



**CITTÀ  
METROPOLITANA  
DI BOLOGNA**

*Comune di  
Granarolo dell'Emilia*



## IMPIANTO PER IL TRATTAMENTO E RECUPERO DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI

### ISTANZA DI VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA' A V.I.A.

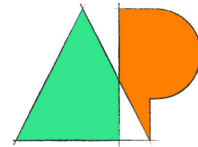
*Elaborato:*

***PD-D-ATM-001\_01  
STUDIO IMPATTO QUALITÀ DELL'ARIA***

*Approvazioni:*



**Audit Qualified  
Services**



**AMBIENTE & PAESAGGIO**  
AeP AMBIENTE E PAESAGGIO  
COOPERATIVA  
Piazza G. Matteotti, 20 - Tel. 0323.404.779  
28922 VERBANIA Intra (VB)  
C.F.-P.IVA - Reg. Imp. 02005650037

*Committente:* FRANCHINI ANTONIO E FIGLI s.r.l.

*Sede legale*

Via Larga Castello, 8/a  
40061 Minerbio (BO)

*Sede operativa*

Via San Donato, 152  
40057 Granarolo dell'Emilia (BO)

*Progettisti:*

***Dott. Ing. Fabio Corso***

***Dott. Ing. Piero Balbo***

*Timbro*



*Timbro*



*Revisione:* 01

*Redatto:* Dott. Ing. Piero Balbo

*Verificato:* Dott. Ing. Fabio Corso

*Scala:*

/

*Data:*

Luglio 2025

r\_emiro.Giunta - Prot. 11/07/2025.0685523.E

Copia conforme dell'originale sottoscritto digitalmente da CORSO FABIO, BALBO PIERO

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria****Sommario**

1	PREMESSA .....	3
1.1	Oggetto del documento.....	3
1.2	Approccio metodologico.....	3
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	5
3	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	6
4	STATO ATTUALE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA.....	6
5	QUADRO METEOROLOGICO A SCALA LOCALE .....	9
6	QUADRO EMISSIVO .....	11
6.1	Definizione delle sorgenti emissive .....	11
6.2	Ratei emissivi.....	15
6.2.1	Scarico, movimentazione dei materiali conferiti e formazione dei cumuli.....	15
6.2.2	Carico dei materiali in uscita .....	18
6.2.3	Transito degli autocarri sulla viabilità interna aziendale .....	19
6.2.4	Impianto di frantumazione.....	20
6.2.5	Impianto di vagliatura.....	21
6.2.6	Emissioni gas di scarico parco mezzi e impianti aziendali .....	22
7	IPOTESI E CODICI DI CALCOLO.....	24
7.1	La catena modellistica .....	24
7.2	Dominio di calcolo e definizione del sistema ricettore.....	25
7.3	Risoluzione di calcolo .....	25
7.4	Ricettori discreti .....	26
7.5	Dati di input geografico .....	27
7.6	Opzioni di calcolo.....	28
8	EROSIONE EOLICA .....	29
8.1	Premessa metodologica .....	29
8.2	Calcolo del potenziale erosivo .....	30
8.3	Analisi dei dati anemometrici .....	34

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria**

8.4	Calcolo del potenziale emissivo degli eventi erosivi.....	37
8.5	Valutazione dell'impatto ambientale degli eventi erosivi .....	42
9	RISULTATI.....	48
10	MITIGAZIONE E CONTROLLO DELLE POLVERI.....	52
11	CONCLUSIONI .....	56
12	APPENDICE – MAPPE DI CONCENTRAZIONE .....	57

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria****1 PREMESSA****1.1 Oggetto del documento**

Il presente studio di impatto sulla qualità dell'aria è stato redatto su incarico di FRANCHINI ANTONIO E FIGLI s.r.l. nell'ambito della previsione progettuale sviluppata ai fini dell'autorizzazione all'esercizio di un impianto per il trattamento di rifiuti inerti non pericolosi nel comune di Granarolo dell'Emilia (BO).

La presente revisione è stata predisposta al fine di dare risposta alla richiesta di integrazioni di cui alla comunicazione dell'Area Valutazione Impatto Ambientale e Autorizzazioni della Regione Emilia-Romagna prot. 11/06/2025.0581576.U.

**1.2 Approccio metodologico**

Al fine di valutare l'impatto sulla qualità dell'aria delle emissioni delle sorgenti ascrivibili all'esercizio dell'impianto in esame è stato condotto uno studio mediante simulazione modellistica meteorodispersiva.

In particolare, è stato utilizzato il modello di dispersione non stazionario denominato CALPUFF, riconosciuto quale strumento di riferimento tanto dall'EPA (*Environmental Protection Agency*) statunitense che a livello nazionale. Il modello, in particolare, è idoneo ad applicazioni in campo vicino quando sono importanti effetti non stazionari come variabilità delle condizioni meteorologiche, calme di vento, effetti di ricircolazione, ecc.

Al fine della valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria relativo allo scenario di progetto e, nella fattispecie, il confronto con le soglie normative vigenti, è stato individuato il parametro particolato e, in particolare, la frazione PM10.

Lo studio recepisce le osservazioni di cui alla richiesta di integrazioni in premessa e, in particolare:

- ✓ con riferimento alla produzione di cls si osserva che la corrente proposta progettuale ha stralciato l'impianto in oggetto dal layout aziendale;
- ✓ sono state considerate le capacità massime di trattamento ovvero lo scenario peggiore di progetto per gli impianti di frantumazione e vagliatura;
- ✓ è stato condotto un significativo approfondimento per il calcolo dell'erosione eolica secondo la metodologia US EPA AP-42;
- ✓ le sorgenti puntuali dei mezzi operativi e dei motori degli impianti sono state trasformate in sorgenti areali attive.

Ai fini del calcolo del potenziale erosivo del vento, in particolare, è stato fatto riferimento al capitolo 13.2.5 *Industrial Wind Erosion* dell'US EPA AP-42 (di seguito LG EPA).

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria**

In generale, il fenomeno oggetto di analisi è contraddistinto da eventi sporadici e di brevissima durata che tanto per la metodologia di calcolo richiamata che per la natura intrinseca dello stesso poco si presta ad essere analizzato mediante modellistica meteo dispersiva. In particolare, si riporta quanto indicato nel documento di riferimento richiamato per il calcolo al § 13.2.5.3 *Predictive Emission Factor Equation*: “*Calculated emissions represent intermittent events and should not be input directly into dispersion models that assume steady-state emission rates.*”

L'introduzione del risultato del calcolo del potenziale emissivo indotto dall'azione erosiva del vento richiede delle assunzioni semplificative che si ritiene rendano complessa la lettura del risultato prodotto dal modello di dispersione utilizzato. In particolare, si tratta di ricondurre un fenomeno che per sua natura ha durata di pochi minuti (“...*particulate emission rates tend to decay rapidly - half-life of a few minutes- during an erosion event*”) ad un fattore di emissione costante (g/s) della durata minima di 1 ora (la risoluzione temporale del codice di calcolo utilizzato). In ogni caso, al fine di approfondire l'analisi richiesta è stato proposto il calcolo mediante CALPUFF anche di un evento rappresentativo del fenomeno su base annua. Non ultimo, infatti, l'incidenza di eventi contraddistinti da un potenziale erosivo significativo, si ritiene sia molto bassa per il sito in esame:

- ✓ da una parte, pertanto, rilevano in modo poco significativo in ordine alla valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria (confronto con gli indicatori statistici di legge);
- ✓ dall'altra, rappresentano situazioni eccezionali ma normalmente gestibili nell'ambito delle procedure di mitigazione definite per la gestione delle attività lavorative (sospensione delle stesse e irrorazione della superficie dei materiali).

Per maggiori dettagli si rimanda al capitolo dedicato.

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria****2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO**

Il progetto prevede l'avviamento di un'attività di recupero di rifiuti inerti provenienti dalle attività di costruzione e demolizione e di altri rifiuti di origine minerale, non pericolosi, per la produzione di aggregati recuperati, non legati e legati nel comune di Granarolo dell'Emilia (BO).

L'attività sarà realizzata su un'area di circa 30.000 m<sup>2</sup> precedentemente utilizzata per coltivazioni in serra. L'area, che prevede l'ingresso in Via San Donato 152, è definita al foglio 14 mappali 74-76-123-254 e al foglio 21 mappali 664, 666, 668, è di proprietà dell'azienda e si colloca a ca. 1,5 km a NNE dal centro abitato di Granarolo dell'Emilia.

Sono presenti insediamenti residenziali sparsi ma il primo fronte abitato continuo si colloca ad oltre 1200 m di distanza.

Il dominio di calcolo è caratterizzato da modesta complessità orografica (pianura) e per quanto riguarda l'uso del suolo nell'intorno dell'area di progetto prevalgono l'uso agricolo e la presenza di serre e vivai; in adiacenza all'area di interesse è presente uno stabilimento di produzione di mangimi animali (Valpet Petfood Industry).

Per maggiori dettagli circa la definizione del dominio di calcolo e l'elaborazione dei dati di input geografico si rimanda al § 7.2.

Il sistema di coordinate geografiche di riferimento dello studio è il seguente:

- sistema: UTM (*Universal Transverse of Mercatore*);
- datum: WGS84 (*World Geodetic System 1984*);
- fuso: 32;
- zona: T (nord).

**Emissioni in atmosfera  
 Studio impatto qualità dell'aria**

### 3 RIFERIMENTI NORMATIVI

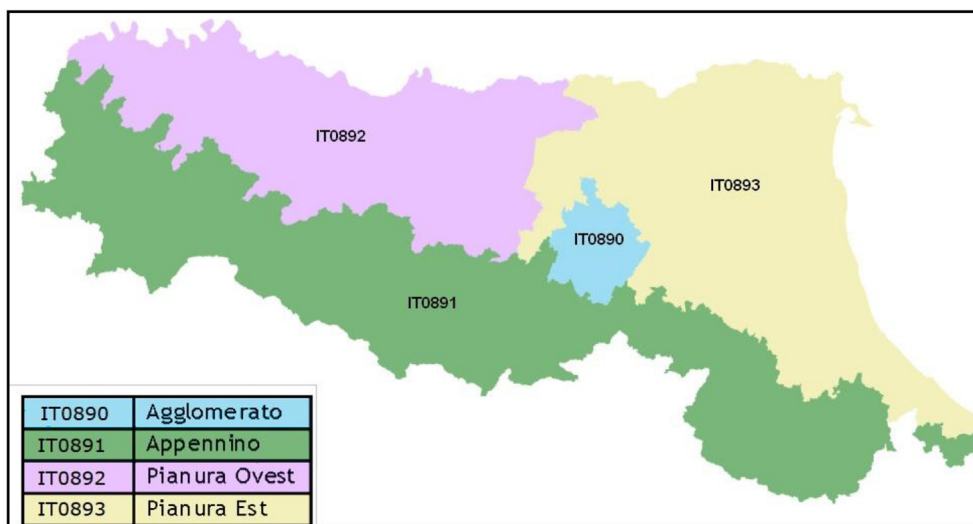
La normativa attuale di riferimento per la qualità dell'aria è rappresentata dal D.Lgs. n.155 del 13/08/2010. La seguente tabella riporta i valori limite relativi ai parametri ed agli indicatori statistici di riferimento per lo studio.

*Tabella 1 – Valori limite normativi di riferimento per lo studio*

Inquinante	Indicatore	Valore
PM10	Media annua	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Media sulle 24 ore	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (da non superare più di 35 volte l'anno)

### 4 STATO ATTUALE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Dal punto di vista della classificazione del territorio finalizzata alla gestione della qualità dell'aria, il comune di Granarolo dell'Emilia rientra nel cosiddetto "Agglomerato" (IT0890), corrispondente al territorio della Città Metropolitana di Bologna, ai sensi della DGR del 27/12/2011 n. 2001 e successiva DGR del 23/12/2013 n.1998 (vd. immagine successiva).



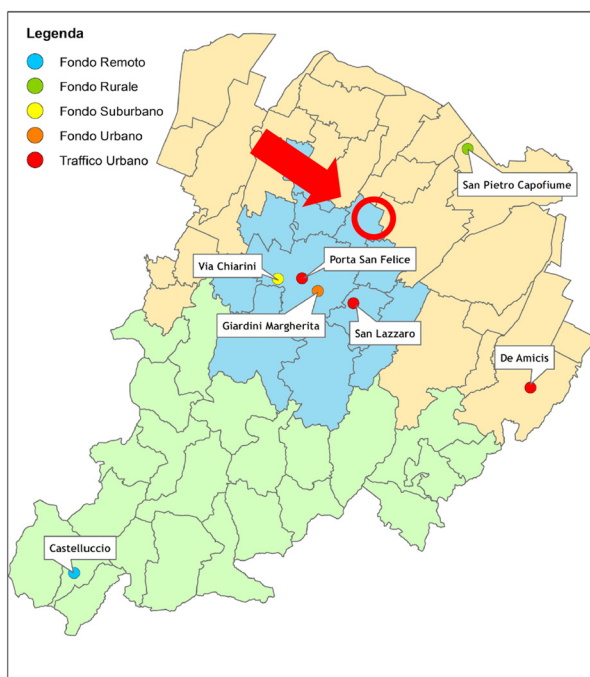
*Figura 4-1 – Zonizzazione regionale DGR 27/12/2011 n. 2001 (fonte ARPAE)*

Per la definizione dello stato attuale della qualità dell'aria e, in particolare, per la definizione dei valori del fondo ambientale, è possibile riferirsi alla rete di monitoraggio della qualità dell'aria regionale. La

## Emissioni in atmosfera

### Studio impatto qualità dell'aria

seguente immagine riporta la distribuzione delle postazioni di monitoraggio della rete regionale della qualità dell'aria in relazione all'area di intervento.



**Figura 4-2 – Postazioni di monitoraggio e area di interesse (fonte ARPAE)**

Come è possibile osservare l'area di studio non è direttamente rappresentata da una stazione di monitoraggio ma è collocata tra l'area urbana di Bologna, monitorata mediante stazioni che rilevano il fondo urbano e suburbano, e l'area rurale, che nella fattispecie è rappresentata dalla stazione di fondo rurale di San Pietro Capofiume (collocata a ca. 17 km dall'area di intervento).

L'inquadramento dello stato di qualità dell'aria dell'areale di interesse è desumibile dai dati riportati dal Report 2023 della Città Metropolitana di Bologna a cura dell'Unità Specialistica di Sistemi Ambientali Aria-CEM di ARPAE. La seguente tabella, in particolare, riporta i valori di concentrazione del PM10 con riferimento alle stazioni di interesse e, in particolare, la media annua e il 90° percentile delle medie sulle 24h (sovrapponibile al 35° valore su base annua): il numero annuale massimo di 35 giorni di superamento del valore limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup>, consentiti dalla normativa, nell'anno 2023 non è stato superato in nessuna delle centraline.

**Emissioni in atmosfera  
 Studio impatto qualità dell'aria**

PM <sub>10</sub> anno 2023 - Concentrazioni in µg/m <sup>3</sup>								
Stazione	N. dati validi	MIN	50°	MEDIA	90°	95°	98°	MAX
PORTA SAN FELICE	356	<3	21	22	38	42	48	77
SAN LAZZARO DI SAVENA	352	<3	21	22	38	45	50	68
GIARDINI MARGHERITA	351	3	18	20	33	40	47	69
CHIARINI	358	<3	19	21	35	40	47	70
DE AMICIS	357	<3	20	22	37	42	50	80
SAN PIETRO CAPOFUME	361	<3	18	21	37	46	56	71
CASTELLUCCIO	344	<3	9	9	18	21	27	48
VALORE LIMITE		media annuale		40	µg/m <sup>3</sup>			

*Figura 4-3 – Particolato PM10: Parametri statistici (fonte ARPAE)*

Al fine di stabilire un valore di fondo corrispondente allo stato di qualità dell'aria relativo all'area di studio è stato conservativamente considerato il valore massimo della concentrazione di PM10 misurato presso le stazioni di Giardini Margherita (Bologna – fondo urbano), Chiarini (Bologna – fondo suburbano) e San Pietro Capofume (fondo rurale). In particolare, per l'area di studio è stato assunto un valore della media annua del PM10 pari a 21 µg/m<sup>3</sup> ed un valore del 90° percentile delle medie sulle 24h pari a 37 µg/m<sup>3</sup>.

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria****5 QUADRO METEOROLOGICO A SCALA LOCALE**

Il quadro meteorologico necessario per la definizione dei dati di input per il codice di calcolo è stato ricostruito sulla base dei dati su base oraria relativi all'anno 2024 ricostruiti per l'area descritta attraverso un'elaborazione *mass consistent* sul dominio tridimensionale effettuata con il modello meteorologico CALMET dei dati rilevati nelle seguenti stazioni SYNOP ICAO (*International Civil Aviation Organization*) di superficie e profilometriche (radiosondaggi):

- BOLOGNA LIPE 161400 [44.535000°N - 11.28900°E]
- 16144 - San Pietro Capofiume profilo [44.649997°N - 11.619995°E]

Sono, inoltre, stati utilizzati i dati delle seguenti stazioni sito specifiche della rete ARPA Emilia-Romagna:

- Bologna Torre degli Asinelli [44.494201°N - 11.346766°E]
- Cassa Dosolo [44.653900°N - 11.268600°E]
- San Pietro Capofiume [44.653776°N - 11.622640°E]

Le seguenti immagini, in particolare, riportano rispettivamente la distribuzione in frequenza per classi di intensità del vento e la rosa dei venti relative ai dati meteorologici utilizzati e ricostruiti dal preprocessore meteorologico CALMET sulle coordinate dell'impianto in oggetto.

Con riferimento alla risoluzione temporale adottata ed al sito di interesse si evidenzia un'incidenza delle calme di vento (intensità del vento inferiore a 0,5 m/s) pari a ca. il 3%.

I dati evidenziano una predominanza dei settori di provenienza W, WNW e SW e contraddistinti da una frequenza relativa rispettivamente pari ca. il 16,2%, 12,2% e 10,6%. Il valore medio della velocità del vento è pari a 2,38 m/s.

## Emissioni in atmosfera

### Studio impatto qualità dell'aria

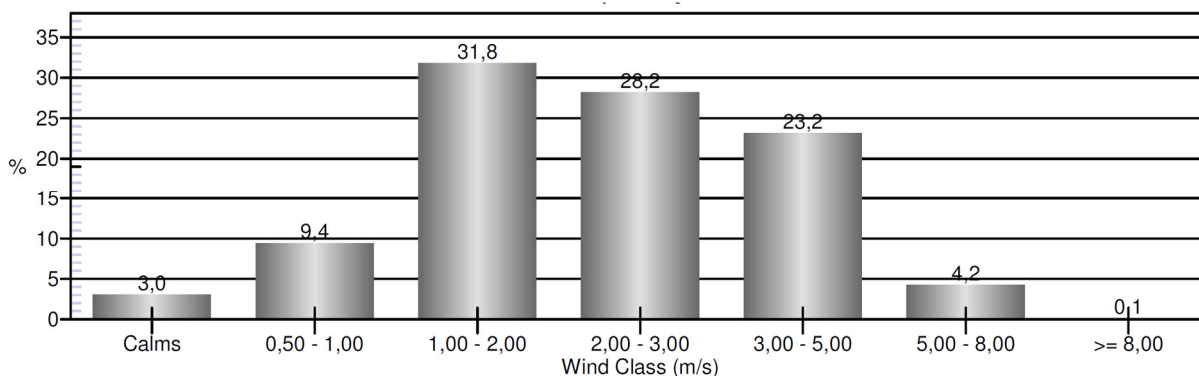


Figura 5-1 – Distribuzione in frequenza per classi di velocità del vento

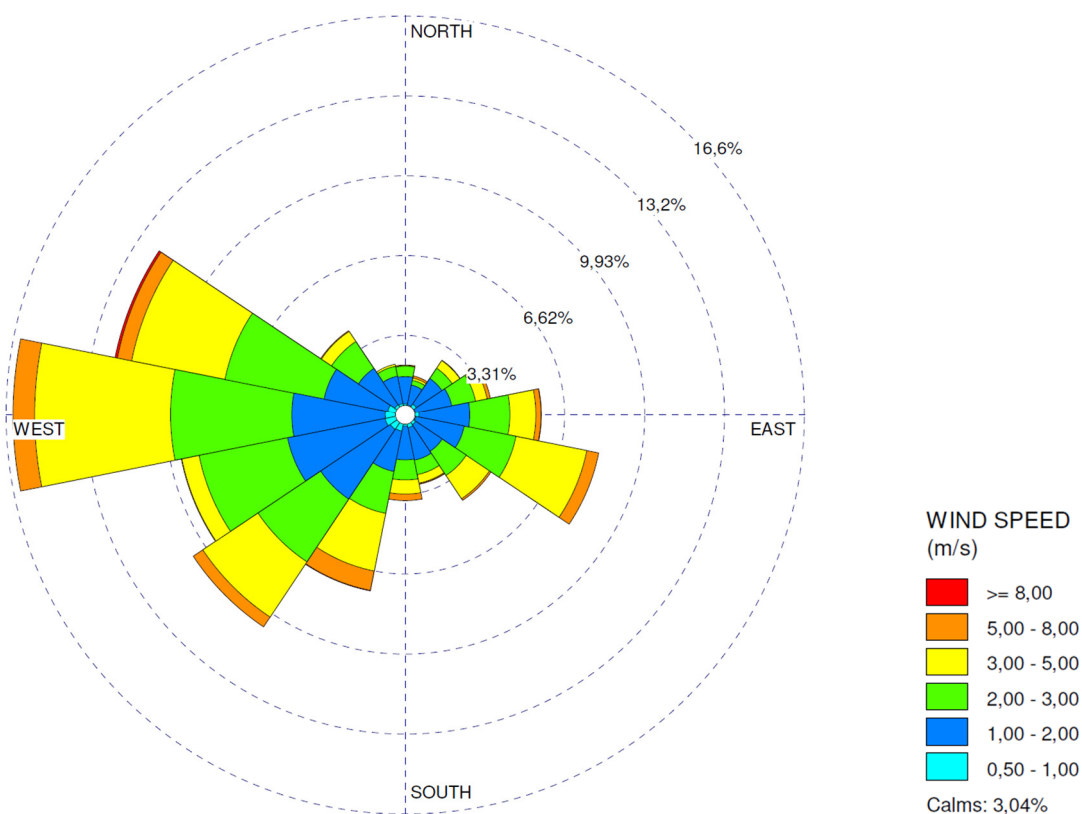


Figura 5-2 – Rosa dei venti (settori di provenienza del vento)

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria****6 QUADRO EMISSIVO****6.1 Definizione delle sorgenti emissive**

Le operazioni di trasporto, scarico e movimentazione dei materiali, l'operatività di mezzi meccanici, gli impianti di trattamento e produzione, comportano la produzione e la dispersione di inquinanti in atmosfera. In particolare, stante la natura delle sorgenti in esame e la criticità dal punto di vista della gestione della qualità dell'aria, è stata considerata la produzione e la dispersione di polveri ed il parametro particolato (espresso in termini di PM10).

Le attività previste a progetto configurano sostanzialmente un quadro di emissioni diffuse e mobili nel tempo. In particolare, è possibile individuare le seguenti sorgenti emissive principali:

- ☐ fase di scarico dagli autocarri dei materiali di rifiuto conferiti in corrispondenza delle aree (e dei cumuli) pertinenti;
- ☐ movimentazione dei materiali conferiti e scaricati a mezzo pala gommata e posizionamento all'interno dei cumuli pertinenti;
- ☐ fase di carico dei materiali trattati in uscita (vendita) a mezzo pala gommata dai cumuli negli autocarri;
- ☐ transito degli autocarri sulla viabilità interna aziendale;
- ☐ impianto di frantumazione;
- ☐ impianto di vagliatura;
- ☐ emissioni gas di scarico parco mezzi aziendale, autocarri e motori diesel a servizio degli impianti.

Sulla base dei quantitativi di materiali che si intendono autorizzare è possibile stabilire un quantitativo di materiali in ingresso su base quotidiana (operatività di 300 giorni all'anno) pari a 270 t/giorno distribuito, mediamente, nelle seguenti proporzioni:

- ✓ rifiuto 7.31 bis – 170504 (terre e rocce da scavo) = 118,1 t/giorno (ca. il 44%);
- ✓ rifiuto 7.1 - 170904, ecc. (materiali da demolizione) = 118,1 t/giorno (ca. il 44%);
- ✓ rifiuto 7.6 – 170302 (miscele bituminose) = 16,9 t/giorno (ca. il 6%);
- ✓ altro (carta, metalli, plastica, vetro, ecc.) = 16,9 t/giorno (ca. il 6%).

Il rifiuto "altro" rispetto ai materiali classificati dal DM 5/2/98 come 7.1, 7.6 e 7.31bis si ritiene non contribuisca al quadro emissivo prefigurabile dalle attività aziendali.

Al fine di ottimizzare l'afflusso degli autocarri ed il relativo traffico indotto si assume che mediamente su base giornaliera i quantitativi conferiti eguagliano quelli in uscita (venduti) dall'azienda; ne risulta un

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria**

numero di autocarri in ingresso (e uscita) pari a 21 su base giornaliera per un totale corrispondente di 540 t/giorno: 270 t/g di materiali di rifiuto conferiti e 270 t/g di materiali trattati in uscita.

L'azienda opererà complessivamente dalle 7 alle 18 su due turni.

Al fine di ricostruire uno scenario emissivo rappresentativo delle attività aziendali sono stati, pertanto, calcolati dei ratei di movimentazione dei materiali in oggetto sulla base di una distribuzione oraria dei conferimenti (e delle uscite) e di un coinvolgimento dei cumuli di materiali maggiormente rappresentativi (dimensione e posizione potenzialmente critica nei confronti dei ricettori).

In particolare, per la fase di conferimento (scarico e movimentazione dei materiali di rifiuto) sono stati considerati i seguenti cumuli/aree da layout progettuale ed i corrispondenti ratei di movimentazione materiali oraria:

- ✓ cumulo C2 (rifiuto 7.31 bis) = 23,6 t/h (per un totale di 5 h/giorno);
- ✓ cumulo C4 (rifiuto 7.1) = 23,6 t/h (per un totale di 5 h/giorno);
- ✓ cumulo C5 (rifiuto 7.6) = 16,9 t/giorno (1 h/giorno);

per un totale di 253,1 t/giorno.

Analogamente per il carico e l'uscita dei materiali trattati:

- ✓ cumulo C10 Col B (terra di recupero) = 15,8 t/h (per un totale di 3 h/giorno);
- ✓ cumulo C7 (aggregato recuperato) = 8,4 t/h (per un totale di 2 h/giorno);
- ✓ cumulo C1a (terra di recupero) = 31,5 t/giorno (per un totale di 3 h/giorno);
- ✓ cumulo C1b (terra di recupero) = 31,5 t/giorno (per un totale di 3 h/giorno);

per un totale di 253,1 t/giorno.

Le operazioni di carico e scarico sono eseguite dalla pala gommata aziendale che opererà in ciascuna posizione per circa 0,5 h per un totale di 11 h/giorno. Per le attività di scarico è stata considerata conservativamente l'emissione di un autocarro dedicato che opera in ciascuna posizione per 0,5 h.

L'impianto di frantumazione opererà in media 4 h al giorno con una produzione massima prevista a progetto di 100 t/h per un totale giornaliero di 400 t/giorno.

L'impianto di vagliatura opererà alternativamente a quello di frantumazione in media 4 h al giorno con una produzione massima prevista a progetto di 150 t/h per un totale giornaliero di 600 t/giorno.

Nella realtà potranno operare a giorni alterni ma dal punto di vista della ricostruzione del quadro emissivo e dei fattori di emissione specifici lo scenario ricostruito è rappresentativo della posizione degli impianti e del loro impatto.

## Emissioni in atmosfera

### Studio impatto qualità dell'aria

A servizio di tali impianti opererà un escavatore cingolato per un totale di 8 h al giorno.

Gli impianti sono operati a mezzo di un motore diesel.

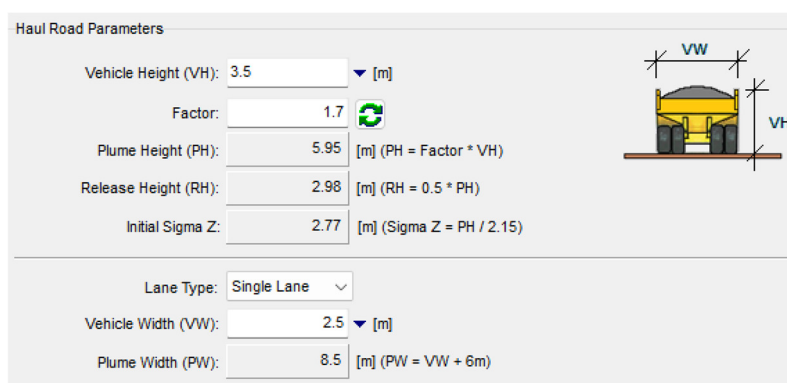
Le sorgenti emissive diffuse corrispondenti alle operazioni di carico, scarico e movimentazione dei materiali sono state ricostruite mediante sorgenti areali circolari di dimensioni aventi raggio compreso tra i 5 e i 10 m (in funzione dei quantitativi movimentati) e altezza di emissione corrispondente a:

- ✓ 5 m per lo scarico (abbancamento), ossia una quota pari alla massima altezza dei cumuli da piano campagna;
- ✓ 3 m per le operazioni di carico (ca. la max quota di carico del cassone degli autocarri).

Le sorgenti areali corrispondenti agli areali operativi delle lavorazioni descritte includono le emissioni dei mezzi d'opera coinvolti (pala gommata aziendale e autocarri in fase di scarico).

Le emissioni diffuse prodotte dall'operatività degli impianti (frantumazione, vagliatura e produzione cls) sono anch'esse state ricostruite mediante sorgenti areali circolari di dimensioni aventi raggio pari a 10 m e altezza di emissione pari a 2 m da piano campagna (valore medio indicativo tra i punti di scarico dai nastri del materiale trattato e la tramoggia di alimentazione). In tali sorgenti areali sono state incluse le emissioni del motore degli impianti rispettivi e dell'escavatore che opera a servizio degli stessi.

Le emissioni diffuse prodotte dal transito degli autocarri sulla viabilità interna aziendale sono state trattate come sorgente lineare e, in particolare, sono state modellizzate come "area line" di lunghezza complessiva pari a ca. 505 m. I parametri dispersivi che contraddistinguono la sorgente sono stati determinati mediante strumento specifico disponibile con il software di calcolo (vd. immagine seguente).



Haul Road Parameters	
Vehicle Height (VH):	3.5 [m]
Factor:	1.7
Plume Height (PH):	5.95 [m] (PH = Factor * VH)
Release Height (RH):	2.98 [m] (RH = 0.5 * PH)
Initial Sigma Z:	2.77 [m] (Sigma Z = PH / 2.15)
Lane Type:	Single Lane
Vehicle Width (VW):	2.5 [m]
Plume Width (PW):	8.5 [m] (PW = VW + 6m)

**Figura 6-1 – Definizione dei parametri della sorgente lineare (transito autocarri)**

Si osserva che il modulo di calcolo richiamato richiede esclusivamente la definizione della sezione dell'autocarro (larghezza e altezza) e della "lane type" (nel caso specifico una circolazione a senso

## Emissioni in atmosfera

### Studio impatto qualità dell'aria

unico) mentre i coefficienti impiegati fanno esplicito riferimento al documento *USA EPA Haul Road Workgroup Report* del 2012 per cui, in particolare, vale quanto segue:

- ✓  $PH$  (*plume height*) =  $1,7 VH$  (altezza del veicolo);
- ✓  $RH$  (*release height*) =  $0,5 PH$ .

Al fine di una migliore comprensione della ricostruzione modellistica la seguente immagine riporta l'evidenza grafica delle sorgenti caricate nel modello (in rosso le sorgenti areali, in blu quella lineare). In grigio si possono scorgere le sorgenti definite per l'approfondimento sull'erosione eolica per il quale si rimanda al capitolo 8.

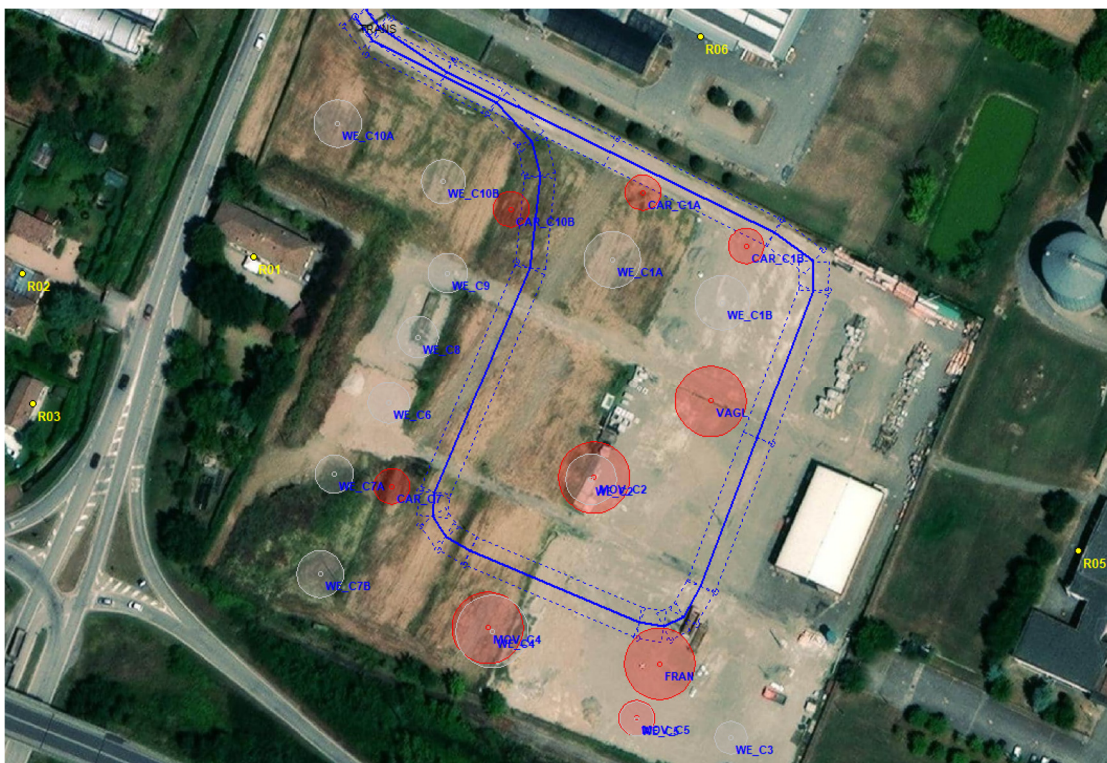


Figura 6-2 – Definizione delle sorgenti nel modello di calcolo

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria****6.2 Ratei emissivi**

I riferimenti utilizzati per la definizione dei fattori di emissione specifici sono i seguenti:

- ✓ AP-42 *Compilation of Air Pollutant Emission Factors* dell'US EPA;
- ✓ *Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti* ARPA Toscana (All. 1 parte integrante e sostanziale della DGP 213-09 della Provincia di Firenze);
- ✓ *Air pollutant emission inventory guidebook 2019* dell'EMEP/EEA con specifico riferimento alla sezione *Non-road mobile sources and machinery* (NRMM);
- ✓ database ISPRA dei fattori di emissione del parco veicolare nazionale.

Di seguito si riportano le ipotesi e le assunzioni adottate con riferimento ai fattori emissivi assunti per lo studio.

**6.2.1 Scarico, movimentazione dei materiali conferiti e formazione dei cumuli**

Il rateo emissivo del particolato associato alle operazioni in oggetto è stato calcolato sulla base dei seguenti riferimenti:

- ✓ scarico dei materiali conferiti: *Truck Unloading: Bottom Dump – Overburden* (SCC 3-05-010-42) di cui alla tabella 4 delle linee guida ARPAT;
- ✓ movimentazione e formazione di cumuli: *Aggregate Handling and Storage Piles* (EPA, AP-42 § 13.2.4);
- ✓ erosione eolica: *Industrial Wind Erosion* (EPA, AP-42 § 13.2.5).

Scarico dei materiali conferiti

Nell'ambito dei fattori di emissione EPA, è possibile individuare il fattore di emissione associato al SCC (Source Classification Code) 3-05-010-42 *Truck Unloading: Bottom Dump – Overburden*, pari a 0,0005 kg di PM10 per ogni tonnellata di materiale movimentato, così come riportato nella tabella 4 delle linee guida ARPAT.

Sulla base di un rateo orario massimo di movimentazione del materiale movimentato pari a 23,6 t/h è possibile stimare un'emissione pari a **11,8 g/h**.

Movimentazione e formazione di cumuli

La produzione totale di polvere legata all'attività di scarico de materiale, formazione di cumuli e movimentazione è legata alle seguenti specifiche attività:

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria**

- scarico dei mezzi e movimentazione del materiale;
- movimento dei mezzi d'opera nelle aree di scarico e accumulo;
- erosione del vento nelle fasi di carico e scarico.

La quantità di polveri generate da tali attività viene stimata utilizzando la seguente formula empirica:

$$E = k(0.0016) \left( \frac{U}{2.2} \right)^{1.3} \left/ \left( \frac{M}{2} \right)^{1.4} \right.$$

dove:

$E$  = fattore di emissione di particolato (kg/Mg);

$k$  = parametro dimensionale (dipende dalla dimensione del particolato);

$U$  = velocità media del vento (m/s) assunta pari a 2,38 m/s<sup>1</sup>;

$M$  = umidità del terreno (%) assunta conservativamente pari al 2,5% (materiale mediamente asciutto).

Il parametro  $k$  varia a seconda della dimensione del particolato come riportato in tabella:

Aerodynamic Particle Size Multiplier (k) For Equation 1				
< 30 µm	< 15 µm	< 10 µm	< 5 µm	< 2.5 µm
0.74	0.48	0.35	0.20	0.053 <sup>a</sup>

Per il PM10 si assume quindi  $k$  pari a 0.35.

Ne deriva un fattore emissivo  $E$  pari a ca. 0,45 g/t di materiale movimentato che moltiplicato per il rateo orario massimo di movimentazione (23,6 t/h) porta ad un'emissione su base oraria pari a ca. **10,7 g/h**.

#### Erosione eolica

Le emissioni causate dall'erosione del vento sono dovute all'occorrenza di venti intensi su cumuli soggetti a movimentazione. Nell'AP-42 queste emissioni sono trattate tramite la potenzialità di emissione del singolo cumulo in corrispondenza di certe condizioni di vento. In questa sede si è scelto di seguire l'approccio delle linee guida ARPAT. Tali linee guida considerano, per l'erosione del vento dai cumuli, l'effettiva emissione dell'unità di area di ciascun cumulo soggetto a movimentazione dovuta alle

<sup>1</sup> Dato desunto dall'inquadramento meteorologico sito specifico.

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria**

condizioni anemologiche attese nell'area di interesse. Si noti che rispetto all'impiego del fattore di emissione precedente (*Aggregate Handling and Storage Piles*) l'inserimento nel computo complessivo del contributo specifico calcolato come di seguito risulta essere conservativo.

Il rateo emissivo orario è calcolato con l'espressione seguente:

$$E_i = EF_i * a * movh$$

dove:

$i$  = particolato (PTS, PM10, PM2.5), nel nostro caso PM10;

$EF_i$  = fattore di emissione areale dell' $i$ -esimo tipo di particolato (kg/m<sup>2</sup>);

$a$  = superficie dell'area movimentata in m<sup>2</sup>; si assume che nel corso di ogni movimentazione venga movimentata una superficie pari a circa 20 m<sup>2</sup>.

$movh$  = numero di movimentazioni/ora, si assume che corrisponda al n. di mezzi/h, ossia che ciascun cumulo corrisponda ai volumi di capienza di ciascun camion che effettua il trasporto. Si è assunto il valore pari a 2 movimentazioni /h (21 autocarri giorno arrotondato per eccesso)

Per il calcolo del fattore di emissione areale si distinguono i cumuli bassi da quelli alti a seconda del rapporto altezza/diametro. Per semplicità, inoltre, si assume che la forma di un cumulo sia conica, sempre a base circolare. Nel caso di cumuli non a base circolare, si ritiene sufficiente stimarne una dimensione lineare che ragionevolmente rappresenti il diametro della base circolare equivalente a quella reale.

Dai valori di:

- ✓ altezza del cumulo (intesa come altezza media della sommità nel caso di un cumulo a sommità piatta)  $H$  in m;
- ✓ diametro della base  $D$  in m;

si individua il fattore di emissione areale  $EF_i$  dell' $i$ -esimo tipo di particolato per ogni movimentazione dalla seguente tabella.

**Emissioni in atmosfera  
 Studio impatto qualità dell'aria**

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

Nel caso in oggetto si assume:

- $H = 2$  m;
- $D = 5$  m;
- $H/D = 0,4 > 0.2$  (cumuli alti)

quindi si utilizza un  $EF$  per il PM<sub>10</sub> pari a 0,0000079 kg/m<sup>2</sup>.

Il calcolo del rateo emissivo orario porta, pertanto, ad un valore pari a **0,32 g/h**.

Un approfondimento del fenomeno dell'erosione eolica è stato condotto nel capitolo 8 dedicato nel quale è stato fatto diretto riferimento alla metodologia US EPA AP-42.

Il rateo emissivo massimo orario prodotto dalle fasi di scarico e movimentazione del materiale conferito per la formazione dei cumuli ammonta, pertanto, a ca. **22,8 g/h**.

### **6.2.2 Carico dei materiali in uscita**

Il fattore di emissione specifico EPA è quello associato al SCC (Source Classification Code) 3-05-010-37 *Truck Loading: Overburden*, pari a 0,0075 kg di PM<sub>10</sub> per ogni tonnellata di materiale movimentato, così come riportato nella tabella 4 delle linee guida ARPAT.

Sulla base di un rateo orario massimo di movimentazione del materiale movimentato pari a 31,5 t/h è possibile stimare un'emissione pari a ca. **236 g/h**.

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria****6.2.3 Transito degli autocarri sulla viabilità interna aziendale**Sollevamento di polveri dalla superficie stradale

La viabilità interna aziendale è previsto sarà pavimentata. Questa scelta, insieme ad un adeguato stato di mantenimento in condizioni di pulizia a mezzo spazzatrice, consente di incidere in modo significativo in termini di abbattimento del potenziale sollevamento e dispersione delle polveri da parte del passaggio degli autocarri sul percorso interno all'azienda.

A fini cautelativi è stato considerato il fattore di emissione specifico *Paved Roads* (§ 13.2.1 AP42 dell'EPA). La formula empirica proposta dall'EPA per stimare le emissioni di particolato prodotte dai mezzi in transito su strade pavimentate è la seguente:

$$F = k (sL)^{0.91} (W)^{1.02} \quad (\text{eq.2: AP-42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13, 13.2.1 Paved Roads})$$

dove:

F: fattore di emissione di particolato su strade pavimentate, per veicolo-chilometro di transito (g/VKT);

k: costante moltiplicativa variabile in funzione della dimensione delle particelle, assunto pari a 0,62 g/VKT per il PM10;

W: peso medio dei veicoli in tonnellate, assunto pari a 40 tonnellate (autocarro 4 assi a pieno carico).

sL: contenuto di limo dello strato superficiale delle aree pavimentate percorse dai mezzi, assunto pari a 1 g/m<sup>2</sup> a fronte di un range di applicazione della correlazione richiamata compreso tra 0,03 e 400 g/m<sup>2</sup> (superficie spazzata).

L'effetto di mitigazione naturale operato dalle precipitazioni viene considerato mediante l'assunzione semplificata che l'emissione media annua sia inversamente proporzionale al numero di giorni con precipitazione superiore a 0,2 mm (precipitazione misurabile):

$$E_{ext} = E [1 - P / (4 * N)] \quad (\text{eq.3: EPA, AP-42 13.2.2})$$

dove:

E<sub>ext</sub>: fattore di emissione ridotto per mitigazione naturale (g/VKT);

P: numero di giorni all'anno con precipitazioni superiori a 0,2 mm (assunto pari a 74 giorni piovosi in un anno misurati alla stazione meteorologica di Bologna Borgo Panigale);

N: numero di giorni nel periodo di mediazione (pari a 365 per una media annuale).

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria**

Sulla base di un transito orario medio arrotondato per eccesso pari a n. 2 autocarri e di un percorso che si sviluppa per ca. 500 m è possibile stimare un contributo alla produzione di polveri su base oraria pari a ca. **25 g/h**.

Emissioni gas di scarico autocarri in transito

La definizione dei fattori emissivi degli autocarri che impegneranno la viabilità interna aziendale ha fatto riferimento al database dell'ISPRA (<https://fettransp.isprambiente.it/#/>) con ultimo aggiornamento disponibile relativo al 2022. In particolare, sono state fatte le seguenti assunzioni:

- ✓ Sector: Heavy Duty Trucks
- ✓ Subsector: Articulated 34 - 40 t
- ✓ Technology: Euro VI
- ✓ EF PM10 U (ciclo urbano): 0,149 g/km\*veicolo

Il fattore di emissione attribuito alla sorgente lineare definita nel modello di calcolo è stato quindi calcolato come prodotto tra il fattore di emissione sopra indicato (in g/km\*veicolo), la lunghezza del percorso considerato (500 m) ed il numero di veicoli in transito su base media oraria sullo stesso (2). Il calcolo porta ad un contributo di polveri pari a ca. **0,14 g/h**.

Il contributo complessivo alla produzione di polveri per la sorgente associata al transito degli autocarri all'interno dell'azienda risulta, infine, pari a ca. **25,5 g/h**.

**6.2.4 Impianto di frantumazione**

I fattori di emissione dell'attività dell'impianto di frantumazione sono stati calcolati sulla base del documento AP 42 dell'EPA, Capitolo 11 –*Mineral Products Industry*, paragrafo 11.19.2 – “Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing” e delle Linee Guida di ARPA Toscana richiamate in premessa con riferimento alle seguenti ipotesi operative:

- la capacità massima produttiva del frantoio è stabilita in 100 t/h (per una produzione massima giornaliera pari a 400 t);
- non è prevista alcuna operazione di frantumazione secondaria e di vagliatura a valle delle mascelle (regolabili) del frantoio.

Le emissioni da processi di frantumazione sono caratterizzate nel documento AP-42 richiamato in base alla pezzatura del materiale prodotto:

- frantumazione primaria: 75 – 300mm;
- frantumazione secondaria: 25 -100mm;

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria**

- frantumazione terziaria: 5 – 25mm.

Per la frantumazione primaria non è definito uno specifico fattore di emissione, verosimilmente a causa dell'esiguità dei casi e/o delle insufficienti informazioni raccolte. In modo conservativo si è fatto, pertanto, riferimento al fattore di emissione riportato per la frantumazione secondaria (SCC 3-05-020-02), pari a 0,37 g/t di materiale trattato. Il fattore di emissione contempla la presenza di un sistema di abbattimento delle polveri a bordo macchina.

Sono, inoltre, stati considerati i seguenti fattori di emissione associati all'attività di frantumazione:

- scarico del materiale nella tramoggia di alimentazione del frantoio: SCC 3-05-020-31 *Truck unloading – Fragmented Stone* (0,008 g/t di materiale trattato);
- scarico del materiale in uscita dal frantoio: le emissioni sono state associate al fattore di emissione SCC 3-05-020-32 *Truck Loading - Conveyor, crushed stone* (0,05 g/t di materiale trattato), l'operazione avviene, infatti, mediante nastro trasportatore; tale ipotesi consente una buona approssimazione dello scarico a terra per la successiva movimentazione.

Il contributo emissivo complessivo risulta essere pari a ca. **42,8 g/h**.

**6.2.5 Impianto di vagliatura**

I fattori di emissione dell'attività dell'impianto di frantumazione sono stati calcolati sulla base del documento AP 42 dell'EPA, Capitolo 11 –*Mineral Products Industry*, paragrafo 11.19.2 – “Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing” e delle Linee Guida di ARPA Toscana richiamate in premessa con riferimento ad una capacità massima produttiva stabilita in 150 t/h (per una produzione massima giornaliera pari a 600 t):

È stato fatto riferimento al fattore di emissione riportato per la vagliatura (SCC 3-05-020-02,03,04,15), pari a 0,37 g/t di materiale trattato. Il fattore di emissione contempla la presenza di un sistema di abbattimento delle polveri a bordo macchina (copertura del vaglio).

Sono, inoltre, stati considerati i seguenti fattori di emissione associati all'attività di vagliatura:

- scarico del materiale nella tramoggia di alimentazione del vaglio: SCC 3-05-020-31 *Truck unloading – Fragmented Stone* (0,008 g/t di materiale trattato);
- scarico del materiale in uscita dal vaglio: le emissioni sono state associate al fattore di emissione SCC 3-05-020-32 *Truck Loading - Conveyor, crushed stone* (0,05 g/t di materiale trattato), l'operazione avviene, infatti, mediante nastro trasportatore; tale ipotesi consente una buona approssimazione dello scarico a terra per la successiva movimentazione.

Il contributo emissivo complessivo risulta essere pari a ca. **64,2 g/h**.

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria****6.2.6 Emissioni gas di scarico parco mezzi e impianti aziendali**

Per la definizione dei fattori di emissione di macchine e mezzi d'opera è stato fatto riferimento all'*Air pollutant emission inventory guidebook 2023* dell'EMEP/EEA con specifico riferimento alla sezione *Non-road mobile sources and machinery* (NRMM).

L'equazione utilizzata, in particolare, è quella desumibile dalla metodologia "Tier 3" per la definizione degli inventari delle emissioni:

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

dove:

$E$  = massa di inquinante prodotto sul periodo considerato (g/h);

$N$  = numero di mezzi/motori;

$P$  = dimensione del motore (kW);

$DFA$  = *deterioration factor adjustment*. I valori sono desumibili dalla tabella 3-11 del documento citato in funzione dello standard normativo di riferimento (età del mezzo);

$LFA$  = *load adjustment factor*. I valori sono desumibili dalla tabella 3-14 del documento citato in funzione dello standard normativo di riferimento (età del mezzo) e del load factor di riferimento;

$EF_{base}$  = fattore di emissione specifico (g/kWh). I valori sono desumibili dalla tabella 3-6 del documento citato in funzione dello standard normativo di riferimento (età del mezzo). Per lo studio si è assunto che il parco mezzi sia omologato con riferimento al livello tecnologico corrispondente allo "Stage V" (Direttiva 2016/1628/CE).

Il fattore di emissione risultante è quindi moltiplicato per un *load factor* (LF) il cui valore è stato determinato sulla base dei fattori indicati in corrispondenza dei cicli standard ISO DP 8178 di cui alla tabella 3-16 del documento dell'EMEP/EEA; nel caso specifico è stato adottato un valore pari a 0,15 che, per la categoria di riferimento (C1 - Diesel powered off road industrial equipment) è il più elevato riportato (cicli 1-3).

La seguente tabella riassume le ipotesi assunte nello studio.

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria***Tabella 2 – PM10 - Fattori di emissione specifici per i mezzi d'opera e motori*

Mezzo/macchina	P [kW]	LFA	DFA	EFbase [g/kWh]	EF <sub>PM10</sub> [g/h]
Escavatore cingolato	140	1	0,473	0,015	0,46
Pala gommata	205	1	0,473	0,015	0,68
Motore frantoio	129	1	0,473	0,015	0,43
Motore vaglio	55	1	0,473	0,015	0,18
Autocarro (fase scarico)	215	1	0,473	0,015	0,71

Il contributo orario massimo complessivo ammonta, pertanto, a ca. 2,1 g/h. (considerando che la pala gommata e l'autocarro in fase di scarico operano per un massimo di ca. 30 minuti in corrispondenza del rispettivo areale operativo).

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria****7 IPOTESI E CODICI DI CALCOLO****7.1 La catena modellistica**

Le simulazioni sono state condotte utilizzando il modello non stazionario a puff CALPUFF, in catena col modello meteorologico diagnostico CALMET.

CALPUFF è un modello non stazionario a puff per il calcolo della dispersione degli inquinanti rilasciati da diverse categorie di sorgenti emissive (puntuali, areali, lineari, volumetriche). CALPUFF implementa algoritmi per la trattazione della deposizione secca e umida, di alcune trasformazioni chimiche e di alcuni effetti prossimi alla sorgente (*building downwash*, fumigazione, innalzamento progressivo del pennacchio, penetrazione parziale nello strato rimescolato, ecc.). Il modello meteorologico diagnostico CALMET produce campi orari tridimensionali di vento e bidimensionali di diverse variabili meteorologiche e micrometeorologiche a partire da dati osservati (al suolo e di profilo) e da dati geofisici (quote terreno e uso del suolo).

CALPUFF è indicato dall'EPA (*Environmental Protection Agency* statunitense) come modello di riferimento per applicazioni che coinvolgono il trasporto di inquinanti su lunghe distanze, oppure per applicazioni in campo vicino quando sono importanti effetti non stazionari come variabilità delle condizioni meteorologiche, calme di vento, effetti di ricircolazione, ecc. ([http://www.epa.gov/ttn/scram/dispersion\\_prefrec.htm#calpuff](http://www.epa.gov/ttn/scram/dispersion_prefrec.htm#calpuff)).

I valori di concentrazione medi orari calcolati da CALPUFF sono rielaborati tramite il modulo CALPOST per la predisposizione delle mappe di concentrazione ed il calcolo degli indicatori statistici richiesti.

Per l'esecuzione delle elaborazioni richieste dal presente studio, in particolare, sono state utilizzate le seguenti versioni dei codici di calcolo richiamati:

- CALPUFF version 7.2.1;
- CALMET version 6.5.0;
- CALPOST version 7.1.0.

Ai fini del presente studio risulta di particolare interesse richiamare alcuni elementi relativi alla trattazione delle calme di vento effettuata dal modello utilizzato. CALPUFF richiede la definizione di un valore della velocità di soglia per le calme di vento (il *default* è pari a 0,5 m/s) al di sotto della quale non viene utilizzato un algoritmo speciale ma intervengono, comunque, degli "aggiustamenti" che incidono soprattutto sulle fasi iniziali della dispersione.

In particolare, tali aggiustamenti coinvolgono il modo in cui sono simulati gli effetti prossimi alle sorgenti e il modo in cui la dimensione dei puff evolve durante gli step di calcolo. Per maggiori dettagli si rimanda al § 2.14 *Treatment of Calm Periods* del manuale d'uso del modello ([http://www.src.com/calpuff/download/CALPUFF\\_UsersGuide.pdf](http://www.src.com/calpuff/download/CALPUFF_UsersGuide.pdf)).

## Emissioni in atmosfera

### Studio impatto qualità dell'aria

#### 7.2 Dominio di calcolo e definizione del sistema ricettore

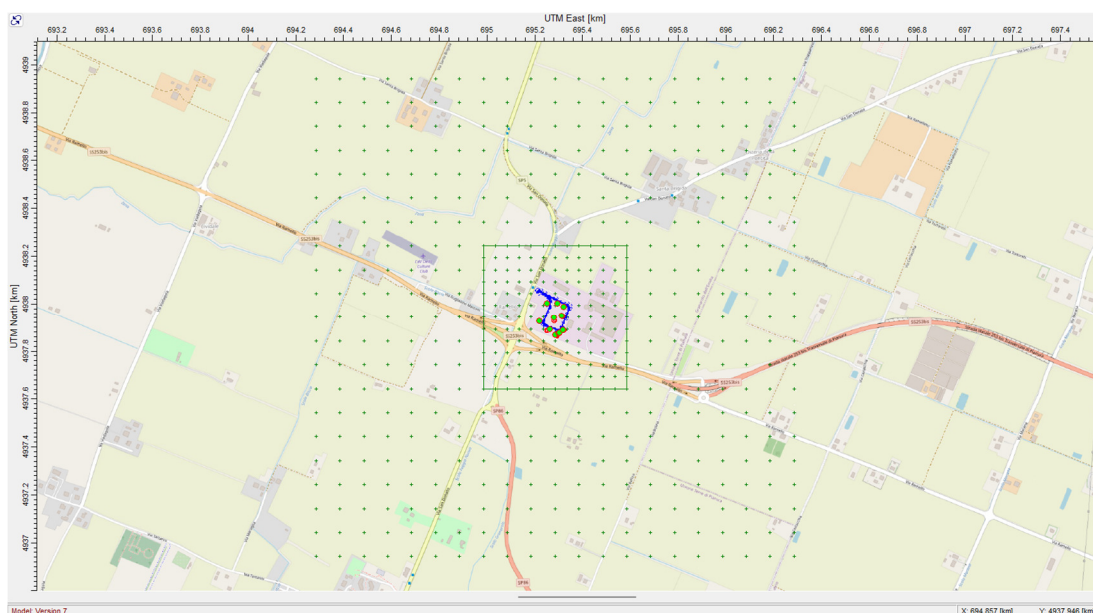
Il dominio di calcolo ha dimensioni 5 x 5 km<sup>2</sup> centrato sulle seguenti coordinate: 695285 m E, 4937943 m N. Il punto di riferimento per la definizione del dominio di calcolo corrisponde alle coordinate per cui sono stati definiti i dati meteorologici impiegati nello studio. In altre parole, il dominio di calcolo è stato centrato sulle coordinate di riferimento del dato meteorologico utilizzato in modo da garantire la maggiore rappresentatività spaziale possibile dell'input meteorologico a parità di distanza dalle sorgenti modellizzate.

#### 7.3 Risoluzione di calcolo

La risoluzione di calcolo meteorologica adottata (meteorological grid - DGRIDKM) sul piano orizzontale è pari a 500 m; tale impostazione equivale alla definizione di una griglia orizzontale di calcolo di 10x10 celle sul dominio di calcolo assunto.

In direzione verticale sono stati identificati 9 differenti strati, rispettivamente alle quote 0, 20, 50, 100, 200, 500, 1.000, 1.500 e 2.500 metri per un totale di 8 celle verticali, per la caratterizzazione sia meteorologica che di dispersione.

Per la predisposizione delle mappe di concentrazione relative alle sorgenti di progetto è stata definita una griglia di punti di calcolo a maglia quadrata di dimensione 2x2 km<sup>2</sup> avente passo 50 m per una distanza dal centro di 300 m e per distanze maggiori passo 100 m (cd. "nested grid") centrata sul punto di riferimento del dominio di calcolo.



**Figura 7-1 – Grid di calcolo**

## Emissioni in atmosfera

### Studio impatto qualità dell'aria

#### 7.4 Ricettori discreti

Al fine di poter leggere agevolmente il risultato delle simulazioni in corrispondenza dei bersagli maggiormente prossimi al sito di intervento sono stati definiti i seguenti ricettori discreti.

Ricettore	X (UTM E) [m]	Y (UTM N) [m]	Località - NOTE	Distanza dalle sorgenti di impianto [m]
R01	695186	4937990	residenziale	65
R02	695121	4937986	residenziale	115
R03	695124	4937949	residenziale	95
R04	695109	4937765	residenziale	175
R05	695417	4937908	Progeo S.C.A.	85
R06	695311	4938052	Geovita	40

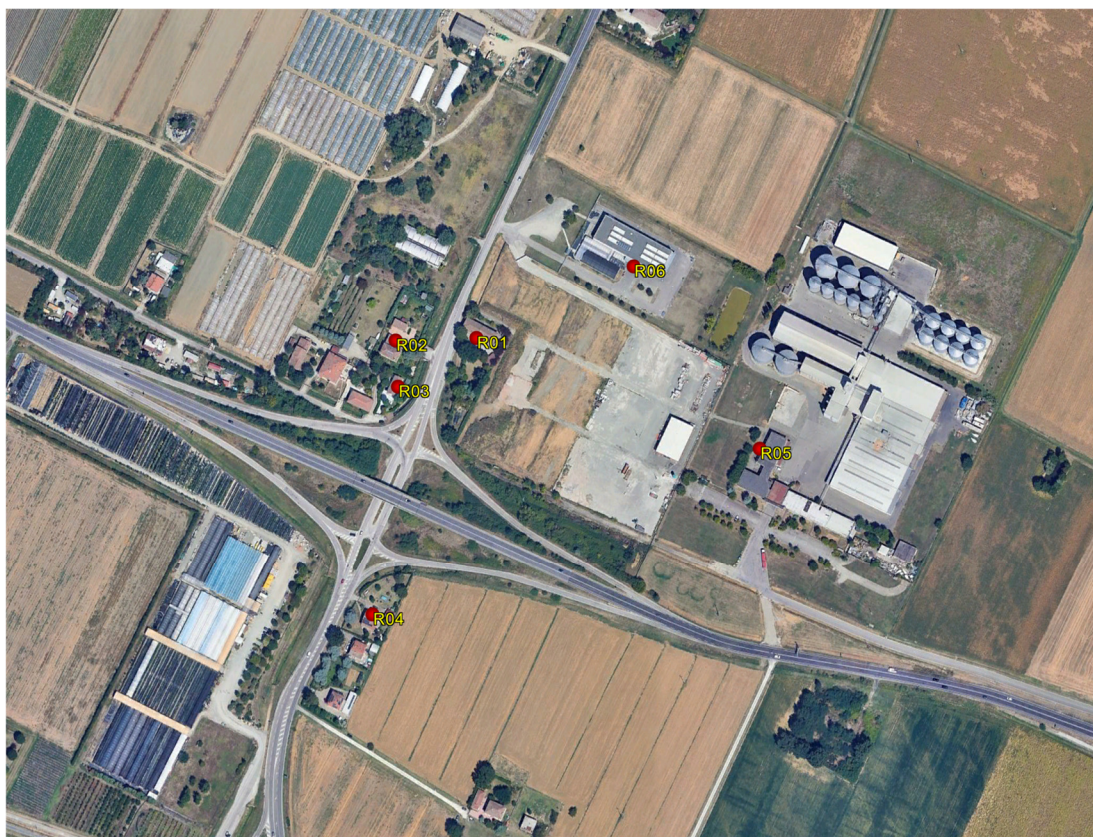


Figura 7-2 - Ricettori discreti

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria****7.5 Dati di input geografico**

Il modello meteorologico diagnostico CALMET richiede in ingresso un file contenente le informazioni geofisiche relative al dominio di calcolo. Tale file (GEO.DAT) viene generato dal modulo MAKEGEO che a sua volta riceve in input i file relativi rispettivamente all'orografia ed all'uso del suolo.

L'orografia è stata ricostruita sulla base dei dati SRTM1 della NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) e della NGA (*National Geospatial-Intelligence Agency*) statunitensi che coprono gran parte della superficie terrestre con una risoluzione pari a ca. 30 m. I dati di quota del terreno sono espressi in metri e sono georiferiti al geoide WGS84/EGM96. I dati SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) sono stati raccolti utilizzando uno speciale sistema radar durante la missione STS-99 dello Space Shuttle Endeavour del febbraio 2000 con la partecipazione delle agenzie spaziali tedesca ed italiana.

I file dati nel formato SRTM1 sono stati quindi utilizzati dal processore TERREL (*Terrain processor*) per la ricostruzione digitale dell'orografia del dominio di calcolo che costituisce l'input geografico del codice di calcolo MAKEGEO.

L'uso del suolo è stato definito tramite il processore CTGPROC (*Land Use Processor*) sulla base dei dati CORINE CLC2012 con risoluzione 100 m.

## Emissioni in atmosfera

### Studio impatto qualità dell'aria

#### 7.6 Opzioni di calcolo

Di seguito si riportano le principali opzioni di calcolo per la dispersione definite per lo studio. In generale, se non diversamente specificato, le opzioni di calcolo adottate corrispondono alle raccomandazioni dell'EPA (*Environmental Protection Agency* statunitense).

<b>Parametro / Modulo di calcolo</b>	<b>Opzione / valore selezionato</b>
<i>Calm Condition Wind Speed</i>	WSCALM=0,5 m/s
<i>Wind Speed profile</i>	ISC RURAL
<i>Plume Element Modeling Method</i>	<input checked="" type="checkbox"/> puff <input type="checkbox"/> slug (MSLUG=0)
<i>Dispersion Option</i>	MDISP=2 <sup>(1)</sup>
<i>Puff splitting</i>	<input type="checkbox"/> attivo <input checked="" type="checkbox"/> non attivo (MSPLIT=0)
<i>Terrain Adjustment Method</i>	MCTADJ=3 <sup>(2)</sup>
<i>Transitional Plume Rise</i>	<input checked="" type="checkbox"/> attivo <input type="checkbox"/> non attivo (MTRANS=1)
<i>Partial Plume Penetration</i>	<input checked="" type="checkbox"/> attivo <input type="checkbox"/> non attivo (MPARTL=1)
<i>Plume Tilt</i>	<input type="checkbox"/> attivo <input checked="" type="checkbox"/> non attivo (MTILT=0)

(1) Dispersion coefficients from internally calculated  $\sigma_v$ ,  $\sigma_w$  using micrometeorological variables ( $u^*$ ,  $w^*$ ,  $L$ , etc.).

(2) Partial Plume Path Adjustment.

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria****8 EROSIONE EOLICA**

La presente sezione approfondisce il fenomeno dell'erosione eolica come da premessa.

**8.1 Premessa metodologica**

Ai fini della stima del potenziale erosivo del vento è stato fatto riferimento al capitolo 13.2.5 *Industrial Wind Erosion* dell'US EPA AP-42 (di seguito LG EPA) di cui si riporteranno gli elementi salienti al fine di illustrare gli elementi del calcolo e le assunzioni che necessariamente devono essere adottate.

A premessa, al fine di comprendere il fenomeno e la metodologia del calcolo in oggetto occorre richiamare quanto segue:

- ☐ il fenomeno si manifesta quando la velocità del vento produce sulla superficie una velocità di attrito (*friction velocity*,  $u^*$ ) superiore ad un valore di soglia della velocità di attrito caratteristico del materiale (*threshold friction velocity*,  $u_t^*$ ); in altre parole se  $(u^* - u_t^*) \leq 0$  non si ha alcuna produzione di polveri disperse;
- ☐ la velocità del vento tra la superficie erodibile e la quota è descritta da un profilo logaritmico (si veda l'equazione (1) delle LG EPA);
- ☐ la velocità del vento di soglia sperimentale, anche per i materiali più fini oggetto di test in campo (polveri di carbone in miniera), è pari ad almeno 5 m/s ad un'altezza di 15 cm dalla superficie erodibile, corrispondenti ad oltre 10 m/s a 10 m (e ca. 9 m/s a 5 m); tali velocità di soglia del vento corrispondono ad un  $u_t^*$  del materiale erodibile di ca. 0,6 m/s (*coal dust*);
- ☐ la quota anemometrica di riferimento e corrispondente ai dati utilizzati per lo studio meteorodispersivo è pari a 10 m;
- ☐ la quantità di materiale erodibile (massa/superficie) è finita (limitata). Tale quantità è definita come "erosion potential"  $P$  ed è l'oggetto del calcolo proposto dalla LG EPA; l'emissione di particolato per effetto di un evento erosivo, pertanto, dura pochi minuti: l'emivita (*half-life*) di un evento erosivo dura da 1 a 4 minuti;
- ☐ il metodo di calcolo propone il riferimento alla *fastest mile wind speed*, che era misurata e utilizzata in passato negli USA a fini ingegneristici (e superata negli anni '90 dalla media su 3 secondi). La durata tipica del cd. *fastest mile* è pari a ca. 2 minuti, corrispondenti a ca. 30 mph (ossia ca. 13,4 m/s), che ben si sovrappone al fenomeno osservato dell'erosione eolica (vd. sopra);
- ☐ le emissioni generate per erosione del vento dipendono anche dalla frequenza del disturbo della superficie erodibile: la frequenza con cui un cumulo di stoccaggio è soggetto ad accumulo o prelievo rispetto alla vecchia superficie. Ogni qual volta la superficie è oggetto di lavorazione (abbancamento nuovo materiale o prelievo) il potenziale erosivo è ripristinato. Il periodo di

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria**

riferimento per il valore del potenziale erosivo P calcolato corrisponde, pertanto, a quello che intercorre tra le attività di “disturbo” della superficie; il potenziale erosivo P è quindi calcolato in funzione del valore massimo del *fastest mile* rilevato su tale periodo;

- ☐ non ultimo, la metodologia di calcolo si applica a materiali asciutti (dry). Tale condizione, rappresenta, indubbiamente, una condizione limite poco rappresentativa delle ipotesi di progetto che prevedono il controllo dell'umidità dei materiali, con particolare, riferimento al superamento di velocità del vento significative (vd. § 10).

**8.2 Calcolo del potenziale erosivo**

La quantità di particolato disperso dall'azione erosiva del vento associabile ad uno specifico periodo di riferimento, il cd. “erosion potential” P, espresso in g/m<sup>2</sup> di superficie erodibile, è calcolabile con l'equazione (3) delle LG EPA che, per comodità, si richiama:

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

$$(P = 0 \text{ se } u^* \leq u_t^*)$$

dove:

$u^*$  = velocità di attrito (*friction velocity*) in m/s;

$u_t^*$  = valore di soglia della velocità di attrito caratteristico del materiale (*threshold friction velocity*) in m/s.

Si osservi che date le modalità di calcolo proposte dalle LG EPA, ciascun evento erosivo deve essere trattato separatamente.

L'equazione sopra riportata calcola tutto il particolato eroso e disperso (PTS) mentre se si vuole valutare la frazione corrispondente al PM10 deve essere ulteriormente considerato un coefficiente k pari a 0,5:

$$P_{PM10} = 0,5 P$$

Al fine di calcolare la massa di particolato prodotta e dispersa dall'evento erosivo, il potenziale di erosione P deve quindi essere moltiplicato per la superficie erodibile coinvolta dal fenomeno sul periodo di riferimento.

Data la dimensione delle superfici coinvolte e l'entità dei volumi abbancati e prelevati su base giornaliera è possibile ipotizzare che per il completo “disturbo” della superficie dei cumuli presenti in stabilimento possano essere necessarie ca. 15 - 20 giornate lavorative (stima indicativa).

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria**

La velocità di attrito di soglia  $u_t^*$ , in mancanza di test specifici sui materiali in oggetto, può essere desunta dalla tabella 13.2.5-2 della LG EPA. In particolare, con riferimento ai materiali in progetto sono stati ritenuti rappresentativi i seguenti valori:

- ✓ terre e rocce da scavo (art. 7.31-bis All. 4 sub 1 DM 5/2/98) e terra di recupero = 1,02 m/s (“overburden”);
- ✓ rifiuti da demolizione (art.7.1 All. 4 sub 1 DM 5/2/98), rifiuti art.7.6 All. 4 sub 1 DM 5/2/98 e aggregato recuperato = 1,33 m/s (“scoria – roadbed material”). Si osservi che dal punto di vista della produzione (e delle esigenze di mercato) gli aggregati di recupero sono prodotti principalmente per i seguenti impieghi:
  - sottofondi stradali, ferroviari, industriali, ecc.
  - realizzazione corpo di rilevati di opere in terra;
  - strati di fondazione;
  - riempimenti e colmate;
  - strati drenanti, anticapillari, ecc.

Il materiale di riferimento presente nella LG EPA per l'individuazione della velocità di attrito di soglia  $u_t^*$  risulta, pertanto, essere sufficientemente rappresentativo.

Per la definizione della velocità di attrito  $u^*$  la metodologia EPA discrimina il calcolo in funzione della geometria del cumulo e, in particolare, del rapporto tra l'altezza del cumulo e le dimensioni della base: se la geometria del cumulo è in grado di penetrare in modo significativo il profilo di velocità del vento o se il cumulo presenta geometria estesa prevalentemente piana.

I cumuli in progetto presentano approssimativamente una geometria a tronco di piramide con un angolo di scarpa pronunciato e sommità piana.

Il parametro che è stato usato come discriminante è l'*height to base ratio* del cumulo che è stato calcolato nel seguente modo:

$$h \text{ cumulo} / (\text{lato minore della base del cumulo}/2)$$

Ad eccezione del cumulo C2, contraddistinto dalla maggiore estensione superficiale, tutti i cumuli presentano un *height to base ratio* > 0,2 ossia sono contraddistinti da una geometria che interagisce con il vento incidente in modo più complesso rispetto al caso di una superficie piana estesa.

I cumuli sono stati, pertanto, trattati per il totale della loro superficie esposta alla stregua di “oval with flat top piles” (si veda l'immagine successiva). Dato l'angolo di scarpa significativo (ca. 45°), la superficie del cumulo C2 è stata conservativamente trattata in modo distinto: per la superficie laterale del tronco di piramide è stato considerato un *height to base ratio* > 0,2 mentre la superficie sommitale è stata considerata piana estesa (*large flat pile*).

## Emissioni in atmosfera

### Studio impatto qualità dell'aria

Nel caso di superfici prevalentemente piane la velocità di attrito  $u^*$  viene calcolata con l'equazione (4) delle LG EPA:

$$u^* = 0,053 u_{10^+}$$

dove:

$u^*$  = velocità di attrito (*friction velocity*) in m/s;

$u_{10^+}$  = velocità "fastest mile" (a 10 m) per il periodo di riferimento in m/s.

La velocità  $u_{10^+}$  (la cd. "fastest mile") non è immediatamente disponibile nelle banche dati climatologiche nazionali ed è un dato che da circa 30 anni non è neppure più in uso negli USA. Tuttavia, come sarà illustrato di seguito, è possibile effettuarne una stima a partire dal dato di velocità media oraria del vento anemometrica definito per lo studio meteodispersivo.

Nel caso di superfici dei cumuli non prevalentemente piane (*height to base ratio* > 0,2) la metodologia di calcolo presuppone l'interazione con il vento incidente sulla faccia frontale del cumulo più complessa e viene rappresentata graficamente con una figura dalla LG EPA. Di seguito si riporta il caso della "Pile B2" ritenuto maggiormente rappresentativo degli eventi anemometrici che sono stati individuati.

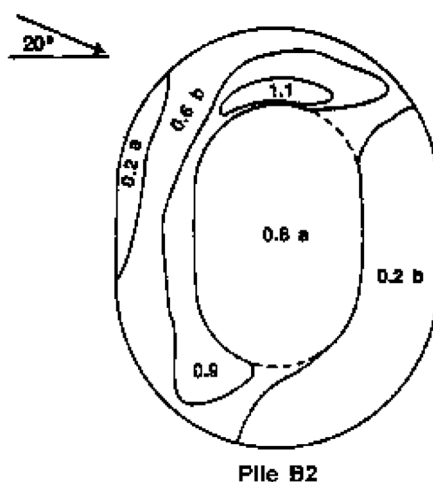


Figura 8-1 – Contorni delle velocità del vento superficiali normalizzate,  $u_s/u_r$  (LG EPA)

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria**

L'immagine riporta le velocità del vento superficiali normalizzate in funzione del rapporto  $u_s/u_r$ , dove:

- $u_s$  (*surface wind speed*) è la velocità del vento superficiale (misurata a 25 cm);
- $u_r$  (*approach wind speed*) è la velocità del vento incidente.

In particolare, per il caso in oggetto (tipologia di cumulo e direzione del vento incidente rappresentativa) si ha quanto segue:

- ✓  $u_s/u_r = 0,2$  per il 31% della superficie esposta del cumulo;
- ✓  $u_s/u_r = 0,6$  per il 51% della superficie esposta del cumulo;
- ✓  $u_s/u_r = 0,9$  per il 15% della superficie esposta del cumulo;
- ✓  $u_s/u_r = 1,1$  per il 3% della superficie esposta del cumulo.

La distribuzione della velocità del vento sulla superficie del cumulo  $u_s^+$ , nota la velocità  $u_{10}^+$  (la cd. "fastest mile") è determinata con l'equazione (6) della LG EPA:

$$u_s^+ = \left( \frac{u_s}{u_r} \right) u_{10}^+$$

Definita la velocità del vento sulla superficie del cumulo  $u_s^+$  per ogni subarea (e per ciascun cumulo) deve essere, infine, calcolata la corrispondente velocità di attrito sulla superficie del cumulo; in altre parole, deve essere riportata alla superficie del cumulo effettiva la velocità  $u_s^+$  che è riferita ad un'altezza di 25 cm. Per tale operazione si utilizza l'equazione (7) della LG EPA:

$$u^* = \frac{0,4 u_s^+}{\ln \left( \frac{25}{0,5} \right)} = 0,10 u_s^+$$

Nota la velocità di attrito  $u^*$  per ciascuna subarea, può quindi essere calcolato, per ciascun cumulo, il corrispondente potenziale di erosione  $P$  con l'equazione (3) della LG EPA.

È importante evidenziare, che l'intera procedura di calcolo (caso "superficie prevalentemente piana" o meno) deve essere riferita ad un periodo temporale specifico che è funzione della frequenza di "disturbo" della superficie dei cumuli.

Come precedentemente evidenziato, è possibile ipotizzare che su base quotidiana (24 h) venga interessata da attività di movimentazione (abbancamento materiale in ingresso o prelievo) solo una

## Emissioni in atmosfera

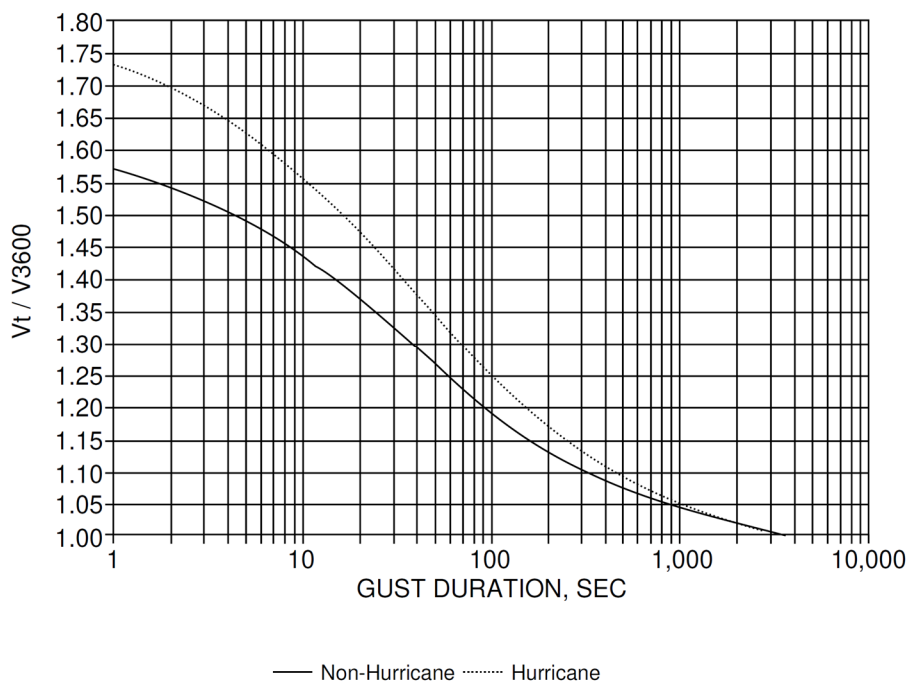
### Studio impatto qualità dell'aria

frazione dell'intera superficie dei cumuli (basta considerare i volumi in gioco e gli spessori degli abbancamenti).

Un'ipotesi che consideri il periodo di riferimento per il calcolo il giorno (24 ore) e, al contempo, la superficie totale dei cumuli presenti in azienda è da ritenersi, pertanto, conservativa e deve essere consapevolmente valutata nella presentazione del risultato del calcolo, potenzialmente connotato da una sovrastima, funzione del rapporto tra superficie effettivamente disturbata su base quotidiana e la superficie totale presente in stabilimento. D'altra parte, la modesta frequenza degli eventi anemometrici "utili" ai fini del verificarsi del fenomeno erosivo (rilevata con la presente analisi) rende ammissibile l'ipotesi di considerare l'intera superficie (al netto, ovviamente, degli interventi mitigativi previsti a progetto).

### 8.3 Analisi dei dati anemometrici

Come illustrato, la metodologia di calcolo proposta dalla LG EPA dipende dall'impiego del valore della velocità  $u_{10^+}$  (la cd. "fastest mile"). Ai fini di una sua stima è stato fatto riferimento alla cd. "curva di Durst" utilizzata negli USA nell'ambito della progettazione civile per la definizione dei carichi del vento sulle strutture. A titolo illustrativo se ne riporta una rappresentazione desunta dalle specifiche di progettazione AASHTO statunitensi (corrispondente alla fig. C6-4 dello standard di progettazione ASCE/SEI 7-05).



**Figura 8-2 – Curva di Durst (AASHTO Specifications, 2001)**

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria**

Sulla base dell'equazione (4) delle LG EPA precedentemente richiamata è immediatamente calcolabile, per una velocità di attrito di soglia  $u_t^*$  pari a 1,02 m/s (adottata per le terre e rocce da scavo), un corrispondente valore del *fastest mile*  $u_{10^+}$  pari a 19,3 m/s (ca. 43,1 mph) contraddistinto da una durata di ca. 84 secondi ( $V_t=V_{84}$ ). Entrando nella curva di Durst si ottiene una velocità media oraria a 10 m corrispondente ( $V_{3600s}$ ) pari a ca.  $V_{84} / 1,22$ , ossia 15,8 m/s. Tale valore non è mai raggiunto nella serie di dati impiegata per lo studio. Il valore massimo presente nella serie dei valori medi orari della velocità del vento è molto distante e corrisponde a 10,71 m/s. Questo significa che le condizioni per l'erosione dei materiali collocati su superfici piane estese (quale la sommità del cumulo C2) non si verificano mai (o eventualmente rappresenterebbero eventi assolutamente eccezionali e con tempi di ritorno ininfluenti ai fini di una valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria).

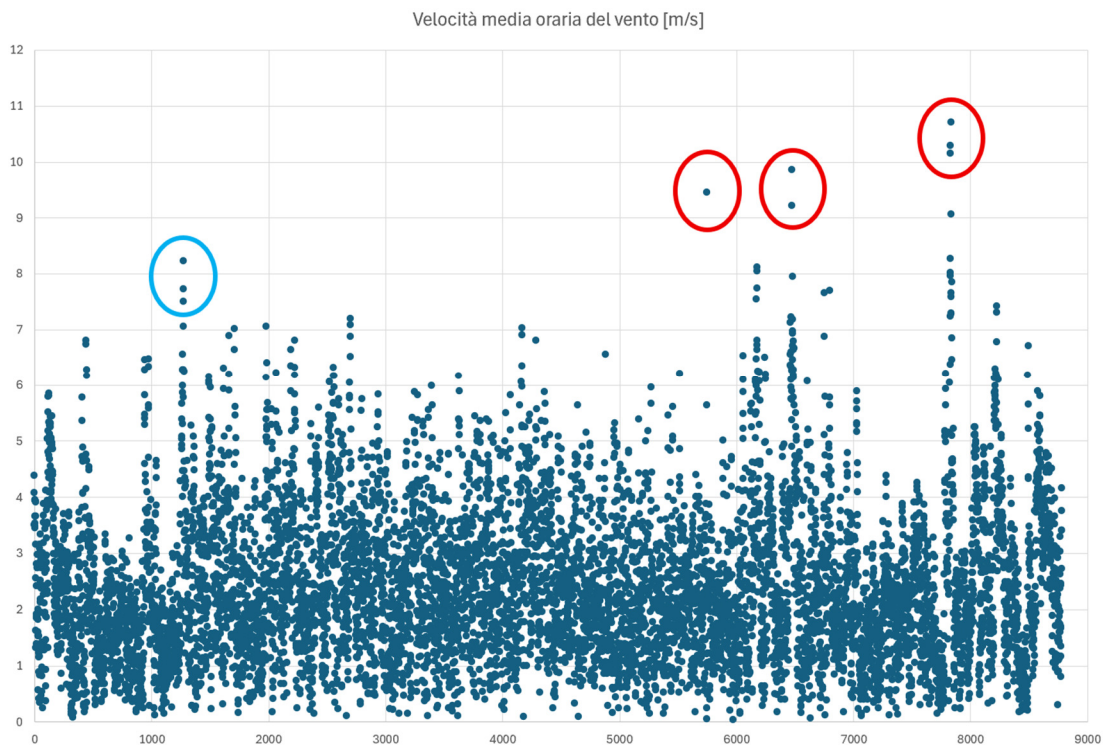
Nel caso di superfici dei cumuli non prevalentemente piane (*height to base ratio* > 0,2), una volta impostati i calcoli e definite le velocità di attrito di soglia di riferimento per i materiali in oggetto, si perviene ad un valore di soglia per l'innesco del fenomeno erosivo del *fastest mile*  $u_{10^+}$  pari a 9,275 m/s (20,7 mph). Tale valore corrisponde ad una durata di ca. 174 secondi ( $V_t=V_{174}$ ) corrispondenti ad una velocità media oraria ( $V_{3600s}$ ) a 10 m stimabile in ca.  $V_{174} / 1,15$ , ossia 8,1 m/s.

In altre parole, al di sotto di 8,1 m/s misurati a 10 m come media oraria, il potenziale erosivo P delle superfici dei cumuli in oggetto è nullo.

Sulla base di tale valutazione è, pertanto, possibile individuare gli eventi anemometrici all'interno del data set utilizzato per lo studio che corrispondono alla manifestazione del fenomeno erosivo (sempre, ricordiamolo, al netto delle ipotesi mitigative a progetto). Il seguente grafico riporta i valori di velocità (a 10 m) utilizzati per lo studio con l'evidenza degli eventi che portano ad un calcolo del potenziale erosivo P non nullo (in ascissa le ore dell'anno 2024).

## Emissioni in atmosfera

### Studio impatto qualità dell'aria



**Figura 8-3 – Eventi anemometrici critici su base annua (anno di riferimento 2024)**

Si ricorda, che in aderenza alla metodologia delle LG EPA, stabilito quale periodo di riferimento il giorno, il calcolo del potenziale di erosione P deve essere eseguito con il valore di velocità massimo individuabile nelle 24 h corrispondenti. Emergono, pertanto, i seguenti eventi in ordine di criticità decrescente:

- A. ora 7835 (ore 10 del 22/11/2024): 10,71 m/s e direzione WNW;
- B. ora 6479 (ore 22 del 26/09/2024): 9,85 m/s e direzione SSW;
- C. ora 5748 (ore 11 del 27/08/2024): 9,45 m/s e direzione E;
- D. ora 1278 (ore 5 del 23/02/2024): 8,23 m/s e direzione SSE;
- E. ora 6179 (ore 10 del 14/09/2024): 8,12 m/s, direzione WNW e potenziale erosivo quasi nullo.

La seguente tabella riporta le assunzioni effettuate per la determinazione del *fastest mile*  $u_{10^+}$  necessario per il calcolo del potenziale di erosione P.

**Emissioni in atmosfera  
 Studio impatto qualità dell'aria**

Evento	$V_{3600s}^{(1)}$ (m/s)	$V_t / V_{3600s}$	$u_{10+}^{(2)}$ (m/s)	$u_{10+}$ (mph)	$t^{(3)}$ (s)
A. ore 10 del 22/11/2024	10,71	1,17	12,53	28,0	128
B. ore 22 del 26/09/2024	9,85	1,16	11,43	25,6	141
C. ore 11 del 27/08/2024	9,45	1,16	10,96	24,5	147
D. ore 5 del 23/02/2024	8,23	1,15	9,46	21,2	170

- (1) velocità media oraria alla quota anemometrica di 10 m desunta dal data set di input alla modellizzazione
- (2) "fastest mile" corrispondente a  $V_t$  con  $t$  compresi tra ca. 130 e 170 s (in funzione delle velocità) sul periodo di riferimento (24 ore) individuato
- (3) durata del "fastest mile"

#### **8.4 Calcolo del potenziale emissivo degli eventi erosivi**

La seguente tabella riassume le ipotesi adottate per la definizione delle superfici di calcolo e le caratteristiche dei materiali in oggetto (come desumibili dal layout di progetto).

Cumulo	Materiale	$u_t^+$ (m/s)	$S_{laterale}$ (m <sup>2</sup> )	$S_{sommitale}$ (m <sup>2</sup> )	$S_{totale}$ (m <sup>2</sup> )
C1a	terra di recupero	1,02	561	551	1112
C1b	terra di recupero	1,02	473	549	1022
C2	rifiuto art. 7.31-bis DM 5/02/98	1,02	890	1943	2833
C3	aggregato recuperato	1,33	262	103	366
C4	rifiuto art.7.1 DM 5/02/98	1,33	824	976	1800
C5	rifiuto art.7.6 DM 5/02/99	1,33	374	29	402
C6	aggregato recuperato	1,33	408	191	599
C7a	aggregato recuperato	1,33	329	164	493
C7b	aggregato recuperato	1,33	471	282	753
C8	aggregato recuperato	1,33	399	182	582

**Emissioni in atmosfera  
 Studio impatto qualità dell'aria**

Cumulo	Materiale	$U_t^+$ (m/s)	$S_{laterale}$ (m <sup>2</sup> )	$S_{sommitale}$ (m <sup>2</sup> )	$S_{totale}$ (m <sup>2</sup> )
C9	aggregato recuperato	1,33	372	160	532
C10a	terra di recupero	1,02	407	366	773
C10b	terra di recupero	1,02	397	270	667

Con riferimento al modello della "Pile B2" la seguente tabella riporta le dimensioni delle superfici corrispondenti ai diversi rapporti  $u_s/u_r$  (ad es. l'area corrispondente a  $u_s/u_r = 0,9$  è denominata " $S_{0,9}$ ", il 15% del totale), ossia la dimensione delle subaeree nelle quali viene suddivisa la superficie erodibile totale.

Cumulo	$S_{0,2}$ (m <sup>2</sup> )	$S_{0,6}$ (m <sup>2</sup> )	$S_{0,9}$ (m <sup>2</sup> )	$S_{1,1}$ (m <sup>2</sup> )
C1a	344,7	567,0	166,8	33,4
C1b	316,8	521,1	153,3	30,7
C2	275,8	453,8	133,5	26,7
C3	113,4	186,5	54,9	11,0
C4	558,1	918,1	270,0	54,0
C5	124,7	205,2	60,3	12,1
C6	185,5	305,3	89,8	18,0
C7a	152,9	251,5	74,0	14,8
C7b	233,4	384,1	113,0	22,6
C8	180,3	296,6	87,2	17,4
C9	164,9	271,2	79,8	16,0
C10a	239,5	394,1	115,9	23,2
C10b	206,8	340,2	100,1	20,0

Di seguito si riporta il dettaglio del calcolo eseguito per l'evento anemometrico maggiormente critico (evento "A" delle ore 10 del 22/11/2024). Come sopra riportato, alla giornata del 22/11/2024 corrisponde

## Emissioni in atmosfera

### Studio impatto qualità dell'aria

una “fastest mile”  $u_{10^+}$  pari a 12,53 m/s. Utilizzando equazione (6) della LG EPA si ottengono i corrispondenti valori della velocità del vento sulla superficie  $u_s^+$  per ciascuna categoria di subarea dei cumuli (vd. tabella a seguire).

$u_s^{+0,2}$ (m/s)	$u_s^{+0,6}$ (m/s)	$u_s^{+0,9}$ (m/s)	$u_s^{+1,1}$ (m/s)
2,5	7,5	11,3	13,8

Con l'equazione (7) si giunge alla determinazione delle rispettive velocità di attrito  $u^*$ .

$u^{*0,2}$ (m/s)	$u^{*0,6}$ (m/s)	$u^{*0,9}$ (m/s)	$u^{*1,1}$ (m/s)
0,25	0,75	1,13	1,38

Nota la velocità di attrito  $u^*$  per ciascuna tipologia di subarea, può quindi essere calcolato, per ciascun cumulo, il corrispondente potenziale di erosione  $P$  con l'equazione (3) della LG EPA (vd. tabella a seguire).

Cumulo	$P_{0,2}$ (g/m <sup>2</sup> )	$P_{0,6}$ (g/m <sup>2</sup> )	$P_{0,9}$ (g/m <sup>2</sup> )	$P_{1,1}$ (g/m <sup>2</sup> )
C1a	0,00	0,00	3,37	16,41
C1b	0,00	0,00	3,37	16,41
C2	0,00	0,00	3,37	16,41
C3	0,00	0,00	0,00	1,35
C4	0,00	0,00	0,00	1,35
C5	0,00	0,00	0,00	1,35
C6	0,00	0,00	0,00	1,35
C7a	0,00	0,00	0,00	1,35
C7b	0,00	0,00	0,00	1,35
C8	0,00	0,00	0,00	1,35

**Emissioni in atmosfera  
 Studio impatto qualità dell'aria**

Cumulo	P <sub>0,2</sub> (g/m <sup>2</sup> )	P <sub>0,6</sub> (g/m <sup>2</sup> )	P <sub>0,9</sub> (g/m <sup>2</sup> )	P <sub>1,1</sub> (g/m <sup>2</sup> )
C9	0,00	0,00	0,00	1,35
C10a	0,00	0,00	3,37	16,41
C10b	0,00	0,00	3,37	16,41

All'evento anemometrico maggiormente critico (evento "A" del 22/11/2024) corrispondono, pertanto, i valori di emissione del particolato riportati nella seguente tabella.

Cumulo	E <sub>0,2</sub> (g)	E <sub>0,6</sub> (g)	E <sub>0,9</sub> (g)	E <sub>1,1</sub> (g)	E <sub>totale</sub> (g)	E <sub>PM10</sub> (g)
C1a	0,0	0,0	561,6	547,3	1108,9	554,5
C1b	0,0	0,0	516,2	503,0	1019,2	509,6
C2	0,0	0,0	449,4	438,0	887,4	443,7
C3	0,0	0,0	0,0	14,8	14,8	7,4
C4	0,0	0,0	0,0	72,7	72,7	36,3
C5	0,0	0,0	0,0	16,2	16,2	8,1
C6	0,0	0,0	0,0	24,2	24,2	12,1
C7a	0,0	0,0	0,0	19,9	19,9	9,9
C7b	0,0	0,0	0,0	30,4	30,4	15,2
C8	0,0	0,0	0,0	23,5	23,5	11,7
C9	0,0	0,0	0,0	21,5	21,5	10,7
C10a	0,0	0,0	390,3	380,4	770,7	385,3
C10b	0,0	0,0	337,0	328,4	665,4	332,7

Nel complesso l'evento "A" del 22/11/2024 avrebbe prodotto, sulle 24 ore, ca. 4.675 g di polveri (PTS) e ca. 2.337 g di particolato fine (PM10).

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria**

Ripetendo la stessa procedura di calcolo è possibile caratterizzare tutti i potenziali eventi/periodi critici individuati per l'anno di studio (vd. tabella seguente).

Evento	$V_{3600s}^{(1)}$ (m/s)	$u_{10+}^{(2)}$ (m/s)	$E_{totale}$ (g)	$E_{PM10}$ (g)
A. ore 10 del 22/11/2024	10,71	12,53	4674,6	2337,3
B. ore 22 del 26/09/2024	9,85	11,43	1370,8	685,4
C. ore 11 del 27/08/2024	9,45	10,96	890,2	445,1
D. ore 5 del 23/02/2024	8,23	9,46	74,1	37,0

(1) velocità media oraria alla quota anemometrica di 10 m

(2) "fastest mile"

In conclusione, utilizzando la metodologia EPA richiamata, è possibile pervenire alle seguenti osservazioni:

- al di fuori di un numero di eventi pari a 3 (A, B e C), nell'intero anno 2024 non si sarebbero prodotti fenomeni di produzione e dispersione di particolato per erosione eolica degni di nota; si tratta di eventi rari;
- il fenomeno reale osservato durerebbe complessivamente pochi minuti;
- qualora ci si rapporti ad un periodo corrispondente alle 24 ore, i fattori di emissione corrispondenti ( $E_{PM10}/24h$ ) risultano essere inferiori a quelli delle altre sorgenti e attività previste a progetto su base quotidiana (ca. 2,6 kg/24h, ossia una media di ca. 240 g/h e punte verosimili di ca. 330 g/h);
- le condizioni di vento che favoriscono l'innescio del fenomeno dell'erosione eolica in linea di massima sono anche favorevoli ad una buona dispersione del pennacchio nel tempo e nello spazio: a fronte di un potenziale breve disturbo evidente (nello sfortunato caso in cui ci si trovi sottovento e sull'asse del pennacchio) la qualità dell'aria misurabile con gli indicatori di legge (media sulle 24 h e media annua) risulterebbe scarsamente influenzata dagli eventi erosivi.

Allo scopo di approfondire quanto sopra evidenziato, nel paragrafo successivo, si è tentato di riprodurre gli eventi in oggetto mediante la catena modellistica impiegata per lo studio (CALPUFF), consapevoli dei limiti posti dal reale campo di applicazione della metodologia EPA in esame e della necessità di assunzioni conservative e semplicistiche, ancorchè forzate dal riferimento alla metodologia stessa e dall'impiego degli algoritmi di calcolo meteodispersivi della catena modellistica. A titolo esemplificativo, nella realtà del fenomeno, qualunque raffica di vento (e di qualunque durata) in grado di produrre una

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria**

velocità di attrito  $u^*$  sufficiente, inizierebbe nel corso del periodo temporale di riferimento (es. le 24 ore) a rimuovere il materiale fine presente sulle superfici erodibili che nel tempo, se indisturbate, andrebbero a veder esaurito il loro potenziale emissivo. Un tale fenomeno, evidentemente, è contraddistinto da una complessità enorme che esula dalle possibilità di calcolo degli strumenti di normale impiego ingegneristico e valutazione di impatto ambientale.

**8.5 Valutazione dell'impatto ambientale degli eventi erosivi**

Il presente paragrafo si è posto l'obiettivo di analizzare la potenziale ricaduta sul territorio dell'evento anemometrico maggiormente critico individuato (evento "A" attribuibile alle ore 10 del 22/11/2024) con riferimento all'indicatore PM10.

Nei limiti di quanto possibile tentare di ricostruire il fenomeno in oggetto mediante CALPUFF sono state fatte le seguenti assunzioni:

- ✓ tutta la massa di particolato fine  $E_{PM10}$  (g) calcolata per il periodo definito (il giorno 22/11/2024) sulla base delle LG EPA è stata attribuita ad una singola ora di emissione (la massima risoluzione temporale possibile del codice di calcolo). In questo modo è stato possibile definire un fattore di emissione, ancorché indicativo, in g/s per ciascuna sorgente;
- ✓ l'emissione delle sorgenti (la superficie dei cumuli erodibile) coincide con l'ora h 10:00 – 11:00 del 22/11/2024, la 7835 dell'anno e corrispondente al valore massimo della velocità media oraria definito con CALMET sulle coordinate sito specifiche: 10,71 m/s e direzione WNW;
- ✓ per l'evento, trattato individualmente, sono state calcolate la media oraria e la media sulle 24h della concentrazione di PM10 (periodo h 00:00 del 22/11/2024 - h 00:00 del 23/11/2024); sono stati valutati sia il contributo della sola erosione eolica che il totale dell'erosione eolica con le sorgenti di impianto attive. Tale assunzione è stata fatta a puro scopo di analisi dato che per tali condizioni anemometriche le procedure operative di mitigazione prevederebbero la sospensione di tutte le lavorazioni.

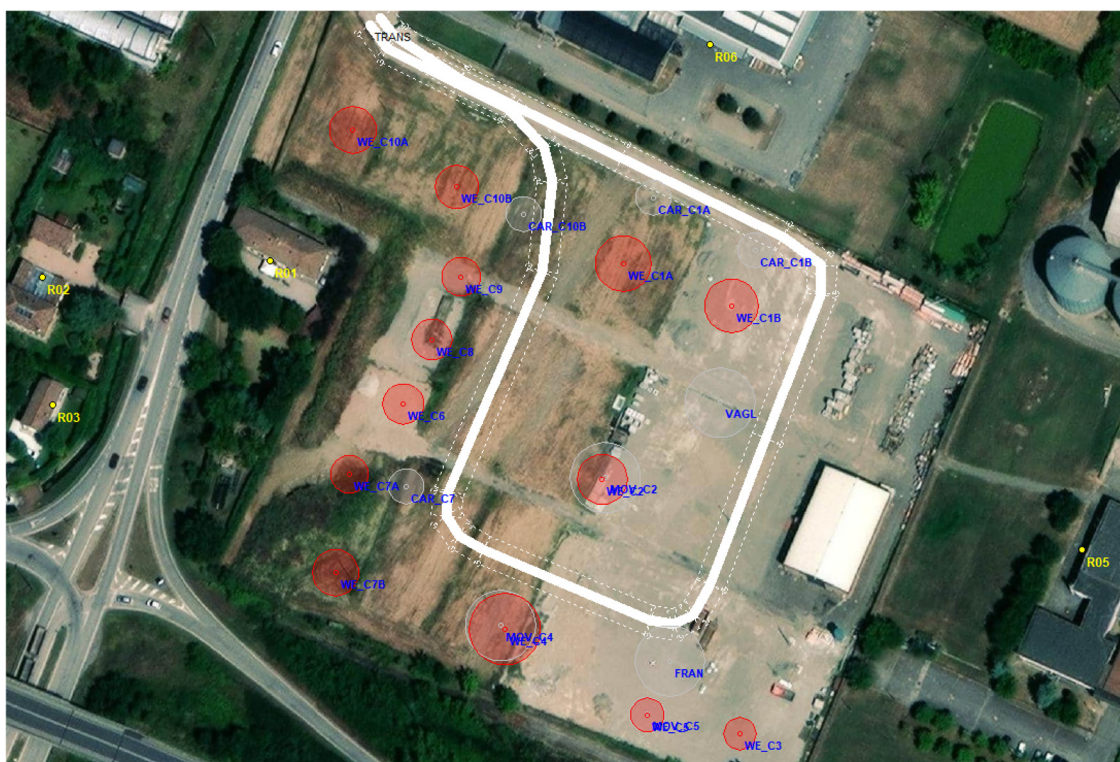
Le superfici erodibili emissive sono state definite come segue:

- ✓ sorgenti areali circolari collocate a quota corrispondente alla massima altezza dei cumuli (5 m) e in posizione baricentrica rispetto agli stessi;
- ✓ la dimensione delle aree corrisponde alla somma delle superfici denominate  $S_{0,9}$  e  $S_{1,1}$  (per cui è stata calcolata una effettiva emissione di particolato).

La seguente immagine riporta, in rosso, le sorgenti erodibili emissive definite nel calcolo (in grigio si scorgono le sorgenti areali corrispondenti alle attività produttive).

## Emissioni in atmosfera

### Studio impatto qualità dell'aria



**Figura 8-4 – Erosione eolica – Sorgenti emissive**

Il risultato del calcolo riferibile all'evento "A" (ore 10 del 22/11/2024) è illustrato nella seguente tabella e nelle immagini a seguire.

**Tabella 3 – PM10 – Calcolo del solo contributo dell'erosione eolica (evento "A" del 22/11/2024) - Risultati in corrispondenza dei ricettori discreti**

Ricettore	Media oraria <sup>(1)</sup> [µg/m³]	Media sulle 24 h <sup>(2)</sup> [µg/m³]
R01	0,00	0,00
R02	0,00	0,00

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria**

Ricettore	Media oraria <sup>(1)</sup> [µg/m³]	Media sulle 24 h <sup>(2)</sup> [µg/m³]
R03	0,00	0,00
R04	0,00	0,00
R05	14,77	0,62
R06	0,40	0,02

(1) dell'ora h 10:00 – 11:00 del 22/11/2024, la 7835 dell'anno, fatta corrispondere al fenomeno erosivo.

(2) sul periodo h 00:00 del 22/11/2024 - h 00:00 del 23/11/2024 (il giorno 22/11/2024) .

Come osservabile dai dati riportati, il massimo fenomeno erosivo individuato su base annua si caratterizza quale disturbo significativo ma di durata molto breve: l'ordine di grandezza del massimo impatto calcolabile su base oraria è risultato essere pari a ca. 15 µg/m³ sull'asse del pennacchio (sottovento); nel caso specifico, in corrispondenza di R05 (provenienza del vento WNW).

In prima approssimazione è possibile stimare il valore della concentrazione massima oraria potenziale anche per gli eventi B e C (con una semplice proporzione rispetto alla produzione  $E_{PM10}$  corrispondente): si ottengono rispettivamente un valore pari a ca. 4 µg/m³ nel primo caso e 3 µg/m³ nel secondo (a parità di distanza sottovento dal baricentro emissivo).

Da un punto di vista di valutazione dell'impatto in termini strettamente normativi, tuttavia, ci si deve riferire al valore di concentrazione medio sulle 24 ore: l'ordine di grandezza del massimo impatto calcolabile su base 24 h è risultato essere pari a ca. 0,6 µg/m³ sull'asse del pennacchio (sottovento).

Se consideriamo che tale risultato emerge dall'analisi dell'evento più critico definibile su base annua, appare evidente che dal punto di vista del rispetto delle soglie di qualità dell'aria il fenomeno in oggetto non ponga criticità significative. Tutto questo, si ricordi, nell'ipotesi che il materiale delle superfici dei cumuli sia perfettamente asciutto (totale assenza di mitigazioni, di eventi pluviometrici e di umidità residua del materiale conferito).

Non ultimo, la frequenza degli eventi potenzialmente critici dal punto di vista dell'erosione eolica è stata stimata corrispondente a n.3 su base annua.

Le seguenti immagini riportano l'esito del calcolo su base oraria.

# Emissioni in atmosfera

## Studio impatto qualità dell'aria

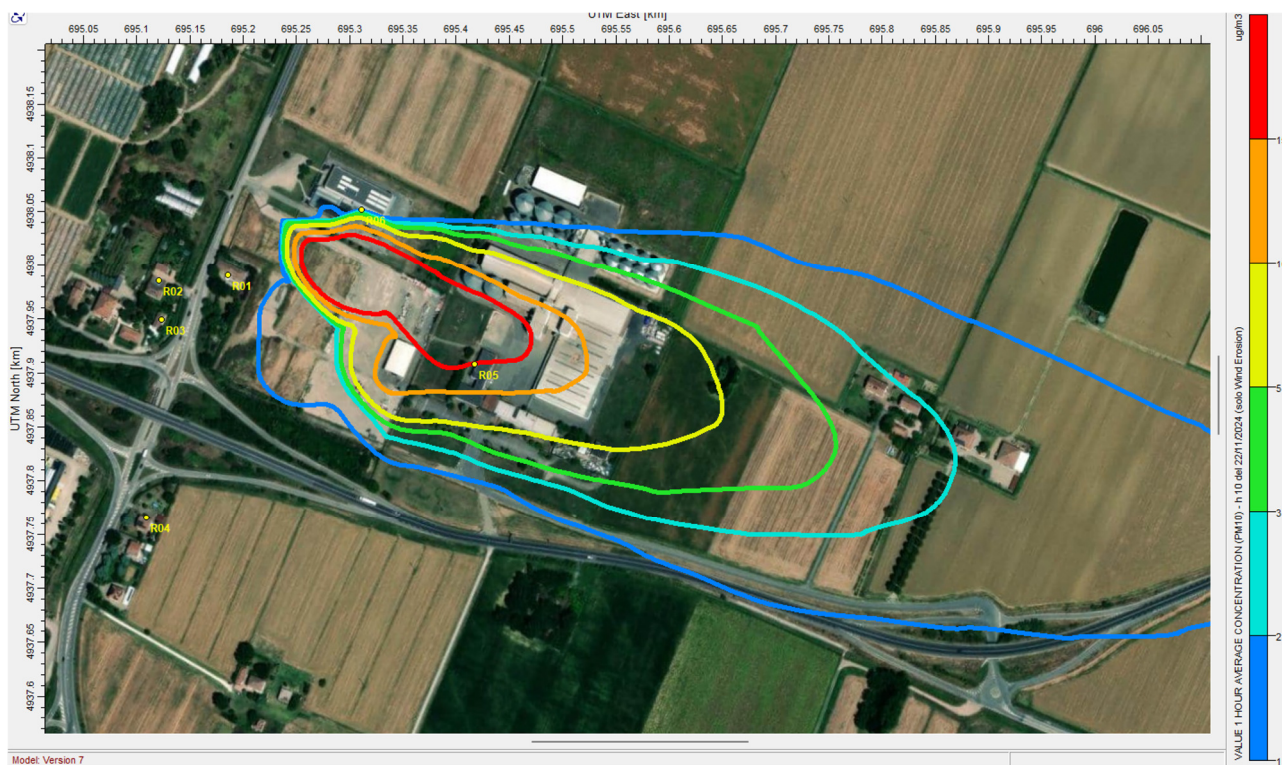
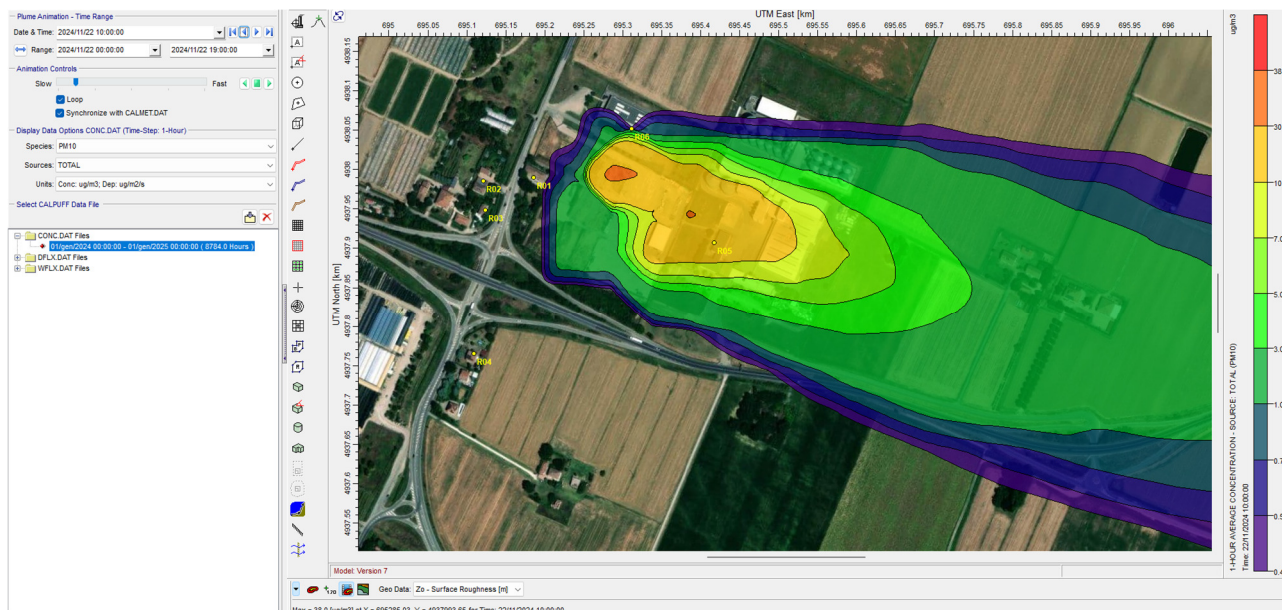


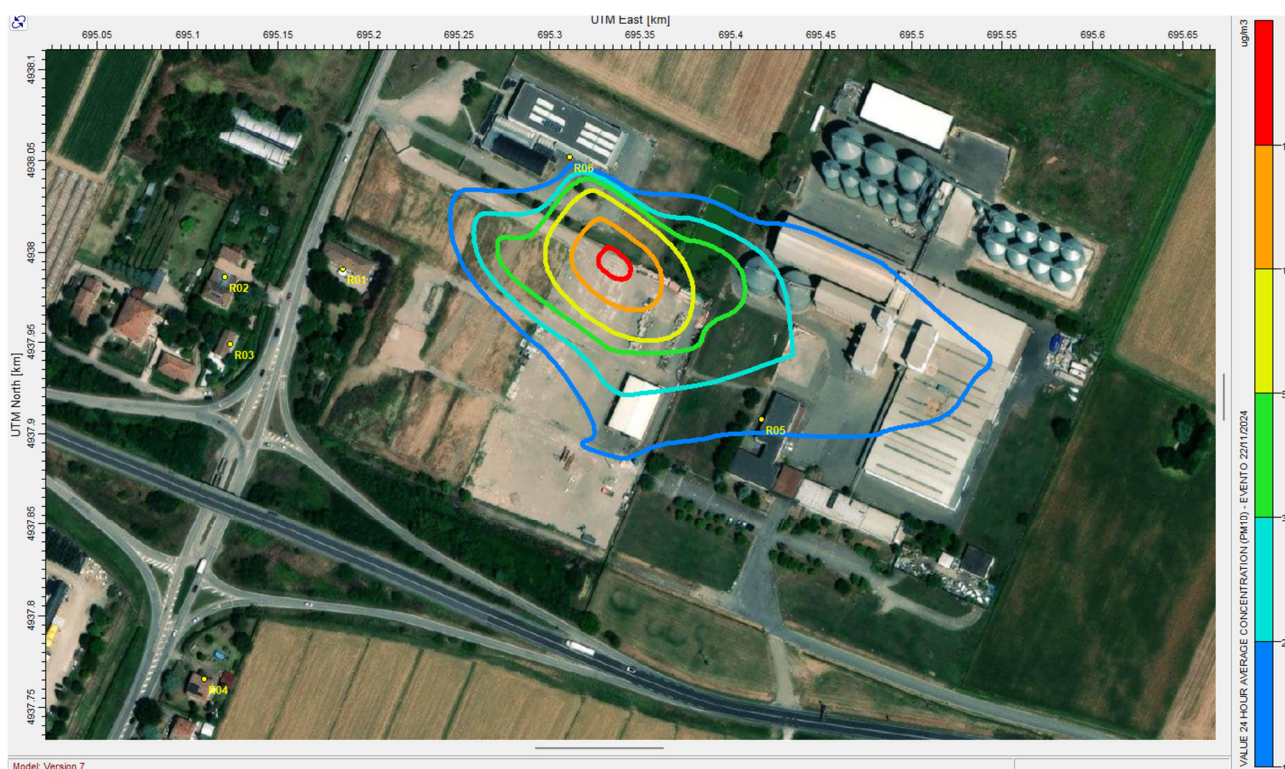
Figura 8-5 – PM10 - Evento erosivo maggiormente critico – Contributo della sola erosione eolica (media oraria)

## Emissioni in atmosfera

### Studio impatto qualità dell'aria

Lo scenario di massima criticità potenziale per il territorio potrebbe apparire quello individuabile in fenomeni anemometrici contraddistinti da una direzione del vento corrispondente al settore orientale (con coinvolgimento dei bersagli residenziali R01, R02 e R03) ma l'incidenza statistica di condizioni tali da poter produrre un'emissione significativa appare, tuttavia, molto modesta (si veda anche la rosa dei venti): si parlerebbe, in ogni caso, di eventi molto rari e la cui incidenza sullo stato di qualità dell'aria misurabile con gli indicatori previsti dal D.Lgs. 155/2010 risulterebbe poco significativa.

La seguente immagine, in ultimo, riporta l'esito del calcolo su base 24 h (media giornaliera) nel *worst case scenario* ipotetico corrispondente al giorno 22/11/2024 (peggiore evento erosivo dell'anno) con le sorgenti corrispondenti alle attività produttive attive (mancata sospensione delle attività).



**Figura 8-6 – PM10 - Evento erosivo maggiormente critico – Erosione eolica e sorgenti produttive (media 24h)**

Nel caso specifico, in corrispondenza di R05 si otterrebbe una concentrazione media giornaliera pari a ca.  $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (e valori trascurabili altrove). L'incidenza relativa del fenomeno erosivo apparirebbe evidente ma il valore assoluto dell'impatto resta modesto.

**Emissioni in atmosfera  
Studio impatto qualità dell'aria**

È interessante osservare che le condizioni di vento che possono produrre l'erosione delle superfici dei cumuli, se da un lato pongono il tema di un disturbo significativo (ancorchè di breve durata), dall'altro, in generale, comportano un'efficace e rapida dispersione del pennacchio sul territorio, anche considerando l'eventuale operatività delle altre sorgenti di stabilimento.

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria****9 RISULTATI**

La presente sezione riporta l'esito delle simulazioni condotte per la determinazione del contributo degli impianti e delle attività in progetto allo stato della qualità dell'aria del territorio circostante.

Per espressa consapevolezza metodologica è stato valutato di non includere gli eventi erosivi di cui al capitolo precedente anche a fronte dell'incidenza trascurabile che porterebbero sugli indicatori normativi per la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria delle attività in progetto.

I risultati delle simulazioni modellistiche sono stati espressi come campi di concentrazione ovvero una rappresentazione grafica della distribuzione nello spazio del livello del parametro inquinante in atmosfera (PM10) riferito ad un certo intervallo temporale.

Al termine delle elaborazioni modellistiche i campi simulati sono stati sottoposti ad opportune procedure di calcolo che, a partire dai valori di concentrazione media oraria al suolo, eventualmente aggregati su intervalli temporali più estesi, permettono il confronto con gli indicatori statistici di legge.

Sono quindi state create le mappe di concentrazione relative ai diversi indicatori. Le mappe di concentrazione sono state sovrapposte ad un'immagine satellitare.

Oltre alle mappe è stato riportato il valore dei parametri in oggetto calcolato in corrispondenza dei ricettori discreti definiti.

Nella seguente tabella è riportato l'elenco degli indicatori per i quali è stato effettuato il calcolo e sono state preparate le mappe con riferimento alle sorgenti in progetto.

Parametro	Indicatore statistico / mappa	ALLEGATO
PM10	Media annua	<b>Figura 1</b>
	35° valore delle medie giornaliere sull'anno civile <sup>(1)</sup>	<b>Figura 2</b>

(1) Calcolato come 90,4° percentile delle medie giornaliere sull'anno civile. La mappa riporta il contributo delle sorgenti in progetto al netto dei valori del fondo ambientale.

Di seguito, sono riportati in formato tabellare i risultati calcolati in corrispondenza dei ricettori discreti definiti:

- ✓ valori calcolati "Vc": il contributo delle sorgenti di progetto;
- ✓ valori di fondo "Vf": il fondo ambientale (si veda il capitolo 4 per la sua definizione);
- ✓ risultato complessivo =  $V_c + V_f$ ;
- ✓ incidenza del contributo delle sorgenti sul fondo ambientale =  $V_c / V_f$ .

Il valore massimo delle medie annuali calcolato dal codice di calcolo è risultato pari a **12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  in prossimità di un'area di carico del materiale (che emerge come la fase maggiormente critica), la C1b,

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria**

ma comunque all'interno del perimetro dell'insediamento di progetto. Si osservi che nella realtà della gestione delle attività aziendali, ovviamente, l'ubicazione delle sorgenti emmissive varierà in modo significativo su base giornaliera e l'attività sarà prevista su 300 giorni/anno (e non 365 come calcolato dal modello). Scopo della modellazione è valutare in termini numerici l'impatto potenziale di tali attività sul territorio. In particolare, è possibile osservare un decadimento molto rapido dei valori di concentrazione calcolabili con il modello all'aumentare della distanza dalle sorgenti emmissive: in poche decine di metri l'impatto si ridimensiona in maniera determinante; ad es. in corrispondenza di R06, collocato a soli 40 m dalla sorgente simulata maggiormente prossima (carico dal cumulo C1a), il valore della concentrazione media annua si attesterebbe a meno di  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , per un'incidenza sul valore di fondo attuale pari a ca. l'8%. L'osservazione della mappa di concentrazione in appendice (figura 1) evidenzia, in generale, un contributo al valore di concentrazione al suolo sul territorio circostante che non pone criticità significative qualora rapportato al valore limite normativo vigente di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

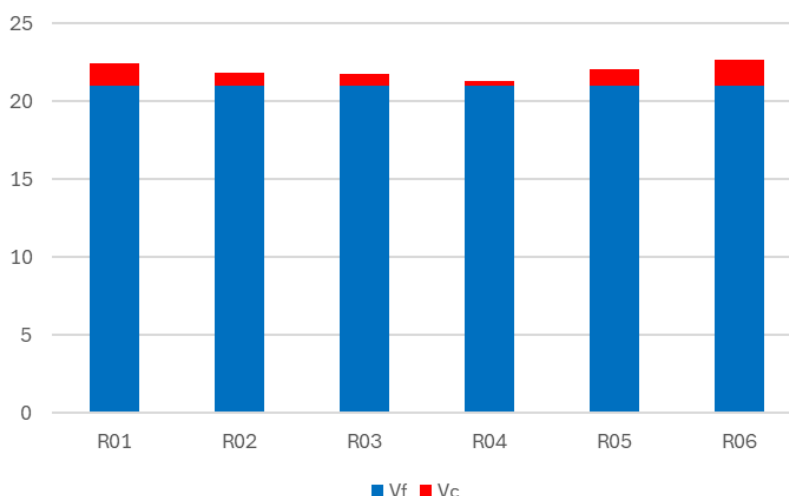
La seguente tabella riporta l'esito del calcolo in corrispondenza dei ricettori discreti definiti.

**Tabella 4 – PM10 – Media annua - Risultati in corrispondenza dei ricettori discreti**

Ricettore	Vc [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Vf [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Vc+Vf [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Vc/Vf
R01	1,43	21	22,43	6,8%
R02	0,81	21	21,81	3,8%
R03	0,75	21	21,75	3,6%
R04	0,28	21	21,28	1,3%
R05	1,08	21	22,08	5,1%
R06	1,68	21	22,68	8,0%

## Emissioni in atmosfera

### Studio impatto qualità dell'aria



**Figura 9-1 – PM10 – Media annua - Risultati in corrispondenza dei ricettori discreti**

Con riferimento al 35° valore delle medie giornaliere su base annua, le simulazioni individuano un massimo pari a 36  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sempre in prossimità dell'area di carico del materiale C1b ma comunque all'interno del perimetro dell'insediamento di progetto. Tuttavia, come evidenziato per la media annua, è possibile osservare un decadimento molto rapido dei valori di concentrazione calcolabili con il modello all'aumentare della distanza dalle sorgenti emissive. La sovrapposizione con i valori di fondo porta ad escludere un contributo calcolato in corrispondenza dei punti di calcolo discreti definiti tale da superare la soglia normativa di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (vd. tabella seguente).

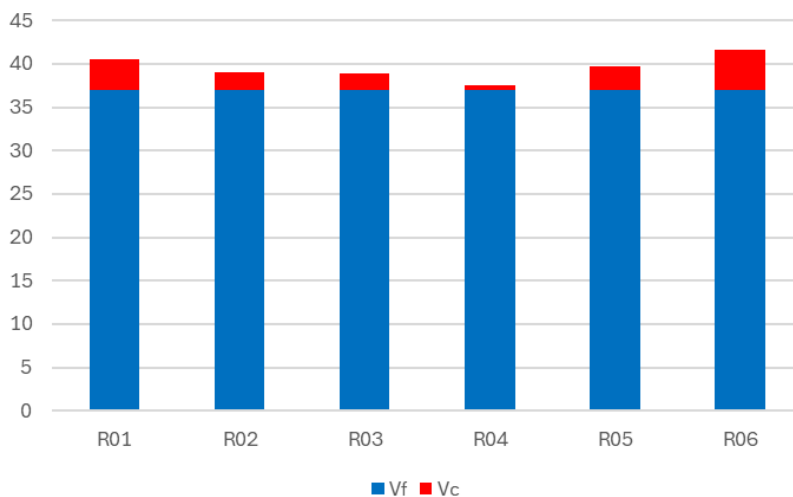
**Tabella 5 – PM10 – 35° valore delle medie giornaliere <sup>(1)</sup> - Risultati in corrispondenza dei ricettori discreti**

Ricettore	Vc [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Vf [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Vc+Vf [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Vc/Vf
<b>R01</b>	3,48	37	40,48	9,4%
<b>R02</b>	2,04	37	39,04	5,5%
<b>R03</b>	1,91	37	38,91	5,2%
<b>R04</b>	0,56	37	37,56	1,5%
<b>R05</b>	2,70	37	39,70	7,3%
<b>R06</b>	4,55	37	41,55	12,3%

(1) Calcolato come 90,4° percentile delle medie giornaliere sull'anno civile.

## Emissioni in atmosfera

### Studio impatto qualità dell'aria



**Figura 9-2 – PM10 – 35° valore delle medie giornaliere - Risultati in corrispondenza dei ricettori discreti**

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria****10 MITIGAZIONE E CONTROLLO DELLE POLVERI**

Le sorgenti emmissive in esame sono costituite da sorgenti di natura diffusa il cui impatto è fondamentalmente legato al valore di umidità del materiale oggetto di movimentazione e trattamento.

La mitigazione ed il controllo della produzione, del sollevamento e della dispersione delle polveri aziendali si strutturano nelle seguenti linee di intervento:

- ☐ pavimentazione e pulizia del percorso interno al sito produttivo per il transito degli autocarri;
- ☐ impianto di irrigazione mobile;
- ☐ barrieramento ad acqua (mediante *fog cannon*);
- ☐ monitoraggio della velocità del vento e definizione di soglie operative;
- ☐ impianti di frantumazione e vagliatura con sistema di abbattimento a bordo macchina;
- ☐ parco mezzi basso emissivi;
- ☐ copertura dei carichi;
- ☐ impianto di lavaggio delle ruote;
- ☐ piano di monitoraggio del particolato (PTS e PM10).

**Percorso interno**

Le valutazioni condotte in fase progettuale e l'analisi del potenziale contributo emissivo correlabile al transito dei mezzi all'interno dell'area produttiva hanno portato alla scelta di optare per la pavimentazione del percorso interno aziendale.

Tale ipotesi progettuale, unitamente alla dotazione in impianto di spazzatrice per la pulizia programmata e regolare della superficie della viabilità interna, consentono un controllo determinante del potenziale impatto correlabile al sollevamento di particolato per effetto del transito degli autocarri.

La velocità di transito in azienda, in ogni caso, dovrà essere mantenuta inferiore ai 20 km/h.

**Umidificazione dei materiali**

Le sorgenti maggiormente complesse da controllare sono quelle associate alla movimentazione dei materiali e, in particolare, alle fasi di carico sugli autocarri del materiale trattato.

L'unico modo efficace per controllare significativamente tale impatto consiste nell'intervenire sulla verifica delle condizioni di umidità dei cumuli oggetto di movimentazione, soprattutto durante il periodo estivo e, comunque, qualora gli apporti pluviometrici non siano risultati adeguati o sufficientemente ravvicinati nel tempo.

L'insediamento produttivo, pertanto, sarà dotato di impianto di irrigazione mobile in modo da poter intervenire quotidianamente e tempestivamente in corrispondenza delle aree che saranno oggetto di movimentazione e prelievo di materiale. Un'irrorazione preventiva con verifica visiva (sollevamento con

## Emissioni in atmosfera

### Studio impatto qualità dell'aria

benna e caduta) delle condizioni del materiale consente di abbattere drasticamente il fattore di emissione utilizzato per le valutazioni modellistiche condotte e contenere l'impatto entro dimensioni molto modeste e localizzate.

#### Barrieramento ad acqua

Il sito aziendale si doterà di un sistema di nebulizzazione dell'acqua mobile (*fog cannon*).

L'utilizzo dell'impianto in corrispondenza delle fasi operative maggiormente critiche (es. carico dell'impianto di produzione cls, vagliatura, ecc.) è subordinato ad una procedura operativa basata sulla definizione di soglie di velocità del vento rilevate mediante idonea centralina anemometrica installata in sito.

Il sistema mobile di nebulizzazione è costituito da un cannone nebulizzatore alimentato da cisterne mobili (vd. immagine seguente), in grado di intervenire in caso di necessità, creando una barriera di acqua nebulizzata che consente l'intercettazione del particolato aerodisperso e la sua precipitazione al suolo.



**Figura 10-1 – Barrieramento ad acqua mediante fog cannon**

L'analisi della letteratura tecnica consente di individuare soglie critiche di vento oltre le quali i fenomeni di produzione, sollevamento e dispersione delle polveri diventano significativi. Per materiali contraddistinti da una granulometria molto fine, quale la calce, ad esempio, è possibile ricondursi al documento "Traitement des sol à la chaux et/ou aux liants hydrauliques" pubblicato dal Ministero dei Trasporti francese (nel seguito denominato "Guida tecnica").

La Guida tecnica riporta una soglia di velocità del vento misurata ad 1 m dal suolo, oltre la quale è indicata l'interruzione delle lavorazioni, di 40 km/h (ca. 11 m/s), velocità del vento alla quale il materiale

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria**

fine può essere osservato ad occhio (senza l'esecuzione di misure) venendo disperso ad una distanza compresa tra i 50 e gli 80 m dalla sorgente.

L'approfondimento condotto sull'erosione eolica con l'impiego della metodologia US EPA AP-42 ha portato ad evidenziare una soglia di velocità del vento su base media oraria pari a ca. 8,1 m/s e corrispondente ad un *fastest mile* (velocità del vento mediata su ca. 2/3 minuti) pari a ca. 9,3 m/s (a quota 10 m) per l'innesco del fenomeno erosivo dei materiali in oggetto.

Per l'implementazione della procedura operativa di barrieramento ad acqua, si propongono, pertanto, le due seguenti soglie di intervento:

- ✓ sospensione delle lavorazioni: velocità media del vento su 5 minuti misurata a 2 m dal p.c. superiore a 7 m/s (ca. 9 m/s @ 10 m e confrontabile col *fastest mile* di soglia per l'innesco del fenomeno erosivo);
- ✓ attivazione degli interventi di mitigazione (barrieramento ad acqua): velocità media del vento su 5 minuti misurata a 2 m dal p.c. superiore a 4 m/s (ca. 5 m/s @ 10 m).

Le soglie di intervento proposte saranno impostate come soglie di allarme sulla centralina della stazione anemometrica aziendale che effettua anche la registrazione del dato.

Su base statistica, l'analisi dell'input meteorologico definito per il calcolo modellistico (set di dati relativo all'anno 2024) evidenzia un superamento della soglia di 8 m/s (@ 10 m), come media oraria, corrispondente a 12 ore/anno mentre la soglia di 5 m/s (sempre come media oraria) è stata superata per 372 ore/anno, ossia con un'incidenza su base annua pari a ca. il 4% (ore notturne incluse).

Le soglie di intervento proposte si ritengono conservative rispetto alle indicazioni disponibili in letteratura e proposte in altri contesti (es. cantieri grandi opere, ecc.) e, d'altra parte, ragionevoli dal punto di vista dei costi e dell'operatività aziendali.

Piano di monitoraggio del particolato (PTS e PM10)

In corrispondenza dei ricettori maggiormente prossimi al perimetro aziendale (R01 e R06) si prevede, come richiesto, l'adozione di un sistema di monitoraggio del particolato basato su centralina *real time*. Tale strumentazione permetterà il monitoraggio in continuo ed in tempo reale dei parametri PTS e PM10, garantendo un tempestivo intervento in caso di superamento della soglia preimpostata (e concordata con l'ente preposto) e la condivisione e visualizzazione del dato direttamente da piattaforma web.

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria**

Il piano prevede l'esecuzione di campagne *ante operam* della durata minima di 15 giorni mediante campionatore gravimetrico (UNI EN 12341) o centralina di monitoraggio in continuo presso il ricettore R06. Il numero delle campagne dovrà essere tale da coprire, possibilmente, la stagionalità dell'andamento dell'attuale stato di qualità dell'aria locale.

Il monitoraggio *post operam* sarà eseguito mediante centralina *real time* dotata di tecnologia ottica. In particolare, saranno determinati e registrati su base quotidiana;

- ✓ la media sulle 24 h del PM10;
- ✓ la media sulle 24 h delle PTS.

Il riferimento tecnico normativo per l'esecuzione di tali misure è costituito dalla UNI EN 16450.

La risoluzione temporale minima di acquisizione e registrazione del dato dello strumento dovrà essere almeno confrontabile con quella dell'anemometro.

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria****11 CONCLUSIONI**

La definizione del quadro emissivo e dell'ubicazione delle sorgenti è stata condotta al fine di ricostruire nel modo maggiormente rappresentativo possibile, compatibilmente con i vincoli tecnici posti dalla modellizzazione, lo scenario, su base giornaliera, dell'operatività aziendale prevista a progetto.

Il calcolo degli indicatori di riferimento per la definizione dell'impatto potenziale delle attività previste porta alla stima di un contributo potenzialmente significativo in prossimità del perimetro dell'insediamento. Tuttavia, da un lato le sorgenti emmissive maggiormente impattanti (fasi di carico del materiale trattato) sono mobili e, pertanto, insistono su aree anche molto distanti tra loro, dall'altro la descrizione dell'impatto sul territorio evidenzia un rapido decadimento dello stesso con l'aumentare della distanza. In particolare, non si ravvisa un rischio significativo di superamento delle soglie normative di legge del particolato (PM10) ancorchè alcuni ricettori presenti sul territorio si collochino a distanza molto ravvicinata dal perimetro del futuro insediamento produttivo.

Non ultimo, le sorgenti maggiormente impattanti (corrispondenti alle emissioni diffuse prodotte dalla movimentazione del materiale per il carico dello stesso) sono facilmente mitigabili con efficacia mediante un'adeguata umidificazione del materiale e, pertanto, rispetto alle ipotesi adottate per il calcolo (e, in particolare, ai fattori di emissione specifici disponibili in letteratura) è legittimo attendersi anche valori significativamente inferiori dei parametri stimati.

Nel complesso, le misure di mitigazione, le dotazioni di cui si doterà il sito produttivo e le procedure operative che saranno definite consentono un efficace controllo della produzione, del sollevamento e della dispersione delle polveri correlabili alle attività in oggetto.

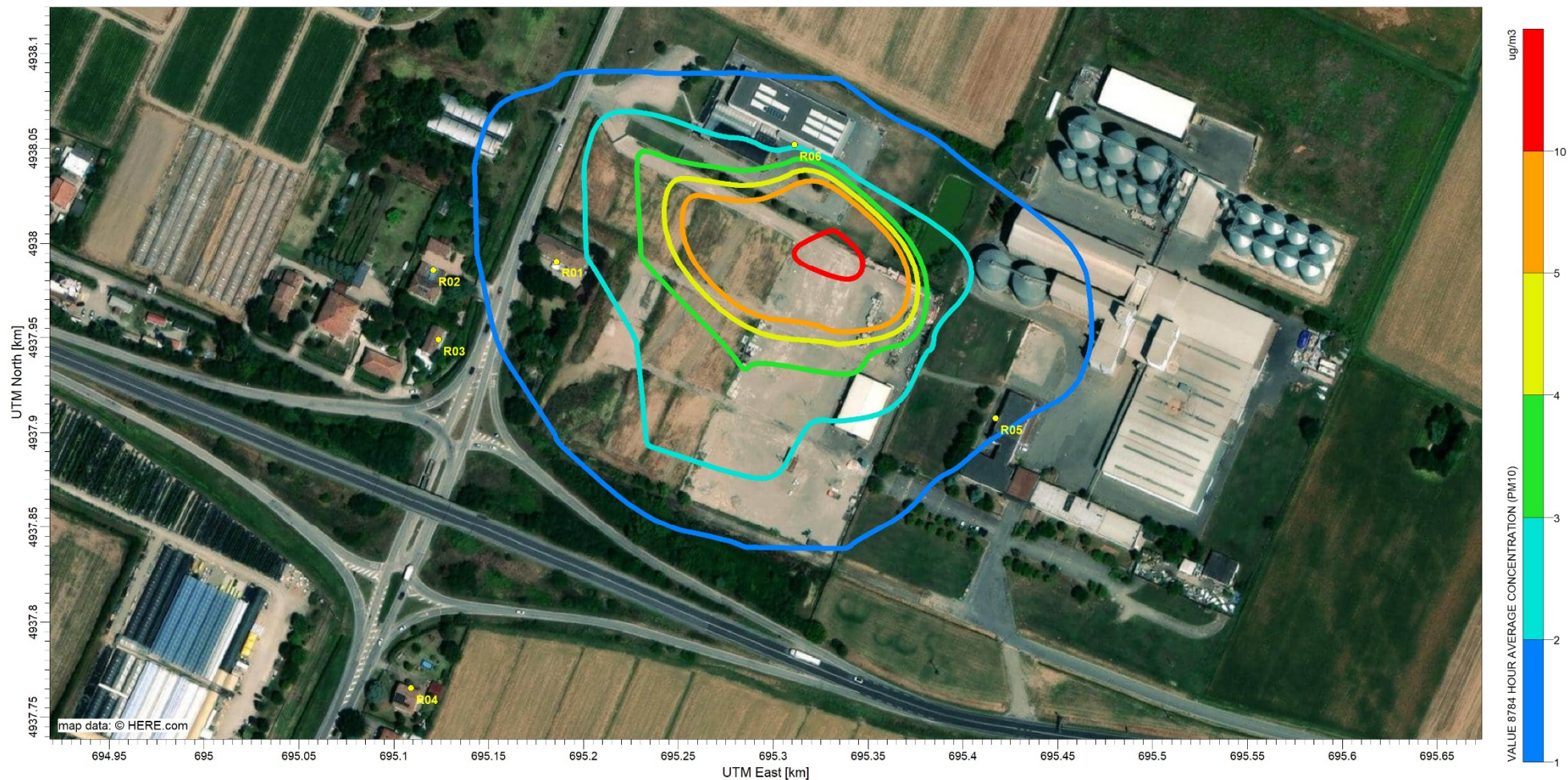
**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria**

**12 APPENDICE – MAPPE DI CONCENTRAZIONE**

**FIGURA 1 – PM10 / Media annua**

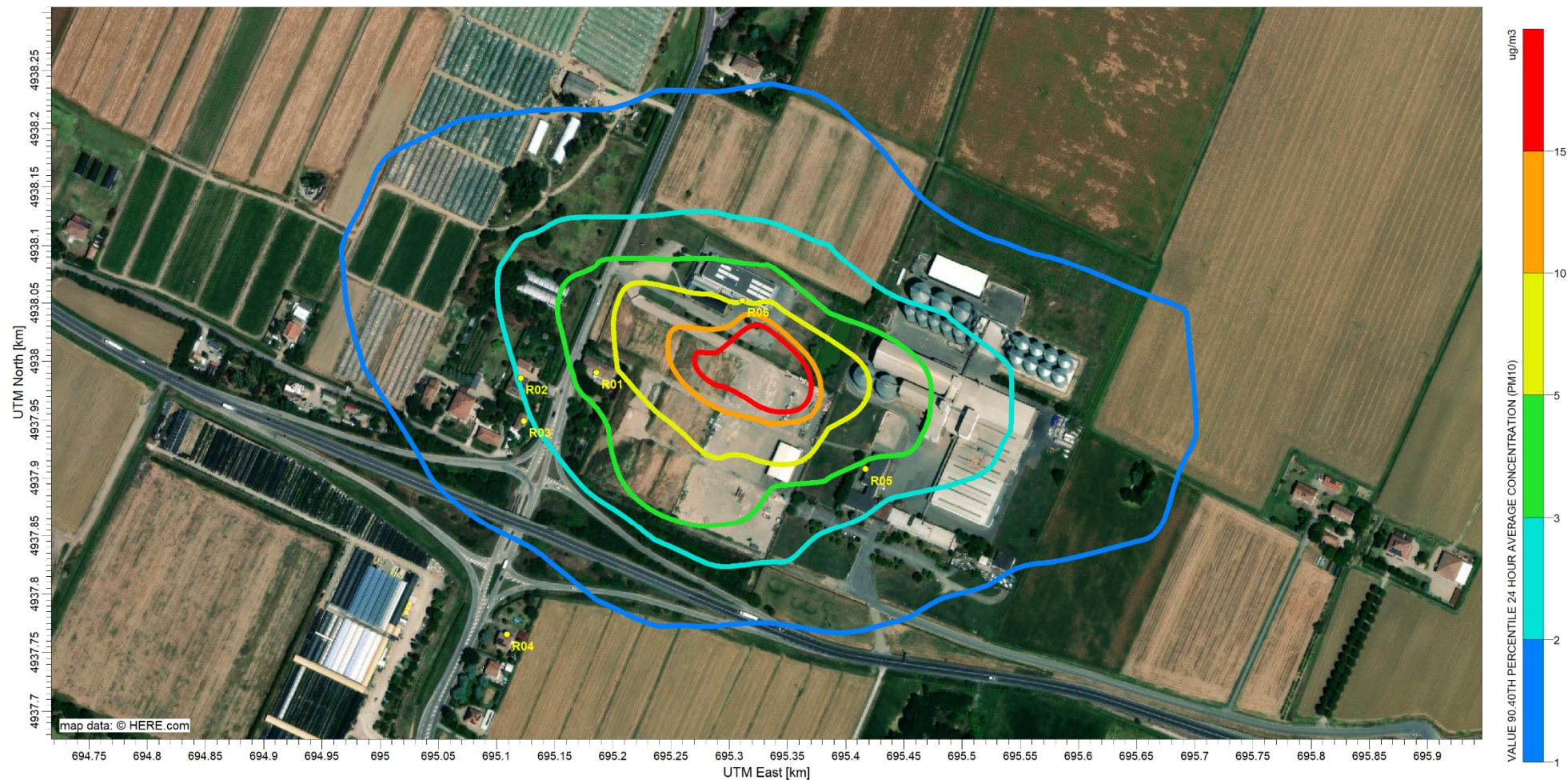
**FIGURA 2 - PM10 / 35° valore delle medie giornaliere sull'anno civile**

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria**



**Figura 1 – PM10 / Media annua**

**Emissioni in atmosfera**  
**Studio impatto qualità dell'aria**



**Figura 2 - PM10 / 35° valore delle medie giornaliere sull'anno civile**