

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



## INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

### PROGETTO DEFINITIVO

### LINEA AV/AC VERONA - PADOVA SUB TRATTA VERONA – VICENZA 1° SUB LOTTO VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

STUDIO ATMOSFERA  
RELAZIONE  
RELAZIONE SPECIALISTICA ATMOSFERA

GENERAL CONTRACTOR		ITALFERR S.p.A.	SCALA:
<b>ATI bonifica</b> Progettista integratore Franco Persio Bocchetto Dottore in Ingegneria Civile iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma al n° 8664 – Sez. A settore Civile ed Ambientale Data: Aprile 2016	Consorzio IRICAV DUE Il Direttore Data: Aprile 2016		-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I N 0 D 0 1 D I 2 R H I M 0 0 0 1 0 0 1 B

<b>ATI bonifica</b>	VISTO ATI BONIFICA	
	Firma	Data
	Ing. F.P.Bocchetto	Aprile 2016

Progettazione

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato
A	Definitiva	Ing. A. Cantelli	Maggio 2015	Ing.C.Cilento	Maggio 2015	Prof.ssa R.Sciarrillo	Maggio 2015	Ing. F.P.Bocchetto Aprile 2016
B	Revisione MATTM (Prot. 001350/CTVA 14/04/16)	Prof. F. Murena	Aprile 2016	Ing.C.Cilento	Aprile 2016	Prof.ssa R.Sciarrillo	Aprile 2016	

File: IN0D01DI2RHIM0001001B\_00A.DOCX

CUP: J41E9100000009

n. Elab.:

CIG: 3320049F17

### INDICE

1	PREMESSA .....	3
1.1	INQUADRAMENTO NORMATIVO .....	4
1.2	CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO DI FATTO.....	9
1.2.1	<b>INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO</b> .....	9
1.2.1.1	TEMPERATURA .....	11
1.2.1.2	PRECIPITAZIONI.....	12
1.2.1.3	DIREZIONE E VELOCITÀ DEL VENTO .....	13
1.2.2	<b>QUALITÀ DELL'ARIA</b> .....	23
1.2.3	<b>LA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA</b> .....	23
1.2.4	<b>QUALITÀ DELL'ARIA NELLA ZONA DI PROGETTO</b> .....	30
1.2.5	<b>SORGENTI DI INQUINAMENTO ED EMISSIONE</b> .....	34
1.2.6	<b>RICETTORI</b> .....	36
1.3	EFFETTI PREVISTI IN FASE DI COSTRUZIONE .....	44
1.3.1	<b>ANALISI DELLE ATTIVITÀ COSTRUTTIVE SUL FRONTE DI AVANZAMENTO LAVORI</b> .....	45
1.3.1.1	RILEVATO/TRINCEA.....	46
1.3.1.2	VIADOTTO .....	52
1.3.1.3	GALLERIA ARTIFICIALE .....	57
1.3.2	<b>ANALISI DELLE ATTIVITÀ NELLE AREE DI CANTIERE</b> .....	60
1.3.3	<b>ANALISI DELLE ATTIVITÀ NELLE AREE DI CAVE</b> .....	67
1.4	ESTENSIONE DELLO STUDIO A ALTRI INQUINANTI .....	73
1.5	METODOLOGIA DI ANALISI E VALUTAZIONE .....	75
1.5.1	<b>MODELLO</b> .....	75
1.5.2	<b>RISULTATI SIMULAZIONI PER LE ATTIVITÀ COSTRUTTIVE SUL FRONTE AVANZAMENTO LAVORI</b> .....	79
1.5.3	<b>RISULTATI SIMULAZIONI PER LE ATTIVITÀ NEI CANTIERI</b> .....	94
1.5.4	<b>MISURE DI CONTENIMENTO DEGLI IMPATTI IN FASE DI COSTRUZIONE</b> .....	98
	<b>ALLEGATO 1</b> .....	103
	<b>ALLEGATO 2</b> .....	114

## 1 PREMESSA

“Nell’ambito della procedura di Valutazione dell’Impatto Ambientale, Piano di Utilizzo Terre e Verifica di Ottemperanza formalizzata dal Contraente Generale con le note prot. 20/2016 e 21/2016 del 02.02.2016, il Ministero dell’Ambiente ha richiesto delle integrazioni con nota prot. 0001350 del 14.04.2016, all’interno della quale è richiamata - come parte integrante - anche la richiesta della Commissione Tecnica Regionale di Valutazione di Impatto (nota prot. 1054901 del 16.03.2016).

Il presente documento, relativo alla componente Atmosfera. è stato pertanto aggiornato per effetto delle seguenti specifiche richieste n° 56-68, 91-94.

Lo studio riguarda la potenziale variazione dello stato di qualità dell'aria determinato dalla realizzazione ed esercizio del tratto di linea ferroviaria AV/AC compreso fra Verona e Padova, 1° Sublotto Verona - Montebello Vicentino.

Stante la tipologia dell’opera in progetto i potenziali impatti sono limitati esclusivamente alla fase di costruzione. Saranno, quindi di seguito analizzati, gli impatti associati alle lavorazioni previste lungo la linea, sul fronte di avanzamento dei lavori e nei cantieri previsti.

Lo studio si articola nelle seguenti fasi:

- analisi delle caratteristiche meteorologiche e della qualità dell'aria Ante Operam;
- analisi delle attività costruttive e determinazione delle relative emissioni;
- definizione degli scenari di calcolo e stima dei livelli di concentrazione indotti presso i ricettori;
- individuazione delle eventuali misure ed opere di mitigazione.

Come più avanti descritto, in relazione alle attività previste, l'inquinante potenzialmente in grado di determinare impatti negativi significativi è costituito dal particolato sospeso (si veda il paragrafo 1.3). E' quindi con particolare riferimento a tale inquinante che viene definito lo stato di qualità dell’aria, analizzate le attività progettuali al fine di determinarne i fattori di emissione, ed infine studiata la dispersione e stimate le concentrazioni presso i ricettori sensibili.

  	<h1>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</h1> <p>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</p>		
	Titolo: RELAZIONE SPECIALISTICA ATMOSFERA		
	PROGETTO IN0D	LOTTO 01	CODIFICA DI2

## 1.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO

Il quadro normativo di riferimento per l'inquinamento atmosferico si compone di:

- D. Lgs. 351/99: recepisce ed attua la Direttiva 96/69/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria. In particolare definisce e riordina un glossario di definizioni chiave che devono supportare l'intero sistema di gestione della qualità dell'aria, quali ad esempio valore limite, valore obiettivo, margine di tolleranza, zona, agglomerato etc;
- D.M. 261/02: introduce lo strumento dei Piani di Risanamento della Qualità dell'Aria, come metodi di valutazione e gestione della qualità dell'aria: in esso vengono spiegate le modalità tecniche per arrivare alla zonizzazione del territorio, le attività necessarie per la valutazione preliminare della qualità dell'aria, i contenuti dei Piani di risanamento, azione, mantenimento;
- D. Lgs. 152/2006, recante "Norme in materia ambientale", Parte V, come modificata dal D. Lgs. n. 128 del 2010. Allegato V alla Parte V del D. Lgs. 152/2006, intitolato "Polveri e sostanze organiche liquide". Più specificamente: Parte I "Emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico, scarico o stoccaggio di materiali polverulenti".
- D. Lgs. 155/2010: recepisce ed attua la Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, ed abroga integralmente il D.M. 60/2002 che definiva per gli inquinanti formati (biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, le polveri, il piombo, il benzene ed il monossido di carbonio) i valori limite ed i margini di tolleranza.
- Il D. Lgs. 155/2010 recepisce la direttiva europea 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa. A livello nazionale il D. Lgs. 155/2010 conferma in gran parte quanto stabilito dal D.M. 60/2002, e ad esso aggiunge nuove definizioni e nuovi obiettivi, tra cui:
  - valori limite per biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM<sub>10</sub>, vale a dire le concentrazioni atmosferiche fissate

in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana e sull'ambiente;

- soglie di allarme per biossido di zolfo e biossido di azoto, ossia la concentrazione atmosferica oltre, la quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunta la quale si deve immediatamente intervenire;
- valore limite, valore obiettivo, obbligo di concentrazione dell'esposizione ed obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>2.5</sub>;
- valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.
- I limiti di qualità dell'aria definiti dal D. Lgs, 155/2010, coincidono con quelli del D.M. 60/2002 per quanto riguarda SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, Pb, CO e benzene, mentre per quanto riguarda le polveri, il nuovo decreto legislativo ha introdotto delle novità:
- un valore limite sulla media annuale pari a 40 µg/m<sup>3</sup> (contro i 20 µg/m<sup>3</sup> del D.M. 60/2002);
- un numero massimo di superamenti della media giornaliera pari a 35 (contro i 7 del D.M. 60/2002);
- è stato introdotto un valore limite sulla media annuale per il PM<sub>2.5</sub> pari a 25 µg/m<sup>3</sup> da raggiungere entro il 1° gennaio 2015.

La Tabella 1 riporta, per gli inquinanti contemplati da Decreto, i valori limite, i livelli critici, le soglie di allarme, le soglie di informazione, soglie di valutazione e valori obiettivo per la qualità dell'aria vigenti e fissati dal D. Lgs. 155/2010.

INQUINANTE	TIPOLOGIA	PERIODO MEDIAZIONE	DI	VALORE	NUMERO MASSIMO DI SUPERAMENTI
BIOSSIDO ZOLFO (SO <sub>2</sub> )	Valore limite	1 ora		350 µg/m <sup>3</sup>	24 per anno civile
	Valore limite	24 ore		125 µg/m <sup>3</sup>	3 per anno civile
	Livello critico annuale (protezione vegetazione)	Anno civile		20 µg/m <sup>3</sup>	

INQUINANTE	TIPOLOGIA	PERIODO MEDIAZIONE	DI	VALORE	NUMERO MASSIMO DI SUPERAMENTI
	Livello critico annuale (protezione vegetazione)	1 ottobre - 31 marzo		20 µg/m <sup>3</sup>	
	Soglia di allarme	3 ore consecutive		500 µg/m <sup>3</sup>	
	Soglia di valutazione superiore (protezione salute umana)	24 ore		75 µg/m <sup>3</sup> (60% del valore limite sulle 24 ore)	3 per anno civile
	Soglia di valutazione superiore (protezione salute umana)	24 ore		50 µg/m <sup>3</sup> (40% del valore limite sulle 24 ore)	3 per anno civile
	Soglia di valutazione superiore (protezione salute umana)	Inverno		12 µg/m <sup>3</sup> (60% del livello critico invernale)	3 per anno civile
	Soglia di valutazione superiore (protezione salute umana)	Inverno		8 µg/m <sup>3</sup> (40% del livello critico invernale)	3 per anno civile
<b>BIOSSIDO AZOTO (NO<sub>2</sub>)</b>	Valore limite	1 ora		200 µg/m <sup>3</sup>	18 per anno civile
	Valore limite	Anno civile		40 µg/m <sup>3</sup>	3 per anno civile
	Soglia di allarme	3 ore consecutive		400 µg/m <sup>3</sup>	
	Soglia di valutazione superiore oraria (protezione salute umana)	1 ora		140 µg/m <sup>3</sup> (70% del valore limite orario)	18 per anno civile
	Soglia di valutazione inferiore (protezione salute umana)	1 ora		100 µg/m <sup>3</sup> (50% del valore limite orario)	18 per anno civile
	Soglia di valutazione superiore annuale (protezione salute umana)	Anno civile		32 µg/m <sup>3</sup> (80% del valore limite annuale)	
	Soglia di valutazione inferiore (protezione salute umana)	Anno civile		26 µg/m <sup>3</sup> (65% del valore limite annuale)	
<b>OSSIDO DI AZOTO (NO<sub>x</sub>)</b>	Livello critico (protezione vegetazione)	Anno civile		30 µg/m <sup>3</sup>	
	Soglia di valutazione superiore oraria (protezione vegetazione)	Anno civile		24 µg/m <sup>3</sup> (80% del livello critico annuale)	18 per anno civile
	Soglia di valutazione inferiore oraria (protezione vegetazione)	Anno		19.5 µg/m <sup>3</sup> (65% del livello critico annuale)	18 per anno civile
<b>MATERIALE PARTICOLATO (PM<sub>10</sub>)</b>	Valore limite	24 ore		50 µg/m <sup>3</sup>	35 per anno civile
	Valore limite	Anno civile		40 µg/m <sup>3</sup>	
	Soglia di valutazione superiore	24 ore		35 µg/m <sup>3</sup> (70% del valore limite sulle 24 ore)	35 per anno civile
	Soglia di valutazione inferiore	24 ore		25 µg/m <sup>3</sup> (50% del valore limite sulle 24 ore)	35 per anno civile
	Soglia di valutazione superiore	Anno civile		28 µg/m <sup>3</sup> (70% del valore limite annuale)	
	Soglia di valutazione inferiore	Anno civile		20 µg/m <sup>3</sup> (50% del valore limite annuale)	
<b>MATERIALE PARTICOLATO</b>	Valore limite	Anno civile		25 µg/m <sup>3</sup> (*)	

INQUINANTE	TIPOLOGIA	PERIODO MEDIAZIONE	DI	VALORE	NUMERO MASSIMO DI SUPERAMENTI
<b>(PM<sub>2.5</sub>)</b>	Soglia di valutazione superiore (**)	Anno civile		17 µg/m <sup>3</sup> (70% del valore limite)	
	Soglia di valutazione inferiore	Anno civile		12 µg/m <sup>3</sup> (50% del valore limite)	
<b>OZONO (O<sub>3</sub>)</b>	Valore obiettivo (protezione salute umana)	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore		120 µg/m <sup>3</sup>	25 per anno civile (media su 3 anni o 1 anno in caso di mancanza di dati)
	Valore obiettivo (protezione vegetazione)	Da maggio a luglio		AOT40=18.000 µg/m <sup>3</sup> *h come media su 5 anni o 3 anni in caso di mancanza di dati (***)	
	Soglia di informazione	1 ora		180 µg/m <sup>3</sup>	
	Soglia di allarme	1 ora		240 µg/m <sup>3</sup>	Per l'applicazione dell'art. 10 comma 1 del D.Lgs. 155/2010 deve essere misurato o previsto un superamento per tre ore consecutive.
<b>MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)</b>	Valore limite	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore		10 mg/m <sup>3</sup>	
	Soglia di valutazione superiore	8 ore		7 mg/m <sup>3</sup> (70% del valore limite)	
	Soglia di valutazione inferiore	8 ore		5 mg/m <sup>3</sup> (50% del valore limite)	
<b>PIOMBO (Pb)</b>	Valore limite	Anno civile		0,5 µg/m <sup>3</sup>	
	Soglia di valutazione superiore	Anno civile		0,35 µg/m <sup>3</sup> (70% del valore limite)	
	Soglia di valutazione inferiore	Anno civile		0,25 µg/m <sup>3</sup> (50% del valore limite)	
<b>BENZENE (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)</b>	Valore limite	Anno civile		5,0 µg/m <sup>3</sup>	
	Soglia di valutazione superiore	Anno civile		3,5 µg/m <sup>3</sup> (70% del valore limite)	
	Soglia di valutazione inferiore	Anno civile		2 µg/m <sup>3</sup> (40% del valore limite)	
<b>ARSENICO (As)</b>	Valore obiettivo	Anno civile		6 ng/m <sup>3</sup> (sul PM <sub>10</sub> )	
	Soglia di valutazione superiore	Anno civile		3,6 ng/m <sup>3</sup> (60% del valore obiettivo)	
	Soglia di valutazione inferiore	Anno civile		2,4 ng/m <sup>3</sup> (40% del valore obiettivo)	
<b>CADMIO (Cd)</b>	Valore obiettivo	Anno civile		5 ng/m <sup>3</sup> (sul PM <sub>10</sub> )	
	Soglia di valutazione superiore	Anno civile		3 ng/m <sup>3</sup> (60% del valore obiettivo)	
	Soglia di valutazione inferiore	Anno civile		2 ng/m <sup>3</sup> (40% del valore obiettivo)	
<b>NICHEL (Ni)</b>	Valore obiettivo	Anno civile		20,0 ng/m <sup>3</sup> (sul PM <sub>10</sub> )	
	Soglia di valutazione superiore	Anno civile		14 ng/m <sup>3</sup> (70% del valore obiettivo)	

INQUINANTE	TIPOLOGIA	PERIODO MEDIAZIONE	DI	VALORE	NUMERO MASSIMO DI SUPERAMENTI
	Soglia di valutazione inferiore	Anno civile		10 ng/m <sup>3</sup> (50% del valore obiettivo)	
IPA con riferimento al <b>BENZO(a)PIRENE (B(a)p)</b>	Valore obiettivo	Anno civile		1,0 ng/m <sup>3</sup> (sul PM <sub>10</sub> )	
	Soglia di valutazione superiore	Anno civile		0,6 ng/m <sup>3</sup> (60% del valore obiettivo)	
	Soglia di valutazione inferiore	Anno civile		0,4 ng/m <sup>3</sup> (40% del valore obiettivo)	

*Tabella 1 - Per ogni inquinante normato la tabella riporta i valori limite, livelli critici, soglie di allarme, soglie di informazione, soglie di valutazione e valori obiettivo per la qualità dell'aria vigenti e fissati dal D. Lgs. 155/2010.*

## 1.2 CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO DI FATTO

### 1.2.1 INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO

Di seguito sono descritte le caratteristiche meteorologiche della pianura padana veneta attraversata lungo la direttrice Est-Ovest dal progetto della linea ferroviaria AV/ACV nel tratto tra Verona e Padova. L'analisi viene distinta su due livelli di scala: uno di macroarea tendente ad esaminare gli aspetti climatici generali del bacino padano; l'altro a livello provinciale, improntato ad analizzare con maggior dettaglio le condizioni locali.

Il Bacino Padano lombardo-veneto è costituito da una vallata alluvionale delimitata a Nord dalle Alpi e ad Est dal Mare Adriatico e dalle Alpi Dinariche. A Sud, anche se fuori dalla zona di indagine, si ergono gli Appennini: rilievi montuosi di limitata imponenza, ma importanti nell'influenzare le caratteristiche climatiche generali del Bacino Padano. L'area di indagine si colloca in una zona di transizione fra il macroclima continentale europeo e il macroclima mediterraneo e, pur presentando caratteri di continentalità, la posizione dell'arco alpino e la presenza del Lago di Garda, contribuiscono a differenziare nell'area due mesoclimi: quello padano e quello insubrico.

- Clima padano: il clima padano risulta caratterizzato da inverni rigidi ed estati calde, l'elevata umidità genera spesso, in associazione a ventosità ridotta, frequenti episodi di nebbia in inverno quando l'aria fredda e umida tende a diradarsi solo nelle ore pomeridiane della giornata. In estate l'aria umida ristagnante genera frequenti episodi di afa. Il regime pluviometrico presenta due massimi stagionali (ottobre-novembre e maggio-giugno).
- Clima insubrico: l'area dei laghi si distingue dal mesoclima padano per una maggiore mitezza invernale e una maggiore frescura estiva. In primavera e in autunno il comportamento termico risulta differenziato a seconda delle zone: in particolare la zona del Lago di Garda risulta più calda rispetto all'area a clima padano (fonte Ersal-Servizio Meteorologico Regionale-Lombardia).

Per quanto riguarda il regime anemologico, la collocazione dell'area di indagine alle medie latitudini implica la dominanza dei venti di gradiente provenienti dai quadranti occidentali, tuttavia la variazione della posizione e del gradiente barico esistente fra le grandi strutture circolatorie europee quali l'anticiclone delle Azzorre e le celle depressionarie Nord-Atlantiche, così come la posizione delle Alpi, determinante fattore di interazione con la forzatura sinottica a grande scala, comportano condizioni meteorologiche variabili a scala sub-sinottica.

Per caratterizzare meteo climaticamente le aree attraversate dal tracciato della linea ferroviaria ad AV/AC, sono stati utilizzati i dati meteorologici della rete di monitoraggio gestita dall'A.R.P.A. Veneto, scegliendo le stazioni di monitoraggio in base alla prossimità delle stesse con il tracciato in progetto ed in base alla disponibilità dei dati meteorologici. Si elencano di seguito le stazioni utilizzate corredate dalle coordinate geografiche; la loro localizzazione è anche illustrata nella figura seguente.

Comune	Provincia	LON [°E]	LAT [°N]
Roverchiara	Verona	11.25143	45.26514
Arcole	Verona	11.29606	45.37484
Brendola	Vicenza	11.46946	45.47142
Lonigo	Vicenza	11.37990	45.38992

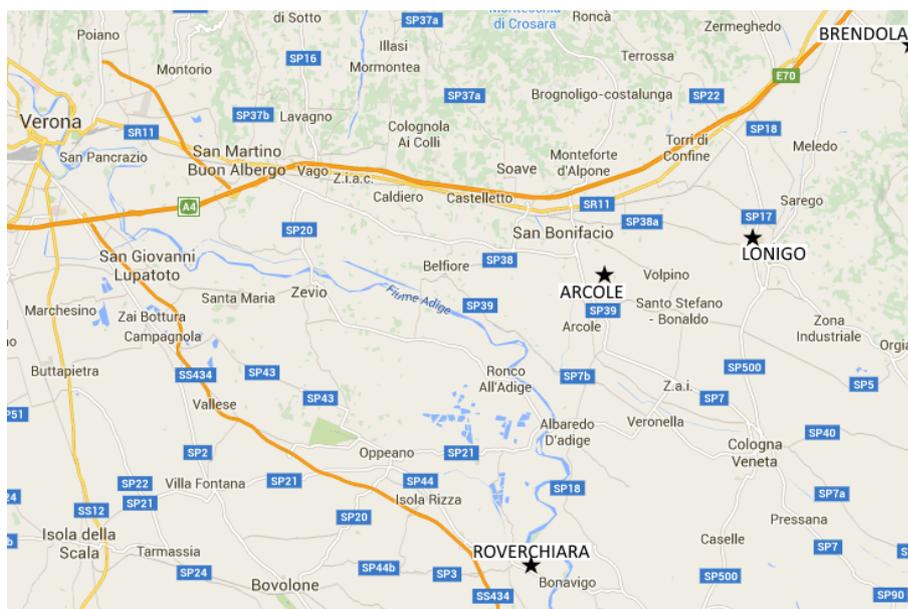


Figura 1 - Localizzazione stazioni meteorologiche impiegate, rete ARPA Veneto.

Di seguito viene fornita una descrizione delle caratteristiche meteorologiche delle aree di indagine.

#### 1.2.1.1 TEMPERATURA

Avendo a disposizione i dati orari sulla temperatura media delle stazioni di Lonigo, Brendola, Arcole e Roverchiara si è provveduto a calcolare le medie mensili usufruendo dei dati medi giornalieri calcolati per le stazioni in questione nel periodo compreso tra il 1 gennaio 2010 e il 31 dicembre 2014.

Dall'analisi del grafico annuale delle medie mensili si ricavano le seguenti considerazioni:

- dal confronto delle medie mensili delle quattro stazioni non emergono significative differenze;
- la stagione invernale presenta dei valori medi inferiori a 5°C;
- in primavera la temperatura aumenta gradualmente passando dai valori medi pari a ca. 9-10°C di marzo ai 13-15°C di aprile;
- durante l'estate si raggiungono le temperature più elevate. Luglio risulta il mese più caldo con temperature medie che si aggirano sui 24-25°C;
- in autunno l'andamento delle temperature si inverte rapidamente passando da valori medi pari a 19 – 20°C di settembre, a quello di 9-10°C di novembre.

Si riporta di seguito (Figura 2) il grafico relativo alle temperature medie mensili elaborate a partire dalle registrazioni dei dati medi giornalieri.

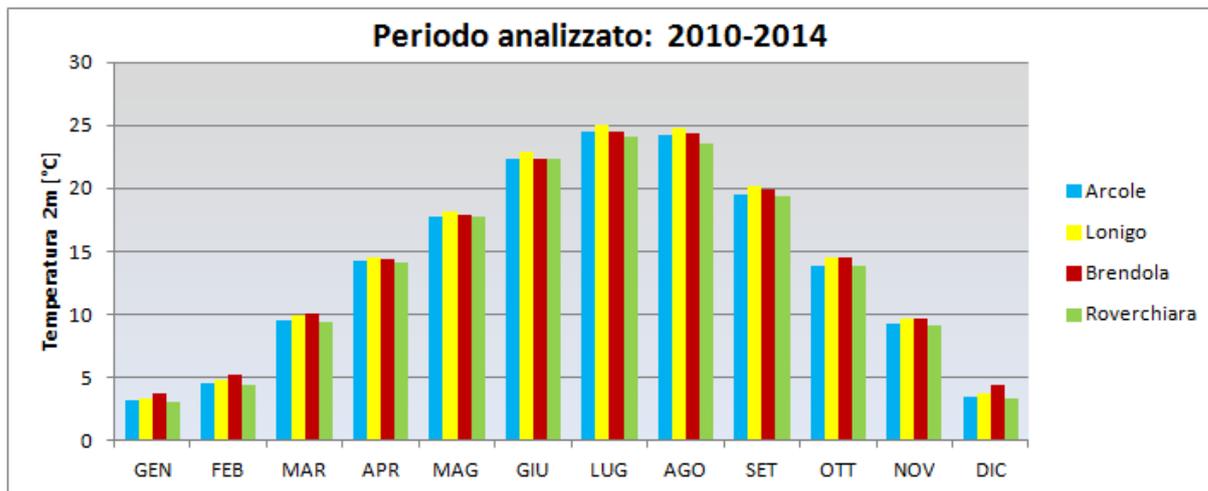


Figura 2 - Andamento della temperatura dell'aria mensile mediata nel periodo 2010-2014 per le stazioni di Arcole, Roverchiara, Lonigo, Brendola.

### 1.2.1.2 PRECIPITAZIONI

La seguente figura 3 riassume la quantità di pioggia media mensile relativa al periodo 1 gennaio 2010 e il 31 dicembre 2014, nelle quattro stazioni meteorologiche.

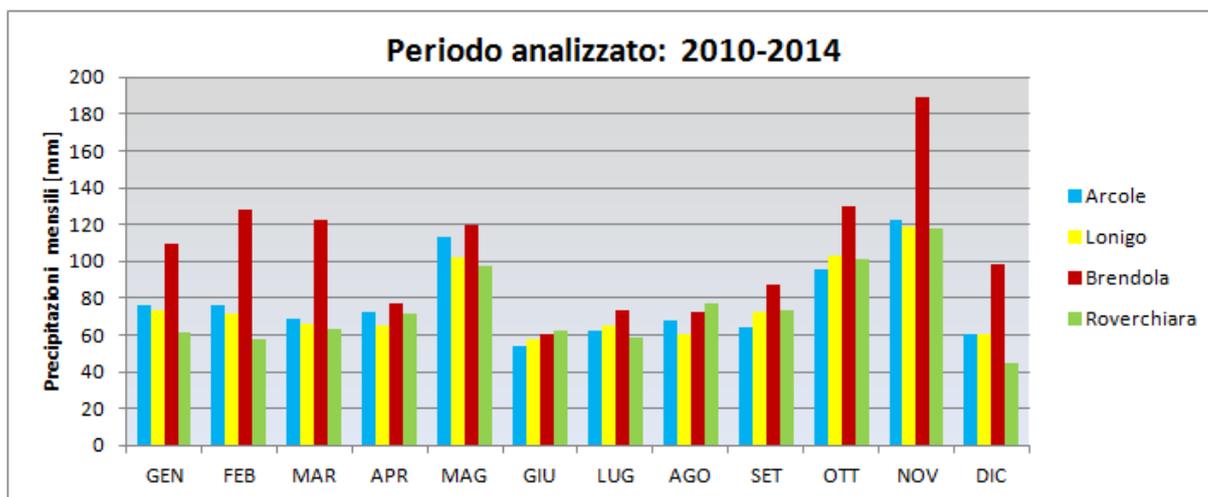


Figura 3 - Come per la Figura 2, ma per le precipitazioni totali medie mensili.

A differenza di quanto osservato per le temperature, la pioggia media mensile presenta una maggiore variabilità tra le quattro stazioni considerate. Specialmente la stazione di Brendola mostra una maggiore precipitazione media mensile, specialmente nei mesi di Gennaio, Febbraio, Marzo e Novembre. Arcole Lonigo e Roverchiara mostrano degli

andamenti maggiormente simili tra loro, sebbene Roverchiara mostri generalmente dei valori minori.

La maggiore piovosità di Brendola è verificata anche nella tabella 2 che riporta la precipitazione media annuale, calcolata nel periodo 2010-2014.

Stazione	Provincia	Pioggia media [mm] annua 2010-2014
Lonigo	Vicenza	76,1
Brendola	Vicenza	105,7
Roverchiara	Verona	73,8
Arcole	Verona	77,9

Tabella 2 - Precipitazioni annue medie calcolate per con i dati annui del periodo 2010-2014.

### 1.2.1.3 DIREZIONE E VELOCITÀ DEL VENTO

L'analisi della velocità e direzione del vento è stata condotta a partire dai dati orari relativi alle centraline meteorologiche di Lonigo, Roverchiara, in riferimento al periodo 1998 – 2001 (fonte: Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera, "Analisi campo vento stazioni a 10 m" ARPAV - Centro Meteorologico di Teolo).

Ad integrazione di questi, al fine di caratterizzare la circolazione dei venti in un periodo di tempo più ravvicinato a quello previsto per la realizzazione dell'opera, sono stati impiegati i dati meteorologici registrati presso le stazioni aeroportuali Verona Villafranca (codice ICAO LIPX) e Vicenza (codice ICAO LIPT) nel periodo che si estende dal 1/1/2010 al 31/12/2014. Questi dati rilevati dalle stazioni appartenenti alla rete osservativa del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare, sono stati estratti dal database "Historical Unidata Internet Data Distribution (IDD) Global Observational Data, May 2003 - current" a cura del Research Data Archive at the National Center for Atmospheric Research, Computational and Information Systems Laboratory.

Questo database è realizzato registrando in tempo reale i rapporti della Global Telecommunications System (GTS) e distribuiti attraverso Unidata Internet Data Distribution System (IDD). I rapporti includono le stazioni superficiali ad intervallo orario

(METAR), da cui sono state estratte le variabili orarie di velocità e direzione del vento per le stazioni Verona Villafranca e Vicenza.

Per tutte le stazioni di misura è stata prodotta l'elaborazione rappresentante la distribuzione del vento in base alla direzione di provenienza (rosa dei venti). Per le stazioni di Verona Villafranca e Vicenza è stata inoltre sono state presentate:

- Distribuzione percentuale della velocità del vento,
- Rosa dei venti suddivisa per stagioni meteorologiche.

Vengono di seguito riportati i grafici relativi alla distribuzione del vento in base alle classi di velocità relativi, al periodo febbraio 1998 – 2001 per le stazioni di Lonigo e Roverchiara (Figura 4,5), a cui seguono le rose dei venti e la distribuzione percentuale della velocità del vento per le stazioni di Verona Villafranca e Vicenza per il periodo 2010-2014 (Figura 6,7,8,9).

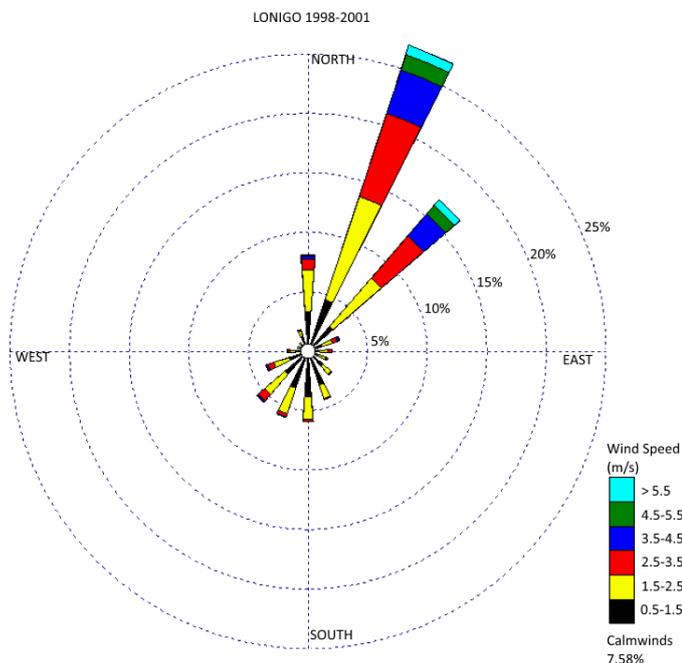


Figura 4 - Rosa dei venti per la stazione di Lonigo, periodo 1998-2001 (Fonte: Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera, "Analisi campo vento stazioni a 10 m" ARPAV).

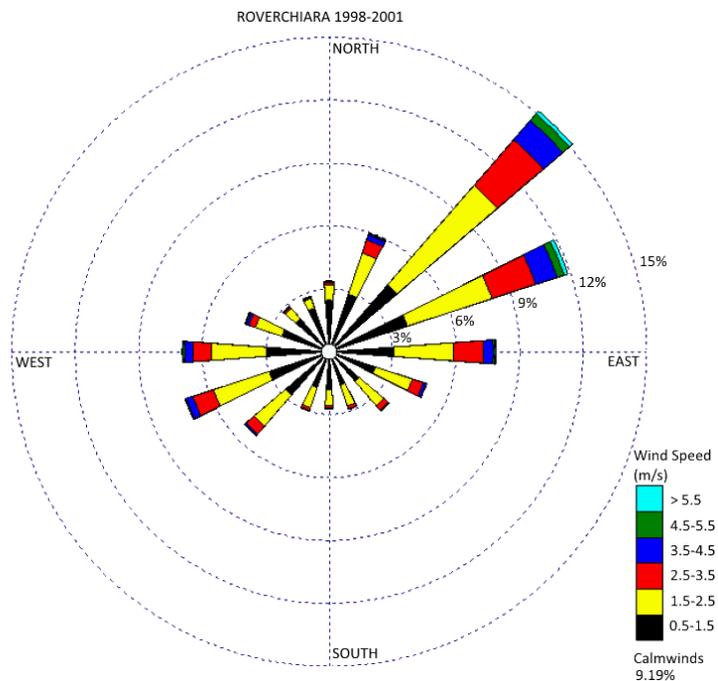


Figura 5 - Rosa dei venti per la stazione di Roverchiara, periodo 1998-2001 (Fonte: Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera, "Analisi campo vento stazioni a 10 m" ARPAV).

### Verona (LIPX) 2010-2014

Frequenza percentuale delle classi di vento

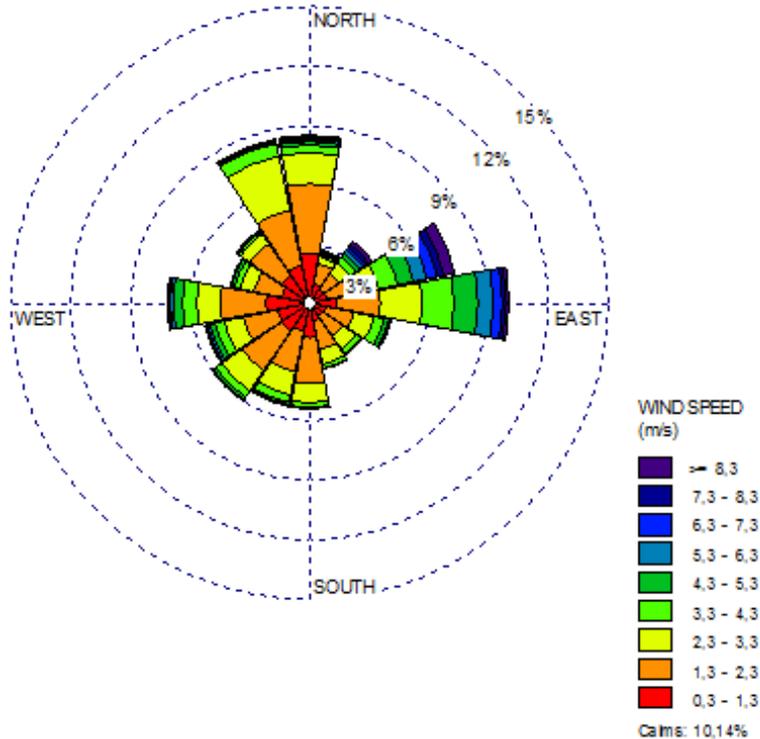
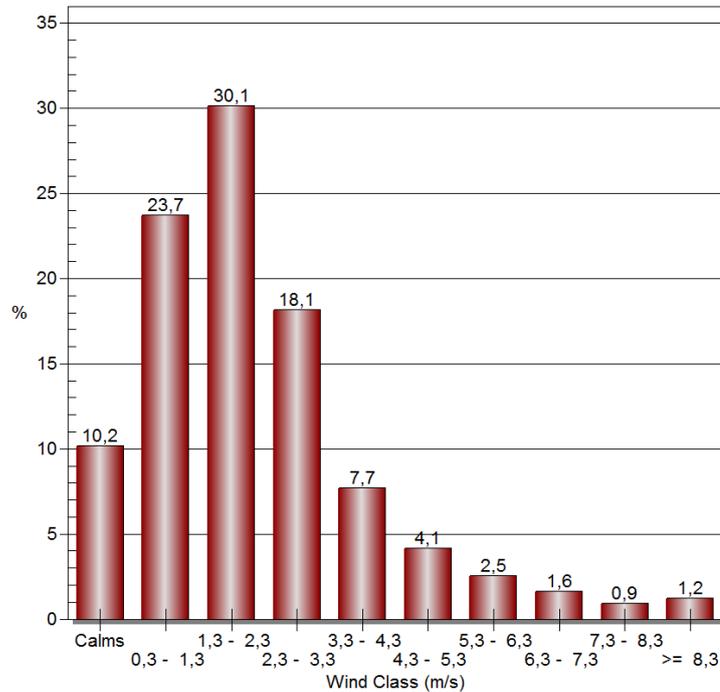
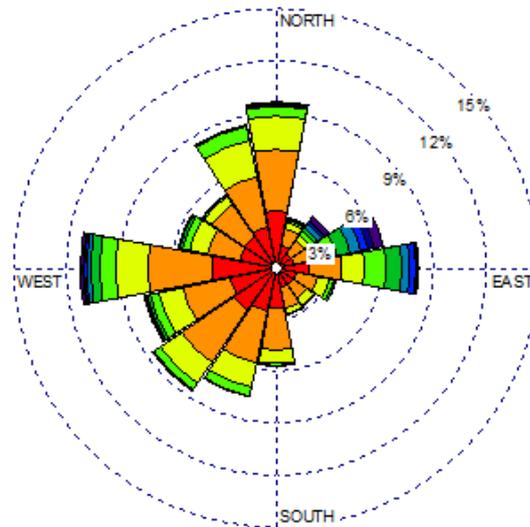
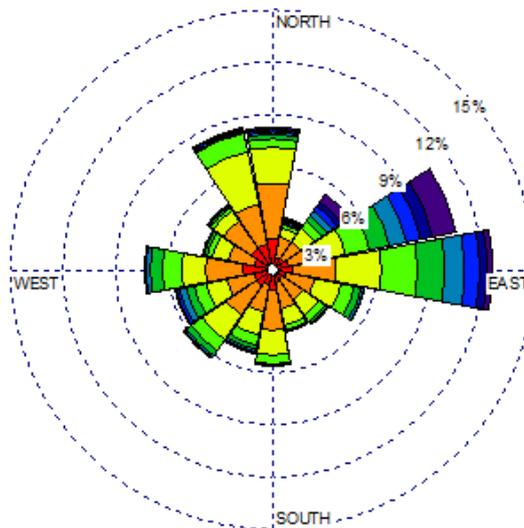


Figura 6 - Distribuzione percentuale delle velocità del vento (alto), e rosa dei venti (basso) per la stazione di Verona Villafranca (LIPX) per gli anni 2010 - 2014.

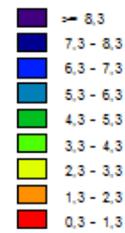


Dicembre - Gennaio -Febbraio

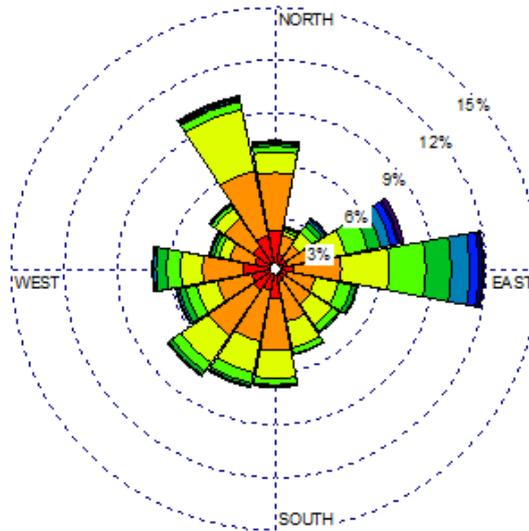


Marzo - Aprile - Maggio

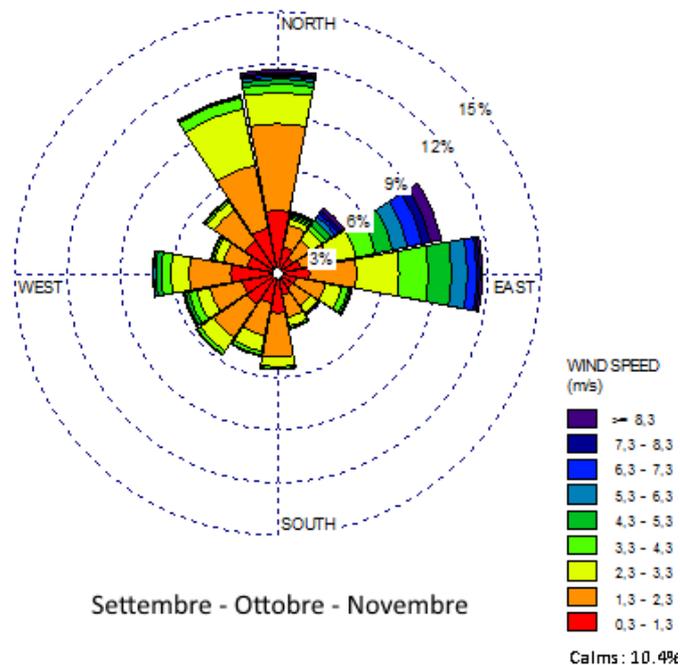
WIND SPEED  
(m/s)



Calms: 6.2%



Giugno - Luglio - Agosto



Settembre - Ottobre - Novembre

Figura 7 - Rose dei venti (basso) per la stazione di Verona Villafranca (LIPX), suddivise per stagioni meteorologiche, per gli anni 2010 - 2014.

### Vicenza (LIPT) 2010-2014

Frequenza percentuale delle classi di vento

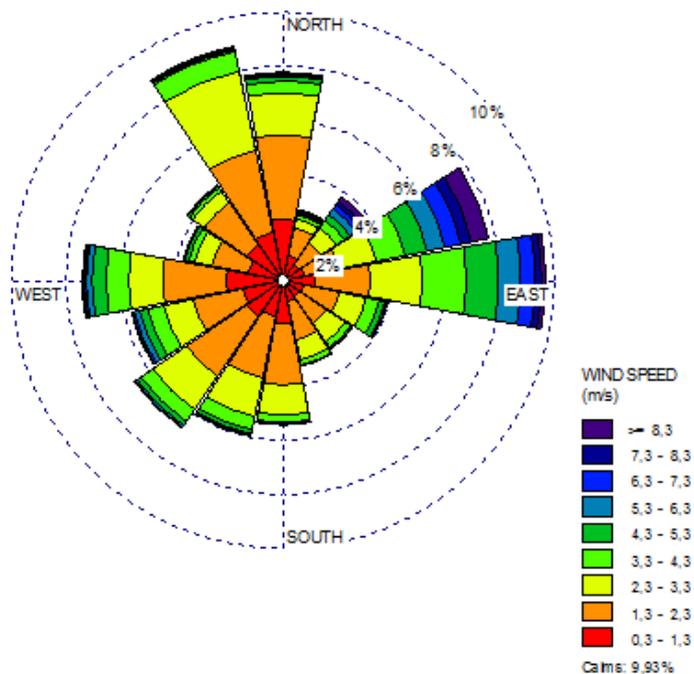
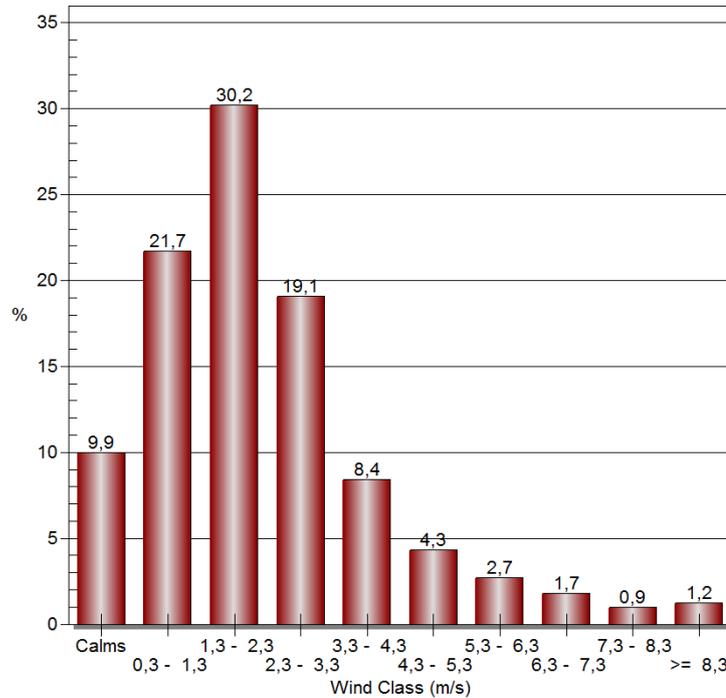


Figura 8 - Distribuzione percentuale delle velocità del vento (alto), e rosa dei venti (basso) per la stazione di Vicenza (LIPT) per gli anni 2010 - 2014.

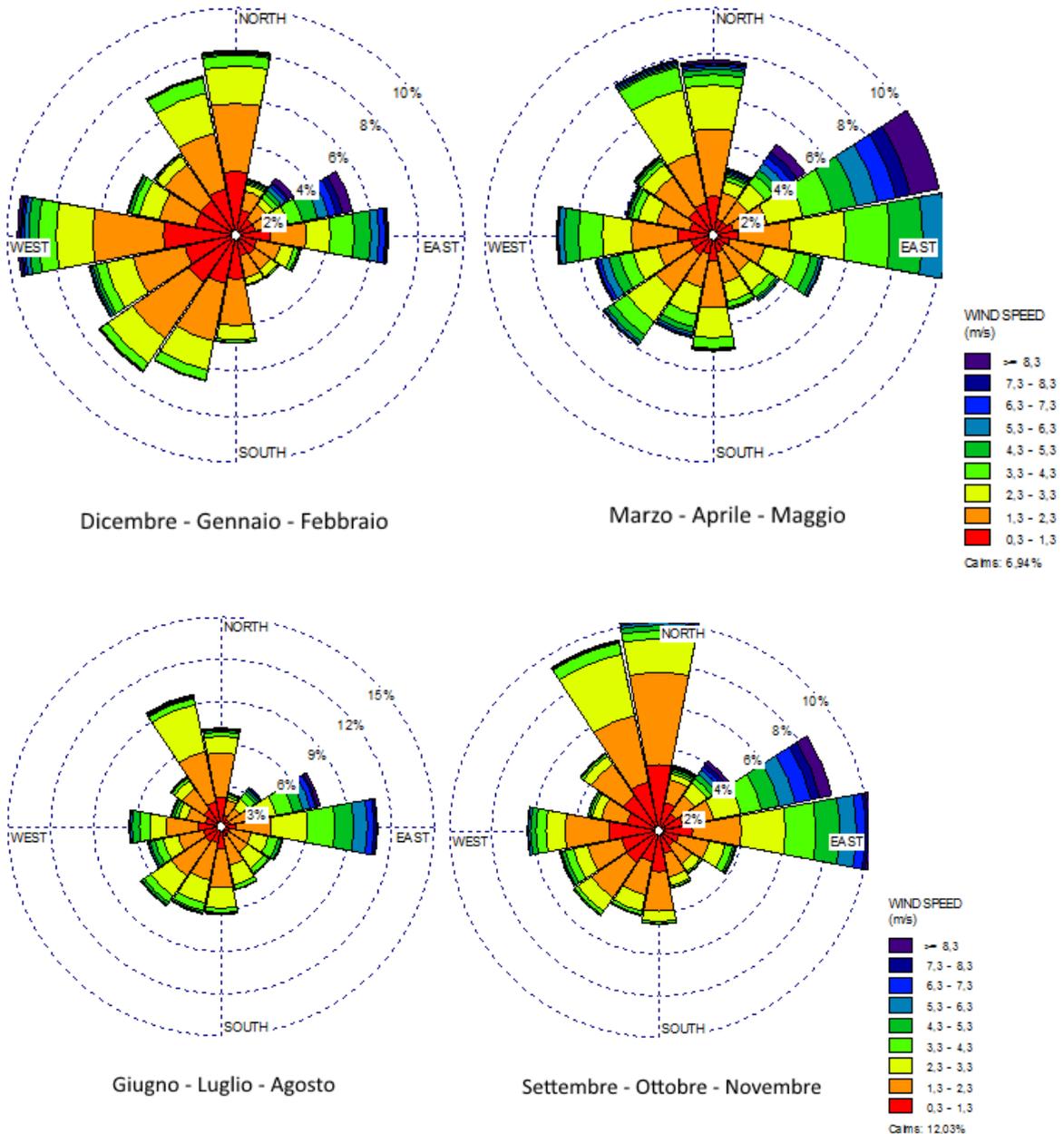


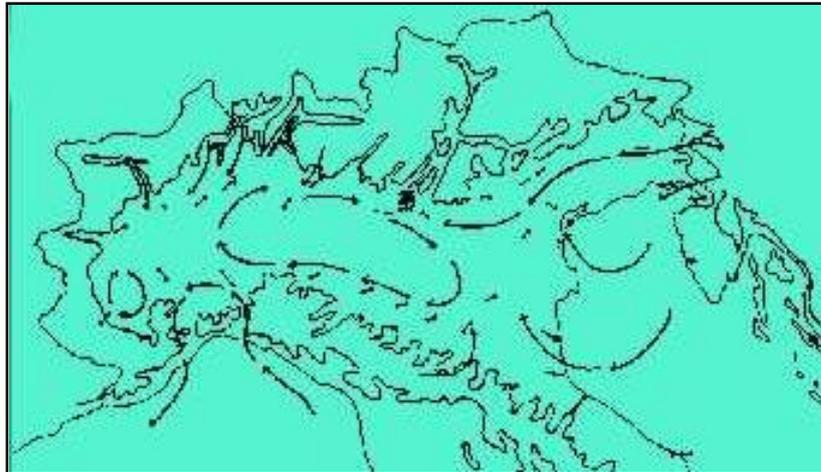
Figura 9 - Rose dei venti (basso) per la stazione di Vicenza (LIPT), suddivise per stagioni meteorologiche, per gli anni 2010 - 2014.

Per quanto riguarda la direzione di provenienza dei venti la situazione appare variabile da zona a zona, anche se si riscontra una generale prevalenza della circolazione lungo la direttrice Est-Ovest e Ovest-Est. Prima di esaminare nel dettaglio le circolazioni locali vengono prese brevemente in dettaglio le situazioni meteorologiche tipiche insistenti sul bacino padano.

- Ciclogenese sottovento alle Alpi (Buzzi e Tibaldi 1990): l'interazione dell'arco alpino nei confronti di onde cicloniche transistanti sull'Europa centro-occidentale genera correnti provenienti dai quadranti settentrionali che possono dare origine a due venti caratteristici: il Phoen, vento caldo e secco discendente dall'arco alpino; e la Bora, forte vento che investe la parte orientale del bacino padano.
- I venti di origine meridionale sono in genere associati a depressioni di origine mediterranea.
- La circolazione occidentale normalmente presente nella troposfera può inoltre essere alterata da una situazione meteorologica sinottica definita "blocco meteorologico" (Rex 1950, Tibaldi et al. 1994) che comporta l'afflusso di correnti settentrionali sul bacino padano.

Quando le condizioni sinottiche su larga scala si fanno meno intense in corrispondenza di situazioni di alta pressione sul continente europeo (anticiclone delle Azzorre), si produce un campo barico molto livellato che determina delle deboli circolazioni o calme di vento, condizione spesso presente nei mesi invernali e non solamente nel periodo estivo. Nei mesi caldi il riscaldamento differenziale fra pianura e montagna e fra pianura e laghi genera gradienti barici che favoriscono l'instaurarsi di particolari circolazioni locali, i regimi di brezza.

A tal proposito si riporta una figura illustrativa (Figura 10) della circolazione dei venti nel bacino padano in situazioni di calma sinottica.



*Figura 10 - Circolazione tipica del bacino padano nel periodo estivo (fonte Giuliacci, 1988).*

Questa schematizzazione della circolazione dei venti sul bacino padano è il risultato del confronto dei dati orari del vento in un insieme di stazioni meteorologiche distribuite nel bacino padano. La circolazione nel periodo estivo, in condizioni di calma sinottica mostra una corrente circolatoria proveniente da Est lungo tutta la parte centrale della pianura padana, questa circolazione ruota in senso orario verso Nord nella parte occidentale del bacino e resta attiva nelle ore centrali del giorno, nelle ore notturne l'intensità del vento diminuisce fino ad arrivare a situazioni di calma di vento.

Esaminando le rose dei venti ottenute nelle stazioni meteorologiche di Lonigo e Roverchiara si nota:

- la stazione di Lonigo, presenta una marcata predominanza dei venti provenienti da Nord - Nord Est per le classi di velocità più elevate, mentre quelle più deboli mostrano una predominanza dell'asse NNE-SSW.;
- per quanto riguarda la stazione di Roverchiara, i venti provengono con maggior frequenza da Nord Est, in generale si osserva una spiccata prevalenza di venti lungo l'asse dell'asse NE-SW.

In entrambe le stazioni i venti più frequenti sono quelli appartenenti alla classe 1,3-2,3 m/s.

Esaminando le rose dei venti ottenute dall'analisi dei dati registrati presso le stazioni di Verona Villafranca e Vicenza - periodo 2010-2015, si nota per entrambe la predominanza dei venti da Est con una componente settentrionale che rappresenta l'8% circa delle osservazioni per entrambe. La differenziazione delle rose dei venti stagionali permette inoltre di evidenziare come i venti provenienti dai quadranti orientali aumentino di frequenza con l'instaurarsi della stagione calda. La primavera e l'autunno, periodi in cui il fenomeno della ciclogenesi sottovento alle Alpi si verifica con maggior frequenza, unitamente all'estate stagione caratterizzata dai regimi di brezza, il cui andamento è stato poc'anzi descritto potrebbero giocare in tal senso un ruolo importante.

### 1.2.2 QUALITÀ DELL'ARIA

La descrizione dello stato attuale di qualità dell'aria nell'area interessata dal progetto della linea ad alta capacità nel tratto compreso fra Verona e Montebello Vicentino, si riferisce, quale inquinante analizzato, al particolato con particolare attenzione nei confronti del PM<sub>10</sub>, ovvero di quella frazione di particelle aeree aventi un diametro inferiore a 10 micron. La natura delle particelle presenti nell'aria è la più varia; fanno parte delle polveri sospese il materiale organico disperso dai vegetali (pollini e frammenti di piante), il materiale inorganico prodotto dall'erosione del suolo e dei manufatti (frazione più grossolana) causata da agenti naturali quali il vento e la pioggia. A queste si aggiunge il materiale particolato determinato da attività antropiche (da lavorazioni industriali, dalle emissioni provenienti dagli scarichi degli autoveicoli, dall'usura dell'asfalto, dei pneumatici, dei freni e delle frizioni, da cantieri edili ecc.).

### 1.2.3 LA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

La descrizione dello stato recente della qualità dell'aria relativamente all'area in esame, si basa sui dati forniti dalla rete di monitoraggio gestita dall'A.R.P.A. Veneto. Le stazioni di monitoraggio sono state scelte in base alla prossimità delle stesse con il tracciato in

progetto, in modo da essere per quanto possibile rappresentative dello stato di qualità della componente nell'area interessata dal progetto.

Si elencano di seguito le stazioni da cui sono stati tratti i dati utilizzati nel presente lavoro corredate dalle coordinate geografiche e dalla numerazione identificativa della stazione utilizzata a scala regionale. Per ogni stazione sono indicati i campionatori presenti per il PM<sub>10</sub>.

Si evidenzia preliminarmente che le stazioni di qualità dell'aria sono localizzate in ambiti di tipo "urbano". Non sono, invece disponibili dati relativi ad aree di tipo agricolo, fatta eccezione per la stazione di CASON (VR). Ne consegue che le valutazioni circa la qualità dell'aria di seguito esposte possono essere considerate rappresentative, in particolare, delle aree nelle quali la linea AV/AC transita in un contesto urbano. Per le aree in contesto agricolo attraversate dalla linea, si può ragionevolmente assumere che queste ultime possano essere caratterizzate da un migliore stato di qualità dell'aria.

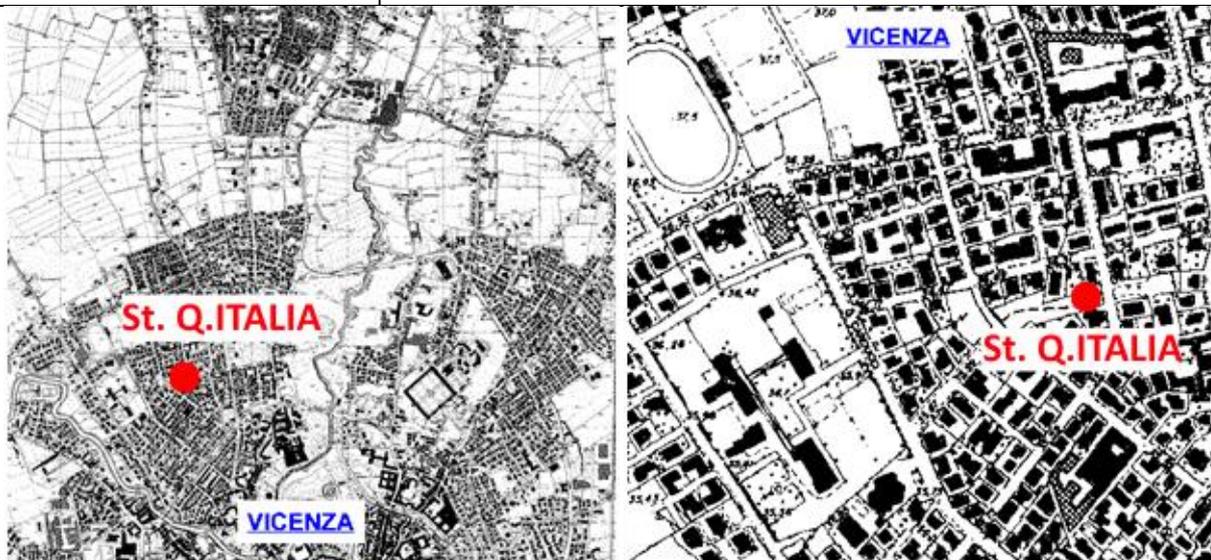
<b>Denominazione Stazione</b>	<b>B.go MILANO</b>
Località	Verona
Indirizzo	Corso Milano
X (Gauss Boaga Ovest)	1653542,5
Y (Gauss Boaga Ovest)	5034215
Campionatore PM <sub>10</sub>	gravimetrico
Caratteristiche PRG	residenziale-commerciale
Tipo Stazione	traffico



<b>Denominazione Stazione</b>	<b>CASON</b>
Località	Verona
Indirizzo	via Ferrarin
X (Gauss Boaga Ovest)	1649457
Y (Gauss Boaga Ovest)	5036015
Campionatore PM <sub>10</sub>	Gravimetrico
Caratteristiche PRG	Agricola
Tipo stazione	Background



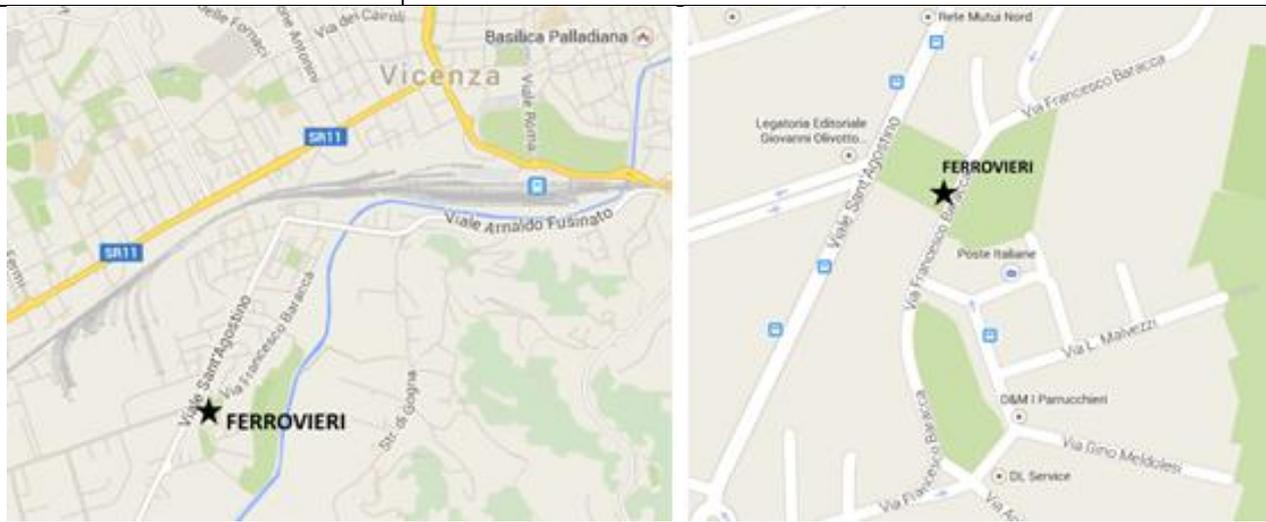
<b>Denominazione Stazione</b>	<b>Q. ITALIA</b>
Comune	Vicenza
Indirizzo	Via N. Tommaseo
X (Gauss Boaga Ovest)	1698156
Y (Gauss Boaga Ovest)	5048282
Campionatore PM <sub>10</sub>	Gravimetrico
Caratteristiche PRG	residenziale
Tipo Stazione	background



<b>Denominazione Stazione</b>	<b>S. FELICE</b>
Comune	Vicenza
Indirizzo	Corso San Felice
X (Gauss Boaga Ovest)	1697786
Y (Gauss Boaga Ovest)	5046641
Campionatore PM <sub>10</sub>	Gravimetrico
Caratteristiche PRG	residenziale
Tipo Stazione	traffico



<b>Denominazione Stazione</b>	<b>FERROVIERI</b>
Comune	Vicenza
Indirizzo	Via F. Baracca
X (Gauss Boaga Ovest)	1696882
Y (Gauss Boaga Ovest)	5044993
Campionatore PM <sub>10</sub>	Gravimetrico
Caratteristiche PRG	residenziale
Tipo Stazione	traffico



#### 1.2.4 QUALITÀ DELL'ARIA NELLA ZONA DI PROGETTO

L'analisi del particolato con diametro inferiore ai 10 micron è stata condotta sulla base dei dati medi mensili ricavati presso i documenti "La qualità dell'aria in provincia e nel Comune di Verona" e "La qualità dell'aria in provincia e nel Comune di Vicenza" editi da ARPA Veneto e relativi all'anno 2013. Da questi sono stati ricavati anche i dati annuali che hanno permesso di illustrare l'andamento dello stato della qualità dell'aria per quanto riguarda il PM<sub>10</sub> nel periodo 2004-2013.

Le immagini che seguono mostrano l'andamento mensile delle concentrazioni di PM<sub>10</sub> per il 2013 per le stazioni analizzate.

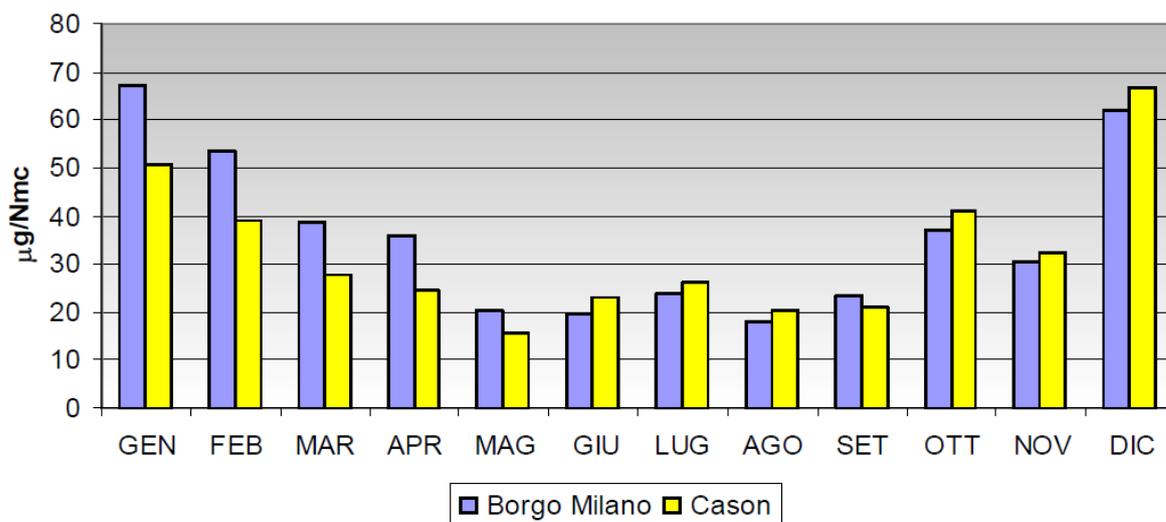


Figura 11 – Comune di Verona - andamento stagionale delle concentrazioni di PM<sub>10</sub> rilevate presso le stazioni di Borgo Milano e Cason nell'anno 2013 (Fonte: La qualità dell'aria in provincia e nel Comune di Verona – 2013, ARPA Veneto)

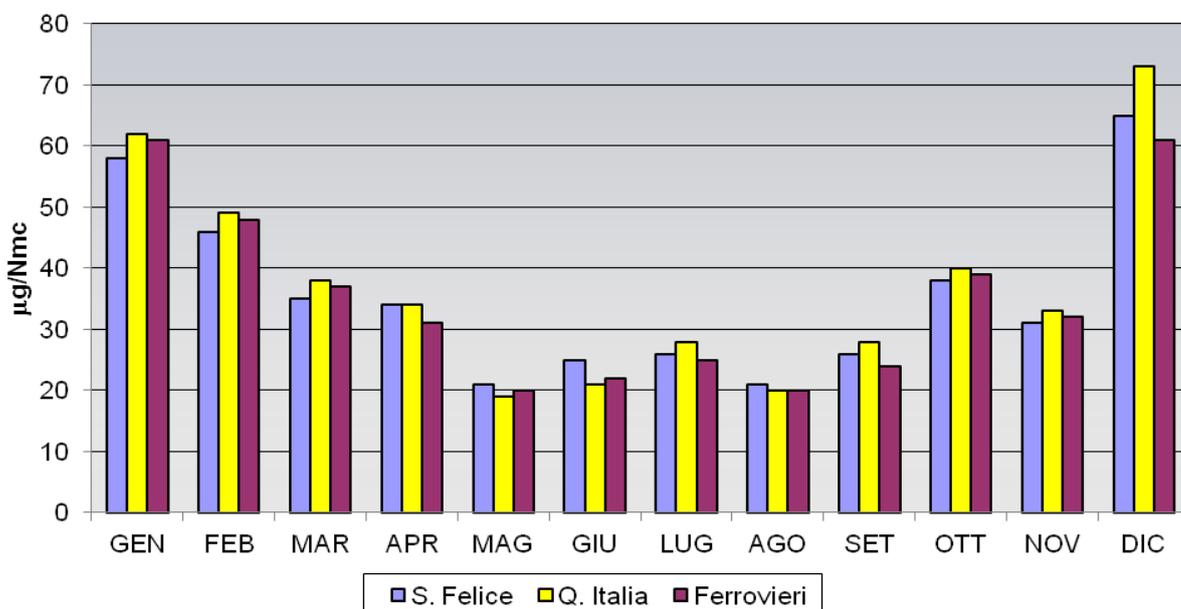


Figura 12 – Provincia di Vicenza - andamento stagionale delle concentrazioni di  $PM_{10}$  rilevate presso le stazioni di San Felice, Q. Italia e Ferrovieri nell'anno 2013 (Fonte dati: La qualità dell'aria in provincia e nel Comune di Vicenza – 2013, ARPA Veneto)

Per tutte le stazioni considerate, si nota come i superamenti del valore limite giornaliero pari a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , si verificano in prevalenza nel periodo invernale. Per quanto riguarda Verona - borgo Milano e Verona - Cason (Figura 11) i mesi più critici sono stati gennaio, e dicembre e in parte febbraio con numerosi superamenti del valore limite giornaliero e concentrazioni medie mensili più elevate. Per entrambe si osserva un medesimo andamento stagionale, sebbene per Cason, i valori medi mensili tra gennaio e maggio risultino più bassi inferiori rispetto a quelli di B.go Milano.

Per quanto riguarda le stazioni di Vicenza - S.Felice, Vicenza-Q.Italia e Vicenza-Ferrovieri, i mesi più critici sono stati gennaio febbraio e dicembre (Figura 12) anche in questo caso con numerosi superamenti del valore limite giornaliero e concentrazioni medie mensili più elevate. Mediamente tra le tre stazioni è Q.Italia a far registrare valori più elevati.

I grafici che seguono (Figura 13 e 14) mostrano l'andamento delle medie annuali sull'asse principale. Sull'asse secondario delle ordinate viene presentato anche il numero di superamenti del limite giornaliero avvenuti durante l'anno analizzato.

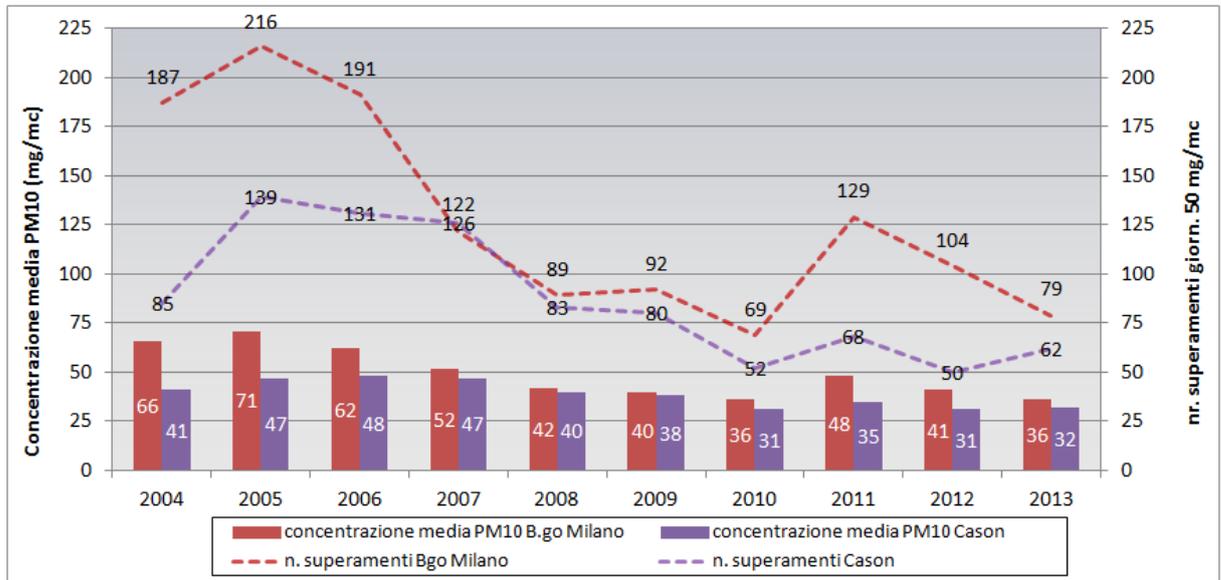


Figura 13 - Comune di Verona, numero di superamenti del limite giornaliero e concentrazione media annua di PM<sub>10</sub> per le stazioni di B.go Milano e Cason, (Fonte dati: La qualità dell'aria in provincia e nel Comune di Verona – 2013, ARPA Veneto).

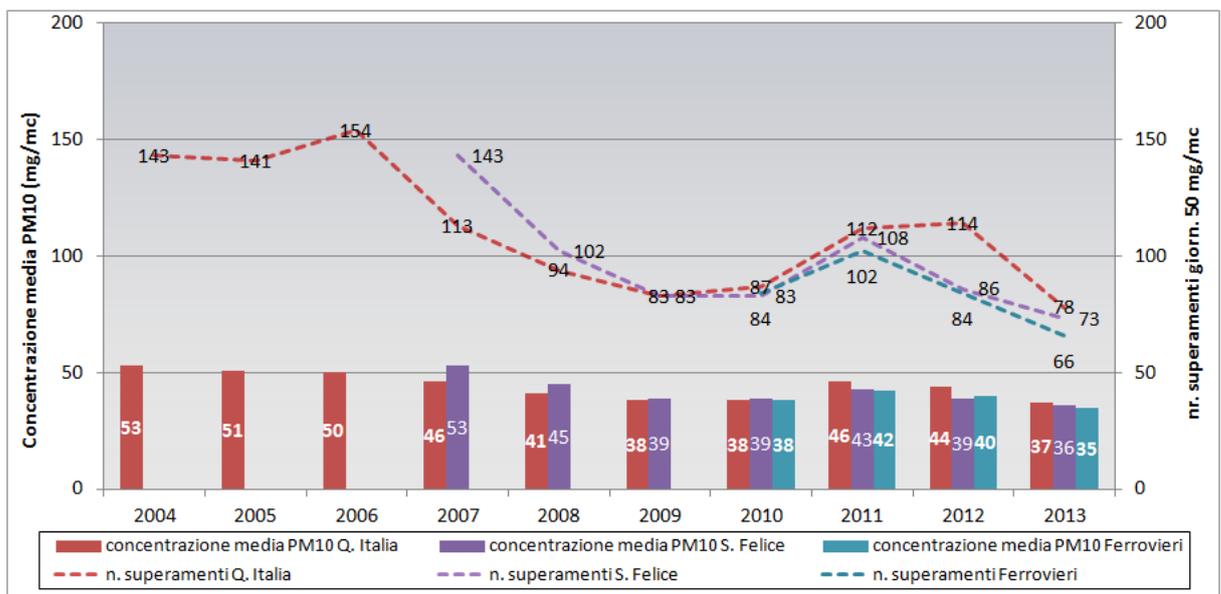


Figura 14 - Comune di Vicenza, numero di superamenti del limite giornaliero e concentrazione media annua di PM<sub>10</sub> per le stazioni di Q.Italia, S.Felice e Ferrovieri (Fonte dati: La qualità dell'aria in provincia e nel Comune di Vicenza – 2013, ARPA Veneto).

Per quanto riguarda le stazioni nel comune di Verona, come si evince dall'analisi della Figura 13, la concentrazione media annua di PM<sub>10</sub> è diminuita negli ultimi anni (2004-2013) passando da valori superiori a 40 µg/m<sup>3</sup> rilevati presso ambedue le stazioni fisse di monitoraggio urbane fra il 2004 e il 2008, a valori inferiori o pari al limite di legge nel periodo 2009-2013. Il 2005 è stato l'anno più critico con un valore medio annuo di PM<sub>10</sub> pari a 71 µg/m<sup>3</sup> e 216 superamenti del valore limite giornaliero misurati a Borgo Milano. I superamenti del limite giornaliero sono diminuiti, ma rimangono ben al di sopra di quanto previsto dalla normativa vigente (non più di 35 in un anno).

Per quanto riguarda le stazioni nel comune di Vicenza, come si evince dall'analisi della Figura 14, la concentrazione media annua di PM<sub>10</sub> è diminuita negli ultimi anni (2006-2010). Analogamente a quanto visto per il Comune di Verona il 2005 è stato l'anno più critico in termini di concentrazione media annua, mentre il 2006 è stato il peggiore per quanto riguarda il numero di superamenti annui del limite giornaliero pari a 154. Dal 2011 al 2013 si osserva una diminuzione dei valori di concentrazione media annuale di PM<sub>10</sub> presso tutte e tre le stazioni. Si osserva anche una flessione del numero dei superamenti del limite giornaliero che comunque permangono al di sopra di quanto previsto dalla normativa vigente.

Quanto appena detto per il 2013 è riassunto dalla Tabella 3. In essa si notano come le concentrazioni medie annuali siano inferiori al relativo limite indicato dalla normativa per tutte e cinque le stazioni considerate. Tuttavia il numero di superamenti giornalieri per tutte le stazioni analizzate supera il limite dei 35 superamenti giornalieri permessi dal D.Lgs 155/2010.

Stazione	Comune	Concentrazione media annua PM <sub>10</sub> [µg/mc]	Numero superamenti annui limite giornaliero
B.go Milano	Verona	36	79
Cason	Verona	32	62
Q. Italia	Vicenza	37	78
S. Felice	Vicenza	36	73
Ferrovieri	Vicenza	35	66

Tabella 3 - Concentrazione media annua e superamenti del valore limite annuale per le stazioni analizzate, periodo 2013.

### 1.2.5 SORGENTI DI INQUINAMENTO ED EMISSIONE

Le sorgenti principali di particolato atmosferico nel Veneto sono legate sia alle fonti naturali sia a quelle antropogeniche.

Per quanto riguarda le fonti naturali si annoverano principalmente le polveri generate per risollevarimento al suolo e trasportate dal vento, aerosol biogenico e le polveri dovute prodotte da incendi boschivi. Le fonti antropogeniche sono legate a diverse attività quali: emissioni da traffico veicolare, utilizzo di combustibili (carbone, oli, legno, rifiuti, rifiuti agricoli), emissioni industriali (cementifici, fonderie, miniere).

Un'indicazione sulla distribuzione spaziale delle emissioni antropogeniche di PM<sub>10</sub> su tutto il territorio del Veneto è riportata nell'immagine seguente (Figura 15) tratta da INEMAR VENETO 2010 - Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera in Regione Veneto, edizione 2010 (ARPAV).

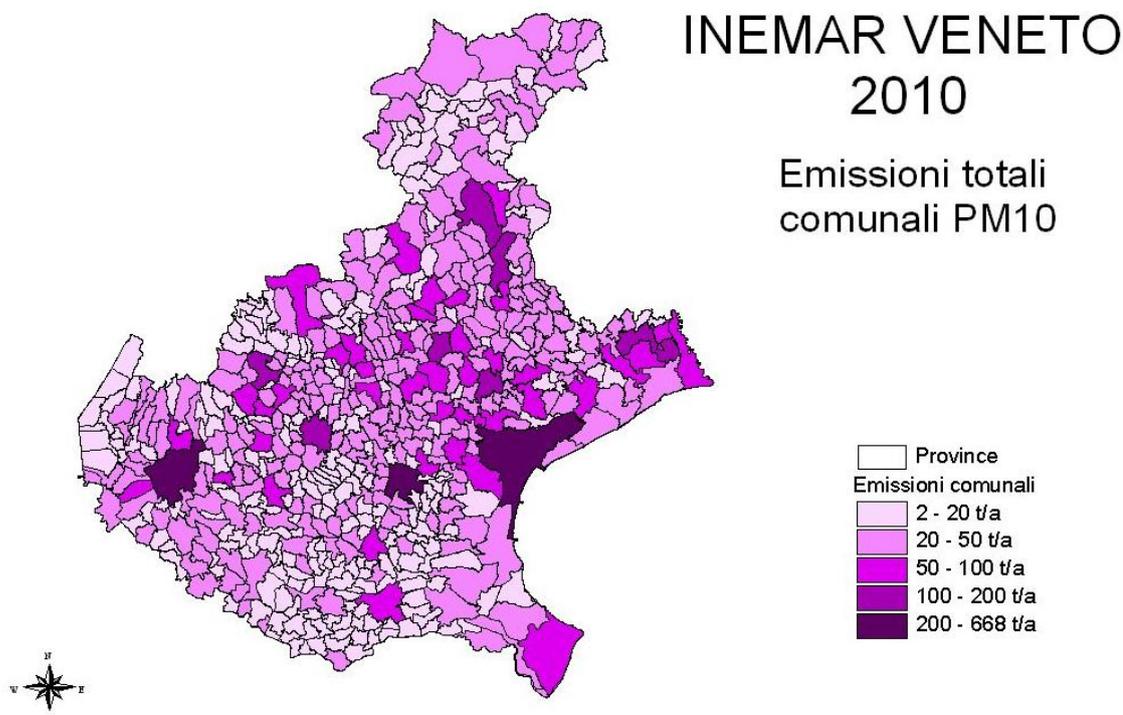


Figura 15 – Emissioni totali di PM<sub>10</sub> (tonn/anno) per il Veneto (Fonte: INEMAR -2010, in revisione esterna).

Lo stesso inventario fornisce le fonti antropogeniche di PM<sub>10</sub> aggregati per ciascuna provincia veneta. La Tabella 4 mostra la ripartizione delle emissioni antropogeniche di PM<sub>10</sub> tra i vari settori per la provincia di Verona mentre la Tabella 5 per la provincia di Vicenza. Per quest'ultima la fonte maggiormente inquinante è quella legata al settore "Combustione non industriale" che è responsabile del 77% di PM<sub>10</sub> immesso in atmosfera, rispetto al 44% per la provincia di Verona.

Per quest'ultima appare significativa la fonte legata al "trasporto su strada" che è responsabile del 29% di PM<sub>10</sub> emesso per l'intera provincia.

SETTORE	PM <sub>10</sub>
1-Produzione energia e trasform. combustibili	0 %
2-Combustione non industriale	44 %
3-Combustione nell'industria	3 %
4-Processi produttivi	3 %
5-Estrazione e distribuzione combustibili	-
6-Uso di solventi	1 %
7-Trasporto su strada	29 %
8-Altre sorgenti mobili e macchinari	6 %
9-Trattamento e smaltimento rifiuti	0 %
10-Agricoltura	13 %
11-Altre sorgenti e assorbimenti	2 %
<b>Totale</b>	<b>100 %</b>

Tabella 4 – Emissioni di PM<sub>10</sub> per il veneto provincia di Verona (Fonte INEMAR 2010).

SETTORE	PM <sub>10</sub>
1-Produzione energia e trasform. combustibili	0 %
2-Combustione non industriale	71 %
3-Combustione nell'industria	1 %
4-Processi produttivi	3 %
5-Estrazione e distribuzione combustibili	-
6-Uso di solventi	0 %
7-Trasporto su strada	17 %
8-Altre sorgenti mobili e macchinari	3 %
9-Trattamento e smaltimento rifiuti	0 %
10-Agricoltura	3 %
11-Altre sorgenti e assorbimenti	1 %
<b>Totale</b>	<b>100 %</b>

Tabella 5 – Emissioni di PM<sub>10</sub> per il veneto provincia di Verona (Fonte INEMAR 2010).

### 1.2.6 RICETTORI

Lungo il territorio interessato dalla realizzazione dell'opera sono stati individuati diversi ricettori discreti per i quali si ipotizza una variazione dello stato della qualità dell'aria a seguito delle emissioni previste durante le fasi costruttive. Di seguito vengono riportate le schede con le caratteristiche degli 8 ricettori individuati.

DATI GENERALI RICETTORE R1	
Componente:	ATMOSFERA
Provincia:	<b>Verona</b>
Comune:	<b>Verona</b>
Indirizzo:	Via Pontara Sandri, 8
Progressiva (Km + metri):	4+950
Coordinate Piane WGS84	N: 5031473.00 m
	E: 662577.00 m
	Fuso: 32 T
Distanza dall'infrastruttura/Cantiere oggetto del monitoraggio:	- da FAL circa 100 m - da CA 1.2 circa 250 m
Tipologia di ricettore:	<b>RESIDENZIALE</b>
MOTIVAZIONE E SENSIBILITÀ RICETTORE R1	
<p>Il punto di indagine è posizionato in corrispondenza di un ricettore vicino al Fronte Avanzamento Lavori (FAL) in particolare prossimo all'area presso cui si prevede la realizzazione dell'imbocco della galleria artificiale. Inoltre a circa 250 m dal ricettore è previsto il Cantiere CA 1.2, quindi il punto in oggetto è potenzialmente impattato dai lavori di realizzazione della linea e dalle attività previste nel cantiere limitrofo.</p>	
INDIVIDUAZIONE GRAFICA RICETTORE	
	

### DATI GENERALI RICETTORE R2

Componente:	ATMOSFERA
Provincia:	<b>Verona</b>
Comune:	<b>San Martino Buon Albergo</b>
Indirizzo:	Via San Domenico, 1
Progressiva (Km + metri):	6+650
Coordinate Piane WGS84	N: 5030455.00 m
	E: 663930.00 m
	Fuso: 32 T
Distanza dall'infrastruttura/Cantiere oggetto del monitoraggio:	- da FAL circa 50 m - da CI 1.4, CO 1.5, CO 1.3 circa 80 m
Tipologia di ricettore:	<b>AGRICOLO - RESIDENZIALE</b>

### MOTIVAZIONE E SENSIBILITÀ RICETTORE R2

Il punto di indagine è posizionato in corrispondenza di un ricettore vicino al Fronte Avanzamento Lavori (FAL) in particolare prossimo all'area presso cui si prevede la realizzazione dello sbocco della galleria artificiale. Inoltre a circa 80 m dal ricettore sono previsti i Cantieri CI 1.4, CO 1.5, CO 1.3, quindi il punto in oggetto è potenzialmente impattato dai lavori di realizzazione della linea e dalle attività previste nei cantiere limitrofi. Inoltre il punto si trova in prossimità di una strada su cui si prevede un incremento del traffico dovuto al transito dei mezzi di cantiere.

### INDIVIDUAZIONE GRAFICA RICETTORE



### DATI GENERALI PUNTO DI MONITORAGGIO R3

Componente:	ATMOSFERA
Provincia:	<b>Verona</b>
Comune:	<b>Zevio</b>
Indirizzo:	Corte Lendinara, 1
Progressiva (Km + metri):	9+650
Coordinate Piane WGS84	N: 5029452.0 m
	E: 666692.0 m
	Fuso: 32 T
Distanza dall'infrastruttura/Cantiere oggetto del monitoraggio:	-dal FAL 70 m circa -da CO 1.6 circa 170 m
Tipologia di ricettore:	<b>AGRICOLO</b>

### MOTIVAZIONE E SENSIBILITÀ RICETTORE R3

Il punto di indagine è posizionato in corrispondenza di un ricettore vicino al Fronte Avanzamento Lavori (FAL) e pertanto potenzialmente impattato dai lavori di realizzazione della linea. Il punto è posizionato in un'area dove è prevista la realizzazione del viadotto Fibbio ed è posto vicino al cantiere CO 1.6.

### INDIVIDUAZIONE GRAFICA PUNTO DI MONITORAGGIO



### DATI GENERALI RICETTORE R4

Componente:	ATMOSFERA
Provincia:	<b>Verona</b>
Comune:	<b>Belfiore</b>
Indirizzo:	Via Bova, 22
Progressiva (Km + metri):	12+525
Coordinate Piane WGS84	N: 5029385.00 m
	E: 669586.00 m
	Fuso: 32 T
Distanza dall'infrastruttura/Cantiere oggetto del monitoraggio:	-dal FAL 100 m circa -dai cantieri CI 2.1 - CO 2.2, CB 2.3 > 110 m
Tipologia di ricettore:	<b>AGRICOLO - RESIDENZIALE</b>

### MOTIVAZIONE E SENSIBILITÀ RICETTORE R4

Il punto di indagine è posizionato in corrispondenza di un ricettore vicino al Fronte Avanzamento Lavori (FAL) e pertanto potenzialmente impattato dai lavori di realizzazione della linea. Il punto è posizionato in un'area dove è prevista la realizzazione di rilevati e un piccolo tratto in trincea. Il punto inoltre è posto vicino ai cantieri CI 2.1- CO2.2, e CB 2.3.

### INDIVIDUAZIONE GRAFICA RICETTORE



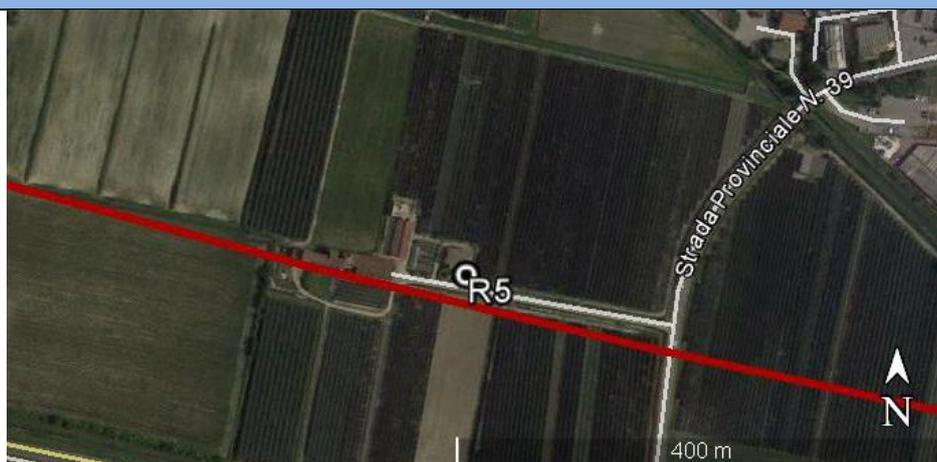
### DATI GENERALI RICETTORE R5

Componente:	ATMOSFERA
Provincia:	<b>Verona</b>
Comune:	<b>Belfiore</b>
Indirizzo:	Via Castelletto, 3
Progressiva (Km + metri):	16+025
Coordinate Piane WGS84	N: 5029014.16 m
	E: 673025.52 m
	Fuso: 32 T
Distanza dall'infrastruttura/Cantiere oggetto del monitoraggio:	- dal FAL 30 m circa - dal CO 2.4 circa 190 m
Tipologia di ricettore:	<b>AGRICOLO - RESIDENZIALE</b>

### MOTIVAZIONE E SENSIBILITÀ RICETTORE R5

Il punto di indagine è posizionato in corrispondenza di un ricettore vicino al Fronte Avanzamento Lavori (FAL) e pertanto potenzialmente impattato dai lavori di realizzazione della linea. Il punto è posizionato in un'area dove è prevista la realizzazione di rilevati. Inoltre è collocato a circa 190 m dal cantiere CO 2.4.

### INDIVIDUAZIONE GRAFICA RICETTORE



### DATI GENERALI RICETTORE R6

Componente:	ATMOSFERA
Provincia:	<b>Verona</b>
Comune:	<b>San Bonifacio</b>
Indirizzo:	Via Fossa Bassa
Progressiva (Km + metri):	21+275
Coordinate Piane WGS84	N: 5028391.00 m
	E: 678225.00 m
	Fuso: 32 T
Distanza dall'infrastruttura/Cantiere oggetto del monitoraggio:	- dal FAL (viadotto) circa 30 m - dal cantiere CO 3.1 circa 180m
Tipologia di ricettore:	<b>RESIDENZIALE</b>

### MOTIVAZIONE E SENSIBILITÀ RICETTORE R6

Il punto di indagine è posizionato in corrispondenza di un ricettore vicino al Fronte Avanzamento Lavori (FAL) alla chilometrica in corrispondenza di cui è prevista la realizzazione del viadotto Alpone e pertanto potenzialmente impattato dai lavori di realizzazione della linea. Inoltre a poca distanza dal punto è previsto il cantiere CO 3.1. Il punto di indagine è posizionato inoltre in corrispondenza della strada Via Circonvallazione e pertanto potenzialmente impattata dall'incremento del traffico di mezzi dovuto alle attività cantieristiche ed alle lavorazioni.

### INDIVIDUAZIONE GRAFICA RICETTORE



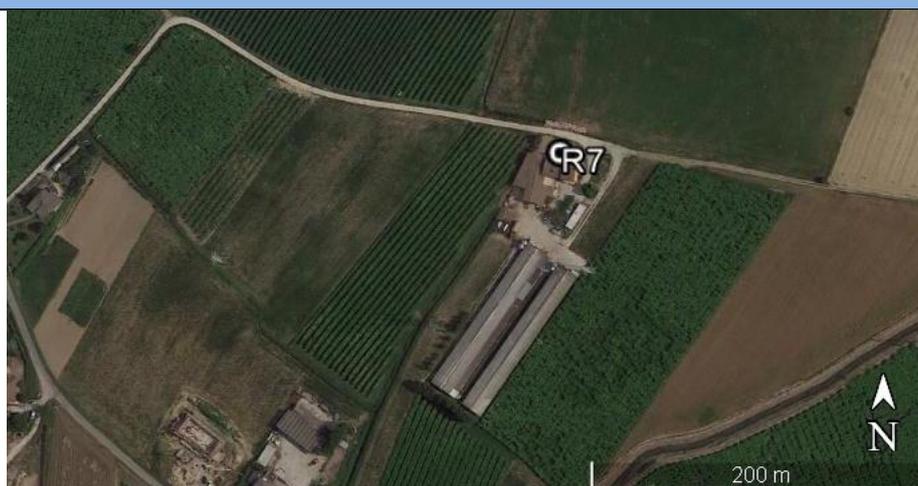
### DATI GENERALI RICETTORE R7

Componente:	ATMOSFERA
Provincia:	<b>Verona</b>
Comune:	<b>San Bonifacio</b>
Indirizzo:	Via delle Bacche
Progressiva (Km + metri):	22+235
Coordinate Piane WGS84	N: 5028354.08
	E: 679297.39 m
	Fuso: 32 T
Distanza dall'infrastruttura/Cantiere oggetto del monitoraggio:	-dal FAL (viadotto) circa 170 m -dal cantiere CI 3.2 - CO 3.3 circa 30 m
Tipologia di ricettore:	<b>AGRICOLO - RESIDENZIALE</b>

### MOTIVAZIONE E SENSIBILITÀ RICETTORE R7

Il punto di indagine è posizionato in corrispondenza di un ricettore vicino al Fronte Avanzamento Lavori (FAL) alla chilometrica in corrispondenza di cui è prevista la realizzazione del viadotto Alpone e pertanto potenzialmente impattato dai lavori di realizzazione della linea. Inoltre a poca distanza dal punto è previsto il cantiere CI 3.2 - CO 3.3.

### INDIVIDUAZIONE GRAFICA RICETTORE



### DATI GENERALI RICETTORE R8

Componente:	ATMOSFERA
Provincia:	<b>Verona</b>
Comune:	<b>San Bonifacio</b>
Indirizzo:	Via Lobia, 19b
Progressiva (Km + metri):	25+625
Coordinate Piane WGS84	N: 5030260.22 m
	E: 682044.46 m
	Fuso: 32 T
Distanza dall'infrastruttura/Cantiere oggetto del monitoraggio:	- dal FAL circa 30 m - dal cantiere CO 3.4, AT 2 circa 30 m
Tipologia di ricettore:	<b>AGRICOLO - RESIDENZIALE</b>

### MOTIVAZIONE E SENSIBILITÀ RICETTORE R8

Il punto di indagine è posizionato in corrispondenza di un ricettore vicino al Fronte Avanzamento Lavori (FAL) e pertanto potenzialmente impattato dai lavori di realizzazione della linea. Il punto è posizionato in un'area dove è prevista la realizzazione di rilevati. Inoltre a poca distanza dal punto è previsto il cantiere CO 3.4 ed AT 2.

### INDIVIDUAZIONE GRAFICA RICETTORE



### 1.3 EFFETTI PREVISTI IN FASE DI COSTRUZIONE

Si prevedono tre macro-tipologie di impatti associate ad altrettante tipologie di attività costruttive:

- Attività costruttive sul fronte avanzamento lavori;
- Attività e lavorazioni interne ai cantieri;
- Attività di realizzazione dei cavidotti.

Per quantificare le emissioni associate alle lavorazioni previste per le diverse tipologie di attività si è fatto riferimento alla documentazione in merito predisposta dall'Agencia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (EPA). In particolare nello studio sviluppato dall'Emission Factor & Inventory Group (EFIG), dal titolo *Compilation of Air Pollutant Emission Factors, AP-42 (Fifth Edition)*, vengono analizzate (capitolo 11 e 13) le emissioni derivanti da sorgenti connesse alle attività di cantiere (tra le quali *Heavy Construction Operations, Unpaved Roads, Concrete Batching,...*).

Tali studi individuano nel particolato l'inquinante di interesse per le attività in esame, in quanto potenzialmente in grado di generare "... un temporaneo impatto sulla qualità dell'aria locale". E' pertanto con riferimento alla sola emissione di particolato, che l'EPA ha sviluppato specifiche indagini per la determinazione dei fattori di emissione.

Le procedure di calcolo dettagliate dei fattori di emissioni di PM<sub>10</sub> per le due macro-attività costruttive saranno oggetto di approfondimento dei successivi paragrafi.

In aggiunta sono state valutate anche le emissioni allo scarico dei mezzi di trasporto ed operativi di CO, NO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub>.

Per il parco mezzi di cantieri si sono valutati i seguenti valori medi delle diverse tipologie di macchine:

	POTENZA (Kw)	PESO (t)
Escavatore	131	21
Livellatrice	102	12
Finitrice	122	18
Fresa	494	34
Pala gommata	193	26
Dumper	364	30
Autocarro	245	9
Bilico	328	19
Perforatrice	238	35

  	<h1>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</h1>				
	<h2>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</h2>				
	Titolo: RELAZIONE SPECIALISTICA ATMOSFERA				
PROGETTO IN0D	LOTTO 01	CODIFICA DI2	DOCUMENTO RHIM0001001	REV. B	. Pag 45 di 121

### 1.3.1 ANALISI DELLE ATTIVITÀ COSTRUTTIVE SUL FRONTE DI AVANZAMENTO LAVORI

Le attività relative al fronte di avanzamento lavori sono tutte quelle attività che riguardano direttamente la realizzazione dell'opera e che quindi si svolgono lungo la linea ferroviaria. Queste attività presentano la caratteristica di essere mobili, ossia si spostano con continuità lungo la linea ferroviaria, man mano che questa viene realizzata. I ricettori presenti lungo il tracciato sono interessati dalle emissioni in atmosfera di queste attività solamente per un periodo di tempo limitato, la cui entità è funzione anche della tipologia costruttiva prospiciente il ricettore.

Questa caratteristica determina una situazione di temporaneità degli impatti.

L'analisi delle attività relative al fronte di avanzamento è stata quindi condotta prendendo in esame separatamente le tipologie costruttive dell'opera e precisamente:

- attività relative alla tipologia rilevato/trincea;
- attività relative alla tipologia viadotto;
- attività relative alla tipologia galleria artificiale.

Per tutte le tipologie costruttive, occorre inoltre considerare le attività richieste per l'esecuzione della sovrastruttura e l'attività relativa al trasporto dei materiali necessari per l'espletamento dei lavori sopra citati.

La caratterizzazione delle sorgenti di particolato con riferimento alle diverse tipologie costruttive individuate consiste nella determinazione delle sorgenti significative, attive in corrispondenza del fronte di avanzamento lavori. Per ciascuna sorgente (fase di lavoro, macchinario, ecc.) viene quindi definito il livello di emissione e la durata/articolazione nel tempo.

Dal punto di vista operativo, nell'area di lavoro per la realizzazione delle opere del fronte di avanzamento lavori, si considera una distribuzione omogenea delle attività e quindi delle emissioni prodotte. Le sorgenti sono perciò state considerate come "areali". A queste si aggiungono le sorgenti costituite dalle attività di trasporto lungo le piste poste lungo la linea in costruzione. Le sorgenti di particolato sono suddivisibili in due tipologie.

- Gas di scarico mezzi: per quanto riguarda le emissioni dai motori, si sono considerati i mezzi d'opera disponibili per ciascuna squadra di lavoro; è stato ipotizzato un certo grado medio di utilizzo nel tempo ed un fattore di contemporaneità riferito al loro funzionamento simultaneo. A quelle dei mezzi in funzione sul fronte di lavoro sono state aggiunte le emissioni dei mezzi per l'approvvigionamento dei materiali.
- Polvere sollevata nei movimenti terra e materiali: per il calcolo dei coefficienti di emissione delle polveri sollevate dalle attività costruttive e dalle attività di trasporto lungo le piste sono state utilizzate, come detto, le relazioni in merito, suggerite dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (E.P.A., AP-42 Infobases, Compilation of air pollutant emission factors) di seguito specificate in dettaglio.

#### 1.3.1.1 RILEVATO/TRINCEA

Per quanto attiene le emissioni prodotte per la costituzione dei tratti della linea ferroviaria in rilevato, sulla base delle attività previste si sono individuate due distinte attività:

- le attività di trasporto, in particolare degli inerti, sulle piste localizzate lungo la linea in costruzione;
- le attività di realizzazione vera e propria dei rilevati.

Di seguito sono indicati i criteri adottati per la stima dei relativi fattori di emissione. Si osserva preliminarmente che per i tratti in trincea si assumono fattori di emissione analoghi a quelli relativi al rilevato in relazione alla similitudine, sotto questo punto di vista, delle due tipologie costruttive. Tale scelta risulta peraltro cautelativa tenendo conto delle condizioni di emissione (in trincea) che limitano la dispersione delle polveri, in particolare di quelle a maggior diametro.

#### ***EMISSIONI SULLE PISTE VERSO IL FRONTE DI AVANZAMENTO DEI LAVORI***

L'attività di trasporto degli inerti al fronte di avanzamento lavori si svolge essenzialmente lungo le piste di cantiere che sono disposte parallelamente all'asse della linea ferroviaria.

La notevole vicinanza tra le piste di cantiere e l'asse della linea ferroviaria ha permesso di localizzare in corrispondenza di quest'ultima anche le emissioni relative all'attività in oggetto. E' stata pertanto considerata una sorgente lineare avente lunghezza pari ad 1 km dall'area di lavorazione. In questo caso per il calcolo del fattore di emissione si sono considerate due tipologie di emissioni di particolato:

- particolato emesso dagli scarichi dei motori dei mezzi in transito;
- particolato sollevato dalle ruote dei mezzi.

PARAMETRI	VALORE
Fattore di emissione camion 20 km/h [g/km]	e = 0.17
Numero di veicoli/ora nel periodo lavoro	V = 15
Numero ore lavorate nella giornata	h = 8
<b>Fattore di Emissione in g/s</b>	<b>E = 0.01</b>

Tabella 6 - Calcolo fattore di emissione particolato generato dai motori dei mezzi sulle piste.

Il fattore di emissione di PM<sub>10</sub> allo scarico è quello riportato sul sito SINANET per il parco veicolare circolante in Italia valutato per il 2013 utilizzando il modello COPERT 4v 10.0 da ISPRA.

Per quanto attiene il sollevamento delle polveri generato dai mezzi in transito sulle piste non pavimentate, si utilizzano le relazioni fornite dall'E.P.A.(1). Il particolato è in questo caso originato dall'azione di polverizzazione del materiale superficiale delle piste, indotta dalle ruote dei mezzi. Le particelle sono quindi sollevate dal rotolamento delle ruote, mentre lo spostamento d'aria continua ad agire sulla superficie della pista dopo il transito. La quantità di particolato è proporzionale al traffico e funzione della velocità dei veicoli, del loro peso, della composizione ed umidità della superficie della pista. L'ipotesi adottata nel calcolo del fattore emissivo è stata quella più cautelativa associata all'assenza di precipitazione.

<sup>1</sup>) Le equazioni a cui, nella presente relazione si fa riferimento sono la (1A) riportata nel capitolo 13 - Miscellaneous Sources – paragrafo 13.2.2. - Unpaved Roads.

PARAMETRI	VALORE
Coefficiente per dimensione particolato ( $lb/VTM^2$ )	k = 1.5
Contenuto in silt della superficie stradale %	s = 13
Peso medio dei veicoli in tonnellate [tonn]	W = 15
<b>Fattore di Emissione in kg/(veic.*km)</b>	<b>e = 0.93</b>
Numero di veicoli/ora nel periodo lavoro	V = 12
Numero ore lavorate nella giornata	h = 8
<b>Fattore di Emissione in g/s per km percorso</b>	<b>E = 1.03</b>

Tabella 7 - Calcolo fattore di emissione particolato sollevato dal transito dei mezzi sulle piste.

### EMISSIONI DALLE ATTIVITÀ DI COSTRUZIONE DEI RILEVATI

In corrispondenza del fronte di avanzamento del rilevato si svolgono diverse attività che possono essere considerate suddivise nelle seguenti fasi temporali:

- sbancamento;
- stesa strati;
- compattazione.

Prendendo come riferimento la sequenza temporale di esecuzione precedentemente presentata a proposito del "rilevato", l'analisi del fronte di avanzamento per questa tipologia è stata basata su di un tratto di linea di lunghezza pari a 600 m rappresentativa di un tratto di linea standard. Tale tratto di linea in costruzione costituisce la zona sorgente di particolato. La zona sorgente nel suo complesso può essere considerata composta da tre segmenti ciascuno dei quali relativo ad una delle fasi di esecuzione previste. E' stato quindi ipotizzato di localizzare in ciascun segmento, ad uguale distanza, le specifiche sorgenti di particolato. Ne derivano 6 sorgenti areali, il cui fattore di emissione è dato dalla somma del particolato sollevato dai movimenti terra e dal particolato emesso dai motori dei macchinari. A scopo esemplificativo in Figura 16

<sup>2</sup>) Lo stesso valore espresso in unità previste dal SI è 0.42 kg/Veic.\*km

è stato riportato lo schema della localizzazione delle sorgenti di particolato nella zona di lavorazione.

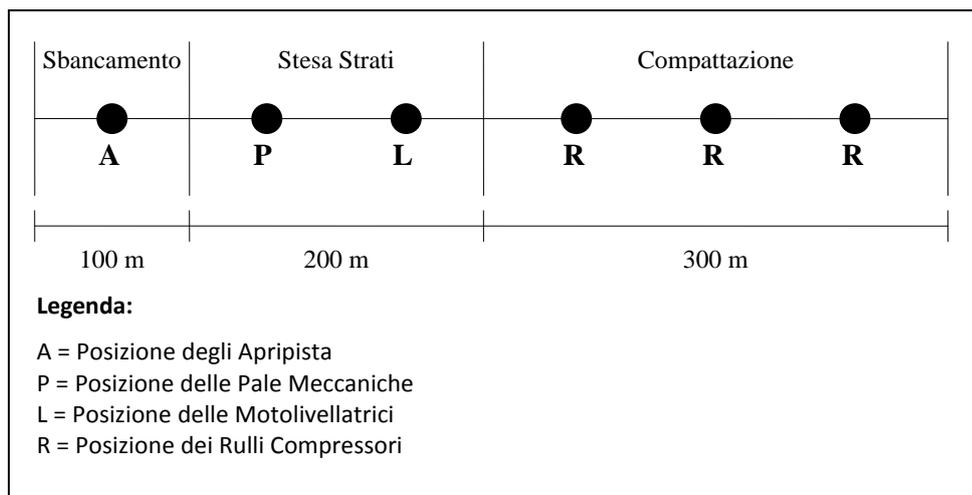


Figura 16 - Schema di costruzione tipologia rilevato.

Sono considerate due tipologie di emissioni di particolato:

- particolato emesso dagli scarichi dei motori dei mezzi d'opera in attività;
- particolato sollevato dai mezzi in attività.

Per quanto riguarda le emissioni dai motori, si sono considerati i mezzi d'opera mediamente utilizzati nelle tre fasi di lavoro sopra indicate; è stato ipotizzato un certo grado medio di utilizzo nel tempo ed un fattore di contemporaneità riferito al loro funzionamento simultaneo.

In base al manuale d'uso Fiat-Hitachi sono stati determinati i consumi medi di carburante (0,22 litri di gasolio per Cvh) riferiti all'unità di potenza impiegata ed all'unità di tempo. Assumendo una potenza media per ciascun mezzo d'opera pari a 120 CV si è pertanto stimato un consumo medio di carburante di circa 26.4 litri/h.

Il valore di emissione specifica per i motori diesel è stato ricavato sulla base dei dati contenuti nel "Progetto Corinair", come di seguito indicato. E' stato inoltre ipotizzato un coefficiente globale di utilizzo dei mezzi previsti pari al 60%, che tiene conto dei tempi di fermo per manutenzione straordinaria e ordinaria, rifornimenti e rabbocchi, operatività al di sotto della potenza massima, simultaneità di funzionamento dei mezzi

presenti. Su queste ipotesi, riassunte nella tabella 8, si sono elaborate le stime delle emissioni prodotte.

PARAMETRI	VALORE
Consumo specifico di gasolio [l/(CV*h)]	c = 0.220
Peso specifico gasolio [kg/l]	ps = 0.825
Potenza media dei mezzi [CV]	CV = 120
Coefficiente di utilizzo	cu = 0.6
Emissione particolato [g/kg gasolio]	g = 9.89
<b>Fattore di emissione per veicoli pesanti [g/s]</b>	<b>e = 0.04</b>
Numero di veicoli nel periodo lavoro	V = 19
Numero ore lavorate nella giornata	h = 8
<b>Fattore di Emissione in g/s nella giornata</b>	<b>E = 0.23</b>

Tabella 8 - Calcolo emissioni particolato da mezzi in attività sul fronte avanzamento lavori - Costruzione rilevati.

Per quanto attiene il sollevamento delle polveri generato dalle lavorazioni sul fronte di avanzamento dei lavori per la realizzazione dei rilevati il particolato è in questo caso originato dall'azione scotico del terreno e successivo riporto, stesa e compattazione del materiale. Le emissioni in questo caso variano sensibilmente nei giorni di lavorazione, in relazione al livello di attività, alle specifiche operazioni condotte, alla superficie in lavorazione, alla percentuale di silt ed all'umidità nel terreno.

Con riferimento alle fasi di lavorazione indicate, si sono adottate le relazioni consigliate per quanto attiene le attività di scotico, riporto/stesa strati e di compattazione facendo riferimento al capitolo 13.2.3 Heavy Construction Operations ed in particolare alla tabella 13.2.3-1 che a sua volta rimanda per le operazioni di scavo, scotico e compattazione al capitolo 11.9 tabella 11.9-2 e 11.9-4 da cui si sono riprese le formule relative alle operazioni di bulldozing e di scavo. Le formule utilizzate sono:

per le operazioni di bulldozing

$$E(kg/h) = 0.75 \cdot \frac{0.45s^{1.5}}{M^{1.4}} \quad \text{dove } s \text{ è il contenuto di silt (\%)} \text{ ed } M \text{ è il contenuto di umidità (\%)}$$

per le operazioni di escavo

$E(kg/m^3) = 0.75 \cdot \frac{0.0029d^{0.7}}{M^{0.3}}$  dove d è l'altezza di caduta (m) ed M è il contenuto di umidità (%).

I valori assegnati ai diversi parametri ed i fattori di emissioni ottenuti sono raccolti nella tabella 9.

Come visto, le emissioni prodotte dalle attività di costruzione rilevati sono state quindi suddivise in 6 sorgenti areali successive (con raggio 40 m), a distanza ciascuna dalla precedente di 100 m.

In Figura 17 è illustrata la disposizione delle sorgenti considerate per il calcolo delle concentrazioni di particolato, in relazione alla realizzazione dei rilevati della linea ferroviaria.

PARAMETRI	VALORE
Contenuto in silt del terreno %	s =10
Contenuto in umidità del terreno %	M =10
<b>Fattore di Emissione in kg/h</b>	<b>e =2.32</b>
Numero di veicoli nel periodo lavoro	V =6
Numero ore lavorate nella giornata	h =6
<b>Fattore di Emissione in g/s nella giornata</b>	<b>E =0.97</b>

Tabella 9 - Calcolo fattore di emissione particolato da attività di costruzione dei rilevati (sbancamento, stesa strati, compattazione).

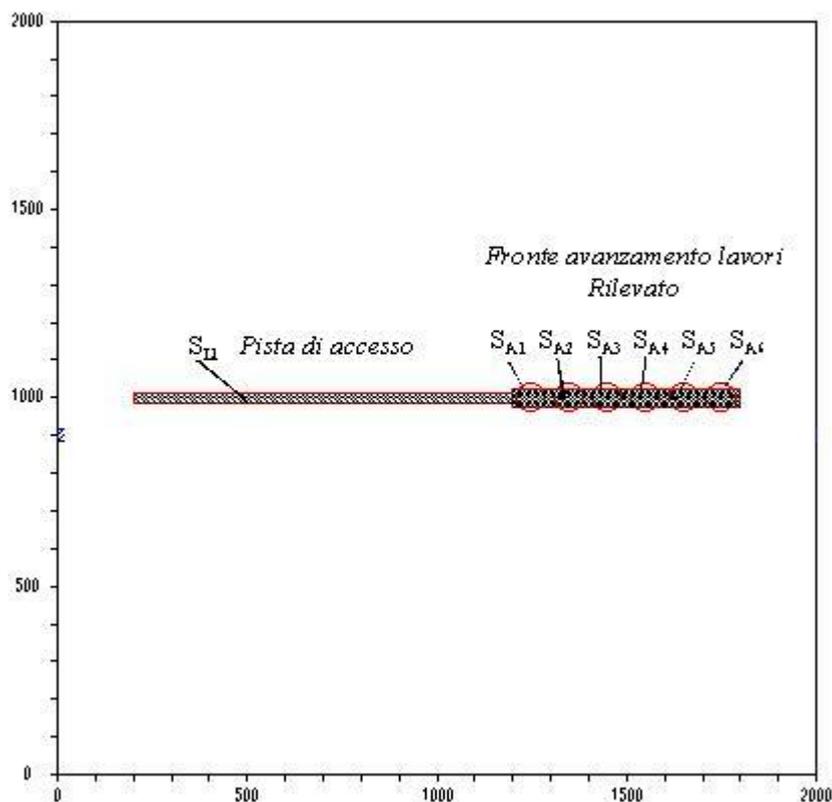


Figura 17 - Sorgenti di particolato connesse alla realizzazione dei rilevati.

### 1.3.1.2 VIADOTTO

Ogni viadotto previsto lungo la tratta è caratterizzato da un tempo di esecuzione e da una modalità di costruzione particolari. Le attività di costruzione del viadotto, infatti, non sono contemporaneamente presenti per tutto il tempo di esecuzione ma si susseguono secondo una determinata sequenza operativa, schematizzabile secondo le seguenti fasi temporali:

- realizzazione dei pali;
- getto delle fondazioni;
- posa in opera delle armature pile;
- getto delle pile e dei pulvini;
- varo dei cassoni.

Ipotizzando che il varo dei cassoni venga effettuato dopo la realizzazione delle pile, la costruzione di un viadotto può essere considerata composta da due fasi:

- realizzazione pali, pile e pulvini;
- varo dei cassoni.

Per quanto attiene le emissioni prodotte per la realizzazione dei tratti della linea ferroviaria in viadotto, sulla base delle attività previste, si sono individuate due distinte attività, ciascuna con propri fattori di emissione:

- le attività di trasporto, in particolare del calcestruzzo e degli inerti, sulle piste localizzate lungo la linea in costruzione;
- le attività di realizzazione vera e propria delle opere d'arte.

Qui di seguito sono indicati i criteri adottati per la stima dei fattori di emissione relativi alla costruzione delle opere, mentre si rimanda a quanto indicato con riferimento ai rilevati per quanto riguarda il fattore di emissione delle attività di trasporto.

#### ***EMISSIONI DALLE ATTIVITÀ DI COSTRUZIONE DEI TRATTI DI LINEA FERROVIARIA IN VIADOTTO***

Lo studio è basato sulla fase temporale che comporta le emissioni di particolato più elevate, ovvero quella relativa alla realizzazione dei pali, delle pile e dei pulvini, prendendo in considerazione un tratto di viadotto avente lunghezza di 600 m.

Per il primo periodo di tempo l'unica attività presente è quella relativa alla realizzazione dei pali. Successivamente verranno predisposte le armature delle fondazioni e delle pile e quindi si provvederà al getto del calcestruzzo.

Vista la produttività prevista per le singole fasi, si è ipotizzato che, eseguiti i pali relativamente ad una lunghezza di viadotto pari a 300 m, si inizierà il getto delle pile e dei pulvini. Nel frattempo saranno realizzati pali per altri 300 m di viadotto e così via sino al termine del viadotto (Figura 18). A questo punto prenderà il via la fase finale relativa al varo dei cassoni.

Sono considerate due tipologie di emissioni di particolato:

- particolato emesso dagli scarichi dei motori dei mezzi d'opera in attività;
- particolato sollevato dai mezzi in attività.

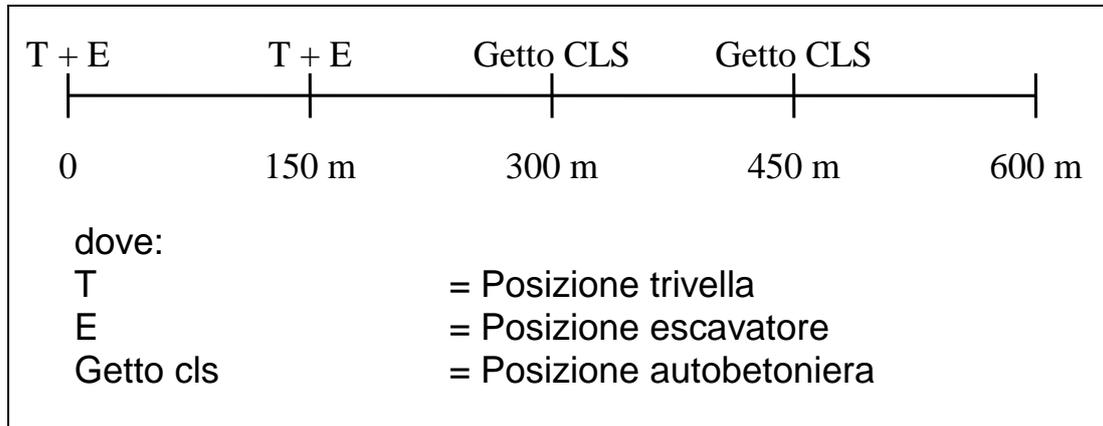


Figura 18 - Schema di costruzione del viadotto.

Con riferimento ai criteri già indicati per le emissioni relative ai motori dei mezzi per la realizzazione dei rilevati, anche in questo caso sono stati conteggiati i macchinari presenti per le diverse squadre. Nella tabella seguente sono indicate le ipotesi assunte ed i fattori di emissione ottenuti.

**SQUADRA PALI**

PARAMETRI	VALORE
Consumo specifico di gasolio [l/(CV*h)]	c = 0.22
Peso specifico gasolio [kg/l]	ps = 0.825
Potenza media dei mezzi [CV]	CV = 120
Coefficiente di utilizzo	cu = 0.6
Emissione particolato [g/kg gasolio]	g = 9.89
<b>Fattore di emissione per veicoli pesanti [g/s]</b>	<b>e = 0.04</b>
Numero di veicoli nel periodo lavoro	V = 6
Numero ore lavorate nella giornata	h = 8
<b>Fattore di Emissione in g/s nella giornata</b>	<b>E = 0.07</b>

Tabella 10 - Calcolo emissioni particolato da mezzi in attività sul fronte avanzamento lavori -  
Costruzione viadotti, Squadra Pali.

### SQUADRA CALCESTRUZZI

PARAMETRI	VALORE
Consumo specifico di gasolio [l/(CV*h)]	c = 0.22
Peso specifico gasolio [kg/l]	ps = 0.825
Potenza media dei mezzi [CV]	CV = 120
Coefficiente di utilizzo	cu = 0.6
Emissione particolato [g/kg gasolio]	g = 9.89
<b>Fattore di emissione per veicoli pesanti [g/s]</b>	<b>e = 0.04</b>
Numero di veicoli nel periodo lavoro	V = 10
Numero ore lavorate nella giornata	h = 8
<b>Fattore di Emissione in g/s nella giornata</b>	<b>E = 0.12</b>

Tabella 11 - Calcolo emissioni particolato da mezzi in attività sul fronte avanzamento lavori -  
Costruzione viadotti, Squadra Calcestruzzi.

Per quanto attiene il sollevamento delle polveri generato dalle lavorazioni sul fronte di avanzamento dei lavori per la realizzazione dei viadotti, si utilizzano le relazioni specificamente elaborate dall'E.P.A e sopra riportate. Sono presenti, in questo caso, due diverse fasi di lavorazioni. La prima, nella quale l'emissione del particolato è originato dall'azione scotico del terreno e dalla successiva trivellazione dei pali; la seconda, di getto dei calcestruzzi, nella quale non si hanno significative emissioni. E' stata inoltre considerata una ulteriore sorgente lineare costituita dalle emissioni, nel tratto di costruzione dei viadotti, prodotte dal transito delle betoniere. Tale flusso, via decrescente verso la testa del fronte, è assunto mediamente pari alla metà del traffico totale sulle piste.

Nella tabella 12 sono indicati i valori assegnati ai parametri che intervengono nelle determinazione del fattore di emissivo ottenuto.

### ESCAVATORE

PARAMETRI	VALORE
Contenuto in silt del terreno %	s = 10
Contenuto in umidità del terreno %	M = 10
<b>Fattore di Emissione in kg/h</b>	<b>e = 2.32</b>
Numero di veicoli nel periodo lavoro	V = 2
Numero ore lavorate nella giornata	h = 6
<b>Fattore di Emissione in g/s nella giornata</b>	<b>E = 0.32</b>

Tabella 12 - Calcolo fattore di emissione particolato da attività di costruzione dei viadotti,  
Escavatore.

### TRIVELLA

PARAMETRI	VALORE
Fattore di Emissione in kg/palo	<b>e = 0.59</b>
Numero di pali/giorno/trivella	n = 2
Numero di trivelle	n = 2
<b>Fattore di Emissione in g/s nella giornata</b>	<b>E = 0.03</b>

Tabella 13 - Calcolo fattore di emissione particolato da attività di costruzione dei viadotti, Trivella.

Le emissioni sopra calcolate, a cui vanno aggiunte le emissioni dei motori dei macchinari, sono suddivise in due sorgenti areali SA3 e SA4 (raggio 40 m) in testa al fronte di avanzamento e distanti 150 m l'una dall'altra. Sono quindi ipotizzate altre due sorgenti areali SA1 e SA2 (sempre di 40 m di raggio e distanti 150 m) corrispondenti alla fase di getto del calcestruzzo, per le quali si considerano le emissioni dei soli motori dei mezzi impiegati.

Come detto è stata infine ipotizzata una ulteriore sorgente lineare SL1 lungo tutto il fronte di attività, per tenere conto del particolato sollevato dalle betoniere e dai mezzi per il trasporto della bentonite. Nella tabella 14 sono indicati i parametri considerati ed il risultato ottenuto.

PARAMETRI	VALORE
Coefficiente per dimensione articolato (lb/VMT)	k = 1.5
Contenuto in silt della superficie stradale %	s = 13
Peso medio dei veicoli in tonnellate [tonn]	W = 15
<b>Fattore di Emissione in kg/(veic.*km)</b>	<b>e = 0.93</b>
Numero di veicoli/ora nel periodo lavoro	V = 5
Numero ore lavorate nella giornata	h = 8
<b>Fattore di Emissione in g/s per km percorso</b>	<b>E = 0.43</b>
Lunghezza cantiere [km]	L = 0.50
<b>Fattore di Emissione [g/s] nella giornata</b>	<b>EI = 0.215</b>

Tabella 14 - Calcolo fattore di emissione particolato sollevato dal transito dei mezzi sull'area di lavoro (betoniere).

In Figura 19 è illustrata la disposizione delle sorgenti considerate per il calcolo delle concentrazioni di particolato in relazione alla realizzazione dei viadotti della linea ferroviaria.

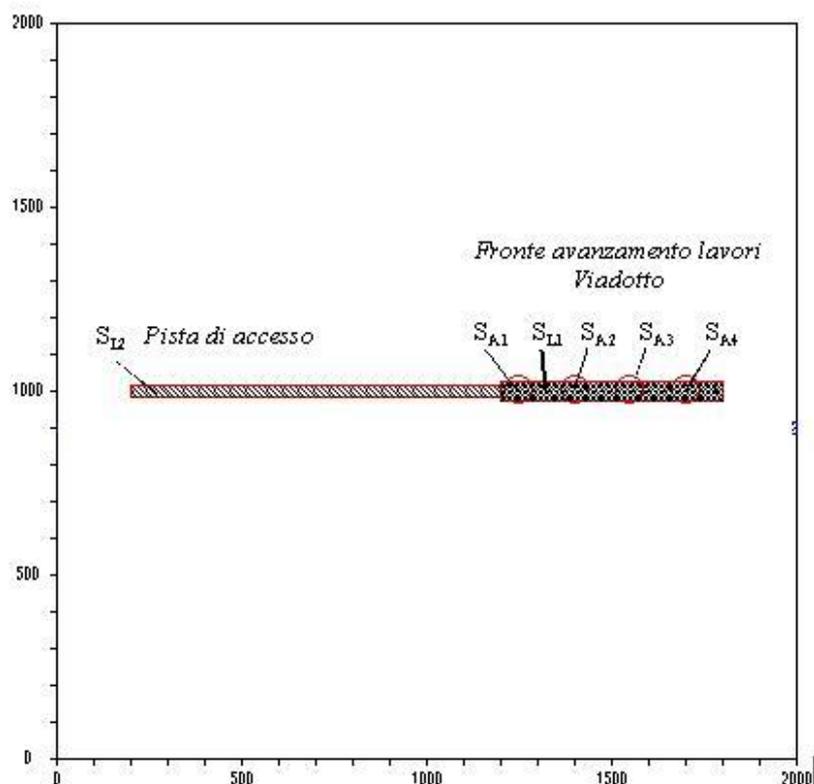


Figura 19 -- Sorgenti di particolato connesse alla realizzazione dei viadotti.

### 1.3.1.3 GALLERIA ARTIFICIALE

Il metodo costruttivo previsto può essere considerato composto da una serie di attività che si susseguono a breve distanza (50 m) l'una dall'altra.

Le attività principali previste sono:

- scavo;
- getto arco rovescio;
- getto piedritti;
- getto copertura;
- ripristino dei luoghi.

Per quanto attiene la stima delle emissioni prodotte per la costituzione del tratto della linea ferroviaria in galleria si sono pertanto individuate due distinte attività, ciascuna con propri fattori di emissione:

- le attività di trasporto, in particolare del calcestruzzo e degli inerti, sulle piste localizzate lungo la linea in costruzione;
- le attività di realizzazione vera e propria delle opere d'arte.

Qui di seguito sono indicati i criteri adottati per la stima dei fattori di emissione relativi alla costruzione delle opere, mentre si rimanda a quanto indicato con riferimento ai rilevati, per quanto riguarda il fattore di emissione delle attività di trasporto.

### **EMISSIONI DALLE ATTIVITÀ DI COSTRUZIONE DEI TRATTI DI LINEA FERROVIARIA IN GALLERIA**

Sono considerate due tipologie di emissioni di particolato:

- particolato emesso dagli scarichi dei motori dei mezzi in attività;
- particolato sollevato dai mezzi in attività.

Con riferimento ai criteri già indicati per le emissioni relative ai motori dei mezzi per la realizzazione dei rilevati, anche in questo caso sono stati conteggiati i macchinari presenti per le diverse squadre. Nella tabella seguente sono indicate le ipotesi assunte ed i fattori di emissione ottenuti.

PARAMETRI	VALORE
Consumo specifico di gasolio [l/(CV*h)]	c = 0.22
Peso specifico gasolio [kg/l]	ps = 0.825
Potenza media dei mezzi [CV]	CV = 120
Coefficiente di utilizzo	cu = 0.6
Emissione particolato [g/kg gasolio]	g = 9.89
<b>Fattore di emissione per veicoli pesanti [g/s]</b>	<b>e = 0.04</b>
Numero di veicoli nel periodo lavoro	V = 8
Numero ore lavorate nella giornata	h = 8
<b>Fattore di Emissione in g/s nella giornata</b>	<b>E = 0.10</b>

Tabella 15 - Calcolo emissioni particolato da mezzi in attività sul fronte avanzamento lavori -

Costruzione gallerie.

Per quanto attiene il sollevamento delle polveri generato dalle lavorazioni sul fronte di avanzamento dei lavori per la realizzazione delle gallerie, si utilizzano le relazioni specificamente elaborate dall'E.P.A e sopra riportate. Sono presenti, in questo caso due diverse fasi di lavorazioni. La prima, nella quale l'emissione del particolato è

originato dall'azione scavo del terreno ed eventuale trivellazione dei pali; la seconda, di getto dei calcestruzzi, nella quale non si hanno significative emissioni.

E' stata inoltre considerata una ulteriore sorgente lineare costituita dalle emissioni, nel tratto di costruzione delle gallerie, prodotte dal transito delle betoniere. Tale flusso, via via decrescente verso la testa del fronte, è assunto mediamente pari alla metà del traffico totale sulle piste. Nelle tabelle seguenti sono indicati i valori assegnati ai parametri che intervengono nella determinazione dei fattori di emissione ed i relativi valori ottenuti.

### ESCAVATORE

PARAMETRI	VALORE	
Contenuto in silt del terreno %	s =	10
Contenuto in umidità del terreno %	M =	10
<b>Fattore di Emissione in kg/h</b>	<b>e =</b>	<b>2.32</b>
Numero di veicoli nel periodo lavoro	V =	2
Numero ore lavorate nella giornata	h =	6
<b>Fattore di Emissione in g/s nella giornata</b>	<b>E =</b>	<b>0.32</b>

Tabella 16 - Fattore di emissione particolato da attività di costruzione di gallerie, Escavatore.

Le emissioni sopra calcolate, a cui vanno aggiunte le emissioni dei motori dei macchinari, sono suddivise in due sorgenti areali SA1 e SA2 (raggio 40 m) in testa al fronte di avanzamento e distanti 50 m l'una dall'altra. E' stata infine ipotizzata una ulteriore sorgente lineare lungo tutto il fronte di attività, per tenere conto del particolato sollevato dalle betoniere. Nella tabella seguente sono indicati i parametri assegnati ed i valori ottenuti. Similmente al caso precedente si sono considerati nulli i giorni con precipitazione al fine di rendere più conservativi e cautelativi i risultati.

In

Figura 20 è illustrata la disposizione delle sorgenti considerate per il calcolo delle concentrazioni di particolato, in relazione alla realizzazione delle gallerie della linea ferroviaria.

PARAMETRI	VALORE
Coefficiente per dimensione articolato (lb/VMT)	k = 1.5
Contenuto in silt della superficie stradale %	s = 13
Peso medio dei veicoli in tonnellate [tonn]	W = 15
<b>Fattore di Emissione in kg/(veic.*km)</b>	<b>e = 0.93</b>
Numero di veicoli/ora nel periodo lavoro	V = 5
Numero ore lavorate nella giornata	h = 8
<b>Fattore di Emissione in g/s per km percorso</b>	<b>E = 0.43</b>
Lunghezza cantiere [km]	L = 0.10
<b>Fattore di Emissione [g/s] nella giornata</b>	<b>EI = 0.043</b>

Tabella 17 - Calcolo fattore di emissione particolato sollevato dal transito dei mezzi sull'area di lavoro (betoniere).

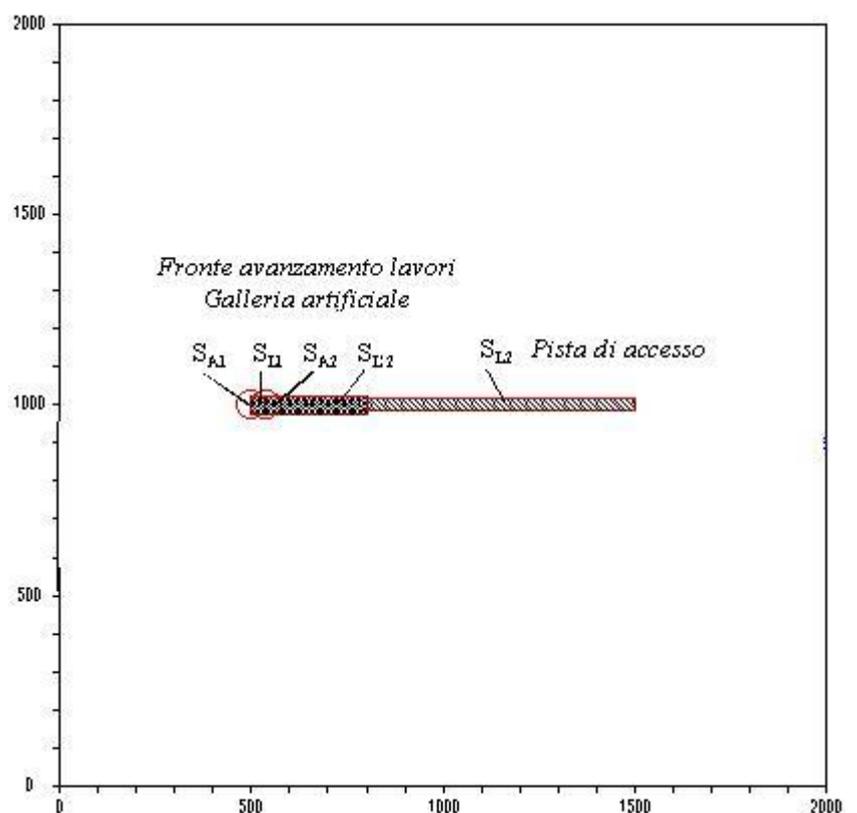


Figura 20 - Sorgenti di particolato connesse alla realizzazione delle gallerie.

### 1.3.2 ANALISI DELLE ATTIVITÀ NELLE AREE DI CANTIERE

Per la realizzazione della linea AV/AC Verona - Padova, 1° Sublotto Verona – Montebello Vicentino, sono previsti cantieri articolati in:

- cantiere base,
- cantiere operativo ed area tecnica.
- cantieri armamento - aree di stoccaggio – tecnologie.

La seguente tabella illustra i cantieri previsti nel Sublotto analizzato e le attività ad essi connesse.

CANTIERE	DENOMINAZIONE	PROGR	STOCC. MATERIALI	IMP. BETONAGGIO	IMPIANTO PREF.	AREA OPERATIVA ANNESSA
CB 1.1 (Sede Tronco)	Campo Base Verona Est	3.500				
CA 1.2	Cantiere Armamento S.Martino	4.300				
CT 1	Cantiere Tecnologico S.Martino	5.000				
CO 1.3	Cantiere Operativo S.Martino	6.700	X			
CI 1.4	Cantiere Industriale S.Martino	6.800	X	X		CO 1.5
CO 1.6	Cantiere Operativo Fibbio	9.400	X			
CI 2.1	Cantiere industriale Belfiore	12.700	X			CO 2.2
CB 2.3	Campo Base Belfiore	12.900				
CO 2.4	Cantiere Operativo Belfiore	15.700	X			
CO 3.1	Cantiere Operativo Alpone	21.000	X	X	X	
CI 3.2	Cantiere Industriale Bonifacio	22.400	X	X		CO 3.3
CO 3.4	Cantiere Operativo Bonifacio	25.700	X			
CB 3.5	Campo Base Lonigo	29.000				
CB 5.2 (Sede Consorzio + Sede Tronco)	Campo Base Vicenza Fiera	46.000				

Tabella 18 - Cantieri previsti nel 1° Sublotto, tratta Verona - Montebello Vicentino.

Le potenziali emissioni relative alle aree di cantiere posti lungo il tracciato sono funzione delle attività in esse previste. Per tutte le tipologie di cantiere sono previste due fasi comuni:

- la fase di preparazione;

- la fase di smantellamento.

Le fonti di particolato che possono inficiare lo stato dell'atmosfera sono, la fase di preparazione prevede lo scotico del terreno, la rimozione di eventuale vegetazione e arbusti presenti, e la preparazione dei piazzali e della viabilità interna di cantiere attraverso la stesa di uno strato di misto stabilizzato. Il terreno vegetale di scotico viene accumulato nei pressi del cantiere in vista di un suo riuso nella fase finale di ripristino. Nel ripristino delle condizioni iniziali saranno ripercorse a ritroso tutte le lavorazioni sopra individuate.

Per quanto detto, nella fase di allestimento e smantellamento del cantiere si può cautelativamente assumere un numero di macchinari movimento terra simile a quello previsto per la realizzazione dei rilevati lungo un tratto elementare del fronte avanzamento lavori. I valori ottenuti per la realizzazione dei rilevati costituiscono un'indicazione cautelativa circa le potenziali concentrazioni di polveri generate dai cantieri, nelle fasi più gravose (allestimento/smantellamento del cantiere).

Nei periodo di attività di cantiere sono invece previste attività caratterizzate da emissioni legate alle specifiche attività di ciascun cantiere. La metodologia che di seguito viene descritta è applicabile ad ogni cantiere in funzione di specifici parametri cantiere-dipendenti.

La metodologia impiegata per calcolare le emissioni di PM<sub>10</sub> legate alle attività di cantiere durante le lavorazioni, è simile a quella adottata per la stima delle emissioni del F.A.L..

In particolare per ogni cantiere è stata individuata una sorgente lineare di PM<sub>10</sub> legata al risollevarimento di polveri su viabilità non pavimentata ed alle emissioni sulla viabilità legate al particolato prodotto dai motori.

Impiegando l'inventario EPA *Compilation of Air Pollutant Emission Factors, AP-42*, ed assumendo un peso medio dei veicoli circolanti pari a 15 tonn, è stata stimata l'emissione giornaliera per chilometro di pista percorsa, come mostrato nelle seguenti tabelle.

PARAMETRI	VALORE
Fattore di emissione camion 20 km/h [g/km]	e = 0.17
Numero di veicoli/ora nel periodo lavoro	V = 12
Numero ore lavorate nella giornata	h = 8
<b>Emissione in g/s per km percorso</b>	<b>E<sub>mot</sub> = 0.008</b>

Tabella 19 – Emissione giornaliera [g/s per km] di polveri emessa dai motori.

Inquinante – PM <sub>10</sub>	VALORE
Coefficiente adimensionale legato alla granulometria della polvere sollevata	k = 1.5
Contenuto in silt della superficie stradale %	s = 4
Peso medio dei veicoli in tonnellate [tonn]	W = 15
<b>Fattore di Emissione in kg/(veic.*km)</b>	<b>e = 0.351</b>
Lunghezza complessiva del tratto di pista considerato (1 km)	l = 1 km
Numero transiti giornalieri	n = 12 V*8h = 96
<b>Emissione g/s per km percorso</b>	<b>E<sub>pav</sub> = 0.39</b>

Tabella 20 – Emissione [g/s per km] di polveri per sollevamento per transito mezzi: viabilità non pavimentata.

La sorgente lineare di ciascun cantiere avrà un fattore di emissione calcolato come:

$$E(i)_{lin}[g/s] = (E_{mot} + E_{pav}) * L(i)$$

Dove L(i) rappresenta la lunghezza della pista in km.

Oltre alla sorgente lineare dovuta alla circolazione dei mezzi pesanti nelle viabilità interne al cantiere, è stata prevista una ulteriore sorgente emissiva volumetrica, legata alle attività specifiche del cantiere in esame. Esse possono essere:

- Movimentazione/Carico/Scarico materiali polverosi e pietrosi;
- Particolato emesso dai motori dei mezzi d'opera (betonaggio ecc.).

Per quanto riguarda le emissioni dovute ad operazioni di movimentazione/carico/scarico di materiali polverosi si è fatto riferimento alla sezione 13.2.4 del rapporto dell'EPA che riporta le emissioni totali per le seguenti attività: carico, traffico di mezzi nell'area di stoccaggio, erosione del vento e scarico.

Tale procedura comprende anche le emissioni dovute all'azione del vento sui cumuli di materiale stoccato. Tale contributo è stato, comunque, stimato utilizzando le formule riportate al capitolo 1.4 delle "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di

materiali polverulenti” dell'ARPAT. Il fattore di emissione risultante è dell'ordine di  $10^{-5}$  kg/m<sup>2</sup> che, come detto, è contenuto in quello globale stimato dalle relazioni dell'EPA. L'emissione giornaliera emessa per tonnellata di materiale movimentato è stata calcolata come mostrato nella seguente tabella.

Inquinante – PM <sub>10</sub>	VALORE
<b>Fattore di Emissione in [kg/tonn]</b>	<b>e = 7.1*10-5</b>
Quantità di materiale trattato giornalmente [tonn]	Q = 1
<b>Emissione giornaliera [kg*tonn]</b>	<b>E<sub>mat</sub> = 7.1*10-5</b>

Tabella 21 - Emissione Polveri [kg\*tonn] legata all'attività di carico/scarico/movimentazione materiali.

Per quanto riguardano le emissioni prodotte dai mezzi d'opera è stata calcolato il fattore di emissione (EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013) per 1 kW di potenza impiegato, in accordo con quanto mostrato nella seguente tabella..

Inquinante – PM10	VALORE
Fattore di emissione specifico [g/kWh]	e = 0.3
Potenza complessiva dei mezzi utilizzati [kW]	P = 1
<b>Fattore di Emissione unitario [g/h]</b>	<b>fe = 0.3</b>
Durata giornaliera emissione [h]	t = 10
<b>Emissione giornaliera [kg*kW]</b>	<b>E<sub>mez</sub> = 0.003</b>

Tabella 22 - Emissione di polveri [kg\*kW] prodotta dai motori dei mezzi d'opera.

Per ciascun i-esimo cantiere è possibile calcolare il fattore di emissione giornaliero della sorgente volumetrica equivalente che comprende sia le emissioni dei mezzi d'opera sia le emissioni dovute alla movimentazione del materiale, in accordo con:

$$E(i)_{vol} [kg] = E_{mez} * P(i)_{tot} + E_{mat} * Q(i)_{tot}$$

dove  $P(i)_{tot}$  ed  $Q(i)_{tot}$  rappresentano rispettivamente la Potenza complessiva dei mezzi utilizzati e la quantità giornaliera complessiva di materiale movimentato. Naturalmente in caso assenza di una delle due attività basterà porre a zero il relativo fattore  $P(i)_{tot}$  o  $Q(i)_{tot}$ .

Di tutti i cantieri presentati in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** sono stati analizzati solamente quelli che presentano attività di stoccaggio e/o betonaggio perché

maggiormente impattanti. Nel caso di cantieri adibiti allo stoccaggio di fanghi, ed alle terre/vegetali si è dimezzato il valore della portata che può generare particolato. Per i cantieri adibiti esclusivamente allo stoccaggio di fanghi la portata è stata posta pari a  $Q(i)_{tot}=0$ , per indicare l'assenza di produzione di particolato durante l'operazioni di carico e scarico fanghi.

Per ogni cantiere analizzato si riportano nelle seguenti tabelle i valori dei parametri  $P(i)_{tot}$ ,  $Q(i)_{tot}$ ,  $N(i)_{tot}$ ,  $L(i)$  e i relativi fattori di emissione calcolati in accordo con quanto riportato in precedenza.

### Cantiere Armamento S.Martino - CA 1.2

Parametri	Valori
$P(i)_{tot}$ [kWh]	1975
$Q(i)_{tot}$ [tonn]	2880
$N(i)_{tot}$ [veic./giorno]	96
$E(i)_{eqv}$ [g/s]	0.056
$E(i)_{lin}$ [g/s]	0.159

### Cantiere Operativo S.Martino - CO 1.3

Parametri	Valori
$P(i)_{tot}$ [kWh]	1975
$Q(i)_{tot}$ [tonn]	1440
$N(i)_{tot}$ [veic./giorno]	96
$L(i)$ [km]	0.1
$E(i)_{eqv}$ [g/s]	0.042
$E(i)_{lin}$ [g/s]	0.161

### Cantiere Industriale S.Martino - CI 1.4, CO 1.5

Parametri	Valori
$P(i)_{tot}$ [kWh]	2044
$Q(i)_{tot}$ [tonn]	-
$N(i)_{tot}$ [veic./giorno]	96
$L(i)$ [km]	0.1
$E(i)_{eqv}$ [g/s]	0.056
$E(i)_{lin}$ [g/s]	0.096

Cantiere Operativo Fibbio - CO 1.6

Parametri	Valori
<b>P(i)<sub>tot</sub> [kWh]</b>	1975
<b>Q(i)<sub>tot</sub> [tonn]</b>	-
<b>N(i)<sub>tot</sub> [veic./giorno]</b>	96
<b>L(i) [km]</b>	0.1
<b>E(i)<sub>eqv</sub> [g/s]</b>	0.054
<b>E(i)<sub>lin</sub> [g/s]</b>	0.072

Cantiere industriale Belfiore - CI 2.1, CO 2.2

Parametri	Valori
<b>P(i)<sub>tot</sub> [kWh]</b>	1975
<b>Q(i)<sub>tot</sub> [tonn]</b>	-
<b>N(i)<sub>tot</sub> [veic./giorno]</b>	96
<b>L(i) [km]</b>	0.1
<b>E(i)<sub>eqv</sub> [g/s]</b>	0.054
<b>E(i)<sub>lin</sub> [g/s]</b>	0.080

Cantiere Operativo Belfiore - CO 2.4

Parametri	Valori
<b>P(i)<sub>tot</sub> [kWh]</b>	1975
<b>Q(i)<sub>tot</sub> [tonn]</b>	1440
<b>N(i)<sub>tot</sub> [veic./giorno]</b>	96
<b>L(i) [km]</b>	0.1
<b>E(i)<sub>eqv</sub> [g/s]</b>	0.055
<b>E(i)<sub>lin</sub> [g/s]</b>	0.119

Cantiere Operativo Alpone - CO 3.1

Parametri	Valori
<b>P(i)<sub>tot</sub> [kWh]</b>	2124
<b>Q(i)<sub>tot</sub> [tonn]</b>	1440
<b>N(i)<sub>tot</sub> [veic./giorno]</b>	96
<b>L(i) [km]</b>	0.1
<b>E(i)<sub>eqv</sub> [g/s]</b>	0.060
<b>E(i)<sub>lin</sub> [g/s]</b>	0.04

Cantiere Industriale Bonifacio - CI 3.2, CO 3.3

Parametri	Valori
<b>P(i)<sub>tot</sub> [kWh]</b>	2044
<b>Q(i)<sub>tot</sub> [tonn]</b>	-
<b>N(i)<sub>tot</sub> [veic./giorno]</b>	96
<b>L(i) [km]</b>	0.1
<b>E(i)<sub>eqv</sub> [g/s]</b>	0.056
<b>E(i)<sub>lin</sub> [g/s]</b>	0.107

### Cantiere Operativo Bonifacio - CO 3.4

Parametri	Valori
<b>P(i)<sub>tot</sub> [kWh]</b>	1975
<b>Q(i)<sub>tot</sub> [tonn]</b>	1440
<b>N(i)<sub>tot</sub> [veic./giorno]</b>	96
<b>L(i) [km]</b>	0.1
<b>E(i)<sub>eqv</sub> [g/s]</b>	0.055
<b>E(i)<sub>lin</sub> [g/s]</b>	0.119

### 1.3.3 ANALISI DELLE ATTIVITÀ NELLE AREE DI CAVE

Per il fabbisogno di inerti si utilizzeranno le cave di mercato e un Sito di Produzione con sistemazione finale a bacino irriguo, poso a nord-est dell'abitato del comune di Zevio.

Gli impatti relativi alla componente atmosfera sono quindi:

- attività di scavo nel bacino irriguo;
- trasporto inerti dai punti di produzione ai cantieri.

Per quanto riguarda il bacino irriguo in località Zevio l'intervento verrà realizzato su un'area di superficie complessiva pari a circa 72 ha e quote altimetriche comprese tra 28÷30 m s.l.m.

Per una stima delle emissioni in atmosfera si sono utilizzate le formule per le operazioni di scotico, scavo, di carico scarico di mezzi di trasporto e di emissioni da trasporto su piste non asfaltate.

Per quanto attiene le attività di scotico e scavo si sono utilizzate le formule riportate nel capitolo 11.9 Western Surface Coal Mining dell'EPA e in particolare alla tabella 11.9-2 da cui si sono riprese le formule relative alle operazioni di bulldozing e di scavo.

Le formule utilizzate sono:

per le operazioni di bulldozing:

$$E(kg/h) = 0.75 \cdot \frac{0.45s^{1.5}}{M^{1.4}}$$

dove s è il contenuto di silt (%) ed M è il contenuto di umidità (%).

Per le operazioni di escavo:

$$E(\text{kg}/\text{m}^3) = 0.75 \cdot \frac{0.0029d^{0.7}}{M^{0.3}}$$

dove d è l'altezza di caduta (m) ed M è il contenuto di umidità (%)

Per quanto riguarda le emissioni dovute alle operazioni di movimentazione/carico/scarico di materiali polverosi si è fatto riferimento alla sezione 13.2.4 Aggregate Handling and Storage Piles sempre dell'EPA che stima le emissioni totali per le seguenti attività: carico, traffico di mezzi nell'area di stoccaggio, erosione del vento e scarico attraverso la relazione:

$$E(\text{kg}/\text{t}) = k \cdot 0.0016 \cdot \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$$

dove k=0.35; U = velocità del vento (m/s) e M = contenuto di umidità (%).

Per le emissioni dei mezzi da cantiere si sono utilizzati i fattori di emissione medi riportati nel data base dell'AQMD utilizzando dei valori medi per categorie aggiornati al 2015 che sono riportati di seguito.

Tabella Fattori di emissione allo scarico delle macchine di cantiere [kg/hr]

Macchina	CO	NOX	SOX	PM
Escavatori	0,236	0,334	0,001	0,017
Livellatrici	0,267	0,441	0,001	0,022
Ruspe	0,425	0,929	0,001	0,038
Dumpers	0,326	0,679	0,0008	0,032
Bulldozer	0,208	0,353	0,0005	0,019

Infine per il risollevarimento polveri da piste non asfaltate si è utilizzata l'equazione riportata in EPA 13.2.2 Unpaved Roads

$$E(g/VKT) = k \cdot 281.9 \cdot \frac{\left(\frac{s}{12}\right)^a}{\left(\frac{W}{3}\right)^b}$$

dove k=1.5; s contenuto in silt (%) e W = peso medio veicoli (t).

Come base di calcolo si sono assunti i seguenti valori: M=10%, s=10%, U=2m/s, e W= 20 t e un quantitativo di materiale inerte pari a 3Mm<sup>3</sup>.

Sulla base di questi dati si è valutata l'emissione totale per ogni inquinante che è stata attribuita come emissione areale al modello di calcolo assumendo ripartita sulle 8 ore lavorative.

I risultati sono riportati in termini di mappe di isolivello per il PM10 e di tabella di impatto per CO, NO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub>.

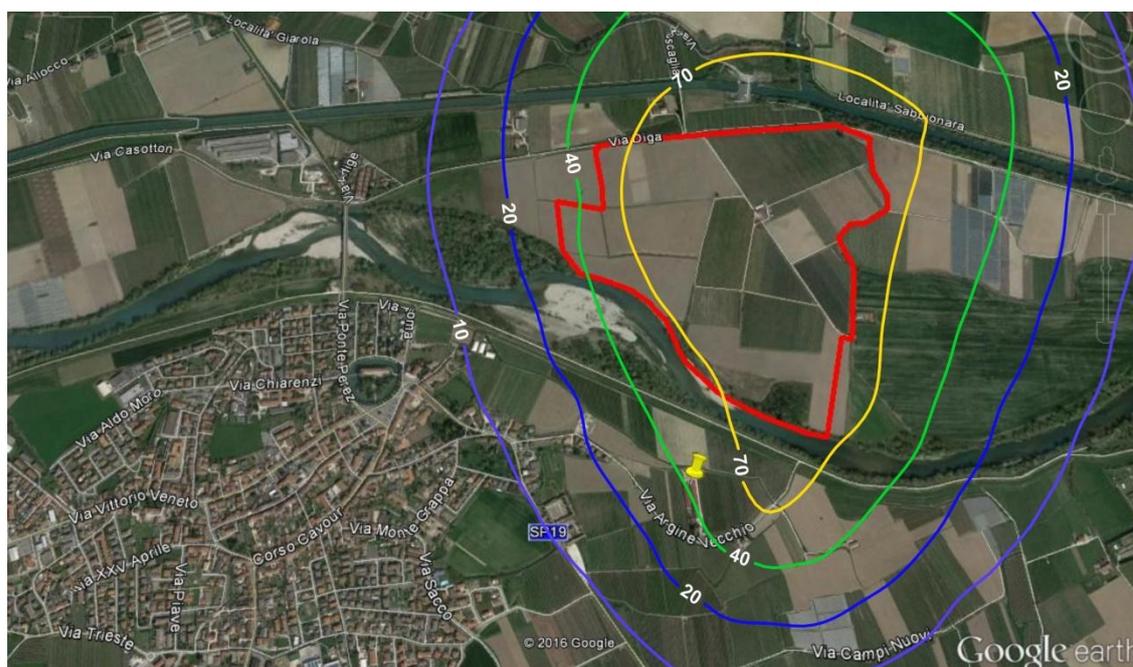


Figura PM<sub>10</sub> Valori massimi della media giornaliera. Bacino irriguo località Zevio

Tabella Impatto su recettore bacino irriguo Zevio

Ricettore	PM10	CO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
	Media 24 h [µg/m <sup>3</sup> ]	Media mobile 8 h [mg/m <sup>3</sup> ]	Media 1h [µg/m <sup>3</sup> ]	Media 24h [µg/m <sup>3</sup> ]
ATM-M2-ZE-002	40	0.012	8,5	0,04

### 1.3.4 ANALISI DELL'IMPATTO DOVUTO AL TRASPORTO DEGLI INERTI.

Il traffico dei mezzi di trasporto associato al trasporto degli inerti dalle cave ai cantieri determina lungo i rispettivi percorsi emissioni in atmosfera dovute alle emissioni allo scarico alla risospensione delle polveri.

Per valutare le emissioni allo scarico si sono utilizzati i fattori medi di emissione per il parco veicolare circolante in Italia valutati per il 2013 utilizzando il modello COPERT 4v 10.0 da ISPRA e riportati sul sito SINANET che risultano pari a:

Tabella Fattori di emissione [g/km] veicoli pesanti (valori medi parco italiano)

Inquinante	Urbano	Extra urbano	Autostrada
CO	2,40	1,30	1,31
NOx	8,30	4,96	4,75
NO2	0,99	0,60	0,58
PM10	0,29	0,17	0,15
SO2	0,0041	0,0027	0,0027

I fattori di emissione per la stima delle emissioni da risospensione polveri sono stati valutati utilizzando la formula riportata nel capitolo 13.2.1 Paved Roads del rapporto :

$$E(g/VKT) = [k \cdot (sL)^{0.91} (W)^{1.02}] \cdot (1 - 1.2 P/N)$$

dove k=0.62; sL = limo 0.05 (%); W = peso medio veicoli (t); P/N = frazione di ore con piovosità maggiore di 0.254 mm/h.

Come base di calcolo si sono assunti i seguenti valori: sL = 0.05 (%); W = 20 (t); P/N =0.1.

La simulazione modellistica dell'impatto delle emissioni è stata effettuata assumendo i tratti stradali come delle sorgenti lineari.

L'impatto viene riportato in forma tabellare per i diversi inquinanti in funzione della distanza dal ciglio stradale.

Distanza dalla sede stradale [m]	PM10	CO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
	Media 24 h [µg/m <sup>3</sup> ]	Media mobile 8 h [mg/m <sup>3</sup> ]	Media 1h [µg/m <sup>3</sup> ]	Media 24h [µg/m <sup>3</sup> ]
20	4.5	0.074	15,9	0,08
50	3.1	0.051	10,9	0,06
100	2.2	0.036	7,8	0,04
200	0.9	0.015	3,2	0,02

Tabella impatto traffico trasporto inerti – valori massimi

### 1.3.3 ANALISI DELLE ATTIVITÀ PER LA REALIZZAZIONE DEGLI ELETTRODOTTI

Gli elettrodotti previsti nel progetto sono di due tipologie:

- Elettrodotti aerei
- Cavidotti

In entrambi i casi la costruzione degli elettrodotti avviene attraverso la installazione di "micro-cantieri" (area interessata mediamente di circa 80 x 40 m) le cui attività si svolgono in due fasi distinte: la prima comprende le operazioni di scavo, e realizzazione delle opere di sostegno/contenimento dei cavi elettrici e la seconda, rappresentata dallo stendimento dei cavi in terra o sui sostegni. In entrambi i casi un certo impatto sulla componente atmosfera si può determinare solo durante la prima fase.

Dai dati di progetto risulta che per gli elettrodotti è previsto un volume di scavo di circa 7.150 m<sup>3</sup> su una lunghezza di 7630 m; per il cavidotto interrato, che verrà realizzato tra la sottostazione elettrica TERNA "Dugale" ubicata in Comune di Arcole (VR), e la futura sottostazione elettrica AV/AC 132kV di Locara che sarà realizzata nel Comune di San Bonifacio (VR), si prevedono circa 10.500 m<sup>3</sup> di volume di scavo per una lunghezza di 4285 m. Il rapporto quindi volume di scavo

per metro lineare di opera è di 0.94 m<sup>3</sup>/m per il cavidotto aereo e di 2.45 m<sup>3</sup>/m per il cavidotto interrato.

E' quindi evidente che è questa seconda tipologia di opera quella che può avere un maggior impatto sulle emissioni in atmosfera.

I lavori del cavidotto interrato saranno effettuati per tratte di 150 m di lunghezza lungo le quali insisterà un cantiere "di linea" nel quale si prevede che saranno impiegati i seguenti mezzi :

- 1 autocarri da trasporto con gru (per 1 giorni);
- 1 escavatore (per 2 giorni);
- 1 autobetoniera (per 1 giorno);
- 1 mezzi promiscui per trasporto (per 3 giorni).

Dai dati di progetto risulta un tempo di scavo di 2 giorni per 150 m.

Sulla base di questi dati si è quindi effettuata una stima delle emissioni di PM10 considerando:

- emissioni da veicoli in movimento su strade non pavimentate
- emissioni allo scarico dei motori
- emissioni per operazioni di scavo e reinterro.

A questo scopo si sono utilizzate le relazioni riportate in EPA AP-42 capitolo 13.2.2 Unpaved roads e 11.9 Western Surface coal mining. Le relazioni utilizzate con i valori dei parametri sono riportate in tabella insieme ai valori dei parametri utilizzati.

Tabella Calcolo delle emissioni per la realizzazione del cavidotto interrato

	Transito su piste	Scarico (exhaust)	Scavo
Formule per fattori di emissione	$EF_{ur} = 0.28 \cdot k(s/12)^a (W/3)^b$	$EF_e = 0.00013 \text{ kg/km}$	$E = 0.75 \cdot \frac{0.0029d^{0.7}}{M^{0.3}}$
Unità di misura	kg/VKT	kg/km	kg/m <sup>3</sup>
K	1.5		
s (%)	10		
W (t)	5		
A	0.9		
B	0.45		
d (m)			1

M (%)			10
Fattore di emissione	0.45 (kg/VKT)	0.00013 (kg/VKT)	0.0011 (kg/m3)
Numero veicoli	2	2	1
Velocità (km/h)	20	20	
Velocità di scavo m3/h			1.3
Numero di viaggi per ora	1	1	
Emissione (g/s)	3,75 x 10 <sup>-5</sup>	1,1 x 10 <sup>-8</sup>	3.97 x 10 <sup>-4</sup>

In conclusione l'inquinamento atmosferico in fase di scavo per la realizzazione dell'elettrodotto interrato comporta movimenti di terra modesti, e quindi una limitata produzione di polveri. Inoltre a causa dello spostamento del cantiere la durata del processo emissivo è, in termini di tempo, assai limitata. Per questi motivi non è necessario effettuare uno studio di impatto sulla componente atmosfera.

La principale azione di mitigazione che si potrebbe comunque adottare per minimizzare l'emissione di polveri è il bagnamento delle superfici con acqua con efficienze di abbattimento delle emissioni maggiori del 50%.

#### 1.4 ESTENSIONE DELLO STUDIO A ALTRI INQUINANTI

In aggiunta al particolato, che è il principale inquinante atmosferico emesso dalle attività di cantiere in oggetto, si è estesa la caratterizzazione della qualità dell'aria ai principali inquinanti emessi allo scarico dei mezzi di cantieri, sia di trasporto che operativi: CO, NO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub>.

Per la stima delle emissioni di questi inquinanti si è utilizzato per i mezzi di trasporto (camion) il programma COPERT della EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY (EEA) mentre per le macchine operative (bulldozer, scavatori ecc.) i fattori di emissione forniti da AQMD (Air Quality Management District) secondo il modello CARB's Off-Road.

Le emissioni dei veicoli sono dovute a tre contributi, emissioni a caldo, a freddo (alla partenza) e evaporative. Le prime due corrispondono alle emissioni allo scarico

$$E = E_h + E_c + E_e$$

Le emissioni a caldo (Eh) corrispondono alle emissioni dei veicoli quando si è raggiunta la temperatura di esercizio, quelle a freddo (Ec) sono le emissioni durante le fasi di accensione del veicolo ossia quando la temperatura dell'acqua di raffreddamento è inferiore a 70°, mentre le emissioni evaporative (Ee) sono relative ai soli composti volatili (COVNM) rilasciati per evaporazione.

Il programma COPERT considera tre diverse condizioni di guida: urbana, extraurbana e autostradale caratterizzate da cicli di guida differenti in termini di velocità e accelerazioni.

Nel caso specifico avendo a che fare con veicoli diesel pesanti, il calcolo delle emissioni dei camion è stato effettuato relativamente alla tipologia a caldo e in modalità di guida extraurbana.

Le emissioni orarie si ottengono dalla espressione

$$E_i (kg/h) = EF_i \cdot (kg/km) \cdot L/t$$

dove L rappresenta i km percorsi e t il tempo in ore di lavoro. Il pedice i è relativo ai diversi inquinanti.

I fattori medi di emissione per il parco veicolare circolante in Italia valutati per il 2013 utilizzando il modello COPERT 4v 10.0 da ISPRA e riportati sul sito SINANET sono riportati in tabella.

Tabella Fattori di emissione [g/km] veicoli pesanti (valori medi parco italiano)

Inquinante	Urbano	Extra urbano	Autostrada
CO	2,40	1,30	1,31
NO <sub>2</sub>	0,99	0,60	0,58
SO <sub>2</sub>	0,0041	0,0027	0,0027

I fattori di emissioni utilizzati per le macchine operatrici sono stati calcolati dal data base dell'AQMD utilizzando dei valori medi per categorie aggiornati al 2015 che sono riportati di seguito.

Tabella Fattori di emissione allo scarico delle macchine di cantiere [kg/hr]

Macchina	CO	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	PM
Escavatori	0,236	0,334	0,001	0,017
Livellatrici	0,267	0,441	0,001	0,022

Ruspe	0,425	0,929	0,001	0,038
Dumpers	0,326	0,679	0,0008	0,032
Bulldozer	0,208	0,353	0,0005	0,019

I risultati in termini di impatto del FAL e dei cantieri sui recettori sono riportati in Allegato 2.

Come si osserva l'impatto relativo a questi inquinanti è molto contenuto.

## 1.5 METODOLOGIA DI ANALISI E VALUTAZIONE

La stima delle concentrazioni degli inquinanti é finalizzata a definire il contributo determinato dalle attività costruttive della linea ferroviaria AV/AC nella tratta tra Verona - Padova, 1° Sublotto Verona – Montebello Vicentino ai livelli di qualità attuali.

A questo fine si è proceduto per il PM10 al calcolo:

- delle concentrazioni medie su base annua;
- delle concentrazioni medie massime sulle 24 ore per ogni ricettore;
- numero di superamenti annui del limite giornaliero per ogni ricettore analizzato.

Per gli altri inquinanti si sono riportate le concentrazioni in funzione dei tempi di mediazione stabiliti dalla normativa.

La metodologia di calcolo impiegata e i modelli utilizzati per le valutazioni, sono oggetto di discussione dei seguenti paragrafi.

### 1.5.1 MODELLO

Il calcolo delle concentrazioni medie degli inquinanti su oraria è stato condotto con la catena di modelli CALMET-CALPUFF, che costituiscono lo stato dell'arte per la modellazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Il CALMET è un modello meteorologico, dotato di un modulo diagnostico di generazione del campo di vento, che può essere inizializzato sia attraverso dati da stazioni a terra e radiosondaggi, che mediante le stime ottenute da modelli meteorologici ad area limitata. Il CALMET, essendo un modello non stazionario, ben si adatta a ricostruire il campo atmosferico complesso, caratterizzato, come evidenziato

nel capitolo precedente, da velocità del vento variabili, da frequenti casi di inversione termica tipici della pianura padana, lunghi periodi di stabilità atmosferica caratterizzata da alta pressione.

Il CALPUFF è un modello di dispersione atmosferica non stazionario a puff. La dispersione viene modellata risolvendo l'equazione euleriana per la concentrazione media tramite la soluzione gaussiana a puff. Questa è controllata da una serie di parametri che riguardano sia l'altezza effettiva del rilascio per sorgenti calde, somma dell'altezza del camino e del sovrizzo termico dei fumi, sia la dispersione laterale e verticale dei puff calcolata facendo uso di formulazioni che variano in funzione della stabilità atmosferica, descritta utilizzando le sei classi di stabilità di Pasquill-Gifford.

Il CALPUFF è adatto alla simulazione della dispersione di emissioni da sorgenti industriali, anche multiple. E' in grado di calcolare:

- la deposizione secca e umida,
- la dispersione da sorgenti puntiformi, lineari, areali o volumetriche,
- l'influenza dell'orografia del suolo sulla dispersione,
- la dispersione in casi di venti deboli o assenti.
- fenomeni di dawnwash: è possibile tenere conto degli effetti sul pennacchio in relazione alle turbolenze originate dalla presenza di edifici di altezza non trascurabile e posti in prossimità delle sorgenti considerate;
- fenomeni di plume rise: è possibile considerare la risalita del pennacchio come funzione della distanza dal punto o dalla zona di emissione.

CALPUFF è uno dei modelli adottati ufficialmente da US EPA per la stima della qualità dell'aria (Appendix W to Part 51 - Guideline on Air Quality Models. Federal Register Vol. 68, No. 72, Tuesday, April 15, 2003/Rules and Regulations).

La catena modellistica CALMET-CALPUFF è stata utilizzata per ricostruire lo stato dell'atmosfera nel periodo di tempo compreso tra il 01/01/2014 ed il 31/12/2014.

Sono stati impiegati due domini computazionali. Il primo dominio, o “coarse domain”, ha una estensione areale di 170x110 km<sup>2</sup> in modo da comprendere gli aeroporti di Brescia Montichiari, Parma, Ferrara San Luca, Padova, Verona Villafranca, Vicenza, Treviso Sant’Angelo (vedi Figura 21). Il passo di griglia orizzontale per il primo dominio è di 5 km.

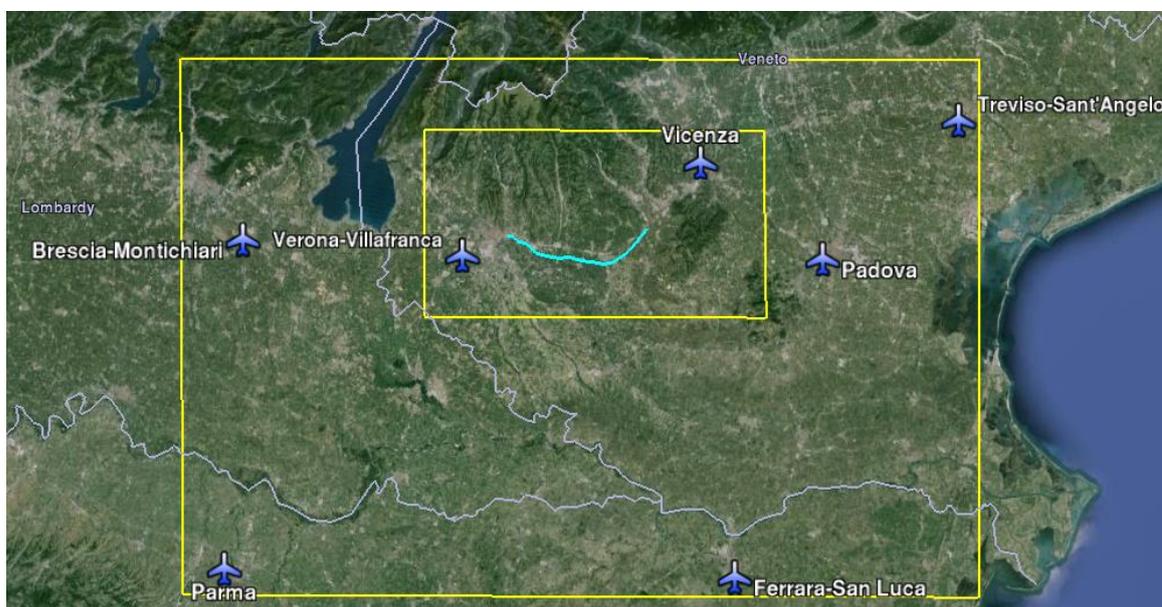


Figura 21 – Domini di calcolo impiegati per la generazione del campo di vento nel CALMET. Gli aeroporti riportati sono quelli da cui sono stati estratti le osservazioni al suolo, la linea azzurra indica il tracciato previsto per l’opera.

Il secondo dominio, annidato nel primo, ha estensione areale di 70x40 km<sup>2</sup>, ha una risoluzione spaziale più fitta caratterizzata da un passo di griglia di 500 m. La seguente immagine (Figura 22) riporta in dettagli il secondo dominio e la topografia ad esso associata.

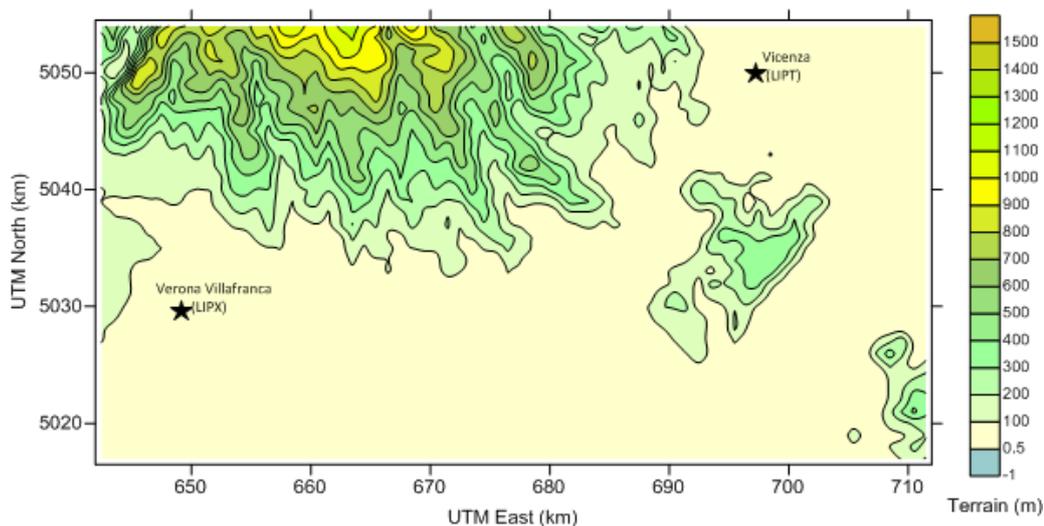


Figura 22 – Secondo dominio di calcolo, impiegato per la generazione del campo di vento nel CALMET con risoluzione di 0.5 km. I simboli indicano gli aeroporti di Verona e Vicenza, mentre i colori indicano la topografia.

Verticalmente, entrambi i domini si estendono fino alla quota di 5000 metri s.l.m. in modo da coprire pienamente l'altezza dello strato limite atmosferico. Il primo nodo sulla verticale è posto alla quota di 10 m sopra il livello del terreno. Per quanto riguarda la topografia, per entrambi i domini sono stati impiegati i modelli digitali del terreno SRTM3 (Shuttle Radar Topography Mission) con risoluzione di 90 m liberamente scaricabili presso il sito del "USGS Earth Explore". Per l'uso del suolo invece si è fatto ricorso al dataset GLCC (Global Land Cover Characterization) con risoluzione di circa 1 km.

In una prima fase il modello CALMET è stato avviato sul primo dominio per ricostruire il campo di vento mediante l'utilizzo del modulo diagnostico su un'area vasta, ed impiegando un elevato numero di osservazioni superficiali estratte presso gli aeroporti precedentemente citati. L'utilizzo di 6 stazioni unitamente ai profili verticali ha permesso una ricostruzione efficace del campo di vento 3D tempo variante. Tuttavia al fine di cogliere gli effetti dovuti alla topografia ad una scala più fine, il campo di vento generato sul primo dominio computazionale, è stato passato come input al secondo dominio riportato in Figura 21. Il campo di vento 3D così generato con passo orario e per tutto

l'anno considerato (2014) è stato fornito come dato d'ingresso al modello di dispersione CALPUFF.

Partendo dalla conoscenza del campo di vento orario e dei fattori di emissioni per le differenti attività costruttive (par. 1.3) Il modello CALPUFF ha permesso di calcolare le concentrazioni orarie di PM<sub>10</sub> presso o ricettori analizzati all'interno del dominio computazionale. I successivi paragrafi illustrano i risultati delle modellazioni divisi per:

- attività costruttive sul fronte avanzamento lavori;
- attività e lavorazioni interne ai cantieri.

#### **1.5.2 RISULTATI SIMULAZIONI PER LE ATTIVITÀ COSTRUTTIVE SUL FRONTE AVANZAMENTO LAVORI**

Seguendo l'approccio già presentato nel paragrafo 1.3.1, le simulazioni delle ricadute relative alle attività sul fronte di avanzamento sono state condotte prendendo in esame separatamente le tipologie costruttive dell'opera e precisamente:

- attività relative alla tipologia rilevato/trincea;
- attività relative alla tipologia viadotto;
- attività relative alla tipologia galleria artificiale.

Per ogni attività è stato realizzato un dominio di 2000x2000 m, con passo di griglia orizzontale di 50 m. All'interno del dominio sono state individuate le sorgenti emmissive descritte secondo quanto riportato nel par. 1.3.1.

Data l'estensione dell'opera nel 1° Sublotto, si è provveduto ad analizzare le attività relative alla tipologia rilevato/trincea in due siti distinti, ovvero nel comune di Verona, in prossimità della chilometrica 1 +400 km, e nel comune di Lonigo in prossimità della chilometrica 29+000 Km. Il dominio relativo alle attività della galleria artificiale è stato collocato in prossimità dell'imbocco della stessa, mentre il dominio di calcolo relativo al viadotto è stato posizionato in prossimità della chilometrica 20+100 km in corrispondenza del viadotto Alpone.

Dai campi di concentrazione orari sono stati ricavate tre tipologie di elaborazioni una per ogni attività:

- campo delle concentrazioni di  $PM_{10}$  medie su base annua;
- campo delle concentrazioni medie massime di  $PM_{10}$  sulle 24 ore per ogni ricettore;
- campo del numero di superamenti annui del limite giornaliero per ogni ricettore analizzato.

In relazione al campo delle concentrazioni medie massime di  $PM_{10}$  sulle 24 ore, si specifica che lo stesso è realizzato calcolando per ciascun ricettore il valore medio giornaliero massimo tra i 365 valori medi calcolabili nell'anno analizzato. Quindi il campo delle concentrazioni medie massime di  $PM_{10}$  sulle 24 ore, riporta l'informazione del massimo valore giornaliero di  $PM_{10}$  che può essere raggiunto da ciascun ricettore.

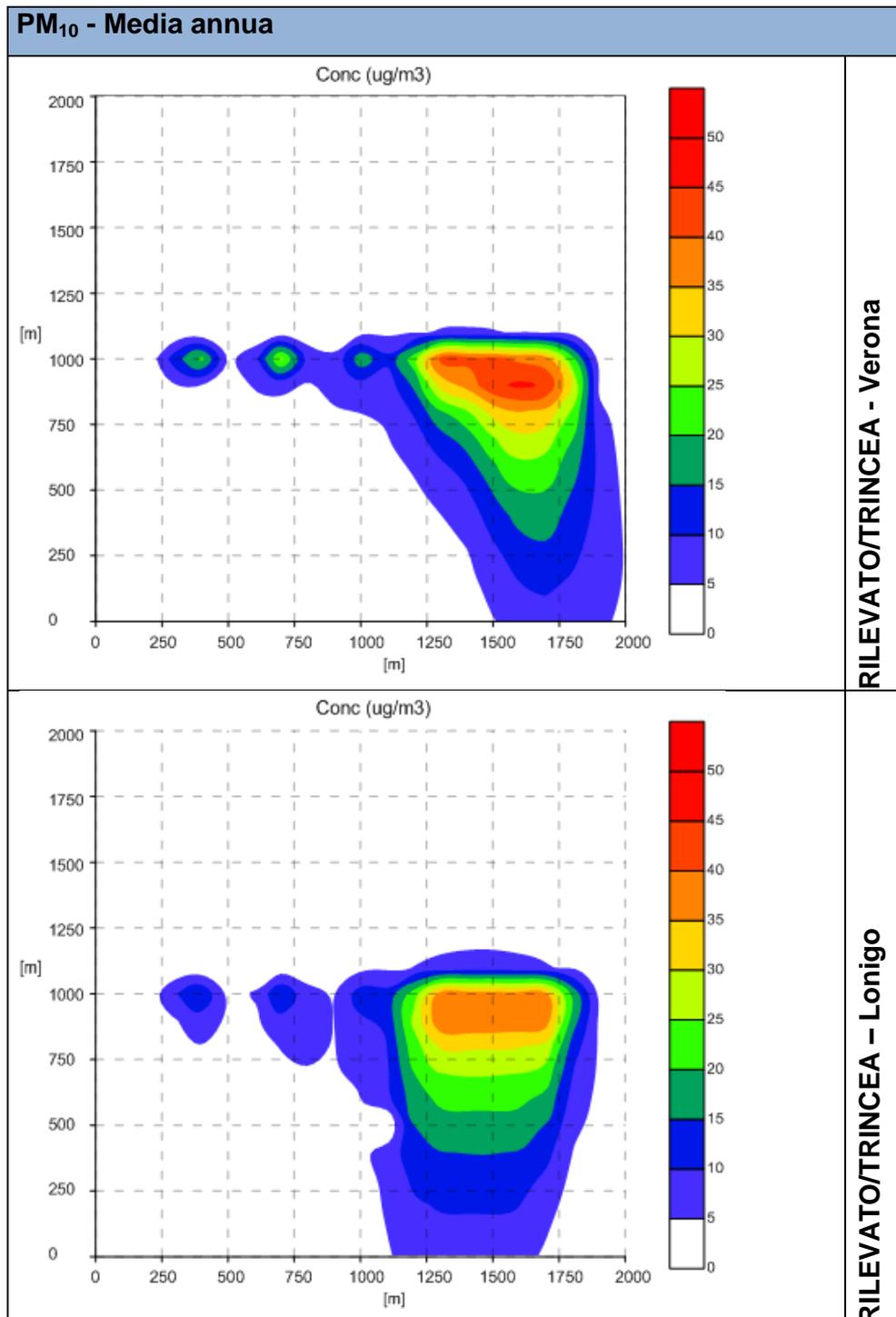
Il terzo campo è di particolare interesse perché fornisce una immediata visualizzazione spaziale delle zone soggette a superamento del limite normativo giornaliero, e quindi maggiormente critiche ai fini della valutazione degli impatti.

Oltre ai campi sono stati calcolati i valori delle concentrazioni lungo i ricettori posizionati perpendicolarmente rispetto all'asse ferroviario con distanze via crescenti, e riportati in forma tabellare.

Si evidenzia che i valori di seguito indicati fanno riferimento all'ipotesi di attività che si propongono nello stesso punto per l'intero anno. Tale ipotesi risulta ampiamente cautelativa se si tiene conto della velocità di spostamento del fronte avanzamento lavori (stimata in circa 450 m/mese per il rilevato, 60 m/mese per il viadotto, 40 m/mese per le gallerie artificiali), in particolare per quanto riguarda i tratti di linea in rilevato. Ciò fa sì che le distanze tra sorgente e ricettore risultano solo per un breve periodo (in particolare per quanto riguarda i tratti in rilevato) alla distanza minima.

**Conseguentemente le concentrazioni ottenute dal modello risultano superiori al dato atteso in relazione alla frazione di anno per la quale la linea risulta in costruzione in corrispondenza dei ricettori.**

Figura 23 - Mappe isoconcentrazione medie annue di  $PM_{10}$  [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].



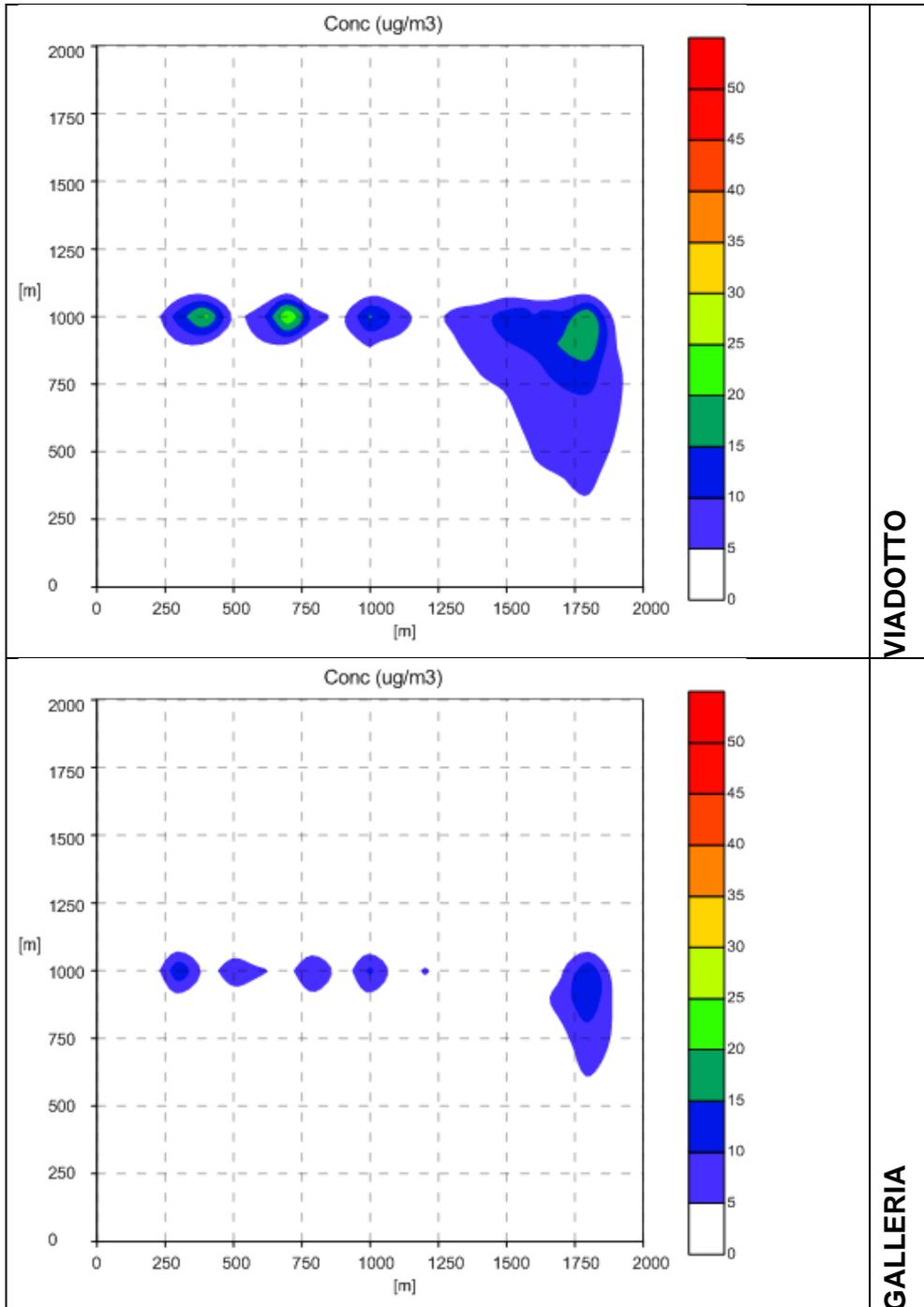
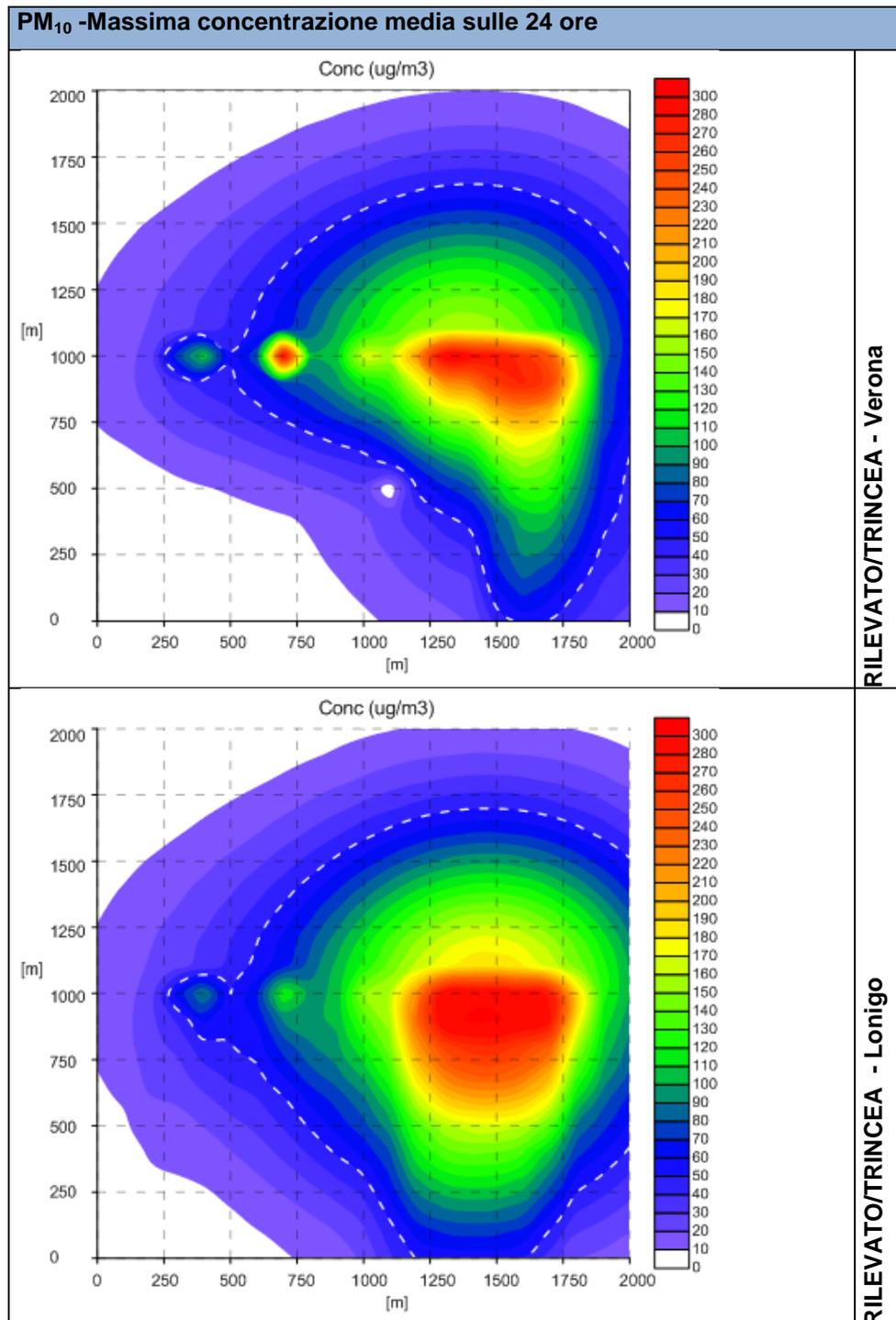


Figura 24 - Mappe isoconcentrazione medie giornaliere massime di  $PM_{10}$  [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]. La linea tratteggiata indica il limite di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$



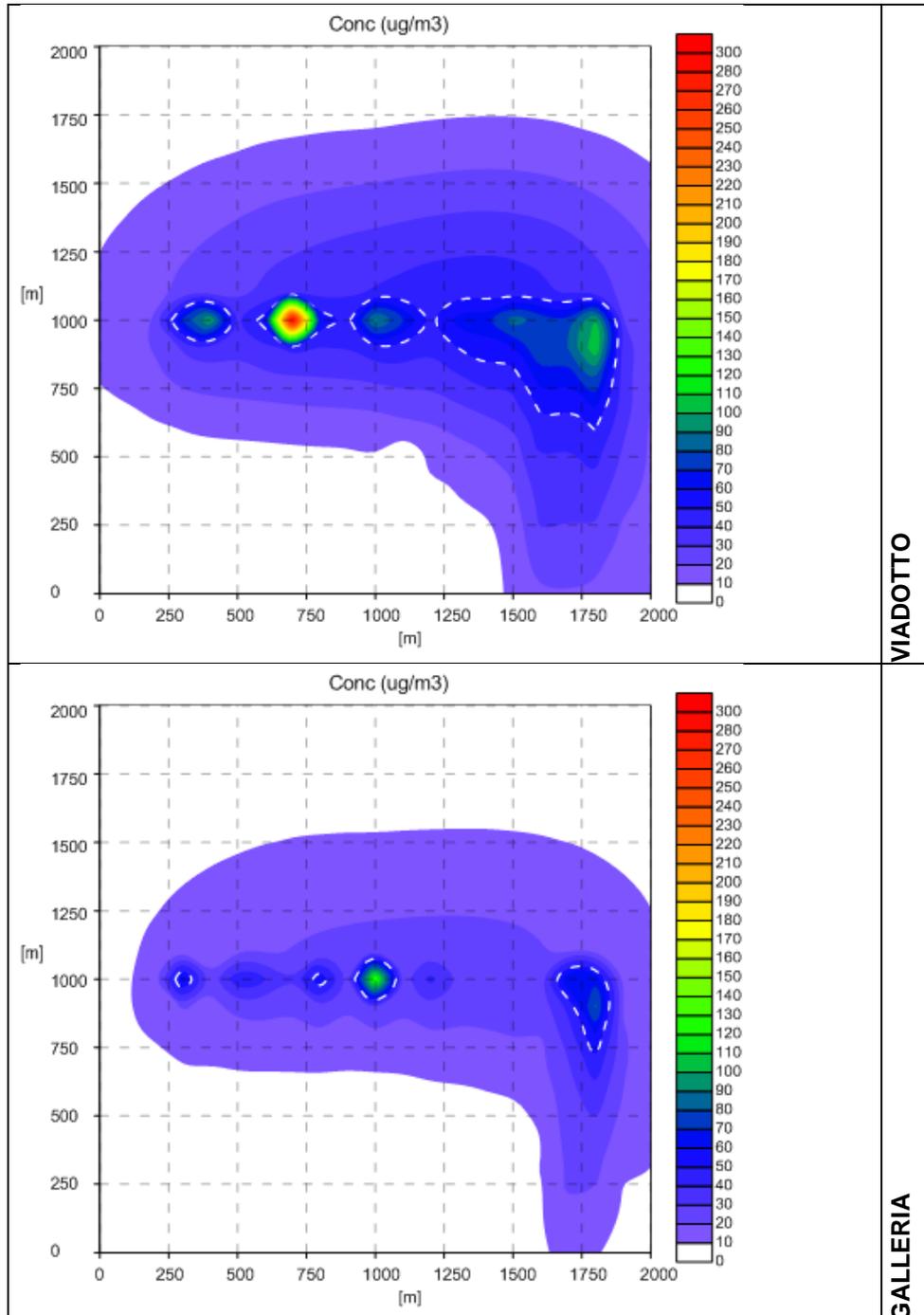
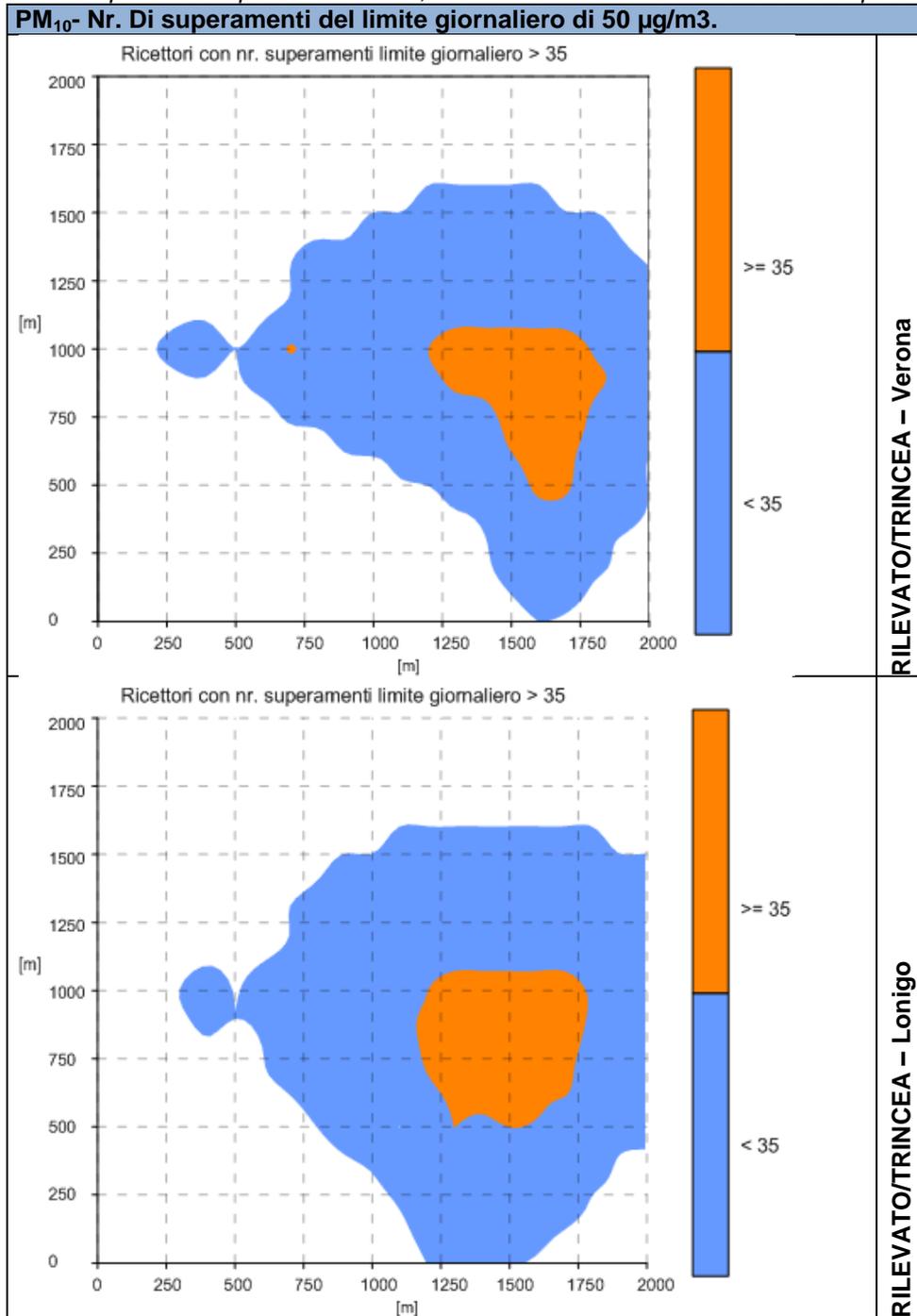
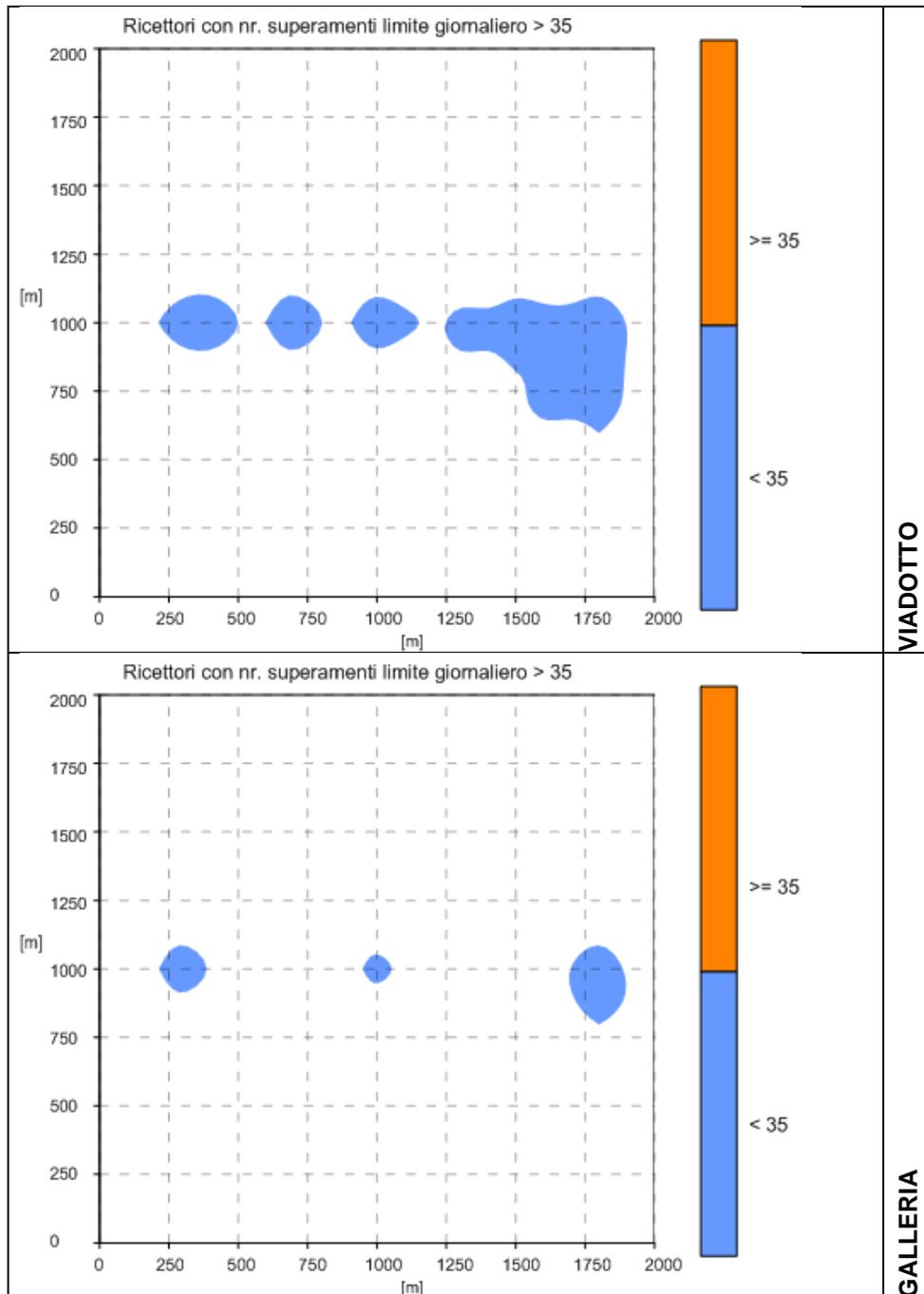


Figura 25 - Mappe del numero di superamenti del limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . In arancione i ricettori con più di 35 superamenti annui, in azzurro i ricettori con meno di 35 superamenti annui.





Le mappe di concentrazione di  $PM_{10}$  mediate per l'anno analizzato sono riportate in figura 23. Da esse si evince che per tutte le attività considerate la concentrazione di  $PM_{10}$  maggiore è raggiunta in prossimità dell'asse ferroviario. Per quanto riguarda le

attività relative alla realizzazione di rilevati/trincee i valori più significativi sono raggiunti sulla testa del fronte avanzamento lavori.

Per le attività simulate nel comune di Verona sono osservabili superamenti del limite annuo pari a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per 6 ricettori posti tra 1250 e 1750 m EST del dominio riportato in figura 23.

Questi superamenti sono connessi alle emissioni di  $\text{PM}_{10}$  dovute alle attività di stesa, sbancamenti e compattazione nel F.A.L.. Mediamente nell'anno le concentrazioni sono distribuite verso Sud Est in virtù del trasporto operato dalla componente Nord Occidentale del vento.

Per le attività simulate nel comune di Lonigo non sono osservabili superamenti del limite annuo, sebbene analogamente a quanto visto in precedenza le concentrazioni maggiori sono osservabili presso i ricettori posti tra 1250 e 1750 m EST del dominio. La distribuzione spaziale media non si discosta molto da quella osservata per il comune di Verona, sebbene si osservi uno spiccato allineamento delle concentrazioni lungo l'asse Nord-Sud.

La distribuzione delle concentrazioni medie annue di  $\text{PM}_{10}$  per le attività relative alla tipologia viadotto ed alla tipologia galleria artificiale, sono simili tra loro e presentano dei valori molto più contenuti rispetto a quelli simulati per le attività relative ai rilevati/trincee. Le concentrazioni dovute alle attività relative alla tipologia viadotto hanno valori più elevati rispetto a quelle generate dalle lavorazioni per la galleria artificiale.

Per quanto riguarda le concentrazioni medie giornaliere massime di  $\text{PM}_{10}$ , si osservano in generale impatti significativi.

Per le attività relative alla tipologia rilevato/trincea simulate nel comune di Verona, si osservano superamenti del limite giornaliero (pari a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ben oltre l'asse ferroviario. La linea di isoconcentrazione  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , individuata dalla linea bianca tratteggiata mostrata in Figura 24, indica superamenti del limite giornaliero per ricettori distanti oltre 1000 metri, lungo la direzione Nord-Sud dall'asse ferroviario, con valori di picco che raggiungono i  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . I superamenti sono maggiormente relativi alle emissioni prodotte dalle sorgenti poste sulla testa del fronte lavori, sebbene qualche

superamento è osservabile in prossimità della sorgente lineare associata al passaggio dei mezzi pesanti su pista.

Per le attività relative alla tipologia rilevato/trincea simulate nel comune di Lonigo vale quanto detto per il per il comune di Verona salvo piccole differenze osservate nella distribuzione spaziale dovute al differente regime anemologico.

La distribuzione delle concentrazioni medie giornaliere massime di PM<sub>10</sub> per le attività relative alla tipologia viadotto ed alla tipologia galleria artificiale, sono simili tra loro e presentano valori più contenuti rispetto a quanto visto per le attività connesse alla realizzazione di rilevati/trincee.

Le concentrazioni dovute alle attività relative alla tipologia viadotto hanno valori più elevati rispetto a quelle prodotte dalle lavorazioni per la galleria artificiale.

Le mappe riportate in Figura 24 devono essere valutate alla luce della distribuzione dei ricettori in cui è stato osservato un numero di superamenti del limite giornaliero superiore a 35 superamenti annui (previsto dal D.Lgs 155/2010). Queste sono illustrate nella Figura 25, ciascuna in relazione al tipo di attività. Per quanto riguarda le attività relative alla tipologia rilevato/trincea, si osserva che, per entrambi i comuni, i superamenti del limite normativo avvengono in numero maggiore a 35, presso i ricettori posti tra i 1250 ed 1750 m Est del dominio, e fino a 500 metri circa di distanza dall'asse ferroviario lungo la direzione Nord-Sud.

Per le attività relative alla tipologia viadotto ed alla tipologia galleria artificiale il limite giornaliero (pari a 50 µg/m<sup>3</sup>) viene superato un numero di volte inferiore a 35 volte l'anno.

Conclusioni analoghe possono dedursi dall'analisi delle tabelle seguenti che riportano le concentrazioni di PM<sub>10</sub> medie annue, massime giornaliere, e numero di superamenti del limite giornaliero, calcolati in funzione della distanza dall'asse ferroviario a partire dal punto di massima emissione.

RILEVATO/TRINCEA – VERONA			
Distanza perpendicolare all'asse ferroviario a partire dal punto di massima emissione [m]	Concentrazione media annua di PM <sub>10</sub> [µg/mc]	Concentrazione media giornaliera massima di PM <sub>10</sub> [µg/mc]	Nr. di superamenti annui del limite giornaliero di PM <sub>10</sub> pari a 50 µg/mc
1000	0,11	9,22	0
900	0,19	15,51	0
800	0,33	24,81	0
700	0,54	37,54	0
600	0,84	53,73	1
500	1,26	72,77	2
400	1,81	93,32	5
300	2,52	113,19	6
200	3,36	129,88	13
100	4,73	141,56	19
0	38,78	262,10	82
100	45,82	271,88	66
200	35,17	220,69	28
300	28,82	181,20	21
400	24,00	155,03	20
500	19,94	128,86	19
600	16,50	105,44	3
700	13,60	94,96	3
800	11,08	85,07	2
900	8,82	71,11	2
1000	6,98	53,73	1

Tabella 23 – Concentrazioni calcolate in funzione della distanza dall'asse ferroviario, per l'attività Rilevato/Trincea presso Verona.

RILEVATO/TRINCEA – LONIGO			
Distanza perpendicolare all'asse ferroviario a partire dal punto di massima emissione [m]	Concentrazione media annua di PM <sub>10</sub> [µg/mc]	Concentrazione media giornaliera massima di PM <sub>10</sub> [µg/mc]	Nr. di superamenti annui del limite giornaliero di PM <sub>10</sub> pari a 50 µg/mc
1000	0,10	12,04	0
900	0,18	20,38	0
800	0,30	32,57	0
700	0,52	49,37	0
600	0,83	70,72	1
500	1,31	95,92	5
400	2,01	123,00	5
300	3,00	149,23	6
200	4,29	171,28	17
100	6,21	186,50	19
0	36,60	296,18	71
100	39,01	301,49	71
200	30,66	265,30	56
300	25,49	240,41	44
400	21,48	205,26	36
500	18,06	164,63	34
600	15,13	140,73	26
700	12,66	117,30	23
800	10,59	94,21	9
900	8,86	72,42	4
1000	7,50	54,52	2

Tabella 24 – Concentrazioni calcolate in funzione della distanza dall'asse ferroviario, per l'attività Rilevato/Trincea presso Lonigo.

VIADOTTO			
Distanza perpendicolare all'asse ferroviario a partire dal punto di massima emissione [m]	Concentrazione media annua di PM <sub>10</sub> [µg/mc]	Concentrazione media giornaliera massima di PM <sub>10</sub> [µg/mc]	Nr. di superamenti annui del limite giornaliero di PM <sub>10</sub> pari a 50 µg/mc
1000	0,03	2,30	0
900	0,05	3,88	0
800	0,08	6,19	0
700	0,13	9,29	0
600	0,21	13,25	0
500	0,31	17,83	0
400	0,44	22,71	0
300	0,60	27,35	0
200	0,80	31,18	0
100	1,24	33,95	0
0	18,82	99,00	14
100	18,72	107,16	22
200	12,26	79,97	8
300	9,56	62,44	4
400	7,95	50,27	1
500	6,62	42,18	0
600	5,51	36,47	0
700	4,60	31,37	0
800	3,84	26,56	0
900	3,14	21,56	0
1000	2,54	17,47	0

Tabella 25 – Concentrazioni calcolate in funzione della distanza dall'asse ferroviario, per le attività costruttive del Viadotto.

GALLERIA			
Distanza perpendicolare all'asse ferroviario a partire dal punto di massima emissione [m]	Concentrazione media annua di PM <sub>10</sub> [µg/mc]	Concentrazione media giornaliera massima di PM <sub>10</sub> [µg/mc]	Nr. di superamenti annui del limite giornaliero di PM <sub>10</sub> pari a 50 µg/mc
1000	0,01	1,18	0
900	0,02	1,96	0
800	0,04	3,09	0
700	0,07	4,66	0
600	0,10	6,61	0
500	0,15	8,86	0
400	0,22	11,26	0
300	0,30	13,53	0
200	0,40	15,42	0
100	0,67	16,82	0
0	13,90	65,44	6
100	14,66	80,68	10
200	9,38	60,18	1
300	6,53	46,26	0
400	4,81	36,73	0
500	3,69	29,95	0
600	2,93	25,06	0
700	2,40	21,49	0
800	1,98	18,23	0
900	1,60	14,53	0
1000	1,29	10,66	0

Tabella 26 – Concentrazioni calcolate in funzione della distanza dall'asse ferroviario, le attività costruttive della Galleria.

Dall'osservazione della Tabella 23, per il caso rilevato/trincea nel comune di Verona, si può osservare che a 100 m di distanza le concentrazioni giornaliere massime di PM<sub>10</sub> sono dell'ordine di 270 µg/m<sup>3</sup> e decadono a valori di circa 50 µg/m<sup>3</sup> a non prima di 1000m lungo la direzione maggiormente impattata. Tuttavia il numero di superamenti del limite già a 500 metri raggiunge il valore di 19 superamenti inferiore ai 35 previsti

dal D. Lgs 155/2010. Per quanto riguarda la concentrazione media annua di PM<sub>10</sub> si può osservare che a 100 m di distanza si raggiungono valori dell'ordine di 45 µg/m<sup>3</sup> ma già a 200m dall'asse lungo la direzione Sud i valori si attestano attorno ai 35 µg/m<sup>3</sup>.

Dall'osservazione della Tabella 24, per il caso rilevato/trincea nel comune di Lonigo, si può osservare che a 100 m di distanza le concentrazioni giornaliere massime di PM<sub>10</sub> sono dell'ordine di 300 µg/m<sup>3</sup> e decadono a valori di circa 50 µg/m<sup>3</sup> a non prima di 1000m lungo la direzione maggiormente impattata. Il numero di superamenti del limite giornaliero a 500 metri raggiunge il valore di 34 superamenti inferiore ai 35 previsti dal D. Lgs 155/2010. Per quanto riguarda la concentrazione media annua di PM<sub>10</sub> si può osservare che a 100 m di distanza si raggiungono valori dell'ordine di 39 µg/m<sup>3</sup> ma già a 200m dall'asse lungo la direzione Sud i valori si attestano attorno ai 30 µg/m<sup>3</sup>.

Dall'osservazione della Tabella 24, per le attività relative alla tipologia viadotto, si può osservare che a 100 m di distanza le concentrazioni giornaliere massime di PM<sub>10</sub> sono dell'ordine di 107 µg/m<sup>3</sup> e decadono a valori di circa 50 µg/m<sup>3</sup> a non prima di 400m lungo la direzione maggiormente impattata. Il numero di superamenti del limite giornaliero non supera mai i 35 previsti dal D. Lgs 155/2010. Per quanto riguarda la concentrazione media annua di PM<sub>10</sub> si può osservare che a 100 m di distanza si raggiungono valori limitati dell'ordine di 18 µg/m<sup>3</sup> ma già a 200m dall'asse lungo la direzione Sud i valori si attestano attorno ai 12 µg/m<sup>3</sup>.

Dall'osservazione della Tabella 26, per le attività relative alla tipologia galleria, si può osservare che a 100 m di distanza le concentrazioni giornaliere massime di PM<sub>10</sub> sono dell'ordine di 80 µg/m<sup>3</sup> e decadono a valori di circa 50 µg/m<sup>3</sup> già a 300m lungo la direzione maggiormente impattata. Il numero di superamenti del limite giornaliero non supera mai i 35 previsti dal D. Lgs 155/2010. Per quanto riguarda la concentrazione media annua di PM<sub>10</sub> si può osservare che a 100 m di distanza si raggiungono valori limitati dell'ordine di 14 µg/m<sup>3</sup> ma già a 200m dall'asse lungo la direzione Sud i valori si attestano attorno ai 9 µg/m<sup>3</sup>.

Dalle mappe di concentrazione e dalle tabelle appena illustrate in generale si evince che le lavorazioni maggiormente impattanti sono quelle relative alle attività di

costruzione dei rilevati. Queste fanno registrare nelle simulazioni dei superamenti dei limiti previsti dal D.Lgs. 155/2010 per il  $PM_{10}$ .

Assumendo un avanzamento dei lavori tale che le attività costruttive si protraggano in prossimità di un ricettore per un anno (condizione come detto cautelativa, in particolare per i tratti di linea in rilevato), sulla base delle simulazioni condotte si osserva che presso i ricettori più prossimi alla linea possono essere raggiunte le concentrazioni indicate dalla normativa relativamente al  $PM_{10}$  per effetto delle emissioni prodotte dalla realizzazione della linea stessa.

In tal senso le aree potenzialmente critiche (limitatamente, come detto, alla sola fase di costruzione) sono rappresentate da quelle a maggiore densità insediativa nelle quali la linea AV/AC è prevista con tipologia viadotto o galleria artificiale per effetto del più lento avanzamento dei lavori.

In conseguenza di ciò e tenendo anche conto delle indicazioni circa lo stato di qualità dell'aria oggi esistente, si prevede l'adozione su tutta la linea, ed in particolare nei tratti sopra ricordati, delle misure di mitigazione descritte nel paragrafo 1.5.4 finalizzate a non generare variazioni dello stato di qualità dell'aria significative.

### 1.5.3 RISULTATI SIMULAZIONI PER LE ATTIVITÀ NEI CANTIERI

Seguendo l'approccio già presentato nel paragrafo 1.3.2, le simulazioni delle ricadute relative alle attività nei cantieri sono state condotte assumendo la concomitante emissione di due sorgenti, rispettivamente una lineare e una volumetrica.

La sorgente lineare è collegata alla emissione degli inquinanti prodotti dai motori dei mezzi e, per il  $PM_{10}$ , dal risollevarimento delle polveri in seguito al transito dei mezzi pesanti sulle piste di cantiere, mentre la sorgente volumetrica tiene conto del particolato emesso dalle attività di movimentazione del materiale e dagli inquinanti emessi dai motori dei mezzi d'opera (betonaggio ecc.). Le sorgenti volumetriche ed areali sono state definite in corrispondenza della effettiva superficie occupata dalle diverse attività emissive. Per le sorgenti volumetriche relative alle aree di attività delle macchine operatrici si è impostata un'altezza di 3 m.

Di tutti i cantieri presentati sono stati analizzati solamente quelli che presentano attività di stoccaggio e/o betonaggio perché maggiormente impattanti.

Per questi sono stati calcolati i valori di concentrazione mediante l'impiego della catena modellistica CALMET-CALPUFF per il periodo compreso tra il 01/01/2014 ed il 31/12/2014.

I modelli utilizzati, la scelta del dominio di calcolo, le impostazioni numeriche sono le stesse seguite per il F.A.L..

Per tutti i cantieri sono state valutate le ricadute su ricettori discreti e ricettori grigliati. Questi ultimi materializzano per ogni cantiere, una griglia quadrata di lato 2 km, con passo di griglia pari a 100m. I valori di concentrazione calcolati sui ricettori grigliati hanno permesso di elaborare i campi di isoconcentrazione riportati nell'Allegato1.

Dalle mappe di isoconcentrazione si osserva in generale un maggior impatto verso l'asse Nord - Sud. Questo è in linea con quanto visto per il F.A.L. a causa del regime dei venti che favorisce un maggior trasporto verso i quadranti meridionali. A differenza del F.A.L., gli impatti sono più contenuti, in particolare i superamenti del limite giornaliero del PM<sub>10</sub> di 50 µg/m<sup>3</sup> si osservano solo per alcuni cantieri come riportato nella seguente tabella:

Valori massimi nel campo dei ricettori grigliati			
Cantieri	Massima concentrazione media annua di PM <sub>10</sub> [µg/mc]	Massima concentrazione media giornaliera massima di PM <sub>10</sub> [µg/mc]	Massimo Nr. di superamenti annui del limite giornaliero di PM <sub>10</sub> pari a 50 µg/mc
CA 1.2	6,54	81,32	2
CO 1.3, CI 1.4- CO1.5	6,81	57,47	1
CO 1.6	9,42	34,05	0
CI 2.1 – CO 2.2	11,1	215,9	30
CO 2.4	7,01	84,12	3
CO 3.1	17,4	84,7	15
CI 3.2 – CO 3.3	5,11	42,75	0
CO 3.4	12,26	52,13	1

*Tabella 27 – Massime concentrazioni medie annue e medie giornaliere massime di PM<sub>10</sub>, calcolate presso i ricettori grigliati prospicienti i cantieri fissi.*

Da essa si evince anche che per nessun cantiere il limite giornaliero viene superato per più di 35 volte nell'anno. A tal proposito l'unico cantiere che fa registrare un numero di superamenti importante è CI 2.2-CO 2.2 con 30 superamenti annui.

Per tutti i cantieri si osserva comunque che i superamenti avvengono in un raggio di circa 150 m dalle sorgenti emmissive e quindi per la maggior parte dei casi interni ai cantieri. L'unica eccezione si è verificata per il cantiere CO 3.4, che ha generato un impatto significativo sul ricettore R8 (come mostrato di seguito), distante solo 20m ca. dal cantiere medesimo e posto lungo la direzione di maggior trasporto medio.

I valori di concentrazione sono stati calcolati dal modello CALPUFF presso i ricettori discreti già introdotti nel paragrafo 1.2.6. Le concentrazioni di PM<sub>10</sub> medie annue, massime giornaliere, e numero di superamenti del limite giornaliero, per i ricettori discreti sono riportate nella tabella seguente.

Ricettori discreti	Cantieri	Distanza dal cantiere [m]	Concentrazione e media annua di PM <sub>10</sub> [µg/mc]	Concentrazione media giornaliera massima di PM <sub>10</sub> [µg/mc]	Nr. di superamenti annui del limite giornaliero di PM <sub>10</sub> pari a 50 µg/mc
R1	CA 1.2	247	0,332	5,914	0
R2	CO 1.3, CI 1.4- CO1.5	70	0,432	13,881	0
R3	CO 1.6	146	0,170	2,684	0
R4	CI 2.1	136	0,098	4,144	0
R5	CO 2.4	172	0,165	6,539	0
R6	CO 3.1	177	0,181	6,555	0
R7	CI 3.2 – CO 3.3	29	0,190	5,393	0
R8	CO 3.4	21	13,860	146,530	23

*Tabella 28 – Concentrazioni medie annue e medie giornaliere massime di PM<sub>10</sub>, calcolate presso i ricettori discreti prospicienti i cantieri fissi.*

L'unico ricettore per cui si osserva un peggioramento significativo della qualità dell'aria è R8 prossimo al cantiere CO 3.4. La concentrazione media giornaliera massima

calcolata per R8 è pari a 146,5 µg/m<sup>3</sup>, tuttavia il numero di superamenti si mantiene inferiore a limite stabilito dal D.Lgs 155/2010.

Dalle simulazioni effettuate si evince quindi che il particolato emesso dalle attività di cantiere può produrre una alterazione dello stato della qualità dell'aria specialmente nell'intorno delle sorgenti emissive. Ad ogni modo per nessun cantiere si osserva un superamento dei limiti per il PM<sub>10</sub> stabiliti dal D.Lgs 155/2010.

Ciononostante, tenendo anche conto delle indicazioni circa lo stato di qualità dell'aria esistente, si prevede l'adozione per i cantieri analizzati, specie quelli maggiormente impattati, di opportune misure di mitigazione descritte nel paragrafo 1.5.4.

In particolare per quanto riguarda l'impatto del cantiere CO 3.4 è necessario mettere in campo tutte le azioni di riduzione delle emissioni, in particolare quelle relative al risollevarimento delle polveri da parte dei mezzi di trasporto e alle operazioni di movimentazione e stoccaggio dei materiali inerti.

La riduzione del risollevarimento delle polveri da parte dei mezzi di cantiere si ottiene dotando il cantiere di un impianto di lavaggio dei mezzi ed effettuando frequenti operazioni di bagnatura delle piste oppure provvedendo alla loro pavimentazione.

L'efficienza che si può ottenere dalle operazioni di bagnatura è data dalla relazione di Cowherd (1998)

$$C(\%) = 100 - (0.8 \cdot P \cdot t_{rh} \cdot \tau) / l$$

Dove:

P= potenziale medio di evaporazione giornaliero (mm/h)

t<sub>rh</sub> = traffico medio orario (h-1)

τ = intervallo di tempo tra due operazioni di bagnatura (h)

l = intensità media dei trattamenti (l/m<sup>2</sup>)

Si può quindi operare sugli intervalli di tempo tra le operazioni di bagnatura e sull'intensità dei trattamenti per ottenere efficienze di abbattimento fino al 90%.

Tabella Percentuali di riduzione delle emissioni a seguito di interventi di mitigazione

Attività emissiva	Misure di contenimento	Percentuale di riduzione delle emissioni
Emissioni allo scarico dei mezzi di cantiere	Uso di motori a ridotto volume di emissioni inquinanti (ecologici)	
	Interventi di manutenzione periodica	5
	Limitazione velocità dei mezzi di cantiere con cunette	10
	<b>TOTALE</b>	<b>15</b>
Emissioni per risospensione polveri	Bagnatura periodica (wet suppression)	80
	Lavaggio mezzi	10
	<b>TOTALE</b>	<b>90</b>
Operazioni di scavo e compattamento	Bagnatura operazioni di scavo e compattazione	50
	<b>TOTALE</b>	<b>50</b>

In caso quindi di una riduzione delle emissioni allo scarico del 15%, delle emissioni per risospensione del 90% e delle emissioni per operazioni di scavo e compattamento del 50% si avrebbe una riduzione totale dell'80% circa.

Tali riduzione annulla la criticità evidenziata.

#### 1.5.4 MISURE DI CONTENIMENTO DEGLI IMPATTI IN FASE DI COSTRUZIONE

Dall'analisi dei risultati delle simulazioni modellistiche, si osserva che le attività costruttive sul fronte avanzamento lavori possono determinare, nelle aree ad esse più prossime, il raggiungimento delle concentrazioni limite indicate dalla normativa per quanto attiene il PM<sub>10</sub>.

Pur tenendo conto del carattere temporaneo delle emissioni e delle assunzioni cautelative adottate nelle simulazioni modellistiche, è prevista l'adozione di un insieme di misure per il contenimento delle emissioni che consentono di ridurre significativamente i valori di concentrazione. In tal senso, i possibili interventi volti a limitare le emissioni di polveri possono essere distinti in:

- interventi per la riduzione delle emissioni di polveri nelle aree di attività e dai motori dei mezzi di cantiere,
- interventi per la riduzione delle emissioni di polveri nel trasporto degli inerti e per limitare il risollevarimento di polveri.

Con riferimento al primo punto, gli autocarri e i macchinari impiegati nel cantiere dovranno avere caratteristiche rispondenti ai limiti di emissione previsti dalla normativa vigente. A tal fine, allo scopo di ridurre il valore delle emissioni inquinanti, potrà ipotizzarsi l'uso di motori a ridotto volume di emissioni inquinanti (ecologici) e una puntuale ed accorta manutenzione.

Per ciò che riguarda la produzione di polveri indotta dalle lavorazioni e dalla movimentazione dei mezzi di cantiere potranno essere adottate alcune cautele atte a contenere tale fenomeno.

In particolare, al fine di contenere la produzione di polveri generata dal passaggio dei mezzi di cantiere occorrerà effettuare la bagnatura periodica (wet suppression) della superficie di cantiere.

Tale intervento sarà effettuato tenendo conto del periodo stagionale con un aumento della frequenza durante la stagione estiva. L'efficacia del controllo delle polveri con acqua dipende essenzialmente dalla frequenza con cui viene applicato.

Un programma effettivo di innaffiamento (2 volte al giorno sull'area completa) si è stimato ridurre le emissioni di polvere al 50%. L'intervento di bagnatura verrà, comunque effettuato tutte le volte che si verifica l'esigenza.

Per quanto invece riguarda i problemi associati al transito su strade non asfaltate, è importante regolare il limite di velocità dei mezzi all'interno delle aree in cui sono previste le lavorazioni. Questa misura è consigliata sia all'interno dell'AP-42 che nel BREF (paragrafo 4.4.6.12 - BAT Reference LCP edito dal European IPPC Bureau) relativo alle emissioni da stoccaggi (Emissions from storage).

Queste tecniche suggeriscono inoltre l'installazione di cunette per limitare la velocità dei veicoli sotto un limite di velocità da definire (per esempio 20 km/h).

Per il contenimento delle emissioni di polveri nel trasporto degli inerti si prevede l'adozione di opportuna copertura dei mezzi adibiti al trasporto, inoltre i mezzi di cantiere dovranno essere lavati giornalmente nell'apposita platea di lavaggio.

Sarà cura prevedere l'anticipazione delle fasi di recupero a verde e inerbimento delle superfici non pavimentate al fine di limitare il risollevarimento delle polveri nei giorni di vento.

Per quanto riguarda le aree di cantiere è importante che gli impianti di betonaggio e di produzione dei fanghi siano dotati di tutti i sistemi destinati al controllo delle polveri e delle emissioni in atmosfera.

Inoltre il cemento verrà stoccato in appositi silos al fine di evitare la dispersione nell'ambiente delle polveri.

Si ricorda peraltro che le fasi di scavo potranno interessare terreni con percentuale di acqua superiore a quella cautelativamente assunta nel presente studio e tale da determinare emissioni anche sostanzialmente inferiori sia in fase di scavo, sia in fase di trasporto.

Analogamente si evidenzia che per la compattazione degli strati del rilevato si fa ricorso di abbondante bagnatura con conseguente riduzione delle emissioni.

Per ciò che riguarda la viabilità al contorno dell'area di cantiere, si provvederà a mantenere puliti i tratti viari interessati dal passaggio dei mezzi.

A tale fine agli ingressi del cantiere viene prevista l'installazione di impianti di lavaggio ruote.

Ove prevista la pavimentazione, tale intervento sarà realizzato appena possibile.

Per avere una valutazione dell'efficacia delle misure di contenimento dell'impatto dovuto alle operazioni del FAL si sono considerate le % di abbattimento delle principali operazioni di abbattimento, e quindi si è ricalcolato l'impatto delle ricadute.

Le percentuali riportate fanno riferimento alla attività emissiva riportata nella prima colonna.

Tabella Percentuali di riduzione delle emissioni a seguito di interventi di mitigazione

Attività emissiva	Misure di contenimento	Percentuale di riduzione delle emissioni
Emissioni allo scarico dei mezzi di cantiere	Uso di motori a ridotto volume di emissioni inquinanti (ecologici)	
	Interventi di manutenzione periodica	5
	Limitazione velocità dei mezzi di cantiere con cunette	10
	<b>TOTALE</b>	<b>15</b>
Emissioni per risospensione polveri	Bagnatura periodica (wet suppression) due volte al giorno	50
	Lavaggio mezzi	10
	<b>TOTALE</b>	<b>60</b>
Operazioni di scavo e compattamento	Bagnatura operazioni di scavo e compattazione	50
	<b>TOTALE</b>	<b>50</b>

Sulla base di queste percentuali e sulla base dei contributi delle diverse attività alle emissioni delle diverse attività presenti nel FAL si sono ricavate le percentuali di abbattimento riportate in tabella da applicare alle stime di impatto delle emissioni del FAL.

Tabella Stima delle percentuali di abbattimento delle ricadute delle emissioni del FAL

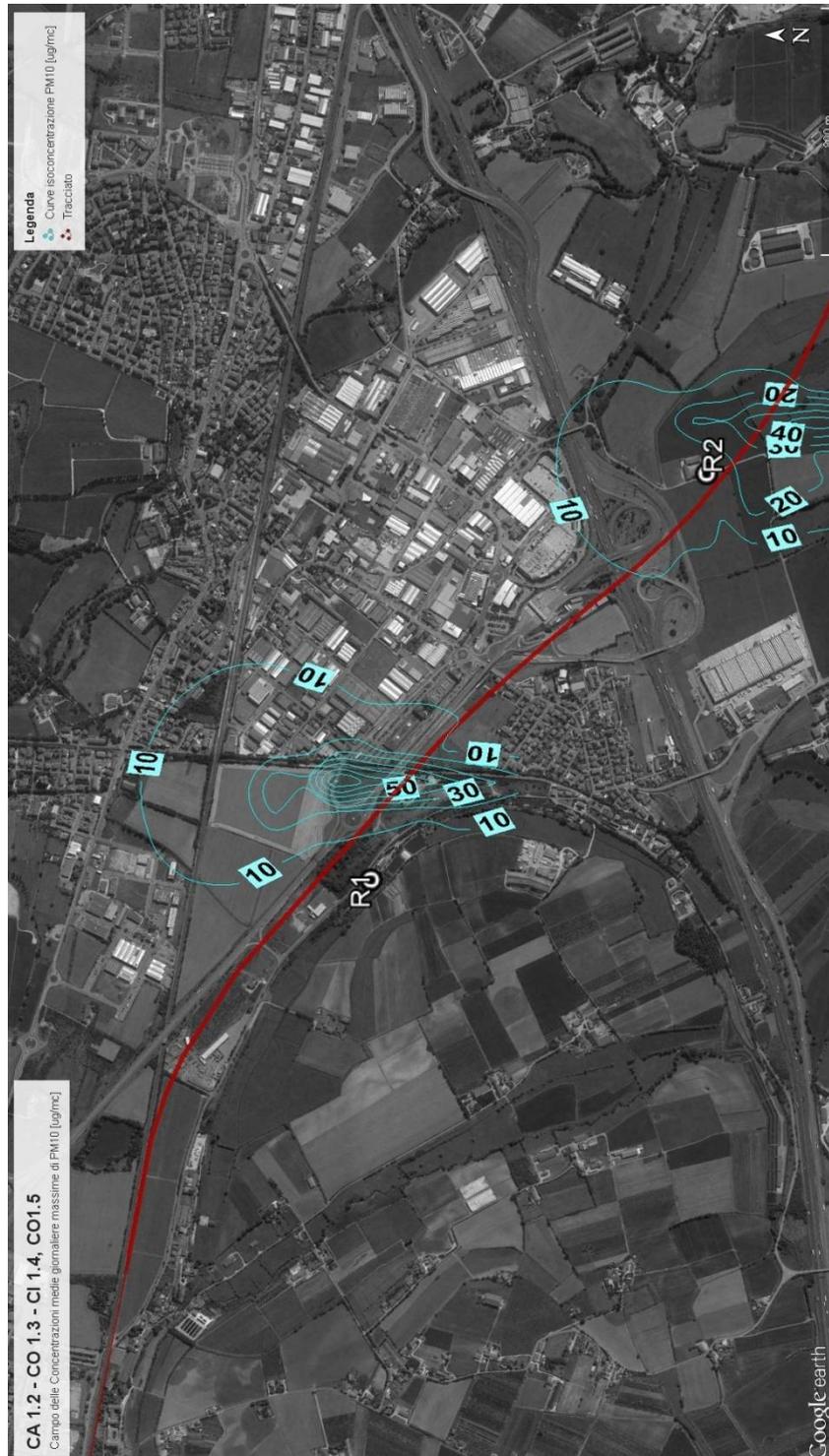
Attività del FAL	Attività emissiva	Contributo % dell'attività emissiva alle emissioni totali	Percentuale di riduzione delle emissioni totali
Rilevato trincea	Emissioni allo scarico	10	1,5
	Emissioni per risospensione polveri	45	27,0
	Operazioni di scavo e compattamento	45	22,5
	<b>TOTALE</b>		<b>51</b>
Viadotto	Emissioni allo scarico	25	4
	Emissioni per risospensione polveri	44	26
	Operazioni di scavo	31	16
	<b>TOTALE</b>		<b>46</b>
Galleria	Emissioni allo scarico	22	3,3

	Emissioni per risospensione polveri	9	5,4
	Operazioni di scavo	69	37,2
	<b>TOTALE</b>		<b>46</b>

Gli interventi di mitigazione proposti annullano le criticità evidenziate.

**ALLEGATO 1**

***Curve di isoconcentrazione delle polveri ( $PM_{10}$ ) giornaliere e medie annue***



Curve di isoconcentrazione giornaliere CA 1.2- Co 1.3 CI 1.4-CO 1.5



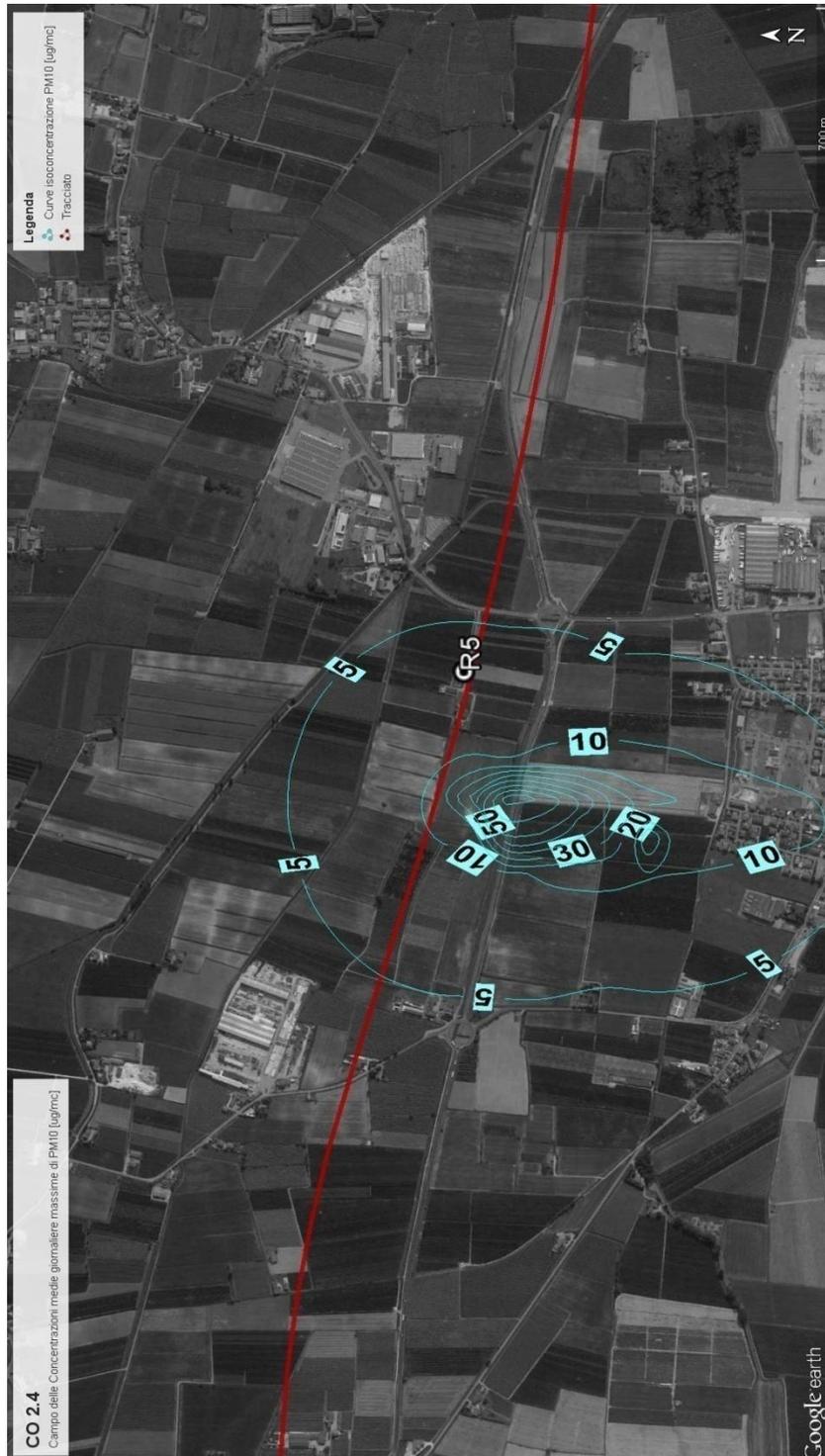
Curve di isoconcentrazione medie annue CA 1.2- CO 1.3 CI 1.4-CO 1.5



Curve di isoconcentrazione giornaliere CO 1.6- CI 2.1-CO 2.2



Curve di isoconcentrazione medie annue CO 1.6- CI 2.1-CO 2.2



Curve di isoconcentrazione giornaliera CO 2.4



Curve di isoconcentrazione medie annue CO 2.4



Curve di isoconcentrazione giornaliere CO 3.1-CI 3.2- CO 3.3



Curve di isoconcentrazione medie annue CO 3.1-CI 3.2- CO 3.3



Curve di isoconcentrazione giornaliera CO 3.4



Curve di isoconcentrazione medie annue CO 3.4

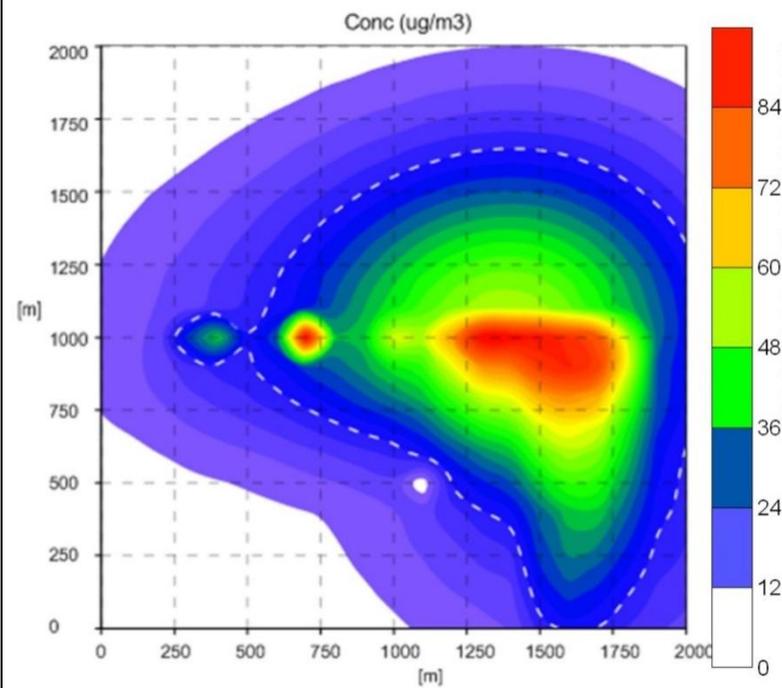
**ALLEGATO 2**

***Impatto CO, NO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub> su recettori e su FAL***

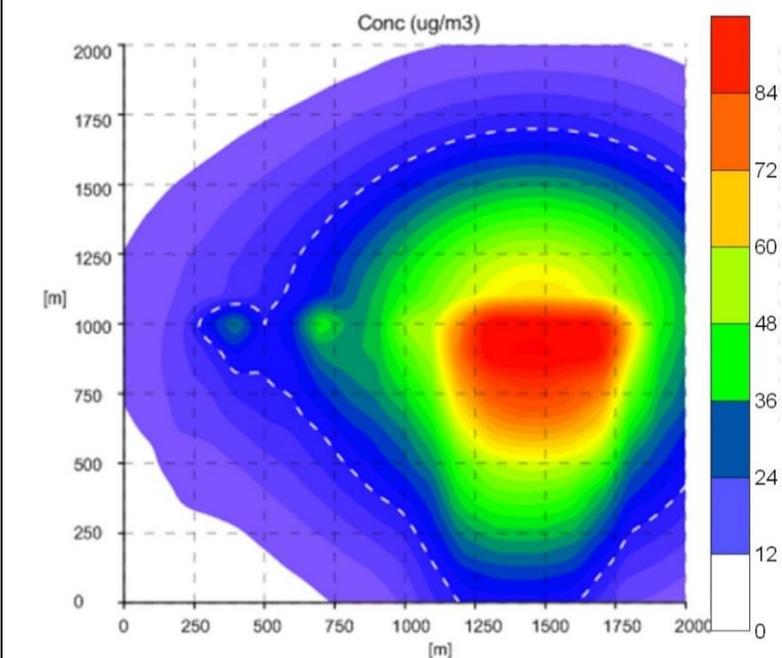
Tabella Impatto su recettori. Valori massimi per CO, NO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub>

Recettore	Cantieri	CO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
		Media mobile 8 h [mg/m <sup>3</sup> ]	Media 1h [µg/m <sup>3</sup> ]	Media 24h [µg/m <sup>3</sup> ]
R1	CA1.2 CO1.3 CI 1.4 CO1.5	0.02	1	0.003
R2	CA 1.2 CO 1.3 CI 1.4 CO 1.5	0.05	4	0.007
R3	CO 1.6 CI 2.1 CO 2.2	0.015	1	0.003
R4	CO 1.6 CI 2.1 CO 2.2	0.01	0.5	0.002
R5	CO2.4	0.02	1.5	0.002
R6	CO 3.1 CI 3.2 CO 3.3	0.02	1.5	0.002
R7	CO 3.1 CI 3.2 CO 3.3	0.03	2	0.003
R8	CO3.4	0.07	5	0.01

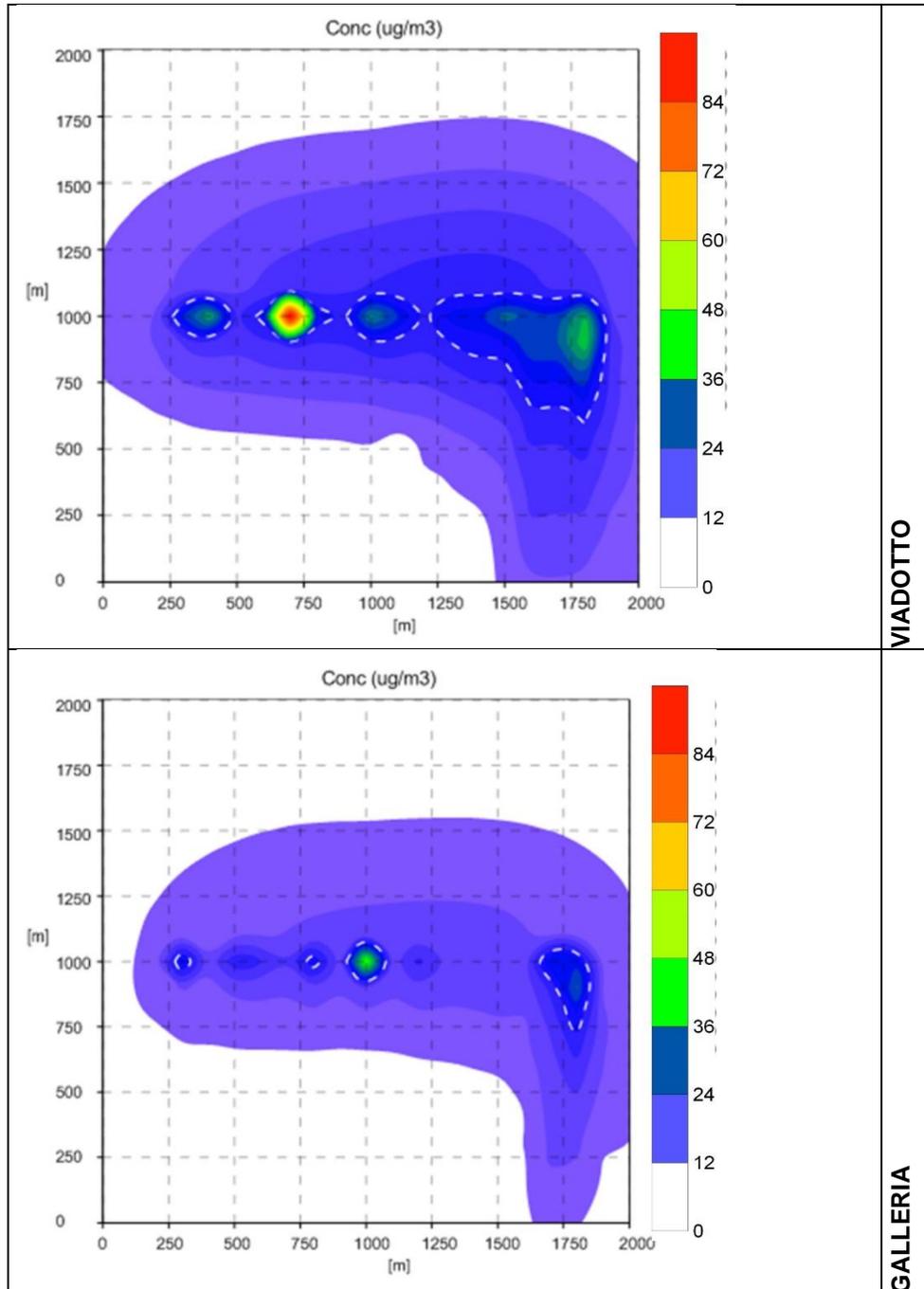
#### CO – Media mobile 8h. Valori massimi giornalieri



RILEVATO/TRINCEA - Verona



RILEVATO/TRINCEA - Lonigo



### NO<sub>2</sub> – Media 1h – Valori massimi giornalieri

