

MARMI s.r.l.

Via Alfio Maggiani 143 – CARRARA (MS)

CAVA FOSSA dei TOMEI

COMUNE DI VAGLI SOTTO (LU)

***PROGETTO DI COLTIVAZIONE DELLA CAVA FOSSA dei TOMEI ai
sensi della LR 35/15 e smi, RICHIESTA DI Autorizzazione
all'esercizio dell'attività estrattiva, Pronuncia di Compatibilità
Ambientale Pronuncia di Valutazione di Incidenza
Nulla osta***

*RELAZIONE TECNICA con valutazione delle emissioni di polveri
derivanti dall'attività di cava di progetto, a supporto della richiesta
autorizzazione emissioni diffuse*

luglio '26

Dott. Geol. Emanuele Sirgiovanni
Ordine Geologi Toscana n°654

PhD Geol. Luca Vaselli
Ordine Geologi Toscana n°1714

La Ditta
MARMI s.r.l.
Il Legale Rappresentante

FdT_27_lug26

Premessa

La presente relazione tecnica viene redatta nell'ambito della richiesta di *Provvedimento autorizzatorio unico regionale (Paur)* per la specifica autorizzazione all'emissioni diffuse in atmosfera derivanti dalle attività di cava.

Per la valutazione delle emissioni di polveri ci si è riferiti alle *"Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto carico o stoccaggio di materiali polverulenti"* emesse da Arpat.

Il suddetto documento che si riferisce essenzialmente al processo di produzione di inerti è stato utilizzato come riferimento generale cercando di adattarlo al processo produttivo specifico della cava Fossa dei Tomei. Verrà quindi definito il ciclo produttivo specifico, analizzando le potenziali emissioni in atmosfera.

1. - Attività produttiva

1.1 - Ciclo produttivo

Riepilogando quanto descritto nella relazione tecnica di supporto al progetto di coltivazione, a cui si rimanda per i dettagli, si descrive sinteticamente il ciclo produttivo della cava e le attività correlate al trattamento dei materiali inerti prodotti o presenti nel sito di estrazione.

Cava Fossa dei Tomei, al momento, risulta attiva; presenta due aree di coltivazione a cielo aperto, con un piazzale posto indicativamente a quota 990 m slm e un altro posto tra le quote 1058 e 1048 m slm.

Il processo produttivo è quello tipico delle cave di marmo del comprensorio, quindi costituito da una fase di taglio con macchine a filo e catena diamantata per il distacco dei banchi di roccia dall'ammasso. Nel ciclo produttivo viene impiegata una minima quantità di acqua per il raffreddamento del filo diamantato, quindi abbattuta la polvere prodotta, che non si disperde in atmosfera bensì si concentra sotto forma di fango di lavorazione. La catena diamantata nel processo di taglio generalmente non necessita di acqua e produce una sabbia grossolana, con scaglie anche superiori a 3 mm, che può essere palata e messa in sacchi per lo smaltimento.

L'operazione successiva è quella del ribaltamento delle bancate sul piazzale di lavoro, dopo aver creato un letto di detriti per ridurre l'impatto della roccia e preservarne la sua integrità. I banchi sono quindi sezionati in blocchi di dimensioni commerciali, utilizzando filo o catene diamantate. Il materiale di scarto o frantumato naturalmente viene spostato, stoccato temporaneamente in un'area dedicata e, successivamente, caricato su camion per essere allontanato dal cantiere estrattivo, senza ulteriori attività.

Nel processo di produzione si hanno, quindi, emissioni di polveri durante il taglio primario e secondario, ma decisamente ridotti dall'impiego di acqua, nella creazione dei letti per l'abbattimento dei banchi e nelle operazioni di carico e scarico dei detriti.

1.2 - Depositi

Nel piazzale di cava si avranno

- ✓ depositi temporanei di pietra ornamentale;
- ✓ depositi temporanei dei derivati dei materiali da taglio così come definiti dall'art. 2 c 1 lett c) della LR 35/15 e smi;
- ✓ depositi temporanei dei rifiuti di estrazione ex Dlgs 117/08.

L'ubicazione delle sopra menzionate aree di deposito temporaneo è riportata nelle tavole grafiche di progetto (vedi Tav. n°9 e 10).

Il materiale ornamentale sarà allontanato con regolarità e con cadenza molto frequente, strettamente connessa con l'andamento della produzione.

I materiali inerti saranno ritirati, da aziende appositamente incaricate, con regolarità dopo la loro produzione, ma potranno subire frantumazione con martellone per rendere possibile il loro successivo utilizzo dalle aziende di produzione di inerti.

Dalla zona di accumulo temporaneo i detriti saranno caricati su camion dotati di telone e allontanati dal cantiere estrattivo. Vista la collocazione dell'area di gestione dei derivati dei materiali da taglio e dei rifiuti di estrazione, vi sarà una netta separazione rispetto alle aree di coltivazione, senza possibilità di interferenze con queste ultime.

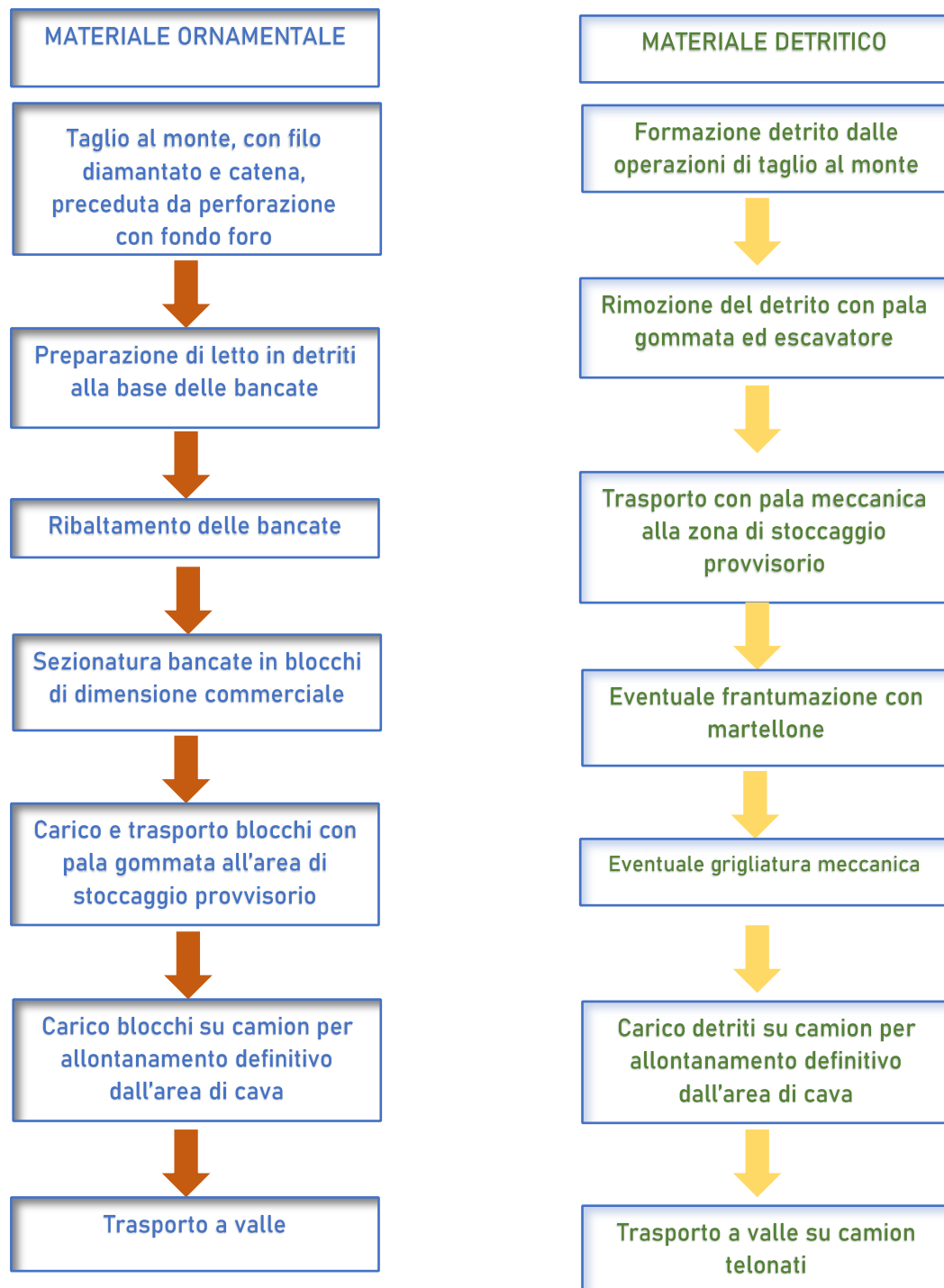
1.3 - Movimentazioni interne

Le movimentazioni interne saranno limitate allo spostamento degli inerti e dei blocchi con pala meccanica e al transito di camion a quattro assi per il carico dei blocchi e degli inerti.

Il materiale inerte verrà trasportato dalla pala meccanica alla zona di stoccaggio provvisorio percorrendo un tragitto a cielo aperto di circa 150 m. I blocchi di pietra ornamentale, dopo il caricamento su camion che avverrà nella zona dedicata, verranno trasportati a valle lungo la viabilità bianca, di comparto, in collegamento con la strada asfaltata comunale, per proseguire verso i depositi e laboratori ubicati nel comprensorio apuo-versiliese, lo stesso percorso verrà seguito dai camion con terre ed inerti, con destinazione finale gli impianti di frantumazione della Versilia.

2. - Schema del ciclo produttivo

Nello schema seguente sono riepilogate le operazioni del ciclo produttivo previsto nel progetto di coltivazione.



3. - Recettori

I recettori più prossimi, come risulta dall'immagine che segue, sono costituiti dalle abitazioni del paese di Vagli Sopra che dista in linea d'aria circa 2500 m dal punto di emissione delle polveri e circa 3600 metri, seguendo la strada che conduce dal paese fino alla cava, di cui circa 1500 m di strada sterrata.

Tra l'area di cava, posta, indicativamente, a quota di 1000 m slm e l'abitato di Vagli Sopra, posto a circa 700 m slm, vi è un dislivello di quota di circa 300 metri.



4. - Modalità di emissioni in atmosfera

Le polveri che si originano nel processo produttivo di Cava Fossa dei Tomei sono definibili per granulometria come limi sabbiosi o sabbie, arrivando, nel caso delle frazioni tagliate con catena diamantata, all'ordine dei 2/3 mm, quindi raggiungendo la classe definita come ghiaia (tra 2mm e 60 mm). I processi che producono le polveri sono i seguenti:

- ✓ Perforazione a secco (attività saltuaria e limitata);
- ✓ Frammentazione della roccia nel caso di rottura con martellone o legata al passaggio dei mezzi meccanici, in particolare escavatore cingolato;
- ✓ Carico dei camion con scaglie e terre;
- ✓ Spostamento dei detriti e delle terre.

Il sollevamento della polvere è invece provocato dai seguenti agenti, in ordine di importanza e frequenza:

- Spostamenti d'aria in occasione del carico e movimentazione delle scaglie e terre;

- Vento;
- Aria compressa circolante nei fori di perforazioni;
- Pulizia dei piazzali con bobcat o mezzo simile e accumulo delle terre.

Il processo produttivo e di trasformazione dei prodotti in cava non comporta emissioni continue e concentrate e quindi la necessità di disporre di camini o di autorizzazione alle emissioni concentrate e ciò consente di omettere ogni analisi relativa a impianti di trasformazione e movimentazione puntuale dei prodotti e quindi delle relative emissioni di materiali pulverulenti, quali tramogge, silos di accumulo, aree di stoccaggio di prodotti pulverulenti ecc.

5. - Valutazione delle emissioni di polveri

La valutazione delle emissioni di polveri in atmosfera è stata compiuta seguendo, per quanto attinente al ciclo produttivo di una cava di materiale ornamentale, le *“Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali pulverulenti”* proposte da ARPAT Toscana, e derivate dai modelli della US-EPA (AP-42 Compilation of Air Emission Factors). La metodica Arpat è riferita alla produzione di inerti e non specificatamente alla coltivazione di pietre ornamentali e quindi la metodologia è stata adattata al ciclo produttivo dell’attività in oggetto.

5.1. - Sorgenti delle emissioni delle polveri

Le sorgenti di polvere diffusa individuate nelle linee guida, non sono del tutto riconducibili e rinvenibili nelle procedure adottate nell’ambito della metodologia estrattiva dell’area in oggetto, in quanto si tratta di una cava finalizzata alla produzione di blocchi di marmo e non di inerti, in cui non è presente il processo di frantumazione e macinazione della roccia; inoltre le coltivazioni in progetto non prevedono “scotico e sbancamento superficiale”, che pertanto non verrà valutato come fonte di emissione di polvere.

Le sorgenti di emissioni delle polveri per il ciclo produttivo della cava Fossa dei Tomei e corrispondenti e quelle delle Linee guida sono le seguenti:

- Formazione e stoccaggio di cumuli (AP-42 13.2.4);
- Erosione del vento dei cumuli (AP-42 13.2.5);
- Transito di mezzi su strade non asfaltate (AP-42 13.2.2);

A queste sorgenti si aggiungono, con le dovute differenze di metodo estrattivo:

- Perforazione per preparazione dei tagli in roccia;
- Frantumazione con martellone dei blocchi di maggiore dimensione e produzione di blocchi con dimensioni >500 mm;

Per quanto possibile si sono adottati i codici SCC (Source Classification Codes) relativi alle sorgenti di emissioni delle AP-42.

Il processo produttivo, come detto in precedenza, ha come obiettivo la produzione di blocchi di geometria e dimensioni che rientrano nei parametri delle Pietre Ornamentali e per le quali viene impiegato un metodo di coltivazione che non prevede l’uso di esplosivo né la perforazione come metodologia di estrazione. Tutte le stime che seguono sono state effettuate sulla base di 250 giorni lavorativi/anno.

Le uniche attività di perforazione previste sono eseguite per il passaggio del filo diamantato; si tratta di operazione di durata molto limitata e che, complessivamente, forniscono un contributo alle emissioni assai modesto. A titolo di esempio, su un banco di 10x7x3,2 m, ovvero circa 600 tonnellate, si ha una emissione, rapportata alla singola tonnellata, di 6,3E-04 kg/ton.

Le attività che producono polvere nel processo produttivo e che valuteremo sono quindi le seguenti:

N	Attività	Descrizione
1	Perforazione	La perforazione è limitata ai fori laterali delle bancate per il passaggio del filo diamantato. I tagli orizzontali sono dati con catena diamantata, che utilizzando acqua di abbattimento non produce polvere.
2	Scarico inerti	Scarico degli inerti operato da pala meccanica nella zona di accumulo temporaneo
3	Formazione di cumuli	Formazione temporanea dei cumuli di materiale detritico
4	Frantumazione	Spaccatura delle rocce più grosse in scaglie >500 mm
5	Carico	Carico degli inerti con pala gommata o escavatore. Carico dei blocchi con pala gommata
5	Trasporto	Per il trasporto dei detriti a valle saranno utilizzati camion trazionati a 4 assi che percorrono la strada bianca di comparto sino al paese di Vagli. Stesso percorso sarà effettuato dai mezzi per il trasporto blocchi
6	Vento	Il vento può causare il sollevamento della polvere dai piazzali, dalle strade e dai depositi.

5.2 - Stima dei fattori di emissione

In base alla tipologia di attività e alle volumetrie di produzione previste nel progetto di coltivazione, nel seguito vengono analizzate e quantificate le emissioni in atmosfera provocate dalle sopra indicate sorgenti.

5.2.1 – Perforazione

Non si utilizzerà il codice SCC 3-05.010-33 che si riferisce ad altro tipo di perforazione, per produzione di inerti e con metodo di coltivazione principale. Conformemente a quanto sopra riportato, si assume il valore di produzione di emissioni pari a $6,3E-04$ kg/ton

Sulla base dei dati di prevista escavazione, come riportati nella relazione tecnica di progetto, risulta che la fase di maggiore escavazione nell'unità di tempo è rappresentata dalla "fase 2", pertanto rispetto a tale fase sono state effettuate le valutazioni di emissioni conseguenti alle operazioni di perforazione, in quanto risultano le più severe nell'ambito dell'intero piano di coltivazione.

Con l'applicazione del dato sopra riportato, si ottiene un rateo di emissioni orarie pari a **20,36 g/h**.

5.2.2 – Scarico inerti

Si adotta il parametro codice 3-05-020-31 delle Linee Guida, che si riferisce allo scarico di materiale da camion alla griglia quindi da materiale con granulometrie e quantità di polvere superiore a quelle effettivamente emesse nella cava, senza abbattimento, quindi in condizioni più penalizzanti.

Il relativo fattore di emissione è pari a 8E-06 kg/ton.

Sulla base dei dati di prevista escavazione, della relativa resa e della conseguente produzione di derivati, come riportati nella relazione tecnica di progetto, risulta che la fase di maggiore escavazione/produzione di derivati nell'unità di tempo è rappresentata dalla "fase 2", pertanto rispetto a tale fase sono state effettuate le valutazioni di emissioni conseguenti alle operazioni di scarico, in quanto risultano le più severe nell'ambito dell'intero piano di coltivazione.

Con l'applicazione del dato sopra riportato, si ottiene un rateo di emissioni orarie pari a **0,17 g/h**.

5.2.3 – Formazione di cumuli

Con riferimento al modello proposto nel paragrafo 13.2.4 "*Aggregate Handling and Storage Piles*" dell'AP-42, è stata utilizzata la seguente formula:

$$E_{i,diurno} = k_i \cdot (0.0058) \cdot \frac{1}{M^{1.4}}$$

dove: i = indice che individua il particolato (PM₁₀);

K_i = coefficiente che dipende dalle dimensioni del particolato (per PM₁₀ è 0.35);

M = contenuto in percentuale di umidità.

La suddetta formula viene utilizzata in mancanza di un monitoraggio protratto nel tempo e quindi di dati anemometrici ed è valida entro il dominio di valori per il quale è stata predeterminata, ovvero per un contenuto di umidità compreso tra il 0.2% e il 4.8%. Considerando un contenuto di umidità intermedio, pari al 2.5%, si stima un fattore di emissione E_i=5,6E-04 kg/ton.

Sulla base dei dati di prevista escavazione, della relativa resa e della conseguente produzione di derivati, come riportati nella relazione tecnica di progetto, risulta che la fase di maggiore escavazione/produzione di derivati nell'unità di tempo è rappresentata dalla "fase 2", pertanto rispetto a tale fase sono state effettuate le valutazioni di emissioni conseguenti alle operazioni di scarico, in quanto risultano le più severe nell'ambito dell'intero piano di coltivazione.

Con l'applicazione del dato sopra riportato, si ottiene un rateo di emissioni orarie pari a **12,19 g/h**.

5.2.4 – Frantumazione

Per la riduzione con martellone di elementi litoidi di grosse dimensioni si è considerata la frantumazione primaria 75/300 anche se quella effettuata è molto più grossolana, codice SCC 3-05-020-02. Il relativo fattore di emissione è pari a 4,3-03 kg/ton.

Sulla base dei dati di prevista escavazione, della relativa resa e della conseguente produzione di derivati, come riportati nella relazione tecnica di progetto, risulta che la fase di maggiore escavazione/produzione di derivati nell'unità di tempo è rappresentata dalla "fase 2", pertanto rispetto a tale fase sono state effettuate le valutazioni di emissioni conseguenti alle operazioni di scarico, in quanto risultano le più severe nell'ambito dell'intero piano di coltivazione.

Con l'applicazione del dato sopra riportato, si ottiene un rateo di emissioni orarie pari a **93,12 g/h**.

5.2.5 – Carico

La stima relativa al rateo emissivo per l'operazione di carico del materiale di produzione, in mancanza di altre specifiche normative, fa riferimento all'SCC 3-05-020-32 "*Truck Loading - Conveyor, Crushed Stone*", nel quale è indicato un fattore di emissione pari a 5E-05 kg/ton di materiale caricato. Stimando la densità del materiale in banco pari a 2,67 ton/mc, e valutando i quantitativi di materiale estratto in ton/giorno si ottiene un rateo di emissioni orarie pari a **1,32 g/h**.

5.2.6 – Vento

In accordo con le citate linee guida, si procede alla stima del rateo emissivo orario, utilizzando la seguente espressione:

$$E_i (kg / h) = EF_i \cdot a \cdot movh$$

dove: i = indice che individua il particolato (PM₁₀);

$EF_i (kg / m^2)$ = fattore di emissione areale dell' i -esimo tipo di particolato (per PM₁₀ è 7,9 E-06 in caso di cumuli alti);

a = superficie dell'area movimentata in mq;

$movh$ = numero di movimentazioni / ora;

Considerando la stima massima di derivati stoccati mensilmente all'interno della cava nelle varie fasi, e la realizzazione di cumuli di forma conica dimensionati in funzione del quantitativo prodotto, unitamente ad un numero cautelativo di movimentazioni orarie pari ad 1, si ha per la fase più critica, ovvero la fase 2, un rateo di emissioni orarie pari a **0,04 g/h**

5.2.7 – Trasporto

Ricordando che la viabilità non passa attraverso centri abitati e che è per buona parte protetta ed ombreggiata da vegetazione di medio-alto fusto che mantiene una certa umidità generale dell'aria anche nel periodo estivo, si procede alla stima delle possibili emissioni diffuse utilizzando la seguente formula:

$$EF_i (kg / km) = k_i \cdot (s/12)^{a_i} \cdot (W/3)^{b_i}$$

dove: i = indice che individua il particolato (PM₁₀);

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

W = peso medio del veicolo (ton);

k_i , a_i e b_i = coefficienti variabili a seconda del tipo di particolato (vedi tab.

sottostante ripresa da Parag. 6 – Allegato 2 del PRQA);

	k_i	a_i	b_i
PM₁₀	0,423	0,9	0,45

Una volta stimata l'emissione oraria come sopra, per il calcolo dell'emissione finale si deve tenere conto della lunghezza del percorso effettuato dai mezzi riferito all'unità di tempo (kmh), sulla base della lunghezza della pista/strada di arrocco non asfaltata e del numero di viaggi al giorno compiuti, utilizzando la seguente formula:

$$E_i (kg / h) = EF_i \cdot kmh$$

Nel caso in esame, dal sito di cava il materiale è allontanato lungo un tratto di viabilità sterrata di circa 1,6 km, che conduce all'inizio della strada asfaltata. Si è, inoltre, ipotizzato che il contenuto di limo del materiale che costituisce la viabilità nel suo tratto sterrato sia pari al 5%, valore comunque elevato in considerazione della pezzatura grossolana di cui è costituita la strada stessa. Per la stima si è considerato un peso medio del mezzo (carico/scarico), di circa 25 ton. Inserendo i dati nella prima formula sopra riportata si ottiene il fattore di emissione per ogni km percorso dai mezzi; infine, sono stati valutati, in funzione delle produzioni previste dalla cava, i viaggi giornalieri dei camion per il trasporto blocchi e derivati per ogni fase di lavorazione prevista nel piano di coltivazione.

Ancora in conformità con le citate linee guida, è stato adottato un fattore correttivo mitigativo che tiene conto della naturale piovosità dell'area. Tale fattore è riportato nella formula che segue.

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

Dove:

$E_{EXT,i}$ rateo emissivo per i-esimo tipo di particolato estrapolato per la mitigazione naturale

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

E_i rateo emissivo calcolato con l'eq. (7)

Sulla base dei dati pluviometrici della stazione Vagli di Sotto [TOS02000191], la più prossima all'area d'interesse, risulta che nel periodo di funzionamento della stazione stessa, dal 1997 a oggi, vi sia stata una media di 113 giorni all'anno con piovosità maggiore di 0,254 mm.

Tenuto conto di tutti i dati sopra riportati si ottiene un rateo di emissioni orarie pari a **306,03 g/h**.

5.3 – Emissioni totali e compatibilità

Sulla base dei vari contributi alle emissioni come sopra valutati, in accordo con le linee guida, si può stimare il rateo emissivo totale $E_i(t)$ con la formula seguente (secondo quanto indicato dalle linee guida del PRQA – Allegato 2 – Paragrafo 6):

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

i particolato (PTS, PM₁₀, PM_{2.5})

l processo

m controllo

t periodo di tempo (ora, mese, anno, ecc.)

E_i rateo emissivo (kg/h) dell' i -esimo tipo di particolato

AD_l attività relativa all' l -esimo processo (ad es. *materiale lavorato/h*)

$EF_{i,l,m}$ fattore di emissione

N	Attività	Rateo emissivo orario (g/h)
1	Perforazione	20.36
2	Scarico inerti	0.17
3	Formazione cumuli	12.19
4	Frantumazione	93.12
5	Carico	1.32
6	Vento	0.04
7	Trasporto	306.43
	TOTALE	433.63

Il dato ricavato sopra è del tutto compatibile con i limiti di cui alla tabella 15 del “Documento tecnico con determinazione di valori limite di emissione e prescrizione per le attività produttive” che indica i valori limite, in funzione dei giorni lavorativi e della distanza dal recettore, sulla base dei quali è necessario o meno adottare misure di mitigazione delle emissioni. Nel caso in esame risulta che non è necessario adottare alcuna azione, pur avendo assunto, come riferimento, il dato più cautelativo in relazione ai giorni lavorativi che, come sopra riferito, sono stato assunti pari a 250/anno.

Tabella 15 Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività compreso tra 300 e 250 giorni/anno

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM ₁₀ (g/h)	risultato
0 ÷ 50	<76	Nessuna azione
	76 ÷ 152	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 152	Non compatibile (*)
50 ÷ 100	<160	Nessuna azione
	160 ÷ 321	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 321	Non compatibile (*)
100 ÷ 150	<331	Nessuna azione
	331 ÷ 663	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 663	Non compatibile (*)
>150	<453	Nessuna azione
	453 ÷ 908	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 908	Non compatibile (*)

Tuttavia, si ritiene opportuno, comunque, di effettuare delle bagnature con riguardo alle strade interne al sito in caso di perdurante assenza di piogge e/o periodi di attività più intensa con maggiore transito di mezzi. Le modalità di bagnatura possono essere eseguite in conformità alle indicazioni di cui alla tabella 9 del *“Documento tecnico con determinazione di valori limite di emissione e prescrizione per le attività produttive”*.

Massa, luglio '26

Geol. E. Sirgiovanni

Geol. L. Vaselli