



FRIULI venezia giulia STRADE S.p.A.

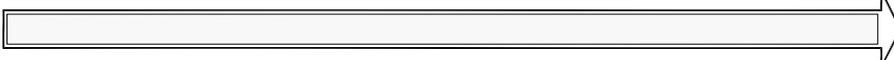
APPROVAZIONI:

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

geom. SALVATORE C. MAIORANA
Corso Italia, 28
33080 Porcia (PN)

SPAZIO RISERVATO Eng team & partners:

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO



S.S.n°13 "Pontebbana" lavori di realizzazione dell'intersezione a rotatoria
ai km 87+365, 88+550, 94+000, 94+400, 97+200, 97+580, 102+160,
106+129 e 106+980

ENG TEAM & PARTNERS S.P.A
33170 PORDENONE VIA DEL MAGLIO, 4/B
AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITÀ UNI ENI ISO 9001/2000 CERTIFICATO DA DNV
Tel. 0434 247736 Fax 0434 246449 engteam@engteam.it

PROFESSIONISTI INCARICATI:

RESPONSABILE DEL PROGETTO:

dott. ROBERTO SECCO

PROGETTAZIONE ACUSTICA:

dott. urb. ALESSIO PROSSER

TITOLO ELABORATO:

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

SCALA:

-

TAVOLA N.:

FILE:

484 | Y14 | PRE | T|B01|0| DWG

B01

0	16/02/2011	Prima Emissione	Secco R.	Secco R.	Ferrari L.
REV.	DATA	OGGETTO REVISIONE - CAUSALE	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE

SOMMARIO

1.	PREMESSA.....	2
2.	DECURSUS NORMATIVO.....	3
3.	SINTESI DELL'INTERVENTO	4
3.1.	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI E RAGIONI DELLE SCELTE PROGETTUALI	6
4.	SCOPO E REQUISITI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE	15
5.	IL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	16
5.1.	MONITORAGGIO DEL RUMORE.....	16
5.1.1.	Quadro normativo.....	17
5.1.2.	Criteri e modalità di misura.....	26
5.1.3.	Parametri acustici rilevati	27
5.1.4.	Figure professionali necessarie	31
5.1.5.	Criteri di scelta dei punti di monitoraggio	31
5.1.6.	Localizzazione dei punti di monitoraggio.....	32
5.1.7.	Rapporto dei risultati dei rilevamenti.....	37
5.1.8.	Validazione dei dati.....	38
5.2.	MONITORAGGIO DELLE VIBRAZIONI	39
5.2.1.	Quadro normativo.....	39
5.2.2.	Criteri e modalità di misura.....	40
5.2.3.	Parametri vibrazionali rilevati	42
5.2.4.	Criteri di scelta dei punti di monitoraggio	43
5.2.5.	Localizzazione di punti di monitoraggio.....	44
5.2.6.	Rapporto dei risultati dei rilevamenti.....	45
5.2.7.	Validazione dei dati.....	45
5.3.	MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	46
5.3.1.	L'inquinamento atmosferico delle infrastrutture viarie.....	46
5.3.2.	Gli agenti inquinanti	46
5.3.3.	L'impatto del cantiere stradale	47
5.3.4.	Metodologia del monitoraggio ambientale	48
5.3.5.	Valutazione delle PM ₁₀ generate dai lavori di costruzione	49
5.3.6.	Valutazione delle emissioni inquinanti prodotte dai mezzi d'opera.....	51
5.3.7.	Valutazione dei parametri ambientali – concentrazioni di fondo	53
5.3.8.	Valutazione dei parametri ambientali – dati meteorologici.....	58
5.3.9.	Il modello di dispersione del PM ₁₀	62
5.3.10.	Valori di soglia di concentrazione per il PM ₁₀	63
5.3.11.	Stima delle concentrazioni per il PM ₁₀ – massima oraria	63
5.3.12.	Stima delle concentrazioni per il PM ₁₀ – massima media giornaliera	64
5.3.13.	Stima delle concentrazioni per il PM ₁₀ – massima media annua	64
5.3.14.	Campagna di misura delle polveri sospese PM ₁₀	64
5.3.15.	Strumento per la misura del PM ₁₀	65
5.3.16.	Interventi di mitigazione.....	66
5.3.17.	Risultati della simulazione e monitoraggi previsti.....	66
5.3.18.	Interferenze tra cantieri vicini	140
5.3.19.	Conclusioni	146
5.4.	PROGRAMMAZIONE DELLE ATTIVITÀ.....	147
5.5.	STRUTTURA ORGANIZZATIVA	147
5.6.	QUADRO ECONOMICO DI SPESA	148

1. PREMESSA

L'intervento in oggetto interessa la SS 13 "Pontebbana", classificata come "Strada extraurbana secondaria", rientrante nell'Elenco B dell'Allegato III alla Parte Seconda del D. Lgs. 152/06 e, non ricadendo in Aree Protette, è stata sottoposta a procedura di verifica per l'assoggettabilità a VIA. In data 14.10.2010 la Direzione Centrale Ambiente e Lavori Pubblici ha decretato l'intervento non soggetto a VIA prescrivendo, oltre ad alcune indicazioni recepite nel Progetto Esecutivo, il Piano di Monitoraggio sistematico dei fattori inquinanti (inquinamento atmosferico, rumore e vibrazioni), allo scopo di verificare il rispetto della normativa vigente in fase di cantiere.

L'intervento consiste nella realizzazione di nove rotonde localizzate lungo la SS 13 a risoluzione e sostituzione di altrettante intersezioni a raso. L'insieme di tali interventi, progettati singolarmente in fase preliminare, definitiva ed esecutiva, discende direttamente dal progetto preliminare *riguardante la riqualificazione della S.S 13 "Pontebbana" dal collegamento tangenziale sud di Udine alla viabilità pordenonese*. A differenza di questo, l'intervento in oggetto costituisce una serie di opere puntuali e non più un unico progetto esteso che comprendeva anche i tratti tra le varie intersezioni.

Oltre a ciò, il progetto preliminare di riqualificazione della SS 13 "Pontebbana" era stato sottoposto a Valutazione di Impatto Ambientale con esito positivo espresso con Delibera della Giunta Regionale n° 2864 del 26.09.2003.

Le proposte presentate all'epoca sono, in generale, maggiormente impattanti e invasive rispetto ai singoli interventi presentati oggi; ciò nonostante, le prescrizioni date nella delibera della Giunta regionale vengono rispettate per quanto possono essere applicabili in una singola rotatoria, in quanto erano state concepite nell'ambito di un intervento esteso.

Ogni comune interessato ha effettuato la procedura di verifica per l'assoggettabilità alla Valutazione Ambientale Strategica (VAS), stabilendo in ogni caso la non assoggettabilità; di seguito si riportano i riferimenti precisi:

- COMUNE DI ZOPPOLA

Parere di non assoggettabilità a VAS espresso con delibera del Consiglio Comunale N° 42 del 19/07/2010

- COMUNE DI CASARSA DELLA DELIZIA

Parere di non assoggettabilità a VAS espresso con delibera della Giunta Comunale N° 102 del 19/05/2010

- COMUNE DI VALVASONE

Parere di non assoggettabilità a VAS espresso con delibera della Giunta Comunale N° 99 del 10/08/2010

- COMUNE DI CODROIPO

Parere di non assoggettabilità a VAS espresso con delibera della Giunta Comunale N° 145 del 08/06/2010

Si sottolinea, comunque, che ogni intervento di modifica delle intersezioni a rotatoria lungo la SS 13, ricade tra le opere oggetto dell'ordinanza n°3702 (+3716+3764), del 05.09.2008 "*Disposizioni urgenti di protezione civile per fronteggiare l'emergenza determinatisi nel settore del traffico e della mobilità nell'asse autostradale Corridoio V dell'autostrada A4 nella tratta Quarto d'Altino – Trieste e nel raccordo autostradale Villesse-Gorizia*", pertanto non sarebbe stato necessario sottoporre a procedura di VAS ogni intervento alla luce dell'art. 3 comma 2.

Inoltre, tutte le varianti ai piani regolatori previste dalle opere nella fase di procedura di assoggettabilità a VAS sono state sottoposte a screening per la valutazione di incidenza ambientale e hanno evidenziato impatti di non significatività nei confronti dei siti di importanza comunitaria e zone protezione speciale presenti in prossimità dell'intervento.

Infine, si sottolinea che l'intervento è stato sottoposto a Valutazione Archeologica Preventiva, con esito positivo emesso dalla Soprintendenza per i beni archeologici del Friuli Venezia Giulia in data 30.11.2010 (prot. 8281) e in data 21.12.2010 (prot. 8866). Per tutte le nove rotatorie viene proposta la sorveglianza archeologica nella fase degli scavi da parte di un archeologo. Appare particolare il caso della rotatoria al km 102+160 il cui tracciato ricalca (come l'intersezione attuale) l'antica Via Postumia: in questo caso sono state proposte delle indagini preliminari mediante l'esecuzione di una trincea. Tali accorgimenti, concordati con la Soprintendenza per i beni archeologici del Friuli Venezia Giulia, sono previsti nel progetto esecutivo in approvazione.

Lo scopo dell'intervento è quello di riqualificare il tratto stradale della SS13 dal Km 87+365 al Km 106+980 mediante interventi volti a fluidificare il traffico evitando le intersezioni pericolose e i punti di conflitto, attraverso la realizzazione di una serie di opere (nove rotatorie). Gli interventi previsti sono realizzati in sede, e mantengono praticamente le attuali caratteristiche di sezione e di localizzazione del tracciato stradale esistente.

Vista l'importanza dell'intervento, e sulla base delle prescrizioni date dal Decreto n° 2763 del Servizio Regionale Valutazione Impatto Ambientale (Procedura di verifica di assoggettabilità a VIA), viene predisposto il Piano di Monitoraggio Ambientale (di seguito chiamato anche PMA) che consente:

- di supportare la gestione delle emergenze ambientali;
- il controllo periodico e trasparente dell'efficacia degli interventi di mitigazione eseguiti;
- il controllo degli obiettivi di qualità e dei valori limite per le componenti ambientali monitorate (inquinamento atmosferico, rumore e vibrazioni e acque sotterranee) in riferimento alla normativa nazionale e regionale vigente;
- l'informazione e la divulgazione dei dati ambientali;
- di mantenere sotto controllo le componenti ambientali durante la fase di cantiere.

Il controllo dei fattori ambientali consente di mantenere sotto controllo tutte le fasi delle lavorazioni a tutela della salute pubblica e del territorio.

Le attività di monitoraggio, come dettagliatamente descritte nei capitoli di riferimento per ciascuna componente ambientale, saranno eseguite elusivamente nella fase di cantiere (*fase corso d'opera*).

2. DECURSUS NORMATIVO

Nel Programma per l'ambiente delle Nazioni Unite (UNEP) del 1986 nato dalla Conferenza di Stoccolma sull'Ambiente umano del 1972 compare per la prima volta il concetto di monitoraggio ambientale al fine della preservazione delle risorse naturali.

Nel 1999 la definizione di monitoraggio ambientale viene articolata dall'Agenzia Europea per l'Ambiente come una combinazione di osservazioni e misure per la realizzazione di un piano o programma o di azioni in coerenza con la politica e le leggi ambientali. Inoltre viene intesa la raccolta delle informazioni necessarie al processo di implementazione del progetto di piano per assicurare che la gestione del progetto e la cooperazione tra i partners siano in grado di seguire la realizzazione del progetto e le relative necessarie azioni correttive.

La Direttiva Europea 2001/42/CE inserisce il monitoraggio ambientale nel sistema normativo europeo nell'ambito della valutazione ambientale strategica. Art. 10 comma 1: *"gli stati membri controllano gli effetti ambientali significativi dell'attuazione dei piani e dei programmi al fine, tra l'altro, di individuare tempestivamente gli effetti negativi imprevisti e essere in grado di adottare le misure correttive che ritengono opportune"*

Art. 10 comma 2: *"al fine di conformarsi al disposto del paragrafo 1, possono essere impiegati, se del caso, i meccanismi di controllo esistenti onde evitare una duplicazione del monitoraggio"*.

Recentemente il monitoraggio ambientale viene utilizzato nelle progettazioni e realizzazioni di interventi come valido supporto al fine di creare consenso da parte delle comunità locali.

3. SINTESI DELL'INTERVENTO

Visti i significativi carichi di traffico automobilistico sia di tipo privato che di tipo commerciale e industriale del tratto interessato sono stati individuati gli interventi in progetto con lo scopo di raggiungere i seguenti obiettivi:

- migliorare la fluidità del traffico veicolare a tutto beneficio della sicurezza stradale e di riduzione del rischio di incidentalità anche grazie all'eliminazione dei punti di conflitto comportanti le intersezioni delle correnti veicolari;
- verificare la capacità delle rotatorie in relazione al traffico passante;
- rendere più adeguato il tracciato esistente ai livelli di servizio che attualmente la strada subisce;
- creare margini di ampliamento dei livelli di servizio successivi agli interventi.

I principali vantaggi che comporta la scelta di un incrocio a circolazione rotatoria sono:

- moderazione della velocità di approccio, favorita dall'obbligo di dare la precedenza ai veicoli sulla corona giratoria e dalla percorrenza di traiettorie che inducono significative riduzioni della velocità;
- miglioramento della sicurezza per le ragioni già descritte;
- riduzione dei tempi di fermata rispetto a quelli riscontrabili sulle intersezioni regolate da lanterne semaforiche, in quanto la rotatoria viene utilizzata di continuo;
- la riduzione delle emissioni sonore, dovuta ad un insieme di fattori: velocità inferiori, guida meno aggressiva che non richiede né brusche frenate né improvvise accelerazioni o decelerazioni. Studi compiuti in Francia, hanno evidenziato che la diminuzione delle emissioni sonore è legata al raggio e al numero di rami della rotatoria. Infatti, il raggio della rotatoria influisce sulla lunghezza della corona giratoria e, dunque, sulla estensione dei tronchi di accelerazione e frenatura, punti critici dell'infrastruttura dal punto di vista acustico; inoltre, un elevato numero di rami confluenti potrebbe generare delle zone di concentrazione di veicoli e dunque un rumore più elevato. Comunque, i risultati sperimentali mostrano un guadagno acustico tra 1 e 4

dB per una distanza dalla rotatoria di 60 m, in ogni ora del giorno, con qualche variazione dipendente principalmente dalla scorrevolezza del flusso veicolare;

- la diminuzione del consumo di carburante rispetto agli incroci a controllo semaforico; ciò si traduce in una riduzione delle emissioni inquinanti. A tal proposito uno studio condotto in Danimarca ha mostrato come le emissioni di CO (monossido di carbonio), NO_x, (ossidi di azoto) e HC (idrocarburi), valutate in grammi per chilometro per autoveicolo, si riducano in percentuale variabile dal 5% al 10% sulle rotatorie rispetto alle intersezioni semaforizzate. Analoghi studi, condotti in Svezia, hanno evidenziato una riduzione delle emissioni di CO pari al 29% e degli NO_x pari al 21%, sempre a confronto con gli incroci regolati da lanterne semaforiche;
- la duttilità d'inserimento nel tessuto urbano specialmente nel caso in cui si debbano raccordare alla rotatoria più rami di differente importanza;
- l'occupazione accettabile del territorio per le mini rotatorie e per le rotatorie compatte, se confrontata con quella degli incroci con controllo semaforico e corsie multiple di preselezione;
- la flessibilità degli itinerari data dalla possibilità di inversione di marcia (manovra per lo più proibita negli incroci tradizionali). In tal modo si può eliminare la pericolosa svolta o sinistra sui rami d'immissione all'incrocio e consentire l'inversione di marcia ai trasporti pubblici;
- la semplificazione della segnaletica verticale: di fronte alla massiccia presenza di segnali luminosi e segnaletica di direzione, la rotatoria consente l'installazione di una segnaletica più sobria e, in generale, maggiormente comprensibile.

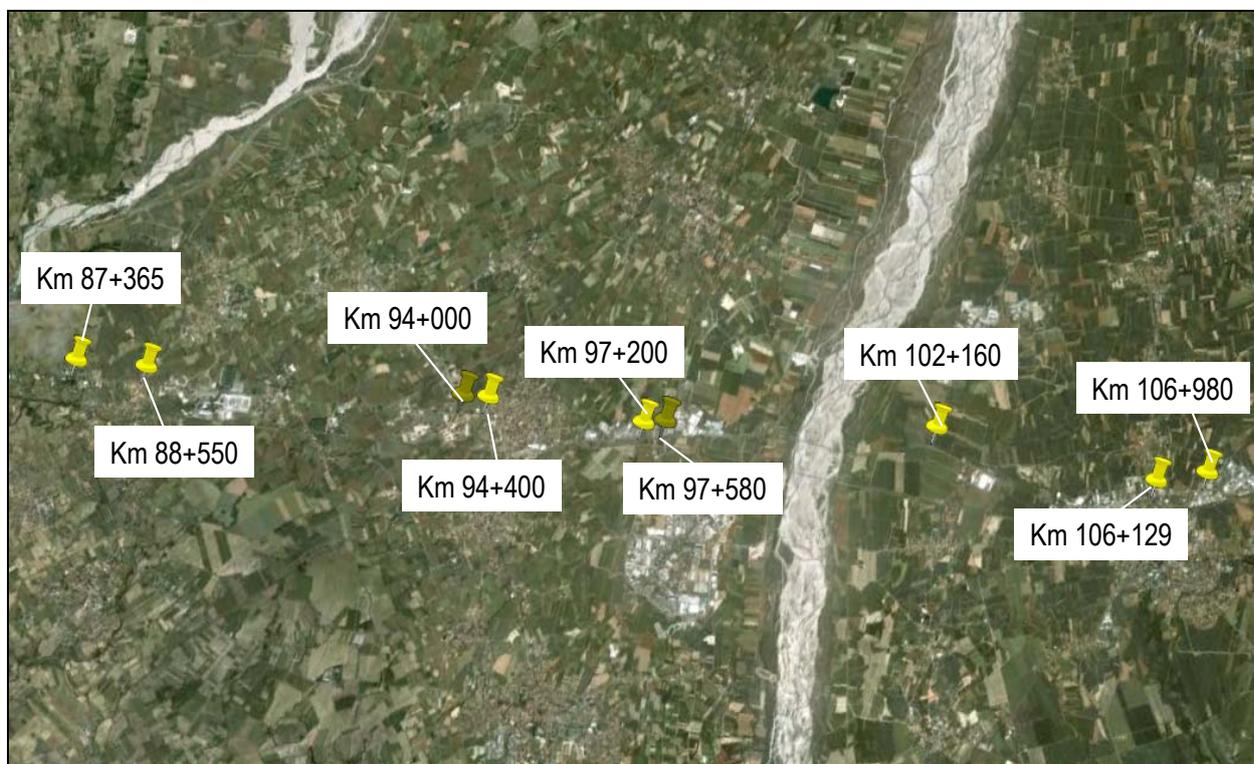


Figura 1 Inquadramento su ortofoto delle progressive chilometriche oggetto di intervento

3.1. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI E RAGIONI DELLE SCELTE PROGETTUALI

Rotatoria al km 87+365 in comune di Zoppola

L'opera in progetto consiste nella realizzazione di una rotatoria a quattro bracci a risoluzione della intersezione a raso esistente lungo la strada statale n. 13 "Pontebbana" al km 87+365.

Tale asse stradale è interessato da significativi carichi di traffico automobilistico sia di tipo privato che di tipo commerciale e industriale.

Sulla base delle considerazioni sopra esposte la zona interessata dalla progettazione ha previsto scelte tipologiche definite su una scala di priorità e di obiettivi generali divisi fondamentalmente in esigenze di carattere generale così come di seguito riportate:

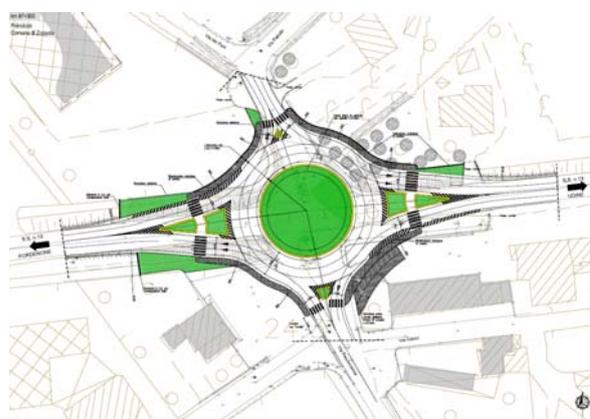
- migliorare la fluidità del traffico veicolare a tutto beneficio della sicurezza stradale e di riduzione del rischio di incidentalità;
- verifica della capacità delle rotatorie in relazione al traffico passante;
- migliorare il tracciato esistente a favore dei livelli di servizio che attualmente la strada deve sostenere;
- creare margini di ampliamento dei livelli di servizio successivi agli interventi;
- rispettare gli indirizzi indicati nelle *Linee Guida e Piani Operativi del "Piano Emergenza Traffico" ai sensi del Decreto n°2 del 6 ottobre 2008 del Commissario Delegato inerente l'Autostrada A4 (Tratto Venezia-Trieste) e il Raccordo Villesse-Gorizia in situazioni di Grandi Eventi/Criticità, 2009,*

il tutto previa verifica della capacità delle rotatorie in relazione al traffico passante.

Infatti, il dimensionamento della rotatoria è stato realizzato e verificato anche in funzione dell'analisi del traffico con i dati forniti da FVG Strade ricavati dai rilevamenti del 2009, anche tenendo conto di un incremento medio annuo del traffico pari al 1% nell'arco dei 20 anni di vita utile.



Stato di fatto



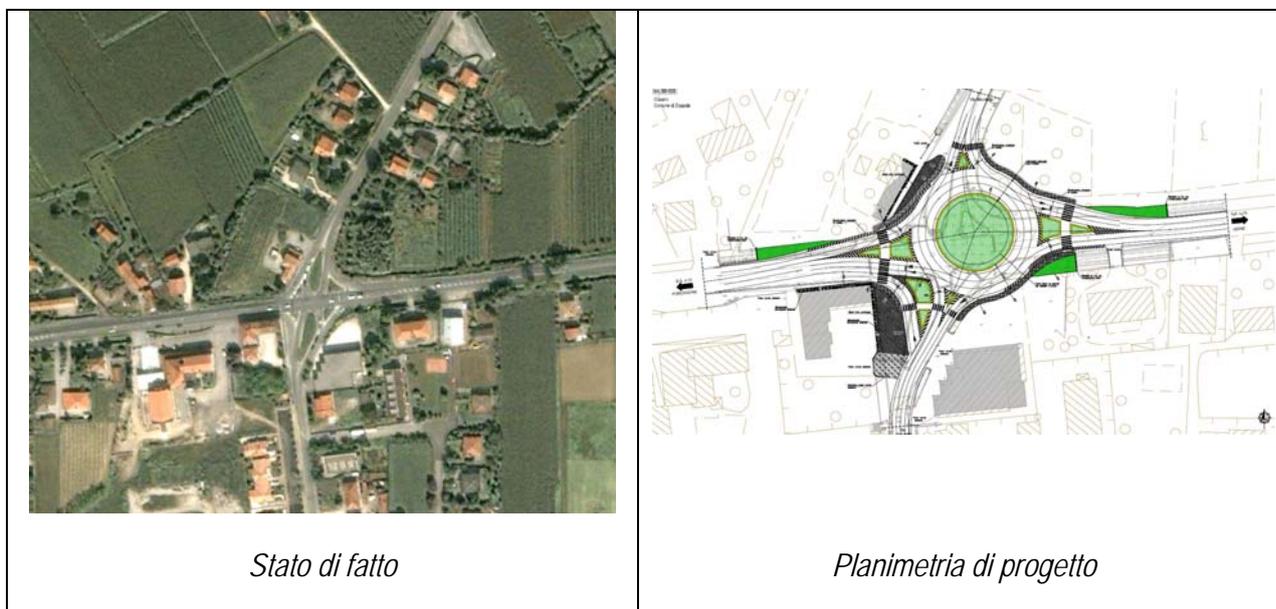
Planimetria di progetto

Rotatoria al km 88+550 in comune di Zoppola

L'opera prevista consiste nella realizzazione di una rotatoria a quattro braccia lungo la SS 13 in corrispondenza all'incrocio della località Cusano in comune di Zoppola. Attualmente il traffico è regolato da impianto semaforico.

I due bracci est-ovest si trovano in corrispondenza della SS 13 lungo la direttrice Udine-Pordenone; il braccio sud, che collega il centro abitato di Cusano e altre frazioni minori, verrà previsto con l'inserimento di una corsia con traiettoria diretta di svolta a destra (con larghezza corsia di 4.50 metri) al di fuori della circolazione giratoria al nodo. Questa soluzione viene proposta a causa delle ridotte dimensioni delle aree disponibili.

Le ragioni della scelta di realizzare la rotatoria sono le stesse della precedente, potendo anche produrre i seguenti principali vantaggi: eliminazione del semaforo e conseguente migliore fluidità del traffico, riduzione dell'inquinamento, sia acustico che atmosferico e riduzione delle manovre "stop and go".

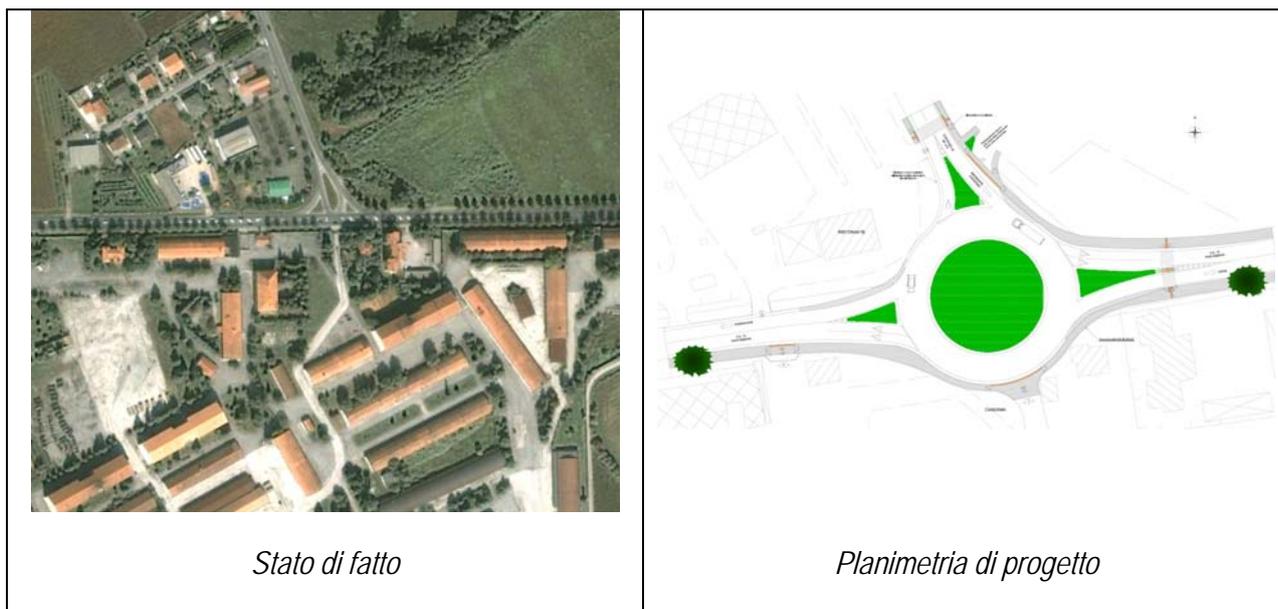


Rotatoria al km 94+000 in comune di Casarsa della Delizia

L'area in esame si trova in ambito urbano. Attualmente, l'intersezione è semplice a raso senza impianti semaforici; la SS 13 è un collegamento particolarmente trafficato e l'immissione su questa da parte dei veicoli provenienti dalla Strada Provinciale 46 di Orcenico (ramo nord) è difficile soprattutto nelle ore di punta.

La proposta prevede la realizzazione di una rotatoria, di diametro esterno pari a 60 m, posizionata in asse alla strada statale, per consentire un'immissione praticamente perpendicolare di tutti i bracci.

Le ragioni della scelta di realizzare la rotatoria sono le stesse delle precedenti potendo anche produrre i seguenti principali vantaggi: minore incidentalità, moderazione della velocità di approccio, aspetti che vanno a favore degli utenti deboli in quanto tale rotatoria si colloca in ambito urbano; inoltre, vista la probabile futura realizzazione di un centro commerciale nella zona a nord dell'attuale incrocio, elemento che creerà un polo attrattore, si possono già creare dei presupposti per influenzare positivamente i flussi di traffico.



Stato di fatto

Planimetria di progetto

Rotatoria al km 94+400 in comune di Casarsa della Delizia

L'opera prevista consiste nella realizzazione di una rotatoria a quattro braccia lungo la SS 13 poco prima del centro abitato di Casarsa a risoluzione di una intersezione a raso regolata da stop e dare precedenza. Il braccio est verrà risolto con l'inserimento di una corsia con traiettoria diretta di svolta a destra (con larghezza corsia di 4.50 metri) al di fuori della circolazione giratoria al nodo (verso Via Aldo Moro). Questa soluzione viene prospettata a causa delle ridotte dimensioni delle aree disponibili. Sarà necessario demolire un'abitazione perché rientra nelle zone di ingombro dell'opera di progetto.

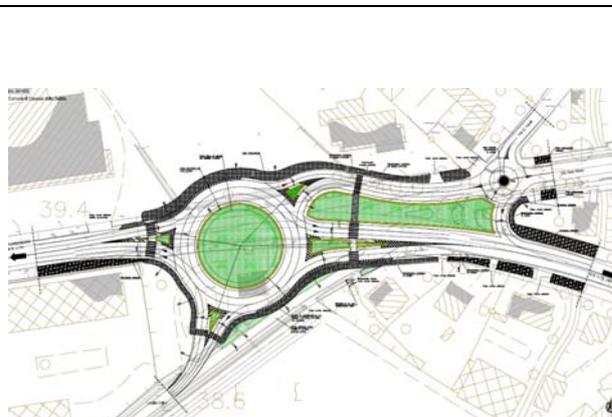
Il contesto fortemente urbanizzato in cui si inserisce la viabilità in progetto ha influenzato in modo significativo la progettazione che ha dovuto considerare diverse esigenze:

- la presenza di attività commerciali a ridosso del sedime stradale e la volontà di contenere il più possibile gli espropri e le interferenze con le proprietà private;
- la necessità di rispettare le norme funzionali e geometriche vigenti per la costruzione delle intersezioni stradali e garantire la sicurezza e la funzionalità del sistema;
- aumentare il grado di sicurezza degli utenti della strada.

La soluzione proposta coniuga queste necessità.



Stato di fatto



Planimetria di progetto

Rotatoria al km 97+200 in comune di Casarsa della Delizia – S.Vito al Tagliamento

L'opera prevista in progetto si trova in prossimità della zona industriale "Tabina", che si trova in un'area di confine tra i comuni di Casarsa della Delizia, San Vito al Tagliamento e Valvasone. Attualmente l'incrocio è regolamentato da una intersezione a raso a T verso sud. Il progetto prevede la realizzazione di una rotatoria a quattro braccia lungo la SS 13.

I due bracci est-ovest si trovano in corrispondenza della SS 13 lungo la direttrice Udine-Pordenone; il braccio sud (Viale Comunale di Mezzo) collega la SS 13 con la zona industriale "Ponterosso" di S.Vito al Tagliamento tramite il sottopasso di attraversamento situato al di sotto della linea ferroviaria Venezia-Udine; il braccio nord costituirà un nuovo collegamento con la zona industriale situata a nord della SS 13. Con il progetto esecutivo verrà introdotto un nuovo braccio tra quello a est e quello di nuova costruzione già previsto in seguito a una diretta richiesta del comune di Casarsa della Delizia, da porre a servizio di una nuova lottizzazione commerciale.

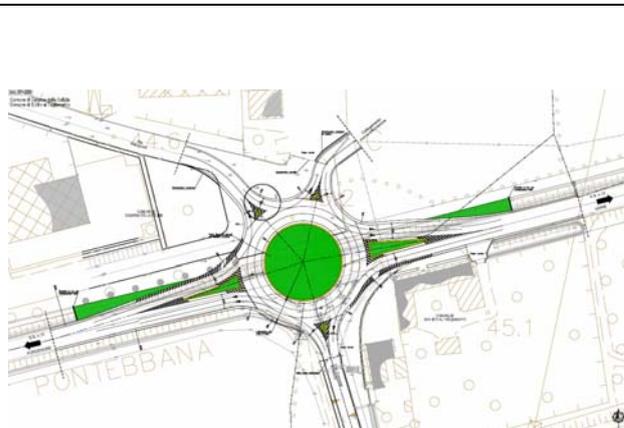
Le ragioni per le quali si è optato per l'inserimento di una rotatoria sono analoghe a quelle relative alle rotatorie precedenti oltre che per favorire la circolare del traffico che da nord va ad immettersi nella statale.

La piattaforma pavimentata della rotatoria ha una larghezza totale di 11.00 metri. Raggio est. 27.0m, Raggio int. 16.0m, corsia dell'anello giratorio con una larghezza di 9.00 metri con una banchina esterna ed una interna da 1.00 metri.

I principali vantaggi che si ottengono con la realizzazione della rotatoria sono: minore incidentalità, migliore distribuzione dei flussi di traffico, anche di quello pesante, diretto alle zone industriali di Casarsa e di San Vito al Tagliamento (Ponte Rosso), facilità di collegamento anche con il traffico proveniente da nord.



Stato di fatto



Planimetria di progetto

Rotatoria al km 97+580 in Comune di Valvasone - S.Vito al Tagliamento

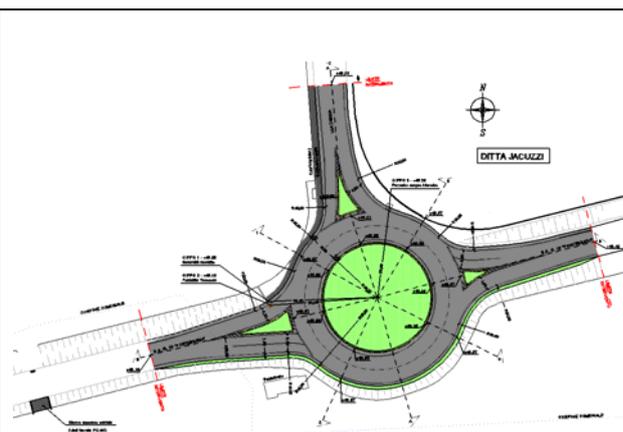
Prospiciente la SS n° 13 "Pontebbana", sul lato nord della stessa, si estende la zona omogenea D (artigianale-industriale) detta "della Tabina" del comune di Valvasone.

Ha una lunghezza, nella direzione della stessa SS n° 13 "Pontebbana", di circa 1.5 km. L'accesso principale alla zona artigianale-industriale è regolato da un incrocio a tre bracci all'altezza del km 97+580. La zona artigianale-industriale è dotata altresì di ulteriori due accessi secondari, sempre prospicienti la SS n° 13 "Pontebbana", ma di ridotte dimensioni e privi di isole di canalizzazione, l'uno all'altezza del km 97+900 e l'altro all'altezza del km 98+350. La Friuli Venezia Giulia Strade S.p.A., ente gestore della strada in questione, intende realizzare, in corrispondenza dell'accesso principale, una rotatoria. L'esigenza è quella di agevolare la fluidità del traffico, scongiurando code, arresti e ripartenze ed eliminando incroci che possono costituire pregiudizio per la viabilità.

I principali vantaggi che si ottengono con la realizzazione della rotatoria sono: minore incidentalità, migliore distribuzione dei flussi di traffico, anche di quello pesante, diretto alla zona industriale di Valvasone.



Stato di fatto



Planimetria di progetto

Rotatoria al km 102+160 in comune di Codroipo

L'opera prevista si trova in prossimità del Bivio "Coseat", intersezione esistente a T, di collegamento tra la SS 13 (direzione ovest-est) e la SS 463 (Direzione nord) con corsie di accumulo e decelerazione. Attualmente la zona è interessata da un elevato traffico pesante e questo fatto, insieme alla considerazione che le corsie hanno una larghezza appena sufficiente per la manovra di tali mezzi e che di conseguenza anche eventuali vie di fuga sono praticamente esistenti, rende tale tratto ad alto rischio di incidenti.

Il progetto prevede la realizzazione di una rotatoria a tre bracci lungo la SS 13.

Le geometrie di queste piste, nonché la forma delle isole spartitraffico sono state ottimizzate per rallentare i veicoli in ingresso e favorire l'uscita dall'anello; il loro dimensionamento è avvenuto in accordo a quanto previsto dalla norma francese (Aménagement des Carrefours Interurbains – SETRA – Dicembre 1998).

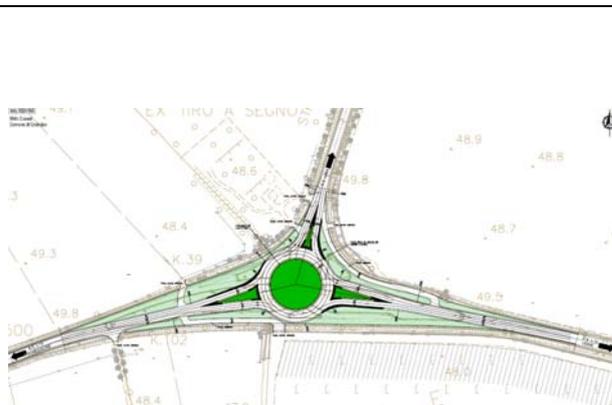
I due bracci est-ovest si trovano in corrispondenza della SS 13 lungo la direttrice Udine-Pordenone; il braccio nord collega la SS 13 con la SS 463.

La realizzazione della rotatoria permetterà di limitare al massimo la lunghezza delle code e la formazione di tempi lunghi di attesa lungo i rami della strada principale.

I principali vantaggi che si ottengono con la realizzazione della rotatoria sono: minore incidentalità e migliore distribuzione dei flussi di traffico.



Stato di fatto



Planimetria di progetto

Rotatoria al km 106+129 in comune di Codroipo

La rotatoria in progetto viene ad essere inserita dove attualmente esiste un incrocio a raso tra la SS 13 e Viale San Daniele – SP 39. Nel contesto di gestione ottimale dell'asse si inserisce la nuova intersezione a circolazione rotatoria ubicata in comune di Codroipo (UD). Essa determina un complessivo riassetto del traffico veicolare in accesso ed in attraversamento al comune, essendo la S.S.13 l'asse principale di attraversamento e di accesso all'abitato. Nel tratto in oggetto l'asta è caratterizzata da un forte flusso di veicoli di passaggio che attraversano un territorio con presenza sia di residenze che di molteplici attività commerciali e artigianali. Il traffico attuale, per tipologia di flusso, ma soprattutto per l'alta velocità di attraversamento, determina notevoli criticità con le funzioni antropiche che oramai caratterizzano la strada nell'area limitrofa al comune di Codroipo.

Trovandosi ad operare su un incrocio esistente con presenza di edifici in prossimità degli stessi, le dimensioni della corona giratoria e delle immissioni dei rami nella stessa sono state adattate al contesto in cui la rotatoria andrà ad inserirsi.

Al fine di consentire l'attraversamento in completa sicurezza della SS 13 da parte dei pedoni e dei ciclisti interessanti l'intersezione, si prevede di realizzare un sottopasso ciclopedonale posto leggermente più ad ovest. Le utenze deboli avranno quindi dei percorsi dedicati in grado di eliminare completamente il pericolo dovuto all'attraversamento dell'asse si è tenuto conto della presenza della caserma dei Lancieri e della scuola dell'infanzia entrambi siti a Goricizza sul versante nord dell'asse stradale SS 13.

I principali vantaggi che si ottengono con la realizzazione della rotatoria sono: eliminazione del semaforo e conseguente migliore fluidità del traffico, riduzione dell'inquinamento, sia acustico che atmosferico e riduzione delle manovre "stop and go".



Stato di fatto



Planimetria di progetto

Rotatoria al km 106+980 in comune di Codroipo

Nel tratto in oggetto l'asta è caratterizzata da un forte flusso di veicoli di passaggio che attraversano un territorio con presenza sia di residenze che di molteplici attività commerciali e artigianali. Il traffico attuale, per tipologia di flusso, ma soprattutto per l'alta velocità di attraversamento, determina notevoli criticità con le funzioni antropiche che oramai caratterizzano la strada nell'area limitrofa al comune di Codroipo.

La rotatoria di progetto sulla SS 13 viene ad essere prevista al margine est del comune di Codroipo, all'intersezione con via Beano e via Fiume. L'incrocio, attualmente semaforizzato, avviene con un angolo di incidenza della viabilità secondaria pari a circa 45° rispetto all'asse della viabilità principale. Ciò dà luogo a traiettorie dei veicoli in svolta a sinistra piuttosto ampie, che vengono percorse ad alta velocità, con conseguente aumento della pericolosità e degli effetti di un eventuale incidente.

I principali vantaggi che si ottengono con la realizzazione della rotatoria sono: eliminazione del semaforo e conseguente migliore fluidità del traffico, riduzione dell'inquinamento, sia acustico che atmosferico, riduzione delle manovre "stop and go" e riduzione degli incidenti che, comunque, qualora si verificano, avvengono sempre a bassa velocità e si riducono, il più delle volte, a scontri (tamponamenti o laterali) che hanno conseguenze solo per i veicoli e non per gli occupanti.



Stato di fatto



Planimetria di progetto

4. SCOPO E REQUISITI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il Monitoraggio Ambientale viene predisposto sulla base delle peculiarità del territorio in cui si andrà ad inserire l'opera, tenuto conto delle prescrizioni Decreto n° 2763 del Servizio regionale valutazione impatto ambientale "D.Lgs 152/2006 – LR 43/1990. Procedura di verifica di assoggettabilità al VIA del progetto riguardante la realizzazione delle intersezioni a rotatoria sulla SS 13 "Pontebbana", ai Km 87+365, 88+550 in Comune di Zoppola, 94+000, 94+400 in Comune di Casarsa della Delizia, 97+200 in Comune di Casarsa della Delizia e San Vito al Tagliamento, 97+580 in Comune di Valvasone e San Vito al Tagliamento, 102+160, 106+129 e 106+980 in Comune di Codroipo".
Proponente: Commissario delegato per l'emergenza della mobilità riguardante la A4 (tratto Venezia-Trieste) ed il raccordo Villesse-Gorizia.

Il PMA viene sviluppato nell'ottica del raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- misurare le componenti ambientali in fase corso opera al fine di controllare e documentare l'evolversi della situazione ambientale durante i lavori;
- verificare il rispetto della normativa vigente nella fase di costruzione dell'opera.

Sulla base della normativa regionale e nazionale vigente vengono programmate le attività di rilevamento, stabiliti gli standard prestazionali, degli strumenti, le modalità e frequenze di campionamento.

Determinante sarà la modalità di elaborazione dei dati, in modo da utilizzare parametri ed indicatori che siano facilmente analizzabili. La restituzione dei dati, infine, sarà strutturata in modo tale da segnalare tempestivamente eventuali criticità e al tempo stesso facile da utilizzare.

Nei capitoli successivi vengono descritti in maniera esaustiva le modalità di monitoraggio delle componenti ambientali prese in considerazione. Le metodologie vengono scelte in base alle peculiarità territoriali, facendo riferimento alla tipologia di lavorazioni che si andranno ad effettuare.

Affinché il monitoraggio ambientale possa essere efficace dovrà esserci un continuo confronto tra i responsabili del monitoraggio, il Direttore Lavori e il Coordinatore per la Sicurezza in Esecuzione; solo così si potranno anticipare eventuali problematiche ambientali che sono strettamente connesse al tipo di lavorazioni che si andranno ad effettuare.

In relazione alle caratteristiche territoriali in cui andrà ad inserirsi l'opera e sulla base delle prescrizioni del decreto succitato, sono state individuate per il monitoraggio le seguenti componenti ambientali:

- atmosfera;
- rumore;
- vibrazioni.

5. IL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Con il decreto del Direttore Centrale Ambiente e Lavori Pubblici della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia del 14.10.2010 l'opera è stata esclusa dalla procedura di VIA ed è stata ritenuta ambientalmente compatibile condizionatamente all'osservanza di alcune prescrizioni e raccomandazioni concernenti le modalità di sviluppo delle successive fasi progettuali al fine della massima garanzia di protezione ambientale.

Tra le prescrizioni sopra citate da adottare nelle fasi successive della progettazione il Decreto indicava che :

2) il Proponente dovrà predisporre un Piano per il monitoraggio sistematico dei fattori inquinanti (inquinamento atmosferico, rumore e vibrazioni), allo scopo di verificare il rispetto della normativa vigente nella fase di cantiere. Tale piano dovrà in particolare prevedere i punti di misura, gli standard prestazionali delle strumentazioni, le modalità e la frequenza di campionamento, la durata delle osservazioni, la gestione dei sistemi di rilevamento e la gestione dei dati. Prima dell'avvio dei lavori, il Piano – che dovrà contenere in particolare l'individuazione degli eventuali accorgimenti mitigativi nel caso in cui vengano superati i limiti normativi – dovrà essere concordato con l'ARPA.

In accordo con quanto sopra riportato, il Progetto Esecutivo degli interventi in oggetto è corredato dal presente Piano di Monitoraggio sistematico dei fattori inquinanti.

Il Piano prevede la valutazione delle condizioni acustiche, vibrazionali e della qualità dell'aria presso i ricettori sensibili situati nei pressi degli interventi in progetto.

Nelle planimetrie inserite nella presente relazione sono rappresentate le aree di intervento e il posizionamento dei punti di monitoraggio acustico, vibrazionale e della qualità dell'aria.

Il piano fornisce una guida alle procedure / attività di monitoraggio, per le quali sarà data preventiva comunicazione all'ARPA al fine di concordare definitivamente le stazioni di misura (anche con sopralluoghi preventivi), nonché le metodologie di campionamento, elaborazione e restituzione dei dati.

I dati dovranno essere inviati all'ARPA competente per le necessarie procedure di validazione.

5.1. MONITORAGGIO DEL RUMORE

Il monitoraggio della componente rumore vuole rappresentare un elemento operativo in grado di garantire l'adeguata conoscenza e il controllo del clima acustico e delle potenziali variazioni indotte dall'attività di cantiere. Il controllo verrà effettuato nella fase corso opera.

Con riferimento alle problematiche di inquinamento da attività di cantiere, di seguito vengono illustrate:

- le scelte di carattere generale, normativo e metodologico adottate nella realizzazione del piano di monitoraggio;
- l'architettura del sistema di monitoraggio;
- i criteri di dimensionamento del sistema;
- la cadenza temporale dei rilevamenti;
- le figure professionali previste;

- criteri di selezione dei punti di monitoraggio;
- le procedure tecnico-operative utilizzate dagli operatori nelle fasi di verifica dei punti di monitoraggio, di installazione delle postazioni di misura e di analisi dei risultati;
- la definizione delle modalità di trattamento e restituzione dei dati rilevati.

L'obiettivo è quello di ottenere dal monitoraggio indicazioni immediatamente fruibili per la predisposizione dei necessari interventi correttivi di seguito citati.

5.1.1. Quadro normativo

Il monitoraggio della componente rumore vuole rappresentare un elemento operativo in grado di garantire l'adeguata conoscenza e il controllo del clima acustico e delle potenziali variazioni indotte dalla realizzazione dell'opera in progetto. Il controllo è necessario esclusivamente per la fase di cantiere (corso opera). Con riferimento alle problematiche di inquinamento da rumore da attività di cantiere, di seguito vengono illustrate:

- le scelte di carattere generale, normativo e metodologico adottate nella realizzazione del piano di monitoraggio;
- l'architettura del sistema di monitoraggio;
- i criteri di dimensionamento del sistema;
- la cadenza temporale dei rilevati;
- le figure professionali previste;
- criteri di selezione dei punti di monitoraggio per mezzo dei quali seguire l'evoluzione temporale degli indicatori ambientali e la distribuzione spaziale dei fenomeni osservati.;
- le procedure tecnico-operative utilizzate dagli operatori nelle fasi di verifica dei punti di monitoraggio, di installazione delle postazioni di misura e di analisi dei risultati;
- la definizione delle modalità di trattamento e restituzione dei dati rilevati.

L'obiettivo è quello di ottenere dal monitoraggio indicazioni immediatamente fruibili per la predisposizione degli eventuali necessari interventi correttivi.

La disciplina legata al rumore era in passato rappresentata da una serie eterogenea di norme generali che tuttavia non erano accompagnate da una adeguata normativa tecnica, il che ne impediva la concreta applicazione.

- *D.P.C.M. 1 marzo 1991 - "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"; nell'allegato "A" al D.P.C.M. citato vengono sancite le modalità di misura del livello sonoro (quantificato in modo univoco tramite il Livello di Pressione Sonora Continuo Equivalente Ponderato "A", L_{AeqT}) e le penalizzazioni nel caso di rumori con componenti impulsive o tonali. Nell'allegato "B" vengono invece riportati i limiti massimi di rumorosità ammessa in funzione della destinazione d'uso del territorio. Va tuttavia precisato che una lettura pedissequa del testo del D.P.C.M. citato porta ad escludere l'applicabilità dei limiti provvisori alle sorgenti mobili, giacché il testo della norma recita testualmente:*

"In attesa della suddivisione del territorio comunale nelle zone di cui alla tabella 1, si applicano per le sorgenti sonore fisse i seguenti limiti di accettabilità: etc. etc."

Tuttavia la nuova Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico, di cui si riferisce in un successivo paragrafo, ha modificato in maniera definitiva questo punto, in quanto essa include esplicitamente le infrastrutture di trasporto fra le sorgenti sonore fisse.

Va infine precisato che, a livello di misurazione del rumore ambientale, il D.P.C.M. distingue chiaramente fra sorgenti sonore fisse e sorgenti mobili. Per queste ultime il Livello Equivalente va misurato (o calcolato) relativamente all'intera durata del periodo di riferimento considerato (diurno e notturno), mentre per le sorgenti fisse la misura va limitata all'effettiva durata del fenomeno rumoroso. Questo fatto è estremamente importante nel caso del rumore prodotto dal passaggio di treni, tram o anche degli aerei, costituito da sporadici eventi molto rumorosi: se la misura andasse effettuata nel breve intervallo in cui il mezzo sta passando, si verificherebbero livelli sonori estremamente alti (oltre gli 80 dBA per i treni, oltre i 70 dBA per i tram), mentre in questo modo tale rumorosità viene "diluita" sull'intera durata del periodo diurno o notturno. Anche questo punto è stato in seguito definitivamente chiarito dalla Legge Quadro nel 1995.

Oltre ai limiti assoluti, di cui si è ampiamente riferito sopra, il D.P.C.M. 1 marzo 1991 prevede anche limiti di tipo differenziale: nessuna sorgente sonora specifica può portare ad un innalzamento della rumorosità superiore a 5 dB diurni e 3 dB notturni, misurati negli ambienti abitativi, a finestre aperte e finestre chiuse. Normalmente si assume che, sebbene a rigore tale verifica andrebbe effettuata all'interno delle abitazioni, il rispetto del limite differenziale verificato all'esterno degli edifici sia garanzia sufficiente anche per il rispetto di tale limite all'interno.

In base alle definizioni riportate nell'allegato A al D.P.C.M. si evince che il criterio differenziale può essere applicato solo a specifiche sorgenti disturbanti, e non alla "rumorosità d'insieme" in un certo sito. L'applicabilità del criterio differenziale al rumore da traffico stradale è stata dunque ampiamente contestata, e sicuramente non può essere sostenuta in termini assoluti (confrontando cioè il rumore rilevato in presenza di traffico con quello che si ha in completa assenza dello stesso), anche e soprattutto perché considerando il traffico stradale nel suo insieme viene a mancare la specifica individuazione delle sorgenti che è invece chiaramente richiesta dal D.P.C.M.

- *D.P.C.M. n° 377 del 10/8/1988 (V.I.A.)* - sono inoltre state emanate norme riguardanti la valutazione di impatto ambientale. Il D.P.C.M. n° 377 del 10/8/1988 ha infatti parzialmente recepito la Direttiva del Consiglio CEE n° 337/85; l'art. 2, § 3 del decreto citato prevede che: "La comunicazione ...<omissis>... oltre al progetto, comprenda uno studio di impatto ambientale contenente ...<omissis>... e) La specificazione delle emissioni sonore prodotte e degli accorgimenti e delle tecniche riduttive del rumore previsti".

In seguito sono state emanate le Norme Tecniche relative al D.P.C.M. 377/88, mediante il D.P.C.M. del 27/12/1988; l'allegato II, § G (Rumore e Vibrazioni) di tali Norme Tecniche prescrive che: "La caratterizzazione della qualità dell'ambiente in relazione al rumore dovrà consentire di definire le modifiche introdotte dall'opera, verificare la compatibilità con gli standard esistenti, con gli equilibri naturali e la salute pubblica da salvaguardare e con lo svolgimento delle attività antropiche nelle aree interessate, attraverso:

a) la definizione della mappa di rumorosità secondo le modalità precisate nelle Norme Internazionali I.S.O. 1996/1 e 1996/2 e stima delle modificazioni a seguito della realizzazione dell'opera."

La norma I.S.O. 1996/1 riguarda la definizione delle grandezze rilevanti per la descrizione del rumore ambientale e delle tecniche di misura da utilizzare, mentre la 1996/2 riguarda propriamente la tecnica di costruzione delle mappe del rumore.

- *Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico* approvata il 26 ottobre 1995 e pubblicata sulla G.U. del 4 novembre 1995.

La nuova legge diverrà pienamente operativa soltanto dopo l'emanazione di tutti i previsti decreti attuativi, che peraltro risulta ormai quasi completata.

I decreti attuativi avrebbero dovuto essere emanati tutti entro due anni dall'entrata in vigore della Legge Quadro, ed invece, a 15 anni dall'entrata in vigore, ne sono stati emanati solo poco più della metà. Vengono pertanto qui illustrati i punti maggiormente significativi della Legge Quadro per quanto attiene le problematiche della rumorosità emessa da infrastrutture di trasporto terrestre.

L'art. 1 riporta le finalità della legge.

L'art. 2 contiene le definizioni dei termini. In particolare, il comma c) definisce come sorgenti sonore fisse: ...le infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali, marittime, industriale, artigianali, agricole; ...

L'art. 3 definisce le competenze dello Stato.

L'art. 4 definisce le competenze delle Regioni. Entro il termine di 1 anno, esse debbono emanare una legge regionale sulla classificazione del territorio in zone secondo il D.P.C.M. 1 marzo 1991; in tale legge regionale deve essere previsto esplicitamente il divieto di far confinare aree con limiti di rumorosità diversi di più di 5 dB(A), anche se appartenenti a comuni diversi. Inoltre devono essere precisati modalità, sanzioni e scadenze per l'obbligo di classificazione del territorio per i comuni che adottano nuovi strumenti urbanistici generali o particolareggiati.

L'art. 5 definisce le competenze delle Province.

L'art. 6 definisce le competenze dei Comuni. Essi sono tenuti ad adeguare entro 1 anno i regolamenti locali di igiene e sanità o di polizia municipale, in modo da renderli conformi alla Legge Quadro.

L'art. 7 definisce i piani di risanamento acustico. Tale articolo prevede anche che entro 2 anni, e successivamente con cadenza biennale, i Comuni con più di 50.000 abitanti siano tenuti a presentare una relazione sullo stato acustico del Comune.

L'art. 8 reca disposizioni in materia di Impatto Acustico. Vengono ricondotti entro i limiti di questa legge tutti i procedimenti di V.I.A. resi obbligatori dalla legge 8/7/86 n. 349, dal D.P.C.M. 10/8/88 n. 377 e dal D.P.C.M. 27/12/88. In ogni caso deve essere fornita al Comune una relazione di Impatto Acustico relativa alla realizzazione, modifica o potenziamento delle seguenti opere:

- a) aeroporti, eliporti, aviosuperfici.
- b) strade ed autostrade di ogni ordine e grado, escluse le interpoderali o private.
- c) discoteche.

d) impianti sportivi e ricreativi.

e) ferrovie ed altri sistemi di trasporto su rotaia.

Va poi notato che è richiesto uno studio di compatibilità acustica anche come allegato alla richiesta di licenza edilizia, per quegli edifici situati in prossimità delle opere di cui ai precedenti punti a), b) e c) (restano dunque escluse le ferrovie!). In pratica, però, la relazione di compatibilità acustica è richiesta quasi ovunque, basta che ci sia una strada comunale nei dintorni...

L'art. 9 riguarda ordinanze contingibili ed urgenti.

L'art. 10 riguarda le sanzioni amministrative previste. Il comma 5 di tale articolo stabilisce che le società e gli enti gestori di servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, ivi comprese le autostrade, nel caso di superamento dei valori limite vigenti, hanno l'obbligo di presentare entro 6 mesi al Comune competente territorialmente piani di contenimento ed abbattimento del rumore. Essi debbono indicare tempi di adeguamento, modalità e costi e sono obbligati ad impegnare, in via ordinaria, una quota fissa non inferiore al 5% dei fondi di bilancio previsti per le attività di manutenzione e di potenziamento delle infrastrutture stesse per l'adozione di interventi di contenimento ed abbattimento del rumore.

L'art. 11 prevede 4 Regolamenti d'Esecuzione, che verranno emanati entro 1 anno mediante appositi D.P.R., sulla disciplina dell'inquinamento acustico prodotto dalle specifiche sorgenti: stradali, ferroviarie, marittime ed aeree.

L'art. 12 limita il volume dei messaggi pubblicitari tele o radio trasmessi.

L'art. 13 regola i contributi delle Regioni agli enti locali.

L'art. 14 regola le attività di controllo.

L'art. 15 riguarda il regime transitorio. Fino all'emanazione dei Regolamenti di Esecuzione di cui all'art. 11, si applica il D.P.C.M. 1 marzo 1991, fatta eccezione per le infrastrutture di trasporto, limitatamente al disposto di cui agli art. 2, comma 2, e 6, comma 2.

Ciò significa che il criterio differenziale non va applicato alle infrastrutture di trasporto (strade, ferrovie, aeroporti); esse tuttavia, essendo state comprese esplicitamente nella definizione di sorgenti fisse, sono comunque soggette ai limiti assoluti provvisori, che in determinati casi possono risultare più restrittivi dei limiti definitivi derivanti dalla zonizzazione acustica. L'art. 16 riguarda l'abrogazione di norme in conflitto con la Legge Quadro.

L'art. 17 definisce l'entrata in vigore della legge: 60 giorni dopo la pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale.

A seguito di tale legge quadro sono stati adottati una serie di Decreti attuativi tra i quali:

- *Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14/11/97 -Determinazione dei valori limiti delle sorgenti sonore (G.U. n. del 1 dicembre 1997).* In attuazione a quanto stabilito dalla Legge Quadro, il decreto determina i valori limite di emissione, immissione, di attenzione, di qualità e definisce le classi di destinazione d'uso del territorio sulla base delle quali devono effettuare la classificazione. Sulla G.U. n. 280 del 1/12/1997 è stato pubblicato questo nuovo DPCM, che sostituisce ed integra il "vecchio" DPCM

1/3/1991, stabilendo i nuovi limiti assoluti e differenziali di rumorosità vigenti sul territorio, nonché i criteri di assegnazione delle classi (che restano sostanzialmente gli stessi già visti).

Le principali novità del nuovo DPCM sono le seguenti:

Si definiscono per ciascun tipo di sorgente sonora due diversi limiti, detti di emissione e di immissione. I primi rappresentano il rumore prodotto nel punto recettore dalla sola sorgente in esame, mentre i secondi costituiscono la rumorosità complessiva prodotta da tutte le sorgenti (quello che nel DPCM 1 marzo 1991 veniva chiamato "rumore ambientale"). Si osservi come queste definizioni risultino in parziale contrasto sia con la stessa Legge Quadro, sia con analoghe definizioni esistenti in normative di altri paesi: ad es., in Germania si definisce Livello di Immissione il rumore prodotto dalla singola sorgente sonora nel punto ricettore, mentre si definisce Livello di Emissione il rumore prodotto ad una distanza fissa normalizzata di 25m dalla singola sorgente; il livello sonoro complessivo, prodotto da tutte le sorgenti, si chiama ancora rumore ambientale. Anche la Legge Quadro suggerisce una definizione analoga, sebbene non sufficientemente specifica.

I limiti di immissione sono gli stessi già indicati dal DPCM 1 marzo 1991, così come la definizione delle classi di destinazione d'uso del territorio. Inoltre, in attesa che i comuni provvedano all'attribuzione di tali classi, si adottano i limiti provvisori previsti dal DPCM 1 marzo 1991.

I limiti di emissione sono anch'essi tabellati in funzione della classe di destinazione d'uso del territorio, e sono in pratica sempre inferiori di 5 dB rispetto ai relativi limiti di immissione. Per esempio, se si ipotizza di trovarsi in una zona di classe IV (lim. diurno 65 dBA), una singola sorgente sonora non può superare (da sola) i 60 dB(A), mentre l'insieme di tutte le sorgenti sonore non può superare i 65 dB(A). Tuttavia non è chiaro a che distanza dalla sorgente sonora stessa dovrà essere effettuata la verifica del limite di emissione. Per le infrastrutture di trasporto si rimanda ai relativi decreti attuativi per quanto riguarda i limiti del rumore immesso dalle stesse all'interno delle previste fasce di pertinenza. Tuttavia all'interno di tali fasce il rumore prodotto dalle altre sorgenti sonore continua ad essere soggetto ai limiti di emissione ed immissione previsti per la classe di appartenenza del territorio. Si chiarisce dunque che la fascia di pertinenza di una strada e/o ferrovia non costituisce una zona territoriale autonoma, dotata di propria classe di rumorosità, ma ad essa va attribuita la classificazione acustica come se l'infrastruttura non ci fosse, dopodiché il rumore prodotto dalla stessa dovrà sottostare i limiti specifici previsti dal relativo decreto attuativo, mentre ai fini di tutte le altre sorgenti sonore la presenza della strada e/o ferrovia e della relativa fascia di pertinenza risultano del tutto ininfluenti.

Vengono ribaditi i valori limite differenziali di immissione di 5 dB diurni e 3 dB notturni, validi all'interno delle abitazioni. Tali limiti non si applicano nelle zone di classi IV, V e VI, ed inoltre quando il livello di immissione, misurato a finestre aperte, è inferiore a 50 dB(A) di giorno ed a 40 dB(A) di notte, ovvero quando, a finestre chiuse, tali valori sono inferiori rispettivamente a 35 dB(A) diurni e 25 dB(A) notturni. Sulla base di questo, diventa possibile ipotizzare, nel caso di superamento dei limiti differenziali, non solo di intervenire alla fonte, ma anche di dotare le abitazioni disturbate di serramenti in grado di produrre una sufficiente attenuazione,

in modo da rientrare nell'ultimo caso di esenzione previsto. Inoltre i limiti differenziali non si applicano alle infrastrutture di trasporto, alla rumorosità prodotta in maniera occasionale ed estemporanea (feste, schiamazzi, litigi, etc.) e dai servizi ed impianti a servizio comune dell'edificio disturbato stesso (ascensore, centrale termica).

Le norme transitorie non stabiliscono limiti di emissione validi fino all'adozione da parte dei comuni della suddivisione in zone del relativo territorio comunale. Sembra pertanto che gli stessi entrino in vigore solo dopo che è stata effettuata la zonizzazione acustica.

Alcuni punti oscuri del DPCM vengono poi chiariti dal successivo decreto sulla strumentazione e tecniche di misura (D.M. Amb. 16/3/1998).

- *Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5/12/97 - Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici (G.U. n. 297 del 22 dicembre 1997).*

Si tratta di uno dei decreti attuativi della Legge Quadro, avente per titolo "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici". In sostanza si tratta di un dispositivo molto semplice, che fissa la prestazioni minime in termini di isolamento al rumore aereo fra unità abitative adiacenti R_w , dell'isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$, del livello normalizzato di calpestio su solai separanti unità abitative diverse $L_{n,w}$, nonché del rumore massimo prodotto dagli impianti tecnologici a funzionamento saltuario L_{ASmax} e continuo L_{Aeq} , sempre con riferimento agli effetti nelle unità abitative adiacenti quella in cui sono installati.

- *Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 16/03/98 - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico (G.U. n. 76 del 1 aprile 1998).* Il decreto, emanato in ottemperanza al disposto dell'art. 3 comma 1 lettera c) della Legge Quadro sull'inquinamento acustico, individua le specifiche che devono essere soddisfatte dal sistema di misura e le relative norme di riferimento. Questo decreto ha sostituito l'allegato "A" al DPCM 1 marzo 1991, ed ha introdotto numerose innovazioni e complicazioni alle tecniche di rilievo.

Le complicazioni riguardano in particolare la definizione e la modalità di rilevamento dei fattori di penalizzazione per presenza di componenti impulsive, tonali e di bassa frequenza, che fortunatamente però non si applicano al rumore generato dai mezzi di trasporto. Pertanto non si riferisce qui in merito a tali complesse problematiche.

Per quanto riguarda il rilevamento del rumore prodotto dal traffico stradale, il decreto prevede un rilevamento in continua per 1 settimana, con memorizzazione dei livelli equivalenti ponderati "A" ogni ora, e calcolo a posteriori del livello equivalente medio del periodo diurno e notturno. Non è prevista né l'analisi statistica del rumore, né il tracciamento di profili temporali con risoluzione inferiore all'ora. A parte dunque la necessità di protrarre il rilevamento per una intera settimana (cosa giustificabile in alcuni casi, ma non certo in tutti), questa nuova normativa prevede un rilevamento molto semplice, attuabile anche con strumentazione di costo molto basso.

Viceversa, per quanto riguarda il rilevamento del rumore ferroviario, è richiesto un rilievo in continua della durata di 24 ore, nel corso delle quali si debbono identificare gli eventi sonori causati dal passaggio dei singoli treni.

Di ciascun passaggio occorre determinare il SEL (livello di singolo evento), indi il livello equivalente prodotto dal solo rumore dei treni si ottiene sommando energeticamente i SEL di tutti i transiti, e diluendo il risultato sul tempo di riferimento diurno o notturno, espresso in secondi:

$$L_{Aeq,TR} = 10 \cdot \lg \left[\sum_{i=1}^N 10^{0,1 \cdot SEL_i} \right] - 10 \cdot \lg [T_R]$$

In pratica con questa procedura si "depura" il rumore ambientale complessivo del rumore residuo, e si ottiene un livello equivalente dei soli treni, direttamente confrontabile con i limiti di cui allo specifico decreto attuativo.

- *Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 31/03/98 -Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'attività del tecnico competente in acustica (G.U. n. 120 del 26 maggio 1998)*

Questo decreto chiarisce finalmente i molteplici dubbi legati alla figura del tecnico competente, professionalità nuova creata dalla Legge Quadro.

- *D.P.R. 18 novembre 1998, n. 459. Questo decreto fissa i limiti di rumorosità ammessi per le sorgenti di rumore ferroviario, nonché l'estensione delle cosiddette "fasce di pertinenza" circostanti le infrastrutture ferroviarie. Esso è il primo dei decreti relativi alle varie tipologie di infrastrutture di trasporto, ed in pratica costituisce un po' la "linea guida" su cui si presume anche gli altri analoghi decreti verranno realizzati.*

In pratica, si distingue fra linee ferroviarie già in esercizio e linee di nuova realizzazione; per queste ultime, si distingue ulteriormente fra linee a bassa ed alta velocità (> 200 km/h).

Per le linee ferroviarie esistenti e per quelle di nuova realizzazione a bassa velocità, vengono previste due diverse fasce di pertinenza, con limiti differenziati. La fascia più interna ha ampiezza pari a 100m a partire dalla mezzera del binario più esterno, ed all'interno della stessa vige un limite di immissione del solo rumore ferroviario pari a 70 dB(A) diurni e 60 dB(A) notturni. La fascia più esterna ha ampiezza di ulteriori 150m (va dunque dai 100 ai 250 m dalla mezzera del binario più esterno): entro tale seconda fascia, il limite di immissione del solo rumore ferroviario scende a 65 dB(A) diurni e 55 dB(A) notturni. Si precisa inoltre che, nel caso di nuove edificazioni in prossimità di una linea già in esercizio, gli interventi eventualmente necessari onde garantire il rispetto dei limiti suddetti sono a carico di chi realizza i nuovi edifici, e non dell'ente gestore della infrastruttura ferroviaria.

In entrambe le fasce, comunque, i ricettori sensibili (scuole, case di riposo, case di cura, ospedali) vengono tutelati con limiti molto più restrittivi (50 dBA diurni, 40 notturni). Per le scuole si applica solo il limite diurno.

Per le linee di nuova costruzione ad alta velocità, invece, esiste una unica fascia di pertinenza ampia 250 m, all'interno della quale vigono i limiti di immissione di 65 dB(A) diurni e di 55 dB(A) notturni, tranne che per i ricettori sensibili di cui sopra, che mantengono i valori limite su indicati.

Le altre sorgenti di rumore debbono rispettare i relativi limiti di immissione, come se la sorgente ferroviaria non ci fosse, entro le fasce di pertinenza di quest'ultima. Inoltre, al di fuori delle fasce di pertinenza, il rumore ferroviario concorre al raggiungimento dei limiti di immissione complessivi previsti sulla base della classificazione acustica delle aree.

Questo decreto è estremamente importante anche per il fatto che costituisce il "capostipite" della serie di decreti che dovranno normare le altre infrastrutture fisse legate al trasporto, in particolare traffico stradale ed attività portuali. Il decreto sul rumore ferroviario stabilisce quindi un importante precedente, ed i concetti di area di pertinenza della infrastruttura e di differenziazione dei limiti di rumorosità applicabili all'infrastruttura da quelli applicabili alle altre sorgenti costituiscono sicuramente l'ossatura su cui verranno basati anche gli attesi decreti attuativi sul rumore stradale e sulle attività portuali (e le bozze recentemente circolate di tali decreti confermano tale ipotesi).

A rigore questo decreto è esplicitamente non applicabile al rumore prodotto dalle tranvie. Tuttavia, come mostrato nel successivo paragrafo, il Ministero dell'Ambiente ha fornito indicazioni che ne consentono l'estensione, su fascia di pertinenza più limitata, anche per il caso delle tranvie urbane.

- *Decreto del Ministero dell'Ambiente 29/11/2000 (G.U. n. del 6 dicembre 2000)*. Il decreto definisce i criteri per la predisposizione dei piani di contenimento e abbattimento del rumore nel settore delle infrastrutture di trasporto (stradale, ferroviario, aeroportuale). All'art. 1 la norma stabilisce i criteri tecnici da adottare da parte delle società e degli enti gestori delle infrastrutture di trasporto, ai fini della redazione di un piano di contenimento e abbattimento del rumore prodotto dall'infrastruttura stessa.

Nei successivi articoli vengono definiti gli obblighi del gestore (art.2), i criteri di priorità degli interventi (art.3), gli obiettivi delle attività di risanamento (art.4), gli oneri e le modalità di risanamento (art.5), le attività di controllo (art.6).

L'articolo più importante è il n.2, che stabilisce le attività da svolgere e le scadenze temporali delle stesse.

Si distingue anzitutto tra tre tipi di infrastrutture:

- 1) Stradali e ferroviarie di importanza locale e regionale
- 2) Stradali e ferroviarie di importanza nazionale e interregionale
- 3) Aeroporti

La prima scadenza temporale è prevista dopo 18 mesi dall'entrata in vigore del decreto, quindi è il 4 agosto 2002: entro tale data l'ente gestore dell'infrastruttura deve presentare alla regione competente una relazione sulla verifica del rispetto dei limiti di rumorosità, con individuazione delle aree ove essi sono superati.

Entro ulteriori 18 mesi dalla presentazione di tale relazione, l'ente gestore deve poi presentare il piano di contenimento ed abbattimento del rumore. Tale termine di 18 mesi scatta anche successivamente, in seguito a modificazioni delle infrastrutture o dei flussi veicolari insistenti sulle stesse, tali da scatenare un superamento "ex novo" dei limiti di rumorosità.

Gli obiettivi di risanamento previsti dal piano suddetto debbono poi essere effettivamente conseguiti entro ulteriori 15 anni, anche se la Regione può, in determinate situazioni, fissare un termine diverso.

Un ulteriore scadenza temporale è poi fissata dall'art.6 (Attività di controllo): entro il 31 marzo di ogni anno, e comunque entro tre mesi dall'entrata in vigore del decreto, gli enti gestori delle infrastrutture di trasporto debbono comunicare al Ministero dell'Ambiente, alla Regione ed al Comune, l'entità dei fondi accantonati annualmente e complessivamente a partire dalla data di entrata in vigore della L.447/95 e lo stato di avanzamento dei singoli interventi previsti, sia in corso che già conclusi.

Particolarmente interessanti sono poi i due allegati al decreto: l'allegato 1 contiene una metodica di quantificazione numerica dell'indice di priorità degli interventi di risanamento. Tale indice è ottenuto come somma dei prodotti fra la differenza fra livello sonoro prodotto dall'infrastruttura e limite di legge, ed il numero R di ricettori compreso in ciascuna area caratterizzata da un valore uniforme di tale differenza. Il numero di ricettori R si calcola convenzionalmente come prodotto dell'area per l'indice demografico statistico ad essa pertinente, a parte il caso delle strutture sanitarie (n. di posti letto x 4) e delle scuole (n. degli alunni x 3).

L'allegato 2 descrive infine le modalità tecniche di valutazione della rumorosità mediante modelli di calcolo numerico, di cui vengono descritte le caratteristiche funzionali minime, ed i criteri di progettazione acustica delle opere di mitigazione.

- *DPR 30 Marzo 2004, n. 142*

Questo decreto fissa i limiti di rumorosità ammessi per le sorgenti di rumore stradale, nonché l'estensione delle cosiddette "fasce di pertinenza" circostanti le infrastrutture stradali ed autostradali.

Le infrastrutture stradali sono definite dall'articolo 2 del decreto legislativo del 30 aprile 1992, n. 285, e successive modifiche, nonché dall'allegato 1 al presente decreto:

- A. autostrade;
- B. strade extraurbane principali;
- C. strade extraurbane secondarie;
- D. strade urbane di scorrimento;
- E. strade urbane di quartiere;
- F. strade locali.

Si distingue inoltre fra infrastrutture esistenti ed infrastrutture di nuova realizzazione.

Alle infrastrutture stradali non si applicano i limiti di emissione, né i valori attenzione e di qualità definiti dagli art. 2, 6 e 7 del DPCM 14/11/1997. Vengono definite fasce di pertinenza delle infrastrutture stradali, dotate di specifici limiti, in generale non coincidenti con quelli imposti dalla zonizzazione acustica, e si stabilisce che all'interno delle fasce di pertinenza il rumore prodotto dalle infrastrutture stradali vada valutato escludendo il contributo di altre sorgenti di rumore.

L'ampiezza delle fasce di pertinenza ed i limiti di immissione per il rumore stradale che debbono essere rispettati all'interno di tali fasce sono definiti in due tabelle allegate al decreto, la prima si riferisce alle infrastrutture di nuova costruzione, la seconda alle infrastrutture esistenti.

Le altre sorgenti di rumore debbono rispettare i relativi limiti di immissione, come se la sorgente di rumore stradale non ci fosse, entro le fasce di pertinenza di quest'ultima. Infine, al di fuori delle fasce di pertinenza, il rumore stradale concorre al raggiungimento dei limiti di immissione complessivi previsti sulla base della classificazione acustica delle aree.

Mentre per le infrastrutture di nuova realizzazione è prevista una unica fascia di pertinenza, per le infrastrutture esistenti di categoria A, B e C vengono definite due fasce, denominate fascia A e fascia B, con limiti sonori differenziati.

- *D.G.R. FVG 2870 del 17.12.2009 "Criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e clima acustico ai sensi dell'articolo 18, comma 1, lettera c) della legge regionale 18 giugno 2007, n. 16.*

5.1.2. Criteri e modalità di misura

Si ritiene che, viste le caratteristiche dei cantieri e delle lavorazioni da monitorare, le misure del rumore dovranno essere eseguite a breve termine per ciascuna postazione di misura individuata. Per breve termine vanno intesi rilevamenti spot per la durata di 60 minuti.

Si prevede un rilevamento a breve termine in corrispondenza di ognuna delle nove rotatorie in progetto. Il rilevamento è collocato temporalmente in corrispondenza della lavorazione ritenuta più impattante dal punto di vista acustico.

Nel paragrafo *5.4-Programmazione attività*, sulla base del cronoprogramma previsto nel progetto esecutivo, sono identificate le collocazioni temporali delle misure in corrispondenza dell'avanzamento dei lavori.

I valori ottenuti dalle misure dovranno essere confrontati con i livelli massimi stabiliti dalla normativa vigente.

Il microfono deve essere posto ad una distanza di 1 m dalle facciate dell'edificio da monitorare e la quota da terra del punto di misura deve essere pari a 4 m.

Le misure dovranno essere effettuate, come prescritto nel Decreto di non assoggettabilità a VIA, soltanto nella fase di cantiere. Per ogni rotatoria, sulla base del progetto esecutivo, ed in particolare considerato il cronoprogramma e la fasizzazione, sono state individuate le lavorazioni ritenute più critiche dal punto di vista acustico ed in corrispondenza di queste sono stati programmati i rilevamenti. Grazie all'esperienza maturata dai progettisti in direzioni lavori per interventi simili, e da informazioni reperite in bibliografia, si ritiene che la lavorazione più impattante dal punto di vista del rumore sia il taglio della pavimentazione stradale bituminosa.

Per quanto riguarda la fase di cantiere, potrà essere richiesta l'Autorizzazione Comunale di deroga ai limiti di zona per attività temporanea di cantiere, così come previsto dall'art. 1, comma 4, del DCPM 01.03.1991, che prevede che *"Le attività temporanee, quali cantieri edili,, qualora comportino l'impiego di macchinari ed impianti rumorosi, debbono essere autorizzate anche in deroga ai limiti del presente decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, dal sindaco, il quale stabilisce le opportune prescrizioni per limitare l'inquinamento acustico sentita la competente USL"*.

Da un'indagine effettuata presso l'Ufficio Urbanistica e Pianificazione dei comuni interessati dagli interventi emerge che nessun comune si è ancora dotato di Piano di Classificazione Acustica.

La valutazione del rumore verrà effettuata mediante una strumentazione di misura avente le caratteristiche rispondenti all'art. 2 del Decreto Min. Ambiente 16.03.1998 *"Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"* (G.U. n° 76 del 01.04.1998).

In particolare dovrà essere adottato un fonometro di classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994. I filtri e i microfoni utilizzati per le misure devono essere conformi, rispettivamente, alle norme EN 61260/1993 (IEC 1260) e EN 61094-1/1994, EN 61094-2/1993, EN 61094-3/1995, EN 61094-4/1995. I calibratori devono essere conformi alle norme CEI 29-4.

Gli strumenti ed i sistemi di misura devono essere provvisti di certificato di taratura e controllati almeno ogni due anni per la verifica della conformità alle specifiche tecniche. Il controllo periodico deve essere eseguito presso laboratori accreditati da un servizio di taratura nazionale (SNC Sistema Nazionale di Taratura), ai sensi della legge 11 agosto 1991, n. 273.

Si precisa, inoltre, che le macchine e le attrezzature utilizzate dovranno essere preferibilmente conformi a quanto previsto dal D.Lgs. 262/02. Delle stesse dovranno essere riportati i dati identificativi.

I rilievi dovranno essere eseguiti da tecnico abilitato, in possesso della qualifica di Tecnico Competente in Acustica Ambientale ai sensi dell'art. 1 del DPCM 31.03.1998.

I criteri e le modalità di esecuzione delle misure sono indicati nell'allegato B – *Norme tecniche per l'esecuzione delle misure* e nell'allegato C, punto 2 – *Metodologia di misura del rumore stradale* del Decreto Min. Ambiente 16.03.1998, che si riporta di seguito.

Le modalità per la presentazione dei risultati delle misure sono indicate nell'allegato D – *Presentazione dei risultati* del decreto sopraccitato.

Inoltre si potrà fare riferimento a quanto riportato nei CRITERI DI BASE, punto 7, dell'allegato alla DGR 2870 del 17.12.2009 "Criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e clima acustico", ai sensi dell'articolo 18, comma 1, lettera c) della LR 18.06.2007 n°16, con particolare riferimento alla norme UNI 9884:97, UNI 10855:99 e UNI serie 11143:2005.

5.1.3. Parametri acustici rilevati

Per rumore si intende un suono che presenti caratteristiche tali, sia come qualità, sia come intensità, da risultare fastidioso o addirittura dannoso per la salute. Il suono è una oscillazione di pressione che si propaga in un mezzo elastico (gassoso, liquido o solido). Le principali caratteristiche di un suono sono le seguenti:

- **Frequenza (f):** numero di cicli completi nell'unità di tempo; la caratteristica di un suono, da basso ad acuto, dipende dalla frequenza;
- **Ampiezza (A):** ampiezza dell'onda; è un parametro indicativo del livello sonoro (il cosiddetto volume);

- **Velocità di propagazione:** nell'aria in condizioni standard di temperatura, umidità e pressione è pari a 344 m/s (1.238 km/h);

Le grandezze fisiche idonee a definire una sorgente sonora sono:

- **Potenza acustica:** energia sonora irradiata dalla sorgente, si misura in watt;
- **Intensità acustica:** potenza acustica che attraversa una superficie unitaria perpendicolare alla direzione di propagazione; più ci si allontana dalla sorgente e maggiore è la superficie interessata. L'unità di misura è il watt/m²;
- **Pressione acustica:** perturbazione subita dall'aria per effetto della sorgente sonora; è equivalente alla differenza tra la pressione p(t) in un dato istante e quella p₀ esistente prima dell'inizio del fenomeno sonoro. E' questa la grandezza che meglio descrive il fenomeno acustico e viene espressa in Pascal;
- **Pressione sonora:** poiché la pressione istantanea varia molto rapidamente in funzione del tempo, in acustica si misura il valore efficace delle variazioni (valore quadratico medio), chiamato pressione sonora (N/m²).

Data l'ampiezza del campo dinamico dell'udito umano si preferisce esprimere i parametri acustici come logaritmo del rapporto tra valore misurato (p) ed un valore di riferimento pari alla più piccola pressione in grado di produrre una sensazione sonora (p₀):

$$L_p = 10 \log_{10} (p^2 / p_0^2)$$

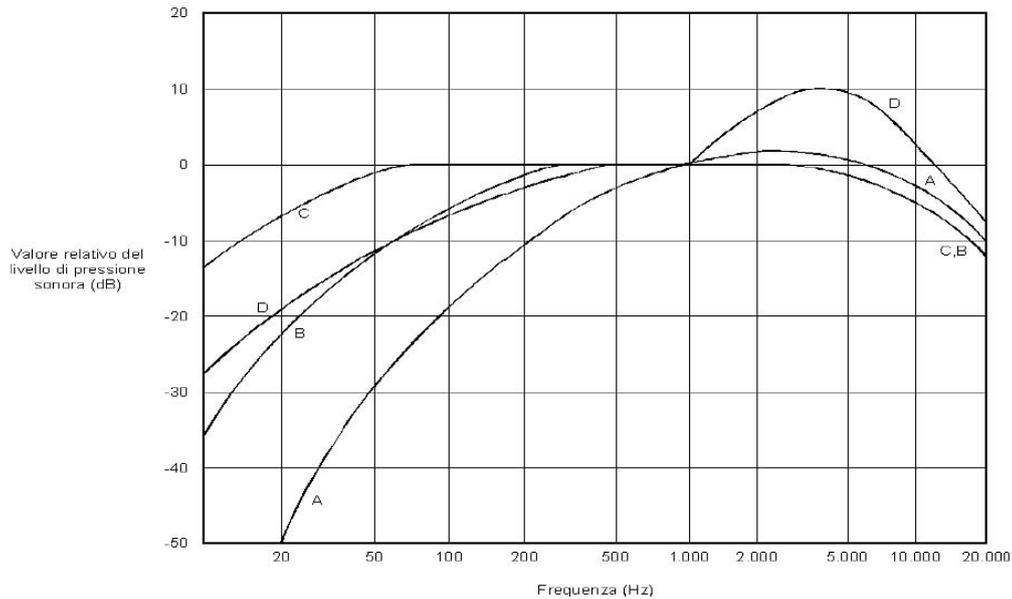
Come unità di misura viene utilizzato il decibel (dB); in effetti il dB non è una vera unità di misura, bensì un modo per esprimere una misura. E' possibile in tal modo comprimere la gamma dei rumori in un range compreso tra 0 e 120 dB, ogni 3 dB si ha un raddoppio della pressione sonora.

5.1.3.1 Indicatori primari

I rumori, anche quelli stazionari, presentano sempre delle fluttuazioni; per tale motivo, al fine di meglio valutarne l'esposizione, è stato ricavato il cosiddetto **Livello equivalente continuo (Leq)** che rappresenta il livello di un ipotetico rumore costante, della stessa durata ed energeticamente equivalente al rumore variabile misurato: è in pratica la media del fenomeno complessivo. Poiché l'orecchio umano non presenta la stessa sensibilità alle diverse frequenze, occorre correggere le misure mediante delle curve di ponderazione che tengano conto della minore sensibilità alle alte e, soprattutto, alle basse frequenze. La curva utilizzata per le misure di rumorosità ambientale è la curva A: per tale motivo, i risultati vengono indicati come dBA.

La seguente figura riporta gli andamenti in frequenza delle curve normalizzate di ponderazione.

Curve di ponderazione normalizzate



Il livello continuo equivalente di pressione sonora si esprime con la formula:

$$L_{Aeq, T_e} = 10 \log_{10} \left\{ \frac{1}{T_e} \int_0^{T_e} \left[\frac{p_A(t)}{p_0} \right]^2 dt \right\}$$

T_e = durata dell'esposizione al rumore;

p₀ = 20 µPa valore delle pressione sonora di riferimento;

p_A = pressione acustica istantanea ponderata secondo la curva A.

I livelli di rumore sono generalmente variabili ed è per tale motivo che le risposte dinamiche dei fonometri sono regolabili per adeguarsi alle caratteristiche del fenomeno in esame. I tempi di risposta utilizzati sono i seguenti:

Costante	Tempo	Caratteristiche	Impiego
Slow	1 s	Riduce e livella le variazioni, riporta la media dei valori	Valutazione del rumore industriale discontinuo e variabile
Fast	125 ms	Simula il tempo di percezione dell'orecchio umano	Valutazione del rumore continuo e costante (industriale, comunità, traffico)
Impulse	35 ms	Simula la reazione dell'orecchio a suoni impulsivi	Misura di rumori impulsivi (la misura è memorizzata per 3 secondi)
Peak	0,03 ms	Misura il valore effettivo di picco	Valutazione dell'esposizione a rumori impulsivi

Il livello equivalente di rumore esprime il livello energetico medio del rumore ponderato in curva A ed è utilizzato per la definizione dei limiti di accettabilità. Il limite di accettabilità viene corretto in presenza di componenti tonali e/o di componenti impulsive.

Componenti tonali e impulsive

In base al Decreto 16 marzo 1998, un rumore è considerato avente componenti impulsive quando l'evento è ripetitivo e quando la differenza tra i livelli massimi della pressione sonora misurati con costanti di tempo "slow" e "impulse" è superiore a 6dB; inoltre la durata dell'evento a -10dB dal valore del livello massimo con costante di tempo "fast" è inferiore ad 1 secondo. Un evento sonoro impulsivo si considera ripetitivo quando si verifica almeno 10 volte nell'arco di un'ora nel periodo diurno ed almeno 2 volte nell'arco di un'ora nel periodo notturno. In tali casi il valore di $Leq(A)$ deve essere maggiorato di 3 dBA.

Nel caso in cui si riconosca soggettivamente la presenza di componenti tonali di rumore, il Decreto 16 marzo 1998 richiede che venga svolta una analisi spettrale del rumore per bande di 1/3 di ottava. Quando all'interno di una banda di 1/3 di ottava, il livello di pressione sonora supera di almeno 5 dB i livelli di pressione sonora di ambedue le bande adiacenti, viene riconosciuta la presenza di componenti tonali penalizzanti nel rumore. E' inoltre necessario che le componenti tonali abbiano carattere stazionario nel tempo e in frequenza. Anche in questo caso, il valore del rumore misurato in $Leq(A)$ deve essere maggiorato di 3 dBA.

Componenti bassa frequenza

Se le analisi in frequenza svolte per la verifica delle componenti tonali rilevano la presenza di componenti tonali tra 20 Hz e 200 Hz si applica, limitatamente al periodo notturno, una correzione ulteriore di 3 dBA.

5.1.3.2 Indicatori secondari

Il livello equivalente di rumore utilizzato dalla normativa italiana come indicatore di riferimento è, per sua definizione, un dato cieco per quanto riguarda la natura delle sorgenti. I valori di livello equivalente che il sistema di rilevamento fornisce devono quindi poter essere interpretati con l'ausilio di altri indicatori sensibili alle caratteristiche delle sorgenti di rumore.

Tale esigenza è particolarmente sentita nei casi in cui il monitoraggio del rumore è affidato a stazioni fisse che, funzionando autonomamente senza l'ausilio costante di un tecnico, non sono accompagnate da un responso di "fonometria auricolare". Gli indicatori che possono consentire la valutazione e l'interpretazione dei rilievi di rumore sono i livelli percentili, i livelli minimo e massimo, l'andamento temporale in dBA fast, lo spettro di frequenza, ecc. L'analisi della distribuzione statistica in bande può inoltre, in alcuni casi, fornire una significativa opportunità per migliorare l'interpretazione dei dati rilevati. Gli indicatori che tuttavia hanno dimostrato la più alta specificità in caso di monitoraggi stradali sono i livelli percentili L5, L50, L95, il livello massimo L_{max} e il livello minimo L_{min} .

Livello percentile L5

L'indice percentile L5 connota gli eventi di rumore ad alto contenuto energetico (livelli di picco).

Livello percentile L50

L50 è utilizzabile come indice di valutazione del flusso autoveicolare: se il flusso veicolare totale aumenta, l'indice L50 tende al valore di Leq rispetto al quale si mantiene di 2-3 dBA più basso. Se il flusso veicolare ha caratteristiche di discontinuità ed è di natura "locale", tale differenza può raggiungere e superare i 20 dBA.

Livello percentile L95

L'indice percentile L95 è rappresentativo del rumore di fondo dell'area in cui è localizzata la stazione di monitoraggio e consente di valutare il livello delle sorgenti fisse che emettono con modalità stazionarie.

Livello massimo Lmax

Il livello massimo Lmax connota gli eventi di rumore a massimo contenuto energetico quali il passaggio di moto, di autoambulanze, etc. e consente di individuare, se è disponibile la time-history in dBA fast, gli eventi statisticamente atipici da eliminare nella valutazione del rumore ambientale di breve o lungo periodo.

Lmax è il migliore descrittore del disturbo e delle alterazioni delle fasi del sonno, e di tutte le condizioni di esposizione dove conta di più il numero degli eventi ad alto contenuto energetico rispetto alla "dose" (fasi di apprendimento, disturbo alle attività didattiche, attività che richiedono concentrazione, etc.).

Livello minimo Lmin

La sequenza storica dei livelli minimi Lmin consente di verificare l'entità del rumore di fondo ambientale. In area urbana, dove il rumore di fondo è dovuto sostanzialmente al traffico veicolare, Lmin diventa un indicatore del volume di traffico complessivo in transito nell'area: i valori massimi di Lmin indicano i momenti in cui si verificano i flussi massimi.

Nel caso di sorgenti fisse che emettono rumore continuo, Lmin.h è l'unico riscontro oggettivo del loro livello e della loro durata.

Distribuzione statistica

analisi statistica della distribuzione dei livelli di rumore all'interno del periodo di misura integra le informazioni fornite dai livelli statistici e mette a disposizione ulteriori elementi di valutazione del clima di rumore.

5.1.4. Figure professionali necessarie

I rilievi dovranno essere eseguiti da tecnico abilitato, in possesso della qualifica di Tecnico Competente in Acustica ambientale ai sensi dell'art. 1 del DPCM 31.03.1998.

5.1.5. Criteri di scelta dei punti di monitoraggio

La scelta del dimensionamento e posizionamento dei punti di misura risponde all'esigenza di ottenere un quadro conoscitivo dettagliato e approfondito dei livelli di inquinamento acustico e delle sue cause negli ambiti territoriali interessati dal progetto di monitoraggio. Inoltre, definiti i criteri generali, la localizzazione iniziale dei punti di misura viene effettuata sulla base della documentazione di progetto oggi disponibile e sulle caratteristiche del sistema ricettore presente sul territorio. Tuttavia è necessario predisporre un'architettura facilmente e dinamicamente riconfigurabile sulla base dell'evolversi della situazione operativa dei lavori previsti e dei risultati stessi dell'attività di

monitoraggio. In particolare, le attività di monitoraggio in corso d'opera potranno far emergere la necessità di modificare la scelta dei siti ottimizzandone la localizzazione.

I punti di monitoraggio sono selezionati considerando i seguenti criteri:

Caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore

Le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore sono definite in base alle attuali destinazioni d'uso del territorio e, quando disponibili, agli strumenti urbanistici vigenti, in sintonia ai riferimenti contenuti nel DPCM 14/11/1997.

Attuale presenza di sorgenti di rumore

La presenza di sorgenti di rumore non correlabili alle attività in progetto è riferita a:

- infrastrutture di trasporto stradale principali e secondarie,
- infrastrutture di trasporto ferroviario,
- insediamenti industriali, impianti tecnologici fissi, ecc..

Inoltre per il controllo dei cantieri e del fronte di avanzamento dei lavori (FAL):

- Distanza dei ricettori dalle aree di cantiere
- Distanza dei ricettori dalla viabilità di cantiere
- Distanza dei ricettori dal fronte avanzamento lavori

Le tipologie di ricettori identificati a seguito di sopralluoghi preliminari e alla consultazione del censimento dei ricettori sono:

- edifici residenziali;
- commerciale, terziario;
- industriale, artigianale;
- edifici militari.

5.1.6. Localizzazione dei punti di monitoraggio

La localizzazione dei punti di monitoraggio destinati al sistema di controllo del rumore correlato alla realizzazione dei Lavori di Riqualificazione, è stata effettuata in base alle informazioni territoriali disponibili e al progetto dei cantieri.

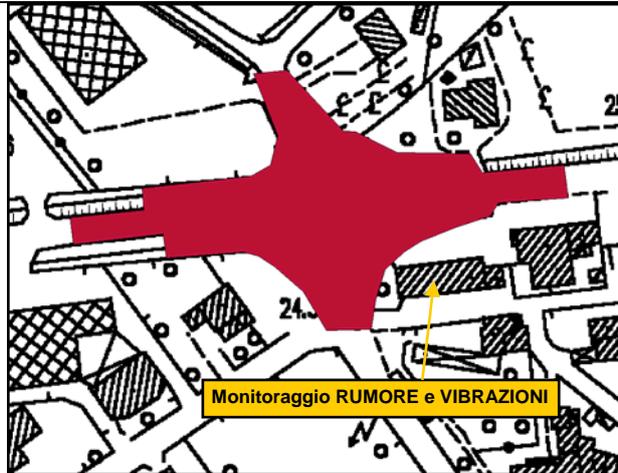
Per il corso d'opera, sono inoltre da distinguere nelle tre componenti principali:

- aree di cantiere;
- fronte d'avanzamento lavori;
- viabilità di cantiere.

Sulla base dei progetti esecutivi degli interventi, sono state individuate nel cronoprogramma le lavorazioni più critiche dal punto di vista acustico e in corrispondenza di queste sono stati pianificati i rilevamenti.

Considerati i nove interventi distinti (nove rotatorie), sono stati programmati nove rilevamenti a breve termine in corrispondenza della lavorazione considerata più rumorosa in ciascun cantiere.

RUM01 – punto di monitoraggio del rumore in corso d'opera per l'intervento al Km 87+365

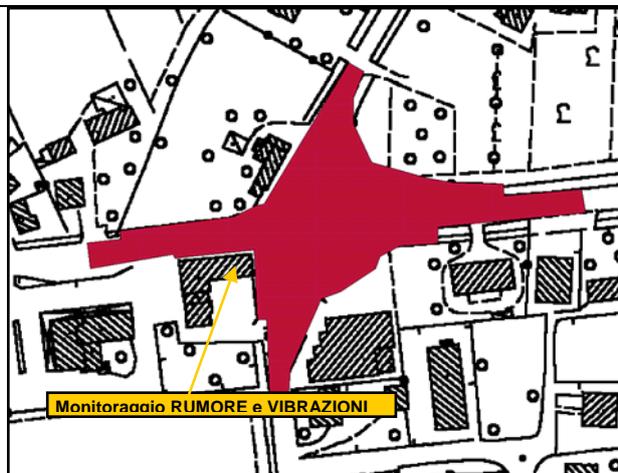


Estratto della planimetria dei punti di monitoraggio

Foto del ricettore individuato per il rilevamento

Il rilevamento acustico a breve durata verrà eseguito in corrispondenza del taglio della pavimentazione stradale bituminosa. Indicativamente, da cronoprogramma di progetto, tale lavorazione verrà eseguita alla terza settimana dall'inizio dei lavori.

RUM02 – punto di monitoraggio del rumore in corso d'opera per l'intervento al Km 88+550

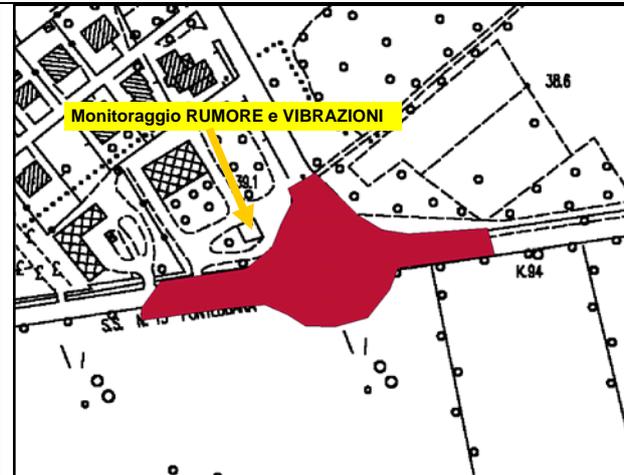


Estratto della planimetria dei punti di monitoraggio

Foto del ricettore individuato per il rilevamento

Il rilevamento acustico a breve durata verrà eseguito in corrispondenza del taglio della pavimentazione stradale bituminosa. Indicativamente, da cronoprogramma di progetto, tale lavorazione verrà eseguita alla quarta settimana dall'inizio dei lavori.

RUM03 – punto di monitoraggio del rumore in corso d'opera per l'intervento al Km 94+000

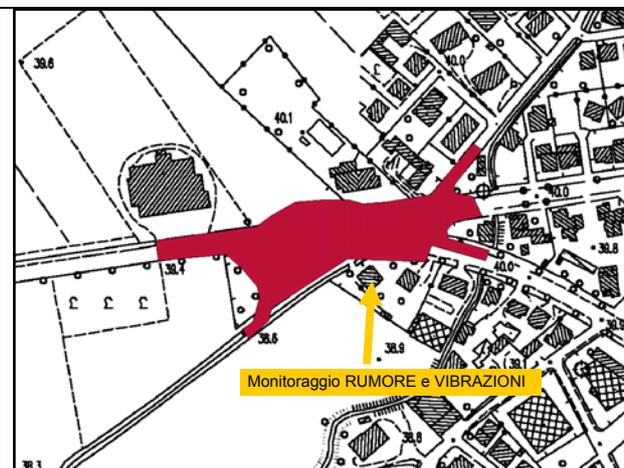


Estratto della planimetria dei punti di monitoraggio

Foto del ricettore individuato per il rilevamento

Il rilevamento acustico a breve durata verrà eseguito in corrispondenza del taglio della pavimentazione stradale bituminosa. Indicativamente, da cronoprogramma di progetto, tale lavorazione verrà eseguita alla terza settimana dall'inizio dei lavori.

RUM04 – punto di monitoraggio del rumore in corso d'opera per l'intervento al Km 94+400

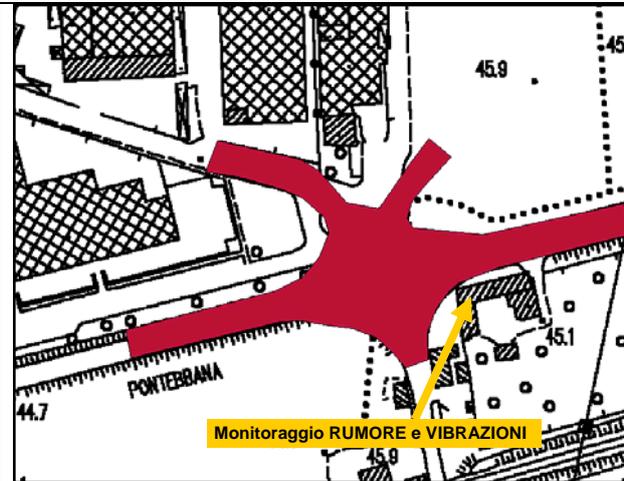


Estratto della planimetria dei punti di monitoraggio

Foto del ricettore individuato per il rilevamento

Il rilevamento acustico a breve durata verrà eseguito in corrispondenza del taglio della pavimentazione stradale bituminosa. Indicativamente, da cronoprogramma di progetto, tale lavorazione verrà eseguita alla terza settimana dall'inizio dei lavori.

RUM05 – punto di monitoraggio del rumore in corso d'opera per l'intervento al Km 97+200

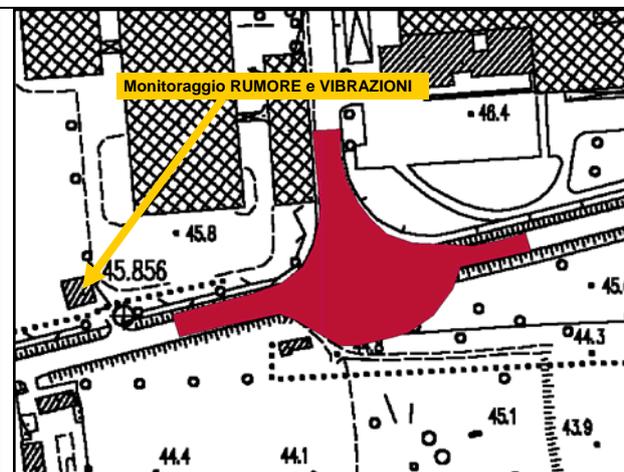


Estratto della planimetria dei punti di monitoraggio

Foto del ricettore individuato per il rilevamento

Il rilevamento acustico a breve durata verrà eseguito in corrispondenza del taglio della pavimentazione stradale bituminosa. Indicativamente, da cronoprogramma di progetto, tale lavorazione verrà eseguita alla terza settimana dall'inizio dei lavori.

RUM06 – punto di monitoraggio del rumore in corso d'opera per l'intervento al Km 97+580

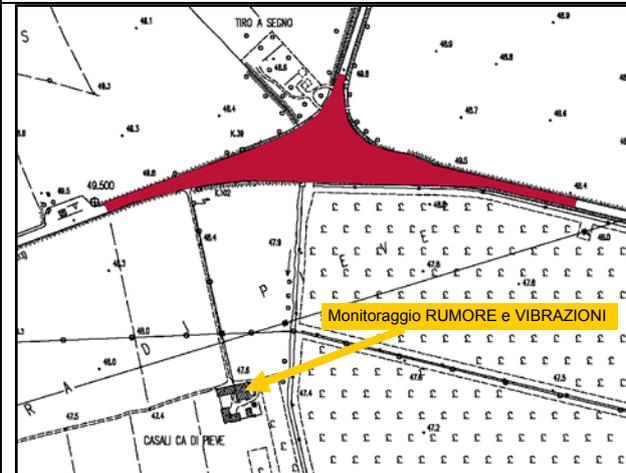


Estratto della planimetria dei punti di monitoraggio

Foto del ricettore individuato per il rilevamento

Il rilevamento acustico a breve durata verrà eseguito in corrispondenza del taglio della pavimentazione stradale bituminosa. Indicativamente, da cronoprogramma di progetto, tale lavorazione verrà eseguita alla terza settimana dall'inizio dei lavori.

RUM07 – punto di monitoraggio del rumore in corso d'opera per l'intervento al Km 102+160

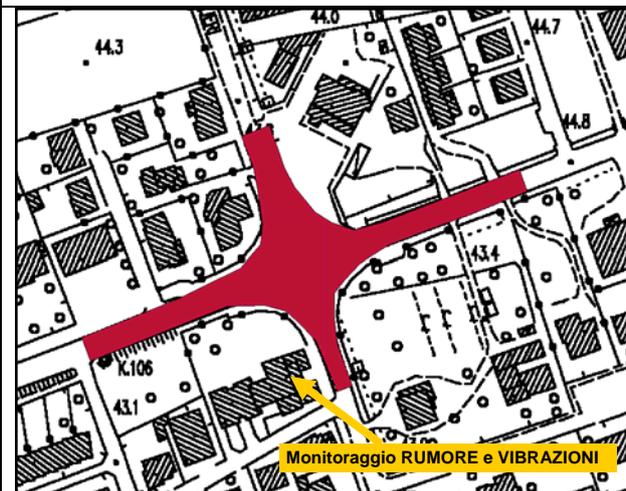


Estratto della planimetria dei punti di monitoraggio

Foto del ricettore individuato per il rilevamento

Il rilevamento acustico a breve durata verrà eseguito in corrispondenza del taglio della pavimentazione stradale bituminosa. Indicativamente, da cronoprogramma di progetto, tale lavorazione verrà eseguita alla terza settimana dall'inizio dei lavori.

RUM08 – punto di monitoraggio del rumore in corso d'opera per l'intervento al Km 106+129

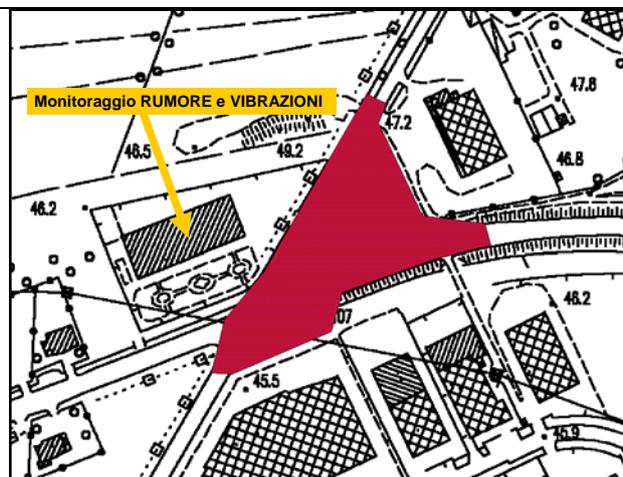


Estratto della planimetria dei punti di monitoraggio

Foto del ricettore individuato per il rilevamento

Il rilevamento acustico a breve durata verrà eseguito in corrispondenza del taglio della pavimentazione stradale bituminosa. Indicativamente, da cronoprogramma di progetto, tale lavorazione verrà eseguita alla seconda settimana dall'inizio dei lavori.

RUM09 – punto di monitoraggio del rumore in corso d'opera per l'intervento al Km 106+980



Estratto della planimetria dei punti di monitoraggio

Foto del ricettore individuato per il rilevamento

Il rilevamento acustico a breve durata verrà eseguito in corrispondenza del taglio della pavimentazione stradale bituminosa. Indicativamente, da cronoprogramma di progetto, tale lavorazione verrà eseguita alla seconda settimana dall'inizio dei lavori.

La scelta della metodica dipende dalle caratteristiche delle principali sorgenti presenti nel territorio e dal livello di criticità atteso.

I punti di monitoraggio sono stati definiti in base a criteri di rappresentatività del tipo di lavorazione e alla sensibilità espressa dal sistema ricettore, sia in termini di limiti massimi di immissione sia di consistenza del sistema insediativo.

5.1.7. Rapporto dei risultati dei rilevamenti

Secondo l'allegato D del Dm 16.03.1998 la presentazione dei risultati delle misure consisterà in un rapporto contenente almeno i seguenti dati:

- a) *data, luogo, ora del rilevamento e descrizione delle condizioni meteorologiche, velocità e direzione del vento;*
- b) *tempo di riferimento, di osservazione e di misura;*
- c) *catena di misura completa, precisando la strumentazione impiegata e relativo grado di precisione; e del certificato di verifica della taratura;*
- d) *i livelli di rumore rilevati;*
- e) *classe di destinazione d'uso alla quale appartiene il luogo di misura;*
- f) *le conclusioni;*
- g) *modello, tipo, dinamica e risposta in frequenza nel caso di utilizzo di un sistema di registrazione o riproduzione;*

- h) elenco nominativo degli osservatori che hanno presenziato alla misurazione;*
- i) identificativo e firma leggibile del tecnico competente che ha eseguito le misure.*

5.1.8. Validazione dei dati

Il piano fornisce una guida alle procedure / attività di monitoraggio, per le quali sarà data preventiva comunicazione all'ARPA al fine di concordare definitivamente le stazioni di misura (anche con sopralluoghi preventivi), nonché le metodologie di campionamento, elaborazione e restituzione dei dati.

I dati rilevati dovranno essere inviati all'ARPA competente per le necessarie procedure di validazione.

5.2. MONITORAGGIO DELLE VIBRAZIONI

Il monitoraggio corso d'opera della componente "vibrazioni" è finalizzato alla verifica dei livelli raggiunti, in particolare presso i cantieri e i fronti di avanzamento dei lavori, in corrispondenza delle zone dove, secondo la tipologia delle lavorazioni, sono presumibili alterazioni dei livelli attuali. Particolare interesse verrà rivolto in corrispondenza delle situazioni ritenute più critiche sulla base del cronoprogramma delle lavorazioni previsto nel progetto esecutivo.

Il presente documento riguarda le modalità e le metodologie attraverso le quali sviluppare il monitoraggio ambientale relativamente alla componente vibrazioni, con riferimento alle fasi di cantiere come prescritto dal Decreto n° 2763 del Servizio Regionale Valutazione Impatto Ambientale datato 14.10.2010.

5.2.1. Quadro normativo

Per quanto riguarda la misura delle vibrazioni negli edifici ed i criteri di valutazione del disturbo, in Italia si fa riferimento alla norma UNI 9614 del 1990 che è in parziale accordo con i contenuti di altre norme internazionali: ISO 2631/1 e ISO 2631/2. Dovrà essere rispettata anche la norma UNI 9916.

Poiché gli effetti prodotti dalle vibrazioni sono differenti a seconda della frequenza delle accelerazioni, per la misura vanno impiegati dei filtri che ponderano le accelerazioni a seconda del loro effetto sul soggetto esposto. Analogamente a quanto avviene per la misura del rumore, dove viene applicata una curva di ponderazione A nella banda di frequenza 20Hz-20kHz, anche nel campo vibrazionale viene applicata una ponderazione per tenere conto della diversa sensibilità del corpo umano alle differenti frequenze per esposizioni in direzione longitudinale alla colonna dorsale (asse z), in direzione trasversale (asse x-y), con postura non nota o variabile.

Le valutazioni (previsioni e/o misure dirette di controllo) debbono essere condotte facendo riferimento a livelli (RMS) di accelerazione ponderati con le curve spettrali prima indicate; anche per questo aspetto le altre norme europee fanno anche riferimento a livelli vibrazionali espressi in termini di velocità di vibrazione.

Il territorio va suddiviso in Aree classificate in funzione della destinazione d'uso in senso urbanistico; in appendice alla norma UNI 9614 sono individuate cinque aree, ognuna con limiti diversi: aree critiche, abitazioni (notte), abitazioni (giorno), uffici, fabbriche. La tabella successiva riporta i limiti stabiliti dalla norma suddetta, con l'indicazione dei valori relativi all'accelerazione e alla velocità, definiti quale soglia vibrazionale al di sopra della quale possono verificarsi disturbi a carico degli abitanti della zona interessata. E' bene precisare che tali valori sono appena superiori alla soglia di percezione e di molto inferiori a quelli minimi di rischio per la salute.

CLASSE	DESTINAZIONI D'USO DEL TERRITORIO	LIVELLO [dBpa]			ACCELERAZIONE [mm/s ²]			VELOCITA' [μ m/s]		
		Asse Z	Assi X Y	Var.	Long.	Trasv.	Var.	Long.	Trasv.	Var.
I	Aree critiche	74	71	71	5,0	3,6	3,6	100	280	100
II	Abitazioni (notte)	77	74	74	7,0	5,0	5,0	140	400	140
III	Abitazioni (giorno)	80	77	77	10,0	7,2	7,2	200	560	200
IV	Uffici	86	83	83	20,0	14,4	14,4	400	1.100	400
V	Fabbriche	92	89	89	40,0	28,8	28,8	800	2.200	800

5.2.2. Criteri e modalità di misura

La misura delle vibrazioni negli edifici è divenuta un problema di rilevante importanza per una serie di motivi:

- il riconoscimento del problema: quando occorre valutare se l'entità delle vibrazioni può interessare l'integrità strutturale degli edifici;
- verifiche o controlli: quando si voglia rapportare il livello delle vibrazioni ai limiti imposti dalle normative specifiche;
- diagnostica: quando si renda necessario verificare se la presenza o meno di danneggiamenti strutturali sia attribuibile al superamento di soglie di vibrazioni;
- previsione: quando si voglia valutare l'attitudine dell'edificio a sopportare carichi dinamici accidentali.

Per questi motivi in Italia si fa riferimento alla Norma UNI 11048:2003 "Vibrazioni meccaniche ed urti – Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo"

Altra norma di riferimento è la UNI 9916 del novembre 1991 (Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici) che è in sostanziale accordo con i contenuti di altre norme internazionali: ISO 4866, DIN 4150/3, BS 6472.

La normativa definisce come parametro di riferimento per la valutazione degli effetti delle vibrazioni il massimo valore (o di picco) delle componenti delle velocità di vibrazione (V_x , V_y , V_z) valutate alla fondazione (basamento) o sul pavimento dell'ultimo piano (in quota).

La stessa norma UNI 9916 fornisce in appendice (Prospetto IV – Velocità ammissibili) alcuni valori di riferimento, riportati nella tabella successiva.

CATEGORIA	TIPI DI STRUTTURE	Misura alla fondazione Campi di frequenza			Misura al pavimento dell'ultimo piano
		< 10 Hz	10 ÷ 50 Hz	50 ÷ 100 Hz	Frequenze diverse
1	Edifici utilizzati per scopi commerciali, industriali e simili	20	20 ÷ 40	40 ÷ 50	40
2	Edifici residenziali e simili	5	5 ÷ 15	15 ÷ 20	15
3	Strutture particolarmente sensibili alle vibrazioni, non rientranti nelle categorie precedenti e di grande valore intrinseco	3	3 ÷ 8	8 ÷ 10	8

La Norma UNI 9916:2004 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici" indica criteri per la misura e la valutazione delle vibrazioni con riferimento ai possibili danni strutturali.

Non esistono norme generali per definire valori limite ammissibili per attività produttive sensibili, è pertanto necessario fare riferimento in tali casi ai limiti forniti dall'utilizzatore o dal costruttore delle macchine o impianti utilizzati nelle specifiche situazioni.

A questo proposito va considerato in generale che nella fase di installazione di macchine/impianti sensibili alle vibrazioni, vengono di norma presi in esame entità e contenuti spettrali del rumore ambientale presente per valutare la necessità di interventi di isolamento delle macchine/impianti al fine di garantirne l'impiego in condizioni ottimali.

In questa ottica vanno valutati i valori limite ammissibili che dovranno anche tenere conto del livello di disturbo ante operam e della presenza o dell'assenza di sistemi di isolamento.

La determinazione dei livelli di vibrazione in fase di cantiere e di esercizio è effettuata mediante una serie di rilievi o monitoraggi - intesi come misure programmate nel tempo con acquisizione automatica dei livelli vibrazionali ad intervalli di tempo regolari ed al superamento di determinati valori di soglia - in un numero di punti di misura relativi ai ricettori individuati/selezionati internamente alle aree di monitoraggio.

Le metodiche di misura e di monitoraggio prevedono la procedura di seguito descritta.

Con riferimento ai ricettori critici ed ai ricettori rappresentativi di classi omogenee da monitorare in fase di cantiere, si prevede l'effettuazione di rilievi per i diversi ricettori in concomitanza con le lavorazioni di cantiere più critiche e potenzialmente in grado di creare condizioni di disturbo alla popolazione residente e/o alle strutture.

L'articolazione temporale puntuale è pertanto connessa al programma di dettaglio delle attività di cantiere. In linea di massima si prevede l'esecuzione di 9 misurazioni, una per ogni rotatoria in corrispondenza della lavorazione considerata più critica.

Si prevede un rilevamento in corrispondenza di ognuna delle nove rotatorie in progetto. Il rilevamento è collocato temporalmente in corrispondenza della lavorazione ritenuta più impattante dal punto di vista vibrazionale.

Nel paragrafo *5.4-Programmazione attività*, sulla base del cronoprogramma previsto nel progetto esecutivo, sono identificate le collocazioni temporali delle misure in corrispondenza dell'avanzamento dei lavori.

La lavorazione considerata più impattante dal punto di vista vibrazionale è il taglio della pavimentazione stradale bituminosa. Per la rotatoria al Km 94+400 il monitoraggio vibrazionale verrà effettuato in corrispondenza della

demolizione dell'abitazione. Al Km 106+129 verrà effettuato il monitoraggio vibrazionale durante l'infissione delle palancole per le realizzazione del sottopasso.

La durata temporale prevista dell'acquisizione dati in continuo (intesa come esecuzione di registrazioni ad intervalli di tempo regolari con cadenza di 30 minuti - n. 2 rilievi per ogni ora - oltre alla contemporanea registrazione in automatico del superamento di determinati valori di soglia), è dell'ordine di una giornata lavorativa, al fine di cogliere per le diverse lavorazioni gli effetti di eventuali differenti modalità procedurali di impiego delle macchine operatrici che potrebbero condizionare i risultati delle misure.

5.2.3. Parametri vibrazionali rilevati

Per ogni campagna di misura o rilievo saranno prodotti i seguenti documenti:

a) Piano delle misure contenente:

- data di inizio e durata di esecuzione dell'indagine;
- ricettori oggetto dell'indagine;
- strumentazione di misura da utilizzare;
- modalità di fissaggio dei trasduttori;
- direzione assi di sensibilità degli strumenti di misura rispetto alle coordinate di riferimento;
- tipo di acquisizione (manuale o automatica);
- frequenza di campionamento;
- durata singola acquisizione.
- numero acquisizioni per le differenti fasce orarie e differenti condizioni di disturbo esterno.

b) Rapporto tecnico delle misure contenente:

- localizzazione, descrizione e valutazione delle sorgenti di disturbo;
- descrizione delle caratteristiche ambientali influenti sui processi di propagazione delle vibrazioni;
- descrizione e classificazione dei ricettori ai sensi della UNI 9916;
- descrizione dei punti, delle modalità e delle condizioni di misura;
- descrizione delle modalità di acquisizione e di elaborazione dei dati per la valutazione delle grandezze di riferimento (indicatori);
- presentazione dei risultati ottenuti:
 - time history delle velocità di vibrazione registrate rilevate su intervalli di tempo adeguati alla natura del fenomeno vibratorio in esame;
 - spettro delle velocità efficaci di vibrazione espresso a terzi di ottava nel campo di frequenza tra 1 e 80 Hz;
 - spettri di amplificazione/attenuazione tra differenti punti di misura espressi a terzi di ottava nel campo di frequenza tra 1 e 80 Hz;
 - valori di picco e valori efficaci globali lineari e ponderati ai sensi della norma UNI 9614 (si fa riferimento alla ponderazione per postura variabile o non nota)

- confronto dei risultati ottenuti con i valori relativi a rilievi precedenti, ad analisi previsionali, e ai limiti ammissibili definiti dalle normative.

Il rapporto tecnico sarà corredato da documentazione fotografica, da elaborati grafici esplicativi in scala idonea alla localizzazione delle sorgenti, dei ricettori e dei punti di misura, e da tabelle e diagrammi dei risultati.

5.2.4. Criteri di scelta dei punti di monitoraggio

I sopralluoghi preliminari permettono l'individuazione dei ricettori per ognuno dei quali vengono analizzati gli aspetti logistici importanti per la successiva attività di misurazione. In particolare la possibilità di accesso alle proprietà private, le caratteristiche degli edifici, le caratteristiche delle sorgenti di disturbo vibrazionale, la relativa distanza.

Le postazioni, che possono in generale essere scelte sia in interno che in esterno al ricettore, vengono referenziate in modo univoco per tutte le successive necessità di identificazione. Qualora non risultasse possibile accedere alle proprietà private relative a ricettori significativi da monitorare, i rilievi vengono eseguiti in sola postazione esterna per la caratterizzazione delle effettive sorgenti di disturbo vibrazionale (attività di cantiere), mentre i livelli vibrazionali attesi nei punti di interesse dei ricettori (al piede del ricettore in fondazione, al primo solaio ed all'ultimo solaio) vengono valutati a partire dalle effettive registrazioni del disturbo vibrazionale attraverso procedura di calcolo previsionale accurata e validata.

In particolare la referenziazione delle postazioni prevede:

- annotazione della via e del numero civico dell'edificio;
- annotazione delle generalità e del numero di telefono dei proprietari o comunque dei responsabili delle proprietà a cui occorre accedere;
- annotazione del/dei piani abitati in cui vengono posizionati i sensori;
- lay-out del locale/i in cui vengono effettuate le misure, riportante le principali dimensioni e la posizione di installazione dei trasduttori, con riferimento anche agli eventuali elementi strutturali che potrebbero condizionare la risposta locale del punto di misura alle azioni dinamiche agenti;
- fotografie generali del ricettore e del locale/i ove sono posizionati i trasduttori;
- eventuali fotografie di inquadramento del ricettore rispetto alle sorgenti di disturbo vibrazionale.

Per le postazioni in esterno sono indicate le distanze rispetto a punti fissi di immediato e sicuro riconoscimento.

I criteri di scelta delle postazioni di misura (terne sismometriche) prevedono:

- per edifici residenziali: postazioni localizzate in corrispondenza del basamento di fondazione, del primo piano abitato e/o dell'ultimo piano abitato, oltre a eventuali postazioni in esterno, collocate alla minima distanza dalla sorgente di vibrazione dominante o, qualora non esista una dominanza in senso stretto, dal lato del tracciato. I trasduttori in interno vengono posizionati in corrispondenza della mezzera del solaio. E' verificata l'assenza di interferenze con le attività residenziali. Tutti i trasduttori sono acquisiti contemporaneamente al fine di consentire un immediato e corretto confronto tra livelli di vibrazione in punti differenti;

- per edifici industriali: vale quanto detto con riferimento al caso degli edifici residenziali per le misure al basamento di fondazione ed ai diversi piani utilizzati. Nel caso di misure finalizzate a cogliere eventuali problemi di interferenza riguardo alle lavorazioni o alle macchine presenti in un'industria, i punti di misura vengono selezionati in base alle specifiche di funzionamento delle macchine scegliendo quelle maggiormente sensibili alle vibrazioni. I sensori vengono installati in corrispondenza del basamento e della struttura di fondazione della macchina, al fine di cogliere, specie nel caso di fondazioni isolate, il beneficio introdotto dalla fondazione speciale.

5.2.5. Localizzazione di punti di monitoraggio

I punti di monitoraggio individuati per la componente vibrazioni sono i medesimi destinati al rilevamento della componente rumore. Sono evidenziati e descritti al paragrafo 5.1.6.

VIB01 – punto di monitoraggio delle vibrazioni in corso d'opera per l'intervento al Km 87+365

Il rilevamento vibrazionale verrà eseguito in corrispondenza del taglio della pavimentazione stradale bituminosa. Indicativamente, da cronoprogramma di progetto, tale lavorazione verrà eseguita alla terza settimana dall'inizio dei lavori.

VIB02– punto di monitoraggio delle vibrazioni in corso d'opera per l'intervento al Km 87+550

Il rilevamento vibrazionale verrà eseguito in corrispondenza del taglio della pavimentazione stradale bituminosa. Indicativamente, da cronoprogramma di progetto, tale lavorazione verrà eseguita alla quarta settimana dall'inizio dei lavori.

VIB03– punto di monitoraggio delle vibrazioni in corso d'opera per l'intervento al Km 94+000

Il rilevamento vibrazionale verrà eseguito in corrispondenza del taglio della pavimentazione stradale bituminosa. Indicativamente, da cronoprogramma di progetto, tale lavorazione verrà eseguita alla terza settimana dall'inizio dei lavori.

VIB04– punto di monitoraggio delle vibrazioni in corso d'opera per l'intervento al Km 94+400

Il rilevamento vibrazionale verrà eseguito in corrispondenza della demolizione dell'abitazione. Indicativamente, da cronoprogramma di progetto, tale lavorazione verrà eseguita alla seconda settimana dall'inizio dei lavori.

VIB05– punto di monitoraggio delle vibrazioni in corso d'opera per l'intervento al Km 97+200

Il rilevamento vibrazionale verrà eseguito in corrispondenza del taglio della pavimentazione stradale bituminosa. Indicativamente, da cronoprogramma di progetto, tale lavorazione verrà eseguita alla terza settimana dall'inizio dei lavori.

VIB06– punto di monitoraggio delle vibrazioni in corso d'opera per l'intervento al Km 97+580

Il rilevamento vibrazionale verrà eseguito in corrispondenza del taglio della pavimentazione stradale bituminosa. Indicativamente, da cronoprogramma di progetto, tale lavorazione verrà eseguita alla terza settimana dall'inizio dei lavori.

VIB07– punto di monitoraggio delle vibrazioni in corso d'opera per l'intervento al Km 102+160

Il rilevamento vibrazionale verrà eseguito in corrispondenza del taglio della pavimentazione stradale bituminosa. Indicativamente, da cronoprogramma di progetto, tale lavorazione verrà eseguita alla terza settimana dall'inizio dei lavori.

VIB08– punto di monitoraggio delle vibrazioni in corso d'opera per l'intervento al Km 106+129

Il rilevamento vibrazionale verrà eseguito in corrispondenza dell'infissione delle palancole. Indicativamente, da cronoprogramma di progetto, tale lavorazione verrà eseguita alla sesta settimana dall'inizio dei lavori.

VIB08– punto di monitoraggio delle vibrazioni in corso d'opera per l'intervento al Km 106+980

Il rilevamento vibrazionale verrà eseguito in corrispondenza del taglio della pavimentazione stradale bituminosa. Indicativamente, da cronoprogramma di progetto, tale lavorazione verrà eseguita alla seconda settimana dall'inizio dei lavori.

5.2.6. Rapporto dei risultati dei rilevamenti

L'elaborazione dei dati rilevati è svolta per mezzo di opportuni programmi informatici per l'analisi di segnali in campo dinamico ed è finalizzata a restituire gli elaborati necessari a documentare in modo esaustivo le rilevazioni effettuate riassumendo per mezzo di indicatori di sintesi i principali risultati conseguiti in campo vibrazionale. I programmi consentono il trattamento dei dati sia nel dominio del tempo che nel dominio delle frequenze operando confronti con dati pregressi sia di previsione che di monitoraggio.

L'attenzione è focalizzata su quegli indicatori stabiliti dalla normativa vigente e per i quali esistono limiti da rispettare.

Il rapporto emesso dovrà contenere almeno i seguenti dati:

- a) *data, luogo, ora del rilevamento e descrizione delle condizioni meteorologiche;*
- b) *tempo di riferimento, di osservazione e di misura;*
- c) *catena di misura completa, precisando la strumentazione impiegata e relativo grado di precisione; e del certificato di verifica della taratura;*
- d) *i livelli vibrazionali rilevati;*
- e) *classe di destinazione d'uso del territorio secondo quanto previsto dalla norma UNI 9614;*
- f) *le conclusioni;*
- g) *elenco nominativo degli osservatori che hanno presenziato alla misurazione;*

5.2.7. Validazione dei dati

Il piano fornisce una guida alle procedure / attività di monitoraggio, per le quali sarà data preventiva comunicazione all'ARPA al fine di concordare definitivamente le stazioni di misura (anche con sopralluoghi preventivi), nonché le metodologie di campionamento, elaborazione e restituzione dei dati.

I dati rilevati dovranno essere inviati all'ARPA competente per le necessarie procedure di validazione.

5.3. MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

5.3.1. L'inquinamento atmosferico delle infrastrutture viarie

L'inquinamento atmosferico prodotto dal sistema delle infrastrutture viarie, soprattutto dal trasporto su gomma, costituisce uno dei principali impatti sull'ambiente, sia per la sua netta predominanza sulle altre modalità di trasporto sia per il fatto che l'emissione di sostanze inquinanti è diffusa sul territorio ed in particolare all'interno delle aree urbane. Il problema dell'emissione nell'atmosfera di sostanze inquinanti con caratteristiche tossiche e nocive non sembra essere limitato solo ai grandi agglomerati urbani, poiché anche in città di dimensioni relativamente modeste possono verificarsi situazioni a rischio di tossicità per l'uomo e la vegetazione. La rilevanza del problema è ampiamente riconosciuta dalla Legislazione vigente, che esercita un'attività di controllo a priori sulle emissioni dei veicoli e a posteriori sulla concentrazione massima accettabile di alcuni inquinanti nell'aria. In condizioni meteorologiche particolari, che possono verificarsi più volte nel corso dell'anno, le concentrazioni degli inquinanti superano le soglie di accettabilità e ciò rende necessaria l'adozione di provvedimenti di emergenza, quali la chiusura totale o parziale delle città al traffico privato. Degno di nota è l'obbligo riservato per legge ai Comuni o agli Enti competenti di realizzare una rete di monitoraggio, con l'ausilio di centraline automatiche dislocate in punti critici della città, in risposta all'esigenza di controllare sistematicamente i livelli di inquinamento dell'atmosfera urbana, per quindi documentarne il rispetto, ovvero, il superamento degli standard di qualità dell'aria nel territorio interessato. Il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico condotto con questi strumenti permette di conoscere in maniera molto precisa la concentrazione delle sostanze prese in considerazione e di effettuare confronti tra stazioni anche lontane tra loro. Inoltre, per loro natura, le reti non sono in grado di fornire informazioni relative a tutte le aree in cui non sono disponibili i misuratori o di stimare l'approssimarsi dell'evento critico. Per un approccio più completo e sintetico della valutazione dello stato di degrado ambientale risulta particolarmente utile affiancare, alle reti suddette, strumenti di simulazione (modelli), che siano in grado di riprodurre l'emissione, il trasporto e la diffusione degli inquinanti in atmosfera. Le due tecniche di valutazione, la misurazione diretta in punti fissi opportunamente scelti e i modelli di simulazione, si integrano a vicenda e forniscono, se ben usate, una visione più completa e più utile ai fini operativi.

5.3.2. Gli agenti inquinanti

Gli inquinanti prodotti dal sistema dei trasporti possono essere classificati secondo molteplici criteri. A seconda della genesi, essi possono essere distinti in:

- **primari, direttamente immessi nell'atmosfera**
- **secondari, sono il prodotto delle reazioni degli inquinanti con gli altri componenti dell'atmosfera.**

In relazione agli aspetti normativi, gli inquinanti si distinguono in regolamentati e non, a seconda che l'entità delle emissioni da parte dei veicoli e da altre sorgenti civili e industriali, e le relative concentrazioni nell'atmosfera, siano soggetti o meno a limiti di legge.

Gli effetti negativi degli inquinanti sono dovuti alla loro concentrazione nell'aria, che può essere misurata in unità di densità, ad esempio in microgrammi di inquinante per metro cubo di aria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), oppure in unità di volume, cioè in parti di inquinante in un milione di parti in aria (ppm) o in un miliardo di parti in aria (ppb). La prima unità di misura può essere utilizzata sia per gli inquinanti gassosi, che per quelli dispersi in atmosfera sotto forma di particelle (particolato); la seconda è usata solo per i gas.

Non è possibile misurare né prevedere le concentrazioni istantanee degli inquinanti, poiché esse fluttuano rapidamente in modo caotico come conseguenza delle collisioni molecolari e delle variazioni casuali della velocità e della direzione del vento. D'altra parte non è necessario misurare o prevedere le concentrazioni istantanee, poiché esse non causano effetti dannosi, effetti che sono invece prodotti dalle medie delle concentrazioni su lunghi periodi di tempo.

I principali componenti delle emissioni dei veicoli a motore sono costituiti da:

- Vapore acqueo H_2O ;
- Azoto N;
- Anidride carbonica CO_2 ;
- Monossido di carbonio CO;
- Piombo Pb;
- Anidride solforosa SO_2 ;
- Ossidi di azoto Nox;
- polveri o particolato PM10;
- Idrocarburi incombusti HC (BTEX – Benzene, Toluene, Etilbenzene e Xileni),

I primi tre componenti non sono considerati inquinanti (a parte gli effetti a lungo termine sul clima da parte del CO_2), le altre sostanze sono ritenute causa di effetti nocivi, ovvero, sono considerate sostanze inquinanti. Ovviamente la presenza nell'atmosfera di tali sostanze non è dovuta esclusivamente al traffico veicolare, anche se quest'ultimo gioca un ruolo sicuramente centrale, soprattutto in ambito urbano.

5.3.3. L'impatto del cantiere stradale

Le attività di un cantiere stradale costituiscono fonte di emissione di agenti inquinanti dovuti ai mezzi d'opera ed alle lavorazioni stesse. In particolare attività di scavo, demolizione, movimento terra in genere, spostamenti di mezzi lungo strade sterrate, possono diventare la sorgente primaria di polveri e quindi di PM10.

Un cantiere stradale finalizzato alla realizzazione di una rotatoria su un'intersezione esistente è generalmente di dimensioni limitate (le rotatorie oggi non superano i 60-80 m di diametro), è caratterizzato dalla breve durata (2-3 mesi) e dalla ridotta presenza di mezzi d'opera (1 escavatore, 1-2 camion). Generalmente l'emissione di polveri dovuto a scavi, reinterri e piste sterrate è il parametro che va tenuto sotto controllo, in quanto le emissioni dei mezzi d'opera risultano poco significative in relazione alle emissioni dei mezzi che normalmente occupano la sede stradale. Infatti i cantieri per la realizzazione di rotatoria in genere non prevedono deviazioni di traffico, e sostanzialmente non

generano alterazioni alla circolazione salvo in brevissimi periodi in cui viene istituita una circolazione alternata con semafori o movieri.

5.3.4. Metodologia del monitoraggio ambientale

Le finalità del monitoraggio in generale dovrebbero consentire la costante verifica del rispetto dei limiti previsti dalla legge, e nel caso particolare di quanto stabilito dal Decreto Legislativo 13 Agosto 2010, n.155, *"Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa"*.

Per la componente aria la legge non prevede valori di soglia istantanei, né prende in considerazione periodi inferiori all'anno. I limiti imposti riguardano:

1. la concentrazione media annua;
2. il numero massimo di volte all'anno in cui si può tollerare una concentrazione media giornaliera superiore ad un valore di soglia.

Il confronto con la normativa ha senso quindi solo se riferito ad un arco temporale maggiore di un anno.

Alla luce di ciò risulta difficoltoso sottoporre a monitoraggio attività che hanno durate inferiori ai tre mesi come i cantieri in oggetto. Gli esiti del monitoraggio sarebbero tardivi e di nessuna utilità se non sanzionatoria.

In situazioni come questa può essere utile la modellistica, che consentendo la valutazione simulata degli impatti di una determinata attività, può prevedere in anticipo i superamenti di soglia e consentire il preventivo ricorso a interventi di mitigazione.

Lo studio si è quindi articolato con questa metodologia:

- Valutazione delle emissioni inquinanti generate dalle attività di costruzione;
- Valutazione delle emissioni inquinanti prodotte dai mezzi d'opera;
- Valutazione delle concentrazioni inquinanti di "fondo" elaborando dati forniti dall'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Friuli Venezia Giulia;
- Valutazione dei parametri meteorologici necessari alla simulazione modellistica;
- Calcolo della dispersione in atmosfera degli inquinanti emessi (modello SCREEN3 dell'US-EPA);
- Individuazione dei recettori sensibili;
- Confronto tra i valori di concentrazione ottenuti tramite la modellistica e i limiti di legge in corrispondenza dei recettori sensibili;
- Previsione di una campagna di rilievo ante operam e durante i lavori al fine della validazione del modello simulato;
- Previsione ed eventuale prescrizione di interventi di mitigazione.

L'inquinante preso in esame sono state le PM₁₀.

Si è concordato anche con i tecnici dell'ARPA che il monitoraggio di altri inquinanti non avrebbe avuto senso considerato la natura delle opere e dei luoghi.

5.3.5. Valutazione delle PM₁₀ generate dai lavori di costruzione

Le attività di un cantiere stradale producono emissioni dovute ai mezzi d'opera e al sollevamento di polveri prodotte dalle attività di scavo, sbancamento, demolizione. Le emissioni da sorgenti areali, al livello dell'unità locale minima prescelta, vengono stimate, in linea generale, mediante il seguente prodotto:

$$Ei(t) = \sum_l AD_l(t) * EFi,l(t)$$

i = particolato (PTS, PM10, PM2.5)

l = processo

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

Ei = rateo emissivo [kg/h] dell' i -esimo tipo di particolato

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

EFi,l = fattore di emissione

La stima delle emissioni di PM₁₀ nelle aree oggetto di studio avviene tramite la definizione delle seguenti lavorazioni di cantiere (in parentesi vengono indicati i riferimenti all'AP-42 dell'US-EPA):

- Scotico e sbancamento del materiale superficiale (AP-42 13.2.3);
- Carico di materiale sui mezzi (AP-42 13.2.3);
- Scarico di materiale dai mezzi (AP-42 13.2.3);
- Transito di mezzi su strade non asfaltate (AP-42 13.2.2).
- Demolizione di edifici.

Tali lavorazioni costituiscono le attività che prevalentemente emettono PM₁₀.

1. L'attività di scotico (rimozione degli strati superficiali del terreno) e sbancamento del materiale superficiale viene effettuata di norma con dozer o escavatore e, secondo quanto indicato al paragrafo 13.2.3 "Heavy construction operations" dell'AP-42, produce delle emissioni di PTS (polveri totali sospese), aventi un rateo di EF= 5.7 Kg/Km (Table 13.2.3-1 punto II-4). (Per riferirsi al PM₁₀ si considera un percentuale cautelativa dell'ordine del 60% del PTS). La bagnatura del materiale (da attuarsi in caso di condizioni meteorologiche sfavorevoli) comporterà un riduzione delle emissioni al 20%).
2. Il materiale durante il carico su un autocarro emette polveri secondo quanto indicato al paragrafo 13.2.3 "Heavy construction operations" dell'AP-42 (Table 13.2.3-1 punto II-5), che rimanda alla sezione 13.2.4. L'emissione viene stimata in base alla formula:

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

$$E = k(0.0032) \frac{\left(\frac{U}{5}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}} \text{ (pound [lb]/ton)}$$

where:

E = emission factor

k = particle size multiplier (dimensionless)

U = mean wind speed, meters per second (m/s) (miles per hour [mph])

M = material moisture content (%)

The particle size multiplier in the equation, k, varies with aerodynamic particle size range, as follows:

Aerodynamic Particle Size Multiplier (k) For Equation 1				
< 30 µm	< 15 µm	< 10 µm	< 5 µm	< 2.5 µm
0.74	0.48	0.35	0.20	0.053 ^a

^a Multiplier for < 2.5 µm taken from Reference 14.

Per la stima si è usata una velocità del vento pari a 2 m/s e un'umidità del 5%.

Il fattore di emissione è risultato 0.38 g/Mg.

Considerata l'attività della squadra tipo il materiale movimentato in un'ora sarà di 80 Mg, causando un'emissione stimata di 30.6 g/h.

Nel caso di condizioni sfavorevoli sarà attuata la bagnatura che consente una riduzione delle emissioni al 50%.

- Lo scarico di materiale da autocarro (proveniente dagli scavi stessi o da cava) , può essere trattato secondo quanto riportato al punto 13.2.3 "Heavy construction operations" dell'AP-42 (Table 13.2.3-1 punto II-6), che rimanda alla medesima equazione del punto precedente. Il fattore di emissione sarà sempre 30.6 g/h, con i medesimi fattori correttivi.
- Il materiale può essere movimentato lungo una pista non pavimentata e per il calcolo dell'emissione di particolato dovuto al transito di mezzi su strade non asfaltate si ricorre al modello emissivo proposto nel paragrafo 13.2.2 "Unpaved roads" dell'AP-42. Il rateo emissivo orario risulta proporzionale al volume di traffico e al contenuto di limo (silt) del suolo, inteso come particolato di diametro inferiore a 75 µm. Il fattore di emissione lineare dell'i-esimo tipo di particolato per ciascun mezzo EFi (kg/km) per il transito su strade non asfaltate all'interno del cantiere è calcolato secondo la formula:

$$EF_i (Kg/km) = k_i * (s/12)^{a_i} * (W/3)^{b_i}$$

i = particolato (PTS, PM10, PM2.5)

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

W = peso medio del veicolo (Mg)

k_i , a_i e b_i = coefficienti che variano a seconda del tipo di particolato ed i cui valori sono forniti nella Tabella 1:

	k_i	a_i	b_i
PTS	1.38	0.7	0.45
PM₁₀	0.423	0.9	0.45
PM_{2,5}	0.0423	0.9	0.45

Tabella 1 Valori dei coefficienti k_i , a_i , b_i al variare del tipo di particolato

Il peso medio dell'automezzo W deve essere calcolato sulla base del peso del veicolo vuoto e a pieno carico (andata e ritorno). Si ricorda che la relazione è valida per veicoli con un peso medio inferiore a 260 Mg e velocità media inferiore a 69 km/h (nel caso in esame si considera una velocità operativa di 25 Km/h).

Nei nostri calcoli abbiamo adottato un peso medio di 28 Mg e $s = 12\%$. Dalla formula si ricava un'emissione 1156 g/km. Sulla base della lunghezza delle piste non pavimentate e della produzione giornaliera della squadra tipo, sono stati stimati i km percorsi dagli autocarri in un'ora, e moltiplicando questo dato per il fattore di emissione lineare è stato possibile stimare il fattore di emissione orario.

$$E_i \text{ (kg/ h)} = EF_i \text{ (Kg/km)} * \text{ Percorso (km) /ora (h)}$$

dove:

Percorso (km) = Viaggi all'ora * Lunghezza pista (km)

e

Viaggi all'ora = produzione squadra (300 m³/6 h) / carico medio autocarro (12 m³)

Il fattore è stato calcolato anche nel caso di interventi mitigativi costituiti da bagnatura delle piste, riducendolo al 20% del fattore senza mitigazioni.

5.3.6. Valutazione delle emissioni inquinanti prodotte dai mezzi d'opera

In genere in fase di cantiere la produzione e diffusione di gas inquinanti risulta essere un fenomeno poco rilevante, sia in relazione al numero limitato di mezzi in azione che alla durata temporale delle attività.

Con riferimento agli scopi del presente studio, le principali attività che richiederanno l'utilizzo di mezzi d'opera sono:

1. Scotico e sbancamento del terreno esistente in loco e successivo trasporto, tali operazioni richiederanno indicativamente l'impiego di 1 escavatore e due autocarri;
2. Trasporto e stesa del materiale da cava tramite l'utilizzo di 2 autocarri e 1 escavatore.
3. Stesa del conglomerato bituminoso tramite l'impiego di una vibrofinitrice e rullo compattatore.

Le altre operazioni richiederanno prevalentemente l'impiego di personale specializzato a terra e/o l'utilizzo saltuario di mezzi d'opera, che può essere considerato trascurabile ai fini del presente lavoro.

Nel caso oggetto di studio la fase maggiormente impattante sarà quella dovuta alle attività di movimento terra, per le quali si può ipotizzare la contemporanea presenza in cantiere di un parco mezzi non superiore alle 3 unità, costituite da 1 escavatore e 2 autocarri (camion ribaltabili per il trasporto delle terre).

I fattori di emissione previsti per i principali inquinanti prodotti dai motori dei mezzi d'opera sono:

- per l'escavatore/dozer (Fonte EMEP/EAA, emission inventory guidebook 2009 – espresso in grammi per tonnellata di combustibile).

TIPOLOGIA MEZZI	EF (g/tonnes fuel)			
	CO	NO _x	NM VOC	PM ₁₀
ESCAVATORE (186 kW)	10722	32792	3385	2086

Tabella 2.1 Fattori di emissione medi espressi in g/Mg combustibile utilizzato dal mezzo

- per gli autocarri (Fonte APAT- Sinanet espressi in g/ km*veicolo)

TIPOLOGIA MEZZI	EF (g/Km*veh)			
	CO	NO _x	NM VOC	PM ₁₀
AUTOCARRO DIESEL>32t	2,23	13,12	1,1	0,69

Tabella 2.2 Fattori di emissioni gassose autocarro espressi in g/Km*veh.

Il calcolo delle emissioni orarie per l'escavatore si basa sulla stima di carburante consumato dal mezzo, tramite la relazione:

$$E_{pollutant} = \sum_{fuel\ type} FC_{fuel\ type} \times EF_{pollutant, fuel\ type}$$

Where:

$E_{pollutant}$ = the emission of the specified pollutant,

$FC_{fuel\ type}$ = the fuel consumption for each fuel (diesel, LPG, four-stroke gasoline two-stroke gasoline) for the source category,

$EF_{pollutant}$ = the emission factor for this pollutant for each fuel type.

Ipotizzando l'impiego di un escavatore di potenza pari a 250 CV (186 kW) è stimabile, sulla base dei valori disponibili nella bibliografia specializzata, un consumo medio di carburante pari a circa 20 l/h, e con questo dato quindi è possibile calcolare le emissioni espresse in grammi all'ora.

Per quanto riguarda il contributo dei due autocarri si ipotizza che in 1 ora percorrano 25 km, di cui il 50% in area di cantiere. L'emissione sarà quindi calcolata moltiplicando i fattori di emissione per 25 Km, per 2 autocarri, per 50% di effettivo transito in cantiere.

La tabella seguente riassume le emissioni totali di una squadra tipo composta da un escavatore e due autocarri.

TIPOLOGIA MEZZI	E (g/h)			
	CO	NO _x	NM VOC	PM ₁₀
ESCAVATORE (186 kW)	214	655	68	42
2 AUTOCARRI DIESEL > 32t	56	328	28	17
Squadra 3 mezzi	270	983	96	59

Tabella 2.3 Emissioni gassose squadra 1 escavatore più 2 autocarri impegnati in cantiere.

I quantitativi emessi sono da ritenersi scarsamente significativi e paragonabili come ordini di grandezza a quelli che possono essere prodotti dalle macchine operatrici attualmente utilizzate per la coltivazione dei fondi agricoli esistenti nelle vicinanze; occorre inoltre considerare che le emissioni calcolate fanno riferimento ad un arco temporale estremamente limitato. Anche la localizzazione in campo aperto contribuisce a rendere meno significativi gli effetti conseguenti alla diffusione delle emissioni gassose generate dal cantiere. Lo studio modellistico sarà perciò limitato alle PM₁₀.

5.3.7. Valutazione dei parametri ambientali – concentrazioni di fondo

L'idea principale alla base di questo lavoro consiste nell'esplorazione della possibilità di valutare a priori l'impatto dovuto a sorgenti diffuse di particolato. La metodologia impiegata consiste nel definire inizialmente una situazione emissiva standardizzata (sorgente), con caratteristiche compatibili con quelle tipiche delle attività interessate come sorgenti di polveri diffuse (cantiere); quindi, mediante l'applicazione di un modello di dispersione si determinano le concentrazioni di PM₁₀ alle diverse distanze dalla sorgente. Tali concentrazioni andranno a sommarsi alle concentrazioni di fondo indipendenti dalle lavorazioni. Risulta quindi indispensabile stimare quale sia lo stato dell'aria in condizioni standard. La miglior tecnica consisterebbe in una campagna di lunga durata da eseguirsi ante operam, ma tale operazione risulterebbe estremamente onerosa considerata la finalità del presente lavoro.

In accordo con le tecniche usate in questo lavoro si è ricorsi anche per questo aspetto alla modellistica, utilizzando dati messi a disposizione dal CRMA-Centro Regionale di Modellistica Ambientale dell'ARPA. **L'ente ha fornito le elaborazioni modellistiche effettuate con modello fotochimico FARM per l'anno 2005, consistenti nei dati orari simulati di ciascun inquinante (C6H6, CO, NO2, Nox, O3, PM10, SO2).**

Tali dati sono stati forniti per 14 punti posti su un reticolo 4x4 km comprendente le zone interessate dai cantieri.

Caratteristiche geografiche dei punti di estrazione dati					
X_UTM_[km]	Y_UTM_[km]	ALT_[m]	ACRON	ID	
322.000	5090.000	10	'A1'	000011	
326.000	5090.000	10	'B1'	000021	
330.000	5090.000	10	'C1'	000031	
334.000	5090.000	10	'D1'	000041	
338.000	5090.000	10	'E1'	000051	
342.000	5090.000	10	'F1'	000061	
346.000	5090.000	10	'G1'	000071	
322.000	5094.000	10	'A2'	000012	
326.000	5094.000	10	'B2'	000022	
330.000	5094.000	10	'C2'	000032	
334.000	5094.000	10	'D2'	000042	
338.000	5094.000	10	'E2'	000052	
342.000	5094.000	10	'F2'	000062	
346.000	5094.000	10	'G2'	000072	

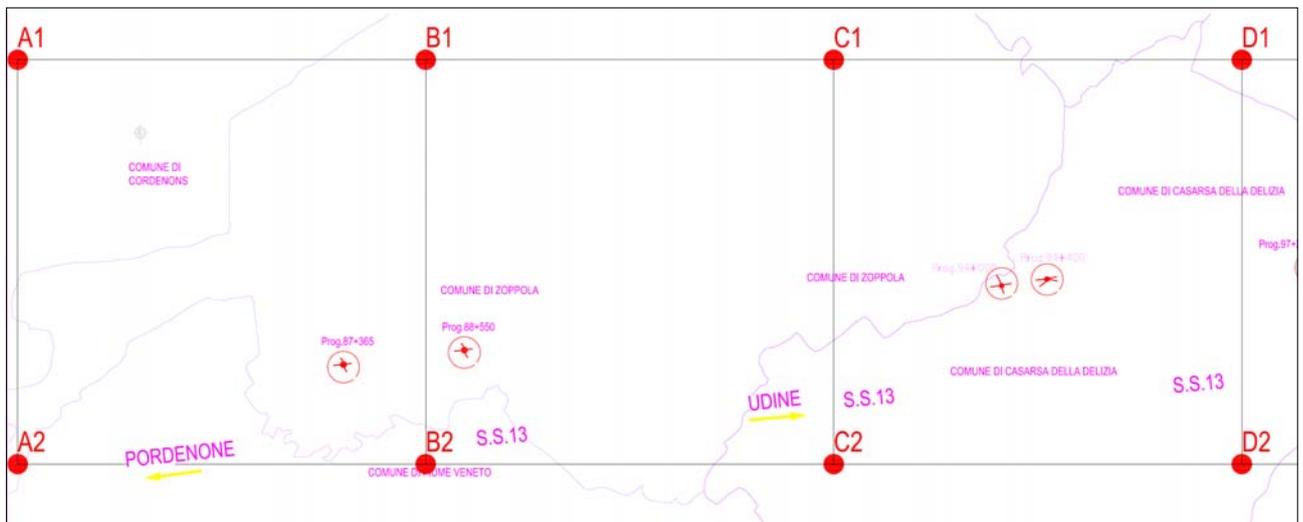


Figura 1 Corografia generale OVEST con i cantieri oggetto di studio ed i punti della griglia ARPA.

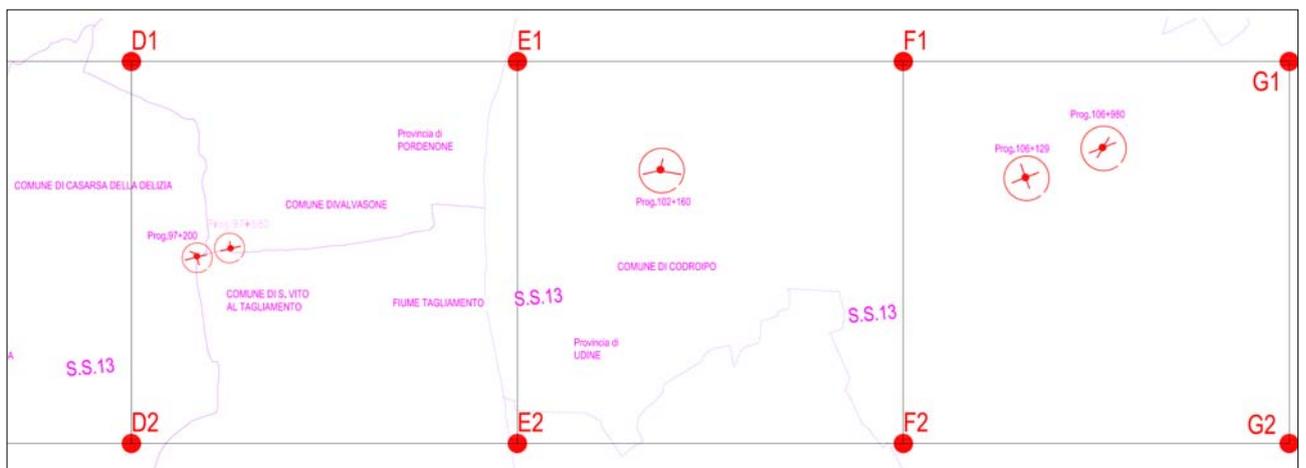
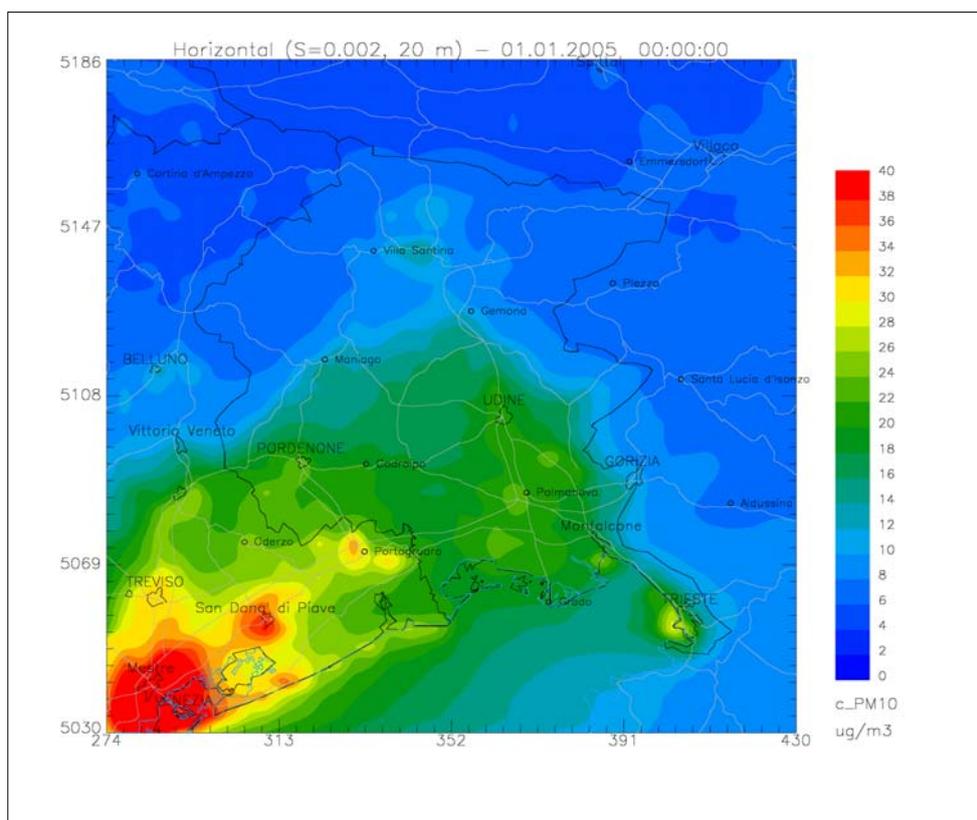


Figura 1 Corografia generale EST con i cantieri oggetto di studio ed i punti della griglia ARPA.

Tutti i dati forniti riguardano l'anno solare 2005, il quale viene attualmente considerato l'anno di riferimento per gli studi di impatto ambientale.

In figura sono riportate le concentrazioni medie di PM₁₀ in Regione nel 2005, stimate dal modello FARM (Costa et al., 2009), dati che verranno utilizzati per la stima delle concentrazioni di fondo.

Concentrazioni medie PM₁₀ 2005



Resta da valutare se sia opportuno introdurre dei fattori correttivi per interpretare le tendenze in atto e riportare ed aggiornare i dati disponibili riportandoli al 2011.

A tal proposito si prende a riferimento il documento "La qualità dell'aria in Friuli Venezia Giulia, anni 2005-2008 (Arpa fvg 2009)" che fra l'altro cita:

"Le misure di concentrazione delle PM10 in regione mostrano varie aree problematiche nelle quali i limiti previsti dalla legge vengono superati. In particolare, soprattutto sui maggiori agglomerati urbani, si osservano dei superamenti nel massimo numero consentito per le concentrazioni giornaliere. Anche su queste zone, comunque, la concentrazione media annua di PM10 rimane sempre al di sotto degli attuali limiti di legge. La variabilità di comportamento delle concentrazioni di PM10 in regione nei vari anni lascia presupporre un notevole effetto delle condizioni meteorologiche sui superamenti dei limiti previsti dalla legge".

Le tabelle seguenti estrapolate dal medesimo documento confermano la considerazione.

Andamento dei superamenti dei limiti giornalieri e la media annuale (ug/m3) delle concentrazioni di PM10 nella Provincia di Udine.								
Stazione	2005		2006		2007		2008	
	Media annua	Sup. Giorn.						
CAS	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	25	14	27	28
EDI	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	29	37	27	37
MAL	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	29	35	N.D.	N.D.
MAN	23	21	29	33	28	40	31	40
OPP	18	3	22	13	26	24	27	22
OSO	23	13	29	32	30	44	31	45
TRV	24	23	24	17	29	38	27	40

Andamento dei superamenti dei limiti giornalieri e la media annuale (ug/m3) delle concentrazioni di PM10 nella Provincia di Pordenone.								
Stazione	2005		2006		2007		2008	
	Media annua	Sup. Giorn.						
FAN	N.D.	N.D.	18	1	19	6	18	9
MAR	28	29	31	39	34	58	32	51
POR	27	28	30	45	32	60	30	50
SAC	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	30	35	33	58

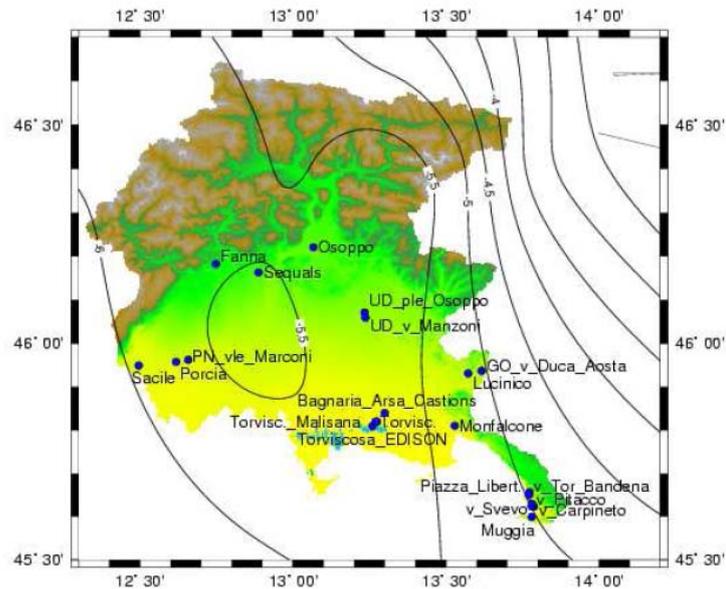
Se ne deduce che, nell'arco di questi pochi anni, non è possibile estrapolare delle tendenze significative, essendo i dati a breve termine fortemente condizionati dalla variabilità delle condizioni meteorologiche locali.

Un altro rapporto interessante riguarda lo scenario di riferimento per la qualità dell'aria per l'anno 2015 (fonte Arpa fvg "LO SCENARIO DI RIFERIMENTO PER LA QUALITÀ DELL'ARIA IN FRIULI VENEZIA GIULIA (CURRENT LEGISLATION) PER L'ANNO 2015." - 2009). Il rapporto prevede una diminuzione percentuale della concentrazione media annua di PM₁₀ (Fig.3), condizionata ad una serie di interventi atti a favorire il processo virtuoso.

Alla luce di queste considerazioni e previsioni si è ritenuto plausibile utilizzare i dati del 2005 come anno di riferimento, senza apportare le correzioni per riferire le emissioni di fondo all'anno in cui sono previste le lavorazioni 2011-2012.

Non si è ritenuto inoltre opportuno confrontare gli esiti degli studi modellistici con i dati forniti da una centralina di riferimento, in quanto le più vicine stazioni che rilevano PM₁₀ sono posizionate a Udine (in Piazzale Osoppo e via Cairoli), e Pordenone (Centro e via dei Capuccini) dove non sono prevedibili influenze dovute ai cantieri.

Diminuzione percentuale 2015-2010 concentrazione PM10



PM10: superamenti giornalieri. Massimo spaziale Comune - margine superiore

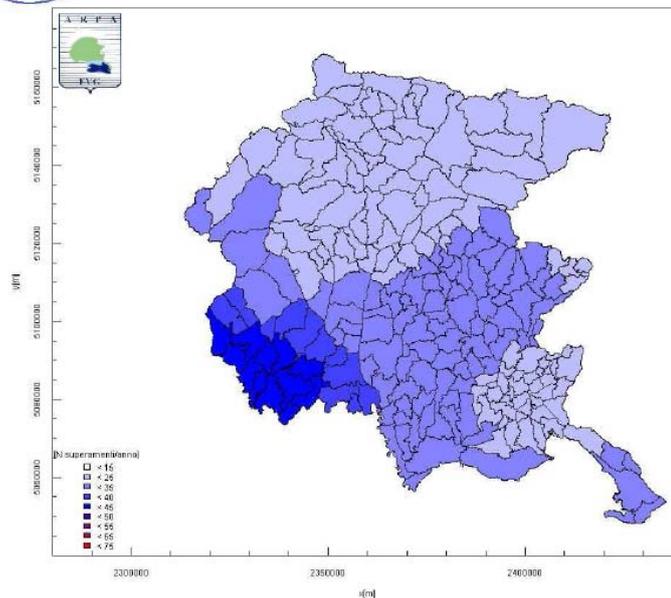


Fig 3 Riduzione percentuale delle concentrazioni medie annue di PM10 sul territorio regionale nell'anno 2015 rispetto all'anno 2010 (pannello superiore) e numero di giorni con concentrazione media giornaliera superiore a 50 µg/m³ che si potrebbero registrare nel 2015 in caso di condizioni meteorologiche avverse anche a seguito delle previste riduzioni nelle emissioni (pannello inferiore). Come si evince dall'immagine, in caso di condizioni meteorologiche sfavorevoli, alcuni comuni del pordenonese al confine con il Veneto potrebbero ancora presentare dei superamenti dei limiti di legge.

5.3.8. Valutazione dei parametri ambientali – dati meteorologici

Per una corretta stima della dispersione degli inquinanti emessi da sorgente è di fondamentale importanza valutare correttamente le condizioni atmosferiche, ed in particolare intensità e direzione del vento, nonché la classe di stabilità atmosferica.

Considerato il nostro caso particolare di emissioni di breve durata e limitate a poche ore diurne, non ha molto senso eseguire pesanti elaborazioni statistiche che verrebbero con tutta probabilità smentite dalle reali condizioni in cui verranno a svolgersi le lavorazioni.

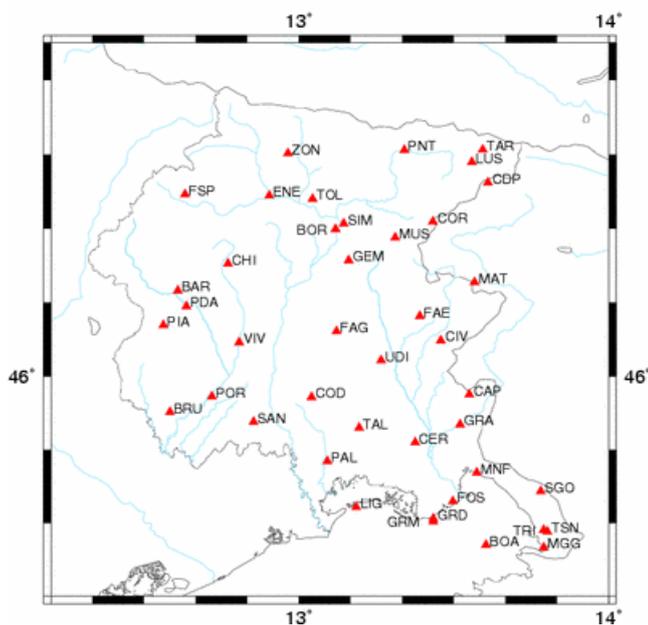
Per tanto si è deciso di adoperare nel modello di simulazione una classe di stabilità atmosferica D – neutra, che ben rispecchia le condizioni medie diurne locali (classi superiori facilitano la stagnazione e il rischio inquinamento, mentre classi inferiori favorirebbero la dispersione con effetti positivi).

Per quanto riguarda la velocità del vento, si sono prese in esame le elaborazioni da fonte ARPA-OSMER 2009, riguardanti i venti nelle stazioni di Codroipo, San Vito al Tagliamento e Codroipo.

Le elaborazioni riguardano rilevamenti dal 1995-2000 al 2008.

Per le finalità di questo lavoro si è presa in considerazione la velocità media del vento nel periodo considerato, variabile fra 1.4 e 2.2 m/s, e si è adottato per tutti i cantieri un valore di 1.8 m/s.

Si allegano nelle pagine seguenti le elaborazioni OSMER per le stazioni meteo di riferimento.





Stazione: **CODROIPO**

Latitudine 45°58'N Longitudine 12°58'E Altitudine 52 m s.l.m.

Analisi mensile e annuale del vento misurato a 10 m di altezza. Si riportano:

- velocità media del vento filato;
- velocità media per ottante;
- frequenza percentuale media (annuale o mensile) dei minuti di vento misurati negli ottanti da cui spira il vento (i minuti con calma di vento sono quelli in cui la velocità < 0.5 m/s).

mese	anni di misura	velocità media vento	velocità media nell'ottante (m/s)								frequenza nell'ottante (%)								
			N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	CALMA
gen	2000 - 2008	2.1	2.1	2.7	3.1	2.0	1.9	1.6	1.4	1.4	33	26	12	3	4	4	4	6	8
feb	2000 - 2008	2.3	2.3	3.1	3.1	1.9	1.9	1.9	1.6	1.5	27	27	13	6	6	6	4	4	7
mar	2000 - 2008	2.6	2.8	3.0	2.7	2.3	2.6	2.6	1.9	1.7	21	27	16	9	10	7	3	3	5
apr	2000 - 2008	2.6	2.8	2.8	2.8	2.6	3.0	2.8	2.0	1.8	20	26	13	9	12	8	3	3	5
mag	2000 - 2008	2.4	2.5	2.5	2.6	2.6	2.9	2.5	2.0	1.9	18	26	13	11	13	8	3	3	5
giu	2000 - 2008	2.1	2.2	2.2	2.4	2.3	2.4	2.0	1.7	1.9	19	26	11	10	15	8	3	2	6
lug	1999 - 2008	2.0	2.2	2.2	2.2	2.1	2.2	1.9	1.7	1.9	22	25	10	8	14	8	3	3	7
ago	1999 - 2008	2.0	2.0	2.2	2.3	2.0	2.1	1.9	1.7	1.8	25	27	10	7	12	7	3	2	6
set	1999 - 2008	1.9	1.9	2.1	2.3	2.2	2.2	2.0	1.8	1.6	24	29	12	8	9	5	4	3	7
ott	1999 - 2008	2.0	2.0	2.5	2.5	2.0	2.2	1.9	1.5	1.4	25	29	12	7	8	5	3	3	9
nov	1999 - 2008	2.2	2.3	2.7	2.7	2.3	2.1	1.7	1.4	1.4	33	27	11	5	5	4	3	4	8
dic	1999 - 2008	2.4	2.3	2.9	3.6	1.9	1.9	1.6	1.5	1.5	34	30	12	3	3	3	3	5	8
anno	1999 - 2008	2.2	2.3	2.6	2.7	2.2	2.4	2.1	1.7	1.6	25	27	12	7	9	6	3	3	7

Analisi oraria del vento misurato a 10 m di altezza (anni di misura 1999 - 2008).

Si riportano:

- velocità media per ottante;
- frequenza percentuale media dei minuti di vento misurati negli ottanti da cui spira il vento

ora solare locale	velocità media nell'ottante (m/s)								frequenza nell'ottante (%)								
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	CALMA
1	2.1	2.3	2.4	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	38	38	9	2	1	1	2	3	7
2	2.1	2.3	2.3	1.5	1.7	1.7	1.3	1.5	39	38	8	2	1	1	1	4	7
3	2.1	2.3	2.2	1.6	1.6	1.4	1.4	1.4	41	36	7	2	1	1	1	4	7
4	2.1	2.3	2.3	1.8	2.1	1.4	1.3	1.4	44	36	6	1	1	1	1	3	7
5	2.1	2.3	2.5	1.7	1.5	1.5	1.2	1.4	42	37	6	1	1	1	1	3	6
6	2.1	2.3	2.4	1.9	1.4	1.1	1.2	1.4	42	37	6	1	1	1	1	3	6
7	2.1	2.4	2.3	1.8	2.0	1.5	1.3	1.3	39	40	8	2	1	1	1	2	6
8	2.2	2.5	2.4	1.9	2.0	1.5	1.3	1.4	33	41	12	3	1	1	2	2	6
9	2.3	2.7	2.5	1.8	1.8	1.4	1.5	1.4	25	39	17	5	3	2	1	2	6
10	2.4	2.9	2.6	1.9	1.7	1.7	1.4	1.5	18	30	20	8	9	4	2	3	5
11	2.7	3.1	2.9	2.0	1.8	1.9	1.5	1.4	13	23	19	12	14	7	3	3	5
12	3.1	3.2	3.0	2.1	2.1	2.0	1.6	1.6	10	17	18	12	19	13	4	2	4
13	3.3	3.3	3.1	2.3	2.3	2.1	1.7	1.6	8	15	16	12	22	15	6	3	3
14	3.4	3.4	3.1	2.4	2.5	2.1	1.8	1.7	8	12	14	13	24	17	5	3	4
15	3.3	3.4	3.2	2.5	2.7	2.2	1.8	1.9	9	11	13	12	26	17	6	3	4
16	3.1	3.5	3.2	2.4	2.7	2.2	1.6	2.0	9	12	11	12	26	17	6	3	5
17	2.9	3.3	3.1	2.4	2.6	2.1	1.6	1.7	11	12	10	12	24	15	7	3	7
18	2.5	3.0	2.7	2.1	2.2	2.0	1.4	1.6	13	14	11	12	21	11	6	4	8
19	2.4	2.7	2.5	1.8	1.7	1.6	1.3	1.6	18	18	12	11	15	8	4	4	11
20	2.2	2.5	2.3	1.6	1.6	1.5	1.3	1.6	23	22	14	9	8	4	3	4	13
21	2.3	2.3	2.3	1.7	1.6	1.4	1.4	1.6	26	31	13	6	4	2	3	4	12
22	2.2	2.2	2.3	1.8	2.0	1.4	1.3	1.5	29	36	13	4	2	2	2	4	9
23	2.1	2.2	2.3	1.9	2.0	1.6	1.3	1.5	31	37	12	3	2	1	1	3	10
24	2.1	2.2	2.4	2.1	1.6	1.5	1.5	1.4	35	38	10	2	1	1	1	3	8

Legenda

Indicazione cromatica: velocità del vento	
da 0.5 a 1.5 m/s	
da 1.5 a 2.5 m/s	
da 2.5 a 3.5 m/s	
maggiore di 3.5 m/s	

Indicazione cromatica: frequenza del vento nell'ottante	
da 0 a 5 %	
da 5 a 10 %	
da 10 a 20 %	
maggiore del 20%	



Stazione: **SAN VITO AL TGL.**

Latitudine 45°55'N Longitudine 12°49'E Altitudine 26 m s.l.m.

Analisi mensile e annuale del vento misurato a 10 m di altezza. Si riportano:

- velocità media del vento filato;
- velocità media per ottante;
- frequenza percentuale media (annuale o mensile) dei minuti di vento misurati negli ottanti da cui spira il vento (i minuti con calma di vento sono quelli in cui la velocità < 0.5 m/s).

mese	anni di misura	velocità media vento	velocità media nell'ottante (m/s)								frequenza nell'ottante (%)								
			N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO CALMA	
gen	1995 - 2008	1.6	1.7	2.1	2.7	1.9	1.7	1.6	1.4	1.3	27	25	12	4	3	4	4	7	15
feb	1995 - 2008	1.8	1.9	2.2	2.7	1.8	1.7	1.9	1.6	1.4	22	25	13	7	6	5	4	5	13
mar	1995 - 2008	2.1	2.1	2.3	2.5	2.2	2.4	2.4	1.9	1.5	19	25	16	9	9	7	3	4	9
apr	1995 - 2008	2.0	2.1	2.2	2.3	2.3	2.7	2.7	2.1	1.6	18	20	13	9	12	9	4	4	12
mag	1995 - 2008	1.8	1.9	1.9	2.1	2.3	2.6	2.4	1.9	1.6	17	20	13	10	12	8	4	4	14
giu	1995 - 2008	1.7	1.8	1.8	2.0	2.2	2.3	2.2	1.7	1.6	17	20	12	10	11	7	4	4	15
lug	1995 - 2008	1.6	1.8	1.8	2.0	1.9	2.0	2.0	1.7	1.5	18	20	11	8	10	8	4	5	15
ago	1995 - 2008	1.5	1.7	1.7	1.9	1.7	1.9	1.9	1.6	1.4	21	22	10	7	8	7	4	5	16
set	1995 - 2008	1.5	1.7	1.7	2.0	1.9	1.9	1.8	1.6	1.4	22	23	11	7	7	6	4	5	16
ott	1995 - 2008	1.6	1.7	1.8	2.3	2.1	2.2	2.0	1.9	1.8	23	25	12	6	6	6	3	4	16
nov	1995 - 2008	1.7	1.9	2.1	2.4	2.2	2.1	1.7	1.4	1.3	26	25	11	5	5	4	3	5	17
dic	1995 - 2008	1.8	1.8	2.2	3.1	1.8	1.7	1.5	1.4	1.4	27	27	13	3	3	3	4	6	14
anno	1995 - 2008	1.7	1.8	2.0	2.4	2.1	2.2	2.1	1.7	1.5	21	23	12	7	8	6	4	5	14

Analisi oraria del vento misurato a 10 m di altezza (anni di misura 1995 - 2008).

Si riportano:

- velocità media per ottante;
- frequenza percentuale media dei minuti di vento misurati negli ottanti da cui spira il vento

ora solare locale	velocità media nell'ottante (m/s)								frequenza nell'ottante (%)								
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO CALMA	
1	1.7	1.7	1.9	1.4	1.5	1.8	1.3	1.3	30	31	9	2	2	1	1	4	19
2	1.7	1.7	2.1	1.5	1.5	1.7	1.4	1.4	32	32	8	2	1	1	1	5	17
3	1.7	1.7	2.1	1.7	1.4	1.4	1.4	1.3	33	32	7	2	1	1	2	5	17
4	1.7	1.7	2.1	1.8	2.0	1.4	1.2	1.3	35	33	7	1	1	1	1	4	16
5	1.7	1.7	2.2	1.6	1.5	1.2	1.3	1.3	36	32	7	2	1	1	2	4	17
6	1.7	1.7	2.1	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	35	35	7	1	1	1	1	4	15
7	1.7	1.7	2.1	1.8	1.7	1.3	1.2	1.3	33	38	9	2	1	1	1	4	13
8	1.7	1.8	2.1	1.7	1.6	1.5	1.3	1.3	29	38	14	2	1	1	1	3	10
9	1.8	2.0	2.2	1.5	1.6	1.7	1.5	1.3	22	35	19	4	3	2	2	4	9
10	1.8	2.2	2.3	1.6	1.6	1.8	1.3	1.3	16	28	22	8	6	4	3	4	9
11	2.0	2.4	2.4	1.8	1.6	1.8	1.5	1.3	12	22	21	11	9	8	4	4	8
12	2.2	2.5	2.5	1.9	1.9	2.0	1.6	1.2	10	17	20	12	13	12	6	3	7
13	2.3	2.5	2.6	2.0	2.1	2.2	1.7	1.5	8	14	18	12	16	15	7	3	7
14	2.4	2.5	2.7	2.1	2.4	2.2	1.7	1.5	7	12	16	14	16	17	8	4	6
15	2.3	2.7	2.7	2.3	2.5	2.2	1.7	1.5	8	11	14	13	19	17	8	4	7
16	2.3	2.6	2.6	2.3	2.6	2.1	1.6	1.4	8	11	11	13	20	16	8	4	8
17	2.2	2.5	2.5	2.3	2.5	2.2	1.4	1.5	9	11	10	12	20	13	7	4	13
18	2.0	2.3	2.4	2.0	2.2	1.9	1.4	1.3	10	12	10	12	20	11	5	4	18
19	1.9	2.3	2.2	1.8	1.7	1.5	1.2	1.4	12	13	9	10	15	8	4	5	23
20	1.8	2.0	2.2	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	18	16	10	8	8	5	3	5	26
21	1.7	1.9	2.1	1.6	1.4	1.2	1.3	1.3	23	20	11	5	4	4	3	5	25
22	1.7	1.8	2.1	1.6	1.4	1.4	1.2	1.3	24	26	10	4	3	2	2	6	23
23	1.7	1.8	2.0	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	27	28	11	3	2	2	2	4	21
24	1.7	1.7	2.0	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	28	30	10	3	1	2	1	5	20

Legenda

Indicazione cromatica: velocità del vento	
da 0.5 a 1.5 m/s	
da 1.5 a 2.5 m/s	
da 2.5 a 3.5 m/s	
maggiore di 3.5 m/s	

Indicazione cromatica: frequenza del vento nell'ottante	
da 0 a 5 %	
da 5 a 10 %	
da 10 a 20 %	
maggiore del 20 %	



Stazione: **PORDENONE**
 Latitudine 45°57'N Longitudine 12°40'E Altitudine 23 m s.l.m.

Analisi mensile e annuale del vento misurato a 10 m di altezza. Si riportano:

- velocità media del vento filato;
- velocità media per ottante;
- frequenza percentuale media (annuale o mensile) dei minuti di vento misurati negli ottanti da cui spira il vento (i minuti con calma di vento sono quelli in cui la velocità < 0.5 m/s).

mese	anni di misura	velocità media vento	velocità media nell'ottante (m/s)								frequenza nell'ottante (%)								
			N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	CALMA
gen	1995 - 2008	1.4	1.6	2.0	1.9	1.3	1.2	1.5	1.6	1.5	15	29	13	4	3	6	4	5	21
feb	1995 - 2008	1.6	1.7	2.1	2.0	1.4	1.3	1.6	1.8	1.4	13	31	15	5	4	6	5	4	17
mar	1995 - 2008	1.8	1.9	2.3	2.2	1.6	1.6	1.9	2.0	1.5	11	31	16	7	6	7	5	3	14
apr	1995 - 2008	1.8	2.0	2.3	2.1	1.8	1.8	2.2	2.2	1.7	11	29	15	8	8	8	5	3	14
mag	1995 - 2008	1.7	1.9	2.2	2.1	1.8	1.7	2.0	2.2	1.7	10	30	16	8	8	7	5	3	14
giu	1995 - 2008	1.7	1.8	2.1	2.0	1.7	1.7	2.0	2.1	1.7	9	30	17	9	8	7	5	3	12
lug	1995 - 2008	1.7	1.7	2.0	1.9	1.6	1.6	2.1	2.2	1.7	9	29	16	9	8	7	6	3	13
ago	1995 - 2008	1.7	1.7	2.0	2.0	1.5	1.5	1.9	2.1	1.7	11	32	17	8	7	6	5	3	12
set	1995 - 2008	1.5	1.6	1.9	1.9	1.5	1.4	1.7	1.8	1.5	12	32	15	6	6	6	5	3	14
ott	1995 - 2008	1.4	1.6	1.9	2.0	1.4	1.3	1.4	1.9	1.8	14	32	14	5	4	5	4	3	19
nov	1995 - 2008	1.4	1.7	2.1	1.9	1.5	1.4	1.4	1.6	1.4	14	31	13	5	4	5	4	4	21
dic	1995 - 2008	1.4	1.6	2.1	2.1	1.3	1.2	1.4	1.6	1.4	15	31	14	3	2	5	4	5	21
anno	1995 - 2008	1.6	1.7	2.1	2.0	1.6	1.5	1.8	2.0	1.6	12	31	15	6	6	6	5	3	16

Analisi oraria del vento misurato a 10 m di altezza (anni di misura 1995 - 2008).

Si riportano:

- velocità media per ottante;
- frequenza percentuale media dei minuti di vento misurati negli ottanti da cui spira il vento

ora solare locale	velocità media nell'ottante (m/s)								frequenza nell'ottante (%)								
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	CALMA
1	1.6	1.9	1.6	1.2	1.1	1.5	1.7	1.4	17	43	12	2	1	2	2	4	17
2	1.5	1.8	1.6	1.1	1.3	1.5	1.7	1.3	17	44	13	1	1	2	2	4	17
3	1.5	1.8	1.6	1.2	1.1	1.5	1.6	1.3	16	44	13	1	1	2	2	4	18
4	1.5	1.8	1.6	1.1	1.1	1.4	1.5	1.2	16	44	12	1	1	1	2	4	19
5	1.5	1.8	1.6	1.2	1.1	1.3	1.4	1.2	16	42	14	1	1	2	2	4	19
6	1.4	1.7	1.5	1.1	1.2	1.4	1.5	1.3	14	44	13	1	0	1	2	3	20
7	1.5	1.8	1.5	1.5	0.9	1.3	1.5	1.2	12	42	16	1	1	1	2	3	21
8	1.5	2.0	1.6	1.1	1.0	1.5	1.5	1.3	10	40	19	2	1	2	2	3	21
9	1.6	2.2	1.7	1.0	0.9	1.4	1.6	1.3	6	37	23	3	2	3	2	2	21
10	1.8	2.4	1.9	1.1	1.0	1.5	1.6	1.2	5	31	25	6	4	5	3	2	19
11	1.9	2.5	2.0	1.1	1.1	1.5	1.7	1.3	4	26	24	9	7	8	5	2	16
12	2.0	2.6	2.1	1.3	1.1	1.7	1.8	1.3	4	22	22	11	10	12	6	2	13
13	2.2	2.7	2.1	1.3	1.2	1.7	1.9	1.4	4	19	18	11	13	14	7	2	13
14	2.2	2.7	2.1	1.5	1.2	1.8	2.1	1.6	3	17	17	11	14	15	7	2	12
15	2.2	2.6	2.2	1.5	1.3	1.8	2.2	1.7	4	16	16	12	14	16	7	2	13
16	2.1	2.6	2.0	1.5	1.3	1.7	2.2	1.9	4	16	14	13	15	16	7	2	13
17	2.1	2.5	2.0	1.6	1.4	1.7	2.1	1.8	6	16	12	11	17	14	6	2	16
18	1.8	2.4	2.0	1.5	1.3	1.5	1.8	1.8	8	17	10	11	16	11	6	3	18
19	1.7	2.2	2.0	1.3	1.2	1.4	1.8	1.5	10	21	10	8	13	9	5	3	21
20	1.6	2.1	1.8	1.2	1.0	1.4	1.6	1.6	13	26	11	5	7	7	5	4	22
21	1.6	2.0	1.7	1.1	1.0	1.4	1.6	1.5	15	32	11	3	3	5	5	4	22
22	1.6	1.9	1.7	1.1	1.1	1.3	1.6	1.4	16	39	12	2	2	3	3	3	19
23	1.6	1.9	1.7	1.1	1.1	1.5	1.7	1.4	16	43	14	2	1	2	3	3	17
24	1.6	1.9	1.7	1.1	1.2	1.5	1.7	1.3	17	43	13	2	1	2	2	4	17

Legenda

Indicazione cromatica: velocità del vento	
da 0.5 a 1.5 m/s	
da 1.5 a 2.5 m/s	
da 2.5 a 3.5 m/s	
maggiore di 3.5 m/s	

Indicazione cromatica: frequenza del vento nell'ottante	
da 0 a 5 %	
da 5 a 10 %	
da 10 a 20 %	
maggiore del 20%	

Dati: ARPA-OSMER

Elaborazione: ARPA-OSMER 02/07/2009

5.3.9. Il modello di dispersione del PM₁₀

Per la dispersione è stato preso a riferimento il modello SCREEN3, codice diffusionale certificato e suggerito dalla stessa EPA. SCREEN3 è un modello gaussiano stazionario, che tiene conto delle caratteristiche della sorgente e dei fattori meteorologici, per effettuare la stima della concentrazione di inquinante. L'equazione di base utilizzata per la determinazione della concentrazione a livello del terreno è:

$$X = \frac{Q}{2\pi u_s \sigma_y \sigma_z} \left\{ \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z_r - h_s}{\sigma_z}\right)^2\right] + \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z_r + h_s}{\sigma_z}\right)^2\right] + \sum_{N=1}^k \left[\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z_r - h_s - 2Nz_i}{\sigma_z}\right)^2\right] + \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z_r + h_s - 2Nz_i}{\sigma_z}\right)^2\right] + \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z_r - h_s + 2Nz_i}{\sigma_z}\right)^2\right] + \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z_r + h_s + 2Nz_i}{\sigma_z}\right)^2\right] \right] \right\}$$

where:

- X = concentration (g/m³)
- Q = emission rate (g/s)
- π = 3.141593
- u_s = stack height wind speed (m/s)
- σ_y = lateral dispersion parameter (m)
- σ_z = vertical dispersion parameter (m)
- z_r = receptor height above ground (m)
- h_s = plume centerline height (m)
- z_i = mixing height (m)
- k = summation limit for multiple reflections of plume off of the ground and elevated inversion, usually ≤ 4 .

I modelli gaussiani si basano su una soluzione analitica esatta dell'equazione di trasporto e diffusione in atmosfera ricavata sotto particolari ipotesi semplificative. La sorgente oggetto di studio può essere considerata:

- Puntiforme
- Camino
- Areale
- Volumetrica

Nel caso di cantieri si è optato per un'emissione areale, coincidente con la parte centrale dell'area di lavorazione, considerato anche che le emissioni comprendano i movimenti di mezzi su piste, attività che risulta essere spesso quella maggiormente emissiva. Concentrare le emissioni su aree più ristrette innalza le concentrazioni ma risulta meno aderente alle reali condizioni operative.

Inoltre il modello esamina le dispersioni data una classe di stabilità e una velocità del vento; la valutazione viene fatta in condizioni medie, desumibili dai dati forniti dall'ARPA-OSMER. Considerata la breve durata delle lavorazioni non ha senso spingersi oltre nella valutazione delle condizioni climatiche.

I risultati raccolti dall'applicazione del modello SCREEN3 permettono di individuare le concentrazioni di PM₁₀ al variare della distanza dalla sorgente.

Il risultato può essere espresso in un grafico (Figura 4). La concentrazione espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ rappresenta la concentrazione oraria stimata in regime stazionario.

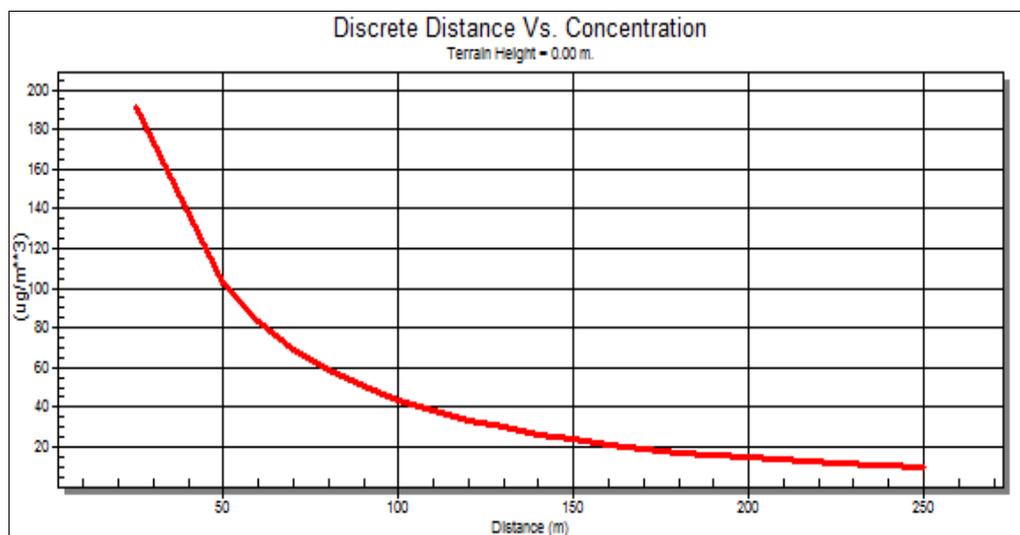


Figura 3 Variazione della concentrazione al suolo in funzione della distanza dal punto di emissione

Le caratteristiche geometriche e le condizioni meteorologiche utilizzate nel programma sono riassunte in apposite tabelle riportate per ogni cantiere.

Si fa notare, come tale modello gaussiano nella sua semplicità ancora oggi sia molto utilizzato nelle valutazioni di impatto ambientale, poiché le numerose verifiche sperimentali presenti in letteratura ne hanno dimostrato l'affidabilità ed anche perché richiede un set di dati minimo per poter funzionare. Modelli più complessi sono spesso inutilizzabili proprio per la mancanza dei numerosi dati richiesti.

5.3.10. Valori di soglia di concentrazione per il PM₁₀

Mediante l'impiego del modello di dispersione è stato possibile valutare gli effetti delle emissioni di polveri diffuse in termini di concentrazioni. Questi valori possono quindi essere confrontati con i limiti di legge fissati per il PM₁₀. Si ricorda che i limiti di legge per il PM₁₀ (riferiti al D.Lgs 13/08/2010, n.155) sono relativi alle concentrazioni medie annue (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ed alle medie giornaliere (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ il cui valore non può essere superato più di 35 volte in un anno).

5.3.11. Stima delle concentrazioni per il PM₁₀ – massima oraria

Il modello di diffusione fornisce la concentrazione espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ stimata in regime stazionario, per varie distanze dalla sorgente. Dalla cartografia, per ogni sito, è stato possibile individuare la distanza del recettore sensibile più vicino, e ricavare quindi la concentrazione massima oraria dovuta alle emissioni del cantiere.

5.3.12. Stima delle concentrazioni per il PM₁₀ – massima media giornaliera

La stima della concentrazione massima giornaliera può essere ottenuta da quella massima oraria, valutata tramite modello. L'US EPA suggerisce un coefficiente moltiplicativo compreso fra 0.2 e 0.6 per calcolare la media giornaliera a partire dai valori orari.

$$C(24)_{\max} = C(1)_{\max} * \text{coeff}$$

Nel nostro caso, essendo note le ore effettive di emissione, si può assumere:

$$C(24)_{\max} = C(1)_{\max} * (\text{ore}_{\text{effettive}} / 24)$$

e considerando che le attività di cantiere si svolgeranno al massimo per 6 ore, il coefficiente può essere fissato a $6/24=0,25$.

$$C(24)_{\max} = C(1)_{\max} * 0.25$$

Il valore così ottenuto, sommato alla concentrazione di fondo, andrà confrontato con il limite di norma, fissato in 50 µg/m³; lo sfioramento sarà ammesso per non più di 35 giorni l'anno.

5.3.13. Stima delle concentrazioni per il PM₁₀ – massima media annua

Il contributo al superamento della media annuale da parte dell'attività del cantiere va valutato in base ai giorni previsti per le lavorazioni:

$$C(365)_{\max} = C(24)_{\max} * \text{giornate}_{\text{effettive}} / 365$$

Il valore così ottenuto, sommato alla concentrazione di fondo, andrà confrontato con il limite di norma, fissato in 40 µg/m³.

5.3.14. Campagna di misura delle polveri sospese PM₁₀

Al fine di ottenere una validazione del pattern distributivo degli inquinanti, sono stati scelti due punti di monitoraggio per la determinazione del PM₁₀, uno in corrispondenza del punto di massimo impatto stimato e l'altro nel punto di minimo impatto stimato.

Nei punti così individuati saranno quantificati i valori relativi del PM₁₀, in relazione anche alle attività di cantiere programmate, e saranno effettuate delle misurazioni (con condizioni meteo e di attività lavorative analoghe a quanto simulato).

Le misure saranno eseguite:

- nella fase ante-operam per un periodo di 15 giorni, al fine di ottenere dei dati confrontabili con le concentrazioni di fondo stimate,

- durante la fase di cantiere, al fine di valutare l'impatto prodotto delle attività di cantiere, il monitoraggio avverrà per una durata di 5 giorni consecutivi rilevando i dati giornalieri. Tali rilievi si svolgeranno in concomitanza delle lavorazioni ipotizzate nella fase di simulazione.

La scelta del sito di campionamento viene effettuata seguendo i criteri descritti nell'Allegato VIII del D.M. 60 del 2/4/02 concernente l'ubicazione dei punti di misura fissi.

II. Ubicazione su microscala

Nella misura in cui sia tecnicamente fattibile:

a) l'ingresso della sonda di campionamento deve essere libero e non vi debbono essere ostacoli che possano disturbare il flusso d'aria nelle vicinanze del campionatore (di norma a distanza di alcuni metri rispetto ad edifici, balconi, alberi ed altri ostacoli e, nel caso di punti di campionamento rappresentativi della qualità dell'aria ambiente sulla linea degli edifici, alla distanza di almeno 0,5 m dall'edificio più prossimo);

b) di regola, il punto di ingresso dell'aria deve situarsi tra 1,5 m e 4 m sopra il livello del suolo.

Possono essere talvolta necessarie posizioni più elevate (fino ad 8 m).

Può anche essere opportuna un'ubicazione più elevata se la stazione è rappresentativa di un'ampia area;

c) il punto di ingresso della sonda non deve essere collocato nelle immediate vicinanze di fonti inquinanti per evitare l'aspirazione diretta di emissioni non miscelate con l'aria ambiente;

d) lo scarico del campionatore deve essere collocato in modo da evitare il ricircolo dell'aria scaricata verso l'ingresso del campionatore;

e) per l'ubicazione dei campionatori relativi al traffico:

- per tutti gli inquinanti, tali campionatori dovrebbero essere situati a più di 25 m di distanza dal bordo dei grandi incroci e a più di 4 m di distanza dal centro della corsia di traffico più vicina;

- per il biossido di azoto e il monossido di carbonio il punto di ingresso deve essere ubicato non oltre 5 m dal bordo stradale;

- per il materiale particolato, il piombo e il benzene, il punto di ingresso deve essere ubicato in modo da essere rappresentativo della qualità dell'aria ambiente sulla linea degli edifici.

I punti di monitoraggio saranno individuati per un solo cantiere e sono definiti in dettaglio sulle planimetrie di progetto.

5.3.15. Strumento per la misura del PM₁₀

Per la campagna di misura, potrà essere utilizzato uno strumento gravimetrico, che risponda ai criteri del D.M. 60 del 2/4/02. Lo strumento sequenziale previsto sarà del tipo Skypost-PM o similare, dotato di testata di prelievo EPA in configurazione PM₁₀.

Le caratteristiche principali saranno:

- flusso nominale impostato a 1 m³ /h;
- controllo elettronico ed automatico del flusso nominalmente entro il 2%; il sistema, se non sarà in grado di mantenere il flusso entro tale limite, sarà programmato per la continuazione del campionamento sul filtro successivo;
- sensori di temperatura dell'aria in ambiente Ta, al contatore volumetrico (gas-meter) Tg e del filtro Tf;
- sensori di pressione atmosferica Pa e di pressione a valle del filtro Pf;
- caduta massima di pressione DP impostata nominalmente a 50 kPa; il sistema, se non sarà in grado di mantenere la caduta di pressione entro tale limite, sarà programmato per la continuazione del campionamento sul filtro successivo;
- sistema di caricamento pneumatico con capacità fino a 16 filtri; i filtri saranno montati su cassette individuali in teflon a loro volta contenute in un caricatore cilindrico.

Al termine del campionamento di ciascun filtro, saranno riportati i dati di interesse al fine dello studio, come:

- inizio, fine e tempo effettivo di campionamento;
- eventuali allarmi di flusso, o altre anomalie;

- flussi medi e deviazione percentuale;
- volumi V_g , V_s e V_{eff} ;
- temperature T_g media, e T_a minima, media e massima;
- pressioni P_a media e DP massima.

Potranno essere utilizzate strumentazioni diverse purchè idonee agli scopi previsti.

5.3.16. Interventi di mitigazione

Il controllo della produzione di polveri all'interno delle aree di cantiere potrà essere ottenuto mediante l'adozione degli accorgimenti di seguito indicati:

- bagnatura periodica delle superfici di cantiere in relazione al passaggio dei mezzi e delle operazioni di carico/scarico, con aumento della frequenza delle bagnature durante la stagione estiva (nella simulazione modellistica è stata considerata l'esecuzione di questa operazione sulle piste)
- bagnatura periodica delle aree destinate allo stoccaggio temporaneo dei materiali, o loro copertura al fine di evitare il sollevamento delle polveri;
- bagnatura del pietrisco prima della fase di lavorazione e dei materiali risultanti dalle demolizioni e scavi.
- lavaggio giornaliero dei mezzi di cantiere e pulizia con acqua dei pneumatici dei veicoli in uscita.

Considerato che le aree di cantiere sono per lo più a ridosso di centri abitati con abitazioni molto vicine alle sedi delle lavorazioni, si è ritenuto opportuno considerare che gli interventi di mitigazione vadano comunque eseguiti, soprattutto nel caso in cui i cantieri siano operativi in periodi favorevoli al ristagno delle PM10.

In riferimento ai tratti di viabilità urbana (in corrispondenza dei centri abitati e lungo i collegamenti con i siti di cantiere) ed extraurbana impegnati dai transiti dei mezzi pesanti demandati al trasporto dei materiali, occorrerà effettuare le seguenti azioni:

- adozione di velocità ridotta da parte dei mezzi pesanti;
- copertura dei cassoni dei mezzi con teli in modo da ridurre eventuali dispersioni di polveri durante il trasporto dei materiali.

Si segnalano, infine, le azioni da intraprendere per minimizzare i problemi relativi alle emissioni di gas e particolato:

- utilizzo di mezzi di cantiere che rispondano ai limiti di emissione previsti dalle normative vigenti, ossia dotati di sistemi di abbattimento del particolato di cui occorrerà prevedere idonea e frequente manutenzione e verifica dell'efficienza anche attraverso misure dell'opacità dei fumi;
- uso di attrezzature di cantiere e di impianti fissi prevalentemente con motori elettrici alimentati dalla rete esistente.

5.3.17. Risultati della simulazione e monitoraggi previsti

La tabella riportata di seguito riassume cantiere per cantiere, le previsioni di superamento dei limiti delle concentrazioni di PM10 previsti dalla Normativa, le prescrizioni particolari e previsioni di monitoraggio. I singoli cantieri sono descritti nel dettaglio nei paragrafi che seguono.

Piano di monitoraggio ambientale

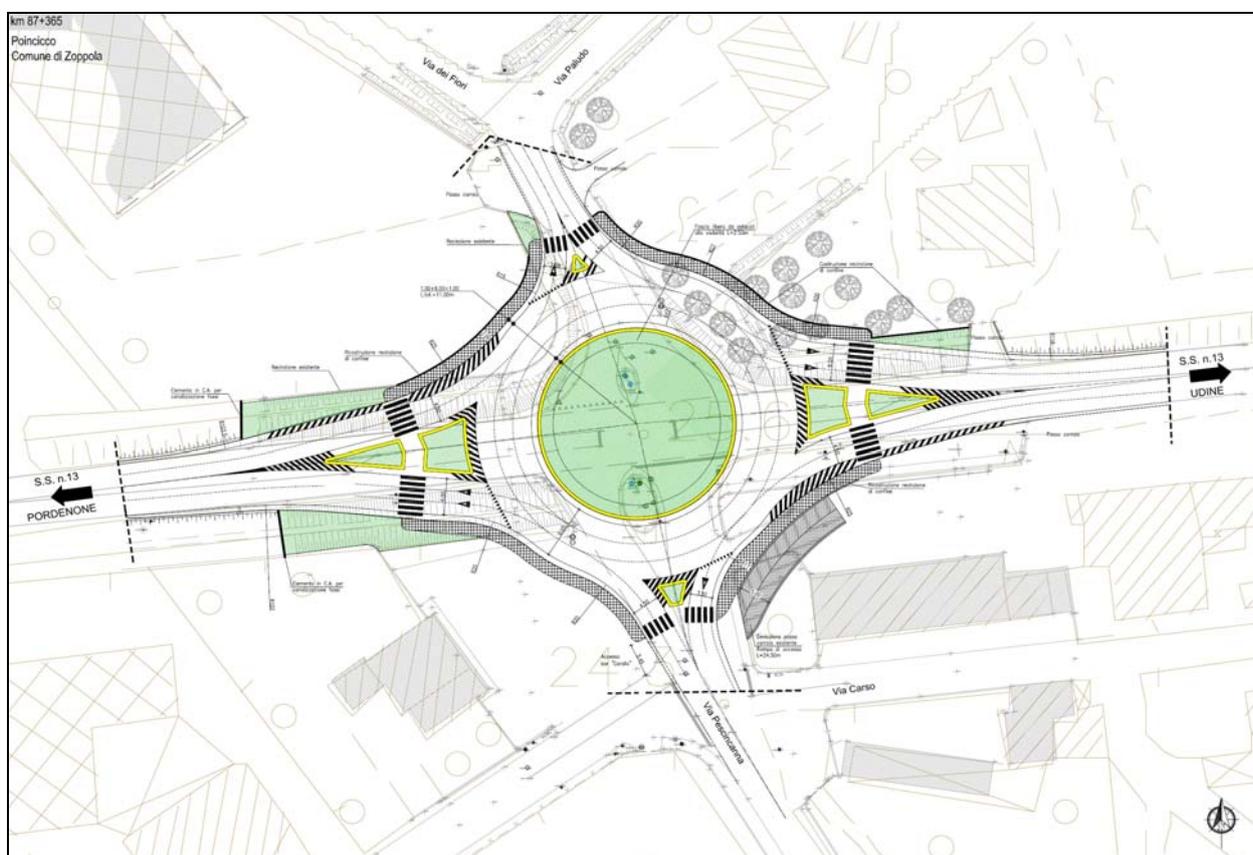
CANTIERE		Superamento di 50 µg/m ³ per non più di 35 giorni l'anno (D.Lgs 13/08/2010 n 155)			SUPERAMENTO di 40 µg/m ³ media annuale (D.Lgs 13/08/2010 n 155)			MONITORAGGIO (per validazione modello)	
Comune	Località	giorni/anno di superamento previsti senza cantiere (da modello ARPA)	giorni/anno di superamento previsti con cantiere (*)(**)	Superament o Limiti	media prevista senza cantiere (da modello ARPA)	media prevista con cantiere (*)	Superament o Limite	Misure ante operam	Misure durante le lavorazioni di cantiere
Zoppola	Km 87+365	13	24(**)	NO	18.4	20.7	NO		
Zoppola	Km 88+550	13	19(**)	NO	18.4	19.7	NO		
Casarsa della Delizia	Km 94+000	13	24(**)	NO	18.7	20.3	NO		
Casarsa della Delizia	Km 94+400	13	23(**)	NO	18.7	20.2	NO		
Casarsa della Delizia	Km 97+200	11	17(**)	NO	18.3	19.6	NO		
Valvasone	Km 97+580	11	11(**) 14 (***)	NO	18.3	18.7 18.8(***)	NO	In 2 punti, media 15 gg	In 2 punti, media giornaliera, almeno 5gg
Codroipo	Km 102+160	11	12	NO	17.3	17.9	NO		
Codroipo	Km 106+129	10	19(**)	NO	17	18.6	NO		
Codroipo	Km 106+980	10	13(**)	NO	17	18.6	NO		

(*) da elaborazioni eseguite con le concentrazioni stimate in corrispondenza del recettore sensibile più esposto.

(**)con mitigazioni obbligatorie (***) effetti combinati da più cantieri

CANTIERE in Comune di ZOPPOLA SS 13 – Km 87+365

Il cantiere prevede la realizzazione di una rotatoria nella zona sotto indicata. Non sono previsti interventi rilevanti al contorno. L'occupazione spaziale delle lavorazioni è limitata.



Durata delle lavorazioni impattanti

I giorni di lavorazione impattanti possono essere calcolati dal computo, tramite il rapporto tra la quantità maggiore di movimento terra (tra le lavorazioni, quali: scavo, scarico, carico) con la produzione giornaliera di una squadra tipo (1 escavatore + 2 autocarri) :

$$gg \text{ lavorazione} = Q / P$$

$Q = m^3 \text{ terra}$

$P = \text{produzione giornaliera squadra tipo (300 m}^3 \text{ /gg)}$

NOME SITO	SCAVO (m ³)	SCARICO (m ³)	CARICO (m ³)	PRODUZIONE GIORNALIERA SQUADRA TIPO	gg DI LAVORAZIONE
Km 87+365	3655	3825	2820	300 m ³ /gg	13

Valutazione delle emissioni di PM10 generate dai lavori di costruzione e dai mezzi d'opera:

Nelle seguenti tabelle sono riassunti i calcoli delle emissioni come individuati e discussi nella parte generale del presente piano di monitoraggio:

SCOTICO & SBANCAMENTO MATERIALE SUPERFICIALE		
A- TERRENO RIMOSSO (Q) (300 m ³ / 6 h)	50	m ³ / h
B- Larghezza di lavoro	2.2	m
C-Profondità di scavo	0.25	m
Km scavati in un ora per ottenere la produzione oraria A/(B*C)	90	m/h
FATTORE DI EMISSIONE PTS	5,7	Kg/Km
FATTORE DI EMISSIONE PM ₁₀ (60% PTS)	3,42	Kg/Km
EMISSIONE ORARIA	311	g/h

CARICO MATERIALE SU AUTOCARRO		
VOLUME MOVIMENTATO ALL'ORA (300 m ³ / 6 h)	50	m ³ / h
DENSITA' TERRA	1,6	Mg/m ³
QUANTITA' TERRA MOVIMENTATO ALL'ORA	80	Mg/h
FATTORE DI EMISSIONE (vedi trattazione generale)	0.38	g/Mg
EMISSIONE ORARIA	30.6	g/h

TRANSITO DI MEZZI SU STRADE NON PAVIMENTATE			CON MITIGAZIONE (20 %)
LUNGHEZZA MEDIA (PISTA)	100	m	
LIMO SU PISTA (S)	12	%	
P DUMPER VUOTO	16	Mg	
P DEL CARICO MAX	40	Mg	
P MEDIO TRASPORTO (W)	28	Mg	
FATTORE DI EMISSIONE	1,156	Kg/Km	
FATTORE DI EMISSIONE g/Km	1156	g/Km	231
PRODUZIONE SQUADRA TIPO	300	m ³ /gg	
CARICO AUTOCARRO PER VIAGGIO	12	m ³ /viag.	
NUMERO VIAGGI GIORNO	25	Viag./gg	
VIAGGI ALL'ORA (6 ore lavorative)	4.2	Viag./h	
LUNGHEZZA MEDIA VIAGGIO (andata/ ritorno)	200	m	
Km PERCORSI ORA	0.83	Km	
EMISSIONE ORARIA	963	g/h	193

SCARICO MATERIALE DA AUTOCARRO		
VOLUME MOVIMENTATO ALL'ORA (300 m ³ / 6 h)	50	m ³ / h
DENSITA' TERRA	1,6	Mg/m ³
QUANTITA' TERRA MOVIMENTATO ALL'ORA	80	Mg/h
FATTORE DI EMISSIONE (vedi trattazione generale)	0.38	g/Mg
EMISSIONE ORARIA	30.6	g/h

Nel complesso le emissioni media orarie di PM₁₀ durante le lavorazioni più gravose sono riassunte nella seguente tabella

FASE	EMISSIONE ORARIA MEDIA (g/h)	EMISSIONE ORARIA MEDIA CON MITIGAZIONE	
		%	g/h
SCOTICO & SBANCAMENTO MATERIALE SUPERFICIALE	311	20.00%	62
CARICO MATERIALE SU AUTOCARRO	30.6	50.00%	15.3
TRANSITO DI MEZZI SU STRADE NON PAVIMENTATE (CON MITIGAZIONE)	193	100%	193
SCARICO MATERIALE SUPERFICIALE	30.6	50.00%	15.3
MEZZI D'OPERA	59	100%	59
TOTALE	625		345

Tabella A1 Emissioni orarie stimate per le attività di cantiere

Valutazione delle dispersioni tramite il modello Screen3

Le caratteristiche geometriche della sorgente sono state desunte dalle tavole di progetto considerando le lavorazioni di costruzione più gravose.

SOURCE TYPE	AREA
EMISSION RATE (g/s/m ²) $E_{sf} = E_{tot} / 3600 * A$	0.000060
SOURCE HEIGHT (m)	1.0
LENGTH OF LARGER SIDE (m)	40
LENGTH OF SMALLER SIDE (m)	40
AREA m ² (A)	1600
RECEPTOR HEIGHT (m)	0 (TERRENO)
URBAN/RURAL OPTION	URBAN
STABILITY CLASS	D - NEUTRAL
WIND SPEED (m/s)	1.80
THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED	
THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.	
ANGLE RELATIVE TO LONG AXIS	0

Si riportano di seguito i grafici dei risultati ottenuti, considerando il recettore più sensibile (4) ad una distanza di 40 m:

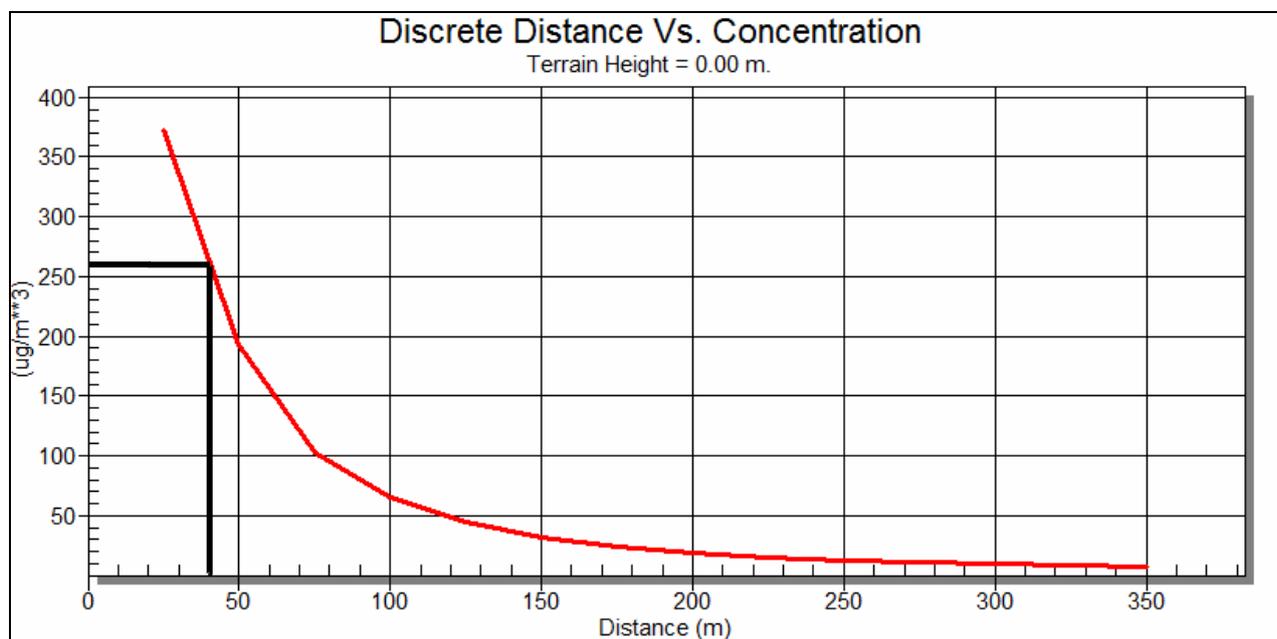


Figura A1 Variazione della concentrazione al suolo in funzione del recettore (Recettore 4 = 40 m)



Figura A1.1 Punto sensibile: recettore 4 = 40 m

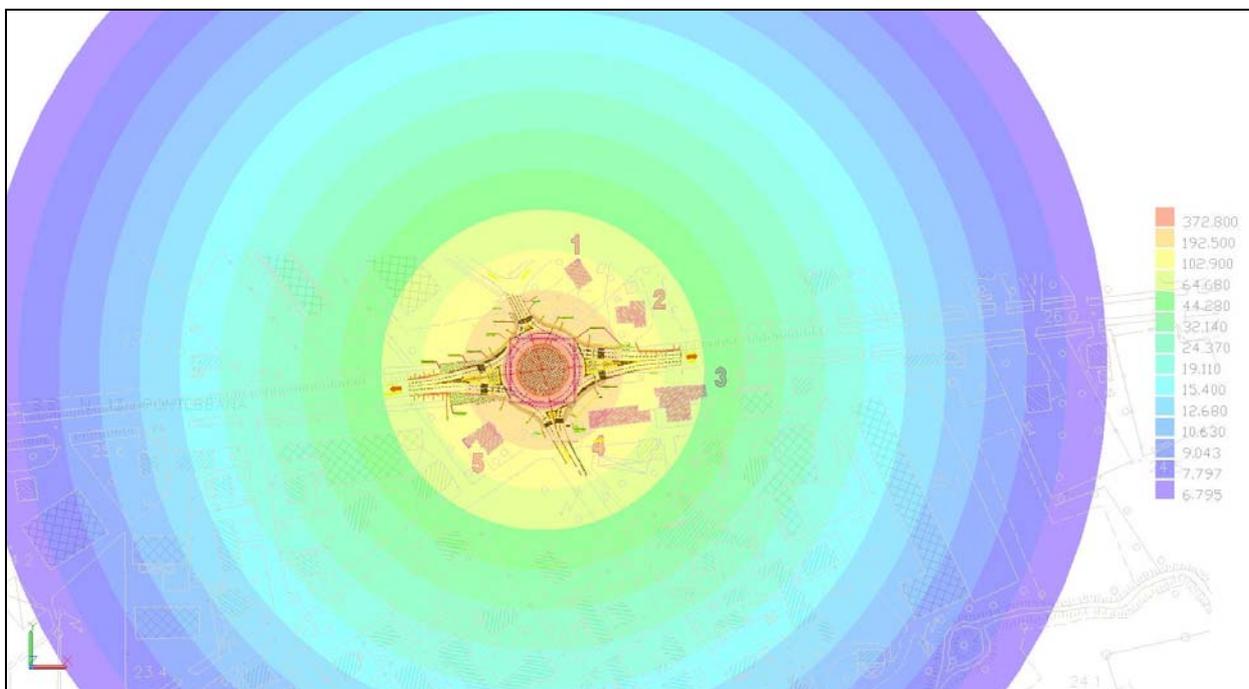


Figura A1.2 Concentrazione di PM₁₀ al suolo

Concentrazione oraria Δ del ricettore più sensibile rispetto le attività di cantiere	Concentrazione media giornaliera Δ
260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Confronto con i valori limiti di legge

Essendo l'intervento da eseguire prossimo ai punti geografici individuati dall'Arpa identificati con le sigle B1 e B2, è stato possibile individuare tramite i dati estratti dal database dell'ARPA il mese con maggior concentrazione di PM10 per i suddetti punti, come mostrato nella seguente tabella:

	SITO				
	B1		B2		Rotatoria Km 87+365
	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 media mensile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 media mensile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
MESE					
Gennaio	1	23,8	0	22,2	1
Febbraio	0	19,3	0	16,2	0
Marzo	2	26,8	2	24,4	2
Aprile	0	21,5	0	18,8	0
Maggio	0	19,1	0	16,8	0
Giugno	0	12,3	0	10,1	0
Luglio	0	10,5	0	8,4	0
Agosto	0	10,9	0	9,2	0
Settembre	0	16,0	0	13,6	0
Ottobre	7	29,2	4	27,0	7
Novembre	3	27,9	2	24,3	3
Dicembre	0	18,0	0	14,9	0
Totale	13		8		13

Per il mese che presenta le concentrazioni più elevate si è proceduto con:

- il calcolo delle concentrazioni di fondo nei due siti B1 e B2;
- il calcolo delle concentrazioni medie di PM₁₀ di fondo stimate per l'area di cantiere;
- il calcolo della concentrazione media giornaliera Δ (considerando le ore di lavoro effettive pari ad 6);
- calcolo del superamento dei limiti di legge nel caso di attività di cantiere.

MESE	GIORNO	PM10 FONDO (B1)	PM10 FONDO (B2)	PM10 FONDO MEDIE	Δ (µg/m3)	CONCENTRAZIONI TOTALI	Verifica
10	1	12,4	11,0	11,7		11,7	
10	2	17,8	16,3	17,1		17,1	
10	3	7,4	5,7	6,6		6,6	
10	4	8,4	6,0	7,2		7,2	
10	5	8,8	6,5	7,6		7,6	
10	6	13,6	11,1	12,4		12,4	
10	7	12,8	10,7	11,8		11,8	
10	8	14,7	13,5	14,1		14,1	
10	9	15,0	14,2	14,6		14,6	
10	10	17,1	15,0	16,1	65	81,1	OUT
10	11	20,4	18,9	19,7	65	84,7	OUT
10	12	22,6	19,9	21,2	65	86,2	OUT
10	13	26,2	24,3	25,3	65	90,3	OUT
10	14	34,3	31,6	33,0	65	98,0	OUT
10	15	24,6	23,6	24,1	65	89,1	OUT
10	16	18,4	17,0	17,7	65	82,7	OUT
10	17	16,0	13,4	14,7	65	79,7	OUT
10	18	19,8	18,3	19,1	65	84,1	OUT
10	19	28,8	25,9	27,4	65	92,4	OUT
10	20	31,7	28,0	29,9	65	94,9	OUT
10	21	21,3	20,3	20,8	65	85,8	OUT
10	22	52,9	49,1	51,0	65	116,0	OUT
10	23	41,9	39,5	40,7		40,7	
10	24	31,5	27,9	29,7		29,7	
10	25	52,9	45,4	49,2		49,2	
10	26	59,7	56,4	58,0		58,0	OUT
10	27	59,7	55,9	57,8		57,8	OUT
10	28	52,0	48,5	50,2		50,2	OUT
10	29	46,2	44,9	45,5		45,5	
10	30	62,9	63,6	63,2		63,2	OUT
10	31	53,9	55,0	54,4		54,4	OUT

Dai dati ARPA è stato ricavato il numero di superamenti mensili dei valori di fondo durante l'anno 2005; il risultato è poi confrontato con il numero di superamenti mensili predicibile conseguente alla presenza del cantiere.

MESE	SUPERAMENTI LIMITI DI LEGGE DEI VALORI DI FONDO	UPERAMENTI LIMITI DI LEGGE DEI VALORI DI FONDO CON CANTIERE
GENNAIO	1	1
FEBBRAIO	0	0
MARZO	2	2
APRILE	0	0
MAGGIO	0	0
GIUGNO	0	0
LUGLIO	0	0
AGOSTO	0	0
SETTEMBRE	0	0
OTTOBRE	7	18
NOVEMBRE	3	3
DICEMBRE	0	0
TOTALE	13	24

Si nota come i superamenti per il mese di ottobre passano dai 7 (fondo) ai 18 (fondo + *delta* incrementato dall'esecuzione dei lavori).

<i>Superamento dei limiti di legge dei valori di fondo</i> F	<i>Superamento dei limiti di legge (con esecuzione intervento)</i> F + Δ	<i>Limite di Legge</i>
13 volte	24 volte	50.00 µg/m ³ (da non superare più di 35 volte per anno civile)

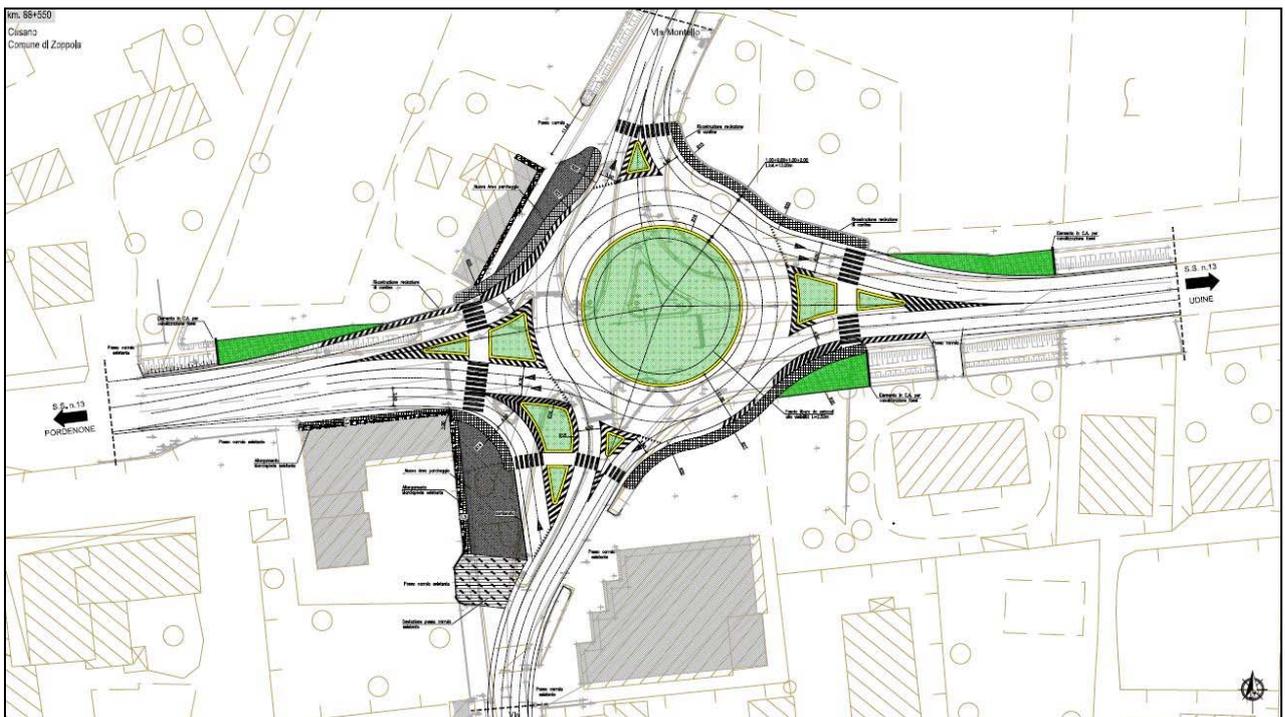
Per la determinazione della concentrazione media annua di fondo si considera il valore medio tra i due punti geografici B1 e B2 .

<i>Concentrazione media annua</i> Δ	<i>Concentrazione media annua di fondo</i> F	<i>Concentrazione media annua</i> F + Δ	<i>Limite</i>
2.32 µg/m ³ gg lavorazione ≈ 13gg	18.40 µg/m ³	20.72 µg/m ³	40.00 µg/m ³

Gli effetti del cantiere sono tali da non portare al superamento dei limiti di legge.

CANTIERE in Comune di ZOPPOLA SS 13 – Km 88+550

Il cantiere prevede la realizzazione di una rotatoria nella zona sotto indicata. Non sono previsti interventi rilevanti al contorno. L'occupazione spaziale delle lavorazioni è limitata.



Durata delle lavorazioni impattanti

I giorni di lavorazione impattanti possono essere calcolati dal computo, tramite il rapporto tra la quantità maggiore di movimento terra (tra le lavorazioni, quali: scavo, scarico, carico) con la produzione giornaliera di una squadra tipo (1 escavatore + 2 autocarri) :

$$gg \text{ lavorazione} = Q / P$$

$Q = m^3 \text{ terra}$

$P = \text{produzione giornaliera squadra tipo (300 m}^3 \text{ /gg)}$

NOME SITO	SCAVO (m ³)	SCARICO (m ³)	CARICO (m ³)	PRODUZIONE GIORNALIERA SQUADRA TIPO	gg DI LAVORAZIONE
Km 88+550	1740	2092	825	300 m ³ /gg	7

Valutazione delle emissioni di PM10 generate dai lavori di costruzione e dai mezzi d'opera:

Nelle seguenti tabelle sono riassunti i calcoli delle emissioni come individuati e discussi nella parte generale del presente piano di monitoraggio:

SCOTICO & SBANCAMENTO MATERIALE SUPERFICIALE	q.tà	u.m.
A- TERRENO RIMOSSO (Q) (300 m ³ / 6 h)	50	m ³ / h
B- Larghezza di lavoro	2.2	m
C-Profondità di scavo	0.25	m
Km scavati in un ora per ottenere la produzione oraria A/(B*C)	90	m/h
FATTORE DI EMISSIONE PTS	5,7	Kg/Km
FATTORE DI EMISSIONE PM ₁₀ (60% PTS)	3,42	Kg/Km
EMISSIONE ORARIA	311	g/h

CARICO MATERIALE SU AUTOCARRO	q.tà	u.m.
VOLUME MOVIMENTATO ALL'ORA (300 m ³ / 6 h)	50	m ³ / h
DENSITA' TERRA	1,6	Mg/m ³
QUANTITA' TERRA MOVIMENTATO ALL'ORA	80	Mg/h
FATTORE DI EMISSIONE (vedi trattazione generale)	0.38	g/Mg
EMISSIONE ORARIA	30.6	g/h

TRANSITO DI MEZZI SU STRADE NON PAVIMENTATE	quantità	u.m.	CON MITIGAZIONE (20 %)
LUNGHEZZA MEDIA (PISTA)	120	m	
LIMO SU PISTA (S)	12	%	
P DUMPER VUOTO	16	Mg	
P DEL CARICO MAX	40	Mg	
P MEDIO TRASPORTO (W)	28	Mg	
FATTORE DI EMISSIONE	1,156	Kg/Km	
FATTORE DI EMISSIONE g/Km	1156	g/Km	231
PRODUZIONE SQUADRA TIPO	300	m ³ /gg	
CARICO AUTOCARRO PER VIAGGIO	12	m ³ /viag.	
NUMERO VIAGGI GIORNO	25	Viag./gg	
VIAGGI ALL'ORA (6 ore lavorative)	4.2	Viag./h	
LUNGHEZZA MEDIA VIAGGIO (andata/ ritorno)	240	m	
Km PERCORSI ORA	1.00	Km	
EMISSIONE ORARIA	1156	g/h	231

SCARICO MATERIALE DA AUTOCARRO	q.tà	u.m.
VOLUME MOVIMENTATO ALL'ORA (300 m ³ / 6 h)	50	m ³ / h
DENSITA' TERRA	1,6	Mg/m ³
QUANTITA' TERRA MOVIMENTATO ALL'ORA	80	Mg/h
FATTORE DI EMISSIONE (vedi trattazione generale)	0.38	g/Mg
EMISSIONE ORARIA	30.6	g/h

Nel complesso le emissioni media orarie di PM₁₀ durante le lavorazioni più gravose sono riassunte nella seguente tabella

LAVORAZIONE	EMISSIONE ORARIA MEDIA (g/h)	EMISSIONE ORARIA MEDIA CON MITIGAZIONE	
		%	g/h
SCOTICO & SBANCAMENTO MATERIALE SUPERFICIALE	311	20.00%	62
CARICO MATERIALE SU AUTOCARRO	30.6	50.00%	15.3
TRANSITO DI MEZZI SU STRADE NON PAVIMENTATE (CON MITIGAZIONE)	231	100%	231
SCARICO MATERIALE SUPERFICIALE	30.6	50.00%	15.3
MEZZI D'OPERA	59	100%	59
TOTALE	663		383

Tabella A1 Emissioni orarie stimate per le attività di cantiere

Valutazione delle dispersioni tramite il modello Screen3

Le caratteristiche geometriche della sorgente sono state desunte dalle tavole di progetto considerando le lavorazioni di costruzione più gravose.

SOURCE TYPE	AREA
EMISSION RATE (g/s/m ²) $E_{sf} = E_{tot} / 3600 * A$	0.000066
SOURCE HEIGHT (m)	1.0
LENGTH OF LARGER SIDE (m)	40
LENGTH OF SMALLER SIDE (m)	40
AREA m ² (A)	1600
RECEPTOR HEIGHT (m)	0 (TERRENO)
URBAN/RURAL OPTION	URBAN
STABILITY CLASS	D - NEUTRAL
WIND SPEED (m/s)	1.80
THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED	
THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.	
ANGLE RELATIVE TO LONG AXIS	0

Si riportano di seguito i grafici dei risultati ottenuti, considerando il recettore più sensibile (1) ad una distanza di 40 m:

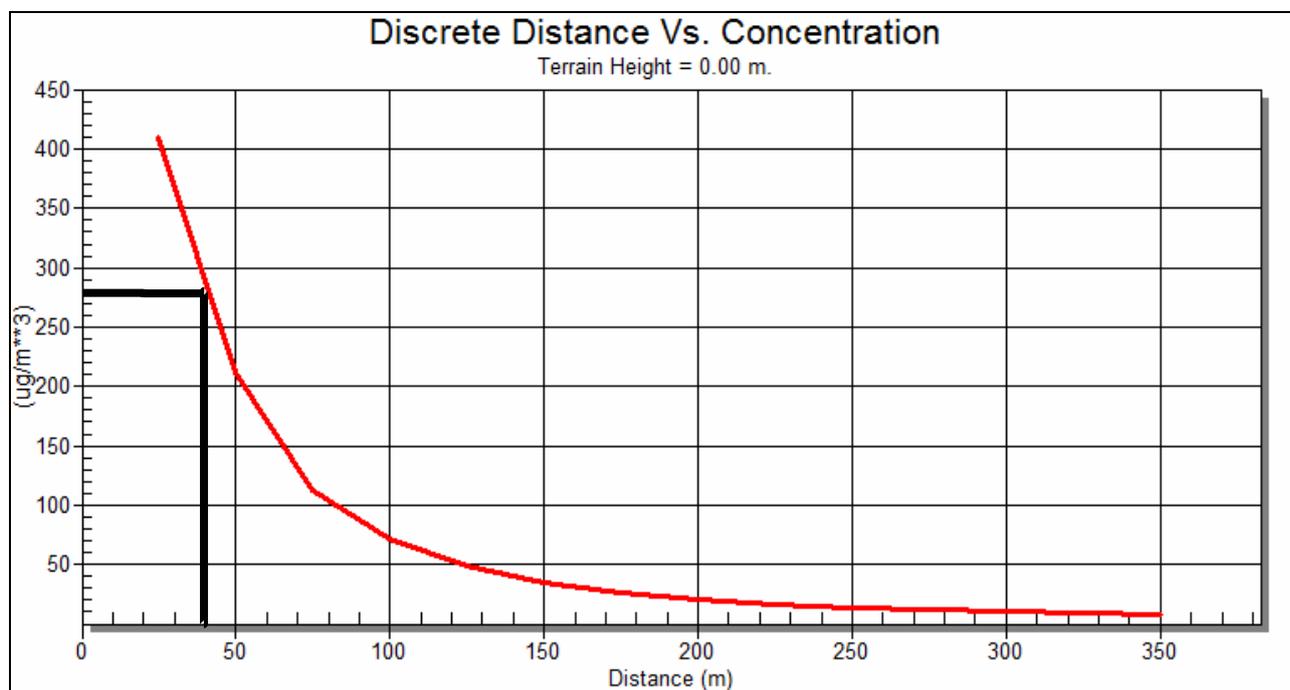


Figura A1 Variazione della concentrazione al suolo in funzione del recettore (Recettore 1 = 40 m)



Figura A1.1 Punto sensibile: recettore 1 = 40 m

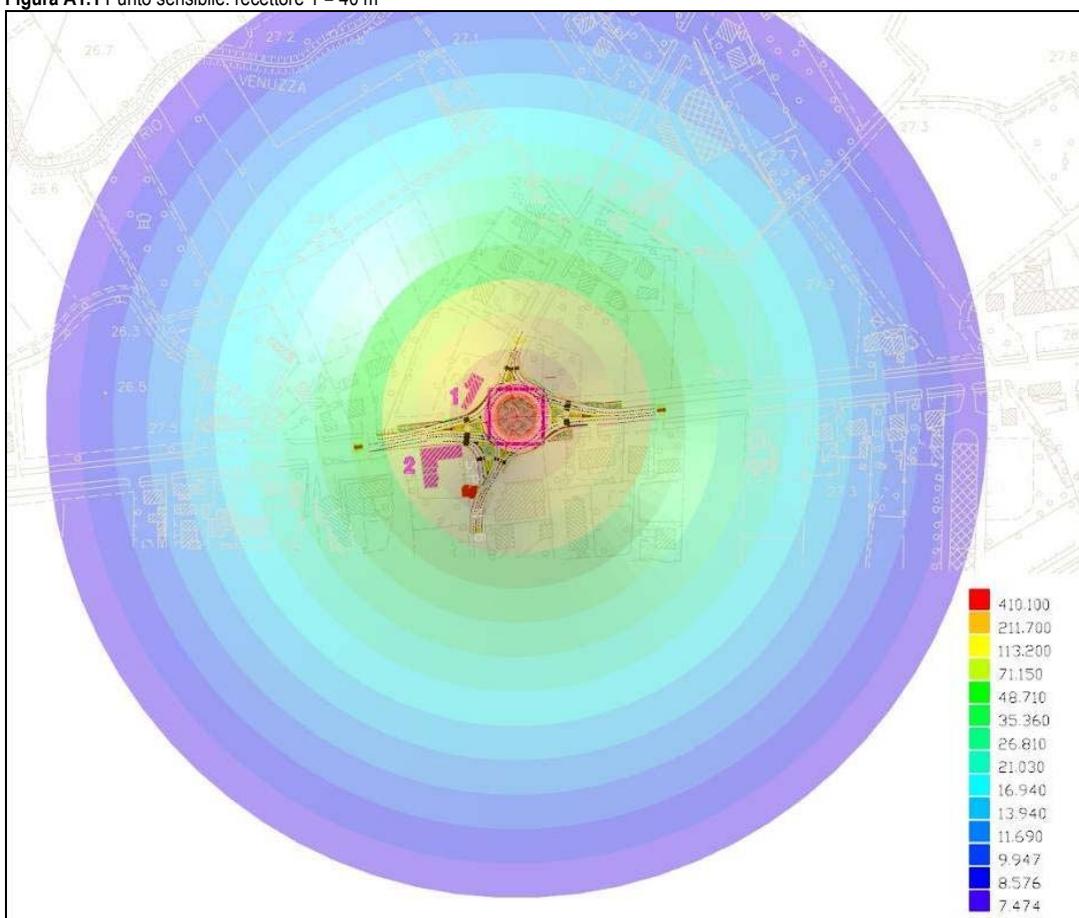


Figura A1.2 Concentrazione di PM₁₀ al suolo

Concentrazione oraria Δ del ricettore più sensibile rispetto le attività di cantiere	Concentrazione media giornaliera Δ
280 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Confronto con i valori limiti di legge:

Essendo l'intervento da eseguire prossimo ai punti geografici individuati dall'Arpa identificati con le sigle B1 e B2, è stato possibile individuare tramite i dati estratti dal database il mese con maggior concentrazione di PM10 per i suddetti punti, come mostrato nella seguente tabella:

	SITO				
	B1		B2		Rotatoria Km 88+550
	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 media mensile $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 media mensile $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
MESE					
Gennaio	1	23,8	0	22,2	1
Febbraio	0	19,3	0	16,2	0
Marzo	2	26,8	2	24,4	2
Aprile	0	21,5	0	18,8	0
Maggio	0	19,1	0	16,8	0
Giugno	0	12,3	0	10,1	0
Luglio	0	10,5	0	8,4	0
Agosto	0	10,9	0	9,2	0
Settembre	0	16,0	0	13,6	0
Ottobre	7	29,2	4	27,0	7
Novembre	3	27,9	2	24,3	3
Dicembre	0	18,0	0	14,9	0
Totale	13		8		13

Per il mese che presenta le concentrazioni più elevate si è proceduto con:

- il calcolo delle concentrazioni di fondo nei due siti B1 e B2;
- il calcolo delle concentrazioni medie di PM₁₀ di fondo stimate per l'area di cantiere;
- il calcolo della concentrazione media giornaliera Δ (considerando le ore di lavoro effettive pari ad 6);
- calcolo del superamento dei limiti di legge nel caso di attività di cantiere.

MESE	GIORNO	PM10 FONDO (B1)	PM10 FONDO (B2)	PM10 FONDO MEDIE	Δ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CONCENTRAZIONI TOTALI	
10	1	12,4	11,0	11,7		11,7	
10	2	17,8	16,3	17,1		17,1	
10	3	7,4	5,7	6,6		6,6	
10	4	8,4	6,0	7,2		7,2	
10	5	8,8	6,5	7,6		7,6	
10	6	13,6	11,1	12,4		12,4	
10	7	12,8	10,7	11,8		11,8	
10	8	14,7	13,5	14,1		14,1	
10	9	15,0	14,2	14,6		14,6	
10	10	17,1	15,0	16,1		16,1	
10	11	20,4	18,9	19,7		19,7	
10	12	22,6	19,9	21,2		21,2	
10	13	26,2	24,3	25,3	70	95,3	OUT
10	14	34,3	31,6	33,0	70	103,0	OUT
10	15	24,6	23,6	24,1	70	94,1	OUT
10	16	18,4	17,0	17,7	70	87,7	OUT
10	17	16,0	13,4	14,7	70	84,7	OUT
10	18	19,8	18,3	19,1	70	89,1	OUT
10	19	28,8	25,9	27,4	70	97,4	OUT
10	20	31,7	28,0	29,9		29,9	
10	21	21,3	20,3	20,8		20,8	
10	22	52,9	49,1	51,0		51,0	OUT
10	23	41,9	39,5	40,7		40,7	
10	24	31,5	27,9	29,7		29,7	
10	25	52,9	45,4	49,2		49,2	
10	26	59,7	56,4	58,0		58,0	OUT
10	27	59,7	55,9	57,8		57,8	OUT
10	28	52,0	48,5	50,2		50,2	OUT
10	29	46,2	44,9	45,5		45,5	
10	30	62,9	63,6	63,2		63,2	OUT
10	31	53,9	55,0	54,4		54,4	OUT

Dai dati ARPA è stato ricavato il numero di superamenti mensili dei valori di fondo durante l'anno 2005; il risultato è poi confrontato con il numero di superamenti mensili predicibile conseguente alla presenza del cantiere.

MESE	SUPERAMENTI LIMITI DI LEGGE DEI VALORI DI FONDO	UPERAMENTI LIMITI DI LEGGE DEI VALORI DI FONDO CON CANTIERE
GENNAIO	1	1
FEBBRAIO	0	0
MARZO	2	2
APRILE	0	0
MAGGIO	0	0
GIUGNO	0	0
LUGLIO	0	0
AGOSTO	0	0
SETTEMBRE	0	0
OTTOBRE	7	13
NOVEMBRE	3	3
DICEMBRE	0	0
TOTALE	13	19

Si nota come i superamenti per il mese di ottobre passino dai 7 (fondo) ai 13 (fondo + *delta* incrementato dall'esecuzione dei lavori).

<i>Superamento dei limiti di legge dei valori di fondo</i> F	<i>Superamento dei limiti di legge (con esecuzione intervento)</i> F + Δ	Limite di Legge
13 volte	19 volte	50.00 µg/m ³ (da non superare più di 35 volte per anno civile)

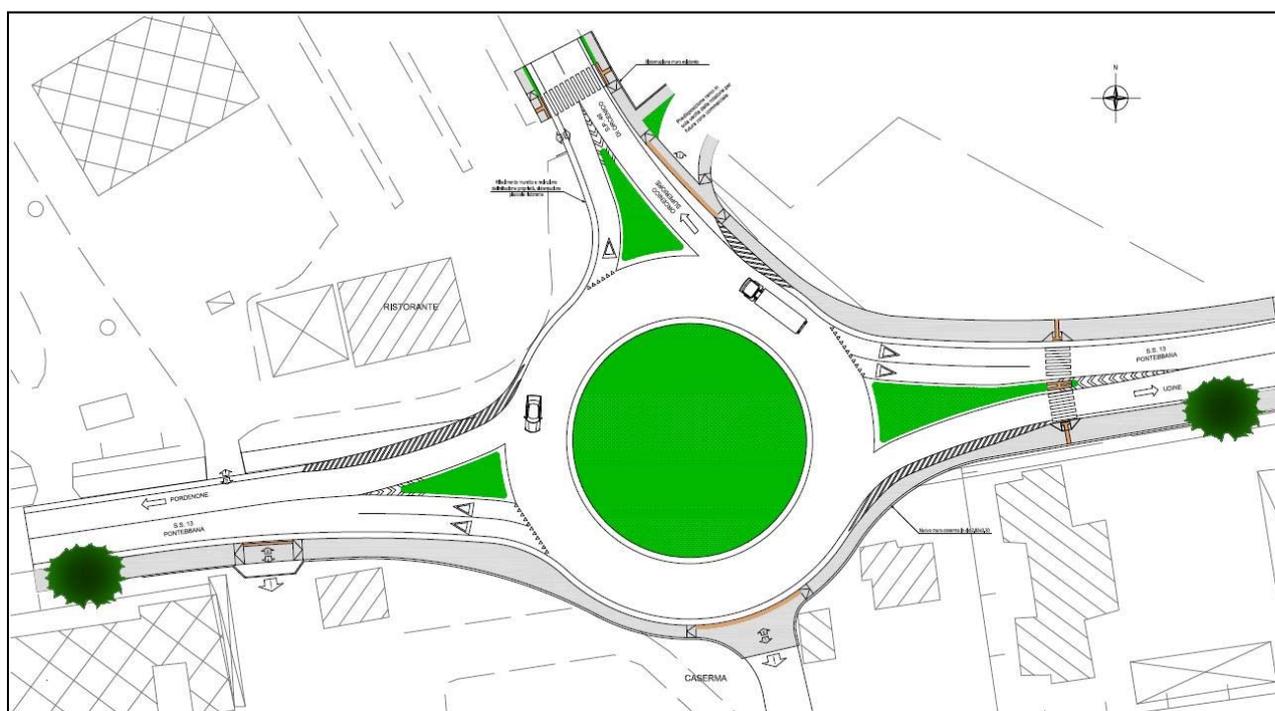
Per la determinazione della concentrazione media annua di fondo si considera il valore medio tra i due punti geografici B1 e B2.

<i>Concentrazione media annua</i> Δ	<i>Concentrazione media annua di fondo</i> F	<i>Concentrazione media annua</i> F + Δ	Limite
1.34 µg/m ³ gg lavorazione ≈ 7 gg	18.40 µg/m ³	19.74 µg/m ³	40.00 µg/m ³

Gli effetti del cantiere sono tali da non portare al superamento dei limiti di legge.

CANTIERE in Comune di CASARSA SS 13 – Km 94+000

Il cantiere prevede la realizzazione di una rotatoria nella zona sotto indicata. Non sono previsti interventi rilevanti al contorno. L'occupazione spaziale delle lavorazioni è limitata.



Durata delle lavorazioni impattanti

I giorni di lavorazione impattanti possono essere calcolati dal computo, tramite il rapporto tra la quantità maggiore di movimento terra (tra le lavorazioni, quali: scavo, scarico, carico) con la produzione giornaliera di una squadra tipo (1 escavatore + 2 autocarri) :

$$gg \text{ lavorazione} = Q / P$$

$Q = m^3 \text{ terra}$

$P = \text{produzione giornaliera squadra tipo (300 m}^3 \text{ /gg)}$

NOME SITO	SCAVO (m ³)	SCARICO (m ³)	CARICO (m ³)	PRODUZIONE GIORNALIERA SQUADRA TIPO	gg DI LAVORAZIONE
Km 94+000	3661	2516.5	2854	300 m ³ /gg	12

Valutazione delle emissioni di PM10 generate dai lavori di costruzione e dai mezzi d'opera:

Nelle seguenti tabelle sono riassunti i calcoli delle emissioni come individuati e discussi nella parte generale del presente piano di monitoraggio:

SCOTICO & SBANCAMENTO MATERIALE SUPERFICIALE		
A- TERRENO RIMOSSO (Q) (300 m ³ / 6 h)	50	m ³ / h
B- Larghezza di lavoro	2.2	m
C-Profondità di scavo	0.25	m
Km scavati in un ora per ottenere la produzione oraria A/(B*C)	90	m/h
FATTORE DI EMISSIONE PTS	5,7	Kg/Km
FATTORE DI EMISSIONE PM ₁₀ (60% PTS)	3,42	Kg/Km
EMISSIONE ORARIA	311	g/h

CARICO MATERIALE SU AUTOCARRO		
VOLUME MOVIMENTATO ALL'ORA (300 m ³ / 6 h)	50	m ³ / h
DENSITA' TERRA	1,6	Mg/m ³
QUANTITA' TERRA MOVIMENTATO ALL'ORA	80	Mg/h
FATTORE DI EMISSIONE (vedi trattazione generale)	0.38	g/Mg
EMISSIONE ORARIA	30.6	g/h

TRANSITO DI MEZZI SU STRADE NON PAVIMENTATE			CON MITIGAZIONE (20 %)
LUNGHEZZA MEDIA (PISTA)	100	m	
LIMO SU PISTA (S)	12	%	
P DUMPER VUOTO	16	Mg	
P DEL CARICO MAX	40	Mg	
P MEDIO TRASPORTO (W)	28	Mg	
FATTORE DI EMISSIONE	1,156	Kg/Km	
FATTORE DI EMISSIONE g/Km	1156	g/Km	231
PRODUZIONE SQUADRA TIPO	300	m ³ /gg	
CARICO AUTOCARRO PER VIAGGIO	12	m ³ /viag.	
NUMERO VIAGGI GIORNO	25	Viag./gg	
VIAGGI ALL'ORA (6 ore lavorative)	4.2	Viag./h	
LUNGHEZZA MEDIA VIAGGIO (andata/ ritorno)	200	m	
Km PERCORSI ORA	1.00	Km	
EMISSIONE ORARIA	963	g/h	193

SCARICO MATERIALE DA AUTOCARRO		
VOLUME MOVIMENTATO ALL'ORA (300 m ³ / 6 h)	50	m ³ / h
DENSITA' TERRA	1,6	Mg/m ³
QUANTITA' TERRA MOVIMENTATO ALL'ORA	80	Mg/h
FATTORE DI EMISSIONE (vedi trattazione generale)	0.38	g/Mg
EMISSIONE ORARIA	30.6	g/h

Nel complesso le emissioni media orarie di PM₁₀ durante le lavorazioni più gravose sono riassunte nella seguente tabella

FASE	EMISSIONE ORARIA MEDIA (g/h)	EMISSIONE ORARIA MEDIA CON MITIGAZIONE	
		%	g/h
SCOTICO & SBANCAMENTO MATERIALE SUPERFICIALE	311	20.00%	62
CARICO MATERIALE SU AUTOCARRO	30.6	50.00%	15.3
TRANSITO DI MEZZI SU STRADE NON PAVIMENTATE (CON MITIGAZIONE)	193	100%	193
SCARICO MATERIALE SUPERFICIALE	30.6	50.00%	15.3
MEZZI D'OPERA	59	100%	59
TOTALE	625		345

Tabella A1 Emissioni orarie stimate per le attività di cantiere

Valutazione delle dispersioni tramite il modello Screen3:

Le caratteristiche geometriche della sorgente sono state desunte dalle tavole di progetto considerando le lavorazioni di costruzione più gravose.

SOURCE TYPE	AREA
EMISSION RATE (g/s/m ²) $E_{sf} = E_{tot} / 3600 * A$	0.000038
SOURCE HEIGHT (m)	1.0
LENGTH OF LARGER SIDE (m)	50
LENGTH OF SMALLER SIDE (m)	50
AREA m ² (A)	2500
RECEPTOR HEIGHT (m)	0 (TERRENO)
URBAN/RURAL OPTION	URBAN
STABILITY CLASS	D - NEUTRAL
WIND SPEED (m/s)	1.80
THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED	
THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.	
ANGLE RELATIVE TO LONG AXIS	0

Si riportano di seguito i grafici dei risultati ottenuti, considerando il recettore più sensibile (1) ad una distanza di 40 m:

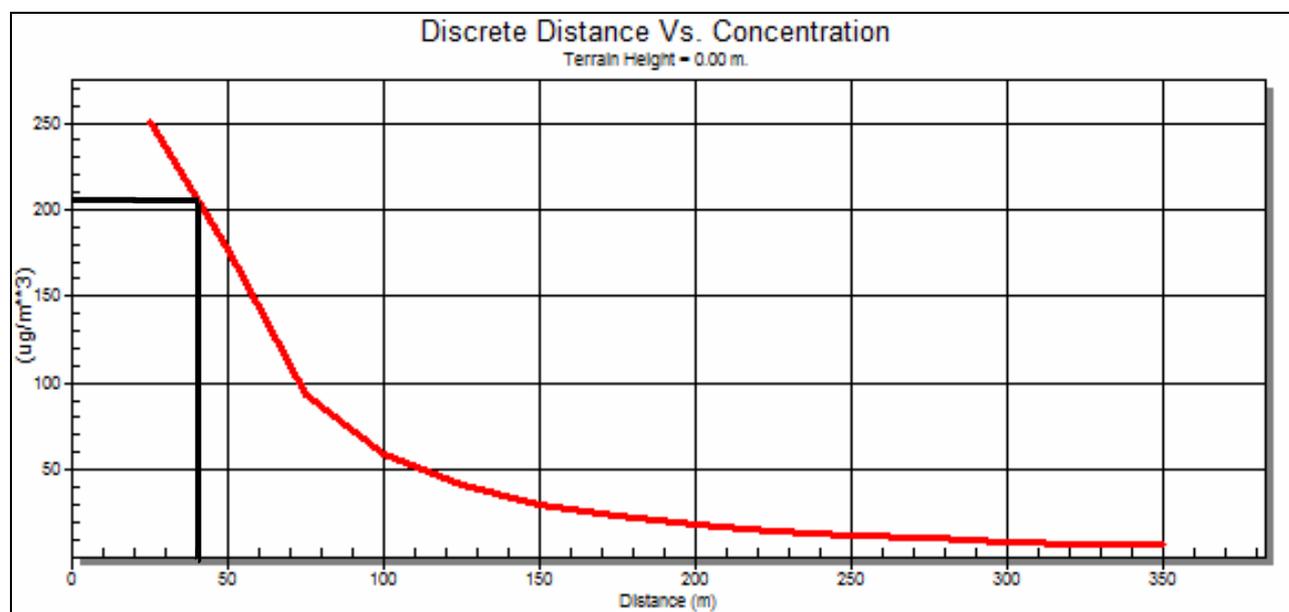


Figura A1 Variazione della concentrazione al suolo in funzione del recettore (Recettore 1 = 40 m)



Figura A1.1 Punto sensibile: recettore 1 = 40 m

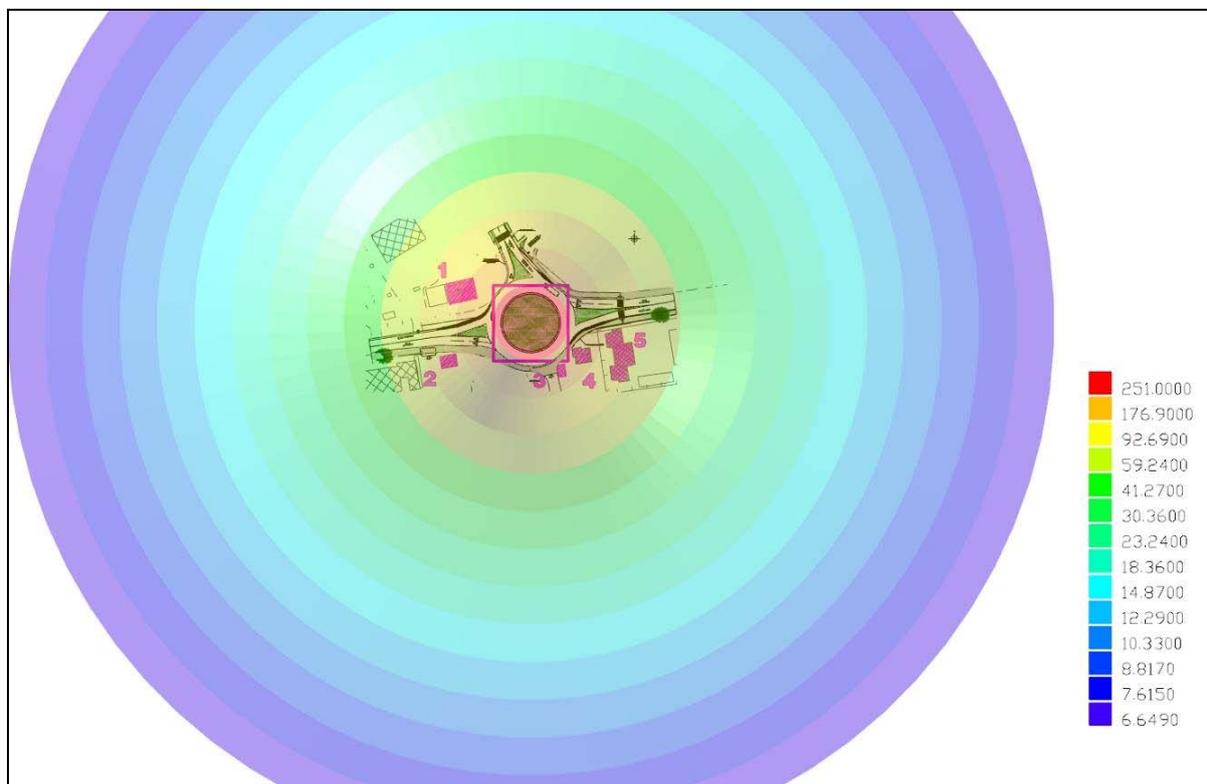


Figura A1.2 Concentrazione di PM₁₀ al suolo

Concentrazione oraria Δ del ricettore più sensibile rispetto le attività di cantiere	Concentrazione media giornaliera Δ
206 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	51.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Confronto con i valori limiti di legge:

Essendo l'intervento da eseguire prossimo ai punti geografici individuati dall'Arpa identificati con le sigle C1, C2, D1, D2, è stato possibile individuare tramite i dati estratti dal database dell'ARPA i mesi con maggior concentrazione di PM10 per i suddetti punti, come mostrato nella seguente tabella:

	SITO								
	C1		C2		D1		D2		Rotatoria Km 94+000
	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 media mensile	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 media mensile	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 media mensile	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 media mensile	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
MESE		$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Gennaio	2	24,5	2	23,2	2	24,545 19	2	23,493 05	2
Febbraio	0	20,9	0	17,5	0	20,600 74	0	18,397 22	0
Marzo	2	27,7	2	25,4	1	25,703 96	1	24,722 98	2
Aprile	0	22,2	0	19,1	0	20,260 78	0	18,878 66	0
Maggio	0	19,6	0	17,0	0	17,201 14	0	16,064 04	0
Giugno	0	12,2	0	10,1	0	10,795 06	0	9,8097 21	0
Luglio	0	10,7	0	8,5	0	9,5083 3	0	8,2760 25	0
Agosto	0	11,2	0	9,3	0	9,8311 29	0	9,1089 78	0
Settembre	0	16,3	0	13,7	0	14,905 4	0	13,629 47	0
Ottobre	7	29,3	6	27,3	6	28,188 15	6	26,818 38	7
Novembre	2	28,7	2	25,6	2	27,460 54	2	25,867 26	2
Dicembre	0	19,3	0	16,5	0	18,284 75	0	16,894 24	0
Totale	13		12		11		11		13

Per il mese che presenta le concentrazioni più elevate si è proceduto con:

- il calcolo delle concentrazioni di fondo nei quattro siti C1, C2, D1 e D2;
- il calcolo delle concentrazioni medie di PM₁₀ di fondo stimate per l'area di cantiere;
- il calcolo della concentrazione media giornaliera Δ (considerando le ore di lavoro effettive pari ad 6);
- calcolo del superamento dei limiti di legge nel caso di attività di cantiere.

MESE	GIORNO	PM10 _{FONDO} (C1)	PM10 _{FONDO} (C2)	PM10 _{FONDO} (D1)	PM10 _{FONDO} (D2)	PM10 _{FONDO} MEDIE	Δ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	CONCENTRAZIONI TOTALI	
10	1	11,7	10,7	10,8	10,3	10,9		10,9	
10	2	17,3	16,9	16,9	17,0	17,0		17,0	
10	3	8,0	6,6	7,8	7,0	7,4		7,4	
10	4	9,3	6,4	8,1	6,4	7,5		7,5	
10	5	9,5	7,0	8,1	7,0	7,9		7,9	
10	6	14,4	12,3	14,2	13,0	13,5		13,5	
10	7	13,4	11,7	12,9	12,1	12,5		12,5	
10	8	15,0	14,0	14,9	14,4	14,6		14,6	
10	9	15,2	14,8	15,3	15,0	15,1		15,1	
10	10	18,0	15,8	17,7	16,3	16,9	51,5	68,4	OUT
10	11	20,2	18,9	19,3	18,7	19,3	51,5	70,8	OUT
10	12	23,5	21,0	22,0	21,2	21,9	51,5	73,4	OUT
10	13	26,2	24,0	24,5	23,2	24,5	51,5	76,0	OUT
10	14	33,8	31,6	30,7	30,5	31,6	51,5	83,1	OUT
10	15	23,1	22,3	21,5	21,0	22,0	51,5	73,5	OUT
10	16	17,6	17,5	17,5	17,5	17,5	51,5	69,0	OUT
10	17	15,9	13,6	14,6	13,4	14,4	51,5	65,9	OUT
10	18	19,5	17,6	17,0	16,8	17,7	51,5	69,2	OUT
10	19	30,0	27,7	28,9	27,9	28,6	51,5	80,1	OUT
10	20	31,7	27,8	29,9	27,3	29,2	51,5	80,7	OUT
10	21	21,6	19,3	21,1	18,4	20,1	51,5	71,6	OUT
10	22	58,1	52,5	60,4	54,3	56,3		56,3	OUT
10	23	43,7	42,0	46,8	43,8	44,1		44,1	
10	24	32,6	28,4	31,8	28,4	30,3		30,3	
10	25	53,8	46,4	52,7	47,0	50,0		50,0	
10	26	59,4	55,5	55,6	52,6	55,8		55,8	OUT
10	27	59,9	56,6	56,8	54,2	56,8		56,8	OUT
10	28	54,2	51,3	52,8	50,6	52,2		52,2	OUT
10	29	42,6	42,7	39,2	39,6	41,0		41,0	
10	30	58,2	59,2	55,4	55,8	57,2		57,2	OUT
10	31	52,5	53,1	48,5	50,9	51,2		51,2	OUT

Dai dati ARPA è stato ricavato il numero di superamenti mensili dei valori di fondo durante l'anno 2005; il risultato è poi confrontato con il numero di superamenti mensili predicibile conseguente alla presenza del cantiere.

MESE	SUPERAMENTI LIMITI DI LEGGE DEI VALORI DI FONDO	SUPERAMENTI LIMITI DI LEGGE DEI VALORI DI FONDO CON CANTIERE
GENNAIO	2	2
FEBBRAIO	0	0
MARZO	2	2
APRILE	0	0
MAGGIO	0	0
GIUGNO	0	0
LUGLIO	0	0
AGOSTO	0	0
SETTEMBRE	0	0
OTTOBRE	7	18
NOVEMBRE	2	2
DICEMBRE	0	0
TOTALE	13	24

Si nota come i superamenti per il mese di ottobre passano dai 7 (fondo) ai 18 (fondo + *delta* incrementato dall'esecuzione dei lavori).

<i>Superamento dei limiti di legge dei valori di fondo</i> F	<i>Superamento dei limiti di legge (con esecuzione intervento)</i> F + Δ	<i>Limite di Legge</i>
13 volte	24 volte	50.00 µg/m ³ (da non superare più di 35 volte per anno civile)

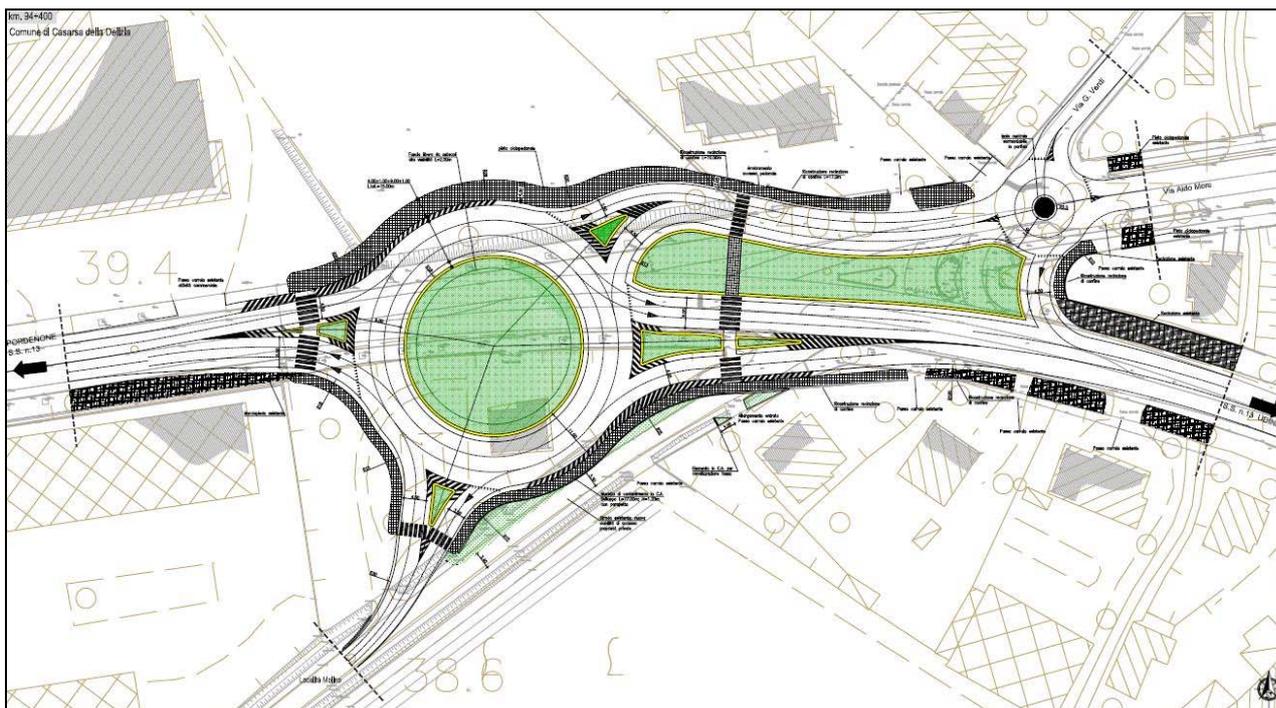
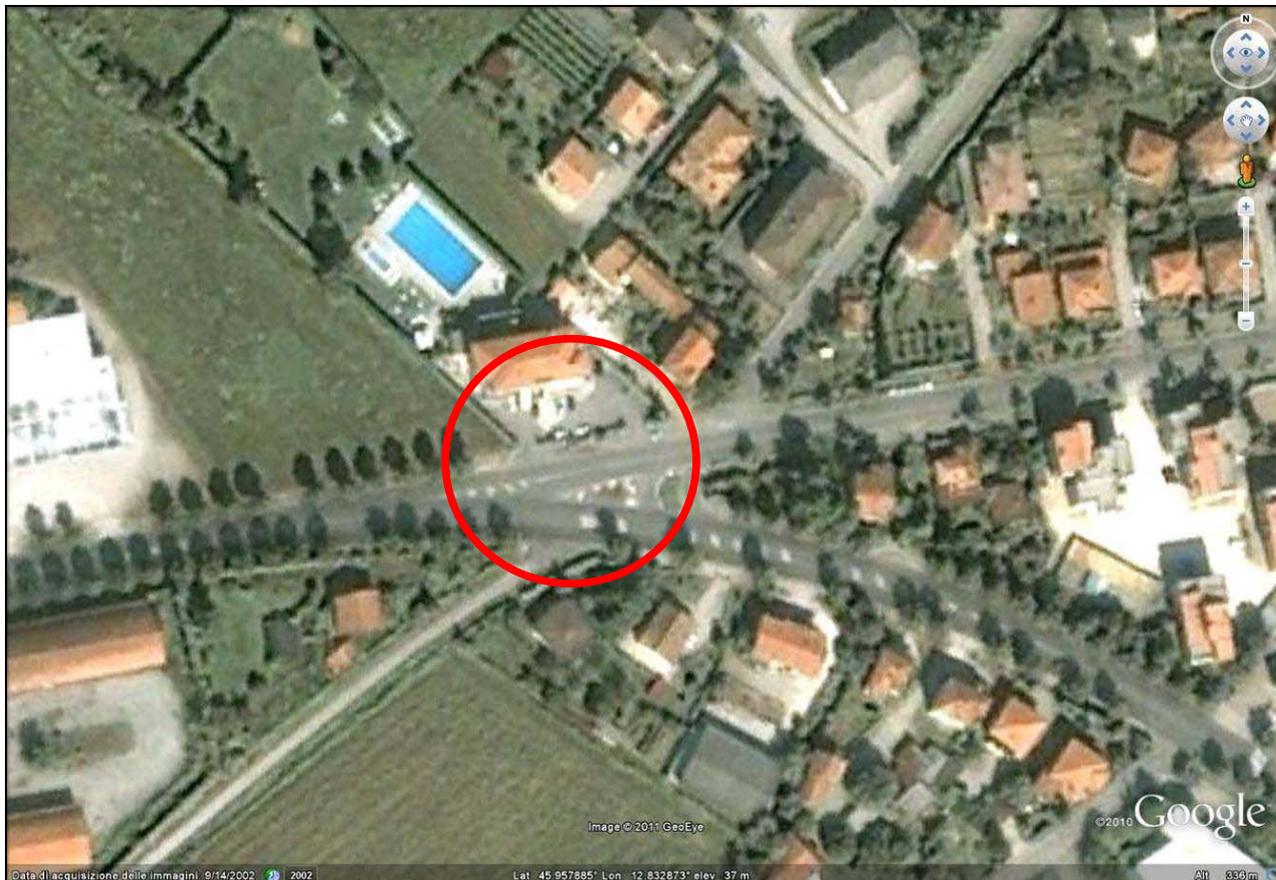
Per la determinazione della concentrazione media annua di fondo si considera il valore medio tra i quattro punti geografici C1, C2, D1 e D2.

<i>Concentrazione media annua</i> Δ	<i>Concentrazione media annua di fondo</i> F	<i>Concentrazione media annua</i> F + Δ	<i>Limite</i>
1.69 µg/m ³ gg lavorazione ≈ 13gg	18.65 µg/m ³	20.34 µg/m ³	40.00 µg/m ³

Gli effetti del cantiere sono tali da non portare al superamento dei limiti di legge.

CANTIERE in Comune di CASARSA SS 13 – Km 94+400

Il cantiere prevede la realizzazione di una rotatoria nella zona sotto indicata. Non sono previsti interventi rilevanti al contorno. L'occupazione spaziale delle lavorazioni è limitata.



Durata delle lavorazioni impattanti

I giorni di lavorazione impattanti possono essere calcolati dal computo, tramite il rapporto tra la quantità maggiore di movimento terra (tra le lavorazioni, quali: scavo, scarico, carico) con la produzione giornaliera di una squadra tipo (1 escavatore + 2 autocarri) :

$$gg \text{ lavorazione} = Q / P$$

$Q = m^3 \text{ terra}$

$P = \text{produzione giornaliera squadra tipo (300 m}^3 \text{ /gg)}$

NOME SITO	SCAVO (m ³)	SCARICO (m ³)	CARICO (m ³)	PRODUZIONE GIORNALIERA SQUADRA TIPO	gg DI LAVORAZIONE
Km 94+400	2135.5	3330.5	879.5	300 m ³ /gg	11

Valutazione delle emissioni di PM10 generate dai lavori di costruzione e dai mezzi d'opera:

Nelle seguenti tabelle sono riassunti i calcoli delle emissioni come individuati e discussi nella parte generale del presente piano di monitoraggio:

SCOTICO & SBANCAMENTO MATERIALE SUPERFICIALE		
A- TERRENO RIMOSSO (Q) (300 m ³ / 6 h)	50	m ³ / h
B- Larghezza di lavoro	2.2	m
C-Profondità di scavo	0.25	m
Km scavati in un ora per ottenere la produzione oraria A/(B*C)	90	m/h
FATTORE DI EMISSIONE PTS	5,7	Kg/Km
FATTORE DI EMISSIONE PM ₁₀ (60% PTS)	3,42	Kg/Km
EMISSIONE ORARIA	311	g/h

CARICO MATERIALE SU AUTOCARRO		
VOLUME MOVIMENTATO ALL'ORA (300 m ³ / 6 h)	50	m ³ / h
DENSITA' TERRA	1,6	Mg/m ³
QUANTITA' TERRA MOVIMENTATO ALL'ORA	80	Mg/h
FATTORE DI EMISSIONE (vedi trattazione generale)	0.38	g/Mg
EMISSIONE ORARIA	30.6	g/h

TRANSITO DI MEZZI SU STRADE NON PAVIMENTATE			CON MITIGAZIONE (20 %)
LUNGHEZZA MEDIA (PISTA)	150	m	
LIMO SU PISTA (S)	12	%	
P DUMPER VUOTO	16	Mg	
P DEL CARICO MAX	40	Mg	
P MEDIO TRASPORTO (W)	28	Mg	
FATTORE DI EMISSIONE	1,156	Kg/Km	
FATTORE DI EMISSIONE g/Km	1156	g/Km	231
PRODUZIONE SQUADRA TIPO	300	m ³ /gg	
CARICO AUTOCARRO PER VIAGGIO	12	m ³ /viag.	
NUMERO VIAGGI GIORNO	25	Viag./gg	
VIAGGI ALL'ORA (6 ore lavorative)	4.2	Viag./h	
LUNGHEZZA MEDIA VIAGGIO (andata/ ritorno)	300	m	
Km PERCORSI ORA	1.00	Km	
EMISSIONE ORARIA	1445	g/h	289

SCARICO MATERIALE DA AUTOCARRO		
VOLUME MOVIMENTATO ALL'ORA (300 m ³ / 6 h)	50	m ³ / h
DENSITA' TERRA	1,6	Mg/m ³
QUANTITA' TERRA MOVIMENTATO ALL'ORA	80	Mg/h
FATTORE DI EMISSIONE (vedi trattazione generale)	0.38	g/Mg
EMISSIONE ORARIA	30.6	g/h

Nel complesso le emissioni media orarie di PM₁₀ durante le lavorazioni più gravose sono riassunte nella seguente tabella

FASE	EMISSIONE ORARIA MEDIA (g/h)	EMISSIONE ORARIA MEDIA CON MITIGAZIONE	
		%	g/h
SCOTICO & SBANCAMENTO MATERIALE SUPERFICIALE	311	20.00%	62
CARICO MATERIALE SU AUTOCARRO	30.6	50.00%	15.3
TRANSITO DI MEZZI SU STRADE NON PAVIMENTATE (CON MITIGAZIONE)	289	100%	289
SCARICO MATERIALE SUPERFICIALE	30.6	50.00%	15.3
MEZZI D'OPERA	59	100%	59
TOTALE	721		441

Tabella A1 Emissioni orarie stimate per le attività di cantiere

Valutazione delle dispersioni tramite il modello Screen3

Le caratteristiche geometriche della sorgente sono state desunte dalle tavole di progetto considerando le lavorazioni di costruzione più gravose.

SOURCE TYPE	AREA
EMISSION RATE (g/s/m ²) $E_{sf} = E_{tot} / 3600 * A$	0.000049
SOURCE HEIGHT (m)	1.0
LENGTH OF LARGER SIDE (m)	50
LENGTH OF SMALLER SIDE (m)	50
AREA m ² (A)	2500
RECEPTOR HEIGHT (m)	0 (TERRENO)
URBAN/RURAL OPTION	URBAN
STABILITY CLASS	D - NEUTRAL
WIND SPEED (m/s)	1.80
THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED	
THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.	
ANGLE RELATIVE TO LONG AXIS	0

Si riportano di seguito i grafici dei risultati ottenuti, considerando il recettore più sensibile (2) ad una distanza di 56 m:

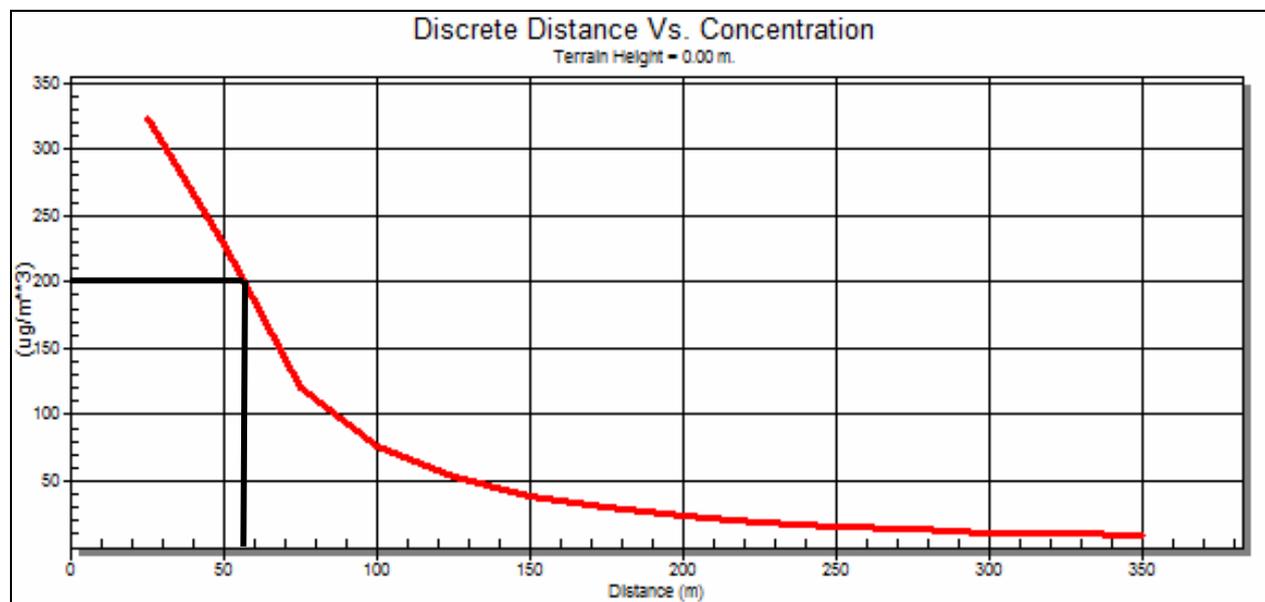


Figura A1 Variazione della concentrazione al suolo in funzione del recettore (Recettore 2 = 56 m)



Figura A1.1 Punto sensibile: recettore 2 = 56 m

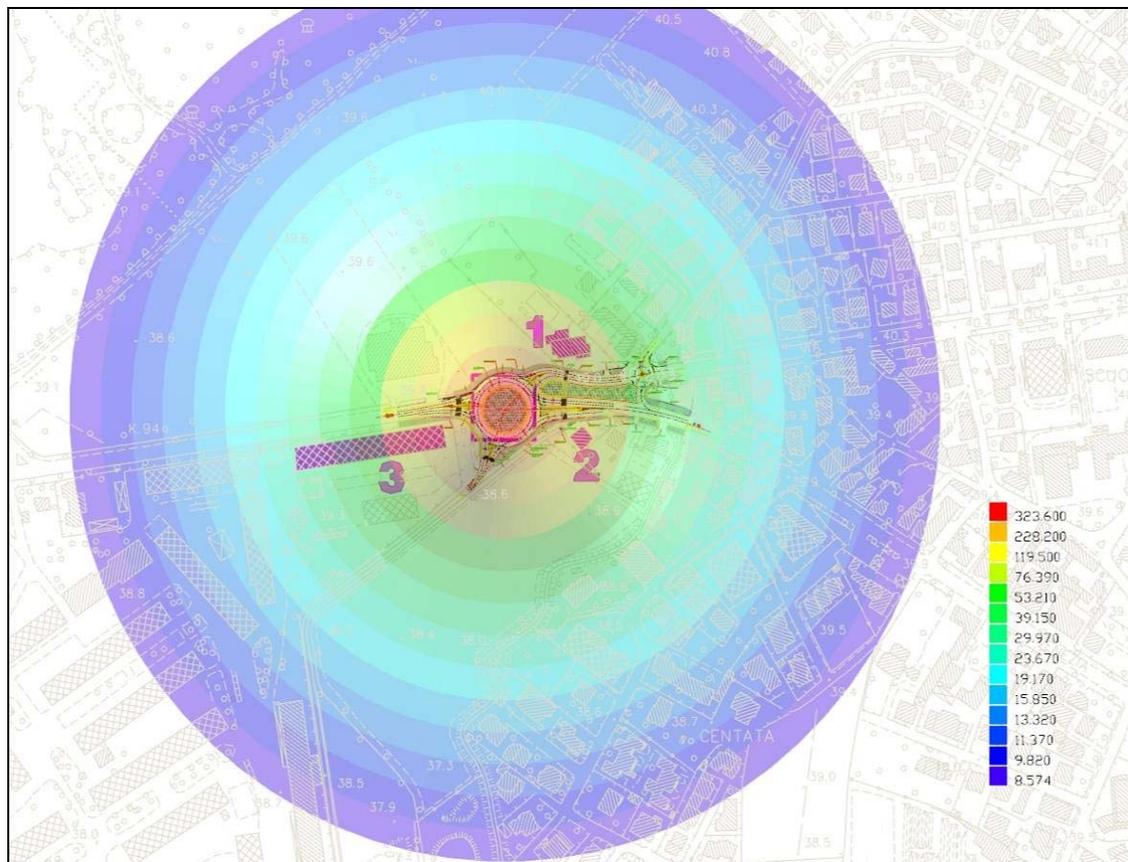


Figura A1.2 Concentrazione di PM₁₀ al suolo

Concentrazione oraria Δ del ricettore più sensibile rispetto le attività di cantiere	Concentrazione media giornaliera Δ
200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Confronto con i valori limiti di legge:

Essendo l'intervento da eseguire prossimo ai punti geografici individuati dall'Arpa identificati con le sigle C1, C2, D1, D2, è stato possibile ricavare tramite i dati estratti dal database dell'ARPA i mesi con maggior concentrazione di PM10 per i suddetti punti, come mostrato nella seguente tabella:

	SITO								
	C1		C2		D1		D2		Rotatoria Km 94+400
	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 media mensile	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 media mensile	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 media mensile	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 media mensile	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
MESE		$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Gennaio	2	24,5	2	23,2	2	24,5	2	23,5	2
Febbraio	0	20,9	0	17,5	0	20,6	0	18,4	0
Marzo	2	27,7	2	25,4	1	25,7	1	24,7	2
Aprile	0	22,2	0	19,1	0	20,3	0	18,9	0
Maggio	0	19,6	0	17,0	0	17,2	0	16,1	0
Giugno	0	12,2	0	10,1	0	10,8	0	9,8	0
Luglio	0	10,7	0	8,5	0	9,5	0	8,3	0
Agosto	0	11,2	0	9,3	0	9,8	0	9,1	0
Settembre	0	16,3	0	13,7	0	14,9	0	13,6	0
Ottobre	7	29,3	6	27,3	6	28,2	6	26,8	7
Novembre	2	28,7	2	25,6	2	27,5	2	25,9	2
Dicembre	0	19,3	0	16,5	0	18,3	0	16,9	0
Totale	13		12		11		11		13

Per il mese che presenta le concentrazioni più elevate si è proceduto con:

- il calcolo delle concentrazioni di fondo nei quattro siti C1, C2, D1 e D2;
- il calcolo delle concentrazioni medie di PM₁₀ di fondo stimate per l'area di cantiere;
- il calcolo della concentrazione media giornaliera Δ (considerando le ore di lavoro effettive pari ad 6);
- calcolo del superamento dei limiti di legge nel caso di attività di cantiere.

MESE	GIORNO	PM10 _{FONDO} (C1)	PM10 _{FONDO} (C2)	PM10 _{FONDO} (D1)	PM10 _{FONDO} (D2)	PM10 _{FONDO} MEDIE	Δ µg/m3	CONCENTRAZIONI TOTALI	
10	1	11,7	10,7	10,8	10,3	10,9		10,9	
10	2	17,3	16,9	16,9	17,0	17,0		17,0	
10	3	8,0	6,6	7,8	7,0	7,4		7,4	
10	4	9,3	6,4	8,1	6,4	7,5		7,5	
10	5	9,5	7,0	8,1	7,0	7,9		7,9	
10	6	14,4	12,3	14,2	13,0	13,5		13,5	
10	7	13,4	11,7	12,9	12,1	12,5		12,5	
10	8	15,0	14,0	14,9	14,4	14,6		14,6	
10	9	15,2	14,8	15,3	15,0	15,1		15,1	
10	10	18,0	15,8	17,7	16,3	16,9		16,9	
10	11	20,2	18,9	19,3	18,7	19,3	50,0	69,3	OUT
10	12	23,5	21,0	22,0	21,2	21,9	50,0	71,9	OUT
10	13	26,2	24,0	24,5	23,2	24,5	50,0	74,5	OUT
10	14	33,8	31,6	30,7	30,5	31,6	50,0	81,6	OUT
10	15	23,1	22,3	21,5	21,0	22,0	50,0	72,0	OUT
10	16	17,6	17,5	17,5	17,5	17,5	50,0	67,5	OUT
10	17	15,9	13,6	14,6	13,4	14,4	50,0	64,4	OUT
10	18	19,5	17,6	17,0	16,8	17,7	50,0	67,7	OUT
10	19	30,0	27,7	28,9	27,9	28,6	50,0	78,6	OUT
10	20	31,7	27,8	29,9	27,3	29,2	50,0	79,2	OUT
10	21	21,6	19,3	21,1	18,4	20,1	50,0	70,1	OUT
10	22	58,1	52,5	60,4	54,3	56,3		56,3	OUT
10	23	43,7	42,0	46,8	43,8	44,1		44,1	
10	24	32,6	28,4	31,8	28,4	30,3		30,3	
10	25	53,8	46,4	52,7	47,0	50,0		50,0	
10	26	59,4	55,5	55,6	52,6	55,8		55,8	OUT
10	27	59,9	56,6	56,8	54,2	56,8		56,8	OUT
10	28	54,2	51,3	52,8	50,6	52,2		52,2	OUT
10	29	42,6	42,7	39,2	39,6	41,0		41,0	
10	30	58,2	59,2	55,4	55,8	57,2		57,2	OUT
10	31	52,5	53,1	48,5	50,9	51,2		51,2	OUT

Dai dati ARPA è stato ricavato il numero di superamenti mensili dei valori di fondo durante l'anno 2005; il risultato è poi confrontato con il numero di superamenti mensili predicibile conseguente alla presenza del cantiere.

MESE	SUPERAMENTI LIMITI DI LEGGE DEI VALORI DI FONDO	SUPERAMENTI LIMITI DI LEGGE DEI VALORI DI FONDO CON CANTIERE
GENNAIO	2	2
FEBBRAIO	0	0
MARZO	2	2
APRILE	0	0
MAGGIO	0	0
GIUGNO	0	0
LUGLIO	0	0
AGOSTO	0	0
SETTEMBRE	0	0
OTTOBRE	7	17
NOVEMBRE	2	2
DICEMBRE	0	0
TOTALE	13	23

Si nota come i superamenti per il mese di ottobre passano dai 7 (fondo) ai 17 (fondo + *delta* incrementato dall'esecuzione dei lavori).

<i>Superamento dei limiti di legge dei valori di fondo</i> F	<i>Superamento dei limiti di legge (con esecuzione intervento)</i> F + Δ	Limite di Legge
13 volte	23 volte	50.00 µg/m ³ (da non superare più di 35 volte per anno civile)

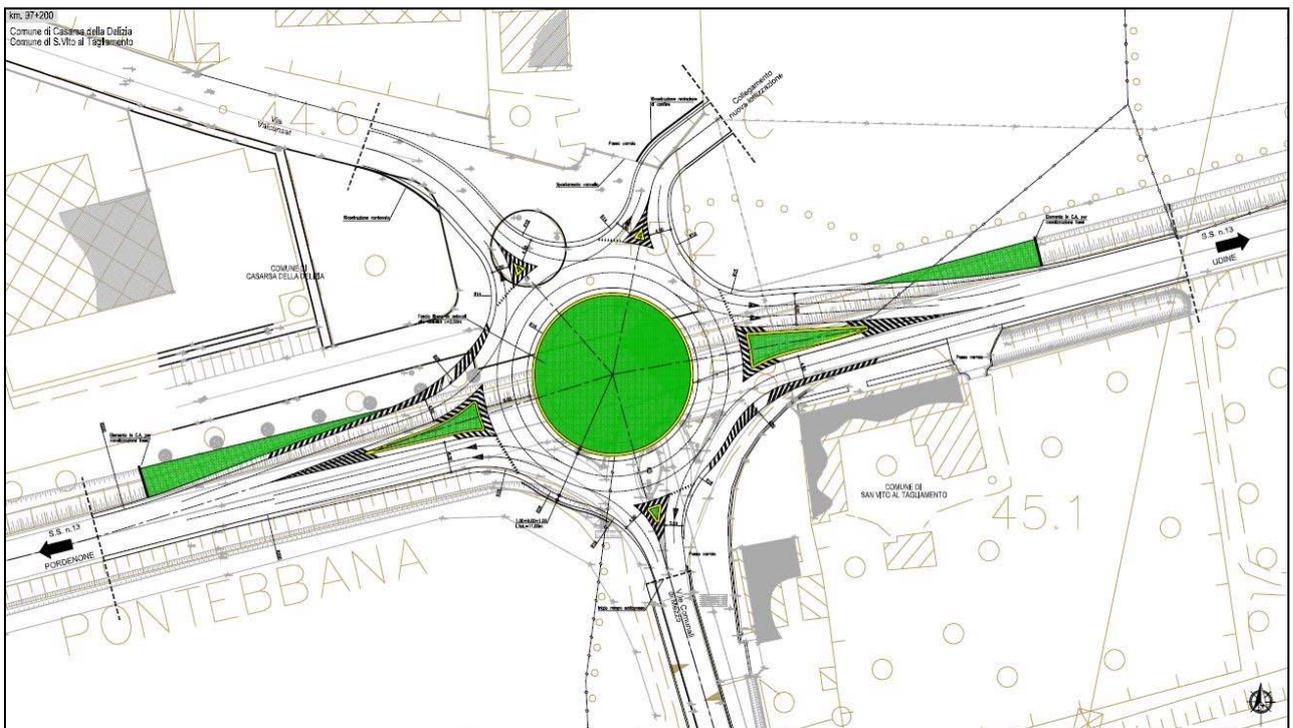
Per la determinazione della concentrazione media annua di fondo si considera il valore medio tra i quattro punti geografici C1, C2, D1, D2.

Concentrazione media annua Δ	Concentrazione media annua di fondo F	Concentrazione media annua F + Δ	Limite
1.51 µg/m ³ gg lavorazione ≈ 13gg	18.65 µg/m ³	20.16 µg/m ³	40.00 µg/m ³

Gli effetti del cantiere sono tali da non portare al superamento dei limiti di legge.

CANTIERE in Comune di CASARSA SS 13 – Km 97+200

Il cantiere prevede la realizzazione di una rotatoria nella zona sotto indicata. Non sono previsti interventi rilevanti al contorno. L'occupazione spaziale delle lavorazioni è limitata.



Durata delle lavorazioni impattanti

I giorni di lavorazione impattanti possono essere calcolati dal computo, tramite il rapporto tra la quantità maggiore di movimento terra (tra le lavorazioni, quali: scavo, scarico, carico) con la produzione giornaliera di una squadra tipo (1 escavatore + 2 autocarri) :

$$gg \text{ lavorazione} = Q / P$$

$Q = m^3 \text{ terra}$

$P = \text{produzione giornaliera squadra tipo (300 m}^3 \text{ /gg)}$

NOME SITO	SCAVO (m ³)	SCARICO (m ³)	CARICO (m ³)	PRODUZIONE GIORNALIERA SQUADRA TIPO	gg DI LAVORAZIONE
Km 97+200	1448	2094	550	300 m ³ /gg	7

Valutazione delle emissioni di PM10 generate dai lavori di costruzione e dai mezzi d'opera:

Nelle seguenti tabelle sono riassunti i calcoli delle emissioni come individuati e discussi nella parte generale del presente piano di monitoraggio:

SCOTICO & SBANCAMENTO MATERIALE SUPERFICIALE		
A- TERRENO RIMOSSO (Q) (300 m ³ / 6 h)	50	m ³ / h
B- Larghezza di lavoro	2.2	m
C-Profondità di scavo	0.25	m
Km scavati in un ora per ottenere la produzione oraria A/(B*C)	90	m/h
FATTORE DI EMISSIONE PTS	5,7	Kg/Km
FATTORE DI EMISSIONE PM ₁₀ (60% PTS)	3,42	Kg/Km
EMISSIONE ORARIA	311	g/h

CARICO MATERIALE SU AUTOCARRO		
VOLUME MOVIMENTATO ALL'ORA (300 m ³ / 6 h)	50	m ³ / h
DENSITA' TERRA	1,6	Mg/m ³
QUANTITA' TERRA MOVIMENTATO ALL'ORA	80	Mg/h
FATTORE DI EMISSIONE (vedi trattazione generale)	0.38	g/Mg
EMISSIONE ORARIA	30.6	g/h

<u>TRANSITO DI MEZZI SU STRADE NON PAVIMENTATE</u>			CON MITIGAZIONE (20 %)
LUNGHEZZA MEDIA (PISTA)	100	m	
LIMO SU PISTA (S)	12	%	
P _{DUMPER} VUOTO	16	Mg	
P DEL CARICO MAX	40	Mg	
P MEDIO TRASPORTO (W)	28	Mg	
FATTORE DI EMISSIONE	1,156	Kg/Km	
FATTORE DI EMISSIONE g/Km	1156	g/Km	231
PRODUZIONE SQUADRA TIPO	300	m ³ /gg	
CARICO AUTOCARRO PER VIAGGIO	12	m ³ /viag.	
NUMERO VIAGGI GIORNO	25	Viag./gg	
VIAGGI ALL'ORA (6 ore lavorative)	4.2	Viag./h	
LUNGHEZZA MEDIA VIAGGIO (andata/ ritorno)	200	m	
Km PERCORSI ORA	1.00	Km	
EMISSIONE ORARIA	963	g/h	193

<u>SCARICO MATERIALE DA AUTOCARRO</u>		
VOLUME MOVIMENTATO ALL'ORA (300 m ³ / 6 h)	50	m ³ / h
DENSITA' TERRA	1,6	Mg/m ³
QUANTITA' TERRA MOVIMENTATO ALL'ORA	80	Mg/h
FATTORE DI EMISSIONE (vedi trattazione generale)	0.38	g/Mg
EMISSIONE ORARIA	30.6	g/h

Nel complesso le emissioni media orarie di PM10 durante le lavorazioni più gravose sono riassunte nella seguente tabella

FASE	EMISSIONE ORARIA MEDIA (g/h)	EMISSIONE ORARIA MEDIA CON MITIGAZIONE	
		%	g/h
SCOTICO & SBANCAMENTO MATERIALE SUPERFICIALE	311	20.00%	62
CARICO MATERIALE SU AUTOCARRO	30.6	50.00%	15.3
TRANSITO DI MEZZI SU STRADE NON PAVIMENTATE (CON MITIGAZIONE)	193	100%	193
SCARICO MATERIALE SUPERFICIALE	30.6	50.00%	15.3
MEZZI D'OPERA	59	100%	59
TOTALE	625		345

Tabella A1 Emissioni orarie stimate per le attività di cantiere

Valutazione delle dispersioni tramite il modello Screen3:

Le caratteristiche geometriche della sorgente sono state desunte dalle tavole di progetto considerando le lavorazioni di costruzione più gravose.

SOURCE TYPE	AREA
EMISSION RATE (g/s/m ²) $E_{sf} = E_{tot} / 3600 * A$	0.00006
SOURCE HEIGHT (m)	1.0
LENGTH OF LARGER SIDE (m)	40
LENGTH OF SMALLER SIDE (m)	40
AREA m ² (A)	1600
RECEPTOR HEIGHT (m)	0 (TERRENO)
URBAN/RURAL OPTION	URBAN
STABILITY CLASS	D - NEUTRAL
WIND SPEED (m/s)	1.80
THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED	
THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.	
ANGLE RELATIVE TO LONG AXIS	0

Si riportano di seguito i grafici dei risultati ottenuti, considerando il recettore più sensibile (1) ad una distanza di 37 m:

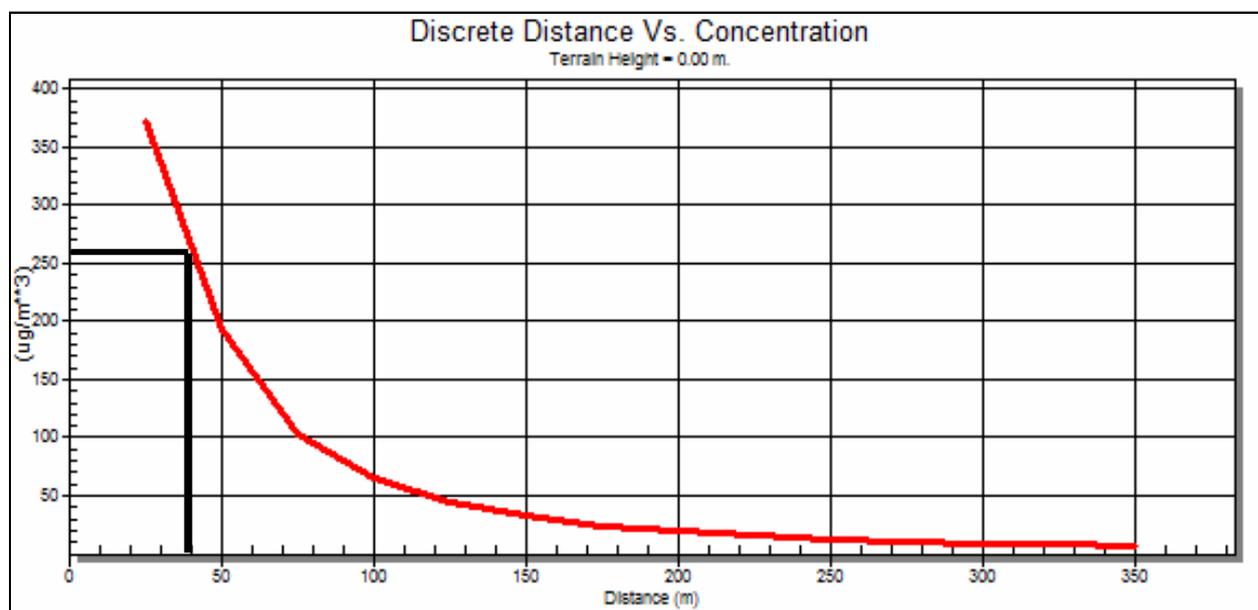


Figura A1 Variazione della concentrazione al suolo in funzione del recettore (Recettore 1 = 37 m)



Figura A1.1 Punto sensibile: recettore 1 = 37 m

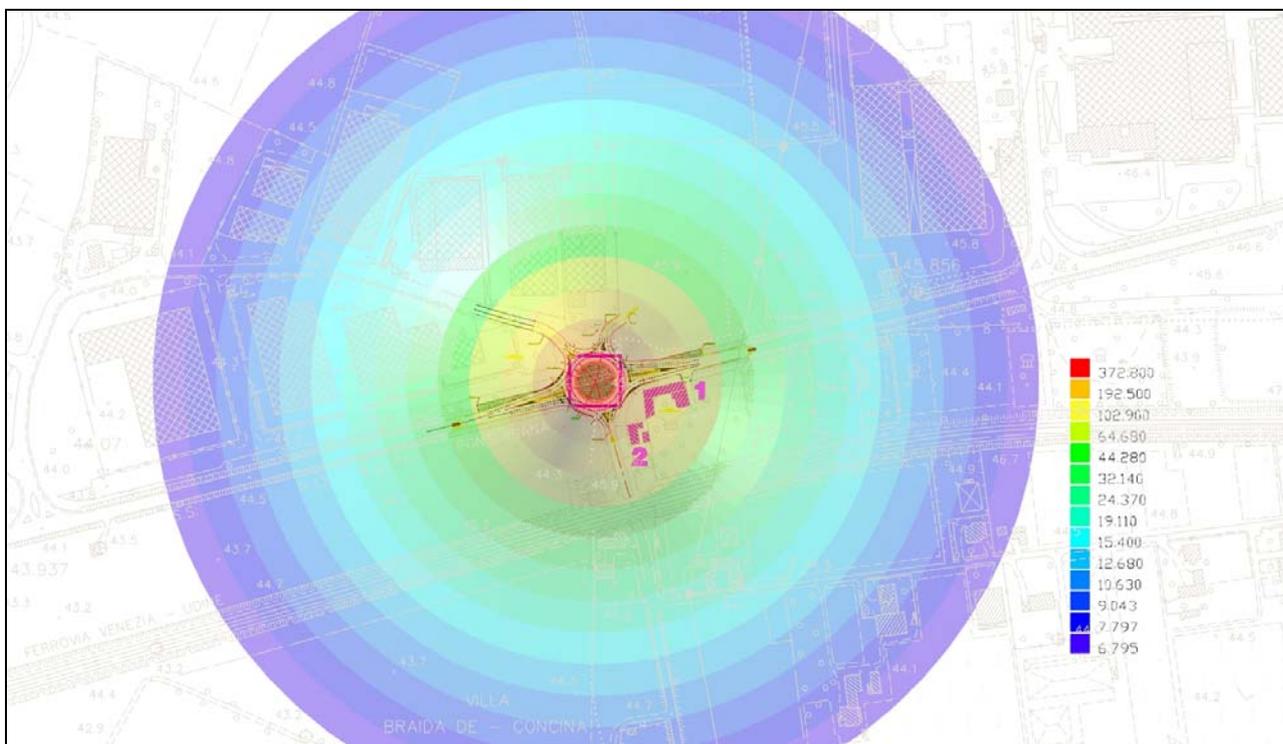


Figura A1.2 Concentrazione di PM₁₀ al suolo

Concentrazione oraria Δ del ricettore più sensibile rispetto le attività di cantiere	Concentrazione media giornaliera Δ
260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Confronto con i valori limiti di legge:

Essendo l'intervento da eseguire prossimo ai punti geografici con le sigle D1 e D2, è stato possibile individuare tramite i dati estratti dal database ARPA il mese con maggior concentrazione di PM10 per i suddetti punti, come mostrato nella seguente tabella:

	SITO				
	D1		D2		Rotatoria Km 97+200
	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 media mensile $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 media mensile $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
MESE					
Gennaio	2	24,5	2	23,5	2
Febbraio	0	20,6	0	18,4	0
Marzo	1	25,7	1	24,7	1
Aprile	0	20,3	0	18,9	0
Maggio	0	17,2	0	16,1	0
Giugno	0	10,8	0	9,8	0
Luglio	0	9,5	0	8,3	0
Agosto	0	9,8	0	9,1	0
Settembre	0	14,9	0	13,6	0
Ottobre	6	28,2	6	26,8	6
Novembre	2	27,5	2	25,9	2
Dicembre	0	18,3	0	16,9	0
Totale	11		11		11

Per il mese che presenta le concentrazioni più elevate si è proceduto con:

- il calcolo delle concentrazioni di fondo nei due siti D1 e D2;
- il calcolo delle concentrazioni medie di PM₁₀ di fondo stimate per l'area di cantiere;
- il calcolo della concentrazione media giornaliera Δ (considerando le ore di lavoro effettive pari ad 6);
- calcolo del superamento dei limiti di legge nel caso di attività di cantiere.

MESE	GIORNO	PM10 FONDO (D1)	PM10 FONDO (D2)	PM10 FONDO MEDIE	Δ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CONCENTRAZIONI TOTALI	
10	1	10,8	10,3	10,5		10,5	
10	2	16,9	17,0	17,0		17,0	
10	3	7,8	7,0	7,4		7,4	
10	4	8,1	6,4	7,2		7,2	
10	5	8,1	7,0	7,5		7,5	
10	6	14,2	13,0	13,6		13,6	
10	7	12,9	12,1	12,5		12,5	
10	8	14,9	14,4	14,6		14,6	
10	9	15,3	15,0	15,2		15,2	
10	10	17,7	16,3	17,0		17,0	
10	11	19,3	18,7	19,0		19,0	
10	12	22,0	21,2	21,6		21,6	
10	13	24,5	23,2	23,9	65	88,9	OUT
10	14	30,7	30,5	30,6	65	95,6	OUT
10	15	21,5	21,0	21,3	65	86,3	OUT
10	16	17,5	17,5	17,5	65	82,5	OUT
10	17	14,6	13,4	14,0	65	79,0	OUT
10	18	17,0	16,8	16,9	65	81,9	OUT
10	19	28,9	27,9	28,4	65	93,4	OUT
10	20	29,9	27,3	28,6		28,6	
10	21	21,1	18,4	19,7		19,7	
10	22	60,4	54,3	57,4		57,4	OUT
10	23	46,8	43,8	45,3		45,3	
10	24	31,8	28,4	30,1		30,1	
10	25	52,7	47,0	49,9		49,9	
10	26	55,6	52,6	54,1		54,1	OUT
10	27	56,8	54,2	55,5		55,5	OUT
10	28	52,8	50,6	51,7		51,7	OUT
10	29	39,2	39,6	39,4		39,4	
10	30	55,4	55,8	55,6		55,6	OUT
10	31	48,5	50,9	49,7		49,7	

Dai dati ARPA è stato ricavato il numero di superamenti mensili dei valori di fondo durante l'anno 2005; il risultato è poi confrontato con il numero di superamenti mensili predicibile conseguente alla presenza del cantiere.

MESE	SUPERAMENTI LIMITI DI LEGGE DEI VALORI DI FONDO	UPERAMENTI LIMITI DI LEGGE DEI VALORI DI FONDO CON CANTIERE
GENNAIO	2	2
FEBBRAIO	0	0
MARZO	1	1
APRILE	0	0
MAGGIO	0	0
GIUGNO	0	0
LUGLIO	0	0
AGOSTO	0	0
SETTEMBRE	0	0
OTTOBRE	6	12
NOVEMBRE	2	2
DICEMBRE	0	0
TOTALE	11	17

Si nota come i superamenti per il mese di ottobre passino dai 6 (fondo) ai 12 (fondo + *delta* incrementato dall'esecuzione dei lavori).

Superamento dei limiti di legge dei valori di fondo <i>F</i>	Superamento dei limiti di legge (con esecuzione intervento) <i>F + Δ</i>	Limite di Legge
11 volte	17 volte	50.00 µg/m ³ (da non superare più di 35 volte per anno civile)

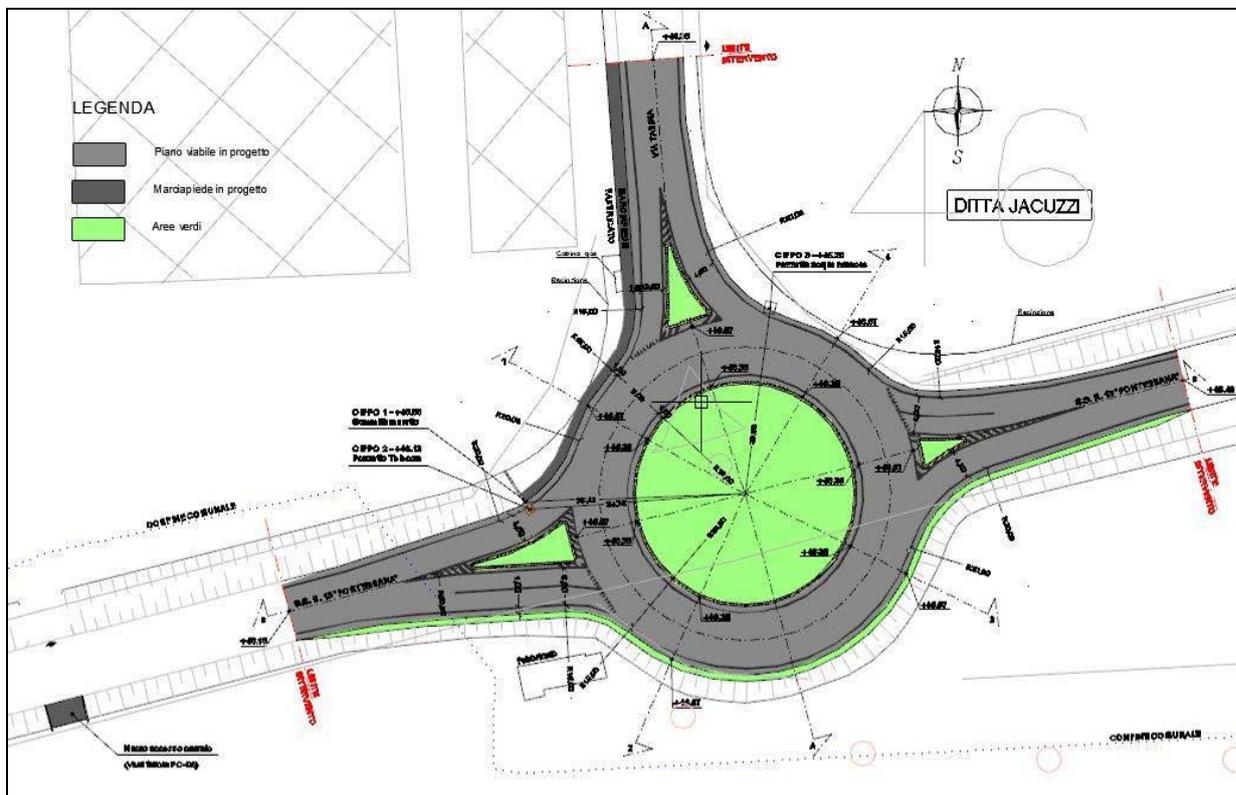
Per la determinazione della concentrazione media annua di fondo si considera il valore medio tra i due punti geografici D1 e D2.

Concentrazione media annua <i>Δ</i>	Concentrazione media annua di fondo <i>F</i>	Concentrazione media annua <i>F + Δ</i>	Limite
1.25 µg/m ³ gg lavorazione ≈ 7 gg	18.30 µg/m ³	19.55 µg/m ³	40.00 µg/m ³

Gli effetti del cantiere sono tali da non portare al superamento dei limiti di legge.

CANTIERE in Comune di VALVASONE SS 13 – Km 97+580

Il cantiere prevede la realizzazione di una rotatoria nella zona sotto indicata. Non sono previsti interventi rilevanti al contorno. L'occupazione spaziale delle lavorazioni è limitata.



Durata delle lavorazioni impattanti

I giorni di lavorazione impattanti possono essere calcolati dal computo, tramite il rapporto tra la quantità maggiore di movimento terra (tra le lavorazioni, quali: scavo, scarico, carico) con la produzione giornaliera di una squadra tipo (1 escavatore + 2 autocarri) :

$$gg \text{ lavorazione} = Q / P$$

$Q = m^3 \text{ terra}$

$P = \text{produzione giornaliera squadra tipo (300 m}^3 \text{ /gg)}$

NOME SITO	SCAVO (m ³)	SCARICO (m ³)	CARICO (m ³)	PRODUZIONE GIORNALIERA SQUADRA TIPO	gg DI LAVORAZIONE
Km 97+580	1175	4146	800	300 m ³ /gg	14

Valutazione delle emissioni di PM10 generate dai lavori di costruzione e dai mezzi d'opera:

Nelle seguenti tabelle sono riassunti i calcoli delle emissioni come individuati e discussi nella parte generale del presente piano di monitoraggio:

SCOTICO & SBANCAMENTO MATERIALE SUPERFICIALE		
A- TERRENO RIMOSSO (Q) (300 m ³ / 6 h)	50	m ³ / h
B- Larghezza di lavoro	2.2	m
C-Profondità di scavo	0.25	m
Km scavati in un ora per ottenere la produzione oraria A/(B*C)	90	m/h
FATTORE DI EMISSIONE PTS	5,7	Kg/Km
FATTORE DI EMISSIONE PM ₁₀ (60% PTS)	3,42	Kg/Km
EMISSIONE ORARIA	311	g/h

CARICO MATERIALE SU AUTOCARRO		
VOLUME MOVIMENTATO ALL'ORA (300 m ³ / 6 h)	50	m ³ / h
DENSITA' TERRA	1,6	Mg/m ³
QUANTITA' TERRA MOVIMENTATO ALL'ORA	80	Mg/h
FATTORE DI EMISSIONE (vedi trattazione generale)	0.38	g/Mg
EMISSIONE ORARIA	30.6	g/h

<u>TRANSITO DI MEZZI SU STRADE NON PAVIMENTATE</u>			CON MITIGAZIONE (20 %)
LUNGHEZZA MEDIA (PISTA)	80	m	
LIMO SU PISTA (S)	12	%	
P DUMPER VUOTO	16	Mg	
P DEL CARICO MAX	40	Mg	
P MEDIO TRASPORTO (W)	28	Mg	
FATTORE DI EMISSIONE	1,156	Kg/Km	
FATTORE DI EMISSIONE g/Km	1156	g/Km	231
PRODUZIONE SQUADRA TIPO	300	m ³ /gg	
CARICO AUTOCARRO PER VIAGGIO	12	m ³ /viag.	
NUMERO VIAGGI GIORNO	25	Viag./gg	
VIAGGI ALL'ORA (6 ore lavorative)	4.2	Viag./h	
LUNGHEZZA MEDIA VIAGGIO (andata/ ritorno)	160	m	
Km PERCORSI ORA	1.00	Km	
EMISSIONE ORARIA	770	g/h	154

<u>SCARICO MATERIALE DA AUTOCARRO</u>		
VOLUME MOVIMENTATO ALL'ORA (300 m ³ / 6 h)	50	m ³ / h
DENSITA' TERRA	1,6	Mg/m ³
QUANTITA' TERRA MOVIMENTATO ALL'ORA	80	Mg/h
FATTORE DI EMISSIONE (vedi trattazione generale)	0.38	g/Mg
EMISSIONE ORARIA	30.6	g/h

Nel complesso le emissioni media orarie di PM10 durante le lavorazioni più gravose sono riassunte nella seguente tabella

FASE	EMISSIONE ORARIA MEDIA (g/h)	EMISSIONE ORARIA MEDIA CON MITIGAZIONE	
		%	g/h
SCOTICO & SBANCAMENTO MATERIALE SUPERFICIALE	311	20.00%	62
CARICO MATERIALE SU AUTOCARRO	30.6	50.00%	15.3
TRANSITO DI MEZZI SU STRADE NON PAVIMENTATE (CON MITIGAZIONE)	154	100%	154
SCARICO MATERIALE SUPERFICIALE	30.6	50.00%	15.3
MEZZI D'OPERA	59	100%	59
TOTALE	585		306

Tabella A1 Emissioni orarie stimate per le attività di cantiere

Valutazione delle dispersioni tramite il modello Screen3

Le caratteristiche geometriche della sorgente sono state desunte dalle tavole di progetto considerando le lavorazioni di costruzione più gravose.

SOURCE TYPE	AREA
EMISSION RATE (g/s/m ²) $E_{sf} = E_{tot} / 3600 * A$	0.000034
SOURCE HEIGHT (m)	1.0
LENGTH OF LARGER SIDE (m)	50
LENGTH OF SMALLER SIDE (m)	50
AREA m ² (A)	2500
RECEPTOR HEIGHT (m)	0 (TERRENO)
URBAN/RURAL OPTION	URBAN
STABILITY CLASS	D - NEUTRAL
WIND SPEED (m/s)	1.80
THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED	
THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.	
ANGLE RELATIVE TO LONG AXIS	0

Si riportano di seguito i grafici dei risultati ottenuti, considerando il recettore più sensibile (1) ad una distanza di 120 m:

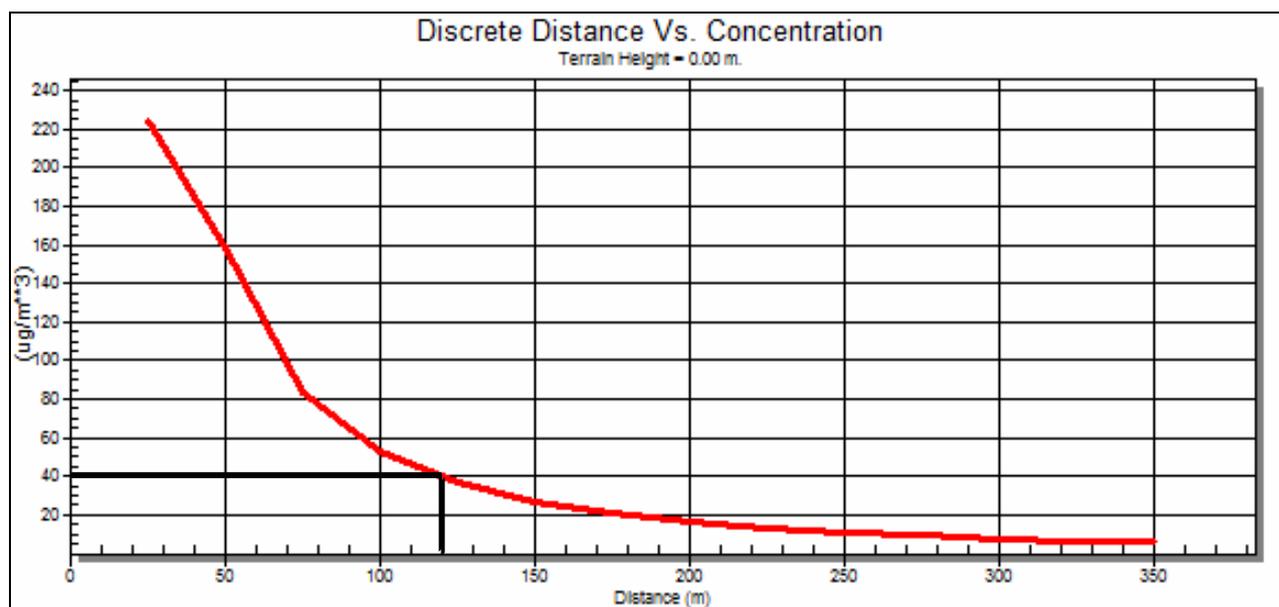


Figura A1 Variazione della concentrazione al suolo in funzione del recettore (Recettore 1 = 120 m)



Figura A1.1 Punto sensibile: recettore 1 = 120 m

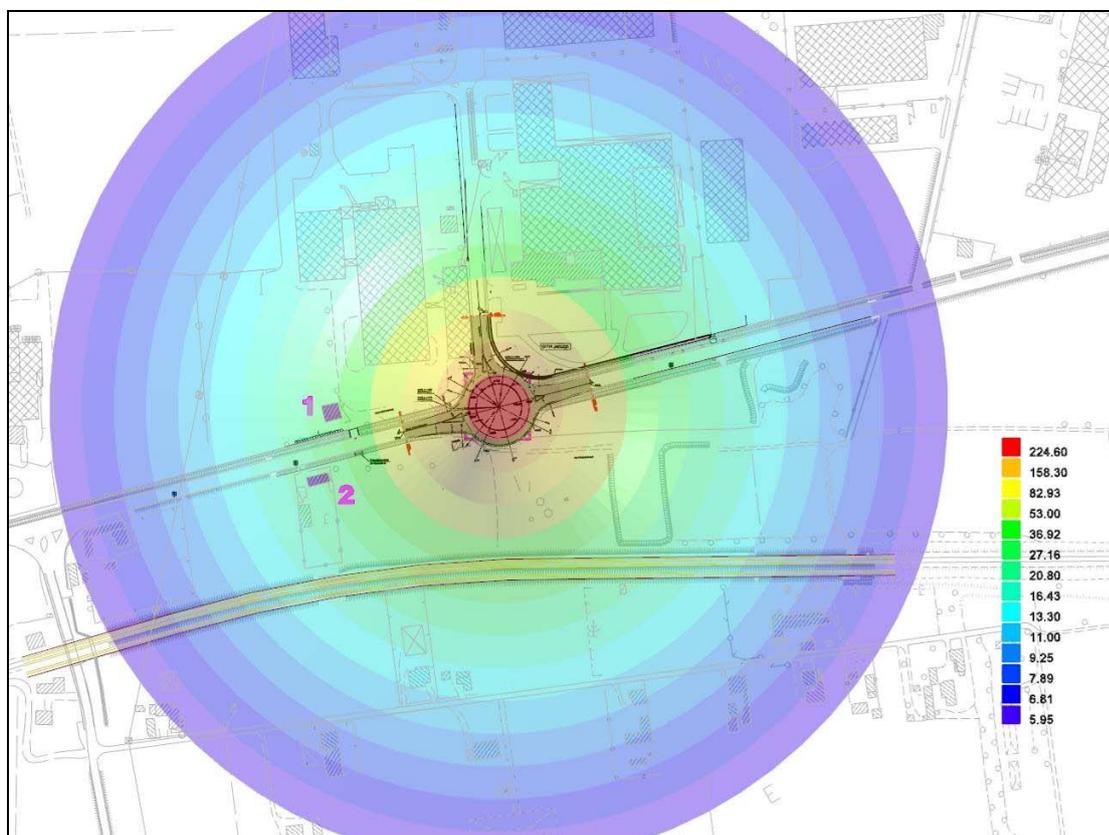


Figura A1.2 Concentrazione di PM₁₀ al suolo

Concentrazione oraria Δ del ricettore più sensibile rispetto le attività di cantiere	Concentrazione media giornaliera Δ
40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Confronto con i valori limiti di legge:

Essendo l'intervento da eseguire prossimo ai punti geografici individuati dall'Arpa identificati con le sigle D1 e D2, è stato possibile individuare tramite i dati estratti dal database il mese con maggior concentrazione di PM10 per i suddetti punti, come mostrato nella seguente tabella:

	SITO				
	D1		D2		Rotatoria Km 97+500
	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 media mensile $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 media mensile $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
MESE					
Gennaio	2	24,5	2	23,5	2
Febbraio	0	20,6	0	18,4	0
Marzo	1	25,7	1	24,7	1
Aprile	0	20,3	0	18,9	0
Maggio	0	17,2	0	16,1	0
Giugno	0	10,8	0	9,8	0
Luglio	0	9,5	0	8,3	0
Agosto	0	9,8	0	9,1	0
Settembre	0	14,9	0	13,6	0
Ottobre	6	28,2	6	26,8	6
Novembre	2	27,5	2	25,9	2
Dicembre	0	18,3	0	16,9	0
Totale	11		11		11

Per il mese che presenta le concentrazioni più elevate si è proceduto con:

- il calcolo delle concentrazioni di fondo nei due siti D1 e D2;
- il calcolo delle concentrazioni medie di PM₁₀ di fondo stimate per l'area di cantiere;
- il calcolo della concentrazione media giornaliera Δ (considerando le ore di lavoro effettive pari ad 6);
- calcolo del superamento dei limiti di legge nel caso di attività di cantiere.

MESE	GIORNO	PM10 FONDO (D1)	PM10 FONDO (D2)	PM10 FONDO MEDIE	Δ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CONCENTRAZIONI TOTALI	
10	1	10,8	10,3	10,5		10,5	
10	2	16,9	17,0	17,0		17,0	
10	3	7,8	7,0	7,4		7,4	
10	4	8,1	6,4	7,2		7,2	
10	5	8,1	7,0	7,5		7,5	
10	6	14,2	13,0	13,6		13,6	
10	7	12,9	12,1	12,5		12,5	
10	8	14,9	14,4	14,6		14,6	
10	9	15,3	15,0	15,2		15,2	
10	10	17,7	16,3	17,0	10	27,0	
10	11	19,3	18,7	19,0	10	29,0	
10	12	22,0	21,2	21,6	10	31,6	
10	13	24,5	23,2	23,9	10	33,9	
10	14	30,7	30,5	30,6	10	40,6	
10	15	21,5	21,0	21,3	10	31,3	
10	16	17,5	17,5	17,5	10	27,5	
10	17	14,6	13,4	14,0	10	24,0	
10	18	17,0	16,8	16,9	10	26,9	
10	19	28,9	27,9	28,4	10	38,4	
10	20	29,9	27,3	28,6	10	38,6	
10	21	21,1	18,4	19,7	10	29,7	
10	22	60,4	54,3	57,4	10	67,4	OUT
10	23	46,8	43,8	45,3	10	55,3	OUT
10	24	31,8	28,4	30,1		30,1	
10	25	52,7	47,0	49,9		49,9	
10	26	55,6	52,6	54,1		54,1	OUT
10	27	56,8	54,2	55,5		55,5	OUT
10	28	52,8	50,6	51,7		51,7	OUT
10	29	39,2	39,6	39,4		39,4	
10	30	55,4	55,8	55,6		55,6	OUT
10	31	48,5	50,9	49,7		49,7	

Dai dati ARPA è stato ricavato il numero di superamenti mensili dei valori di fondo durante l'anno 2005; il risultato è poi confrontato con il numero di superamenti mensili predicibile conseguente alla presenza del cantiere.

MESE	SUPERAMENTI LIMITI DI LEGGE DEI VALORI DI FONDO	UPERAMENTI LIMITI DI LEGGE DEI VALORI DI FONDO CON CANTIERE
GENNAIO	2	2
FEBBRAIO	0	0
MARZO	1	1
APRILE	0	0
MAGGIO	0	0
GIUGNO	0	0
LUGLIO	0	0
AGOSTO	0	0
SETTEMBRE	0	0
OTTOBRE	6	6
NOVEMBRE	2	2
DICEMBRE	0	0
TOTALE	11	11

Si nota come i superamenti per il mese di rimangono invariati nonostante la presenza del cantiere. Ciò è dovuto essenzialmente alla distanza del recettore sensibile dal punto di emissione.

<i>Superamento dei limiti di legge dei valori di fondo</i> F	<i>Superamento dei limiti di legge (con esecuzione intervento)</i> F + Δ	Limite di Legge
11 volte	11 volte	50.00 µg/m ³ (da non superare più di 35 volte per anno civile)

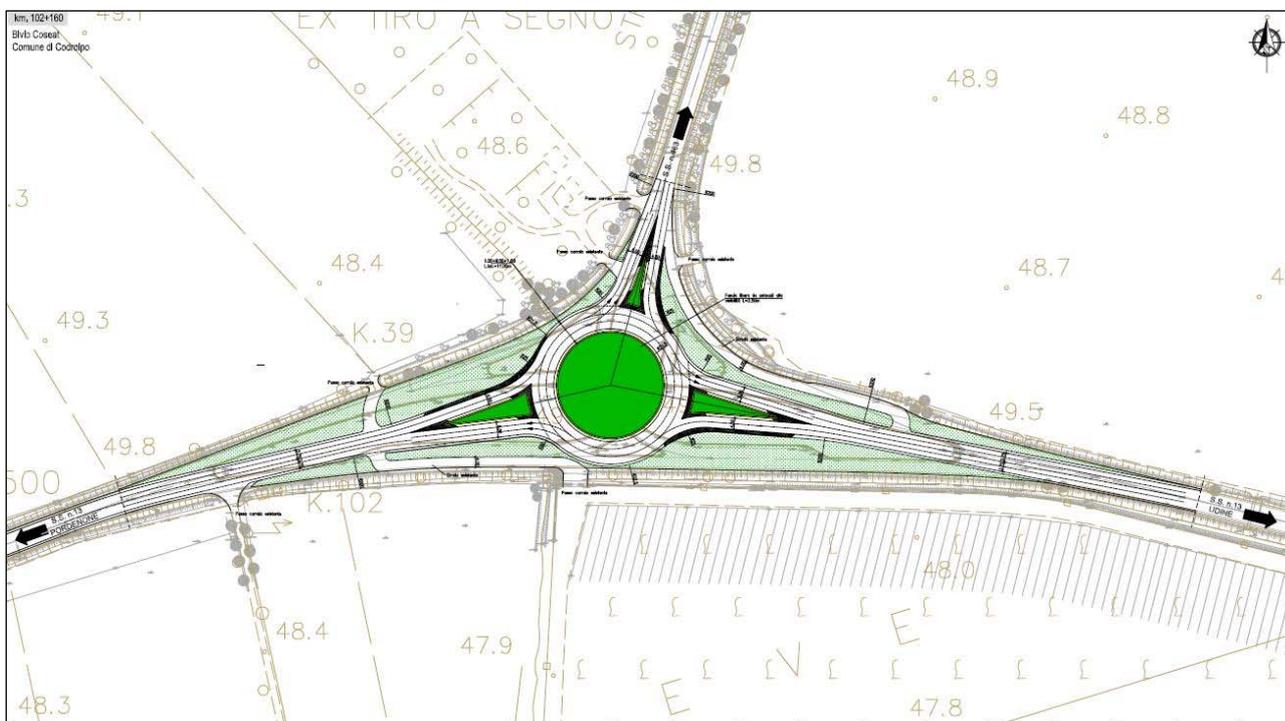
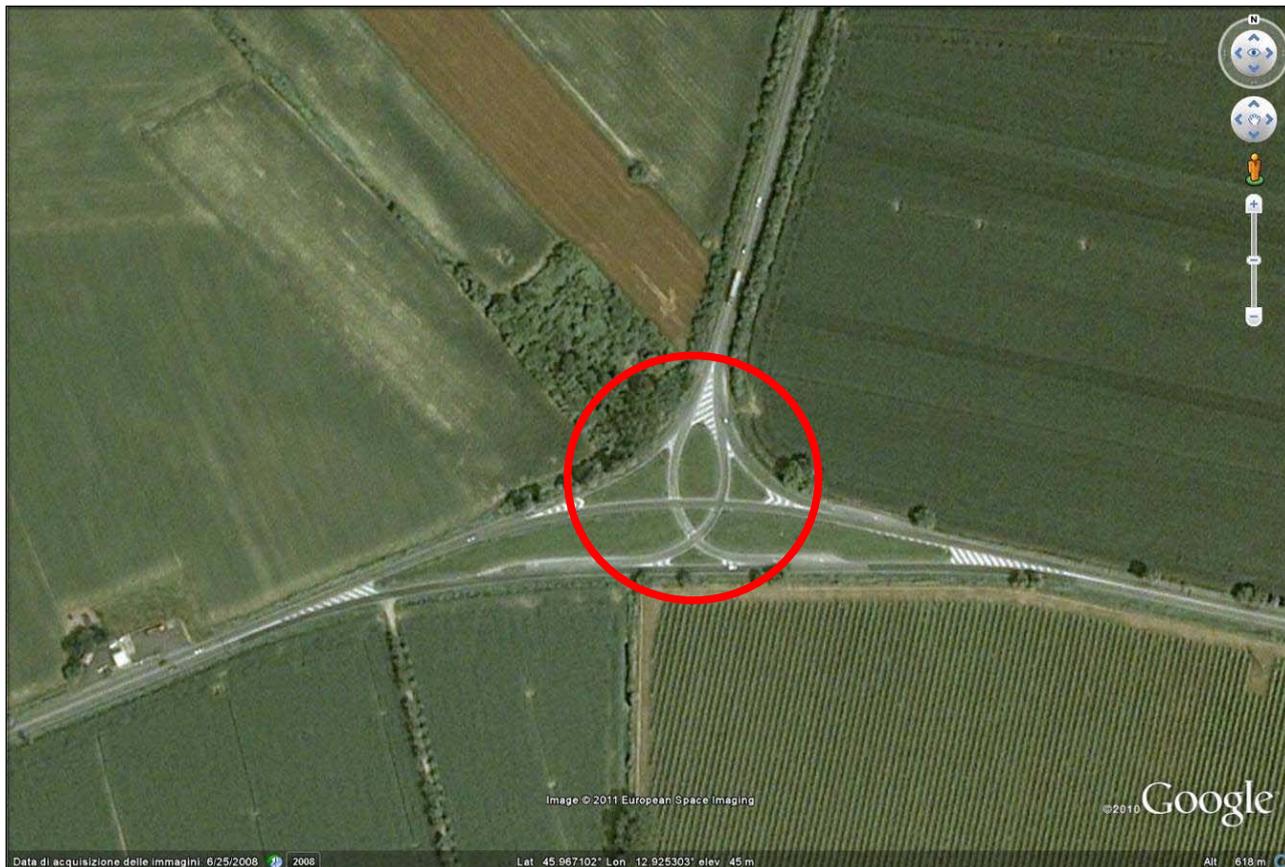
Per la determinazione della concentrazione media annua di fondo si considera il valore medio tra i due punti geografici D1 e D2.

<i>Concentrazione media annua</i> Δ	<i>Concentrazione media annua di fondo</i> F	<i>Concentrazione media annua</i> F + Δ	Limite
0.38 µg/m ³ gg lavorazione ≈ 7 gg	18.30 µg/m ³	18.68 µg/m ³	40.00 µg/m ³

Gli effetti del cantiere sono tali da non portare al superamento dei limiti di legge.

CANTIERE in Comune di CODROIPO SS 13 – Km 102+160

Il cantiere prevede la realizzazione di una rotatoria nella zona sotto indicata. Non sono previsti interventi rilevanti al contorno. L'occupazione spaziale delle lavorazioni è limitata.



Durata delle lavorazioni impattanti

I giorni di lavorazione impattanti possono essere calcolati dal computo, tramite il rapporto tra la quantità maggiore di movimento terra (tra le lavorazioni, quali: scavo, scarico, carico) con la produzione giornaliera di una squadra tipo (1 escavatore + 2 autocarri) :

$$gg \text{ lavorazione} = Q / P$$

$Q = m^3 \text{ terra}$

$P = \text{produzione giornaliera squadra tipo (300 m}^3 \text{ /gg)}$

NOME SITO	SCAVO (m ³)	SCARICO (m ³)	CARICO (m ³)	PRODUZIONE GIORNALIERA SQUADRA TIPO	gg DI LAVORAZIONE
Km 102+160	2991	2398	2076	300 m ³ /gg	10

Valutazione delle emissioni di PM10 generate dai lavori di costruzione e dai mezzi d'opera:

Nelle seguenti tabelle sono riassunti i calcoli delle emissioni come individuati e discussi nella parte generale del presente piano di monitoraggio:

SCOTICO & SBANCAMENTO MATERIALE SUPERFICIALE		
A- TERRENO RIMOSSO (Q) (300 m ³ / 6 h)	50	m ³ / h
B- Larghezza di lavoro	2.2	m
C-Profondità di scavo	0.25	m
Km scavati in un ora per ottenere la produzione oraria A/(B*C)	90	m/h
FATTORE DI EMISSIONE PTS	5,7	Kg/Km
FATTORE DI EMISSIONE PM ₁₀ (60% PTS)	3,42	Kg/Km
EMISSIONE ORARIA	311	g/h

CARICO MATERIALE SU AUTOCARRO		
VOLUME MOVIMENTATO ALL'ORA (300 m ³ / 6 h)	50	m ³ / h
DENSITA' TERRA	1,6	Mg/m ³
QUANTITA' TERRA MOVIMENTATO ALL'ORA	80	Mg/h
FATTORE DI EMISSIONE (vedi trattazione generale)	0.38	g/Mg
EMISSIONE ORARIA	30.6	g/h

TRANSITO DI MEZZI SU STRADE NON PAVIMENTATE			CON MITIGAZIONE (20 %)
LUNGHEZZA MEDIA (PISTA)	300	m	
LIMO SU PISTA (S)	12	%	
P DUMPER VUOTO	16	Mg	
P DEL CARICO MAX	40	Mg	
P MEDIO TRASPORTO (W)	28	Mg	
FATTORE DI EMISSIONE	1,156	Kg/Km	
FATTORE DI EMISSIONE g/Km	1156	g/Km	231
PRODUZIONE SQUADRA TIPO	300	m ³ /gg	
CARICO AUTOCARRO PER VIAGGIO	12	m ³ /viag.	
NUMERO VIAGGI GIORNO	25	Viag./gg	
VIAGGI ALL'ORA (6 ore lavorative)	4.2	Viag./h	
LUNGHEZZA MEDIA VIAGGIO (andata/ ritorno)	600	m	
Km PERCORSI ORA	1.00	Km	
EMISSIONE ORARIA	2889	g/h	578

SCARICO MATERIALE DA AUTOCARRO		
VOLUME MOVIMENTATO ALL'ORA (300 m ³ / 6 h)	50	m ³ / h
DENSITA' TERRA	1,6	Mg/m ³
QUANTITA' TERRA MOVIMENTATO ALL'ORA	80	Mg/h
FATTORE DI EMISSIONE (vedi trattazione generale)	0.38	g/Mg
EMISSIONE ORARIA	30.6	g/h

Nel complesso le emissioni media orarie di PM10 durante le lavorazioni più gravose sono riassunte nella seguente tabella

FASE	EMISSIONE ORARIA MEDIA (g/h)	EMISSIONE ORARIA MEDIA CON MITIGAZIONE	
		%	g/h
SCOTICO & SBANCAMENTO MATERIALE SUPERFICIALE	311	20.00%	62
CARICO MATERIALE SU AUTOCARRO	30.6	50.00%	15.3
TRANSITO DI MEZZI SU STRADE NON PAVIMENTATE (CON MITIGAZIONE)	2889	20%	578
SCARICO MATERIALE SUPERFICIALE	30.6	50.00%	15.3
MEZZI D'OPERA	59	100%	59
TOTALE	3320		730

Tabella A1 Emissioni orarie stimate per le attività di cantiere

Valutazione delle dispersioni tramite il modello Screen3

Le caratteristiche geometriche della sorgente sono state desunte dalle tavole di progetto considerando le lavorazioni di costruzione più gravose. Considerata la distanza da recettori sensibili si è preferito eseguire la simulazione utilizzando le emissioni senza mitigazioni.

SOURCE TYPE	AREA
EMISSION RATE (g/s/m ²) $E_{sf} = E_{tot} / 3600 * A$	0.000367
SOURCE HEIGHT (m)	1.0
LENGTH OF LARGER SIDE (m)	50
LENGTH OF SMALLER SIDE (m)	50
AREA m ² (A)	2500
RECEPTOR HEIGHT (m)	0 (TERRENO)
URBAN/RURAL OPTION	URBAN
STABILITY CLASS	D - NEUTRAL
WIND SPEED (m/s)	1.80
THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED	
THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.	
ANGLE RELATIVE TO LONG AXIS	0

Si riportano di seguito i grafici dei risultati ottenuti, considerando il recettore più sensibile (1) ad una distanza di 278 m:

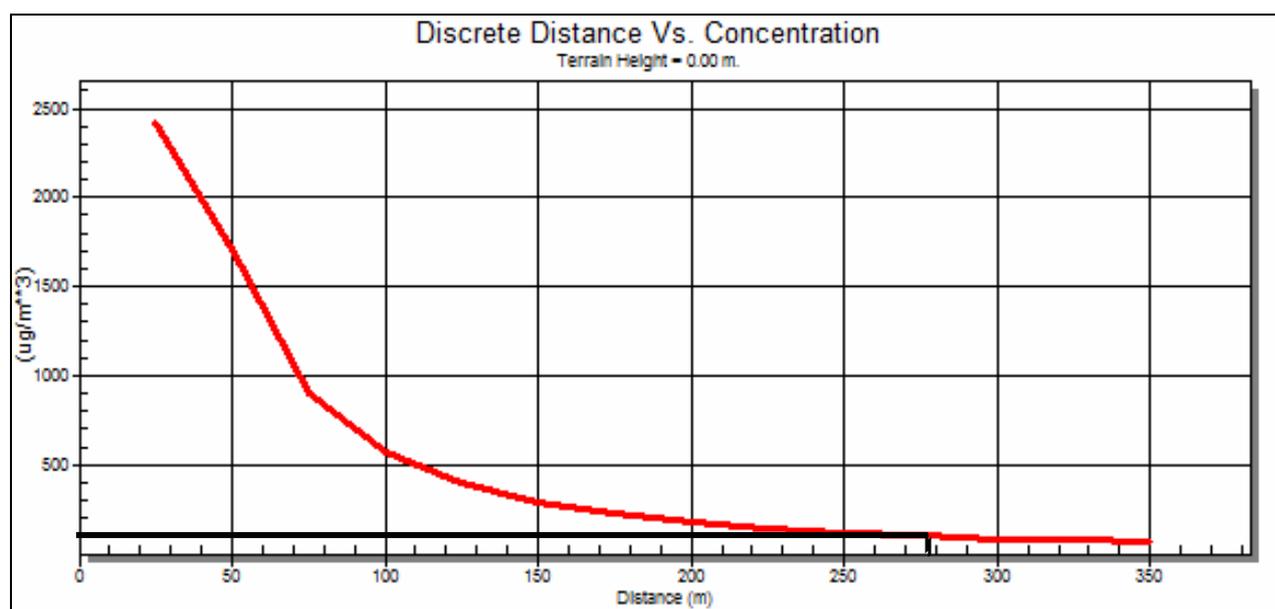


Figura A1 Variazione della concentrazione al suolo in funzione del recettore (Recettore 1 = 278 m)

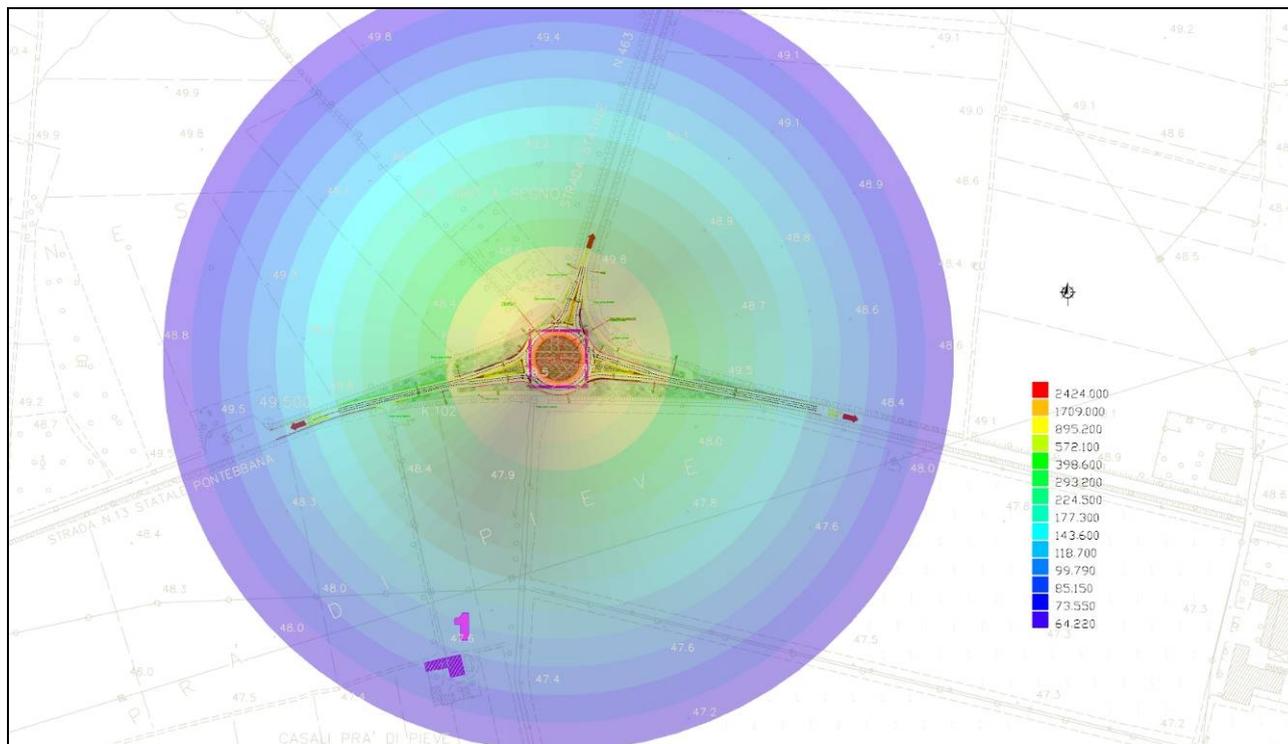


Figura A1.1 Concentrazione di PM₁₀ al suolo

Concentrazione oraria Δ del ricettore più sensibile rispetto le attività di cantiere	Concentrazione media giornaliera Δ
100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Confronto con i valori limiti di legge:

Essendo l'intervento da eseguire prossimo ai punti geografici individuati dall'Arpa identificati con le sigle E1, E2, F1, F2, è stato possibile individuare tramite i dati estratti dal database dell'ARPA i mesi con maggior concentrazione di PM10 per i suddetti punti, come mostrato nella seguente tabella:

MESE	SITO								
	E1		E2		F1		F2		Rotatoria Km 102+160
	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 media mensile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 media mensile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 media mensile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 media mensile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Gennaio	1	21,8	0	21,8	0	22,8	0	22,5	1
Febbraio	0	19,0	0	18,1	0	19,8	0	18,9	0
Marzo	0	24,1	1	23,7	0	24,1	1	23,7	1
Aprile	0	18,6	0	18,0	0	18,3	0	17,9	0

Maggio	0	15,5	0	14,9	0	14,1	0	14,0	0
Giugno	0	10,1	0	9,4	0	9,3	0	9,1	0
Luglio	0	8,8	0	8,0	0	8,0	0	7,7	0
Agosto	0	9,2	0	8,9	0	8,8	0	8,7	0
Settembre	0	14,1	0	13,4	0	13,4	0	13,2	0
Ottobre	6	27,4	4	26,2	7	27,3	3	26,2	7
Novembre	2	25,8	2	25,1	2	26,5	2	25,4	2
Dicembre	0	16,6	0	16,1	0	17,5	0	16,5	0
Totale	9		7		9		6		11

Per il mese che presenta le concentrazioni più elevate si è proceduto con:

- il calcolo delle concentrazioni di fondo nei quattro siti E1, E2, F1 e F2;
- il calcolo delle concentrazioni medie di PM₁₀ di fondo stimate per l'area di cantiere;
- il calcolo della concentrazione media giornaliera Δ (considerando le ore di lavoro effettive pari ad 6);
- calcolo del superamento dei limiti di legge nel caso di attività di cantiere.

MESE	GIORNO	PM10 _{FONDO} (E1)	PM10 _{FONDO} (E2)	PM10 _{FONDO} (F1)	PM10 _{FONDO} (F2)	PM10 _{FONDO} MEDIE	Δ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	CONCENTRAZIONI TOTALI	
10	1	9,6	9,3	9,2	9,2	9,3		9,3	
10	2	16,2	16,5	16,9	16,8	16,6		16,6	
10	3	8,4	7,4	8,1	7,8	7,9		7,9	
10	4	7,6	6,4	7,6	6,8	7,1		7,1	
10	5	7,7	6,9	7,6	7,1	7,3		7,3	
10	6	14,5	13,5	14,2	13,9	14,0		14,0	
10	7	13,4	12,4	13,6	13,0	13,1		13,1	
10	8	14,8	14,5	14,7	14,6	14,7		14,7	
10	9	14,8	14,9	14,7	14,8	14,8		14,8	
10	10	18,0	17,0	17,8	17,6	17,6		17,6	
10	11	19,0	18,5	18,6	18,5	18,7	25	43,7	
10	12	21,1	20,9	20,7	20,8	20,9	25	45,9	
10	13	23,6	22,5	22,8	22,1	22,7	25	47,7	
10	14	28,7	28,8	28,1	28,4	28,5	25	53,5	OUT
10	15	20,3	20,0	20,1	19,6	20,0	25	45,0	
10	16	16,3	16,3	16,6	16,2	16,3	25	41,3	
10	17	13,3	12,9	12,5	12,6	12,8	25	37,8	
10	18	15,6	16,0	15,0	15,8	15,6	25	40,6	
10	19	28,4	27,3	28,5	27,8	28,0	25	53,0	OUT
10	20	29,3	27,1	29,8	27,6	28,4	25	53,4	OUT
10	21	19,9	17,5	19,6	17,6	18,6		18,6	
10	22	61,1	54,5	62,5	55,2	58,3		58,3	OUT
10	23	49,5	45,4	53,6	48,6	49,3		49,3	
10	24	32,1	28,8	32,7	29,4	30,8		30,8	
10	25	51,3	46,4	50,5	46,2	48,6		48,6	
10	26	52,3	50,0	50,0	47,9	50,0		50,0	OUT
10	27	55,6	52,3	53,9	51,4	53,3		53,3	OUT
10	28	51,9	51,5	52,1	52,6	52,0		52,0	OUT
10	29	37,2	37,1	37,2	36,3	36,9		36,9	
10	30	51,6	51,7	51,0	49,7	51,0		51,0	OUT
10	31	46,4	48,6	46,3	47,4	47,2		47,2	

Dai dati ARPA è stato ricavato il numero di superamenti mensili dei valori di fondo durante l'anno 2005; il risultato è poi confrontato con il numero di superamenti mensili predicibile conseguente alla presenza del cantiere.

MESE	SUPERAMENTI LIMITI DI LEGGE DEI VALORI DI FONDO	SUPERAMENTI LIMITI DI LEGGE DEI VALORI DI FONDO CON CANTIERE
GENNAIO	1	1
FEBBRAIO	0	0
MARZO	1	1
APRILE	0	0
MAGGIO	0	0
GIUGNO	0	0
LUGLIO	0	0
AGOSTO	0	0
SETTEMBRE	0	0
OTTOBRE	7	8
NOVEMBRE	2	2
DICEMBRE	0	0
TOTALE	11	12

Si nota come i superamenti per il mese di ottobre passano da 7 (fondo) a 8 (fondo + delta incrementato dall'esecuzione dei lavori).

<i>Superamento dei limiti di legge dei valori di fondo</i> F	<i>Superamento dei limiti di legge (con esecuzione intervento)</i> F + Δ	<i>Limite di Legge</i>
11 volte	12 volte	50.00 µg/m ³ (da non superare più di 35 volte per anno civile)

Per la determinazione della concentrazione media annua di fondo si considera il valore medio tra i quattro punti geografici E1,E2,F1,F2

<i>Concentrazione media annua</i> Δ	<i>Concentrazione media annua di fondo</i> F	<i>Concentrazione media annua</i> F + Δ	<i>Limite</i>
0.68 µg/m ³ gg lavorazione ≈ 13gg	17.25 µg/m ³	17.93 µg/m ³	40.00 µg/m ³

Gli effetti del cantiere sono tali da non portare al superamento dei limiti di legge anche senza alcun intervento di mitigazione.

CANTIERE in Comune di CODROIPO SS 13 – Km 106+129

Il cantiere prevede la realizzazione di una rotatoria nella zona sotto indicata. Non sono previsti interventi rilevanti al contorno. L'occupazione spaziale delle lavorazioni è limitata.



Durata delle lavorazioni impattanti

I giorni di lavorazione impattanti possono essere calcolati dal computo, tramite il rapporto tra la quantità maggiore di movimento terra (tra le lavorazioni, quali: scavo, scarico, carico) con la produzione giornaliera di una squadra tipo (1 escavatore + 2 autocarri) :

$$gg \text{ lavorazione} = Q / P$$

$Q = m^3 \text{ terra}$

$P = \text{produzione giornaliera squadra tipo (300 m}^3/\text{gg)}$

NOME SITO	SCAVO (m ³)	SCARICO (m ³)	CARICO (m ³)	PRODUZIONE GIORNALIERA SQUADRA TIPO	gg DI LAVORAZIONE
Km 106+129	3730	2050	1761	300 m ³ /gg	12

Valutazione delle emissioni di PM10 generate dai lavori di costruzione e dai mezzi d'opera:

Nelle seguenti tabelle sono riassunti i calcoli delle emissioni come individuati e discussi nella parte generale del presente piano di monitoraggio:

SCOTICO & SBANCAMENTO MATERIALE SUPERFICIALE		
A- TERRENO RIMOSSO (Q) (300 m ³ / 6 h)	50	m ³ / h
B- Larghezza di lavoro	2.2	m
C-Profondità di scavo	0.25	m
Km scavati in un ora per ottenere la produzione oraria A/(B*C)	90	m/h
FATTORE DI EMISSIONE PTS	5,7	Kg/Km
FATTORE DI EMISSIONE PM ₁₀ (60% PTS)	3,42	Kg/Km
EMISSIONE ORARIA	311	g/h

CARICO MATERIALE SU AUTOCARRO		
VOLUME MOVIMENTATO ALL'ORA (300 m ³ / 6 h)	50	m ³ / h
DENSITA' TERRA	1,6	Mg/m ³
QUANTITA' TERRA MOVIMENTATO ALL'ORA	80	Mg/h
FATTORE DI EMISSIONE (vedi trattazione generale)	0.38	g/Mg
EMISSIONE ORARIA	30.6	g/h

TRANSITO DI MEZZI SU STRADE NON PAVIMENTATE			CON MITIGAZIONE (20 %)
LUNGHEZZA MEDIA (PISTA)	60	m	
LIMO SU PISTA (S)	12	%	
P DUMPER VUOTO	16	Mg	
P DEL CARICO MAX	40	Mg	
P MEDIO TRASPORTO (W)	28	Mg	
FATTORE DI EMISSIONE	1,156	Kg/Km	
FATTORE DI EMISSIONE g/Km	1156	g/Km	231
PRODUZIONE SQUADRA TIPO	300	m ³ /gg	
CARICO AUTOCARRO PER VIAGGIO	12	m ³ /viag.	
NUMERO VIAGGI GIORNO	25	Viag./gg	
VIAGGI ALL'ORA (6 ore lavorative)	4.2	Viag./h	
LUNGHEZZA MEDIA VIAGGIO (andata/ ritorno)	120	m	
Km PERCORSI ORA	1.00	Km	
EMISSIONE ORARIA	578	g/h	116

SCARICO MATERIALE DA AUTOCARRO		
VOLUME MOVIMENTATO ALL'ORA (300 m ³ / 6 h)	50	m ³ / h
DENSITA' TERRA	1,6	Mg/m ³
QUANTITA' TERRA MOVIMENTATO ALL'ORA	80	Mg/h
FATTORE DI EMISSIONE (vedi trattazione generale)	0.38	g/Mg
EMISSIONE ORARIA	30.6	g/h

Nel complesso le emissioni media orarie di PM10 durante le lavorazioni più gravose sono riassunte nella seguente tabella

FASE	EMISSIONE ORARIA MEDIA (g/h)	EMISSIONE ORARIA MEDIA CON MITIGAZIONE	
		%	g/h
SCOTICO & SBANCAMENTO MATERIALE SUPERFICIALE	311	20.00%	62
CARICO MATERIALE SU AUTOCARRO	30.6	50.00%	15.3
TRANSITO DI MEZZI SU STRADE NON PAVIMENTATE (CON MITIGAZIONE)	116	100%	116
SCARICO MATERIALE SUPERFICIALE	30.6	50.00%	15.3
MEZZI D'OPERA	59	100%	59
TOTALE	548		268

Tabella A1 Emissioni orarie stimate per le attività di cantiere

Valutazione delle dispersioni tramite il modello Screen3

Le caratteristiche geometriche della sorgente sono state desunte dalle tavole di progetto considerando le lavorazioni di costruzione più gravose.

SOURCE TYPE	AREA
EMISSION RATE (g/s/m ²) $E_{sf} = E_{tot} / 3600 * A$	0.000047
SOURCE HEIGHT (m)	1.0
LENGTH OF LARGER SIDE (m)	40
LENGTH OF SMALLER SIDE (m)	40
AREA m ² (A)	1600
RECEPTOR HEIGHT (m)	0 (TERRENO)
URBAN/RURAL OPTION	URBAN
STABILITY CLASS	D - NEUTRAL
WIND SPEED (m/s)	1.80
THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED	
THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.	
ANGLE RELATIVE TO LONG AXIS	0

Si riportano di seguito i grafici dei risultati ottenuti, considerando il recettore più sensibile (2) ad una distanza di 43 m:

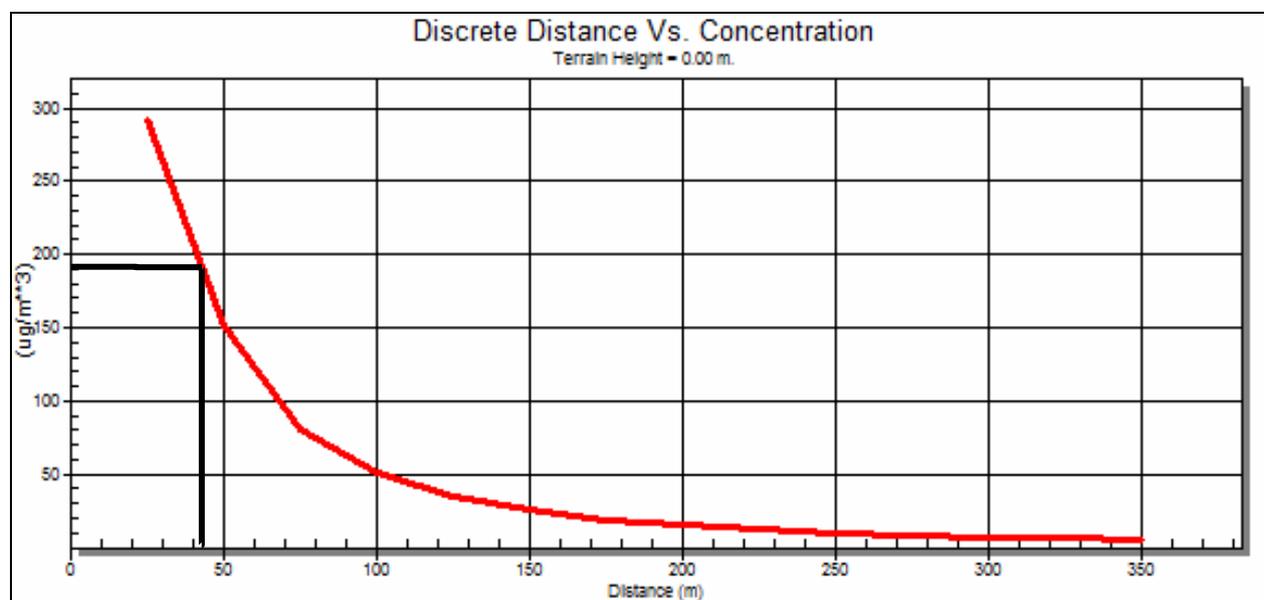


Figura A1 Variazione della concentrazione al suolo in funzione del recettore (Recettore 2 = 43 m)



Figura A1.1 Punto sensibile: recettore 2 = 43 m

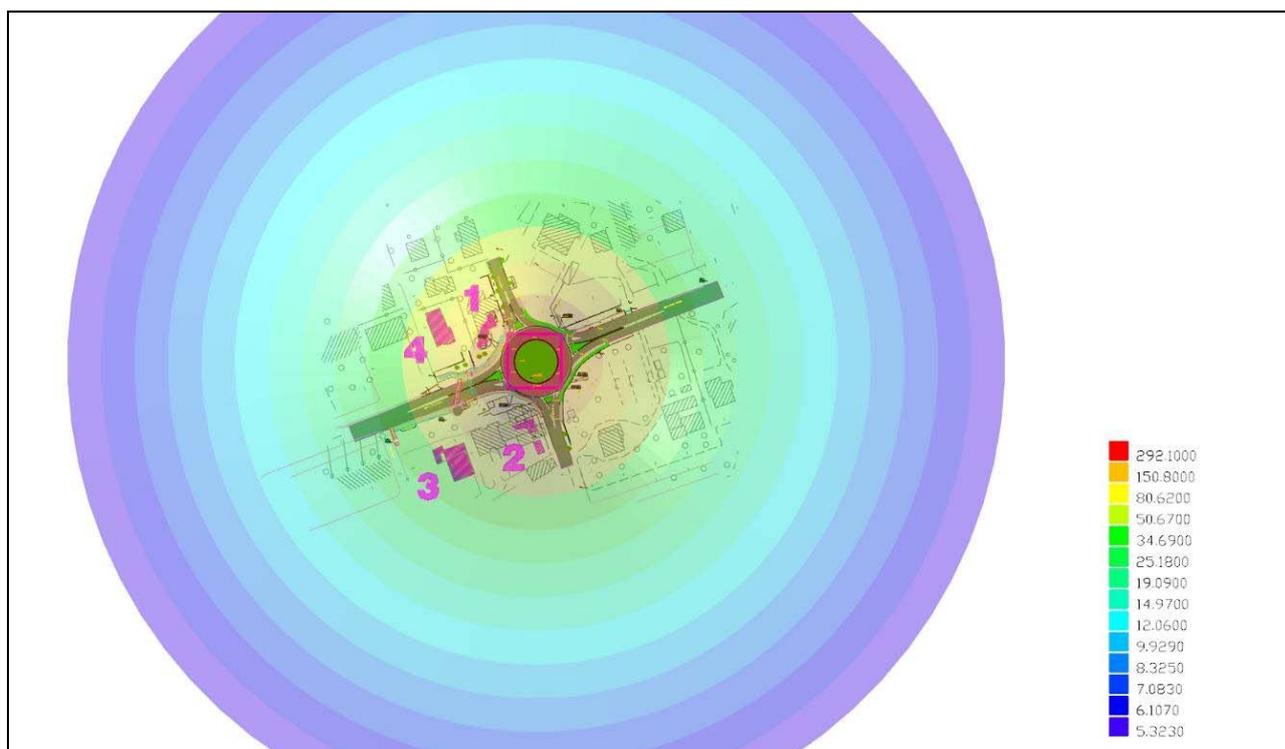


Figura A1.2 Concentrazione di PM₁₀ al suolo

Concentrazione oraria Δ del ricettore più sensibile rispetto le attività di cantiere	Concentrazione media giornaliera Δ
190 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	47.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Confronto con i valori limiti di legge:

Essendo l'intervento da eseguire prossimo ai punti geografici individuati dall'Arpa identificati con le sigle F1, F2, G1, G2, è stato possibile individuare tramite i dati estratti dal database dell'ARPA i mesi con maggior concentrazione di PM10 per i suddetti punti, come mostrato nella seguente tabella:

MESE	SITO								
	F1		F2		G1		G2		Rotatoria Km 106+129
	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 media mensile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 media mensile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 media mensile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 media mensile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Gennaio	0	22,8	0	22,5	0	22,8	0	21,7	0
Febbraio	0	19,8	0	18,9	0	20,0	0	18,8	0
Marzo	0	24,1	1	23,7	0	24,0	0	23,0	1
Aprile	0	18,3	0	17,9	0	18,0	0	17,3	0
Maggio	0	14,1	0	14,0	0	13,6	0	13,1	0
Giugno	0	9,3	0	9,1	0	9,2	0	8,7	0
Luglio	0	8,0	0	7,7	0	8,0	0	7,3	0
Agosto	0	8,8	0	8,7	0	8,8	0	8,5	0
Settembre	0	13,4	0	13,2	0	13,5	0	12,9	0
Ottobre	7	27,3	3	26,2	4	27,0	3	25,6	7
Novembre	2	26,5	2	25,4	2	26,2	2	24,7	2
Dicembre	0	17,5	0	16,5	0	16,7	0	15,5	0
Totale	9		6		6		5		10

Per il mese che presenta le concentrazioni più elevate si è proceduto con:

- il calcolo delle concentrazioni di fondo nei quattro siti F1, F2, G1 e G2;
- il calcolo delle concentrazioni medie di PM₁₀ di fondo stimate per l'area di cantiere;
- il calcolo della concentrazione media giornaliera Δ (considerando le ore di lavoro effettive pari ad 6);
- calcolo del superamento dei limiti di legge nel caso di attività di cantiere.

MESE	GIORNO	PM10 _{FONDO} (F1)	PM10 _{FONDO} (F2)	PM10 _{FONDO} (G1)	PM10 _{FONDO} (G2)	PM10 _{FONDO} MEDIE	Δ µg/m3	CONCENTRAZIONI TOTALI	
10	1	9,2	9,2	8,8	8,8	9,0		9,0	
10	2	16,9	16,8	16,7	16,8	16,8		16,8	
10	3	8,1	7,8	8,4	7,8	8,0		8,0	
10	4	7,6	6,8	7,6	6,4	7,1		7,1	
10	5	7,6	7,1	7,8	7,0	7,4		7,4	
10	6	14,2	13,9	14,5	13,9	14,1		14,1	
10	7	13,6	13,0	14,4	13,6	13,7		13,7	
10	8	14,7	14,6	14,7	14,5	14,6		14,6	
10	9	14,7	14,8	13,9	14,0	14,4		14,4	
10	10	17,8	17,6	17,6	17,3	17,6	47,5	65,1	OUT
10	11	18,6	18,5	18,4	18,1	18,4	47,5	65,9	OUT
10	12	20,7	20,8	20,4	20,2	20,5	47,5	68,0	OUT
10	13	22,8	22,1	22,5	21,6	22,2	47,5	69,7	OUT
10	14	28,1	28,4	28,2	28,2	28,2	47,5	75,7	OUT
10	15	20,1	19,6	20,4	19,4	19,9	47,5	67,4	OUT
10	16	16,6	16,2	17,3	16,2	16,6	47,5	64,1	OUT
10	17	12,5	12,6	11,6	11,6	12,1	47,5	59,6	OUT
10	18	15,0	15,8	13,9	14,2	14,7	47,5	62,2	OUT
10	19	28,5	27,8	27,5	26,4	27,6	47,5	75,1	OUT
10	20	29,8	27,6	29,5	26,9	28,4	47,5	75,9	OUT
10	21	19,6	17,6	20,0	17,6	18,7	47,5	66,2	OUT
10	22	62,5	55,2	62,0	54,1	58,4		58,4	OUT
10	23	53,6	48,6	54,8	50,0	51,8		51,8	OUT
10	24	32,7	29,4	33,4	29,2	31,2		31,2	
10	25	50,5	46,2	49,6	45,1	47,9		47,9	
10	26	50,0	47,9	47,6	45,0	47,6		47,6	
10	27	53,9	51,4	51,8	49,9	51,8		51,8	OUT
10	28	52,1	52,6	51,3	50,7	51,7		51,7	OUT
10	29	37,2	36,3	38,2	36,4	37,0		37,0	
10	30	51,0	49,7	49,4	48,1	49,6		49,6	
10	31	46,3	47,4	45,0	45,6	46,1		46,1	

Dai dati ARPA è stato ricavato il numero di superamenti mensili dei valori di fondo durante l'anno 2005; il risultato è poi confrontato con il numero di superamenti mensili predicibile conseguente alla presenza del cantiere.

MESE	SUPERAMENTI LIMITI DI LEGGE DEI VALORI DI FONDO	SUPERAMENTI LIMITI DI LEGGE DEI VALORI DI FONDO CON CANTIERE
GENNAIO	0	0
FEBBRAIO	0	0
MARZO	1	1
APRILE	0	0
MAGGIO	0	0
GIUGNO	0	0
LUGLIO	0	0
AGOSTO	0	0
SETTEMBRE	0	0
OTTOBRE	7	16
NOVEMBRE	2	2
DICEMBRE	0	0
TOTALE	10	19

Si nota come i superamenti per il mese di ottobre passano dai 7 (fondo) ai 16 (fondo + *delta* incrementato dall'esecuzione dei lavori).

<i>Superamento dei limiti di legge dei valori di fondo</i> F	<i>Superamento dei limiti di legge (con esecuzione intervento)</i> F + Δ	<i>Limite di Legge</i>
10 volte	19 volte	50.00 µg/m ³ (da non superare più di 35 volte per anno civile)

Per la determinazione della concentrazione media annua di fondo si considera il valore medio tra i quattro punti geografici F1,F2,G1,G2:

<i>Concentrazione media annua</i> Δ	<i>Concentrazione media annua di fondo</i> F	<i>Concentrazione media annua</i> F + Δ	<i>Limite</i>
1.56 µg/m ³ gg lavorazione ≈ 13gg	17.04 µg/m ³	18.60 µg/m ³	40.00 µg/m ³

Gli effetti del cantiere sono tali da non portare al superamento dei limiti di legge.

CANTIERE in Comune di CODROIPO SS 13 – Km 106+980

Il cantiere prevede la realizzazione di una rotatoria nella zona sotto indicata. Non sono previsti interventi rilevanti al contorno. L'occupazione spaziale delle lavorazioni è limitata.



Durata delle lavorazioni impattanti

I giorni di lavorazione impattanti possono essere calcolati dal computo, tramite il rapporto tra la quantità maggiore di movimento terra (tra le lavorazioni, quali: scavo, scarico, carico) con la produzione giornaliera di una squadra tipo (1 escavatore + 2 autocarri) :

$$gg \text{ lavorazione} = Q / P$$

$Q = m^3 \text{ terra}$

$P = \text{produzione giornaliera squadra tipo (300 m}^3 \text{ /gg)}$

NOME SITO	SCAVO (m ³)	SCARICO (m ³)	CARICO (m ³)	PRODUZIONE GIORNALIERA SQUADRA TIPO	gg DI LAVORAZIONE
Km 106+980	6908	6305	6089	300 m ³ /gg	23

Valutazione delle emissioni di PM10 generate dai lavori di costruzione e dai mezzi d'opera:

Nelle seguenti tabelle sono riassunti i calcoli delle emissioni come individuati e discussi nella parte generale del presente piano di monitoraggio:

SCOTICO & SBANCAMENTO MATERIALE SUPERFICIALE		
A- TERRENO RIMOSSO (Q) (300 m ³ / 6 h)	50	m ³ / h
B- Larghezza di lavoro	2.2	m
C-Profondità di scavo	0.25	m
Km scavati in un ora per ottenere la produzione oraria A/(B*C)	90	m/h
FATTORE DI EMISSIONE PTS	5,7	Kg/Km
FATTORE DI EMISSIONE PM ₁₀ (60% PTS)	3,42	Kg/Km
EMISSIONE ORARIA	311	g/h

CARICO MATERIALE SU AUTOCARRO		
VOLUME MOVIMENTATO ALL'ORA (300 m ³ / 6 h)	50	m ³ / h
DENSITA' TERRA	1,6	Mg/m ³
QUANTITA' TERRA MOVIMENTATO ALL'ORA	80	Mg/h
FATTORE DI EMISSIONE (vedi trattazione generale)	0.38	g/Mg
EMISSIONE ORARIA	30.6	g/h

TRANSITO DI MEZZI SU STRADE NON PAVIMENTATE			CON MITIGAZIONE (20 %)
LUNGHEZZA MEDIA (PISTA)	120	m	
LIMO SU PISTA (S)	12	%	
P DUMPER VUOTO	16	Mg	
P DEL CARICO MAX	40	Mg	
P MEDIO TRASPORTO (W)	28	Mg	
FATTORE DI EMISSIONE	1,156	Kg/Km	
FATTORE DI EMISSIONE g/Km	1156	g/Km	231
PRODUZIONE SQUADRA TIPO	300	m ³ /gg	
CARICO AUTOCARRO PER VIAGGIO	12	m ³ /viag.	
NUMERO VIAGGI GIORNO	25	Viag./gg	
VIAGGI ALL'ORA (6 ore lavorative)	4.2	Viag./h	
LUNGHEZZA MEDIA VIAGGIO (andata/ ritorno)	240	m	
Km PERCORSI ORA	1.00	Km	
EMISSIONE ORARIA	1156	g/h	231

SCARICO MATERIALE DA AUTOCARRO		
VOLUME MOVIMENTATO ALL'ORA (300 m ³ / 6 h)	50	m ³ / h
DENSITA' TERRA	1,6	Mg/m ³
QUANTITA' TERRA MOVIMENTATO ALL'ORA	80	Mg/h
FATTORE DI EMISSIONE (vedi trattazione generale)	0.38	g/Mg
EMISSIONE ORARIA	30.6	g/h

Nel complesso le emissioni media orarie di PM10 durante le lavorazioni più gravose sono riassunte nella seguente tabella

FASE	EMISSIONE ORARIA MEDIA (g/h)	EMISSIONE ORARIA MEDIA CON MITIGAZIONE	
		%	g/h
SCOTICO & SBANCAMENTO MATERIALE SUPERFICIALE	311	20.00%	62
CARICO MATERIALE SU AUTOCARRO	30.6	50.00%	15.3
TRANSITO DI MEZZI SU STRADE NON PAVIMENTATE (CON MITIGAZIONE)	231	100%	231
SCARICO MATERIALE SUPERFICIALE	30.6	50.00%	15.3
MEZZI D'OPERA	59	100%	59
TOTALE	663		383

Tabella A1 Emissioni orarie stimate per le attività di cantiere

Valutazione delle dispersioni tramite il modello Screen3

Le caratteristiche geometriche della sorgente sono state desunte dalle tavole di progetto considerando le lavorazioni di costruzione più gravose.

SOURCE TYPE	AREA
EMISSION RATE (g/s/m ²) $E_{sf} = E_{tot} / 3600 * A$	0.000043
SOURCE HEIGHT (m)	1.0
LENGTH OF LARGER SIDE (m)	50
LENGTH OF SMALLER SIDE (m)	50
AREA m ² (A)	2500
RECEPTOR HEIGHT (m)	0 (TERRENO)
URBAN/RURAL OPTION	URBAN
STABILITY CLASS	D - NEUTRAL
WIND SPEED (m/s)	1.80
THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED	
THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.	
ANGLE RELATIVE TO LONG AXIS	0

Si riportano di seguito i grafici dei risultati ottenuti, considerando il recettore più sensibile (1) ad una distanza di 80 m:

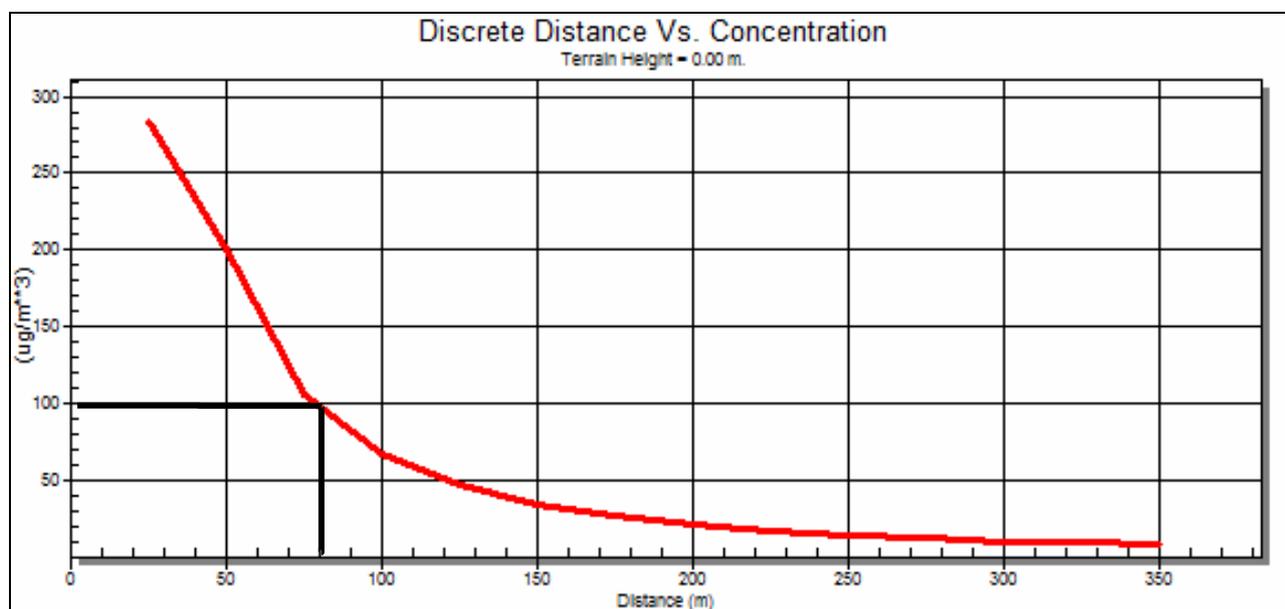


Figura A1 Variazione della concentrazione al suolo in funzione del recettore (Recettore 1 = 80 m)



Figura A1.1 Punto sensibile: recettore 1 = 80 m

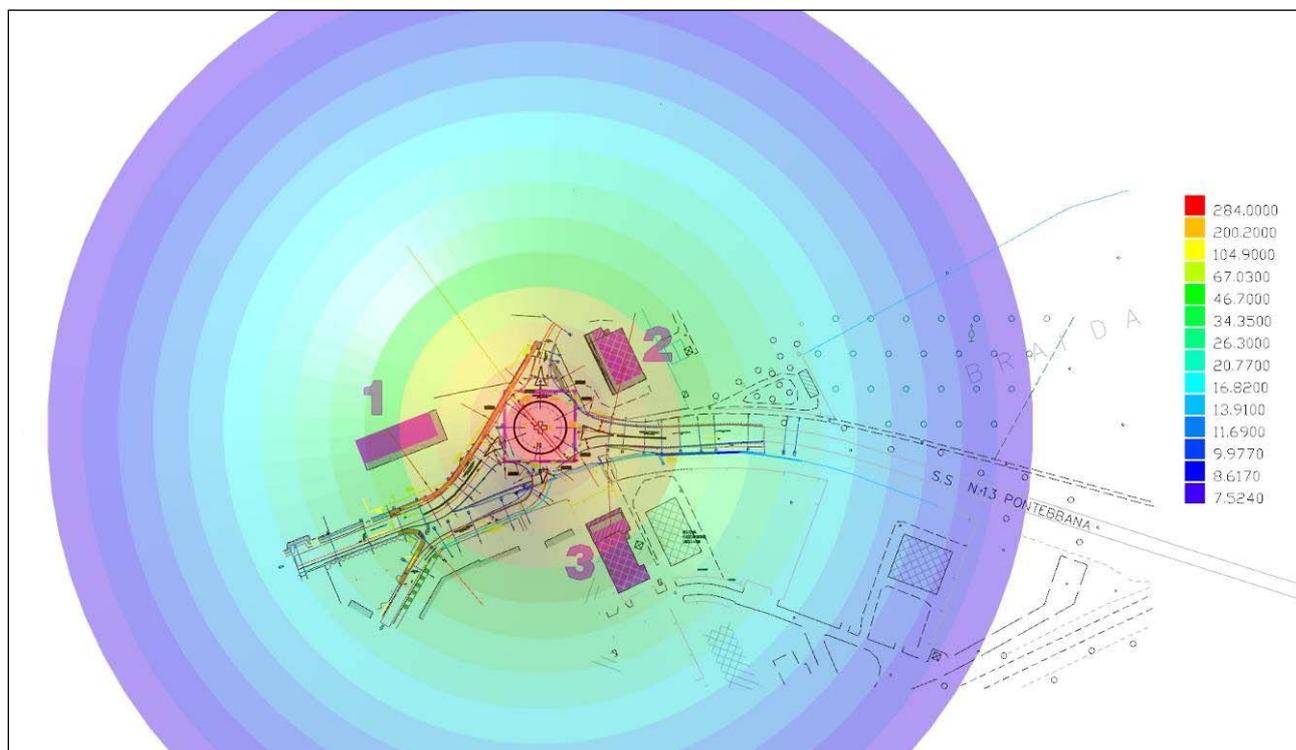


Figura A1.2 Concentrazione di PM₁₀ al suolo

Concentrazione oraria Δ del ricevitore più sensibile rispetto le attività di cantiere	Concentrazione media giornaliera Δ
98 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Confronto con i valori limiti di legge:

Essendo l'intervento da eseguire prossimo ai punti geografici individuati dall'Arpa identificati con le sigle F1, F2, G1, G2, è stato possibile individuare tramite i dati estratti dal database dell'ARPA i mesi con maggior concentrazione di PM10 per i suddetti punti, come mostrato nella seguente tabella:

	SITO								
	F1		F2		G1		G2		Rotatoria Km 106+980
	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 media mensile	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 media mensile	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 media mensile	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 media mensile	Numero superamenti limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
MESE		$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Gennaio	0	22,8	0	22,5	0	22,8	0	21,7	0
Febbraio	0	19,8	0	18,9	0	20,0	0	18,8	0
Marzo	0	24,1	1	23,7	0	24,0	0	23,0	1
Aprile	0	18,3	0	17,9	0	18,0	0	17,3	0
Maggio	0	14,1	0	14,0	0	13,6	0	13,1	0
Giugno	0	9,3	0	9,1	0	9,2	0	8,7	0
Luglio	0	8,0	0	7,7	0	8,0	0	7,3	0
Agosto	0	8,8	0	8,7	0	8,8	0	8,5	0
Settembre	0	13,4	0	13,2	0	13,5	0	12,9	0
Ottobre	7	27,3	3	26,2	4	27,0	3	25,6	7
Novembre	2	26,5	2	25,4	2	26,2	2	24,7	2
Dicembre	0	17,5	0	16,5	0	16,7	0	15,5	0
Totale	9		6		6		5		10

Per il mese che presenta le concentrazioni più elevate si è proceduto con:

- il calcolo delle concentrazioni di fondo nei quattro siti F1, F2, G1 e G2;
- il calcolo delle concentrazioni medie di PM₁₀ di fondo stimate per l'area di cantiere;
- il calcolo della concentrazione media giornaliera Δ (considerando le ore di lavoro effettive pari ad 6);
- calcolo del superamento dei limiti di legge nel caso di attività di cantiere.

MESE	GIORNO	PM10 _{FONDO} (F1)	PM10 _{FONDO} (F2)	PM10 _{FONDO} (G1)	PM10 _{FONDO} (G2)	PM10 _{FONDO} MEDIE	Δ µg/m3	CONCENTRAZIONI TOTALI	
10	1	9,2	9,2	8,8	8,8	9,0		9,0	
10	2	16,9	16,8	16,7	16,8	16,8		16,8	
10	3	8,1	7,8	8,4	7,8	8,0		8,0	
10	4	7,6	6,8	7,6	6,4	7,1		7,1	
10	5	7,6	7,1	7,8	7,0	7,4	24,5	31,9	
10	6	14,2	13,9	14,5	13,9	14,1	24,5	38,6	
10	7	13,6	13,0	14,4	13,6	13,7	24,5	38,2	
10	8	14,7	14,6	14,7	14,5	14,6	24,5	39,1	
10	9	14,7	14,8	13,9	14,0	14,4	24,5	38,9	
10	10	17,8	17,6	17,6	17,3	17,6	24,5	42,1	
10	11	18,6	18,5	18,4	18,1	18,4	24,5	42,9	
10	12	20,7	20,8	20,4	20,2	20,5	24,5	45,0	
10	13	22,8	22,1	22,5	21,6	22,2	24,5	46,7	
10	14	28,1	28,4	28,2	28,2	28,2	24,5	52,7	OUT
10	15	20,1	19,6	20,4	19,4	19,9	24,5	44,4	
10	16	16,6	16,2	17,3	16,2	16,6	24,5	41,1	
10	17	12,5	12,6	11,6	11,6	12,1	24,5	36,6	
10	18	15,0	15,8	13,9	14,2	14,7	24,5	39,2	
10	19	28,5	27,8	27,5	26,4	27,6	24,5	52,1	OUT
10	20	29,8	27,6	29,5	26,9	28,4	24,5	52,9	OUT
10	21	19,6	17,6	20,0	17,6	18,7	24,5	43,2	
10	22	62,5	55,2	62,0	54,1	58,4	24,5	82,9	OUT
10	23	53,6	48,6	54,8	50,0	51,8	24,5	76,3	OUT
10	24	32,7	29,4	33,4	29,2	31,2	24,5	55,7	OUT
10	25	50,5	46,2	49,6	45,1	47,9	24,5	72,4	OUT
10	26	50,0	47,9	47,6	45,0	47,6	24,5	72,1	OUT
10	27	53,9	51,4	51,8	49,9	51,8	24,5	76,3	OUT
10	28	52,1	52,6	51,3	50,7	51,7		51,7	OUT
10	29	37,2	36,3	38,2	36,4	37,0		37,0	
10	30	51,0	49,7	49,4	48,1	49,6		49,6	
10	31	46,3	47,4	45,0	45,6	46,1		46,1	

Dai dati ARPA è stato ricavato il numero di superamenti mensili dei valori di fondo durante l'anno 2005; il risultato è poi confrontato con il numero di superamenti mensili predicibile conseguente alla presenza del cantiere.

MESE	SUPERAMENTI LIMITI DI LEGGE DEI VALORI DI FONDO	SUPERAMENTI LIMITI DI LEGGE DEI VALORI DI FONDO CON CANTIERE
GENNAIO	0	0
FEBBRAIO	0	0
MARZO	1	1
APRILE	0	0
MAGGIO	0	0
GIUGNO	0	0
LUGLIO	0	0
AGOSTO	0	0
SETTEMBRE	0	0
OTTOBRE	7	10
NOVEMBRE	2	2
DICEMBRE	0	0
TOTALE	10	13

Si nota come i superamenti per il mese di ottobre passano dai 7 (fondo) ai 10 (fondo + *delta* incrementato dall'esecuzione dei lavori).

<i>Superamento dei limiti di legge dei valori di fondo</i> F	<i>Superamento dei limiti di legge (con esecuzione intervento)</i> F + Δ	<i>Limite di Legge</i>
10 volte	13 volte	50.00 µg/m ³ (da non superare più di 35 volte per anno civile)

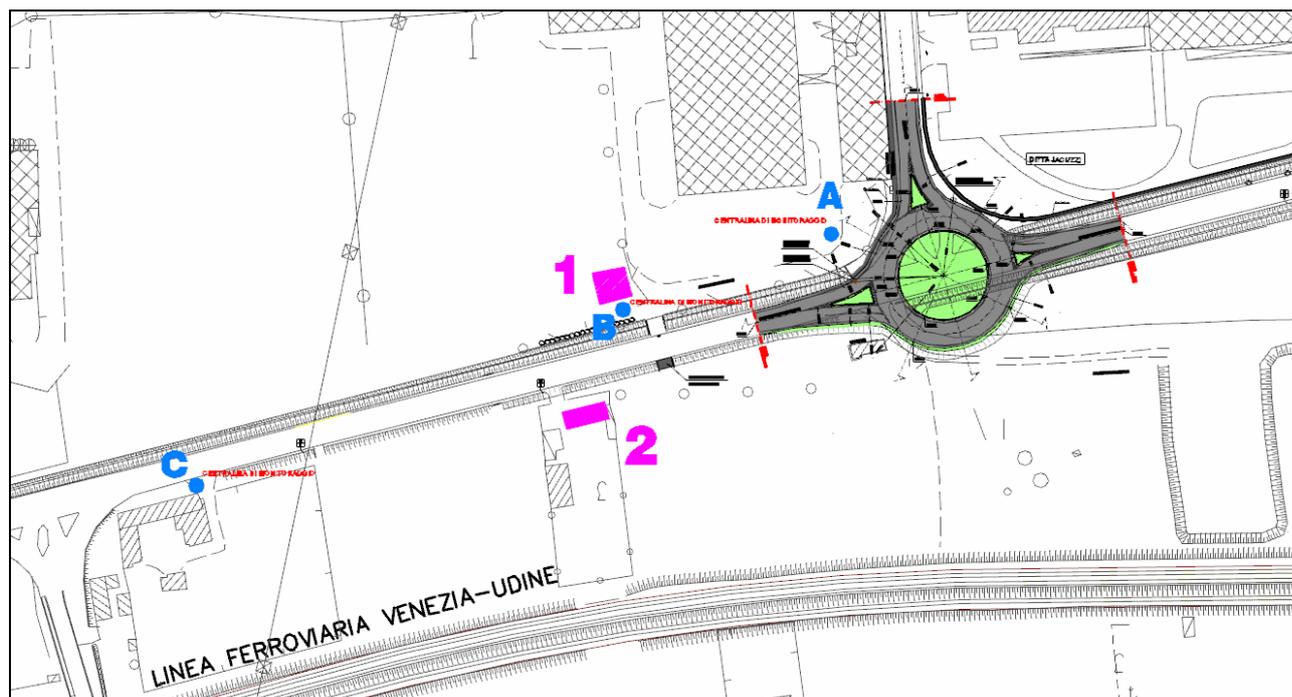
Per la determinazione della concentrazione media annua di fondo si considera il valore medio tra i quattro punti geografici F1,F2,G1,G2

<i>Concentrazione media annua</i> Δ	<i>Concentrazione media annua di fondo</i> F	<i>Concentrazione media annua</i> F + Δ	<i>Limite</i>
1.54 µg/m ³ gg lavorazione ≈ 13gg	17.04 µg/m ³	18.58 µg/m ³	40.00 µg/m ³

Gli effetti del cantiere sono tali da non portare al superamento dei limiti di legge.

Campagna di misura per la validazione

Al fine di ottenere una validazione del modello sono stati scelti due punti di misura nel cantiere al Km 97+580, uno in corrispondenza del massimo impatto stimato e l'altro nel punto di minimo impatto stimato, rappresentati con dei cerchietti blu (A,C) in planimetria. Se non fosse possibile il posizionamento della centralina di monitoraggio in prossimità del punto A si opterà per il punto B quale punto di massimo impatto stimato.



Nei punti individuati è stato quantificato il valore di Δ atteso delle PM₁₀ durante le attività di cantiere programmate.

PUNTI DI MISURA	VALORE PM ₁₀ Δ ATTESO (CONCENTRAZIONE MASSIMA ORARIA)	VALORE PM ₁₀ Δ ATTESO (CONCENTRAZIONE MEDIA GIORNALIERA)
A	160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
B	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	8.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
C	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

5.3.18. Interferenze tra cantieri vicini

L'analisi delle dispersioni in atmosfera dimostra che gli effetti delle emissioni di un cantiere sono trascurabili oltre i 350-400 m. Se le distanze sono inferiori va valutata la possibilità che le lavorazioni possano svolgersi in contemporanea, e che possano quindi sommare i loro effetti, aumentando il numero di superamenti dei limiti giornalieri di legge in corrispondenza di uno o più recettori sensibili.

Nel caso dei cantieri previsti lungo la SS13 sono due le situazioni che meritano un approfondimento.

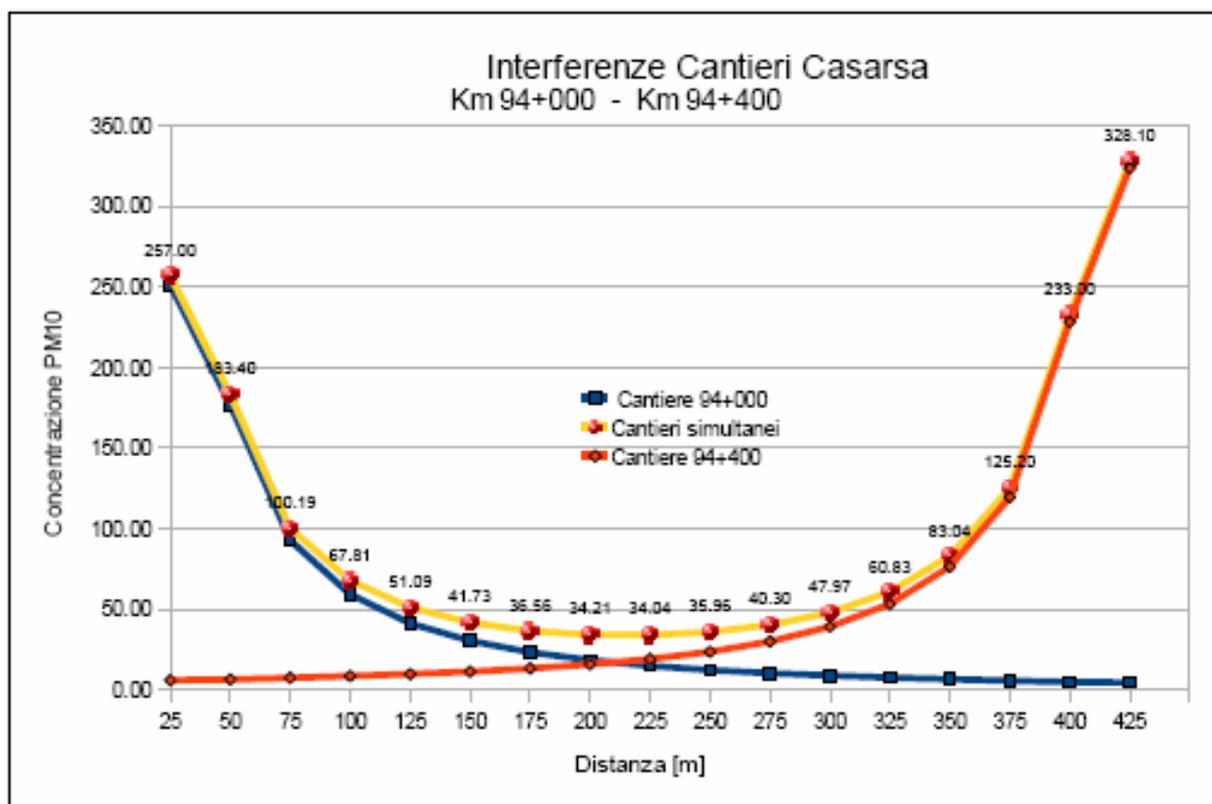
Rotatorie al Km 94+000 e al Km 94+400

Questi cantieri previsti a Casarsa della Delizia, distano circa 450 m l'uno dall'altro per cui è stato valutato il caso di contemporaneità delle emissioni di PM10.

A questo scopo sono state sovrapposte le curve di massima emissione oraria. I grafici e le tabelle sono riportati di seguito.

Si nota che in prossimità di un cantiere gli effetti del cantiere adiacente sono ridotti. In particolare l'incremento delle concentrazioni di PM10 in corrispondenza dei punti sensibili non supera il 4%.

Distanze da:		Concentrazioni PM10					Recettori Sensibili
Km 94+000 Casarsa [m]	Km 94+400 Casarsa [m]	Cantiere 94+000 [µg/m3]	Cantiere 94+400 [µg/m3]	Cantieri simultanei [µg/m3]	Incrementi in 94+000 %	Incrementi in 94+400 %	
0	450						
25	425	251.00	6.00	257.00	2.39%		
50	400	176.90	6.50	183.40	3.67%		N°1 Casarsa (40m)
75	375	92.69	7.50	100.19	8.09%		
100	350	59.24	8.57	67.81	14.47%		
125	325	41.27	9.82	51.09	23.79%		
150	300	30.36	11.37	41.73	37.45%		
175	275	23.24	13.32	36.56	57.31%		
200	250	18.36	15.85	34.21	86.33%		
225	225	14.87	19.17	34.04		77.57%	
250	200	12.29	23.67	35.96		51.92%	
275	175	10.33	29.97	40.30		34.47%	
300	150	8.82	39.15	47.97		22.52%	
325	125	7.62	53.21	60.83		14.31%	
350	100	6.65	76.39	83.04		8.70%	
375	75	5.70	119.50	125.20		4.77%	
400	50	4.80	228.20	233.00		2.10%	N°3 Casarsa (~50 m)
425	25	4.50	323.60	328.10		1.39%	
450	0						



Considerata la ridotta possibilità di svolgimento contemporaneo delle lavorazioni e l'incertezza di tutte le condizioni al contorno, si ritiene che non sia necessario procedere ad ulteriori analisi predittive.

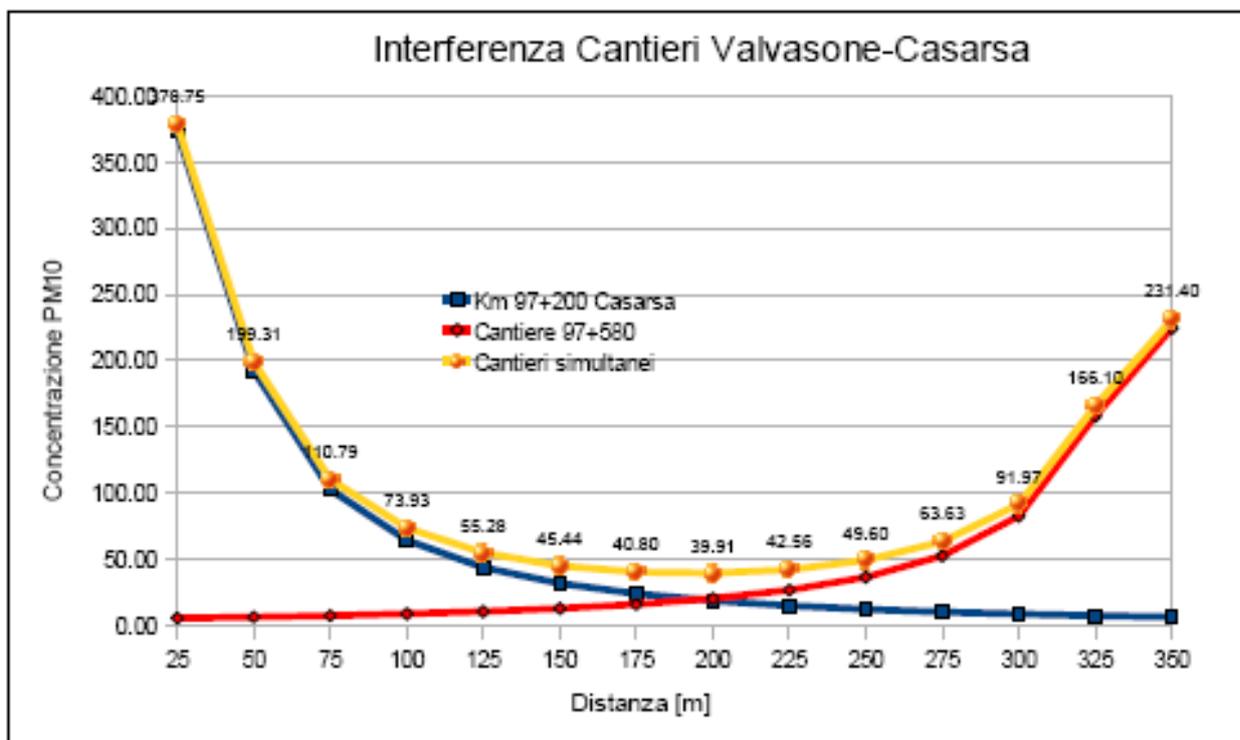
Rotatorie al Km 97+200 e Km 97+580

Questi cantieri previsti a Casarsa della Delizia e Valvasone, distano circa 350 m l'uno dall'altro per cui è stato valutato il caso di contemporaneità delle emissioni di PM₁₀.



A questo scopo sono state sovrapposte le curve di massima emissione oraria. I grafici e le tabelle sono riportati di seguito.

Distanze da:		Concentrazioni PM10					
Km 97+200 Casarsa [m]	Km 97+580 Valvasone [m]	Cantiere 97+200 [µg/m3]	Cantiere 97+580 [µg/m3]	Cantieri simultanei [µg/m3]	Incrementi in 97+200 %	Incrementi in 97+580 %	Recettori Sensibili
0	375						
25	350	372.80	5.95	378.75	1.60%		
50	325	192.50	6.81	199.31	3.54%		N°1 Casarsa (37m)
75	300	102.90	7.89	110.79	7.67%		
100	275	64.68	9.25	73.93	14.29%		
125	250	44.28	11.00	55.28	24.84%		
150	225	32.14	13.30	45.44	41.38%		
175	200	24.37	16.43	40.80	67.42%		
200	175	19.11	20.80	39.91			
225	150	15.40	27.16	42.56		56.70%	
250	125	12.68	36.92	49.60		34.34%	1 Valvasone (120 m)
275	100	10.63	53.00	63.63		20.06%	
300	75	9.04	82.93	91.97		10.90%	
325	50	7.80	158.30	166.10		4.93%	
350	25	6.80	224.60	231.40		3.03%	
375	0						



Si nota che in corrispondenza dei recettori sensibili individuati per il cantiere al Km 97+200, la concomitanza dei cantieri porta ad incrementi trascurabili delle concentrazioni (3.5%).

Diverso è il discorso per il recettore individuato per il cantiere al km 97+580. Questo infatti è posizionato ad una distanza di 120 dal cantiere di riferimento, e a 230 m dal cantiere adiacente.

Cantiere	Concentrazione oraria Δ del ricettore più sensibile rispetto le attività di cantiere	Concentrazione media giornaliera Δ
Km 97+200	12 µg/m ³	3 µg/m ³
Km 97+580	40 µg/m ³	10 µg/m ³
Effetto Combinato	52 µg/m ³	13 µg/m ³

La tabella sottostante riesamina il mese di ottobre per il recettore sensibile individuato nel cantiere Km 97+580, e sovrappone l'effetto dei due cantieri con la peggior combinazione.

MESE	GIORNO	PM10 FONDO (D1)	PM10 FONDO (D2)	PM10 FONDO MEDIE	Δ (µg/m ³)	CONCENTRAZIONI TOTALI	
10	1	10,8	10,3	10,5		10,5	
10	2	16,9	17,0	17,0		17,0	
10	3	7,8	7,0	7,4		7,4	
10	4	8,1	6,4	7,2		7,2	
10	5	8,1	7,0	7,5		7,5	
10	6	14,2	13,0	13,6		13,6	
10	7	12,9	12,1	12,5		12,5	
10	8	14,9	14,4	14,6		14,6	
10	9	15,3	15,0	15,2		15,2	
10	10	17,7	16,3	17,0		17,0	
10	11	19,3	18,7	19,0		19,0	
10	12	22,0	21,2	21,6		21,6	
10	13	24,5	23,2	23,9		23,9	
10	14	30,7	30,5	30,6		30,6	
10	15	21,5	21,0	21,3		21,3	
10	16	17,5	17,5	17,5	10	27,5	
10	17	14,6	13,4	14,0	10	24,0	
10	18	17,0	16,8	16,9	10	26,9	
10	19	28,9	27,9	28,4	10	38,4	
10	20	29,9	27,3	28,6	10	38,6	
10	21	21,1	18,4	19,7	10	29,7	
10	22	60,4	54,3	57,4	10	67,4	OUT
10	23	46,8	43,8	45,3	10	55,3	OUT
10	24	31,8	28,4	30,1	10	40,1	
10	25	52,7	47,0	49,9	13	62,9	OUT
10	26	55,6	52,6	54,1	13	67,1	OUT
10	27	56,8	54,2	55,5	13	68,5	OUT
10	28	52,8	50,6	51,7	13	64,7	OUT
10	29	39,2	39,6	39,4	13	52,4	OUT
10	30	55,4	55,8	55,6	3	58,6	OUT
10	31	48,5	50,9	49,7	3	51,7	OUT

Dai dati ARPA è stato ricavato il numero di superamenti mensili dei valori di fondo durante l'anno 2005; il risultato è poi confrontato con il numero di superamenti mensili predicibile conseguente alla presenza dei cantieri.

MESE	SUPERAMENTI LIMITI DI LEGGE DEI VALORI DI FONDO	UPERAMENTI LIMITI DI LEGGE DEI VALORI DI FONDO CON CANTIERE
GENNAIO	2	2
FEBBRAIO	0	0
MARZO	1	1
APRILE	0	0
MAGGIO	0	0
GIUGNO	0	0
LUGLIO	0	0
AGOSTO	0	0
SETTEMBRE	0	0
OTTOBRE	6	9
NOVEMBRE	2	2
DICEMBRE	0	0
TOTALE	11	14

Si nota come i superamenti per il mese di rimangono invariati nonostante la presenza del cantiere. Ciò è dovuto essenzialmente alla distanza del recettore sensibile dal punto di emissione.

<i>Superamento dei limiti di legge dei valori di fondo</i> F	<i>Superamento dei limiti di legge (con esecuzione intervento)</i> F + Δ	<i>Limite di Legge</i>
11 volte	14 volte	50.00 µg/m ³ (da non superare più di 35 volte per anno civile)

Per la determinazione della concentrazione media annua di fondo si considera il valore medio tra i due punti geografici D1 e D2.

<i>Concentrazione media annua</i> Δ	<i>Concentrazione media annua di fondo</i> F	<i>Concentrazione media annua</i> F + Δ	<i>Limite</i>
0.38 µg/m ³ gg lavorazione ≈ 7 gg	18.30 µg/m ³	18.79 µg/m ³	40.00 µg/m ³
0.11 µg/m ³ gg lavorazione ≈ 13 gg			

Gli effetti dei cantieri combinati sono tali da non portare al superamento dei limiti di legge.

5.3.19. Conclusioni

La simulazione modellistica svolta evidenzia che gli impatti delle principali lavorazioni emettenti PM10, sono tali da non far supporre il superamento dei limiti imposti dalla legge.

Si prescrive comunque, salvo che per il cantiere al km 102+160, la bagnatura delle piste non pavimentate e delle aree di cantiere in caso di situazioni atmosferiche sfavorevoli, oltre alle normali operazioni di buona tecnica esecutiva atte a ridurre i disagi per i recettori sensibili.

5.4. PROGRAMMAZIONE DELLE ATTIVITÀ

Le attività di monitoraggio, come dettagliatamente descritte nei capitoli di riferimento per ciascuna componente ambientale, saranno eseguite soltanto nelle fasi di corso d'opera relativamente ad ogni singolo intervento.

Il monitoraggio di corso d'opera, verrà condotto secondo la tempistica programmata per la realizzazione di ciascun cantiere e per la costruzione di ciascuna rotatoria.

5.5. STRUTTURA ORGANIZZATIVA

Ai fini del buon esito delle attività di cui al presente progetto, verrà incaricato un Responsabile del Monitoraggio Ambientale, dotato di esperienza nel settore in esame, che avrà il compito di assicurare la programmazione ed il coordinamento delle attività di monitoraggio, in stretta collaborazione con il Direttore dei Lavori e il Coordinatore per la Sicurezza in Esecuzione.

Operativamente, il programma di monitoraggio sarà condotto in modo da assicurare la redazione periodica dei seguenti elaborati:

- con cadenza trimestrale o qualora si ritenga opportuna per un'intercorsa variazione, dovrà essere aggiornato il quadro normativo di riferimento, nonché le tecniche o metodologie di monitoraggio secondo nuove pubblicazioni scientifiche;
- con cadenza conforme alla pianificazione delle attività di monitoraggio, dovranno essere redatti appropriati documenti tecnici relativi all'esecuzione dei rilievi (programmi di dettaglio, rapporti di campagna, schede anomalie, schede dati rilevati ecc...);
- alla fine degli interventi in oggetto dovrà essere redatta una relazione circa l'andamento ed i risultati del monitoraggio e trasmessa agli Enti competenti.

Per il trattamento delle situazioni non conformi, la procedura prevede la segnalazione diretta da parte del Responsabile del Monitoraggio Ambientale alla Direzione Lavori e Coordinatore per la Sicurezza in Esecuzione. La segnalazione prevede che vengano forniti i dati relativi alla data del rilievo, ai parametri indicatori d'impatto, al tipo di interferenza sul punto di monitoraggio (particolari lavorazioni in cantiere, ecc...), all'impatto rilevato e alle possibili cause e azioni da intraprendere per eliminarlo o mitigarlo.

Le azioni conseguenti a tale fase dipendono dalla gravità o meno della situazione e saranno oggetto di eventuale piano di approfondimento e/o intervento.

5.6. QUADRO ECONOMICO DI SPESA

Di seguito si riporta una stima del costo complessivo delle misure previste dal presente Piano di Monitoraggio. In particolare il costo è stato suddiviso per macrosettori corrispondenti alle componenti ambientali: rumore, vibrazioni e atmosfera.

Art. 1	Descrizione voce
1	Rilevamento componente rumore
	n° 9 rilevamenti acustici corso d'opera. Tali rilevamenti saranno a breve durata (spot giornalieri di 1 ora) programmati per monitorare le lavorazioni o fasi di cantiere più critiche nei confronti dei ricettori sensibili identificati. Verranno monitorati i parametri acustici: Livello Equivalente Continuo (Leq), Livello Percentile (L5), Livello Percentile (L50), Livello Percentile (L95), Livello Massimo (Lmax), Livello Minimo (Lmin), Distribuzione Statistica e i parametri acustici previsti dalla normativa europea vigente. Le metodiche di monitoraggio e la strumentazione impiegata saranno eseguiti considerando i riferimenti normativi nazionali e regionali, gli standard indicati in sede di unificazione nazionale (norme UNI) ed internazionale (Direttive UE, norme ISO). I rilevamenti saranno effettuati sotto la direzione di un tecnico competente in acustica secondo quanto indicato dal DPCM 31.03.1998. I risultati dovranno essere forniti sottoforma tabellare e grafica unitamente a relazione di commento. Sono compresi gli oneri finalizzati all'ottenimento di tutte le autorizzazioni necessarie per accedere a fondi pubblici e/o privati per l'effettuazione delle misurazioni e gli oneri per la sicurezza.
2	Rilevamento componente vibrazioni
	n° 9 rilevamenti vibrazionali corso d'opera. Tali rilevamenti saranno a breve periodo (spot giornalieri di 6 ore) programmati per monitorare le lavorazioni o fasi di cantiere ritenute più critiche dal punto di vista vibrazionale. Le misurazioni verranno svolte in conformità alle istruzioni tecniche definite per ciascuna metodica di monitoraggio e secondo quanto prescritto dalle norme UNI 9614 e UNI 9916. Tutta la strumentazione di misura utilizzata dovrà essere conforme alle prescrizioni indicate dalla norma IEC 184, IEC 222 e IEC 225 ed in possesso dei regolari certificati di taratura in corso di validità rilasciati da laboratori accreditati o dalle case costruttrici. I risultati verranno forniti sottoforma tabellare e grafica unitamente a relazione di commento. Sono compresi gli oneri finalizzati all'ottenimento di tutte le autorizzazioni eventualmente necessarie per accedere a fondi pubblici e/o privati per l'effettuazione delle misurazioni e gli oneri per la sicurezza.
3	Rilevamento componente atmosfera
	n° 2 rilevamenti quindicinali della componente atmosfera (in fase ante operam). Il rilevamento verrà eseguito in continuo per la durata di 15 giorni. I parametri rilevati saranno: i dati meteo (temperatura, velocità del vento, direzione del vento, radiazione solare, pressione atmosferica, umidità relativa, precipitazioni) e PM10. Gli analizzatori e la strumentazione utilizzata dovrà essere in conformità con quanto prescritto dal DM 60 del 2002 e successive modifiche o integrazioni. I risultati dovranno essere forniti sottoforma tabellare e grafica unitamente a relazione di commento. Sono compresi gli oneri per l'approntamento sito per ubicazione strumentazione per campagna di monitoraggio al mezzo e fornitura energia elettrica e impianto di messa a terra.
	n° 2 rilevamenti per la durata di 5 giorni della componente atmosfera (in fase corso opera). Il rilevamento verrà eseguito in continuo per la durata di 5 giorni. I parametri rilevati saranno: i dati meteo (temperatura, velocità del vento, direzione del vento, radiazione solare, pressione atmosferica, umidità relativa, precipitazioni) e PM10. Gli analizzatori e la strumentazione utilizzata dovrà essere in conformità con quanto prescritto dal DM 60 del 2002 e successive modifiche o integrazioni. I risultati dovranno essere forniti sottoforma tabellare e grafica unitamente a relazione di commento. Sono compresi gli oneri per l'approntamento sito per ubicazione strumentazione per campagna di monitoraggio al mezzo e fornitura energia elettrica e impianto di messa a terra.
	Sono compresi gli oneri per la predisposizione di una relazione riepilogativa, da trasmettere agli enti interessati, dei dati monitorati, sottoforma tabellare e grafica unitamente a commenti riepilogativi.
	E' compreso ogni onere accessorio per la fornitura del servizio completo e rispondere alle normative nazionali e locali vigenti. Sono compresi gli oneri per la sicurezza.

Importo totale a corpo	€ 34.000,00
-------------------------------	--------------------