A n n e s s o 11

Valutazione previsionale delle emissioni diffuse
(in sostituzione Annesso 7)

Sommario

Premessa....2
La Valutazione delle Emissioni....4
Fasi del processo....4
Stima dei flussi....5
Valutazione degli impatti sui recettori sensibili....11
Impatto cumulativo....13
Conclusioni....16

Premessa

Il presente lavoro ha lo scopo di valutare in via previsionale le emissioni in atmosfera del Progetto di coltivazione e recupero ambientale di una cava di calcare appartenente al sito estrattivo denominato "Poggio Sassaiola" in località Poggi La Bella in Comune di Santa Fiora (GR). Il materiale calcareo ancora largamente presente in cava trova impiego quale inerte per l'edilizia e per lavori stradali.

Il progetto di coltivazione della cava prevede un abbattimento di circa 830.000 m^3 di materiale con uno sviluppo articolato in 3 fasi di 7 anni ciascuna - più un paio d'anni di post coltivazione - con gli interventi di risistemazione e di reinserimento ambientale previsti contestualmente ai lavori di coltivazione.

La valutazione è stata effettuata sulla base delle "*Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti"* riportate nell'Allegato 2 del Capitolo 6 del Piano regionale per la qualità dell'aria ambiente (PRQA 2018) della Regione Toscana. La stima delle emissioni è stata eseguita avendo come riferimento le *Istruzioni specifiche per il calcolo delle emissioni di PM10 in attività di trattamento di materiali polverulenti*[1] - e in particolare l'Esempio di Applicazione dell'appendice B - elaborate dal Centro di Riferimento per la Modellistica sulla qualità dell'aria (CRMQA) di ARPAT.

Lo studio del CRMQA, mediante l'utilizzo dei fattori di emissione accreditati dall'U.S.-Environmental Protection Agency (EPA) e per mezzo di una complessa elaborazione numerica effettuata con metodi statistici e l'impiego di modelli di dispersione degli inquinanti in atmosfera, valuta gli effetti delle emissioni di polveri diffuse in termini di concentrazioni al suolo. Questi valori vengono quindi confrontati con i limiti di qualità dell'aria per il PM10: la proporzionalità tra concentrazioni ed emissioni permette di valutare quali emissioni corrispondono a concentrazioni paragonabili ai valori limite per la qualità dell'aria, per cui, attraverso queste, vengono determinate le emissioni di riferimento al di sotto delle quali presumibilmente non sussistono rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria.

Ricordando che i limiti di legge per il PM10 sono relativi alle concentrazioni medie giornaliere pari a 50 µg/m³ il cui valore può però essere superato per 35 volte in un anno, per il rispetto dei limiti di concentrazione per il PM10, sono stati individuati valori E di soglia delle emissioni dipendenti dalla distanza tra recettore e sorgente e dalla durata annua delle attività che producono tale emissione, tali da ottenere il raggiungimento del valore limite relativo al 36° valore più elevato delle concentrazioni medie giornaliere (tabella 1).

Intervallo di distanza (*m*)	Giorni di emissione all'anno					
	>300	300 ÷ 250	250 ÷ 200	200 ÷ 150	150 ÷ 100	<100
0 ÷ 50	145	152	158	167	180	208
50 ÷ 100	312	321	347	378	449	628
100 ÷ 150	608	663	720	836	1038	1492
>150	830	908	986	1145	1422	2044

Tabella 1- Proposta di soglie assolute di emissione di PM10 al variare della distanza dalla sorgente e al variare del numero di giorni di emissione (valori espressi in g/h)

[1] *ARPAT - CRMQA, 2009*

In pratica però è necessario definire delle situazioni che non comportino questa eventualità, ovvero condizioni di emissione per le quali si ha la ragionevole certezza che tale evento non si verifichi. Pertanto il criterio proposto è quello di impiegare un fattore di cautela (pari a 2) per definire le soglie effettive. In pratica, quando un'emissione risulta essere inferiore alla metà delle soglie E, tale emissione può essere considerata a priori compatibile con i limiti di legge per la qualità dell'aria. Quando l'emissione è compresa tra la metà del valore soglia e la soglia, la possibilità del superamento dei limiti è soprattutto legata alle differenze tra le condizioni reali e quelle adottate per le simulazioni, pertanto in tali situazioni appare preferibile una valutazione diretta dell'impatto o una valutazione modellistica specifica che dimostri con strumenti e dati adeguati la compatibilità dell'emissione.
I valori soglia delle emissioni sono funzione del numero di giornate di attività e della distanza fra la sorgente emissiva e i recettori sensibili.

Quindi, se è stato determinato che i limiti di concentrazione per il PM10 sono rispettati con un valore soglia E_i, il criterio cautelativo indica quale soglia effettiva $E_i/2$ tale per cui:

- per valori di emissione < $E_i/2$, non è prevista nessuna azione;
- per valori di emissione compresi tra $E_i/2$ ed E_i occorre attivare un monitoraggio presso il recettore o procedere ad una valutazione modellistica con dati sito specifici;
- per valori di emissione > E_i l'attività non è compatibile in quanto statisticamente supera i limiti normativi.

Tale procedura è esemplificata nella successiva tabella 2, relativa al caso di attività operante fra 200 e 250 giornate l'anno.

Tabella 16 Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività compreso tra 250 e 200 giorni/anno

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM_{10} (g/h)	risultato
0 ÷ 50	<79	Nessuna azione
	79 ÷ 158	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 158	Non compatibile (*)
50 ÷ 100	<174	Nessuna azione
	174 ÷ 347	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 347	Non compatibile (*)
100 ÷ 150	<360	Nessuna azione
	360 ÷ 720	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 720	Non compatibile (*)
>150	<493	Nessuna azione
	493 ÷ 986	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 986	Non compatibile (*)

Tabella 2- Tabella 16 delle Linee Guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti *(PRQA Piano regionale per la qualità dell'Aria ambiente, Allegato 2)*

La Valutazione delle Emissioni

Fasi del processo

Il progetto di attività estrattiva è previsto articolato in tre fasi di 7 anni ciascuna - più un paio d'anni di post coltivazione - per un volume complessivo di 830.000 m^3 di materiale calcareo, per una produzione annuale programmata di 40.000 m^3. Tutto il materiale, a meno del 10% di materiale di scarto, verrà commercializzato.

Dagli elaborati di progetto la coltivazione della cava si realizzerà per fasi che prevedono lo sbancamento del fronte, il disgaggio, il caricamento del tout venant su autocarri, il trasporto verso gli impianti di frantumazione primario e secondario/terziario, la lavorazione del materiale con ottenimento delle varie classi granulometriche. La frazione detritico-terrigena separata durante la lavorazione (stimata in un 10% del totale) viene accantonata per un suo riutilizzo in fase di recupero ambientale.

I lavori di risistemazione e di reinserimento ambientale avverranno contestualmente ai lavori di coltivazione della cava.



Fig. 1- Localizzazione siti recettori

La figura 1 localizza i siti recettori più vicini alla cava: il sito più prossimo (R1 – Villa Macereti), una villa disabitata e in avanzata fase di abbandono, dista poco meno di 150 m dalla sorgente emissiva più significativa e più vicina; il sito R2 (Podere Macereti) è invece abitato e dista intorno a 450 m dal centro della cava.

Visto che la produzione annua prevista è di circa 40.000 m^3 in banco, considerato che l'attività lavorativa è articolata su 8 ore/giorno e che le giornate di lavorazione previste sono intorno a 240 l'anno, i volumi lavorati giornalmente ammontano a poco più di 166 m^3 pari a 21 m^3/h: assumendo un peso specifico del materiale in banco pari a 2,5 t/m^3, le quantità orarie trattate corrispondono a 52 t/h.

L'impianto è alimentato da Enel con corrente a media tensione; nel sito non sono presenti gruppi elettrogeni alimentati a combustibili fossili per cui le sole emissioni prese in considerazione sono state le polveri diffuse derivanti dal complesso delle attività di cava.

Lo **sbancamento** del materiale avviene esclusivamente tramite escavatore e non prevede l'uso di mine. Il materiale sbancato viene caricato direttamente su autocarri e trasportato al "piazzale tramoggia", a monte della frantumazione primaria, tramite viabilità interna non pavimentata mediamente quantificabile in 300 metri. Il materiale viene quindi scaricato nella tramoggia in testa all'impianto di frantumazione primaria e al sottostante **vaglio sgrossatore**: un nastro trasportatore invierà il tout venant terroso di dimensioni inferiori a 70 mm ad un primo cumulo, mentre il 90% del materiale perviene alla **frantumazione primari**a. Il materiale frantumato viene recapitato attraverso il nastro trasportatore al vaglio: l'operazione di **vagliatura primaria** determina l'ottenimento di tre possibili aliquote di granulometria 0/15 mm, 15/40 mm e 40/80 mm , pari ad un flusso intorno al 30% del materiale vagliato.

Il breccione di frazione superiore a 80 mm viene trasferito con i mezzi di cava all'impianto di **frantumazione secondaria** posto presso la c.d. "Area Servizi" distante un centinaio di metri di pista non asfaltata. Questa frazione con granulometria superiore a 70 mm viene scaricata in tramoggia, lavorata alla frantumazione secondaria e, quindi, inviata alla **vagliatura secondaria**, costituita da una serie di vagli che selezionano i cinque prodotti finali destinati, mediante i nastri trasportatori, ad altrettanti cumuli: sabbia 0/5 mm, risetta 5/8 mm, e graniglia 8/12 mm, 12/30 mm e a frazioni superiori ai 30 mm. La frazione >30 mm, nel caso di particolari richieste del mercato, può essere sottoposta ad una **frantumazione terziaria** (operazione che non viene qui presa in considerazione perché considerata occasionale).

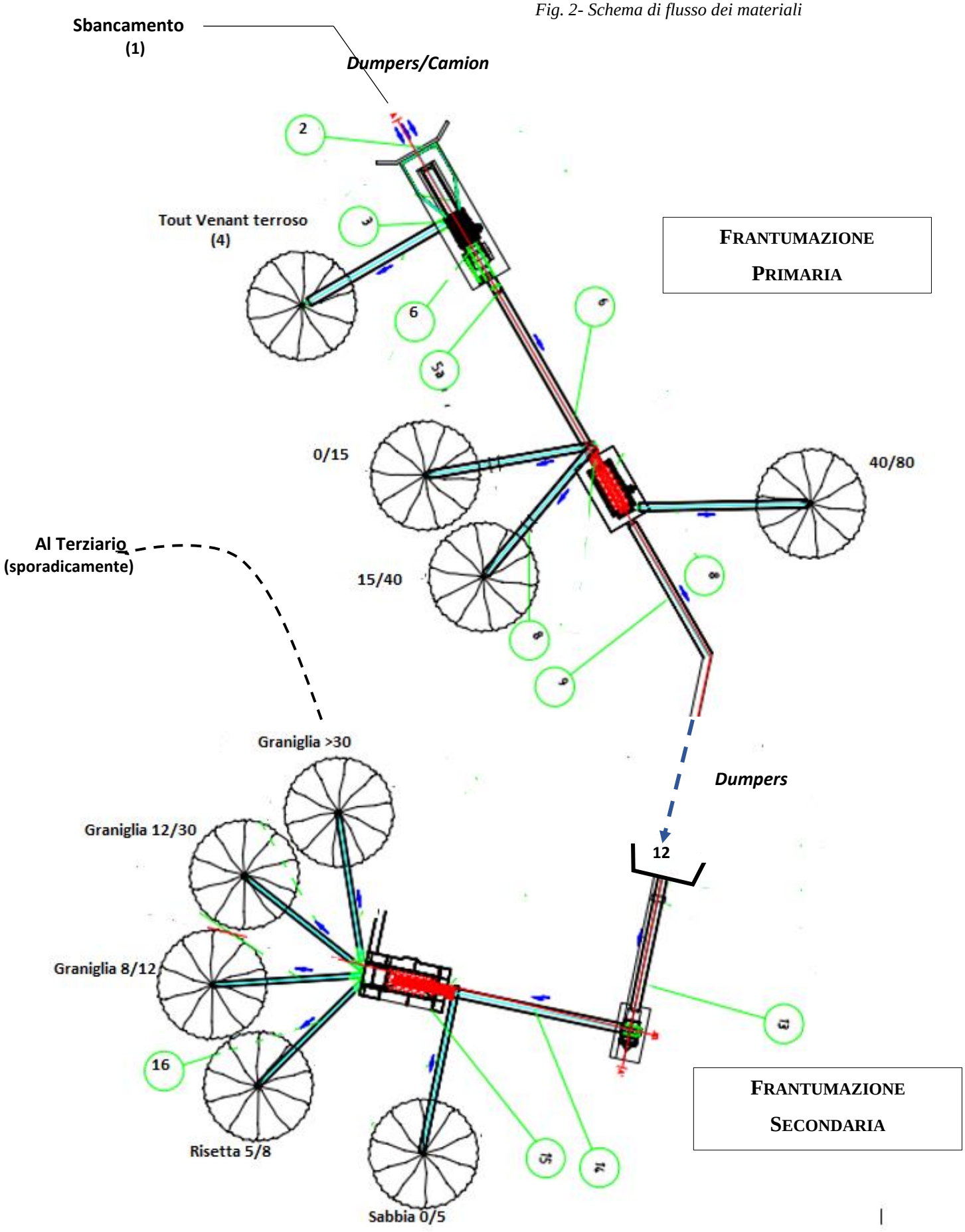
Stima dei flussi

Le emissioni in atmosfera della Cava Poggio Sassaiola sono legate esclusivamente alle emissioni diffuse di polveri connesse all'attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico e stoccaggio di materiali polverulenti ed alla contemporanea attività di ripristino ambientale e morfologico, che prevede movimentazione di materiali polverulenti; gli impianti fissi a servizio della cava sono imvece dotati di motori elettrici e sono alimentati con energia prelevata dalla rete; non sono pertanto presenti gruppi elettrogeni alimentati a combustibili fossili suscettibili di emissioni diverse dalle polveri diffuse.

Fase di Esercizio

La stima dei flussi di emissione è stata realizzata, come da Linee Guida del PRQA 2018 della Regione Toscana e dello studio del Centro di riferimento per la modellistica sulla qualità dell'aria di ARPAT (2009), suddividendo il processo in fasi e assegnando ad ogni fase un codice SCC (Source Classification Codes), a cui corrispondono fattori di emissione per processi senza abbattimento e con abbattimento in base alla dimensione del particolato.

Fig. 2- Schema di flusso dei materiali



Per la fase di ***sbancamento*** [1] non è indicato uno specifico fattore di emissione; considerando che il fronte di disgaggio viene solitamente bagnato e che il materiale estratto è pertanto umido, si considera cautelativamente il fattore di emissione associato al SCC 3-05-027-60 pari a $3{,}9 \times 10^{-4}$ *kg*/*t* di PM10: in considerazione che si trattano 52 t/h, si ha una emissione oraria pari a circa 20 g/h.

Le attività di ***caricamento del materiale estratto*** su mezzo di cantiere (autocarro o dumper) corrispondono al SCC 3-05-025-06 per il quale viene indicato un fattore di emissione pari a $1{,}20 \times 10^{-3}$ kg/t di materiale caricato: l'emissione oraria risultante è pertanto di 62,4 g/h.

Trasporto all'impianto di frantumazione - Il materiale sbancato e caricato su autocarri o su dumpers viene trasportato all'impianto di frantumazione lungo una pista non pavimentata di una lunghezza media di 300 m; considerando che in media:

- il contenuto in limo del materiale che costituisce la pista è stimato all'8%,
- i mezzi di trasporto vuoti pesano mediamente intorno a 15 t e trasportano un carico variabile tra 20 e 30 t a viaggio; prevedendo come carico medio un carico di 25 t, il peso medio tra andata e ritorno è pari a 27,5 t [(15 vuoto + 40 pieno)/2],
- ogni ora vengono sbancati circa 52 t di materiale, per cui occorrono 2,08 carichi l'ora per smaltire il materiale,

applicando formula e coefficienti del §1.5 delle *Linee Guida*[2], si ottiene un fattore di emissione di 0,796 kg/km. Poiché ogni viaggio, fra andata e ritorno, risulta mediamente di 600 m, si ha una emissione di circa 0,478 kg per viaggio: l'emissione oraria totale sarà pertanto di 478 g/viaggio x 2,08 viaggi/h, pari a 993 g/h. Tale valore determina una emissione non sostenibile, per cui occorre mettere in atto misure di mitigazione sul processo di movimentazione dei materiali; le mitigazioni previste sono:

- restrizione del limite di velocità dei mezzi all'interno del sito industriale,
- bagnamento delle piste con applicazioni periodiche e costanti.

L'efficienza media della bagnatura dipende dalla frequenza delle applicazioni e dalla quantità di acqua per unità di superficie impiegata in ogni trattamento, in relazione al traffico medio orario e al potenziale medio di evaporazione. Nella situazione di un traffico di 1 - 2 veicoli l'ora, bagnando le piste due volte al giorno con un quantitativo di acqua di 0,5 l/m^2 si raggiunge una efficienza intorno al 90% (vedi tabella 9 delle *Linee Guida*), con un'emissione oraria totale delle polveri PM10 nella fase di trasporto all'impianto stimabile in 99 g/h.

Scarico alla tramoggia - Alla tramoggia [2] vengono scaricati mediamente 52 *t/h* di materiale proveniente dallo sbancamento e, quindi, umido. In mancanza di un fattore di emissione maggiormente attinente, viene utilizzato quello relativo al SCC 3-05-020-31 pari a 8×10^{-6} kg/t, per una stima complessiva di circa 0,42 g/h.

Sgrossatura e frantumazione primaria - Il materiale arriva alla sgrossatura: in uscita dal vaglio sgrossatore un nastro trasportatore invierà i frammenti 0/70 mm ad un primo cumulo di stabilizzato (5,2 t/h, pari al 10% del materiale), mentre il 90% del materiale (47 t/h circa) perviene alla frantumazione primaria. In questo step si verificano 4 emissioni, dovute:

a) al vaglio sgrossatore [3],

[2] *Linee Guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti: §1.5 Transito di mezzi su strade non asfaltate, Formula 6 / Tab. 8*

b) al nastro trasportatore [4] della frazione 0/70 mm,
c) al nastro trasportatore del sopravvaglio [5],
d) alla frantumazione primaria [6].

Considerato che il materiale è ancora umido, per l'operazione di sgrossatura si sceglie il fattore di emissione associato al SCC 3-05-020-02, corrispondente a $3{,}7x10^{-4}$ kg/t, per una emissione stimata intorno a 19 g/h; per la movimentazione con nastro trasportatore viene preso in considerazione il fattore di emissione associato al SCC 3-05-020-06, pari a $2{,}3x10^{-5}$ kg/t, considerando la mitigazione dovuta al fatto che il materiale è ancora umido. La stima dell'emissione dovuta al nastro [4] assomma a circa 0.1 g/h; anche al nastro trasportatore [5a] viene assegnato il fattore di emissione associato al SCC 3-05-020-06, pari a $2{,}3x10^{-5}$ kg/t, per un flusso stimato in poco più di 1 g/h Alla frantumazione primaria viene invece associato il fattore di emissione di cui al SCC 3-05-020-02, pari a $3{,}7x10^{-4}$ kg/t, per un flusso di massa di polveri PM10 stimato in circa 17,3 g/h.

Vagliatura primaria – Il materiale frantumato viene recapitato attraverso il nastro trasportatore [5b] al vaglio [7]: l'operazione di vagliatura primaria determina l'ottenimento di tre possibili aliquote di granulometria 0/15 mm, 15/40 mm e 40/80 mm , pari ad un flusso di 15,6 t/h (il 30% del materiale vagliato). Il breccione di frazione superiore a 80 mm (31,2 t/h) viene caricato a mezzo del nastro [9] sugli autocarri che lo trasporteranno alla frantumazione secondaria.

In questo step di processo i flussi di massa del PM10 stimati sono:

- al nastro trasportatore [5b] viene assegnato il fattore di emissione associato al SCC 3-05-020-06, pari a $2{,}3x10^{-5}$ kg/t, per un flusso stimato in circa 1 g/h;
- al vaglio [7] viene associato il fattore di emissione $3{,}7x10^{-4}$ kg/t di cui al SCC 3-05-020-02, per un flusso di massa di polveri PM10 stimato in 17,3 g/h;
- al nastro trasportatore [9] viene assegnato il fattore di emissione associato al codice SCC 3-05-020-06, pari a $2{,}3x10^{-5}$ kg/t, per un flusso stimato in circa 0,7 g/h;
- ai nastri [8] di trasporto delle 12,3 t/h delle frazioni < 80 mm viene assegnato lo stesso fattore di emissione di $2{,}3x10^{-5}$ kg/t, per un flusso complessivo stimato in circa 0,4 g/h

C***arico su autocarro*** **-** Le operazioni relative al carico su mezzi della frazione destinata al ciclo di macinazione secondaria sono state associate al SCC 3-05-020-32 "*Truck Loading Conveyor*", a cui corrisponde un fattore di emissione di $5x10^{-5}$ kg/t. Al carico sugli autocarri o sui dumpers delle 31,2 t/h di materiale di pezzatura > 80 mm corrisponde una emissione di 1,56 g/h.

Trasporto all'impianto di frantumazione **-** Il materiale di granulometria > 80 mm caricato sui mezzi di cantiere viene trasportato all'impianto di frantumazione lungo un pista non pavimentata di una lunghezza media di 100 m; ipotizzando le stesse condizioni prese a riferimento in precedenza (contenuto in limo nella pista all'8%, peso dumpers vuoti 15 t, quantitativi trasportati 25 t), deriva che a 31,2 t/h di materiale trasportato corrisponde 1,25 carico l'ora per cui, applicando la formula e i coefficienti utilizzati nelle *Linee Guida*[2], si ottengono un fattore di emissione di 0,796 kg/km ed una emissione oraria di 198,7 g; applicando le misure di mitigazione già descritte (limite di velocità, bagnatura delle piste due volte al giorno con un quantitativo di acqua di 0,5 l/m^2) si determina un abbattimento delle emissioni del 90%, con un'emissione oraria totale delle polveri PM10 nella fase di trasporto all'impianto secondario stimabile in 19,9 g/h.

Scarico alla tramoggia del secondario - Alla tramoggia del secondario [10] vengono scaricati 31,2 t/h di materiale proveniente dallo sbancamento e, quindi, umido. In mancanza di un fattore di emissione maggiormente attinente, viene utilizzato quello relativo al SCC 3-05-020-31 pari a $8x10^{-6}$ kg/t, per una stima complessiva di circa 0,25 g/h.

Frantumazione secondaria **-** Il breccione di frazione superiore a 7 mm (24,6 t/h), macinato dall'impianto di frantumazione secondaria [13], viene inviato tramite il nastro trasportatore [14] alla vagliatura secondaria [15], costituita da una serie di vagli che selezionano i cinque prodotti finali destinati, mediante i nastri [16], ad altrettanti cumuli: sabbia 0/5 mm, risetta 5/8 mm e graniglia 8/12 mm, 12/30 mm e frazione di granulometria superiore ai 30 mm. La stima dei flussi di massa, assegnando alle singole fasi del ciclo i codici SCC 3-05-020-06 (EF = $2{,}3 \times 10^{-5}$ kg/t) ai nastri trasportatori e SCC 3-05-020-02 (EF = $3{,}7 \times 10^{-4}$ kg/t) sia alla frantumazione che alla vagliatura, assommano rispettivamente a 0,84 g/h e 23 g/h.

Formazione e stoccaggio dei cumuli - Le stime effettuate fin qui non tengono tuttavia conto delle possibili emissioni dovute alle attività di formazione e stoccaggio dei cumuli e all'erosione del vento. Per questa valutazione è stato seguito il modello concettuale utilizzato nell'"esempio di applicazione" di cui all'appendice B delle Linee Guida di ARPAT [3] e il procedimento proposto nel paragrafo 1.3 delle Linee Guida corrispondente al 13.2.4 "*Aggregate Handling and Storage Piles*" dell'AP-42; il valore del fattore di emissione EF_i è funzione delle dimensioni del particolato, dell'umidità e della velocità del vento.

Utilizzando la formula relativa alle attività del periodo diurno e considerando una umidità del materiale del 4,8%) il fattore di emissione individuato è $2{,}26 \times 10^{-4}$, ipotizzando infine che l'emissione di PM10 sia relativa soltanto al cumulo di minor granulometria (il cumulo 0/5mm di 6,2 t/h), si ottiene una emissione oraria media pari a 1,41 g/h. Il valore basso dell'emissione della frazione maggiormente suscettibile di spolveramento fa ritenere trascurabile l'emissione delle frazioni a maggior granulometria.

Erosione del vento dei cumuli- Per quanto riguarda l'erosione del vento dei cumuli soggetti a movimentazione il procedimento proposto nel paragrafo 1.5 delle Linee Guida è AP-42, paragrafo 13.2.5 "*Industrial Wind Erosion*". L'emissione E si calcola mediante l'espressione

$$E\ (g\ h) = EF\ A\ movh_i\ 1000$$

con

- EF $(kg\ m^2)_i$ - fattore di emissione areale dell'i-esimo tipo di particolato
- A - superficie dell'area movimentata in m^2
- movh - numero di movimentazioni/ora.

Il fattore di emissione EF è funzione del tipo di particolato, dell'altezza del cumulo e del diametro della sua base.

Facendo ancora riferimento solo al cumulo del materiale più fine, si ipotizza che quanto prodotto in una ora di attività costituisca un singolo cumulo pari a 6,2 t e, con un peso specifico del materiale frantumato di 1,6 t/m^3 , 3,9 m^3 di volume. Da questo, ipotizzando l'altezza H di 2 m e supponendo la forma conica, si ottiene un diametro D di 2,72 m; ne consegue una classificazione del cumulo come *alto* (H/D> 0,2) con un fattore di emissione pari a $7{,}9 \times 10^{-6}$, ed una superficie laterale di 20,67 m^2.

Se si ipotizzano nel complesso 3 movimentazioni orarie che interessano il 30% della superficie, l'emissione stimata di PM10 risulta di:

$7{,}9 \times 10^{-6}\ kg/m^2 \times 6{,}20\ m^2 \times 3$ movimenti/h x 1000= 0,15 g/h.

[3] *ARPAT - CRMQA, Linee Guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti - Appendice B - Esempio di Applicazione; 2009*

Il basso valore dell'emissione della frazione fine permette di ritenere trascurabile l'emissione delle frazioni a maggior granulometria.

Step	Attività	SCC	Quantità (t/h)	%	Fattore EF (Kg/t)	Flusso di massa (g/h)	Note
1	Sbancamento	3-05-027-60	52,0	100	0,00039	20,28	°
	Caricamento camion	3-05-025-06	52,0	100	0,0012	62,4	°
	Trasporto		52,0	100	0,796	99,3	*1*
2	Scarico camion alla tramoggia	3-05-020-31	52,0	100	0,000008	0,42	°
3	Sgrossatura	3-05-020-02	52,0	100	0,00037	19,24	°
4	Nastro trasportatore (0/80)	3-05-020-06	5,2	10	0,000023	0,12	°
5a	Nastro trasportatore (>80)	3-05-020-06	46,8	90	0,000023	1,08	°
6	Frantumazione primaria	3-05-020-02	46,8	90	0,00037	17,32	°
5b	Nastro trasportatore	3-05-020-06	46,8	90	0,000023	1,08	°
7	Vagliatura primaria	3-05-020-02	46,8	90	0,00037	17,32	°
8	Nastro trasportatore (0/30; 30/40;40/80)	3-05-020-06	15,6	30	0,000023	0,36	°
9	Nastro trasportatore 80/200	3-05-020-06	31,2	60	0,000023	0,72	°
	Carico camion	3-05-020-32	31,2	60	0,00005	1,56	°
	Trasporto 80/200		31,2	60	0,796	19,9	*2*
10	Scarico camion alla tramoggia	3-05-020-31	31,2	60	0,000008	0,25	°
13	Frantumazione secondaria	3-05-020-02	31,2	60	0,00037	11,54	°
14	Nastro trasportatore sec.	3-05-020-06	6,2	12	0,000023	0,14	°
15	Vagliatura secondaria	3-05-020-02	31,2	60	0,00037	11,54	°
16	Nastro trasportatore >30	3-05-020-06	6,2	12	0,000023	0,14	°
16	Nastro trasportatore 12/30	3-05-020-06	6,2	12	0,000023	0,14	°
16	Nastro trasportatore 8/12	3-05-020-06	6,2	12	0,000023	0,14	°
16	Nastro trasportatore 5/8	3-05-020-06	6,2	12	0,000023	0,14	°
16	Nastro trasportatore 0-5	3-05-020-06	6,2	12	0,000023	0,14	°
	Formazione cumuli Φ <5mm		6,2		0,000226	1,41	°
	Formazione cumuli Φ >5mm					0	°
	Erosione cumuli Φ <5mm		6,2		0.00025	0,15	*3*
	Erosione cumuli Φ >5mm					0	°
	TOTALE					***287***	

1 EF espresso in kg/km; il flusso di massa è calcolato considerando: peso medio a trasporto di 27,5 t; 2,08 viaggi l'ora; distanza di 300+300m; 8% limo; abbattimento 90% x bagnatura
2 EF espresso in kg/km; il lusso di massa è calcolato considerando: peso medio a trasporto di 27,5 t; 1,25 viaggi l'ora; distanza di 100+100m; 8% limo; abbattimento 90% x bagnatura
3 EF calcolato su cumulo alto , mvh=3, area in erosione =6,2 mq
° materiale umido

Tabella 3 – stima delle emissioni di PM10

Fase di ripristino ambientale

La risistemazione del sito sarà realizzata con materiali già presenti in abbondanza nei vari cumuli costituiti prevalentemente da materiale detritico-terrigeno derivante dalla scopertura e dagli scarti di lavorazione; essa consiste in un rimodellamento morfologico e in una successiva fase di rinverdimento e arboratura. La distribuzione dei materiali di riporto necessari al rimodellamento morfologico prevede il riporto sui gradoni che in sostanza realizzi un prisma triangolare di circa 4 m di altezza e 4 m di pedata, con sviluppo longitudinale.

La gradonatura da rimodellare presenta uno sviluppo lineare 4287 m per cui il *prisma triangolare* avrà un volume di 4 m x 4 m x 4287 m /2 pari a 34296 m^3. Considerato che i lavori di risistemazione e di

reinserimento ambientale avverranno contestualmente ai lavori di coltivazione della cava, essi avranno una durata di 21 anni per cui in prima approssimazione si prevede una movimentazione di:

- volume totale 34296 m^3
- volume annuo 1633 m^3 /y
- volume giornaliero 6,80 m^3 /d
- volume orario 0,85 m^3 /h
- peso orario 1,36 t/h *(con peso specifico del materiale frantumato di 1,6 t/m³*).

In assenza di uno specifico riferimento nelle Linee Guida all'attività di risitemazione morfologico/ambientale, per similitudine ad una attività di movimentazione con ruspe di strati superficiale e caricamento del materiale su mezzi, si è ritenuto di considerare l'attività come operazione di trattamento del materiale superficiale di cui al paragrafo 1.2 delle Linee Guida, con richiamo alle operazioni corrispondenti al SCC 3-05-010-37 "*Truck loading: overburden*" dell'AP-42, con valore del fattore di emissione Ef_i di 0,0075 kg/t .

Con tali condizioni al contorno l'emissione oraria calcolata risulta essere:

E (g/h) = 0,0075 (kg/t) x 1,36 (t/h) x 1000 = 10,21 g/h

Ricordando che gli impianti fissi sono dotati di motori elettrici alimentati con energia prelevata dalla rete e che non sono presenti generatori o altri motori alimentati a combustibili fossili oltre agli automezzi e alle macchine operatrici, le sole emissioni che sono state qui prese in considerazione sono le polveri diffuse derivanti dal complesso delle attività di cava.

La tabella 4 riassume il quadro emissivo per come stimato in fase di valutazione previsionale.

	Fase lavorativa	**Inquinante**	**valore**
1	Lavori di sbancamento	Polveri PM10	20,28 *(g/h)*
2	Carico, trasporto e scarico in tramoggia	Polveri PM10	183,58 *(g/h)*
3	Impianti di frantumazione, vagli, nastri	Polveri PM10	81,41 *(g/h)*
4	Erosione cumuli	Polveri PM10	1,56 *(g/h)*
5	Rimodellamento morfologico	Polveri PM10	10,21 *(g/h)*

Tabella 4– Quadro Emissivo

Valutazione degli impatti sui recettori sensibili

La stima delle emissioni di PM10 nella fase di esercizio della cava (attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico e stoccaggio di materiali polverulenti) è sintetizzata in tabella 3: la stima conduce ad una emissione complessiva di 287 g/h di polveri PM10. Dalla tabella è evidente l'importante contributo delle attività di trasporto alle emissioni totali: per contenere gli effetti della movimentazione di mezzi su piste polverose sono state previste misure di mitigazione consistenti in bagnatura delle piste due volte al giorno con un quantitativo di acqua di 0,5 l/m^2 e imposizione di limiti di velocità nel movimento dei mezzi a non oltre 10 km/h.

Alle emissioni dovute alle lavorazioni dei materiali vanno però sommate le emissioni derivanti dalle concomitanti attività di ripristino ambientale, stimate in poco più di 10 g/h (tabella 4); **pertanto la valutazione previsionale delle emissioni diffuse di polveri PM10 conduce ad una emissione stimabile intorno a 297 g/h di PM10.**

La Tabella 16 delle *Linee Guida* riporta la valutazione delle emissioni al variare della distanza fra recettore e sorgente nel range di giorni di attività tra 200 e 250 giorni l'anno (vedi tab. 2); il recettore più prossimo alla cava è una villa disabitata e in fase di abbandono distante circa 140 m dagli impianti di frantumazione, per cui la soglia di emissione presa a riferimento quale valore non richiedente ulteriori azioni è quella di 360 g/h: essendo il valore stimato di 297 g/h inferiore a tale valore soglia, le emissioni di polveri associate all'attività di cava non richiedono ulteriori azioni di mitigazioni né azioni di monitoraggio.

Dalla parte opposta, a circa 450 m dagli impianti di cava, si trova invece un podere abitato (podere Macereti) per il quale il valore di emissione non richiedente ulteriori azioni nelle condizioni di un esercizio di 240 giornate l'anno è 493 g/h, valore di gran lunga superiore al rateo emissivo di 293 g/h stimato nel presente lavoro.

Pertanto la stima delle emissioni diffuse prodotte dalla cava Poggio Sassaiola sottoposte alle previste misure di mitigazioni consistenti nel

- minimizzare l'altezza di caduta dei materiali
- limitare a 10 km/h la velocità dei mezzi di movimentazione e di trasporto sulle piste interne non asfaltate;
- bagnare le piste non asfaltate due volte al giorno con un quantitativo di acqua di 0,5 l/m^2;
- mantenere umidi i materiali in lavorazione;

conduce ad emissioni che impattano su entrambi i recettori sensibili nel rispetto dei valori soglia prescritti e che, pertanto, **non richiedono ulteriori azioni di mitigazioni, oltre quelle già previste e citate sopra, né azioni di monitoraggio.**

Impatto cumulativo

A un centinaio di metri dal sito oggetto della presente trattazione insiste una cava di pietrisco già autorizzata e in esercizio in Località Podere Sant'Anna, anch'essa sorgente di emissioni diffuse soggette a cumularsi con le emissioni della cava Poggio Sassaiola.

La valutazione dell'impatto delle lavorazioni operate nei due insediamenti sulla qualità dell'aria si è basata sulla stima degli effetti delle emissioni di polveri diffuse in termini di concentrazioni giornaliere di PM10 ai recettori sensibili e dal raffronto con i valori limite normativi di 50 $\mu g/m^3$ come media giornaliera da non superare per più di 35 giornate; la valutazione è stata effettuata avvalendosi dell'elaborazione statistica e dei modelli di dispersione degli inquinanti in atmosfera impiegati dalle Linee Guida del Piano regionale per la qualità dell'aria ambiente e dall'omologo documento del Centro di Riferimento per la Modellistica sulla qualità dell'aria di ARPAT, con particolare riferimento all'approccio modellistico in Appendice al suddetto documento[4].

Per la detreminazione del contributo emissivo della cava di Podere Sant'Anna si è fatto riferimento all'elaborato *Valutazione previsionale di impatto atmosferico*, allegato 6 alla documentazione per la *Nuova Richiesta di Autorizzazione* alla coltivazione della cava. Le analisi eseguite per la valutazione delle emissioni diffuse di polveri, per come riportate nell'allegato 6, stimano una produzione giornaliera di 11,49 kg di polveri PM10 sull'intera cava, con una emissione oraria (in 10 ore lavorative) di 1150 g/h; esse prendono in considerazione un unico recettore - l'abitazione del Podere Macereti – nei confronti del quale viene valutato il rispetto dei limiti normativi per il PM10.

Recettore R1 – L'allegato 6 non riporta alcuna valutazione su questo recettore, pertanto la valutazione sugli effetti cumulativi delle emissioni dei due impianti di cava su tale sito non può essere effettuata; in ogni caso si sottolinea che il recettore R1

- è disabitato e in avanzato stato di abbandono;
- "vede" le due cave con angoli rispettivamente di 120° e 36° che si sovrappongono solo marginalmente (peraltro interessando la cava di Poggio Sassaiola solo su una porzione periferica non interessata da scavi e lavorazioni), per cui solo venti provenienti da Est Nord Est potrebbero determinare effetti cumulativi seppur marginali e presumibilmente irrilevanti (figura 3);
- è "protetto" da una fitta alberatura in parte naturale.

Recettore R2 – Il podere Macereti (R2) dista 450 m dal centro della cava Poggio Sassaiola e 490 m dal centro della cava Podere Sant'Anna. La valutazione previsionale della concentrazione di PM10 su Podere Macereti dalla cava Podere Sant'Anna riporta che l'emissione di 1150 g/h di polveri stimata determina una concentrazione di PM10 $Cmax_{(400)}$ pari a 20,4 $\mu g/m^3$: considerato che nell'analisi è stata presa in considerazione la distanza minima fra sorgente e recettore (400 m) mentre in realtà è tutta la cava ad essere sorgente di emissioni e con distanze notevolmente più alte, è possibile affermare che il contributo effettivo dell'impianto alla concentrazione delle polveri PM10 sarà inferiore a 20 $\mu g/m^3$.

[4] Franco Giovannini, ARPAT AFR "Modellistica previsionale" - Emissioni di polveri diffuse: un approccio modellistico per la valutazione dei valori di emissione di PM10 compatibili con i limiti di qualità dell'aria – Relazione in appendice alla Deliberazione di Giunta Provinciale di Firenze n.. 213 del 03/11/2009

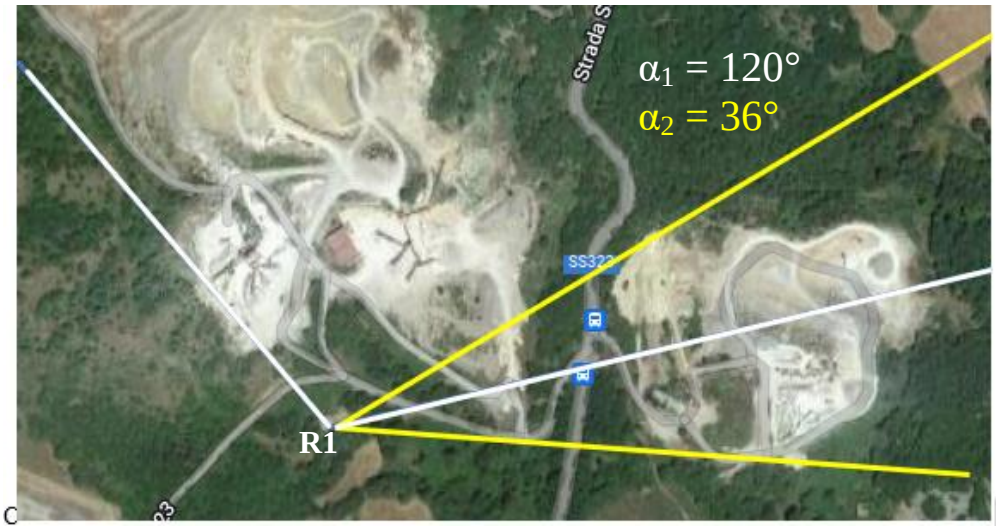


Fig. 3 - angoli sotto cui vengono "viste" le sorgenti da parte del recettore R1: 120° Poggio Sassaiola (bianco), 36° Sant'Anna (giallo).

Le valutazioni previsionali delle emissioni diffuse di polveri PM10 per Poggio Sassaiola indicano una emissione oraria di 293 g/h, valore assolutamente cautelativo per la qualità dell'aria a distanze maggiori di 150 m: in altri termini, con quell'emissione, a 150 m dalla sorgente (immaginata come una particella 50 m x 50 m responsabile dell'intero flusso di massa di 293 g/h) la concentrazione di PM10 con ragionevole sicurezza non sarà superiore a 50 µg/m³. Allontanandosi dalla sorgente verso il recettore R2, le concentrazioni di particolato decresceranno per effetto combinato della deposizione al suolo e della dispersione in aria, come da Figura 4, che riporta l'andamento delle concentrazioni massime orarie ottenute con la sorgente standard (superficie quadrata 50 m x 50 m, con flusso di massa complessivo di 9000 g/h)[5] .

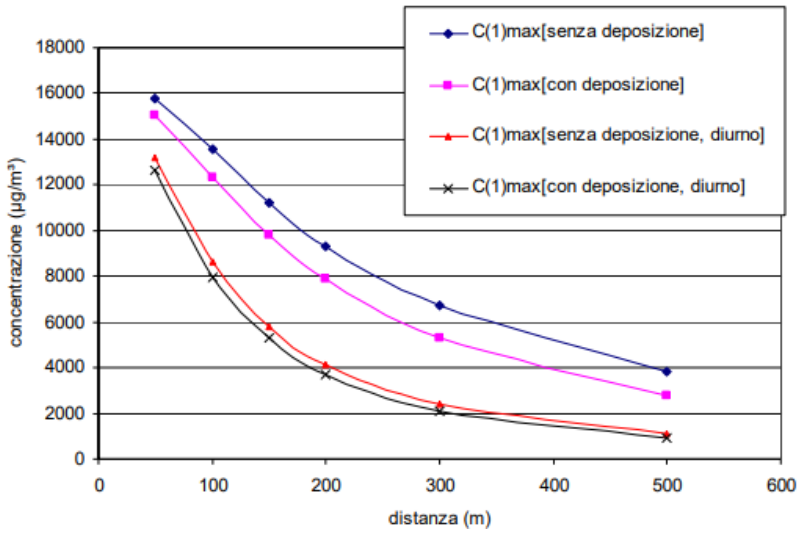


Fig. 4 - Andamento delle concentrazioni al variare delle distanza dal centro della sorgente. Vengono riportate le serie di valori relativi alle condizioni rurali, con e senza deposizione. (ARPAT AFR "Modellistica previsionale)

[5] Franco Giovannini, ARPAT AFR "Modellistica previsionale" - Emissioni di polveri diffuse: un approccio modellistico per la valutazione dei valori di emissione di PM10 compatibili con i limiti di qualità dell'aria – Relazione in appendice alla Deliberazione di Giunta Provinciale di Firenze n.. 213 del 03/11/2009

Utilizzando la curva di fig. 4 relativa alle condizioni "con deposizione, diurno", sono stati calcolati gli abbattimenti percentuali delle concentrazioni di PM10 in funzione della distanza sorgente/recettore da essa desunti.

Distanza *(m)*	***Cmax giornaliera***		
	µg/m³ *(Flusso di massa 9000 g/h)*	*(%)*	*µg/m³* *(Flusso di massa 293 g/h)*
P_{50}	12500	100	114
P_{100}	8000	64	73
P_{150}	5500	44	50
P_{200}	3800	31	35
P_{300}	2000	16	18
P_{500}	1000	8	9

Tab. 5 - Andamento (percentuale e assoluto) delle concentrazioni di PM10 al variare della distanza dalla sorgente

Considerando quegli abbattimenti applicabili in linea generale e assunto che al punto P_{150} la concentrazione di PM10 è al massimo 50 µg/m³, la stima delle concentrazioni di PM10 riportata in tabella 5 e rappresentata nel grafico in figura 5 conduce ad un valore di concentrazione al recettore R2 (punto P_{450}) intorno a 11 µg/m³.

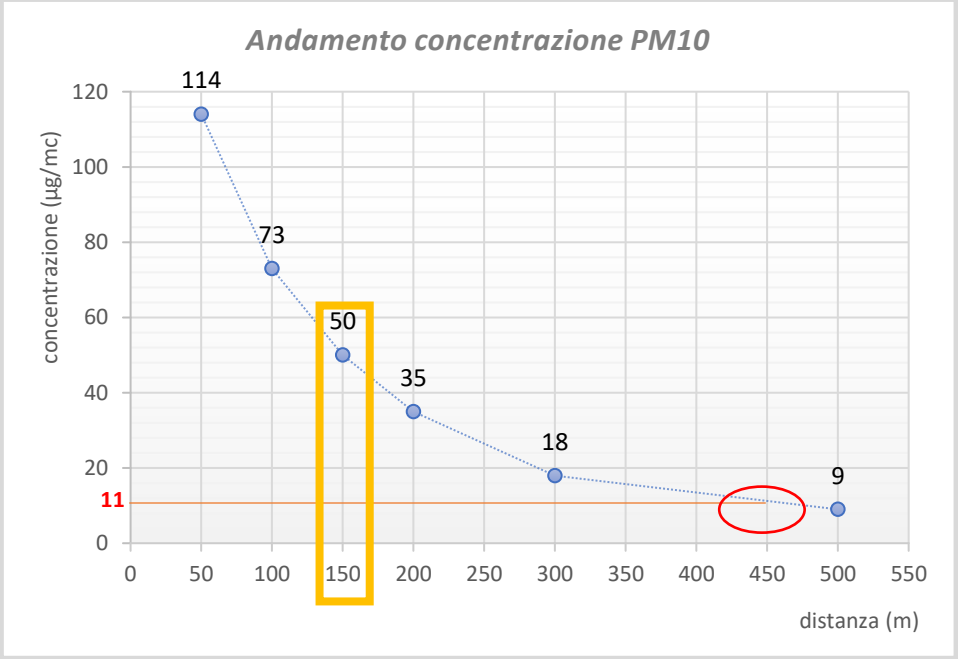


Fig. 5 - Andamento delle concentrazioni al variare delle distanza dal centro della sorgente (nell'ipotesi di un valore di 50 µg/m³ al punto P_{150})

Pertanto, sommando i contributi delle polveri diffuse prodotte dalle lavorazioni nelle due cave, la concentrazione stimata di PM10 sul sito Podere Macereti sarà pari a 31 µg/m3.

Conclusioni

La valutazione delle emissioni di polveri PM 10 connesse all' attività estrattiva di "Cava Poggio Sassaiola" è stata effettuata sia per la fase di esercizio che per le attività di recupero ambientale.

Le attività analizzate nella fase di esercizio sono state quelle connesse agli sbancamenti, al caricamento dei materiali su autocarri e al loro trasporto, alle lavorazioni agli impianti di frantumazione, alla movimentazione dei cumuli e all'azione erosiva del vento; ad esse sono state aggiunte le attività di recupero morfologico del sito previste contestualmente alla fase di esercizio.

La ricognizione sulla presenza di ricettori potenzialmente disturbati da emissioni di polveri evidenzia una villa attualmente disabitata e in stato di avanzato abbandono a circa 140 m dagli impianti di cava, e un fabbricato rurale (podere Macereti) abitato e posto a circa 450 m dalla cava.

La valutazione è stata eseguita ipotizzando l'implementazione di misure di mitigazione volte a minimizzare l'altezza di caduta dei materiali dalla benna dell'escavatore o dalla pala meccanica ai dumper, limitare la velocità dei mezzi sulle piste non asfaltate e mantenerle bagnate con un quantitativo di acqua di 0,5 l/m^2 due volte al giorno e mantenere umidi anche i materiali in lavorazione.

In queste condizioni, la stima delle emissioni di PM10 rileva una emissione complessiva di 297 g/h: tale valore è inferiore al limite di 360 g/h indicato dalla Tabella 16 per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti di cui alle Linee Guida regionali quale soglia di emissione per il PM10 non richiedente ulteriori azioni, nel caso di ricettori posti a non oltre 150 m dalla sorgente, e al valore di 493 g/h indicato dalla stessa Tabella 16 quale soglia di emissione non richiedente ulteriori azioni, nel caso di ricettori posti a oltre 150 m dalla sorgente.

La valutazione dell'impatto cumulativo dovuto alla presenza di un'altra cava a poca distanza (Podere Sant'Anna) ha condotto ad una concentrazione massima di PM10 all'abitazione del podere Macereti (recettore R2) di 31 $\mu g/m^3$ - dovuto al contributo di 20 $\mu g/m^3$ dell'insediamento Podere Sant'Anna e di 11 $\mu g/m^3$ alle emissioni di Cava Poggio Sassaiola - valore inferiore al limite di 50 $\mu g/m^3$ previsto dalle vigenti normative come media giornaliera da non superare per più di 35 giornate.

L'impatto cumulativo sul recettore R1 non è stato effettuato in quanto

- mancano informazioni sull'impatto della cava Podere Sant'Anna su quel recettore e
- la villa è disabitata e in avanzato stato di abbandono.

Ad ogni modo è da sottolineare che quel recettore "vede" le due cave con angoli che si sovrappongono solo marginalmente (vedi figura 3), per cui solo venti provenienti dai quadranti ENE potrebbero determinare effetti cumulativi, seppur marginali e presumibilmente irrilevanti, ancor più in quanto interesserebbero la cava di Poggio Sassaiola solo su una porzione periferica non toccata da scavi e lavorazioni.

Grosseto, marzo 2022

Il Tecnico

Dr. Antonino Costa

