



Integrazione

AZIENDA: *Gosti S.r.l. (Cava Sferracavalli)*

COMUNE: *Sarteano (Si)*

PRATICA: *Stima emissioni polveri*

	<i>nome</i>	<i>firma</i>
Redatto da:	<i>Spargi Benvenuto</i>	
Versione	<i>2/11</i>	<i>10/06/2011</i>
Per l'Azienda		

STIMA DELLE EMISSIONI DI POLVERE	2
Premessa.....	2
Stima delle emissioni nella situazione a pieno regime	3
Stima delle polveri prodotte dalle perforazioni per la preparazione delle volate dallo sbancamento e dall'uso di esplosivo	4
Stima delle polveri prodotte dalle operazioni di scavo con mezzi meccanici	5
Stima delle polveri prodotte dalle operazioni frantumazione e vagliatura.....	6
Stima delle polveri prodotte dalla formazione dei cumuli	9
Erosione del vento dai cumuli	10
Stima delle polveri prodotte da transito dei mezzi su strade pavimentate	11
Stima delle polveri prodotte da transito mezzi su piste sterrate	12
Valori di soglia di emissioni per il PM10	15
Misure di mitigazione	17
Stima delle emissioni nella situazione attuale.....	18
Stima delle polveri prodotte dalle perforazioni per la preparazione delle volate dallo sbancamento e dall'uso di esplosivo	18
Stima delle polveri prodotte dalle operazioni di scavo con mezzi meccanici	19
Stima delle polveri prodotte dalle operazioni frantumazione e vagliatura.....	20
Stima delle polveri prodotte dalla formazione dei cumuli	21
Erosione del vento dai cumuli	22
Stima delle polveri prodotte da transito dei mezzi su strade pavimentate	22
Stima delle polveri prodotte da transito mezzi su piste sterrate	24
Valori di soglia di emissioni per il PM10	25

STIMA DELLE EMISSIONI DI POLVERE

Premessa

Per quanto riguarda l'emissione di polveri nella cava di Sferracavalli è stata approntata una valutazione delle emissioni suddivisa in due distinti capitoli, ovvero:

- Una stima sulla situazione a pieno regime, ponendo come obiettivo l'estrazione e la lavorazione di tutto il materiale ritraibile nel sito, non tenendo conto minimamente della crisi dell'edilizia e del mercato in generale;
- Una stima sulle quantità reali lavorate, una valutazione concreta (ottenuta con la media delle quantità lavorate negli ultimi 10 anni) del volume che ogni anno la ditta Gosti immette nel mercato degli inerti.

Per quanto riguarda la situazione allo stato attuale nella cava di Sferracavalli, la tabella sottostante ne riassume la situazione.

Volume totale utile	1.314.600 =(253000+452600+609000)	Mc
Materiale	calcare	
Densità in sito del Materiale	2,3	Ton/mc
Umidità in sito del Materiale	8	%
Contenuto di limo in sito del Materiale	8	%
Quantitativo totale	3.023.580	ton
Quantitativo annuo	159.135*	Ton/anno
Ore giorni attività	8	
Giorni settimana	5	
Settimane anno	42	
Produzione impianto frantumazione	100	Ton/ora
Produzione giornaliera totale media	800	Ton/giorno

Tabella n°1

Per quanto riguarda i macchinari utilizzati nel processo estrattivo si fa riferimento all'elenco prodotto nel S.I.A., ovvero:

- n.1 CATERPILLAR 966 F;
- n. 1 ZACHIS 220 ZW

- n.1 FIAT KOBELKO 170 (Foto n°9 Elaborato C - Album fotografico)

Escavatori cingolati:

- n.1 HITACHI 250 (Foto n°11 Elaborato C - Album fotografico) ;
- n. 1 HITACHI ZX 350 con demolitore idraulico INCEDO UP SODO

Autocarri:

- n.1 FIAT 300 ribaltabile per trasporto materiale in cava;
- n.1 FIAT 330 per trasporto cisterna abbattimento polveri.

Dumper:

- n. 1 CATERPILLAR (Usata per il 90 % del lavoro) (Foto n°10 Elaborato C - Album fotografico)
- n. 1 ASTRA BM 501 (usata solo in sporadici casi)

Perforatrici e compressori:

- WAGON DRILL ROC 712 H – 00;
- MOTOCOMPRESSORE ATLAS COPCO da 12.000 l/min. press. es. 8 atm;

Utilizzo	Ore/anno
Attività di minaggio e sbancamento (scotico)	1680
Carico e scarico dei camion ed autocarri	1680
Frantumazione blocchi	1680

Tabella n°2 Monte orario annuale diviso per categorie di attività

Stima delle emissioni nella situazione a pieno regime

In questo capitolo è considerata la condizione ipotetica in cui il nel sito siano estratte, lavorate e commercializzate le quantità medie annue, di materiale inerte di 1.314.600 mc da utilizzare nei 19 anni di attività:

Quantitativo annuo = (253.000+452.600+609.000) x 2,3* /19 anni=159.135 Mg/anno

*densità in sito del materiale

Stima delle polveri prodotte dalle perforazioni per la preparazione delle volate dallo sbancamento e dall'uso di esplosivo

Perforazione e volate		
Volata per anno	16	
Fori per volata	10	
Fori per anno	160	
Quantità rimossa per minaggio	79.567	Mg / anno di materiale rimosso

Tabella n°3

Relativamente al PM10 il fattore di emissione è: **Ef (PM10)=0.072 (SCC-3-05-101-33).**

Operazioni di minaggio = 0,072 kg-foro x 10 fori volata = **0.72 Kg volata**

Utilizzo esplosivo = E(kg/ora) = $\frac{0.72 \text{ volata} \times 16 \text{ volate anno}}{1680 \text{ Ore anno}} = \mathbf{0,0069 \text{ Kg/H}}$

Risultato del calcolo delle operazioni di minaggio:

Emissione oraria = **6,9 gr/H**

La formula per il calcolo delle emissioni prodotte per lo **sbancamento del Materiale** è la seguente:

$$E = Ef \times Q$$

E = Emissioni di particolato all'anno

Ef = Fattore di emissione del particolato per materiale rimosso

Q = Quantità di materiale rimosso all'anno.

Relativamente al PM10 il fattore di emissione è: Fattore di emissione **Ef (PM10) 0.00004 kg/t.**

$$\frac{79567 \times 0.00004}{1680 \text{ ore lavorative annue}} = 0,0019 \text{ Kg/H}$$

Emissione oraria = **1,9 gr/H**

Per un complessivo di $0,0069 + 0,0019 = \mathbf{0,0088 \text{ Kg /ora}}$

Emissione oraria = **3,8 gr/ora** di polveri emesse per la perforazione e lo sbancamento con mezzi meccanici.

Mentre per quanto riguarda l'uso di esplosivo, ricordando che il numero medio di volate all'anno paria 16, per ogni volata vengono effettuati 10 fori equidistanti (5 metri) e ad una profondità di 10, la formula per il calcolo delle emissioni prodotte è la seguente:

$$EF (\text{kg/Volata}) = 0,52 \times 0,00022 \times a^{1,5}$$

$$0,52 \times 0,00022 \times 200^{1,5} = 0,323 \text{ Kg volata}$$

$$0,323 \times 16 \text{ volate /1680 ore} = 0,00307 \text{ Kg/ora}$$

Emissione per volata = 323 g/ volata

Emissione oraria = 3,07 gr/H

Risultato complessivo = 3,07+8,8=11,87 gr/H

Il Valore di **323 gr. per volata** ci indica una emissione di polvere elevata nel momento dell'esplosione ma assai ridotta se considerata sull'intero ciclo della lavorazione. A riguardo si riporta quanto scritto nel documento ARPAT inerente l'estrazione con minaggio:

“- In generale l'evento implosivo ha una durata estremamente limitata nel tempo (dell'ordine di qualche minuto), mentre sono le successive operazioni di rimozione dei detriti che hanno maggiore durata temporale; le emissioni di queste fasi possono essere trattate facendo riferimento alle attività precedentemente esaminate.

-Durante la fase di implosione si ha una emissione significativa di particolato; tuttavia gli studi disponibili indicano che l'impatto in termini di qualità dell'aria è molto limitato: si hanno infatti concentrazioni estremamente elevate di PM10 sottovento alla sorgente per tempi molto ridotti, e la situazione ritorna in poche ore su livelli di concentrazione analoghi a quelli precedenti l'evento (Beck C.M. et al. 2003).

- Allo stato attuale delle conoscenze l'importanza di queste emissioni appare circoscritta ai singoli eventi e, in relazione al numero di eventi che possono verificarsi, di eventuale rilevanza inventariale”.

Pertanto tale valore viene riportato nel calcolo generale solamente come dato totale spalmato nell'intero periodo lavorativo.

Stima delle polveri prodotte dalle operazioni di scavo con mezzi meccanici

Si stima che circa la metà del materiale estratto dal fronte di cava venga rimosso mediante mezzi meccanici. La formula per il calcolo delle emissioni prodotte è la seguente:

$$E = E_f \times T$$

$$E_f = 0,75 \times 0,45 \times s^{1,5} / M^{1,4}$$

E = Emissioni di particolato all'anno

Ef = Fattore di emissione per ore di operazioni

k = Coefficiente aerodinamico delle polveri

s = Contenuto in limo (8%)

M = Umidità (8%)

$$0,75 * 0,45 * 8^{1,5} / 8^{1,4} = 0,3375 \text{ Kg/H}$$

Emissione oraria = 337,5 gr/h

Stima delle polveri prodotte dalle operazioni frantumazione e vagliatura

Il materiale ricavato dai processi di estrazione del calcare marnoso nella cava di Sferracavalli è completamente lavorato all'interno del sito estrattivo stesso. Le operazioni avvengono mediante un impianto di frantumazione e vagliatura a secco costituito da mulini, vagli e nastri trasportatori. Quantità annua 159.135 Mg annue/1680 ore lavorative = 94,7 Mg/h alle quali andrà tolto circa il 30% di materiale di scarto rappresentato da terreno vegetale ed altri prodotti non idonei alla commercializzazione.

Pertanto il calcolo sarà eseguito su valori pari a $94,7 \times 70\% = 66,29 \text{ Mg/Ora}$

Mulino primario

Abbattimento
con bagnatura

Codice SCC	Operazioni	Mg/ora	Ef (Kg/Mg)	Efi (Kg/ora)	Ef (Kg/Mg)	Efi (Kg/ora)
3-05-010-37	carico camion - alla tramoggia, rocce (truck unloading-fragmented stone) scarico camion - alla griglia (truck unloading and grizzly feeder)	66,29	0,000008	0,001		0,001
3-05-020-31	“scarico camion” (alla tramoggia) associate al “Truck unloading	66,29	0,000008	0,001		0,001
3-05-020-01	frantumazione primaria 75 - 300mm (primary crushing) *	66,29	0,001	0,066		0,066
3-05-020-06	nastro trasportatore	66,29	0,00055	0,036		0,036

Continua..

... segue

Mulino primarioAbbattimento
con bagnatura

Codice SCC	Operazioni	Mg/ora	Ef (Kg/Mg)	Efi (Kg/ora)	Ef (Kg/Mg)	Efi (Kg/ora)
3-05-020-04	vagliatura	66,29	0,0043	0,285	0,00037	0,025
3-05-020-06	nastro trasportatore – prodotto: 70/200	43,092	0,00055	0,024		0,024
	Formazione cumuli 70/200			0,000		
3-05-020-06	nastro trasportatore – prodotto: 20/63	6,629	0,00055	0,004		0,004
	Formazione cumuli 20/63			0,000		
3-05-020-06	nastro trasportatore – prodotto: 0/30	16,5725	0,00055	0,009		0,009
	Formazione cumuli in parte 0/30			0,000		
3-05-020-04	vagliatura (50% del 0/30) per la produzione del 0-10 e 10-30	8,288	0,0043	0,036	0,00037	0,003
3-05-020-06	nastro trasportatore – prodotto: 0/10	5,803	0,00055	0,003		0,003
3-05-020-06	nastro trasportatore – prodotto: 10/30	2,485	0,00055	0,001		0,001

Mulino secondarioAbbattimento
con bagnatura

Codice SCC	Operazioni	Mg/ora	Ef (Kg/Mg)	Efi (Kg/ora)	Ef (Kg/Mg)	Efi (Kg/ora)
3-05-020-06	nastro trasportatore	43,092	0,00055	0,024		0,024
3-05-020-02	frantumazione secondaria	43,092	0,0043	0,185	0,00037	0,016
3-05-020-06	nastro trasportatore	43,092	0,00055	0,024		0,024
3-05-020-04	vagliatura per la produzione del 0/10, 10-20 e 16/32	43,092	0,0043	0,185	0,00037	0,016
3-05-020-32	carico camion dalla tramoggia ai cumuli del 16/32 e 10/20	28,88	0,00005	0,001		0,001
3-05-020-06	nastro trasportatore 0-10 (circa 1/3 prodotto)	14,21	0,00055	0,008		0,008
3-05-020-21	vagliatura fine per la produzione del 0/4, e 4/10	14,21	0,036	0,512	0,0011	0,022
3-05-020-32	carico camion dalla tramoggia ai cumuli	14,21	0,00005	0,001		0,001
Totale				1,404		0,283

Impianto terziario di lavaggioAbbattimento
con bagnatura

Codice SCC	Operazioni	Mg/ora	Ef (Kg/Mg)	Efi (Kg/ora)	Ef (Kg/Mg)	Efi (Kg/ora)
3-05-010-37	carico camion - alla tramoggia, circa 1/3 del materiale 0-4 prodotto	4,69	3,283	0,008		0,008
3-05-020-31	“scarico camion” circa 1/3 del materiale 0-4 prodotto	4,69	3,283	0,000		0,000
Totale				0,008		0,008
Totale Complessivo				1,412		0,291

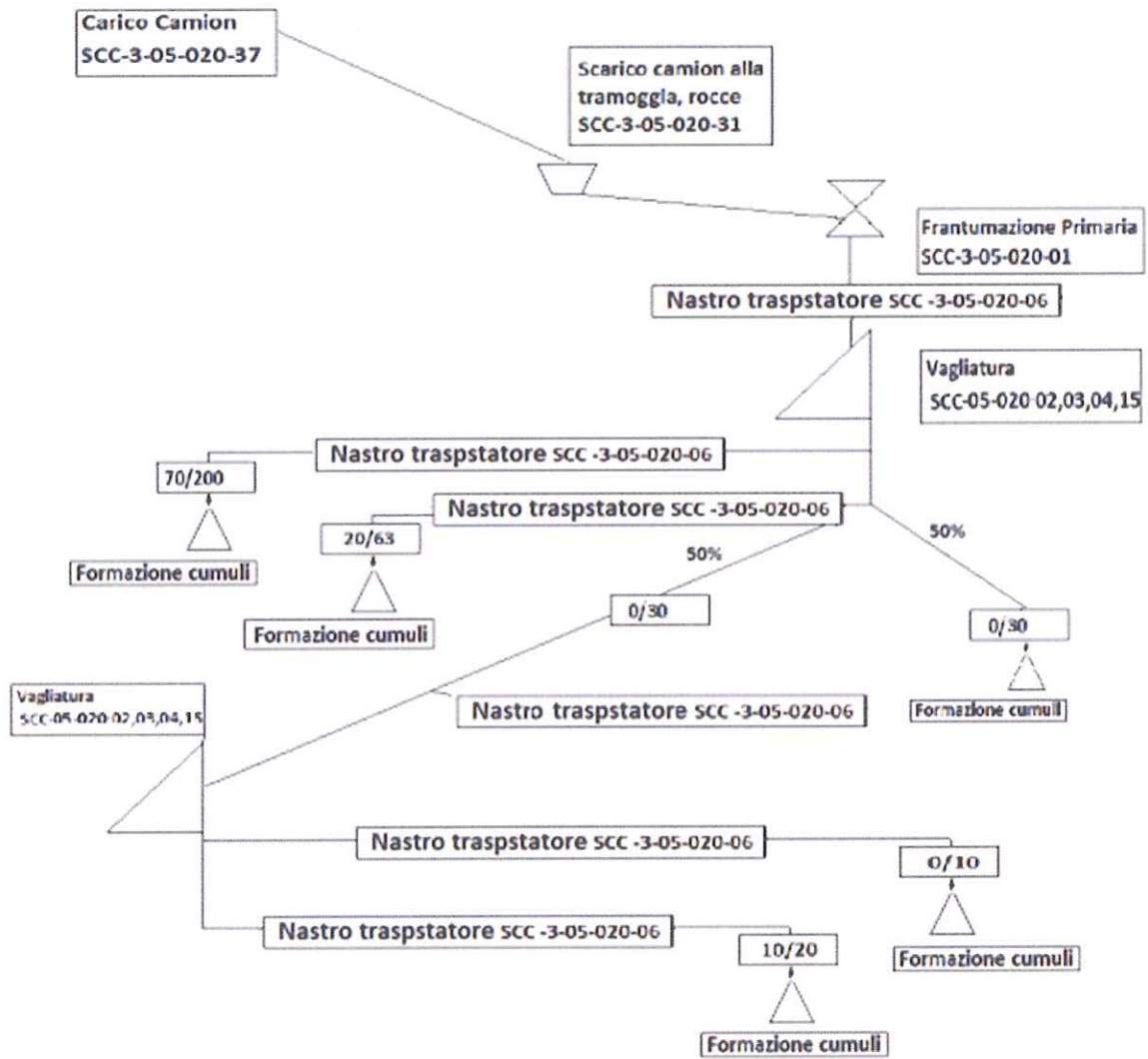
Tabella n°4

* Michigan Department Of Environmental Quality

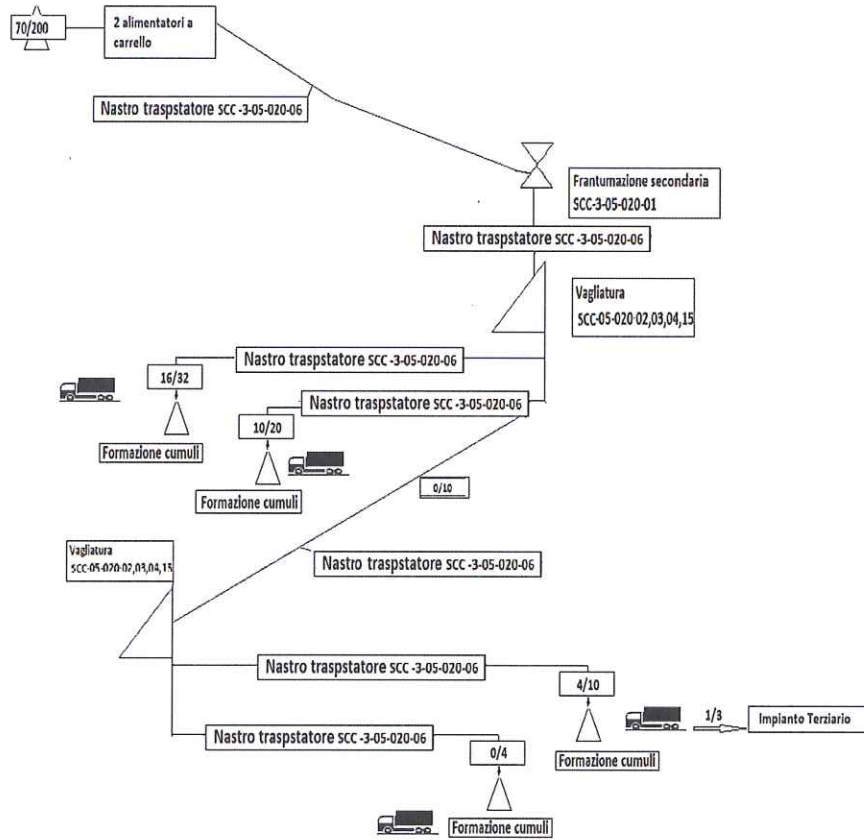
Emissione oraria = 1.412 gr/h in assenza di interventi di mitigazione;

Emissione oraria = 291 gr/h dopo gli interventi di mitigazione

Impianto primario



Impianto secondario e terziario



Stima delle polveri prodotte dalla formazione dei cumuli

Il calcolo è effettuato sui principali cumuli, costituiti da materiale lavorato e pronto per la commercializzazione. I dati relativi al contenuto in limo ed umidità sono forniti da campionamenti effettuati direttamente in campo.

Il rateo emissivo orario si calcola dall'espressione:

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

EFi= fattore di emissione

ki= coefficiente che dipende dalle dimensioni del particolato (0,36)

u = velocità del vento (m/s) = 5,6 m/s stazione meteorologica di Radicofani

M= contenuto in percentuale di umidità (%)

$$0,36 \times 0,0016 \times \frac{(5,6/2,2)^{1,3}}{(8/2)^{1,4}} = 0,000770$$

Formazione dei Cumuli	Quantità Mg/H	E diurno	Ef (diurno)
Impianto primario			
Formazione cumuli 70/200*	43,09	0,000770	0,0331793
Formazione cumuli 20/63	6,62	0,000770	0,0050974
Formazione cumuli 0/30 - 10/30 e 0/10	16,57	0,000770	0,0127589
Impianto secondario			
Formazione cumuli in parte 10/20 e 16/32	28,88	0,000770	0,0222376
Formazione cumuli in parte 0/4 e 4/10	14,21	0,000770	0,0109417
Totale			0,084215

Tabella n°5

Rateo emissivo gr/ora = 0,0290 (Kg/h)*1000= **84,21** gr /H

Erosione del vento dai cumuli

Le emissioni causate dall'erosione del vento sono dovute all'azione dei venti intensi sui cumuli soggetti a movimentazione. Nell'AP-42 (paragrafo 13.2.5 "Industrial Wind Erosion") queste emissioni sono trattate tramite la potenzialità di emissione del singolo cumulo in corrispondenza di certe condizioni di vento. La scelta operata nel presente contesto è quella di presentare l'effettiva emissione dell'unità di area di ciascun cumulo soggetto a movimentazione dovuta alle condizioni anemologiche attese nell'area di interesse. In particolare si fa riferimento alla distribuzione di frequenze dei valori della velocità del vento già utilizzata nel precedente paragrafo.

Il rateo emissivo orario si calcola dall'espressione:

$$E \text{ (kg h)} = E_f \times a \times x \text{ movh}$$

$$E_f = 0,0000079$$

Calcolando l'emissione dovuta all'erosione del vento su tutta la quantità di materiale stoccato nell'impianto, cioè 1.000 Mg ed ipotizzando la densità media del materiale di 2,3 Mg/m³, il volume occupato risulta di 2300 m³ circa. Essendo i cumuli 6, si suppone che ogni cumulo abbia un volume di circa 383 m³. Da questo risultato, e dalla conoscenza dell'altezza massima che è 4 m

(forma conica del cumulo), si ottiene un diametro di 19 m circa. Il cumulo è quindi classificato come alto (rapporto H/D pari a 0,21) ed ha una superficie laterale di 715 m² circa. Essendo il rapporto tra altezza del cumulo e diametro superiore a 0.2 (cumulo alto) il fattore di emissione risulta pari a 7.9×10^{-6} kg/m². Supponendo **2 movimentazioni orarie** per un cumulo, che interessano il 30% della superficie dello stesso, l'emissione stimata risulta di:

$$715 \text{ m}^2 \times 0,30 \times 0,0000079 \times 1000 \text{ (da Kg a gr)} \times 1 \text{ cumulo} \times 2 \text{ movimentazioni orarie} = 3,38 \text{ g/h}$$

Stima delle polveri prodotte da transito dei mezzi su strade pavimentate.

La strada di ingresso alla cava è asfaltata fino all'altezza del piazzale di cava, il tragitto ha una lunghezza di circa 200 metri e viene percorso da una media di 29 mezzi pesanti al giorno.

Lunghezza strada asfaltata	200
Numero autocarri al giorno	29 Mg (66,29 Mg/ora x 8 ore = 530 Mg giorno/18 Mg portata media camion)
Peso medio dei veicoli	28 Mg (19 Mg peso medio camion vuoto + 9 Mg che corrisponde ad ½ della portata)
Contenuto medio superficiale di limo	8%

Tabella n°6

La formula per il calcolo delle emissioni prodotte è la seguente:

$$E_f \text{ (gr/Km)} = 0,62 \times (sL)^{0,91} \times W^{1,02}$$

E_f = Fattore di emissione per distanza percorsa

W = Peso medio dei veicoli

sL = Contenuto medio superficiale di limo

$$= 0,62 \times 95^{0,91} \times 28^{1,02} = 1170 \text{ gr/Km}$$

$$= 1170 \text{ gr/Km} \times 0,2 \text{ Km} \times 29 \text{ (viaggi)} / 8 \text{ ore} = 848 \text{ gr/ora}$$

Emissione oraria = **848 g/h**

Nel calcolo delle emissioni dovute al transito di veicoli su strade asfaltate si può considerare anche l'effetto dovuto alla mitigazione naturale delle precipitazioni (pioggia) secondo l'espressione:

$$E_{EXT,i} \text{ (kg / h)} = E_i [(365 - gp)/365]$$

gp numero di giorni nell'anno con almeno 0.254 mm di precipitazione che nel caso di Sferracavalli ammontano a 90.

$$E_{EXT,i} \text{ (kg / h)} = 0,848 (365 - 90)/365] = 0,636 \text{ Kg/ora}$$

Emissione oraria = 636 g/h



Camion Spazzatrice con spazzola per le superfici asfaltate



Sistema di bagnamento pneumatici.

L'utilizzo di più tecniche per l'abbattimento delle emissioni di polveri, quali l'uso della spazzatrice, la bagnatura delle ruote e gli idranti posti sui limiti del tracciato che conduce alle aree di carico, permette una riduzione del rateo emissivo stimabile intorno al 90%. Per raggiungere tali obiettivi saranno effettuati dei bagnamenti delle superfici pari a 3 volte al di con una quantità media per trattamento di 0,3 l/m².

$$636 \times 10\% = 63,6$$

Stima delle polveri prodotte da transito mezzi su piste sterrate

All'interno della cava i mezzi meccanici che effettuano maggiori e più frequenti spostamenti sono il Dumper e la pala caricatrice gommata Caterpillar, utilizzati per la movimentazione degli inerti ed il carico dell'impianto di frantumazione. Nella tabella sottostante sono riassunte le principali distanze percorse ed il numero di spostamenti effettuati.

Lunghezza pista sterrata pala meccanica	25 m
Lunghezza pista sterrata dumper (andata e ritorno)	200 m
Numero di transiti al giorno della pala	76 (530 Mg/6,9 Mg a carico)
Numero autocarri al giorno	17 (530/30Mg viaggio)
Peso medio della pala	28
Peso medio del dumper media tra vuoto e pieno carico	45
Contenuto medio superficiale di limo	8%

Tabella n°7

La formula per il calcolo delle emissioni prodotte è la seguente:

$$E \text{ (kg h)} = EF \text{ kmh}$$

$$EF \text{ (kg/km)} = K \times (s/12)^{0,9} \times (W/3)^{0,45}$$

E = Emissioni di particolato all'anno

Ef = Fattore di emissione per distanza percorsa

V = Viaggi percorsi per veicolo

k = Coefficiente aerodinamico del particolato

W = Peso medio dei veicoli

s = Contenuto medio superficiale di limo

Relativamente al PM10 il coefficiente aerodinamico è: **k (PM10) = 0.423**

$$0,423 \times (8/12)^{0,9} \times (28/3)^{0,45} = 0,8 \text{ pala}$$

$$0,423 \times (8/12)^{0,9} \times (45/3)^{0,45} = 1 \text{ dumper}$$

$$0,8 \times 25 \text{ metri} \times 76 \text{ viaggi} \times 2 \text{ (andata e ritorno)} / 8 \text{ ore} = 0,38 \text{ Kg /ora}$$

$$1 \times 200 \text{ metri} \times 17 \times 2 \text{ (andata e ritorno)} / 8 \text{ ore} = 0,85 \text{ Kg /ora}$$

$$\text{Totale } 0,8+0,38 = 1,23 \text{ Kg/h ovvero } 1230 \text{ gr/h}$$

Nel calcolo delle emissioni dovute al transito di veicoli su strade non asfaltate nei calcoli aventi fini inventariali si può considerare anche l'effetto dovuto alla mitigazione naturale delle precipitazioni (pioggia) secondo l'espressione:

$$E_{EXT,i} \text{ (kg / h)} = E_i [(365 - gp)/365]$$

gp numero di giorni nell'anno con almeno 0.254 mm di precipitazione

$$E_{EXT,i} \text{ (kg / h)} = 1,23 (200 \text{ giorni lavorativi} - 50)/200 = 0,92 \text{ Kg/ora}$$

Emissione oraria = 920 gr/H

Per i restanti 150 giorni lavorativi considerando un transito medio orario (*trh*), pari a 5 , ovvero 40 viaggi al giorno (andata e ritorno) ripartiti nelle otto ore lavorative, per ottenere un abbattimento congruo del rateo emissivo saranno effettuati dei bagnamenti delle superfici pari a 3 volte al di con una quantità media per trattamento di 0,3 l/m² . Tale frequenza e quantità permetteranno di abbassare le produzioni di polveri di circa un 90%, 920 x 10% = 92 gr/ora

Emissione oraria = 92 gr/H



Mezzo utilizzato per bagnare le aree esterne all'impianto di irrigazione.



Impianto di irrigazione.

Valori di soglia di emissioni per il PM10

Riepilogo emissioni all'interno della cava di Sferracavalli senza l'ausilio di azioni mitiganti	
Attività	Emissioni gr/h
Stima delle polveri prodotte dalle perforazioni per la preparazione delle volate dallo sbancamento e dall'uso di esplosivo	11,87
Stima delle polveri prodotte dalle operazioni di scavo con mezzi meccanici	337,5
Stima delle polveri prodotte dalle operazioni frantumazione e vagliatura	1412
Stima delle polveri prodotte dalla formazione dei cumuli	84,21
Erosione del vento dai cumuli	3,38
Stima delle polveri prodotte da transito mezzi su strade pavimentate	848
Stima delle polveri prodotte da transito mezzi su piste sterrate	1230
Totale gr/H	3926,96

Tabella n°8

Considerando che i giorni con pioggia > a 0,254 mm sono circa 90 nell'anno, si ritiene plausibile un decremento della emissione di circa il 75% con un rateo pari a **2.945** gr/H

Riepilogo emissioni all'interno della cava di Sferracavalli con l'ausilio di azioni mitiganti	
Attività	Emissioni gr/h
Stima delle polveri prodotte dalle perforazioni per la preparazione delle volate dallo sbancamento e dall'uso di esplosivo	11,87
Stima delle polveri prodotte dalle operazioni di scavo con mezzi meccanici	337,5 (valore che non tiene conto delle giornate di pioggia, che ridurrebbero il dato a 253,1 * gr/h)
Stima delle polveri prodotte dalle operazioni frantumazione e vagliatura	291
Stima delle polveri prodotte dalla formazione dei cumuli	84,21
Erosione del vento dai cumuli	3,38
Stima delle polveri prodotte da transito mezzi su strade pavimentate	63,6
Stima delle polveri prodotte da transito mezzi su piste sterrate	92
Totale gr/H	883,06

Tabella n°9

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

Tabella n° 10 Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività compreso tra 250 e 200 giorni/anno.

Dalla tabella si osserva che il rateo emissivo orario rientra sui limiti massimi dei valori soglia PM10 per i quali sono previsti dei monitoraggio presso i recettori sensibili.

Misure di mitigazione

Al fine comunque di mitigare quanto più possibile tale fenomeno, la ditta Gosti intende intraprendere le seguenti azioni:

A. Per l'area di cava

- impiego di esplosivi a bassa emissione di inquinanti;
- bagnatura del detrito di volata e dell'area di manovra della pala, durante le operazioni di caricamento dei dumper;
- periodica pulizia del piazzale per eliminare l'accumulo di polveri;
- bagnatura periodica del piazzale di lavoro e della viabilità di servizio;
- riduzione della velocità dei dumper sulla viabilità di servizio;

B. Per i mezzi d'opera e di trasporto

- utilizzazione di macchine nuove rispondenti ai requisiti di emissione stabiliti dalle direttive comunitarie;
- sistematico aggiornamento del parco macchine;
- manutenzione periodica dei motori e dei filtri;

B. Per l'impianto

- bagnatura
- verifica frequente delle strutture di confinamento degli impianti di frantumazione;
- manutenzione periodica e pulizia dei sistemi di filtraggio;

Stima delle emissioni nella situazione attuale

Sono di seguito riportati i calcoli relativi alle emissioni delle polveri prodotte nella cava di Sferracavalli, eseguiti sulla media dei quantitativi estratti negli ultimi 10 anni. Dal documento dal titolo "Richiesta proroga escavazione relativa volumi di scavo anno 2010" redatto dallo Studio Geosol si evince che nel decennio 2000-2010 le quantità medie di calcare marnoso effettivamente lavorato nella Cava sono pari a circa 58017 mc/anno. Su tali basi, considerando anche tutti gli elementi contingenti che influenzano negativamente il mercato di tale prodotto, viene approntata la stima sulla "effettiva" emissione di polveri.

Partendo quindi da un valore medio pari a 58017 mc annui, la quantità effettiva annua lavorata è pari a $58017 \times 2,3 = 133439,1$ Mg/annui

Stima delle polveri prodotte dalle perforazioni per la preparazione delle volate dallo sbancamento e dall'uso di esplosivo

Perforazione e volate		
Volata per anno	10	Numero di volate effettivamente eseguite in un anno di lavoro (periodo 2000-2010).
Fori per volata	10	
Fori per anno	160	
Quantità rimossa per minaggio	66.719	Mg / anno di materiale rimosso

Tabella n°11

Relativamente al PM10 il fattore di emissione è: **Ef (PM10) 0.072 kg/foro (SCC-3-05-101-33).**

Operazioni di minaggio = $0,072 \text{ kg-foro} \times 10 \text{ fori volata} = 0.72 \text{ Kg volata}$

Utilizzo esplosivo = $E(\text{kg/ora}) = \frac{0.72 \text{ Kg /volata} \times 10 \text{ volate anno}}{1680 \text{ Ore anno}} = 0,0042 \text{ Kg/H}$

Emissione oraria = **4,2 gr/H**

La formula per il calcolo delle emissioni prodotte per lo sbancamento del Materiale è la seguente:

$$E = E_f \times Q$$

E = Emissioni di particolato all'anno

Ef = Fattore di emissione del particolato per materiale rimosso

Q = Quantità di materiale rimosso all'anno.

Relativamente al PM10 il fattore di emissione è: Fattore di emissione Ef (PM10) 0.00004 kg/t.

$$\frac{66719 \times 0.00004}{1680} = 0,0015 \text{ Kg/h}$$

1680 ore lavorative annue

Emissione oraria = 1,5 gr/H

Per un complessivo di 0,0042+0,0015= 0,0057 Kg /ora

Emissione oraria = 5,7 gr/ora di polveri emesse per la perforazione e lo sbancamento con mezzi meccanici.

Mentre per quanto riguarda l'uso di esplosivo, ricordando che il numero medio di volate all'anno paria 16, per ogni volata vengono effettuati 10 fori equidistanti (5 metri) e ad una profondità di 10, la formula per il calcolo delle emissioni prodotte è la seguente:

$$EF_i (\text{kg/Volata}) = 0,52 \times 0,00022 \times a^{1.5}$$

$$0.52 \times 0,00022 \times 200^{1.5} = 0,323 \text{ Kg volata /annui}$$

$$0,323 \times 10 \text{ volate /1680 ore} = 0,00192 \text{ Kg/ora}$$

Emissione oraria = 1,92 gr/H

Risultato complessivo = 1,92+5,7=7,62 gr/H

Stima delle polveri prodotte dalle operazioni di scavo con mezzi meccanici

$$E = E_f \times T$$

$$E_f = 0,75 \times 0,45 \times s^{1,5} / M^{1,4}$$

E = Emissioni di particolato all'anno

Ef = Fattore di emissione per ore di operazioni

k = Coefficiente aerodinamico delle polveri

s = Contenuto in limo (8%)

M = Umidità (8%)

$$0,75 * 0,45 * 8^{1,5} / 8^{1,4} = 0,3375$$

Emissione oraria = 337,5 gr/h

Stima delle polveri prodotte dalle operazioni frantumazione e vagliatura

Quantità annua 133439,1 Mg annue/1680 ore lavorative = 79,42 Mg/h alle quali andrà tolto circa il 30% di materiale di scarto rappresentato da terreno vegetale ed altri prodotti non idonei alla commercializzazione.

Pertanto il calcolo sarà eseguito su valori pari a $79,42 \times 0,70\% = 55,59$ Mg/Ora

Mulino primario

Abbattimento

Codice SCC	Operazioni	Mg/ora	Ef (Kg/Mg)	Efi (Kg/ora)	Ef (Kg/Mg)	Efi (Kg/ora)
3-05-010-37	carico camion - alla tramoggia, rocce (truck unloading-fragmented stone) scarico camion - alla griglia (truck unloading and grizzly feeder)	55,59	0,000008	0,000		0,000
3-05-020-31	“scarico camion” (alla tramoggia) associate al “Truck unloading	55,59	0,000008	0,000		0,000
		0		0,000		0,000
3-05-020-01	frantumazione primaria 75 - 300mm (primary crushing)*	55,59	0,001	0,056		0,056
3-05-020-06	nastro trasportatore	55,59	0,00055	0,031		0,031
3-05-020-04	vagliatura	55,59	0,0043	0,239	0,00037	0,021
3-05-020-06	nastro trasportatore – prodotto: 70/200	36,1335	0,00055	0,020		0,020
	Formazione cumuli 70/200			0,000		
3-05-020-06	nastro trasportatore – prodotto: 20/63	5,559	0,00055	0,003		0,003
	Formazione cumuli 20/63			0,000		
3-05-020-06	nastro trasportatore – prodotto: 0/30	13,8975	0,00055	0,008		0,008
	Formazione cumuli in parte 0/30			0,000		
3-05-020-04	vagliatura (50% del 0/30) per la produzione del 0-10 e 10-30	6,94875	0,0043	0,030	0,00037	0,003
3-05-020-06	nastro trasportatore – prodotto: 0/10	4,864125	0,00055	0,003		0,003
3-05-020-06	nastro trasportatore – prodotto: 10/30	2,084625	0,00055	0,001		0,001

Mulino secondario

Abbattimento

Codice SCC	Operazioni	Mg/ora	Ef (Kg/Mg)	Efi (Kg/ora)	Ef (Kg/Mg)	Efi (Kg/ora)
3-05-020-06	nastro trasportatore	36,1335	0,00055	0,020		0,020
3-05-020-02	frantumazione secondaria	36,1335	0,0043	0,155	0,00037	0,013
3-05-020-06	nastro trasportatore	36,1335	0,00055	0,020		0,020
3-05-020-04	vagliatura per la produzione del 0/10, 10-20 e 16/32	36,1335	0,0043	0,155	0,00037	0,013
3-05-020-32	carico camion dalla tramoggia ai cumuli	24,2	0,00005	0,001		0,001
3-05-020-06	nastro trasportatore 0-10 (circa 1/3 prodotto)	11,92	0,00055	0,007		0,007
3-05-020-21	vagliatura fine per la produzione del 0/4, e 4/10	11,92	0,036	0,429	0,0011	0,022
3-05-020-32	carico camion dalla tramoggia ai cumuli	11,92	0,00005	0,001		0,001
Totale				1,178		0,241

Impianto terziario di lavaggio

Abbattimento

Codice SCC	Operazioni	Mg/ora	Ef (Kg/Mg)	Efi (Kg/ora)	Ef (Kg/Mg)	Efi (Kg/ora)
3-05-010-37	carico camion - alla tramoggia, circa 1/3 del materiale 0-4 prodotto	3,9336	2,75352	0,008		0,008
3-05-020-31	"scarico camion" circa 1/3 del materiale 0-4 prodotto	3,9336	2,75352	0,000		0,000
Totale				0,008		0,008
Totale Complessivo				1,185		0,249

Tabella n°12

* Michigan Department Of Environmental Quality

Emissione oraria = 1185 gr/h in assenza di interventi di mitigazione;

Emissione oraria = 249 gr/h dopo gli interventi di mitigazione

Stima delle polveri prodotte dalla formazione dei cumuli

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

EFi= fattore di emissione

ki= coefficiente che dipende dalle dimensioni del particolato (0,36)

u = velocità del vento (m/s) = 5,6 m/s stazione meteorologica di Radicofani

M= contenuto in percentuale di umidità (%)

$$0,35 \times 0,0016 \times \frac{(5,6/2,2)^{1,3}}{(8/2)^{1,4}} = 0,000770$$

Formazione dei Cumuli	Quantita Mg/H	E diurno	Ef (diurno)
Impianto primario			
Formazione cumuli 70/200*	55,59	0,000770	0,0428043
Formazione cumuli 20/63	5,55	0,000770	0,0042735
Formazione cumuli 0/30 - 10/30 e 0/10	13,8975	0,000770	0,010701075
Impianto secondario			
Formazione cumuli in parte 10/20 e 16/32	24,2	0,000770	0,018634
Formazione cumuli in parte 0/4 e 4/10	11,92	0,000438	0,005226682
Totale			0,08164

Tabella n°13

Rateo emissivo gr/ora = 0,0290 (Kg/h)*1000= **81,64 gr**

Erosione del vento dai cumuli

$$E \text{ (kg h)} = E_f \times a \times \text{movh}$$

$$E_f = 0,0000079$$

In questo caso rimane tutto invariato

$$715 \text{ m}^2 \times 0,30 \times 0,0000079 \times 1000 \text{ (da Kg a gr)} \times 1 \text{ cumulo} \times 2 \text{ movimentazioni orarie} = 3,38 \text{ g/h}$$

Stima delle polveri prodotte da transito dei mezzi su strade pavimentate.

La strada di ingresso alla cava è asfaltata fino all'altezza della del piazzale di cava il tragitto ha una lunghezza di circa 60 metri e viene percorso da una media di 29 mezzi pesanti al giorno.

Lunghezza strada asfaltata	60
Numero autocarri al giorno	25 (55,59 Mg/ora x 8 ore = 445 Mg giorno/18 Mg portata media camion)
Peso medio dei veicoli	28 Mg (19 Mg peso medio camion vuoto + 9 Mg che corrisponde ad ½ della portata)
Contenuto medio superficiale di limo	8%

Tabella n°14

La formula per il calcolo delle emissioni prodotte è la seguente:

$$E_f \text{ (gr/Km)} = 0,62 \times (sL)^{0,91} \times W^{1,02}$$

E_f = Fattore di emissione per distanza percorsa

W = Peso medio dei veicoli

sL = Contenuto medio superficiale di limo

$$= 0,62 \times 95^{0,91} \times 28^{1,02} = 1170 \text{ gr/Km}$$

$$= 1170 \text{ gr/Km} \times 0,2 \text{ Km} \times 25 / 8 \text{ ore} = 731,25 \text{ gr/ora}$$

Emissione oraria = 731,25 g/h

Nel calcolo delle emissioni dovute al transito di veicoli su strade asfaltate si può considerare anche l'effetto dovuto alla mitigazione naturale delle precipitazioni (pioggia) secondo l'espressione:

$$E_{EXT,i} \text{ (kg / h)} = E_i [(365 - gp)/365]$$

gp numero di giorni nell'anno con almeno 0.254 mm di precipitazione che nel caso di Sferracavalli ammontano a 90.

$$E_{EXT,i} \text{ (kg / h)} = 731,25 (365 - 90)/365 = 0,548 \text{ Kg/ora}$$

Emissione oraria = 548 g/h

Per ottenere un abbattimento congruo del rateo emissivo saranno effettuati dei bagnamenti delle superfici pari a 3 volte al di con una quantità media per trattamento di 0,3 l/m². Tale frequenza e quantità permetteranno di abbassare le produzioni di polveri di circa un 90% ,attestando il rateo emissivo su valori pari a 54 gr/H.

Stima delle polveri prodotte da transito mezzi su piste sterrate

All'interno della cava i mezzi meccanici che effettuano maggiori e più frequenti spostamenti sono il Dumper e la pala caricatrice gommata Caterpillar, utilizzati per la movimentazione degli inerti ed il carico dell'impianto di frantumazione. Nella tabella sottostante sono riassunte le principali distanze percorse ed il numero di spostamenti effettuati.

Lunghezza pista sterrata pala meccanica	25 m
Lunghezza pista sterrata dumper (andata e ritorno)	200 m
Numero di transiti al giorno della pala	64 (445 Mg/6,9 Mg a carico)
Numero autocarri al giorno	15 (445/30Mg viaggio)
Peso medio della pala	28
Peso medio del dumper media tra vuoto e pieno carico	45
Contenuto medio superficiale di limo	8%

Tabella n°15

La formula per il calcolo delle emissioni prodotte è la seguente:

$$E \text{ (kg h)} = EF \text{ kmh}$$

$$EF \text{ (kg/km)} = K \times (s/12)^{0,9} \times (W/3)^{0,45}$$

E = Emissioni di particolato all'anno

Ef = Fattore di emissione per distanza percorsa

V = Viaggi percorsi per veicolo

k = Coefficiente aerodinamico del particolato

W = Peso medio dei veicoli

s = Contenuto medio superficiale di limo

Relativamente al PM10 il coefficiente aerodinamico è: $k \text{ (PM10)} = 0,423$

$$0,423 \times (8/12)^{0,9} \times (28/3)^{0,45} = 0,8 \text{ pala}$$

$$0,423 \times (8/12)^{0,9} \times (45/3)^{0,45} = 1 \text{ dumper}$$

$$0,8 \times 25 \text{ metri} \times 64 \text{ viaggi} \times 2 \text{ (andata e ritorno)} / 8 \text{ ore} = 0,32 \text{ Kg /ora}$$

$$1 \times 200 \text{ metri} \times 15 \text{ viaggi} \times 2 \text{ (andata e ritorno)} / 8 \text{ ore} = 0,85 \text{ Kg /ora}$$

Totale 0,32+0,75= 1,07 Kg/h ovvero 1070 gr/h

Nel calcolo delle emissioni dovute al transito di veicoli su strade non asfaltate nei calcoli aventi fini inventariali si può considerare anche l'effetto dovuto alla mitigazione naturale delle precipitazioni (pioggia) secondo l'espressione:

$$E_{EXT,i} \text{ (kg / h)} = E_i [(365 - gp)/365]$$

gp numero di giorni nell'anno con almeno 0.254 mm di precipitazione

$$E_{EXT,i} \text{ (kg / h)} = 1,07 (365 \text{ giorni lavorativi} - 90)/365] = 0,8 \text{ Kg/ora}$$

Emissione oraria = 800 gr/H

Per i restanti 150 giorni lavorativi considerando un transito medio orario (*trh*), pari a 5 , ovvero 40 viaggi al giorno (andata e ritorno) ripartiti nelle otto ore lavorative, per ottenere un abbattimento congruo del rateo emissivo saranno effettuati dei bagnamenti delle superfici pari a 3 volte al di con una quantità media per trattamento di 0,3 l/m² . Tale frequenza e quantità permetteranno di abbassare le produzioni di polveri di circa un 800 x 10% = 80 gr/ora

Valori di soglia di emissioni per il PM10

Riepilogo emissioni all'interno della cava di Sferracavalli senza l'ausilio di azioni mitiganti	
Attività	Emissioni gr/h
Stima delle polveri prodotte dalle perforazioni per la preparazione delle volate dallo sbancamento e dall'uso di esplosivo	7,62
Stima delle polveri prodotte dalle operazioni di scavo con mezzi meccanici	337,5
Stima delle polveri prodotte dalle operazioni frantumazione e vagliatura	1185
Stima delle polveri prodotte dalla formazione dei cumuli	81
Erosione del vento dai cumuli	3,38
Stima delle polveri prodotte da transito mezzi su strade pavimentate	731,5
Stima delle polveri prodotte da transito mezzi su piste sterrate	1070
Totale gr/H	3416

Tabella n°16

Considerando che i giorni con pioggia > a 0,254 mm sono circa 90 nell'anno, si ritiene plausibile un decremento della emissione di circa il 75% con un rateo pari a 2.562 gr/H

Riepilogo emissioni all'interno della cava di Sferracavalli con l'ausilio di azioni mitiganti	
Attività	Emissioni gr/h
Stima delle polveri prodotte dalle perforazioni per la preparazione delle volate dallo sbancamento e dall'uso di esplosivo	7,62
Stima delle polveri prodotte dalle operazioni di scavo con mezzi meccanici	337,5
Stima delle polveri prodotte dalle operazioni frantumazione e vagliatura	249
Stima delle polveri prodotte dalla formazione dei cumuli	81
Erosione del vento dai cumuli	3,38
Stima delle polveri prodotte da transito mezzi su strade pavimentate	54,8
Stima delle polveri prodotte da transito mezzi su piste sterrate	80
Totale gr/H	813,3

Tabella n°17

Per quanto riguarda le misure di mitigazione si rimanda a quanto indicato nell'ipotesi 1 a pagina 17 del presente documento, aggiungendo che nella località di Sferracavalli sono numerosi i giorni in cui il terreno è coperto dalla neve (il dato statistico non è purtroppo disponibile). Pertanto il rateo emissivo subisce un'ulteriore riduzione.

Il Tecnico
Spargi Benvenuto