

Provincia di Fermo

---

Comune di Fermo

---

**PROCEDIMENTO DI VALUTAZIONE  
D'IMPATTO AMBIENTALE**

D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i. – L.R. n. 3/2012 e s.m.i.

**Valutazione previsionale di impatto atmosferico da  
emissioni diffuse di polveri sottili**

**All. 7**

**Fermo ASITE S.r.l.u.**

Sede Legale in Via Mazzini num.4 del Comune di Fermo 63900 (FM)  
Unità Operativa in C.da San Biagio del Comune di Fermo 63900 (FM)

**Data: Maggio 2015**

*Per presa visione:*

**Fermo ASITE S.r.l.u.**

Via Mazzini, 4 – 63900 Fermo (FM)

Tel: 0734 223495 Fax: 0734 217259

E-mail: [info@asiteonline.it](mailto:info@asiteonline.it)

---

---

<b>1</b>	<b>EMISSIONI DIFFUSE IMPIANTO .....</b>	<b>3</b>
1.1	DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ E DEI VOLUMI TRATTATI .....	3
1.2	DEFINIZIONE DELLE ORE/GIORNO PRESUNTE DI ATTIVITÀ.....	6
1.3	INDIVIDUAZIONE DELLE SORGENTI EMISSIVE PRESENTI NEL SITO OGGETTO DEL PROGETTO LEGATE ALLE LAVORAZIONI EFFETTUATE ....	6
1.4	SCHEMA A BLOCCHI, NEL QUALE SIANO RIPORTATI TUTTI I PROCESSI, I CONTROLLI APPLICATI, LE TIPOLOGIE DI MOVIMENTAZIONE E I PUNTI DEI PROCESSI IN CUI SONO EFFETTUATI TALI SPOSTAMENTI DI MATERIALE .....	6
<b>2</b>	<b>VALORI EMISSIVI DI PM10 .....</b>	<b>7</b>
2.1	FASE 1 – REALIZZAZIONE PARATIE .....	8
2.1.1	<i>Trivellazione dei pali.....</i>	8
2.1.2	<i>Carico del materiale estratto sul camion .....</i>	8
2.1.3	<i>Trasporto del materiale all’area di stoccaggio .....</i>	8
2.1.4	<i>Scarico del materiale dal camion .....</i>	9
2.1.5	<i>Erosione del vento dei cumuli stoccaggio .....</i>	10
2.1.6	<i>Automezzo per getto dei pali .....</i>	10
2.2	FASE 2 – SBANCAMENTO PER REALIZZAZIONE TERRAZZAMENTI .....	11
2.2.1	<i>Sbancamento .....</i>	11
2.2.2	<i>Carico del materiale estratto sul camion .....</i>	11
2.2.3	<i>Trasporto del materiale all’area di stoccaggio .....</i>	11
2.2.4	<i>Scarico del materiale dal camion .....</i>	12
2.2.5	<i>Erosione del vento dei cumuli stoccaggio .....</i>	12
2.3	FASE 3 –FORMAZIONE TERRE ARMATE.....	13
2.3.1	<i>Erosione del vento dei cumuli stoccaggio .....</i>	13
2.3.2	<i>Prelievo e movimentazione del materiale dai cumuli .....</i>	14
2.3.3	<i>Trasporto del materiale.....</i>	14
2.3.4	<i>Formazione terre armate .....</i>	15
<b>3</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>16</b>
3.1	ANALISI 1 – REALIZZAZIONE PARATIE TERRAZZAMENTO + 185,00.....	16
3.2	ANALISI 2 – SBANCAMENTO TERRAZZAMENTO + 189,00 .....	17
3.3	ANALISI 3 – SBANCAMENTO TERRAZZAMENTO + 177,00 .....	17
3.4	ANALISI 4 –FORMAZIONE TERRE ARMATE TERRAZZAMENTO +177,00 .....	18
3.5	ANALISI 5 – REALIZZAZIONE STRADA DI COLLEGAMENTO OVEST .....	18

---

### ***Indice delle tabelle***

Tabella 1: Intervallo di tempo in ore tra due applicazioni successive per un valore di traffico medio orario inferiore a 5 veicoli.....	9
Tabella 2:Emissioni orarie stimate per l'attività di trivellazione.....	11
Tabella 3:Emissioni orarie stimate per l'attività di sbancamento.....	13
Tabella 4:Emissioni orarie stimate per l'attività di formazione terre armate.....	15
Tabella 5: Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività inferiore a 100 giorni/anno .....	17

---

# 1 EMISSIONI DIFFUSE IMPIANTO

Scopo della presente relazione è quello di verificare l'impatto che, in fase di cantiere, l'attuazione del progetto per la realizzazione di un impianto per la digestione anaerobica dei rifiuti organici della società Asite s.r.l.u. di Fermo, può avere sull'atmosfera e sui recettori sensibili limitrofi presenti, ai sensi del Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152, Parte V, Titolo I e s.m.i., nell'ambito della Procedura di V.I.A. di competenza della Provincia di Fermo – Progetto dal Titolo: “Progetto impianto per la digestione anaerobica dei rifiuti organici” di un sito in contrada San Biagio nel Comune di Fermo (FM).

Tale studio è stato effettuato seguendo le indicazioni contenute nella Deliberazione della Giunta Provinciale di Firenze n. 213 del 3 novembre 2009, avente ad oggetto “*Adozione delle linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti?*”, dei relativi allegati: Allegato 1 (redatto in collaborazione con ARPAT – AFR Modellistica previsionale) parte integrante e sostanziale della D.G.P. 213/2009 “*Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti?*” e Allegato 2 (redatto in collaborazione con ARPAT – AFR Modellistica previsionale) parte integrante e sostanziale della D.G.P. 213/2009 “*Relazione Tecnica: Emissioni di polveri diffuse: un approccio modellistico per la valutazione dei valori di emissione di PM10 compatibili con i limiti di qualità dell'aria*”, oltre che dei modelli del United States Environmental Protection Agency (US-EPA) contenuti in Emissions Factors & AP 42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, reperibili sul sito web [www.epa.gov/ttnchie1/ap42/](http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/).

Lo scopo delle sopra citate Linee Guida è quello di quantificare e/o stimare le emissioni di particolato, provenienti da attività di trattamento degli inerti e dei materiali polverulenti in genere al fine di confrontarle con i valori limite di qualità dell'aria di PM10 e PM2,5. Le stesse Linee Guida possono essere utilizzate nel progetto in analisi per la quantificazione e stima delle PM10 dovute alla realizzazione delle opere civili previste in progetto.

Esistono infatti dei valori soglia di emissioni al di sotto dei quali l'attività di trattamento di materiali polverulenti può essere ragionevolmente considerata compatibile con l'ambiente.

Nel caso in cui i risultati delle stime siano al di sotto dei valori individuati non sussistono presumibilmente rischi di superamento dei valori limite della qualità dell'aria stimati dalla normativa vigente.

Il D. Lgs. n. 155/2010, recependo la normativa europea n. 2008/50/CE ha aggiornato i valori soglia di emissioni e i massimi superamento annui sia di PM10 e PM2,5.

Il PM2,5 in particolare non era normato in precedenza, per cui risulta difficile trovare in letteratura valori che si possano confrontare ad un impianto simile a quello oggetto della presente relazione.

L'allegato 1 a tali Linee Guida, nella parte “*Istruzioni specifiche per il calcolo delle emissioni di PM10 e PM2,5 in attività di trattamento di materiali polverulenti?*”, indica gli elementi necessari per la stima delle suddette emissioni di particolato.

## 1.1 Descrizione delle attività e dei volumi trattati

L'attuazione del progetto in oggetto ha necessità di importanti e rilevanti opere di urbanizzazione. Un'attenta analisi costruttiva, ambientale ed economica ha indirizzato la scelta verso la realizzazione di una serie di terrazzamenti che permettono lo sfruttamento in piano del terreno anche per ampie zone

ed il collegamento delle strutture di nuova realizzazione con quelle esistenti.

Tali interventi sono sicuramente importanti sotto il profilo tecnico e necessitano di rilevanti opere di scavo e riporto che modificano in maniera importante il versante collinare.

La soluzione adottata, con la creazione dei terrazzamenti e l'esecuzione della strada ovest di collegamento che risulta in trincea nella porzione più a monte ed in rilevato in quella a valle, genera rilevanti volumi di sbancamento in parte utilizzati per l'ampliamento dei suddetti terrazzamenti (vedasi sezione sottostante).

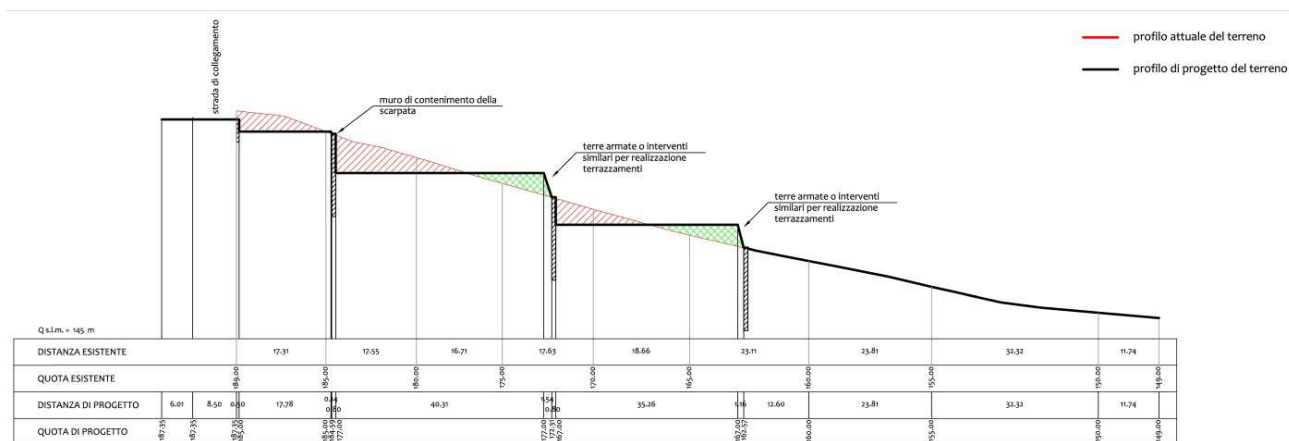


Figura 1: Sezione ambientale

Volendo quantificare le terre e rocce da scavo risultanti dal progetto, si possono evidenziare i seguenti volumi:

- TERRAZZAMENTI		
- a quota + 167,00 m s.l.m.	4.700 m <sup>3</sup> ;	
- a quota + 177,00 m s.l.m.	11.700 m <sup>3</sup> ;	
- a quota + 185,00 m s.l.m.	11.500 m <sup>3</sup> ;	
- a quota + 189,00 m s.l.m.	2.000 m <sup>3</sup> ;	
		29.900 m <sup>3</sup>
- STRADA OVEST DI COLLEGAMENTO		
- porzione tracciato in trincea	2.400 m <sup>3</sup> ;	
- opere di contenimento	1.200 m <sup>3</sup> ;	
		3.600 m <sup>3</sup>
- STRUTTURE CIVILI		
		350 m <sup>3</sup>
TOTALE VOLUMI SCAVO		33.850 m <sup>3</sup>

Come accennato, porzione di quantità di terreno scavato, previa esecuzione di prove per determinarne e valutarne le proprietà meccaniche, sarà utilizzata come materiale di riempimento per le “terre armate”

---

sia nei terrazzamenti che nel rilievo della strada di collegamento. La restante quota di materiale sarà utilizzato per la riprofilatura di porzioni di terreno a ridosso della strada ovest di collegamento e per la porzione di terreno posto alla fine della scarpata oggetto di intervento. Nessun materiale di scavo uscirà dal cantiere. Nello specifico le quantità interessate sono:

- TERRAZZAMENTI		
- a quota + 167,00 m s.l.m.	3.700 m <sup>3</sup> ;	
- a quota + 177,00 m s.l.m.	4.300 m <sup>3</sup> ;	
- a quota + 185,00 m s.l.m.	1.500 m <sup>3</sup> ;	
		9.500 m <sup>3</sup>
- STRADA OVEST DI COLLEGAMENTO		
- porzione tracciato in rilevato	6.000 m <sup>3</sup> ;	
		6.000 m <sup>3</sup>
- RIPROFILATURA TERRENO		
- porzioni a ridosso strada	3.000 m <sup>3</sup> ;	
- porzioni fine scarpata	15.350 m <sup>3</sup> ;	
		<u>18.350 m<sup>3</sup></u>
TOTALE VOLUMI RIPORTO		33.850 m <sup>3</sup>

L'impatto importante esercitato in fase di costruzione sulla componente atmosfera è generato dal sollevamento di polveri, sia quello indotto direttamente dalle lavorazioni, sia quello indotto indirettamente dal transito degli automezzi sulla viabilità interna ed esterna.

---

## 1.2 Definizione delle ore/giorno presunte di attività

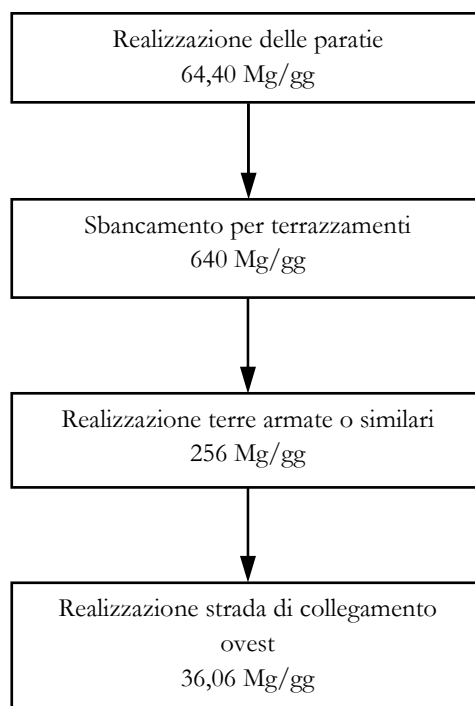
Per l'attività in oggetto si stima che le ore lavorate possano essere mediamente 8 al giorno (08.00-12.00 e 14.00-18.00).

## 1.3 Individuazione delle sorgenti emissive presenti nel sito oggetto del progetto legate alle lavorazioni effettuate

Le operazioni che si effettueranno sono:

- perforazioni per la creazione delle paratie di sostegno;
- sbancamento del materiale;
- formazione di terre armate o interventi simili per la creazione dei terrazzamenti;
- realizzazione strada di collegamento ovest.

## 1.4 Schema a blocchi, nel quale siano riportati tutti i processi, i controlli applicati, le tipologie di movimentazione e i punti dei processi in cui sono effettuati tali spostamenti di materiale



---

Come evidenziato nel cronoprogramma allegato al progetto, è prevista la divisione delle varie lavorazioni in fasi successive, data la rilevanza delle opere e precisamente:

- predisposizione del cantiere e delle vie interne di comunicazione;
- realizzazione di tutte le paratie di sostegno dei terrazzamenti;
- sbancamento dei terrazzamenti posti rispettivamente a +189,00 e +185,00 s.l.m. La quantità stimata di materiale movimentato in questa fase è pari a 13.500 m<sup>3</sup>. il materiale verrà caricato sui mezzi ed accumulato nell'area destinata successivamente alla riprofilatura, posta all'interno dell'area di cantiere nella zona sud ed identificata nella planimetria allegata;
- al fine di evitare lo stoccaggio di grosse quantità di materiale si provvederà, al massimo con cadenza settimanale, alla sistemazione del materiale estratto;
- sbancamento del terrazzamento a +177,00 con l'accantonamento di ulteriori 11.700 m<sup>3</sup>. Non tutto il materiale sarà accantonato perché parte di esso e precisamente 4.300 m<sup>3</sup> saranno utilizzati, se ritenuti idonei, per opere di terre armate o interventi simili per il livellamento del terzo terrazzamento;
- medesimo discorso deve essere considerato per l'ultimo terrazzamento a quota +167,00 che ha una produzione di materiale dallo sbancamento pari a 4.700 m<sup>3</sup> ed un riutilizzo pari a 3.700 m<sup>3</sup> con un accumulo di ulteriori 1.000 m<sup>3</sup>;
- realizzazione strada di collegamento ovest.

Si riassumono le principali attività che possono dar luogo alle emissioni di materiale particolato. Si è identificata come fase realizzativa peggiore dal punto di vista delle emissioni in atmosfera quella relativa alle opere civili del primo terrazzamento data la vicinanza con il recettore sensibile costituito dal fabbricato di civile abitazione della famiglia Camacci. Si procede dunque all'identificazione della fase realizzativa e si confronterà con i valori limite di qualità dell'aria di PM10.

## **2 VALORI EMISSIVI DI PM10**

I fattori di emissione, relativi ad ogni singola attività da cui si originano polveri, possono essere ottenuti in due maniere diverse: dal calcolo diretto, utilizzando le formule presenti nelle linee guida precedentemente richiamate, oppure dalle SCC (Source Classification Codes), con o senza fattori di mitigazione previsti.

Le aree di transito, manovra, le strade interne di collegamento saranno bagnate in quanto l'intera area di lavorazione verrà dotata di un impianto integrato di bagnatura, per permettere all'azienda di effettuare tutte le lavorazioni sopra descritte ad umido cioè irrorando acqua nebulizzata tramite irrigatori e nebulizzatori.

In relazione alle fasi di lavorazione precedentemente descritte e sintetizzate nel precedente schema a blocchi, si descrive nel dettaglio ogni singola lavorazione, esplicitando considerazioni e calcoli per la determinazione dell'emissione stimata.



---

## 2.1 Fase 1 – Realizzazione paratie

Per analizzare la produzione di PM10 dovute alla fase di realizzazione delle paratie, si prende in considerazione la realizzazione del terrazzamento posto più in alto a quota +167,00 s.l.m., essendo lo stesso più prossimo ad un recettore sensibile costituito da una civile abitazione, che dista 75 metri circa.

### 2.1.1 Trivellazione dei pali

Il calcolo dell'emissione stimata, dovuta alle operazioni di perforazioni per la creazione delle paratie, è determinabile dal fattore di emissione del codice SCC 3-05-010-33 "Drilling Overburden" che risulta pari a 0,072 Kg/foro di PM10 (vedasi paragrafo 1.2 delle citate Linee Guida, tabella 4).

Considerando una produzione giornaliera di 8 perforazioni si hanno:

$$0,072 \text{ [Kg/foro]} * 8 \text{ [foro]} = 0,72 \text{ Kg/gg pari a } \mathbf{72 \text{ g/h}}$$

### 2.1.2 Carico del materiale estratto sul camion

Il calcolo del rateo emissivo, in relazione a quanto espresso dalla formula (1) del paragrafo 1.1 delle citate Linee Guida, è il risultato del prodotto tra il fattore di emissione del singolo processo e la quantità di materiale movimentato.

La fase di caricamento del materiale estratto può essere ricompresa nel codice SCC 3-05-025-06 "Bulk Loading" per cui FIRE indica un fattore di emissione (molto incerto) pari a  $1,20 \cdot 10^{-3}$  Kg/Mg di materiale caricato.

Considerando la formazione di 8 fori al giorno del diametro di 80 cm con una profondità massima di 10 metri si ha un volume di terreno asportato pari a:

$$8 \text{ [foro]} * 3,14 * 0,40^2 * 10 = 40,22 \text{ mc/gg}$$

$$40,22 \text{ [mc/gg]} * 1,6 \text{ [Mg/mc]} / 8 \text{ [ore/gg]} = 8,05 \text{ Mg/h}$$

ed una emissione oraria pari a:

$$0,0012 \text{ [Kg/Mg]} * 8,05 \text{ [Mg/h]} = \mathbf{9,66 \text{ g/h}}$$

### 2.1.3 Trasporto del materiale all'area di stoccaggio

Il materiale viene allontanato su piste e strade non asfaltate e la distanza che intercorre tra il luogo di lavorazione e l'area di stoccaggio è lungo 200 metri. Essendo la quantità di materiale estratto pari a 40,22 mc/gg risultano necessari 3 viaggi di un camion al giorno per l'allontanamento dello stesso.

Si ipotizza che il contenuto di "silt" del materiale che costituisce la pista sia pari al 12%, che gli autocarri a vuoto abbiano un peso di 12 Mg e carichi 32 Mg per un peso medio durante il trasporto di 22 Mg.

Inserendo questi dati nell'espressione "Unpaved road" relativa alla formula (6), paragrafo 1.5 delle Linee Guida:

$$EF_i = K_i (s/12)^{a_i} (W/3)^{b_i}$$

dove:

- a)  $EF_i$  è il fattore di emissione lineare in kg/km;
- b)  $i$  particolato (PTS, PM10, PM2,5);
- c)  $s$  contenuto di limo del suolo in percentuale in massa (%);
- d)  $W$  il peso medio veicolo in ton.;
- e)  $K_i, a_i, b_i$  sono coefficienti che variano a seconda del tipo di particolato.

si ottiene un fattore di emissione di:

$$EF_i = 0,423 * (12/12)^{0,9} * (22/3)^{0,45} = 1,0369 \text{ Kg/Km}$$

ed un rateo di emissione di:

$$1,0369 [\text{Kg/Km}] * 0,40 [\text{Km}] * 0,375 [\text{viaggio/h}] = 155,53 \text{ g/h}$$

L'attività di trasporto sulle aree non pavimentate all'interno dell'area dell'impianto è senza dubbio fonte di elevate quantità di emissioni di particolato per cui, di solito, si tende ad intervenire efficacemente e decisamente. Quindi, come del resto in quasi tutte le aree di questo tipo, si procederà all'abbattimento delle polveri sia nell'area del piazzale, che nelle piste per mezzo di acqua nebulizzata.

In merito, si riporta la tabella 9 delle Linee Guida, in cui si può valutare l'efficienza di abbattimento di tali sistemi in relazione alla quantità di acqua applicata al metro quadro sulle superfici non asfaltate.

Quantità media del trattamento applicato I (l/m <sup>2</sup> )	Efficienza di abbattimento				
	50%	60%	75%	80%	90%
0.1	5	4	2	2	1
0.2	9	8	5	4	2
0.3	14	11	7	5	3
0.4	18	15	9	7	4
0.5	23	18	11	9	5
1	46	37	23	18	9
2	92	74	46	37	18

Tabella 1: Intervallo di tempo in ore tra due applicazioni successive per un valore di traffico medio orario inferiore a 5 veicoli

In maniera cautelativa, considerando il valore della quantità media di acqua applicata  $I = 0,3 \text{ l/m}^2$  e la messa in funzione del sistema di abbattimento delle polveri tre volte al giorno durante l'orario lavorativo quindi con un intervallo di tempo pari a 3 ore, si può considerare un'efficienza pari al 90%.

Alla luce di quanto esposto, per il calcolo delle emissioni degli autocarri, si può considerare un fattore di emissione di:

$$EF_i = 1,0369 * (1-0,9) = 0,10369 \text{ Kg/Km}$$

Il rateo di emissione, con il sistema di abbattimento delle polveri, è pari a:

$$0,10369 [\text{Kg/Km}] * 0,40 [\text{Km}] * 0,375 [\text{viaggio/h}] = 15,55 \text{ g/h}$$

#### 2.1.4 Scarico del materiale dal camion

Il fattore di emissione utilizzato, può essere ricompreso nel codice SCC 3-05-010-42 per cui FIRE indica un fattore di emissione pari a  $5 \cdot 10^{-4} \text{ Kg/Mg}$  di materiale scaricato.

---

L'emissione oraria risulta pari a:

$$0,0005 \text{ [Kg/Mg]} * 8,05 \text{ [Mg/h]} = \mathbf{4,03 \text{ g/h}}$$

### 2.1.5 Erosione del vento dei cumuli stoccaggio

Per il valore del rateo si ricorre alla formula (5) del paragrafo 1.4 delle Linee Guida:

$$E_i \text{ (Kg/h)} = EF_i \cdot a \cdot movh,$$

dove:

- a)  $i$  particolato (PTS, PM10, PM2,5);
- b)  $EF_i$  (kg/m<sup>2</sup>) fattore di emissione aerale dell' $i$ -esimo articolato;
- c)  $a$  superficie dell'area movimentata in m<sup>2</sup>
- d)  $movh$  numero di movimentazioni/ora.

Il materiale di scavo è quantificato giornalmente in 41 m<sup>3</sup>. Si procede al calcolo del contributo dell'erosione del vento nell'ipotesi che tutto il materiale sia stato stoccato. Imponendo un'altezza massima di 3 mt e supponendo la forma conica del cumulo, si ottiene un diametro di 7,23 mt circa.

Il rapporto H/D è pari a 0,4149 e quindi il cumulo è classificato come alto essendo il valore superiore a 0,20. Il fattore di emissione per le PM<sub>10</sub>, in relazione alla tabella 7 delle Linee Guida, è pari a  $7,9 \cdot 10^{-6}$  Kg/m<sup>2</sup>. La superficie laterale dello stesso è pari a  $Sl = \pi * 7,23/2 * \sqrt{[(7,23/2)^2 + 3^2]} = 53,351 \text{ m}^2$  circa. Supponendo in totale 1 movimentazione oraria, a favore di sicurezza dovuta allo scarico del mezzo conferitore, l'emissione stimata risulta:

$$E_i \text{ [Kg/h]} = 7,9 \cdot 10^{-6} \text{ [Kg/m}^2\text{]} * 53,351 \text{ [m}^2\text{]} * 1 \text{ [1/h]} = \mathbf{0,42 \text{ g/h}}$$

### 2.1.6 Automezzo per getto dei pali

La pompa per il getto del calcestruzzo presenta caratteristiche di peso che possono essere paragonate a quelle di un autocarro. La stessa per l'ingresso nel cantiere effettua un percorso di circa 150 mt andata e ritorno su strade non asfaltate e sono ipotizzabili due mezzi per il getto di ogni palo. Possono dunque essere ribadite le considerazioni precedentemente esposte ed utilizzati i medesimi parametri. Si può dunque considerare un fattore di emissione di:

$$EF_i = 1,0369 * (1-0,9) = 0,10369 \text{ Kg/Km}$$

Il rateo di emissione, con il sistema di abbattimento delle polveri, è pari a:

$$0,10369 \text{ [Kg/Km]} * 0,15 \text{ [Km]} * 2 \text{ [viaggio/h]} = \mathbf{31,16 \text{ g/h}}$$

	Attività	Riferimento	Parametri e mitigazione	Fattore di emissione	Emissione media oraria PM10
1	Trivellazione dei pali	SCC 3-05-010-33		0,072 Kg/foro	72 g/h
2	Carico del materiale su camion	SCC 3-05-025-06		$1,20 \cdot 10^{-3}$ Kg/Mg	9,66 g/h
3	Transito mezzi conferitori	1.5, relazione (6)	Bagnatura strada e piazzali	0,10369 Kg/Km	15,55 g/h
4	Scarico del materiale	SCC 3-05-010-42		$5 \cdot 10^{-4}$ Kg/Mg	4,03 g/h
5	Erosione vento cumuli stoccaggio	1.4, relazione (5)	Cumulo alto	$7,9 \cdot 10^{-6}$ Kg/m <sup>2</sup>	0,42 g/h
6	Transito mezzi conferitori	1.5, relazione (6)	Bagnatura strada e piazzali	0,10369 Kg/Km	31,16 g/h
<b>TOTALE</b>					<b>132,82 g/h</b>

*Tabella 2: Emissioni orarie stimate per l'attività di trivellazione*

## 2.2 Fase 2 – Sbancamento per realizzazione terrazzamenti

Per analizzare la produzione di PM10 dovute alla fase di realizzazione degli sbancamenti, anche in questo caso, si prende in considerazione la realizzazione del terrazzamento posto più in alto.

### 2.2.1 Sbancamento

Il calcolo dell'emissione stimata dovuta alle operazioni di sbancamento non ha uno specifico fattore di emissione; a parere dello scrivente è utilizzabile il fattore di emissione del codice SCC 3-05-027-60 “Sand Handling, Transfer and Storage”, pari a  $3,90 \cdot 10^{-4}$  Kg/Mg di PM10 avendo considerato il 60% del particolato come PM10.

Per l'attività di scavo si considera l'esercizio di due ruspe o benne che effettuano lo sbancamento di 25 m<sup>3</sup> di materiale orario ciascuna. Ipotizzando una densità di 1,6 Mg/m<sup>3</sup>, si trattano 40 Mg/h, con un'emissione oraria pari a:

$$0,00039 \text{ [Kg/Mg]} * 40 \text{ [Mg/h]} * 2 = \mathbf{31,20 \text{ g/h}}$$

### 2.2.2 Carico del materiale estratto sul camion

La fase di caricamento del materiale estratto può essere ricompresa nel codice SCC 3-05-025-06 “Bulk Loading” per cui FIRE indica un fattore di emissione (molto incerto) pari a  $1,20 \cdot 10^{-3}$  Kg/Mg di materiale caricato.

L'emissione oraria di PM10 è pari a:

$$0,0012 \text{ [Kg/Mg]} * 40 \text{ [Mg/h]} * 2 = \mathbf{96 \text{ g/h}}$$

### 2.2.3 Trasporto del materiale all'area di stoccaggio

Il materiale viene allontanato su piste e strade non asfaltate e la distanza che intercorre tra il luogo di lavorazione e l'area di stoccaggio è lungo 200 metri. Essendo le quantità di materiale estratto pari a 40

Mg/h risultano necessari 2 camion all'ora per l'allontanamento dello stesso per ciascuna ruspa operante. Si ipotizza che il contenuto di "silt" del materiale che costituisce la pista sia pari al 12%, che gli autocarri a vuoto abbiano un peso di 12 Mg e carichi 32 Mg per un peso medio durante il trasporto di 22 Mg.

Inserendo questi dati nell'espressione "Unpaved road" relativa alla formula (6), paragrafo 1.5 delle Linee Guida:

$$EF_i = K_i (s/12)^{a_i} (W/3)^{b_i}$$

dove:

- f)  $EF_i$  è il fattore di emissione lineare in kg/km;
- g)  $i$  particolato (PTS, PM10, PM2,5);
- h)  $s$  contenuto di limo del suolo in percentuale in massa (%);
- i)  $W$  il peso medio veicolo in ton.;
- j)  $K_i, a_i, b_i$  sono coefficienti che variano a seconda del tipo di particolato.

si ottiene un fattore di emissione di:

$$EF_i = 0,423 * (12/12)^{0,9} * (22/3)^{0,45} = 1,0369 \text{ Kg/Km}$$

ed un rateo di emissione di:

$$1,0369 \text{ [Kg/Km]} * 0,40 \text{ [Km]} * 2 \text{ [viaggio/h]} = 829,52 \text{ g/h}$$

Considerando i sistemi di bagnatura delle strade e dei piazzali, si può considerare un fattore di emissione di:

$$EF_i = 1,0369 * (1-0,9) = 0,10369 \text{ Kg/Km}$$

Il rateo di emissione, con il sistema di abbattimento delle polveri, è pari a:

$$0,10369 \text{ [Kg/Km]} * 0,40 \text{ [Km]} * 2 \text{ [viaggio/h]} * 2 \text{ [mezzi]} = \mathbf{165,91 \text{ g/h}}$$

## 2.2.4 Scarico del materiale dal camion

Il fattore di emissione utilizzato, può essere ricompreso nel codice SCC 3-05-010-42 per cui FIRE indica un fattore di emissione pari a  $5 \cdot 10^{-4}$  Kg/Mg di materiale scaricato.

L'emissione oraria risulta pari a:

$$0,0005 \text{ [Kg/Mg]} * 40 \text{ [Mg/h]} * 2 \text{ [viaggio/h]} * 2 \text{ [mezzi]} = \mathbf{80 \text{ g/h}}$$

## 2.2.5 Erosione del vento dei cumuli stoccaggio

In merito all'erosione dei cumuli di materiale, si precisa che il materiale derivante dallo sbancamento dei terrazzamenti a quota più elevata è stato stimato in circa 13.500 m<sup>3</sup>. Questi verranno utilizzati per la riprofilatura della porzione sud dell'area. Tale operazione avverrà contemporaneamente alle operazioni di scavo per velocizzare ed ottimizzare il lavoro. Dunque si possono ipotizzare solo piccoli accantonamenti di materiale, dovuti allo stoccaggio di materiale per qualche giorno, in attesa che lo stesso venga sistemato. Considerando la quantità di sbancamento stimata in 25 m<sup>3</sup>/h, l'utilizzo di due mezzi e la giornata lavorativa di 8 h, si produrrebbero giornalmente 400 m<sup>3</sup> di materiale. Ipotizzando lo

stoccaggio per una settimana e dunque 5 giorni lavorativi si avrebbero 2.000 m<sup>3</sup> di materiale.

Per il valore del rateo si ricorre alla formula (5) del paragrafo 1.4 delle Linee Guida:

$$E_i \text{ (Kg/h)} = EF_i \cdot a \cdot movh,$$

dove:

- e)  $i$  particolato (PTS, PM10, PM2,5);
- f)  $EF_i$  (kg/m<sup>3</sup>) fattore di emissione aerea dell' $i$ -esimo articolato;
- g)  $a$  superficie dell'area movimentata in m<sup>2</sup>
- h)  $movh$  numero di movimentazioni/ora.

Ipotizzando la realizzazione di 1 cumulo dell'altezza di 7 mt e supponendo la forma conica del cumulo, si ottiene un diametro di 33,04 mt circa.

Il rapporto H/D è pari a 0,2118 e quindi il cumulo è classificato come alto essendo il valore superiore a 0,20. Il fattore di emissione per le PM<sub>10</sub>, in relazione alla tabella 7 delle Linee Guida, è pari a  $7,9 \cdot 10^{-6}$  Kg/m<sup>3</sup>. La superficie laterale dello stesso è pari a  $Sl = \pi \cdot 33,04/2 \cdot \sqrt{[(33,04/2)^2 + 7^2]} = 932$  m<sup>2</sup> circa. Supponendo in totale 4 movimentazioni orarie del 20% della superficie, dovuti ai viaggi necessari per lo smaltimento del materiale dello sbancamento, l'emissione stimata risulta:

$$E_i \text{ [Kg/h]} = 7,9 \cdot 10^{-6} \text{ [Kg/m}^3\text{]} \cdot 932 \text{ [m}^2\text{]} \cdot 0,2 \cdot 4 \text{ [1/h]} = \mathbf{0,6 \text{ g/h}}$$

	Attività	Riferimento	Parametri e mitigazione	Fattore di emissione	Emissione media oraria PM10
1	Sbancamento	SCC 3-05-027-60		$3,90 \cdot 10^{-4}$ Kg/Mg	31,20 g/h
2	Carico del materiale su camion	SCC 3-05-025-06		$1,20 \cdot 10^{-3}$ Kg/Mg	96 g/h
3	Transito mezzi conferitori	1.5, relazione (6)	Bagnatura strada e piazzali	0,10369 Kg/Km	165,91 g/h
4	Scarico del materiale	SCC 3-05-010-42		$5 \cdot 10^{-4}$ Kg/Mg	80 g/h
5	Erosione vento cumuli stoccaggio	1.4, relazione (5)	Cumulo alto	$7,9 \cdot 10^{-6}$ Kg/m <sup>3</sup>	0,60 g/h
<b>TOTALE</b>					<b>373,71 g/h</b>

Tabella 3: Emissioni orarie stimate per l'attività di sbancamento

## 2.3 Fase 3 –Formazione terre armate

Anche in questo caso si prende in considerazione la realizzazione del terrazzamento posto più in alto. E' ipotizzabile la formazione oraria per squadra, a favore di sicurezza, di 4 m<sup>2</sup> di terre armate con un interessamento di 10 m<sup>3</sup> di terreno.

### 2.3.1 Erosione del vento dei cumuli stoccaggio

Sono stati stimati 1.500 m<sup>3</sup> per la realizzazione delle terre armate relativamente al terrazzamento posto a +185,00 m s.l.m.

Per il valore del rateo si ricorre alla formula (5) del paragrafo 1.4 delle Linee Guida:

$$E_i \text{ (Kg/h)} = EF_i \cdot a \cdot movh,$$

dove:

- i)  $i$  particolato (PTS, PM10, PM2,5);
- j)  $EF_i$  (kg/m<sup>3</sup>) fattore di emissione aerale dell' $i$ -esimo articolato;
- k)  $a$  superficie dell'area movimentata in m<sup>2</sup>
- l)  $movh$  numero di movimentazioni/ora.

Ipotizzando la realizzazione di 2 cumuli dell'altezza di 5 mt e supponendo la forma conica del cumulo, si ottiene un diametro di 23,93 mt circa.

Il rapporto H/D è pari a 0,2089 e quindi il cumulo è classificato come alto essendo il valore superiore a 0,20. Il fattore di emissione per le PM<sub>10</sub>, in relazione alla tabella 7 delle Linee Guida, è pari a  $7,9 \cdot 10^{-6}$  Kg/m<sup>2</sup>. La superficie laterale dello stesso è pari a  $Sl = \pi \cdot 23,93/2 \cdot \sqrt{[(23,93/2)^2 + 5^2]} = 919 \text{ m}^2$  circa. Supponendo in totale 5 movimentazioni orarie del 20% della superficie, dovuti ai viaggi necessari per la movimentazione del materiale necessario alla realizzazione della terra armata, avendo una benna una capacità di circa 2 mc, l'emissione stimata risulta:

$$E_i \text{ [Kg/h]} = 7,9 \cdot 10^{-6} \text{ [Kg/m}^2\text{]} \cdot 919 \text{ [m}^2\text{]} \cdot 0,20 \cdot 5 \text{ [1/h]} = 3,63 \cdot 2 = \mathbf{14,52 \text{ g/h}}$$

### 2.3.2 Prelievo e movimentazione del materiale dai cumuli

Il fattore di emissione, formula (3) paragrafo 1.3 delle Linee Guida è:

$$EF_i = k_i (0,0016)(u/2,2)^{1,3} / (M/2)^{1,4}$$

con

- $k_i$  pari a 0,35 come da tabella 5
- $u$  velocità del vento pari a 4 m/s
- $M$  umidità pari a 4,8% estremo di validità della formula

$$EF_i = 0,35 \cdot 0,0016 \cdot (4/2,2)^{1,3} / (4,8/2)^{1,4} = 3,58 \cdot 10^{-4} \text{ Kg/Mg}$$

Ipotizzando l'esercizio di due ruspe o benne che effettuano la movimentazione di 10 m<sup>3</sup> di materiale orario ciascuna, una densità del materiale di 1,6 Mg/m<sup>3</sup>, si trattano 16 Mg/h, con un'emissione oraria pari a:

$$3,58 \cdot 10^{-4} \text{ [Kg/Mg]} \cdot 16 \text{ [Mg/h]} \cdot 2 = \mathbf{11,46 \text{ g/h}}$$

### 2.3.3 Trasporto del materiale

Il materiale viene allontanato su piste e strade non asfaltate. La distanza dei cumuli di prelievo del materiale dall'area di formazione delle terre armate non è cospicua in quanto i cumuli di materiale sono posti sul terrazzamento. A favore di sicurezza si può considerare una percorrenza oraria, in avanti ed indietro, di 400 metri per mezzo. Si ipotizza che il contenuto di "silt" del materiale che costituisce la pista sia pari al 12%, che i mezzi a vuoto abbiano un peso di 8 Mg e carichi 12 Mg per un peso medio durante il trasporto di 10 Mg. Inserendo questi dati nell'espressione "Unpaved road" relativa alla formula (6), paragrafo 1.5 delle Linee Guida:

$$EF_i = K_i (s/12)^{a_i} (W/3)^{b_i}$$

dove:

- a)  $EF_i$  è il fattore di emissione lineare in kg/km;
- b)  $i$  particolato (PTS, PM10, PM2,5);
- c)  $s$  contenuto di limo del suolo in percentuale in massa (%);
- d)  $W$  il peso medio veicolo in ton.;
- e)  $K_i, a_i, b_i$  sono coefficienti che variano a seconda del tipo di particolato.

si ottiene un fattore di emissione di:

$$EF_i = 0,423 * (12/12)^{0,9} * (10/3)^{0,45} = 0,7272 \text{ Kg/Km}$$

Considerando i sistemi di bagnatura delle strade e dei piazzali, si può considerare un fattore di emissione di:

$$EF_i = 0,7272 * (1-0,9) = 0,0727 \text{ Kg/Km}$$

Il rateo di emissione, con il sistema di abbattimento delle polveri, è pari a:

$$0,0727 [\text{Kg/Km}] * 0,40 [\text{Km}] * 2 = \mathbf{58,16 \text{ g/h}}$$

### 2.3.4 Formazione terre armate

Anche in questo caso non si ha uno specifico fattore di emissione ma, a parere dello scrivente, è utilizzabile il fattore di emissione del codice SCC 3-05-025-06 “Bulk Loading” per cui FIRE indica un fattore di emissione (molto incerto) pari a  $1,20 \cdot 10^{-3}$  Kg/Mg di materiale caricato e proprio del carico di materiale sui mezzi.

Ipotizzando l'esercizio di due ruspe o benne l'emissione oraria è pari a:

$$0,0012 [\text{Kg/Mg}] * 16 [\text{Mg/h}] * 2 = \mathbf{38,4 \text{ g/h}}$$

	Attività	Riferimento	Parametri e mitigazione	Fattore di emissione	Emissione media oraria PM10
1	Erosione vento cumuli stoccaggio	1.4, relazione (5)	Cumulo alto	$7,9 \cdot 10^{-6} \text{ Kg/m}^2$	14,52 g/h
2	Prelievo e movimentazione del materiale	1.3, relazione (3)		$3,42 \cdot 10^{-4} \text{ Kg/Mg}$	11,46 g/h
3	Trasporto del materiale	1.5, relazione (6)	Bagnatura strada e piazzali	0,0727 Kg/Km	58,16 g/h
4	Formazione terre armate	SCC 3-05-025-06		$1,2 \cdot 10^{-3} \text{ Kg/Mg}$	38,40 g/h
<b>TOTALE</b>					<b>122,54 g/h</b>

*Tabella 4: Emissioni orarie stimate per l'attività di formazione terre armate*



### 3 CONCLUSIONI

Sono state analizzate differenti situazioni di produzione di polveri dovute all'attività di cantiere, generate durante la realizzazione delle varie opere civili necessarie all'attuazione del progetto. Si è identificata come fase realizzativa peggiore dal punto di vista delle emissioni in atmosfera quella relativa alle opere civili del primo terrazzamento data la vicinanza con il recettore sensibile costituito dal fabbricato di civile abitazione della famiglia Camacci. In merito sono necessarie alcune considerazioni:

- i modelli proposti dalle Linee Guida pongono dei limiti di accettabilità o meno delle attività in relazione allo “Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente” e dei giorni di attività del cantiere;
- molte delle attività analizzate contemplano al loro interno il trasporto del materiale, il suo scarico e stoccaggio e sono le attività che nella maggioranza dei casi contribuiscono in maniera determinante alla produzione delle polveri. Il deposito del materiale avviene in un'area distante da quella propria di esercizio e mediamente posta oltre 200 metri dal recettore individuato;
- il progetto, nella sua totalità, ha necessità di alcuni anni per la sua completa realizzazione. L'attività analizzate sono però circoscritte ad un periodo di tempo molto più limitato e molte delle stesse non sono correlate e sovrapponibili, come evidenziato nel cronoprogramma. Si ritiene dunque di considerare la durata delle attività “singolarmente” e non nella durata totale del cantiere e ciò risulta legittimo ricordando che come riportano nelle Linee Guida *“i limiti di legge per il PM10 (riferiti al 2005) sono relativi alle concentrazioni medie annue ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ed alle medie giornaliere ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) il cui valore può però essere superato per 35 volte in un anno; quindi occorre riferirsi alla distribuzione dei valori medi giornalieri ed al 36° valore più elevato (all'incirca il suo 90° percentile) per valutare il superamento di questo limite. Sia i dati rilevati direttamente dalle reti di rilevamento della qualità dell'aria, sia le simulazioni modellistiche, indicano che il rispetto del limite per le medie giornaliere comporta anche quello della media annua.”* Risulta dunque determinante la produzione oraria delle attività e la loro durata più che la durata complessiva di tutte le attività.

Si procede dunque ad un'analisi delle situazioni ritenute peggiori.

#### 3.1 Analisi 1 – Realizzazione paratie terrazzamento + 185,00

L'attività porta ad una produzione oraria di 132,82 g/h di PM10 con una durata inferiore a 100 giorni. Considerando una distanza sorgente-recettore tra 50 ÷ 100 metri, prendendo in considerazione la relativa tabella ed in particolare la tabella 19, si attesta la **compatibilità** dell'attività con la zona in oggetto in quanto  $132,82 \text{ g/h} < 364 \text{ g/h}$ .

INTERVALLO DI DISTANZA (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM10 (g/h)	risultato
0 ÷ 50	<104	Nessuna Azione
	104 ÷ 208	Monitoraggio c/o recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	>208	Non Compatibile

50 ÷ 100	<364	Nessuna Azione
	364 ÷ 628	Monitoraggio c/o recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	>628	Non Compatibile
100 ÷ 150	<746	Nessuna Azione
	746 ÷ 1492	Monitoraggio c/o recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	>1492	Non Compatibile
>150	<1022	Nessuna Azione
	1022 ÷ 2044	Monitoraggio c/o recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	>2044	Non Compatibile

*Tabella 5: Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività inferiore a 100 giorni/anno*

### 3.2 Analisi 2 – Sbancamento terrazzamento + 189,00

L'attività porta ad una produzione oraria di 373,71 g di PM10. Come riscontrabile nel cronoprogramma, l'attività di sbancamento dei primi terrazzamenti avviene in concomitanza con la realizzazione delle paratie dei terrazzamenti più bassi, che deve essere dunque presa in considerazione ed inserita nell'analisi.

Dall'analisi dei dati si evidenzia inoltre che, nell'attività di sbancamento ed in quella di realizzazione delle paratie, il trasporto del materiale all'area di stoccaggio ed il suo scarico incidono in maniera predominante nella produzione delle polveri. Come descritto tali operazioni non avvengono a 75 metri dal recettore ma tra i 100 ed i 200 metri dallo stesso. Essendo dunque la sorgente non puntuale risulta difficile selezionare le tabelle per l'applicazione dei limiti.

Osservando i dati tabellari dei limiti, in considerazione della durata dell'attività inferiore a 100 giorni/anno) si scorge che il limite di compatibilità della distanza 100 ÷ 150 metri (utilizzata a favore di sicurezza e non la distanza > 150 metri) pari a 746 g/h risulta essere 2,05 volte più grande del valore di compatibilità della distanza 50 ÷ 100 metri pari a 364 g/h ( $746 / 364 = 2,05$ ). A parere dello scrivente, in maniera semplificata ma ritenuta idonea, per tenere in considerazione la differente distanza delle sorgenti di emissione, si potrebbe adottare un limite medio (a favore di sicurezza e non 2,05) tra quello della distanza 100 ÷ 150 metri e quello della distanza 50 ÷ 100 metri, ossia un valore pari a 555 g/h.

Adottando tale criterio le due attività incidono per  $373,71 + 132,82 = 506,53$  g/h che risulterebbero essere **compatibili** con la zona.

### 3.3 Analisi 3 – Sbancamento terrazzamento + 177,00

L'attività porta ad una produzione oraria di 373,71 g di PM10 (a favore di sicurezza essendo la componente di emissione dovuta al trasporto valutata per il terrazzamento a +189,00 ed essendo la stessa influente per circa la metà del valore finale). Come riscontrabile nel cronoprogramma, l'attività di sbancamento di tale terrazzamento avviene in concomitanza con la realizzazione delle terre armate del

---

terrazzamento + 185,00, che deve essere dunque presa in considerazione ed inserita nell'analisi.

Valgono le considerazioni fatte precedentemente e dunque, adottando tale criterio, le due attività incidono per  $373,71 + 122,54 = 496,25$  g/h che risulterebbero essere **compatibili** con la zona.

### 3.4 Analisi 4 –Formazione terre armate terrazzamento +177,00

L'attività porta ad una produzione oraria di 122,54 g di PM10. Considerando una distanza sorgente-recettore tra 100 ÷ 150 metri ed un'attività anch'essa inferiore a 100 giorni, questa **risulta compatibile** con la zona in oggetto in quanto  $122,54 \text{ g/h} < 746 \text{ g/h}$  (vedasi Tabella 5).

### 3.5 Analisi 5 – Realizzazione strada di collegamento ovest

La strada ovest di collegamento dista, nel punto più prossimo, oltre 200 metri dal fabbricato della famiglia Camacci.

Come evidenziato nel cronoprogramma tale attività contempla lo sbancamento e la realizzazione delle gabbionate a sostegno della scarpata nella porzione di strada prossima all'ingresso secondario e la realizzazione di terre armate per la porzione sopraelevata. Sono dunque tutte attività già analizzate e che, data la maggiore distanza del recettore e considerata la durata dell'attività sempre pari al massimo a 100 giorni, risultano **compatibili** con la zona in oggetto. Volendo infatti considerare la contemporaneità delle azioni (a favore di sicurezza) si avrebbe una situazione coincidente con "l'analisi 3 – sbancamento terrazzamento +177,00" con valori pari a  $496,25 \text{ g/h} < 1.022 \text{ g/h}$ .

Le azioni specifiche che verranno compiute al fine di ridurre l'impatto emissivo saranno le seguenti:

- costante e sufficiente (minimo tre volte al giorno) umidificazione dei piazzali e delle strade di transito, con aumento della frequenza delle bagnature durante la stagione estiva;
- transito dei veicoli all'interno dell'impianto a velocità ridotta (circa 20 km/h);
- utilizzo dell'impianto integrato di bagnatura, irrorando acqua nebulizzata tramite irrigatori e nebulizzatori;
- nelle operazioni di movimentazione dei rifiuti gli automezzi assicureranno un'altezza di scarico minima possibile.

Corridonia, li 23.05.2015

IL TECNICO

Dott. Ing. Michele Marziali

