

CAVA PIETRA ORNAMENTALE LOCALITA' PONTE A COSCE – PESCIA

VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI POLVERI DERIVANTI DALL'ATTIVITA' SVOLTA

Il presente documento è stato redatto sulla base delle indicazioni presenti nell'Allegato 1 “Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico e stoccaggio di materiali polverulenti” che costituisce parte integrante e sostanziale della Delibera G.P. di Firenze n. 213/09.

Dalla stessa fonte sono stati ricavati i codici identificativi delle attività considerate come sorgenti di emissioni dell'AP-42 dell'US-EPA, denominati SCC (Source Classification Codes) in modo da facilitarne la ricerca nella fonte bibliografica, in particolare in FIRE (The Factor Information Retrieval data system). FIRE è il database contenente i fattori di emissione stimati e raccomandati dall'US-EPA per gli inquinanti normati e pericolosi; in assenza del SCC si è citato il paragrafo di riferimento estratto sempre del modello US-EPA AP-42.

Anche le equazioni utilizzate in questa valutazione sono prese dallo stesso documento, di seguito si riportano con la specifica del significato di ciascun parametro oltre che dell'attività alla quale si riferiscono.

Per la formazione e stoccaggio dei cumuli di materiale superficiale (AP-42 13.2.4) si è usata

$$\text{Equazione n. (3)} \quad EF_i \text{ (Kg/Mg)} = K_i \times (0,0016) \times [(u/2.2)^{1.31} / M/2]^{1.4}$$

dove

- i = tipo di particolato (PTS, PM_{10} , $PM_{2.5}$)
- K_i = coefficiente legato alle dimensioni del particolato, nel caso delle PM_{10} è 0,35 (v. Tabella 5)
- u = velocità del vento (m/s)
- M = contenuto percentuale di umidità (%)

Per quanto concerne l'erosione del vento dai cumuli (AP-42 13.2.5) si è utilizzata

$$\text{Equazione n. (5)} \quad E_i \text{ (Kg/h)} = EF_i \times A \times m \times v^h$$

Dove

- i = tipo di particolato (PTS, PM_{10} , $PM_{2,5}$)
- EF_i = fattore di emissione areale dell'iesimo tipo di particolato (Kg/m^2)
- A = superficie dell'area movimentata in m^2
- $movh$ = numero movimentazioni/ora

I cumuli sono suddivisi in alti e bassi, fra i primi rientrano quelli per i quali il rapporto fra altezza e diametro della base è $> 0,2$; nel caso in esame siamo di fronte a cumuli alti, come avremo modo di verificare successivamente, quindi per ogni movimentazione il fattore di emissione areale dell'iesimo tipo di particolato EF_i , riportato nella Tabella 7, per le PM_{10} è pari a $7,9 \times 10^{-6} Kg/m^2$.

Per valutare le emissioni di polveri conseguenti al transito dei mezzi su strade non asfaltate (AP-42 13,2,2) si è fatto ricorso alla

$$\text{Equazione n. (6) } EF_i (Kg/Km) = K_i \times (s/12)^{a_i} \times (W/3)^{b_i}$$

dove

- i = tipo di particolato (PTS, PM_{10} , $PM_{2,5}$)
- s = contenuto di limo del suolo in percentuale in massa (%)
- W = peso medio del veicolo (Mg)
- K_i , a_i e b_i sono costanti empiriche che variano a seconda del tipo di particolato ed i cui valori si trovano nella Tabella 8.

Nel caso delle PM_{10} $K_i = 0.423$, $a_i = 0.9$ e $b_i = 0.45$

Mentre per il calcolo dell'emissione finale, dopo avere determinato la lunghezza del percorso di ciascun mezzo riferito all'unità di tempo ed il numero medio di viaggi il giorno, si è usata

$$\text{Equazione n. (7) } E_i (Kg/h) = EF_i \times kmh$$

dove

- EF_i = fattore di emissione lineare dell'iesimo tipo di particolato per ciascun mezzo
- Kmh = numero di Km/ora percorso da ciascun mezzo

Nel calcolo delle emissioni dovute a transito di veicoli su strade non asfaltate, allo scopo di tenere conto dell'effetto legato alla mitigazione naturale delle precipitazioni (pioggia), si è presa in considerazione

$$\text{Equazione n. (8) } E_{EXT,i} (Kg/h) = E_i [(365-gp)/365]$$

Dove

- $E_{EXT,i}$ = rateo emissivo per i-esimo tipo di particolato estrapolato per la mitigazione naturale
- g_p = numero giorni nell'anno con almeno 0,254 mm di precipitazione
- E_i = rateo emissivo calcolato con l'equazione (7)

Al fine di valutare le emissioni derivanti dall'impiego di esplosivi (AP-42 11.9) si è utilizzata

$$\text{Equazione n. (10) } EF_i (\text{Kg/Mg}) = k_i \times A$$

Dove

- I = tipo di particolato (PTS, PM_{10} , $PM_{2,5}$)
- EF_i (Kg/Mg) = fattore di emissione dell'iesimo tipo di particolato
- A = superficie del fronte di esplosione in m^2
- K_i = coefficiente legato al tipo di particolato

Per le PM_{10} è pari a 0.52×0.00022 (v. Tabella 12)

Infine, avendo l'azienda intenzione di bagnare con acqua la superficie viaria non asfaltata, per il calcolo dell'efficienza di abbattimento, si è utilizzata

$$\text{Equazione n. (9) o Formula di Cowhered et al. } C(\%) = 100 - (0,8 \times P \times trh \times \tau) / I$$

dove

- C = efficienza di abbattimento della bagnatura (%)
- P = potenziale medio dell'evaporazione giornaliera (mm/h)
- trh = traffico medio orario (h^{-1})
- I = quantità media del trattamento applicato (l/m^2)
- τ = intervallo di tempo che intercorre fra le applicazioni (h)

Prima di concludere si riportano i codici identificati adottati, con il relativo fattore di emissione, per quelle attività già codificate, che si riportano di seguito in dettaglio:

- Scortico e Sbancamento del materiale di superficie (SCC 13.2.3) $F_e = 3.42 \text{ Kg/Km}^*$
- Carico su camion del materiale di superficie (SCC 3-05-010-37) $F_e = 7.5 \times 10^{-3} \text{ Kg/Mg}$
- Scarico materiale di superficie (SCC 3-05-010-42) $F_e = 5 \times 10^{-4} \text{ Kg/Mg}$
- Sbancamento materiale (SCC 3-05-027-60) $F_e = 3.9 \times 10^{-4} \text{ Kg/Mg}$
- Carico materiale di produzione (SCC 3-05-025-06) $F_e = 1.2 \times 10^{-3} \text{ Kg/Mg}$

* Nel caso delle PM_{10}

Informazioni sull'attività che sarà effettuata

L'intervento che la ditta intende realizzare è il ripristino di due vecchie cave per l'estrazione di pietra ornamentale, entrambe abbandonate da oltre 50 anni ed ubicate in località Ponte a Cosce nel Comune di Pescia.

L'opera è previsto che si articoli su due fasi distinte, sotto descritte, successive a quella di preparazione del sito meglio descritta nel progetto preliminare che viene trasmesso con il presente documento:

1. Attività di estrazione presso le due cave esistenti che saranno unificate, fino a raggiungere un piano di coltivazione posto a 320 s.l.m. Il piazzale che si verrà a formare in questa fase iniziale costituirà l'area impianti, da utilizzare per tutta la durata della cava; nella zona a valle saranno collocati i servizi e le attrezzature, mentre in quella a monte sarà realizzato il deposito temporaneo dei materiali di cava;
2. Una volta completata la fase precedente sarà dato il via a quella finale che prevede l'effettuazione di scavi dall'alto verso il basso, con una coltivazione per piani discendenti, dopo avere modificato la viabilità di servizio che dovrà essere adattata al procedere degli scavi.

Per l'operatività della cava è stato previsto di recuperare, asfaltandola, una strada interpodereale esistente, lunga 380 m, in modo da evitare il transito sul Ponte a Cosce e l'attraversamento dell'area estrattiva, mentre i primi 300 m dell'esistente strada Ponte a Cosce – Vellano, per altro solo in minima parte percorribile, verrebbero declassati rimanendo ad uso esclusivo della cava; di questi ultimi per l'attività di lavoro verrebbero usati solo 150 m, distanza fra l'area di cantiere e la nuova viabilità.

L'attività estrattiva, svolta al massimo 8 ore il giorno per 220 giorni anno, sarà condotta in prevalenza con taglio mediante filo diamantato per l'estrazione dell'arenaria massiva, mentre per il taglio degli orizzonti pelitici di scarto, così come per il taglio degli strati di arenaria ornamentale di minore potenza, è prevista la perforazione pneumatica della roccia e la sua frammentazione impiegando esplosivi. L'abitazione più vicina, posta oltre un crinale ed un bosco, dista più di 240 m.

La ditta intenzionata a ripristinare l'attività estrattiva prevede di ricavare circa 22.000 m³ l'anno, corrispondenti a 100 m³ il giorno di materiale così suddiviso:

- 40 m³ pietra ornamentale, compresi blocchi, informi, lastricati, mosaici e sassi, con peso specifico 2,7 Mg/m³, pari a 108 Mg;
- 60 m³ fra inerti e detriti, suddivisi in 42 m³ di inerti e 18 m³ di detriti da impiegare per il rinterro, i primi, con peso specifico 1,7 Mg/m³, corrispondono a 71,4 Mg, i secondi, con peso specifico 1,9 Mg/m³, corrispondono a 34,2 Mg;

Mancando spazi ed economie per manipolarli più volte, sarà cura della ditta provvedere alla consegna del materiale estratto direttamente dai piazzali, caricandolo su appositi mezzi di trasporto; è previsto l'impiego di camion a 4 assi.

In pratica il ciclo di lavoro può essere così rappresentato:

1. Rimozione materiale superficiale
2. Sbancamento materiale di produzione
3. Carico su i mezzi di trasporto del materiale di produzione
4. Carico su mezzi di trasporto del materiale superficiale
5. Carico su i mezzi di trasporto dei detriti
6. Trasporto materiale superficiale
7. Scarico materiale superficiale nella zona della vecchia cava posta più in alto
8. Trasporto detriti
9. Scarico detriti
10. Trasporto materiale di produzione
11. Formazione cumuli
12. Utilizzo esplosivi

Alle sorgenti emissive sopra riportate deve essere aggiunta l'erosione dei cumuli di materiale superficiale e detriti da parte del vento; da rilevare che in alcuni casi, al momento non quantificabili, parte del materiale destinato alla vendita, tipo sassi da muro, blocchetti, lastricato naturale e così via, potrà essere trasferito all'area di cantiere per lo svolgimento di alcune attività manuali necessarie per preparare i bancali e/o i gabbioni; le quantità trattate dovrebbero corrispondere al 5% circa degli inerti estratti.

Passiamo ora a valutare le singole attività svolte ed il loro contributo alle emissioni in atmosfera di polveri PM₁₀ cominciando dalla rimozione del materiale superficiale (A).

L'operazione viene effettuata con un escavatore meccanico che lo accumula di fianco all'area di lavoro prima di essere caricato su un mezzo di trasporto che lo trasferisce nell'area di stoccaggio individuata nella zona della cava alta esistente, in attesa di essere utilizzato per il ripristino finale.

Dal momento che l'intera superficie della cava é di 17.300 m² e che la profondità dello scavo é di 40 cm, il volume massimo di materiale rimosso nei venti anni di vita previsti sarà pari a

$$17.300 \times 0.4 = 6.920 \text{ m}^3$$

Il quantitativo annuo risulterà quindi essere

$$6.920/20 = 350 \text{ m}^3$$

e quello giornaliero

$$350/220 = 1.6 \text{ m}^3$$

L'escavatore opera con una velocità di 12 m/h rimuovendo circa 5 m³/h di materiale non produttivo, lavorando ad una profondità di 0,4 m con una larghezza della benna di 1 m; per allontanare il quantitativo di materiale prima calcolato effettuerà questa operazione 20 minuti il giorno, mentre la produzione oraria risultante sarà $1.6/8 = 0,2 \text{ m}^3$.

Ipotizzando un peso specifico di 1.5 Mg/m³, la quantità in peso prodotta sarà pari a

$$1.5 \times 1.6 = 2,4 \text{ Mg/giorno}$$

Mentre il percorso medio nell'arco delle 8 ore, sempre su base oraria, sarà

$$(12 \times 1/3)/8 = 0,5 \text{ m}$$

Il fattore di emissione corrispondente, previsto in “13.2.3 Heavy construction operation” dall’AP-42 nel caso delle PM₁₀ è di 3.42 Kg/Km, applicando il quale si ottiene

$$0.0005 \times 3.42 = 0,00171 \text{ Kg/h ovvero } 2 \text{ g/h}$$

Per la fase di sbancamento (B) non esiste uno specifico fattore di emissione, si assume cautelativamente il valore associato al SCC 3-05-027-60 Sand Handling, Transfer and Storage in “Industrial Sand and Gravel” pari a 3.9×10^{-4} Kg/Mg, sempre nel caso delle PM₁₀. Se il materiale estratto in blocchi ha un peso specifico di $2,7 \text{ Mg/m}^3$, ricordando che vengono estratti giornalmente 40 m^3 di pietra ornamentale e 60 m^3 di materiale sciolto, dei quali 42 con peso specifico $1,7 \text{ Mg/m}^3$ destinati ad altri usi e 18 di detriti aventi peso specifico $1,9 \text{ Mg/m}^3$ da impiegare per il riempimento finale, su base oraria saranno gestiti i seguenti quantitativi

$$(40 \times 2.7) / 8 = 13,5 \text{ Mg}$$

$$(42 \times 1.7) / 8 = 8,925 \text{ Mg}$$

$$(18 \times 1.9) / 8 = 4,275 \text{ Mg}$$

in totale $13,5 + 8,925 + 4,275 = 26,7 \text{ Mg/h}$ di materiale estratto, arrotondato a 27 Mg.

L’emissione che ne deriva sarà

$$3.9 \times 10^{-4} \times 27 = 11 \text{ g/h}$$

La fase di caricamento del materiale estratto (C) corrisponde al SCC 3-05-025-06 Bulk Loading “Construction Sand and Gravel” per il quale il fattore di emissione è 1.2×10^{-3} Kg/Mg di materiale caricato. Nel calcolo effettuato non è stata presa in considerazione la quantità di materiale in blocchi, $13,5 \text{ Mg/h}$, perché l’emissione di polveri legata a questa operazione è trascurabile, di conseguenza quella derivante dal caricamento degli inerti e dei detriti sarà

$$1.2 \times 10^{-3} \times 13,5 = 16 \text{ g/h}$$

Il materiale superficiale accantonato viene caricato su camion (D) questa operazione può fare riferimento al fattore di emissione del SCC 3-05-010-37 "Truck loading overburden" $7,5 \times 10^{-3}$ Kg/Mg; ipotizzando una densità di $1,5 \text{ Mg/m}^3$, gli $0,2 \text{ m}^3$ rimossi ogni ora corrisponderanno a

$$0,2 \times 1,5 = 0,3 \text{ Mg}$$

Conseguentemente il quantitativo di polveri emesse sarà

$$7,5 \times 10^{-3} \times 0,3 = \mathbf{2,25 \text{ g/h}}$$

Nella prima fase dell'intervento questo materiale rimosso dalle superficie delle due cave esistenti è trasportato (E) lungo una pista non pavimentata di lunghezza media 50 m, in totale 100 m con il ritorno. Applicando quanto previsto in AP-42 paragrafo 13.2.2, ipotizzando che il contenuto di "silt" del materiale della pista sia pari al 10%, tenuto conto che, se il camion ha un peso di 14 Mg a vuoto e può trasportare massimo 30 Mg, il peso medio durante il trasporto corrisponde a 29 Mg; inserendo questi dati nell'equazione (6) "Unpaved road" si ottiene un fattore di emissione di 0.9965 Kg/Km.

Poiché giornalmente sono accantonati 1.6 m^3 di materiale superficiale, corrispondenti a 2.4 Mg, per trasferirlo tutto nella zona di deposito occorrerà 1 viaggio ogni 10 giorni lavorativi, pari a $(1/10)/8 = 0,0125$ viaggi/h, percorrendo in tutto 100 m, l'emissione oraria di polveri è

$$0.9965 \times 0.1 \times 0,0125 = \mathbf{1.25 \text{ g/h}} \text{ (equazione 7)}$$

Il materiale di cui sopra viene poi scaricato (F) in questo caso si può utilizzare il fattore di emissione relativo al SCC 3-05-010-42 Truck Unloading: Botton Dump – Overburden, pari a 5×10^{-4} Kg/Mg. L'emissione media, sempre su base oraria, risulta essere

$$5 \times 10^{-4} \times 0,3 = \mathbf{0,15 \text{ g}} \text{ si assume } \mathbf{1 \text{ g}}$$

Anche i detriti prodotti, 34.2 Mg/giorno corrispondenti a 4,275 Mg/ora, sono scaricati nella zona deposito ed applicando i criteri prima esposti si ottiene un'emissione oraria di polveri

$$5 \times 10^{-4} \times 4,275 = 2,13 \text{ g si considera } 2 \text{ g}$$

Il materiale di estrazione viene trasportato (G) su camion alla clientela percorrendo un tratto della vecchia strada Ponte a Cosce – Vellano lungo al massimo nella fase iniziale 150 m e, successivamente, il nuovo tratto di strada ricavato dalla interpoderale, lungo 380 m, in totale 300 m di strada bianca fra andata e ritorno.

Poiché sono estratti normalmente 82 m^3 il giorno fra materiale di produzione, pietra ornamentale in blocchi per un totale di 40 m^3 e materiale utilizzabile in altri settori (pietre, scaglie, sassi da muro, sassi da gabbioni, da scogliere e simili) per un totale di 42 m^3 , il primo avente peso specifico 2.7 Mg/m^3 ed il secondo avente peso specifico 1.7 Mg/m^3 , possiamo valutare il loro peso complessivo che sarà

$$40 \times 2.7 + 42 \times 1.7 = 108 + 71,4 = 179,4 \text{ Mg}$$

Per trasportare i quali, ricordando che la portata massima è di 30 Mg/camion , occorrerà un numero di viaggi dato da

$$179,4/30 = 6 \text{ (nel calcolo successivo si utilizzerà } 7)$$

Impiegando il fattore di emissione per il trasporto già usato di 0.9965 Kg/Km avremo una quantità di polveri emesse su base oraria, tenendo presente che il numero di viaggi è 7 al giorno, pari a

$$0.9965 \times 0.3 \times 7/8 = 261.6 \text{ g}$$

Il valore trovato obbliga all'adozione di adeguati interventi di mitigazione, su i quali ci soffermeremo successivamente.

Anche i detriti sono trasportati (H) dalla zona di produzione a quella di stoccaggio, distante in questa prima fase 50 m, ripetendo il calcolo fatto in precedenza e tenendo presente che vengono effettuati 2 viaggi in otto ore l'emissione di polveri che ne deriva sarà

$$0.9965 \times 0.1 \times 2/8 = 25 \text{ g}$$

Passiamo ora a valutare l'emissione legata all'erosione dei cumuli da parte del vento (I) considerando che si è ipotizzato di scaricare $24 \text{ m}^3/10$ giorni di materiale superficiale, depositato su un cumulo conico alto 2,5 m, insieme a 18 m^3 di detriti scaricati giornalmente in cumuli separati alti sempre 2,5 m.

Il diametro del cumulo di materiale superficiale risulta essere 3.6 m, la superficie laterale è di 28 m^2 , mentre il rapporto fra altezza del cumulo e diametro della base è superiore a 0.2 quindi il cumulo è da classificare "alto" secondo il criterio indicato nel paragrafo 1.4 delle Linee Guida già accennate ed il fattore di emissione collegato è $7.9 \times 10^{-6} \text{ Kg/m}^2$ (v. Tabella 7). Nel caso del cumulo di detriti il diametro è pari a 3 m, la superficie laterale è 24 m^2 , anche questo cumulo è da classificare "alto" in quanto il rapporto fra altezza e diametro di base è > 0.2 .

Con queste premesse, impiegando l'equazione (5) l'emissione per il cumulo del materiale di superficie sarà, ricordando il numero di viaggi l'ora (0.0125) al quale corrisponde una pari movimentazione oraria ed applicando quanto previsto in AP-42 nel paragrafo 13.2.5 ed

$$7.9 \times 10^{-6} \times 28 \times 0,0125 = 28 \times 10^{-6} \text{ Kg ovvero } \mathbf{0,003 \text{ g}}$$
 (trascurabile) si pone eguale ad **1 g/h**

Mentre nel caso del cumulo di detriti, ricordando che i viaggi sono 2 in 8 ore, sarà

$$7.9 \times 10^{-6} \times 24 \times 0,25 = 47 \times 10^{-6} \text{ Kg ovvero } \mathbf{0,047 \text{ g}}$$
 (trascurabile) si pone eguale ad **1 g/h**

Valutiamo quindi l'emissione derivante dalla formazione e stoccaggio dei cumuli (L) applicando quanto previsto in AP-42, paragrafo 13.2.4, utilizzando l'espressione (3) e prendendo a riferimento una velocità del vento di 3.3 m/s, ricavata dai dati climatologici medi (anni 1961 - 1990) della Stazione meteorologica di Pistoia, ipotizzando una percentuale di umidità del 5%, si ottiene un fattore di emissione pari a $2.62 \times 10^{-4} \text{ Kg/Mg}$ che, ricordando la produzione oraria di 0,3 Mg per il materiale di superficie e 4,275 Mg per i detriti, forniscono per i due casi un valore pari a

$$2.62 \times 10^{-4} \times 0.3 = \mathbf{1,0 \text{ g/h}}$$
 (materiale rimosso)

$$2.62 \times 10^{-4} \times 4,275 = \mathbf{1,12 \text{ g/h}}$$
 (detriti)

A completamento dello studio fatto prendiamo ora in considerazione il contributo derivante dall'utilizzo di esplosivi (M).

Ipotizzando un fronte sempre minore di 100 m² ed applicando quanto previsto in AP-42, paragrafo 11.9, impiegando l'equazione (10) si ottiene un fattore di emissione pari a 1.44x10⁻⁴ Kg/m², dal quale si ricava la quantità oraria massima di polveri emesse

$$1.44 \times 10^{-4} \times 100 = 15 \text{ g}$$

A questo punto è possibile valutare il totale di polveri (PM₁₀) emesse nella prima fase dell'intervento da realizzare, durante le 8 ore lavorative svolte nella cava di Ponte a Cosce secondo le modalità e con i mezzi e le attrezzature indicati in precedenza; il dettaglio è riportato nella sottostante Tabella 1.

Tabella 1: emissioni orarie stimate per le attività di estrazione

Attività svolta	Emissione oraria media in g/h
Scotico materiale superficiale [A]	2
Sbancamento [B]	11
Carico materiale inerti e detriti [C]	16
Caricamento materiale superficiale [D]	2
Trasporto materiale superficiale [E]	1
Scarico materiale superficiale e detriti [F]	(1 + 2)
Trasporto materiale estratto [G]	261.6
Trasporto detriti [H]	25
Erosione del vento dai mucchi di materiale superficiale e detriti [I]	(1 + 1)
Formazione cumuli materiale di superficie e detriti [L]	(1 + 1)
Utilizzo Mine [M]	15
TOTALE	337.6

Passiamo ora a valutare il fattore di emissione polveri durante il trasporto dei materiali, tenendo conto dei giorni di pioggia che, nella zona del Comune di Pescia risultano essere 106 l'anno con una precipitazione complessiva di 1.200 mm. Utilizziamo l'equazione n. (8) inserendo un valore di piovosità pari a 60 giorni di precipitazioni (corrispondente ad un numero minimo per il territorio della Regione Toscana e sicuramente molto sottostimato per la zona dove avrà sede la cava) si ottiene

$$E_{\text{corretta}} = E_i (365 - 60)/365 = 2616 \times 0,84 = 220 \text{ g/h}$$

Pur essendo diminuito il rateo emissivo rimane sempre elevato, conseguentemente l'azienda ha deciso di intervenire scegliendo la soluzione di bagnare con acqua la viabilità interessata.

Per calcolare l'efficienza del metodo scelto sono state fatte varie simulazioni cambiando alcune delle variabili presenti nell'equazione n. (9) (Cowehered et al.).

Per il valore di P si è assunto il valore medio annuale proposto nel rapporto EPA (1988a) che lo pone = $0,34 \text{ mmh}^{-1}$, mentre il traffico orario medio si è posto inferiore a 5 viaggi l'ora, come visto nelle valutazioni precedenti vengono effettuati meno di 3 viaggi ogni 2 ore, per la quantità di acqua applicata si sceglie $0,3 \text{ l/m}^2$, con un intervallo di 24 ore fra un'applicazione e l'altra.

Inserendo i dati sopra indicati nell'equazione di Cowehered si ottiene un'efficienza di abbattimento delle polveri pari al 75%, di conseguenza quelle emesse su base oraria durante il trasporto dei materiali, dopo l'intervento di mitigazione descritto, si riducono a

$$220 \times 0,25 = 55 \text{ g}$$

Valore ritenuto accettabile.

Nella successiva Tabella 2 sono riportati i quantitativi di polveri emesse durante la prima fase dell'attività svolta presso la Cava di Ponte a Cosce, dopo la mitigazione legata alla pioggia e dopo quella della bagnatura strade.

Tabella 2: emissioni orarie stimate per le attività di estrazione

Attività svolta	Emissione oraria media in g/h
Scotico materiale superficiale [A]	2
Sbancamento [B]	11
Carico materiale inerti e detriti [C]	16
Caricamento materiale superficiale [D]	2
Trasporto materiale superficiale [E]	1
Scarico materiale superficiale e detriti [F]	(1 + 2)
Trasporto materiale estratto [G]	55
Trasporto detriti [H]	25
Erosione del vento dai mucchi di materiale superficiale e detriti [I]	(1 + 1)
Formazione cumuli materiale di superficie e detriti [L]	(1 + 1)
Utilizzo Mine [M]	15
TOTALE	134

N.B. - I 134 g/h emessi sono formati da 81 g legati ai trasporti e 53 g legati alle attività svolte.

Ai valori sopra riportati devono essere aggiunti i contributi legati al trasporto presso l'area di cantiere, distante 50 m per l'andata e 50 m per il ritorno, di parte del materiale estratto, massimo 5%, corrispondente a $40 \times 0,05 = 2 \text{ m}^3/\text{giorno}$ per un peso di $2 \times 2,7 = 5,4 \text{ T}$ nel caso della pietra e di $42 \times 0,05 = 2,1 \text{ m}^3/\text{giorno}$ per un peso di $2,1 \times 1,7 = 3,6 \text{ T}$ nel caso degli inerti; in pratica è sufficiente un viaggio la settimana sia per gli uni che per gli altri corrispondente a $(1/5)/8 = 0,025$ viaggi l'ora.

Con queste premesse, usando il fattore di emissione ricavato in precedenza con l'equazione (6) "Unpaved road" 0,9965 Kg/Km, si ottiene

$$0,9965 \times 0,1 \times 0,025 = 2,5 \text{ g/h}$$

Analogo risultato si ottiene per il trasporto degli inerti; complessivamente, nell'ipotesi che i due viaggi all'area di cantiere siano effettuati nello stesso giorno, l'emissione oraria diventa

$$134 + 2,5 + 2,5 = 139 \text{ g}$$

Il totale di polveri emesse nel corso della prima fase di lavoro presso la Cava di Ponte a Cosce, ipotizzando che il trasporto settimanale presso l'area di cantiere della pietra e degli inerti sia fatto nello stesso giorno é indicato nella Tabella 3 sotto riportata.

Tabella 3: emissioni orarie stimate per le attività di estrazione

Attività svolta	Emissione oraria media in g/h
Scotico materiale superficiale [A]	2
Sbancamento [B]	11
Carico materiale inerti e detriti [C]	16
Caricamento materiale superficiale [D]	2
Trasporto materiale superficiale [E]	1
Scarico materiale superficiale e detriti [F]	(1 + 2)
Trasporto materiale estratto [G]	55
Trasporto detriti [H]	25
Erosione del vento dai mucchi di materiale superficiale e detriti [I]	(1 + 1)
Formazione cumuli materiale di superficie e detriti [L]	(1 + 1)
Utilizzo Mine [M]	15
Trasporto materiali commercializzati presso area cantiere	(2,5 + 2,5)
TOTALE	139

Confrontando questo dato con quello riportato nella Tabella 16 “Valutazione delle emissioni al variare della distanza fra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività compreso fra 250 e 200 l’anno”, si può verificare che, per una distanza > 150 m dal corpo recettore, se la soglia di emissione delle PM₁₀, espressa in g/h, è inferiore a 493 g/h come nel caso in esame, non risultano necessarie altre azioni di alcun tipo.

Nella successiva Tabella 4 si riportano i valori delle emissioni orarie stimate per le PM₁₀ derivanti dalle attività svolte presso la cava di Ponte a Cosce, unitamente ai riferimenti circa i metodi di valutazione utilizzati per il loro calcolo, ai parametri ed alla mitigazione adottata, quando è stato fatto, ai fattori di emissione impiegati, alla quantità media oraria ed all’emissione media oraria che ne è derivata.

Tabella 4: emissioni orarie stimate per le attività dell'impianto di Ponte a Cosce (1^a fase)

Attività	Riferimento	Parametri e mitigazione	Fattore di emissione	Quantità	Emissione media/ora
Scotico materiale di superficie	AP-42 13.2.3	N.A.	3,42 Kg/Km	0,0005 Km/h	2 g
Sbancamento	SCC 3-05-027-60	N.A.	$3,9 \times 10^{-4}$ Kg/Mg	27 Mg/h	11 g
Carico inerti e detriti	SCC 3-05-025-06	N.A.	$1,2 \times 10^{-3}$ Kg/Mg	13,5 Mg/h	16 g
Carico materiale superficie	SCC 3-05-010-37	N.A.	$7,5 \times 10^{-3}$ Kg/Mg	0,3 Mg/h	2 g
Trasporto materiale di superficie	AP-42 13.2.2 SILT 10%	Bagnatura	0,9965 Kg/Km	0,0125 viaggi/ h	1 g
Scarico materiale di superficie e detriti	SCC 3-05-010-42	N.A.	5×10^{-4} Kg/Mg	0,3 Mg/h 4,275 Mg/h	(1 + 2) g
Trasporto pietra ed inerti	AP-42 13.2.2 SILT 10%	Bagnatura	0,9965 Kg/Km	7 viaggi/8 h	261.6 g 220 g ° 55 g *
Trasporto detriti	AP-42 13.2.2 SILT 10%	Bagnatura	0,9965 Kg/Km	2 viaggi/8 h	25
Trasporto area cantiere	AP-42 13.2.2 SILT 10%	Bagnatura	0,9965 Kg/Km	2 viaggi/settimana	5
Formazione cumuli scotico e detriti	AP-42 13.2.4 M = 5%	N.A.	$2,13 \times 10^{-4}$ Kg/Mg	0,3 Mg/h 4,275 Mg/h	(1 + 1) g
Erosione cumuli scotico e detriti da parte del vento	AP-42 13.2.5	Cumuli alti	$7,9 \times 10^{-6}$ Kg/m ²	Mov/h = 0,0125 0,25	(1 + 1) g
TOTALE	///	///	///	///	124 g
Utilizzo esplosivi	AP-42 § 11.9		$1,44 \times 10^{-4}$ Kg/m ²	100 m ²	15 g
TOTALE	///	///	///	///	139 g

° Considerando l'abbattimento dovuto alla pioggia

* Dopo mitigazione mediante bagnatura della viabilità utilizzata.

Nella seconda fase dell'intervento è previsto lo sbancamento a gradoni, cominciando dall'alto e scendendo verso il basso; saranno realizzati 6 gradoni larghi 5 m e lunghi al massimo 200 m.

Unica differenza rispetto alla situazione valutata nella prima fase sarà quella delle diverse distanze percorse dai mezzi di trasporto dei materiali di risulta, dal momento che le procedure di lavoro e le quantità di materiale movimentato giornalmente rimangono le stesse.

Passiamo quindi ad esaminare i nuovi percorsi, iniziando con l'attività estrattiva effettuata sul 1° gradone, quello posto più in alto.

La pietra ed il materiale commerciabile dovranno percorrere al massimo 200 m corrispondenti alla lunghezza totale del gradone per poi arrivare su quella nuova asfaltata, complessivamente 400 m fra andata e ritorno.

Il materiale superficiale dovrà percorrere i 200 m del gradone oltre a circa 150 m per arrivare all'area di sosta provvisoria, individuata nella attuale cava più alta, in totale 350 m che diventano 700 considerando l'andata ed il ritorno; stesso discorso per i detriti.

Quando l'attività della cava interesserà l'ultimo gradone, il sesto posto più in basso degli altri, il percorso del materiale commercializzato sarà formato da i 200 m corrispondenti alla lunghezza massima del gradone, da ulteriori 150 m di strada dismessa e dalla strada realizzata ex novo; in totale 350 m che diventano 700 considerando l'andata ed il ritorno.

In questo caso il materiale di superficie ed i detriti percorrono i 200 m del gradone oltre a 50 m per arrivare all'area di stoccaggio; in totale 250 m che, con l'andata ed il ritorno, assommano a 500 m totali.

Ricordando che il materiale destinato alla vendita è previsto effettui 7 viaggi durante le 8 ore lavorative mentre per il materiale rimosso in superficie viene effettuato un viaggio ogni 10 giorni e per i detriti due viaggi al giorno, si possono valutare le emissioni che ne derivano utilizzando il valore di emissione già impiegato per la prima fase, $F_e = 0,9965 \text{ Kg/Km}$.

Nel caso del materiale estratto dal gradone più alto e trasportato per la vendita avremo

$$\text{Emissione} = 0,9965 \times 0,4 \times 7/8 = 349 \text{ g/h}$$

Applicando l'equazione n. (8) sempre considerando 60 giorni l'anno di pioggia, si ottiene

$$349 \times 0,84 = 293 \text{ g/h}$$

Tenendo conto dell'abbattimento ottenuto con la bagnatura dei percorsi, applicando l'equazione (8') avremo che le emissioni dei 7 viaggi giornalieri fatti per allontanare la pietra ornamentale e gli inerti daranno luogo all'emissione di

$$293 \times 0,25 = 73 \text{ g/h}$$

Ripetendo lo stesso calcolo per il materiale di superficie, il percorso in questo caso è di 700 m (andata e ritorno) e viene fatto un viaggio ogni 10 giorni, pari a 0,0125 viaggi l'ora, avremo

$$0,9965 \times 0,7 \times 0,0125 = 9 \text{ g/h}$$

Tenendo conto della piovosità, applicando l'equazione (8') si ottiene

$$9 \times 0,84 = 7,5 \text{ g/h}$$

che, con la bagnatura, applicando l'equazione di Cowherd si riducono a

$$7,5 \times 0,25 = 2 \text{ g/h}$$

Facendo la stessa operazione nel caso dei detriti che sono trasportati con una media di 0,25 viaggi l'ora, si ricava

$$0,9965 \times 0,7 \times 0,25 = 174 \text{ g/h}$$

Tenendo conto della mitigazione per la pioggia si arriva a

$$174 \times 0,84 = 146 \text{ g/h}$$

che, dopo bagnatura della strada, divengono

$$146 \times 0,25 = 37 \text{ g/h}$$

L'emissione totale per i trasporti, durante l'attività di estrazione sul primo gradone, risulta pari a

$$73 + 2 + 37 = 112 \text{ g/h}$$

che diventano, aggiungendo i 53 g/h di polveri emesse durante le altre fasi lavorative

$$112 + 53 = 165 \text{ g/h}$$

Ai valori sopra riportati devono essere aggiunti i contributi legati al trasporto presso l'area di cantiere, distante 350 m per l'andata e 350 m per il ritorno nel caso del 1° gradone, di parte del materiale commercializzato, massimo 5% corrispondente a $40 \times 0,05 = 2 \text{ m}^3/\text{giorno}$ per un peso di $2 \times 2,7 = 5,4 \text{ T}$ nel caso della pietra e di $42 \times 0,05 = 2,1 \text{ m}^3/\text{giorno}$ per un peso di $2,1 \times 1,7 = 3,6 \text{ T}$ nel caso degli inerti; in pratica è sufficiente un viaggio la settimana sia per gli uni che per gli altri corrispondente a $(1/5)/8 = 0,025$ viaggi l'ora.

Con queste premesse, usando con l'equazione (6) "Unpaved road" il fattore di emissione ricavato in precedenza 0,9965 Kg/Km, si ottiene

$$0,9965 \times 0,7 \times 0,025 = 17,4 \text{ g/h si adotta } 18 \text{ g/h}$$

Analogo risultato si ottiene per il trasporto degli inerti; complessivamente, nell'ipotesi che i due viaggi all'area di cantiere siano effettuati nello stesso giorno, l'emissione oraria massima diventa

$$165 + 18 + 18 = 201 \text{ g/h}$$

Il totale di polveri emesse durante l'attività di estrazione svolta sul primo gradone è riportato nella Tabella 5 che segue, sempre ipotizzando di fare nello stesso giorno i due viaggi presso l'area di cantiere.

Tabella 5: emissioni orarie stimate per le attività dell'impianto di Ponte a Cosce (1° gradone)

Attività	Riferimento	Parametri e mitigazione	Fattore di emissione	Quantità	Emissione media/ora
Scotico materiale di superficie	AP-42 13.2.3	N.A.	3,42 Kg/Km	0,0005 Km/h	2 g
Sbancamento	SCC 3-05-027-60	N.A.	$3,9 \times 10^{-4}$ Kg/Mg	27 Mg/h	11 g
Carico inerti e detriti	SCC 3-05-025-06	N.A.	$1,2 \times 10^{-3}$ Kg/Mg	13,5 Mg/h	16 g
Carico materiale superficie	SCC 3-05-010-37	N.A.	$7,5 \times 10^{-3}$ Kg/Mg	0,3 Mg/h	2 g
Trasporto materiale di superficie	AP-42 13.2.2 SILT 10%	Bagnatura	0,9965 Kg/Km	0,0125 viaggi/ h	2 g
Scarico materiale di superficie e detriti	SCC 3-05-010-42	N.A.	5×10^{-4} Kg/Mg	0,3 Mg/h 4,275 Mg/h	(1 + 2) g
Trasporto pietra ed inerti	AP-42 13.2.2 SILT 10%	Bagnatura	0,9965 Kg/Km	7 viaggi/8 h	349 g 293 g ° 73 g *
Trasporto detriti	AP-42 13.2.2 SILT 10%	Bagnatura	0,9965 Kg/Km	2 viaggi/8 h	174 g 146 g ° 37 g *
Trasporto area cantiere	AP-42 13.2.2 SILT 10%	Bagnatura	0,9965 Kg/Km	2 viaggi settimana	(18 + 18)
Formazione cumuli scotico e detriti	AP-42 13.2.4 M = 5%	N.A.	$2,13 \times 10^{-4}$ Kg/Mg	0,3 Mg/h 4,275 Mg/h	(1 + 1) g
Erosione cumuli scotico e detriti da parte del vento	AP-42 13.2.5	Cumuli alti	$7,9 \times 10^{-6}$ Kg/m ²	Mov/h = 0,0125 0,25	(1 + 1) g
TOTALE	///	///	///	///	186 g
Utilizzo esplosivi	AP-42 § 11.9		$1,44 \times 10^{-4}$ Kg/m ²	100 m ²	15 g
TOTALE	///	///	///	///	201 g

° Considerando l'abbattimento dovuto alla pioggia

* Dopo mitigazione mediante bagnatura della viabilità utilizzata.

Andiamo ora a ripetere le stesse valutazioni per l'ultimo gradone, quello più in basso, sempre applicando l'equazione n. (7) con il percorso del materiale commercializzato che è di 700 m a viaggio, fra andata e ritorno, mentre quello del materiale di superficie e dei detriti è di 500 m totali, andata più ritorno; adottando sempre il fattore di emissione 0,9965 Kg/Km per il primo avremo.

$$\text{Emissione} = 0,9965 \times 0,7 \times 7/8 = 610 \text{ g/h}$$

Applicando l'equazione n. (8) sempre considerando 60 giorni l'anno di pioggia, si ottiene

$$610 \times 0,84 = 513 \text{ g/h}$$

Tenendo conto dell'abbattimento ottenuto con la bagnatura dei percorsi, avremo che le emissioni dei 7 viaggi giornalieri per allontanare la pietra e gli inerti daranno luogo all'emissione di

$$513 \times 0,25 = 128 \text{ g/h}$$

Ripetendo lo stesso calcolo per il materiale di superficie, il percorso in questo caso è di 500 m e viene fatto un viaggio ogni 10 giorni, avremo

$$0,9965 \times 0,5 \times 0,0125 = 6 \text{ g/h}$$

Tenendo conto della piovosità, applicando l'equazione (8') si ottiene

$$6 \times 0,84 = 5 \text{ g/h}$$

che, con la bagnatura, applicando l'equazione di Cowherd si riducono a

$$5 \times 0,25 = 2 \text{ g/h}$$

Facendo la stessa operazione nel caso dei detriti che sono trasportati con una media di 0,25 viaggi l'ora, si ricava

$$0,9965 \times 0,5 \times 0,25 = 125 \text{ g/h}$$

Ripetendo la mitigazione per la pioggia si arriva a

$$125 \times 0,84 = 105 \text{ g/h}$$

che, tenendo conto dell'effetto bagnatura strada, divengono

$$105 \times 0,25 = 26 \text{ g/h}$$

L'emissione totale per i trasporti, durante l'attività di estrazione sull'ultimo gradone, risulta pari a

$$128 + 2 + 26 = 156 \text{ g/h}$$

che, aggiungendo i 53 g/h originati dalle altre fasi lavorative svolte, assommano a

$$156 + 53 = 209 \text{ g/h}$$

Calcolando i contributi legati al trasporto presso l'area di cantiere, distante 250 m per l'andata e 250 m per il ritorno, di parte del materiale estratto dal gradone più basso, massimo 5% corrispondente a $40 \times 0,05 = 2 \text{ m}^3/\text{giorno}$ per un peso di $2 \times 2,7 = 5,4 \text{ T}$ nel caso della pietra e di $42 \times 0,05 = 2,1 \text{ m}^3/\text{giorno}$ per un peso di $2,1 \times 1,7 = 3,6 \text{ T}$ si trova che è sufficiente un viaggio la settimana sia per gli uni che per gli altri corrispondente a $(1/5)/8 = 0,025$ viaggi l'ora.

Con queste premesse, usando il fattore di emissione ricavato in precedenza con l'equazione (6)

"Unpaved road" $0,9965 \text{ Kg/Km}$, si ottiene

$$0,9965 \times 0,5 \times 0,025 = 12 \text{ g/h}$$

Analogo risultato si ottiene per il trasporto degli inerti; complessivamente, nell'ipotesi che i due viaggi all'area di cantiere siano effettuati nello stesso giorno, l'emissione oraria massima diventa

$$209 + 12 + 12 = 233 \text{ g/h}$$

I risultati delle valutazioni fatte sono indicati nella Tabella n. 6 di seguito riportata.

Tabella 6: emissioni orarie stimate per le attività dell'impianto di Ponte a Cosce (2^a fase 6° gradone)

Attività	Riferimento	Parametri e mitigazione	Fattore di emissione	Quantità	Emissione media/ora
Scotico materiale di superficie	AP-42 13.2.3	N.A.	3,42 Kg/Km	0,0005 Km/h	2 g
Sbancamento	SCC 3-05-027-60	N.A.	$3,9 \times 10^{-4}$ Kg/Mg	27 Mg/h	11 g
Carico inerti e detriti	SCC 3-05-025-06	N.A.	$1,2 \times 10^{-3}$ Kg/Mg	13,5 Mg/h	16 g
Carico materiale superficie	SCC 3-05-010-37	N.A.	$7,5 \times 10^{-3}$ Kg/Mg	0,3 Mg/h	2 g
Trasporto materiale di superficie	AP-42 13.2.2 SILT 10%	Bagnatura	0,9965 Kg/Km	0,0125 viaggi/ h	2 g
Scarico materiale di superficie e detriti	SCC 3-05-010-42	N.A.	5×10^{-4} Kg/Mg	0,3 Mg/h 4,275 Mg/h	(1 + 2) g
Trasporto pietra ed inerti	AP-42 13.2.2 SILT 10%	Bagnatura	0,9965 Kg/Km	7 viaggi/8 h	610 g 513 g ° 128 g *
Trasporto detriti	AP-42 13.2.2 SILT 10%	Bagnatura	0,9965 Kg/Km	2 viaggi/8 h	125 105 g ° 26 g *
Trasporto area cantiere	AP-42 13.2.2 SILT 10%	Bagnatura	0,9965 Kg/Km	2 viaggi settimana	(12 + 12)
Formazione cumuli	AP-42 13.2.4 M = 5%	N.A.	$2,13 \times 10^{-4}$ Kg/Mg	0,3 Mg/h 4,275 Mg/h	(1 + 1) g
Erosione cumuli scotico e detriti da parte del vento	AP-42 13.2.5	Cumulo alto	$7,9 \times 10^{-6}$ Kg/m ²	Mov/h 0,0125 0,25	(1 + 1) g
TOTALE	///	///	///	///	218 g
Utilizzo esplosivi	AP-42 § 11.9		$1,44 \times 10^{-4}$ Kg/m ²	100 m ²	15 g
TOTALE	///	///	///	///	233 g

° considerando l'abbattimento dovuto alla pioggia

* Dopo mitigazione mediante bagnatura della viabilità utilizzata.

Come facilmente verificabile in entrambi i casi il totale determinato é inferiore al valore di 493 g/h, limite previsto nella Tabella 16 "Valutazione delle emissioni al variare della distanza fra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività compreso fra 250 e 200 l'anno", per una distanza > 150 m dal corpo recettore; conseguentemente non risultano necessarie altre azioni di alcun tipo.

Montecatini Terme, li 16 giugno 2012

Dr. ~~Chimico~~ Eugenio Rietti

