



DA 24-2018 / II - S.S. 52 "Carnica"

LAVORI DI RICOSTRUZIONE DEL PONTE SUL FIUME FELLA NEI COMUNI DI AMARO E VENZONE  
 DAL km 0+800 AL km 1+190 CIRCA

# PROGETTO DEFINITIVO / ESECUTIVO

**PROGETTAZIONE GENERALE e COORDINAMENTO:**

dott. ing. Luca Vittori  
 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Gorizia - posizione n° 446/A

**VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA' ALLA V.I.A.:**

dott. ing. Germana Bodi - Via Carnaro n. 33 Pordenone germanabodi@yahoo.com  
 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pordenone - posizione n° 912

**IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO e DIRETTORE GENERALE:**

dott. ing. Sandro Didonè  
 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Trento - posizione n° 1191/A

## VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ATMOSFERICO DURANTE LA FASE DI CANTIERE

CUP: E55F22000920002

PROGETTO AX: AX000639

CODICE LAVORO: DA 24-2018/II

CODIFICA:

6 3 9 P D E R 1 0

NUMERO ELABORATO:

R.10

REVISIONE:

A

SCALA:

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	EMISSIONE	AGO 2022	GB	LV	LV

## INDICE

<b>1.1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>1.2</b>	<b>AREE DI CANTIERE</b> .....	<b>3</b>
1.2.1	ANALISI DELLE FASI LAVORATIVE.....	3
1.2.2	DESCRIZIONE DELLE FASI LAVORATIVE .....	4
1.2.3	DATI DI INPUT DELL'ANALISI MODELLISTICA .....	5
1.2.4	MODELLO DI CALCOLO.....	6
1.2.5	STIMA DEI FATTORI DI EMISSIONE.....	6
1.2.5.1	Premessa .....	6
1.2.5.2	Emissioni dai fumi di scarico dei mezzi/macchine operatrici .....	7
1.2.5.3	Scotico e sbancamento superficiale.....	9
1.2.5.4	Impianto mobile di prima frantumazione .....	9
1.2.5.5	Emissioni legate alla movimentazione del terreno.....	10
1.2.5.6	Emissioni legate al transito dei mezzi pesanti di cantiere sulla viabilità non asfaltata..	11
1.2.5.7	Sintesi del quadro emissivo .....	12
1.2.6	SCENARIO METEOCLIMATICO E VALORI DI FONDO.....	12
1.2.7	DOMINIO DI CALCOLO.....	13
1.2.8	RISULTATI DELLE SIMULAZIONI.....	15
<b>1.3</b>	<b>TRAFFICO INDOTTO</b> .....	<b>18</b>
1.3.1	PREMESSA.....	18
1.3.2	MODELLO DI CALCOLO.....	18
1.3.3	DOMINIO DI CALCOLO.....	18
1.3.4	STIMA DEI FATTORI DI EMISSIONE.....	19
1.3.5	RISULTATI DELLE SIMULAZIONI.....	19
<b>1.4</b>	<b>MISURE DI MITIGAZIONE</b> .....	<b>23</b>



Le ulteriori fasi di cantiere per tipologia di attività, costituiscono fasi molto meno impattanti dal punto di vista della produzione di polveri e inquinanti in atmosfera rispetto alla prima.

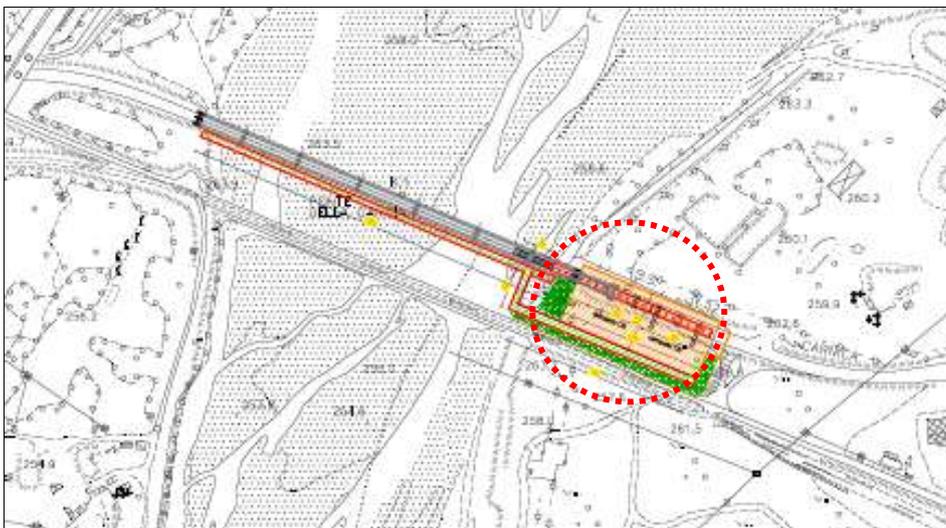
Tali attività sono:

- La realizzazione delle opere di fondazione e di elevazione
- La realizzazione dell'impalcato in acciaio
- La realizzazione della soletta dell'impalcato
- La realizzazione delle terre rinforzate e le opere di finitura
- Le opere di finitura.

Il modello previsionale infatti viene applicato con riferimento a una "giornata tipo" di cantiere che rappresenta la vita media di quest'ultimo, con approccio cautelativo.

## 1.2.2 DESCRIZIONE DELLE FASI LAVORATIVE

Si riporta di seguito la descrizione delle attività previste nell'accantieramento e demolizione. È prevista la realizzazione di un cantiere fisso per il deposito materiali, mezzi ed attrezzature presso il raccordo con la viabilità esistente, in sponda sinistra orografica nel lato est in Comune di Venzone. Il cantiere verrà impostato dal lato sud dell'attuale spalla in Comune di Venzone, nello spazio che attualmente è libero da ingombri ed è ricoperto da sola vegetazione.



L'area è perimetrata dal rilevato della SS 52, dal rilevato del ex ponte ferroviario, dalla sponda sinistra orografica del Fella e dal ramo di svicolo dell'attuale intersezione che raccorda la SS 52 al ex ponte ferroviario che attualmente ospita la SS 52 come ponte stradale a doppio senso di marcia. È un'area di circa  $170 * 60 = 10.200$  mq di cui una parte verrà rialzata mediante la realizzazione di un rilevato di cantiere, e portata alla quota utile per il varo del nuovo impalcato che è di circa 2,50 metri più bassa dell'attuale piano rotabile della SS 52. Tale area avrà una superficie di circa  $125 * 30 = 3.750$  mq. L'estradosso del rilevato del realizzando cantiere verrà a trovarsi alla quota di poco inferiore a +5,00 m dall'attuale piano campagna. Il volume di **materiale terrigeno necessario** per la formazione di detto rilevato di cantiere sarà di circa 19 mila mc ca. Il materiale che verrà così recuperato (circa **3.750** mc a meno delle asfaltature che verranno fresate ed allontanate) verrà impiegato per portare in quota l'area del contermine rilevato di cantiere.

Per la demolizione, la prima lavorazione da eseguire sarà il disboscamento dell'area di cantiere come sopra indicata e tutte le altre aree che saranno interessate dagli interventi quali: le scarpate dei rilevati in approccio ad entrambe le sponde del Fiume Fella e le aree per la realizzazione delle due piste di discesa nell'alveo del Fiume Fella. Si dovranno quindi

realizzare le due piste di accesso all'alveo del Fiume Fella da entrambe le sponde, poste a sud del ponte esistente da demolire. Quindi verrà realizzata una prima porzione del rilevato di cantiere posto in spalla Venzone come sopra descritto, in cui verrà posizionato il frantoio necessario alla frantumazione del calcestruzzo che proverrà dalla demolizione del ponte esistente. Quindi si dovrà realizzare la **protezione dell'area dell'alveo** del Fiume Fella posta sotto l'impalcato da demolire per una superficie di dimensione di 8.000 mq con andamento trasversale al corso del Fella ed in asse al ponte da demolire con lo scopo di raccogliere tutti i materiali che proverranno dalla demolizione del ponte e che non dovranno contaminare il piano delle ghiaie del Fella da cui dovranno essere separati. Tale spazio avrà anche la funzione di pista di cantiere per la successiva realizzazione delle opere di fondazione ed in elevazione del nuovo manufatto. I mezzi di demolizione del ponte esistente, nonché quelli di cantiere per la movimentazione dei materiali in alveo e per la realizzazione delle fondazioni e delle pile dovranno muoversi solo in tale spazio.

Le opere di **demolizione** dell'impalcato e delle pile avverrà dal basso con l'impiego di pinze meccaniche e martellone per la prima riduzione dimensionale dei blocchi di calcestruzzo che si formeranno in corso della demolizione meccanica. Il calcestruzzo opportunamente ridotto nelle dimensioni con l'impiego del martellone, verrà caricato con una pala su un *dumper* che lo porterà al frantoio allocato presso la spalla sud dove verrà ulteriormente ridotto di dimensione portandolo alle dimensioni utili al suo reimpiego quale materiale per la realizzazione del rilevato di cantiere. Il volume atteso di calcestruzzo proveniente dalla demolizione dell'impalcato è di circa  $(2.281,17 * 1,25 = 2.900 \text{ mc})$  che corrisponde a circa 5.761 ton di calcestruzzo da trattare con il *truk*. Con il materiale che man mano verrà prodotto dal *truk* alimentato con il materiale da demolizione trasportato dal *dumper*, si darà corso al completamento/realizzazione del rilevato di cantiere presso la spalla est lato Venzone. Il fabbisogno per tale rilevato è di circa 19 mila mc come sopra riportato. Tale fabbisogno verrà anche garantito dalla quantità di materiale proveniente dalla demolizione del rilevato della SS 52 (3.750 mc) e da quanto prodotto con il *Truk*. La restante parte di materiale (12,5 mila mc) verrà prelevato dall'alveo del Fiume Fella. A lavoro ultimato stessa quantità **doavrà essere riportata in alveo del Fella** a meno dello strato di finitura superficiale che andrà allontanato ad impianto in quanto potenzialmente inquinato.

### 1.2.3 DATI DI INPUT DELL'ANALISI MODELLISTICA

FASE LAVORATIVA		QUANTITÀ UTILIZZATE NEL MODELLO (forniti dai progettisti)	DURATA
<b>Attività di accantieramento e demolizioni</b>	Scotico del materiale vegetale e superficiale per la realizzazione dell'area di cantiere fissa	Superficie di scotico 8.800 mq	21 settimane mesi (100 giorni ca.)
	Realizzazione delle piste di cantiere e protezione dell'alveo	5.600 mc dall'alveo per livellamento in ombra ponte 3.200 mc materiale derivante dall'alveo 3.520 mc materiale proveniente da cava	

	Demolizione del ponte esistente	2.900 mc proveniente dalla demolizione per realizzazione rilevato del cantiere fisso	
	Rimozione del rilevato della SS52 spalla lato Venzone	3.750 mc rimossi e portati in area per la realizzazione del rilevato del piazzale di varo	
	Realizzazione del piazzale di varo	12.500 mc che provengono dall'alveo e i volumi sopra riportati (3750 mc + 2900mc) per un totale di 19.150mc	
	Smaltimento in discarica	265 mc strato superficiale sia dell'area di piazzale di varo 457 mc strato superficiale della pista di cantiere e protezione dell'alveo	

### Mezzi d'opera utilizzati

Per la realizzazione del rilevato del piazzale di varo si prevedono: 2 dumper max, ruspa, escavatore, rullo compattatore. Ci sarà pure un truk mobile per il recupero dei materiali.

Per il resto delle attività della fase di accantieramento e demolizione verranno utilizzati un escavatore con pinza e una fresatrice per asfalto.

## 1.2.4 MODELLO DI CALCOLO

Per la previsione della concentrazione degli inquinanti dovute alle aree di cantiere è stato utilizzato WinDimula 4.0 della Maind S.r.l. WinDimula che rappresenta l'evoluzione sotto Windows del modello DIMULA sviluppato da ENEA (Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente).

MMS WinDimula 4.x utilizzato è la nuova versione del noto modello gaussiano inserito nell'elenco dei modelli consigliati da APAT (Agenzia Italiana per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici) per la valutazione e gestione della qualità dell'aria.

## 1.2.5 STIMA DEI FATTORI DI EMISSIONE

### 1.2.5.1 Premessa

Nel presente studio sono state analizzate le **sorgenti areali** che derivano dalle lavorazioni di cantiere significative per la produzione di inquinanti in atmosfera.

Le emissioni in atmosfera associate all'attività di cantiere possono essere ricondotte essenzialmente a due tipologie emissive, ovvero da processi di lavoro e dagli scarichi delle macchine operatrici.

Le prime sono legate principalmente alla formazione ed al risollevarimento di polveri a seguito delle movimentazioni meccaniche, mentre le seconde sono determinate da processi di combustione e di abrasione nei motori (diesel, benzina, gas).

In relazione alle emissioni di inquinanti maggiormente relazionabili a tali attività di cantiere, anche con riferimento alle criticità della matrice emissiva locale e regionale, sono stati presi in considerazione gli inquinanti PM<sub>10</sub>.

Per la stima delle emissioni dei mezzi si è fatto riferimento alla metodologia suggerita dall'agenzia Europea per l'ambiente (EEA). In particolare, i fattori emissivi utilizzati per il presente studio sono stati desunti dal documento “*EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2019*”, alla data dell'elaborazione del presente studio ultima aggiornata.

Per il particolato (PM<sub>10</sub>) l'analisi è stata condotta, con riferimento alle “*Linee Guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti*”, redatta a cura di ARPAT e Provincia di Firenze.

Sulla base delle attività di cantiere individuate con riferimento alle Linee guida ARPAT sono state analizzate le seguenti operazioni:

- Emissioni dei mezzi utilizzati (autocarri e macchine operatrici) EEA (European Environment Agency)
- Attività di scotico e sbancamento dei materiali superficiali (AP-42 13.2.3)
- Processi relativi alle attività di frantumazione e macinazione del materiale e all'attività di agglomerazione del materiale (AP-42: 11.19.2)
- Movimentazione del terreno, Formazione e stoccaggio di cumuli (AP-42 13.2.4)
- Transitio di mezzi su strade non asfaltate (AP-42 13.2.2)

Si riportano di seguito le descrizioni di ciascun contributo emissivo considerato per il calcolo delle emissioni considerate nella fase di cantiere.

#### 1.2.5.2 Emissioni dai fumi di scarico dei mezzi/macchine operatrici

Per il particolato PM<sub>10</sub>, l'analisi è stata condotta sia seguendo la metodologia EEA (European Environment Agency) che le metodologie indicate delle suddette linee guida redatte da ARPAT, di cui si dettaglierà nel paragrafo successivo.

Si riporta di seguito la tabella dei fattori di emissione desunti dal database della EEA, tratta dalla tabella *Table 3-6 Baseline emission factors and fuel consumption (FC) for diesel NRMM [g/kWh]*. Per le emissioni di polveri si riportano i valori riferiti al livello stage IV, escludendo cautelativamente le più recenti macchie edili che dopo il 2019 si riferiscono allo stage V.

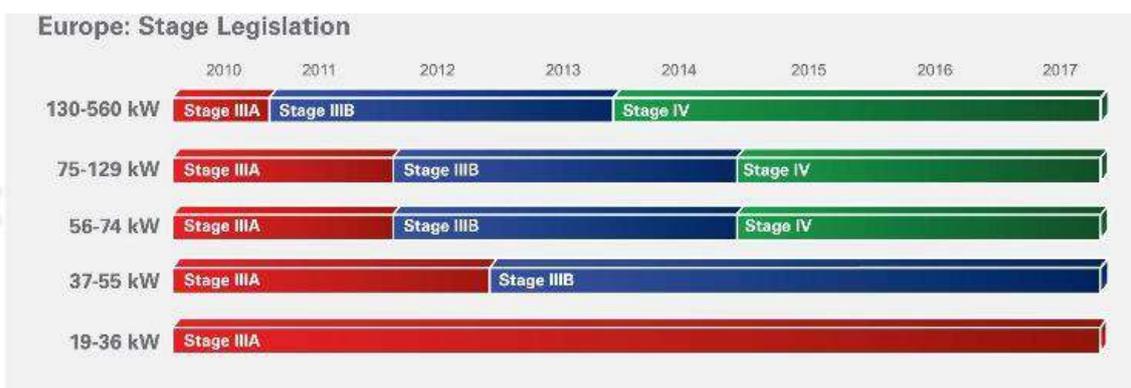


Table 3-6 Baseline emission factors and fuel consumption (FC) for diesel NRMM [g/kWh]

Engine Power (kW)	Technology Level	NO <sub>x</sub>	VOC	CH <sub>4</sub>	CO	N <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	PM	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	BC	FC
P<8	<1981	12.00	3.00	0.120	7.00	0.035	0.002	2.800	2.800	2.800	1.340	300
P<8	1981-1990	11.30	3.80	0.091	6.00	0.035	0.002	2.300	2.300	2.300	1.265	285
P<8	1991-Stage I	11.20	2.30	0.060	5.00	0.035	0.002	1.600	1.600	1.600	0.880	270
P<8	Stage V	6.08	0.68	0.016	4.80	0.035	0.002	0.400	0.400	0.400	0.320	270
8<P<19	<1981	12.00	3.00	0.120	7.00	0.035	0.002	2.800	2.800	2.800	1.340	300
8<P<19	1981-1990	11.30	3.80	0.091	6.00	0.035	0.002	2.300	2.300	2.300	1.265	285
8<P<19	1991-Stage I	11.20	2.30	0.060	5.00	0.035	0.002	1.600	1.600	1.600	0.880	270
8<P<19	Stage V	6.08	0.68	0.016	3.96	0.035	0.002	0.400	0.400	0.400	0.320	270
19<P<37	<1981	18.00	2.30	0.060	6.30	0.035	0.002	2.000	2.000	2.000	1.100	300
19<P<37	1981-1990	18.00	2.20	0.053	5.30	0.035	0.002	1.400	1.400	1.400	0.770	281
19<P<37	1991-Stage I	9.80	1.80	0.043	4.50	0.035	0.002	1.400	1.400	1.400	0.770	262
19<P<37	Stage II	6.30	0.60	0.014	2.20	0.035	0.002	0.400	0.400	0.400	0.320	262
19<P<37	Stage IIIA	6.08	0.60	0.014	2.20	0.035	0.002	0.400	0.400	0.400	0.320	262
19<P<37	Stage V	3.81	0.42	0.010	2.20	0.035	0.002	0.015	0.015	0.015	0.002	262
37<P<56	<1981	7.70	2.40	0.058	6.00	0.035	0.002	1.800	1.800	1.800	0.990	290
37<P<56	1981-1990	8.60	2.00	0.048	5.30	0.035	0.002	1.200	1.200	1.200	0.660	275
37<P<56	1991-Stage I	11.30	1.30	0.036	4.30	0.035	0.002	0.800	0.800	0.800	0.440	260
37<P<56	Stage I	7.70	0.60	0.014	2.20	0.035	0.002	0.400	0.400	0.400	0.320	260
37<P<56	Stage II	5.30	0.40	0.010	2.20	0.035	0.002	0.200	0.200	0.200	0.160	260
37<P<56	Stage IIIA	3.81	0.40	0.010	2.20	0.035	0.002	0.200	0.200	0.200	0.160	260
37<P<56	Stage IIIB	3.81	0.28	0.007	2.20	0.035	0.002	0.025	0.025	0.025	0.020	260
37<P<56	Stage V	3.81	0.28	0.007	2.20	0.035	0.002	0.015	0.015	0.015	0.002	260
56<P<75	<1981	7.70	2.40	0.058	6.00	0.035	0.002	1.800	1.800	1.800	0.990	290
56<P<75	1981-1990	8.60	2.00	0.048	5.30	0.035	0.002	1.200	1.200	1.200	0.660	275
56<P<75	1991-Stage I	11.30	1.30	0.036	4.30	0.035	0.002	0.800	0.800	0.800	0.440	260
56<P<75	Stage I	7.70	0.60	0.014	2.20	0.035	0.002	0.400	0.400	0.400	0.320	260
56<P<75	Stage II	5.30	0.40	0.010	2.20	0.035	0.002	0.200	0.200	0.200	0.160	260
56<P<75	Stage IIIA	3.81	0.40	0.010	2.20	0.035	0.002	0.200	0.200	0.200	0.160	260
56<P<75	Stage IIIB	2.97	0.28	0.007	2.20	0.035	0.002	0.025	0.025	0.025	0.020	260
56<P<75	Stage IV	0.40	0.28	0.007	2.20	0.035	0.002	0.025	0.025	0.025	0.020	260
56<P<75	Stage V	0.40	0.13	0.003	2.20	0.035	0.002	0.015	0.015	0.015	0.002	260
75<P<130	<1981	10.50	2.00	0.048	5.00	0.035	0.002	1.400	1.400	1.400	0.770	280
75<P<130	1981-1990	11.80	1.60	0.038	4.30	0.035	0.002	1.000	1.000	1.000	0.530	268
75<P<130	1991-Stage I	13.30	1.20	0.029	3.30	0.035	0.002	0.400	0.400	0.400	0.220	255
75<P<130	Stage I	8.10	0.40	0.010	1.30	0.035	0.002	0.200	0.200	0.200	0.160	255

Intervallo di potenza kW					
	19-37	37-56	56-75	75-130	130-560
	<b>Fattore emissione per inquinante (g/kWh)</b>				
<b>PM<sub>10</sub></b>	0,4	0,20	0,025	0,025	0,015

Moltiplicando i fattori di emissione per il numero di mezzi operativi e, in maniera cautelativa, considerando la totalità dei mezzi attiva per tutta la giornata di cantiere considerata si ottiene una stima delle **emissioni generate dai mezzi d'opera** del cantiere stesso.

Si considerano i mezzi utilizzati durante l'attività più impattante in relazione alla quantità di materiale movimentato e alla vicinanza con la maggior parte dei ricettori (lato Venzone). Tale attività fa riferimento al completamento/realizzazione del rilevato di cantiere presso la spalla est lato frazione di Carnia.

I mezzi d'opera sono stati ipotizzati funzionare alla metà della potenza massima riportata nella tabella seguente.

	Potenza (kW)	kW/2
Escavatore	110	55
Ruspa	90	45
dumper	230	115
Rullo compattatore	120	60

Dalla potenza media pari a 68 KW ipotizzando il riferimento allo stage IV si trova

Emissioni mezzi	Kg/giorno	g/g
PM <sub>10</sub>	0,068	68,75

Per la stima dei fattori di **emissione degli autocarri** si è fatto riferimento ai dati sul trasporto utilizzati per l'inventario nazionale presenti sul sito <http://www.sinanet.apat.it>.

Con riferimento ai dati ISPRA Sinanet aggiornato al 2019, con riferimento ai Heavy Duty Trucks diesel il fattore di emissione per il PM10 è pari a 0,155 g/Km.

Considerando n°21 mezzi (cautelativi) ed un percorso medio di ca. 1 km (che considera oltre il doppio della lunghezza del cantiere) si ottiene quanto segue.

Emissioni autocarri	Kg/giorno 2019
PM10	0,0032

### 1.2.5.3 Scotico e sbancamento

L'attività di scotico (rimozione degli strati superficiali del terreno) e sbancamento del materiale superficiale viene effettuata nel cantiere mediante escavatore/ruspa e, secondo quanto indicato al paragrafo 13.2.3 "Heavy construction operations" dell'AP-42, produce delle emissioni di PTS (polveri totali sospese) con un rateo di 5.7 kg/km. Per riferire questo valore al PM10, in accordo con le Linee Guida Arpa Toscana, si è ritenuto cautelativo considerare una componente PM10 dell'ordine del 60% del PTS.

Poiché i dati a disposizione sono riferiti quasi esclusivamente a volumetrie scavate o sbancate, per effettuare la stima della lunghezza dei tratti scavati si è considerato che 1 m<sup>3</sup> di materiale scavato corrisponde a 1 m lineare di scavo. Quindi considerando 8800 mq dell'area di cantiere da sbancare si trova 8,8 Km. L'emissione risultante è pari a 0,03 Kg/h cioè 33,44 g/h che corrisponde a **0,267 Kg/g**.

### 1.2.5.4 Impianto mobile di prima frantumazione

Per il recupero inerti provenienti dall'evacuazione del materiale dall'alveo. Si tratta di una quantità di lavorazione oraria pari a 100 t/h. Si fa riferimento ai processi relativi alle attività di frantumazione e macinazione del materiale e all'attività di agglomerazione del materiale (capitolo AP-42: 11.19.2) delle L.G. di ARPAT.

Si riporta di seguito uno schema della lavorazione di un truk mobile. La dotazione impiantistica dell'impianto è la seguente:

- tramoggia di carico;

- alimentatore vibrante;
- vaglio per la separazione di materiali fini;
- nastro reversibile per scaricare il materiale fine su un nastro laterale oppure sul nastro principale;
- frantoio con regolazione idraulica dell'apertura;
- nastro trasportatore principale;
- separatore magnetico;
- sistema di abbattimento polveri mediante nebulizzazione d'acqua.

Attività	Riferimento	Parametri e mitigazioni	Fattore di emissioni	Unità di misura	Quantità	Unità di misura	Emissione media oraria (Kg/h)
scarico materiale alla tramoggia	SCC 3-05-020-31	Materiale bagnato	8,00E-06	kg/Mg	100,0	Mg/h	0,0008
tramoggia e griglia		Materiale bagnato					0,0000
nastro trasportatore	SCC 3-05-020-06	Materiale bagnato	2,30E-05	kg/Mg	100,0	Mg/h	0,0023
frantumazione	SCC 3-05-020-02	Materiale bagnato, coperto	3,70E-04	kg/Mg	100,0	Mg/h	0,0370
vagliatura	SCC 3-05-020-02, 03, 04	Materiale bagnato, coperto	3,70E-04	kg/Mg	100,0	Mg/h	0,0370
nastro trasportatore	SCC 3-05-020-06	Materiale bagnato	2,30E-05	kg/Mg	100,0	Mg/h	0,0023
carico camion	SCC 3-05-020-32	Materiale bagnato	5,00E-05	kg/Mg	100,0	Mg/h	0,0050
<b>TOTALE</b>							<b>0,0844</b>

Quindi si trova una emissione pari a **0,67 Kg/PM10 giorno**.

### 1.2.5.5 Emissioni legate alla movimentazione del terreno

Il modello proposto nel paragrafo 13.2.4 "Aggregate handling and storage piles" del manuale AP-42 dell'US EPA calcola l'emissione di polveri per quantità di materiale lavorato in base al fattore di emissione:

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

- $EF_i(kg/Mg)$  è il fattore di emissione risultante espresso in kg di polveri emesse per tonnellata di materiale movimentato;
- $u$  è la velocità del vento in m/s che in questo caso è risultata pari a 1 m/s;
- $M$  è la percentuale di umidità dei materiali posta in questo caso pari a 1,5% (quindi non considerando abbattimenti delle emissioni di polveri prodotti da una attività di bagnatura dei materiali);
- infine  $k_i$  dipende dalle dimensioni di particolato. Per il  $PM_{10}$  è pari a 0.35

In base ai valori di cui sopra si ottiene un coefficiente di emissione per tonnellata di materiale rimosso pari a 0,00030057 Kg/t di  $PM_{10}$ .

Considerando poi che giornalmente avviene una movimentazione media di ca. 644 tonnellate di terreno, si ottiene un'emissione di 0,21 Kg/PM10 giorno.

Considerando gli interventi di umidificazione previsti, si può stimare di ottenere una percentuale di umidità pari al 5%, che porta ad una emissione pari a **0,03587 Kg/PM10 giorno**.

### 1.2.5.6 Emissioni legate al transito dei mezzi pesanti di cantiere sulla viabilità non asfaltata

Questo tipo di emissioni è stato attribuito alle piste delle aree di cantiere e considera gli spostamenti dei mezzi, prevalentemente **autocarri** adibiti al trasporto del materiale movimentato.

Per il calcolo dell'emissione di particolato dovuto al transito di mezzi su strade non asfaltate si è ricorsi al modello emissivo proposto nel paragrafo 13.2.2. "Unpaved roads" dell'AP-42. Il fattore di emissione è calcolato secondo la seguente formula:

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

Dove

- $i$  = particolato (PTS, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>);
- $s$  = contenuto in limo del suolo in percentuale in massa (%);
- $W$  = peso medio del veicolo;
- $EF$  = Fattore di emissione della strada non asfaltata (g/km);
- $k_i, a_i, b_i$  = coefficienti che variano a seconda del tipo di particolato ed i cui valori sono riportati nella tabella seguente.

	$K_i$	$a_i$	$b_i$
<b>PM10</b>	0,423	0.9	0.45

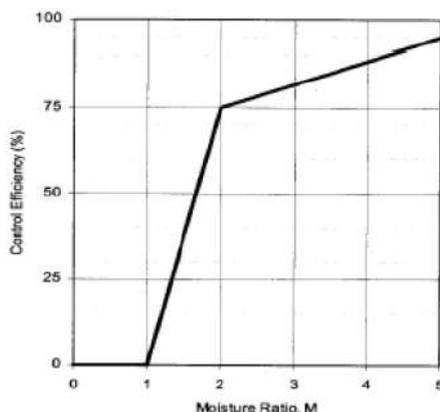
La percentuale di limo è stata ipotizzata pari al 8,3%, queste e gli altri parametri sono riassunti nella tabella seguente.

<b>PM<sub>10</sub></b>	
<b>S [%]</b>	8.3
<b>W [t]</b>	20
<b>k</b>	0,423
<b>a</b>	0.9
<b>b</b>	0.45

Considerando cautelativamente un transito su strade non asfaltate pari 1 Km al giorno e una massa giornaliera da caricare di 15 mc/giorno, si ottiene pertanto una emissione 0,71 Kg/Km di PM10.

Considerando poi che le velocità dei mezzi sono modeste, inferiori a 25 mph, si applica un controllo di efficienza delle emissioni del 44% (Rif. Table 6-6 "WRAP Fugitive Dust Handbook – Countess Environmental September 2006) il che riduce le emissioni per sollevamento polveri dalle piste fino a 0,399 kg/km di PM10.

Considerando infine che è prevista la periodica bagnatura delle stesse, si applica un ulteriore controllo di efficienza delle emissioni del 75% ("WRAP Fugitive Dust Handbook – Countess Environmental September 2006), consistente in un raddoppio dell'umidità, che porta ad una riduzione ulteriore riduzione delle emissioni pari a 99.8 g/km di PM10.



*Controllo di efficienza per strade non pavimentate in funzione della bagnatura*

Considerando 21 mezzi/giorno nelle piste interne non asfaltate e dunque 2 mezzi/h e un percorso di ogni mezzo del doppio della lunghezza dell'area di cantiere cautelativamente pari a 1Km, si ottiene **1,86 Kg/g** di PM10.

#### **1.2.5.7 Sintesi del quadro emissivo**

In uno scenario cautelativo con la contemporaneità delle attività descritte precedentemente, si riportano le emissioni complessive in una giornata complessivamente pari a **2,90 Kg/PM10 giorno**.

Pertanto, sulla base dei dati sopra riportati, si ottengono le seguenti emissioni **totali complessive di PM10** (considerando le 9 ore di cantiere nella simulazione e 100 giorni lavorativi), che rappresentano l'input del modello.

<b>SINTESI Emissione totale area</b>	<b>g/s</b>	<b>µg/s</b>
PM10	0,10	100.896,5

#### **1.2.6 SCENARIO METEOCLIMATICO E VALORI DI FONDO**

I dati meteo climatici sono stati forniti dal CRMA di ARPAFVG. In particolare sono state forniti i dati relativi all'anno 2018 di una cella sopra l'area di studio. Le stime sono estratte dai prodotti dalla catena modellistica implementata presso il Centro Regionale di Modellistica Ambientale dell'ARPA FVG, basata sull'esecuzione del modello non idrostatico di area locale WRF ([www.wrf-model.org](http://www.wrf-model.org)) e del processore meteorologico diagnostico SurfPro ([www.aria-net.it](http://www.aria-net.it)). Le condizioni iniziali ed al contorno per l'esecuzione del modello WRF sono costituite dalle rianalisi meteorologiche prodotte dal European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (<https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/browse-reanalysis-datasets>).

I dati forniti per Venzone (loc.Carnia) sono prodotti da un processore meteo di scala regionale, ulteriormente elaborato da un processore che tiene conto della complessità orografica di scala locale. Sono stati in particolare forniti:

- 1) data e ora cui si riferisce l'elaborazione;

- 2) direzione verso cui soffia il vento (in gradi);
- 3) intensità del vento (in m/s);
- 4) temperatura a 2 m (in °K);
- 5) classe di Pasquill;
- 6) Hmix;
- 7) Velocità di frizione;
- 8) Lunghezza di Monin-Obhukov

Il modello utilizza dati meteorologici valutati su base oraria. Si riporta di seguito la rosa dei venti elaborata dal modello Windimula sulla base dei dati ARPAFVG forniti.

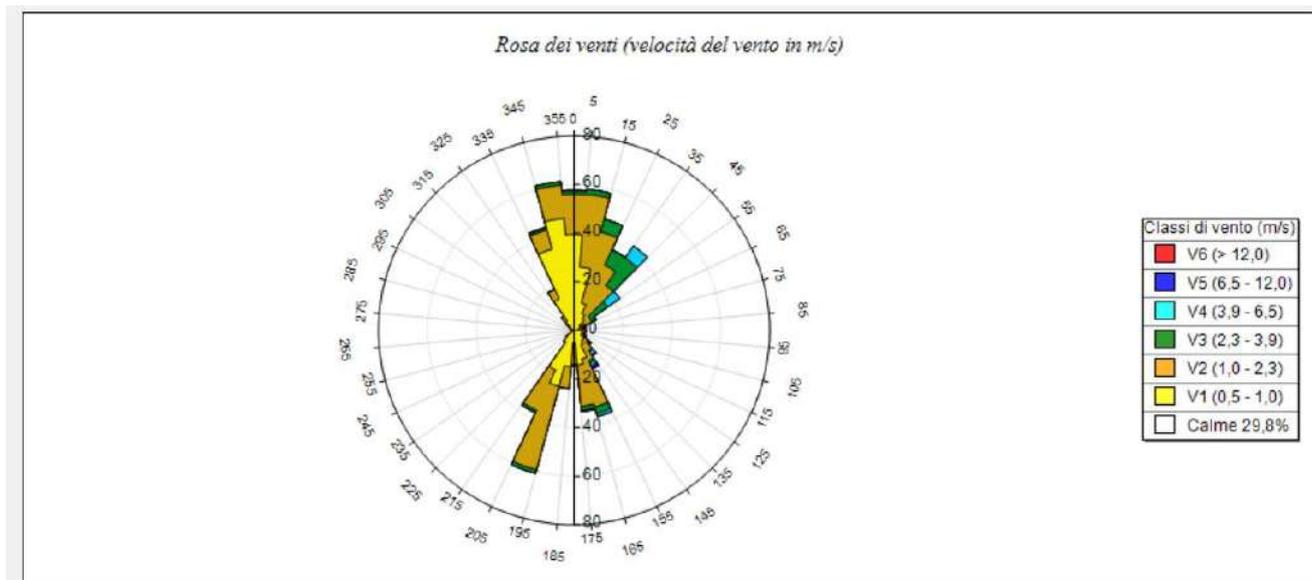


Figura 1.1 – Elaborazione rosa dei venti Windimula dati stazione meteorologica ARPAFVG

La percentuale di calme di vento viene gestita automaticamente con Windimula, nelle ore identificate come calma di vento si attiva automaticamente il modello di Cirillo-Poli per la gestione delle calme divento.

Per i dati del fondo relativamente alle PM10 si sono presi i valori degli ultimi 5 anni di cui si è fatta una media. Tali valori (medie annue in  $\mu\text{g}/\text{mc}$ ) sono tratti dalla sito web di ARPAFVG. Il valore di fondo considerato è l'unico disponibile per Tolmezzo relativo al fondo urbano.

2016	2017	2018	2019	2020	FONDO stazione Tolmezzo media 5 anni
12,6	15,03	13,79	13,84	14,49	13,95

### 1.2.7 DOMINIO DI CALCOLO

A seconda del tipo di cantiere considerato è stato individuato un dominio di calcolo nel quale effettuare la simulazione modellistica al fine di rappresentare le ricadute al suolo delle emissioni di inquinanti con riferimento alle tratte considerate.

Per la realizzazione della simulazione modellistica nella fase di cantiere l'area di studio è stata scelta sulla base delle caratteristiche del modello utilizzato (WinDimula 4) di tipo gaussiano efficace per una scala spaziale di valutazione del quadro emissivo locale.

La simulazione ha considerato le 9 ore giornaliere di attività del cantiere. E' stato considerato un dominio di estensione 1577 x 1208 metri, con maglie di ampiezza pari a 50 metri.

WinDimula 4 è stato, dunque, implementato considerando il dominio indicati di seguito:

- CANTIERE con maglia 50\*50 punti con passo 31 (asse x) e 24 (asse y)

I ricettori considerati, presso i quali si è effettuato il calcolo della concentrazione di ogni inquinante, sono i nodi di ciascuna griglia sopra individuata.

Coordinate punto **sud ovest** del dominio

X	Y
2375279	5137403

Per il calcolo non si è effettuato il modulo orografico in quanto l'area di studio è contenuta e tra sorgente e ricettori l'area è praticamente in piano, senza variazioni morfologiche importanti che ne possano condizionare i valori ai ricettori.



Figura 1.2 - Inquadramento del cantiere areale analizzato

Coordinate ricettori analizzati

nome	x	y
R2	2376608	5137820
R3	2376579	5137726
R5	2376616	5137726
R6	2376698	5137740
R7	2376612	5137680

R8	2376692	5137564
R10	2376665	5137458
R11	2376555	5137568
R12	2376751	5138391
R1	2375352	5137969

La sorgente emissiva in Windimula è rappresentata come un cerchio di raggio 23 m.

Coordinate **centro sorgente emissiva**.

X	Y
2375933	5137980

## 1.2.8 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

Sulla base dell'input emissivo e meteorologico definiti ai paragrafi precedenti, è stata effettuata una simulazione con il modello Windimula, al fine di valutare la dispersione in atmosfera delle polveri PM10 legate alle attività di cantiere considerato.

In particolare, come tratto esemplificativo si è scelto di considerare quello relativo all'area di cantiere lato est. I macchinari sono stati ubicati, per la simulazione in tale posizione che meglio rappresenta le lavorazioni più critiche analizzate e risulta più in prossimità della maggiore parte dei ricettori (abitazioni) lato est, frazione di Carnia.

Sulla base dell'input emissivo e meteorologico definiti ai paragrafi precedenti, è stata effettuata una simulazione con il modello Windimula, al fine di valutare la dispersione in atmosfera delle polveri PM10 legate alla fase di maggiore attività di cantiere individuata nei paragrafi precedenti.

Si riportano i risultati sia come mappe di ricaduta al suolo che come valori ai ricettori, calcolati con il postprocessore Runalyzer della MMS srl di Milano che permette di confrontare i risultati con i limiti di legge.

Come output sono stati considerati per le PM10:

- Valori medi annui delle 24 ore, con e senza fondo. Limite di normativa pari a 40 µg/m<sup>3</sup> considerando una giornata di un intero anno di cantiere (cautelativo)
- Valori massimi nelle 24 ore
- Superamenti del limite di legge giornaliero previsto dal D.Lgs. 155/2010 (Appendice III, tabella 1), pari a 50 µg/m<sup>3</sup>, al massimo 35 volte l'anno, considerando un intero anno di cantiere (percentile 90,41%)
- superamento del 5% del valore limite annuale e dei percentili per determinare la significatività dell'impatto

Come visibile dai risultati riportati è evidente come in corrispondenza dei ricettori individuati non ci sono superamenti dei limiti di normativa e gli impatti risultano non significativi (incrementi inferiori a 1 µg/m<sup>3</sup>). I ricettori infatti si trovano a una distanza tale (oltre 680 metri punto più vicino) da risultare poco influenti le modifiche emissive nell'area di cantiere, anche in relazione alla direzione dei venti.

**Dati tabellari**

Valori ai ricettori di **PM10 senza fondo** (solo incrementi del cantiere) che rientrano nel dominio di calcolo

Descrizione	X (m)	Y (m)	Valori medi nelle 24 ore (anno)	Valori massimi nelle 24 ore	90.41 Percentile	Superamenti della soglia	Percentuale dati validi
R1	2375354	5137969	0,0265	0,559	9,10E-02	0	100,00%
R2	2376608	5137820	0,0178	0,339	6,37E-02	0	100,00%
R3	2376579	5137726	0,0241	0,669	6,39E-02	0	100,00%
R5	2376616	5137726	0,0211	0,565	5,82E-02	0	100,00%
R6	2376698	5137740	0,0158	0,348	4,73E-02	0	100,00%
R7	2376612	5137680	0,0236	0,75	6,63E-02	0	100,00%
R8	2376692	5137564	0,0241	0,927	6,83E-02	0	100,00%
R9	2376692	5137564	0,0241	0,927	6,83E-02	0	100,00%
R10	2376665	5137458	0,0275	1,01	7,65E-02	0	100,00%
R11	2376555	5137568	0,0406	3,02	1,08E-01	0	100,00%
R12	2376751	5138391	0,0126	0,416	3,98E-02	0	100,00%

Valori ai ricettori di **PM10 con fondo** (Tolmezzo fondo 13,95 µg/m<sup>3</sup>) che rientrano nel dominio di calcolo

Descrizione	X (m)	Y (m)	Valori medi	Valori massimi nelle 24 ore	Superamenti della soglia	Percentuale dati validi
R1	2375354	5137969	13,9765	14,50	0	100,00%
R2	2376608	5137820	13,9678	14,28	0	100,00%
R3	2376579	5137726	13,9741	14,61	0	100,00%
R5	2376616	5137726	13,9711	14,51	0	100,00%
R6	2376698	5137740	13,9658	14,29	0	100,00%
R7	2376612	5137680	13,9736	14,70	0	100,00%
R8	2376692	5137564	13,9741	14,87	0	100,00%
R9	2376692	5137564	13,9741	14,87	0	100,00%
R10	2376665	5137458	13,9775	14,96	0	100,00%
R11	2376555	5137568	13,9906	16,97	0	100,00%
R12	2376751	5138391	13,9626	14,36	0	100,00%

In verdi valori entro i limiti di normativa vigente.

**Mappe di dispersione**

## CONCENTRAZIONE PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) Valori medi annui

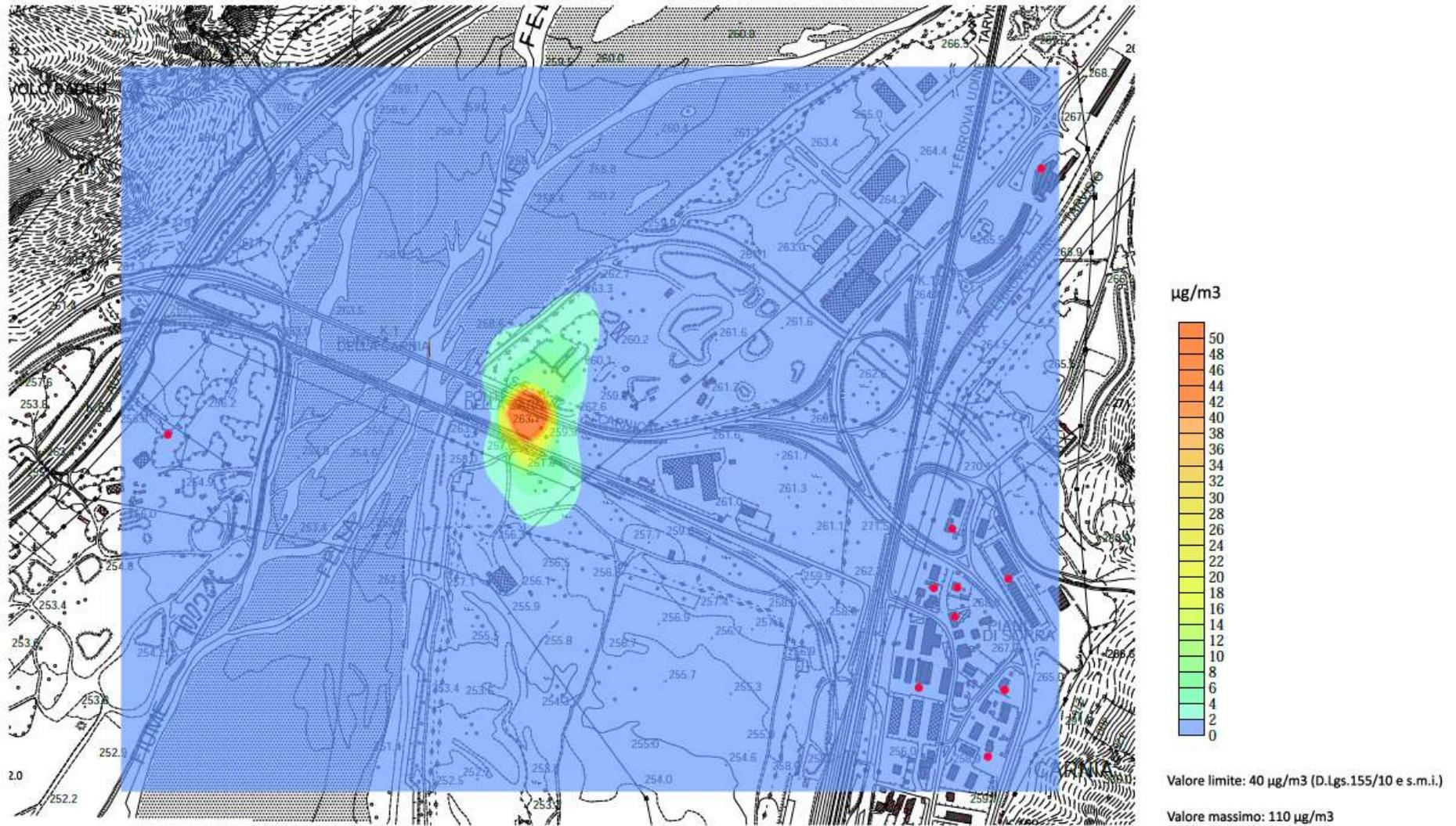


Figura 1.3 Mappa Windimula PM10. Sorgente areale (solo incrementi attività di cantiere). Valori medi annui nelle 24 ore con ricettori considerati

### 1.3 TRAFFICO INDOTTO

#### 1.3.1 PREMESSA

Per quanto concerne la stima del traffico indotto dai mezzi pesanti per la realizzazione dell'opera, si riporta quanto segue, in riferimento alla fase più impattante di maggiore movimentazione di materiale (fase di accantieramento e demolizione).

<b>Fase (realizzazione rilevati per realizzazione piazzale del cantiere) Traffico mezzi pesanti per trasporto di inerti e materiali durante la fase di accantieramento e demolizione</b>		
<b>MATERIALE</b>	<b>TEMPO DI ESECUZIONE</b>	<b>MEZZI mezzi/giorno (in un senso)</b>
Movimentazione di materiale complessivo pari a 32.191 mc	100 gg	21
Materiale proveniente dall'esterno (da viabilità ordinaria) da cava e destinato a scarica: 3520 mc + 722 mc= 4242 mc	10 giorni	28 (cautelativamente 10 camion ora di punta)

Dai calcoli sopra riportati si utilizza cautelativamente per l'ora di punta un traffico di 10 camion ora. Tale flusso costituisce l'incremento di traffico pesante generato dalla presenza del cantiere sulla viabilità ordinaria nel periodo di più intensa lavorazione.

Il traffico esistente fornito da FVG Strade lungo la viabilità ordinaria (SS13/SS52) all'altezza delle prime abitazioni di Venzone interessate dal traffico veicolare, riporta un traffico dell'ora di punta (flusso bidirezionale dell'ora di punta (dati 2005 rielaborati nel 2011)) pari a 372 veicoli leggeri a cui si aggiungono 102 veicoli pesanti per un totale di 475 veicoli.

#### 1.3.2 MODELLO DI CALCOLO

Per le simulazioni modellistiche delle emissioni da traffico veicolare è stato utilizzato il modello statunitense CALINE4. Si tratta di un modello gaussiano stazionario distribuito dal CALTRANS (California Department of Transportation) per la valutazione della diffusione delle specie chimiche emesse da sorgenti lineari. Il programma MMS RunAnalyzer è il programma MAIND S.r.l per il post-processamento dei risultati calcolati dai principali modelli di calcolo di diffusione di inquinanti in atmosfera.

I valori di fondo utilizzati sono stati calcolati come media degli ultimi 5 anni dei valori di PM10 mentre per NO2 si sono presi i valori orari (dai valori massimi giornalieri disponibili e ipotizzati per tutte le ore del giorno con superamenti limiti annui) della stazione di Tolmezzo relativi al 2018. Per passare dai valori di NOX a NO2 si è utilizzata la procedura ARM2. US-EPA ha validato negli ultimi anni una nuova tecnica di valutazione chiamata ARM2 basata sul perfezionamento della metodologia ARM (Ambient Ratio Method).

Il post-processore MMS RunAnalyzer supporta la procedura ARM2 elaborata dall'EPA per il calcolo di NO2 a partire dalle concentrazioni di NOX. Per il Calcolo di NO2 si sono utilizzati i dati di fondo orari di NO2 della stazione di Tolmezzo forniti da ARPA e sono stati importati nel software Runanalyzer per determinare le concentrazioni ai ricettori.

#### 1.3.3 DOMINIO DI CALCOLO

Con riferimento al cantiere considerato è stato individuato un dominio di calcolo ivi descritto nel quale effettuare la simulazione modellistica al fine di rappresentare le ricadute al suolo delle emissioni di inquinanti con riferimento alle tratte considerate. I dati del dominio sono uguali a quelli per Windimula.



Figura 1.4 Inquadramento del dominio analizzato per l'analisi dell'impatto del traffico da cantiere

### 1.3.4 STIMA DEI FATTORI DI EMISSIONE

Per la determinazione delle emissioni si sono utilizzati i fattori di emissione (g/km\*veh) definiti da ISPRA sul portale della rete Sinanet - FETransp (Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale) con riferimento alle tipologie di mezzi indicati (mezzi pesanti).

Ai fini del calcolo dei fattori emissivi suddetti si è effettuato il calcolo con riferimento ai dati di ISPRA SINANET.

Sector	PM10 2019 g/km R	NOx 2019 g/km R
Heavy Duty Trucks	0,155	2.839

### 1.3.5 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

Sulla base dell'input emissivo e meteorologico definiti ai paragrafi precedenti, è stata effettuata una simulazione con il modello CALINE4, al fine di valutare la dispersione in atmosfera delle polveri PM10 e NO2 legate al transito dei mezzi pesanti di cantiere lungo la viabilità ordinaria. Considerando che tale transito è diretto verso sud (impianto di smaltimento discarica e fornitura esterna materiali) si riporta la simulazione effettuata.

Come output è stata considerata per le PM<sub>10</sub>:

- Valori medi annui delle 24 ore, con e senza fondo. Limite di normativa pari a 40 µg/m<sup>3</sup> considerando un intero anno di cantiere

- Superamenti del limite di legge giornaliero previsto dal D.Lgs. 155/2010 (Appendice III, tabella 1), pari a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , al massimo 35 volte l'anno, considerando un anno di cantiere

Per l' $\text{NO}_2$

- Valori media annuale, con e senza fondo. Limite di normativa pari a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  considerando un intero anno di cantiere
- Superamenti del limite di normativa (massimo orario) pari a  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  considerando un intero anno di cantiere.

Relativamente alle **concentrazioni di  $\text{PM}_{10}$  medie annue**, considerando esclusivamente gli incrementi di traffico indotto dal cantiere, senza il fondo, si vede chiaramente come gli incrementi sono molto contenuti (inferiori a  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dunque **non significativi**.

Considerando il traffico complessivo in una situazione di progetto (esistente più incremento indotto) e considerando i valori di fondo (media ultimi 5 anni) il limite di legge come **media annua**, previsto dal D.Lgs. 155/2010 viene **ampiamente rispettato in tutti i ricettori** come pure **superamenti del limite giornaliero** di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  maggiori di 35 volte in un anno.

Per quanto riguarda **le concentrazioni di  $\text{NO}_2$** , il calcolo è stato impostato in modo particolarmente cautelativo in quanto il valore massimo giornaliero è stato riportato per ciascuna delle 24 ore di ciascuna giornata (mancanza dati ARPAFVG orari di  $\text{NO}_2$  ma solo massimi giornalieri).

In ogni caso è importante verificare l'**incremento** delle concentrazioni nei ricettori dovuti all'incremento del traffico da cantiere nell'ora di punta, come di seguito riportato.

Le concentrazioni **medie annue del solo incremento dovuto al traffico di cantiere** senza fondo ai ricettori, sono tutti molto contenuti (inferiori a  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), dunque **non significativi**.

Si riportano anche le simulazioni relative all' $\text{NO}_2$  relative al traffico esistente e considerando il fondo, che allo stato attuale presenta dei superamenti dei valori medi annui, motivati dall'approccio cautelativo applicato suddetto. Si sottolinea inoltre che tali valori sono cautelativi anche perché al fondo si sono aggiunti gli incrementi dovuti ai rilievi di traffico dell'ora di punta e non TGM.

Sulla base degli incrementi assai contenuti dei valori di concentrazione di  $\text{NO}_2$  relativi all'incremento di traffico di cantiere, lo scenario esistente simulato con i valori di fondo rimane praticamente invariato.

**Dati tabellari traffico indotto mezzi pesanti lungo la viabilità ordinaria verso sud (SS52/SS13)**Valori ai ricettori di **PM10** del solo incremento indotto dal cantiere senza fondo

Descrizione	X (m)	Y (m)	Valori medi	Valori massimi nelle 24 ore	Superamenti della soglia	Percentuale dati validi
R1	2375352	5137969	2,42E-04	4,78E-03	0	100,00%
R2	2376608	5137820	2,27E-02	1,63E-01	0	100,00%
R3	2376579	5137726	4,21E-02	1,22E-01	0	100,00%
R5	2376616	5137726	5,74E-02	1,55E-01	0	100,00%
R6	2376698	5137740	2,47E-02	1,92E-01	0	100,00%
R7	2376612	5137680	3,68E-02	1,03E-01	0	100,00%
R8	2376692	5137564	4,63E-02	1,11E-01	0	100,00%
R9	2376692	5137564	4,63E-02	1,11E-01	0	100,00%
R10	2376665	5137458	3,16E-02	8,60E-02	0	100,00%
R11	2376555	5137568	2,02E-02	6,87E-02	0	100,00%
R12	2376751	5138391	3,00E-03	4,10E-02	0	100,00%

Valori ai ricettori di **PM10** traffico totale di progetto (con incremento di traffico cantiere) con fondo (13,95 µg/m<sup>3</sup>). Calcolo cautelativo (traffico ora di punta in tutte le ore del giorno).

Descrizione	X (m)	Y (m)	Valori medi	Valori massimi nelle 24 ore	90.41 Percentile	Superamenti della soglia	Percentuale dati validi
R1	2375352	5137969	1,40E+01	1,41E+01	1,40E+01	0	100,00%
R2	2376608	5137820	1,47E+01	1,81E+01	1,56E+01	0	100,00%
R3	2376579	5137726	1,52E+01	1,73E+01	1,58E+01	0	100,00%
R5	2376616	5137726	1,57E+01	1,86E+01	1,67E+01	0	100,00%
R6	2376698	5137740	1,48E+01	1,88E+01	1,58E+01	0	100,00%
R7	2376612	5137680	1,50E+01	1,67E+01	1,55E+01	0	100,00%
R8	2376692	5137564	1,53E+01	1,68E+01	1,58E+01	0	100,00%
R9	2376692	5137564	1,53E+01	1,68E+01	1,58E+01	0	100,00%
R10	2376665	5137458	1,48E+01	1,63E+01	1,53E+01	0	100,00%
R11	2376555	5137568	1,45E+01	1,57E+01	1,48E+01	0	100,00%
R12	2376751	5138391	1,40E+01	1,50E+01	1,42E+01	0	100,00%

Valori ai ricettori di **NO2** del traffico esistente (senza traffico indotto), con fondo, nei ricettori. I valori sono riferiti all'ora di punta (modulato nelle ore giornaliere).

Descrizione	X (m)	Y (m)	Valori medi	99,79 percentile	Superamenti della soglia	Percentuale dati validi
R1	2375352	5137969	3,17E+01	6,62E+01	0	99,70%
R2	2376608	5137820	3,94E+01	1,05E+02	0	99,70%
R3	2376579	5137726	3,88E+01	9,90E+01	0	99,70%
R5	2376616	5137726	4,24E+01	1,19E+02	0	99,70%
R6	2376698	5137740	4,04E+01	1,10E+02	0	99,70%
R7	2376612	5137680	3,78E+01	9,29E+01	0	99,70%
R8	2376692	5137564	4,09E+01	9,31E+01	0	99,70%
R9	2376692	5137564	4,09E+01	9,31E+01	0	99,70%
R10	2376665	5137458	3,77E+01	9,07E+01	0	99,70%

R11	2376555	5137568	3,46E+01	7,41E+01	0	99,70%
R12	2376751	5138391	3,25E+01	7,01E+01	0	99,70%

Valori ai ricettori di **NO2** del **solo incremento indotto dal traffico di cantiere**, senza fondo

Descrizione	X (m)	Y (m)	Valori medi di incremento (medio orario in un anno)	Valori medi di incremento (massimo orario in un anno)	Superamenti della soglia	Percentuali e dati validi
R1	2375352	5137969	0	0	0	99,70%
R2	2376608	5137820	0,2	1	0	99,70%
R3	2376579	5137726	0,1	2	0	99,70%
R5	2376616	5137726	0,2	1	0	99,70%
R6	2376698	5137740	0,2	1	0	99,70%
R7	2376612	5137680	0,1	1	0	99,70%
R8	2376692	5137564	0,2	1	0	99,70%
R9	2376692	5137564	0,2	1	0	99,70%
R10	2376665	5137458	0,1	1,1	0	99,70%
R11	2376555	5137568	0,1	0,5	0	99,70%
R12	2376751	5138391	0	0,3	0	99,70%

### Mappe di dispersione

**CONCENTRAZIONE PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) Valori medi annui**  
**Traffico totale con incremento cantiere**

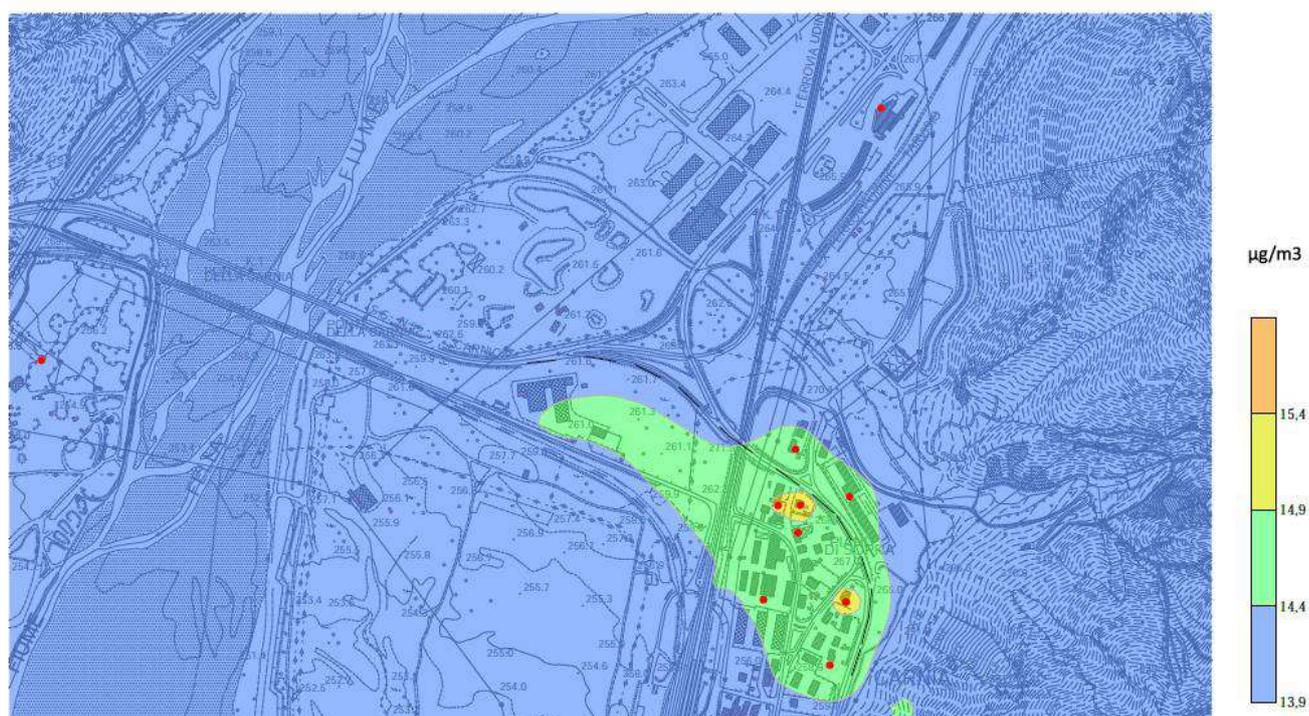


Figura 1.5 Mappa Caline. Valori medi annui PM10 con fondo del traffico nelle 24 ore con ricettori considerati

## 1.4 MISURE DI MITIGAZIONE

Si riportano di seguito ulteriori proposte di misure di mitigazione per consentire una più corretta gestione delle aree di cantiere. L'organizzazione del cantiere per le lavorazioni dovrà prevedere:

- limitazione della velocità massima a 30 km/h sulle piste di cantiere;
- area lavaggio ruote/ugelli di nebulizzazione: apposito lavaggio dei mezzi uscenti dal cantiere per evitare che il propagarsi delle polveri e del fango sulle arterie stradali dia luogo ad inconvenienti al regolare svolgersi del traffico;
- periodica revisione dei veicoli a motore adoperati da e verso il cantiere e degli impianti e delle installazioni per la lavorazione dei materiali che provochino emissioni;
- bagnatura periodica delle superfici di cantiere e delle piste non asfaltate in relazione al passaggio dei mezzi e delle operazioni di carico/scarico, con aumento della bagnatura durante la stagione estiva; bagnatura periodica delle aree destinate allo stoccaggio temporaneo dei materiali o loro copertura al fine di evitare il sollevamento delle polveri; bagnatura durante le attività di demolizione;
- impiego di macchine ed attrezzature di modeste dimensioni con preferenza di macchine gommate rispetto a quelle cingolate, omologate in conformità alle normative dell'Unione Europea, per ridurre al massimo il rumore e l'emissione di polveri fini in atmosfera.

In particolare, per quanto riguarda le emissioni, la normativa più recente riportata nel Guidebook 2019 prevede almeno lo standard STAGE IV.

- individuazione e predisposizione di presidi di pronto intervento per quanto di possibile gestione in cantiere, in occasione di incendi di qualsiasi natura, per contrastare emissioni inquinanti provocate dalle combustioni;
- periodiche attività di spazzatura della viabilità prossima all'area di intervento. Esse potranno essere svolte da macchinari dotati di sistemi di spazzole rotanti e bagnanti cui è applicato anche un sistema di aspirazione;

quinte verdi e/o posa in opera di pannelli di recinzione delle aree di cantiere a protezione delle aree abitate.

In riferimento alle aree di deposito anche temporaneo si segnala come l'intervento di umidificazione risulti efficace al fine del contenimento della dispersione di polveri; tale intervento può portare ad un controllo di efficienza nell'emissione di PM10 dell'ordine del 60% (WRAP Fugitive Dust Handbook – Countess Environmental Settembre 7, 2006 e "AP 42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13, §13.2.4 "Aggregate Handling and storage Piles"). Per quanto riguarda la risospensione legata al transito dei mezzi su viabilità non asfaltate si evidenzia come l'intervento di periodica bagnatura, se effettuato ad intervalli ben definiti ed in funzione delle condizioni meteorologiche rappresentative dell'area, permetta di ottenere un'elevata efficienza di controllo dei fenomeni legati al risollevarsi di polveri (WRAP Fugitive Dust Handbook – Countess Environmental Settembre 7, 2006 e "AP 42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13, §13.2.2 "Unpaved Roads").

In riferimento alle emissioni di polveri nelle piste di cantiere, si ritiene opportuno adottare i seguenti accorgimenti al fine di limitare al minimo tecnicamente possibile l'eventuale possibile disagio alla popolazione potenzialmente esposta:

- il lavaggio periodico della viabilità esterna interessata e delle aree interne per limitare il sollevamento di polveri di cantiere;
- teli protettivi a chiusura del cassone degli autocarri in transito sulle strade.