



RMP RECUPERI Srl

Sede legale: Via Palazzina n. 3 - 47121 Forlì (FC)
P.Iva-C.Fisc.-Iscr.Reg. Impr. FC n.04420010409-
REA FO-410293
Tel. 0543/479634
mail: rmprecuperi@gmail.com
pec: rmprecuperisrl@pec.it

Aumento delle quantità di rifiuti effettivamente destinati al recupero ai sensi dell'art. 208 del D.Lgs 152/06 e s.m.i. presso l'impianto della ditta RMP Recuperi S.r.l, sito in via Palazzina n. 3, loc. San Varano, Comune di Forlì (FC)

**Verifica di assoggettabilità a VIA (screening)
ai sensi dell'Art. 10 della legge regionale 4/2018 e art.19 del d.lgs. 152/2006**

Emissioni in atmosfera e produzione di polveri



RMP RECUPERI SRL
Cap. Soc. € 10.000,00 int.versato
Sede leg.: Via Palazzina n. 3 - 47121 FORLÌ (FC)
Tel. 0543 479634
P.IVA-C.F.-Iscr. Reg. Impr. FC 04420010409
REA FO-410293

Revisione: **01**

Data: maggio **2024**

Pagina lasciata intenzionalmente vuota

Aumento delle quantità di rifiuti effettivamente destinati al recupero ai sensi dell'art. 208 del D.Lgs 152/06 e s.m.i. presso l'impianto della ditta RMP Recuperi S.r.l, sito in via Palazzina n. 3, loc. San Varano, Comune di Forlì (FC)

-

Verifica di assoggettabilità a VIA (screening) ai sensi dell'Art. 10 della legge regionale 4/2018 e art.19 del d.lgs. 152/2006

Emissioni in atmosfera e produzione di polveri

Indice

1. Premessa	5
1.1 Caratterizzazione meteorologica dell'area di indagine	6
1.2 Temperature	6
1.3 Precipitazioni	7
1.4 Intensità e direzione del vento	9
1.5 Caratterizzazione dello stato di qualità dell'aria esistente	9
1.5.1 Polveri	11
1.5.1.1 Frazione respirabile - PM10	11
1.5.1.2 Frazione inalabile - PM2.5	14
1.5.2 Biossido di Azoto NO2 e Ossidi di Azoto NOx	17
2 Emissioni in atmosfera derivanti dal traffico pesante e dei mezzi di cantiere	20
2.1 Viabilità	20
2.2 Flussi di traffico indotto in fase di esercizio	22
2.3 Rinnovo del parco macchine	26
2.4 Emissioni dell'impianto in fase di esercizio e progetto	28
2.5 Conclusioni	34
3. Emissioni di polveri indotte dall'attività di cantiere	36
3.1. Caratteristiche dell'impianto produttivo	38
3.1.1 Sistemi di controllo e abbattimento polveri	42
3.1.2 Metodologia di calcolo	43
3.2 Aspetti metodologici connessi ai processi impiegati	44
3.3 Applicazione del modello	48
3.3.1 Conferimento	49
3.3.2 Impianto di frantumazione fisso con trasporto e vagliatura in acqua	52
3.3.3 Sequenza BS150	53
3.3.4 Sequenza B1612 (lavorazione ghiaie in natura)	59
3.3.5 Sequenza Filtropressatura	63
3.3.6 Riduzione volumetrica e vagliatura a secco	66
3.3.7 Vagliatura	70
3.3.8 Impianto di betonaggio	74
3.3.9 Erosione dei cumuli da parte del vento	76
3.4 Bilancio complessivo	78
3.5 Valutazione della compatibilità ambientale delle emissioni di polveri diffuse	79

Pagina lasciata intenzionalmente vuota

1. Premessa

L'attività produttiva in studio comporta il trasporto da parte di veicoli pesanti, carico, scarico e lavorazione di materiali polverulenti in un contesto di cantiere, i parametri di maggiore interesse sono quindi rappresentati dalle polveri e dagli inquinanti emessi dai motori termici.

Questo documento incorpora tutte le valutazioni effettuate ai fini della determinazione delle emissioni in atmosfera ed è quindi suddiviso in tre parti:

- una prima parte, compilativa, di inquadramento meteo-climatico e dello stato dei livelli dei contaminanti emessi in atmosfera nell'ambito del territorio forlivese;
- la seconda parte valuta le emissioni prodotte dall'impiego dei motori termici sia nell'ambito del traffico indotto dall'accesso all'impianto produttivo sia di quello conseguente all'impiego dei mezzi di cantiere presenti nell'impianto;
- la terza parte valuta le polveri prodotte dalle attività di movimentazione, lavorazione e stoccaggio dei materiali destinati al riciclo ed i relativi end of waste.

I dati meteorologici e quelli relativi alle misure dei principali inquinanti di seguito riportati sono stati estratti dalle seguenti pubblicazioni in libera distribuzione online:

- Rapporto sulla qualità dell'aria della Provincia di Forlì-Cesena, ARPAE - APA Area Est – Forlì-Cesena Servizio Sistemi Ambientali dell'Anno 2022;
- ARPAE IdroMeteoClima 2022.

Sono state estratte ampie porzioni dei suddetti documenti solo al fine informativo e di inquadramento delle tematiche analizzate e per i quali lo scrivente non reclama alcuna proprietà intellettuale. Per una valutazione completa si rimanda alle suddette opere¹.

I dati che sono illustrati fanno riferimento al 2022 in quanto non tutti i dati relativi al 2023 erano disponibili in forma organica e validata alla data di redazione del presente documento ma va comunque evidenziato che se il 2022 è stato uno degli anni più caldi il 2023 è stato il più caldo dal 1961, con una anomalia di +1,24 °C rispetto al clima 1991-2020 e scarti di 0,13 °C e 0,48 °C rispetto ai precedenti due anni più caldi della serie, il 2022 e il 2014 (fonte: ARPAE).

Queste anomalie climatiche sono il risultato del permanere delle temperature al di sopra dei valori climatici per gran parte dell'anno e del verificarsi di molti eventi durante i quali l'indice termico regionale ha superato, a volte anche di diversi gradi, i massimi valori osservati a partire dal 1961.

Questo è successo in particolare un paio di volte nei primi mesi dell'anno e ben cinque volte nella seconda metà, quando gli scarti rispetto ai precedenti record termici sono stati

¹ Documenti accessibili ai seguenti link:

<https://www.arpae.it/it/il-territorio/forli-cesena/report-a-forli-cesena/aria/report-annuali-aria-a-forli-cesena/rapporto-qualita-dellaria-fc-anno-2022-1.pdf>

https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/rapporti-annuali/rapporto-idrometeoclima-2022_2

anche di 3,9 °C, complici intensi eventi di foehn. Ciò ha fatto sì che l'autunno sia risultato il più caldo della serie storica, con uno scarto di 0,8 °C rispetto a quello del 2022, precedente record. L'anno si è chiuso con il dicembre più caldo dal 1961.

L'area in esame è collocata nell'alta pianura, allo sbocco della vallata del fiume Montone, in un ambito fluviale. La morfologia è costituita da forme terrazzate che si innestano con andamento telescopico sulla superficie della conoide fluviale.

Le centraline di misura dei dati meteoroclimatici sono quelle di Castrocaro e di Forlì - Stazione di Hera.

L'area in esame si colloca in posizione intermedia lungo la congiungente delle due centraline.

1.1 Caratterizzazione meteoroclimatica dell'area di indagine



Fig. 1.1 Dislocazione delle stazioni meteorologiche a Forlì.

Il territorio provinciale risulta caratterizzato da altezze di rimescolamento più basse nella parte orientale indipendentemente dalla stagione, e da un andamento stagionale ed un ciclo giornaliero che presentano notevoli differenze tra l'estate e l'inverno e tra il giorno e la notte. I massimi valori diurni generalmente si verificano nell'entroterra nel periodo estivo, (1.600-2.000 m), quelli minimi caratterizzano invece il periodo invernale (500-700 m). Le altezze notturne subiscono variazioni molto minori, esse sono inferiori ai 200 m durante tutto il corso dell'anno.

1.2 Temperature

A livello regionale il 2022, è risultato l'anno più caldo dal 1961 sia in termini di temperatura media, sia di temperatura massima. Queste condizioni generali si sono tradotte in un elevato numero di giorni caldi: l'indice regionale è stato pari a 61 giorni

caldi, il terzo valore più alto della serie dopo il 2003 ed il 2012, mentre a livello locale, in pianura, sono stati osservati fino a 103 giorni caldi.

Questi valori annuali sono il risultato della persistenza di intense anomalie termiche positive per buona parte dell'anno. Ad inizio anno, si sono alternati mesi con anomalie termiche, anche forti, ma di segno altalenante. Il mese di febbraio, come nei due anni precedenti, è risultato molto caldo, il quarto dal 1961, mentre marzo è risultato particolarmente freddo e la temperatura minima regionale ha assunto il quarto valore più basso dal 1961 e il più basso dal 1988. A maggio, le temperature, inizialmente nella norma, sono aumentate velocemente dopo la prima decade, rimanendo fino a fine mese prossime o superiori ai massimi valori osservati dal 1961; infatti maggio risulta il secondo più caldo dopo il 2009. Nei mesi successivi, si sono susseguiti quasi unicamente valori superiori alle attese o nella norma fino a fine anno. In particolare, giugno è stato il secondo più caldo dopo il 2003, e luglio il secondo più caldo dopo il 2015. Nonostante agosto sia stato termicamente più vicino alla normalità climatica, l'estate risulta la seconda più calda dal 1961 dopo il 2003, con un'anomalia di temperatura media regionale di +1,8 °C rispetto al clima 1991- 2020 e di +3,4 °C rispetto al clima 1961-1990. Il contributo maggiore a queste anomalie è imputabile soprattutto ai valori di temperatura massima (+2,4 °C rispetto al clima 1991-2020), mentre le minime si discostano dal clima recente di +1,1 °C. La temperatura massima assoluta di 41,2 °C è stata registrata a Granarolo Faentino il 23 luglio.

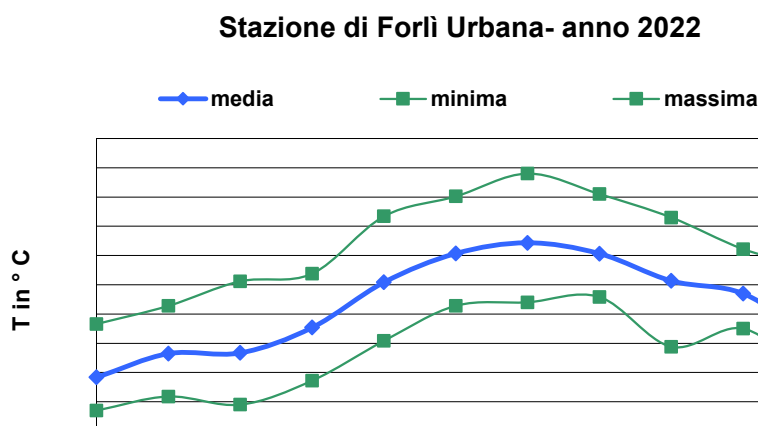


Figura 1.2 - Medie, minimi e massimi mensili delle temperature - Anno 2022

Andamenti simili per le stazioni di Forlì e Rimini Urbana per quanto riguarda le medie ma con temperature massime più elevate per la stazione Hera di Forlì rispetto alla stazione urbana di Rimini.

1.3 Precipitazioni

Il 2022 è stato un anno estremamente siccitoso; con una precipitazione annua regionale pari a 677 mm, risultando la quinta annualità, meno piovosa dal 1961, dopo 1988, 1983,

2021 e 2011. La successione di due anni consecutivi di estrema siccità rappresenta un record per la serie storica dal 1961. Condizioni simili, cioè due annate consecutive con precipitazioni inferiori alla soglia dei 700 mm di piovosità, si erano già presentate nel biennio 2006-2007, ma con valori totali annui meno estremi e con temperature medie annue simili al clima 1991-2020.

L'anno 2022 è iniziato con il ritorno della siccità, che aveva caratterizzato anche la prima metà del 2021, poi conclusasi con l'arrivo delle piogge autunnali. Nei primi mesi dell'anno le precipitazioni sono risultate inferiori alla norma. Nel corso di maggio, le temperature si sono assestate su valori tipicamente estivi, il manto nevoso alpino si è velocemente dileguato e la domanda di risorse idriche da parte dei settori agricoli e civili è aumentata, innescando velocemente criticità locali anche per l'uso idropotabile. A giugno le precipitazioni sono state estremamente inferiori al clima: stimate in 21,7 mm rispetto ai 65,5 mm attesi. A luglio sono caduti mediamente circa 22 mm, pari a metà del valore atteso nel mese. In seguito al sommarsi di queste anomalie, le precipitazioni cumulate da gennaio a luglio, stimate in circa 281 mm medi regionali, sono state in assoluto le più basse dal 1961, inferiori al precedente record negativo del 2017, pari a 301 mm.

Ad agosto si è osservato un cambio di regimi e il mese è risultato il quarto più piovoso dal 1961, rendendo i valori totali dell'estate meteorologica (mesi di giugno, luglio e agosto) solo lievemente inferiori alle attese climatiche. Se a settembre le precipitazioni sono risultate nella norma, ottobre, con un indice pluviometrico regionale di 7,4 mm, è risultato il meno piovoso dal 1961. La quasi totale assenza di precipitazioni, in un mese climatologicamente piovoso, ha riacutizzato le condizioni di siccità che si erano leggermente attenuate nei due mesi precedenti. L'anno si è concluso senza ulteriori anomalie pluviometriche rilevanti, ma con valori che, pur non aggravando le condizioni generali di siccità meteorologica, non hanno comunque permesso di recuperare in alcun modo i gravi deficit accumulati nei mesi precedenti.

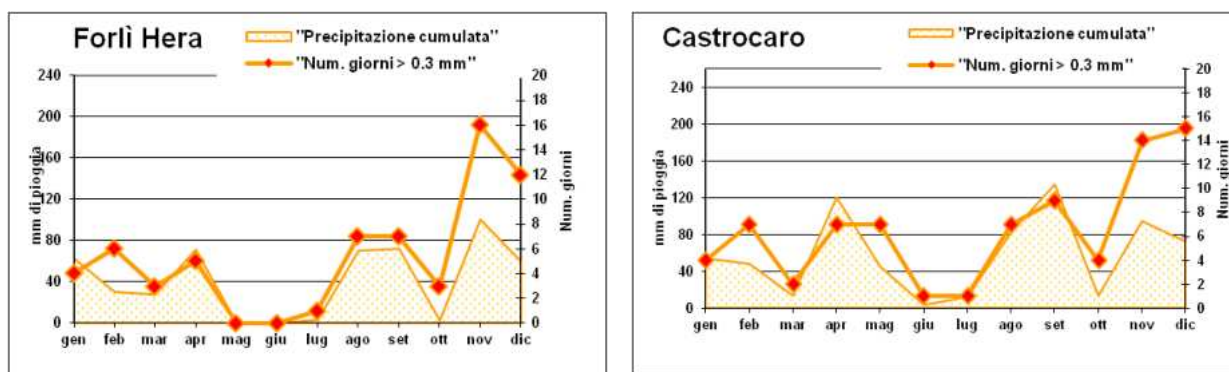


Figura 1.3 – Precipitazione cumulata mensile e numero di giorni con precipitazione superiore a 0.3 mm – Anno 2022

Per quanto riguarda i valori di precipitazione complessiva delle due stazioni della provincia di Forlì, la stazione interna di Castrocaro (696 mm) ha fatto registrare valori superiori a quella di Hera (501 mm) per l'area urbana, con i minimi di precipitazione nei

mesi di giugno, luglio e ottobre. I massimi sono stati registrati a settembre a Castrocara (134 mm) e a novembre per la stazione di Hera (100mm).

1.4 Intensità e direzione del vento

Per la stazione Hera di Forlì i venti durante tutto l'arco dell'anno risultano tendenzialmente bassi, provenienti principalmente da Sud-Est e Sud-Ovest.

Forlì - Hera

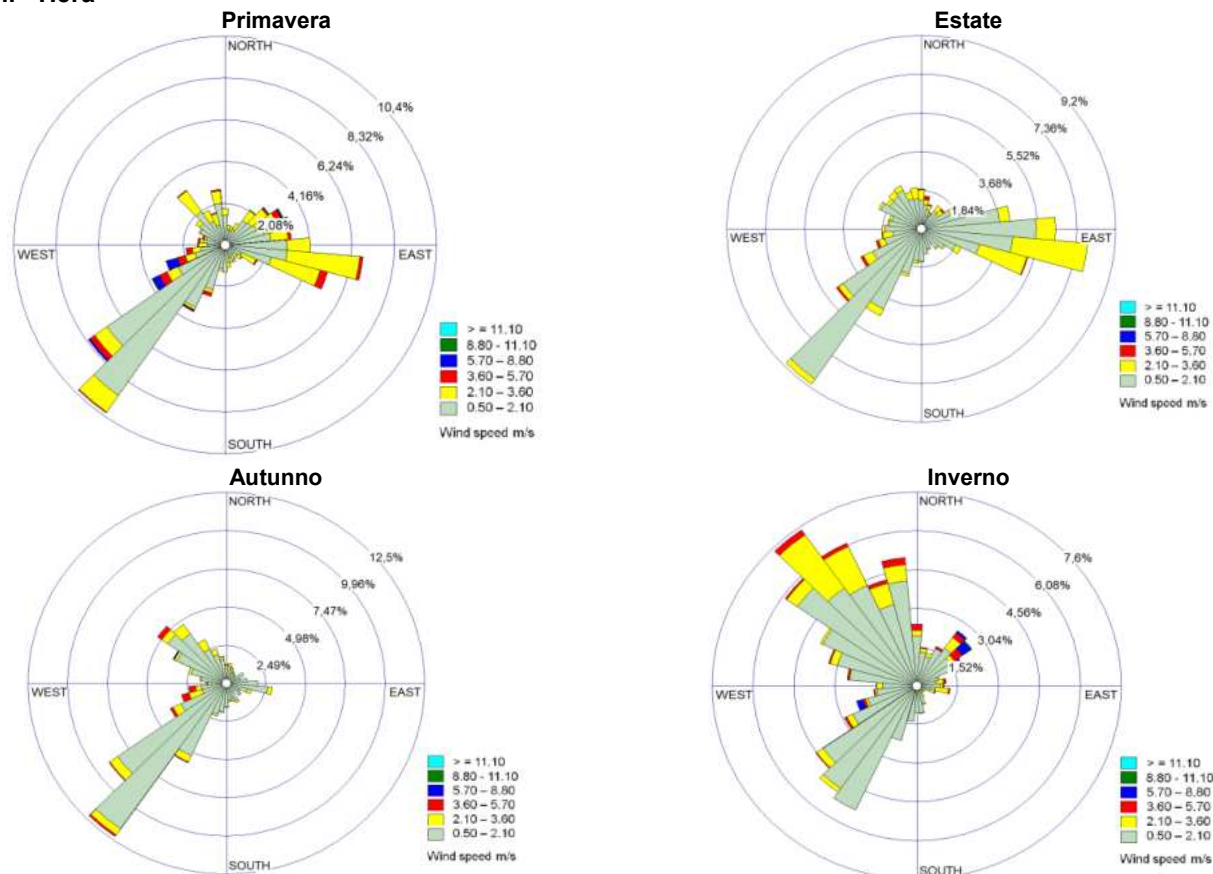


Figura 1.4 - Rose dei venti stagionali (2022) della stazione di Hera.

1.5 Caratterizzazione dello stato di qualità dell'aria esistente

In attuazione della norma quadro in materia di qualità dell'aria (DLgs. n. 155/2010), la regione Emilia-Romagna, con DGR 2001/2011, ha approvato la nuova zonizzazione del territorio realizzata con il contributo di Arpa; sulla base degli elementi del contesto territoriale e socio-economico si sono individuate tre zone ed un agglomerato, corrispondenti ad aree omogenee ai fini della valutazione della qualità dell'aria.

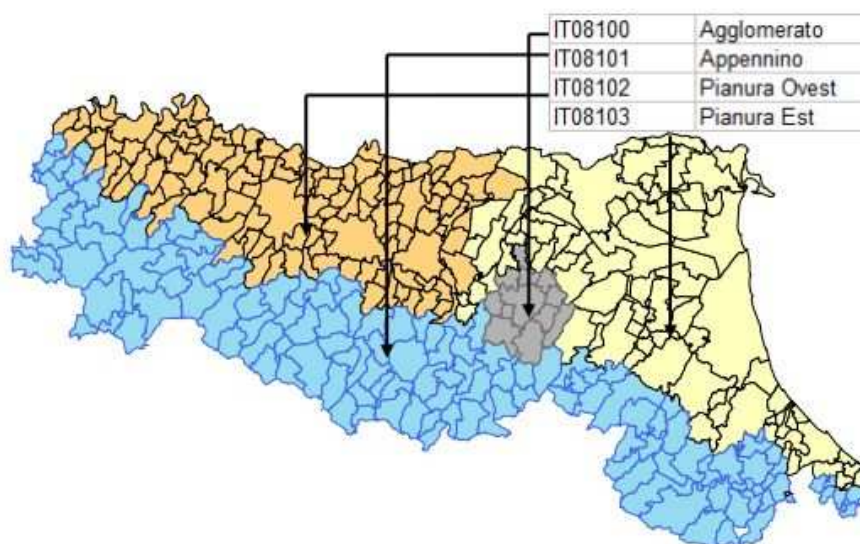


Figura 1.5 – Zonizzazione regionale (DLgs 155/2010 e DGR 2001/2011)

Relativamente alla Provincia di Forlì-Cesena, il territorio risulta suddiviso in due aree denominate “Appennino” e “Pianura Est”; nella tabella che segue è riportata la suddivisione dei comuni in queste due zone.

<u>ZONA</u> <u>Pianura EST</u>	Bertinoro, Cesena, Cesenatico, Forlì, Forlimpopoli, Gambettola, Gatteo, Longiano, Meldola, San Mauro Pascoli, Savignano sul Rubicone.
<u>ZONA</u> <u>Appennino</u>	Bagno di Romagna, Borghi, Castrocaro Terme e Terra del Sole, Civitella di Romagna, Dovadola, Galeata, Mercato Saraceno, Modigliana, Montiano, Portico e San Benedetto, Predappio, Premilcuore, Rocca San Casciano, Roncofreddo, Santa Sofia, Sarsina, Sogliano al Rubicone, Tredozio, Verghereto.

Tabella 1.1 – Zonizzazione per la Provincia di Forlì-Cesena (DLgs 155/2010 e DGR 2001/2011)

La Regione ha quindi il compito di effettuare la valutazione della qualità dell’aria ambiente (DLgs 155/10 art. 5, Allegato II, Appendice II e Appendice III) e predispone un piano di qualità dell’aria con le misure necessarie che, agendo sulle principali sorgenti di emissione che hanno influenza sulla aree di superamento, permettano di raggiungere i valori limite nei termini prescritti.

L’Emilia Romagna, con Delibera di Giunta n. 1180 del 21 luglio 2014, ha adottato la Proposta di Piano Aria Integrato Regionale approvato dalla Assemblea legislativa dell’Emilia-Romagna in aprile 2017 (PAIR 2020) e in fase di aggiornamento (PAIR 2030 nel 2023).

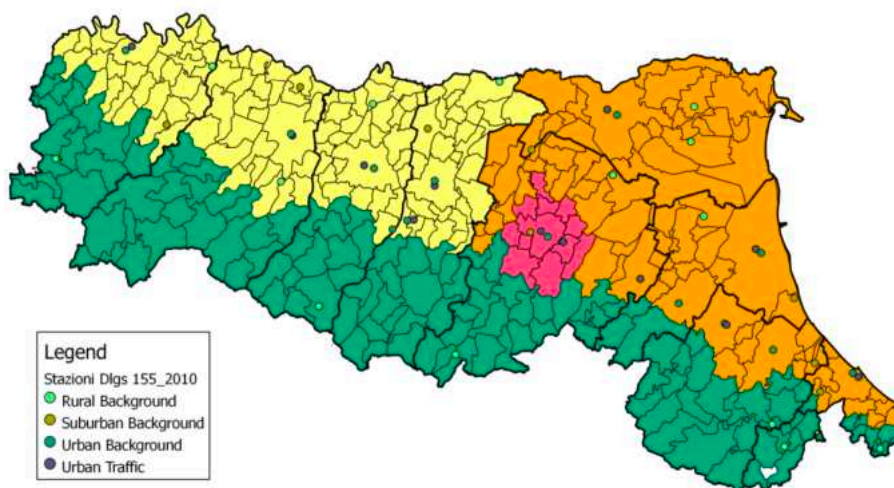


Figura 1.6 - Dislocazione delle stazioni nella rete regionale (DLgs 155/2010 e DGR 2001/2011)

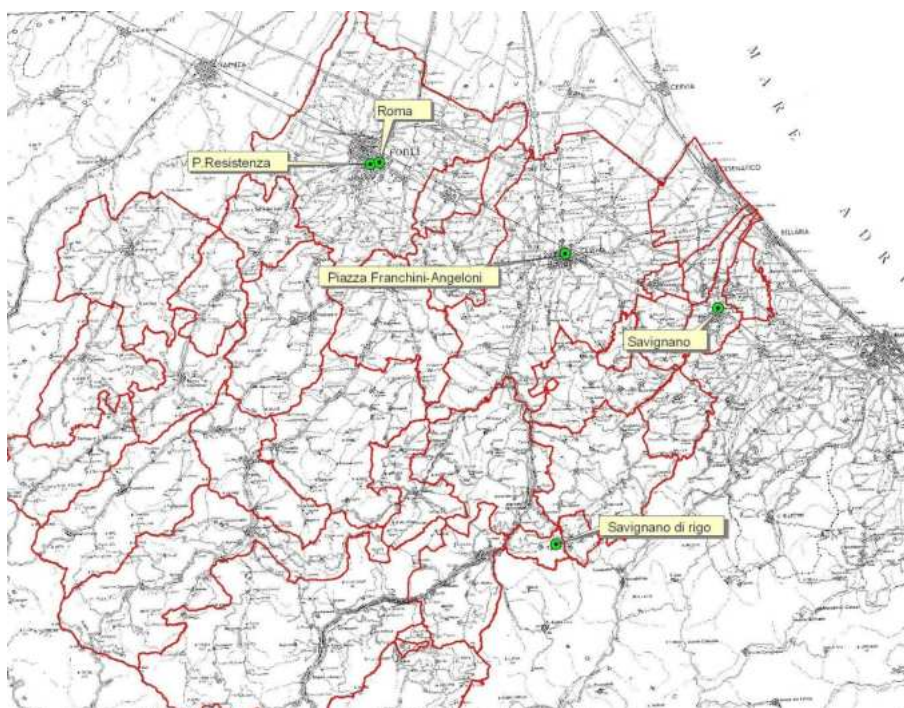


Figura 1.7 – Forlì-Cesena - Distribuzione spaziale delle stazioni di rilevamento della qualità dell'aria

1.5.1 Polveri

1.5.1.1 Frazione respirabile - PM₁₀

Il PM₁₀ viene misurato in tutte le stazioni della rete.

Nel 2022 il limite della media annuale del PM₁₀ (40 µg/m³) e il limite giornaliero (media giornaliera di 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte in un anno) sono stati rispettati in tutte le stazioni della Provincia di Forlì-Cesena.

Il valore guida dell'OMS di 15 µg/m³ come media annuale è stato superato in tutte le stazioni, tranne in quella di Sogliano (Fondo rurale), mentre il valore guida di 45 µg/m³ come concentrazione sulle 24 ore è stato superato in tutte le stazioni.

La media annuale, già da diversi anni, si attesta attorno al valore di 20-25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, tuttavia il PM_{10} resta un inquinante critico sia per i diffusi superamenti del limite di breve periodo sia per gli importanti effetti che è stato dimostrato avere sulla salute.

Considerata la classificazione data a questo inquinante dallo IARC e le concentrazioni significative misurate, soprattutto in periodo invernale, la valutazione dello stato dell'indicatore non può essere considerata positiva.

<i>Indicatore</i>	<i>Copertura temporale</i>	<i>Stato attuale indicatore</i>	<i>Trend</i>
Concentrazione media annuale di particolato PM_{10}	2017 – 2022	😊	😊
Numero superamenti del limite giornaliero per particolato PM_{10}	2017 – 2022	😊	😊

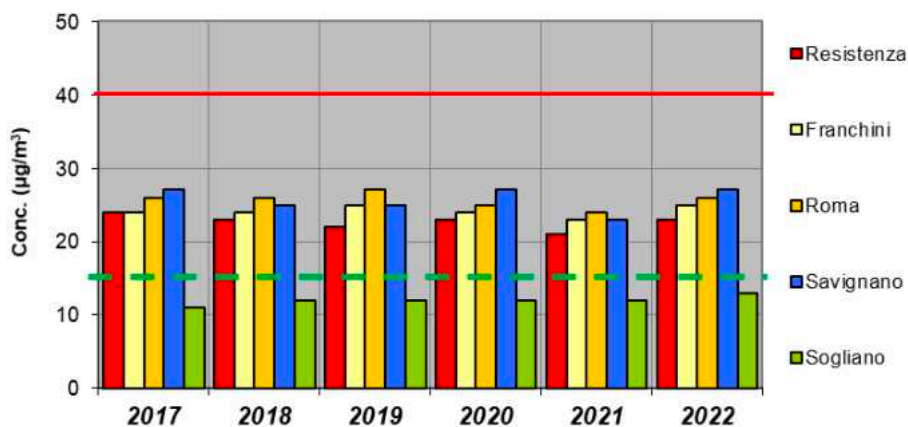
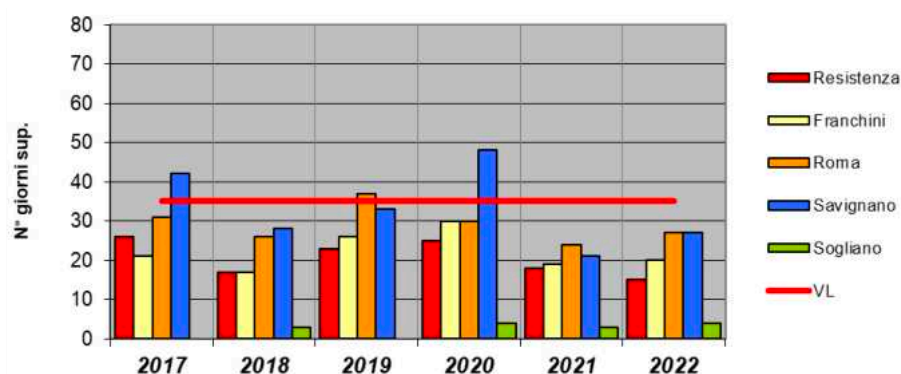
Tabella 1.2 - PM_{10} : Sintesi valutazione anno 2022 e trend

Nel 2022, quindi, il limite della media annuale è stato rispettato in tutte le postazioni, così come il limite giornaliero (media giornaliera di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte in un anno) (Tabella 1.3).

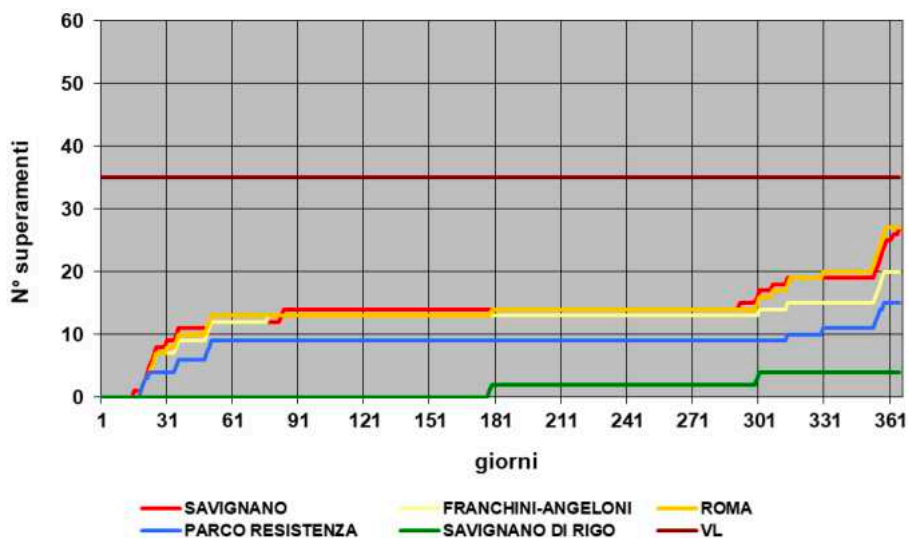
PM_{10} [L.Q. = 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$]				Concentrazioni in $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Limiti Normativi	
<i>Stazione</i>	<i>Comune</i>	<i>Tipologia</i>	<i>Efficienza %</i>	<i>Minimo</i>	<i>Massimo</i>	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Valore guida OMS: 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Max 35 Valore guida OMS: 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare mai
						Media anno	N° giorni Sup. 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Franchini-Angeloni	Cesena	Fondo Urbano	99	4	75	25	20 (OMS 31)
Parco Resistenza	Forlì	Fondo Urbano	96	0	73	23	15 (OMS 25)
Roma	Forlì	Traffico	98	5	80	26	27 (OMS 38)
Savignano	Savignano sul Rubicone	Fondo Suburbano	98	3	79	27	27 (OMS 48)
Sogliano	Sogliano	Fondo Rurale	98	0	65	13	4 (OMS 4)

Tabella 1.3 - PM_{10} : parametri statistici e confronto con i valori previsti dalle norme

Le Figure 1.8 e 1.9 riportano l'andamento negli ultimi sei anni rispettivamente della media annuale e del numero di giorni con concentrazioni superiori a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$: nel 2022 la media annuale è in linea con quella degli anni precedenti, mentre il numero di superamenti è inferiore.

Figura 1.8 - PM₁₀ medie annualiFigura 1.9 - PM₁₀ giorni con superamento dei 50 µg/m³

Il grafico di Figura 1.10 (superamenti cumulati) consente di visualizzare fino a quale giorno dell'anno, nelle diverse stazioni, il limite di breve periodo è stato rispettato; nel 2022 il limite è stato sempre rispettato.

Figura 1.10 - PM₁₀ Superamenti cumulati

Le medie mensili di PM₁₀ (Figura 1.11), come prevedibile, sono più elevate nei mesi invernali. In generale le concentrazioni più basse sono state misurate a Sogliano (Fondo rurale) con il valore minimo nel mese di Dicembre.

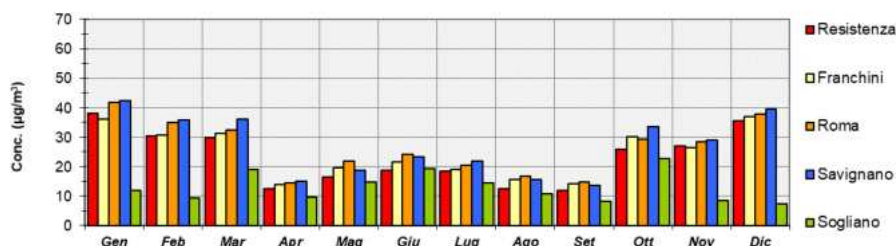


Figura 1.11 - PM₁₀ medie mensili

L'andamento delle serie storiche relative alle medie annuali ed alle concentrazioni massime è sostanzialmente in linea con quello degli ultimi anni, con un leggero aumento nei valori massimi riscontrati.

1.5.1.2 Frazione inalabile - PM_{2.5}

Il PM_{2.5}, data la sua origine prevalentemente secondaria, si misura nelle stazioni di Fondo. Nel 2022 il valore limite della media annuale del PM_{2.5} (25 µg/m³) è stato rispettato in tutte le postazioni, così come il "limite indicativo" (20µg/m³): situazione da consolidare, e possibilmente migliorare, anche nei prossimi anni, considerato l'impatto che l'inquinante ha sulla salute.

I valori più elevati si sono registrati nella stazione di Savignano. La stagione più critica è sempre quella invernale, quando le concentrazioni di PM_{2.5} rappresentano oltre il 65% di quelle di PM₁₀. Considerata la classificazione di questo inquinante da parte dell'OMS e le concentrazioni significative che si rilevano - se confrontate con i valori guida dell'OMS - la valutazione dello stato dell'indicatore - nonostante il rispetto del limite - non può essere considerata positiva.

<i>Indicatore</i>	<i>Copertura temporale</i>	<i>Stato attuale indicatore</i>	<i>Trend</i>
Concentrazione media annuale di Particolato fine (PM2.5)	2017– 2022	😊	😊

Tabella 1.4 – PM_{2.5}: Sintesi valutazione anno 2022 e trend

PM_{2.5} [L.Q. = 3 µg/m ³]				Concentrazioni in µg/m³		Limite Normativo	Limite indicativo
Stazione	Comune	Tipologia	Efficienza%	Minimo	Massimo	25 µg/m ³ <i>Valore guida OMS: 5 µg/m³</i>	20 µg/m ³
						Media anno	Media anno
Parco Resistenza	Forlì	Fondo Urbano	99	0	54	14	14
Savignano	Savignano sul Rubicone	Fondo Suburbano	98	0	62	17	17

Tabella 1.5 - PM_{2.5}: parametri statistici e confronto con i valori previsti dalle norme

Nelle stazioni della Rete regionale di Forlì-Cesena il PM_{2.5} viene monitorato nelle centraline di Fondo Urbano (Parco Resistenza), Fondo Suburbano (Savignano).

Il D.lgs. 155/2010, relativamente al PM 2.5, contempla due Fasi:

- Fase 1: a partire dal 1/1/ 2015, il valore limite della media annuale del PM_{2.5} è 25 µg/m³;
- Fase 2: dal 1/1/2020, doveva essere raggiunto un “Valore limite da stabilire con successivo decreto ai sensi dell’articolo 22, comma 6, tenuto conto del valore indicativo di 20 µg/m³ e delle verifiche effettuate dalla Commissione europea alla luce di ulteriori informazioni circa le conseguenze sulla salute e sull’ambiente, la fattibilità tecnica e l’esperienza circa il perseguimento del valore obiettivo negli Stati membri”. Tale decreto ad oggi, non è stato emanato e pertanto il valore di 20 µg/m³ viene di seguito riportato come “limite indicativo”.

Nel 2022, nella rete di Forlì-Cesena, in tutte le stazioni è rispettato sia il valore limite della media annuale (25 µg/m³), sia il “limite indicativo” (20 µg/m³).

Non è invece rispettato in nessuna postazione il valore guida dell’OMS, più restrittivo (5 µg/m³) (Tabella 1.5).

Di seguito si riporta il grafico con le medie mensili (Figura 1.12): solo nei mesi estivi (aprile-settembre) le concentrazioni nelle stazioni di fondo sono inferiori a 10 µg/m³.

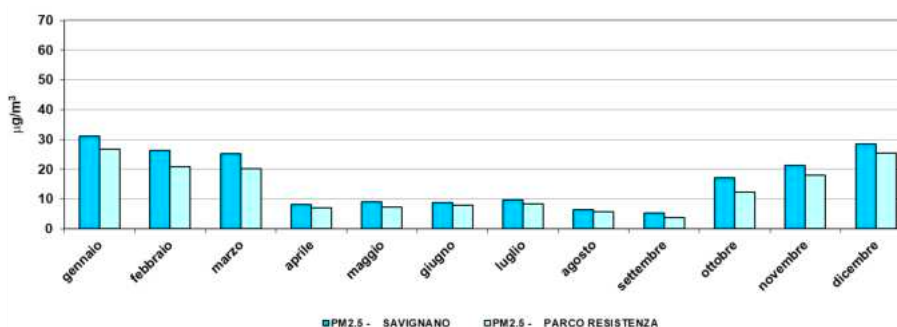


Figura 1.12 - PM_{2.5}: medie mensili 2022

In Figura 1.13 sono riportate le medie annuali rilevate dal 2017 nelle stazioni provinciali della RRQA, messe a confronto con il limite previsto dalla normativa (25 µg/m³ – linea rossa), il valore indicativo della fase 2 (20 µg/m³ – linea nera) e il valore guida dell’OMS (5 µg/m³ – linea verde). Negli ultimi sei anni, nessuna stazione ha superato né il limite

normativo né quello indicativo, mentre il valore guida dell'OMS continua ad essere superato abbondantemente in tutte le postazioni.

Indicativo, anche se non costituisce un limite di legge, è il numero di superamenti della media giornaliera raccomandata dall'OMS-AQG. Fino al 2020 tale valore guida era fissato a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mentre dal 2021 è stato ristretto a $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, quindi, da tale anno il numero di superamenti è maggiore rispetto agli anni precedenti (Figura 1.14).

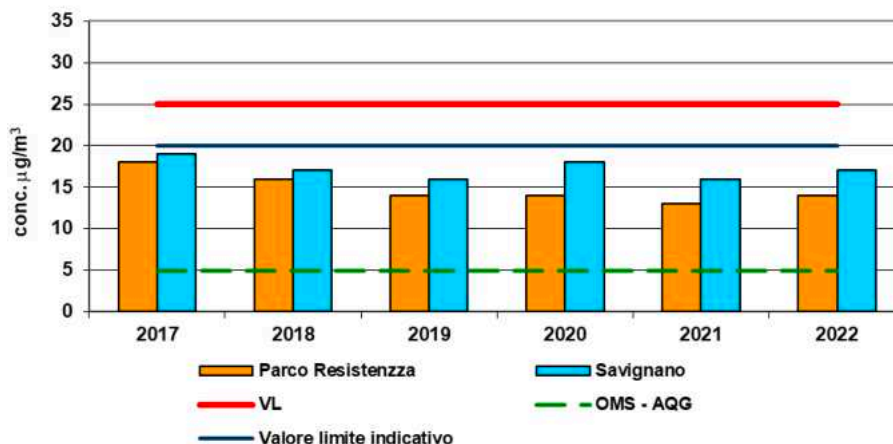


Figura 1.13 - $\text{PM}_{2.5}$: medie annuali nell'intervallo 2017 – 2022

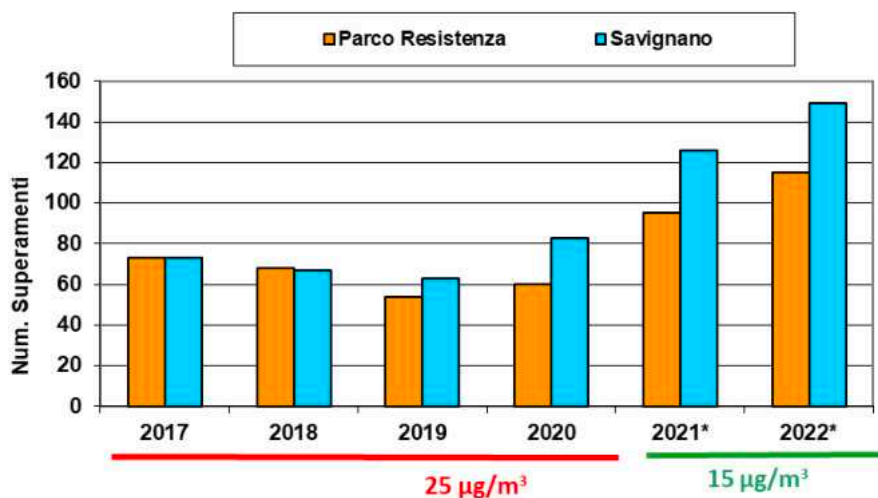


Figura 1.14 - $\text{PM}_{2.5}$: N° superamenti della media giornaliera di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nell'intervallo 2017 – 2020 e di $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dal 2021

Nelle stazioni di Parco Resistenza e Savignano sono presenti due strumenti per la misurazione di particolato PM_{10} e $\text{PM}_{2.5}$; per ogni stazione è stata calcolata, e riportata in grafico, la media mensile del rapporto percentuale giornaliero delle concentrazioni delle due frazioni granulometriche, $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ (Figura 1.15).

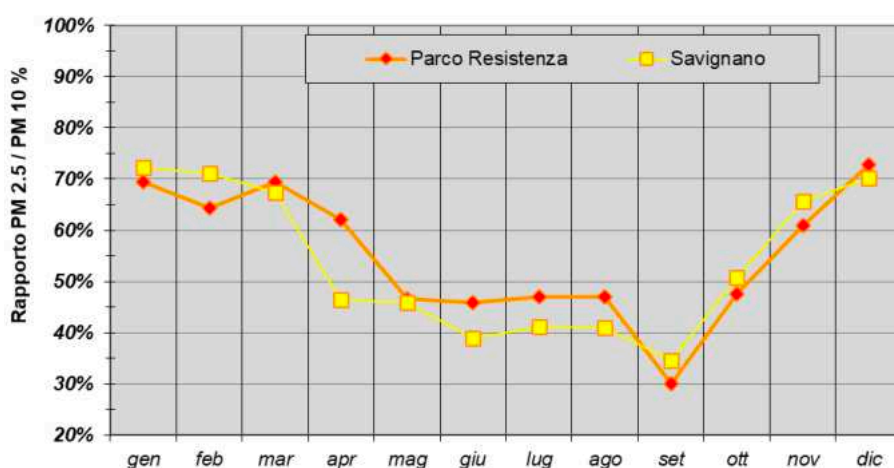


Figura 1.15 - Rapporto $PM_{2.5}/PM_{10}$: medie mensili 2022 (quale % del PM_{10} è $PM_{2.5}$)

Dagli andamenti del rapporto si osserva una spiccata stagionalità: la quota di particolato fine ($PM_{2.5}$) è maggiore nei mesi invernali quando oltre il 60% del PM_{10} è costituito da $PM_{2.5}$.

Il PM_{10} è generato, per una quota significativa, per azione meccanica mentre il particolato più fine ($PM_{2.5}$) deriva prevalentemente dalla combustione e/o è di origine secondaria, cioè è prodotto in atmosfera a partire da precursori gassosi quali ossidi di azoto (nitrati), ossidi di zolfo (solfati), ammoniaca, composti organici volatili.

La maggior quota di particolato $PM_{2.5}$ durante i mesi invernali può, quindi, essere in relazione con:

- l'aumento delle emissioni primarie derivanti dai processi di combustione (traffico, riscaldamento), quantitativamente più rilevanti in questo periodo dell'anno;
- l'incremento della componente secondaria legata ad una maggiore presenza di precursori in atmosfera.

1.5.2 Biossido di Azoto NO_2 e Ossidi di Azoto NO_x

Il biossido di azoto, inquinante che ha anche importanti interazioni sul ciclo di formazione del particolato e dell'ozono (O_3), viene misurato in tutte le stazioni della Rete.

Il valore limite orario e della media annuale ($40 \mu g/m^3$) sono rispettati in tutte le stazioni della rete dal 2012.

E' comunque importante mantenere alta l'attenzione su questo inquinante, sia perché gli NO_x sono tra i precursori del particolato secondario e dell' O_3 , sia per le criticità ancora riscontrate a livello regionale, in particolare, nelle concentrazioni medie annuali.

<i>Indicatore</i>	<i>Copertura temporale</i>	<i>Stato attuale indicatore</i>	<i>Trend</i>
Concentrazione in aria di biossido di azoto (NO ₂)	2012 – 2022		
Superamenti dei limiti di legge per il biossido di azoto (NO ₂)	2012- 2022		

Tabella 1.6 - NO₂: Sintesi valutazioni anno 2022 e trend decennale

NO₂ [L.Q. = 8 µg/m³]				Concentrazioni in µg/m³		Limiti Normativi		Valori guida OMS	Valori guida OMS
<i>Stazione</i>	<i>Comune</i>	<i>Tipologia</i>	<i>Efficienza</i>	<i>Minimo</i>	<i>Massimo</i>	<i>40 µg/m³</i>	<i>Max 18</i>	<i>200 µg/m³</i>	<i>10 µg/m³</i>
						<i>Media anno</i>	<i>N° Sup. 200µg/m³ h</i>	<i>Max orario</i>	<i>Media annua</i>
Franchini-Angeloni	Cesena	Fondo Urbano	99	< 8	89	19	0	89	19
Parco Resistenza	Forlì	Fondo Urbano	100	< 8	92	17	0	92	17
Roma	Forlì	Traffico	97	< 8	106	24	0	106	24
Savignano	Savignano sul Rubicone	Fondo Suburbano	100	< 8	89	17	0	89	17
Sogliano	Sogliano	Fondo Rurale	99	< 8	32	<8	0	32	<8

Tabella 1.7 – NO₂: Parametri statistici e confronto con i valori previsti dalle norme

I limiti di lungo (media annuale) e di breve periodo (massimo della media oraria) del biossido d'azoto nell'anno 2022 sono stati rispettati in tutte le stazioni della Rete Regionale di Forlì-Cesena.

La media annuale più elevata (24 µg/m³) è stata rilevata nella stazione di traffico (Roma), dove si è registrato anche il massimo orario più alto (106 µg/m³).

Nel grafico di Figura 1.16 sono rappresentate le concentrazioni medie annue di NO₂ confrontate con il valore limite (linea viola).

Nota: nei grafici che seguono non è riportato il dato relativo al fondo remoto (Sogliano) in quanto circa il 91% delle concentrazioni medie orarie rilevate di NO₂ sono inferiori al limite di quantificazione strumentale (< 8 µg/m³).

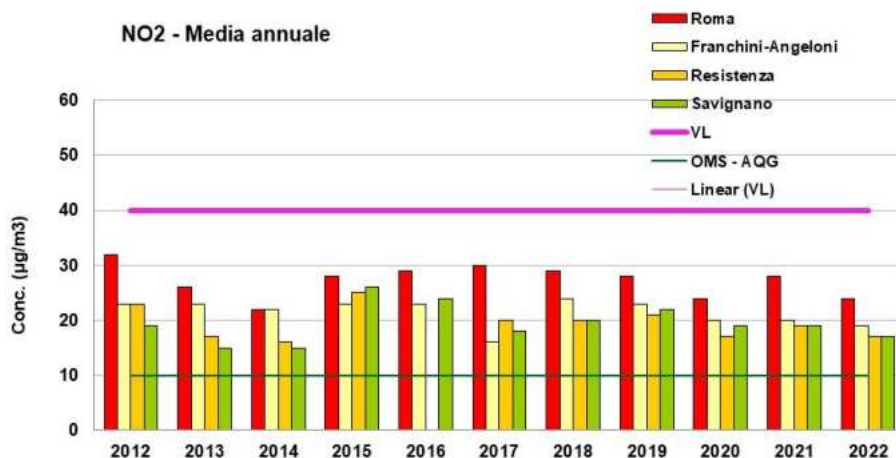


Figura 1.16 - Medie annuali

Nella Figura 1.17 sono riportate le concentrazioni medie mensili del 2022 per le stazioni della provincia di Forlì-Cesena.

L'andamento è simile in tutte le stazioni: le concentrazioni più alte si rilevano nei mesi invernali.

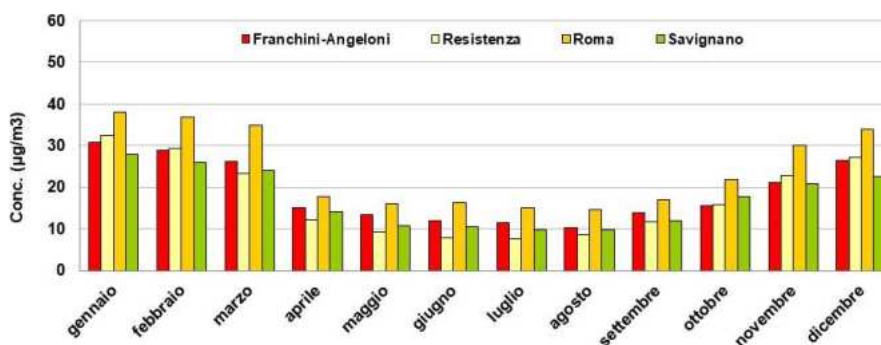


Figura 1.17 - Medie Mensili

Per visualizzare l'andamento delle concentrazioni orarie di un inquinante che mediamente si riscontrano nella giornata, si può calcolare e rappresentare graficamente il «giorno tipico - GT».

Il GT è calcolato effettuando la media dei dati rilevati alla stessa ora del giorno, in un determinato periodo, per tutte le 24 ore della giornata: rappresenta quindi un ipotetico giorno "medio" che permette di evidenziare situazioni di concentrazione dell'inquinante ricorrenti e minimizzare le fluttuazioni casuali. I grafici che seguono (Figura 1.17) sono relativi al GT dell'NO₂ del semestre estivo e del semestre invernale, distinguendo i giorni feriali, prefestivi e festivi.

Per gli ossidi di azoto (NO_x) la normativa indica un valore limite annuale per la protezione della vegetazione pari a 30 µg/m³ (somma di monossido e biossido di azoto calcolata in ppm ed espressa come biossido di azoto) e dà indicazioni circa il posizionamento delle stazioni in cui verificare il rispetto del limite. In particolare, i punti di campionamento destinati alla protezione degli ecosistemi o della vegetazione devono essere ubicati a più di 20 km dagli agglomerati o a più di 5 km da aree edificate diverse dagli agglomerati o da impianti industriali e da autostrade.

Nella RRQA della provincia di Forlì-Cesena la stazione che soddisfa questi criteri è quella di fondo rurale "Sogliano" e in questa postazione, la concentrazione media annuale di NO_x misurata nel 2022 è inferiore al limite per la protezione della vegetazione (Tabella 1.8).

NO _x	Riferimenti normativi	Sogliano
D.Lgs. 155/2010	Protezione della vegetazione Media annuale 30 µg/m ³	4,8 µg/m ³

Tabella 1.8 - NO_x: media annuale 2022

2 Emissioni in atmosfera derivanti dal traffico pesante e dei mezzi di cantiere

Si è assunto convenzionalmente che lo stato attuale sia definito dalla chiusura dell'anno 2023 con la relativa raccolta dati sulla produzione mentre, lo stato di progetto si colloca in un momento successivo, a partire dal 2024, anno che era stato individuato operativamente come momento di messa a regime degli effetti dell'autorizzazione unica DET-AMB-2022-4988 del 30.09.2022.

Si ricorda che il progetto prevede l'aumento delle quantità di rifiuti ammessi al recupero dalle 150.508 t/anno (stato attuale) a 280.000 t/anno (progetto).

2.1 Viabilità



Figura 2.1 - Viabilità di accesso all'impianto. Il percorso evidenziato in rosso è quello riservato al transito degli autocarri che accedono all'area produttiva, quello in blu è riservato per l'accesso automobilistico agli uffici e relativo parcheggio.

L'impianto produttivo è collegato al sistema viario di Forlì tramite l'immissione diretta su via del Guado, in prossimità dell'incrocio semaforico con via Firenze (vallata del f. Montone) (Fig. 2.1).

Attualmente è in fase di realizzazione il 3° lotto della tangenziale Est che, incorporando via del Guado, dovrà intercettare il traffico proveniente dal ramo Ovest della via Emilia, via Ossi, via Firenze e via del Partigiano convogliandolo nel Sistema Tangenziale di Forlì (STF) già realizzato e aperto al traffico (Fig. 2.2).

Fig. 2.2a - Planimetri generale del sistema tangenziale di Forlì. L'asse di arroccamento e i lotti 1, 2, 4 e 5 della tangenziale Est sono stati completati e aperti al traffico. È in fase di realizzazione il 3° lotto della tangenziale Est che dovrà collegare Via Firenze, Via del Partigiano e il plesso Ospedaliero "Pierantoni" con il restante sistema viario. L'ubicazione dell'impianto è evidenziata dalla circonferenza rossa.

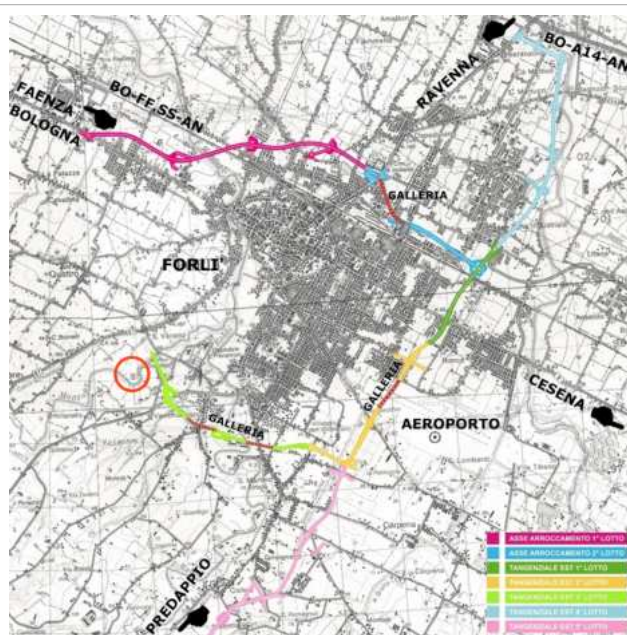
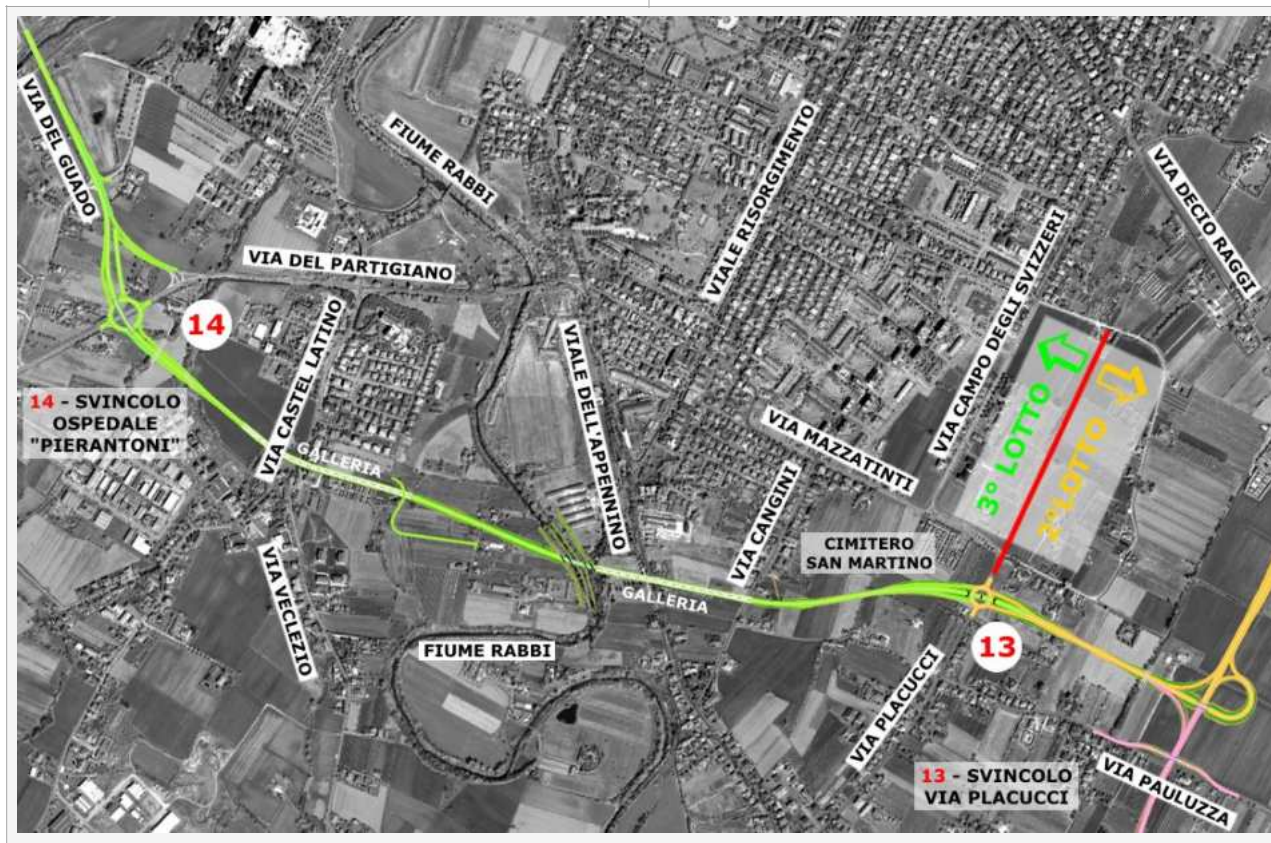


Fig. 2.2b - Tracciato del 3° lotto su immagine satellitare.



Il Sistema Tangenziale è costituito da strade a due e quattro corsie che si sviluppano per complessivi 27,35 Km e avranno il ruolo di drenaggio del traffico attualmente gravante sulla rete cittadina; infatti il traffico proveniente dagli altri centri del comprensorio (comprese le tre vallate del Bidente, Rabbi e Montone) e dalle aree produttive a cavallo della via Emilia, attualmente grava sulla rete urbana, saturando in particolare le due arterie cittadine (via Emilia ed asse Campo di Marte, Gramsci, Bertini, Punta di Ferro).

2.2 Flussi di traffico indotto in fase di esercizio

Una componente che comporterà una significativa variazione delle emissioni in atmosfera è quella del traffico indotto che ovviamente aumenterà in proporzione al volume di materiale lavorato.

Le valutazioni che seguono sono state sviluppate su polveri fini (PM₁₀) ed ossidi di azoto (NO_x) in quanto gli inquinanti maggiormente presenti nei gas di scarico dei veicoli che determinano il superamento degli standard di qualità dell'aria.

Nel 2021 l'attività ha generato il traffico di mezzi leggeri e pesanti riportati nel grafico sottostante (Figura 2.3).

La suddivisione è stata fatta in base alla categoria commerciale degli automezzi registrati nella banca dati del sistema informatico che gestisce la pesatura e la parte amministrativa della documentazione di accompagnamento (MUD) della ditta.

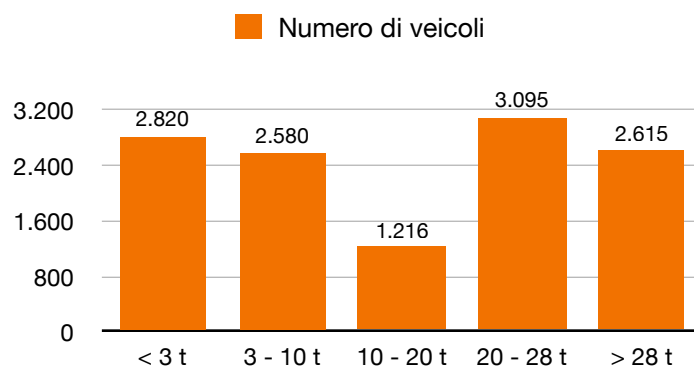


Figura 2.3 - Grafico dei veicoli in transito (ingresso + uscita) nel 2021 preso l'impianto di via Palazzina 3 suddivisi secondo la capacità di carico.

Il traffico giornaliero è quantificabile in $12.325/250 \approx 49$ transiti in ingresso + uscita che, rapportato alla viabilità pubblica da cui si accede all'impianto, caratterizzata da un traffico con portate fino a 10.000 veicoli al giorno per senso di marcia, rappresenta una quota inferiore allo 0,5%.

Poiché le suddivisioni dei veicoli non sono omogenee con quelle disponibili nella banca dati di ISPRA², dove i veicoli da trasporto (categoria "Heavy Duty Trucks" alimentati a gasolio) sono suddivisi per classi di carico (Figura 2.4.a e Figura 2.4.b) ed ambientale (da Euro 0 a Euro 6d) si è provveduto a calcolare le medie delle emissioni per classe

² <https://fetransp.isprambiente.it/#/> sito consultato il 15/11/2021 e il 13/08/2023

ambientale e quindi determinare le regressioni lineari delle emissioni di NO_x e PM₁₀ in funzione della classe di carico (Figura 2.4.c e Figura 2.4.d).

Una volta disponibili le equazioni descrittive delle regressioni dei dati ISPRA, è agevole determinare in maniera ragionevolmente approssimata i corrispondenti valori di emissioni ipotizzando un percorso medio di 40 km in ciclo extraurbano (Tabella 5.1).

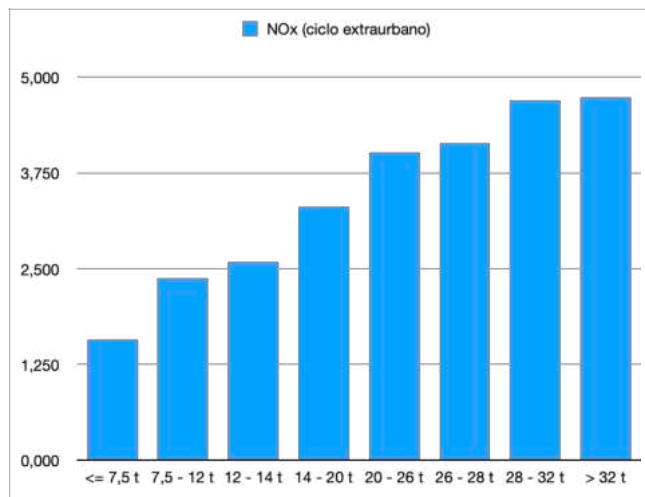


Figura 2.4.a - Grafico della distribuzione per classi di carico relativi a NO_x per "Heavy Duty Trucks" alimentati a gasolio. Fonte: banca dati ISPRA.

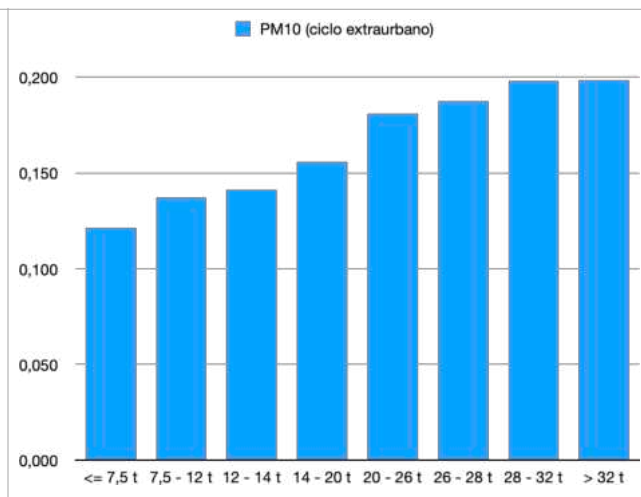


Figura 2.4.b - Grafico della distribuzione per classi di carico relativi a PM₁₀ per "Heavy Duty Trucks" alimentati a gasolio. Fonte: banca dati ISPRA.

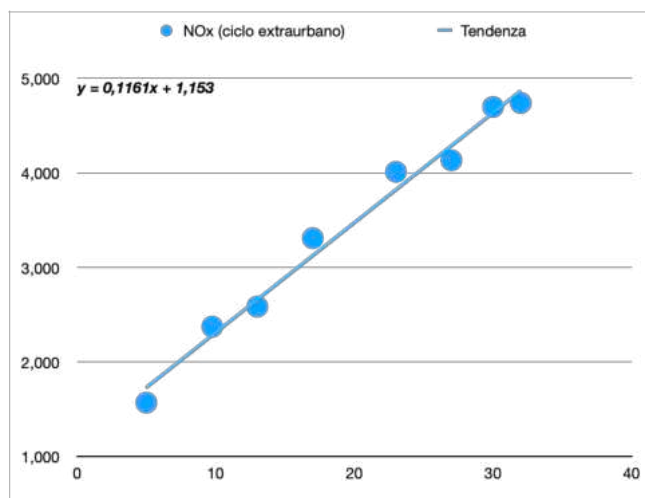


Figura 2.4.c - Grafico dei valori e linea di tendenza relativi a NO_x. Fonte: banca dati ISPRA.

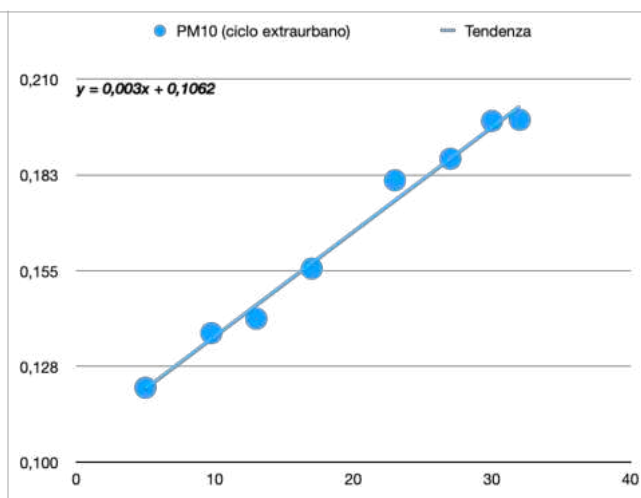


Figura 2.4.d - Grafico dei valori e linea di tendenza relativi a PM₁₀. Fonte: banca dati ISPRA.

Per la previsione del traffico indotto dall'aumento delle quantità di progetto si è previsto un incremento costante di veicoli distribuito nell'arco temporale 2024-2026, considerando la fine del 2023 come momento di messa a regime delle modifiche previste nell'Autorizzazione Unica DET-AMB-2022-4988 del 30.09.2022 ai sensi della DGR n. 49/2010 del 18/01/2010.

Categoria veicoli	2021	2022	2023	2024	2025	2026
< 3 t	2.820	3.073	3.326	3.326	4.757	6.188

Categoria veicoli	2021	2022	2023	2024	2025	2026
3 - 10 t	2.580	2.811	3.043	3.043	4.352	5.661
10 - 20 t	1.216	1.325	1.434	1.434	2.050	2.667
20 - 28 t	3.095	3.372	3.650	3.650	5.220	6.791
> 28 t	2.615	2.849	3.084	3.084	4.411	5.737
Totali	12.325	13.431	14.536	14.536	20.790	27.044

Tabella 2.1 - Previsione del traffico indotto totale annuale di progetto fino al 2026. Lo stato attuale è fissato alla fine del 2023 con i valori di traffico che rimangono invariati anche per il 2024.

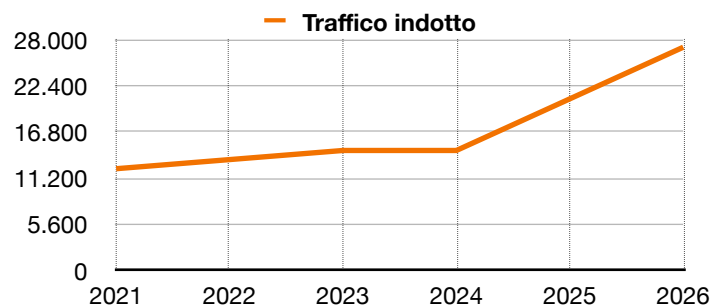


Figura 2.5 - Grafico del traffico indotto totale annuale di progetto fino al 2026 come da Tabella 2.1.

In base a questi valori è possibile estrapolare le emissioni totali annue di NO_x e PM₁₀ (Tabella 2.2) relativamente ad ogni categoria di veicolo da trasporto elencata in Figura 2.1 in transito presso l'impianto di via Palazzina 3 tenendo come riferimento i dati del 2021. Da questi possono essere proiettati quelli relativi allo stato attuale alla fine del 2023 (Tabella 2.3) e di progetto (Tabella 2.4)

Categoria veicoli	Totale Veicoli al 2021	NO _x per categoria	NO _x totale (a•b•40/1.000)	PM ₁₀ per categoria	PM ₁₀ totale (a•d•40/1.000)
		(g/km)	(kg/anno)	(g/km)	(kg/anno)
	a	b	c	d	e
< 3 t	2.820	1,5013	169,35	0,1152	12,99
3 - 10 t	2.580	1,9077	196,87	0,1257	12,97
10 - 20 t	1.216	2,8945	140,74	0,1512	7,35
20 - 28 t	3.095	3,9394	487,67	0,1782	22,06
> 28 t	2.615	4,6360	484,89	0,1962	20,52
Totali	12.325		1.479,51		75,90

Tabella 2.2 - Stima dei valori delle emissioni totali annuali per il 2021, espresse in kg, relative a NO_x e PM₁₀ assumendo un percorso pari a 40 km complessivi in ciclo extraurbano per singolo veicolo.

Categoria veicoli	Totale Veicoli al 2023	NO _x per categoria	NO _x totale (a•b•40/1.000)	PM ₁₀ per categoria	PM ₁₀ totale (a•d•40/1.000)
		(g/km)	(kg/anno)	(g/km)	(kg/anno)
	a	b	c	d	e
< 3 t	3.326	1,5013	199,72	0,1152	15,33

Categoria veicoli	Totale Veicoli al 2023	NO _x per categoria	NO _x totale (a•b•40/1.000)	PM ₁₀ per categoria	PM ₁₀ totale (a•d•40/1.000)
		(g/km)	(kg/anno)	(g/km)	(kg/anno)
	a	b	c	d	e
3 - 10 t	3.043	1,9077	232,18	0,1257	15,30
10 - 20 t	1.434	2,8945	165,99	0,1512	8,67
20 - 28 t	3.650	3,9394	575,14	0,1782	26,02
> 28 t	3.084	4,6360	571,86	0,1962	24,20
Totali	14.536		1.744,90		89,51

Tabella 2.3 - Stima dei valori nello stato attuale delle emissioni totali annuali alla fine del 2023, espresse in kg, relative a NO_x e PM₁₀ assumendo un percorso pari a 40 km complessivi in ciclo extraurbano per singolo veicolo.

Categoria veicoli	Totale Veicoli al 2026	NO _x per categoria	NO _x totale (a•b•40/1.000)	PM ₁₀ per categoria	PM ₁₀ totale (a•d•40/1.000)
		(g/km)	(kg/anno)	(g/km)	(kg/anno)
	a	b	c	d	e
< 3 t	6.188	1,5013	371,58	0,1152	28,51
3 - 10 t	5.661	1,9077	431,97	0,1257	28,46
10 - 20 t	2.667	2,8945	308,81	0,1512	16,13
20 - 28 t	6.791	3,9394	1070,03	0,1782	48,40
> 28 t	5.737	4,6360	1063,93	0,1962	45,03
Totali	27.044		3.246,32		166,54

Tabella 2.4 - Stima dei valori di progetto delle emissioni totali annuali proiettate al 2026, espresse in kg, relative a NO_x e PM₁₀ assumendo un percorso pari a 40 km complessivi in ciclo extraurbano per singolo veicolo.

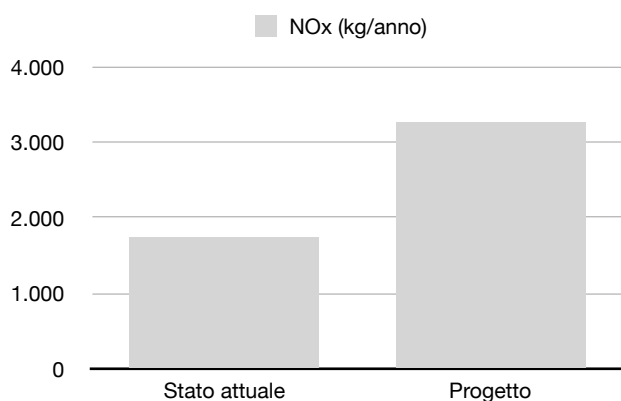


Figura 2.6 - Emissione totale annua di NO_x (kg) prodotta dai veicoli in ingresso e uscita.

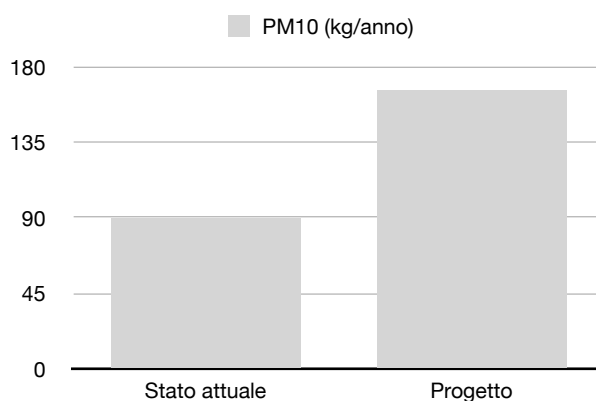


Figura 2.7 - Emissione totale annua di PM₁₀ (kg) prodotta dai veicoli in ingresso e uscita.

2.3 Rinnovo del parco macchine

Come descritto in progetto la ditta ha ereditato dalla precedente gestione un parco macchine costituito da mezzi prevalentemente obsoleti (Tabella 2.8) e riconducibili principalmente all'EURO Stage I o precedenti.

	Descrizione	EURO Stage	kW
1	Escavatore cingolato Case mod. 9021	I	95
2	Escavatore cingolato Case mod. 9033	I	169
3	Pala gommata Volvo mod. L150F	I	210
4	Pala gommata Volvo mod. L220E	I	261
5	Dumper Volvo mod. BM A35	I	240
6	Frantoio mobile REV mod. CGS 11.7	I	205
7	Frantoio mobile TEM mod. FTR 1500 MC	I	120

Tabella 2.5 - Parco macchine da cantiere derivato dalla precedente gestione.

Nell'ambito del progetto di aumento delle quantità di rifiuti ammessi al recupero in esame, ha sviluppato un programma economico che prevede la completa dismissione delle macchine per carico, movimentazione e lavorazione di tabella 2.8, dotati di motori anteriori allo Stage V.

Alla data di redazione di questo documento lo stato di fatto e di progetto sono riepilogati in tabella 2.9 (stato attuale) e tabella 2.10 (progetto) dove sono indicati i veicoli dismessi e quelli acquisiti, quelli per cui è prevista la dismissione e relativa sostituzione oppure le macchine dedicate alla lavorazione dei rifiuti (frantoi e vagli) in fase di autorizzazione o revisione.

Stato attuale		
Descrizione	Stage	kW
Escavatore cingolato Case mod. 9021	I	95
Escavatore cingolato Case mod. 9033	I	169
Pala gommata Volvo mod. L150F	I	210
Pala gommata Volvo mod. L220E	I	261
Dumper Volvo mod. BM A35	I	240
Frantoio mobile REV mod. CGS 11.7	I	205
Frantoio mobile TEM mod. FTR 1500 MC	I	120
Escavatore cingolato Liugong mod. 939F	V	219
Pala Gommata Liugong mod. 877H	V	213

Legenda:



DisMESSo



In uso



Acquisto 2° semestre 2023

Tabella 2.6 - Stato di attuazione del ricambio della flotta dei mezzi da cantiere (fine 2023).

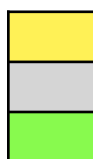
Progetto		
Descrizione	Stage	kW
Escavatore cingolato Case mod. 9021 4h/w	I	95
Escavatore cingolato Case mod. 9033	I	169
Pala gommata Volvo mod. L150F	I	210
Pala gommata Volvo mod. L220E	I	261
Dumper Volvo mod. BM A35	I	240
Frantoio mobile TEM mod. FTR 1500 MC	I	120
Frantoio mobile REV mod. CGS 11.7	I	205
Escavatore cingolato Liugong mod. 939F	V	219
Pala Gommata Liugong mod. 877H	V	213
Frantoio mobile FRANZOI mod. TRI 1611 "MAKO"	V	123
Escavatore cingolato Liugong mod. 936F	V	219
Pala Gommata Liugong mod. 877H	V	213
Vaglio Powerscreen mod. WARRIOR 1200	V	55
Vaglio Powerscreen mod. WARRIOR 1200	V	55
Nastro convogliatore di rilancio mobile Powerscreen mod. CT-65	V	45

Legenda:

Dismesso

In dismissione

In uso



Acquisto pianificato 1° semestre 2024 e in fase autorizzativa

Acquisto pianificato 2° semestre 2024

Acquisto pianificato 2° semestre 2024 - 2025

Tabella 2.7 - Stato di progetto del ricambio della flotta dei mezzi da cantiere (anno 2024/2025).

Per la stima delle emissioni (§ 2.4) si è quindi considerato come **stato attuale** tutti i mezzi **non dismessi** di tabella 2.9 e come **progetto** tutti i mezzi **non dismessi** di tabella 2.10.

Relativamente ai mezzi in **dismissione** questi verranno mantenuti in condizioni operative al fine di essere richiamati nel caso ricorrano condizioni di necessità presso l'impianto o per un impiego limitato come l'escavatore cingolato Case 9021 attrezzato con l'elettrocalamita per il carico dei rifiuti ferrosi.

Il frantoio mobile REV CGS 11.7 è stato sottoposto a revisione e mantenuto in condizioni operative per fungere da rimpiazzo temporaneo dell'impianto fisso nel caso questo sia costretto ad un fermo per manutenzione o, più in generale, impiegato per la lavorazione in loco degli inerti naturali estratti presso l'area estrattiva del Polo 15 "Vecchiazzano", in prestito alla ditta che gestirà l'attività (DET-AMB-2023-6292 del 30/11/2023).

Per quanto riguarda i nuovi mezzi coinvolti nelle fasi di lavorazione e recupero dei rifiuti da riciclare sono da elencare:

- Un Frantoio Mobile Franzoi TRI 1611 che va a sostituire il frantoio TEM FTR 1500 MC per raggiunta obsolescenza che presenta caratteristiche analoghe e per il quale si è provveduto a presentare apposita documentazione integrativa al procedimento di modifica della Autorizzazione Unica (DET-AMB-2022-4988 del 30/09/2022) attualmente in corso;

- I vagli Powerscreen Warrior 1200 (Fig. 2.12) che sono macchine mobili caratterizzate da un'elevata capacità produttiva (400 t/ora) e la rapida conversione della classazione granulometrica da due a tre frazioni e viceversa.
- Un nastro trasportatore mobile di rilancio Powerscreen CT-65 (Fig. 2.13) che, grazie alla sua altezza di oltre 7 metri consente di convogliare la frazione selezionata direttamente al cumulo di stoccaggio.

È evidente l'interesse della ditta per questa soluzione in quanto i vagli sono in grado di velocizzare sostanzialmente le fasi di cernita granulometrica che costituisce una parte considerevole del trattamento a secco dei materiali di riciclo, sia da soli che in linea col frantoio TRI 1611, e contemporaneamente di trasferire allo stoccaggio, tramite il nastro trasportatore di rilancio CT-65 (Fig. 2.12)³, i materiali lavorati senza fare ricorso alla movimentazione, con un sostanziale risparmio di tempo, carburante ed emissioni in atmosfera.



Fig. 2.8 - Immagini che illustrano l'accoppiamento di un vaglio Powerscreen 1200 Warrior con il nastro di rilancio CT-65 per la messa in opera di un cumulo di materiale cernito. A sinistra la fase di carico della tramoggia con pala gommata, a destra il trasferimento del materiale trattato per la formazione del cumulo di stoccaggio.

2.4 Emissioni dell'impianto in fase di esercizio e progetto

Per il calcolo delle emissioni delle macchine da cantiere si è fatto ricorso alla metodologia di calcolo delle emissioni in atmosfera EMEP/EEA descritta nel documento “*EMEP/EEA emission inventory guidebook 2023*”⁴ e utilizzata a livello comunitario per la definizione di inventari emissivi secondo regole di buona prassi.

In funzione delle attività e dei mezzi previsti in fase di cantiere è stata considerata la sezione 1.A.4 *Non-road mobile sources and machinery* tramite l'approccio Tier 3. Questa metodologia utilizza le ore di funzionamento come dati di riferimento e si basa principalmente sul metodo US-EPA per la stima delle emissioni fuoristrada (US-EPA 1991). Il metodo Tier 3 è stato aggiornato e include informazioni dettagliate sul consumo di carburante e sulle emissioni prese, in larga misura, dal modello tedesco TREMOD NRMM.

³ <https://youtu.be/Z9RBELLF6Ho>

⁴ <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2023/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-4-non-road/view> sito consultato il 01/02/2024

L'algoritmo di base utilizzato per la metodologia Tier 3 è:

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

Dove:

- E** = massa delle emissioni dell'inquinante i durante il periodo di inventario,
N = numero di motori (unità), suddiviso in diversi livelli tecnologici e fasce di potenza,
HRS = ore annuali di utilizzo,
P = potenza (kW),
DFA = fattore di deterioramento,
LFA = load factor,
EF_{Base} = fattore di emissione di base (g/kWh).

In questa metodologia i parametri N, HRS, P, DFA, LFA, EF_{Base} della formula base sopra menzionata sono ulteriormente suddivisibili mediante sistemi di classificazione in diversi livelli tecnologici e fasce di potenza in maniera di adeguare il livello di accuratezza dell'algoritmo alla situazione in studio.

Per i valori di emissioni si è fatto riferimento alla tabella 3-6 "*Table 3-6 Baseline emission factors and fuel consumption (FC) for diesel NRMM [g/kWh]*". Come livello tecnologico si è fatto riferimento agli Stage I e II, quindi ad una implementazione dei motori anteriore al 2007 per individuare i mezzi più datati, e allo stage III e successivi per quelli più recenti.

Per quanto riguarda il fattore di deterioramento si è considerato un utilizzo annuale di 2.000 ore per motore pari ad un ciclo di vita di 10.000 ore in 5 anni.

In base a questo non viene applicato alcun fattore correttivo per i motori che ricadono negli Stage IIIB-V e più recenti mentre sono stati cumulati quattro ulteriori cicli di vita (pari a 25 anni complessivi) per i motori anteriori allo Stage II secondo i valori indicati in tabella 2.8.

	CH ₄	CO	CO ₂	FC ^a	NO _x	PM	VOC	SO ₂
Deterioration factor (% avg. engine lifetime)	0.15 ^b	0.151 ^c	0.1 ^b	0.1 ^b	0.008 ^c	0.3 ^b	0.027 ^c	0.1 ^b

^a Fuel consumption

^b Obtained from the emission inventory guidebook (Winther et al. 2013)

^c Obtained from the emission inventory guidebook (Winther et al. 2017)

Tabella 2.8 - Fattori di deterioramento dei motori in funzione del tipo di emissione⁵.

Non disponendo di alcun rilievo di dati relativamente ai tempi di utilizzo e ai load factor delle singole macchine da cantiere, si è adottato un metodo indiretto, cercando di far convergere i tempi e le modalità operative desunte dal confronto con il personale di macchina con la stima dei consumi complessivi, partendo dai valori tabellari EMEP/EEA al fine di validare i vari parametri.

5 B. Ebrahimi et. al., 2020. Regionalized environmental impacts of construction machinery. The International Journal of Life Cycle Assessment. <https://doi.org/10.1007/s11367-020-01769-x>.

La metodologia di calcolo è simile, nella logica, a quella della determinazione delle emissioni in atmosfera:

$$FC = N \times HRS \times P \times (1 + DFA) \times LFA \div D_f \times FC_{Base}$$

Dove:

- FC** = consumo di carburante durante il periodo di inventario,
FC_{Base} = consumo di base (g/kWh).
N = numero di motori (unità), suddiviso in diversi livelli tecnologici e fasce di potenza,
HRS = ore annuali di utilizzo,
P = potenza (kW),
DFA = fattore di deterioramento,
LFA = load factor,
D_f = peso specifico del carburante impiegato (Gasolio: 830 ÷ 870 g/l - si è utilizzato un valore medio di 850 g/l),

Il valore di riferimento per lo stato attuale sono i consumi di gasolio del 2023 comunicati dalla ditta, pari a 85.167 l/anno. Si è fatto convergere il risultato agendo sulle ore e sui load factor definiti in base alle indicazioni del personale di macchina, mentre, per quanto riguarda lo stato di progetto, si è adottata l'interpolazione lineare dei tempi utilizzando il rapporto fra le quantità attuali e quelle di progetto. Partendo da questo sono stati:

- a) mantenuti invariati i load factor;
- b) ridotto di un 20% i tempi delle due nuove pale gommate in quanto non sarà più necessaria una parte della movimentazione legata allo stoccaggio degli end of waste sostituita dall'impiego del nastro di rilancio mobile in linea con i vagli mobili, inclusi a loro volta nel calcolo.

Il fattore di deterioramento (Tabella 2.8) per i motori più vecchi è stato applicato considerando un ciclo di vita pari 5 anni per cui, trattandosi di macchine acquistate alla fine degli anni '90, sono stati conteggiati 4 cicli di vita da aggiungere a quello attuale.

Per lo stato attuale si è assunto l'impiego contemporaneo di 5 mezzi riconducibili allo Stage I o anteriori e 2 nello Stage V. Nelle condizioni di progetto, si è assunto che vengano utilizzate 2 macchine attribuibili allo Stage I destinate ad un impiego marginale o occasionale all'interno dell'impianto e le rimanenti 8 allo Stage V.

Il valore di consumi derivato dal calcolo mostra una buona corrispondenza con quello misurato (85.304 l/anno contro 85.167 l/anno) per cui si ritiene la verifica soddisfacente.

Macchina	Stage	numero mezzi	giorni di utilizzo	Consumo specifico (g/kWh)	ore annuali di utilizzo	potenza (kW)	Load factor (%)	fattore di deterioramento	Consumo orario (g/h)	Peso specifico (g/l)	Consumo totale annuo (l)	Totali (l)
		N		FC _{Base}	HRS	P	LFA	DFA	FC _h	D _f	FC	
Case 9021	I	1	250	255	600	95	35	0,4	11.870	850	8.379	54.810
Volvo L150F	I	1	250	250	600	210	35	0,4	25.725	850	18.159	
Volvo L220E	I	1	250	250	600	261	35	0,4	31.973	850	22.569	

Macchina	Stag e	numer o mezzi	giorni di utilizzo	Consumo specifico (g/kWh)	ore annuali di utilizzo	potenza (kW)	Load factor (%)	fattore di deteriora- mento	Consumo orario (g/h)	Peso specifico (g/l)	Consumo totale annuo (l)	Totali (l)
		N		FC _{Base}	HRS	P	LFA	DFA	FC _h	D _f	FC	
REV CGS 11.7	I	1	250	250	250	205	20	0,4	14.350	850	4.221	
FTR 1500MC	I	1	250	250	150	120	20	0,4	8.400	850	1.482	
LIUGONG 939F	V	1	250	250	600	219	40	0,0	21.900	850	15.459	30.494
LIUGONG 877H	V	1	250	250	600	213	40	0,0	21.300	850	15.035	
Totale FC (l/anno)												85.304

Tabella 2.9 - Stato attuale. Calcolo del consumo di carburante basato sulle ore annuali di utilizzo e load factor secondo i dati forniti dai conducenti.

Macchina	Stag e	numero mezzi	giorni di utilizz o	Consumo specifico (g/kWh)	ore annuali di utilizzo	potenza (kW)	Load factor (%)	fattore di deteriora- mento	Consumo orario (g/h)	Peso specifico (g/l)	Consumo totale annuo (l)	Totali (l)
		N		FC _{Base}	HRS	P	LFA	DFA	FCh	D _f	FC	
Case 9021	I	1	40	255	120	95	5	0,4	1.696	850	239	577
REV CGS 11.7	I	1	12	250	40	205	10	0,4	7.175	850	338	
Warrior 1200	V	2	250	260	960	55	40	0,0	5.720	850	6.460	121.093
Nastro CT-65	V	1	250	260	480	45	80	0,0	9.360	850	5.286	
Franzoi TRI 1611	V	1	250	255	480	123	40	0,0	12.546	850	7.085	
LIUGONG 939F	V	1	250	250	1116	219	40	0,0	21.900	850	28.753	
LIUGONG 877H	V	2	250	250	1786	213	40	0,0	21.300	850	44.755	
LIUGONG 936F	V	1	250	250	1116	219	40	0,0	21.900	850	28.753	
Totale FC (l/anno)		121.670										

Tabella 2.10 - Progetto. Calcolo del consumo di carburante basato sulle ore annuali di utilizzo parametrizzate al volume di materiale di progetto e alla riduzione dei percorsi interni (-20% applicato alle pale gommate).

Il confronto fra le tabelle 2.9 e 2.10 mostra una sensibile riduzione dei consumi in quanto, come già detto in precedenza, vengono:

- utilizzate macchine di ultima generazione, spesso dotate di motori di potenza significativamente inferiore;
- ottimizzati processi che interessano il 60/70% dei rifiuti trattati in impianto;
- ridotti i percorsi interni delle pale gommate relativi alle quantità indicate al punto precedente.

Nel grafico di Figura 2.9 sono messi a confronto le variazioni dei consumi previsti facendo riferimento ad una semplice interpolazione lineare basata sulla quantità di rifiuti lavorati

(158.442 l/anno) contro i consumi condizionati in seguito agli indirizzi di progetto (121.670 l/anno).

La riduzione di consumi attesa costituisce un obiettivo ambizioso ed ammonta a circa 36.772 l/anno.

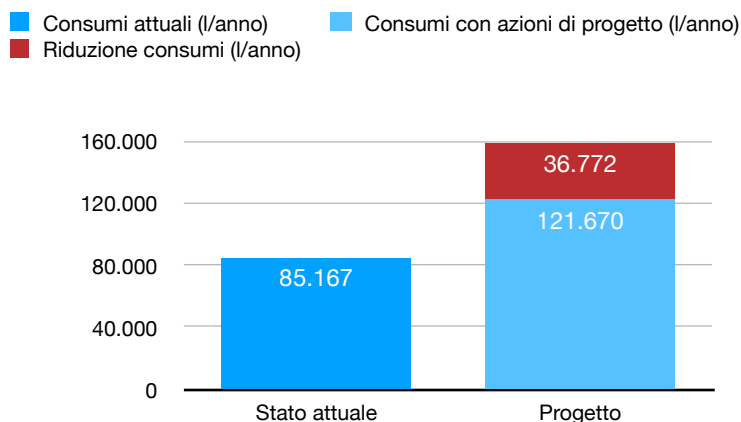


Figura 2.9 - Confronto dei consumi attuali e di progetto calcolati in base alle azioni di progetto o stimati per interpolazione lineare delle quantità lavorate senza gli effetti delle azioni di progetto.

Ovviamente la riduzione dei consumi comporta una conseguente riduzione delle emissioni in atmosfera.

Nelle Tabelle 2.11 - 2.14 sono elencati i risultati dell'applicazione dell'algoritmo della metodologia Tier 3 relativo a NO_x e PM₁₀ sintetizzati nelle figure 2.10 e 2.11, impiegando i dati relativi alle ore annuali di utilizzo e i load factor definiti in tabella 2.9 e 2.10.

Macchina	Stage	numero mezzi	giorni di utilizzo	fattore di emissione di base (g/kWh)	ore annuali di utilizzo	potenza (kW)	Load factor (%)	fattore di deterioramento	fattore di emissione (kg/h)	emissione totale annua (kg)	emissione totale annua per Stage (kg)
		N		EF _{Base}	HRS	P	LFA	DFA	EF	E	
Case 9021	I	1	250	7,600	600	95	35	0,032	0,261	156,5	1.040,9
Volvo L150F	I	1	250	7,600	600	210	35	0,032	0,576	345,9	
Volvo L220E	I	1	250	7,600	600	261	35	0,032	0,716	429,9	
REV CGS 11.7	I	1	250	7,600	250	205	20	0,032	0,322	80,4	
FTR 1500MC	I	1	250	7,600	150	120	20	0,032	0,188	28,2	
LIUGONG 939F	V	1	250	0,400	600	219	40	0,000	0,035	21,0	41,5
LIUGONG 877H	V	1	250	0,400	600	213	40	0,000	0,034	20,4	
Totale NO _x (kg/anno)		1.082,3									

Tabella 2.11 - Calcolo delle emissioni totali annue di NO_x da parte dei mezzi di cantiere nello stato attuale.

Macchina	Stage	numero mezzi	giorni di utilizzo	fattore di emissione di base (g/kWh)	ore annuali di utilizzo	potenza (kW)	Load factor (%)	fattore di deterioramento	fattore di emissione (kg/h)	emissione totale annua (kg)	emissione totale annua per Stage (kg)
		N		EF _{Base}	HRS	P	LFA	DFA	EF	E	
Case 9021	I	1	250	0,200	600	95	35	1,200	0,015	8,8	58,4
Volvo L150F	I	1	250	0,200	600	210	35	1,200	0,032	19,4	
Volvo L220E	I	1	250	0,200	600	261	35	1,200	0,040	24,1	
REV CGS 11.7	I	1	250	0,200	250	205	20	1,200	0,018	4,5	
FTR 1500MC	I	1	250	0,200	150	120	20	1,200	0,011	1,6	
LIUGONG 939F	V	1	250	0,015	600	219	40	0,000	0,001	0,8	1,6
LIUGONG 877H	V	1	250	0,015	600	213	40	0,000	0,001	0,8	
Totale PM₁₀ (kg/anno)		59,9									

Tabella 2.12 - Calcolo delle emissioni totali annue di PM₁₀ da parte dei mezzi di cantiere nello stato attuale.

Macchina	Stage	numero mezzi	giorni di utilizzo	fattore di emissione di base (g/kWh)	ore annuali di utilizzo	potenza (kW)	Load factor (%)	fattore di deterioramento	fattore di emissione (kg/h)	emissione totale annua (kg)	emissione totale annua per Stage (kg)
		N		EF _{Base}	HRS	P	LFA	DFA	EF	E	
Case 9021	I	1	40	7,600	120	95	5	0,024	0,037	4,4	10,8
REV CGS 11.7	I	1	12	7,600	40	205	10	0,024	0,160	6,4	
Warrior 1200	V	2	250	3,810	960	55	40	0,000	0,084	80,5	294,8
Nastro CT-65	V	1	250	3,810	480	45	80	0,000	0,137	65,8	
Franzoi TRI 1611	V	1	255	0,400	480	123	40	0,000	0,020	9,4	
LIUGONG 939F	V	1	250	0,400	1116	219	40	0,000	0,035	39,1	
LIUGONG 877H	V	2	250	0,400	1786	213	40	0,000	0,034	60,9	
LIUGONG 936F	V	1	250	0,400	1116	219	40	0,000	0,035	39,1	
Totale NO_x (kg/anno)		305,6									

Tabella 2.13 - Calcolo delle emissioni totali annue di NO_x da parte dei mezzi di cantiere nell'ipotesi di progetto.

Macchina	Stage	numero mezzi	giorni di utilizzo	fattore di emissione di base (g/kWh)	ore annuali di utilizzo	potenza (kW)	Load factor (%)	fattore di deterioramento	fattore di emissione (kg/h)	emissione totale annua (kg)	emissione totale annua per Stage (kg)
		N		EF _{Base}	HRS	P	LFA	DFA	EF	E	
Case 9021	I	1	40	0,200	120	95	5	0,900	0,002	0,2	0,5
REV CGS 11.7	I	1	12	0,200	40	205	10	0,900	0,008	0,3	
Warrior 1200	V	2	250	0,015	960	55	40	0,000	0,000	0,3	
Nastro CT-65	V	1	250	0,015	480	45	80	0,000	0,001	0,3	

Macchina	Stage	numero mezzi	giorni di utilizzo	fattore di emissione di base (g/kWh)	ore annuali di utilizzo	potenza (kW)	Load factor (%)	fattore di deterioramento	fattore di emissione (kg/h)	emissione totale annua (kg)	emissione totale annua per Stage (kg)
		N		EF _{Base}	HRS	P	LFA	DFA	EF	E	
Franzoi TRI 1611	V	1	255	0,015	480	123	40	0,000	0,001	0,4	6,1
LIUGONG 939F	V	1	250	0,015	1116	219	40	0,000	0,001	1,5	
LIUGONG 877H	V	2	250	0,015	1786	213	40	0,000	0,001	2,3	
LIUGONG 936F	V	1	250	0,015	1116	219	40	0,000	0,001	1,5	
Totale PM₁₀ (kg/anno)		6,7									

Tabella 2.14 - Calcolo delle emissioni totali annue di PM₁₀ da parte dei mezzi di cantiere nell'ipotesi di progetto.

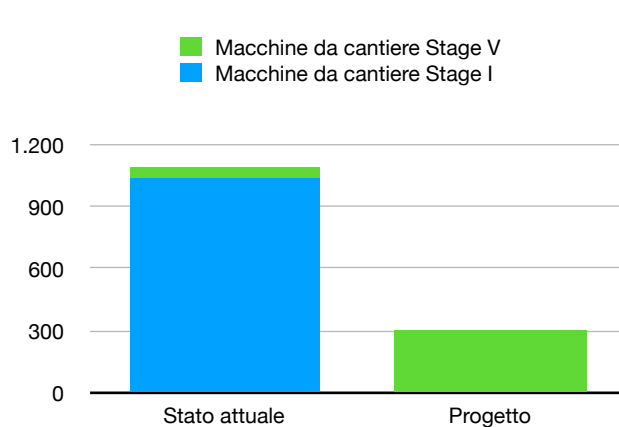


Figura 2.10 - Emissione totale annua di NO_x prodotta dai mezzi di cantiere (kg) ripartita per tecnologia dei motori impiegati.

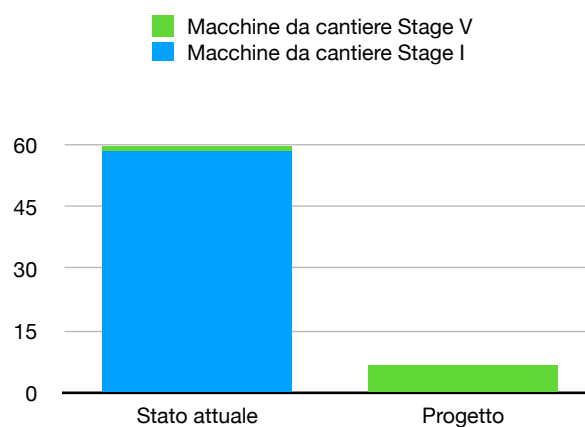


Figura 2.11 - Emissione totale annua di PM₁₀ prodotta dai mezzi di cantiere (kg) ripartita per tecnologia dei motori impiegati.

2.5 Conclusioni

Nei grafici 2.12 e 2.13 sono combinate le emissioni stimate nel § 2.2 (Figure 2.6 e 2.7) e § 2.4 (Figure 2.10 e 2.11), derivate dal traffico veicolare pesante commerciale e dalle attività di cantiere, cumulate per stato attuale e per progetto.

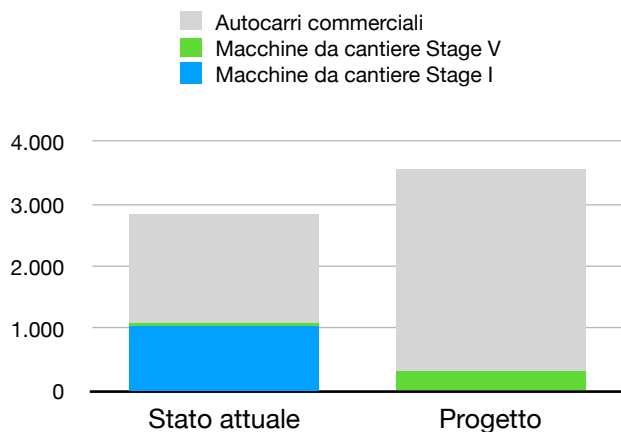


Figura 2.12 - Emissione cumulata annua di NO_x (kg) ripartita per tecnologia dei motori impiegati e sorgenti emmissive

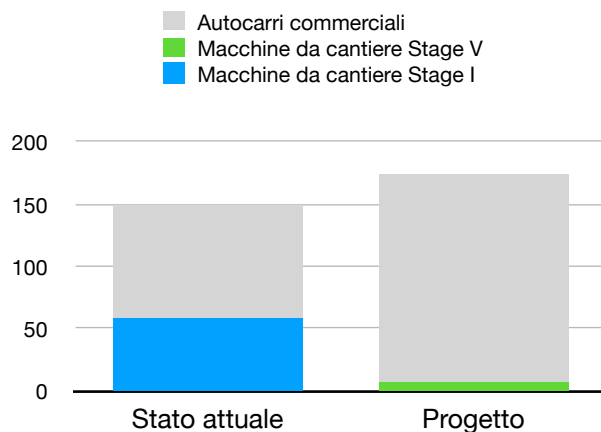


Figura 2.13 - Emissione cumulata annua di PM₁₀ (kg) ripartita per tecnologia dei motori impiegati e sorgenti emmissive

Risulta evidente che una grande percentuale di emissioni è dovuta all'impiego di macchine obsolete, fino al punto di costituire una importante frazione delle emissioni complessive, e che la sostituzione di questi mezzi prevista in progetto, unita all'ottimizzazione di una serie di processi, da sola va mitigare una parte significativa dell'aumento delle emissioni di NO_x e PM₁₀ prodotte dall'aumento del traffico di veicoli commerciali impiegati per il trasporto da e per l'impianto di via Palazzina.

In particolare, l'aumento di progetto delle quantità lavorate che ammonta all'86% in più di quello attuale dà origine, considerate le varie azioni, ad un aumento totale di NO_x pari al 24% e di PM₁₀ di circa il 17%.

3. Emissioni di polveri indotte dall'attività di cantiere

In questa sezione verranno valutate le emissioni diffuse di polveri sottili provenienti dall'attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti in base all'art. 269 del Decreto Legislativo 152/2006, parte V, titolo I e s.m.i. relativamente allo stato attuale e agli interventi di progetto.

La valutazione relativamente alla compatibilità delle emissioni delle polveri diffuse complessive e nei confronti dei ricettori più sensibili del territorio circostante verrà effettuata in accordo con l'allegato *"Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti"* prodotte da Arpa Toscana e parte integrante della Deliberazione di Giunta Provinciale di Firenze n. 213 del 03/11/2009.







Fig. 3.1 - Inquadramento territoriale ed individuazione dei ricettori sensibili. La poligonale rossa individua il tracciato della pista ciclabile; le due poligonali verdi individuano la barriera vegetale.

Sono quindi stati individuati tutti i ricettori presenti nei dintorni dell'area produttiva In un intorno di 300-350 m (Figura 3.1).

Il sito produttivo insiste su di un deposito terrazzato di fondovalle mentre i ricettori individuati, con l'eccezione dell'E e della pista ciclabile sono ubicati sul terrazzo fluviale più alto (Tabella 3.1), quindi ad una quota mediamente superiore di 7-8 metri rispetto alla quota della viabilità dell'impianto (31-32 m s.l.m.).

In Tabella 3.1 sono elencate le distanze dei ricettori sensibili all'attività determinate tenendo conto delle posizioni dei cumuli all'interno del centro di recupero.

Ricettore	Distanza (m)	Quota (mslm)	Note	
A	105	40	Casa di civile abitazione	
B	225	40	Gruppo di case di civile abitazione	
C	175	40	Gruppo di case di civile abitazione	
D	330	41	Gruppo di case di civile abitazione con strutture adibite al culto	





Ricettore	Distanza (m)	Quota (mslm)	Note	
E	280	31	Gruppo di case di civile abitazione	
F	300	41	Casa di civile abitazione	
G	320	42	Gruppo di case di civile abitazione	
Pista ciclabile	30-35	34	Pista ciclabile del parco urbano che perimetra il lato sud dell'impianto produttivo (in rosso)	

Tabella 3.1 - Elenco dei ricettori sensibili individuati nei dintorni

3.1. Caratteristiche dell'impianto produttivo

La composizione e l'organizzazione funzionale complessiva dell'impianto di lavorazione degli inerti è illustrata sinteticamente nel diagramma di flusso di Fig. 3.2 che elenca i vari componenti dell'impianto e ricostruisce le relative connessioni.

Tramite la "frantumazione ad urto" effettuata dal tipo di mulino impiegato (a martelli), a differenza di quella "a schiacciamento" (a cono o giratori), viene garantito che solo la parte più "dura" e quindi la più resistente del minerale frantumato rimane integra a tutto beneficio proprio della resistenza del calcestruzzo; l'inerte inoltre risulta più poliedrico e quindi più lavorabile nelle miscele del cls.

L'uso di un idrociclone consente la vera e propria separazione fra la frazione sabbiosa e quelle più fini che vengono a loro volta separate dall'acqua facendo ricorso ad una filtropressa.

La configurazione attuale dell'impianto presenta il vantaggio che non necessita delle classiche vasche di decantazione e consente di completare il processo produttivo "in tempo reale" per tutte le classi granulometriche.

La struttura dell'impianto è modulare per cui possono venire impiegate tutte le componenti all'interno di un ciclo produttivo complesso oppure suddivise in diversi cicli produttivi attuabili in parallelo grazie a tre diversi punti di ingresso del materiale con trattamenti misti a secco e/o ad acqua.

I punti di ingresso sono diversificati a loro volta in base alle dimensioni della bocca e la diversa produttività che consente la linea di lavorazione sottesa.

In funzione delle specifiche finali del prodotto verrà scelto il tipo di lavorazione, a secco o in acqua. Chiaramente la lavorazione in acqua consente di produrre aggregati estremamente puliti e classati granulometricamente, destinati ad impieghi specializzati.

Non sempre questo è richiesto o possibile per cui possono entrare in gioco, in combinazione con l'impianto fisso o autonomamente anche le macchine mobili disponibili ed elencate nelle Figure 3.3, 3.4, 3.5 e 3.6.

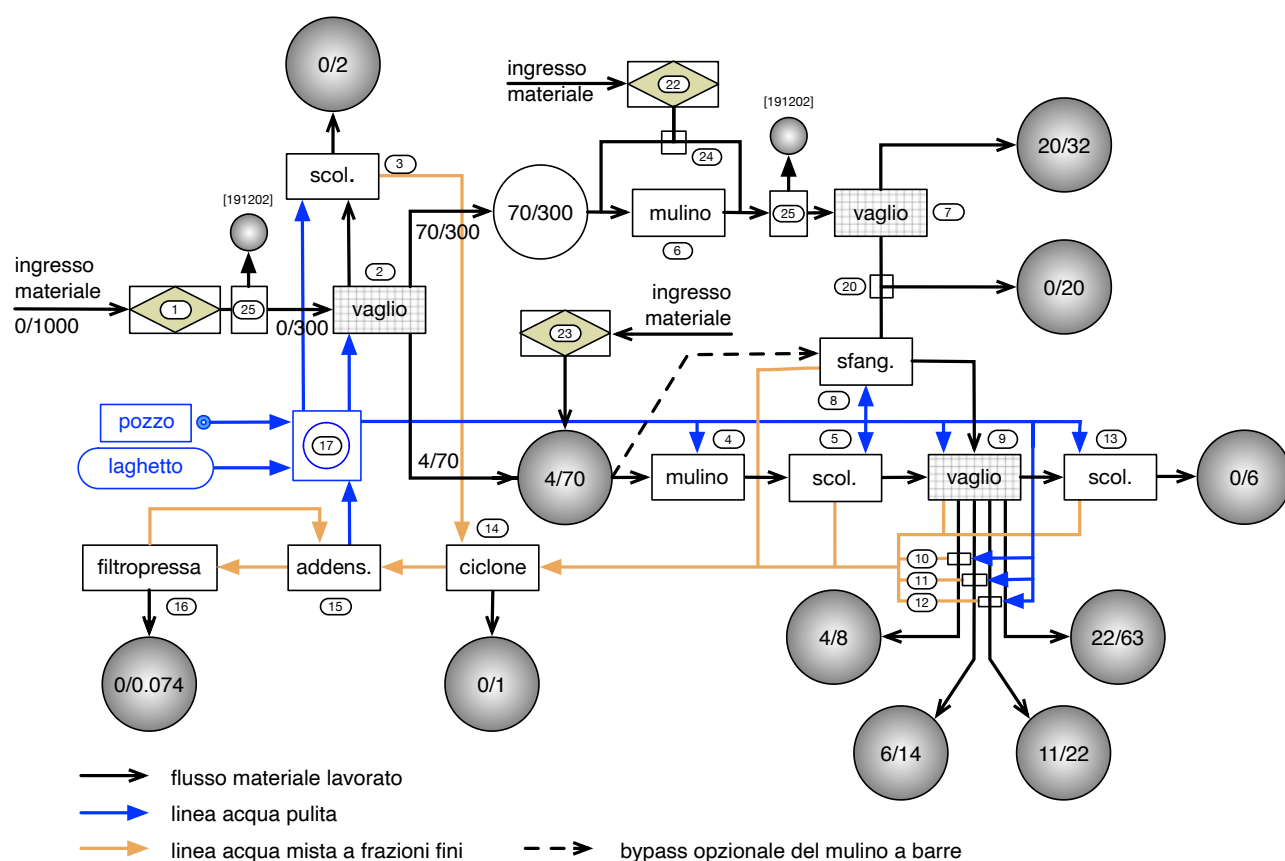


Fig. 3.2 - Schema funzionale dell'impianto fisso, linee di flusso e dei componenti

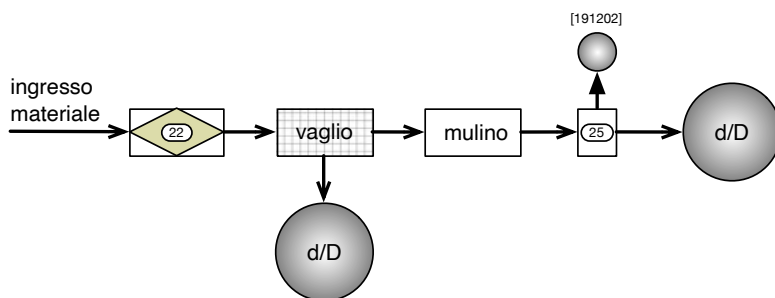


Fig. 3.3 - Ciclo produttivo **M1** basato sull'unità mobile Crusher Track GCS 11.7 (Invariato)

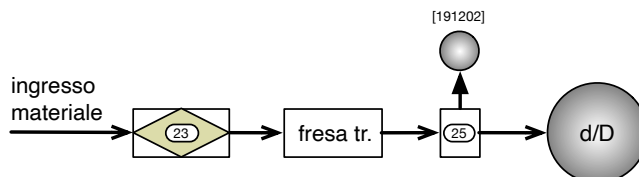


Fig. 3.4 - Ciclo produttivo **M2** basato sull'unità mobile Franzoi TRI 1611 "MAKO"

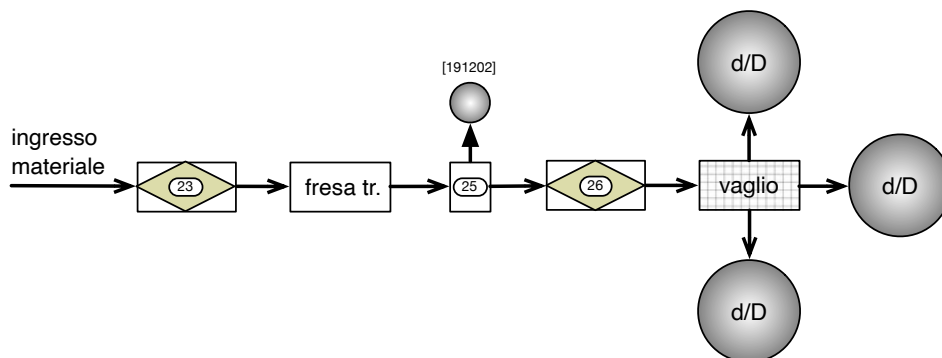


Fig. 3.5 - Ciclo produttivo **M2V** (di progetto) dell'unità mobile Franzoi TRI 1611 "MAKO" con vaglio Powerscreen Warrior 1200 in linea.

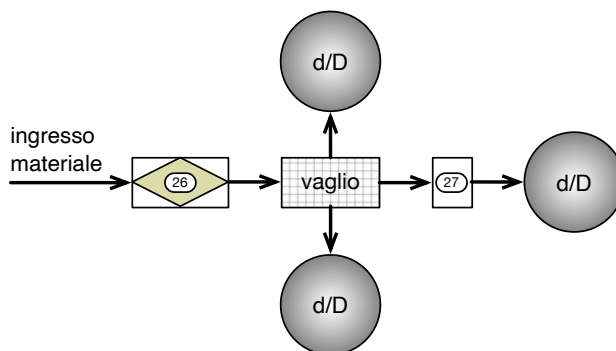
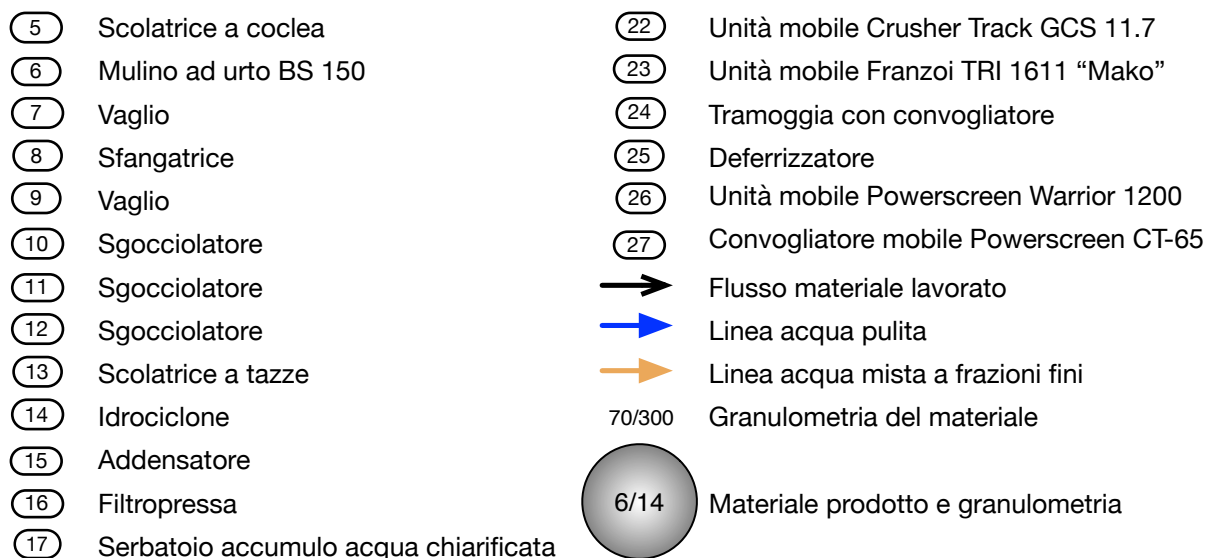


Fig. 3.6 - Ciclo produttivo **V1** (di progetto) costituito dal vaglio mobile Powerscreen Warrior 1200 con nastro convogliatore di rilancio mobile Powerscreen CT-65 in linea.

LEGENDA DEGLI ELEMENTI DELL'IMPIANTO

1	Tramoggia frantoio	18	Centralina di flocculazione
2	Vaglio	19	Pompa di mandata
3	Scolatrice ad idrociclone	20	Deviatore di flusso
4	Mulino a barre B1612	21	Serbatoio accumulo acqua dal pozzo



L'impianto è attrezzato tecnologicamente e in grado di lavorare e recuperare molte tipologie di materiali per cui, in funzione della richiesta di smaltimento di rifiuti edili e di quella di mercato per gli aggregati riciclati, non è possibile definire percentuali sempre esatte e stabili nel tempo relativamente alle lavorazioni.

Le percentuali che vengono utilizzate fanno riferimento ai rifiuti ritirati, lavorati e recuperati nel 2022, questo perché nel 2023, in seguito agli eventi meteorologici eccezionali del mese di maggio, l'impianto principale ha subito un fermo di almeno 2 mesi e questo ha comportato variazioni significative delle percentuali di materiali lavorati a secco (passando dal 25% al 48%) anziché ad acqua (dal 32% al 17%).

In tabella 3.2 sono riepilogate le percentuali e le relative quantità per lo stato attuale e quelli di progetto che verranno utilizzate nella valutazione.

Le percentuali generali e quelle relative alle sequenze del trattamento ad acqua potrebbero comunque variare di qualche punto percentuale in funzione della qualità dei materiali lavorati in ingresso

	Metodologia di lavorazione	%	Stato attuale	Progetto
A	Impianto fisso (trattamento ad acqua)	32,0	48.163	89.600
A.1	40/70 (% di A)	2,7	1.315	2.446
A.2	Stabilizzato (% di A)	23,4	11.270	20.966
A.3	Sabbie (% di A)	52,7	25.396	47.246
A.4	Silt (% di A)	21,2	10.186	18.950
B	Riduzione volumetrica a secco	25,0	37.627	70.000
C	Vagliatura a secco	43,0	64.718	120.400
	Totali:	100,0	150.508	280.000

Tabella 3.2 - Percentuali di rifiuti inerti ammessi al recupero suddivisi secondo il tipo di lavorazione come da valutazione relativa al 2022.

Anche se in questi ultimi anni l'azione della ditta si è concentrata esclusivamente sull'attività di recupero dei rifiuti l'impianto deriva da una preesistente attività estrattiva per cui, storicamente, ha sempre lavorato gli inerti naturali e conserva tale caratteristica.

A tal fine, sia in Tavola 2 Rev. 03 (stato attuale) che in Tavola 2 Rev. 04 (Progetto) sono state individuate apposite aree destinate allo stoccaggio delle materie prime provenienti da attività estrattiva ed è stata quindi inclusa nella lista delle sequenze di lavorazione anche quella specifica per le ghiaie (§ 3.3.4) al fine di documentarne le funzionalità.

Non sono indicate le quantità in quanto allo stato attuale queste risultano nulle e non si è in grado di effettuare proiezioni di progetto.

La lavorazione delle ghiaie non segue le stesse procedure definite per l'attività di recupero dei rifiuti in quanto la materia prima, attraverso un percorso specifico, viene scaricata dai veicoli da trasporto direttamente alla bocca della tramoggia dell'impianto fisso e la lavorazione è basata su processi in acqua per cui non sono applicabili le fasi di conferimento (§ 3.3.1) e di erosione dei cumuli (§ 3.3.9) così come sono state implementate in quanto i prodotti sono costituiti da materiali granulari, lavati e privi di frazioni fini.

Si prevede che le ghiaie da lavorare vengano trasportate dalla cava solo nel momento che ne sia richiesta la lavorazione e giungono in impianto solo dopo una selezione granulometrica effettuata nell'area di estrazione. Le aree di stoccaggio previste per le materie prime naturali hanno la funzione di polmone nel caso di temporanea indisponibilità dell'impianto fisso (es. completamento della fase di lavaggio dopo la lavorazione di rifiuti), in attesa del trasporto o per l'impiego presso l'impianto di betonaggio.

3.1.1 Sistemi di controllo e abbattimento polveri

Per ridurre le emissioni sono stati previsti e implementati una serie di accorgimenti:

1. Evitare la lavorazione in condizioni di vento elevato soprattutto nello spostamento dei materiali più polverulenti;
2. La limitazione della velocità dei veicoli in transito all'interno dell'area produttiva;
3. Il trattamento delle superfici tramite bagnatura (*wet suppression*) con acqua. Nello specifico sono previsti tre sistemi di bagnatura:
 - a. Abbattimento delle polveri lungo la viabilità di accesso (temporizzato);
 - b. Abbattimento delle polveri generate dalla viabilità interna (temporizzato);
 - c. Abbattimento delle polveri generate dalle operazioni di lavorazione, movimentazione e stoccaggio dei cumuli ed erosione del vento (temporizzato e sensore eolico).

A parte gli automatismi indicati i sistemi di abbattimento delle polveri tramite bagnatura possono essere attivati anche manualmente nel caso che si presenti la necessità di integrare l'azione.

3.1.2 Metodologia di calcolo

L'Agenzia di Protezione Ambientale Statunitense (U.S. E.P.A) ha elaborato un documento ("Compilation of Air Pollutant Emission Factors AP-42") che riporta la raccolta di fattori di emissione per le principali categorie di sorgenti, sviluppati sulla base di misure effettuate sul campo⁶.

Tali fattori costituiscono uno strumento fondamentale per la gestione della qualità dell'aria, in particolare nella caratterizzazione delle emissioni generate da numerose tipologie di sorgenti e nell'individuazione delle migliori strategie di controllo.

Secondo quanto riportato nella raccolta dei fattori di emissione per gli inquinanti atmosferici elaborata dall' E.P.A., il fattore di emissione è un valore rappresentativo che mette in relazione la quantità di inquinante rilasciato in atmosfera con l'attività che determina tale rilascio.

In genere i fattori sono espressi come quantità di contaminante rilasciato per unità di peso, volume, distanza o durata dell'attività che determina l'emissione in atmosfera.

Il calcolo delle emissioni diffuse è determinato in base alla seguente relazione:

$$E_i(t) = \sum_l AD_l(t) \times EF_{i,l,m}(t)$$

Dove:

- i** particolato (PTS, PM₁₀, PM_{2.5});
- l** processo;
- m** controllo;
- t** periodo di tempo (ora, mese, anno, ecc.);
- E_i** rateo emissivo dell'i-esimo tipo di particolato;
- AD_l** attività relativa all'i-esimo processo;
- EF_{i,l,m}** fattore di emissione.

I fattori di emissione derivano nella maggior parte dei casi dalla media dei dati raccolti sul campo e ritenuti sufficientemente attendibili.

La raccolta dei fattori di emissione elaborata dall'E.P.A. fornisce, per ogni fattore, una stima dell'attendibilità.

Per la metodologia adottata ai fini della stima delle emissioni si è fatto riferimento alla seguente documentazione di base:

- AP-42 "Compilation of Air Pollutant Emission Factors" EPA;
- AQMD - "Air Quality Analysis Guidance Handbook, Off-road mobile source emission factors" svolto dalla CEQA, California Environmental Quality Act (CEQA, 2007);

⁶ <https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors>

- WRAP Fugitive Dust Handbook, by Countess Environmental 4001 Whitesail Circle Westlake Village, CA 91361 (WGA Contract No. 30204-111), September 7, 2006
- Linee Guida ARPAT (D.G.P. 213/2009);

Come polveri si considera la frazione respirabile, denominata PM₁₀.

3.2 Aspetti metodologici connessi ai processi impiegati

Di seguito vengono illustrati i criteri generali utilizzati per la stima delle varie tipologie di emissioni riconducibili alle attività elencate nella documentazione AP-42.

Condizioni specifiche non riconducibili a tale documentazione verranno discusse in corrispondenza della singola emissione in esame.

3.2.1 Transito dei veicoli da trasporto

Il contributo alle emissioni di polveri in atmosfera fornito dal transito attraverso la viabilità asfaltata, fino all'accesso alla pesa, è trascurabile per cui viene considerato solo il tratto che va dalla pesa fino al punto di scarico del materiale in ingresso, caratterizzato da un fondo di materiale stabilizzato che viene periodicamente rinfrescato con ghiaietto e mantenuto umido tramite spruzzatori controllati da un temporizzatore.

La distanza percorsa dai veicoli va dai 30 ai 70 m per cui si è adottato un percorso medio di 50 m.

L'emissione di particolato dovuto al transito di mezzi su strade non asfaltate è determinata usando come riferimento il paragrafo 13.2.2 "*Unpaved roads*" dell'AP-42.

L'entità dell'emissione oraria è proporzionale al volume di traffico e al contenuto di limo (silt) del suolo (particolato di diametro inferiore a 75 µm).

Il fattore di emissione lineare dell'i-esimo 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:

$$E_{fi} = k_i * (s/12)^{a_i} * (W/3)^{b_i}$$

dove:

E_i fattore di emissione (kg/km)

i tipo di particolato (PTS, PM₁₀, PM_{2.5})

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

W peso medio del veicolo (tonnellate o Mg). Deve essere calcolato sulla base del veicolo vuoto e a pieno carico. Il range di validità è per veicoli con peso medio inferiore a 260 t;

Tipo di particolato	PTS	PM ₁₀	PM _{2.5}
k_i	1,38	0,423	0,0423
a_i	0,7	0,9	0,9

Tipo di particolato	PTS	PM ₁₀	PM _{2.5}
b _i	0,45	0,45	0,45

Tabella 3.3 - Coefficienti per il calcolo delle emissioni dovute al transito di mezzi in strade non asfaltate (Fonte: AP-42).

Il fattore emissivo corrispondente alle PM₁₀ generate dai mezzi in transito è $EF_{PM_{10}} = 6,42 \cdot 10^{-2} \text{ kg/km}$ applicando le misure di mitigazione costituite dalla bagnatura della viabilità (efficienza dell'80%), mentre in assenza di mitigazioni si avrebbe $E_{PM_{10}} = 0,321 \text{ kg/km}$. In questa fase le emissioni di PM₁₀ prodotte sono pari a:

$$E_{PM_{10}} = EF_{PM_{10}} (\text{kg/km}) \times \text{Distanza di transito media oraria (km/h)}$$

3.2.2 Scarico dei veicoli da trasporto

Le emissioni di PM₁₀ dovute alle operazioni di scarico dei rifiuti nelle aree di messa in riserva sono state calcolate facendo riferimento al fattore emissivo definito nel "SCC – 30502031 (AP-42-Truck unloading in Stone Quarrying - Processing)" pari a $8,00 \cdot 10^{-6} \text{ kg/Mg}$.

Il valore medio orario di rifiuti scaricati è stato determinato considerando il quantitativo annuo di rifiuti conferiti, suddivisi per i vari processi considerati, ed il periodo di conferimento (250 gg/anno per 8 ore/giorno).

Le emissioni medie orarie di PM₁₀ prodotte durante le operazioni di scarico sono determinabili con la relazione:

$$E_{PM_{10}} = EF_{PM_{10}} (\text{Kg/Mg}) \times \text{Parametro medio orario (Mg/h)}$$

3.2.3 Stoccaggio

Per le 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:

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

dove:

- i** particolato (PTS, PM₁₀, PM_{2.5})
- E_{Fi}** fattore di emissione
- k_i** coefficiente adimensionale che dipende dalla tipologia di particolato
- u** velocità del vento (m/s)
- M** contenuto in percentuale di umidità (%)

L'espressione 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.

Contenuto di umidità (%)	PM ₁₀	PM _{2.5}
	m/s	mph
0,25 - 4,8	0,6 - 6,7	1,3 - 15

Tabella 3.2 - Range di validità dell'espressione utilizzata

Tipo di particolato	PTS	PM ₁₀	PM _{2.5}
ki	0,74	0,35	0,11

Tabella 3.4 - Valori di ki al variare del tipo di particolato

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

$$EF_i (\text{kg/Mg}) = 1,9 * 10^{-4} \text{ Kg/Mg}$$

Si assume che tutto il materiale venga lavorato e quindi movimentato, e, in via cautelativa, in grado di emettere particelle in atmosfera di PM₁₀. Le emissioni medie orarie di PM₁₀ prodotte durante le operazioni di stoccaggio sono determinabili con la relazione:

$$E_{PM_{10}} = EF_{PM_{10}} (\text{kg/Mg}) \times \text{Parametro medio orario (Mg/h)}$$

Eccezioni a questa regola, es. materiali provenienti da processi in acqua o l'impiego di nastri trasportatori di rilancio, verranno valutati caso per caso.

3.2.4 - Scarico del materiale in tramoggia

Si fa riferimento al fattore emissivo identificato dal codice "SCC – 30502031 (AP-42 -Truck unloading in Stone Quarrying - Processing)" pari a **8,00 * 10⁻⁶ kg/Mg**.

Non tutto il materiale conferito viene frantumato e quindi scaricato in tramoggia. Di volta in volta verranno specificate le effettive quantità interessate dal processo.

Quindi, il valore medio orario delle emissioni, è stato calcolato determinando il quantitativo medio orario solo del rifiuto trattato:

$$E_{PM_{10}} = EF_{PM_{10}} (\text{kg/Mg}) \times \text{Parametro medio orario (Mg/h)}$$

3.2.5 - Frantumazione del materiale

Si fa riferimento al fattore emissivo identificato dal codice SCC – 3-05-020-02 (AP 42 - Secondary Crushing/Screening in Stone Quarrying). I sistemi di frantumazione impiegati mitigano le polveri prodotte tramite bagnatura per cui viene adottato un fattore emissivo pari a **3,7 * 10⁻⁴ kg/Mg**.

Come indicato al punto precedente non tutto il materiale conferito viene frantumato per cui, di volta in volta, verranno specificate le effettive quantità interessate dal processo. Il valore medio orario delle emissioni, è stato calcolato determinando il quantitativo medio orario solo del rifiuto trattato:

$$E_{PM_{10}} = EF_{PM_{10}} \text{ (kg/Mg)} \times \text{Parametro medio orario (Mg/h)}$$

3.2.6 - Carico dei prodotti su camion

Per la valutazione delle PM_{10} prodotte dalle operazioni di carico dei prodotti sui camion si dovrebbe utilizzare il fattore emissivo identificato dal codice SCC-30502033, tuttavia il documento AP-42 non identifica per questo codice un valore ma rimanda a fattori di emissione definiti per altre operazioni simili.

Per le valutazioni contenute in questo documento si è fatto riferimento al codice SCC 3-05- 025-06) SCC – 30502002 (AP 42 - Bulk Loading in Construction Sand and Gravel) che vale $1,2 \cdot 10^{-03}$ kg/Mg.

Non tutti i materiali sono costituiti da prodotti riciclati a granulometria fine (diametro < 5 mm) o per tipologia di lavorazione (es. cernita granulometrica in acqua, filtropressatura, ecc...) in grado di emettere significative concentrazioni di PM_{10} per cui il quantitativo medio orario solo del rifiuto trattato calcolato secondo la formula:

$$E_{PM_{10}} = EF_{PM_{10}} \text{ (kg/Mg)} \times \text{Parametro medio orario (Mg/h)}$$

non è applicabile in maniera indiscriminata. Questo verrà valutato ed evidenziato caso per caso.

3.2.7 - Vagliatura

Le operazioni di vagliatura vengono effettuate su di una buona parte dei materiali in ingresso. Possono fare eccezione i materiali terrosi nel momento che se ne verifichi l'omogeneità granulometrica e l'assenza di elementi estranei e/o di grosso diametro, inviati direttamente allo stoccaggio.

Il fattore di emissione utilizzato per la valutazione delle PM_{10} è l'"SCC 3-05-020-02,03,04 (AP 42 - Secondary Crushing/Screening in Stone Quarrying)".

L'emissione media oraria E_i è:

$$E_{PM_{10}} = EF_{PM_{10}} \text{ (kg/Mg)} \times \text{Parametro medio orario (Mg/h)}$$

3.2.8 - Trasporto su nastro

Il materiale in uscita da un processo (es. frantumazione, vagliatura, dosaggio, ecc...) viene trasferito mediante nastro trasportatore ad altro processo o al cumulo di prodotto lavorato sul piazzale.

Il fattore di emissione generalmente utilizzato, in questo caso, per la valutazione delle PM₁₀ è l'”SCC - 30502006 (AP 42 - Screen/Convey/Handling in Stone Quarrying)” pari a $2,30 \cdot 10^{-5}$ kg/Mg, per materiale sottoposto a bagnatura.

L'emissione media oraria E_i è determinabile con la relazione:

$$E_{PM_{10}} = EF_{PM_{10}} \text{ (kg/Mg)} \times \text{Parametro medio orario (Mg/h)}$$

Certi processi fanno uso di acqua per la lavorazione dei materiali. In questo caso il trasporto viene effettuato con materiale lavato e ancora umido per cui l'emissione è generalmente considerata trascurabile.

3.3 Applicazione del modello

L'impianto produttivo è caratterizzato da un'elevata modularità dei sistemi di lavorazione degli inerti di recupero e naturali per cui è stato necessario suddividerli in sequenze funzionali in base alla tipologia di dati disponibili, un esempio è la definizione della sequenza di conferimento basata sui dati dettagliati del traffico in ingresso-uscita, o per omogeneità funzionale, es. la separazione fra sequenze con lavorazione ad acqua o a secco.

Sono state effettuate le seguenti suddivisioni funzionali:

- Il conferimento e il relativo traffico prodotto in ingresso e uscita (schema 5 di Fig. 3.5) [§ 3.3.1];
- L'impianto fisso di frantumazione con trasporto e vagliatura in acqua dei materiali lavorati (schema 1 di Fig. 3.5) che, in aggiunta al frantoio a martelli [§ 3.3.2], è stato suddiviso nelle tre sequenze:
 - BS150, per la lavorazione e produzione di materiali granulari (schema 1a di Fig. 3.5) [§ 3.3.3];
 - BS1612, per la lavorazione delle ghiaie in natura e produzione di materiali granulari (schema 1b di Fig. 3.5) [§ 3.3.4];
 - Filtropressatura, per il trattamento delle frazioni fini (schema 1c di Fig. 3.5) [§ 3.3.5];
- La lavorazione con frantoio mobile per la riduzione volumetrica e vagliatura a secco con l'opzione di impiego di un vaglio supplementare e un nastro di rilancio (schema 2 di Fig. 3.5) [§ 3.3.6];
- La vagliatura delle terre a secco con l'opzione di impiego di un vaglio supplementare e un nastro di rilancio (schema 3 di Fig. 3.5) [§ 3.3.7];
- L'impianto di betonaggio (schema 4 di Fig. 3.5) [§ 3.3.8];
- La stima dell'erosione dei cumuli da parte del vento (schema 6 di Fig. 3.5) [§ 3.3.9].

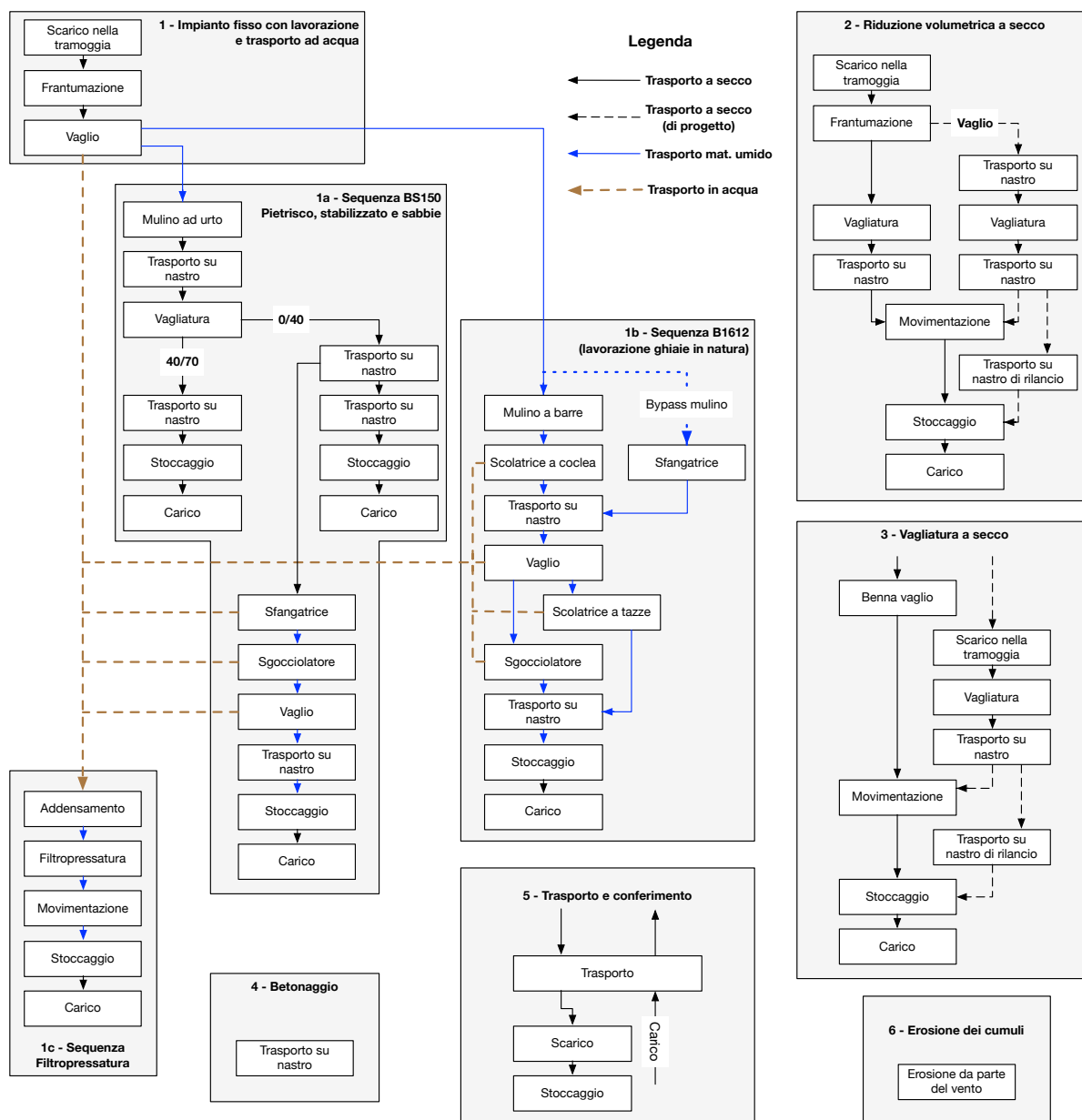


Fig. 3.5 - Sinottico degli schemi a blocchi delle sequenze operative in cui sono stati suddivisi i processi produttivi impiegati per l'attività di recupero dei rifiuti e lavorazione delle ghiaie in natura.

3.3.1 Conferimento

Disponendo della distribuzione dei veicoli da trasporto che accedono per il conferimento dei materiali da riciclare (Fig. 2.3) si è deciso di applicarla al calcolo della produzione di polveri legata al traffico in ingresso e uscita, lo scarico dei veicoli da trasporto e lo stoccaggio.

In questa maniera sono state accorpate una serie di azioni che caratterizzano la fase di trasporto e conferimento.

Non è stato incluso il carico degli end of waste sui veicoli in quanto, dopo la lavorazione, i materiali sono classati granulometricamente per cui hanno differente potenziale di produzione di polveri e vanno quindi considerati caso per caso.

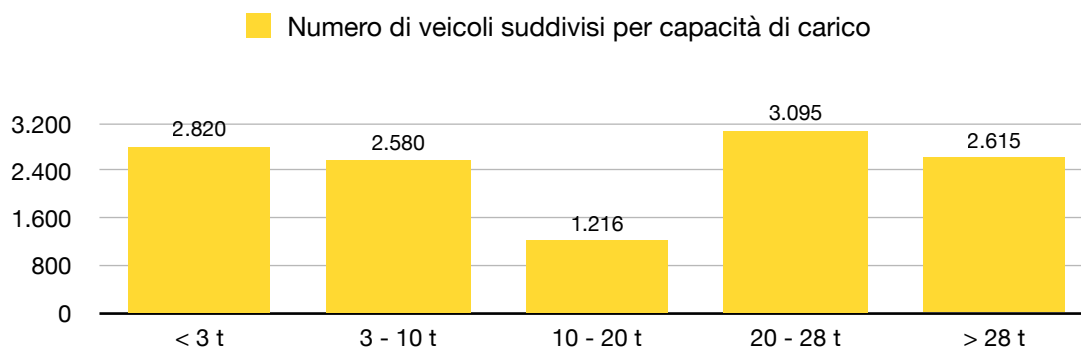


Figura 3.6 - Capacità di carico dei veicoli in transito (ingresso + uscita) suddivisa per classi.

La distribuzione di frequenza di Fig. 3.6 mostra un'andamento plurimodale che non rappresenta l'effettiva distribuzione quantitativa delle portate. Definendo dei valori centrali per ogni classe di veicoli e moltiplicandoli per la corrispondente frequenza di transito si può notare che la rappresentazione grafica cambia drasticamente e l'80% di trasporto della massa avviene tramite veicoli con capacità di carico maggiore di 20 tonnellate (Fig. 3.7).

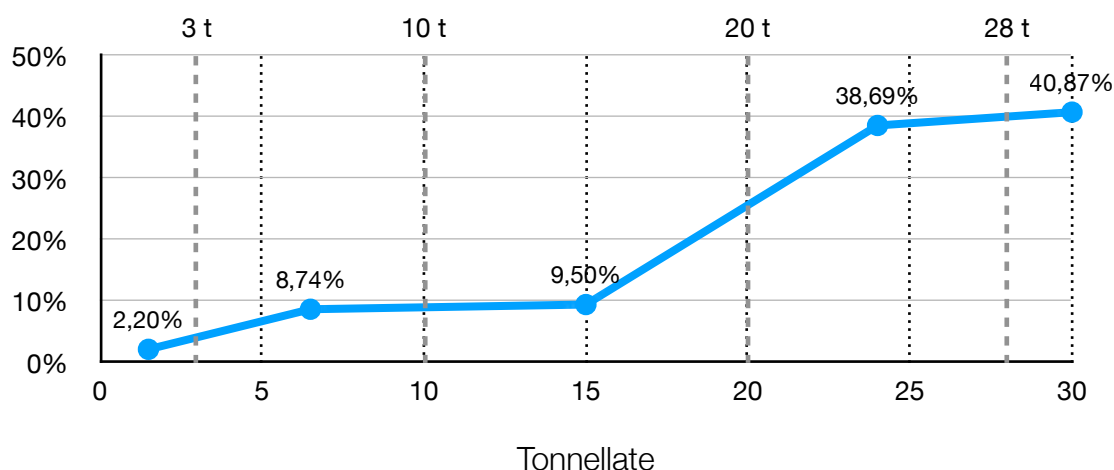


Figura 3.7 - Totale percentuale della capacità di carico espressa per ogni classe di veicoli

Emissione C.1 - Transito dei veicoli da trasporto in ingresso e uscita

La stima è stata effettuata sul volume complessivo attualmente autorizzato e su quelli di progetto, assumendo che tutto il rifiuto sia stato recuperato e caricato.

Uno dei fattori di calcolo è la portata utile dei veicoli per cui è stata effettuata una stima del materiale trasportato per classe di veicolo ripartendo il volume complessivo autorizzato (150.500 tonnellate), o di progetto (280.000), in proporzione alla capacità di carico come illustrato in fig. 3.7.

Stato attuale					
	< 3 t	3-10 t	10-20 t	20-28 t	> 28 t
Quantitativo di rifiuti conferiti all'impianto (t/anno)	4.389	13.051	14.195	57.809	78.450

Stato attuale					
	< 3 t	3-10 t	10-20 t	20-28 t	> 28 t
N. giorni lavorativi (gg/anno)	250	250	250	250	250
N. ore lavorative (ore/giorno)	8	8	8	8	8
Portata utile (t/camion)	2,00	6,50	15,00	24,00	30,00
Numero di viaggi/h	1,10	1,00	0,47	1,20	1,31
Distanza media percorsa per ciascun viaggio (km/viaggio)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Distanza di transito media oraria (numero di km/h)	0,05	0,05	0,02	0,06	0,07
E_{PM₁₀} (g/h)	3,522	3,223	1,519	3,866	4,197
E_{PM₁₀} (g/h) complessivo:	16,327				

Tabella 3.5 - Stato Attuale. Calcolo delle emissioni derivate dal transito degli autocarri in ingresso e uscita suddivisi per classe di carico

Progetto					
	< 3 t	3-10 t	10-20 t	20-28 t	> 28 t
Quantitativo di rifiuti conferiti all'impianto (t/anno)	6.170	24.460	26.604	108.342	114.424
N. giorni lavorativi (gg/anno)	250	250	250	250	250
N. ore lavorative (ore/giorno)	8	8	8	8	8
Portata utile (t/camion)	2,00	6,50	15,00	24,00	30,00
Numero di viaggi/h	1,54	1,88	0,89	2,26	1,91
Distanza media percorsa per ciascun viaggio (km/viaggio)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Distanza di transito media oraria (numero di km/h)	0,08	0,09	0,04	0,11	0,10
E_{PM₁₀} (g/h)	4,951	6,040	2,847	7,245	6,122
E_{PM₁₀} (g/h) complessivo :	27,205				

Tabella 3.6 - Progetto. Calcolo delle emissioni derivate dal transito degli autocarri in ingresso e uscita suddivisi per classe di carico

Emissione C.2 - Scarico dei veicoli da trasporto

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	150.500	280.000
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (t/h)	75,25	140,00
E_{PM₁₀} (g/h)	0,602	1,120

Emissione C.3 - Stoccaggio dei rifiuti messi in riserva

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	150.500	280.000
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	75,25	140,00
E_{PM₁₀} (g/h)	14,2975	26,6000

Riepilogo delle emissioni

Schema operatività di cantiere	Emissione	Stato Attuale	Progetto
	C.1	16,3	27,2
	C.2	0,6	1,1
	C.3	14,3	26,6
Totale emissioni polveri (g/h)		31,2	54,9

Figura 3.8 - Riepilogo delle emissioni prodotte dai veicoli da trasporto per l'ingresso in fase di conferimento, scarico e stoccaggio dei rifiuti e l'uscita dopo il prelievo degli end of waste.

3.3.2 Impianto di frantumazione fisso con trasporto e vagliatura in acqua**Emissione A.1 - Scarico del materiale nella tramoggia**

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	48.163	89.600
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	24,08	44,80
E_{PM₁₀} (g/h)	0,1927	0,3584

Emissione A.2 - Frantumazione del materiale

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	48.163	89.600
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	24,08	44,80
E_{PM₁₀} (g/h)	8,9101	16,5760

Emissione A.3 - Vagliatura in acqua del materiale

Questo termine di emissione si considera trascurabile in quanto avviene in condizioni confinate, all'interno di un componente del circuito di lavorazione ad acqua.

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	48.163	89.600
Si tratta di una fase di lavorazione in acqua per cui non sono previste emissioni di polveri		
E_{PM₁₀} (g/h)	0,00	0,00

Riepilogo delle emissioni

Schema operatività di cantiere	Emissione	Stato Attuale	Progetto
Scarico nella tramoggia	A.1	0,19	0,36
Frantumazione a martelli	A.2	8,91	16,58
Vagliatura	A.3		
Filtropressatura			
BS150			
B1612			
Totale emissioni polveri (g/h)		9,1	16,9

Figura 3.9 - Riepilogo delle emissioni di polvere prodotte nelle fasi preliminari dell'impianto di frantumazione fisso. Per le emissioni prodotte nella sequenza BS150 si veda il § 3.3.3 mentre per la Filtropressatura si veda il § 3.3.4

3.3.3 Sequenza BS150

In questa sequenza, la frazione grossolana derivata dalla frantumazione a martelli, dopo la vagliatura in acqua che ha consentito di rimuovere la frazione fine che il materiale aveva in origine, viene nuovamente frantumata e vagliata a secco.

La frazione più grossolana (40/70) viene convogliata allo stoccaggio tramite nastro mentre la frazione più fine (0/40) viene in parte stoccata e destinata alla produzione di stabilizzato e in parte trattata con tecniche ad acqua per la separazione delle frazioni sabbiose.

Queste vengono stoccate mentre la frazione limosa viene convogliata all'impianto di chiarificazione per unirsi a quella in uscita dalla vagliatura della sequenza principale per essere sottoposta alla filtropressatura.

Si è cercato di definire le proporzioni indicative delle varie frazioni che derivano dalla lavorazione del materiale in uscita dalla vagliatura in acqua. Queste, già elencate in Tabella 3.2 vengono, per comodità di consultazione, riepilogate in Tabella 3.9.

Ovviamente si tratta di percentuali medie in quanto le caratteristiche meccaniche del materiale di partenza possono influire sul rapporto fra la frazione granulare grossolana, quella sabbiosa e quella fine (silt) in uscita dai processi.

Derivati della lavorazione	%	Stato Attuale (t)	Progetto (t)
40/70	2,7	1.314,8	2.446,1
Stabilizzato	23,4	11.270,0	20.966,4
Sabbie	52,7	25.396,1	47.246,1
Silt	21,2	10.186,4	18.950,4
Totale	100,0	48.162,6	89.600,0

Tabella 3.9 - Percentuali e relative quantitativi di materiale granulare lavorato nella sequenza BS 150 come da stato attuale e da progetto.

Si fa notare che, cautelativamente, i materiali in esame pur essendo esclusivamente granulari derivanti da una precedente vagliatura in acqua che ha rimosso le frazioni fini, sono stati comunque considerati come fonti di emissioni in tutte le fasi della sequenza.

Emissione B.1 - Frantumazione del materiale

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	48.162,6	89.600,0
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	24,08	44,80
E_{PM₁₀} (g/h)	8,9101	16,5760

Emissione B.2 - Trasporto su nastro

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	48.163	89.600

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	24,08	44,80
E_{PM₁₀} (g/h)	0,5539	1,0304

Emissione B.3 - Vagliatura

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	48.162,6	89.600,0
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	24,08	44,80
E_{PM₁₀} (g/h)	8,91	16,58

Emissione B.4 - Trasporto su nastro

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	1.314,8	2.446,1
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	0,66	1,22
E_{PM₁₀} (g/h)	0,0151	0,0281

Emissione B.5 - Stoccaggio

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	1.314,8	2.446,1
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	0,66	1,22
E_{PM₁₀} (g/h)	0,1249	0,2324

Emissione B.6 - Carico dei prodotti su camion

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	1.314,8	2.446,1

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	0,66	1,22
E_{PM₁₀} (g/h)	0,789	1,468

Emissione B.7 - Trasporto su nastro

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	46.852,5	87.162,9
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	23,43	43,58
E_{PM₁₀} (g/h)	0,5388	1,0024

Emissione B.8 - Trasporto su nastro

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	11.270,0	20.966,4
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	5,64	10,48
E_{PM₁₀} (g/h)	0,1296	0,2411

Emissione B.9 - Stoccaggio

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	11.270,0	20.966,4
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	5,64	10,48
E_{PM₁₀} (g/h)	1,0707	1,9918

Emissione B.10 - Carico dei prodotti su camion

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	11.270,0	20.966,4

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	5,64	10,48
E_{PM₁₀} (g/h)	6,762	12,580

Emissione B.11 - Sfangatrice

Nella sfangatrice il flusso degli inerti viene convogliato all'interno di un cilindro rotante insieme ad un adeguato quantitativo di acqua; una serie di pettini montati sulla superficie interna del cilindro, durante la rotazione, provocano la separazione del materiale terroso da quello lapideo. Il flusso d'acqua trascina con sé la terra più leggera della pietra verso lo scarico del macchinario dove viene separata e convogliata al trattamento successivo.

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	25.396	47.246
Si tratta di una fase di lavorazione in acqua per cui non sono previste emissioni di polveri		
E_{PM₁₀} (g/h)		

Emissione B.12 - Sgocciolatore

Anche questo termine di emissione si considera trascurabile in quanto il materiale conserva una significativa umidità ed è lavato per cui è privo di frazioni fini e polveri.

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	25.396	47.246
Si tratta di una fase di lavorazione in acqua per cui non sono previste emissioni di polveri		
E_{PM₁₀} (g/h)		

Emissione B.13 - Vaglio idrodinamico

Anche questo termine di emissione si considera trascurabile in quanto il materiale conserva una significativa umidità ed è lavato per cui è privo di frazioni fini e polveri.

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	25.396	47.246
Si tratta di una fase di lavorazione in acqua per cui non sono previste emissioni di polveri		
E_{PM₁₀} (g/h)		

Emissione B.14 - Stoccaggio

Il materiale è costituito da sabbia e sabbietta, è lavato per cui è privo di frazioni fini e polveri e conserva una significativa umidità. Per questi motivi l'emissione viene considerata trascurabile.

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	25.396	47.246
Si tratta di una fase di lavorazione in cui non sono previste significative emissioni di polveri		
E_{PM₁₀} (g/h)	0,00	0,00

Emissione B.15 - Carico

Anche questo termine di emissione si considera trascurabile in quanto il materiale è caratterizzato da granulometrie che ricadono nel fuso delle sabbie ed è lavato per cui è privo di frazioni fini e polveri.

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	0	0
Si tratta di una fase di lavorazione in cui non sono previste significative emissioni di polveri		
E_{PM₁₀} (g/h)	0,00	0,00

Riepilogo delle emissioni

Schema operatività di cantiere	Emissione	Stato Attuale	Progetto
BS150			
<pre> graph TD A[Frantumazione] --> B[Trasporto su nastro] B --> C[Vagliatura 0/40 e 40/70] C --> D[Trasporto su nastro] C -- 0/40 --> E[Trasporto su nastro] D --> F[Stoccaggio] F --> G[Carico] E --> H[Trasporto su nastro] H --> I[Trasporto su nastro] </pre>	B.1	8,910	16,576
	B.2	0,554	1,030
	B.3	8,910	16,576
	B.4	0,015	0,028
	B.5	0,125	0,232
	B.6	0,789	1,468
	B.7	0,539	1,002
	B.8	0,130	0,241

Schema operatività di cantiere	Emissione	Stato Attuale	Progetto
	B.9	1,071	1,992
	B.10	6,762	12,580
	B.11		
	B.12		
	B.13		
	B.14	0,000	0,000
	B.15	0,000	0,000
Totale emissioni polveri (g/h)		27,8	51,7

Figura 3.10 - Riepilogo delle emissioni di polvere prodotte nelle fasi di lavorazione che comportano l'impiego del mulino ad urto BS 150 dell'impianto di frantumazione fisso. Per le emissioni prodotte nella sequenza Filtropressatura si veda il § 3.3.4

3.3.4 Sequenza B1612 (lavorazione ghiaie in natura)

Il processo è pensato specificatamente per la lavorazione di materiali costituiti da materie prime (sabbie e ghiaie) provenienti da attività estrattive in quanto l'impianto è autorizzato da sempre all'impiego di inerti di origine naturale.

Per questo sono state previste apposite aree destinate allo stoccaggio delle materie prime in ingresso sia dei prodotti derivati dalla loro lavorazione (si confronti la Rev. 02 e la Rev. 03 di Tavola 2).

L'impianto non ha lavorato ghiaie in natura in questi anni in quanto l'attività si è concentrata sull'attività di recupero dei rifiuti.

Va specificato che questa sequenza di lavoro viene effettuata in maniera esclusiva in riferimento al materiale trattato, ovvero nell'impianto non possono venire trattati rifiuti e materie prime senza soluzione di continuità per cui, nel momento che si preveda il cambio del materiale da lavorare, tutte le macchine che compongono questa sequenza di lavorazione (comprese quelle della sequenza principale cfr. §3.3.2) vanno svuotate, fermate e pulite da eventuali residui della lavorazione precedente. Va inoltre completata la sequenza di pressofiltratura in corso (§3.3.5).

Allo stato attuale, non disponendo di quantità definite, il bilancio delle polveri prodotte in questa sequenza non sarebbe determinabile ma, il processo che viene qui descritto, sia perché basato su lavorazioni e trasporto ad acqua sia perché il prodotto è costituito da materiali granulari privi di frazioni fini non darebbe comunque origine a significative emissioni di polveri.

Dopo la frantumazione a martelli e la vagliatura in acqua della sequenza principale, che ha consentito di rimuovere la frazione fine che il materiale aveva in origine, in questa sequenza viene completata la messa in curva granulometrica continuando a fare ricorso ad una serie di processi basati sull'impiego dell'acqua.

Non tutti i processi sono necessariamente utilizzati in quanto la sequenza dipende dalle caratteristiche del materiale in ingresso e soprattutto di quelle del prodotto richiesto in uscita. La sequenza viene comunque illustrata nel suo complesso.

Emissione G.1 - Frantumazione del materiale (mulino a barre)

La sequenza prende inizio da un meccanismo di macinazione del minerale tramite un mulino che utilizza un numero di barre di acciaio sfuse all'interno di un tamburo rotante per fornire la sua azione di attrito o macinazione. L'inerte viene aggiunto al tamburo e, mentre ruota, l'attrito tra le aste di rotolamento rompe il minerale in particelle più fini.

Generalmente i mulini a barre sono limitati dalle lunghezze massime di barre e tamburi per cui è necessaria una lavorazione preliminare che adatti le dimensioni massime degli inerti in ingresso ed è generalmente utilizzato solo per processi di macinazione a umido.

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	0	0
Si tratta di una fase di lavorazione in acqua per cui non sono previste emissioni di polveri		
E_{PM₁₀} (g/h)		

Emissione G.2 - Scolatrice a coclea

La scolatrice a coclea ha la funzione di riportare i fini decantati sul fondo vasca, verso le tazze di scarico delle sabbie.

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	0	0
Si tratta di una fase di lavorazione in acqua per cui non sono previste emissioni di polveri		
E_{PM₁₀} (g/h)		

Emissione G.3 - Sfangatrice

Nella sfangatrice il flusso degli inerti viene convogliato all'interno di un cilindro rotante insieme ad un adeguato quantitativo di acqua; una serie di pettini montati sulla superficie interna del cilindro, durante la rotazione, provocano la separazione del materiale terroso da quello lapideo. Il flusso d'acqua trascina con sé la terra più leggera della pietra verso lo scarico del macchinario dove viene separata e convogliata al trattamento successivo.

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	0	0
Si tratta di una fase di lavorazione in acqua per cui non sono previste emissioni di polveri		
E_{PM₁₀} (g/h)		

Emissione G.4 - Trasporto su nastro

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	0	0
Si tratta di una fase di lavorazione in cui non sono previste significative emissioni di polveri in quanto il materiale è umido e privo di frazioni fini		
E_{PM₁₀} (g/h)	0,00	0,00

Emissione G.5 - Vaglio

È un dispositivo che consente la separazione di materiali in base alla classe granulometrica.

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	0	0
Si tratta di una fase di lavorazione in acqua per cui non sono previste emissioni di polveri		
E_{PM₁₀} (g/h)		

Emissione G.6 - Scolatrice a tazze

Compito della scolatrice è il trattamento del flusso torbido composta da sabbia ed acqua proveniente dal lavaggio degli inerti. La funzione specifica è quella di recuperare i solidi e far defluire le acque in eccesso.

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	0	0
Si tratta di una fase di lavorazione in acqua per cui non sono previste emissioni di polveri		
E_{PM₁₀} (g/h)		

Emissione G.7 - Sgocciolatore

Questo dispositivo consente di recuperare l'acqua in eccesso rispetto a quella pellicolare che aderisce alla superficie dei granuli di materiale.

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Si tratta di una fase di lavorazione in acqua per cui non sono previste emissioni di polveri		
E_{PM₁₀} (g/h)		

Emissione G.8 - Trasporto su nastro

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	0	0
Si tratta di una fase di lavorazione in cui non sono previste significative emissioni di polveri in quanto il materiale è umido e privo di frazioni fini		
E_{PM₁₀} (g/h)	0,00	0,00

Emissione G.9 - Stoccaggio

A questo punto della sequenza il prodotto è costituito da materiali granulari lavati per cui è privo di frazioni fini e polveri e conserva una significativa umidità costituita dall'acqua pellicolare che aderisce alla superficie dei granuli. Le emissioni sono considerate trascurabili.

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	0	0
Si tratta di una fase di lavorazione in cui non sono previste significative emissioni di polveri in quanto il materiale è privo di frazioni fini		
E_{PM₁₀} (g/h)	0,00	0,00

Emissione G.10 - Carico

Anche questo termine di emissione si considera trascurabile in quanto il prodotto è costituito da materiali granulari cerniti in acqua per cui è lavato e privo di frazioni fini e polveri.

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	0	0
Si tratta di una fase di lavorazione in cui non sono previste significative emissioni di polveri in quanto il materiale è privo di frazioni fini		
E_{PM₁₀} (g/h)	0,00	0,00

Riepilogo delle emissioni

Schema operatività di cantiere	Emissione	Stato Attuale	Progetto
	G.1		
	G.2		
	G.3		
	G.4	0,000	0,000
	G.5		
	G.6		
	G.7		
	G.8	0,000	0,000
	G.9	0,000	0,000
	G.10	0,000	0,000
Totale emissioni polveri (g/h)		0,0	0,0

Figura 3.11 - Riepilogo delle emissioni di polvere prodotte nelle fasi di lavorazione che comportano l'impiego del mulino a barre B1612 dell'impianto di frantumazione fisso. Per le emissioni prodotte nella sequenza Filtropressatura si veda il § 3.3.5

All'uscita saranno disponibili materiali granulari e un fluido contenente particelle sospese (limi e argille) difficilmente sedimentabili.

3.3.5 Sequenza Filtropressatura

In questa sequenza convergono tutte le frazioni fini derivate dalle attività di vagliatura in acqua, sfangatura, ecc.. Le quantità sono riepilogate in Tabella 3.10.

Provenienza	Stato Attuale	Progetto
Fanghi in uscita da vaglio idrodinamico e sfangatrice	10.186,4	18.950

Tabella 3.10 – Riepilogo delle quantità lavorate nella sequenza

Il materiale veicolato in acqua e di consistenza fangosa (concentrazione $\approx 3\%$) viene raccolto nel sistema di chiarificazione che ha lo scopo di recuperare le acque di processo e concentrare i materiali fini.

La filtropressatura è un sistema di riduzione volumetrica di sostanze liquide che presentano all'interno solidi sospesi.

La filtropressa è composta da una serie di piastre o piatti alternate a tele che aderendo l'una all'altra formano delle camere, nelle quali si forma il pannello di fango disidratato. Il fango viene pompato ad elevate pressioni dentro il filtro. La fase solida viene trattenuta nelle intercapedini tra piatti e telai e dalla filtropressa esce la fase liquida, a basso contenuto di solidi sospesi.

Il successivo recupero della fase solida avviene con l'apertura della filtropressa, quando i fanghi hanno colmato l'intercapedine e vengono scaricati in uscita dalla filtropressa per gravità sotto forma di pannelli caratterizzati da una buona plasticità (Figura 3.11).

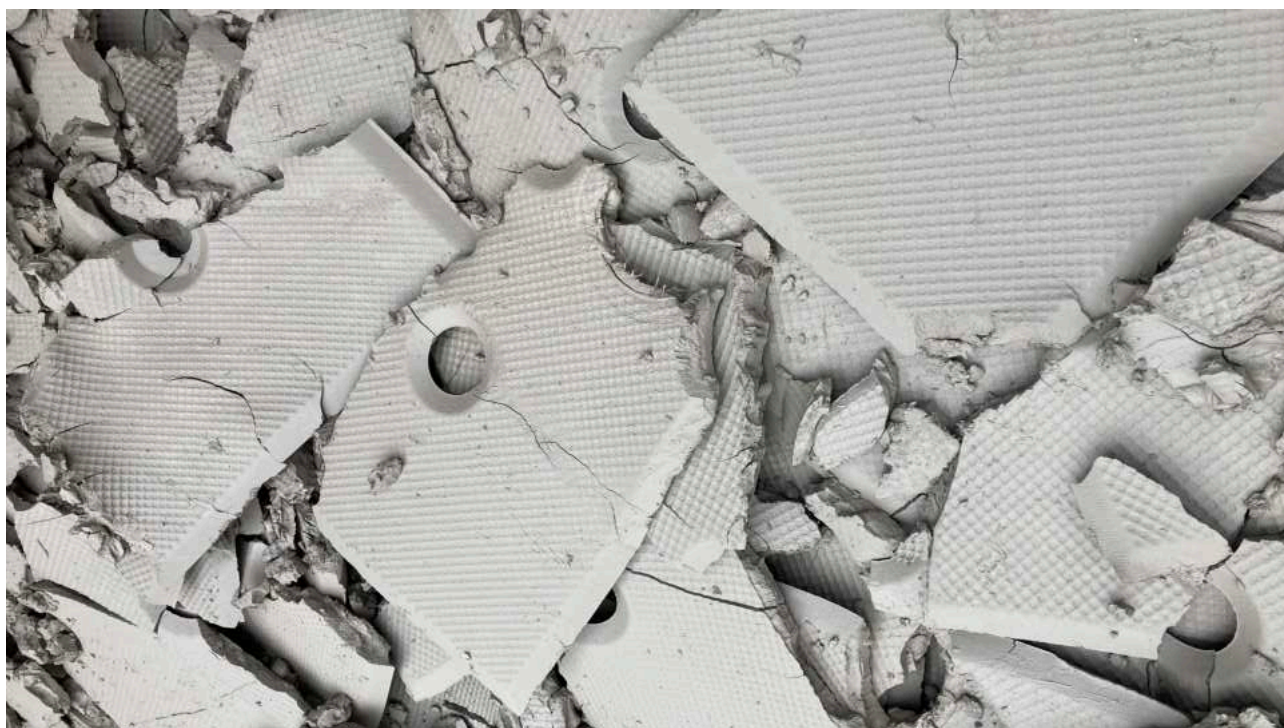


Figura 3.11 - Pannelli scaricati al piede della filtropressa

Il contenuto in acqua è variabile in funzione delle caratteristiche di densità del fango in ingresso, della potenza della filtropressa e del tipo di tele impiegate.

La configurazione attualmente utilizzata nell'impianto consente di produrre pannelli di circa 1 m x 1 m con un contenuto in acqua residua $\approx 22\%$.

Emissione F.1 - Addensamento

I fanghi derivanti dalle fasi di vagliatura e sfangatura vengono convogliati tramite condutture verso il chiarificatore per la fase di addensamento.

L'addensamento è un processo di agglomerazione delle particelle fini tramite flocculazione. Conseguenza diretta è l'aumento delle dimensioni dei granuli e la precipitazione sul fondo della vasca di raccolta dei fanghi.

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	10.186,4	18.950
Si tratta di una fase di lavorazione in acqua per cui non sono previste emissioni di polveri		
E_{PM₁₀} (g/h)	0,00	0,00

Emissione F.2 - Filtropressatura

Il processo descritto in testa al capitolo è caratterizzato dall'impiego di acqua come agente di trasporto dei materiali fini sotto forma di fanghi per cui non sono previste emissioni di polveri.

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	10.186,4	18.950
Si tratta di una fase di lavorazione in acqua per cui non sono previste emissioni di polveri		
E_{PM₁₀} (g/h)	0,00	0,00

Emissione F.3 - Trasporto del materiale al cumulo di stoccaggio dell'end of waste

Il materiale è caratterizzato da un elevato contenuto d'acqua per cui il comportamento rimane plastico e la frammentazione dovuta all'azione meccanica si manifesta generalmente per blocchi centimetrici/millimetrici per cui si ritiene trascurabile l'emissione di polveri.

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	10.186	18.950
Si tratta di una fase di lavorazione in cui non sono previste significative emissioni di polveri		
E_{PM₁₀} (g/h)	0,00	0,00

Emissione F.4 - Stoccaggio dell'end of waste

Il materiale, a causa della compattazione, mantiene l'elevato contenuto d'acqua nel tempo mentre l'agglomerazione delle particelle siltose ha aumentato significativamente la granulometria per cui si ritiene trascurabile l'emissioni di polveri.

Eventuali emissioni di polveri dovute all'alterazione superficiale da parte dei fattori esogeni (ciclo caldo-freddo) verranno quantificate comprendendo questi materiali nella parte relativa all'erosione dei cumuli.

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	10.186	18.950
Si tratta di una fase di lavorazione in cui non sono previste significative emissioni di polveri		

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
$E_{PM_{10}}$ (g/h)	0,00	0,00

Emissione F.5 - Carico dei prodotti su camion

Anche per questa fase valgono le considerazioni fatte nella precedente.

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	10.186	18.950
Si tratta di una fase di lavorazione in cui non sono previste significative emissioni di polveri		
$E_{PM_{10}}$ (g/h)	0,00	0,00

Riepilogo delle emissioni

Schema operatività di cantiere	Emissione	Stato Attuale	Progetto
Addensamento	F.1		
Filtropressatura	F.2		
Movimentazione	F.3	0,0	0,0
Stoccaggio	F.4	0,0	0,0
Carico	F.5	0,0	0,0
Totale emissioni polveri (g/h)		0,0	0,0

Fig. 3.12 - Riepilogo delle emissioni di polvere nelle varie fasi del processo di filtropressatura nello stato attuale e quello di progetto.

3.3.6 Riduzione volumetrica e vagliatura a secco

Questa seconda modalità operativa prevede il ricorso ad un frantoio mobile dotato di vaglio e nastro trasportatore.

In questo caso, a differenza della modalità operativa precedente, le lavorazioni sono effettuate trattando i materiali a secco per cui la frazione polverulenta non viene rimossa dal prodotto finito; motivo per cui in questo caso il contributo alle emissioni non può essere considerato trascurabile.

In Figura 3.13 viene illustrata l'intera sequenza dei processi della modalità operativa e messi a confronto i valori dello stato attuale e di quello modificato.

Emissione M.1 - Scarico del materiale nella tramoggia

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	37.627	70.000
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	18,81	35,00
E_{PM₁₀} (g/h)	0,1505	0,2800

Emissione M.2 - Frantumazione del materiale

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	37.627	70.000
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	18,81	35,00
E_{PM₁₀} (g/h)	6,9610	12,9500

Emissione M.3 - Trasporto su nastro

Questa fase è prevista solo di progetto in quanto è collegata alla presenza di vagli esterni utilizzati in linea/cascata con il frantoio ed ha la finalità di convogliare il materiale frantumato al vaglio esterno dove può venire suddiviso in un numero maggiore di frazioni (fino a 3) rispetto a quelle consentite dal vaglio del frantoio, ove questo sia presente (es. REV GCS 11.7).

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	0	70.000
Giorni lavorativi (gg/anno)	0	250
Ore lavorative (h/giorno)	0	8
Parametro medio orario (Mg/h)	0,00	35,00
E_{PM₁₀} (g/h)	0,0000	0,8050

Emissione M.4 - Vagliatura

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	18,81	35,00
E_{PM10} (g/h)	6,96	12,95

Emissione M.5 - Trasporto su nastro

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	37.627	70.000
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	18,81	35,00
E_{PM10} (g/h)	0,4327	0,8050

Emissione M.6 - Prelievo e movimentazione dei cumuli di materiale recuperato

L'impiego di un nastro trasportatore di rilancio consente di accumulare il materiale lavorato direttamente nel punto di stoccaggio per cui la movimentazione si riduce sensibilmente. Per quanto riguarda le quantità di progetto si è cautelativamente considerato un sopravvaglio da movimentare pari al 20% del totale. In questa fase si conferisce il materiale al cumulo di stoccaggio per cui sostituisce l'azione di stoccaggio.

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	37.627	70.000
Percentuale da movimentare (20%)		14.000
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	18,81	7,00
E_{PM10} (g/h)	4,2519	1,5820

Emissione M.7 - Trasporto su nastro di rimando

Il materiale che rientra nel fuso granulometrico previsto viene quindi trasportato tramite nastro di rilancio all'area di stoccaggio. In questa fase si conferisce il materiale al cumulo di stoccaggio per cui sostituisce l'azione di stoccaggio.

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	0	70.000

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Percentuale trasportata su nastro (80%)		56.000
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	0,00	28,00
E_{PM₁₀} (g/h)	0,0000	0,6440

Emissione M.8 - Stoccaggio

Come indicato nella discussione delle emissioni M6 e M7, nel caso di progetto, il processo di stoccaggio si esaurisce con la movimentazione del sopravvaglio e la creazione del cumulo tramite il nastro trasportatore di rilancio.

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	37.627	0
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	18,81	0,00
E_{PM₁₀} (g/h)	3,5746	0,0000

Emissione M.9 - Carico dei prodotti su camion

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	37.627	70.000
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	18,81	35,00
E_{PM₁₀} (g/h)	22,576	42,000

Sistemi di controllo e abbattimento polveri

Per ridurre le emissioni dovute a questo tipo di attività, vengono attuate varie azioni mitiganti:

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

Riepilogo delle emissioni

Schema operatività di cantiere	Emissione	Stato Attuale	Progetto
<pre> graph TD subgraph "Vaglio integrato (solid lines)" F1[Frantumazione] --> V1[Vagliatura] V1 --> T1[Trasporto su nastro] T1 --> M1[Movimentazione] M1 --> S1[Stoccaggio] S1 --> C[Carico] end subgraph "Vaglio mobile esterno (dashed lines)" F2[Frantumazione] --> V2[Vagliatura] V2 --> T2[Trasporto su nastro] T2 --> M2[Movimentazione] M2 --> T3[Trasporto su nastro] T3 --> S2[Stoccaggio] S2 --> C end F1 -.-> F2 V1 -.-> V2 T1 -.-> T2 M1 -.-> M2 S1 -.-> S2 </pre>	M.2	6,96	12,95
	M.3		0,81
	M.4	6,96	12,95
	M.5	0,43	0,81
	M.6	4,25	1,58
	M.7		0,64
	M.8	3,57	0,00
	M.9	22,58	42,00
Totale emissioni polveri (g/h)		59,0	97,6

Fig. 3.13 - Riepilogo delle emissioni di polvere prodotte durante l'impiego del frantoio mobile con vaglio integrato o con un vaglio mobile esterno come da progetto (linee tratteggiate).

3.3.7 Vagliatura

Questa sequenza, specifica delle terre, prevede, nel caso che si diponga di materiali idonei, solo la fase di vagliatura per separare le frazioni estranee e/o effettuare la classatura granulometrica, senza fare ricorso alla riduzione volumetrica tramite frantumazione.

Le operazioni di cernita/vagliatura vengono effettuate solo su di una parte del rifiuto terroso conferito in quanto la maggior parte è generalmente idoneo dal punto di vista granulometrico al recupero senza ulteriori lavorazioni.

La frazione rimanente è caratterizzata dalla presenza di materiale granulare che può essere separato tramite benna vaglio nel caso di materiale sparso, tipicamente nello stato attuale) o tramite vaglio mobile (Powerscreen Warrior 1200) nel caso di progetto.

Le percentuali di materiale da trattare nell'ipotesi di progetto, rispettivamente con la benna vaglio o il vaglio mobile, sono elencati Tabella 3.11.

In Figura. 3.14 viene illustrata l'intera sequenza dei processi della modalità operativa e messi a confronto i valori dello stato attuale e di quello modificato.

Attività	Stato attuale	Progetto
Flusso complessivo (t/anno)	64.718	120.400

Attività	Stato attuale	Progetto
Percentuale idonea al recupero (60%)	38.831	72.240
Percentuale che rimane da trattare (40%) di cui:	25.887	48.160
Percentuale trattata con benna vaglio nello stato attuale (100%):	25.887	
Percentuale trattata con benna vaglio da progetto (70%):		33.712
Percentuale trattata con vaglio da progetto (30%):		14.448

Emissione V.1 - Cernita con benna vaglio

Le operazioni di cernita vengono effettuate solo su di una parte del rifiuto terroso conferito (circa il 40%). La cernita consente la separazione dei materiali estranei (es. legno, carta, plastica) non significativi dal punto di vista quantitativo.

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	25.887	33.712
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	12,94	16,86
E_{PM₁₀} (g/h)	4,79	6,24

Emissione V.2 - Scarico del materiale nella tramoggia del vaglio

Le operazioni di vagliatura vengono effettuate, in alternativa alla benna vaglio, solo su quella parte di rifiuto caratterizzato da scarsa frazione argillosa e quindi privo di grumi colloidali (solo progetto).

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	0	14.448
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	0,00	7,22
E_{PM₁₀} (g/h)	0,0000	0,0578

Emissione V.3 - Vagliatura

Effettuata solo di progetto

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	0	14.448
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	0,00	7,22
E_{PM₁₀} (g/h)	0,00	2,67

Emissione V.4 - Trasporto su nastro

Il materiale in uscita dal vaglio viene trasferito mediante nastro trasportatore al cumulo di prodotto riciclato sul piazzale (solo progetto).

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	0	14.448
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	0,00	7,22
E_{PM₁₀} (g/h)	0,0000	0,1662

Emissione V.5 - Prelievo e movimentazione dei cumuli di materiale recuperato

Per quanto attiene lo stato attuale viene considerato il materiale trattato con la benna vaglio che viene prelevato e trasferito al cumulo di stoccaggio; nel caso di progetto viene considerato il prelievo e la movimentazione del materiale nei cumuli che si formano al piede del nastro trasportatore verso l'area di stoccaggio. In questo caso si fa riferimento al sopravaglio derivante dalla frazione lavorata con il vaglio e stimata cautelativamente nel 20%.

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	25.887	14.448
Percentuale da movimentare (20%)		2.890
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	12,94	7,22
E_{PM₁₀} (g/h)	2,9253	1,6326

Emissione V.6 - Trasporto su nastro di rilancio

Il materiale in uscita dal vaglio viene trasferito mediante nastro trasportatore al cumulo di prodotto riciclato stoccato sul piazzale (solo progetto).

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Percentuale trasportata su nastro (80%)		11.558
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	0,00	7,22
E_{PM₁₀} (g/h)	0,0000	0,1662

Emissione V.7 - Stoccaggio

Le operazioni di formazione e stoccaggio dei cumuli per i prodotti EoW fanno riferimento al flusso totale del materiale, sia quello sottoposto a cernita o vagliatura che quello già idoneo al recupero con esclusione del materiale movimentato con pala (V5) e tramite nastro di rilancio (V6).

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	38.831	72.240
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	19,42	36,12
E_{PM₁₀} (g/h)	3,6890	6,8628

Emissione V.8 - Carico dei prodotti su camion

I materiali sono costituiti da prodotti riciclati a granulometria fine (diametro < 5 mm) in grado di emettere significative concentrazioni di PM₁₀. Le emissioni prodotte in fase di trasporto verso l'esterno sono già state valutate nel § 3.3.1.

Parametri di calcolo	Stato attuale	Progetto
Flusso (t/anno)	64.718	120.400
Giorni lavorativi (gg/anno)	250	250
Ore lavorative (h/giorno)	8	8
Parametro medio orario (Mg/h)	32,36	60,20
E_{PM₁₀} (g/h)	38,831	72,240

Sistemi di controllo e abbattimento polveri

Per ridurre le emissioni dovute a questo tipo di attività, vengono attuate varie azioni mitiganti:

1. Evitare la lavorazione in condizioni di vento elevato soprattutto nello spostamento dei materiali più polverulenti;

2. Trattamento della superficie tramite bagnatura (wet suppression) con acqua.

Riepilogo delle emissioni

Schema operatività di cantiere	Emissione	Stato Attuale	Progetto
<pre> graph TD Benna[Benna vaglio] --> Scarico[Scarico nella tramoggia] Scarico --> Vagliatura[Vagliatura] Vagliatura --> Trasporto1[Trasporto su nastro] Trasporto1 --> Movimentazione[Movimentazione] Movimentazione --> Scarico Movimentazione --> Trasporto2[Trasporto su nastro di rilancio] Trasporto2 --> Stoccaggio[Stoccaggio] Stoccaggio --> Carico[Carico] Benna --> Stoccaggio </pre>	V.1	4,79	
	V.2		6,24
	V.3		2,67
	V.4		0,17
	V.5	2,93	1,63
	V.6		0,17
	V.7	3,69	6,86
	V.8	38,83	72,24
Totale emissioni polveri (g/h)		50,2	90,0

Fig. 3.14 - Riepilogo delle emissioni di polvere della modalità operativa esaminata e comparazione fra lo stato attuale e quello di progetto (linee tratteggiate).

3.3.8 Impianto di betonaggio

L'impianto di betonaggio non prevede modifiche all'attuale configurazione autorizzativa per cui non è direttamente interessato dalla presente procedura di valutazione ma è comunque in grado di produrre un contributo alla diffusione di polveri in atmosfera.

Utilizzando esclusivamente i materiali lavorati nell'ambito dell'impianto produttivo, come previsto dalla connessione funzionale indicata all'art. 65 delle NTA del RUE del Comune di Forlì, questi hanno già percorso tutta la filiera della lavorazione in quanto provenienti dallo stoccaggio degli end of waste di una delle modalità operative descritte.

In questa filiera è compreso anche il carico in tramoggia, equiparabile al carico su camion.

Per lo stesso motivo anche il traffico in uscita di calcestruzzo è equiparabile al traffico in uscita dell'end of waste impiegato con la differenza che tutte le operazioni relative all'impianto di betonaggio vengono effettuate su una soletta di cemento anziché su di un fondo di stabilizzato e ghiaietto.

Di fatto l'impianto di betonaggio si inserisce nel quadro delle attività elencate come una ulteriore fase di trasformazione.

In base a queste considerazioni il contributo di emissioni si riduce quindi al solo trasporto su nastro mentre il resto delle operazioni di erogazione delle altre componenti (cemento, additivi, acqua) e la relativa fase di mescolamento e carico sulle autobetoniere avviene in ambienti confinati (silos, condutture e alloggio del mescolatore).

Lo stesso caricamento del cemento nei silos avviene tramite un sistema pneumatico a tenuta e le emissioni concentrate che ne derivano da eventuali sovrappressioni (es. distacco del sistema di erogazione) vengono intercettate da filtri collocati alla sommità dei silos.

La quantità autorizzata di calcestruzzo è pari a 31.500 m³/anno massimi per cui 1,0 m³ di calcestruzzo corrisponde indicativamente a circa 1,3 m³ di sabbie e ghiaie con un peso di volume pari 1,8 t/m³ pari a circa 2,34 t x 31.500 m³ ≈ 73.700 t/anno.

Il mescolamento avviene in un alloggiamento che lo isola dall'esterno e lo scarico del calcestruzzo preconfezionato viene effettuato tramite una calza che si affaccia direttamente sulla bocca della betoniera.

Emissione C.1 - Trasporto su nastro

Gli inerti in uscita dalle tramogge vengono dosati ed inviati tramite nastro trasportatore al mescolatore dove vengono miscelati con gli altri ingredienti (cemento, acqua e additivi) previsti nella formula del calcestruzzo programmata.

Le quantità massime sono definite a livello di convenzione e specificate nelle norme tecniche del RUE del Comune di Forlì per cui la stima delle emissioni rimane costante per tutte le opzioni.

Flusso (t/anno)	73.710
Giorni lavorativi (gg/anno)	250
Ore lavorative (h/giorno)	8
Parametro medio orario (Mg/h)	36,86
E_{PM₁₀} (g/h)	0,8477

Riepilogo delle emissioni

Schema operatività di cantiere	Emissione	Stato Attuale	Progetto
Trasporto su nastro	C.1	0,8477	0,8477
Totale emissioni polveri (g/h)		0,8477	0,8477

Fig. 3.15 - Riepilogo delle emissioni di polvere prodotte nel processo di betonaggio.

3.3.9 Erosione dei cumuli da parte del vento

Emissione E.1 - Erosione del vento dai cumuli

Un cumulo di materiale aggregato, stoccato all'aperto, è soggetto all'azione erosiva del vento che può dare luogo in tal modo ad un'emissione di polvere. Le superfici di tali cumuli sono caratterizzate da una disponibilità finita di materia erodibile, la quale definisce il cosiddetto potenziale di erosione.

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

La Metodologia di stima prevista dalle Linee Guida (DGP.213-09) per la valutazione delle emissioni diffuse dovute all'erosione eolica dei cumuli di stoccaggio materiali all'aperto, prevede di utilizzare l'emissione effettiva per unità di area di ciascun cumulo soggetto a movimentazione dovuta alle condizioni anemometriche attese nell'area di interesse. L'erosione dei cumuli da parte del vento è funzione della loro estensione e della frequenza oraria con cui vengono movimentati secondo la seguente relazione:

$$E_i(\text{kg/h}) = EF_i \cdot a \cdot MOV_h$$

Dove:

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

a superficie (m²) dell'area movimentata;

MOV_h numero di movimentazioni/ora.

Per il calcolo del fattore di emissione areale vanno distinti i cumuli in funzione del rapporto altezza/diametro in bassi o alti (si veda Tabella 3.11).

Tipo di particolato	Cumuli bassi (H/D ≤ 0.2)	Cumuli alti (H/D > 0.2)
	EF _i (kg/m ²)	EF _i (kg/m ²)
PTS	5.1E-04	1.6E-05
PM ₁₀	2.5E-04	7.9E-06
PM _{2.5}	3.8E-05	1.26E-06

Tabella 3.11 - Fattori di emissione areali per ogni movimentazione e tipo di particolare

Poiché vengono e verranno impiegate tecniche e macchine diverse di lavorazione e movimentazione (es. pale gommate, scavatrici, frantoio, vaglio, nastro trasportatore di rilancio) e coinvolti materiali diversi (dalle macerie di cemento alle argille di scavo fondale) è complesso e irrealistico individuare la superficie movimentata oraria cumulo per cumulo, si è quindi optato per un approccio pragmatico: conoscendo le superfici complessive presenti nell'impianto destinate alla messa in riserva e quelle destinate allo stoccaggio degli end of waste e conoscendo il numero di rotazioni annuali dei cumuli, si è calcolata la superficie complessiva annuale equivalente che deve essere movimentata. Da questa si deriva agevolmente quanta superficie viene movimentata al giorno e all'ora.

Risolto questo aspetto, l'applicazione della relazione sopra citata diventa estremamente semplice.

Per calcolare il parametro MOV_h si è scelto un valore di $2,2 \text{ m}^2$ come superficie interessata da una singola movimentazione e messo in relazione con la superficie movimentata. Va fatto notare che questo valore, ragionevole per una pala gommata o una scavatrice di grandi dimensioni, non trova equivalenza nel caso dell'impiego di un nastro trasportatore in grado di convogliare 400 t/h , pari a circa $220 \text{ m}^3/\text{h}$. Si tratta dell'equivalente di oltre 70 viaggi di una benna con pala da 3 m^3 impiegando una frazione dei tempi e quindi delle potenziali polveri sollevate da una raffica di vento.

Per quanto riguarda i tempi di rotazione, nella configurazione attuale dell'impianto produttivo i cumuli di end of waste vengono sottoposti a fasi di accumulo e quindi fornitura con una rotazione pari a circa 2,5 volte l'anno mentre per la messa in riserva dei rifiuti una rotazione di circa 4 volte l'anno in quanto le rispettive superfici sono sensibilmente sbilanciate fra di loro.

A livello di progetto, con l'aumento delle quantità e la riduzione degli spazi di stoccaggio degli end of waste, i tempi di rotazione ovviamente si abbreviano: per questi è pari a circa 6 volte l'anno mentre per la messa in riserva dei rifiuti la rotazione dei materiali è circa 4,5 volte l'anno.

A parità di massa movimentata fra ingresso ed uscita la differenza dei tempi di rotazione è condizionata dalla dimensione massima dei lotti ($3.000 \text{ m}^3 \approx 5.400 \text{ t.}$) di end of waste in rapporto al limite di messa in riserva istantaneo dei rifiuti conferiti (62.720 t.) che consente uno stoccaggio decisamente più compatto ed efficiente nell'utilizzo degli spazi.

Le stime presentate nelle tabelle 3.12 e 3.13, rispettivamente stato attuale e di progetto, sono estremamente cautelative in quanto considerano tutta la superficie assegnata per il conferimento del rifiuto e lo stoccaggio degli end of waste. In realtà è necessario dello spazio di manovra fra un cumulo e l'altro che non è stato preso in considerazione. Inoltre certe aree o loro porzioni hanno dimensioni limitate o irregolari per cui saranno difficilmente sfruttate pienamente.

Per quanto riguarda l'altezza si è fatto riferimento a cumuli alti con rapporto $H/D > 0.2$.

Stato attuale								
	Area effettiva	Numero di rotazioni annuali	Area equiv.	Area movim. giorno	Area movim. oraria	EF _i	MOV _h	E _i
	(m ²)		(m ²)	(m ² /giorno)	(m ² /h)	(kg/m ²)		(g/h)
Rifiuti	9.945	4,0	39.780	159	19,9	7,9E-06	9,0	1,42
End of waste	21.971	2,5	54.928	220	27,5	7,9E-06	12,5	2,71
TOTALE								4,13

Tabella 3.12 - Riepilogo delle emissioni di polvere derivanti dall'erosione del vento come da stato attuale

Progetto								
	Area effettiva	Numero di rotazioni annuali	Area equiv.	Area movim. giorno	Area movim. oraria	EF _i	MOV _h	E _i
	(m ²)		(m ²)	(m ² /giorno)	(m ² /h)	(kg/m ²)		(g/h)
Rifiuti	15.247	4,5	68.612	274	34,3	7,9E-06	15,6	4,23
End of waste	15.316	6,0	91.896	368	45,9	7,9E-06	20,9	7,58
TOTALE								11,81

Tabella 3.13 - Riepilogo delle emissioni di polvere derivanti dall'erosione del vento come da condizioni di progetto

3.4 Bilancio complessivo

I valori di emissioni relativamente alle quantità attualmente autorizzate e quelle di progetto sono riepilogate in Tabella 3.14.

Attività	Stato attuale	Progetto
Conferimento e transiti (ingresso + uscita)	31,23	54,92
Impianto di frantumazione fisso con trasporto e vagliatura in acqua	9,10	16,93
Sequenza BS150	27,80	51,73
Sequenza B1612 (ghiaie in natura)	0,00	0,00
Sequenza Filtropressatura	0,00	0,00
Frantoio mobile per la riduzione volumetrica e vagliatura a secco	58,98	97,55
Vagliatura a secco	50,23	89,98
Impianto di betonaggio	0,85	0,85
Erosione dei cumuli da parte del vento	4,13	11,81
Totale EPM₁₀ (g/h)	182,32	323,77

Tabella 3.14 – Riepilogo e confronto delle emissioni calcolate secondo i due modelli di quantità di ritiro dei rifiuti ammessi al recupero

3.5 Valutazione della compatibilità ambientale delle emissioni di polveri diffuse

Al fine di valutare la compatibilità delle emissioni di PM₁₀ prodotte dall'impianto è prassi fare riferimento ai valori soglia proposti dalle Linee Guida ARPAT. Il citato documento individua una proposta di soglie assolute di emissione di PM₁₀ al variare della distanza dalla sorgente valida in condizioni di dispersione rurali, terreno piano, durata delle attività non superiori a 10 ore/giorno e con valori di fondo di 20 µg/m³ (Tabella 4.1).

In particolare, i valori di compatibilità proposti dalla procedura fanno riferimento a specifiche condizioni:

- durata delle attività per un numero medio di ore al giorno superiore a 6 e non superiore a 10, svolta in periodo prevalentemente diurno.
- tipologia dell'area circostante l'emissione definibile come rurale
- concentrazioni di fondo possono essere considerate non superiori a 20 µg/m³.
- condizioni orografiche definibili di terreno piano
- maggior parte delle emissioni si svolgono permanentemente all'interno di un'area di forma sufficientemente regolare e di dimensioni lineari dai 20 ai 100 m.
- emissioni risultano non convogliate in specifici dispositivi di emissione e invece distribuite all'interno dell'area di attività.

L'impianto soddisfa la maggior parte delle condizioni sopra elencate:

- le attività vengono svolte per un numero medio di 8 ore al giorno e sono svolte esclusivamente nel periodo diurno;
- l'area circostante l'emissione è prevalentemente rurale;
- relativamente alle concentrazioni di fondo non sono disponibili misure puntuali nei dintorni in quanto le centraline di ARPAT sono tutte ubicate in ambito urbano ma trattandosi di un'area aperta in prossimità di uno sbocco vallivo esistono le condizioni di un buon ricambio atmosferico per la maggior parte dell'anno;
- la morfologia, nel complesso, è quella dell'alta pianura con una sola irregolarità costituita dalla presenza della scarpata di un terrazzamento fluviale lungo il lato Ovest dell'impianto;
- la maggior parte delle emissioni si svolgono permanentemente all'interno di un'area di forma quadrangolare con lato di circa 250 m quindi con una concentrazione specifica di polveri per m³ minore;
- le emissioni non sono convogliate in specifici dispositivi di emissione per cui risultano distribuite all'interno dell'area di attività. Unica eccezione le emissioni convogliate prodotte in fase di caricamento dei silos dell'impianto di betonaggio che, in quanto invariato sia come quantità che dotazioni tecnologiche, non è oggetto di valutazione. Se ne è comunque valutato l'apporto delle polveri diffuse durante il suo funzionamento.

Le linee guida ARPAT suggeriscono che quando l'emissione è compresa tra la metà del valore soglia e la soglia (Tabella 3.16), la possibilità del superamento dei limiti è

soprattutto legata alle differenze tra le condizioni reali e quelle adottate per le simulazioni effettuate per la definizione dei valori di soglia, pertanto in tali situazioni appare preferibile una valutazione diretta dell'impatto o una valutazione modellistica specifica che dimostri con strumenti e dati adeguati la compatibilità dell'emissione.

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

Tabella 3.15 – Proposta di soglie assolute di emissione di PM₁₀ al variare della distanza dalla sorgente e al variare del numero di giorni di emissione (i valori sono espressi in g/h) (fonte ARPAT⁷).

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM10 (g/h)	risultato
0 ÷ 50	<79	Nessuna azione
	79 ÷ 158	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 158	Non compatibile (*)
50 ÷ 100	<174	Nessuna azione
	174 ÷ 347	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 347	Non compatibile (*)
100 ÷ 150	<360	Nessuna azione
	360 ÷ 720	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 720	Non compatibile (*)
>150	<493	Nessuna azione
	493 ÷ 986	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 986	Non compatibile (*)

(*) fermo restando che in ogni caso è possibile effettuare una valutazione modellistica che produca una quantificazione dell'impatto da confrontare con i valori limite di legge per la qualità dell'aria, e che quindi eventualmente dimostri la compatibilità ambientale dell'emissione.

Tabella 3.16 - Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra ricettore e sorgente per un numero di giorni di attività compreso tra 250 e 200 giorni/anno (fonte ARPAT).

Di seguito, viene riproposta in Tabella 3.17 il riepilogo delle distanze dei ricettori più sensibili alle emissioni di polveri prossimi all'impianto di recupero di rifiuti inerti e le relative soglie di emissione applicabili in funzione della distanza (si veda Tab. 3.16).

Le distanze sono state calcolate dal cumulo più vicino al ricettore stesso.

⁷ LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI DI POLVERI PROVENIENTI DA ATTIVITÀ DI PRODUZIONE, MANIPOLAZIONE, TRASPORTO, CARICO O STOCCAGGIO DI MATERIALI POLVERULENTI - All. 1 parte integrante e sostanziale della DGP.213-09

Ricettore	Distanza (m)	Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione applicabile (g/h)
A	105	100÷150	360
B	225	>150	493
C	175	>150	493
D	330	>150	493
E	280	>150	493
F	300	>150	493
G	320	>150	493
Pista ciclabile	< 50	0÷50	79

Tabella 3.17 - Elenco dei ricettori, distanza e relativa soglia di emissione applicabile.

Dal confronto dei valori derivati dalle simulazioni con i valori di soglia elencati in Tabella 3.16 (riquadratura rossa), con l'eccezione della pista ciclabile del Parco Fluviale, tutti gli altri si collocano a distanze maggiori di 100 m (Ricettore A) o sensibilmente maggiori dei 150 m.

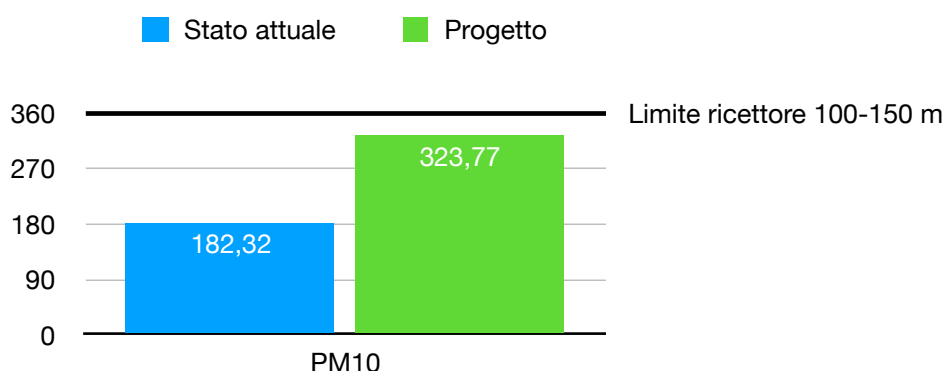


Figura 3.16 - Grafico delle emissioni cumulate nello stato attuale e in quello di progetto

Per quanto riguarda i ricettori costituiti da case o nuclei abitati non si presenta la necessità di una valutazione diretta dell'impatto o una valutazione modellistica specifica. Anche se non necessarie, nel § 3.5.1 si propongono alcune considerazioni di approfondimento relative al Ricettore A mentre, nel § 3.5.2 si effettuerà una valutazione dell'esposizione delle emissioni di polveri relative ai fruitori della pista ciclabile.

3.5.1 Ricettore A

Il ricettore si colloca poco oltre i 100 m di distanza dal margine del cumulo posto più a Nord-Ovest per cui non sono previste specifiche azioni di monitoraggio o modellistiche. È inoltre separato dall'area di lavorazione dalla scarpata del terrazzo fluviale più antico per un dislivello di circa 8-10 m dalla quota di base dell'impianto. Al margine di questa scarpata, è stata realizzata una barriera vegetale frangivento predisposta per mitigare

l'impatto visivo, la diffusione di polveri e del rumore che occulta completamente l'abitazione (Figure 3.17 e 3.18).

Nell'insieme questi due fattori contribuiscono a realizzare una barriera di almeno 10-15 m di altezza lato impianto.



Figura 3.17 - Dettaglio della morfologia della scarpata e della sovrastante barriera vegetale frangivento inquadrati dalla palazzina uffici del sito produttivo.



Figura 3.18 - Panoramica del deposito terrazzato superiore che comprende la strada secondaria di accesso agli uffici dell'impianto produttivo (1), la barriera vegetale (2) e il Ricettore A (3)



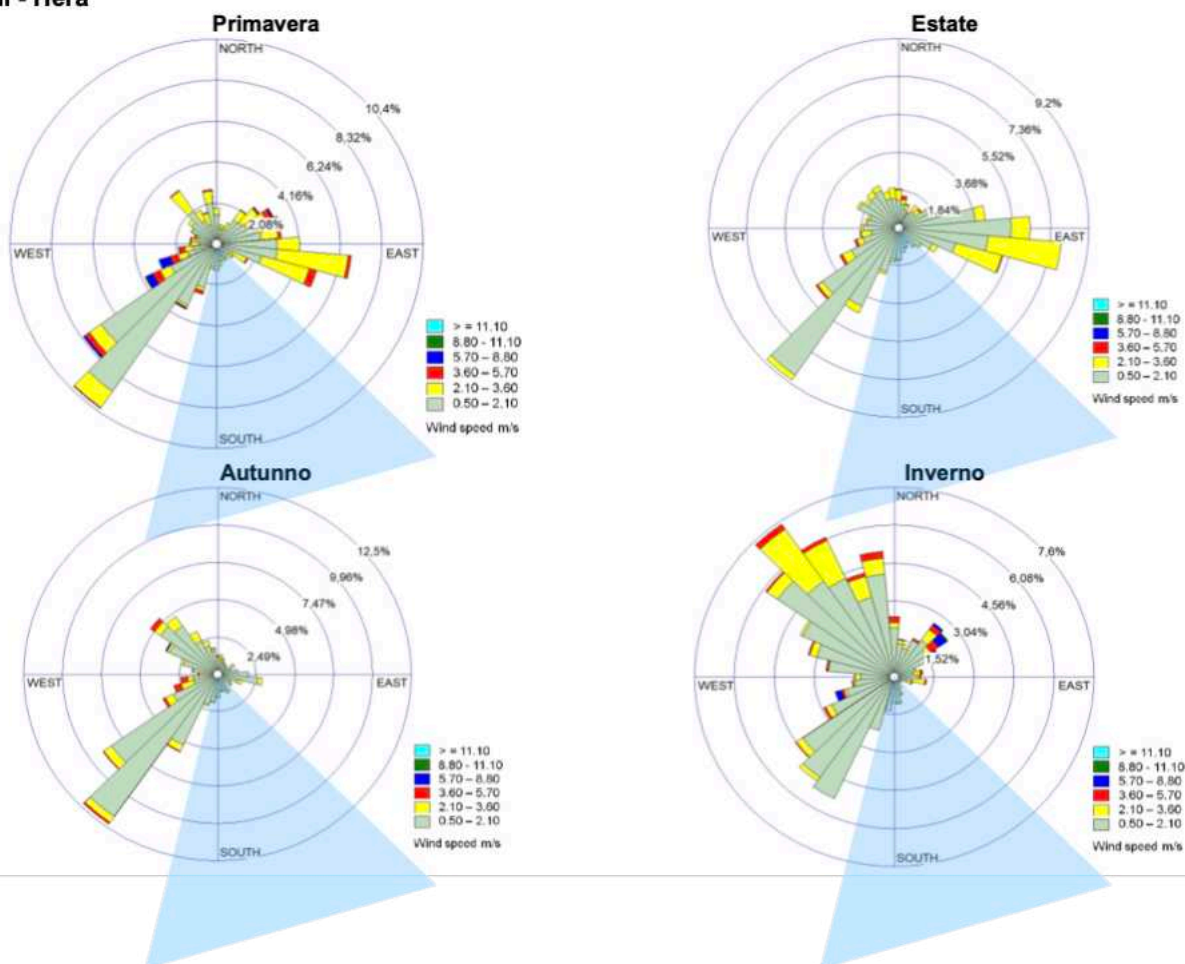
Figura 3.19 - Ubicazione del Ricettore A, più vicino al sito produttivo.

In verde sono evidenziate le barriere frangivento che perimetrano l'impianto al confine con le aree agricole circostanti (si veda Figura 3.17).

In rosso è identificato il cumulo di materiali messi in riserva più vicino al ricettore A.

La freccia azzurra rappresenta il range delle direzioni da cui potrebbero giungere eventuali polveri sollevate all'interno del sito produttivo e trasportate dal vento verso il ricettore. La stessa freccia viene riproposta, con lo stesso orientamento, sui grafici delle rose dei venti stagionali misurati nel 2022 nella centralina Hera di Forlì al fine di verificare visivamente la presenza di venti in grado di produrre e diffondere polveri.

Forlì - Hera



In Figura 3.19 viene confrontata la posizione del ricettore e del sito produttivo con l'andamento stagionale dei venti dominanti misurati presso la Centralina Hera di Forlì.

Nella planimetria è stato individuato un range di direzioni (triangolo azzurro con vertice puntato sul ricettore) da cui potrebbero giungere le emissioni di polveri più consistenti

prodotte all'interno del sito. Per consentire un rapido confronto visivo, lo stesso range è stato riproposto sovrapposto alle singole rose dei venti stagionali.

Dall'analisi della direzione dei venti dominanti (parte inferiore di Figura 3.19) non si evidenziano condizioni che possano interessare significativamente il ricettore mentre la combinazione con gli altri fattori elencati (scarpata, schermatura vegetale) fornisce una buona protezione dalla diffusione di polveri in qualsiasi condizione climatica.

3.5.2 Pista ciclabile del Parco Fluviale

Per quanto riguarda gli utenti della pista ciclabile del Parco Fluviale, buona parte di questi la usa per attività sportive (*biking* e *jogging*) per cui transita velocemente nel tratto adiacente il sito produttivo ma non mancano anche persone che ne approfittano per una passeggiata.

Soffermandoci su questi ultimi, possiamo valutare quale sia la dose di polveri a cui potrebbe essere esposto un passante che effettui una passeggiata lungo la pista ciclabile del Parco Fluviale.

Secondo i dati raccolti in uno studio⁸ del 2019 condotto lungo un arco di cinque decenni, la maggior parte delle persone riesce a percorrere un chilometro camminando in 9-14 minuti mentre l'andatura media è di circa **4 - 6,4 km/h** secondo i *Centers of Disease Control and Prevention*⁹ degli Stati Uniti.

Considerato che il percorso, nel tratto interessato, è regolare e pianeggiante e volendo essere particolarmente cautelativi, assumiamo una passeggiata effettuata alla velocità di circa **3 km/h**.

Questa velocità consente di coprire un percorso di 50 metri al minuto mentre la lunghezza complessiva del tracciato della pista ciclabile adiacente all'impianto è di circa 500 m per cui il tempo necessario per percorrere l'intero perimetro è pari a circa 10 minuti.

Sostituendo con il valore calcolato di emissioni (Tab. 3.14) abbiamo:

$$323,77 \text{ g/h} \div 60 \text{ min.} \times 10 \text{ min.} = 53,96 \text{ g/h}$$

Quindi un utente del parco fluviale che stia percorrendo la pista ciclabile con l'andatura da passeggio sopra individuata è esposto ad una dose complessiva inferiore a quella media oraria prevista entro i 50 m di distanza dalla sorgente pari a 79 g/h (si veda riquadro blu di Tabella 3.16).

Nella pratica, muovendosi lungo il percorso della pista ciclabile la distanza dai punti di emissione principali (aree di movimentazione, frantumazione e vagliatura dei materiali di riciclo) si modifica continuamente ed è generalmente maggiore ai 50 m per cui l'esposizione massima calcolata è circoscritta al tratto Nord-Est della pista considerata (Figura 3.20), di circa 100 m di lunghezza, in prossimità dell'area di messa in riserva e

⁸ <https://jamanetwork.com/journals/jamanetworkopen/fullarticle/2752818>

⁹ https://health.gov/sites/default/files/2019-09/Physical_Activity_Guidelines_2nd_edition.pdf

lavorazione dei rifiuti destinati al riciclo e l'effettivo tempo di esposizione è limitato a pochi minuti.



Figura 3.20 - individuazione del percorso della pista ciclabile (linea rossa) che si snoda lungo l'argine fluviale del fiume Montone.