

ITINERARIO INTERNAZIONALE E78
S.G.C. GROSSETO - FANO
ADEGUAMENTO A 4 CORSIE
NEL TRATTO GROSSETO - SIENA (S.S. 223 "DI PAGANICO")
DAL KM 41+600 AL KM 53+400 - LOTTO 9

PROGETTO ESECUTIVO

COD. **FI15**

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GDG - ICARIA

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Nando Granieri
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



Dott. Ing. N. Granieri
Dott. Arch. N. Kamenicky
Dott. Ing. V. Truffini
Dott. Arch. A. Bracchini
Dott. Ing. F. Durastanti
Dott. Ing. E. Bartolucci
Dott. Geol. G. Cerquiglini
Geom. M. De Tursi
Dott. Ing. L. Sbrenna
Dott. Ing. E. Sellari
Dott. Ing. L. Dinelli
Dott. Ing. L. Nani
Dott. Ing. F. Pambianco
Dott. Agr. F. Berti Nulli

Dott. Ing. D. Carlaccini
Dott. Ing. S. Sacconi
Dott. Ing. A. Rea
Dott. Ing. V. De Gori
Dott. Ing. C. Consorti
Geom. F. Dominici

Dott. Ing. V. Rotisciani
Dott. Ing. F. Macchioni
Geom. C. Vischini
Dott. Ing. V. Piuonno
Dott. Ing. G. Pulli
Geom. C. Sugaroni

IL PROGETTISTA:

Dott. Ing. Federico Durastanti
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Terni n° A844

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini
Ordine dei Geologi della Regione Umbria n°108

IL R.U.P.

Dott. Ing. Raffaele Franco Carso

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Filippo Pambianco
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A1373



PROTOCOLLO

DATA

AMBIENTE
STUDIO ATMOSFERA

Approfondimento mitigazioni e procedure per l'abbattimento del particolato in fase di cantiere

CODICE PROGETTO

NOME FILE

REVISIONE

SCALA:

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

CODICE ELAB.

L O F I 1 5 E 1 9 0 1

T00-IA03-AMB-RE02

T 0 0 I A 0 3 A M B R E 0 2

A

-

A

Integrazione documentale (IDVIP 5406)

Gen 2021

L. Gagliardini

E. Bartolucci

N. Granieri

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

INDICE

1. PREMESSA	2
2. OSSERVAZIONE ARPAT N. 1.2.2	3
2.1 OSSERVAZIONE ARPAT N. 1	3
RISPOSTA.....	3
2.2 OSSERVAZIONE ARPAT N.2	10
RISPOSTA.....	10
2.2.1 Viabilità di cantiere	11
2.2.2 Traffico dei mezzi di cantiere	12
2.2.3 Fattori di emissione	14
2.2.4 Stima complessiva dei ratei emissivi	17
2.2.5 Mitigazioni e procedure	18
2.2.5.1 Contenimento delle polveri mediante bagnatura delle strade non pavimentate	18
2.2.5.2 Impianto di frantumazione/vagliatura: contenimento delle polveri mediante bagnatura.	19
2.2.5.3 Contenimento delle polveri mediante bagnatura dei cumuli.	21
2.2.5.4 Best practice per il cantiere.	22

1. PREMESSA

La presente nota è redatta nell'ambito del al progetto esecutivo dell'itinerario internazionale E78 S.G.C. Grosseto-Fano adeguamento a 4 corsie, tratto Grosseto-Siena dal km 41+600 al km 53+400 – Lotto 9, quale approfondimento dello studio di qualità dell'aria elaborato nella medesima fase progettuale (cod. Too-IA03-AMB-RE01-A).

Tale approfondimento si è reso necessario per rispondere ad alcune criticità evidenziate nel contributo istruttorio ARPAT n.77062 del 10/11/2020, pervenuto nell'ambito della procedura di verifica di attuazione avviata con riferimento alla delibera CIPE n. 40/2019 di approvazione del progetto definitivo (istanza ANAS CDG-0314720 DEL 24/06/2020). nello specifico, in tale contributo (che tiene conto delle posizioni già espresse nelle precedenti fasi valutative con i contributi istruttori prot. n. 2018/25265, n. 2018/32725, n. 2018/54198), ARPAT segnala, per la componente atmosfera e qualità dell'aria alcune perplessità in merito all'ottemperanza alle due prescrizioni della Delibera CIPE n. 40/2019 riportate di seguito:

- 1.2.2.1 *l'analisi dello stato di qualità dell'aria e il relativo modello di dispersione in atmosfera per la fase di cantiere e per la fase di esercizio dovrà essere integrato e ripresentato in fase di progetto esecutivo, aggiornando anche l'inquadramento meteorologico.*
- 1.2.2.2 *Lo studio finalizzato a dimostrare che le condizioni di traffico e velocità previste in progetto siano tali da non determinare il superamento dei limiti di NO_x, a tutela della vegetazione, stabilito dalla direttiva CEE 2008/50 del 21 maggio 2008, dovrà essere integrato e ripresentato in fase di progetto esecutivo, aggiornando anche l'inquadramento meteorologico.*

Di seguito verranno ampiamente argomentate le risposte articolando il testo con riferimento alle singole osservazioni ARPAT.

Si sottolinea che tali argomentazioni sono state formulate utilizzando l'applicazione dei metodi di stima descritti e trattati nelle linee guida ARPAT: "*Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti*" (All. 1 parte integrante e sostanziale della DGP.213-09).

2. OSSERVAZIONE ARPAT N. 1.2.2

2.1 OSSERVAZIONE ARPAT N. 1

"Per quanto riguarda l'impatto in fase di esercizio, al di là delle ovvie incertezze nelle ricostruzioni degli scenari, l'applicazione modellistica risponde alla richiesta di valutare l'impatto degli ossidi di azoto per quanto riguarda lo standard di $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a protezione della vegetazione fissato dal D.Lgs. 155/2010. I risultati ottenuti per lo scenario ante operam risultano assai modesti: il valore massimo della media annua di NOx stimato nei recettori residenziali e delle ZSC risulta inferiore a $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I risultati ottenuti per lo scenario post operam risultano analoghi con il valore massimo della media annua di NOx stimato nei recettori residenziali e delle ZSC ancora inferiore a $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Queste stime garantiscono pertanto il rispetto dello specifico limite di qualità dell'aria fissato dal D.Lgs. 155/2020 (si vedano anche le corrispondenti tavole grafiche dove le stime sono riportate sulla cartografia). In analogia le stime relative agli impatti prodotti dalla fase di esercizio (ante operam e post operam) per gli inquinanti PM₁₀ e PM_{2.5} sull'area di interesse ed in particolare sui recettori residenziali, portano a valori non significativi, molto inferiori ai limiti di qualità dell'aria. Le stime presentate non permettono tuttavia di trarre direttamente le stesse conclusioni per quanto riguarda le concentrazioni di NO₂ in quanto queste sono anche soggette ad un limite di qualità dell'aria su tempi di mediazione orari, per i quali non sono riportati i risultati dell'applicazione modellistica."

RISPOSTA

Nella relazione Too-IA03-AMB-RE01-A inviata (capitoli 6.5 e 7.5) le tabelle contenenti i risultati delle simulazioni ante e post operam riportano i valori massimi orari stimati dal modello sebbene la didascalia e l'intestazione delle tabelle stesse indichino erroneamente "NOx max24h".

Nelle tabelle che seguono è stato corretto il refuso.

- **Output delle simulazioni ante operam**

Tabella 1 - Valori delle concentrazioni ante operam di NOx, PM10 e PM2.5 nei ricettori puntuali antropici

		NOX		PM10		PM2.5
		Maxh	Media anno	max24h	Media anno	Media anno
id	descrizione	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Ro1_a	abitazioni	12.408	1.1188	0.1570	0.0728	0.0532
Ro1_b	abitazioni	16.544	1.6384	0.2442	0.1065	0.0778
Ro1_c	abitazioni	21.620	2.1913	0.3316	0.1424	0.1040
Ro3	abitazioni	5.828	0.3964	0.0751	0.0258	0.0188
Ro4_c	abitazioni	20.492	1.8428	0.2851	0.1197	0.0875
Ro4_b	abitazioni	21.432	1.9301	0.3027	0.1254	0.0916
Ro4_a	abitazioni	17.108	1.5251	0.2559	0.0991	0.0724
Ro4_d	abitazioni	16.356	1.4446	0.2443	0.0938	0.0686

R07	abitazioni	5.264	0.6012	0.0657	0.0391	0.0286
R08	abitazioni	10.528	0.9330	0.1139	0.0606	0.0443
R09	abitazioni	7.144	0.5806	0.0683	0.0378	0.0276
R13	abitazioni	11.280	0.6840	0.1057	0.0460	0.0335
R14	abitazioni	12.220	0.7279	0.1152	0.0480	0.0350
R17_a	abitazioni	9.212	1.3486	0.1399	0.0877	0.0641
R17_b	abitazioni	8.272	1.1893	0.1251	0.0774	0.0565
R17_c	abitazioni	8.272	1.3000	0.1343	0.0845	0.0618
R18_d	abitazioni	9.024	1.4351	0.1454	0.0933	0.0682
R18_a	abitazioni	10.904	1.7075	0.1727	0.1110	0.0811
R18_b	abitazioni	9.212	1.4659	0.1484	0.0953	0.0696
R18_c	abitazioni	8.084	1.2470	0.1265	0.0811	0.0592
R22	abitazioni	19.176	2.0627	0.2331	0.1340	0.0979
R15	abitazioni	6.580	0.6302	0.0853	0.0410	0.0300
R16	abitazioni	11.656	1.6933	0.1734	0.1101	0.0805
R21	abitazioni	5.264	0.6068	0.0640	0.0395	0.0288
Ro2_a	abitazioni	9.024	0.6390	0.1129	0.0416	0.0304
Ro2_b	abitazioni	10.904	0.8879	0.1514	0.0577	0.0422
Ro5	abitazioni	8.084	0.6048	0.0970	0.0393	0.0287
Ro6	abitazioni	4.700	0.7513	0.0779	0.0488	0.0357
R11	abitazioni	18.424	2.4111	0.2738	0.1566	0.1145
R12	abitazioni	14.100	1.6033	0.1914	0.1042	0.0761
R10	abitazioni	15.792	2.0720	0.2298	0.1346	0.0984
R19	abitazioni	6.768	1.0872	0.1142	0.0707	0.0517
R20	abitazioni	6.016	0.9519	0.1020	0.0619	0.0452
R23	abitazioni	6.956	0.4291	0.0650	0.0279	0.0204
ZSC_A	IT5190006 – Alta Val di Merse	9.9640	0.9754	0.1254	0.0635	0.0464
ZSC_B	IT5190006 – Alta Val di Merse	13.7240	1.3052	0.2013	0.0848	0.0620
ZSC_A	IT5190007 – Basso Merse	22.7480	2.2048	0.2752	0.1433	0.1047
ZSC_B	IT5190007 – Basso Merse	13.3480	1.3625	0.1646	0.0885	0.0647

Valori limite D.Lgs. 155/2010 e smi	Valore medio orario	Valore medio annuale	Valore medio giornaliero	Valore medio annuale	Valore medio annuale
µg/m ³	200	40 per la salute 30 per la vegetazione	50	40	25

- Output delle simulazioni post operam**

Tabella 2 - Valori delle concentrazioni post operam di NOx, PM10 e PM2.5 nei ricettori puntuali antropici

ID	Descrizione	NOX		PM10		PM2.5
		Maxh	Media anno	max24h	Media anno	Media anno
		µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
R01_a	abitazioni	10.1520	1.1936	0.1600	0.0827	0.0601
R01_b	abitazioni	13.3480	1.6551	0.2323	0.1146	0.0833
R01_c	abitazioni	16.7320	2.0678	0.2968	0.1432	0.1041
R03	abitazioni	4.7000	0.3613	0.0725	0.0250	0.0182
R04_c	abitazioni	17.4840	1.6090	0.2696	0.1114	0.0810
R04_b	abitazioni	17.4840	1.6184	0.2729	0.1120	0.0814
R04_a	abitazioni	14.1000	1.2577	0.2163	0.0871	0.0633
R04_d	abitazioni	13.5360	1.1685	0.2003	0.0809	0.0588
R07	abitazioni	5.0760	0.5843	0.0663	0.0405	0.0294
R08	abitazioni	9.5880	1.0183	0.1350	0.0705	0.0513
R09	abitazioni	6.5800	0.5831	0.0767	0.0404	0.0294
R13	abitazioni	10.3400	0.6714	0.1171	0.0475	0.0344
R14	abitazioni	11.6560	0.7298	0.1309	0.0510	0.0370
R17_a	abitazioni	8.2720	1.4671	0.1559	0.1016	0.0739
R17_b	abitazioni	7.3320	1.2830	0.1383	0.0889	0.0646
R17_c	abitazioni	7.3320	1.4460	0.1528	0.1002	0.0728
R18_d	abitazioni	9.2120	1.6058	0.1673	0.1112	0.0808
R18_a	abitazioni	11.2800	1.9669	0.2057	0.1362	0.0990
R18_b	abitazioni	9.7760	1.6360	0.1717	0.1133	0.0824
R18_c	abitazioni	7.8960	1.3585	0.1415	0.0941	0.0684
R22	abitazioni	15.6040	1.6759	0.2035	0.1160	0.0843
R15	abitazioni	5.6400	0.5926	0.0840	0.0411	0.0299

R16	abitazioni	10.1520	1.8771	0.1940	0.1300	0.0945
R21	abitazioni	4.5120	0.5902	0.0671	0.0409	0.0297
Ro2_a	abitazioni	8.0840	0.6278	0.1191	0.0435	0.0316
Ro2_b	abitazioni	9.9640	0.8796	0.1595	0.0609	0.0443
Ro5	abitazioni	6.7680	0.5323	0.0904	0.0369	0.0268
Ro6	abitazioni	4.1360	0.7499	0.0807	0.0519	0.0377
R11	abitazioni	17.2960	2.3048	0.2868	0.1596	0.1160
R12	abitazioni	12.7840	1.5567	0.1972	0.1078	0.0784
R10	abitazioni	13.9120	1.9176	0.2380	0.1328	0.0965
R19	abitazioni	6.5800	1.1605	0.1247	0.0804	0.0584
R20	abitazioni	6.5800	0.9919	0.1081	0.0687	0.0499
R23	abitazioni	5.6400	0.4079	0.0651	0.0282	0.0205
ZSC_A	IT5190006 – Alta Val di Merse	8.0840	1.0600	0.1364	0.0734	0.0534
ZSC_B	IT5190006 – Alta Val di Merse	10.3400	1.2433	0.2070	0.0861	0.0626
ZSC_A	IT5190007 – Basso Merse	12.9720	1.3114	0.1671	0.0909	0.0661
ZSC_B	IT5190007 – Basso Merse	12.0320	1.2453	0.1680	0.0862	0.0627
Valori limite D.Lgs. 155/2010 e smi		Valore medio orario	Valore medio annuale	Valore medio giornaliero	Valore medio annuale	Valore medio annuale
µg/m3		200	40 per la salute 30 per la vegetazione	50	40	25

Nella medesima relazione (cod. Too-IA03-AMB-RE01-A) non sono stati riportati i risultati delle concentrazioni di NO₂ in quanto, considerando i limiti normativi del biossido di azoto NO₂ (200 µg/m₃ valore orario e 40 µg/m₃ media annua) e facendo la considerazione cautelativa che NO₂ = NO_x, i risultati mostrano il rispetto dei limiti di legge per NO₂.

In risposta all'osservazione sono stati integrati i risultati ed è stata applicata la formulazione tecnica per la stima dei valori di NO₂ presso i ricettori a partire da dati modello di NO_x. In particolare, è stata utilizzata la **trattazione ARM2** utilizzando la formula sviluppata da ARPAT, di seguito esposta:

$$\text{NO}_2/\text{NO}_x = 6.0635\text{E-}15(\text{NO}_x)^5 - 5.8028\text{E-}12(\text{NO}_x)^4 - 5.1576\text{E-}9(\text{NO}_x)^3 + 9.2741\text{E-}6(\text{NO}_x)^2 - 4.7886\text{E-}3(\text{NO}_x) + 1.2647$$

(ARM2 METHOD TO ESTIMATE NO2 AIR CONCENTRATIONS BY USING NOX AIR CONCENTRATIONS OBTAINED BY AIR POLLUTION MODELS: VERIFICATION AND ADAPTATION BY USING AIR QUALITY NETWORK OF TUSCANY DATA Andrea Lupi1, Franco Giovannini1 and Antongiulio Barbaro1 1ARPAT, Environmental Protection Agency of Tuscany, Florence, Italy)

Si riportano di seguito le tabelle dei recettori corrette e integrate con i valori di concentrazione di NO₂ calcolate applicando la formula ARM2 sopra mostrata.

- **Valori delle concentrazioni di NO₂ Ante operam**

Tabella 3. Valori delle concentrazioni ante operam di NO₂ nei ricettori puntuali antropici

		NO ₂	
		Max h	Media anno
ID	Descrizione	µg/m ³	µg/m ³
R01_a	abitazioni	11.1672	1.0069
R01_b	abitazioni	14.8896	1.4746
R01_c	abitazioni	19.4580	1.9722
R03	abitazioni	5.2452	0.3568
R04_c	abitazioni	18.4428	1.6585
R04_b	abitazioni	19.2888	1.7371
R04_a	abitazioni	15.3972	1.3726
R04_d	abitazioni	14.7204	1.3001
R07	abitazioni	4.7376	0.5411
R08	abitazioni	9.4752	0.8397
R09	abitazioni	6.4296	0.5225
R13	abitazioni	10.1520	0.6156
R14	abitazioni	10.9980	0.6551
R17_a	abitazioni	8.2908	1.2137
R17_b	abitazioni	7.4448	1.0704
R17_c	abitazioni	7.4448	1.1700
R18_d	abitazioni	8.1216	1.2916
R18_a	abitazioni	9.8136	1.5368
R18_b	abitazioni	8.2908	1.3193
R18_c	abitazioni	7.2756	1.1223
R22	abitazioni	17.2584	1.8564
R15	abitazioni	5.9220	0.5672
R16	abitazioni	10.4904	1.5240
R21	abitazioni	4.7376	0.5461
R02_a	abitazioni	8.1216	0.5751

R02_b	abitazioni	9.8136	0.7991
R05	abitazioni	7.2756	0.5443
R06	abitazioni	4.2300	0.6762
R11	abitazioni	16.5816	2.1700
R12	abitazioni	12.6900	1.4430
R10	abitazioni	14.2128	1.8648
R19	abitazioni	6.0912	0.9785
R20	abitazioni	5.4144	0.8567
R23	abitazioni	6.2604	0.3862
ZSC_A	IT5190006 – Alta Val di Merse	8.9676	0.8779
ZSC_B	IT5190006 – Alta Val di Merse	12.3516	1.1747
ZSC_A	IT5190007 – Basso Merse	20.4732	1.9843
ZSC_B	IT5190007 – Basso Merse	12.0132	1.2263
Valori limite D.Lgs. 155/2010 e smi		Valore orario medio	Valore annuo medio
µg/m ³		200	40 per la salute

- Valori delle concentrazioni di NO₂ Post operam**

Tabella 4 Valori delle concentrazioni post operam di NO₂ nei ricettori puntuali antropici

		NO ₂	
		Maxh	Media anno
ID	Descrizione	µg/m ³	µg/m ³
R01_a	abitazioni	9.1368	1.0742
R01_b	abitazioni	12.0132	1.4896
R01_c	abitazioni	15.0588	1.8610
R03	abitazioni	4.2300	0.3252
R04_c	abitazioni	15.7356	1.4481
R04_b	abitazioni	15.7356	1.4566
R04_a	abitazioni	12.6900	1.1319
R04_d	abitazioni	12.1824	1.0517
R07	abitazioni	4.5684	0.5259
R08	abitazioni	8.6292	0.9165

R09	abitazioni	5.9220	0.5248
R13	abitazioni	9.3060	0.6043
R14	abitazioni	10.4904	0.6568
R17_a	abitazioni	7.4448	1.3204
R17_b	abitazioni	6.5988	1.1547
R17_c	abitazioni	6.5988	1.3014
R18_d	abitazioni	8.2908	1.4452
R18_a	abitazioni	10.1520	1.7702
R18_b	abitazioni	8.7984	1.4724
R18_c	abitazioni	7.1064	1.2227
R22	abitazioni	14.0436	1.5083
R15	abitazioni	5.0760	0.5333
R16	abitazioni	9.1368	1.6894
R21	abitazioni	4.0608	0.5312
Ro2_a	abitazioni	7.2756	0.5650
Ro2_b	abitazioni	8.9676	0.7916
Ro5	abitazioni	6.0912	0.4791
Ro6	abitazioni	3.7224	0.6749
R11	abitazioni	15.5664	2.0743
R12	abitazioni	11.5056	1.4010
R10	abitazioni	12.5208	1.7258
R19	abitazioni	5.9220	1.0445
R20	abitazioni	5.9220	0.8927
R23	abitazioni	5.0760	0.3671
ZSC_A	IT5190006 – Alta Val di Merse	7.2756	0.9540
ZSC_B	IT5190006 – Alta Val di Merse	9.3060	1.1190
ZSC_A	IT5190007 – Basso Merse	11.6748	1.1803
ZSC_B	IT5190007 – Basso Merse	10.8288	1.1208
Valori limite D.Lgs. 155/2010 e smi		Valore medio orario	Valore medio annuale
µg/m ³		200	40 per la salute

In entrambe le situazioni, prima e dopo la realizzazione del progetto, **emergono valori di concentrazioni di inferiori ai valori limite della qualità dell'aria per l'NO₂.**

2.2 OSSERVAZIONE ARPAT N.2

"Per quanto concerne la fase di cantiere, l'esame della documentazione ha evidenziato in questa parte varie lacune nella stima delle emissioni dovute alle attività previste: in particolare non vengono valutate le emissioni associate al traffico di cantiere ovvero al transito dei mezzi sulle strade non pavimentate. Il risollevarimento delle polveri per il passaggio dei mezzi pesanti su piste non asfaltate risulta la sorgente di particolato di gran lunga più rilevante rispetto a tutte le altre: non averla considerata rende le stime prodotte ben scarsamente affidabili.

Si deve osservare che in questa valutazione sono presenti anche errori (interpretazione errata della fase di formazione e stoccaggio dei cumuli), lacune (a pag. 8: per il cantiere principale si parla di "impianto di betonizzazione" e di "impianto di frantumazione e selezione", dei quali non sembra siano state valutate le emissioni) e approssimazioni non accettabili (a pag. 81: mitigazione con riduzione del 60% delle emissioni ipotizzata con bagnatura del materiale, applicata indistintamente a varie sorgenti facendo riferimento all'efficienza corrispondente alla bagnatura delle piste per il transito dei veicoli, il cui effetto non è stato invece computato): di conseguenza le stime delle concentrazioni di PM₁₀ ottenute con l'applicazione del modello AERMOD non sono verosimili.

In questo contesto, si ritiene sia preferibile - anziché riproporre stime di dubbia utilità - che vengano definite e specificate le mitigazioni e le procedure da mettere in atto per ridurre le emissioni di particolato (anche in relazione agli esiti del monitoraggio: si veda le valutazioni sulle prescrizioni 10.1.12, 10.1.13, 1.3.2.4, 1.3.2.5), affinché tali misure entrino a far parte dei capitolati e quindi siano effettivamente adottate dal costruttore."

RISPOSTA

In recepimento dell'osservazione ARPAT, il calcolo delle emissioni di PM₁₀ in fase di cantiere è stato aggiornato con la valutazione delle emissioni dovute a:

1. traffico su piste di cantiere non pavimentate
2. impianto di vagliatura/frantumazione

In particolare, le emissioni correlate al traffico su piste non asfaltate e alla presenza dell'impianto di vagliatura/frantumazione sono state analizzate secondo la seguente metodologia:

- Sono stati valutati i fattori di emissione in atmosfera relativamente alle polveri sottili nella frazione PM₁₀;
- tali fattori di emissione sono stati applicati considerando le corrispettive quantità di terre movimentate, il numero di mezzi di cantiere, ecc;
- l'emissione complessiva di inquinante è stata valutata mediante tabelle qualitative indicate da studi ARPAT ("Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" - All. 1 parte integrante e sostanziale della DGP.213-09);
- a valle di tale studio, sono stati valutati gli interventi di **mitigazione e le procedure** da mettere in atto per ridurre le emissioni di particolato.

Dall'analisi del bilancio di volumi movimentati per ogni attività compresa in ciascuna fase di lavoro del cronoprogramma di cantiere e in ragione del fatto che i maggiori volumi scavati sono quelli delle prime due fasi, in accordo con quanto effettuato nell'elaborato Too-IA03-AMB-RE01-A, la valutazione degli

impatti correlati al traffico su piste non asfaltate e alla presenza dell’impianto di vagliatura/frantumazione è stata effettuata per la Fase 1 e per la Fase 2. Le due fasi suddette hanno rispettivamente durata di 10 e 9 mesi.

2.2.1 Viabilità di cantiere

Secondo quanto descritto all’interno dell’elaborato “T00-CA00-CAN-RE01-B Relazione di cantierizzazione” è previsto lo spostamento dei mezzi d’opera attraverso piste di cantiere da costruire immediatamente dopo la presa in possesso delle aree e le attività di bonifica necessarie (Fase 0). Tali piste costituiranno un collegamento valido per tutta la durata dei lavori adattandosi di fatto con l’avanzamento dei lavori, ai rilevati in costruzione.

Le piste di cantiere, laddove non coincidano con la sede stradale di progetto, verranno realizzate previo scotico del terreno agrario per uno spessore di circa 30 cm e stoccaggio provvisorio in adiacenza alle piste stesse o nelle aree a tale scopo destinate, stesa di uno strato di geotessuto con funzione di separazione, realizzazione del fondo mediante l’utilizzo di misto granulometrico 0-200 compattato (spessore circa 50 cm) e misto granulometrico 20-40 compattato (spessore circa 10 cm).

Quando le piste di cantiere coincidono con la viabilità locale esistente, o con piste già aperte e battute (utilizzate per la realizzazione della carreggiata esistente), è prevista la realizzazione di un pacchetto in misto granulometrico stabilizzato dello spessore di 20 cm, andando a regolarizzare la sede stradale esistente.

Nel progetto si prevede di utilizzare come piste per il transito dei mezzi di cantiere:

- la viabilità locale esistente;
- adeguamento di piste esistenti (es. strade poderali);
- nuove piste di cantiere.

Per piste di cantiere di nuova realizzazione in alcuni casi se ne prevede il mantenimento in esercizio, in modo che possono essere utilizzate come strade poderali in modo da garantire il collegamento con eventuali particelle intercluse.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa con le piste di cantiere finalizzate al raggiungimento dei cantieri operativi e al campo base, secondo quanto precedentemente descritto.

Tabella 5 Piste di cantiere per accesso ai cantieri

Cantiere	ID pista	L (m)	Tipologia
CO01	12	520	Adeguamento
CO02	13	25	Adeguamento
CO03	11	35	Adeguamento
CO04	10	20	Nuova apertura
CO05	8-9	15	Adeguamento
CO06	7	120	Adeguamento
CO07			Esistente
CO08	4-5	13	Nuova apertura
CO09 - CB			Esistente
CO10	3	45	Adeguamento
CO11	2	35	Nuova apertura
CO12	1	40	Nuova apertura
CO13	6	35	Nuova apertura
	14	610	Nuova apertura

Le piste di cantiere per l'accesso alle aree di cantiere, consentono di collegare la sede stradale esistente, la sede stradale in allargamento e i cantieri operativi e il cantiere base. Queste piste sono quelle maggiormente sollecitate dal punto di vista del traffico di cantiere.

Per la realizzazione dell'opera la sede stradale in progetto sarà comunque utilizzata come via per raggiungere i punti di lavorazione.

Alle piste di cantiere sopra citate, si aggiungono le seguenti piste di cantiere.

Tabella 6 Piste di cantiere da mantenere

ID pista	L (m)	Tipologia
B	810	Nuova apertura
D	616	Nuova apertura
E	291	Nuova apertura
F1	702	Nuova apertura
F2	813	Nuova apertura
G	995	Nuova apertura
H	529	Nuova apertura
I	830	Nuova apertura

Queste consentono di raggiungere le aree destinate all'esecuzione di lavorazioni singolari e sono, quindi, meno sollecitate dal traffico di cantiere e successivamente all'ultimazione dei lavori sono da mantenere in essere per consentire la ricucitura di viabilità locali o poderali, in modo da evitare la formazione di eventuali particelle intercluse o non più raggiungibile dalla viabilità principale.

2.2.2 Traffico dei mezzi di cantiere

Secondo quanto descritto all'interno dell'elaborato “Too-CA00-CAN-RE01-B Relazione di cantierizzazione” la stima dei flussi in approvvigionamento e in smaltimento è stata condotta per ogni cantiere, con riferimento al programma dei lavori e alle quantità di materiale computate.

Sono stati considerati i volumi di materiale da movimentare separato per tipo (calcestruzzi, acciaio, materiale vario), ipotizzando una capacità dei mezzi di trasporto pari a 9 mc/viaggio per i calcestruzzi, 15 t/viaggio per l'acciaio e 20 mc/viaggio per i materiali vari e 15 mc/viaggio per le terre e rocce da scavo.

Per ciascun cantiere si è assunta l'opera “più critica” dal punto di vista degli impatti sul traffico di cantiere per ciascuna tipologia di materiale (rilevati, scavi, calcestruzzi e acciaio), considerando come periodo temporale la durata delle lavorazioni che richiedono le maggiori movimentazioni di materiale.

Di seguito si riporta il bilancio dei volumi movimentati, provenienti dagli scavi e da approvvigionare per la realizzazione dei rilevati:

Tabella 7 Bilancio scavi di sbancamento/formazione dei rilevati (volumi in banco)

FASI	DURATA FASE [mesi]	VOLUME DI SCAVO (scavi di sbancamento) [mc]	VOLUME DA APPROVVIGIONARE (formazione rilevato + p.posa) [mc]	% DI VOL. RIUTILIZZABILE	VOLUME DI SCAVO DA RIUTILIZZARE [mc]	VOLUME DI SCAVO DA SMALTIRE [mc]	VOLUME DA APPROVVIGIONARE DA SITI ESTERNI (formazione rilevato + p.posa) [mc]
PE0	3	15'105.97	24'207.40	90	13'595.37	1'510.60	10'612.03
PE1	10	211'380.89	338'739.09	90	190'242.80	21'138.09	148'496.30
PE2	8	216'428.26	346'827.54	90	194'785.43	21'642.83	152'042.11
PE3	8	97'547.05	156'319.71	90	87'792.34	9'754.70	68'527.37
PE4	7	108'183.01	173'363.90	90	97'364.71	10'818.30	75'999.19
Totale	36	648'645.17	1'039'457.65		583'780.65	64'864.52	455'677.00

I volumi movimentati sono stati determinati applicando ai volumi in banco dei coefficienti amplificativi:

- 1.3 per i volumi in scavo;
- 1.2 per i volumi in rilevato.

Tabella 8 Bilancio scavi di sbancamento/formazione dei rilevati (volumi movimentati)

FASI	DURATA FASE [mesi]	VOLUME DI SCAVO (scavi di sbancamento) [mc]	VOLUME DA APPROVVIGIONARE (formazione rilevato + p.posa) [mc]	% DI VOL. RIUTILIZZABILE	VOLUME DI SCAVO DA RIUTILIZZARE [mc]	VOLUME DI SCAVO DA SMALTIRE [mc]	VOLUME DA APPROVVIGIONARE DA SITI ESTERNI (formazione rilevato + p.posa) [mc]
PE0	3	19'637.76	29'048.89	90	17'673.98	1'963.78	11'374.90
PE1	10	274'795.15	406'486.91	90	247'315.64	27'479.52	159'171.28
PE2	8	281'356.74	416'193.05	90	253'221.06	28'135.67	162'971.99
PE3	8	126'811.16	187'583.65	90	114'130.05	12'681.12	73'453.61
PE4	7	140'637.91	208'036.68	90	126'574.12	14'063.79	81'462.56
Totale	36	843'238.72	1'247'349.18		758'914.85	84'323.87	488'434.33

Il numero di mezzi per la movimentazione del materiale necessario alla realizzazione del rilevato e del materiale proveniente dagli scavi è stato stimato considerando una capacità di carico 20 mc/viaggio.

Nella tabella seguente è riportato il numero totale di mezzi suddiviso per fase, individuata sulla base del cronoprogramma dei lavori. Nella prima colonna sono riportati i mezzi necessari a movimentare il materiale proveniente dagli scavi che verrà riutilizzato nell'ambito del cantiere. Nella seconda colonna sono riportati i mezzi, per ogni fase, per movimentare il materiale proveniente dagli scavi da smaltire. Nella terza colonna sono riportati i mezzi necessari per approvvigionare il cantiere con materiale proveniente dai siti di cava.

Tabella 9 Tabella riepilogativa con numero totale di mezzi.

FASI	DURATA FASE (mesi)	N. MEZZI PER VOL. SCAVO NEL CANTIERE	N. MEZZI PER VOL. SCAVO ALL'ESTERNO DEL CANTIERE	N. MEZZI PER VOL. RILEVATO DA APPROVVIGIONARE
PE0	3	680	76	531
PE1	10	9'512	1'057	7'425
PE2	8	9'739	1'082	7'602
PE3	8	4'390	488	3'426
PE4	7	4'868	541	3'800
Totale	36	29'189	3'243	22'784

I mezzi all'ora, riportati nella tabella 10, sono stati determinati considerando 22 giorni lavorativi al mese e 8 ore lavorative al giorno.

Tabella 10 Tabella riepilogativa con numero mezzi all'ora

FASI	DURATA FASE (mesi)	N. MEZZI PER VOL. SCAVO NEL CANTIERE / ORA	N. MEZZI PER VOL. SCAVO ALL'ESTERNO DEL CANTIERE / ORA	N. MEZZI PER VOL. RILEVATO DA APPROVVIGIONARE / ORA
PE0	3	1	0	1
PE1	10	5	1	4
PE2	8	7	1	5
PE3	8	3	0	2
PE4	7	4	0	3
Totale	36	21	2	16

Oltre alla stima dei mezzi totali orari per la movimentazione interna al cantiere, è stata fatta una stima della ripartizione dei mezzi sulle singole piste.

Per le piste da 1 a 14 sono stati considerati i mezzi totali per singola fase, mentre per le piste dalla B alla I, previste, come detto in precedenza, per garantire l'accesso ad aree di lavoro per la realizzazione di singole opere e non utilizzate per il passaggio dei mezzi destinati alla realizzazione del rilevato stradale, è stato considerato numero di mezzi per singola fase:

Tabella 11 Ripartizione dei mezzi sulle piste di accesso ai cantieri

<u>Piste di cantiere per accesso ai cantieri</u>				
ID pista	Fase 1 Mezzi / h	Fase 2 Mezzi / h	Fase 3 Mezzi / h	Fase 4 Mezzi / h
1			1.5	1.7
2			1.5	1.7
3	2.4	1.5	0.5	0.7
4	1.3	1		
5	1.3	1		
6			0.5	0.7
7			0.5	0.7
8	0.9	0.6		
9	3.6	2.3		
10		1.1		
11		0.5	1	1
12		4.7		
13	0.5	0.3		
14			0.5	0.5

Tabella 12 Ripartizione dei mezzi sulle piste di cantiere da mantenere

<u>Piste di cantiere</u>				
ID pista	Fase 1 Mezzi / h	Fase 2 Mezzi / h	Fase 3 Mezzi / h	Fase 4 Mezzi / h
B		1		
D	1			
E		0.6	0.6	
F1	0.5			
F2	0.5			
G			0.3	0.75
H			0.3	0.75
I		1		

2.2.3 Fattori di emissione

Di seguito si esplicitano i fattori di emissione utilizzati per il calcolo delle emissioni per il transito di mezzi sulle strade non asfaltate e per la presenza di impianto di vagliatura/frantumazione.

UNPAVED ROADS - MEZZI IN TRANSITO SU STRADE NON PAVIMENTATE

Per quanto attiene il sollevamento delle polveri generato dai mezzi pesanti in transito sulle piste interne al cantiere, si utilizzano le relazioni fornite dall'EPA. Il particolato è in questo caso originato dall'azione di polverizzazione del materiale superficiale delle piste, indotta dalle ruote dei mezzi. Le particelle sono quindi sollevate dal rotolamento delle ruote, mentre lo spostamento d'aria continua ad agire sulla superficie della pista dopo il transito.

Il particolato sollevato dal rotolamento delle ruote sulle piste non asfaltate è stimato dalla seguente equazione:

$$E = k \left(\frac{sL}{12} \right)^a \left(\frac{W}{3} \right)^b$$

(eq.4: EPA, AP-42 13.2.2)

dove:

W = peso medio dei mezzi di cantiere che percorrono le aree considerate (t)

S = contenuto del limo dello strato superficiale delle aree non pavimentate (%)

E: fattore di emissione di particolato su strade non pavimentate in siti industriali, per veicolo-miglio viaggiato (kg/km*v*veicolo);

k, a, b: costanti empiriche per strade industriali, rispettivamente pari a 0,423, 0,9 e 0,45 per il PM10;

k, a, b: costanti empiriche per strade industriali, rispettivamente pari a 0,0423, 0,9 e 0,45 per il PM25;

sL: contenuto in silt della superficie stradale. Il contenuto di limo è stato assunto pari al 14 %, conforme all'intervallo di valori compresi tra l'1,8% e il 25,2% e coerente con quanto indicato nelle Linee Guida ARPAT

W: peso medio dei veicoli in tonnellate, assunto pari a 28 tonnellate

Si riportano di seguito i fattori di emissione associati al passaggio su aree non pavimentate:

- **FE passaggio su piste non pavimentate (PM10)= 1.3277kg/Km**
- **FE passaggio su piste non pavimentate (PM25)= 0.13277kg/Km**

Di seguito si riportano i fattori di emissione “non mitigati” considerati per la stima delle emissioni per ogni inquinante PM10 e PM2.5.

Tabella 13 Fattori di emissione scenario “NON MITIGATO”

Attività di cantiere	Fonte	Fattori di Emissione NON MITIGATI		UM
		PM10	PM2.5	
traffico su piste non pavimentate	13.2.2 “Unpaved roads” dell'AP-42.	1.3277	0.1328	kg/km*v

IMPIANTO DI VAGLIATURA/FRANTUMAZIONE

Secondo quanto descritto all'interno dell'elaborato “Too-CA00-CAN-RE01-B Relazione di cantierizzazione” nella configurazione dell'area di cantiere “area C9 – Cantiere Base” è presente un impianto di frantumazione/vagliatura, che si ipotizza del tipo **mobile Finlay 883**.

Per la stima dei fattori di emissioni associati a tale attività sono stati considerati come lavorati i quantitativi di materiale stoccato più alti (corrispondenti alla Fase 1) pari a 83.43t/h.

Si riportano, nella tabella di seguito, i fattori di emissione associati all'impianto di frantumazione/vagliatura:

Tabella 14 Fattori di emissione associati all'impianto di frantumazione/vagliatura:

Attività	Riferimento SCC AP42 - 11.19.2"	Fattore emissione [kg/ton]*
Scarico alla tramoggia	3-05-020-31	8.00E-06
Vagliatura primaria	3-05-020-02	0.0043
Vagliatura fine	3-05-020-21	0.036
Nastro trasportatore	3-05-020-06	5.50E-04
Scarico al camion	3-05-020-32	5.00E-05
TOTALE		4.09E-02

*Nota I fattori di emissione sono stati ricavati da AP 42 - 11.19.2 Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing

FATTORI EMISSIONE TRAFFICO INDOTTO SU PISTE DI CANTIERE – EMISSIONI DAI MOTORI (EXHAUST)

È stato valutato il contributo dei gas di scarico dei mezzi pesanti da e per le aree di cantiere.

Per la stima delle emissioni si è fatto ricorso ad un approccio basato su un indicatore che caratterizza l'attività della sorgente (A in eq.1) e di un fattore di emissione specifico per il tipo di sorgente (Ei in eq.1). Il fattore di emissione Ei dipende non solo dal tipo di sorgente considerata, ma anche dalle tecnologie adottate per il contenimento/controllo delle emissioni. La relazione tra l'emissione e l'attività della sorgente è di tipo lineare:

$$Q(E)_i = A * E_i \quad (\text{eq.1})$$

dove:

Q(E)i: emissione dell'inquinante i (kg/h);

A: indicatore dell'attività (veicolo-chilometri viaggiati);

Ei: fattore di emissione dell'inquinante i (ad es. g/km veic).

I fattori di emissione sono stati desunti per mezzi pesanti dal sito di ISPRA Inventaria – fattori di emissione medi per traffico autoveicolare anno 2018.

Tabella 15 Fattori di emissione (fonte Ispra)

Inquinante	Fattore di emissione medi (g/km*veic)
NOX	3.1316
PM10	0.1534
PM25	0.1118

2.2.4 Stima complessiva dei ratei emissivi

Traffico su piste di cantiere non pavimentate

Di seguito si riportano per PM₁₀ e PM₂₅ e NO_x la stima delle emissioni derivanti dal transito dei mezzi sulle piste di cantiere non asfaltate nelle FAS1 e FASE2.

Tabella 16 Stima delle emissioni per PM₁₀ e PM₂₅ e NO_x derivanti dal transito dei mezzi sulle piste di cantiere non asfaltate nelle FAS1 e FASE2

Pista di cantiere non pavimentata	ESERCIZIO FASE 1					ESERCIZIO FASE 2				
	PM ₁₀ risollevamento kg/h	PM ₁₀ exhaust kg/h	NO _x exhaust kg/h	PM ₂₅ risoll evamento kg/h	PM ₂₅ exhaust kg/h	PM ₁₀ risoll evamento kg/h	PM ₁₀ exhaust kg/h	NO _x exhaust kg/h	PM ₂₅ risoll evamento kg/h	PM ₂₅ exhaust kg/h
PISTA B	-	-	-	-	-	2.151	2.49E-04	5.07E-03	0.215	1.81E-04
PISTA D	1.636	1.89E-04	3.86E-03	0.164	1.38E-04	-	-	-	-	-
PISTA E	-	-	-	-	-	0.464	5.36E-05	1.09E-03	0.046	3.90E-05
PISTA F1	0.932	1.08E-04	2.20E-03	0.093	7.85E-05	-	-	-	-	-
PISTA F2	1.079	1.25E-04	2.55E-03	0.108	9.09E-05	-	-	-	-	-
PISTA G	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PISTA H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PISTA I	-	-	-	-	-	2.204	2.55E-04	5.20E-03	0.220	1.86E-04
PISTA 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PISTA 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PISTA 3	0.287	3.31E-05	6.76E-04	0.029	2.41E-05	0.179	2.07E-05	4.23E-04	0.018	1.51E-05
PISTA 4	0.045	5.18E-06	1.06E-04	0.004	3.78E-06	0.035	3.99E-06	8.14E-05	0.003	2.91E-06
PISTA 5	0.045	5.18E-06	1.06E-04	0.004	3.78E-06	0.035	3.99E-06	8.14E-05	0.003	2.91E-06
PISTA 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PISTA 7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PISTA 8	0.036	4.14E-06	8.46E-05	0.004	3.02E-06	0.024	2.76E-06	5.64E-05	0.002	2.01E-06
PISTA 9	0.143	1.66E-05	3.38E-04	0.014	1.21E-05	0.092	1.06E-05	2.16E-04	0.009	7.71E-06
PISTA 10	-	-	-	-	-	0.058	6.75E-06	1.38E-04	0.006	4.92E-06
PISTA 11	-	-	-	-	-	0.046	5.37E-06	1.10E-04	0.005	3.91E-06
PISTA 12	-	-	-	-	-	6.490	7.50E-04	1.53E-02	0.649	5.46E-04
PISTA 13	0.033	3.84E-06	7.83E-05	0.003	2.80E-06	0.020	2.30E-06	4.70E-05	0.002	1.68E-06
PISTA 14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

I fattori di emissione esplicitati nelle tabelle precedenti sono stati applicati per calcolare le emissioni totali derivanti dal transito dei mezzi sulle piste non asfaltate:

Tabella 17 Stima delle emissioni nello scenario NON MITIGATO

Fase del cantiere		Emissioni di PM ₁₀ non mitigate [kg/h]	Emissioni di PM ₂₅ non mitigate [kg/h]	Emissioni di NO _x non mitigate [kg/h]
Esercizio piste di cantiere	FASE1	4.2367	0.4240	0.0100
	FASE2	11.7985	1.1807	0.0278

Impianto di vagliatura/frantumazione

Di seguito si riportano per il PM₁₀ la stima delle emissioni derivanti dall'esercizio dell'impianto presente nel cantiere base.

Tabella 18 Stima delle emissioni nello scenario NON MITIGATO

Cantiere Base C ₉	Materiale lavorato [ton/h]	Emissioni di PM ₁₀ non mitigate [gr/h]
Impianto vagliatura mobile Finlay 883	83.43	3413.0

2.2.5 Mitigazioni e procedure

2.2.5.1 Contenimento delle polveri mediante bagnatura delle strade non pavimentate

I trattamenti di mitigazione e contenimento delle polveri nei cantieri in riferimento alle emissioni di polveri derivanti dal passaggio di mezzi pesanti su piste non pavimentate sono principalmente due:

- Riduzione del limite di velocità dei mezzi sulle piste sotto un limite di velocità inferiore ai 20 km/h.
- Trattamento della superficie – bagnamento con applicazioni periodiche e costanti e un sistema di monitoraggio per verificare che il trattamento venga effettuato come ad esempio un registro delle bagnature

Nella stima delle emissioni effettive di PM₁₀ provenienti dall'attività di risollevarimento dei materiali polverulenti è, quindi, stata valutata l'impiego di mitigazioni attraverso la bagnatura delle piste di cantiere non asfaltate.

Secondo quanto proposto dalle "*Linee Guida di ARPA Toscana per la valutazione delle polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti*", l'efficienza di abbattimento delle polveri col sistema di bagnatura dipende dalla frequenza delle applicazioni e dalla quantità d'acqua per unità di superficie impiegata in ogni trattamento, in relazione al traffico medio orario ed al potenziale medio di evaporazione giornaliera del sito.

Per il progetto in esame, considerando un traffico medio orario inferiore ai 5 camion/h e ipotizzando l'esecuzione di un trattamento ogni 8 ore (ossia una volta al giorno) e impiegando circa 0,2 l/mq per ogni trattamento, si ottiene un'efficienza di abbattimento delle polveri del 60%.

Il fattore di emissione da utilizzare è dato dal fattore di emissione precedentemente calcolato, moltiplicato per il prodotto dei fattori di riduzione, cioè:

$$FE_{\text{tot ridotto}} = FE_{\text{tot}} * \% * I$$

Il valore stimato quindi con la formula matematica sopra mostrata, relativa alla movimentazione dei mezzi su strada non asfaltata, va ridotto del 40%.

Tabella 19 Intervallo di tempo in ore tra due applicazioni successive per un traffico medio orario <5 camion/h.

Quantità media del trattamento applicato I (l/m ²)	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

Di seguito si riportano per ogni cantiere i fattori di emissione per PM10 e PM2.5 Con l'applicazione delle mitigazioni

Tabella 20 Stima delle emissioni nello scenario MITIGATO

Fase del cantiere		Emissioni di PM10 mitigate [kg/h]	Emissioni di PM25 mitigate [kg/h]	Emissioni di NOx non mitigate [kg/h]
Esercizio piste di cantiere	FASE1	1.6950	0.1698	0.0100
	FASE2	4.7202	0.4729	0.0278

2.2.5.2 Impianto di frantumazione/vagliatura: contenimento delle polveri mediante bagnatura.

Per il calcolo delle emissioni effettive di PM10 provenienti dall'impianto di frantumazione è stato valutato l'impiego di mitigazioni (bagnatura). Sono quindi stati valutati i fattori di emissione associati ai processi relativi all'attività di frantumazione anche considerando l'abbattimento delle emissioni a seguito di bagnatura, in accordo con quanto proposto dalle "Linee Guida di ARPA Toscana per la valutazione delle polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti".

In particolare, gli abbattimenti e le mitigazioni considerate nel calcolo dei ratei emissivi post mitigazione associati all'impianto comprendono la bagnatura e l'umidificazione del materiale.

Nella tabella riportata di seguito sono esplicitati i fattori di emissione MITIGATI per il PM10 relativi ai Processi riguardanti l'attività di frantumazione, macinazione e agglomerazione presi a riferimento per il calcolo dei ratei emissivi dell'impianto:

Tabella 21 Fattori di emissione per il PM10 relativi ai Processi riguardanti l'attività di frantumazione, macinazione e agglomerazione

	Riferimento SCC AP ₄₂ - 11.19.2"	Fattore emissione [kg/ton]*	Fattore di emissione mitigato [kg/ton]*	Tipo di mitigazione
Scarico alla tramoggia	3-05-020-31	8.00E-06	0	bagnatura (100%)
Vagliatura primaria	3-05-020-02	0.0043	3.70E-04	bagnatura (91%)
Vagliatura fine	3-05-020-21	0.036	0.0011	bagnatura (97%)
Nastro trasportatore	3-05-020-06	5.50E-04	5.50E-04	
Scarico al camion	3-05-020-32	5.00E-05	0	bagnatura (100%)
TOTALE		4.09E-02	2.02E-03	

**Nota: I fattori di emissione sono stati ricavati da AP 42 - 11.19.2 Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing*

Di seguito si riportano le emissioni per PM10 con l'applicazione delle mitigazioni.

Tabella 22 Stima delle emissioni nello scenario MITIGATO

Area di cantiere C _g	Materiale lavorato [ton/h]	Emissioni di PM ₁₀ non mitigate [gr/h]	Emissioni di PM ₁₀ mitigate [gr/h]
Impianto vagliatura mobile Finlay 883	83.43	3413.0	168.5

2.2.5.3 Contenimento delle polveri mediante bagnatura dei cumuli.

Come è stato fatto presente nell'osservazione pervenuta, nella relazione cod. Too-IA03-AMB-RE01-A si è tenuto conto di una riduzione delle emissioni del 60% per gli stoccaggi e cumuli con mitigazione (bagnatura).

Come riportato nel documento AP42 13.2.4 Aggregate Handling And Storage Piles i principali sistemi di controllo per l'emissione di polveri da formazione stoccaggio cumuli¹ sono la bagnatura del materiale, l'uso di agenti chimici bagnanti ed infine la copertura dei cumuli stessi.

La bagnatura dei cumuli ha solitamente un effetto temporaneo sulle emissioni totali. Una tecnica molto più efficace consiste nell'applicare agenti chimici (come tensioattivi). Trattamento chimico continuo del materiale insieme alla bagnatura delle piste, possono ridurre le emissioni totali di particolato da operazioni di stoccaggio e movimentazione fino al 90%.

In questo contesto, non sono contemplati i trattamenti chimici ma sono state considerate le applicazioni di bagnature tramite lance ad acqua sui cumuli di materiale in stoccaggio.

Un documento tecnico "*Agglomerative Dust Suppression and Wind Breaks for Fugitive Dust Abatement*" Richard Posner, Dust Solutions, Inc., Aura Poulsen, Dust Solutions, Inc., David McMillan, MARC Technologies Pty Ltd, menziona la capacità di abbattimenti delle emissioni di polveri fino al 90% attraverso l'utilizzo di sistemi di nebulizzazione di acqua su cumuli di materiale in funzione del sistema tecnico di spruzzatura e/o nebulizzazione dell'acqua..

Per le attività di cantiere, in particolare per l'attività di movimentazione del materiale, in questo studio è stato fatto riferimento all'utilizzo di bagnature con acqua tramite lance (spruzzo/dispersione di acqua senza nebulizzazione) dei cumuli di materiale; considerando la diversa dimensione delle particelle di acqua utilizzate per la bagnatura ed una minore omogeneità dovuta all'utilizzo delle lance rispetto agli ugelli atomizzatori si ritiene che una percentuale di abbattimento del 60% sia ragionevolmente raggiungibile con tali applicazioni.

Inoltre, la riduzione delle emissioni del 60 % per gli stoccaggi e cumuli con mitigazione (bagnatura) è da valutarsi come cautelativa anche in riferimento a quanto previsto dalle Linee Guida Toscana di ARPAT

¹ Nello studio Too-IA03-AMB-RE01-A si è proceduto alla stima delle emissioni per la movimentazione dei cumuli (gestione dello stoccaggio, movimentazione tramite pala gommata, sistemazione del materiale scaricato etc. prima del carico sul camion) con il fattore di emissione calcolato secondo la seguente formula, in accordo con documento 13.2.4 Aggregate Handling And Storage Piles di AP42 al paragrafo 13.2.4.3 "Predictive Emission Factor Equations Total dust emissions".

Nel documento 13.2.4 *Aggregate Handling And Storage Piles di AP42 al paragrafo 13.2.4.3 "Predictive Emission Factor Equations Total dust emissions"* si riporta la descrizione delle emissioni di polvere da stoccaggio di materiale polverulento possano essere descritte secondo le seguenti attività:

- Caricamento del materiale in cumuli di stoccaggio (operazioni batch o di caduta continua).
- Traffico dell'attrezzatura nell'area di stoccaggio.
- Erosione eolica delle superfici del cumulo
- Caricamento del materiale per la spedizione o per il ritorno al flusso di processo (batch o continua).

Il fattore di emissione di cui alla formula seguente stima le emissioni di polveri determinate dalle fasi movimentazione del materiale "*drop operation*" ovvero le fasi 1 e 4; mentre le altre fasi descritte nell'elenco puntato sono valutabili con fattori di emissione specifici e descritti in altri capitoli di AP42.

$$E = k(0.0016) \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}} \text{ (kg/megagram [Mg])}$$

dove le emissioni di polveri dalla movimentazione di materiale “bagnato” in un impianto di lavorazione o in cantiere sono poste pari a zero (nessuna emissione). Pertanto, le valutazioni riportate in questo documento sono da considerarsi cautelative.

2.2.5.4 Best practice per il cantiere.

Al fine di ridurre la dispersione delle polveri in atmosfera, si prevedono, durante lo svolgimento delle attività, alcune best practice finalizzate ad abbattere le concentrazioni di PM₁₀ e PM_{2.5}, nonché a ridurre le emissioni generate dai mezzi di cantiere. Tra queste misure si evidenziano:

- adozione di impianto lavar ruote presso tutte le aree di cantiere e stoccaggio temporaneo, come riportato nei layout di cantiere;
- applicazione di appositi teloni di copertura degli automezzi durante l’allontanamento e/o l’approvvigionamento di materiale polverulento;
- limitazione della velocità dei mezzi in transito sulle strade di cantiere non asfaltate (tipicamente 20 km/h);
- limitazione della velocità di scarico del materiale al fine di evitare lo spargimento di polveri (il materiale verrà depositato gradualmente modulando l’altezza del cassone e mantenendo la più bassa altezza di caduta);
- ottimizzazione del carico dei mezzi di trasporto al fine di ridurre il numero dei veicoli in circolazione;
- limitazione delle movimentazioni di materiali polverulenti durante le giornate con vento intenso;
- pavimentazione delle aree cantiere interessate dal transito dei mezzi;
- adozione, ove opportuno, di barriere antivento;
- applicazione di appositi teloni di copertura dei cumuli di materiale polverulento;
- adozione di nebulizzatori sul perimetro del cantiere;
- bagnatura dei materiali movimentati con impianto di frantumazione;
- bagnatura delle piste sterrate e dei cumuli (si vedano i successivi due punti b) e c)).

Le misure di contenimento delle emissioni, elencate nel “Piano Ambientale della cantierizzazione” (cod. Too-CA01-CAN-RE01-B), andranno attuate dall’Impresa anche in relazione agli esiti del monitoraggio ambientale. A valle dell’esecuzione della fase ante opera, saranno infatti definiti i valori soglia il cui superamento comporterà l’adozione delle azioni e procedure descritte nel PMA, finalizzate a ricondurre i valori entro limiti sostenibili.

L’Impresa, nell’ambito del Sistema di Gestione Ambientale SGA, potrà inoltre adottare misure e procedure integrative, ai fini di aumentare l’efficacia degli interventi mitigativi sopra elencati.