum Press, New York, NY.

Irwin, J.S., J.S. Scire and D.G. Strimaitis, 1996. A Comparison of CALPUFF Modeling Results with CAPTEX Field Data Results. In Air Pollution Modeling and its Application, XI. Edited by S.E. Gyrning and F.A. Schiermeier. Plenum Press, New York, NY.

Morrison, K, Z-X Wu, J.S. Scire, J. Chenier and T. Jeffs-Schonewille, 2003. CALPUFFBased Predictive and Reactive Emission Control System. 96th A&WMA Annual Conference & Exhibition, 22-26 June 2003; San Diego, CA.

Schulman, L.L., D.G. Strimaitis and J.S. Scire, 2000. Development and evaluation of the PRIME Plume Rise and Building Downwash Model. JAWMA, 50: 378-390.

Scire, J.S., Z-X Wu, D.G. Strimaitis and G.E. Moore, 2001. The Southwest Wyoming Regional CALPUFF Air Quality Modeling Study—Volume I. Prepared for the Wyoming Dept. of Environmental Quality. Available from Earth Tech at <http://www.src.com>.

Strimaitis, D.G., J.S. Scire and J.C. Chang, 1998. Evaluation of the CALPUFF Dispersion Model with Two Power Plant Data Sets. Tenth Joint Conference on the Application of Air Pag. 40 di 59 Pollution Meteorology, Phoenix, Arizona. American Meteorological Society, Boston, MA. January 11-16, 1998.

5.2.4 Il post-processore RUNAnalyzer

La post-elaborazione dei dati è stata effettuata con il software **MMS RUNAnalyzer** della Maind Srl.

Il programma consente di:

- leggere i file di output generati da CALPUFF;
- estrarre singoli run in base a una data selezionata;
- estrarre la serie temporale dei risultati calcolati per uno o più recettori;
- effettuare vari tipi di elaborazioni, come il calcolo della media, dei percentili, dei superamenti di soglia aggregando i dati su varie basi temporali;
- effettuare la verifica del rispetto dei principali limiti di legge;
- generare mappe di isconcentrazione su base google earth;
- effettuare la stima degli NO₂ a partire dai risultati per gli NO_x attraverso l'implementazione del metodo ARM 2 dell'EPA.

In merito all'ultimo punto dell'elenco si precisa quanto segue.

Le sorgenti che emettono gas derivanti da combustione emettono Ossidi di Azoto (NO_x) principalmente sotto forma di monossido di Azoto (NO) parte del quale, reagendo per permanenza in atmosfera con Ozono e altri agenti ossidanti, si trasforma in biossido di Azoto (NO₂). Le normative sulla qualità dell'aria sia nazionali (DL 155 del 13/08/2010) che internazionali definiscono limiti di concentrazione su NO₂ quindi, per una corretta stima degli standard di qualità dell'aria, potrebbe risultare necessario riuscire a stimare il rapporto NO₂/NO_x nella valutazione degli indicatori di qualità dell'aria calcolati attraverso simulazioni modellistiche.

Poiché il processo di trasformazione NO - NO₂ per permanenza di NO_x in atmosfera è piuttosto complesso e soprattutto fortemente legato alle condizioni ambientali sito-specifiche, nello svolgimento degli studi di emissione si adottano delle ipotesi semplificative per la definizione del rapporto NO₂/NO_x.

Il tipico approccio di primo livello in uno studio di diffusione modellistico è quello cautelativo cioè assumere che l'NO_x emesso sia da considerarsi totalmente come NO₂ (cioè NO₂/NO_x = 1); sempre in questo contesto si può inquadrare anche la procedura EPA ARM (Ambient Ratio Method) secondo la quale il rapporto NO₂/NO_x è un valore costante pari a 0.8 per la valutazione dei valori orari e 0.75 per la valutazione dei valori annuali. Queste metodologie in genere sovrastimano il valore orario di NO₂ però l'ipotesi cautelativa che ne è alla base, in assenza di superamenti degli indicatori di qualità dell'aria, garantisce la robustezza dell'analisi regolatoria.

Un approccio più articolato, di secondo livello, potrebbe essere quello di calcolare direttamente il rapporto NO₂/NO_x per gli indicatori medi temporali di qualità dell'aria partendo dai dati misurati nelle centraline ARPA dove quasi sempre sono disponibili i valori orari misurati sia di NO che di NO₂. Per utilizzare questo approccio occorre però riuscire a selezionare eventuali stazioni ARPA significative per il sito in esame in modo che il rapporto NO₂/NO_x preservi le sue caratteristiche sito-specifiche.

Vi è infine un approccio modellistico, di livello 3, basato sulla valutazione "semplificata" del processo di trasformazione chimica degli NO_x presenti in atmosfera.

US-EPA ha validato negli ultimi anni una nuova tecnica di valutazione chiamata **ARM2** basata sul perfezionamento della metodologia ARM (*Ambient Ratio Method*).

ARM2 permette di definire il rapporto NO₂/NO_x utilizzando la seguente funzione polinomiale:

$$y = a \cdot x^6 + b \cdot x^5 + c \cdot x^4 + d \cdot x^3 + e \cdot x^2 + f \cdot x + g$$

dove:

y = rapporto NO₂/NO_x da cui NO₂ = y*NO_x

x = concentrazione di NO_x calcolata dal modello

a,b,c,d,e,f,g = coefficienti costanti della funzione interpolante i cui valori sono riportati nella tabella seguente:

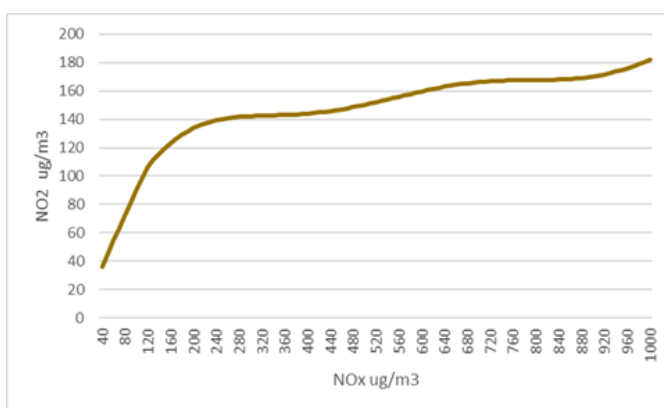
Coefficienti	Per NO _x espressi in ppb	Per NO _x espressi in µg/m ³
a	-5.176E-16	-1.1723E-17
b	1.005E-12	4.2795E-14

c	-7.288E-10	-5.8345E-11
d	2.296-07	3.4555E-08
e	-1.981-05	-5.6062E-06
f	-5.148E-03	-2.7383E-03
g	1.244E+00	1.2441E+00

La funzione polinomiale interpolante riportata è stata elaborata da EPA attraverso l'analisi delle serie decennali [2001 – 2010] dei dati misurati di NO ed NO₂ in tutte le stazioni del territorio nazionale Americano. L'analisi dettagliata del procedimento che ha portato allo sviluppo della procedura ARM2 è descritto nella pubblicazione Ratio Method Version 2 (ARM2) for use with AERMOD for 1-hr NO₂ Modeling.

La procedura ARM2, secondo le indicazioni EPA riportate nella pubblicazione citata, è applicabile per valori del rapporto NO₂/NO_x compresi nell'intervallo [0.2 – 0.9].

Nel grafico a fianco viene riportata la curva ARM2 dei valori di concentrazione di NO₂ (µg/m³) in funzione dei valori di concentrazione calcolati di NO_x (µg/m³)



5.3 INQUINANTI

Gli indirizzi tecnici ARPAE a tal proposito prevedono che la valutazione modellistica ha lo scopo di quantificare le ricadute del solo particolato primario PM10 e della frazione fine PM2.5 emessi dalle sorgenti di emissione in esame. Nei casi in cui l'emissione della frazione fine PM2.5 non sia disponibile, la stima di ricaduta del PM2.5 può essere cautelativamente equiparata a quella del PM10. Mentre, qualora l'emissione sia espressa in termini di polveri totali, cautelativamente tutte le polveri possono essere considerate PM10.

In relazione alle attività che saranno svolte all'interno dell'impianto oggetto di valutazione, rappresentato da un nuovo centro di gestione e recupero di rifiuti inerti non pericolosi, come inquinante rappresentativo sono state considerate le polveri, ed in particolare il PM10.

Visto e considerato che il fattore per il PM2.5 è presente solo per alcune delle fonti emissive presenti, la stima della ricaduta viene considerata "a titolo cautelativo" pari al PM10.

5.4 BUILDING DOWNWASH

Dal punto di vista della diffusione di inquinanti in atmosfera si parla di effetti scia per emissioni solo da camini emissivi cioè da emissioni dotate di una certa temperatura del pennacchio superiore a quella ambiente (pennacchi caldi).

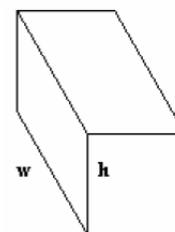
Sottovento ad ogni camino emissivo (di altezza h_s e diametro D) si crea una scia di flusso caratterizzata da una pressione inferiore a quella dell'aria circostante. L'effetto aerodinamico della scia sul pennacchio è un abbassamento h_d della sua altezza efficace.

L'altro aspetto importante è rappresentato dalla presenza di edifici/ostacoli nelle immediate vicinanze dei camini emissivi. Quando un flusso d'aria investe un edificio, si verifica un effetto fluidodinamico piuttosto complesso caratterizzato dalla formazione di una scia turbolenta alle spalle dell'oggetto investite dal flusso di fluido. Le aree in cui si formano le turbolenze, creano particolari moti convettivi che hanno l'effetto di rimescolare completamente l'inquinante intrappolato favorendone la ricaduta al suolo.

L'input a CALPUFF per il fenomeno di Building Downwash è stato ricostruito attraverso l'applicativo **BPIP** (**B**uilding **P**rofile **I**nterface **P**rogram). Tale programma permette di valutare se un camino emissivo è soggetto o meno all'effetto scia di un edificio (o complesso di edifici) e di calcolare le dimensioni di questi edifici/ostacoli relativamente alla direzione del vento.

Il modello BPIP implementa le linee guida GEP dell'EPA e, per calcolare le dimensioni in funzione della direzione del vento, compie un esame geometrico di questo tipo:

- una volta definito il dominio di calcolo di interesse per un successivo modello diffusivo, vengono individuati al suo interno quegli edifici/ostacoli che si presume possano generare un effetto scia sui camini emissivi o più semplicemente che si desidera indagare dal punto di vista della determinazione di un possibile effetto scia;
- per ogni camino diffusivo vengono definiti 36 (16) settori circolari di apertura pari a 10° ($22,5^\circ$) ognuno;
- per ogni settore circolare la direzione di riferimento è il centro del settore (es: data la direzione 10° il settore di angolo di riferimento sarà $[6^\circ - 15^\circ]$ e così via);
- ogni edificio di interesse (definito in input a BPIP attraverso le sue dimensioni effettive) viene proiettato, all'interno di ogni settore, perpendicolarmente alla direzione di riferimento del settore stesso, in questo modo si ottengono 36 (16) valori di quota dell'edificio e 36 (16) valori di larghezza del medesimo ($Bh(i)$ e $Bw(i)$ $i=1,36$ (16) dipendenti dalla direzione del vento;
- i valori finali dei parametri così ottenuti possono essere inseriti direttamente come input nel modello diffusivo.



E' stato utilizzato l'algoritmo **PRIME (Plum Rise Model Enhancements)** dell'**EPA**, un miglioramento al calcolo del building downwash, che presenta due principali caratteristiche migliorative rispetto al metodo tradizionale ISC, ovvero:

- aumenta la dispersione dovuta alla scia degli edifici;
- diminuisce il plum rise a causa del flusso discendente in prossimità degli edifici e dell'aumento dell'entrainment nella loro scia.

PRIME considera la posizione del camino rispetto all'edificio, la deflessione della linea di demarcazione vicino all'edificio e gli effetti di taglio della velocità del vento verticale e deficit di velocità sull'innalzamento del pennacchio. All'interno della scia creata da un edificio rettangolare a spigoli vivi, PRIME calcola esplicitamente i campi dell'intensità della turbolenza, della velocità del vento e della pendenza della linea retta, che gradualmente decadono ai valori ambientali sottovento dell'edificio. La traiettoria del pennacchio all'interno di questi campi modificati viene stimata utilizzando un modello numerico di risalita del pennacchio.

Il modello PRIME include diversi progressi nella modellazione degli effetti di downwash degli edifici, tra cui la dispersione migliorata nella scia, l'aumento del pennacchio ridotto dovuto alla flessione semplificata, l'aumento della turbolenza e un trattamento continuo delle scie vicine e lontane.

Il modello PRIME ha mostrato prestazioni migliorate rispetto all'attuale modello ISC3, ed è in genere raccomandato in quanto l'uso dell'approccio tradizionale H-S/S-S tende a sovrastimare le concentrazioni nelle immediate vicinanze degli edifici (Barclay and Scire 2011; Bluett et al. 2004 - Schulman, Lloyd L., David G. Strimaitis, and Joseph S. Scire. 2000. "Development and Evaluation of the PRIME Plume Rise and Building Downwash Model").

Nella presente valutazione non è stato considerato l'effetto del Building Downwash per l'assenza di sorgenti puntuali.

5.5 DIMENSIONI, PASSO DELLA GRIGLIA E SISTEMA DI GEOREFERENZIAZIONE

Di seguito le estensioni domini di calcolo del preprocessore meteorologico CALMET e del processore CALPUFF:

		Sistema di riferimento WGS-84 UTM 33	
CALMET	Angolo SW	258770.0 X(m)	4891570.0 Y(m)
	Passo griglia	1000 (m)	
	Estensione dominio	20 x 20 (km)	
CALPUFF	Angolo SW	265245.0 X(m)	48980450 Y(m)
	Passo griglia	50 (m)	
	Estensione dominio	3 x 3 (km)	

Nell'immagine seguente sono riportate su base Google Earth la griglia di calcolo di simulazione CALPUFF e la griglia di calcolo del pre-processore meteo CALMET.

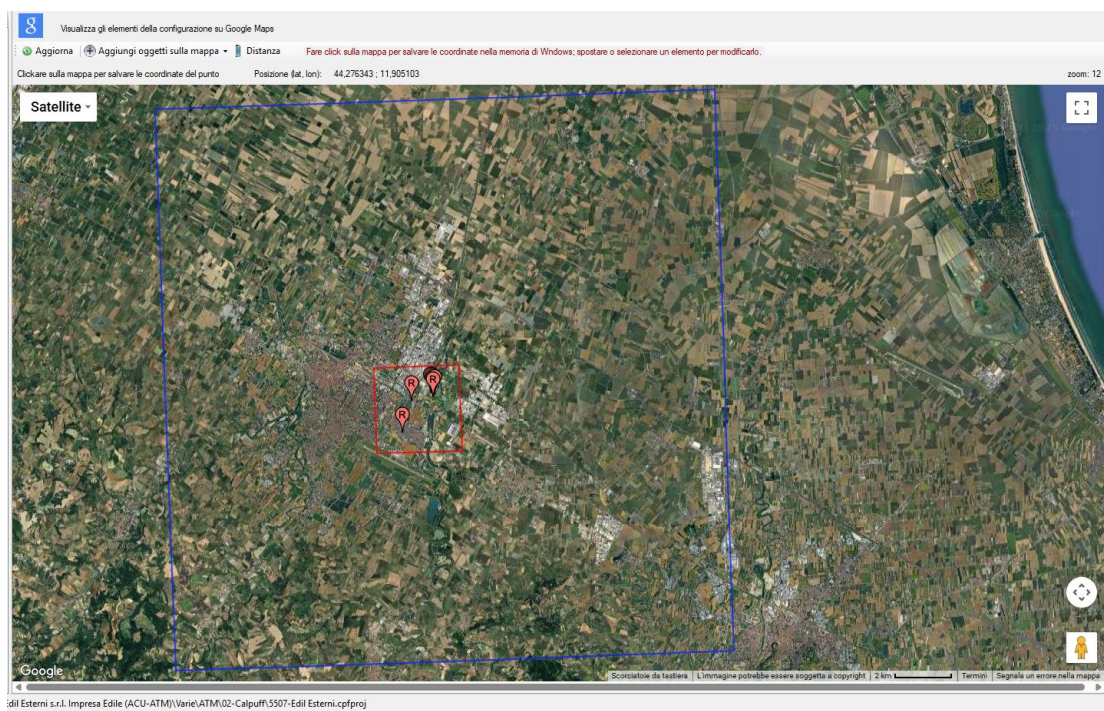


Figura 11 – Griglie di calcolo CALMET (blu) e CALPUFF (rosso)

5.6 RICETTORI

I ricettori sono quei punti all'interno del dominio spaziale di simulazione in corrispondenza dei quali il modello di dispersione calcola le concentrazioni di inquinanti.

Nella presente valutazione è stata considerata sia una disposizione regolare a griglia (cfr. par. 5.5) sia in posizioni specifiche in termini di ricettori discreti.

Per la scelta dell'ubicazione di tali ricettori si è fatto a quanto previsto dagli indirizzi Tecnici ARPAE 01/2025, considerando:

- edifici residenziali più prossimi (da R1 a R7)
- edificio residenziale più prossimo del centro urbano di Forlì (R8)
- edificio sensibile più prossimo, rappresentato da una scuola elementare (R9)

I punti bersaglio in corrispondenza dei ricettori sono stati posizionati ad un'altezza di 2.0 m (altezza conservativa media del recettore umano).

Le coordinate sono espresse in UTM fuso 33 – WGS84.

Codice	UTM WGS84 – Fuso 33		Descrizione
	Coord. X	Coord. Y	
R01	267294	4900126	Edificio residenziale 2 piani
R02	267276	4900136	Edificio residenziale 2 piani
R03	267263	4900145	Edificio residenziale 2 piani
R04	267241	4900141	Edificio residenziale 2 piani
R05	267326	4900056	Edificio residenziale 2 piani
R06	267341	4899986	Edificio residenziale 2 piani
R07	267373	4900064	Edificio residenziale 2 piani
R08	266563	4899860	Edificio residenziale 2 piani
R09	266192	4898774	Edificio scolastico

Tabella 1 – Ricettori discreti

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



Figura 12 – Individuazione dei ricettori più prossimi al sito su base Google Earth



Figura 13 – Individuazione di tutti ricettori su base Google Earth

5.7 OROGRAFIA

Il territorio incluso nel dominio spaziale non risulta caratterizzato dalla predominanza di elementi orografici (valli, colline, montagne) o da variazione del tipo di suolo (linea di costa, area urbana/area rurale) tali da renderlo un terreno complesso.

Tuttavia, si segnala che il file meteo di input al modello di simulazione ricostruito con CALMET, ha considerato anche l'orografia e l'uso del suolo, ovvero:

Orografia - Risoluzione originaria del DTM : 3 archi di secondo (circa 90 m) - Fonte dati DTM: USGS EROS Archive - Digital Elevation - Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Non-Void Filled

Uso del suolo - Risoluzione originaria uso suolo: 100 m - Fonte dati Uso del Suolo: Classificazione CORINE Land Cover 1:100.000 aggiornata al 2012 delle regioni italiane (ISPRA - <https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/suolo-e-territorio/copertura-delsuolo/corine-land-cover>)

5.8 TRATTAMENTO CALME DI VENTO

Il trattamento delle calme di vento in CALPUFF è descritto al paragrafo 2.14 della guida utente del modello di dispersione (J.S. Scire, D.G. Strimaitis, R.J. Yamartino, "A Users's Guide for the CALPUFF Dispersion Model", Earth Tech Inc., gennaio 2000). Nello specifico sono adottati seguenti accorgimenti:

- rimane immutata la posizione del centro del puff;
- l'intera massa dell'inquinante è posta in un unico puff;

- il puff viene posto istantaneamente alla quota finale di innalzamento;
- non sono calcolati gli effetti scia degli edifici;
- la crescita dei parametri di dispersione che tengono in considerazione la dimensione del puff è calcolata in funzione del solo tempo.

Per quanto riguarda i puff che sono stati rilasciati prima dell'ora di calma di vento, CALPUFF attua i seguenti accorgimenti durante le ore di calma:

- rimane immutata la posizione del centro del puff;
- il puff viene posto istantaneamente alla quota finale di innalzamento;
- la crescita dei parametri di dispersione che tengono in considerazione la dimensione del puff è calcolata in funzione del solo tempo.

6. INTERVENTO DI PROGETTO

L'intervento di progetto consiste nella realizzazione di un impianto di messa in riserva e recupero rifiuti speciali non pericolosi (inerti) provenienti da cantieri edili di attività di costruzione e demolizione.

L'area dove insisterà l'attività è pianeggiante ed attualmente si presenta come una vasta area di deposito di materiali edili utilizzati dalla ditta EDILESTERNI per le proprie attività di costruzione o per la vendita a terzi.

In Figura 14 si riporta la planimetria nello stato ANTE-OPERAM.

L'impianto avrà un'estensione di 11.153,14 mq.

Come evidenziato in planimetria POST-OPERAM (Figura 15), tutta l'area dell'impianto sarà impermeabile ovvero tutte le aree di lavorazione, le aree di messa in riserva e le aree di movimentazione e della viabilità interna saranno cementate. Rimarrà permeabile (con composizione stratigrafica non modificata rispetto alla situazione ante-operam), per esigenze di invarianza idraulica, solo una piccola area sopra la quale non vi saranno cumuli, attività lavorative e passaggi di mezzi pesanti e l'area di conferimento rifiuti dentro a container chiusi, posti all'ingresso dell'impianto su via Golfarelli.

In particolare, nella planimetria di seguito riportata sono evidenziate le seguenti aree:

- Ingresso mezzi: la viabilità prevede l'ingresso mezzi da via Golfarelli dove sarà presente un'area adibita a parcheggio esterno al centro e una zona di verde pubblico;
- Area messa in riserva rifiuti non pericolosi in container chiusi: quest'area è permeabile con piazzale costituito da 50 cm di frantumato di maceria (mps) e 15 cm di stabilizzato;
- Area carichi non conformi e area rifornimento gasolio: area impermeabile posta in ingresso al centro. L'acqua derivante dal lavaggio meteorico di tale area sarà adeguatamente trattata, depurata e inviata in fognatura pubblica;
- Area pesatura ed accettazione: Tale area comprende l'impianto di pesatura, il fabbricato degli uffici e servizi annessi (area ristoro e locale wc). Tale area sarà cementata.
- Area lavaggio mezzi: area pavimentata con adeguato sistema di trattamento delle acque di lavaggio;
- Aree di Stoccaggio. Sono definite le aree di stoccaggio di ciascun codice EER gestito all'interno del centro. Considerando la tipologia di rifiuto, la messa in riserva avverrà in cumuli posizionati su piazzale impermeabile e, per i materiali polverulenti, saranno predisposti getti di acqua per la bagnatura del cumulo disposti lungo tutto il perimetro di confine a 20 metri di distanza l'uno dall'altro. I materiali non polverulenti (metalli misti, plastica, ferro, alluminio ecc.) saranno posizionati in cassonetti chiusi all'ingresso dell'impianto su pavimentazione permeabile.
- Fascia di lavorazione degli inerti: le operazioni di triturazione e vagliatura verranno eseguite mediante impianto mobile il quale verrà posizionato all'interno dell'area di lavorazione ed esattamente davanti al cumulo da lavorare (TRITURATORE SEMOVENTE CAMS UTM 1.000). In particolare, sono state definite tre postazioni identificate in planimetria. L'impianto di abbattimento delle polveri in dotazione sulla macchina è costituito da pompa di spruzzatura acqua, tubazioni e barre di spruzzatura montate sui nastri trasportatori.

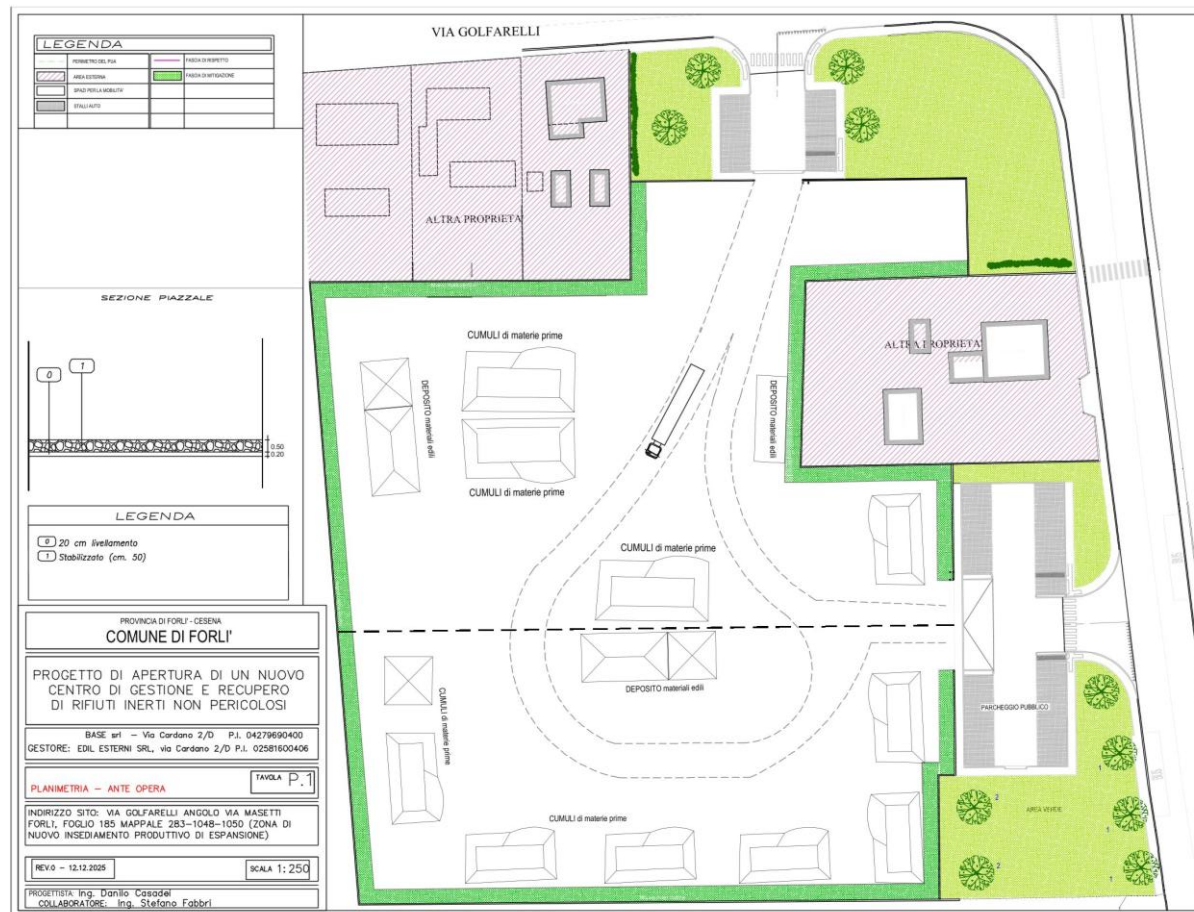


Figura 14 – Planimetria Ante Operam



Figura 15 – Planimetria Post Operam

In planimetria è evidenziata la viabilità interna dell'impianto su piazzale asfaltato.

Come recinzione, in parte presente anche nella situazione ANTE-OPERAM, vi è un muretto di spessore 20 cm di cls per un'altezza di circa 70cm fuori terra lungo tutto il perimetro circondato da una fascia verde di circa 2,50 m di spessore.

Tale fascia è realizzata con una doppia fila di piante di ligustro giapponese (ligustrun japonico) e ligustro ovalifolia (ligustrun ovalifolium), con telo antierba e pacciamatura. La prima fila è posta a 1 mt minimo dal confine, al fine di permettere facilmente la sua manutenzione, la seconda fila è posta a 70 cm dalla prima (quindi a 170 cm dal confine) e le piante lungo le due file, disposte in maniera sfalsata tra loro (a quinconce) ad una distanza di 80 cm dall'altra.

L'altezza della siepe sarà mantenuta tale da fungere alle sue funzioni protettive (quindi minimo 2 mt) e tale da non creare disagi (eccesso di ombreggiamento), coniugandosi quindi con le esigenze della sua manutenzione.

Nello stato ANTE-OPERAM, tale fascia verde è presente a protezione dei ricettori sensibili. Lo stato ante operam è coerente con quanto richiesto dalle prescrizioni del PUA per il comparto D3.2 – 16.

Tali opere sono necessarie per mitigare l'impatto visivo dell'impianto e ridurre sia il rumore delle attività interne sia l'impatto delle polveri emesse durante la lavorazione degli inerti.

Tutta l'area interessata dall'attività di frantumazione e vagliatura sarà servita da una rete di nebulizzatori di acqua atti al contenimento della produzione di polveri che potrebbero generarsi dall'impianto di frantumazione in funzione nonché dall'azione del vento sui cumuli di materiali polverulenti.

Il materiale da lavorare viene scaricato nell'impianto di frantumazione, a valle del quale si formano i cumuli delle diverse granulometrie ottenute. Tutto il materiale lavorato sarà sottoposto anche alla fase di vagliatura in modo da ottenere il prodotto EoW finale in base alle richieste dalla committenza.

La movimentazione degli inerti all'interno del piazzale dell'insediamento avviene a mezzo di mezzi meccanici che provvedono allo scarico ed al carico. Considerando che il piazzale è completamente impermeabile, tali spostamenti, se correttamente eseguiti, non saranno sorgenti importanti di polveri diffuse in atmosfera.

Nella planimetria sopra riportata è individuata anche la posizione dei rifiuti speciali gestiti all'interno del centro e la posizione dei relativi EoW prodotti (attività di recupero R5). Le aree di messa in riserva dei materiali polverulenti e le posizioni di lavorazione di tali materiali sono state studiate in modo da allontanare il più possibile tali sorgenti dai ricettori sensibili all'attività. A ridosso dei ricettori da R1 a R4 sono stati posizionati il codice EER 17.03.02 (rifiuto da asfalto) considerato solido non polverulento e la cui lavorazione, come in precedenza descritto, avverrà nella posizione 1 all'interno della fascia di lavorazione. Inoltre, sono posizionati anche i due cumuli delle Terre e Rocce da scavo (Sottoprodotto e rifiuto) *i quali non saranno lavorati* ma solo messi in riserva (R13) per il rifiuto e accumulato per il sottoprodotto. In prossimità del ricettore R5 invece non sono previste attività di lavorazione dei rifiuti inerti in grado di emettere polveri diffuse in atmosfera.

6.1 DESCRIZIONE DELL'ATTIVITA' E DELLE FASI LAVORATIVE

Il ciclo di lavorazione principale sarà così articolato:

- gli automezzi in ingresso effettueranno il controllo visivo del materiale trasportato e il controllo dei documenti prima del deposito nelle apposite aree;
- i rifiuti saranno posizionati nelle specifiche aree di deposito in attesa del successivo avvio a recupero: i mezzi che trasportano tali materiali si posizioneranno direttamente nell'area di scarico e mediante carro ribaltabile depositeranno i rifiuti nell'area di messa in riserva;
- considerando le tre posizioni di lavorazione degli inerti, i rifiuti verranno prelevati mediante un escavatore e depositati all'interno della tramoggia dell'impianto di frantumazione ove avverrà il processo di frantumazione e recupero;
- il materiale tritato passerà direttamente al successivo processo di vagliatura, il quale avviene contemporaneamente all'attività di frantumazione degli inerti.

Il ciclo lavorativo, descritto in modo dettagliato, è sinteticamente costituito dalle seguenti fasi:

A) ingresso rifiuti

B) pesatura

C) verifica di conformità e scarico nelle aree definite in planimetria in base ai codici EER

D) deposito dei rifiuti in attesa delle operazioni di recupero e trattamento

E) inserimento nella tramoggia e frantumazione/vagliatura

F) deposito EoW aree definite e uscita del prodotto finito.

6.2 CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI E DEI MEZZI TECNICI

Complessivamente l'impianto di recupero di rifiuti sarà dotato di:

- N. 1 vaglio mobile (DEMOLTECH SRL UVS25)
- N. 1 frantoio mobile con sistema di abbattimento polveri (TRITURATORE CAMS UTM 1.000)
- N. 1 pala gommata (marca e modello: DOOSAN/DL06V)
- N. 1 escavatore cingolato (marca e modello: DOOSAN/DX140LCR-7)

Di seguito si riporta il dettaglio degli impianti e dei mezzi tecnici che saranno impiegati.

CARATTERISTICHE FRANTOIO UTM 1.000

MODELLO	PRODUZIONE MAX (ton/h)	CAPACITA' TRAMOGGIA (m ³)	SUPERFICIE TRAMOGGIA (m)	TRASPORTATORE A NASTRO (mm)
UTM 1.000	120	3.00	3 x 2	800

CARATTERISTICHE PALA GOMMATA DOOSAN/DL06V

MODELLO	CAPACITA' BENNA (m ³)	CARICO NOM. FUNZIONAMENTO (Kg)	POTENZA MOTORE (kW)	ALTEZZA SCARICO A 45° (mm)
DL06V	2,4	4.900	128	2.715

CARATTERISTICHE ESCAVATORE DOOSAN/DX140LCR-7

MODELLO	CAPACITA' BENNA (m ³)	PESO (ton)	POTENZA MOTORE (CV)	STANDARD EMISSIONI
DX140LCR-7	0,51	15,6	115	Stage V

CARATTERISTICHE VAGLIO UVS25

MODELLO	DIMENSIONI VAGLIO (mm)	PRODUZIONE MAX (m ³ /h)	PESO (Kg)	RUMOROSITA' dB(A)
UVS25	1.000 x 2.500	45	3.000	85

6.3 MATERIALI CONFERITI E QUANTITA' TRATTATE

L'impianto chiederà di essere autorizzato per la messa in riserva e il trattamento dei seguenti rifiuti speciali non pericolosi derivanti dalle attività di demolizione e di cantiere.

EER	DESCRIZIONE	TON ist.	coeff. di conv.	MC ist.	TON annuali	coeff. di conv.	MC annuali	ATTIVITA'
15.01.06	IMBALLAGGI IN MATERIALI MISTI	18	0,8	23	432	0,8	540	R13
17.01.01	CEMENTO	4860	1,7	2859	41472	1,7	24395	R5/R13
17.02.01	LEGNO	18	0,5	36	216	0,5	432	R13
17.02.02	VETRO	18	2,5	7,2	216	2,5	86,4	R13
17.02.03	PLASTICA	5	1,2	4,1666667	432	1,2	360	R13
17.03.02	MISCELE BITUMINOSE DIVERSE DA 17.03.01	666	1,7	392	17280	1,7	10165	R5/R13
17.04.01	RAME, BRONZO, OTTONE	18	8,9	2	216	8,9	24	R13
17.04.02	ALLUMINIO	18	2,7	7	216	2,7	80	R13
17.04.05	FERRO E ACCIAIO	18	7	3	432	7	62	R13
17.04.07	METALLI MISTI	18	2,1	9	432	2,1	206	R13
17.05.04	TERRE E ROCCE DIVERSE DA 17.05.03	648	1,7	381	4320	1,7	2541	R13
17.06.04	MATERIALI ISOLANTI, DIVERSI DA 16.06.01 E 17.06.03	18	1,8	10	216	1,8	120	R13
17.08.02	MATERIALI DA COSTRUZIONE A BASE GESSO DIVERSI DA 17.08.01	18	0,7	26	216	0,7	309	R13
17.09.04	RIFIUTI MISTI DA COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE, DIVERSI DA 17.09.01, 17.09.02, 17.09.03	3780	1,5	2520	32400	1,5	21600	R5/R13
20.02.01	MATERIALI BIODEGRADABILI	32	1,1	29	856	1,1	778	R13
Quantità totale in ingresso		10153			99352			
Quantità totale lavorato in R5		9306			91152			

Delle 100.008 ton/anno di rifiuti inerti in ingresso al centro di recupero, non tutti verranno lavorati e trasformati in EoW.

In tabella sono evidenziati i codici EER lavorati in R5 che rappresentano circa il 90% del totale rifiuti in ingresso.

6.4 QUANTIFICAZIONE DEI FLUSSI DI MATERIALE LAVORATO

Nella seguente tabella si mostrano le quantità giornaliere lavorate e la potenzialità dell'impianto determinata come tonnellate/giorno considerando un periodo di attività di 220 giorni/anno per 8 ore/giorno.

DESCRIZIONE ATTIVITA'	Q.ANNO (t/a)	Q.GIORNO (t/g)
RIFIUTI TOTALI IN INGRESSO	100.008	454,6
RIFIUTI POLVERULENTI SCARICATI *	78.408	356,4
RIFIUTI POLVERULENTI MOVIMENTATI *	78.408	356,4
RIFIUTI POLVERULENTI TRITURATI (R5) **	73.872	335,8
RIFIUTI VAGLIATI (R5) **	73.872	335,8

* Codici EER inseriti nel calcolo delle quantità scaricate e rifiuti movimentati in grado di emettere polveri diffuse sono: EER 17.01.01, 17.05.04, 17.08.02, 17.09.04

** Sono stati inseriti i codici EER per i quali si richiede l'attività R5 che hanno la caratteristica di essere polverulenti

Di seguito è riportata la potenzialità nominale di ciascun macchinario utilizzato nell'impianto, determinata sulla base delle caratteristiche tecniche dei macchinari descritti. La potenzialità degli impianti (tonnellate all'ora) si riferisce all'attività a pieno regime con il massimo di rifiuti conferiti (considerando i materiali polverulenti). Questo dato servirà successivamente utilizzato per il calcolo delle polveri diffuse in atmosfera derivanti dall'attività di triturazione e vaglio dei materiali inerti.

DESCRIZIONE ATTIVITA'	Q.ANNO (t/h)
TRITURATORE	42,0
VAGLIATORE	42,0

7. INTERVENTI MITIGATIVI

7.1 NEBULIZZAZIONE

In risposta a tale punto si vuole chiarire la procedura utilizzata per l'abbattimento delle polveri diffuse in atmosfera non solo dall'attività di trattamento delle macerie ma anche derivanti dall'attività di movimentazione dei materiali polverulenti e dall'attività del vento sui cumuli stessi.

Le procedure utilizzate per la gestione delle polveri diffuse in atmosfera nel nuovo centro di recupero saranno identiche a quelle adottate nel centro di via Cardano.

Da sottolineare che gli operatori della Edil Esterni sono competenti e formati su come utilizzare tali sistemi seguendo delle procedure precise e frutto anche di anni di esperienza.

Gli operatori azionano, come sistema principale in caso di necessità, l'impianto fisso ad ugelli posti lungo tutto il confine del piazzale. La scheda tecnica degli ugelli utilizzati è allegata alla relazione di integrazione. La posizione degli ugelli è evidenziata in planimetria.

L'acqua nebulizzata sui cumuli di rifiuti consente di abbattere le emissioni diffuse generate dallo spostamento dei materiali per le attività di carico, di diminuire la sorgente emissiva collegata all'erosione del vento sui materiali polverulenti e anche quella di inserire rifiuti già bagnati all'interno della tramoggia del trituratore.

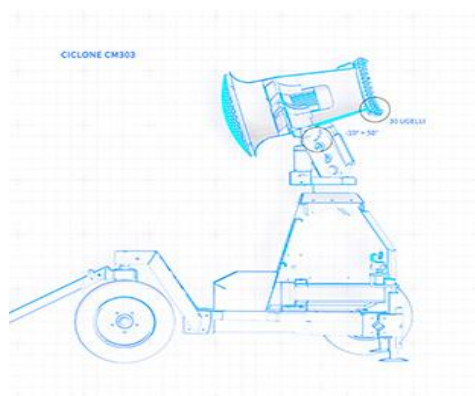
I materiali così bagnati vengono inseriti nella tramoggia per la fase di triturazione. A valle dell'attività di triturazione è presente, ad integrazione dell'impianto CAMS UTM 1000, un sistema di abbattimento delle polveri in grado di bagnare i materiali dopo triturazione che entrano sul nastro trasportatore per entrare in tramoggia del vaglio.

Anche tale sistema (scheda tecnica allegata alla relazione) viene azionato in caso di necessità in quanto la fase di vaglio non richiede materiale eccessivamente umido in quanto risulta più difficile la separazione degli aggregati.



In generale, i sistemi di abbattimento delle polveri seguono principalmente questo iter e vengono azionati solo in caso di necessità.

Gli operatori hanno anche a disposizione di un sistema di bagnatura mobile che viene azionato in caso di direzioni del vento tali da inficiare il sistema di abbattimento fisso ad ugelli. Il sistema mobile è di seguito descritto (CICLONE Modello CM303).



A livello operativo il CM303 beneficia di una turbina che può ruotare fino a 340 gradi, con un'inclinazione tra – 20° e +45° gradi, una funzionalità gestibile attraverso il PLC, di cui sono dotate tutte le macchine della serie CM.

Dotato di un motore da 3Kw che consente una gittata da 25 metri, il CM303 prevede una corona di ugelli composta da un anello di acciaio inossidabile da 1,1/4 pollici con 30 ugelli inseriti e fissati su una base filettata di ottone al fine di prevenire la formazione di elettricità statica.

Di seguito vengono riportati i dati tecnici del sistema di abbattimento delle polveri a servizio dell'attività di frantumazione e vaglio degli inerti.

MODELLO	CM303
GITTATA mt.	25
UGELLI	30
CORONA UGELLI INTERCAMBIABILE	-
ROTAZIONE TURBINA (ELETTRONICA)	340°
INCLINAZIONE TURBINA (MANUALE)	-10°>50°
VENTOLA	3 KW
AVVIAMENTO MOTORE	Diretto
INVERTER REGOLAZIONE DISTANZA GETTO	-
CONSUMO ACQUA	25 l/min
FILTRO INOX 150 µm – 100Mesh	SI
PRODUZIONE	Serie
POMPA 10BAR	Serie
POMPA 60 BAR	Optional
RADIO COMANDO	Optional

7.2 BAGNATURA MATERIALE E PROCEDURE OPERATIVE

Per quanto concerne l'attività di **formazione e movimentazione cumuli**, il fattore di emissione considerato (cfr.par. 8.2.3.2 e par. 8.2.3.6) il fattore di emissione considera, come sistema di abbattimento e controllo delle emissioni diffuse in atmosfera, la bagnatura del materiale che già è implicito nel calcolo del valore del FE.

In progetto, per quanto riguarda la movimentazione dei materiali in cumuli posizionati lungo il confine dell'impianto, il sistema di abbattimento delle polveri utilizzato è costituito dagli ugelli posizionati lungo tutto il confine dell'impianto e posti a 20 metri l'uno dall'altro (scheda tecnica allegata).

Inoltre, sarà predisposta una procedura operativa da seguire in caso di avverse condizioni meteo (soprattutto eventi siccitosi prolungati in presenza di vento con direzione tale da inficiare il sistema di nebulizzazione fisso).

In caso di necessità e nelle situazioni di vento particolari, verrà utilizzato, al posto del sistema fisso, l'impianto di nebulizzazione mobile CICLONE.

Tale procedura riporterà una corretta gestione delle operazioni di movimentazione del materiale in cumuli quali minime altezze di scarico del materiale e ulteriori operazioni di bagnatura se necessario.

Per quanto concerne l'attività di **stoccaggio materiale in tramoggia, frantumazione, vagliatura, trasporto su nastro** (cfr. par. 8.2.3.3, 8.2.3.4 e 8.2.3.5), gli abbattimenti o le mitigazioni considerate comprendono la bagnatura e l'umidificazione del materiale in ingresso e durante l'attività di frantumazione mediante l'impianto di nebulizzazione fisso ad ugelli integrato con il sistema di abbattimento delle polveri integrato sul trituratore. In caso di necessità, se il vento crea le condizioni di non utilizzo dei nebulizzatori fissi, verrà azionato l'impianto di nebulizzazione fisso CICLONE posizionato in modo da poter bagnare i cumuli di rifiuti da lavorare.

Il sistema di abbattimento delle polveri relativo all'attività di frantumazione e vaglio del materiale ha un'efficienza di rimozione del 91% come di seguito riportato in tabella.

Si sottolinea che l'efficienza della bagnatura con acqua è valutata in relazione al contenuto di umidità del materiale che deve essere compreso tra 0.5% e 3.0%, inteso come rapporto tra massa del contenuto di acqua e massa totale del materiale.

L'efficienza di rimozione è definita come:

$$\text{efficienza di rimozione \%} = 100 - \left(\frac{EF_{\text{con abbattimento}}}{EF_{\text{senza abbattimento}}} * 100 \right)$$

Di seguito in tabella si fornisce evidenza dell'efficienza di rimozione (%) di sistemi di abbattimento delle polveri.

Attività di frantumazione e macinazione (tab. 11.19.2-1)	Codice SCC	Fattore di emissione senza abbattimento (kg/Mg)	Abbattimento o mitigazione	Fattore di emissione con abbattimento (kg/Mg)	Efficienza di rimozione %
estrazione con perforazione (drilling unfragment stone)	3-05-020-10	4.E-05	Bagnatura con acqua		
frantumazione primaria 75 – 300mm (primary crushing)	3-05-020-01				
frantumazione secondaria 25 – 100mm (secondary crushing)	3-05-020-02	0.0043		3.7E-04	91
frantumazione terziaria 5 – 25mm (tertiary crushing)	3-05-020-03	0.0012		2.7E-04	77
frantumazione fine (fine crushing)	3-05-020-05	0.0075		6.E-04	92
vagliatura (screening)	3-05-020-02, 03, 04,15	0.0043		3.7E-04	91
vagliatura fine < 5mm (fine screening)	3-05-020-21	0.036		0.0011	97
nastro trasportatore – nel punto di trasferimento (conveyor transfer point)	3-05-020-06	5.5E-04	Copertura o inscatolamento	2.3E-05	96
scarico camion - alla tramoggia, rocce (truck unloading-fragmented stone)	3-05-020-31	8.E-06	Bagnatura con acqua	-	-
scarico camion - alla griglia (truck unloading and grizzly feeder)					
carico camion - dal nastro trasportatore, rocce frantumate (truck loading-conveyor, crushed stone)	3-05-020-32	5.E-05		-	-
carico camion (truck loading)	3-05-020-33				

Per quanto concerne l'attività di **erosione del vento dei cumuli** (cfr. par. 8.2.3.9), tale emissione rappresenta circa il 40% delle emissioni totali dell'attività in progetto.

Il fattore considerato non tiene conto di eventuali sistemi di abbattimento delle polveri per cui, in presenza di cicli di bagnatura durante le giornate più ventose e siccitose come prevede il progetto, il dato di concentrazione sarà inferiore rispetto a quanto valutato.

In caso di condizioni meteorologiche sfavorevoli in presenza di vento intenso, tale emissione potrebbe essere attiva anche 24 ore su 24.

Ovviamente, anche a seguito della conservazione della matrice acqua, non risulta possibile prevedere la bagnatura continua dei materiali polverulenti.

Gli operatori del centro di via Cardano hanno evidenziato che, questi materiali una volta bagnati, creano una crosta superficiale (molto probabilmente derivante dall'aggregazione del cemento con l'umidità) che non permette la diffusione delle polveri.

Per questo motivo in genere non viene indicata la % di efficienza di un sistema di abbattimento delle polveri per questa sorgente emissiva. Il sistema di bagnatura dei materiali in cumuli viene azionato nel momento in cui vengono a verificarsi condizioni meteo critiche (alta ventosità e periodi prolungati siccitosi).

Tale sistema comporta, viste le dimensioni dei materiali messi in riserva e le dimensioni dei materiali EoW accumulati, un abbattimento delle polveri > 90% rispetto alla situazione valutata.

7.3 VEGETAZIONE

I meccanismi attraverso i quali le piante abbattano il particolato sospeso in atmosfera (PM) sono molteplici e diversi. La vegetazione può modificare i flussi di aria, aumentando la turbolenza e favorendo così la dispersione delle particelle presenti, ma anche abbattere il particolato direttamente sulle proprie superfici (in particolare quelle fogliari), molte delle quali sono dotate di strutture esterne quali cere o tricomi, che migliorano l'efficienza di cattura e trattenuta delle particelle stesse".

La velocità di deposizione del PM sulle superfici vegetali rappresenta il fattore chiave dal quale dipende la quantità di PM abbattuto dalla pianta. Questo parametro viene influenzato sia dalle condizioni ambientali e climatiche, che dalle caratteristiche morfo-anatomiche e strutturali della vegetazione.

Tra i primi, temperatura, umidità ed intensità del vento rivestono particolare rilievo, controllando diffusione, aggregazione e adesione delle particelle sulle superfici vegetali. Studi mirati sull'argomento evidenziano, ad esempio, come i livelli maggiori di deposizione di PM vengano osservati in corrispondenza delle velocità più elevate del vento.

Dalle caratteristiche delle superfici vegetali dipendono anche il tempo di residenza del PM sulle superfici stesse e la quantità di particelle che dopo essersi depositate si risospendono in atmosfera. In questo contesto, negli ultimi anni, sono stati messi a punto funzioni e modelli mirati a valutare la quantità di inquinanti abbattuti dalla vegetazione e l'influenza che essa può esercitare sulla qualità dell'aria e dell'ambiente.

Studi condotti sia su modelli in scala, che su casi reali in canyon urbani (l'insieme di strade ed edifici che costituiscono il tessuto cittadino), hanno evidenziato come la qualità dell'aria in ambito metropolitano, possa essere fortemente condizionata dalla presenza della vegetazione e dalla sua struttura". (S. Rebeschini - ARPA Veneto, Ufficio Reti di Monitoraggio L. Menini - ARPA Veneto, Dirigente del Servizio Informatica e Reti).

La capacità delle piante di ridurre gli inquinanti dipende dalla velocità di deposizione e dall'efficienza di cattura degli inquinanti, parametri specifici per ogni specie (Beckett et al., 2000), ad esempio le conifere sono più efficienti nella cattura del particolato rispetto alle latifoglie grazie alla maggiore superficie fogliare e complessità strutturale.

Il fenomeno può avvenire direttamente, cioè con l'effettiva rimozione del particolato e degli inquinanti gassosi attraverso le foglie per assorbimento e adsorbimento; indirettamente semplicemente agendo come entità fisica (ostacolo), modificano la velocità del vento e la turbolenza influenzando quindi sulla concentrazione locale degli inquinanti atmosferici.

Gli alberi urbani possono tuttavia avere anche un effetto negativo sulla qualità dell'aria ed essere messi stessi una fonte di inquinanti attraverso l'emissione di composti organici volatili (VOC) di origine biologica che contribuiscono alla formazione di ozono (Benjamin e Winer 1998); anche la produzione di pollini dagli alberi è una fonte di pulviscolo che può avere seri effetti negativi sulla salute delle persone allergiche (Beckett et al. 1998).

E' accertato quindi che esistono piante che meglio si prestano ad essere utilizzate in ambienti a forte pressione antropica. (<http://www.bo.ibimet.cnr.it/>).

TABELLA 43: CAPACITA' POTENZIALE DI MITIGAZIONE PER DIVERSE ESSENZE ARBOREE ED ARBUSTIVE
Progetto LIFE+ dell'Unione Europea "Green Areas Inner-city Agreement" (GAIA)

Nome Comune	Nome scientifico	Emissione di VOC	Formazione potenziale di ozono	Assorbimento potenziale di inquinanti gassosi	Cattura potenziale di polveri	Allergenico
Sambuco	<i>Sambucus nigra</i>	BASSA	BASSA	BASSO	MEDIA	NO
Melo da fiore	<i>Malus domestica</i>	BASSA	BASSA	MEDIO	ALTA	NO
Alloro	<i>Laurus nobilis</i>	BASSA	BASSA	MEDIO	MEDIA	NO
Ligustro	<i>Ligustrum Japonicum</i>	BASSA	BASSA	MEDIO	MEDIA	SCARSO
Viburno tino	<i>Viburnus tinus</i>	BASSA	BASSA	MEDIO	MEDIA	NO
Albero di Giuda	<i>Cercis siliquastrum</i>	ALTA	MEDIA	MEDIO	MEDIA	NO
Orniello	<i>Fraxinus ornus</i>	BASSA	BASSA	ALTO	MEDIA	MODERATO
Ciliegio	<i>Prunus avium</i>	BASSA	BASSA	MEDIO	ALTA	NO
Koelreuteria Paniculata	<i>Koelreuteria Paniculata</i>	BASSA	BASSA	ALTO	ALTA	NO
Mirabolano	<i>Prunus cerasifera</i>	BASSA	BASSA	MEDIO	ALTA	NO
Gelso bianco	<i>Morus alba</i>	BASSA	BASSA	MEDIO	MEDIA	SCARSO

Le alberature capaci di captare il particolato atmosferico possono essere combinate a delle barriere verdi con specie arbustive rustiche e resistenti in grado di completare il lavoro di purificazione dell'aria.

Sulla base dei risultati del progetto GAIA, tra i migliori arbusti per siepi anti-inquinamento si possono utilizzare il ligustro (*Ligustrum vulgare*, *Ligustrum lucidum*, ***Ligustrum ovalifolium***), l'agrifoglio (*Ilex aquifolium*), la sanguinella (*Cornus sanguinea*), il Berberis (*Berberis spp.*), l'ibisco (*Hibiscus siriacus*), Bosso (*Buxus sempervirens*), Eleagno (*Eleagnus spp.*), Lauroceraso (*Prunus laurocerasus*), Lagerstroemia (*Lagerstroemia indica*), Alloro (*Laurus nobilis*), Viburno tino (*Viburnum tinus*), Corbezzolo (*Arbutus unedo*), Cotoneaster (*Cotoneaster spp.*), Agazzino (*Pyracantha spp.*), Fusaggine (*Evonimus europaeus*), Spirea (*Spirea spp.*), Fiore d'Angelo (*Philadelphus spp.*), il *Synphoricarpus spp.*, l'olivello spinoso (*Hippophae rhamnoides*), l'olivello di Boemia (*Eleagnus angustifolia*).

L'intervento di progetto prevede la presenza lungo tutto il perimetro circondato da una fascia verde di circa 2,50 m di spessore. Tale fascia è realizzata con una doppia fila di piante di ligustro giapponese (ligustrun japonico) e ligustro ovalifolia (*ligustrun ovalifolium*), con telo antierba e pacciamatura. La prima fila è posta a 1 mt minimo dal confine, al fine di permettere facilmente la sua manutenzione, la seconda fila è posta a 70 cm dalla prima (quindi a 170 cm dal confine) e le piante lungo le due file, disposte in maniera sfalsata tra loro (a quinconce) ad una distanza di 80 cm dall'altra. L'altezza della siepe sarà mantenuta tale da fungere alle sue funzioni protettive (quindi minimo 2 mt) e tale da non creare disagi (eccesso di ombreggiamento), coniugandosi quindi con le esigenze della sua manutenzione.

8. STUDIO DI DISPERSIONE

8.1 SCENARI EMISSIVI

Gli indirizzi regionali in materia di modellistica (cfr. par. 5.1) prevedono per le modifiche di impianti esistenti, di effettuare una valutazione dello scenario emissivo esistente (ante operam) ed una valutazione dello scenario di progetto (post operam).

Pertanto, nella valutazione verranno valutati i seguenti scenari:

- ante operam
- post operam

8.2 SORGENTI EMISSIVE

8.2.1 Premessa

Per quanto concerne lo **stato attuale** le potenziali fonti di emissione atmosferiche di PM₁₀ legate alla tipologia di attività attualmente svolte nel sito, sono rappresentate da:

- transito mezzi su piste non asfaltate
- operatività pala ed escavatore
- carico e scarico di materiale ghiaioso
- movimentazione cumuli

Per quanto concerne lo **stato futuro**, le potenziali fonti di emissione atmosferiche di PM₁₀ legate alla tipologia di attività di gestione di rifiuti inerti non pericolosi, sono rappresentate da:

- lavorazione degli inerti (triturazione e vagliatura) che comporta l'emissione di polveri diffuse in atmosfera;
- movimentazione dei materiali nelle fasi di stoccaggio e lavorazione, che favorisce la produzione ed il sollevamento di polveri;
- esposizione ai venti dei cumuli di stoccaggio di frazioni fini o leggere.

8.2.2 Emissioni - Stato attuale

8.2.2.1 Transito mezzi su piste non asfaltate

Per tale attività si fa riferimento al documento 13.2.2 "Unpaved Roads" dell'AP42, ed in particolare all'equazione 1a) valida per siti industriali, di seguito riportata:

$$E = k (s/12)^a (W/3)^b$$

dove:

- E = fattore di emissione (lb/VMT)
- s = contenuto di limo nel materiale della superficie (%)
- W = peso medio dei veicoli (tonnellate)
- K = costante, pari a 1.5 per il PM₁₀
- a, b = costanti, pari rispettivamente 0.9 e 0.45 per il PM₁₀.

Per il passaggio dal fattore di emissione E espresso in lb/VMT in g/km si considera il coefficiente 281,9.

Il fattore k di cui sopra viene desunto dalla tabella seguente assieme ai parametri a e b.

Constant	Industrial Roads (Equation 1a)			Public Roads (Equation 1b)		
	PM-2.5	PM-10	PM-30*	PM-2.5	PM-10	PM-30*
k (lb/VMT)	0.15	1.5	4.9	0.18	1.8	6.0
a	0.9	0.9	0.7	1	1	1
b	0.45	0.45	0.45	-	-	-
c	-	-	-	0.2	0.2	0.3
d	-	-	-	0.5	0.5	0.3
Quality Rating	B	B	B	B	B	B

*Assumed equivalent to total suspended particulate matter (TSP)

"-" = not used in the emission factor equation

Tabella 2 – Constants for equations (Fonte: table 13.2.2-2 AP-42)

In riferimento al contenuto di limo, dato che la stima di questo parametro non è semplice e richiede procedure tecniche e analitiche precise¹, si fa riferimento ai valori medi proposti dall'EPA e di seguito riportati.

¹ Si ricorda che l'AP-42 in Appendice C.1 e C.2 propone un metodo per il calcolo del contenuto di "silt" - limo; in tale metodo, basato sulla metodologia ASTM (American Society for Testing and Materials), si ricorre all'utilizzo di un vaglio di 200 mesh.

Industry	Road Use Or Surface Material	Plant Sites	No. Of Samples	Silt Content (%)	
				Range	Mean
Copper smelting	Plant road	1	3	16 - 19	17
Iron and steel production	Plant road	19	135	0.2 - 19	6.0
Sand and gravel processing	Plant road	1	3	4.1 - 6.0	4.8
	Material storage area	1	1	-	7.1
Stone quarrying and processing	Plant road	2	10	2.4 - 16	10
	Haul road to/from pit	4	20	5.0-15	8.3
Taconite mining and processing	Service road	1	8	2.4 - 7.1	4.3
	Haul road to/from pit	1	12	3.9 - 9.7	5.8
Western surface coal mining	Haul road to/from pit	3	21	2.8 - 18	8.4
	Plant road	2	2	4.9 - 5.3	5.1
	Scraper route	3	10	7.2 - 25	17
	Haul road (freshly graded)	2	5	18 - 29	24
Construction sites	Scraper routes	7	20	0.56-23	8.5
Lumber sawmills	Log yards	2	2	4.8-12	8.4
Municipal solid waste landfills	Disposal routes	4	20	2.2 - 21	6.4

^aReferences 1,5-15.

Tabella 3 – Typical silt content value of surface material on industrial unpaved roads
(Fonte: table 13.2.2-1 AP-42)

Per il calcolo dell'emissione finale è necessario determinare la lunghezza del percorso di ciascun mezzo riferito all'unità di tempo (numero di km/h), sulla base della lunghezza della pista (km); è richiesto quindi il numero medio di viaggi al giorno ed il numero di ore lavorative al giorno:

$$E_i (kg / h) = EF_i \cdot kmh$$

Il "sistema di controllo o abbattimento" delle polveri in base alla restrizione del limite di velocità dei mezzi, misura consigliata all'interno dell'AP-42 e del WRAP Fugitive Dust Handbook, permette di ottenere, per una riduzione della velocità al di sotto di 25 mph (pari a 40 kmh), un controllo di efficienza per il PM10 dell'ordine del 44%.

Inoltre, le Linee Guida prevedono dei sistemi di abbattimento delle emissioni polverulente indotte dal transito dei mezzi su strade non asfaltate, tramite bagnatura delle superfici ad intervalli periodici e regolari. La formula proposta per la stima dell'efficienza di abbattimento di un determinato bagnamento è la seguente:

$$C = 100 - (0,8 \times P \times trh \times \tau) / I$$

dove:

- C = efficienza di abbattimento (%);
- P = potenziale medio dell'evaporazione giornaliera pari a 0,34 mm/h;

- T_{rh} = traffico medio orario (mezzi/h);
- I = quantità media del trattamento applicato (l/m^2);
- t = intervallo di tempo che intercorre tra le applicazioni (h).

L'efficienza media della bagnatura deve essere superiore al 50% e, come è evidente dalla formula sopra riportata, per raggiungere l'efficienza impostata si può agire sia sulla frequenza delle applicazioni sia sulla quantità di acqua per unità di superficie impiegata in ogni trattamento, in relazione al traffico medio orario e al potenziale medio di evaporazione giornaliera.

Riguardo quest'ultimo, considerando la difficoltà a reperire dati reali², si assume come riferimento il valore medio annuale del caso-studio riportato nel rapporto EPA (1998a) $P = 0,34$ mm h.

Si considerano i seguenti dati di input:

- S (contenuto limo) = 4,8 (come da tabella 5)
- W (peso veicoli) = 23,5 (come media tra peso a vuoto e a carico)
- Lunghezza percorso in km = 0,2 (a/r)
- N° veicoli/h 2,5 viaggi/ora (andata+ritorno)

Le emissioni medie orarie di PM_{10} prodotte durante i transiti sulle piste non asfaltate valgono:

$$E_{PM10} = EF_{PM10} \text{ (g/h)} = 131,1 \text{ g/h}$$

8.2.2.2 Scarico da camion

Si utilizza il medesimo fattore emissivo di cui al par. 8.2.3.1.

Considerando un quantitativo medio di materiale movimentato pari a ca. 30 ton/h, si ottiene:

$$E_{PM10} = EF_{PM10} \text{ (kg/Mg)} \times \text{Parametro medio orario (Mg/h)} = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ kg/Mg} \cdot 30 \text{ Mg/h} = 15 \text{ g/h}$$

8.2.2.3 Formazione e stoccaggio cumuli

Si utilizza il medesimo fattore emissivo di cui al par. 8.2.3.28.2.3.1.

Considerando un quantitativo medio di materiale movimentato pari a ca. 30 ton/h, si ottiene:

$$E_{PM10} = EF_{PM10} \text{ (kg/Mg)} \times \text{Parametro medio orario (Mg/h)} = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ kg/Mg} \cdot 44,6 \text{ Mg/h} = 3,9 \text{ g/h}$$

8.2.2.4 Carico su camion

Si utilizza il medesimo fattore emissivo di cui al par. 8.2.3.7.

Considerando un quantitativo medio di materiale movimentato pari a ca. 30 ton/h, si ottiene:

$$E_{PM10} = EF_{PM10} \text{ (kg/Mg)} \times \text{Parametro medio orario (Mg/h)} = 5,0 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg} \cdot 30 \text{ Mg/h} = 1,5 \text{ g/h}$$

² Ritchie ("Modeling Soil Water Redistribution during Second-Stage Evaporation", Soil Science Society of America Journal 67:377-386 (2003), A. A. Suleiman, a and J. T. Ritchie) riporta 0.3-0.8 mm/h per terreni tra sabbiosi ed argillosi.

8.2.2.5 Erosione vento da cumuli

Per quanto riguarda l'erosione dei cumuli presenti nell'area del centro di recupero, l'emissione dipenderà sia dalla loro estensione sia dalla frequenza oraria con cui vengono movimentati e può essere valutata secondo la seguente relazione:

$$E_i (kg/h) = EF_i \cdot a \cdot movh$$

EF = fattore di emissione areale di particolato (kg/m²);

a = superficie (m²) dell'area movimentata;

movh = numero di movimentazioni/ora.

Per il calcolo del fattore di emissione areale si distinguono i cumuli bassi da quelli alti a seconda del rapporto altezza/diametro. Inoltre, per semplicità, si assume che la forma di un cumulo sia conica, sempre a base circolare.

Dai valori di:

1. altezza del cumulo (intesa come altezza media della sommità nel caso di un cumulo a sommità piatta) H in m – è stata definita un'altezza massima dei cumuli di 4 metri;
2. diametro della base D in m – il diametro dei cumuli è stato definito in 12,5 metri ³e si ritiene rappresentativo per tutti i cumuli di materiale disperdibile rappresentati da materie prime;

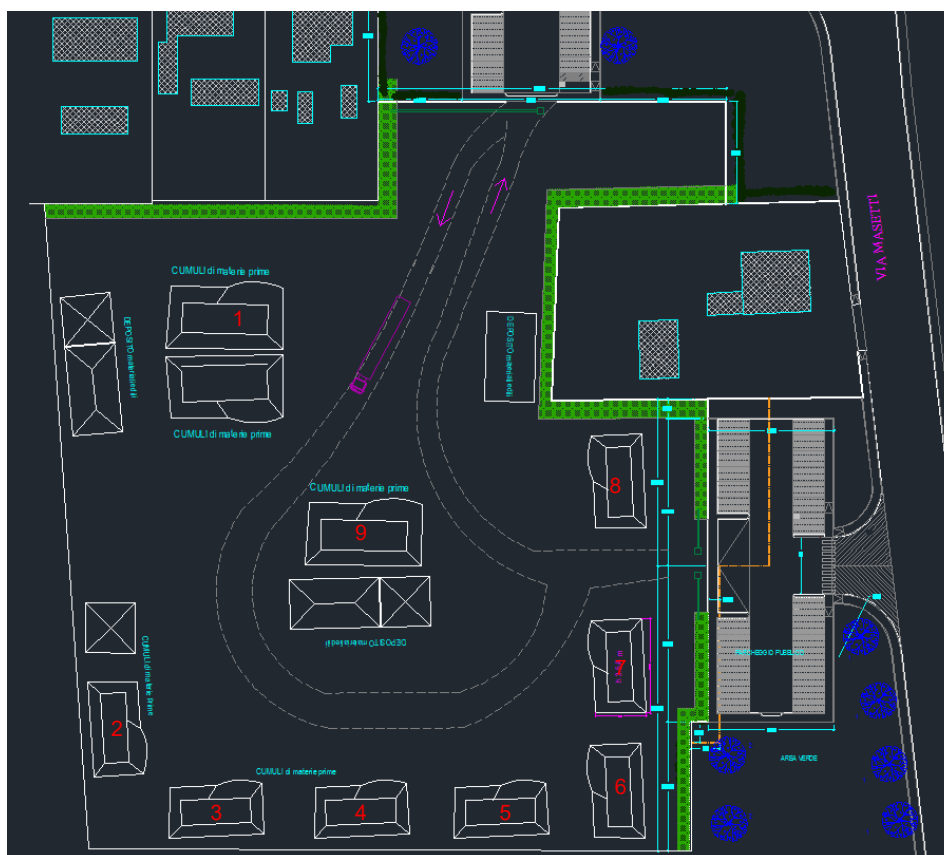
si individua il fattore di emissione areale dell'i-esimo tipo di particolato per ogni movimentazione dalla sottostante tabella:

cumuli alti $H/D > 0.2$	
	$EF_i (kg/m^2)$
PTS	1.6E-05
PM ₁₀	7.9E-06
PM _{2.5}	1.26E-06
cumuli bassi $H/D \leq 0.2$	
	$EF_i (kg/m^2)$
PTS	5.1E-04
PM ₁₀	2.5 E-04
PM _{2.5}	3.8 E-05

Fattori di emissione areali per ogni movimentazione, per ciascun tipo di particolato

Pertanto, risultano complessivamente n. 9 cumuli alti di materie prime, come di seguito evidenziato.

³ Calcolato come diametro equivalente in relazione all'area di base del cumulo, pari a 123,4 m²



Si tratta di materiali sia fini che grossolani; in particolare all'aumentare della granulometria diminuiscono molto le possibilità di sollevamento polveri, ma per motivi di cautela sono comunque stati considerati come potenziali emissioni tutti i cumuli.

Il valore H/D è risultato uguale a 0,20 per i cumuli più grandi e 0,7 per i cumuli piccoli per cui, viene considerato nelle successive valutazioni un EF_i (Kg/m²) di $7,9 \times 10^{-6}$ per entrambi i tipi di cumuli.

Tipologia Cumulo	H (m)	D (m)	EF_i (Kg/m ²)	Area (m ²)	N. Cumuli	Movimento/h	E_i (g/h)
Cumuli grandi	4	12,5	$7,9 \times 10^{-6}$	173	10	1	13,7

8.2.2.6 Gas scarico mezzi operativi

In analogia a quanto riportato e descritto al par. 8.2.3.10, si riportano di seguito le emissioni medie orarie calcolate per i mezzi impiegati:

MEZZO DI CANTIERE	POTENZA MOTORE kW a 2.000 giri/min	EMISSIONE PM MOTORE STAGE V mg/kWh	EMISSIONE DI PM g/h
PALA GOMMATA DOOSAN DL06V	128	15	1,92
ESCAVATORE DOOSAN DX140LCR-7	86	15	1,29

8.2.2.7 Sintesi delle emissioni medie orarie

Di seguito si riporta una sintesi delle emissioni medie orarie calcolate per singola attività, che complessivamente ammontano a **168,4 g/h**.

Id	Attività	Riferimento	Flusso /g/h)	Mitigazioni
Id_1	Transito su piste non asfaltate	Unpaved Roads	131,1	Velocità, precipitazioni
Id_2	Scarico da camion	Truck Unloading: Bottom Dump – Overburden	15,0	Nessuna
Id_3	Formazione e stoccaggio cumuli	Aggregate Handling and Storage Piles	3,9	Nessuna
Id_4	Carico su camion	Aggregate Handling and Storage Piles	1,5	Procedura operativa di carico
Id_5	Erosione vento da cumuli	Industrial wind erosion	13,7	Nessuna
Id_6	Emissioni gas di scarico	/	3,21	Nessuna

8.2.3 Emissioni - Stato di progetto

Di seguito viene riportata la quantificazione/stima delle emissioni di PM₁₀ associate alla fase post operam dell'intervento progettuale proposto.

8.2.3.1 Scarico rifiuti da camion

Per la valutazione delle emissioni di PM₁₀ dovute alle operazioni di scarico dei rifiuti polverulenti, in grado di emettere polveri diffuse in atmosfera nelle aree di messa in riserva, si è fatto riferimento al fattore emissivo identificato dal codice SCC 3-05-010-42 "Truck Unloading: Bottom Dump – Overburden", che vale 5,00*10⁻⁴ kg/Mg.

Il valore medio orario di rifiuti polverulenti scaricati è stato determinato considerando il quantitativo annuo di rifiuti polverulenti conferiti ed il periodo di conferimento (220 gg/anno per 8 ore/giorno).

Flusso (t/anno)	78.408
Giorni lavorativi (gg/anno)	220
Ore lavorative (h/giorno)	8
Parametro medio orario (t/h)	44,6

Le emissioni medie orarie di PM₁₀ prodotte durante le operazioni di scarico valgono:

$$E_{PM10} = EF_{PM10} \text{ (Kg/Mg)} \times \text{Parametro medio orario (Mg/h)} = 22,3 \text{ g/h}$$

8.2.3.2 Formazione e stoccaggio cumuli

Per la valutazione delle emissioni di PM₁₀ dovute alle operazioni di formazione e stoccaggio dei cumuli nelle aree di messa in riserva e per i prodotti EoW si è fatto riferimento al modello proposto nel paragrafo 13.2.4 "Aggregate Handling and Storage Piles" dell'AP-42 che calcola l'emissione di polveri per quantità di materiale lavorato in base al fattore di emissione.

$$EF_i (kg/Mg) = k_i (0,0016) \frac{\left(\frac{u}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}}$$

i particolato (PTS, PM10, PM2.5)

EF_i fattore di emissione

k_i coefficiente che dipende dalle dimensioni del particolato

u velocità del vento (m/s)

M contenuto in percentuale di umidità (%)

L'espressione sopra riportata è valida entro il dominio di valori per i quali è stata determinata, ovvero per un contenuto di umidità di 0.2-4.8 % e per velocità del vento nell'intervallo 0.6-6.7 m/s.

k_i	0,74	PTS
	0,35	PM10
	0,11	PM2.5

Valori di k_i al variare del tipo di particolato

Per quanto riguarda la velocità del vento, è stata elaborata la media annuale (da Marzo 2022 a Marzo 2024) dei dati meteo della centralina ARPAE di Forlì Urbana, che dista in linea d'aria circa 4 Km dal sito di interesse.

Forlì urbana



La media annuale della Velocità media oraria scalare del vento a 10 m dal suolo è uguale a 1,8 m/s: questa media è stata calcolata con i dati giornalieri della stazione meteo ARPAE dal 01/03/2022 al 01/03/2024.

Utilizzando l'espressione sopra riportata, con materiale bagnato avente contenuto d'acqua del 4.8%, il fattore di emissione per le PM₁₀ vale:

$$EF_i (kg/Mg) = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ Kg/Mg}$$

Ipotizzando che tutto il materiale polverulento sia movimentato e che tutto il materiale polverulento sia in grado di emettere nello stesso modo particelle in atmosfera di PM₁₀, si può stimare un parametro medio orario come di seguito descritto.

Nell'impianto sono conferiti rifiuti polverulenti per 78.408 t/anno, quantitativo corrispondente alla somma di tutti i codici EER polverulenti per cui si richiederà l'autorizzazione. Utilizzando questo dato totale di materiale movimentato (78.408 t/anno) e considerando i giorni di lavorazione del centro (220 g/anno) e le ore giornaliere (8 h/g), si ottiene un parametro medio orario di 44,6 t/h a cui corrisponde un'emissione pari a:

$$E_{PM10} = EF_{PM10} \text{ (kg/Mg)} \times \text{Parametro medio orario (Mg/h)} = 1,3 \times 10^{-4} \text{ kg/Mg} \times 44,6 \text{ Mg/h} = 5,65 \text{ g/h}$$

Per ridurre le emissioni dovute a questo tipo di attività, si possono ipotizzare varie azioni mitiganti descritte in dettaglio nel BREF (EIPPCB, 2006: Emissions from storage):

1. Evitare la lavorazione in condizioni di vento elevato soprattutto nello spostamento dei materiali più polverulenti;
2. Trattamento della superficie tramite bagnamento (wet suppression) con acqua;
3. Ridurre l'altezza di caduta durante lo spostamento dei materiali polverulenti.

8.2.3.3 Scarico materiale da tramoggia

Le emissioni di PM₁₀ sono state determinate utilizzando il fattore emissivo identificato dal codice SCC – 30502031 (AP-42 -Truck unloading in Stone Quarrying - Processing) che vale $8,00 \times 10^{-6}$ kg/Mg.

Quindi, il valore medio orario delle emissioni è stato calcolato determinando il quantitativo medio orario di rifiuto trattato in R5.

Tutti i rifiuti trattati mediante processo di triturazione e vagliatura saranno avviati ai macchinari mediante caricamento da tramoggia (78.192 t/a).

Il quantitativo medio orario verrà calcolato sui 73.872 t/a considerando i 220 g/a e le 8 h/g come orario di lavorazione del centro.

$$\text{Parametro medio orario} = 73.872 \text{ t/a} / 220 \text{ g/a} / 8 \text{ h/g} = 42,0 \text{ t/h}$$

$$E_{PM10} = EF_{PM10} \text{ (kg/Mg)} \times \text{Parametro medio orario (Mg/h)} = 8,00 \times 10^{-6} \text{ kg/Mg} \times 42,0 \text{ t/h} = 0,34 \text{ g/h}$$

8.2.3.4 Frantumazione e vagliatura

Per la valutazione delle PM₁₀ prodotte dalle operazioni di frantumazione si è utilizzato il fattore emissivo identificato dal codice SCC – 3-05-020-02 (AP 42 - Secondary Crushing/Screening in Stone Quarrying) che, nel caso di adozione di mitigazioni costituite da bagnatura, vale $3,7 \times 10^{-4}$ kg/Mg.

La scelta del codice SCC 3-05-020-02, 03 sia per l'attività di frantumazione sia per il vaglio deriva dalla pezzatura prodotta da tale attività che in genere va dai 40 ai 70 mm (frantumazione secondaria).

I rifiuti sottoposti a questo tipo di trattamento (R5) sono al massimo un quantitativo annuo di 73.872 t/anno, corrispondenti a 42,0 t/h.

Complessivamente, le emissioni medie orarie di PM₁₀ prodotte dalla frantumazione del rifiuto recuperato saranno: $E_{PM10} = EF_{PM10} \text{ (kg/Mg)} \times \text{Parametro medio orario (Mg/h)} = 3,7 \times 10^{-4} \text{ kg/Mg} \times 42,0 \text{ Mg/h.} = 15,54 \text{ g/h}$

Analogamente, le emissioni medie orarie di PM₁₀ prodotte dalla vagliatura del rifiuto recuperato saranno: $E_{PM10} = EF_{PM10} \text{ (kg/Mg)} \times \text{Parametro medio orario (Mg/h)} = 3,7 \times 10^{-4} \text{ kg/Mg} \times 42,0 \text{ Mg/h.} = 15,54 \text{ g/h}$

Per ridurre le emissioni dovute a questo tipo di attività, si possono ipotizzare varie azioni mitiganti:

1. Evitare la lavorazione in condizioni di vento elevato soprattutto nello spostamento dei materiali più pulverulenti;
2. L'impianto di frantumazione e vagliatura è dotato di impianto di nebulizzazione ed abbattimento con acqua all'interno e all'esterno della tramoggia di carico, pertanto il materiale lavorato sarà inumidito.

8.2.3.5 Trasporto su nastro

Tutto il materiale in uscita dai vagli viene trasferito mediante nastri trasportatori per la formazione di cumuli di prodotto riciclato sul piazzale.

Pertanto, il quantitativo medio orario di materiale vagliato sarà 42,0 t/h ed il corrispondente fattore di emissione utilizzato per la valutazione delle PM₁₀ è SCC - 30502006 (AP 42 - Screen/Convey/Handling in Stone Quarrying) che vale $2,30 \times 10^{-5} \text{ kg/Mg}$, per materiale sottoposto a bagnatura.

$E_{PM10} = EF_{PM10} \text{ (kg/Mg)} \times \text{Parametro medio orario (Mg/h)} = 2,30 \times 10^{-5} \text{ kg/Mg} \times 42,0 \text{ Mg/h.} = 0,97 \text{ g/h}$

8.2.3.6 Prelievo e movimentazione dei cumuli di materiale recuperato

Per valutare le emissioni dovute alle attività di prelievo e movimentazione del materiale nei cumuli che si formano al piede dei nastri trasportatori verso l'area di stoccaggio del materiale in uscita si ricorre, come fatto in precedenza per i rifiuti messi in riserva, a quanto indicato nel paragrafo 1.3 e corrispondente al 13.2.4 "Aggregate Handling and Storage Piles" dell'AP-42, individuando un fattore di emissione di $1,3 \times 10^{-4} \text{ kg/Mg}$ di materiale movimentato (avendo utilizzato la formula relativa alle attività del periodo diurno, considerando una umidità del materiale del 4.8% e una velocità del vento di 1,8 m/s).

Ipotizzando che tutto il materiale lavorato (che quindi diventa EoW) sia movimentato, si può stimare un parametro medio orario come di seguito descritto. Viene considerato anche il rifiuto con codice EER 17.05.04 e il codice EER 17.08.02 i quali, pur non essendo lavorato in R5 ed essendo materiali pulverulenti, vengono comunque prelevati e movimentati per l'uscita dall'impianto.

L'impianto movimenterà per l'uscita dall'impianto 78.408 t/anno di materiali pulverulenti per cui i calcoli successivi verranno effettuati su questo quantitativo annuo.

Spostando 78.408 t/anno di materiale lavorato, si ottiene un parametro medio orario di 44,6 t/h a cui corrisponde un'emissione pari a:

$$E_{PM10} = EF_{PM10} \text{ (kg/Mg)} \times \text{Parametro medio orario (Mg/h)} = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ kg/Mg} \times 44,6 \text{ Mg/h.} = 5,80 \text{ g/h}$$

8.2.3.7 Carico dei prodotti su camion

Per la valutazione delle PM₁₀ prodotte dalle operazioni di carico dei prodotti sui camion si dovrebbe utilizzare il fattore emissivo identificato dal codice SCC 3-05-020-32 "Truck Loading - Conveyor, crushed stone", che vale $5,0 \times 10^{-5}$ kg/Mg.

Anche qui si ipotizza che tutto il materiale in ingresso polverulento sia caricato sui camion, sia che venga lavorato in R5 sia che venga effettuata la sola attività R13, per cui viene considerato un quantitativo di 78.408 t/a – 44,6 t/h). Ovviamente questo è un calcolo CAUTELATIVO in quanto non tutti i materiali sono costituiti da prodotti riciclati a granulometria fine (diametro < 5 mm) in grado di emettere alte concentrazioni di PM₁₀.

$$E_{PM10} = EF_{PM10} \text{ (kg/Mg)} \times \text{Parametro medio orario (Mg/h)} = 5,0 \cdot 10^{-5} \text{ kg/Mg} \times 44,6 \text{ Mg/h.} = 2,23 \text{ g/h}$$

8.2.3.8 Transito camion su piste non asfaltate per carico EoW

Per il calcolo dell'emissione di particolato dovuto al transito di mezzi su strade non asfaltate si ricorre al modello emissivo proposto nel paragrafo 13.2.2 "Unpaved roads" dell'AP-42.

Il rateo emissivo orario risulta proporzionale a (i) il volume di traffico e (ii) il contenuto di limo (silt) del suolo, inteso come particolato di diametro inferiore a 75 µm. Il fattore di emissione lineare dell'iesimo tipo di particolato per ciascun mezzo E_{Fi} (kg km) per il transito su strade non asfaltate all'interno dell'area è calcolato secondo la formula:

$$E_{Fi} = k_i \cdot \left(\frac{s}{12}\right)^{a_i} \cdot \left(\frac{W}{3}\right)^{b_i}$$

con

E_i in kg/km

i particolato (PTS, PM₁₀, PM_{2.5})

s contenuto in limo del suolo in percentuale in massa (%)

W peso medio del veicolo (Mg)

	k_i	a_i	b_i
PTS	1.38	0.7	0.45
PM ₁₀	0.423	0.9	0.45
PM _{2.5}	0.0423	0.9	0.45

Fonte: AP-42 – Unpaved roads

Coefficienti per il calcolo delle emissioni dovute al transito di mezzi in strade non asfaltate.

Tuttavia, considerando che tutto il piazzale e la viabilità interna del centro di recupero saranno pavimentati, si considera nulla l'emissione di polveri diffuse da questa sorgente.

8.2.3.9 Erosione vento da cumuli

Per quanto riguarda l'erosione dei cumuli presenti nell'area del centro di recupero, l'emissione dipenderà sia dalla loro estensione sia dalla frequenza oraria con cui vengono movimentati e può essere valutata secondo la seguente relazione:

$$E_i (kg/h) = EF_i \cdot a \cdot movh$$

EF = fattore di emissione areale di particolato (kg/m²);

a = superficie (m²) dell'area movimentata;

movh = numero di movimentazioni/ora.

Per il calcolo del fattore di emissione areale si distinguono i cumuli bassi da quelli alti a seconda del rapporto altezza/diametro. Inoltre, per semplicità, si assume che la forma di un cumulo sia conica, sempre a base circolare.

Dai valori di:

1. altezza del cumulo (intesa come altezza media della sommità nel caso di un cumulo a sommità piatta) H in m – è stata definita un'altezza massima dei cumuli di 4 metri;
2. diametro della base D in m – il diametro dei cumuli è stato definito in 20 metri per i cumuli con volumi elevati di materiale stoccato e 6 metri per i cumuli con piccoli volumi stoccati;

si individua il fattore di emissione areale dell'i-esimo tipo di particolato per ogni movimentazione dalla sottostante tabella:

cumuli alti $H/D > 0.2$	
	$EF_i (kg/m^2)$
PTS	1.6E-05
PM ₁₀	7.9E-06
PM _{2.5}	1.26E-06
cumuli bassi $H/D \leq 0.2$	
	$EF_i (kg/m^2)$
PTS	5.1E-04
PM ₁₀	2.5 E-04
PM _{2.5}	3.8 E-05

Fattori di emissione areali per ogni movimentazione, per ciascun tipo di particolato

Come detto, l'impianto è organizzato con un'area di messa in riserva dei rifiuti, depositati in cumuli, ed un'area per lo stoccaggio dei prodotti riciclati in attesa della vendita.

Il numero di cumuli, con caratteristica polverulenta, identificati con codice EER sono rappresentati complessivamente da n.6 cumuli grandi e da n.1 cumulo piccolo (indicati in planimetria con il numero 7 e 8 in rosso).



Si tratta di materiali sia fini che grossolani; in particolare all'aumentare della granulometria diminuiscono molto le possibilità di sollevamento polveri, ma per motivi di cautela sono comunque stati considerati come potenziali emissioni tutti i cumuli.

Il valore H/D è risultato uguale a 0,20 per i cumuli più grandi e 0,7 per i cumuli piccoli per cui, viene considerato nelle successive valutazioni un EF_i (Kg/m^2) di $7,9 \times 10^{-6}$ per entrambi i tipi di cumuli.

Tipologia Cumulo	H (m)	D (m)	EF _i (Kg/m ²)	Area (m ²)	Codifica cumulo	Movimento/h	E _i (g/h)
Cumuli alto	4	20	7,9 x 10 ⁻⁶	860	1	1	6,8
				970	2		7,7
				550	3		4,3
				550	4		4,3
				550	5		4,3
				550	6		4,3
	4	6	7,9 x 10 ⁻⁶	180	1	1	1,4
	4	6	7,9 x 10 ⁻⁶	180	1	1	1,4
	TOTALE EMISSIONE						34,7

Per ridurre le emissioni dovute a questo tipo di attività, si possono ipotizzare varie azioni mitiganti descritte in dettaglio nel BREF (EIPPCB, 2006: Emissions from storage):

1. Evitare la lavorazione in condizioni di vento elevato soprattutto nello spostamento dei materiali più pulverulenti;
2. Trattamento della superficie tramite bagnamento (wet suppression) con acqua.

8.2.3.10 Gas scarico mezzi operativi

I motori dei mezzi d'opera utilizzati all'interno del centro di recupero saranno conformi a standard di emissioni STAGE V e quindi avranno emissioni estremamente contenute.

I gas di scarico sono purificati tramite il sistema di riduzione catalitica selettiva (SCR), il catalizzatore di ossidazione diesel (DOC) e il filtro antiparticolato diesel (DPF) senza manutenzione prima delle 8.000 ore.

La normativa Stage V è un regolamento europeo che limita le emissioni di gas inquinanti dei motori diesel. È stata introdotta nel 2019 per migliorare la qualità dell'aria.

L'obiettivo di tale normativa è principalmente ridurre le emissioni di monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO_x), idrocarburi incombusti (HC) e particolato (PM), migliorare la sostenibilità ambientale e ridurre i consumi di carburante.

La soglia per le emissioni di particolato è di **15 mg/kWh**: con tale tecnologia si è riusciti a ridurre del 40% i livelli di PM emessi rispetto alla normativa Stage IV.

Il dato di emissione di particolato in atmosfera varia in funzione della potenza del motore, dato che sulla scheda tecnica viene indicato in funzione dei giri/minuto. Ovvero, in genere sulle schede tecniche viene riportato il dato di Potenza in kW determinato al massimo dei giri del motore.

Come varia la potenza del motore in base all'attività svolta, varia la concentrazione del particolato emesso per cui, dovendo fare una stima delle emissioni di particolato, verrà calcolato il dato di emissione massima imposta dal tipo di motore per ore di funzionamento in base alla potenza massima del motore.

MEZZO DI CANTIERE	POTENZA MOTORE kW a 2.000 giri/min	EMISSIONE PM MOTORE STAGE V mg/kWh	EMISSIONE DI PM g/h
PALA GOMMATA DOOSAN DL06V	128	15	1,92
ESCAVATORE DOOSAN DX140LCR-7	86	15	1,29

I trituratori CAMS UTM 1000 funzionano mediante un motore diesel industriale CAT C4.4.

Il motore diesel industriale Cat® C4.4 ad aspirazione naturale è conforme agli standard sulle emissioni equivalenti a EU Stage IIIA.

La soglia per le emissioni di particolato è di **25 mg/kWh**.

MEZZO DI CANTIERE	POTENZA MOTORE kW a 1.500 giri/min	EMISSIONE PM MOTORE STAGE V mg/kWh	EMISSIONE DI PM g/h
TRITURATORE CAMS UTM 1000	129	25	3,23

8.2.3.11 Sintesi delle emissioni medie orarie

Di seguito si riporta una sintesi delle emissioni medie orarie calcolate per singola attività, che complessivamente ammontano a **109,51 g/h**.

Si precisa che in alcuni casi (indicati con *) il calcolo della concentrazione di polvere è stato effettuato in assenza di controllo delle emissioni anche se il progetto prevede, anche in base alle condizioni di vento e meteo, la possibilità di effettuare la bagnatura del materiale per abbattere ulteriormente l'emissione di polveri. Per questo motivo, la concentrazione finale di PM₁₀ rappresenta il dato peggiorativo in base alle considerazioni sopra riportate, dato che può essere migliorato rispettando procedure lavorative in grado di mitigare le emissioni (altezza di scarico dei materiali, stop delle attività in caso di forti venti e bagnature ulteriori).

Attività	Riferimento	Flusso /g/h)	Mitigazioni
Ed_1 Scarico da camion	Truck Unloading: Bottom Dump – Overburden	22,3	Nessuna
Ed_2 Formazione e stoccaggio cumuli	Aggregate Handling and Storage Piles	5,65	Bagnatura materiale + procedura operativa
Ed_3 Scarico materiale da tramoggia	Truck unloading in Stone Quarrying - Processing	0,34	Bagnatura del materiale con ugelli
Ed_4 Frantumazione e vagliatura	Secondary Crushing/Screening in Stone Quarrying	31,08	Impianto abbattimento polveri ad umido
Ed_5 Trasporto su nastro	Screen/Convey/Handling in Stone Quarrying	0,97	Impianto abbattimento polveri ad umido
Ed_6 Prelievo e movimentazione cumuli materiale recuperato	Aggregate Handling and Storage Piles	5,80	Bagnatura materiale

Ed_7	Carico su camion	Aggregate Handling and Storage Piles	2,23	Procedura operativa di carico
Ed_8	Erosione vento da cumuli	Industrial wind erosion	34,7	Nessuna
Ed_9a	Emissioni gas di scarico (pala)	/	1,92	Nessuna
Ed_9b	Emissioni gas di scarico (escavatore)		1,29	Nessuna
Ed_9c	Emissioni gas di scarico (tritatore)	/	3,23	Nessuna

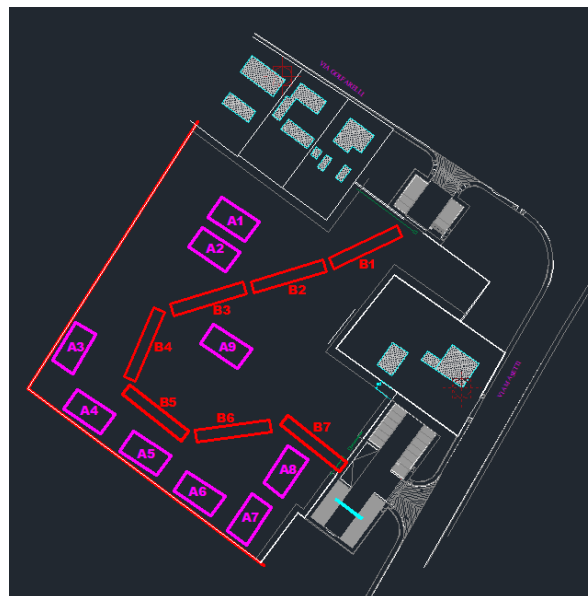
Nel paragrafo che segue viene effettuata una valutazione modellistica al fine di verificare la compatibilità delle attività svolte nel sito con il contesto insediativo limitrofo e con i limiti di riferimento previsti dal D.Lgs 155/10 sia sul breve che sul lungo periodo.

8.2.4 Caratterizzazione delle sorgenti

8.2.4.1 Stato attuale

Sono state definite le seguenti sorgenti areali, alle quali attribuire le emissioni definite al paragrafo 8.2.2.

Per quanto concerne il risollevarimento polveri da transito mezzi su piste non asfaltate sono state considerate n. 7 sorgenti areali di dimensioni pari a 100 mq (aree da A1 ad A7), a ciascuna delle quali è stato associato il seguente flusso emissivo.



Aree	Attività connesse	Id	U.M.	F.E. ⁽¹⁾
B1 --- B7	Transito su piste non asfaltate	Ed_1	g/h	131,1
Considerando che l'area interessata da ciascuna sorgente è di ca. 100 mq, si stima per ciascuna sorgente un flusso pari a 18,7 g/h , corrispondente a $5,194 \cdot 10^{-5} \text{ g/s/m}^2$				
In merito al periodo di funzionamento , si considera l'operatività della sorgente dal lunedì al venerdì e dalle ore 8:00 alle ore 12:00 e dalle ore 17:00 alle ore 17:00				

⁽¹⁾ Complessivo di tutte le aree

Per quanto concerne le altre sorgenti, i contributi emissivi si considerano ripartiti tra le varie sorgenti areali associate a ciascun cumulo di materie prime.

Aree A1 --- A9	Attività connesse	Id	U.M.	F.E. ⁽¹⁾
	Scarico da camion	Ed_2	g/h	15,0
	Formazione e stoccaggio cumuli	Ed_3	g/h	3,9
	Carico su camion	Ed_4	g/h	1,5
	Erosione vento da cumuli	Ed_5	g/h	13,7
	Emissioni gas di scarico	Ed_6	g/h	3,21

Considerando la presenza di n.9 sorgenti areali, ciascuna da 120 mq, a ciascuna di esse viene associato un flusso emissivo pari a **1,52 g/h**, per l'**erosione del vento** (corrispondente a **3,518 E⁻⁶ g/s/m²**), ed un flusso emissivo pari a **2,62 g/h** per le restanti sorgenti emissive (corrispondente a **6,065 E⁻⁶ g/s/m²**)

In merito al **periodo di funzionamento**, fatta eccezione per l'**erosione del vento** che è **continuativa 24/24 ore**, per le **restanti sorgenti** si considera l'operatività della sorgente **dal lunedì al venerdì e dalle ore 8:00 alle ore 12:00 e dalle ore 17:00 alle ore 17:00**

⁽¹⁾ Complessivo di tutte le aree

Di seguito si riporta una **tabella di sintesi** delle **emissioni** di **PM₁₀** associate a ciascuna area emissiva; per le aree che prevedono anche l'erosione del vento dai cumuli, in considerazione del fatto che tale sorgente è operativa 24/24 ore a differenza delle restanti che sono limitate al periodo di attività dell'installazione, sono state considerate due distinti flussi emissivi.

I flussi riportati sono rappresentativi di ogni singola sorgente.

Sorgente emissiva <u>Parametro PM₁₀</u>	Stato Attuale	
	Flusso (g/h)	Flusso (g/s/m ²)
Area A1-A2-A3-A4-A5-A6-A7-A8-A9	2,62	6,065 E ⁻⁶
Area A1-A2-A3-A4-A5-A6-A7-A8-A9 (erosione vento)	1,52	3,518 E ⁻⁶
Area B1-B2-B3-B4-B5-B6-B7	18,7	5,194 E ⁻⁵

8.2.4.2 Stato di progetto

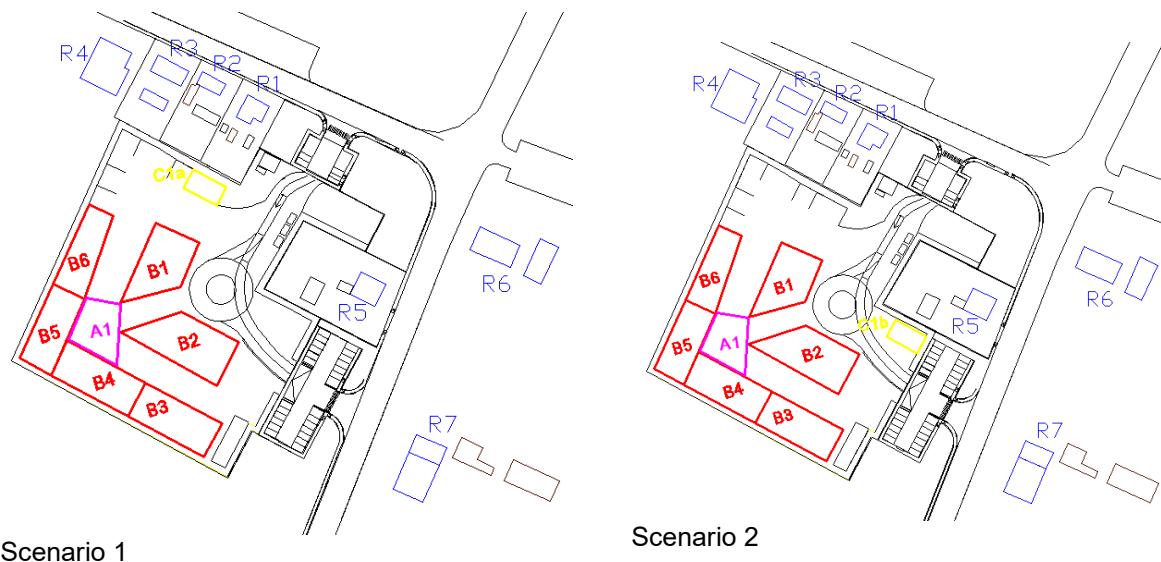
Le sorgenti emissive previste per lo stato di progetto sono state definite al par. 8.2.3.

Ai fini modellistici, al fine di valutare il contributo massimo ai ricettori, per l'impianto di frantumazione-vagliatura è stata considerata la posizione più prossima ai ricettori individuati.

Per quanto concerne invece le aree di movimentazione prossime alle abitazioni, in analogia con lo studio acustico, sono stati individuati i seguenti due scenari:

- **Scenario 1:** considera il contributo emissivo dell'Area C1 in prossimità dell'edificio più esposto lato Nord, ovvero il ricettore R01
- **Scenario 2:** considera il contributo emissivo dell'Area C2 in prossimità dell'edificio più esposto lato Est, ovvero il ricettore R05

Sono state definite le seguenti sorgenti areali, alle quali attribuire le emissioni definite al paragrafo 8.2.3.



Di seguito si riportano invece le caratteristiche emissive dell'Area A1.

Area A1	Attività connesse	Id	U.M.	F.E.
	Scarico materiale da tramoggia	Ed_3	g/h	0,34
	Frantumazione e vagliatura	Ed_4	g/h	31,08
	Trasporto su nastro	Ed_5	g/h	0,97
	Gas di scarico (Escavatore)	Ed_9b	g/h	0,43 ⁽¹⁾
	Gas di scarico (Trituratore)	Ed_9c	g/h	3,23
Considerando che l'area interessata è di ca. 353 mq, si stima un flusso pari a 36,05 g/h , corrispondente a 2,837 E ⁻⁵ g/s/m ²				
In merito al periodo di funzionamento , si considera l'operatività della sorgente dal lunedì al venerdì e dalle ore 8:00 alle ore 12:00 e dalle ore 17:00 alle ore 17:00				

⁽¹⁾ L'escavatore viene utilizzato per prelevare il materiale dalle Aree B1-B2 e per caricare la tramoggia del frantumatore (Area A1); pertanto la sua emissione oraria viene associata in quota parte uguale alle tre sorgenti

Per le emissioni associate alle sorgenti areali rappresentative dei cumuli di materiale in ingresso (Aree B1-B2) si precisa che per codice EER 17.09.04 (Area B1) sono previste con 32.400 ton/a e per il codice EER 17.01.01 (Area B2) sono previste 41.470 t/a. Per cui, si ottengono ca. 18,4 t/h di materiale movimentato per l'Area B1 e ca. 23,5 t/h per l'Area B2, e pertanto:

- **Emissione Ed1** (scarico da camion): considerando la formula di cui al par. 8.2.3.1 si stimano 9,2 g/h per l'Area B1 e 11,75 g/h per l'Area B2
- **Emissione Ed2** (movimentazione cumuli): considerando la formula di cui al par. 8.2.3.2 si stimano 2,39 g/h per l'Area B1 e 3,05 g/h per l'Area B2

- *Emissione Ed8* (erosione vento da cumuli): considerando quanto riportato al par 8.2.3.9 risultano 6,8 g/h per Area B1 e 7,7 g/h per Area B2
- *Emissione Ed9b* (gas di scarico pala meccanica): considerando la formula di cui al par. 8.2.3.10 e riproporzionandola sulle tonnellate movimentate per area, si stimano 0,843 g/h per l'Area B1 e 1,077 g/h per l'area B2

Pertanto, riassumendo per le Aree B1-B2.

Area B1	Attività connesse	Id	U.M.	F.E.
	Scarico da camion	Ed_1	g/h	9,2
	Movimentazione cumuli	Ed_2	g/h	2,39
	Erosione vento cumuli	Ed_8	g/h	6,8
	Gas di scarico (escavatore)	Ed_9b	g/h	0,43 ⁽¹⁾
Considerando l'operatività delle sorgenti, ma che l'erosione del vento è continuativa 24/24h, e che l'area interessata è di ca. 499 mq, si stima in input al modello di simulazione un flusso emissivo pari a 6,8 g/h (corrispondente a 3,785 E ⁻⁶ g/s/m ²) per l' erosione del vento , e pari a 12,02 g/h (corrispondente a 6,691 E ⁻⁶ g/s/m ²) per le restanti sorgenti emmissive				
Area B2	Attività connesse	Id	U.M.	F.E.
	Scarico da camion	Ed_1	g/h	11,75
	Movimentazione cumuli	Ed_2	g/h	3,05
	Erosione vento cumuli	Ed_8	g/h	7,7
	Gas di scarico (escavatore)	Ed_9b	g/h	0,43 ⁽¹⁾
Considerando l'operatività delle sorgenti, ma che l'erosione del vento è continuativa 24/24h, e che l'area interessata è di ca. 646 mq, si stima in input al modello di simulazione flusso emissivo un 7,7 g/h (corrispondente a 3,311 E ⁻⁶ g/s/m ²) per l' erosione del vento , e pari a 15,23 g/h (corrispondente a 6,549 E ⁻⁶ g/s/m ²) per le restanti sorgenti emmissive				
Fatta eccezione per la sorgente Ed_8 il cui funzionamento è continuo , per le restanti sorgenti (Ed_1, Ed_2, Ed_9b) l'operatività è della sorgente dal lunedì al venerdì e dalle ore 8:00 alle ore 12:00 e dalle ore 17:00 alle ore 17:00				

⁽¹⁾ L'escavatore viene utilizzato per prelevare il materiale dalle Aree B1-B2 e per caricare la tramoggia del frantumatore (Area A1); pertanto la sua emissione oraria viene associata in quota parte uguale alle tre sorgenti

Per le emissioni associate alle sorgenti areali rappresentative dei cumuli di materiale EoW (Aree B3-B4-B5-B6), considerando omogenee le aree, risulta quanto segue:

- *Emissione Ed6* (movimentazione cumuli): considerando la formula di cui al par. 8.2.3.2 si stimano 1,413 g/h per ciascuna area
- *Emissione Ed7* (carico su camion): considerando la formula di cui al par. 8.2.3.7 si stimano 0,557 g/h per ciascuna area
- *Emissione Ed8* (erosione vento da cumuli): considerando la formula di cui al par. 8.2.3.9 risultano 4,3 g/h per ciascuna area

Pertanto, per ciascuna delle aree B3-B4-B5-B6 si hanno le seguenti emissioni.

Area	Attività connesse	Id	U.M.	F.E.
B3-B4-B5-B6	Movimentazione cumuli	Ed_6	g/h	1,413
	Carico camion	Ed_7	g/h	0,557
	Erosione vento cumuli	Ed_8	g/h	4,3
	Gas di scarico (pala meccanica)	Ed_9a	g/h	0,48 ⁽¹⁾

Area B3: Considerando l'operatività delle sorgenti, ma che l'erosione del vento è continuativa 24/24h, e che l'area interessata è di ca. 511 mq, si stima in input al modello di simulazione un **flusso emissivo** pari a **4,3 g/h** (corrispondente a $2,337 \text{ E}^{-6} \text{ g/s/m}^2$) per l'**erosione del vento**, e pari a **2,45 g/h** (corrispondente a $1,332 \text{ E}^{-6} \text{ g/s/m}^2$) per le **restanti sorgenti emissive**

Area B4: Considerando l'operatività delle sorgenti, ma che l'erosione del vento è continuativa 24/24h, e che l'area interessata è di ca. 521 mq, si stima in input al modello di simulazione un **flusso emissivo** pari a **4,3 g/h** (corrispondente a $2,292 \text{ E}^{-6} \text{ g/s/m}^2$) per l'**erosione del vento**, e pari a **2,45 g/h** (corrispondente a $1,306 \text{ E}^{-6} \text{ g/s/m}^2$) per le **restanti sorgenti emissive**

Area B5: Considerando l'operatività delle sorgenti, ma che l'erosione del vento è continuativa 24/24h, e che l'area interessata è di ca. 450 mq, si stima in input al modello di simulazione un **flusso emissivo** pari a **4,3 g/h** (corrispondente a $2,654 \text{ E}^{-6} \text{ g/s/m}^2$) per l'**erosione del vento**, e pari a **2,45 g/h** (corrispondente a $1,512 \text{ E}^{-6} \text{ g/s/m}^2$) per le **restanti sorgenti emissive**

Area B6: Considerando l'operatività delle sorgenti, ma che l'erosione del vento è continuativa 24/24h, e che l'area interessata è di ca. 415 mq, si stima in input al modello di simulazione un **flusso emissivo** pari a **4,3 g/h** (corrispondente a $2,878 \text{ E}^{-6} \text{ g/s/m}^2$) per l'**erosione del vento**, e pari a **2,45 g/h** (corrispondente a $1,639 \text{ E}^{-6} \text{ g/s/m}^2$) per le **restanti sorgenti emissive**

Fatta eccezione per la sorgente **Ed_8** il cui **funzionamento è continuo**, per le restanti sorgenti (Ed_6, Ed_7, Ed_9a) l'operatività è della sorgente **dal lunedì al venerdì e dalle ore 8:00 alle ore 12:00 e dalle ore 17:00 alle ore 17:00**

⁽¹⁾ La pala meccanica viene utilizzata per il carico dei camion in tutte le aree, e pertanto l'emissione oraria dai gas di scarico viene equamente riproporzionata

Per le emissioni associate alle sorgenti areali denominate Area C1 (terra da riempimento), risulta quanto segue:

- **Emissione Ed1** (scarico da camion): considerando la formula di cui al par. 8.2.3.1 e la movimentazione di 4,9 t/h, si stimano 2,45 g/h
- **Emissione Ed6** (movimentazione cumuli): considerando la formula di cui al par. 8.2.3.2 si stimano 0,518 g/h
- **Emissione Ed7** (carico su camion): considerando la formula di cui al par. 8.2.3.7 si stimano 0,245 g/h per ciascuna area
- **Emissione Ed8** (erosione vento da cumuli): considerando la formula di cui al par. 8.2.3.9 risultano 1,4 g/h
- **Emissione Ed9a** (gas di scarico pala meccanica): considerando la formula di cui al par. 8.2.3.10, se considerando che la stessa viene utilizzata anche per la movimentazione dei cumuli delle Aree B3-4-5-6, si associa un'emissione pari ad 1/5 di quella oraria stimata, ovvero pari a 0,384 g/h

Area C1	Attività connesse	Id	U.M.	F.E.
	Scarico	Ed_1	g/h	2,45
	Movimentazione cumuli	Ed_6	g/h	0,518
	Carico su camion	Ed_7	g/h	0,245
	Erosione vento cumuli	Ed_8	g/h	1,4
	Gas di scarico (pala)	Ed_9a	g/h	0,384
<p>Considerando l'operatività delle sorgenti, ma che l'erosione del vento è continuativa 24/24h, e che l'area interessata è di ca. 118 mq, si stima in input al modello di simulazione un flusso emissivo pari a 1,4 g/h (corrispondente a $3,295 \text{ E}^{-6} \text{ g/s/m}^2$) per l'erosione del vento, e pari a 3,597 g/h (corrispondente a $8,467 \text{ E}^{-6} \text{ g/s/m}^2$) per le restanti sorgenti emmissive</p> <p>Fatta eccezione per la sorgente Ed_8 il cui funzionamento è continuo, per le restanti sorgenti (Ed_1, Ed_6, Ed_7, Ed_9a) l'operatività è della sorgente dal lunedì al venerdì e dalle ore 8:00 alle ore 12:00 e dalle ore 17:00 alle ore 17:00</p>				

Per le emissioni associate alle sorgenti areali denominate Area C2 (materie prime/EOW certificato da via Cardano), risulta quanto segue:

- *Emissione Ed1* (scarico da camion): considerando la formula di cui al par. 8.2.3.1 e la movimentazione di 5,68 t/h, si stimano 2,84 g/h
- *Emissione Ed6* (movimentazione cumuli): considerando la formula di cui al par. 8.2.3.2 si stimano 0,594 g/h per ciascuna area
- *Emissione Ed7* (carico su camion): considerando la formula di cui al par. 8.2.3.7 si stimano 0,281 g/h per ciascuna area
- *Emissione Ed8* (erosione vento da cumuli): considerando la formula di cui al par. 8.2.3.9 risultano 1,4 g/h
- *Emissione Ed9a* (gas di scarico pala meccanica): considerando la formula di cui al par. 8.2.3.10, se considerando che la stessa viene utilizzata anche per la movimentazione dei cumuli delle Aree B3-4-5-6, si associa un'emissione pari ad 1/5 di quella oraria stimata, ovvero pari a 0,384 g/h

Area C2	Attività connesse	Id	U.M.	F.E.
	Scarico	Ed_1	g/h	2,84
	Movimentazione cumuli	Ed_6	g/h	0,594
	Carico su camion	Ed_7	g/h	0,281
	Erosione vento cumuli	Ed_8	g/h	1,4
	Gas di scarico (pala)	Ed_9a	g/h	0,384
<p>Considerando l'operatività delle sorgenti, ma che l'erosione del vento è continuativa 24/24h, e che l'area interessata è di ca. 118 mq, si stima in input al modello di simulazione un flusso emissivo pari a 1,4 g/h (corrispondente a $3,295 \text{ E}^{-6} \text{ g/s/m}^2$) per l'erosione del vento, e pari a 4,099 g/h (corrispondente a $9,469 \text{ E}^{-6} \text{ g/s/m}^2$) per le restanti sorgenti emmissive</p>				

Fatta eccezione per la sorgente **Ed_8** il cui **funzionamento è continuo**, per le restanti sorgenti (Ed_1, Ed_6, Ed_7, Ed_9a) l'operatività è della sorgente **dal lunedì al venerdì e dalle ore 8:00 alle ore 12:00 e dalle ore 17:00 alle ore 17:00**

Di seguito si riporta una **tabella di sintesi** delle **emissioni** di **PM₁₀** associate a ciascun scenario ed alle singole aree emissive; per le aree che prevedono anche l'erosione del vento dai cumuli, in considerazione del fatto che tale sorgente è operativa 24/24 ore a differenza delle restanti che sono limitate al periodo di attività dell'installazione, sono state considerate due distinti flussi emissivi.

Sorgente emissiva Parametro PM ₁₀	SCENARIO 1		SCENARIO 2	
	Flusso (g/h)	Flusso (g/s/m ²)	Flusso (g/h)	Flusso (g/s/m ²)
Area A1	36,05	2,837 E ⁻⁵	36,05	2,837 E ⁻⁵
Area B1	12,02	6,691 E ⁻⁶	12,02	6,691 E ⁻⁶
Area B1 (erosione cumuli)	7,37	4,103 E ⁻⁶	7,37	4,103 E ⁻⁶
Area B2	15,23	6,549 E ⁻⁶	15,23	6,549 E ⁻⁶
Area B2 (erosione cumuli)	7,37	3,169 E ⁻⁶	7,37	3,169 E ⁻⁶
Area B3	2,45	1,332 E ⁻⁶	2,45	1,332 E ⁻⁶
Area B3 (erosione cumuli)	7,37	4,001 E ⁻⁶	7,37	4,001 E ⁻⁶
Area B4	2,45	1,306 E ⁻⁶	2,45	1,306 E ⁻⁶
Area B4 (erosione cumuli)	7,37	3,929 E ⁻⁶	7,37	3,929 E ⁻⁶
Area B5	2,45	1,512 E ⁻⁶	2,45	1,512 E ⁻⁶
Area B5 (erosione cumuli)	7,37	4,549 E ⁻⁶	7,37	4,549 E ⁻⁶
Area B6	2,45	1,640 E ⁻⁶	2,45	1,640 E ⁻⁶
Area B6 (erosione cumuli)	7,37	4,933 E ⁻⁶	7,37	4,933 E ⁻⁶
Area C1	1,4	3,295 E ⁻⁶	/	/
Area C1 (Erosione cumuli)	3,59	8,467 E ⁻⁶	/	/
Area C2	/	/	1,4	3,295 E ⁻⁶
	/	/	4,09	9,469 E ⁻⁶

8.3 RISULTATI DELLE STIME

Le stime in corrispondenza dei punti bersaglio definiti per ogni ricettore individuato (al par. 5.6) sono espressi in base a quanto previsto dal D.Lgs 155/10, ovvero:

- Polveri (intese come PM₁₀): media annuale e 90.4° delle concentrazioni giornaliere
- Polveri (intese come PM_{2.5}): media annuale

Per quanto concerne le emissioni di PM_{2.5} si segnala che, come specificato al par. 5.3, viene considerato "a titolo cautelativo" un contributo uguale al PM₁₀.

I valori limite previsti dal D.Lgs. 155/10 sono i seguenti:

	U.M.	PM ₁₀		PM _{2.5}
		media	90.4° 24h	media anno
Valore Limite D.Lgs 155/10	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40,0	50,0	25,0

Di seguito si riportano i risultati dei livelli massimi di concentrazione stimati per il **parametro PM₁₀** in corrispondenza di ogni ricettore individuato, dello stato attuale e dello stato futuro per i due scenari considerati. Le stime hanno evidenziato la non significatività del contributo emissivo sia in riferimento alla media annuale che al massimo giornaliero, espresso in termini di 90.4° percentile.

Considerando il fondo ambientale per la media annuale del PM₁₀, pari cautelativamente a 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (centralina di via Roma), e considerando il massimo rilevato, pari a 2,87 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ricettore R05), si stima una concentrazione pari a 26,87 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ che risulta ampiamente inferiore al valore limite su base annuale di 40,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Id Ricettore	U.M.	Ante Operam		Post Operam_SC1		Post Operam_SC2	
		media	90,4°	media	90,4°	media	90,4°
R01	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,12	2,52	1,88	3,36	1,60	2,81
R02	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,87	2,07	1,38	2,87	1,27	2,58
R03	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,66	1,83	1,06	2,41	1,01	2,25
R04	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,67	1,86	0,99	2,41	0,93	2,35
R05	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2,00	4,42	2,50	4,74	2,87	5,32
R06	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,18	3,15	1,18	2,92	1,25	3,08
R07	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,95	2,14	1,40	2,69	1,48	2,87
R08	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,04	0,10	0,04	0,13	0,04	0,13
R09	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02

Tabella 4 – Risultati delle stime delle emissioni

Per quanto concerne il **parametro PM_{2.5}** si considerano cautelativamente come sopra descritto le stime effettuate per il PM₁₀. Pertanto, considerando come fondo ambientale per la media annuale 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (centralina di via Roma), e considerando il massimo rilevato, pari a 2,87 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ricettore R05), si stima una concentrazione pari a 18,87 che risulta inferiore al valore limite su base annuale di 25,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

In **Allegato 1** sono riportate le mappature delle curve di isconcentrazione.

9. CONCLUSIONI

La presente documentazione è stata predisposta al fine di valutare il potenziale contributo emissivo associato all'esercizio del futuro centro di gestione e recupero di rifiuti inerti non pericolosi nel Comune di Forlì (FC).

Come dati meteorologici sono stati acquisiti i dati orari per l'anno 2024, elaborati con il pre-processore Calmet per generare l'input al modello Calpuff.

Come parametro inquinante è stato considerato quello ritenuto più rappresentativo in relazione alle sorgenti emissive, presenti, ovvero le polveri (PM_{10}). La frazione $PM_{2.5}$ è stata "cautelativamente" considerata come PM_{10} nelle valutazioni effettuate.

La metodologia modellistica utilizzata ha fatto riferimento a quanto previsto nel documento "Indicazioni per l'utilizzo di tecniche modellistiche per la simulazione della dispersione in atmosfera e presentazione dei risultati", che fornisce gli INDIRIZZI TECNICI ARPAE 01/2025.

I risultati delle stime sono stati riportati in forma di mappatura e tabellare e confrontati con i limiti di cui al D.Lgs 155/101, ovvero: media annuale e 90.4° delle concentrazioni giornaliere per il parametro PM_{10} , media annuale.

I valori massimi di ricaduta hanno evidenziato concentrazioni significativamente inferiori al valore limite, sia per la concentrazione massima giornaliera che per la media annuale; inoltre, in riferimento a questa ultima, è stato valutato anche il contributo sul fondo ambientale, che non ha evidenziato come l'incremento indotto sia non significativo.

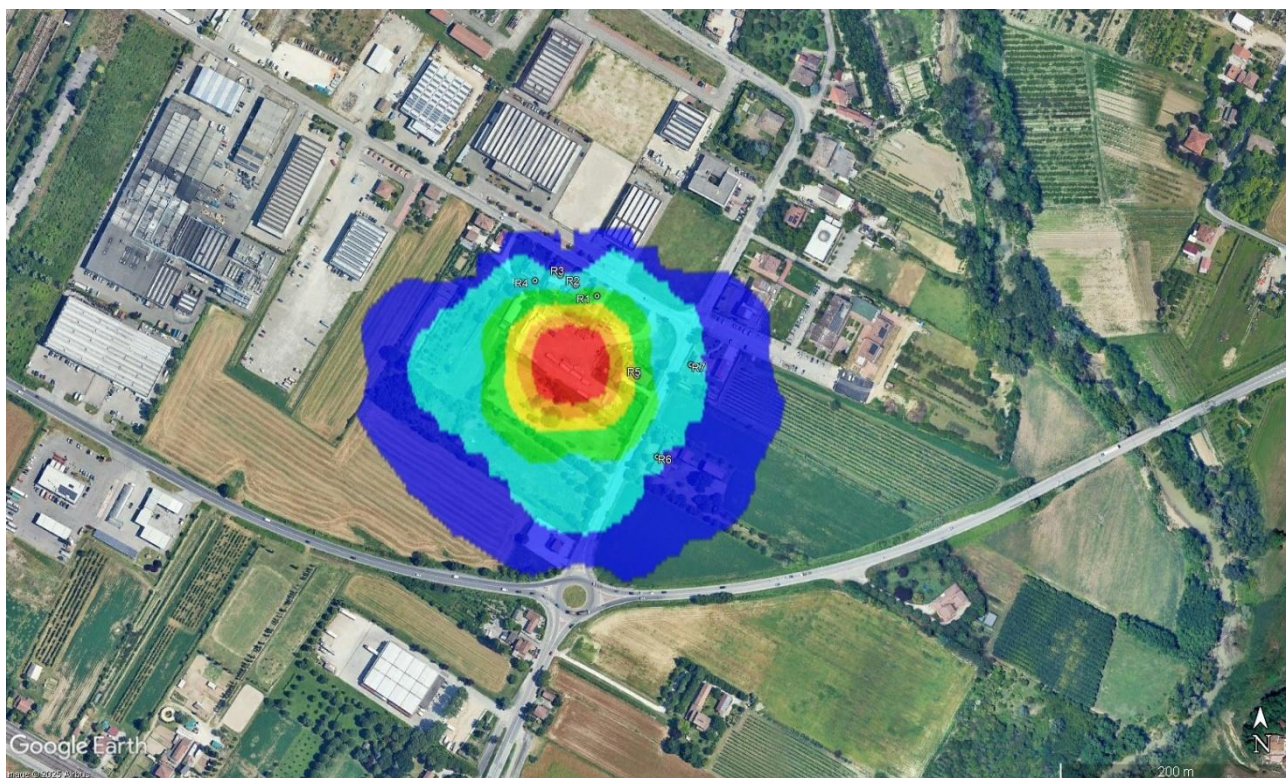
Le valutazioni sul parametro $PM_{2.5}$, effettuate "cautelativamente" sui dati del PM_{10} , hanno evidenziato incrementi modesti, e tali da non destare potenziali criticità anche in riferimento al fondo ambientale presente.

Si ritiene importante evidenziare che la presenza di un doppio filare di alberi sul perimetro dell'installazione, ed in particolare in corrispondenza dei ricettori esterni, rappresenta un'importante misura mitigativa per le emissioni di polveri. Dall'analisi del documento "*Dust reduction efficiency of a single row vegetative barrier -M Aclura Pomifera*" (H. B. Gonzales, J. Tatarko, M. E. Casada, R. G. Maghirang, L. J. Hagen, C. J. Barden), si riporta una riduzione media del 33% per le $PM_{2.5}$ e del 39% per le PM_{10} nel caso di un filare di alberi.

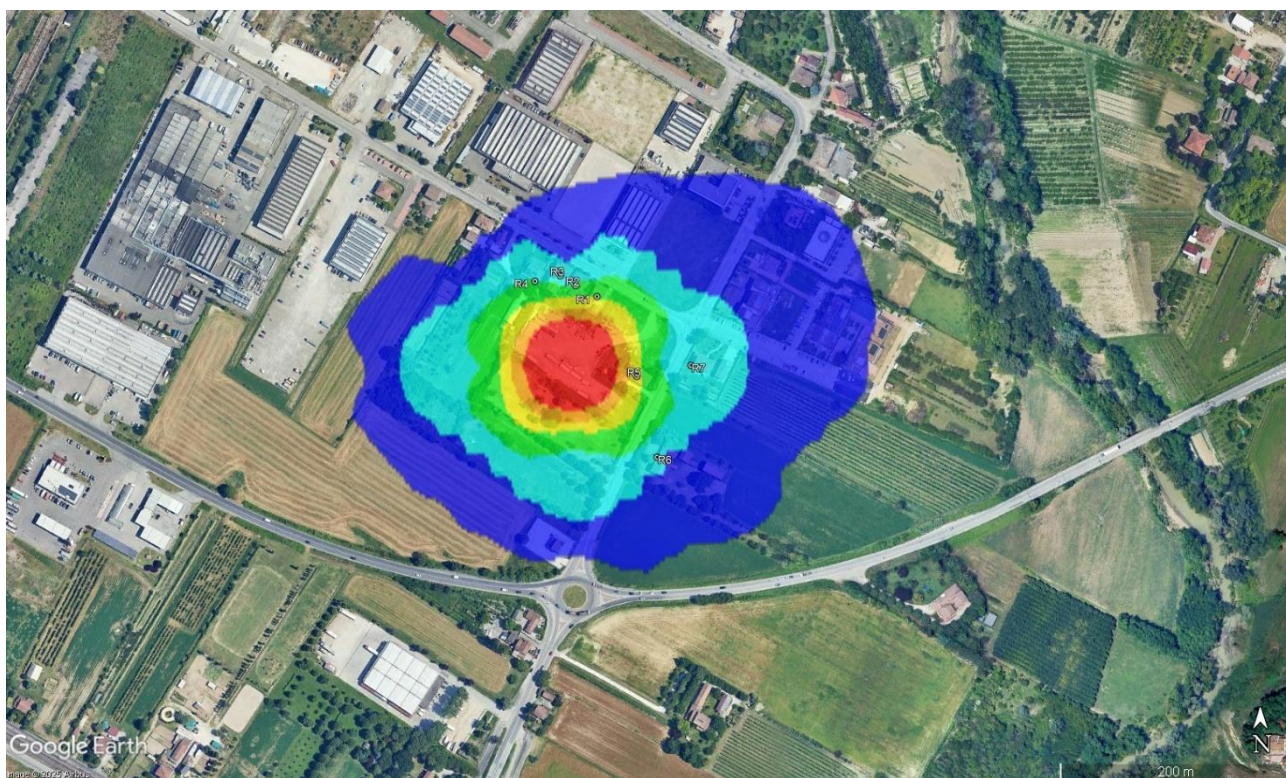
I risultati delle stime pertanto sono da ritenersi "cautelativi" in relazione a tale contributo mitigativo che, si precisa, non è stato considerato nelle stime modellistiche.

Pertanto, a seguito di quanto sopra esposto l'intervento di progetto si ritiene compatibile dal punto di vista atmosferico con la normativa vigente ed il contesto insediativo limitrofo.

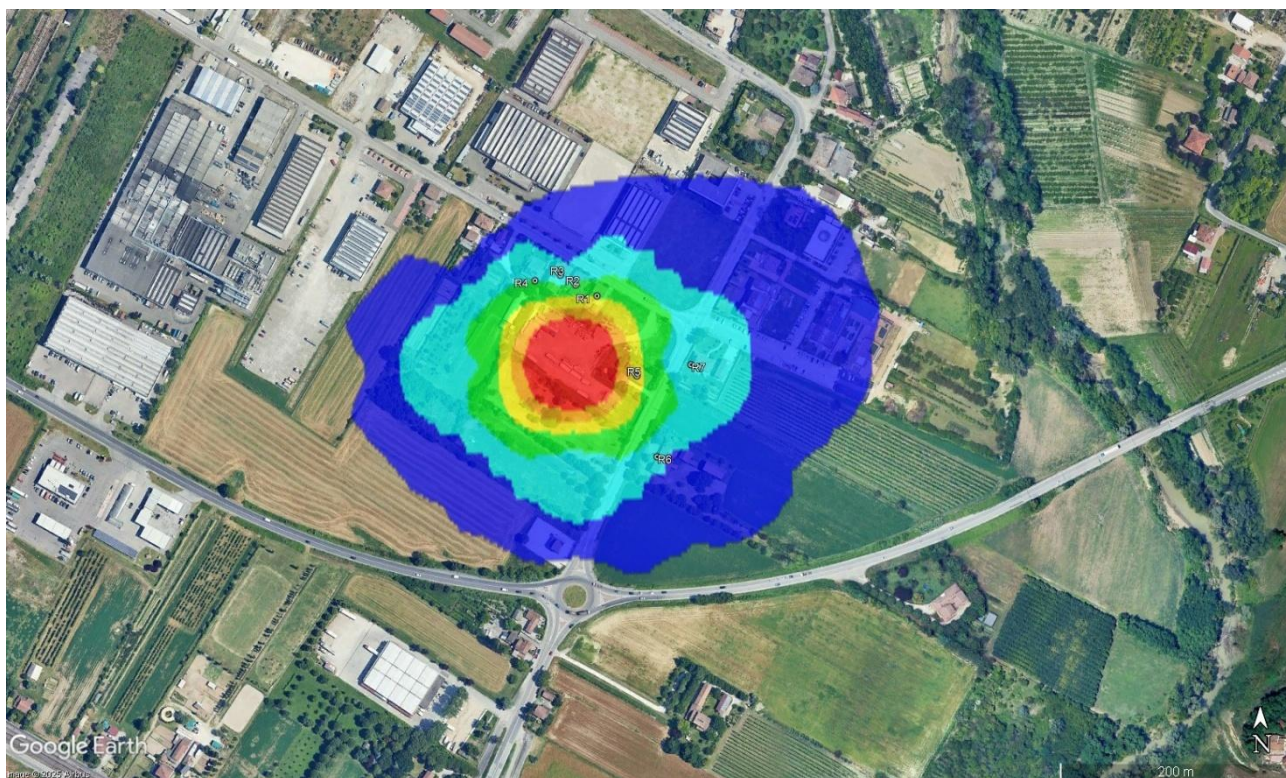
ALLEGATO 1 – MAPPATURA DELLE CURVE DI ISOCONCENTRAZIONE



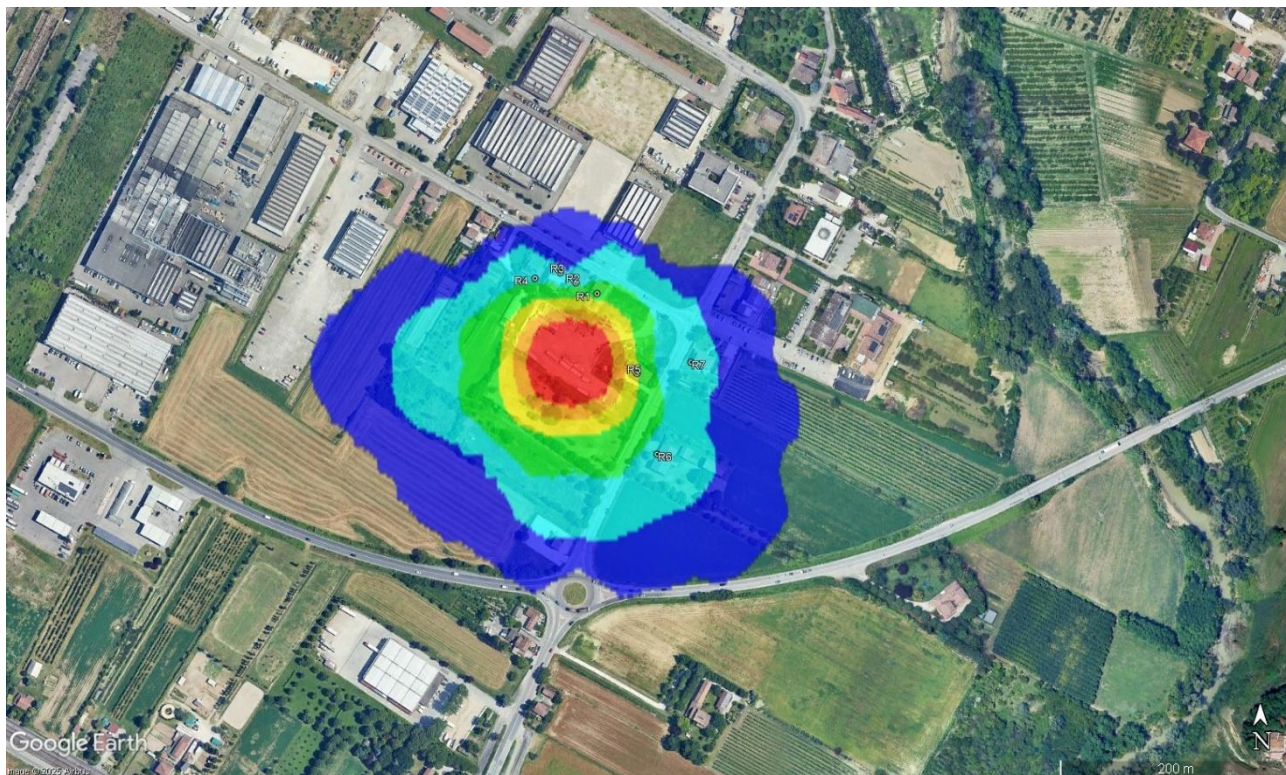
TAV.1a – Mappatura curve di isoconcentrazione PM₁₀ (media annuale) – Stato Attuale



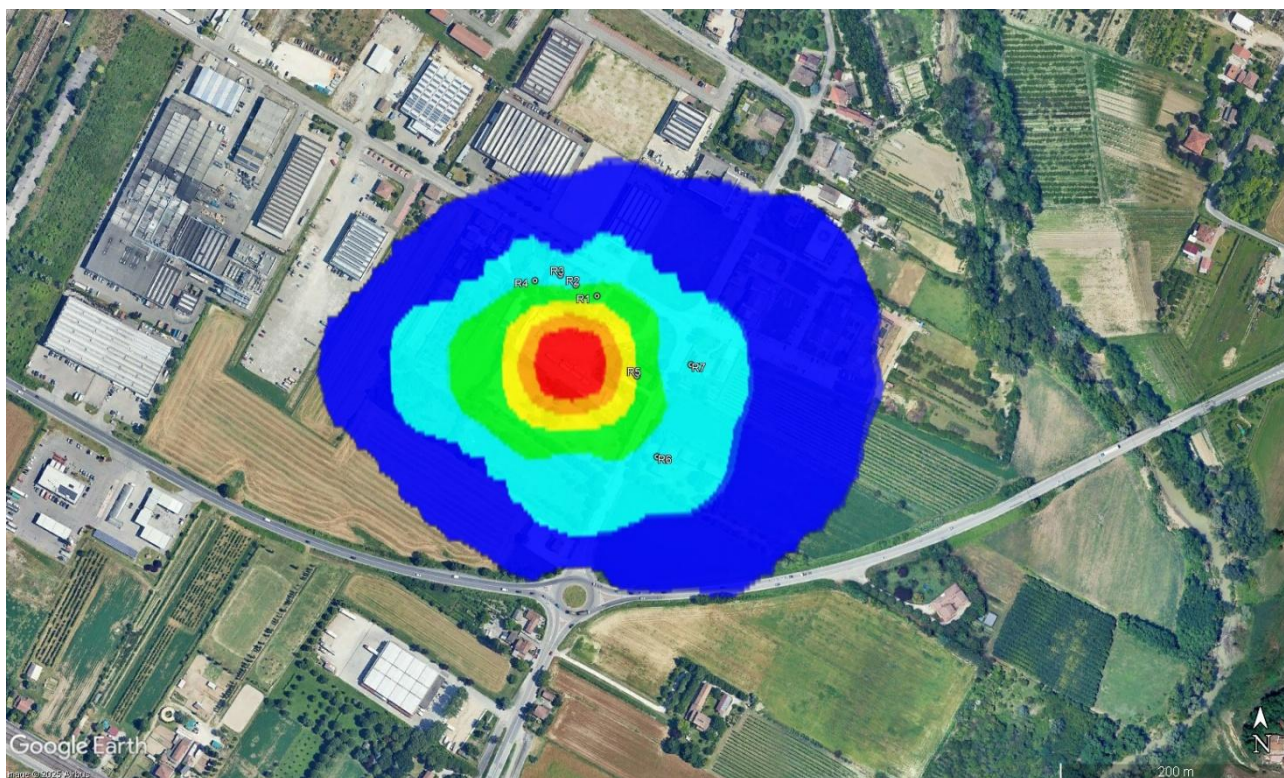
TAV.1b – Mappatura curve di isoconcentrazione PM₁₀ (media annuale) – Stato Futuro (Scenario 1)



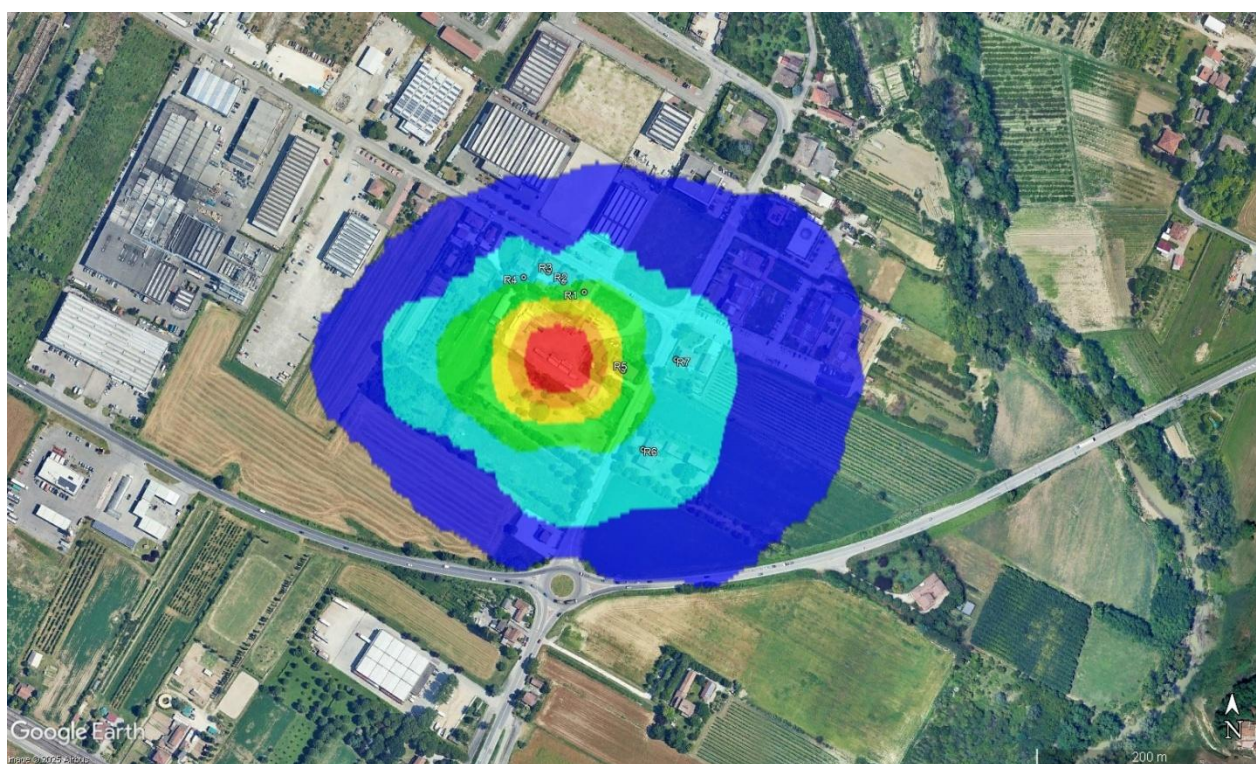
TAV.1c – Mappatura curve di isoconcentrazione PM₁₀ (media annuale) – Stato Futuro (Scenario 2)



TAV.2a – Mappatura curve di isoconcentrazione PM₁₀ (90.4° concentrazioni giornaliere) – Stato Attuale



TAV.2b – Mappatura curve di isoconcentrazione PM₁₀ (90.4° concentrazioni giornaliere) – Stato Futuro
(Scenario 1)



TAV.2c – Mappatura curve di isoconcentrazione PM₁₀ (90.4° concentrazioni giornaliere) – Stato Futuro
(Scenario 2)

ALLEGATO 2A – DATI DI INPUT MODELLO (STATO ATTUALE)

**ALLEGATO 2B – DATI DI INPUT MODELLO (STATO FUTURO –
SCENARIO 1)**

**ALLEGATO 2C – DATI DI INPUT MODELLO (STATO FUTURO –
SCENARIO 2)**

ALLEGATO 3A – DATI DI OUTPUT MODELLO (STATO ATTUALE)

**ALLEGATO 3B – DATI DI OUTPUT MODELLO (STATO FUTURO –
SCENARIO 1)**

**ALLEGATO 3C – DATI DI OUTPUT MODELLO (STATO FUTURO –
SCENARIO 2)**