

Relazione tecnica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	CODIFICA DOCUMENTO	PROGR.	REV.	Pag.
	L353	00	R	22	RH	SA080X	001	A	1 di 18

QUESITI 8-9

- 8** Per la valutazione dei prevedibili impatti in fase di cantiere, si richiede:
- Stimare le emissioni causate dai mezzi per la movimentazione delle terre (numero, tipologia, numero viaggi) e dai macchinari per le lavorazioni (tipologia e durata delle lavorazioni);
 - Stimare le immissioni (caduta al suolo) con opportuna modellazione a scala locale degli inquinanti (NOx, CO, benzene, polveri sottili, ecc.);
 - Fornire mappe di isoconcentrazione con la localizzazione dei ricettori e il valore di concentrazione per ricettore, evidenziando i ricettori più sensibili;
 - Riportare in formato tabellare i valori di concentrazione degli inquinanti al suolo ai ricettori interessati
- 9** Per quanto riguarda le misure di mitigazione, si richiede di specificarne l'entità e la tipologia, documentandone l'applicazione, in riferimento non solo alle aree di cantiere, ma anche a quelle delle aree di stoccaggio.

L'impatto più significativo esercitato dai cantieri di costruzione sulla componente atmosfera è certamente costituito dal sollevamento di polveri: sia per effetto diretto delle lavorazioni, sia per le ricadute indirettamente indotte dal transito degli automezzi sulle piste di cantiere (viabilità interna) e sulla viabilità pubblica (viabilità esterna).

Di primaria importanza per comprendere l'eventuale impatto sono le caratteristiche meteorologiche del sito ed in particolare quelle del vento (direzione e velocità). A tal proposito si è fatto riferimento all'elaborazione climatica effettuata dall'Aeronautica Militare in base ai dati del trentennio 1961- 1990.

Nella seguente tabella si riportata per ciascuna stagione la percentuale di tempo in cui vi è stata calma di vento, l'intervallo di velocità per la quale si è rilevata la maggiore frequenza con relativa percentuale e la direzione prevalente nel periodo.

STAGIONE	CARATTERISTICHE DEL VENTO			
	CALME	VELOCITÀ	PERCENTUALE	DIREZIONE
INVERNO	27%	1,6-3,3 m/s (4-6 nodi)	25%	Nord ovest
PRIMAVERA	17%	1,6-3,3 m/s (4-6 nodi)	27%	Sud ovest
ESTATE	15%	1,6-3,3 m/s (4-6 nodi)	33%	Nord est
AUTUNNO	28%	1,6-3,3 m/s (4-6 nodi)	25%	Sud ovest

Come si evince dai dati riportati in tabella l'intervallo di velocità 1,6 . 3,3 m/s è quello che in tutte le stagioni si dimostra il più frequente. In un'ottica cautelativa si utilizzerà un valore della velocità di 3 m/s.

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	OPERE DI COLLEGAMENTO DEL PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA CON LA LINEA BATTIPAGLIA - REGGIO CALABRIA Studio di Impatto Ambientale – Integrazioni richieste dal MATT								
	Relazione tecnica	<small>COMMESSA</small> L353	<small>LOTTO</small> 00	<small>FASE</small> R	<small>ENTE</small> 22	<small>TIPO DOC.</small> RH	<small>CODIFICA DOCUMENTO</small> SA080X	<small>PROGR.</small> 001	<small>REV.</small> A

Per quanto riguarda invece la direzione, a seconda della stagione considerata si hanno condizioni estremamente differenti.

Per tale motivo si prenderà in considerazione la worst condition e cioè il vento che spira nella direzione dei vari ricettori.

8.a EMISSIONI LEGATE AL SOLLEVAMENTO DELLE POLVERI DI CANTIERE

Per quanto concerne le polveri, i parametri che sono stati assunti rappresentare sono costituiti da PTS (polveri totali sospese) e PM10 (frazione fine delle polveri, di granulometria inferiore a 10 µm). Tra le sorgenti di polveri vengono trascurati i motori delle macchine operatrici, il cui contributo appare quantitativamente limitato, se confrontato alla generazione di polveri indotta dai lavori. Vengono analogamente trascurate le emissioni generate dalle attività di preparazione dell'area di cantiere (scotico, sistemazione piazzale, ecc.), che, benché comportino lavori di movimento terra, hanno una durata ridotta (generalmente di poche settimane). Per queste attività si prevede comunque una riduzione della polverosità attraverso bagnatura sistematica del terreno qualora effettuate in periodo siccitoso.

Per la fase di esercizio dei cantieri sono state stimate nel seguito del presente paragrafo le emissioni di polveri in corrispondenza delle principali fonti individuate. La generazione di polveri in questa fase può essere attribuita principalmente alle seguenti attività:

1. ai trasporti interni da e verso l'esterno (conferimento materie prime, trasporto detriti di demolizione e terreni scavati all'esterno del cantiere, spostamenti mezzi di lavoro, ...) su strade;
2. alle operazioni di movimento terra (scavi, deposito terre da scavo e detriti, carico e scarico inerti...);
3. ai lavori di demolizione di strutture varie;
4. agli impianti di betonaggio.

Le emissioni sono state stimate a partire da una valutazione quantitativa delle attività svolte nei cantieri, tramite opportuni fattori di emissione derivati da "Compilation of air pollutant emission factors" –EPA-, Volume I, Stationary Point and Area Sources (Fifth Edition).

Le emissioni vengono calcolate tramite la relazione $E = A \times F$, dove E indica le emissioni, A l'indicatore dell'attività correlato con le quantità emesse (grandezza caratteristica della sorgente che può essere strettamente correlata alla quantità di inquinanti emessi in aria) e F il fattore di emissione (massa di inquinante emessa per una quantità unitaria dell'indicatore).

Di seguito, per ciascuna attività capace di contribuire in maniera significativa alla generazione di polveri, ovvero per ciascuna sorgente, vengono definiti:

- il fattore di emissione utilizzato F;
- i parametri da cui F dipende;
- l'indicatore dell'attività A;
- la fonte impiegata per la stima del fattore di emissione.

La stima del fattore di emissione è stata ripetuta, relativamente alle aree di deposito inerti ed alla viabilità di cantiere, confrontando due situazioni caratteristiche corrispondenti a terreno secco ed a terreno imbibito d'acqua: questa seconda situazione è rappresentativa delle

condizioni che si manifestano a seguito della bagnatura; la relativa analisi permette pertanto di valutare l'efficacia della bagnatura come sistema per l'abbattimento della polverosità.

Cumuli di terra, carico e scarico

Il fattore di emissione utilizzato per la stima della polverosità generata dalle attività di movimento terra è il seguente:

$$F = k(0,0016) \frac{\left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}} \quad (kg/t) \quad (\text{AP-42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13, 13.2.4 Aggregate Handling And Storage Piles})$$

dove

k= costante moltiplicativa adimensionale variabile in funzione della dimensione delle particelle: k= 0,74 per il calcolo di PM tot

k= 0.35 per il calcolo di PM-10

U= velocità media del vento (m/s)

M= umidità del materiale accumulato (%)

La formula empirica consente una stima attendibile delle emissioni per valori di U e M compresi nel range di valori specificato nella tabella seguente.

Parametro	Range
Velocità del vento (U)	0,6 – 6,7 m/s
Umidità del materiale (M)	0,25 – 4,8 %

La velocità del vento è stata assunta pari in tutti i casi pari a 3 m/s.

Per la stima in condizioni "normali" l'umidità del materiale è assunta pari a 0,25% (il valore più basso compatibilmente con il range di validità della formula); al fine di simulare le condizioni post-innaffiamento, l'umidità del materiale è invece assunta pari a 4,8%.

Il valore del fattore di emissione risultante nelle due situazioni è specificato nella tabella seguente:

Condizione	Fattore di emissione F PM tot	Fattore di emissione F PM 10
Normale	0,0317 kg/t	0.0141 kg/t
Post -innaffiamento	0,0005 kg/t	0,0002 kg/t

L'indicatore dell'attività (A) è rappresentato dalle tonnellate di materiale accumulato e/o trattato in un'ora. Il valore delle emissioni ottenuto risulta quindi espresso in chilogrammi di polvere emessa all'ora.

Si evidenzia come la bagnatura del terreno durante i lavori di movimento terra possa comportare una riduzione dell'emissione di polveri (sia in termini di polveri totali che di PM10) di oltre il 98%.

Traffico veicolare nelle aree non pavimentate

Per la stima delle emissioni di polvere generate dal traffico veicolare nelle aree non pavimentate è stato utilizzato il seguente fattore di emissione:

$$F = k(0,2819) \frac{(s/12)^a (W/3)^b}{(M/0,2)^c} \quad (kg / km) \quad (AP-42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13, 13.2.2 Unpaved Roads)$$

dove

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

s= contenuto di limo dello strato superficiale delle aree non pavimentate percorse dai mezzi (%)

M= umidità del terreno superficiale delle aree non pavimentate percorse dai mezzi (%)

La formula empirica considera i materiali della granulometria del limo (particelle di diametro < 75µm) come responsabili principali della polverosità nelle aree di cantiere.

Ipotizzando che i mezzi utilizzati siano per la maggior parte autocarri da 12 mc con peso a vuoto di 130 quintali, il peso medio di tali mezzi (carichi in entrata e scarichi in uscita o viceversa) è assunto pari a 16 tonnellate.

La formula empirica per la stima delle emissioni fornisce risultati affidabili per valori di s e M compresi nel range di valori specificato nella tabella seguente.

Parametro	Range
Contenuto di limo	1,2 – 35 %
Umidità del materiale	0,03 – 20 %

Non avendo a disposizione valori specifici per le aree di cantiere in esame, per il contenuto di limo e per l'umidità del terreno si assumono i valori specificati nella tabella seguente:

Condizione	Contenuto di limo	Umidità del materiale
Normale	5%	0.03 %
Post-innaffiamento	5 %	5 %

I valori delle costanti k, a, b e c sono specificati nella tabella seguente.

Costante	PM tot	PM-10
K (lb/mile)	10	2,6

a	0,8	0,8
b	0,5	0,4
c	0,4	0,3

Il valore del fattore di emissione risultante nelle due situazioni è specificato nella tabella seguente:

Condizione	Fattore di emissione F	Fattore di emissione F
	PM tot	PM 10
Normale	15,56 kg/km	0,89 kg/km
Post-innaffiamento	2,01 kg/km	0,19 kg/km

L'indicatore dell'attività (A) è rappresentato dai chilometri percorsi dai veicoli circolanti sulle aree non pavimentate in un ora. Tale valore viene calcolato a partire dalla stima del numero medio di mezzi circolanti sulle aree non pavimentate del cantiere in un ora di lavoro e dalla stima del numero medio di chilometri percorsi nello stesso intervallo di tempo dagli stessi.

Si evidenzia come la bagnatura delle piste e dei piazzali possa comportare una riduzione dell'emissione di polveri totali di oltre il 87% e di fini (PM10) di oltre il 78%: tale intervento assume quindi un'importanza sostanziale al fine di prevenire la diffusione di polveri all'esterno delle aree di cantiere.

Traffico veicolare nelle aree pavimentate

La formula empirica impiegata per stimare le emissioni di polvere in questo caso è la seguente:

$$F = k(sL/2)^{0,65} (W/3)^{1,5} \quad (\text{kg/km})$$

(AP-42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13,
13.2.1 Paved Roads)

dove

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

sL= contenuto di limo dello strato superficiale delle aree pavimentate percorse dai mezzi (g/m²)

k= costante moltiplicativa variabile in funzione della dimensione delle particelle:

$$k = 0,024 \text{ per PM tot}$$

$$k = 0,0046 \text{ per PM-10}$$

Come per le aree non pavimentate, il peso medio dei mezzi (carichi in entrata e scarichi in uscita o viceversa) è assunto pari a 16 tonnellate; il contenuto di limo è assunto, per le strade pavimentate, pari a 5 g/m² in assenza di innaffiamento e pari a 1 g/m² in caso di bagnatura della strada. Il valore del fattore di emissione risultante nelle due situazioni è specificato nella tabella seguente:

Condizione	Fattore di emissione F	
	PM tot	PM 10
Normale	0,54 kg/km	0,1 kg/km
Post-innaffiamento	0,19 kg/km	0,04 kg/km

L'indicatore dell'attività (A) è rappresentato dai chilometri percorsi dai veicoli circolanti sulle aree pavimentate in un ora. Tale valore viene calcolato a partire dalla stima del numero medio di mezzi circolanti sulle aree pavimentate del cantiere in un ora di lavoro e dalla stima del numero medio di chilometri percorsi nello stesso intervallo di tempo dagli stessi.

Si evidenzia come la bagnatura della sede stradale possa comportare una riduzione dell'emissione di polveri totali e di fini di oltre il 60%: tale intervento assume quindi un'importanza sostanziale al fine di prevenire la diffusione di polveri all'esterno delle aree di cantiere.

Impianto di betonaggio

Le attività legate all'impianto di betonaggio che possono generare emissione di polveri sono:

- rifornimento dai silos (cemento);
- carico miscelatore;
- carico betoniera.

I fattori di emissione assunti per tali attività e i corrispondenti indicatori dell'attività sono riportati nella tabella seguente (AP-42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 11, 11.12 Concrete Batching).

Attività	Fattore di emissione F		Indicatore dell'attività A
	PM tot	PM-10	
Rifornimento dai silos	0.005 kg/t	0.00257 kg/t	Tonnellate di materiale utilizzato totale (inerti, sabbia, cemento)
Carico miscelatore	0.0056 kg/t	0.0019 kg/t	Tonnellate di cemento totale utilizzato
Carico betoniera	0.1 kg/t	0.025 kg/t	Tonnellate di cemento totale utilizzato

Valutando l'indicatore di attività orario si stimano le emissioni orarie dovute all'impianto di betonaggio.

EMISSIONI LEGATE AI MEZZI DI CANTIERE

I motori attualmente in uso nei veicoli stradali possono essere classificati, a seconda del tipo di combustione, in due categorie: i motori ad accensione comandata (detti anche motori a benzina) e i motori ad accensione spontanea (o motori Diesel).

I veicoli a motore Diesel utilizzati dai mezzi di cantiere sono importanti sorgenti di emissione di fuliggine e fumi, idrocarburi e ossidi di azoto.

La stima delle emissioni di inquinanti atmosferici da trasporti stradali si avvale di un modello di calcolo denominato COPERT (*COmputer Programme to calculate Emissions from Road Traffic*) (Eggleston et al., 1993) basato su un ampio insieme di parametri che tengono conto delle caratteristiche generali del fenomeno e delle specifiche realtà di applicazione. Questa metodologia è stata indicata dall'EEA (European Environment Agency, Agenzia Europea per l'Ambiente) come lo strumento da utilizzare per la stima delle emissioni da trasporto stradale nell'ambito del programma CORINAIR per la realizzazione dell'inventario nazionale delle emissioni. (CORINAIR, 1988; EMEP/CORINAIR, 1999)

Le emissioni da veicoli su strada si possono esprimere come la somma di tre tipologie di contributi:

$$E = E_{hot} + E_{cold} + E_{evap}$$

dove:

E_{hot} sono le emissioni a caldo (*hot emission*), ovvero le emissioni dai veicoli i cui motori hanno

raggiunto la loro temperatura di esercizio;

E_{cold} (*cold over-emission*) è il termine che tiene conto dell'effetto delle emissioni a freddo, ovvero delle emissioni durante il riscaldamento del veicolo (convenzionalmente, sono le emissioni che si verificano quando la temperatura dell'acqua di raffreddamento è inferiore a 70°C).

Alla somma delle emissioni a caldo e di quelle a freddo viene abitualmente dato il nome di emissioni allo scarico (*exhaust emission*);

E_{evap} sono le emissioni evaporative costituite dai soli COVNM (composti organici volatili non metanici).

Le emissioni a caldo sono stimate per tutte le tipologie di veicoli, le emissioni a freddo per i veicoli leggeri, quelle evaporative sono rilevanti per i soli veicoli a benzina.

Considerate le basse velocità di esercizio dei mezzi all'interno delle aree di cantiere, in via cautelativa nel presente studio sono stati utilizzati i valori le emissioni legate al ciclo di guida urbano. Per quanto concerne i dati relativi al parco circolante, sono stati considerati mezzi pesanti diesel con anno di immatricolazione antecedente al 1997.

Di seguito sono riportate le tabelle dei valori di emissione NO_x e PM per il parco auto circolante, desunti dallo studio ANPA "Serie Stato dell'Ambiente n°12/2000".

CO (g/veic·km)			Ciclo di guida		
Tipo di veicolo e Periodo di immatricolazione	Categoria veicolare	Percorso	Urbano	Extra urbano	Autostradale
Autoveicoli Immatricolate 1985-1992 (ECE 15/04)	Benzina <1,4 l	a caldo totale	13,9368 32,3329	6,2830 6,2830	4,3846 4,3846
	Benzina 1,4 - 2,0 l	a caldo totale	13,9368 35,0667	6,2830 9,9725	5,0002 5,0002
	Benzina >2,0 l	a caldo totale	13,9368 35,0667	5,2667 11,0692	5,0002 5,0002
Autoveicoli Immatricolate 1993-1996 (catalizzate 91/441/EEC)	Benzina <1,4 l	a caldo totale	2,9259 21,1856	1,9619 2,1215	4,7024 4,7024
	Benzina 1,4 - 2,0 l	a caldo totale	2,0486 16,0941	0,8406 3,0162	6,4946 6,4946
	Benzina >2,0 l	a caldo totale	1,9283 15,1490	0,9163 4,2862	2,6598 2,6598
Autoveicoli Immatricolate dal 1997 (catalizzate 94/12/EEC)	Benzina <1,4 l	a caldo totale	2,0474 14,8246	1,3714 1,4831	3,2884 3,2884
	Benzina 1,4 - 2,0 l	a caldo totale	1,4340 11,2657	0,5884 2,1113	4,5462 4,5462
	Benzina >2,0 l	a caldo totale	1,3500 10,6058	0,6420 3,0013	1,8630 1,8630
Autoveicoli Immatricolate fino al 1994 (convenzionali)	Diesel <2,0 l	a caldo totale	0,8521 1,2828	0,5154 0,6229	0,3639 0,3639
	Diesel >2,0 l	a caldo totale	0,8521 1,2828	0,4922 0,6105	0,3461 0,3461
Autoveicoli Immatricolate 1994-1996 (ecodiesel 91/441/EEC)	Diesel <2,0 l	a caldo totale	0,5712 0,8599	0,2737 0,3458	0,2737 0,2737
	Diesel >2,0 l	a caldo totale	0,5712 0,8599	0,2512 0,3305	0,3337 0,3337
Autoveicoli Immatricolate dal 1997 (ecodiesel 94/12/EEC)	Diesel <2,0 l	a caldo totale	0,3998 0,6019	0,1916 0,2420	0,1916 0,1916
	Diesel >2,0 l	a caldo totale	0,3998 0,6019	0,1758 0,2313	0,2336 0,2336
Autoveicoli Immatricolate fino al 1992 (convenzionali)	GPL	a caldo totale	4,5137 10,7704	1,8466 1,9454	13,7752 13,7752
Autoveicoli Immatricolate 1993-1996 (catalizzate 91/441/EEC)	GPL	a caldo totale	1,9848 4,7361	1,2848 1,3282	4,7048 4,7048
Autoveicoli Immatricolate dal 1997 (catalizzate 94/12/EEC)	GPL	a caldo totale	1,3894 3,3153	0,8994 0,9298	3,2934 3,2934
Comm. Legg. Immatricolati fino al 1994 (convenzionali)	Benzina <3,5 l	a caldo totale	26,8340 64,9989	6,5970 7,0319	13,3100 13,3100
	Diesel <3,5 l	a caldo totale	1,3131 1,9698	1,0121 1,0563	1,2011 1,2011
Comm. Legg. Immatricolati 1994-1997 (93/59/EEC)	Benzina <3,5 l	a caldo totale	1,4070 3,4081	1,5295 1,5523	3,1220 3,1220
	Diesel <3,5 l	a caldo totale	1,1263 1,6895	0,6258 0,6637	0,6153 0,6153
Comm. Pes. Immatricolati fino al 1993 (convenzionali)	Diesel >3,5 l	a caldo totale	4,4909 4,4909	2,1646 2,1646	1,7465 1,7465
Comm. Pes. Immatricolati 1993-1996 (91/542/EEC stage I)	Diesel >3,5 l	a caldo totale	2,3536 2,3536	1,2977 1,2977	1,1090 1,1090
Comm. Pes. Immatricolati dal 1997 (91/542/EEC stage II)	Diesel >3,5 l	a caldo totale	1,9365 1,9365	1,1134 1,1134	1,0975 1,0975
Ciclomotori Immatricolati fino al 1997	<50 cm ³	a caldo totale	15 15	15 15	- -
Motocicli Immatricolati fino al 1997	>50 cm ³	a caldo totale	28,7247 28,7247	21,2900 21,2900	31,7747 31,7747

Fattori di emissione medi di CO in g/veic·km per il parco circolante italiano

NO _x (g/veic•km)			Ciclo di guida		
Tipo di veicolo e Periodo di immatricolazione	Categoria veicolare	Percorso	Urbano	Extra urbano	Auto-stradale
Autoveicoli Immatricolate 1985-1992 (ECE 15/04)	Benzina <1,4 l	a caldo totale	1,5576 1,6428	1,9372 1,9372	2,7744 2,7744
	Benzina 1,4 - 2,0 l	a caldo totale	1,8553 1,9686	2,5304 2,5521	4,1096 4,1096
	Benzina >2,0 l	a caldo totale	2,2433 2,3803	2,6409 2,6807	4,5774 4,5774
Autoveicoli Immatricolate 1993-1996 (catalizzate 91/441/EEC)	Benzina <1,4 l	a caldo totale	0,3880 1,2931	0,3840 0,3913	0,6090 0,6090
	Benzina 1,4 - 2,0 l	a caldo totale	0,3764 1,3479	0,2644 0,4104	0,6329 0,6329
	Benzina >2,0 l	a caldo totale	0,2717 0,9730	0,2037 0,3792	0,6327 0,6327
Autoveicoli Immatricolate dal 1997 (catalizzate 94/12/EEC)	Benzina <1,4 l	a caldo totale	0,1663 0,5540	0,1559 0,1590	0,2436 0,2436
	Benzina 1,4 - 2,0 l	a caldo totale	0,1656 0,5932	0,1164 0,1807	0,2787 0,2787
	Benzina >2,0 l	a caldo totale	0,1197 0,4287	0,0901 0,1674	0,2793 0,2793
Autoveicoli Immatricolate fino al 1994 (convenzionali)	Diesel <2,0 l	a caldo totale	0,6311 0,7125	0,4416 0,4632	0,6001 0,6001
	Diesel >2,0 l	a caldo totale	0,9641 1,0885	0,7229 0,7593	1,0862 1,0862
Autoveicoli Immatricolate 1994-1996 (ecodiesel 91/441/EEC)	Diesel <2,0 l	a caldo totale	0,5462 0,6167	0,2557 0,2744	0,2657 0,2657
	Diesel >2,0 l	a caldo totale	0,5462 0,6167	0,2342 0,2548	0,3277 0,3277
Autoveicoli Immatricolate dal 1997 (ecodiesel 94/12/EEC)	Diesel <2,0 l	a caldo totale	0,2403 0,2714	0,1126 0,1208	0,1171 0,1171
	Diesel >2,0 l	a caldo totale	0,2403 0,2714	0,1032 0,1122	0,1444 0,1444
Autoveicoli Immatricolate fino al 1992 (convenzionali)	GPL	a caldo totale	1,9250 1,7601	2,5263 2,5254	2,9347 2,9347
Autoveicoli Immatricolate 1993-1996 (catalizzate 91/441/EEC)	GPL	a caldo totale	0,3953 0,3614	0,2873 0,2871	0,3188 0,3188
Autoveicoli Immatricolate dal 1997 (catalizzate 94/12/EEC)	GPL	a caldo totale	0,1742 0,1593	0,1282 0,1281	0,1453 0,1453
Comm. Legg. Immatricolati fino al 1994 (convenzionali)	Benzina <3,5 t	a caldo totale	1,7979 1,9034	1,7891 1,7905	2,0008 2,0008
	Diesel <3,5 t	a caldo totale	1,1571 1,3059	0,8981 0,9098	0,8841 0,8841
Comm. Legg. Immatricolati 1994-1997 (93/59/EEC)	Benzina <3,5 t	a caldo totale	0,3880 0,4108	0,3740 0,3743	0,5070 0,5070
	Diesel <3,5 t	a caldo totale	0,5462 0,6164	0,2557 0,2612	0,2102 0,2102
Comm. Pes. Immatricolati fino al 1993 (convenzionali)	Diesel >3,5 t	a caldo totale	12,2946 12,2946	5,9683 5,9683	6,8087 6,8087
Comm. Pes. Immatricolati 1993-1996 (91/542/EEC stage I)	Diesel >3,5 t	a caldo totale	8,3554 8,3554	4,4769 4,4769	4,5052 4,5052
Comm. Pes. Immatricolati dal 1997 (91/542/EEC stage II)	Diesel >3,5 t	a caldo totale	6,3389 6,3389	3,5583 3,5583	4,8678 4,8678
Ciclomotori Immatricolati fino al 1997	<50 cm ³	a caldo totale	0,0300 0,0300	0,0300 0,0300	- -
Motocicli Immatricolati fino al 1997	>50 cm ³	a caldo totale	0,1006 0,1006	0,2291 0,2291	0,3900 0,3900

 Fattori di emissione medi di NO_x in g/veic•km per il parco circolante italiano

PM (g/veic·km)			Ciclo di guida		
Tipo di veicolo e Periodo di immatricolazione	Categoria veicolare	Percorso	Urbano	Extra urbano	Autostradale
Autovetture Immatricolate fino al 1994 (convenzionali)	Diesel <2,0 l	a caldo totale	0,2712 0,4841	0,1428 0,2015	0,2058 0,2058
	Diesel >2,0 l	a caldo totale	0,2712 0,4841	0,1360 0,2007	0,2532 0,2532
Autovetture Immatricolate 1994-1996 (ecodiesel 91/441/EEC)	Diesel <2,0 l	a caldo totale	0,0633 0,1130	0,0248 0,0385	0,0548 0,0548
	Diesel >2,0 l	a caldo totale	0,0633 0,1130	0,0233 0,0384	0,0728 0,0728
Autovetture Immatricolate dal 1997 (ecodiesel 94/12/EEC)	Diesel <2,0 l	a caldo totale	0,0286 0,0511	0,0134 0,0196	0,0299 0,0299
	Diesel >2,0 l	a caldo totale	0,0286 0,0511	0,0130 0,0198	0,0386 0,0386
Comm. Legg. Immatricolati fino al 1994 (convenzionali) Comm. Legg. Immatricolati 1994-1997 (93/59/EEC)	Diesel <3,5 t	a caldo totale	0,2792 0,4987	0,2880 0,3068	0,3212 0,3212
	Diesel <3,5 t	a caldo totale	0,1562 0,2789	0,0827 0,0932	0,1072 0,1072
Comm. Pes. Immatricolati fino al 1993 (convenzionali)	Diesel >3,5 t	a caldo totale	0,9218 0,9218	0,4439 0,4439	0,4070 0,4070
Comm. Pes. Immatricolati 1993-1996 (91/542/EEC stage I)	Diesel >3,5 t	a caldo	0,6606	0,3194	0,2888
		totale	0,6606	0,3194	0,2888
Comm. Pes. Immatricolati dal 1997 (91/542/EEC stage II)	Diesel >3,5 t	a caldo	0,2992	0,1424	0,1198
		totale	0,2992	0,1424	0,1198

Fattori di emissione medi di PM in g/veic·km per il parco circolante italiano

8.b – 8.c - 8.d Valutazione degli impatti (ricadute al suolo, mappe isoconcentrazione e tabelle)

La stima degli impatti è stata effettuata con lo standard internazionale AUSTAL, parte integrante del software SoundPLAN. E' questo un modello fisico complesso per la simulazione della dispersione degli inquinanti atmosferici, sviluppato dal Dott. Joachim Eichhorn dell'Istituto per la Fisica dell'Atmosfera all'Università tedesca di Mainz.

Tale modello è basato sull'equazione Euleriana del moto non-idrostatico e su un'equazione di trasporto per gli inquinanti e permette di calcolare la distribuzione spaziale sul territorio delle concentrazioni dell'inquinante considerato.

La simulazione è stata effettuata in modo da visualizzare il valore medio di concentrazione riscontrabile all'interno di uno strato ideale compreso tra 0 m e 5 m da terra, in quanto è all'interno di esso che si può supporre stazionino le persone.

Le informazioni necessarie al modello sono: le condizioni meteorologiche, il numero di sorgenti e le loro coordinate sul territorio, le emissioni in unità di massa al metro per le sorgenti lineari.

Tenendo conto della fase di progettazione preliminare, in assenza di layout specifici dei cantieri, le simulazioni sono state effettuate a livello tipologico, considerando le tipologie di

cantiere potenzialmente più rappresentative per la tipologia di opere e per l'impatto potenziale prodotto.

Nello specifico sono state pertanto analizzate:

- Cantiere Operativo
- Area di stoccaggio

Di seguito si riportano le caratteristiche di ciascuna area di lavorazione considerata:

Cantiere operativo

L'area di cantiere è relativa ad un impianto di scavo meccanizzato di una galleria e ha un'estensione complessiva ipotizzata in 13.000 mq.

La velocità di avanzamento è stata stimata pari a 10 m/g per singola canna con una produzione complessiva di circa 2100 mc/g di smarino.

All'interno dell'area sono localizzati:

- piazzali di lavoro,
- area di stoccaggio e movimentazione terre con impianto di vagliatura che, considerando un periodo massimo di deposito temporaneo di 10 gg, è stata ipotizzata pari a 5.000 mq;
- area di stoccaggio conci prefabbricati che costituiscono gli anelli di rivestimento;
- area di produzione malta che sarà iniettata tra lo scavo e gli anelli di rivestimento che copre un'area di circa 3000 mq.

Per quanto concerne la movimentazione dei mezzi, sono stati considerati:

- smaltimento terre da scavo – n. 300 transiti nei due sensi di marcia costituiti da bilici da 18-20 mc con coefficiente medio di riempimento pari a 15 mc;
- approvvigionamento conci per anelli di rivestimento 40 transiti/g nei due sensi di marcia;
- approvvigionamento altri materiali (ferro, sabbia, etc.) 60 transiti/g nei due sensi di marcia.

Area di stoccaggio

L'area ha un'estensione complessiva ipotizzata in 10.000 mq interamente occupata dalle terre provenienti dalle attività di scavo.

Per quanto concerne la movimentazione dei mezzi, sono stati considerati complessivamente n. 60 transiti nei due sensi di marcia costituiti da bilici da 18-20 mc con coefficiente medio di riempimento pari a 15 mc.

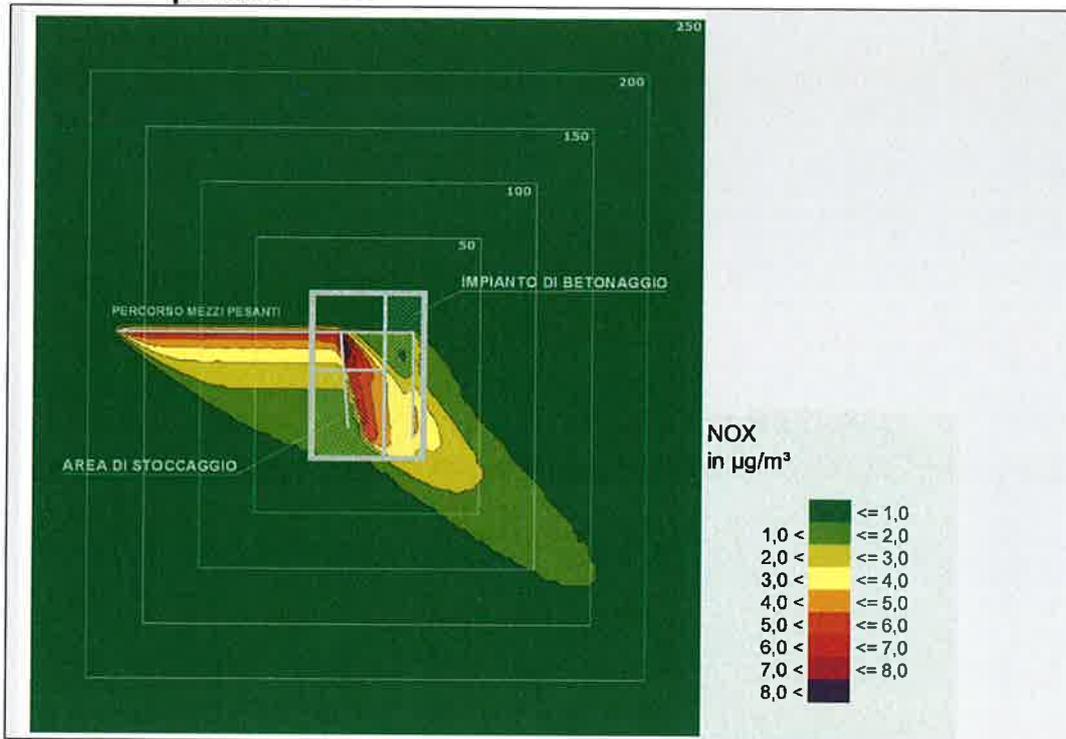
Le simulazioni sono state effettuate considerando le emissioni già abbattute per effetto dell'innaffiamento dei piazzali e della pulizia delle ruote prevista nel SIA in corrispondenza dei diversi siti di cantiere.

Per tener conto della propagazione a distanza, in un'ottica cautelativa (worst condition) è stato considerato un vento di velocità pari a 3 m/s diretto in modo tale da coinvolgere la sorgente rappresentata dall'impianto di betonaggio e dall'area di stoccaggio delle terre.

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	CODIFICA DOCUMENTO	PROGR.	REV.	Pag.
L353	00	R	22	RH	SA080X	001	A	12 di 18

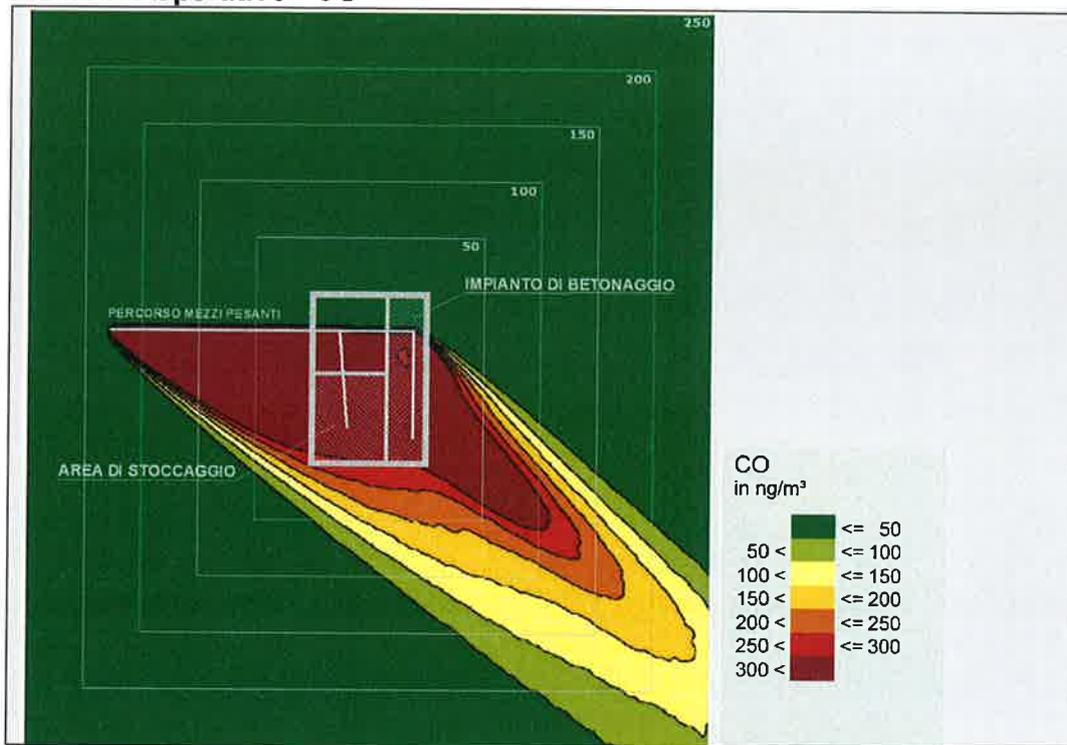
L'output della simulazione viene reso in forma di mappe a curve di iso-concentrazione sulle 24 ore di seguito riportate.

Cantiere operativo - NOx



COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	CODIFICA DOCUMENTO	PROGR.	REV.	Pag.
L353	00	R	22	RH	SA080X	001	A	13 di 18

Cantiere operativo - CO

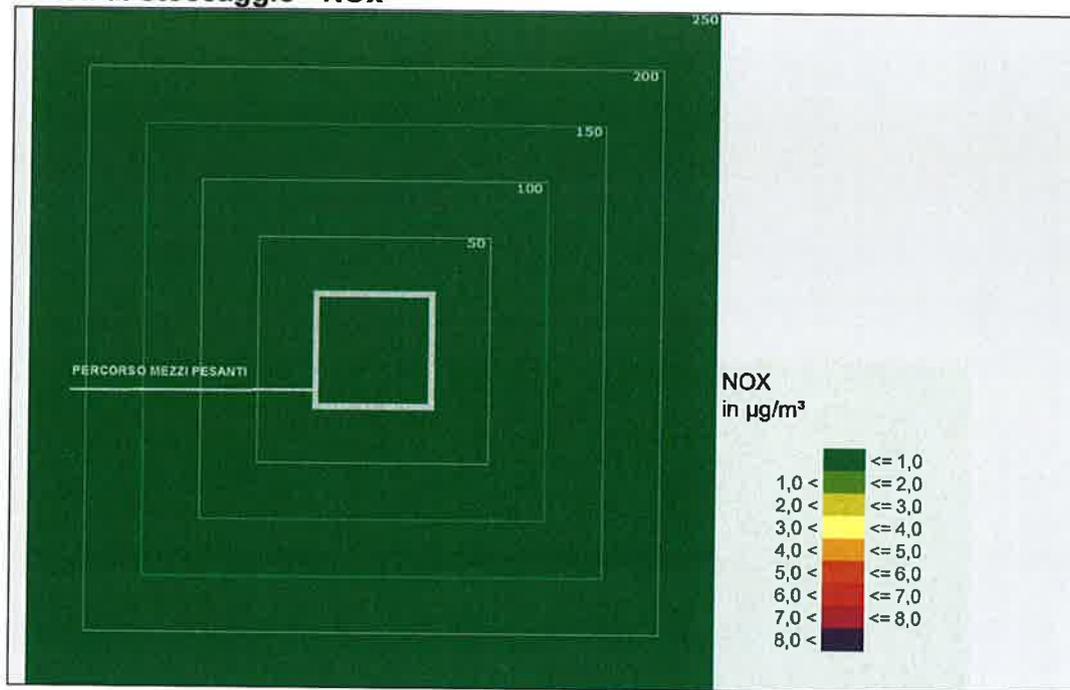


Cantiere operativo- PM10

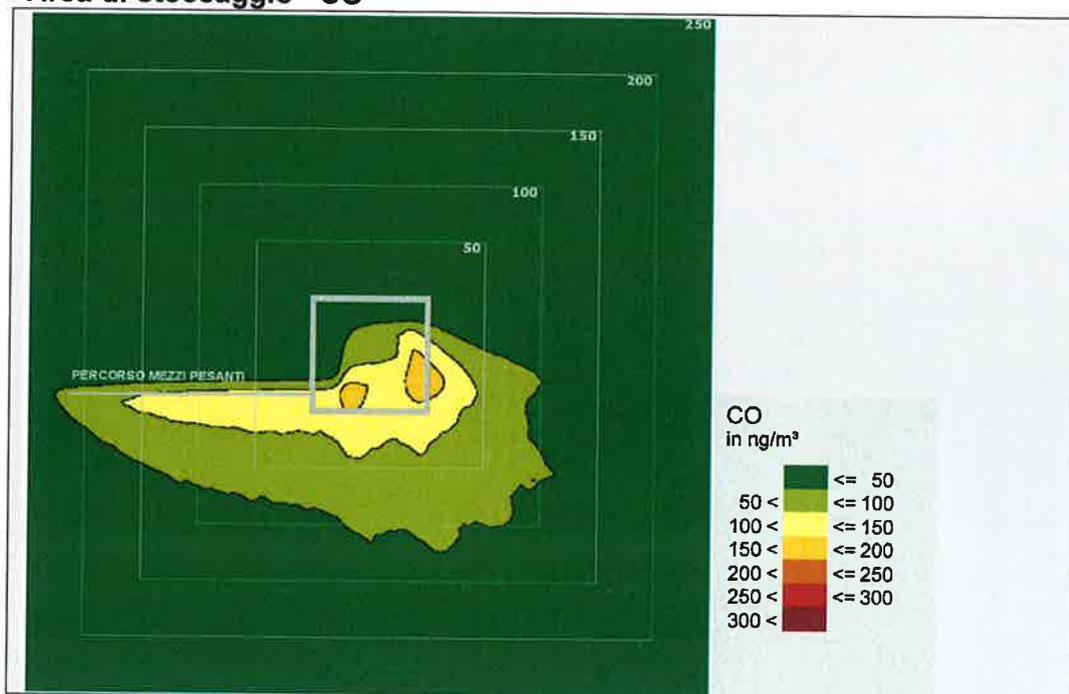


COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	CODIFICA DOCUMENTO	PROGR.	REV.	Pag.
L353	00	R	22	RH	SA080X	001	A	14 di 18

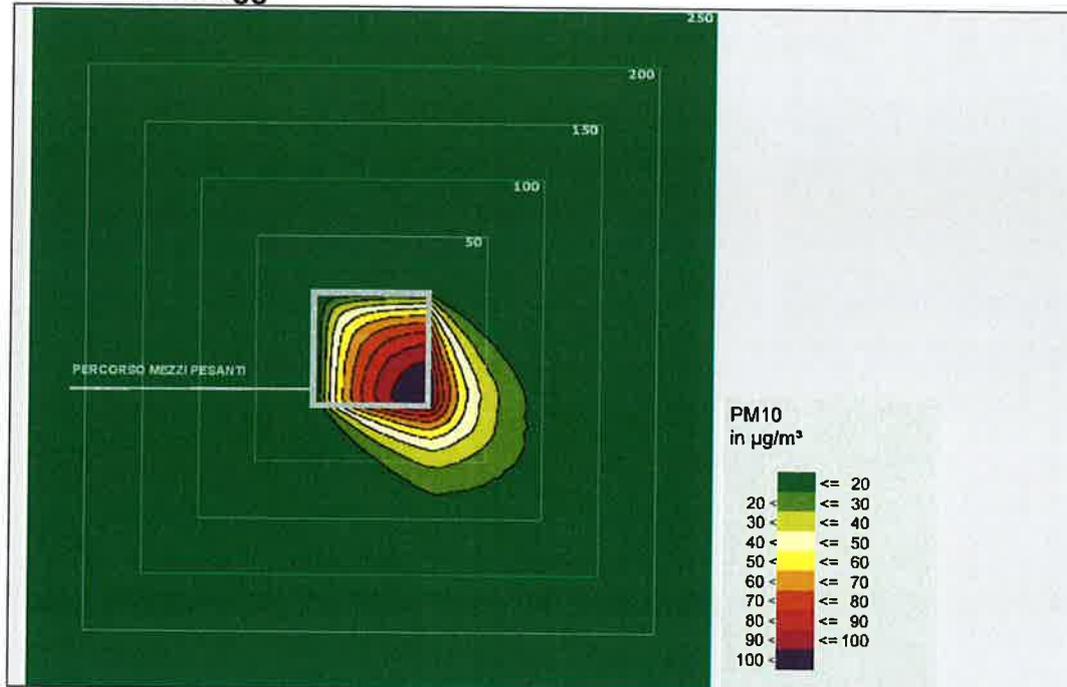
Area di stoccaggio - NOx



Area di stoccaggio - CO



Area di stoccaggio – PM10



Le simulazioni confermano livelli di concentrazione dei parametri NOx e CO di gran lunga inferiori ai limiti di norma pertanto non sono prevedibili criticità riconducibili all'attività dei mezzi d'opera.

Le simulazioni, riferite alla *worst condition*, evidenziano livelli di concentrazione del parametro PM10, potenzialmente critici per i ricettori più prossimi alle aree di cantiere e di stoccaggio.

In relazione all'impatto delle PM10, tenendo conto che la normativa vigente prescrive a partire dal 2010 i seguenti valori massimi:

- 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sulle 24h da non superare più di 35 volte l'anno
- 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare come media annuale

è possibile affermare che nella *worst condition* la fascia di impatto potenziale varia generalmente tra i 35 e i 45 m; unica eccezione si può avere per le aree in prossimità delle aree di betonaggio dei cantieri operativi. In questi casi infatti l'emissione delle polveri è più importante, ciò nondimeno nel caso di prossimità di ricettori sensibili si provvederà ad utilizzare impianti dotati di idonei sistemi di abbattimento delle polveri generate durante i processi di produzione caricamento o trasferimento (impianti di aspirazione o depolverazione) ovvero attraverso l'utilizzo di sistemi chiusi.

Nella seguente tabella sono indicate, per i diversi cantieri, le stime previsionali relative ai valori medi di concentrazione degli inquinanti, in corrispondenza del ricettore maggiormente critico, nel periodo di lavorazione medio, nell'arco delle 24 h.

Si precisa che tali valori vanno correlati al numero di giorni nei quali, nell'ambito del periodo critico, si ipotizza la ventosità di riferimento spirante nella direzione specifica del ricettore. Considerando la bassa frequenza di ventosità nella direzione specifica del ricettore, si evince

che il numero di giorni in cui è prevedibile il superamento dei limiti normativi, è esiguo e comunque inferiore a quanto previsto dalla normativa.

Cantiere	Ricettore più esposto Distanza/ orientamento	NOx [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	CO [ng/m^3]	PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Periodo critico
CO 1	10 m a nord nord est	3,2	450	45	Primavera/autunno frequenza media vento spirante direz. 10% media mensile pioggia >1mm pari a 7 gg
AS 1	50 m ad ovest	-	-	40	Nessuno in particolare frequenza media vento spirante direz. 2% Piogge minime giugno luglio 2 gg per mese
AS 2	10 m a nord- nord est	-	-	80	Primavera/autunno frequenza media vento spirante direz. 10% media mensile pioggia >1mm pari a 7 gg
AS 3	18 m a nord	-	-	70	Primavera/autunno frequenza media vento spirante direz. 7% media mensile pioggia >1mm pari a 7 gg
AS 4	41 m a nord	-	-	45	Primavera/autunno frequenza media vento spirante direz. 7% media mensile pioggia >1mm pari a 7 gg
AS 5	15 m a sud	-	-	75	Autunno frequenza media vento spirante direz. 4% media mensile pioggia >1mm pari a 8 gg

A ciò si aggiunga che nelle aree AS1, AS2 e AS3, verranno stoccati i materiali provenienti dalle attività di scavo delle gallerie dei rami 1 e 2. Tali materiali sono addizionati con apposite sostanze biodegradabili (polimeri e agenti schiumogeni). Prima dell'allontanamento dei materiali dalle aree di stoccaggio per riutilizzo in cantiere o per conferimento in siti esterni, i materiali scavati debbono essere sottoposti al processo di maturazione degli additivi. Tale

processo avviene tramite stendimento dei materiali secondo uno strato dello spessore di 1 m, per un tempo sufficiente a garantire sia il raggiungimento dell'umidità ottimale a fini geotecnici, sia la naturale biodegradazione degli additivi utilizzati. Pertanto il materiale stoccato si presenta sempre con un certo grado di umidità e pertanto il fattore di emissione di tali aree è da ritenersi ulteriormente ridotto.

Infine si evidenzia che le simulazioni modellistiche sono state svolte in assenza di mitigazione, pertanto è stimabile un'ulteriore riduzione dei livelli di concentrazione del parametro PM10, al ricettore ed il rientro nell'ambito dei limiti normativi.

9 . Interventi di mitigazione

Come riportato nel SIA durante le lavorazioni saranno adottati gli interventi di mitigazione volti al contenimento dell'inquinamento atmosferico.

La mitigazione sarà realizzata mediante sostituzione della normale recinzione dell'area del cantiere, con reti antipolvere e/o barriere antirumore.

Laddove si rende necessaria anche la predisposizione delle barriere antirumore queste ultime costituiranno anche una barriera per le polveri, sostituendo l'intervento con i teli-ombra.

In sintesi si prevede all'interno delle aree critiche già individuate nel SIA la predisposizione dei seguenti interventi di mitigazione:

- circa 630 m di barriere antirumore di altezza variabile da 3 m a 5 m
- circa 1.750 m di reti antipolvere.

Gli interventi sopra indicati saranno realizzati sul perimetro dei cantieri.

Codice cantiere	Progressiva	Tipo Cantiere	Tipo intervento	Lunghezza
CB 1	Km 5+450 rami 3-4	Cantiere base	-	-
CO 1	Km 5+271 rami 1-2	Cantiere operativo	Barriera antirumore	95 m
CO 2	Km 5+450 rami 3-4	Cantiere operativo	-	-
AS 1	Km 5+300 rami 1-2	Area stoccaggio	Barriera antipolvere	150 m
AS 2	Km 5+300 rami 1-2	Area stoccaggio	Barriera antipolvere	230 m
AS 3	Km 5+148 rami 1-2	Area stoccaggio	Barriera antipolvere	215 m
AS 4	Km 5+330 rami 3-4	Area stoccaggio	Barriera antipolvere	100 m
AS 5	Km 5+800 rami 3-4	Area stoccaggio	Barriera antipolvere	125 m
AR 1	Km 5+940 rami 3-4	Cantiere armamento	-	-
AR 2	Km 5+500 rami 3-4	Ricovero carrelli e stoccaggio armamento	-	-
AR 3	-	Cantiere impianti tecnologici	-	-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	CODIFICA DOCUMENTO	PROGR.	REV.	Pag.
L353	00	R	22	RH	SA080X	001	A	18 di 18

I ricettori situati in prossimità delle aree di cantiere risultano quindi già mitigati dai dispositivi antipolvere e dalle barriere fonoassorbenti.

Alla luce di quanto sopra esposto non si prevedono superamenti dei limiti normativi.

Ad ulteriore garanzia e tutela della salute pubblica è altresì previsto il monitoraggio della componente Atmosfera, prima dell'avvio dei lavori e durante tutto il corso dei lavori attraverso il quale saranno verificati gli effettivi livelli concentrazione degli aeroinquinanti e l'implementazione delle misure previste (bagnature, ecc) qualora fossero evidenziate criticità connesse alle attività di cantiere ad oggi non individuabili.