

Commissario:



Contraente:



Progettista:



Project & Construction Management & Quality Assurance: Rina Consulting SpA



**VIADOTTO POLCEVERA**

**EMISSIONE PER ENTI**

**PROGETTO ESECUTIVO di 1° LIVELLO**

**PROGETTO AMBIENTALE DELLA CANTIERIZZAZIONE - Relazione generale**

Contraente	Project & Construction Management & Quality Assurance	Direttore Lavori
Data: _____	Data: _____	Data: _____

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
N G 1 2	0 0	E	6 9	R H	C A 0 0 0 0	C 0 1	B

PROGETTAZIONE								IL PROGETTISTA
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	
A	Emissione Esecutiva di 1* Livello	F. Massari	27/02/2019	C. Ercolani	27/02/2019	A. Perego	27/02/2019	A. Nardinocchi <b>ITALFERR S.p.A.</b> Ordine degli Ingegneri della Provincia di La Spezia Dott. Ing. Andrea Nardinocchi iscritto all'Albo Professionale COD. N. A1263/
B	Emissione a seguito commenti RINA del 27/02	F. Massari	27/02/2019	C. Ercolani	27/02/2019	A. Perego	27/02/2019	
C								



Indice	41
1. PREMESSA	5
2. INQUADRAMENTI PRELIMINARI	5
2.1. STRUTTURA DEL PROGETTO AMBIENTALE DI CANTIERIZZAZIONE	5
2.2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
<b>PARTE A - INQUADRAMENTO GENERALE</b>	
3. INQUADRAMENTO GENERALE	9
3.1. IL CROLLO DEL PONTE MORANDI E LE SUE RIPERCUSSIONI SUL CONTESTO NAZIONALE E LOCALE	9
3.2. IL CONTESTO VINCOLISTICO	12
3.3. CARATTERISTICHE REALIZZATIVE DEL PROGETTO	13
3.3.1. Fase di costruzione	13
3.3.2. Descrizione della Cantierizzazione	14
3.3.3. Macrofasì di Cantierizzazione	17
3.3.4. Descrizione delle lavorazioni specifiche	19
3.3.5. Cronoprogramma dei Lavori e viabilità impegnata dai mezzi di cantiere	19
3.3.6. Descrizione dello scenario critico di cantiere e delle lavorazioni specifiche	20
<b>PARTE B - ANALISI DEGLI ASPETTI AMBIENTALI</b>	
4. ANALISI DEGLI ASPETTI AMBIENTALI	24
4.1. SUOLO	24
4.1.1. Il contesto ambientale e territoriale	24
4.1.2. Gli aspetti ambientali legati al cantiere	33
4.1.3. Le misure di prevenzione e ottimizzazione	34
4.2. ACQUE	34
4.2.1. Il contesto ambientale e territoriale	34
4.2.2. Gli aspetti ambientali legati al cantiere	40
4.2.3. Le misure di prevenzione e ottimizzazione	40
4.3. ARIA E CLIMA	41
4.3.1. Il contesto ambientale e territoriale	41
4.3.2. Gli aspetti ambientali legati al cantiere	54
4.3.3. Le misure di prevenzione e ottimizzazione	70
4.4. CLIMA ACUSTICO	70
4.4.1. Contesto ambientale e territoriale	70
4.4.2. Gli aspetti ambientali legati al cantiere	72
4.4.3. Le misure di prevenzione e ottimizzazione	75
4.5. VIBRAZIONI	78
4.5.1. Inquadramento normativo	78
4.5.2. Gli aspetti ambientali legati al cantiere	78
4.5.3. Le misure di prevenzione e ottimizzazione	81
4.6. BIODIVERSITÀ	82
4.7. SOSTANZE PERICOLOSE	85
4.8. RISCHIO DI INCIDENTE E GESTIONE DELLE EMERGENZE AMBIENTALI	85
4.8.1. Versamento accidentale di sostanze inquinanti	85
4.8.2. Dotazione minima di intervento del cantiere	86
4.8.3. Misure operative di prevenzione	87
<b>PARTE C - USI E PRODUZIONI</b>	
5. USI E PRODUZIONI	89
5.1. RIFIUTI E MATERIALI DI RISULTA	89
5.1.1. Stima dei materiali prodotti	89
5.1.2. Modalità di gestione dei materiali prodotti	89
5.1.3. I siti di conferimento del materiale prodotto	89
5.1.4. Le caratterizzazioni ambientali eseguite	89
5.2. MATERIE PRIME E MATERIALI DA RECUPERO	89
5.2.1. Stima dei fabbisogni	89
5.2.2. Gestione dei materiali di fornitura	89
5.2.3. Le aree estrattive	89

Contraente



Progettista



Doc. NG1200E69RHCA0000C01B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 69 RH CA0000 C01

Rev.  
B

Foglio  
3 di 109

**PARTE D - POPOLAZIONE, TERRITORIO E ASPETTI SOCIALI**

6.	POPOLAZIONE, TERRITORIO E ASPETTI SOCIALI .....	90
6.1.	IL TRAFFICO INDOTTO DAL CANTIERE.....	90
6.2.	CONDIZIONI DI ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE .....	90
6.3.	IL PATRIMONIO ARCHEOLOGICO .....	91
	FIGURE FUORI TESTO .....	93

Contraente



Progettista



Doc. NG1200E69RHCA0000C01B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 69 RH CA0000 C01

Rev.  
B

Foglio  
4 di 109

**Figure fuori testo**

N.	Titolo	Scala
F.1.1	Carta dei vincoli e delle tutele	1:5.000
F.1.2	Carta delle aree protette	1:25.000
F.1.3	Aree di cantiere - Sorgenti oggetto di studi modellistici	-
F.1.4	Diagramma spazio-tempo	1:5.000
F.1.5	Traffici di cantiere - Sorgenti oggetto di studi modellistici	-
F.1.6	Piano di bacino stralcio Polcevera - Carta del rischio geologico	1:5.000
F.1.7	Piano di bacino stralcio Polcevera - Carta delle aree inondabili e storicamente inondate	1:5.000
F.1.8	Piano di bacino stralcio Polcevera - Carta del rischio idraulico	1:5.000
F.1.9	Aree di cantiere - Concentrazioni PM10	1:5.000
F.1.10	Traffici di cantiere - Concentrazioni PM10	-
F.1.11	Traffici di cantiere - Concentrazioni NOX	-
F.1.12	Traffici di cantiere - Concentrazioni CO	-
F.1.13	Aree di cantiere - Livelli acustici periodo diurno	1:5.000
F.1.14	Aree di cantiere - Livelli acustici periodo notturno	1:5.000
F.1.15	Traffici di cantiere - Livelli acustici Ponente	-
F.1.16	Traffici di cantiere - Livelli acustici Levante	-



## 1. PREMESSA

Il crollo del ponte ha determinato una vera e propria cesura tra il ponente e il levante genovese provocando una fortissima situazione di crisi con enormi disagi sia per i flussi autostradali sia per la viabilità cittadina.

In particolare, la città ha visto venir meno un tratto strategico dell'unica direttrice veloce Levante-Ponente di Genova per un accesso diretto alle aree portuali e industriali, per l'aeroporto Cristoforo Colombo e per i collegamenti con il nord Italia e la Francia.

Questa condizione ha provocato un allungamento dei tempi di percorrenza dei traffici privati e commerciali, generando un incremento dei costi e un disagio per la cittadinanza che, con l'interruzione delle principali arterie della Val Polcevera, ha visto il ripercuotersi del traffico cittadino sulle vie secondarie con ricadute anche sul complesso equilibrio del sistema viario genovese.

Da un punto di vista della gestione della protezione civile va ricordato che con l'interruzione dei principali assi di percorrenza nord-sud (Via Perlasca e Via Fillak, Via 30 Giugno e Corso Perrone) la città è rimasta divisa in due parti con il completo isolamento dei quartieri di Rivarolo, Bolzaneto, San Quirico e dei Comuni di Mignanego e Serra Riccò e Sant'Olcese un comprensorio di circa 70.000 mila abitanti, potendo contare solo sulla linea ferroviaria che ha dovuto assorbire le carenze dell'infrastruttura viaria.

Ogni attività produttiva e sociale è stata compromessa da questa situazione.

Il superamento di questa emergenza ha richiesto il ripensamento delle direttrici ordinarie e la ricerca di viabilità alternative che consentissero alla circolazione veicolare di riprendere senza troppo gravare sulla cittadinanza e sul traffico commerciale: ci si riferisce, ad esempio, all'asse viario Borzoli-Fegino che, pur presentando notevoli problemi a causa di un tracciato con scarsa visibilità dovuta alla presenza di tornanti e una sezione stradale non adeguata, ha dovuto sostenere un notevole incremento di traffico veicolare sia leggero che pesante, andando spesso in congestione; Cornigliano ha dovuto supplire all'assenza del viadotto Polcevera, divenendo nodo strategico in quanto varco per il traffico veicolare levante-ponente mediante il casello di Genova Aeroporto e la Via Guido Rossa ma soprattutto con la realizzazione della nuova Via della Superba destinata essenzialmente a smaltire il flusso dei mezzi pesanti diretti all'area portuale attraverso il perimetro dell'Ilva e le aree portuali bypassando la viabilità cittadina.

Solo con la riapertura delle quattro viabilità lungo il Torrente Polcevera si è tornati, con il parziale ripristino della circolazione stradale, ad un equilibrio che resta precario, in quanto nella fase di esecuzione dei lavori due strade su quattro, attualmente aperte, dovranno essere chiuse.

Inoltre, qualsiasi incidente, anche di minima entità, che dovesse interessare una di queste arterie farebbe ricadere la città nel caos con le conseguenti implicazioni di protezione civile.

Pertanto la demolizione del viadotto esistente e degli edifici sottostanti e la ricostruzione della nuova infrastruttura rivestono una importanza strategica nel contesto sopra descritto e si configurano come misure di risposta ed esigenze di protezione civile intese come il ripristino delle normali condizioni di vita e di lavoro della cittadinanza.

In tale ambito, per quanto concerne le tematiche ambientali, il progetto di costruzione del nuovo viadotto sarà approvato dal Commissario Straordinario per la Ricostruzione del Viadotto Polcevera in virtù delle proprie competenze, avvalendosi del parere della Commissione tecnica di verifica dell'impatto ambientale VIA – VAS del Ministero dell'Ambiente.

Il presente documento riguarda il solo progetto di costruzione del nuovo viadotto. La fase di demolizione, essendo svolta sotto l'egida della Procura della Repubblica che, avendo posto sotto sequestro il ponte, necessita di una condivisione continua delle modalità di lavoro e dei tempi, è oggetto di procedura approvativa distinta.

## 2. INQUADRAMENTI PRELIMINARI

### 2.1. Struttura del progetto ambientale di cantierizzazione

Il documento "Progetto ambientale della cantierizzazione" costituisce parte integrante della documentazione a valenza ambientale sviluppata a corredo del Progetto esecutivo del Viadotto Polcevera, la quale nel suo complesso è composta dal presente e altri cinque documenti, ognuno dei quali è rivolto ad indagare l'opera in progetto sotto uno specifico profilo ambientale.

Tali distinti profili discendono, oltre che da aspetti specialistici, da una fondamentale distinzione operata nella lettura del progetto del nuovo viadotto sul Polcevera, che ha portato a discernere tra:

- **Intervento in progetto** La realizzazione dell'opera in progetto, ossia la realizzazione del nuovo Viadotto Polcevera, considerata in quanto tale, ossia a prescindere della demolizione del Ponte Morandi (fase di cantiere)
- **Opera in progetto** La presenza del nuovo Viadotto Polcevera nella fase di esercizio, colto nella sua valenza di manufatto infrastrutturale

In ragione di questa differenza concettuale, che sotto l'aspetto terminologico si è riflessa nel costante utilizzo di detti due termini, il quadro della documentazione a valenza ambientale e le finalità perseguite da ciascuno documento possono essere sintetizzate nei seguenti termini:

- A. **Studio ambientale** Il documento riveste una duplice finalità in quanto si configura, da un lato, come compendio del complesso delle analisi a valenza ambientale riportate negli altri documenti e, dall'altro, come momento di loro approfondimento espressamente riferito alla presenza del nuovo Viadotto Polcevera.



- In tal senso è possibile affermare che detto documento è riferito sia all'Intervento come realizzazione che all'Opera in progetto
- B. Progetto ambientale della cantierizzazione Il documento è espressamente riferito all'analisi degli aspetti ambientali legati alla realizzazione del nuovo viadotto e, pertanto, si riferisce unicamente all'Intervento in progetto
- C. Studio acustico Il documento è rivolto ad indagare le prestazioni dell'opera sotto il profilo acustico in relazione alla sorgente traffico veicolare. Posto che la definizione delle dotazioni necessarie ad assicurare dette prestazioni costituisce un'attività che ha chiari ed evidenti riflessi sulla progettazione del nuovo viadotto, sia sotto l'aspetto concettuale che rispetto a quello operativo, lo studio in parola si riferisce all'Opera in progetto
- D. Analisi del contesto archeologico Il documento è finalizzato a costruire quel complesso di informazioni relative alle presenze archeologiche che potenzialmente insistono nell'area di intervento, atto alla loro preservazione e salvaguardia nel corso dei lavori. Lo studio è pertanto riferito all'Intervento in progetto
- E. Progetto di monitoraggio ambientale Il documento è volto a definire le modalità attraverso le quali dovranno essere indagati gli aspetti ambientali legati alla realizzazione del nuovo viadotto sul Polcevera e le misure da intraprendere. Il documento è quindi riferito all'Intervento in progetto
- F. Gestione materiali di scavo in qualità di sottoprodotto ai sensi D.P.R. 120/17 e Piano di Gestione dei materiali di Risultata I documenti sono volti alla descrizione delle modalità di gestione dei materiali, alla stima dei volumi prodotti, dei rifiuti e dei sottoprodotti e dei fabbisogni, nonché al censimento dei siti di approvvigionamento e conferimento che verranno utilizzati.

Occorre precisare che, in ragione della definizione di "Intervento in progetto" prima riportata, il Progetto ambientale della cantierizzazione attiene esclusivamente alla fase realizzativa del nuovo Viadotto Polcevera, a prescindere dalla demolizione dell'attuale Ponte Morandi.

In relazione a dette finalità, la relazione costitutiva il Progetto ambientale della cantierizzazione si articola in più parti:

- Parte A Inquadramento generale

La prima parte, oltre a descrivere compiutamente la struttura del documento e ad operare un inquadramento della normativa di riferimento, è dedicata all'illustrazione del contesto vincolistico, nonché del progetto infrastrutturale e, in modo specifico, dell'organizzazione del sistema di cantierizzazione.

Per quanto riguarda la descrizione dell'opera in progetto e degli aspetti connessi alla sua realizzazione, le informazioni riportate in questa parte sono desunte dalle relazioni di progetto.

Con esplicito riferimento ai fini del documento in esame, dette informazioni sono riportate operandone una sintesi funzionale alle analisi di cui alla Parte B

- Parte B Analisi degli aspetti ambientali

La seconda parte contiene l'identificazione e la descrizione degli aspetti ambientali legati al contesto di riferimento e alla realizzazione del Viadotto Polcevera, nonché all'illustrazione delle eventuali misure di prevenzione e di ottimizzazione

- Parte C Usi e produzioni

Questa terza parte tratta la stima dei fabbisogni di materie prima e di rifiuti e materiali di risulta, attraverso anche l'individuazione dei siti di approvvigionamento e smaltimento del materiale.

- Parte D Popolazione, territorio e aspetti sociali

La parte D è volta alla descrizione degli aspetti sociali ed in particolare le tematiche approfondite saranno relative ai traffici di cantiere indotti dalle attività previste e dalla loro fasizzazione. Sarà inoltre valutata l'esposizione della popolazione all'inquinamento atmosferico, acustico e alle vibrazioni prodotte durante la cantierizzazione. Infine, dal punto di vista territoriale verrà descritto il contesto archeologico di riferimento ed il rischio archeologico nell'area di intervento.

Per la scelta dei fattori ambientali da analizzare sono stati presi come riferimento i documenti relativi al sistema di gestione ambientale ed in particolare le "Linee guida ambientali requisiti generali dei processi di gestione dell'ambiente per la realizzazione del progetto".

## 2.2. Normativa di riferimento

Il Progetto Ambientale della Cantierizzazione è stato redatto in conformità alle principali normative nazionali applicabili alle finalità del presente studio, sulla base di quanto riportato nel documento redatto da Italferr in data 20/10/2010 "Quadro Normativo per la progettazione ambientale e archeologica delle infrastrutture ferroviarie" e revisionato in data 19/03/2015, che raccoglie le principali norme ambientali applicabili alle attività di progettazione, monitoraggio ambientale, realizzazione e collaudo delle opere infrastrutturali (cfr. Allegato 1 alla presente relazione).



Ad integrazione del suddetto documento, si riporta comunque di seguito l'elenco delle ultime disposizioni normative sopraggiunte negli ultimi anni ed attinenti le tematiche oggetto del presente documento.

- **Legge del 11 novembre 2014, n. 164** "Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 12 settembre 2014, n. 133 (c.d. Decreto Sblocca Italia) - "Misure urgenti per l'apertura dei cantieri, la realizzazione delle opere pubbliche, la digitalizzazione del Paese, la semplificazione burocratica, l'emergenza del dissesto idrogeologico e per la ripresa delle attività produttive";
- **Legge del 11 agosto 2014, n. 116** "Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 24 giugno 2014, n. 91, recante disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea";
- **Decreto del Ministero dell'Ambiente del 3 giugno 2014, n. 120** "Competenze e funzionamento dell'Albo Gestori Ambientali";
- **Decreto-legge 31 maggio 2014, n. 83 (c.d. Decreto Cultura)** recante "Disposizioni urgenti per la tutela del patrimonio culturale, lo sviluppo della cultura e il rilancio del turismo";
- **Legge 30 ottobre 2013, n. 125** "Conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 101/2013 - Nuova disciplina di operatività del Sistri - Imprese di interesse strategico nazionale";
- **Legge 9 agosto 2013, n. 98** "Conversione, con modificazioni, del Decreto-legge 21 giugno 2013, n. 69. Disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia";
- **Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare** prot. 0000096 del 20 marzo 2013 "Definizione termini iniziali di operatività del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti (SISTRIS)";
- **Decreto 14 febbraio 2013, n. 22** "Regolamento recante disciplina della cessazione della qualifica di rifiuto di determinate tipologie di combustibili solidi secondari (CSS), ai sensi dell'articolo 184 -ter, comma 2, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni";
- **Decreto Ministeriale 10 agosto 2012, n. 161** "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo";
- **Legge 4 aprile 2012, n. 35** recante "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 9 febbraio 2012, n. 5, recante disposizioni urgenti in materia di semplificazione e di sviluppo" (cd. "Semplificazioni");
- **Legge 24 marzo 2012, n. 28** "Conversione, con modificazioni, del D.L. 25 gennaio 2012, n. 2, recante Misure straordinarie e urgenti in materia di ambiente";
- **D.L. 25 gennaio 2012, n. 2** "Misure straordinarie e urgenti in materia ambientale";
- **D.L. 24 gennaio 2012, n. 1** "Disposizioni urgenti per la concorrenza, lo sviluppo delle infrastrutture e la competitività";

- **Legge 22 dicembre 2011, n. 214** "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 6 dicembre 2011, n. 201, recante disposizioni urgenti per la crescita, l'equità e il consolidamento dei conti pubblici (cd. "Salva Italia");
- **Legge 14 settembre 2011 n. 148** "Ulteriori misure urgenti per la stabilizzazione finanziaria e per lo sviluppo";
- **Decreto Legislativo n. 121 del 07 luglio 2011** "Attuazione della direttiva 2008/99/CE sulla tutela penale dell'ambiente, nonché della direttiva 2009/123/CE che modifica la direttiva 2005/35/CE relativa all'inquinamento provocato dalle navi e all'introduzione di sanzioni per violazioni";
- **Decreti Ministeriali 14 marzo 2011** - Quarto elenco aggiornato dei siti di importanza comunitaria per la regione biogeografica alpina/mediterranea/continentale in Italia ai sensi della direttiva 92/43/CEE;
- **DM 18 febbraio 2011 n. 52** "Regolamento recante istituzione del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti";
- **Decreto Ministeriale 22 dicembre 2010** "Modifiche ed integrazioni al decreto 17 dicembre 2009, recante l'istituzione del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti";
- **Decreto Legislativo 10 dicembre 2010, n.219** "Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque";
- **Decreto legislativo 3 dicembre 2010, n. 205** "Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive";
- **Decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207** "Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE";
- **Decreto Ministeriale 27 settembre 2010** "Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, in sostituzione di quelli contenuti nel decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio 3 agosto 2005";
- **Decreto Legislativo 155/2010 e smi:** 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 normati (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;
- **Decreto Legislativo 29 giugno 2010, n.128** "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n. 69";
- **Legge 106/2010** "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 13 maggio 2011, n. 70 Semestre Europeo - Prime disposizioni urgenti per l'economia".

Contraente



Progettista



Doc. NG1200E69RHCA0000C01B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 69 RH CA0000 C01

Rev.  
B

Foglio  
8 di 109

## Parte A – Inquadramento generale

### 3. INQUADRAMENTO GENERALE

#### 3.1. Il crollo del Ponte Morandi e le sue ripercussioni sul contesto nazionale e locale

Alle ore 11:36 del 14 Agosto 2018 la sezione del Ponte Morandi che sovrasta la zona fluviale e industriale di Sampierdarena, lunga 149,12 m, è improvvisamente crollata insieme al pilone di sostegno numero 9, provocando 43 vittime tra le persone a bordo dei mezzi che transitavano sul ponte e tra gli operai al lavoro nella sottostante isola ecologica dell'AMIU, l'azienda municipalizzata per la raccolta dei rifiuti.



Figura 3-1 La pila 9 coinvolta nel crollo

Il crollo del ponte ha determinato il blocco del raccordo fra l'autostrada A7 e l'A10 e di numerose strade sottostanti, oltre che della linea ferroviaria di raccordo con il porto.

Il giorno successivo, il 15 Agosto, a seguito dei primi sopralluoghi viene dichiarato con Delibera del Consiglio dei Ministri lo stato di emergenza e la nomina di un commissario straordinario. Oltre al crollo, allo shock per le vittime e all'interruzione di un prezioso nodo infrastrutturale, si teme per le parti rimaste in piedi del viadotto che ancora provocano «una grave situazione di pericolo per l'incolumità delle persone e per la sicurezza dei beni pubblici e privati<sup>1</sup>».

Sin da subito gli abitanti delle aree limitrofe al ponte, per un totale di 566 persone, sono obbligati cautelativamente ad abbandonare le proprie abitazioni e viene istituita un'area interdetta per motivi di sicurezza,

<sup>1</sup> Dichiarazione dello stato di emergenza a causa del crollo di un tratto del viadotto Polcevera, noto come ponte Morandi, sulla A10, a Genova, avvenuto nella mattinata del 14 agosto 2018.

definita zona rossa, il cui perimetro viene fissato a seguito di una serie di ordinanze sindacali con il decreto n. 329 del 02.10.2018.



Figura 3-2 Zona Rossa secondo l'Ordinanza sindacale n. 2018-POS-346 del 02/10/2018

La cessazione della connessione autostradale che il viadotto Polcevera garantiva mette in luce sin da subito l'importanza strategica di quel nodo autostradale che congiungeva i traffici provenienti da Livorno e Roma sull'A12 e Milano sull'A7 con quelli provenienti da Torino attraverso l'A26 e da Ventimiglia con l'A10.

La sua chiusura determina immediatamente scompensi nella circolazione a differenti livelli che vanno dalla scala internazionale a quella locale. Il traffico veicolare, abbondante sia in pieno periodo festivo a causa di chi si muove da e per le località di villeggiatura sia nei giorni feriali in cui si aggiungono le masse di tir per il trasporto delle merci, a causa dell'interruzione di quel nodo si riversa nel cuore di Genova andando ad intasare la Statale via Aurelia e i raccordi con le autostrade interni alla città, allungando notevolmente i tempi di percorrenza su scala nazionale e congestionando una delle principali arterie di spostamento tra ponente e levante all'interno della città.



**Figura 3-3 La nuova viabilità autostradale che confluisce nel cuore urbano di Genova. In rosso il tratto chiuso al traffico**

I disagi interni alla città sono stati monitorati a partire dal 15 agosto 2018. La Direzione Mobilità del Comune di Genova ha avviato una campagna di monitoraggio dei flussi veicolari<sup>2</sup> che interessano tratti di viabilità cittadina e che hanno assunto un ruolo strategico nella gestione degli spostamenti in arrivo e in uscita dal centro

<sup>2</sup> Comune di Genova Direzione Mobilità, Report di sintesi dei dati di traffico a seguito del crollo del Ponte Morandi maggio 2018 – gennaio 2019

urbano di Genova. Ovviamente i risultati hanno dimostrato un repentino aumento del traffico in tutto il quadrante interessato.

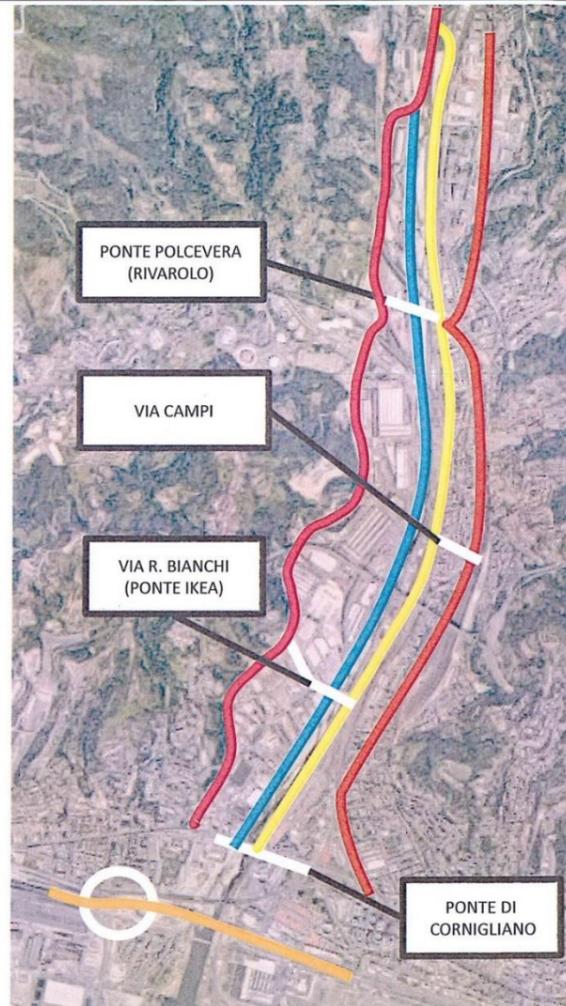
Ma se da un lato l'eccessivo flusso veicolare destabilizza i già precari flussi di traffico della metropoli, l'inevitabile inaccessibilità della zona rossa prolunga lo *shock* e il disagio per coloro che hanno una casa al suo interno. A fronte di una città che scorre frenetica ne esiste un'altra che si è arrestata al 14 agosto. Le aree interne alla zona rossa come via Fillak e via Porro, le cosiddette Case dei Ferrovieri, sembrano essere ferme al momento del crollo con tapparelle aperte e qualche panno ancora steso. Un'area ad alta densità di popolazione è ora impressionantemente deserta.



**Figura 3-4 La zona rossa**

Al dramma degli abitanti privati delle proprie abitazioni e alloggiati altrove, lontano dalle loro abitudini, si aggiunge anche quello degli abitanti delle zone limitrofe preoccupati per i lavori di ricostruzione, ma ancor più destabilizzati dalla nuova geografia urbana che si è andata a comporre. Via del Campasso, via Fillak e via Porro sono divenute strade chiuse senza uscita e quindi senza quei flussi indispensabili per il destino del tessuto commerciale della parte nord di Sampierdarena o di quartieri come Certosa, 31.000 abitanti situato nord del ponte, trasformati in *enclosure* dalla presenza della zona rossa. Qui la paura dell'abbandono è legata soprattutto alle attività commerciali che dal crollo del ponte hanno subito una drastica riduzione delle entrate economiche. In questa dinamica che richiama una sorta di desertificazione, il fattore tempo è cruciale.

VIABILITA' VALPOLCEVERA ANTECEDENTE AL CROLLO DI PONTE MORANDI



**VIA PERLASCA**  
SENSO UNICO - DIREZIONE MONTE - DUE  
CORSIE DI MARCIA  
SOSTA CONSENTITA IN ALCUNI TRATTI LUNGO  
IL TRATTO DESTRO ASCENDENTE

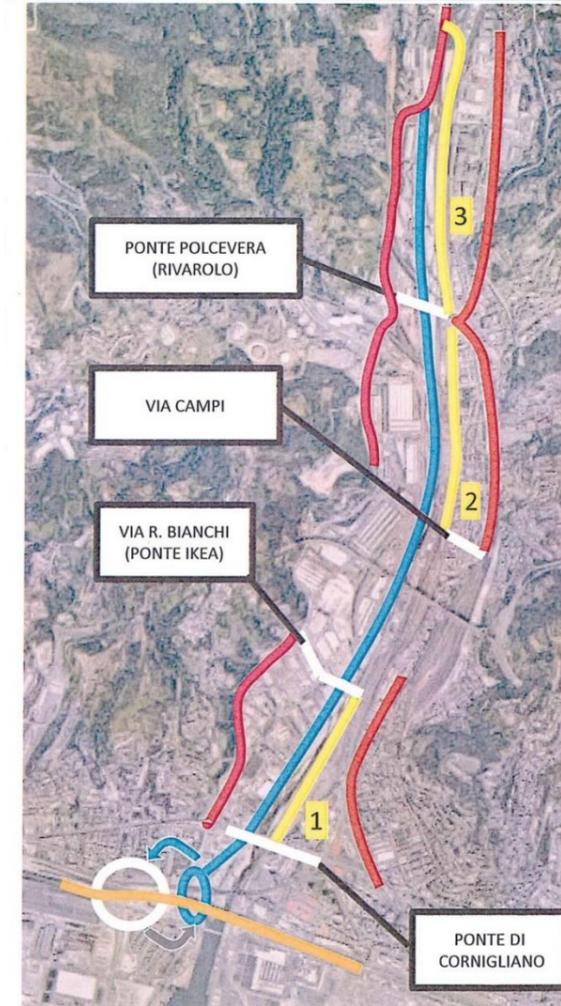
**VIA T. BENEDETTI - VIA 30 GIUGNO  
- VIA S. DONA' DI PIAVE**  
SENSO UNICO - DIREZIONE MARE - DUE  
CORSIE DI MARCIA

**CORSO PERRONE - VIA FERRI**  
DOPPIO SENSO DI MARCIA

**VIA RETI - VIA FILLAK**  
DOPPIO SENSO DI MARCIA

**VIA G. ROSSA**  
DOPPIO SENSO DI MARCIA

VIABILITA' VALPOLCEVERA SUCCESSIVA AL CROLLO DI PONTE MORANDI



**VIA PERLASCA**  
1 SENSO UNICO - DIREZIONE MONTE  
2 DOPPIO SENSO DI MARCIA  
3 SENSO UNICO - DIREZIONE MONTE

**VIA GUIDO ROSSA - NUOVA VIABILITA' -  
VIA T. BENEDETTI - VIA 30 GIUGNO -  
VIA S. DONA' DI PIAVE -**  
DOPPIO SENSO - UNA CORSIA PER SENSO DI  
MARCIA

**CORSO PERRONE - VIA FERRI**  
DOPPIO SENSO DI MARCIA

**VIA RETI - VIA FILLAK -**  
DOPPIO SENSO DI MARCIA

**VIA G. ROSSA**  
DOPPIO SENSO DI MARCIA

Figura 3-5 assetto della viabilità nella valle antecedente il crollo del Ponte Morandi

Figura 3-6 Nuova viabilità attorno alla zona rossa al momento del crollo

Come anticipato in premessa il crollo del ponte ha richiesto il ripensamento delle direttrici ordinarie e la ricerca di viabilità alternative che consentissero alla circolazione veicolare di riprendere senza troppo gravare sulla cittadinanza e sul traffico commerciale: ci si riferisce, ad esempio, all'asse viario **Borzoli-Fegino** che, pur presentando notevoli problemi a causa di un tracciato con scarsa visibilità dovuta alla presenza di tornanti e una sezione stradale non adeguata, ha dovuto sostenere un notevole incremento di traffico veicolare sia leggero che pesante, andando spesso in congestione; **Cornigliano** ha dovuto supplire all'assenza del viadotto Polcevera, divenendo nodo strategico in quanto varco per il traffico veicolare levante-ponente mediante il casello di Genova Aeroporto e la Via Guido Rossa ma soprattutto con la realizzazione della nuova **Via della Superba** destinata essenzialmente a smaltire il flusso dei mezzi pesanti diretti all'area portuale attraverso il perimetro dell'Ilva e le aree portuali bypassando la viabilità cittadina.



Solo con la riapertura delle quattro viabilità lungo il Torrente Polcevera si è tornati, con il parziale ripristino della circolazione stradale, ad un equilibrio che resta precario, in quanto nella fase di esecuzione dei lavori due strade su quattro, attualmente aperte, dovranno essere chiuse.

### 3.2. Il contesto vincolistico

L'attività di ricognizione ha evidenziato la seguente situazione:

- interferenza da parte dell'opera in progetto con aree soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del RD 3267/1923. Nello specifico, i tratti di opera, e le relative porzioni di aree di cantiere, ricadenti su di aree gravate da vincolo idrogeologico sono quelli afferenti alla spalla A nel tratto compreso tra l'inizio di intervento e la pila n. 1 (circa) in destra orografica ed alla spalla B nel tratto compreso tra la pila n. 17 (circa) e la fine intervento in sinistra orografica;
- interferenza da parte dell'opera in progetto con aree soggette a vincolo ope legis ai sensi dell'articolo 142 co. 1 lettera g) relativa a territori coperti da boschi e foreste. Nello specifico, tale interferenza attiene alle aree di cantiere contermini alla spalla A nel tratto compreso tra l'inizio di intervento e la pila n. 1 (circa) in destra orografica e alla rampa di collegamento tra l'Autostrada dei Giovi A7 carreggiata Sud ed il nuovo viadotto sul Polcevera e relativa area di cantiere in corrispondenza della spalla B nel tratto compreso tra la pila n. 17 (circa) e la fine intervento in sinistra orografica;
- presenza di alcuni beni di interesse culturale soggetti a vincolo compresi entro un ambito di 500 metri per lato dall'asse dell'opera in progetto. L'opera in progetto, e le sue aree di cantiere, non interessa direttamente alcuno dei beni;
- presenza di due aree di interesse paesaggistico ai sensi dell'articolo 136 del DLgs 42/2004 e smi entro l'ambito di approfondimento di 500 metri per lato dall'asse dell'opera in progetto, le quali non sono direttamente interessate dall'opera in progetto e dalle aree di cantiere contermini. Le motivazioni assunte alla base del riconoscimento del notevole interesse pubblico, così come riportate nei relativi decreti ministeriali;
- presenza di alcune aree naturali soggette a tutela (aree naturali protette ed aree della Rete Natura 2000) oltre una distanza di due chilometri dall'opera in progetto. Rispetto a tale situazione l'unica eccezione è rappresentata dall'area del Parco delle Mura, istituito con DGR 1506 del 21.11.2008 e classificato come "Parco naturale di interesse locale" ai sensi dell'art. 3, comma 1, lett. a) e dell'art. 4, comma 3 della LR 12/95, che all'incirca dista 280 metri dall'asse dell'opera in progetto, nella condizione a detta opera più prossima;
- nessun sito UNESCO presente all'intorno dell'opera in progetto.

Nello specifico, la situazione risulta sintetizzabile nei seguenti termini (cfr. Tabella 3-1).

Tipologia bene/area	Descrizione	Interessamento diretto
Beni culturali	Presenza di alcuni beni di interesse culturale verificato e di altri beni di interesse culturale, ricadenti entro un ambito di 500 metri per lato dall'asse del viadotto di progetto.	
Beni paesaggistici "vincoli decretati"	Per quanto concerne i "vincoli decretati", presenza di due aree soggette a vincolo paesaggistico ai sensi dell'articolo 136 co. 1 lett. c) e d) (cd Bellezze d'insieme), ricadenti entro un ambito di 500 metri per lato dall'asse del viadotto di progetto.  Le aree in questione sono rappresentate dalle "Aree soprastanti il Piazzale Belvedere nel comune di Genova – Sampierdarena" (DM 11.12.1956) e dalla "Zona di Granarolo dallo aspetto particolare per la presenza di ambienti con ville signorili dei sec. XVI e XVII e ampie aree alberate (Genova - San Teodoro)" (DM 27.09.1955)	
Beni paesaggistici "vincoli ope legis"	Assunto che, secondo quanto esplicitamente richiamato nel Piano Comunale dei beni paesaggistici soggetti a tutela, le tipologie di aree tutelate per legge ricadenti nel territorio del Comune Genova sono rappresentate dai territori costieri, dai corsi d'acqua, dai parchi e riserve nazionali e regionali, dai territori coperti dai boschi, nonché dalle aree assegnate alle università agrarie e dalle zone di interesse archeologiche, con riferimento a dette tipologie di aree le uniche ricadenti entro un ambito di 500 metri per lato dall'asse del viadotto di progetto, sono rappresentate dai territori coperti da boschi e foreste di cui al co. 1 lettera g) dell'articolo 142 del DLgs 42/2004 e smi.  Con specifico riferimento all'opera ed alle sue aree di cantiere, si riscontra la presenza di tali beni in corrispondenza delle aree di cantiere contermini alla spalla A e nei pressi della rampa di collegamento con l'Autostrada dei Giovi A7 carreggiata Sud e relativa area di cantiere in corrispondenza della spalla B	
Aree soggette a vincolo idrogeologico	Interessamento di due porzioni territoriali, disposte sul versante di levante e di ponente della valle del Polcevera, da parte dell'opera in progetto e le sue aree di cantiere.  In particolare, i tratti di opera ricadenti su aree gravate da vincolo idrogeologico sono i seguenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Versante in destra idrografica <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tratto compreso tra inizio intervento e pila n. 1 (circa) e aree di cantiere contermini</li> </ul> </li> <li>• Versante in sinistra idrografica <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tratto compreso tra pila n. 17 (circa) e fine intervento e aree di cantiere contermini</li> </ul> </li> </ul>	
Aree naturali	L'area naturale compresa nel VI Elenco Ufficiale Aree Naturali Protette (EUAP) presente all'intorno dell'opera in progetto è rappresentata dal Santuario per i mammiferi marini (EUAP 1174) la cui distanza minima da detta opera ammonta a circa 2.050 metri.  Relativamente alle aree della Rete Natura 2000, l'area più prossima all'opera in progetto è rappresentata dalla ZSC "Monte Gazzo" (IT1331615) che, sempre misurata nel punto di maggiore prossimità, dista all'incirca 2.400 metri da detta opera e, segnatamente, dalla sua porzione occidentale.	



Tipologia bene/area	Descrizione	Interessamento diretto
	In ultimo, come premesso, il Parco delle Mura (Parco naturale di interesse locale) dista all'incirca 280 metri dall'asse dell'opera in progetto, misurati nel punto di maggiore prossimità, corrispondente alla fine dell'intervento.	

**Tabella 3-1 Rapporti tra l'opera in progetto ed il sistema dei vincoli e delle tutele: quadro di sintesi**

In esito alla ricognizione dei vincoli e delle tutele si sono individuate le seguenti interferenze dirette:

- Nuovo viadotto sul Polcevera, e aree di cantiere contermini - Tratto compreso tra l'inizio intervento e la pila n. 1 circa, ricadente in area soggetta a vincolo idrogeologico ai sensi del RD 3267/1923;
- Nuovo viadotto sul Polcevera, e aree di cantiere contermini - Tratto compreso tra la pila n. 17 (circa) e la fine intervento, ricadente in area soggetta a vincolo idrogeologico ai sensi del RD 3267/1923;
- Nuovo viadotto sul Polcevera, e aree di cantiere contermini - Tratto compreso tra l'inizio intervento e la pila n. 1 circa, ricadente in area soggetta a vincolo paesaggistico ai sensi dell'articolo 142 co. 1 lettera g) del DLgs 42/2004 e smi;  
Rampa di collegamento tra l'Autostrada dei Giovi A7 carreggiata Sud ed il nuovo viadotto sul Polcevera, e aree di cantiere contermini, ricadente in area soggetta a vincolo paesaggistico ai sensi dell'articolo 142 co. 1 lettera g) del DLgs 42/2004 e smi.

Per la rappresentazione grafica dei vincoli e delle aree protette si rimanda alle figure fuori testo F.1.1 "Carta dei vincoli e delle tutele" e F.1.2 "Carta delle aree protette".

### 3.3. Caratteristiche realizzative del progetto

#### 3.3.1. Fase di costruzione

Il progetto stradale della nuova infrastruttura relativa al Viadotto Polcevera è stato redatto nel rispetto dei vincoli e degli obiettivi prefissati, in un'ottica di miglioramento della sicurezza stradale.

Rispetto alla posizione dell'infrastruttura storica, il nuovo tracciato si presenta leggermente ruotato verso sud al fine di soddisfare l'esigenza primaria di evitare le interferenze con la densa rete di sottoservizi.

Le due carreggiate del viadotto, costituite da due corsie da 3,75 metri e banchina in destra di 3,50 metri ed in sinistra di 0,70 metri, sono state tracciate con riferimento a due assi separati rappresentati rispettivamente dagli assi delle due carreggiate. L'andamento altimetrico rimane sostanzialmente invariato rispetto a quello della infrastruttura storica e risponde al disegno architettonico. In particolare, il profilo altimetrico del viadotto è riferito al tracciamento dei cigli interni, ove avviene la rotazione delle sagome stradali, e presenta andamento orizzontale.

La soluzione che si propone per la ricostruzione dell'attraversamento sul Polcevera è un viadotto continuo isolato. L'impalcato principale è una travata continua di lunghezza totale pari a 1067,17 m costituita da 19 campate come di seguito descritte:

- 14 campate in acciaio-calcestruzzo da 50 m
- 3 campate in acciaio-calcestruzzo da 100 m;
- 1 campata in acciaio-calcestruzzo da 40,9 m di approccio alla spalla ovest;
- 1 campata in acciaio-calcestruzzo da 26,27 m di approccio alla spalla est.

Inoltre, è strutturalmente connessa, all'impalcato principale, una rampa in acciaio-calcestruzzo di lunghezza complessiva pari a circa 109,91 m a 3 luci (34m + 43,45 m +32,46 m); le pile, a sezione ellittica, sono 18 e sono previste in cemento armato a sezione costante per l'intero sviluppo in altezza. La struttura dell'impalcato è stata prevista isolata rispetto alle pile, tramite l'impiego di isolatori "a pendolo": tale soluzione ha consentito l'ottimizzazione delle strutture, delle sottostrutture ed in particolar modo delle fondazioni, limitando le dimensioni delle stesse in un contesto fortemente urbanizzato ed antropizzato.

In linea generale, il progetto di costruzione del nuovo Viadotto Polcevera prevede la realizzazione dell'opera da fine marzo 2019 a metà aprile 2020.

La costruzione si sviluppa trasversalmente alla val Polcevera lungo due sub-lotti, denominati Levante e Ponente, divisi dall'alveo del torrente Polcevera stesso.

Nei primi due mesi circa di costruzione (Aprile e Maggio 2019), ovvero durante l'avvio delle attività di scavo dei pali di fondazione, i lavori si sovrappongono alle attività di demolizione. Il Piano di Monitoraggio Ambientale tiene conto di tale condizione (Cfr. NG1200E22RGMA0000C01 - Piano di Monitoraggio Ambientale - Relazione Generale).

Queste però, anche per ragioni di sicurezza e disponibilità delle aree, procedono distanti dai siti dove si scavano i primi pali di fondazione.

Questa necessità operativa ha un impatto positivo, essendo evitati picchi di emissioni (non solo acustica) per concentrazione di mezzi d'opera.

In particolare si segnala che l'avvio delle attività di costruzione si concretizza solo ad avvenuto completamento della demolizione dei fabbricati che giacciono sotto le aree di fabbricazione del nuovo viadotto, attività questa che coinvolge il maggior numero di mezzi dei demolitori (escavatori, frantoi, autocarri); le successive attività di smontaggio del ponte Morandi esistente, ovvero quelle contemporanee all'avvio dei pali di fondazione, sono performate invece principalmente da attrezzature di taglio in quota e da gru per calaggio dei pezzi a terra, per successiva demolizione. Questa avviene sì con escavatori dotati di pinze e con attività di frantumazione, ma riguarda volumi molto inferiori per unità di tempo rispetto all'abbattimento e riduzione dei capannoni ed edifici residenziali oggetto della demolizione che, come detto sopra, avvengono prima dell'intervento dei costruttori a Levante o a Ponente.

### 3.3.2. Descrizione della Cantierizzazione

Il progetto di costruzione del nuovo Viadotto Polcevera prevede la realizzazione dell'opera da fine marzo 2019 a metà aprile 2020.

La costruzione si sviluppa trasversalmente alla Val Polcevera lungo due sub-lotti di cantierizzazione, denominati Levante e Ponente, divisi dall'alveo del torrente Polcevera stesso (vd. la figura seguente).

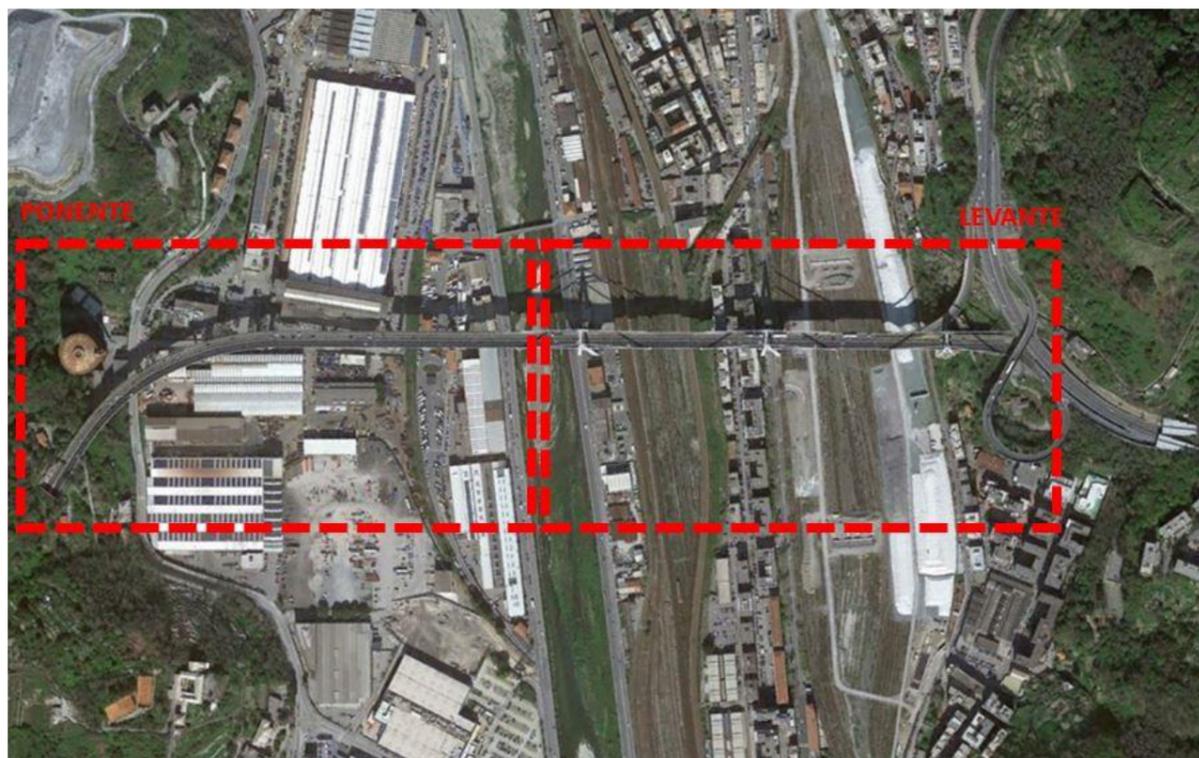


Figura 3-7: aree cantiere Levante e Ponente

L'area di cantiere lato Ponente è a sua volta suddivisa in due cantieri separati da Corso Perrone: il cantiere sul versante che comprende la Spalla A e le pile 1 il cantiere sulla Val Polcevera che comprende le pile da 2 a 9.

L'area di cantiere lato Levante è invece suddivisa in due cantieri separati dalla ferrovia (linea sommersibile e succursale): il cantiere dedicato alla Pila 10 insistente su Via Perlasca/Via Polcevera e il cantiere delle pile 11-18 e spalla B che invece beneficia di una continuità val Polcevera/versante.

Nella fase in cui sono presenti i demolitori (fino a Giugno 2019) i cantieri di quest'ultimi sono rappresentati nelle planimetrie di cantierizzazione (NG1200E53P6CA0000C01 – "Planimetria macrofasi di cantierizzazione") di colore blu e presentano le seguenti aree attrezzate:

- Area logistica: area attrezzata con uffici e parcheggio mezzi.
- Area di frantumazione: area allestita con impianto mobile di frantumazione per frantumare in situ il materiale di risulta dalle fasi di demolizione.

Per la costruzione del nuovo viadotto i cantieri sono rappresentati di colore rosso e sono composti dalle seguenti aree attrezzate:

- Fossa lavaggio: impianto lavaruote a circuito chiuso adibiti alla pulizia in uscita dal cantiere dei mezzi pesanti.
- Impianto a servizio pali: impianto dedicato alla preparazione della miscela bentonica e ricircolo fanghi bentonitici a supporto delle attività di trivellazione pali di fondazione.
- Area di stoccaggio gabbie di armatura dei pali di fondazione: deposito delle gabbie preassemblate di armatura dei pali di fondazione
- Area di assemblaggio e stoccaggio armatura pile: assemblaggio a terra dei conci di armatura delle pile del viadotto che verranno posizionate a mezzo gru.
- Aree di assemblaggio impalcato (a partire da Maggio 2019): assemblaggio a terra dell'impalcato con collegamento degli elementi metallici mediante serraggio delle giunzioni bullonate e saldature e riverniciatura degli elementi a vista propedeutici alle attività di varo.

All'interno delle aree di cantiere saranno presenti due aree di stoccaggio, una a levante ed una a ponente, nonché delle aree per il montaggio degli impalcati. All'interno di tali aree saranno posizionati 3 gruppi elettrogeni per lato (3 a ponente e 3 a levante) di potenza pari a 200 kW ognuno. Le aree di lavoro, invece, correranno lungo l'intera area occupata dal nuovo Viadotto ed in prossimità delle due spalle, a levante e a ponente.

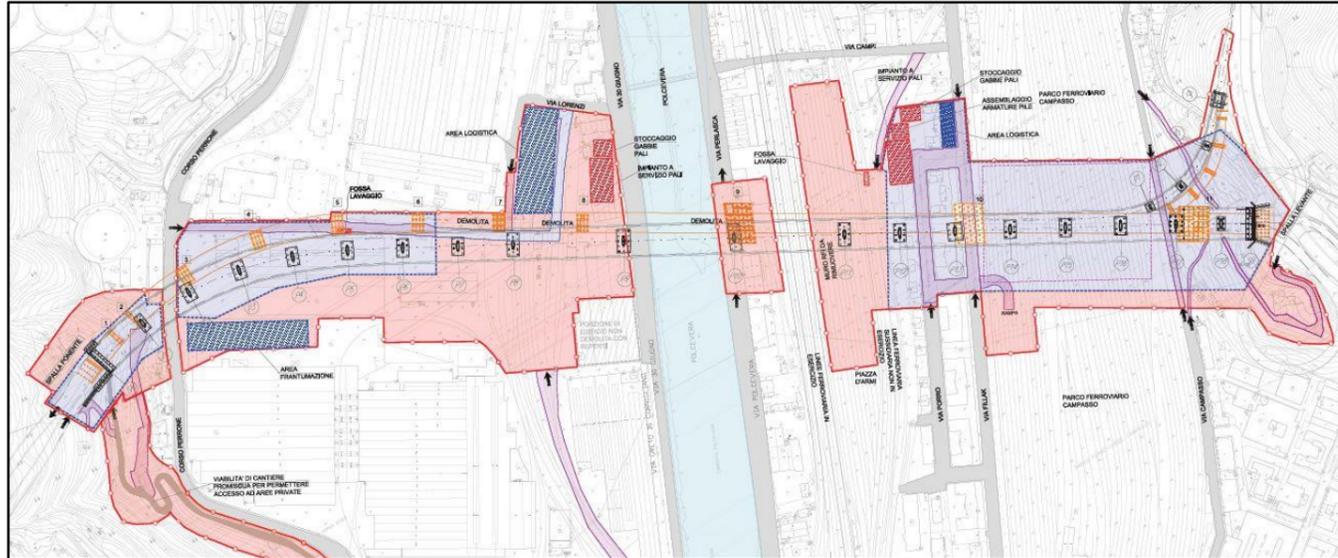


Figura 3-8: aree cantiere Levante e Ponente

3.3.2.1. Cantiere Lato Ponente (Spalla A e Pila 1)

L'accesso all'area potrà avvenire da una strada esistente che parte da Corso Perrone che inerpicandosi lungo il versante permette il raggiungimento dell'area di lavoro necessaria alla realizzazione della Spalla A. Invece per il raggiungimento dell'area di lavoro per la realizzazione della Pila 1 bisognerà prevedere una pista di cantiere "a mezzacosta" che si stacca dalla suddetta strada esistente.

In alternativa o in aggiunta potrà essere valutata la soluzione di accedere alle aree di lavoro anziché da Corso Perrone direttamente dall'autostrada previa realizzazione di un varco adeguato.

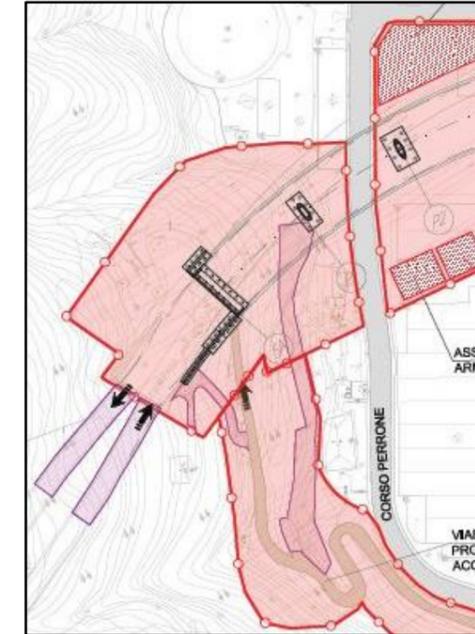


Figura 3-9: Cantiere lato Ponente Spalla A e Pila 1

3.3.2.2. Cantiere Lato Ponente (Pila 2-9)

L'area di cantiere prevista per la realizzazione della struttura dalla pila 2 alla pila 9 ha una dimensione di circa 52.000 mq ed è accessibile da più ingressi. L'accesso principale dei mezzi pesanti necessari alla realizzazione delle strutture in cls (pali, plinti e pile) avverrà da Corso Perrone → Via Lorenzi. Un accesso secondario è stato invece previsto da via 30 Giugno, utilizzando una pista parzialmente esistente. Tale accesso verrà utilizzato come accesso principale per i trasporti eccezionali e non degli elementi che formeranno l'impalcato metallico. Un terzo accesso per i mezzi di ridotte dimensioni è stato individuato entrando da Via 30 Giugno → Via Lorenzi.

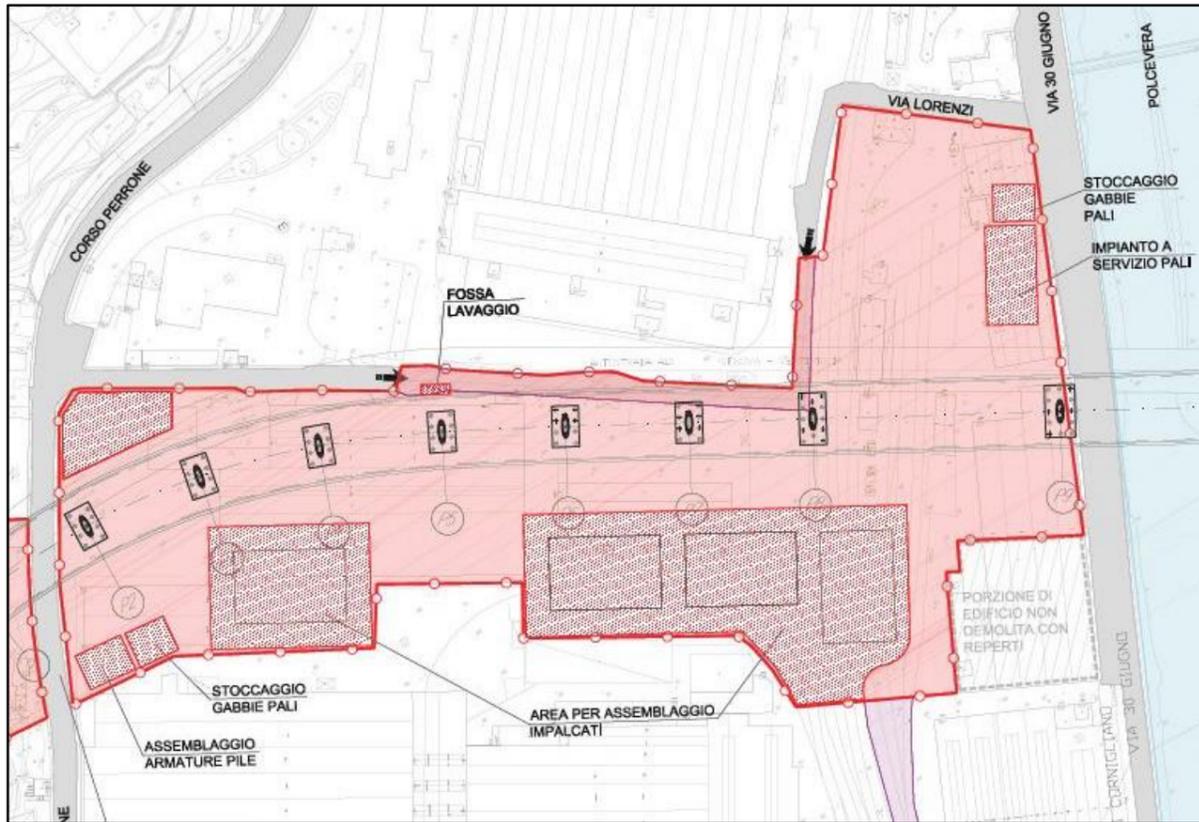


Figura 3-10: Cantiere lato Ponente Spalla A e Pila 1

### 3.3.2.3. Cantiere Lato Levante (Pila 10)

Tali aree risultano essere limitate nel tempo e strettamente connessa alla realizzazione della Pila 10. Infatti durante il periodo di realizzazione delle strutture della pila, Via Perlasca e Via Polcevera saranno chiuse al traffico. Gli accessi all'area saranno garantiti sfruttando le suddette vie con ingresso da Lato Sud e Lato Nord.



Figura 3-11: Cantiere lato Levante Pila 10

### 3.3.2.4. Cantiere Lato Levante (Pila 11-18 e spalla B)

L'area di cantiere, di circa 72.000 mq, prevista per la realizzazione delle strutture dalla pile 11-18 e spalla B è accessibile anche questa da più ingressi.

L'accesso principale dei mezzi pesanti necessari alla realizzazione delle strutture in cls (pali, plinti e pile) ma anche per le strutture metalliche dell'impalcato, avverrà da via Fillak lato sud sfruttando in taluni casi anche la rampa esistente di ingresso al Parco Ferroviario di Campasso.

L'accesso secondario potrà invece essere garantito dal lato Nord di via Fillak e da Via Campi per i mezzi di ridotte dimensioni.

La parte di cantiere relativo alla realizzazione della Spalla B, della pila 17-18 e della rampa autostradale di accesso al nuovo viadotto è servita principalmente da Via Campasso. In particolare per raggiungere le aree di lavoro sul versante sono state ipotizzate tre piste con tre accessi differenti:

- un accesso potrà avvenire da una pista che parte da Via Campasso lato sud
- un altro accesso potrà avvenire da una pista che parte da Via Campasso lato nord
- il terzo invece potrà avvenire sfruttando la rampa di immissione dall'A7 all'A10 (ovvero la rampa di accesso al vecchio ponte) attualmente chiusa percorrendo una pista esistente che scende lungo il versante.

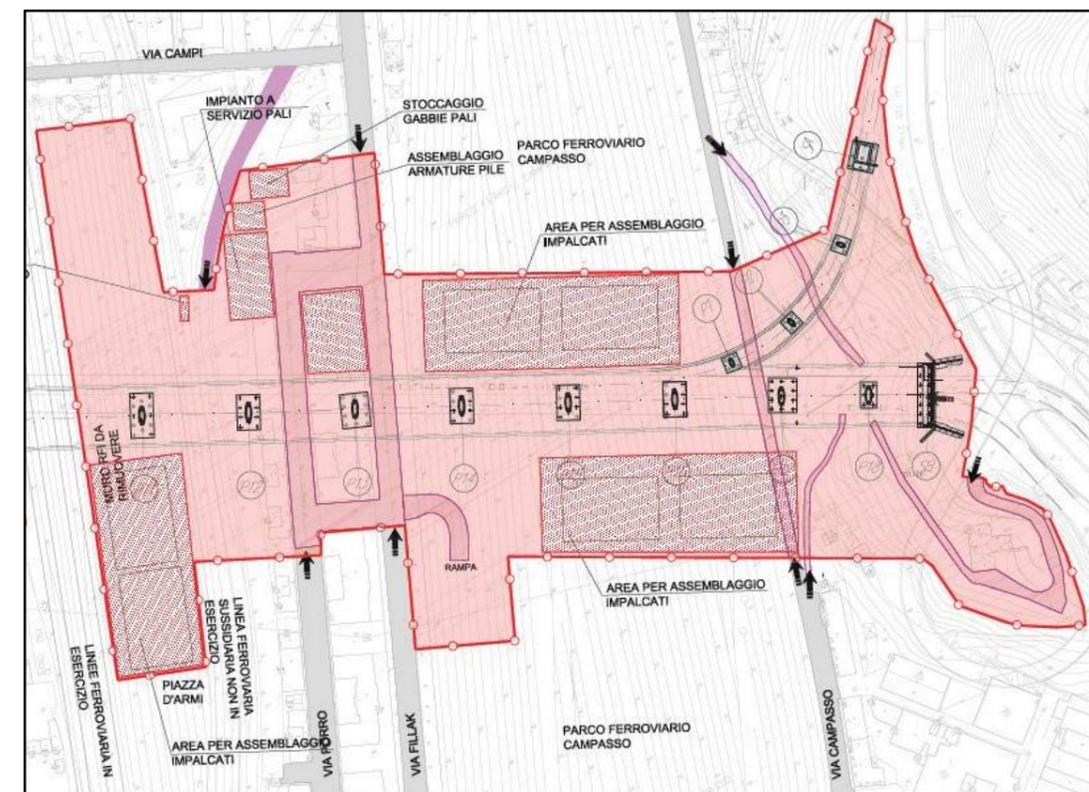


Figura 3-12: Cantiere lato Levante Pila 10

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato NG1200E53P6CA0000C01 – “Planimetria macrofasi di cantierizzazione”.

### 3.3.3. Macrofasi di Cantierizzazione

#### 3.3.3.1. Descrizione del cantiere e attività a fine marzo 2019

In questa fase le aree di cantiere sono occupate principalmente dal “Demolitore” impegnato in tutto il cantiere nelle fasi di smontaggio dell’impalcato, demolizioni delle pile e spalle e frantumazione con l’ausilio di un impianto mobile, delle macerie del viadotto esistente.

Tali aree di cantiere dovranno risultare accessibili anche al “Costruttore” per permettere l’avvio dei lavori, ovvero risoluzione delle interferenze con i sottoservizi, bonifica bellica delle aree interessate dalle nuove pile del viadotto e cantierizzazione.

In particolare, le attività di cantierizzazione del Costruttore prevedono in questa fase le seguenti attività:

- l’installazione di recinzione di cantiere e degli accessi di cantiere
- predisposizione degli allacci di cantiere (elettrici fissi e mediate gruppi elettrogeni e idrici dall’acquedotto)
- impianto di messa a terra di cantiere
- allestimento aree per la caratterizzazione dei materiali di scavo dei pali (una sul lato di levante ed un’altra sul lato di ponente)
- allestimento vasche di lavaggio delle canale delle autobetoniere
- installazione di presidi quali box uso ufficio, bagni di cantiere ecc...
- installazione di impianti lavaruote a circuito chiuso per il lavaggio mezzi pesanti in uscita dal cantiere;
- allestimento di accessi minori per veicoli leggeri.
- installazione di serbatoio per il rifornimento di carburante
- installazione container ad uso magazzino per attrezzature di lavoro e sostanze, chiuso e dotato di bacino di contenimento.

Attività specifiche propedeutiche alla lavorazione

- allestimento sul lato di ponente dell’impianto di preparazione della miscela bentonitica e ricircolo dei fanghi bentonitici sul cantiere lato ponente
- montaggio e installazione della prima trivella palificatrice per la realizzazione dei pali di sottofondazione.
- tracciamento pali e plinti di fondazione
- approvvigionamento materiali e attrezzature.

Le attività saranno organizzate su tre turni da 8 ore (h24).



Figura 3-13: Area cantiere Fine Marzo 2019

#### 3.3.3.2. Descrizione del cantiere e attività a fine Giugno 2019

In questa fase le attività di demolizione risultano concluse.

Le attività in corso d’opera dei Costruttori in questa fase saranno principalmente scavo e realizzazione dei pali di fondazione sia sul lato di levante che di ponente.

In particolare, in questo periodo saranno previste le seguenti attività:

- LATO PONENTE:
  - Risoluzione interferenze Spalla A e Corso Perrone;
  - Realizzazione dei Pali delle pile 3-7-8;
  - Realizzazione dei plinti di fondazione delle pile 4-5-6 (ovviamente risultano già eseguite i pali delle stesse);
  - Assemblaggio impalcato metallico della campata 5-6
- LATO LEVANTE:
  - Realizzazione dei Pali delle pile 12-14 (pali della pila 11 già realizzati)
  - Assemblaggio impalcato metallico della campata 13-14

• FIUME POLCEVERA

- Considerato che ci troviamo nella stagione estiva corrispondente al livello idrometrico di magra del Fiume Polcevera, in questo periodo si darà inizio ai lavori di realizzazione del guado provvisorio necessario per la movimentazione e il varo della campata metallica da 100 m, sul fiume stesso, tra la pila 9 e la pila 10.

Le attività saranno organizzate su tre turni da 8 ore (h24) con due fronti di avanzamento contemporaneo per ciascuna area di cantiere (lato ponente e lato levante).

Nel periodo di riferimento non sono previste realizzazione di fasi di elevazione delle pile mentre sarà previsto l'inizio dell'approvvigionamento e dell'assemblaggio a terra dell'impalcato metallico della campata tra pila 5 e pila 6 sul lato di ponente e della campata tra la pila 13 e la pila 14.



Figura 3-14: Area Cantiere fine Giugno 2019

3.3.3.3. Descrizione del cantiere e attività a fine Settembre 2019

Le attività di costruzione in corso saranno esclusivamente legate alla presenza in cantiere del "Costruttore".

In particolare, in questo periodo saranno previste le seguenti attività:

• LATO PONENTE:

- Realizzazione dei Pali della spalla A;
- Realizzazione del plinto di fondazione della pila 1;
- Realizzazione delle elevazioni della pila 2 e 9

- Assemblaggio impalcato metallico della campata P1-P2 e P8-P9;
- Varo e completamento in quota dell'impalcato P3-P4 e P7-P8 (impalcato P4-P5, P5-P6 e P6-P7 già realizzati);
- Realizzazione Soletta di completamento della campata P4-P5.

• LATO LEVANTE:

- Realizzazione dei Pali della spalla B;
- Realizzazione del plinto di fondazione delle pile 10-11-17-18;
- Realizzazione delle elevazioni della pila 12 e 16
- Assemblaggio impalcato metallico della campata P10-P11 e P16-P17 (impalcato P11-P12, P12-P13, P14-P15 e P15-P16 già realizzato)
- Varo e completamento in quota dell'impalcato P13-P14;

Le attività saranno organizzate su tre turni da 8 ore (h24) con due fronti di avanzamento contemporaneo per ciascuna lavorazione specifica (realizzazione pali, realizzazione plinti, realizzazione elevazioni) per area di cantiere (lato ponente e lato levante).



Figura 3-15: Area Cantiere fine Settembre 2019



### 3.3.4. Descrizione delle lavorazioni specifiche

Nel presente paragrafo vengono descritte le lavorazioni che nei capitoli dedicati sono state oggetto di apposite simulazioni modellistiche per lo studio degli impatti sulle componenti atmosfera, rumore e vibrazioni.

#### Sottofondazioni - Pali

Le attività di scavo delle sottofondazioni sono precedute da attività di realizzazione della superficie di lavoro, tracciamento degli assi dei pali di fondazione, e allestimento dell'impianto di preparazione e ricircolo del fango bentonitico.

L'esecuzione di un palo di fondazione consiste nella realizzazione di una colonna in calcestruzzo armato il cui scopo è quello di trasferire i carichi a quote più profonde.

Una volta installato l'avampozzo (presidio per la realizzazione del palo) si procede con l'esecuzione dello scavo o foro per strati successivi mediante l'utilizzo di asta telescopica di perforazione dotata di benna (bucket), contestualmente il foro realizzato viene gradualmente riempito con fango bentonitico miscelato all'occorrenza per il mantenimento delle pareti dello scavo.

Durante lo scavo il materiale di risulta verrà allontanato dall'area in corrispondenza dello scavo e depositato nell'area di cantiere destinata alla caratterizzazione prima del conferimento finale. Terminate le attività di scavo verrà calata mediante una gru tralicciata la gabbia di armatura e inserito il tubo getto per la posa in opera del calcestruzzo.

L'esecuzione del palo avviene mediante il getto del calcestruzzo per risalita dal fondo foro fino alla quota di testa palo, contestualmente il fango bentonitico verrà aspirato e rilanciato all'impianto per la rigenerazione del fango e per essere riutilizzato per lo scavo di pali successivi.

Le autobetoniere una volta completato lo scarico del conglomerato laveranno esclusivamente la canale nell'area adibita prima di immettersi nella viabilità pubblica.

#### Plinti

Le fasi realizzative del plinto di fondazione sono le seguenti:

- tracciamento topografico;
- scavo del plinto in genere con escavatore mantenendo la parete dello scavo con pendenze 1:1 o utilizzando elementi palancolati che consentono lo scavo in verticale per ridurre le superfici e volumi di scavo;
- scapitozzatura dei pali di fondazione fino al raggiungimento della quota di testa palo: la fase demolizione della testa palo può essere eseguita con martello demolitore o con benna scapitozzatrice;
- pulizia del materiale di demolizione e ripristino delle barre di chiamata del palo di fondazione;

- lo scavo del plinto sarà in genere e 10-15 centimetri più profondo della quota di imposta della fondazione per creare di un piano di lavoro in magrone adatto alla posa dell'armatura metallica e degli elementi del cassero;
- posa in opera del ferro di armatura mediante l'utilizzo di appositi elementi distanziatori, predisposizione ferri di chiamate per le elevazioni;
- installazione degli elementi del cassero/puntellatura dello stesso per contrastare la spinta del CLS durante il getto in calcestruzzo;
- le autobetoniere una volta completato lo scarico del conglomerato laveranno esclusivamente la canale nell'area adibita prima di immettersi nella viabilità pubblica;
- la posa in opera del calcestruzzo avverrà mediante l'utilizzo di pompa carrata con la posa in strati uniformi ed omogenei successivi;
- una volta concluso il getto ricoprimento con TNT mantenuto umido per mantenere il livello di umidità;
- successivamente la fase di scasseratura del plinto e rinterro con materiale di scavo presente in sito.

#### Elevazioni

Per la fase di elevazione verrà assemblato il cassero rampante del ponteggio e verrà effettuata la posa in opera del ferro di armatura. Successivamente ci sarà la fase di getto del concio di elevazione.

#### Impalcato e Soletta

La realizzazione dell'impalcato infine prevede le seguenti fasi:

- assemblaggio a terra dell'impalcato con collegamento degli elementi metallici mediante serraggio delle giunzioni bullonate e saldature e riverniciatura degli elementi a vista;
- saranno altresì predisposte a terra e assemblate all'impalcato anche gli elementi prefabbricati in calcestruzzo e posa delle armature della soletta (circa 80%) prima del varo delle singole campate;
- la fase di varo delle campate è preceduta dal varo dei conci di pila ovvero degli elementi di impalcato in corrispondenza delle pile;
- varo dell'impalcato con collegamenti in quota della campata con i conci di pila e completamento dell'armatura della soletta;
- completamento della soletta con la posa in opera del calcestruzzo.

### 3.3.5. Cronoprogramma dei Lavori e viabilità impegnata dai mezzi di cantiere

Come sopra riportato e come visibile dal cronoprogramma dei lavori, per quanto riguarda le principali attività di cantiere si elencano le seguenti:

- risoluzione delle interferenze/spostamento sottoservizi;
- attività propedeutiche;
- realizzazione delle vasche;



- realizzazione del fabbricato tecnologico;
- realizzazione dei pali e scapitozzatura;
- realizzazione dei plinti di fondazione;
- attività di stoccaggio del materiale;
- trasporto del materiale;
- realizzazione delle pile;
- assemblaggio a terra degli impalcati;
- varo e completamento in quota degli impalcati;
- soletta di completamento;
- corpo stradale e finiture;
- impianti di segnaletica, illuminazione e fotovoltaico.

Le tempistiche per la realizzazione dell'intera opera sono definite nel cronoprogramma, con l'intento di organizzare le diverse lavorazioni nel rispetto dei criteri ambientali e minimizzando quanto possibile i tempi. Si specifica, infatti, che si lavorerà 7 giorni su 7 per 24 ore su 24.

Di seguito uno stralcio del cronoprogramma.

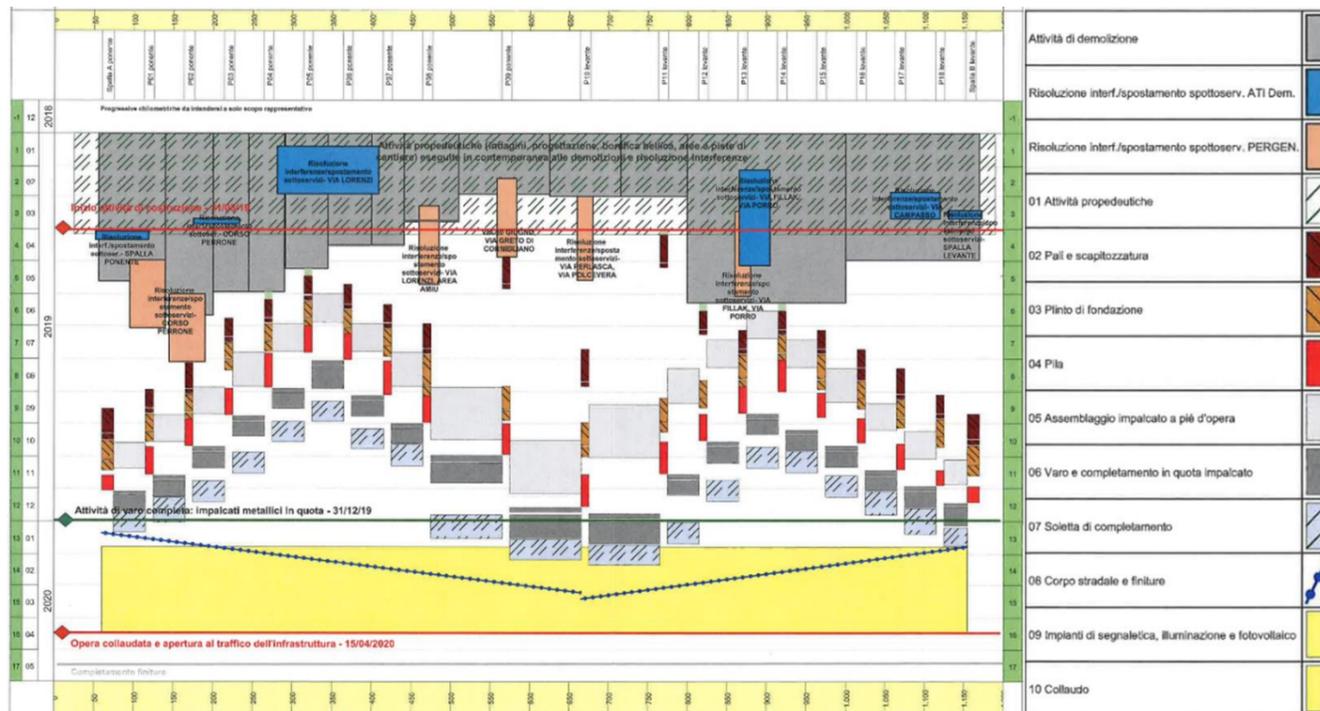


Figura 3-8 Stralcio cronoprogramma lavori

Come già precedentemente riportato l'accesso principale all'area di cantiere Levante avverrà da Via Fillak a sud (il secondario per i mezzi di ridotte dimensioni da Via Campi e da Via Fillak nord), mentre per quanto

riguarda la viabilità principale utilizzata dal lato di Ponente, invece, questa è costituita da Corso Perrone (il secondario per i mezzi di ridotte dimensioni da Via Lorenzi dal lato Via 30 Giugno a nord, a sud invece sarà consentito l'accesso attraverso una pista di cantiere che si stacca da Via 30 giugno).

Durante la realizzazione dei lavori verranno utilizzate le possibili alternative viarie per il raggiungimento delle aree di cantiere e per il conferimento e approvvigionamento del materiale. La viabilità di cantiere è stata individuata, quindi, fino al collegamento con l'autostrada, attraverso la quale sono garantiti i collegamenti da e per i siti di conferimento/approvvigionamento più distanti. Inoltre, sono stati individuati altri tratti di viabilità per consentire i collegamenti fino all'arrivo dei siti specifici, come la nuova calata ad uso cantieristico navale di Sestri Ponente, Ex Colisa, ma anche altri siti più distanti, quali Cava San Carlo, Bossarino e Porto Vado Ligure.

In considerazione, quindi, degli accessi previsti alle aree di cantiere e dei principali siti è stata individuata la viabilità di cantiere, come rappresentata nell'elaborato "NG1200E69PZIM0000C01 – Corografia individuazione siti di approvvigionamento, smaltimento e conferimento".

### 3.3.6. Descrizione dello scenario critico di cantiere e delle lavorazioni specifiche

Stante la finalità del presente documento, volta alla trattazione dei principali aspetti ambientali legati alla realizzazione del Viadotto Polcevera, è nata la necessità di definire uno scenario critico (*worst case scenario*) che individuasse tra la totalità delle attività previste durante la fase di cantiere, quelle maggiormente critiche, in particolar modo per la produzione di inquinamento atmosferico, acustico e di vibrazioni, ai fini delle simulazioni modellistiche di seguito condotte.

La metodologia seguita per la definizione delle sorgenti da considerare nelle simulazioni, presenti durante la fase di cantiere dell'opera in esame è quella del "Worst Case Scenario". Tale metodologia, ormai consolidata ed ampiamente utilizzata in molti campi dell'ingegneria civile ed ambientale, consiste, una volta definite le variabili che determinano gli scenari, nel simulare la situazione peggiore possibile tra una gamma di situazioni "probabili". Pertanto, il primo passo sta nel definire le variabili che influenzano lo scenario.

Una volta valutati gli scenari è possibile fare riferimento ad uno o più scenari, ritenuti maggiormente critici, nell'arco di una giornata.

E' infatti possibile, ad esempio, definire le attività maggiormente critiche all'interno di un singolo cantiere ed assumere che tali attività si svolgano per tutta la durata del cantiere. Tale ipotesi risulta molto conservativa, permettendo di avere elevati margini di sicurezza rispetto anche ai possibili scarti temporali e variazioni meteorologiche.

Oltre all'aspetto relativo alla singola attività all'interno del cantiere occorre valutare anche la contemporaneità delle diverse attività in relazione al cronoprogramma del cantiere.

Con riferimento alle attività di cantiere previste per il progetto del Viadotto Polcevera in esame, di seguito si riporta l'individuazione dello scenario peggiorativo in termini di attività critiche per l'aria, il rumore e le vibrazioni, la contemporaneità di queste e la vicinanza con i recettori.

Dal cronoprogramma è stato, in primo luogo, possibile selezionare quelle lavorazioni ritenute più critiche per i sopra citati fattori ambientali, caratterizzate principalmente dalla realizzazione di pali, plinti e pile, dall'assemblaggio a terra degli impalcati, dalla realizzazione delle spalle e dalle attività previste all'interno delle aree di stoccaggio. In considerazione della maggiore contemporaneità di queste lavorazioni è stato scelto come mese di riferimento Settembre 2019, durante il quale sono previste le seguenti attività di cantiere:

- Realizzazione spalla ponente;
- Realizzazione pila P01 ponente;
- Realizzazione pila P02 ponente;
- Assemblaggio impalcato a piè dell'opera;
- Realizzazione pila P03 ponente;
- Realizzazione pila P12;
- Realizzazione pila P13;
- Realizzazione pila P17 levante;
- Assemblaggio impalcato a piè dell'opera;
- Realizzazione pila P18 levante;
- Realizzazione spalla levante.

Pertanto, in considerazione di tali attività di cantiere, previste cautelativamente in contemporanea tra loro, è stato individuato lo scenario critico per le simulazioni modellistiche, come riportato nella figura di seguito. Si specifica come per le simulazioni siano state considerate le lavorazioni, localizzate in un'area corrispondente ad una giornata di lavoro.

Per quanto riguarda gli accessi alle aree di cantiere, a Levante l'accesso principale all'area di cantiere avverrà da Via Fillak a sud di quello che sarà il nuovo Viadotto, mentre l'accesso secondario è stato individuato dal lato opposto, a nord della nuova opera, sempre da Via Fillak. Per i mezzi di ridotte dimensioni, di altezza inferiore ai 2,50 metri, è consentito l'ingresso all'area di cantiere anche da Via Campi, sita a nord del cantiere.

Per quanto riguarda la viabilità principale utilizzata dal lato di Ponente, invece, questa è costituita da Corso Perrone, collegata, a nord dell'area di cantiere, a Via Lorenzi, dalla quale è previsto l'accesso principale al cantiere. Sempre a nord, per mezzi di ridotte dimensioni, si prevede un accesso da Via Lorenzi, dal lato di Via 30 giugno. A sud invece sarà consentito un ulteriore accesso (secondario) attraverso una pista di cantiere che si stacca da Via 30 giugno.

In ultimo, l'accesso all'area di cantiere prossima al Torrente Polcevera è consentito da Via Giorgio Perlasca, sia a nord che a sud del cantiere stesso.

Durante la realizzazione dei lavori verranno utilizzate le possibili alternative viarie per il raggiungimento delle aree di cantiere e per il conferimento e approvvigionamento del materiale. La viabilità di cantiere è stata individuata, quindi, fino al collegamento con l'autostrada, attraverso la quale sono garantiti i collegamenti da e per i siti di conferimento/approvvigionamento più distanti. Inoltre, sono stati individuati altri tratti di viabilità per consentire i collegamenti fino all'arrivo dei siti specifici, come Ex Colisa e la nuova calata ad uso cantieristico navale di Sestri Ponente, ma anche altri siti più distanti, quali Cava San Carlo, Bossarino e Porto Vado Ligure.

In considerazione, quindi, degli accessi previsti alle aree di cantiere e dei principali siti è stata individuata la viabilità di cantiere, come rappresentata nell'elaborato "NG1200E69PZIM0000C01 – Corografia individuazione siti di approvvigionamento, smaltimento e conferimento".

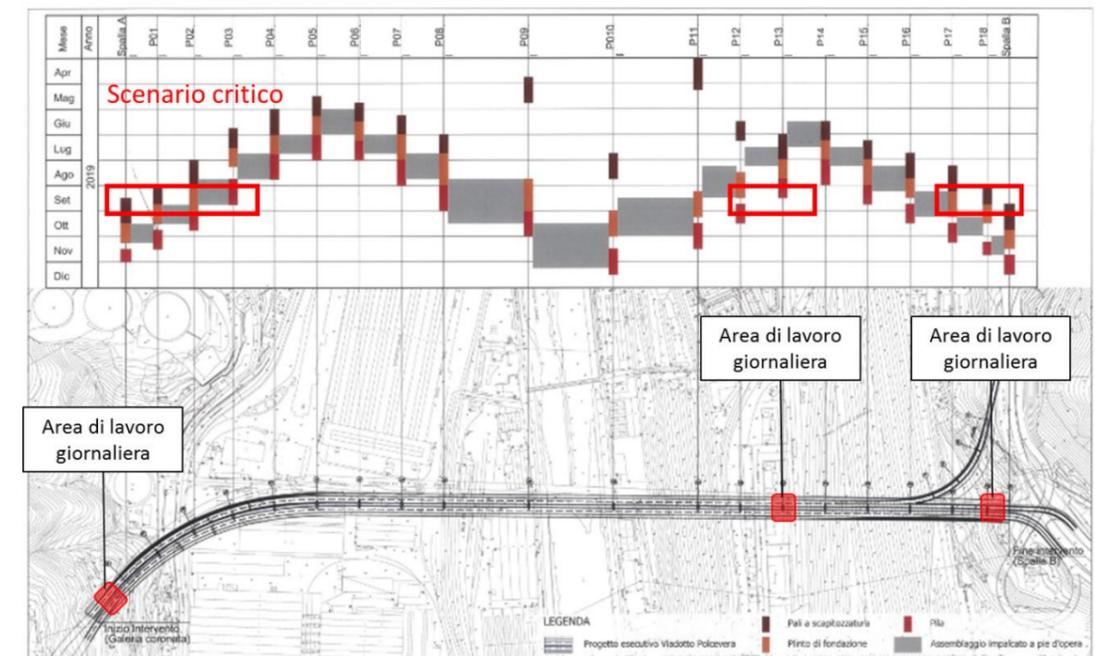


Figura 3-9 Rappresentazione scenario critico e aree di lavoro giornaliera (stralcio figura fuori testo F.1.4 "Cronoprogramma dei lavori")

Oltre alle aree di lavoro, così come individuate, nelle simulazioni sono state considerate anche le aree di stoccaggio (una a ponente e una a levante), nonché le aree per l'assemblaggio a terra degli impalcati.

Per quanto riguarda i macchinari utilizzati durante le attività più critiche, si evidenziano per ogni lato del torrente (levante e ponente) i seguenti macchinari distinti per singola lavorazione:

**MACCHINARI PER REALIZZAZIONE PALI (aree di tipo A):**

- 2 macchine per pali;
- 2 gru tralicciate;
- 2 pale gommate;
- 2 impianti per bentonite con gruppo elettrogeno dedicato.

**MACCHINARI PER REALIZZAZIONE PLINTI (aree di tipo B):**

- 2 escavatori con martellone;
- 2 escavatori con benna;
- 2 gru gommate per ferro;
- 2 sollevatori.

**MACCHINARI PER REALIZZAZIONE PILE (aree di tipo C):**

- 1 gru gommata;
- 1 gru mobile a torre con gruppo elettrogeno dedicato.

**MACCHINARI PER ASSEMBLAGGIO A TERRA DEGLI IMPALCATI (aree di tipo D):**

- 1 gru a torre con gruppo elettrogeno dedicato;
- 1 gru gommata;
- saldatrici con gruppo elettrogeno da 200 kW (3 a ponente e 3 a levante, ubicate nelle apposite aree individuate).

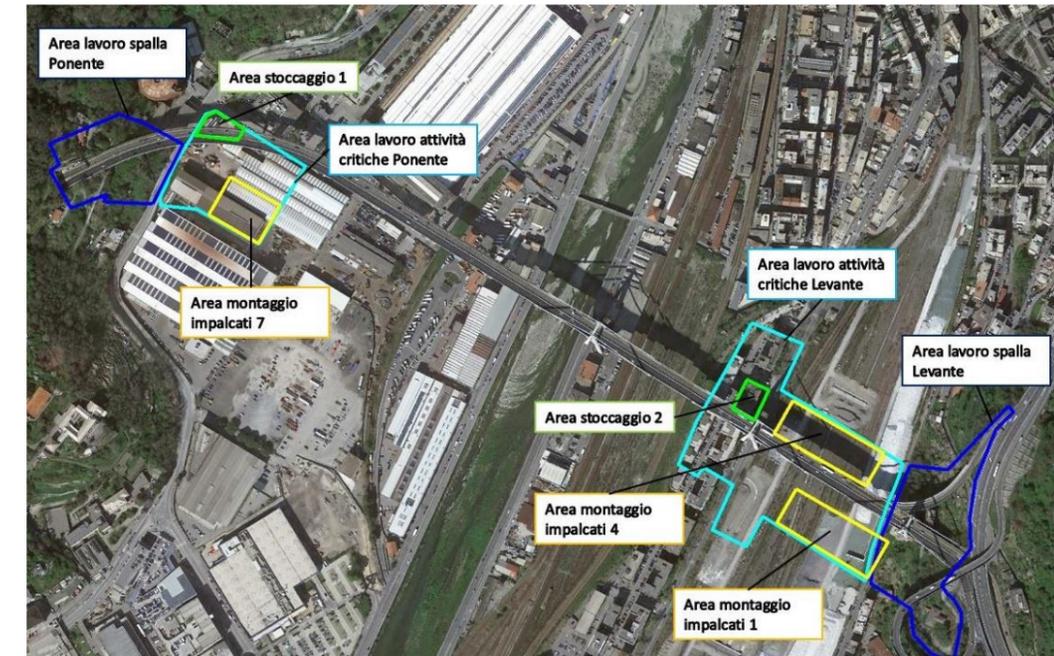
**MACCHINARI AREA DI STOCCAGGIO (aree di tipo E)**

- 1 pala gommata.

**MACCHINARI PER RELAZIONE SPALLE (area di tipo F)**

- 1 martellone;
- 1 pala gommata.

Alla luce di ciò, per la rappresentazione delle aree oggetto di simulazioni modellistiche, si può far riferimento alla figura sottostante.



**Figura 3-10 Rappresentazione aree di cantiere scenario critico (stralcio figura fuori testo F.1.3 “Aree di cantiere - Sorgenti oggetto di studi modellistici”)**

In particolare, le aree sopra presentate si sono successivamente tradotte nelle seguenti aree di lavoro effettive simulate:



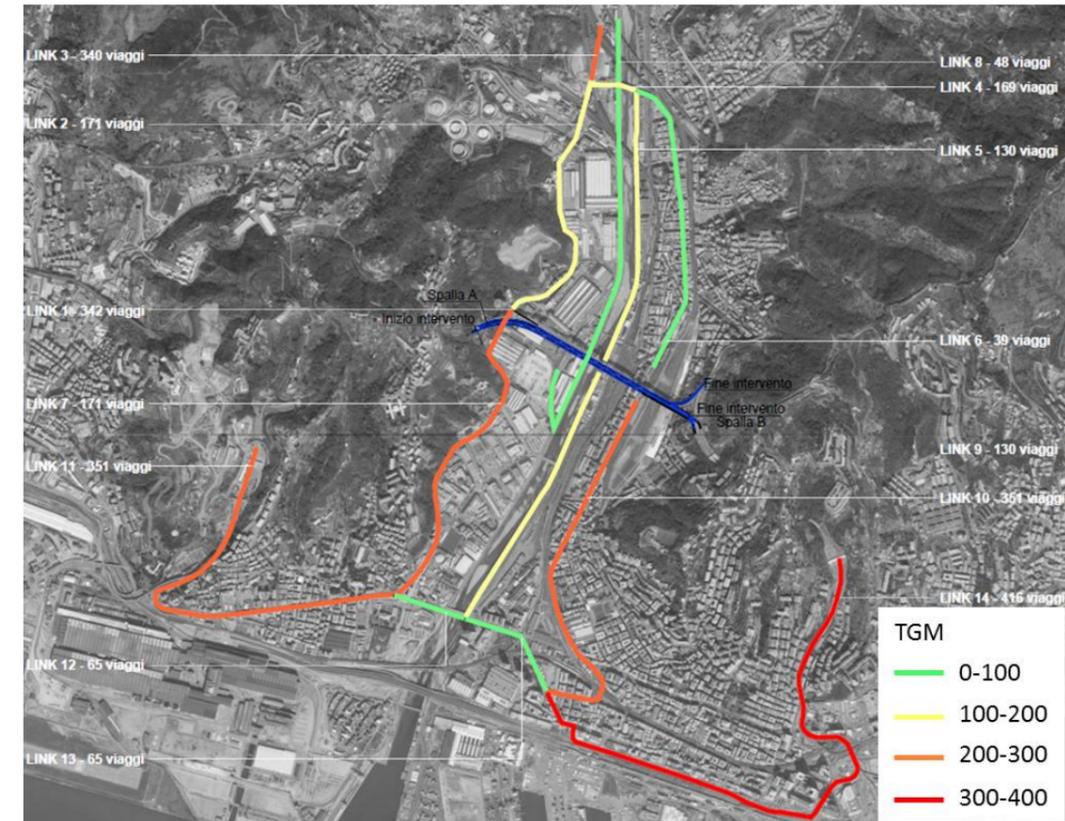
Le lettere indicate nell'immagine fanno riferimento ai “pacchetti” di macchinari precedentemente descritti.

In aggiunta alle aree di cantiere, nelle simulazioni sono stati considerati anche i traffici di cantiere circolanti sulla viabilità di cantiere considerata più critica, in termini di traffici previsti e di contesto territoriale che tale viabilità attraversa. I traffici giornalieri medi stimati su ogni tratto di viabilità individuata, identificato come un "link", sono di seguito riportati.

Viabilità	Archi	TGM
Via Lorenzi	LINK 1	342
Corso Perrone	LINK 2	171
Via Evandro Ferri	LINK 3	340
Via Al Ponte Polcevera	LINK 4	169
Via Perlasca	LINK 5	130
Via Fillak	LINK 6	39
Corso Perrone	LINK 7	171
Pista da Via 30 Giugno	LINK 8	48
Via Perlasca	LINK 9	130
Via Fillak	LINK 10	351
Via Aurelia	LINK 11	236
Via Aurelia	LINK 12	65
Via Aurelia	LINK 13	65
Via Aurelia	LINK 14	416

**Tabella 3-2 Flussi di traffico indotti stimati sulla viabilità di cantiere**

La rappresentazione grafica della viabilità è riportata nello stralcio sotto riportato.



**Figura 3-11 Viabilità e flussi di cantiere (stralcio figura fuori testo F.1.5 "Traffici di cantiere - Sorgenti oggetto di studi modellistici")**

In generale, le tempistiche per la realizzazione dell'intera opera sono definite nel cronoprogramma, con l'intento di organizzare le diverse lavorazioni nel rispetto dei criteri ambientali e minimizzando quanto possibile i tempi. Si specifica, infatti, che si lavorerà 7 giorni su 7 per 24 ore su 24, per un tempo complessivo stimato pari a 12 mesi.



## Parte B – Analisi degli aspetti ambientali

### 4. ANALISI DEGLI ASPETTI AMBIENTALI

#### 4.1. Suolo

##### 4.1.1. Il contesto ambientale e territoriale

###### 4.1.1.1. Inquadramento normativo

###### Normative comunitarie

- Direttiva del Parlamento e del Consiglio Europeo 23 ottobre 2007, n.2007/60/CE - Valutazione e gestione dei rischi di alluvioni;
- Proposta di Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22/09/2006, n.232, che istituisce un quadro per la protezione del suolo e modifica la direttiva 2004/35/CE;
- Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento Europeo, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni, del 22/09/2006, n.231 – Strategia tematica per la protezione del suolo.

###### Normative nazionali

- D.M. 25 marzo 2002 - Rettifiche al D.M. 13 settembre 1999 riguardante l'approvazione dei metodi ufficiali di analisi chimica del suolo;
- D.M. 21 marzo 2005 - "Metodi ufficiali di analisi mineralogica del suolo";
- D.M. 13 settembre 1999 - Approvazione dei «Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo»;
- D.M. 11 marzo 1988 e s.m.i. - "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e le scarpate, i criteri generali, e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".

###### Normative regionali

- Legge 5 dicembre 1977, n. 56 - Tutela e uso del suolo;
- Legge del 27 dicembre 1991 n. 70 - Modifica della Legge regionale 5 dicembre 1977, n. 56 e successive modificazioni ed integrazioni su "Tutela ed uso del suolo";
- Legge del 23 marzo 1995 n. 43 - Interpretazione autentica dell' articolo 21, ultimo comma, della L.R. 5 dicembre 1977, n. 56 e successive modifiche ed integrazioni " Tutela ed uso del suolo.

###### 4.1.1.2. Aspetti geologici e geomorfologici

###### Aspetti geologici

Per quanto concerne gli aspetti geologici e geomorfologici, Il territorio della regione Liguria, sebbene non molto esteso arealmente, presenta una grande eterogeneità litologica e strutturale che riflette una storia geologica alquanto complessa.

L'area in esame si inserisce in un settore di grande complessità strutturale che rappresenta un'area di transizione tra la catena alpina e quella appenninica; essa infatti comprende unità delle alpi liguri che sono state dapprima coinvolte nell'evoluzione alpina a livelli più o meno profondi e che successivamente sono state interessate da una tettonica attribuibile all'evoluzione appenninica

Le alpi liguri costituiscono la terminazione meridionale delle alpi occidentali e sono costituite da più unità tettoniche. L'evoluzione geodinamica di questo settore di catena inizia con le fasi di rifting e di spreading triassico-giurassiche, che determinano l'individuazione del bacino oceanico ligure-Piemontese, tra i margini continentali delle placche europea ed apula. A partire dal Cretaceo, l'inversione dei movimenti tettonici determina la convergenza dei margini e la subduzione di litosfera oceanica, fino alla chiusura del bacino ligure-Piemontese con successiva collisione continentale ed esumazione delle unità subdotte.

Le alpi liguri sono quindi caratterizzate dalla sovrapposizione di unità di crosta oceanica e di mantello, rappresentate dall'Unità Figogna, Palmaro-Caffarella, Cravasco-Voltaggio e Voltri, riequilibrata a differenti profondità e quindi a diverse condizioni di pressione e temperatura, per gradienti termici da bassi a molto bassi. L'evoluzione tettono-metamorfica indica che alle unità di crosta oceanica sono state precocemente associate unità le cui caratteristiche litologiche suggeriscono derivazione da un margine continentale, rappresentate dalle unità Gazzo- Isoverde e Angassino-Terma.

Queste unità sono state esumate e accavallate le une sulle altre e sull'avampaese europeo che, nell'area genovese, è rappresentato dalla poco estesa unità di Arenzano.

Le unità costituite dal flysch (Unità Antola, Unità Ronco, Unità Montanesi e Unità Mignanego) sono di basso grado metamorfico o non metamorfiche, il che indica che durante l'orogenesi alpina sono state coinvolte a livelli strutturali piuttosto superficiali. Queste unità sono a loro volta accavallate sulle unità di grado metamorfico più elevato. Questo complesso impilamento di unità è ricoperto in discordanza dai depositi del Bacino terziario Piemontese, una successione sedimentaria tardo eocenica- oligocenica, che affiora principalmente a nord dell'area di studio.

Da un punto di vista litologico in Liguria è presente una notevole varietà di rocce e sedimenti di generi ed età molto diverse. Tali materiali, sia di origine vulcanica, sia depositi in ambiente continentale, marino ed oceanico, sono stati sottoposti, nel corso delle ere geologiche, a processi che li hanno spesso trasformati da un punto di vista mineralogico (per le pressioni e le temperature cui sono stati soggetti) e dislocati rispetto alla loro giacitura originaria soprattutto nel corso dell'orogenesi Alpina ed Appenninica.

Nel settore occidentale ligure compreso tra Voltri e Ventimiglia, di pertinenza geologico-strutturale del dominio alpino, sono ben rappresentati nella parte basale complessi di rocce di età molto antica (premesozoica, ossia risalenti, come formazione, a più di 250 milioni di anni fa) che costituiscono i cosiddetti massicci cristallini,

di cui il più importante come affioramento è rappresentato dal Massiccio Argentera-Mercantour presente nel settore più occidentale della Liguria al confine italo-francese. Le rocce più tipiche sono ortogneiss, paragneiss, micascisti e anfiboliti.

Al di sopra di questo basamento si rinvengono dapprima conglomerati, arenarie ed argilliti che testimoniano i fenomeni erosivi connessi all'orogenesi ercinica, quindi rocce dolomitiche e calcaree delle piattaforme carbonatiche Brianzoni. Al di sopra si ritrovano successioni di argilliti-arenarie, argilliti-marne e calcari marnosi note con il termine geologico di "flysch".

Nel settore centrale della Liguria, compreso tra Voltri e Varazze, è presente il cosiddetto gruppo di Voltri che rappresenta l'area di raccordo tra le due strutture alpina ed appenninica. Le rocce più rappresentate sono serpentiniti, metavulcaniti basiche, quarzoscisti, marmi a silicati, calcescisti s.s. e micascisti.

Il levante ligure, nella zona compresa tra Genova ed il confine con la Toscana, rappresenta l'inizio della catena appenninica; da un punto di vista stratigrafico, nel levante ligure, si riconosce una successione formata alla base da rocce prevalentemente metamorfiche che appartengono alla serie toscana (scisti policromi associati a basamento cristallino) e da ofioliti che derivano dalla stessa genesi di quelle del Gruppo di Voltri. Al di sopra si ritrovano sedimenti di copertura rappresentati da peliti, ardesie e flysch arenacei o calcareo-marnosi. Tutta la sequenza ha età, nel complesso, più recente della corrispondente serie del ponente ed ha subito deformazioni e processi di ricristallizzazione metamorfica più modesti.

L'area di studio (cfr. Figura 4-1) è caratterizzata dalla presenza dell'unità tetto-metamorfica della Figogna seguita da argilliti-arenarie, argilliti-marne del flysch (Unità Antola, Unità Ronco, Unità Montanesi e Unità Mignanego). La successione stratigrafica si chiude con depositi quaternari alluvionali associati al sistema fluviale del Polcevera.

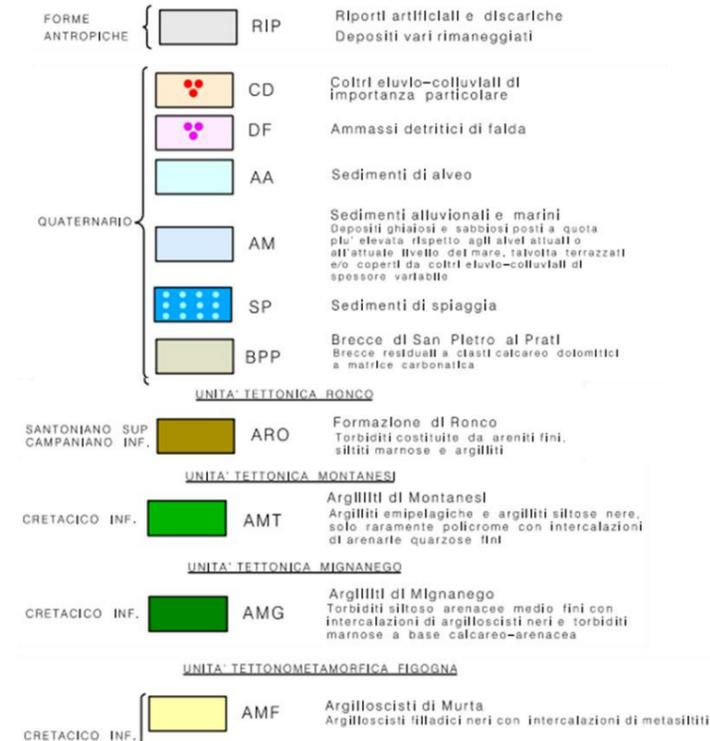
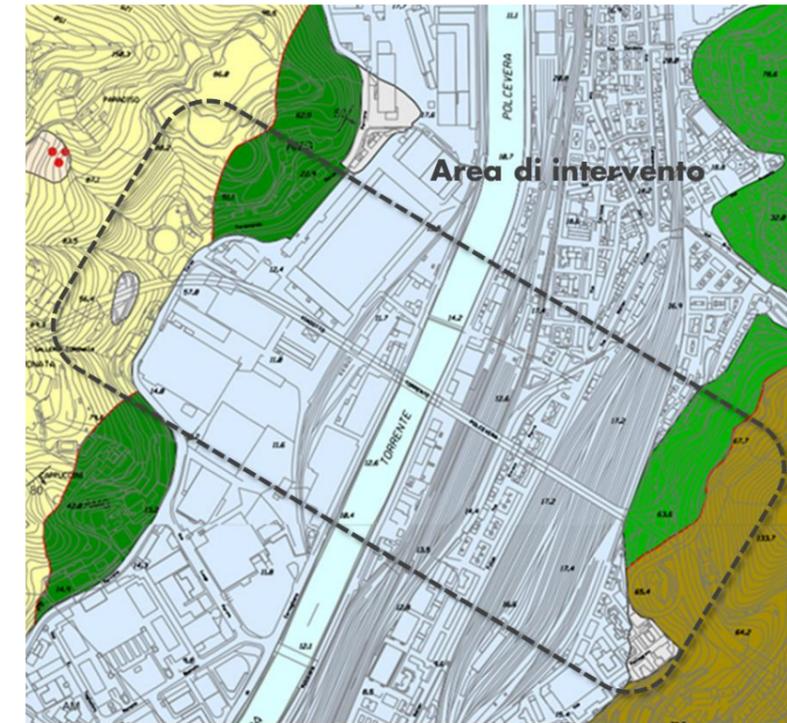


Figura 4-1 Stralcio e legenda della Carta Geologica del Comune di Genova (Fogli 27 e 37) in scala 1:5.000, anno 2010



*Il modello geologico di riferimento in asse al viadotto Polcevera*

All'interno dell'elaborato specialistico "Relazione Geologica" (NG1200E69RGGE0001C01) è stato ricostruito il modello geologico di riferimento in asse al viadotto Polcevera. Di seguito (cfr. Figura 4-2) è riportato uno stralcio della carta geologica/geomorfológica del viadotto Polcevera (elaborati specialistici NG1200E69F7GE0001C01 e NG1200E69F7GE0001C02).

La spalla SA (lato Ovest) e la pila P1 del viadotto si inseriscono nella porzione medio-inferiore di un versante ad elevata acclività, modellato prevalentemente su litotipi argillitico-scistosi riconducibili alla formazione degli Argilloscisti di Murta (AGF), intensamente tettonizzati, con stratificazione disturbata da fitte sequenze di pieghe strizzate a piccolo raggio e superfici di strato su roccia fresca normalmente lucide, con veli di sericite, talcosa al tatto.

Sul versante, fortemente antropizzato e ad aspetto terrazzato, sono inoltre presenti coperture detritiche di alterazione e disfacimento del substrato e/o terreni di riporto, in spessore variabile, costituiti da clasti eterometrici, a matrice prevalentemente sabbioso-limosa.

Dalla pila P2 alla pila P16 l'opera insiste sul fondovalle del torrente Polcevera, dove è presente un potente materasso alluvionale, con spessori mediamente compresi tra 28 e 44 m, principalmente costituito da ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, in matrice sabbioso-limosa e sabbioso-argillosa. Al tetto delle alluvioni è presente una copertura pressoché continua di terreni di riporto, generalmente grossolani, di spessore mediamente compreso tra 2 e 4 metri.

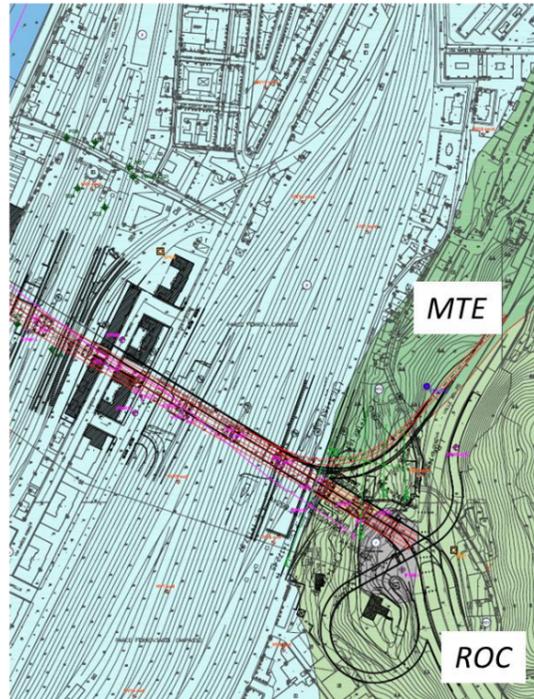
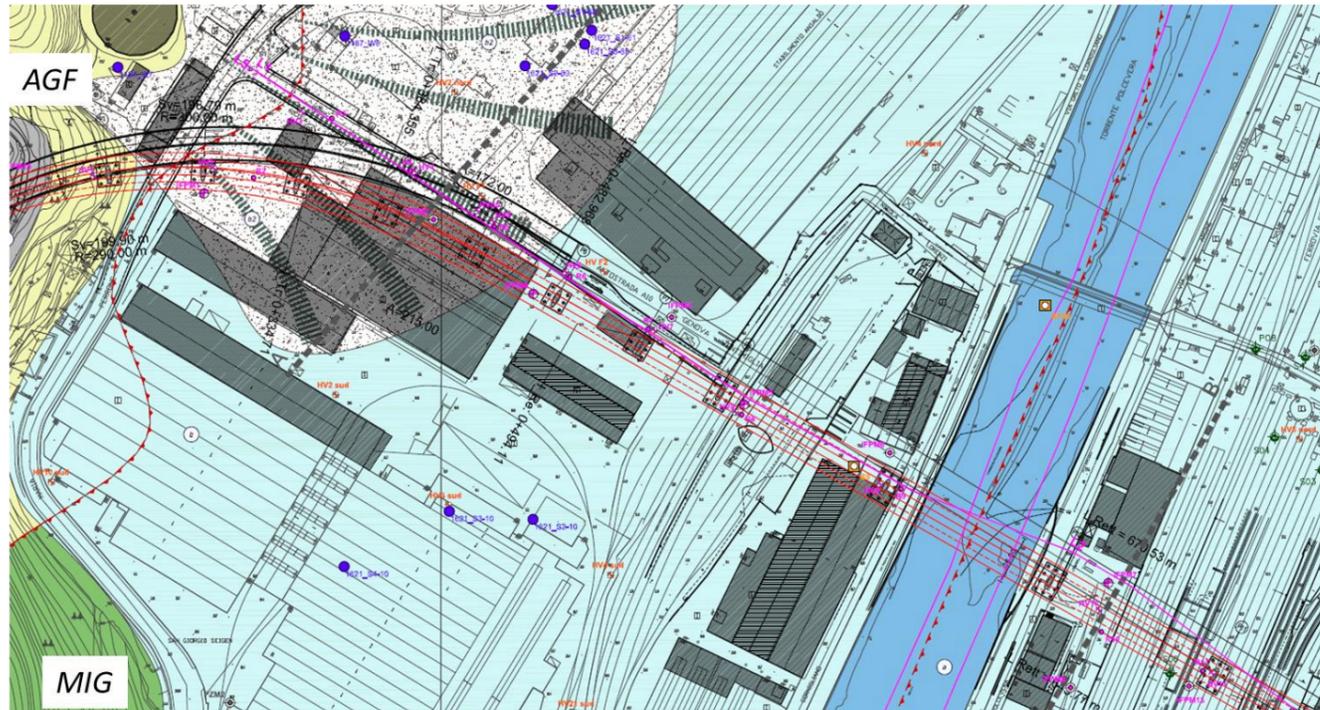
Ai depositi alluvionali grossolani si intercalano, verso il basso, depositi fini di origine fluviale e marina e/o di transizione, in spessori di potenza anche decametrica. Si tratta per lo più di argille limose grigie, di bassa plasticità, normalconsolidate, con rari frammenti conchigliari e puntature nerastre. In particolare, le indagini geologiche eseguite in sito tra gennaio e febbraio 2019, hanno permesso di individuare tale orizzonte coesivo ad una profondità mediamente compresa tra 19 e 31 m da piano campagna. L'orizzonte si presenta continuo tra la pila P2 e la pila P9, mentre non si rinviene con la stessa continuità nella porzione est della valle; sulla base dei dati geognostici, infatti, tale orizzonte è stato individuato nuovamente tra la pila P12 e la pila P13. Altre lenti di materiali fini argillosi o limosi si individuano a quote superiori tra la pila P2 e la pila P5 e tra la pila P13 e la pila P15.

Inoltre, è presente un potente orizzonte superficiale di materiali eluvio-colluviali, costituiti da clasti eterometrici, a matrice da argilloso-limosa a sabbioso-limosa, a bassa consistenza, in prossimità del fianco destro della valle, tra la pila P2 e la pila P5. Tale orizzonte è verosimilmente riconducibile all'azione di scarico ed accumulo nel tempo al piede del versante del materiale trasportato dagli affluenti in destra idraulica al Polcevera.

Alla base del potente materasso alluvionale, è presente un substrato roccioso argillitico costituito dalle Argilliti di Mignanego (MIG), in contatto tettonico sugli Argilloscisti di Murta (AGF), e dalle Argilliti di Montanesi (MTE), anch'esse in contatto tettonico sul Mignanego.

Da un punto di vista litologico e strutturale le due formazioni si presentano con caratteristiche molto simili, con porzioni di ammasso talora cataclamate e/o porzioni intensamente disturbate e fratturate. Al tetto del substrato è in genere presente una porzione sommitale alterata (cappellaccio), con spessori mediamente compresi tra 3 e 4 metri.

Per quanto concerne la pila P17, la pila P18 e la spalla SB (Est), esse insistono su un versante piuttosto acclive modellato su un substrato flyschoidale costituito da alternanze di areniti fini, siltiti marnose ed argilliti, in strati da centimetrici a decimetrici, riconducibili alla formazione di Ronco. Il versante in oggetto presenta sostanziali differenze tra la porzione a sud ed a nord della spalla del viadotto: infatti, nel sondaggio IFPM14, (posto a sud della spalla, sono state individuate coperture detritiche di alterazione e disfacimento del substrato frammiste a terreni di riporto, costituiti da clasti eterometrici, a matrice prevalentemente sabbioso-limosa, per uno spessore dell'ordine di 25 metri circa. Questa porzione di versante è stata probabilmente oggetto di significative e successive modificazioni della morfologia, soprattutto a causa dei cantieri per la realizzazione dapprima dell'autostrada A7 e, successivamente, del viadotto Polcevera dell'autostrada A10. La porzione di versante a nord del viadotto presenta, invece, una configurazione morfologica modificata in misura minore dagli interventi antropici, tant'è che in corrispondenza della Salita V. Bersezio è visibile un affioramento delle Argilliti di Montanesi (MTE) sul lato di monte della strada.



**DEPOSITI QUATERNARI**

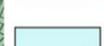
-  **Riporti, aree fortemente antropizzate e discariche (r)**  
Depositi eterogenei ed eterometrici, generalmente costituiti da ghiaie e sabbie in matrice limosa e limoso-argillosa, con presenza di frammenti di laterizi e resti vegetali. Età: Attuale
-  **Depositi d'alveo attuale (a)**  
Depositi attuali del Polcevera costituiti da ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, in matrice sabbioso limosa e sabbioso argillosa, da scarsa ad abbondante. Età: Attuale
-  **Depositi alluvionali e marini (b)**  
Depositi alluvionali costituiti da ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, in matrice sabbioso limosa e sabbioso argillosa, da scarsa ad abbondante. Talora sono presenti blocchi e/o lenti isolate di materiali fini. Al tetto delle alluvioni è presente una copertura pressoché continua di terreni di riporto, generalmente grossolani, in spessori mediamente compresi tra i 2-4 metri. Ai depositi alluvionali grossolani si intercalano, verso il basso, depositi fini di origine fluviale e marina o di transizione, in spessori di potenza anche decametrica. Si tratta per lo più di argille limose grigie, poco plastiche, con rari frammenti conchigliari e puntinature nerastre; a luoghi si ritrovano resti lignei indecomposti. Età: Olocene
-  **Coltri eluvio-colluviali (b2)**  
Depositi continentali di versante e di alterazione del substrato, costituiti da classi eterometriche, a matrice sabbioso-limosa; talvolta risultano pedogenizzate e spesso inglobano anche elementi grossolani mobilizzati da processi di versante. Età: Olocene

Figura 4-2 Stralcio della Carta Geologica/Geomorfologica (Elaborati specialistici NG1200E69F7GE0001C01 e NG1200E69F7GE0001C02). MIG: Argilliti di Mignanego; AGF: Argiloscisti di Murta; MTE: Argilliti di Montanesi; ROC: formazione di Ronco

Aspetti geomorfologici

L'assetto geomorfologico del territorio interessato dal progetto è caratterizzato dalla presenza di una fascia costiera pedemontana subpianeggiante interrotta verso N da una brusca rottura di pendio, che da luogo ad una morfologia collinare degradante a S verso il mare, solcata da incisioni vallive e fossi. La morfologia dei rilievi e l'altimetria sono fortemente influenzate dalla litologia, con forme pianeggianti e poco acclivi in presenza di depositi alluvionali, a quote prossime al livello del mare, mentre un deciso aumento delle quote topografiche in corrispondenza delle aree di affioramento delle torbiditi segna il passaggio a morfologie più aspre che nonostante l'intensa urbanizzazione sono ancora evidenti.

Il reticolo idrografico è costituito dal Torrente Polcevera e da una serie di rivi, impostatisi in corrispondenza delle principali discontinuità stratigrafiche o tettoniche lungo le formazioni torbiditiche.

Elementi idrografici

La tettonica plio-quadernaria ha condizionato profondamente l'idrografia di superficie del versante ligure tirrenico. I bacini risultano, in quest'area, modellati prevalentemente dall'azione delle acque di ruscellamento ed incanalate e presentano un reticolo poco gerarchizzato.

L'evoluzione recente della piana della Val Polcevera è stata totalmente condizionata, negli ultimi 150 anni, dagli interventi antropici; infatti, il sistema fluvio-costiero si presenta oggi imbrigliato da imponenti strutture portuali e da opere di regimazione dell'alveo che hanno drasticamente ridotto la dinamica naturale, i rivi sono stati progressivamente incanalati e coperti, diventando parte integrante del sistema fognario urbano. Nel tratto di foce, inoltre, le regimazioni dell'asta torrentizia del Polcevera hanno ridotto la sezione di deflusso da 450 m a meno di 100 m, aumentando il rischio dei fenomeni alluvionali e di esondazione.

Forme, processi e depositi gravitativi

L'area di studio è interessata da un numero limitato di fenomeni franosi, che interessano essenzialmente la coltre di alterazione eluvio-colluviale delle formazioni di substrato ed hanno tipologia prevalentemente traslazionale e di colata (soil slip e debris flow): sono generalmente innescate da precipitazioni brevi ed intense che con cadenza annuale interessano l'area ligure. I fenomeni osservati sono perlopiù quiescenti, impostatisi prima dell'abbassamento del livello di base attuale; si tratta in genere di fenomeni assestati, la cui riattivazione è prevalentemente legata a grandi sbancamenti di origine antropica ed impregnazione del corpo di frana in seguito a periodi piovosi con picchi di intensità superiori ai 100 mm/giorno.

Forme antropiche e manufatti

Si tratta in generale di riporti di materiale inerte che, in alcuni casi, è stato utilizzato per la realizzazione di infrastrutture di vario tipo. Nel versante in destra idraulica sono stati individuati, due siti caratterizzati dalla presenza di depositi di smarino, cioè dei detriti provenienti dai lavori di scavo della galleria autostradale "Coronata".

**Piano di Bacino Stralcio per la tutela del Rischio Idrogeologico**

Le opere in progetto ricadono nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Regionale della Liguria.

Dalle descrizioni dei dissesti geomorfologici del PAI non risultano presenti criticità geomorfologiche nell'area di interesse.

Per quanto concerne gli aspetti connessi alla suscettività dei versanti ed al rischio geologico, si fa riferimento al Piano di bacino Stralcio del Torrente Polcevera, redatto dalla Autorità di bacino regionale, il quale nell'ambito della sua recente revisione è stato profondamente aggiornato nelle carte di analisi e, in particolare, in quelle geomorfologiche.

Tralasciando le metodiche tecniche a fronte delle quali è stata elaborata la Carta della suscettività al dissesto nel suo ultimo aggiornamento (DGR 110/2017), come si evince dalla Figura 4-3, le aree di fondovalle sono nella loro totalità connotate da una classe di suscettività molto bassa (Pg0), mentre quelle di versanti ricadenti all'interno dell'area di intervento presentano, in prevalenza, un livello medio (Pg2), con ciò in analogia alla maggior parte del bacino del Torrente Polcevera.

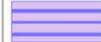
Per quanto riguarda il regime cui è soggetta detta ultima classe di aree, definito agli articoli 16 co. 4 e 16 ter delle Norme di attuazione, ai sensi del primo di detti due articoli «si demanda ai Comuni, nell'ambito della norma geologica di attuazione degli strumenti urbanistici o in occasione dell'approvazione sotto il profilo urbanistico-edilizio di nuovi interventi insediativi e infrastrutturali, la definizione della disciplina specifica di dette aree, attraverso indagini specifiche, che tengano conto del relativo grado di suscettività al dissesto. Per le aree a suscettività al dissesto media (Pg2) e bassa (Pg1) le indagini devono essere volte a definire gli elementi che determinano il livello di pericolosità, ad individuare le modalità tecnico-esecutive dell'intervento, nonché ad attestare che gli stessi non aggravino le condizioni di stabilità del versante».

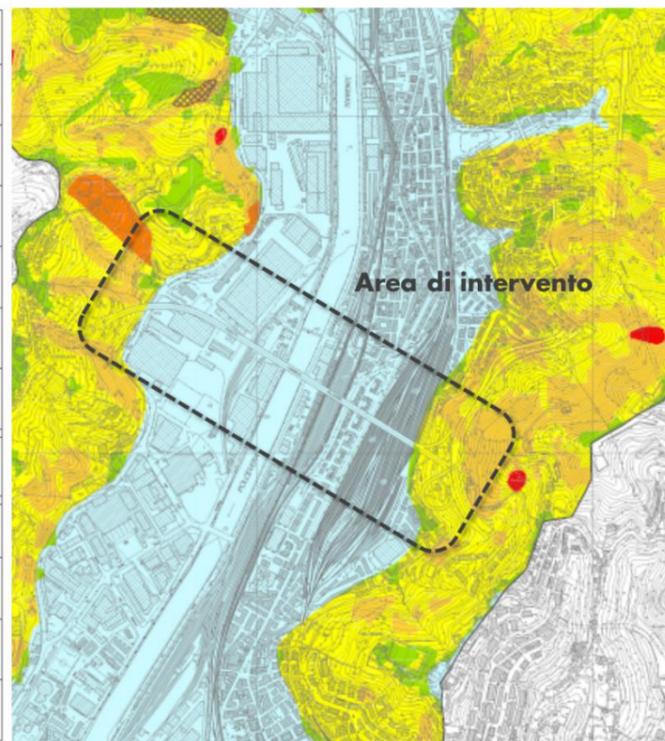
Relativamente alle disposizioni di cui all'articolo 16 ter, recante "Misure di attenzione per la prevenzione del rischio idrogeologico", nell'economia della presente relazione si evidenzia quanto stabilito dal comma 4 ai sensi del quale «in sede di previsione di realizzazione di interventi urbanistico edilizi od opere di viabilità in prossimità del reticolo idrografico su versante, si effettuino specifiche valutazioni in merito all'eventuale grado di esposizione degli interventi agli effetti di possibili fenomeni di colate veloci di fango o detriti (debris-flow), individuando, se del caso, opportuni accorgimenti tecnici o una migliore ubicazione degli interventi stessi nell'ottica della prevenzione di tale rischio».

Per quanto concerne il rischio, la Carta del rischio geologico (ultima modifica DGR 110/2017), che come noto deriva dalla sovrapposizione tra la pericolosità geomorfologica e gli elementi a rischio derivanti dall'analisi dell'uso del suolo, per quanto concerne la porzione territoriale ricadente all'interno dell'area di intervento evidenzia una situazione diversificata.

Nello specifico, se la porzione di fondovalle presenta un rischio "lieve o trascurabile" (R0), i versanti sono classificati a rischio "moderato" (R1) o "medio" (R2) (cfr. Figura 4-4).

LEGENDA

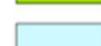
CLASSI DI SUSCETTIVITA' AL DISSESTO		NORME DI ATTUAZIONE
	MOLTO ELEVATA Pg4	Art. 16, c. 2 Art. 16ter
	ELEVATA Pg3a	Art. 16, c. 3 Art. 16ter
	ELEVATA Pg3b	Art. 16, c. 3-ter Art. 16ter
	MEDIA Pg2	Art. 16, c. 4 Art. 16ter
	BASSA Pg1	Art. 16, c. 4 Art. 16ter
	MOLTO BASSA Pg0	Art. 16, c. 4 Art. 16ter
	Fenomeni idrogeologici lungo gli alvei torrentizi	Art. 16ter
CLASSI SPECIALI		
	TIPO A - Cave attive, miniere attive e discariche in esercizio	Art. 16bis, c. 2
	TIPO B <sub>1</sub> - Cave inattive e miniere abbandonate	Art. 16bis, c. 3
	TIPO B <sub>2</sub> - Discariche dismesse e riporti antropici	Art. 16bis, c. 5



**Figura 4-3 Bacino T. Polcevera: Stralcio Carta della suscettività al dissesto Fonte: PdB Polcevera – ultima modifica dell'elaborato DGR 110/2017**

LEGENDA

CLASSI DI RISCHIO GEOLOGICO

	RISCHIO MOLTO ELEVATO	R4
	RISCHIO ELEVATO	R3
	RISCHIO MEDIO	R2
	RISCHIO MODERATO	R1
	RISCHIO LIEVE O TRASCURABILE	R0

CLASSI SPECIALI

	CAVE ATTIVE, MINIERE ATTIVE E DISCARICHE IN ESERCIZIO
	LIMITE DI BACINO

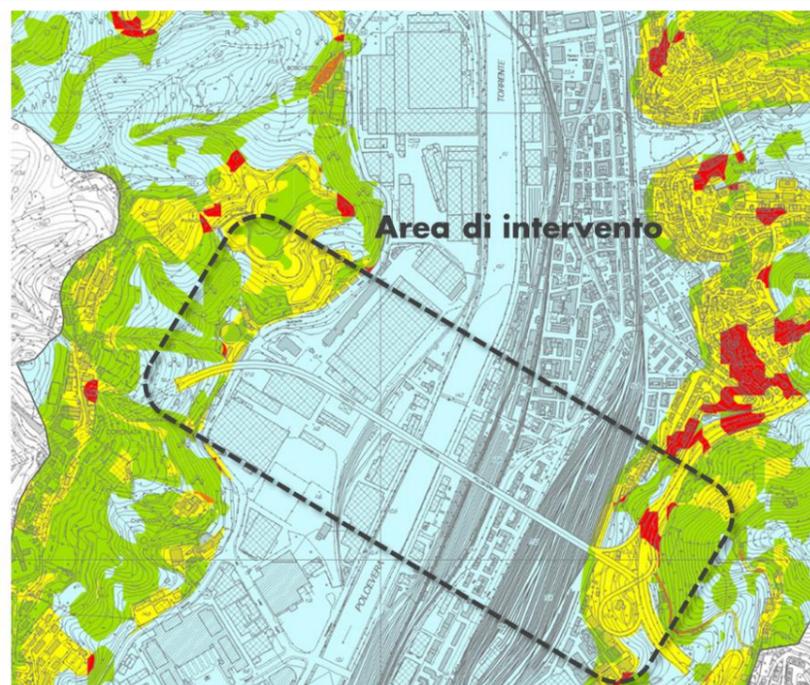


Figura 4-4 Bacino T. Polcevera: Stralcio della Carta del rischio geologico (Fonte PdB Polcevera – ultima modifica dell'elaborato DGR 110/2017)

Per approfondimenti si rimanda alla figura fuori testo F.1.6 “Piano di bacino stralcio Polcevera - Carta del rischio geologico”.

Si evidenzia inoltre che una modesta porzione in prossimità della rampa di collegamento tra l'Autostrada A7 e l'Autostrada A10 è classificata come area a rischio “molto elevato” (R4).

4.1.1.3. Aspetti idrogeologici

Dal punto di vista idrogeologico, in Liguria la risorsa idrica sotterranea delle pianure alluvionali costiere rappresenta un importante e fondamentale elemento per l'alimentazione idrica locale.

Nell'entroterra, inoltre, moltissime sorgenti alimentano reti locali destinate al consumo umano di piccoli centri urbani.

La circolazione idrica sotterranea sviluppatasi in formazioni rocciose può essere suddivisa in due differenti e principali tipologie:

Circuiti prevalentemente superficiali (prevalentemente con un deflusso per “reticolo di fratturazioni”) che affiorano in ambiente subaereo attraverso manifestazioni sorgentizie di modesta portata (molto raramente superano la decina di litri al secondo). Queste sorgenti sono determinate da contrasti di permeabilità fra differenti litologie o da alternanze di livelli più o meno permeabili all'interno di una stessa formazione (ad esempio

formazioni flyscidi della Liguria centro orientale). Da segnalare anche l'emergenza locale e sporadica di acque sulfuree, per esempio nella zona del Gruppo di Voltri (da Genova ad Arenzano), od a più alto grado di salinità, che possono essere ricondotte a circuiti indipendenti e profondi.

Queste, seppur di secondaria importanza dal punto di vista della sfruttabilità, rivestono un particolare interesse naturalistico, geologico e scientifico.

Circolazione carsica, sviluppatasi nei corpi carbonatici estesi in gran parte delle Alpi Liguri, soprattutto nella porzione occidentale del territorio regionale in provincia di Imperia e Savona.

Le formazioni più soggette alla carsificazione si trovano sporadicamente nel dominio ligure-piemontese e sono confinate alle intercalazioni calcaree più potenti dei Flysch ad Elmintoidi.

Oltre alla circolazione idrica in roccia, la regione è caratterizzata anche da un'intensa circolazione idrica in corpi acquiferi di tipo sedimentario/alluvionale, sedi di vere e proprie falde idriche, spesso a tal punto intensamente sfruttate da mettere in pericolo la loro produttività e caratterizzate da un alto grado di vulnerabilità all'inquinamento. In tali aree maggiore è l'influsso negativo dovuto all'antropizzazione che si è sviluppata preferibilmente nelle zone di pianura rispetto a quelle montane e più elevato è il rischio di contaminazione veicolata attraverso il suolo/sottosuolo. Tali zone, vista la morfologia esistente, sono individuabili in:

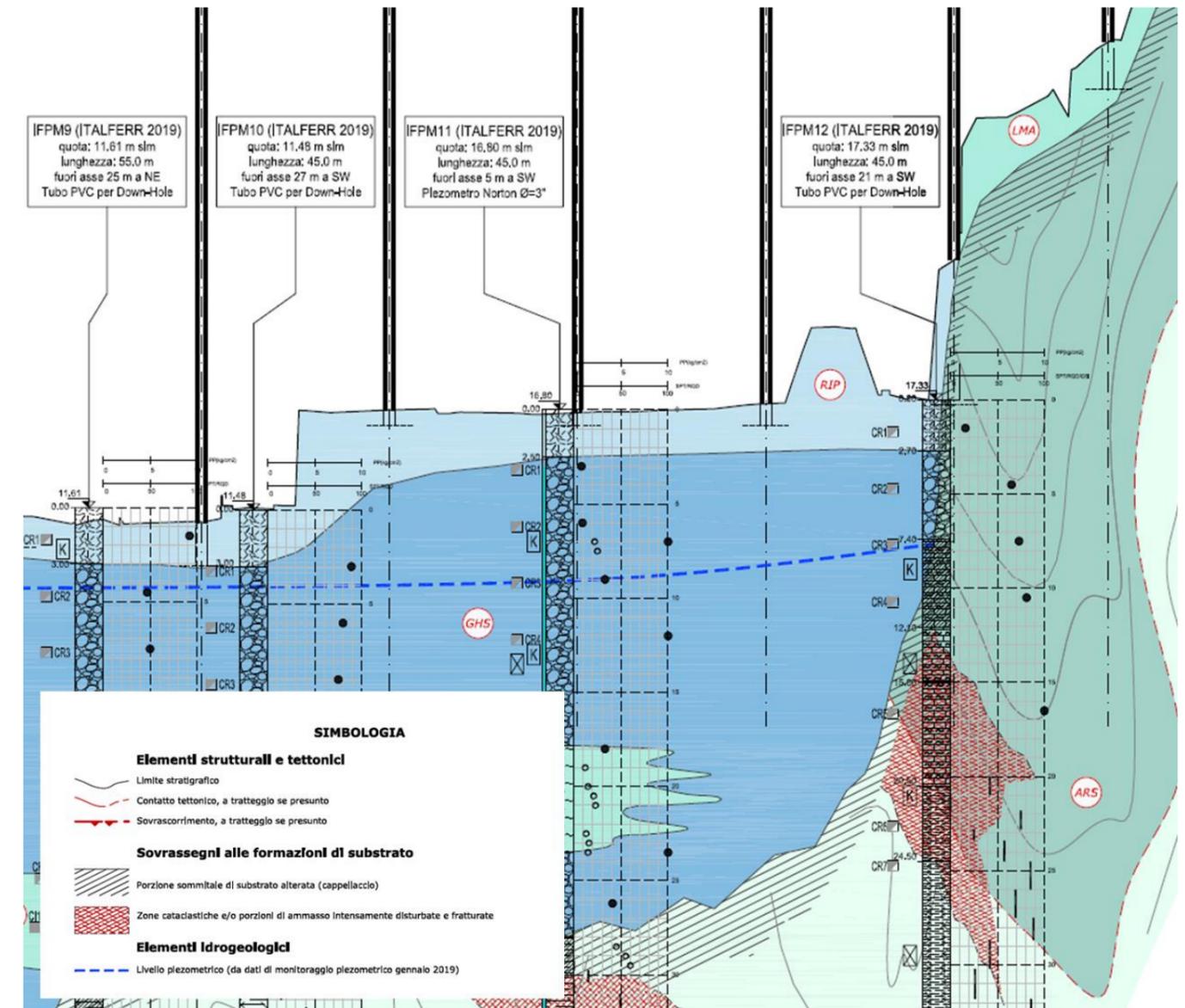
- Territorio lungo la fascia costiera. (AdB Regionale e AdB F. Magra) I principali torrenti di versante tirrenico hanno formato pianure alluvionali di depositi recenti. Il versante tirrenico, la cui pendenza è molto accentuata (anche superiore al 20%), presenta nel settore di Ponente corsi d'acqua brevi e con andamento all'incirca perpendicolare alla costa. Nel settore di Levante i corsi d'acqua appaiono più lunghi e spesso con andamento sub parallelo alla linea di costa (salvo generalmente il tratto finale, che per motivi di controllo tettonico si può presentare perpendicolare alla costa). Questa particolare situazione ha fatto sì che, nel primo caso, i torrenti siano marcatamente in fase erosiva lungo tutto il loro breve percorso e che solo nella parte terminale, in conseguenza alla neotettonica quaternaria ed alle variazioni del livello di base, si siano create le condizioni per la formazione di pianure alluvionali comunque di modeste dimensioni. I corsi d'acqua, che non presentano un andamento perpendicolare alla costa, si sono potuti sviluppare invece su distanze maggiori, presentano un profilo più regolare con un regime moderatamente erosivo ed hanno formato corpi sedimentari di estensione ragguardevole a scala regionale.
- Zone lungo le aste fluviali dei maggiori corpi idrici di versante padano. (AdB F. Po) Nel territorio a nord dello spartiacque, nelle provincie di Savona e Genova, i versanti presentano pendenze medie modeste ed i corsi d'acqua, spesso a carattere meandriforme, hanno orientamenti assai diversi. I corsi d'acqua padani, pur essendo di una certa importanza, percorrono in Liguria, a partire dalle zone sorgentizie, tratti relativamente brevi prima di arrivare in altre regioni ed affluire in corpi idrici di ordine superiore.

Gli unici che in territorio ligure formano depositi alluvionali, ospitanti circolazioni idriche sotterranee significative, sono le Bormide e lo Scrivia. Le zone, con depositi incoerenti recenti e relativi terrazzamenti, dovuti alle variazioni del livello di base, non sono tuttavia continui neppure lungo il percorso dei fiumi principali. Questi a tratti tornano ad essere a carattere meandriforme ed incassati nel substrato roccioso, cosicché gli acquiferi alluvionali si trovano ad essere spesso separati e con caratteristiche disomogenee ed indipendenti.

Nel caso in esame, in linea generale, il versante in destra idraulica ed il fondovalle del torrente Polcevera sono caratterizzati dalla presenza di un substrato prevalentemente argillitico, avente permeabilità media da bassa a molto bassa, mentre in sinistra idraulica è presente un substrato flyschoidale, che presenta generalmente una permeabilità maggiore rispetto alle argilliti e, comunque, una permeabilità per fessurazione nei settori più intensamente tettonizzati. In sponda destra del torrente Polcevera è segnalata la presenza di alcune sorgenti, allineate dove gli argilloscisti risultano in posizione rovesciata rispetto ai basalti, riconducibili alle zone di contatto tra la formazione sovrastante fessurata e la sottostante formazione argillitica, che può essere considerata praticamente impermeabile.

Concludendo è possibile dire che l'area di intervento è sostanzialmente riconducibile ad un corpo idrico principale ad elevata permeabilità, costituito dal materasso alluvionale del Polcevera, che poggia su un bedrock generalmente poco permeabile. In particolare, le alluvioni del Polcevera costituiscono un importante acquifero a carattere freatico con permeabilità delle alluvioni grossolane comprese tra  $3 \cdot 10^{-5}$  e  $3 \cdot 10^{-3}$  m/s; entro il materasso alluvionale non mancano tuttavia orizzonti fini poco permeabili ( $k = 1 \cdot 10^{-7}$  e  $1 \cdot 10^{-5}$ ), che allo stesso non modificano significativamente la trasmissività dell'acquifero. Le formazioni di substrato appaiono invece in genere poco permeabili per permeabilità secondaria (fratturazione) con valori di permeabilità variabili tra  $3 \cdot 10^{-9}$  e  $3 \cdot 10^{-7}$ .

Il monitoraggio in corso sui piezometri installati durante la campagna Italferr 2019, nell'area di fondovalle indica la presenza di una falda freatica sostanzialmente superficiale rispetto al piano campagna. (cfr. Figura 4-5). È nota una certa variabilità stagionale. Per quanto riguarda i versanti in destra e sinistra idraulica, essi sono caratterizzati da una modesta circolazione idrica superficiale, con la formazione di locali falde idriche al contatto tra la formazione di substrato e la coltre di copertura; esse sono caratterizzate da limitate potenzialità e sono strettamente collegate alla stagionalità ed alla variabilità degli apporti meteorici. In questo ambito sono, ad oggi, disponibili le letture effettuate sul piezometro IFPM16, sul versante in destra idraulica. tale strumento segnala una soggiacenza di circa 4 metri, all'interno della coltre di copertura del bedrock.



**Figura 4-5 Stralcio del profilo idrogeologico in corrispondenza del piezometro IFPM11 (elaborato NG1200E69F7GE0002C02). RIP=riporto-permeabilità medio bassa; GHS=complesso ghiaioso sabbioso-permeabilità medio alta; LMA=complesso limoso argilloso-permeabilità bassa; ARS= complesso arenitico siltoso-permeabilità medio bassa.**

#### 4.1.1.4. Siti contaminati e potenzialmente contaminati limitrofi al sito di intervento

La ricognizione dei siti contaminati o potenzialmente contaminati di cui al presente paragrafo è stata condotta sulla base delle seguenti fonti conoscitive:

- ARPA Liguria – Sito istituzionale, sezione SIN

- Regione Liguria, portale Ambiente in Liguria – Anagrafe dei siti da bonificare (<http://geoportale.regione.liguria.it>)

Per quanto riguarda i Siti d'interesse nazionale (SIN), come noto, questi sono porzioni di territorio in cui la quantità e la pericolosità degli inquinanti presenti rende elevato l'effetto potenziale sull'ambiente in termini di rischio sanitario ed ecologico, estensione e densità di popolazione dell'area interessata nonché di pregiudizio per i beni culturali ed ambientali.

Tali siti sono individuati con decreto del Ministro dell'Ambiente, d'intesa con le regioni interessate, secondo i criteri definiti dal D.Lgs.152/2006.

Per quanto riguarda i SIN presenti nel territorio della regione Liguria, a seguito del DM 468/01 "Programma nazionale di bonifica e di ripristino ambientale", erano state individuate le seguenti aree:

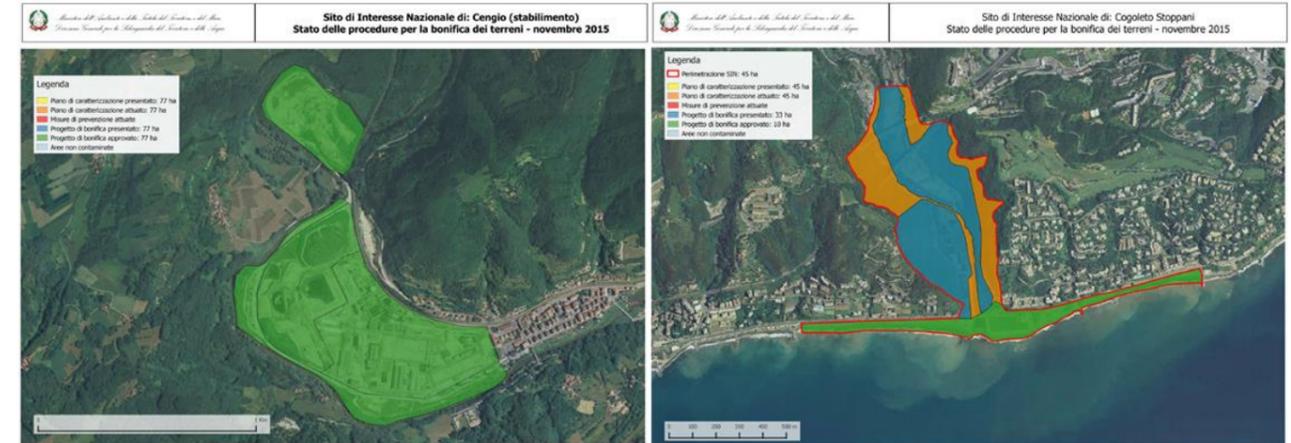
- Pitelli
- Cengio e Saliceto
- Cogoleto-Stoppani

Con DM Ministero dell'Ambiente del 11.01.2013 sono state riassegnate le competenze per i SIN e la titolarità del procedimento di bonifica del sito di Pitelli è stata trasferita in capo a Regione Liguria.

Entrando nel merito, per quanto riguarda l'ex SIN di Pittelli, questo si trova nella parte orientale del Comune della Spezia e su piccole porzioni dei Comuni di Arcola e Lerici.

Relativamente all'area di Cengio e Saliceto, questo riguarda l'ex stabilimento ACNA, in Comune di Cengio, e la discarica di Pian Rocchetta, ricadente a cavallo tra i comuni di Cengio e Saliceto.

Infine, relativamente all'area Cogoleto-Stoppani, si tratta dell'ex fabbrica di cromo, localizzata per l'appunto in Comune di Cogoleto.



**SIN Cengio**

**SIN Cogoleto**

**Figura 4-6 SIN Cengio e SIN Cogoleto**

L'area di intervento non interessa alcuno dei siti sopra riportati.

Per quanto riguarda i siti da bonificare, così come identificati nel portale per l'ambiente di Regione Liguria, la situazione riscontrata risulta la seguente (cfr. Figura 4-7):

- Presenza di un sito in corrispondenza dell'area di intervento, denominato "RFI - Parco Ferroviario di P.zza D'Armi – Sampierdarena
- Presenza di un sito in prossimità dell'area di intervento, denominato Ferrometal (ex ILVA - Stabilimento di Campi)

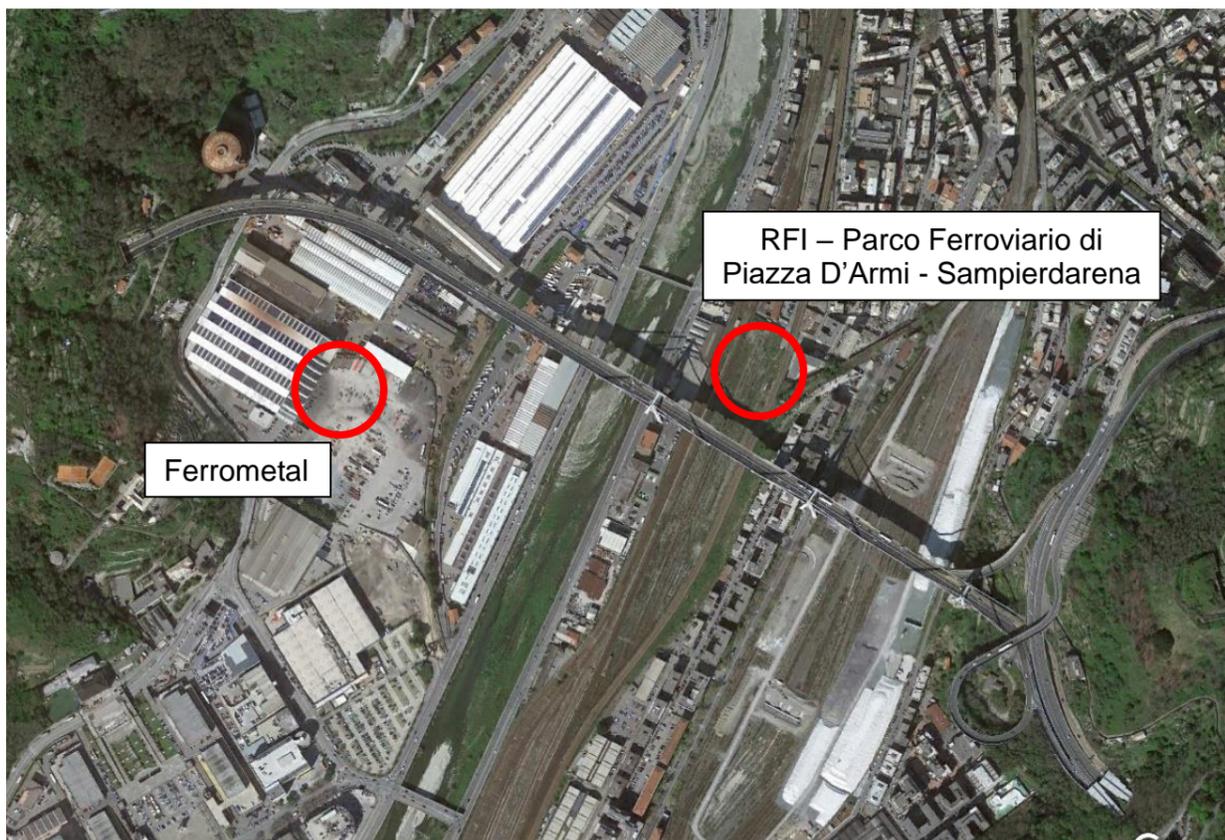


Figura 4-7 Siti in anagrafe oggetto di bonifica o messa in sicurezza permanente (Fonte: Regione Liguria – Ambiente in Liguria)

Nel seguito si riportano le principali informazioni in merito agli aspetti tecnici e procedurali relative ai detti due siti, tratte dalle schede tecniche consultabili sul portale precedentemente indicato (cfr. Tabella 4-1 e Tabella 4-2).

Matrice contaminata	Suolo	
	Fase di accertamento	Bonifica (accertamenti e controlli in corso d'opera)
	Tipologia del soggetto rilevatore	ARPA/APPA
	Sostanze rilevate	Amianto (fibre libere) Benzo (k,)fluorantene Benzo(a)antracene Benzo(a)pirene Benzo(b)fluorantene Dibenzo(a)pirene Dibenzo(ae)pirene Dibenzo(ah)antracene

		Idrocarburi pesanti C>12 Indeno (1,2,3 - c, d) pirene
	Acque sotterranee	
	Fase di accertamento	Caratterizzazione del sito
	Tipologia del soggetto rilevatore	ARPA/APPA
	Sostanze rilevate	1,1-Dicloroetilene Ferro Manganese Piombo Triclorometano
Iter procedurale	06/10/2006	Attivazione procedimento
	22/05/2007	Approvazione piano della caratterizzazione
	13/05/2010	Approvazione Analisi di Rischio
	21/06/2011	Approvazione del progetto operativo degli interventi di bonifica, messa in sicurezza operativa o permanente

Tabella 4-1 RFI - Parco Ferroviario di P.zza D'Armi – Sampierdarena: Scheda tecnica (Fonte: ARPAL)

Matrice contaminata	Suolo	
	Fase di accertamento	Accertamenti preliminari di controllo
	Tipologia del soggetto rilevatore	ARPA/APPA
	Sostanze rilevate	Nichel Piombo Rame Sommatoria policiclici aromatici Zinco n-esano
	Acque sotterranee	
	Fase di accertamento	Accertamenti preliminari di controllo
	Tipologia del soggetto rilevatore	ARPA/APPA
	Sostanze rilevate	Sommatoria policiclici aromatici n-esano
Iter procedurale	01/09/1997	Attivazione procedimento
	11/12/1998	Certificazione di avvenuta bonifica e ripristino ambientale

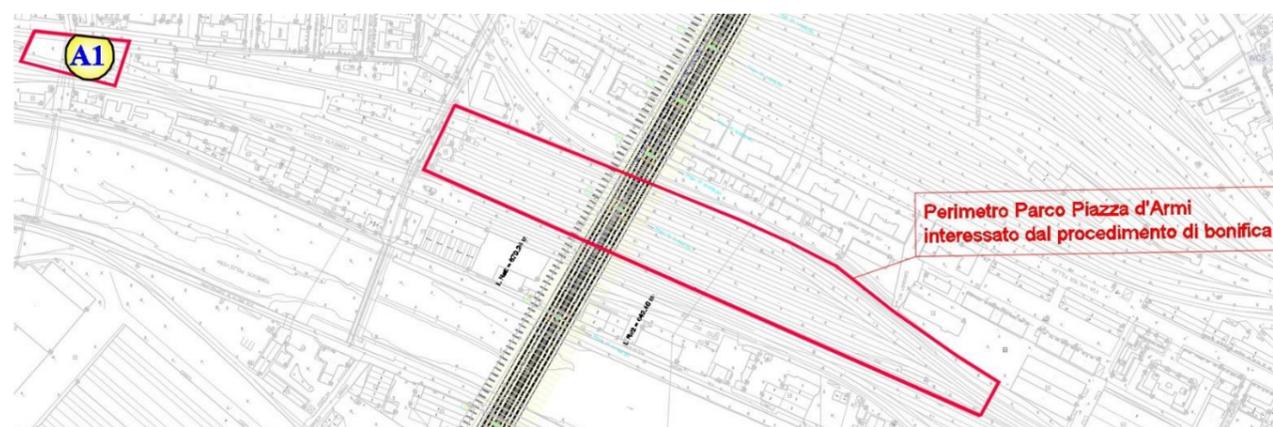
Tabella 4-2 Ferrometal; Scheda tecnica (Fonte: ARPAL)

Stante le informazioni precedentemente riportate emerge che l'opera in progetto è geograficamente distante dai SIN Cengio e Cogoleto nonché dall'ex SIN di Pittelli. Inoltre, il sito Ferrometal, identificato come ex ILVA nel

portale per l'ambiente di Regione Liguria, risulta bonificato. Pertanto, di seguito sono riportati ulteriori dettagli esclusivamente sul sito Parco Ferroviario di P.zza D'Armi il cui iter di bonifica, come si evince dalle tabelle precedenti, è tutt'ora in corso.

#### 4.1.1.5. Area Piazza d'Armi

Con riferimento al Parco Ferroviario di Piazza d'Armi, è in corso un procedimento di bonifica ai sensi dell'art 245 del D.Lgs. 152/2006, identificato presso il comune di Genova con il Protocollo 233/BF.



Tale Procedimento è giunto all'approvazione di un Progetto di Bonifica, approvato con Determina Dirigenziale N. 2011-151.2.0-14 del Comune di Genova e che non prevede alcun intervento di bonifica nell'area del Parco Ferroviario di Piazza d'Armi sia per la matrice suolo sia per la matrice acque. Infatti, l'Analisi di Rischio ha appurato che l'amianto contenuto nel terreno non costituisce un rischio ambientale e sanitario, ma esclusivamente un rischio per eventuali lavoratori che dovessero eseguire a scavi e movimentazioni del terreno stesso.

La Determina Dirigenziale approvativa del progetto di bonifica ha pertanto prescritto che *"Nel caso si procedesse ad eseguire scavi e/o movimentazioni terreni all'interno delle aree del Parco Ferroviario, dovrà essere preventivamente presentato un piano di lavoro al competente della ASL al fine di individuare le necessarie cautele da adottare per ridurre il rilascio di fibre di amianto (rilevato in fase di caratterizzazione) a tutela dei lavoratori e dell'ambiente circostante"*.

Entrando nel dettaglio relativamente alla presenza di amianto nei terreni dell'ex Parco Ferroviario di Piazza d'Armi si rende noto che:

- Sommando le indagini preliminari e quelle eseguite nell'ambito del Piano di Caratterizzazione approvato in Conferenza dei Servizi, all'interno del Parco Ferroviario sono stati eseguiti un totale di n.11 sondaggi.
- la profondità massima di investigazione è di 29.00 m dal p.c.
- In tutti i sondaggi è stata rilevata la presenza di amianto in almeno uno dei campioni prelevati.

- L'amianto è stato rilevato in n. 41 campioni, dei 54 analizzati, di cui n. 31 campioni in concentrazioni comprese tra 100 e 1000 mg/kg e n. 10 campioni in concentrazioni superiori a 1000 mg/kg.
- La concentrazione massima di amianto rilevata è pari a 1950 mg/kg.
- La presenza di amianto è stata rilevata fino ad una profondità massima di 18.00 m dal p.c.

Alla luce dell'attuale stato di avanzamento del Procedimento di Bonifica e soprattutto delle prescrizioni della Determina Dirigenziale de Comune di Genova che approva il progetto di bonifica del sito, tutti i lavori di scavo e movimentazione terre relativi alla costruzione del Viadotto ricadenti all'interno dell'ex Parco Ferroviario di Piazza d'Armi (Es. fondazioni, BOE tramite scavo assistito, ecc.) dovranno essere preceduti da un Piano di Lavoro.

#### 4.1.2. **Gli aspetti ambientali legati al cantiere**

Gli interventi in progetto, in considerazione delle lavorazioni previste, nonché delle condizioni territoriali in cui l'intervento si inserisce (contesto antropico), potrebbero dar luogo ai seguenti effetti ambientali:

- Interferenze con le aree a rischio geologico/geomorfológico
- Interferenze sulla circolazione idrica sotterranea

In merito ad una potenziale interferenza con aree classificate come a rischio geologico/geomorfológico, la carta della suscettività al dissesto presente nel PdB del Torrente Polcevera, riporta una suscettività mediamente molto bassa per il fondovalle Polcevera ed una classe media per le aree afferenti le due spalle, in corrispondenza della porzione mediana e basale dei versanti in destra e sinistra idraulica. Inoltre, non risultano presenti particolari elementi geomorfologici problematici e/o movimenti franosi, nonostante la variegata eterogeneità che contraddistingue il substrato roccioso in questo specifico comparto oltre alla forte antropizzazione che, nel tempo, ha variato più volte gli originali lineamenti morfologici del comparto.

Infine, la carta del rischio geologico indica che l'area di fondovalle del torrente Polcevera è caratterizzata da un rischio lieve o trascurabile (R0), mentre si segnala un rischio medio (R2) in corrispondenza delle spalle del viadotto.

Relativamente alle eventuali interferenze prodotte dall'opera sulla circolazione idrica sotterranea, con particolare riferimento al deflusso idrico entro il corpo alluvionale di fondovalle, si ritiene di poter escludere qualsiasi tipo di disturbo e/o perturbazione significativa sia per il carattere estremamente puntuale degli interventi mediante fondazioni profonde, sia per le buone caratteristiche di permeabilità e trasmissività dell'acquifero interferito.



#### 4.1.3. Le misure di prevenzione e ottimizzazione

I principali aspetti ambientali legati alla fase di cantiere sul fattore suolo sono legati a situazioni accidentali e, pertanto, non sono definibili come diretti e sistematici.

Una riduzione del potenziale interessamento del fattore ambientale in esame, in fase di costruzione dell'opera, è ottenuta applicando adeguate procedure operative nelle attività di cantiere, relative, per esempio, alla gestione e lo stoccaggio dei materiali e alla prevenzione dallo sversamento di oli ed idrocarburi.

Per garantire la non compromissione dell'ambiente suolo sono previste, in generale, idonee misure da attuare durante tutta la fase di cantierizzazione dell'opera. In particolare si fa riferimento a misure gestionali del cantiere sufficienti a ridurre in maniera congrua il rischio di contaminazione del suolo.

#### 4.2. Acque

##### 4.2.1. Il contesto ambientale e territoriale

###### 4.2.1.1. Inquadramento normativo

###### Normative comunitarie

- Direttiva 2000/60/CE - Direttiva Quadro sulle Acque (DQA) che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque;
- Direttiva della Commissione delle Comunità europee 31 luglio 2009, n. 2009/90/CE - Direttiva che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/Ce del Parlamento europeo e del Consiglio, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque;
- Direttiva del Parlamento europeo, 15 febbraio 2006, n. 2006/11/CE - Direttiva 2006/11/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 15 febbraio 2006 concernente l'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose scaricate nell'ambiente idrico della Comunità.

###### Normative nazionali

- D.Lgs. 4 marzo 2014 n. 46 – Attuazione della direttiva 2010/75/UE, relativa alle emissioni industriali (prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento);
- D.M. 8 novembre 2010, n. 260 - Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale;
- D.Lgs. 10 dicembre 2010, n. 219 - Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque;
- D.M. 14 aprile 2009, n. 56 - Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo

3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo";

- D.Lgs. 16 marzo 2009, n. 30 - Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento;
- Legge 27 febbraio 2009, n. 13 - Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 dicembre 2008, n. 208, recante misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente;
- Decreto 16 giugno 2008, n. 131 - Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: «Norme in materia ambientale»;
- Legge 5 gennaio 1994 n.36 – Disposizioni in materia di risorse idriche (Legge Galli) solo per art. 22 comma 6.

###### Normative regionali

- Legge 5 dicembre 1977, n. 56 - Tutela e uso del suolo;
- Legge 29 dicembre 2000, n. 61- Disposizioni per la prima attuazione del decreto legislativo 11.05.1999, n. 152 in materia di tutela delle acque;
- Legge del 08 luglio 1999 n. 19 - Norme in materia edilizia e modifiche alla Legge regionale 5 dicembre 1977, n. 56 (Tutela ed uso del suolo).

###### 4.2.1.2. Reticolo idrografico

Il viadotto autostradale "Polcevera" (noto anche come Ponte Morandi o Ponte delle Condotte) attraversa l'omonimo torrente nei pressi dei quartieri di Sampierdarena e Cornigliano, nella città di Genova.

Il bacino del Torrente Polcevera sottende una superficie pari a circa 140 kmq, da quota 1113 m (Monte Taccone) fino alla foce situata in mare presso Cornigliano, con un andamento preferenziale Nord-Sud.

Oltre al Torrente Polcevera, che costituisce l'asta principale, il bacino complessivo risulta composto dai seguenti sottobacini principali:

- Torrente Verde che presenta una superficie di 33 kmq e la cui asta principale, ad andamento preferenziale NW-SE, misura circa 10 km;
- Torrente Riccò, che trae origine dal Bric Montaldo; il bacino ha uno sviluppo di 21 kmq e la lunghezza dell'asta principale, ad andamento preferenziale NE-SW, raggiunge 8 km;
- Torrente Secca, affluente in sinistra orografica, ad andamento preferenziale NE-SW, che confluisce nel Polcevera in prossimità di Bolzaneto, sottendendo un'area di circa 45 kmq e con una lunghezza d'asta principale di circa 10 km.
- Torrenti Burba, Trasta e Fegino affluenti minori in sponda destra, e Geminiano e Torbella affluenti minori in sinistra idraulica.

Per quanto segnatamente riguarda il Torrente Polcevera, questo ha una lunghezza di circa 20 chilometri e trae origine dalla confluenza del torrente Verde con il torrente Riccò, nei pressi di Pontedecimo. Gli affluenti in sinistra idrografica sono il torrente Secca, che confluisce nel Polcevera in prossimità di Bolzaneto, il Geminiano e il Torbella; gli affluenti in sponda destra sono i torrenti Burba, Trasta e Fegino (cfr Figura 4-8 e Figura 4-9).

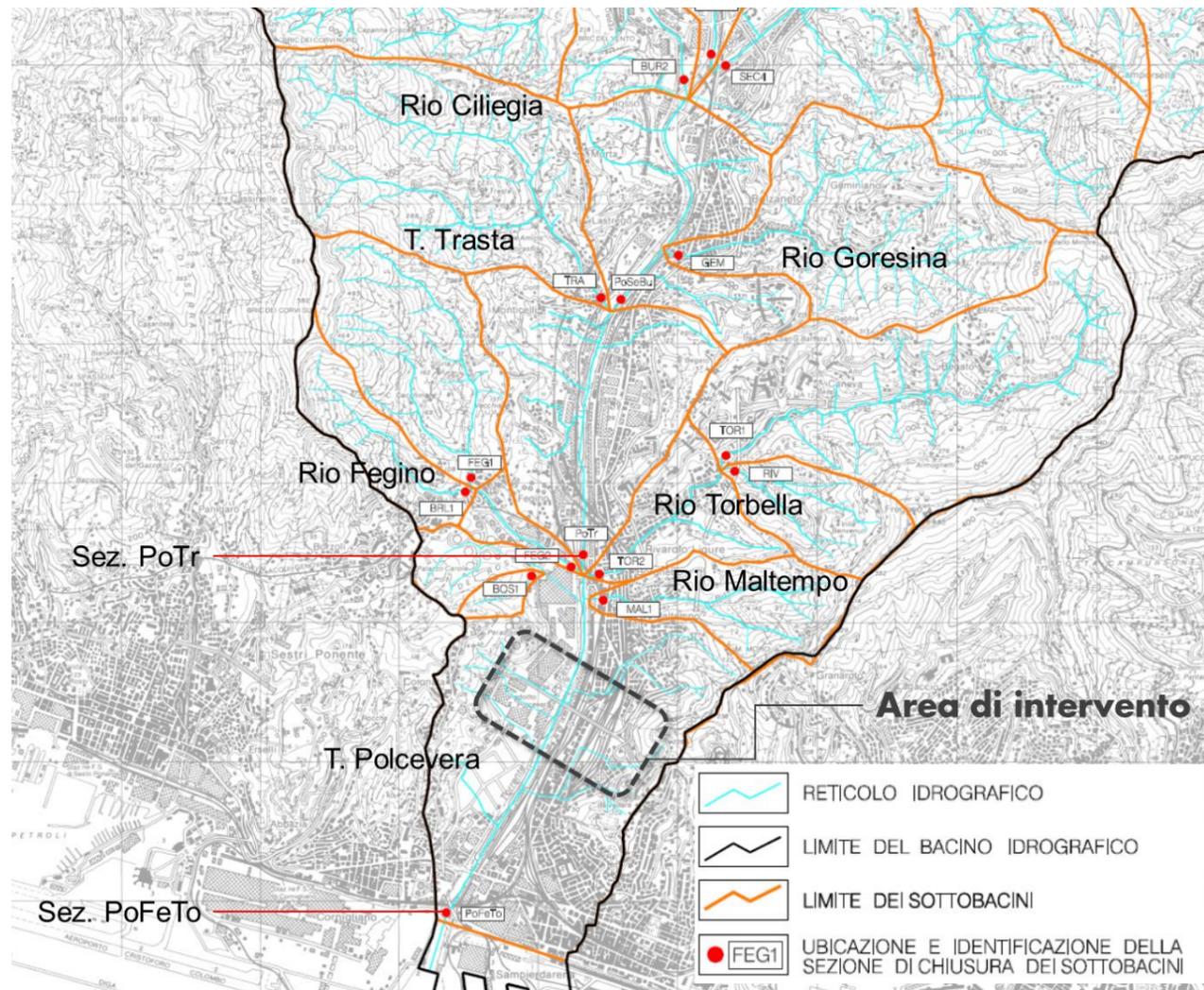


Figura 4-8 Reticolo idrografico (Fonte: PdB Polcevera – “Carta dei sottobacini e di ubicazione delle sezioni di chiusura”)

Il reticolo idrografico del Polcevera e dei maggiori affluenti è fortemente condizionato dall'assetto strutturale e dai processi di antropizzazione i cui effetti si osservano lungo i versanti, quanto soprattutto nel fondovalle, dove il crescente sviluppo degli insediamenti industriali e delle infrastrutture è avvenuto lungo le aste

dei corsi d'acqua a discapito degli alvei. A causa dell'elevata antropizzazione raramente sono riconoscibili significative forme di evoluzione fluviale.

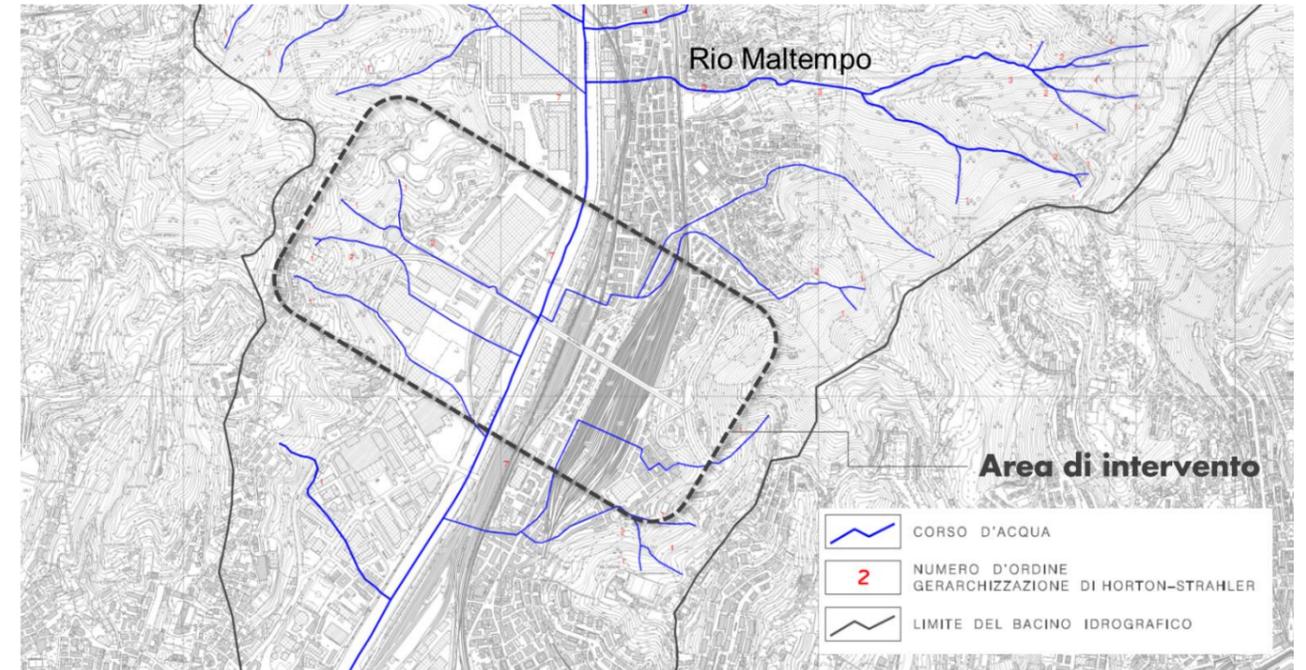


Figura 4-9 Reticolo idrografico in corrispondenza dell'area di intervento (Fonte: PdB Polcevera – “Carta del reticolo idrografico”)

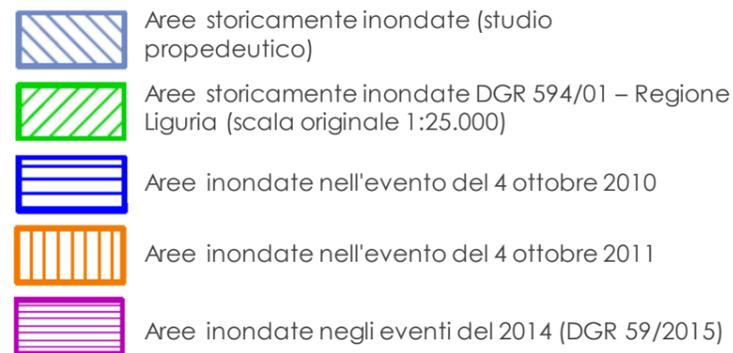
#### 4.2.1.3. Aspetti idrologici

Per quanto riguarda il regime idraulico, come per la maggior parte dei corsi d'acqua della Liguria, anche il Polcevera ed i suoi affluenti sono caratterizzati da un regime torrentizio, con una portata assai modesta nei mesi estivi, tanto da essere spesso quasi in secca in questo periodo, e con possibili piene rilevanti nei mesi autunnali.

Le piogge di massima intensità e breve durata aumentano considerevolmente le probabilità di generare eventi di piena; tali fenomeni si registrano soprattutto nei mesi autunnali quando il terreno è già ricco di umidità e riduce notevolmente, a parità di altre condizioni (pendenza dei versanti, copertura vegetale, ecc), le funzioni di filtro e polmone allo sviluppo dei deflussi superficiali.

A tale riguardo, il Piano di Bacino Stralcio del Torrente Polcevera, redatto dalla Autorità di bacino regionale ed approvato con DCP n. 14 del 02/04/2003 e successive varianti delle quali l'ultima ha ricevuto approvazione con DDG n. 88 del 10/04/2017, identifica le aree storicamente inondate. Come precisato nella citata relazione di Piano, la Carta delle aree inondabili e delle aree storicamente inondate, facente parte degli elaborati di analisi del Piano, «riporta le mappature relative alle aree inondate come individuate con DGR 594/01 [ed è] stata

integrata con le aree interessate dall'evento del 4 ottobre 2010, del 4 novembre 2011 e del 14/15 novembre 2014»<sup>3</sup> (cfr. Figura 4-10).



**Figura 4-10 Torrente Polcevera: aree storicamente inondate (Fonte: Piano di Bacino Stralcio del Torrente Polcevera – “Carta delle aree inondabili e storicamente inondate”)**

Per approfondimenti si rimanda alla figura fuori testo F.1.7 “Piano di bacino stralcio Polcevera - Carta delle aree inondabili e storicamente inondate”.

Per quanto concerne le fasce inondabili, sulla scorta delle quali il Piano ha successivamente identificato le aree a rischio, in accordo ai "Criteri per la redazione dei Piani di Bacino" emanati dall'Autorità di Bacino di Rilievo Regionale ed in particolare alle raccomandazioni concernenti la "Definizione delle fasce di inondabilità e di riassetto fluviale", le portate di piena di riferimento sono state determinate con tempo di ritorno di 50, 200 e 500 anni, corrispondenti rispettivamente alla caratterizzazione delle fasce inondabili "A", "B" e "C".

<sup>3</sup> Autorità di bacino regionale, “Piano di Bacino Stralcio del Torrente Polcevera” par. 3.2.1

A tale riguardo si riportano i valori delle portate di piena di riferimento di assegnato tempo di ritorno, così come riportati nella relazione del Piano di Bacino Stralcio del Torrente Polcevera (cfr. Tabella 4-3); si ricorda che, come riportato in Figura 4-8, le sezioni denominate “PoTr” e “PoFeTo”, si trovano rispettivamente a monte ed a valle dell'area di intervento.

Cod	CORSO D'ACQUA	SEZIONE	TR50	TR200	TR500	Metodo calcolo
POL1t	T. Polcevera	A monte della confl. con il T. Secca	680	860	960	SCS
PoSeBu		A valle della confl. con il T. Burba	1265	1622	1847	Razionale
PoTr		A valle della confl. con il R. Trasta	1294	1657	1886	Razionale
PoFeTo		A valle della confl. Torbella-Fegino	1377	1763	2006	Razionale

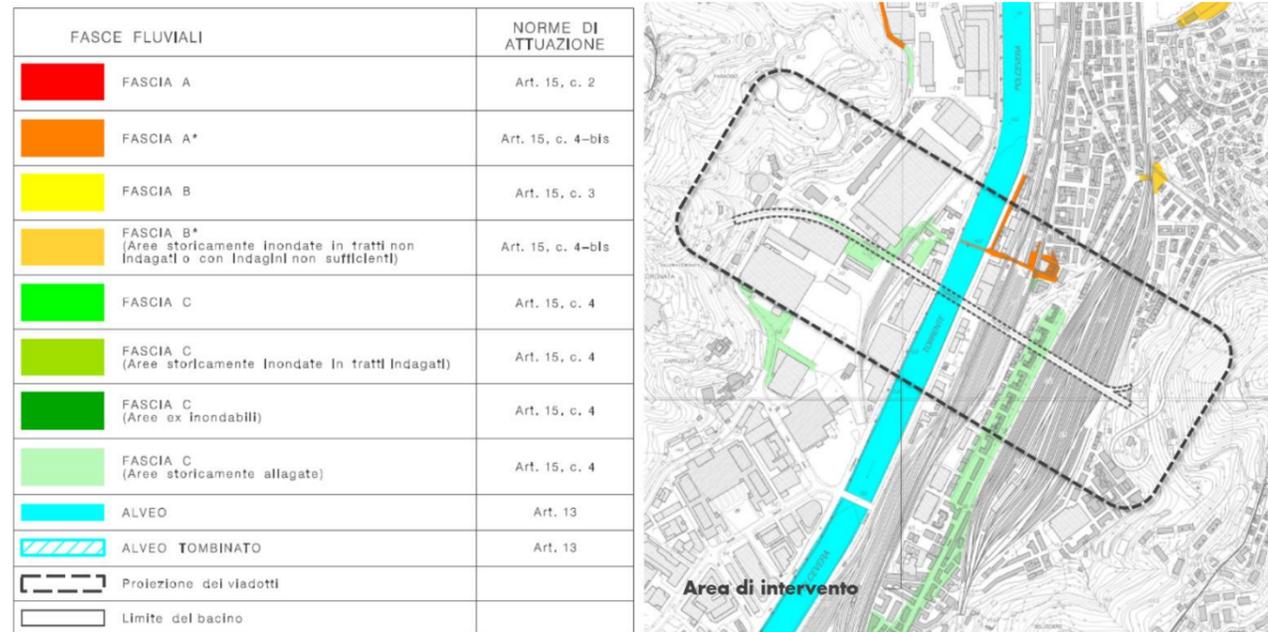
**Tabella 4-3 Torrente Polcevera: Valori di portata massima di piena [m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>] e relativi metodi utilizzati per la loro stima (Fonte: Piano di Bacino Stralcio del Torrente Polcevera)**

Sulla base delle verifiche idrauliche condotte in ragione delle portate prescelte e con l'ausilio di numerosi sopralluoghi in situ, il Piano ha identificato le aree inondabili in caso di eventi di piena, le quali poi sono state riportate nella Carta delle fasce di inondabilità, ai fini dell'applicazione della normativa di Piano, adottando il seguente schema:

- Fascia A, aree perfluviali inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno T=50 anni;
- Fascia B, aree perfluviali, esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno T=200 anni;
- Fascia C, aree perfluviali, esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno T= 500 anni o, se più estese, aree storicamente inondate;
- Fascia B\* (ovvero A\*): aree storicamente inondate, per le quali non siano avvenute modifiche definitive del territorio tali da escludere il ripetersi dell'evento, ovvero aree individuate come a rischio di inondazione sulla base di considerazioni geomorfologiche o di altre evidenze di criticità, in corrispondenza delle quali non siano state effettuate nell'ambito del Piano le adeguate verifiche idrauliche finalizzate all'individuazione delle fasce di inondabilità.

Inoltre, le aree inondate approvate con DGR 59/2015, laddove più esterne alle vigenti aree di fascia A e non siano state adeguatamente approfondite sulla base di studi idraulici aggiornati, sono state generalmente classificate come “aree individuate come a rischio di inondazione sulla base di considerazioni geomorfologiche o di altra evidenze di criticità, in corrispondenza delle quali non siano state effettuate nell’ambito del Piano le adeguate verifiche idrauliche”, con normativa associata di tipo A\* (cfr art. 12, c.2, lett a, punto 4 delle NdA).

Per quanto concerne in ultimo la determinazione delle aree a rischio, come di prassi la carta del rischio è stata ottenuta dalla sovrapposizione tra la carta delle fasce fluviali e quella degli elementi a rischio, derivanti dall’analisi dell’uso del suolo, secondo lo schema logico riportato nella seguente Tabella 4-4.



**Figura 4-11 Torrente Polcevera: Carta delle fasce di inondabilità (Fonte: Piano di Bacino Stralcio del Torrente Polcevera)**

Come si evince dalla Figura 4-11, all’interno dell’area di intervento sono pressoché unicamente presenti aree classificate come “Fascia C – Aree storicamente allagate” di cui all’articolo 15 co. 4 delle Norme di attuazione del Piano.

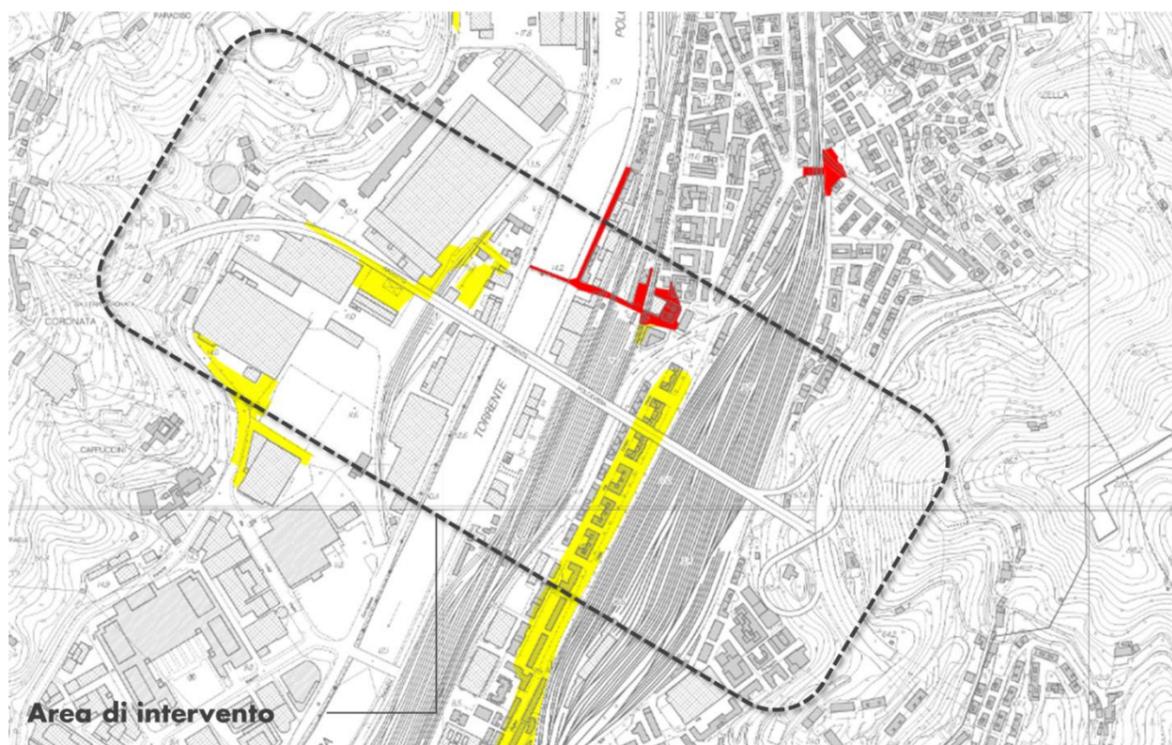
Detto articolo dispone che «nella fascia C è consentito ogni tipo di intervento purché realizzato con tipologie costruttive finalizzate alla riduzione della vulnerabilità delle opere e, quindi, del rischio per la pubblica incolumità, e coerenti con le azioni e misure di protezione civile previste dal presente Piano e dai piani di protezione civile comunali».

Per approfondimenti si rimanda all’elaborato grafico NG1200E11N5ID0002C01 “Torrente Polcevera: mappe di pericolosità idraulica”.

Elementi a rischio	Fasce fluviali		
	200 < Tr < 500 Fascia C	50 < Tr < 200 Fascia B	Tr < 50 Fascia A
E0	R0	R1	R1
E1	R1	R2	R3
E2	R2	R3	R4
E3	R2	R4	R4

Tabella 4-4 Criteri di determinazione delle classi di rischio idraulico (Fonte: Piano di Bacino Stralcio del Torrente Polcevera)

Come si evince dalla Figura 4-12, alcune modeste porzioni del sito di realizzazione sono classificate come “rischio medio”.



CLASSI DI RISCHIO IDRAULICO

 RISCHIO MOLTO ELEVATO	R4  RISCHIO MEDIO	R2
 RISCHIO ELEVATO	R3  RISCHIO MODERATO	R1

Figura 4-12 Torrente Polcevera: Carta del rischio idraulico (Fonte: Piano di Bacino Stralcio del Torrente Polcevera)

Per approfondimenti si rimanda alla figura fuori testo F.1.8 “Piano di bacino stralcio Polcevera - Carta del rischio idraulico”.

In merito alle problematiche di tipo idraulico che sono state riscontrate sulla base degli studi e delle simulazioni condotte nell’ambito dello sviluppo del Piano, la relazione evidenzia che «l’alveo del torrente Polcevera mantiene una sezione regolare, canalizzata fra due muri spondali paralleli [e che] il tratto nel complesso non presenta particolari problemi idraulici»<sup>4</sup>.

#### 4.2.1.4. Stato delle acque superficiali e sotterranee

Per quanto concerne i valori di qualità delle acque, superficiali e sotterranee, le informazioni di seguito riportate sono tratte dal Piano di tutela della qualità delle acque (PTA 2018), che costituisce lo strumento vigente, ed in particolare così come visualizzato sul sito web <http://www.cartografiarl.regione.liguria.it>.

Per quanto riguarda le acque superficiali fluviali la rete di monitoraggio si compone di circa 70 stazioni ove vengono effettuate le analisi per la determinazione dello stato chimico e circa 110 stazioni per lo stato ecologico.

La rete di monitoraggio delle acque sotterranee è composta da 198 stazioni di misura (pozzi piezometri), campionati secondo le frequenze previste dal d. Lgs. 30/09, due campionamenti annuali per il monitoraggio di sorveglianza e tre per quello operativo (corpi idrici a rischio) per tutti i parametri obbligatori.

La normativa comunitaria prevede che per la definizione dello stato di salute di un corpo idrico si proceda valutando i seguenti due aspetti:

- “stato ecologico”: valuta lo stato di salute dell’ecosistema principalmente sulla base di bioindicatori definiti “Elementi di Qualità Biologica” (EQB) e su una serie di altri parametri che integrano la valutazione ecologica complessiva;
- “stato chimico”: valuta la presenza di sostanze inquinanti derivanti dalle attività umane sulla base di soglie di concentrazione definite “Standard di Qualità Ambientale” (SQA).

Nella economia della presente trattazione ci si riferisce a:

- Stato ecologico delle acque superficiali classificazione intermedia 2014-2016 (PTA 2018) (cfr. Figura 4-13),
- Stato chimico delle acque superficiali classificazione intermedia 2014-2016 (PTA 2018); (cfr. Figura 4-14),
- Stato chimico acque sotterranee classificazione intermedia 2014-2016 (PTA 2018) (cfr. Figura 4-15).

Come si evince dalle figure successive, lo stato ecologico del torrente Polcevera, in corrispondenza dell’opera in progetto è caratterizzato da un livello “scarso”. Per quanto riguarda lo stato chimico, le acque superficiali presentano uno stato “buono”, con un miglioramento rispetto alla precedente classificazione (stato

<sup>4</sup> Piano di Bacino Stralcio del Torrente Polcevera; Relazione – par. 3.2.5.4.1 “Torrente Polcevera”

chimico 2009 – 2013 “Non buono”), mentre le acque sotterranee sono classificate con un livello “scadente”. Nello specifico, i superi rilevati per la classificazione 2014-2016 hanno riguardato Tetracloroetilene – Triclorometano; per quanto invece riguarda quella 2009-2013 i superi sono stati relativi a Benzo(g,h,i)perilene - Dibenzo(a,h)antracene - Tetracloroetilene – Triclorometano.

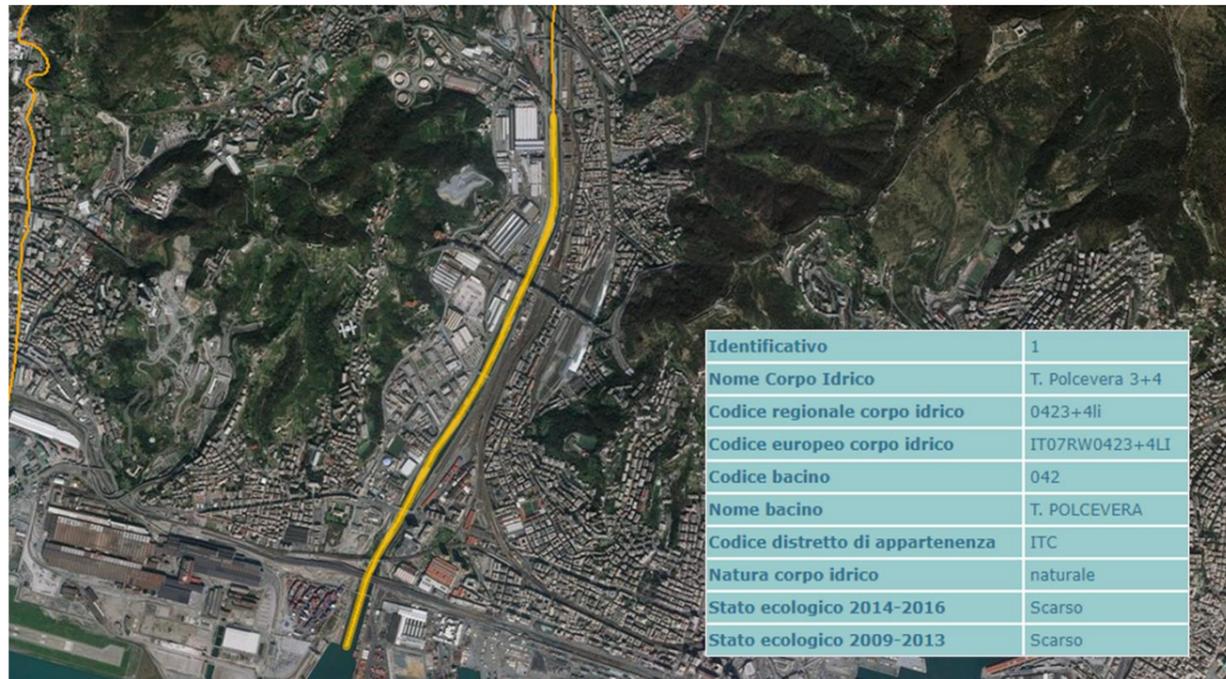


Figura 4-13 Stato ecologico delle acque superficiali classificazione intermedia 2014-2016 (PTA 2018)

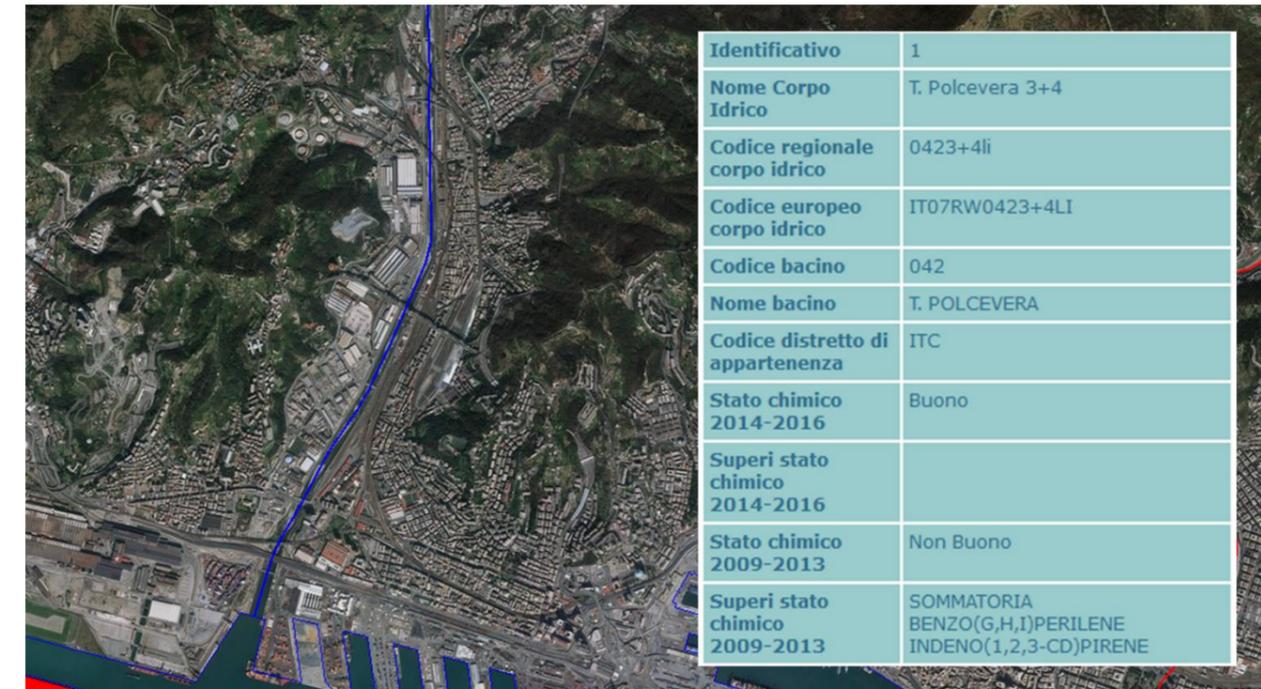


Figura 4-14 Stato chimico delle acque superficiali classificazione intermedia 2014-2016 (PTA 2018)



Figura 4-15 Stato chimico delle acque sotterranee classificazione intermedia 2014-2016 (PTA 2018)



#### 4.2.2. *Gli aspetti ambientali legati al cantiere*

La presenza del cantiere e le attività di realizzazione dell'opera potrebbero dar luogo alla potenziale variazione dello stato qualitativo dell'ambiente idrico superficiale e sotterraneo nel sito di intervento.

In particolare, per quanto concerne il cantiere, si considera l'eventuale presenza di acque di dilavamento e la produzione di acque reflue generate dalle attività proprie del cantiere, come ad esempio il lavaggio dei mezzi meccanici.

Per quanto riguarda le attività realizzative dell'opera, il potenziale interessamento del fattore ambientale in esame è legato sostanzialmente alle operazioni di scavo, cassetatura e getto, ai movimenti terra e al trasporto dei materiali che potrebbero dar luogo a sversamenti accidentali, come ad esempio l'impiego di disarmante per casseri o la rottura di un tubo dei mezzi meccanici presenti in cantiere; sarà quindi predisposta una specifica procedura per la gestione delle emergenze ambientali nell'ambito del sistema di Gestione Ambientale del cantiere.

In merito alle attività di scavo dei pali si specifica che le sottofondazioni saranno precedute da attività di realizzazione della superficie di lavoro, tracciamento degli assi dei pali di fondazione, e allestimento dell'impianto di preparazione e ricircolo del fango bentonitico.

L'esecuzione del palo di fondazione consisterà nella realizzazione di una colonna in calcestruzzo armato il cui scopo è quello di trasferire i carichi a quote più profonde.

Una volta installato l'avampozzo (presidio per la realizzazione del palo) si procederà con l'esecuzione dello scavo o foro per strati successivi mediante l'utilizzo di asta telescopica di perforazione dotata di benna (bucket); contestualmente il foro realizzato verrà gradualmente riempito con fango bentonitico miscelato all'occorrenza per il mantenimento delle pareti dello scavo.

Durante lo scavo il materiale di risulta verrà allontanato dall'area in corrispondenza dello scavo e depositato nell'area di cantiere destinata alla caratterizzazione prima del conferimento finale. Terminate le attività di scavo verrà calata mediante una gru tralicciata la gabbia di armatura e inserito il tubo getto per la posa in opera del calcestruzzo.

L'esecuzione del palo avverrà mediante il getto del calcestruzzo per risalita dal fondo foro fino alla quota di testa palo, contestualmente il fango bentonitico sarà aspirato e rilanciato all'impianto per la rigenerazione del fango e per essere riutilizzato per lo scavo di pali successivi.

Come si evince dalle informazioni derivanti dal Geoportale della Regione Liguria (<http://srvcarto.regione.liguria.it/geoviewer2/pages/apps/geoportale/index.html>) e sintetizzate sia graficamente nella cartografia idrogeologica (NG1200E69G7GE0002C01 e NG1200E69G7GE0002C02) sia in forma tabellare nella relazione geologica (NG1200E69RGGE0001C01) allegate al progetto, i pozzi ad uso idropotabile risultano localizzati a monte della zona di intervento, ovvero in direzione opposta al deflusso idrico sotterraneo

e, pertanto, non suscettibili di eventuali interferenze. Per tale ragione non si ravvisano potenziali criticità per lo stato qualitativo delle acque dei pozzi ad uso idropotabile in esercizio e collocati in un intorno significativo dell'opera.

Per garantire la non compromissione dell'ambiente idrico saranno quindi previste idonee misure da attuare durante tutta la fase di cantierizzazione dell'opera, ed in particolare:

- la corretta gestione delle acque prodotte nelle aree di cantiere;
- l'adozione di opportuni accorgimenti durante lo svolgimento delle lavorazioni;
- la corretta gestione nel caso di eventi accidentali.

Nel paragrafo seguente sono descritti i principali provvedimenti e le metodiche attuati durante la fase realizzativa dell'opera in esame.

Si evidenzia inoltre che durante la fase realizzativa dell'opera lo stato qualitativo e quantitativo delle acque, sia superficiali che sotterranee, sarà oggetto di attività di monitoraggio, così come meglio illustrato nell'elaborato NG1200E22RGMA0000C01 "Piano di Monitoraggio Ambientale - Relazione Generale", al quale si rimanda per approfondimenti.

#### 4.2.3. *Le misure di prevenzione e ottimizzazione*

##### **Lavaggio canale autobetoniere**

In cantiere saranno individuate/attrezzate aree di lavaggio esclusivamente delle canale delle autobetoniere mediante o cassone stagno, o vasche appositamente realizzate con fondo impermeabile in magrone.

Le vasche devono avere un'adeguata profondità, devono essere adeguatamente recintate, impermeabilizzate e segnalata da apposita cartellonistica.

Le vasche devono essere adeguatamente dimensionate, in considerazione di:

- volumi di getto previsti e la loro cadenza temporale sulla base del programma lavori
- capacità di smaltimento dei rifiuti prodotti;
- eventuali apporti meteorici nel caso in cui non si preveda la copertura dell'area.

Il refluo prodotto dalle operazioni di lavaggio, costituito da acqua e cemento, tende naturalmente ad asciugarsi, indurendosi e depositandosi sul fondo della vasca. Il personale di cantiere, compatibilmente con la capacità della vasca, provvede periodicamente alla pulizia della stessa, rimuovendo i residui depositati sul fondo. Detto materiale sarà gestito in qualità di rifiuto.

Saranno individuate due aree una a levante e una a ponente.



Al fine di garantire la qualità delle acque, sia superficiali che sotterranee, durante la fase costruttiva si provvederà in primo luogo, a raccogliere e trattare tutte le acque presenti e prodotte nelle aree adibite a cantiere; la generazione, diretta o indiretta, di acque reflue presenta differenti origini:

- meteorica (acque esterne, di dilavamento piazzali);
- da attività di cantiere (lavaggio piazzali e macchinari).

Nell'ambito del progetto in esame, prima delle attività previste presso il cantiere, saranno realizzate le opere di regimazione delle acque: le acque meteoriche provenienti dalle aree esterne ("acque pulite") e che non interferiscono con l'area di cantiere, verranno raccolte lungo i limiti del cantiere mediante fossi di guardia e convogliate direttamente al recapito finale.

Per quanto riguarda la gestione delle acque meteoriche si provvederà alla regimentazione secondo lo specifico regolamento regionale. In merito alle attività di movimentazione terra sarà previsto, oltre alla realizzazione di fossi di guardia intorno all'area di lavoro, il rilievo dei sottoservizi e dei manufatti interrati esistenti nell'area di lavoro: tale operazione eviterà il loro eventuale danneggiamento, che potrebbe avvenire sia in maniera diretta per perforazione degli stessi, sia in maniera indiretta a causa di cedimenti indotti dal peso dei macchinari impiegati per la perforazione.

Per quanto concerne le operazioni di cassetatura da impiegare per la costruzione delle opere, sarà posta particolare attenzione durante la progettazione e la realizzazione, in modo che tutti i pannelli siano adeguatamente a contatto tra loro e che gli stessi vengano sigillati in modo da evitare perdite di calcestruzzo durante il getto. Le cassetature saranno ben mantenute in modo che venga assicurata la perfetta aderenza delle loro superfici di contatto. Durante le operazioni di getto in corrispondenza del punto di consegna saranno adottate adeguate precauzioni al fine di evitare sversamenti dalle autobetoniere.

In merito alla scelta delle sostanze chimiche da impiegare nel sito di cantiere, saranno selezionati, tra i prodotti che possono essere impiegati per uno stesso scopo, quelli più sicuri (ad esempio l'impiego di prodotti in matrice liquida in luogo di solventi organici volatili); inoltre la definizione dei metodi di lavoro sarà tale da prevenire la diffusione nell'ambiente di sostanze inquinanti (ad esempio tramite scelta di metodi di applicazione a spruzzo di determinate sostanze anziché metodi basati sul versamento delle stesse). Si prevedrà inoltre:

- la delimitazione con barriere di protezione (formate da semplici teli o pannelli di varia natura) delle aree dove si svolgono le lavorazioni che utilizzano sostanze chimiche;
- la limitazione dei quantitativi di sostanze mantenuti nei siti di lavoro;
- la verifica che ogni sostanza sia tenuta in contenitori adeguati e non danneggiati, contenenti all'esterno una chiara etichetta per l'identificazione del prodotto;
- lo smaltimento dei contenitori vuoti e delle attrezzature contaminate da sostanze chimiche secondo le prescrizioni della vigente normativa.

Qualora avvenga uno sversamento accidentale di sostanze potenzialmente inquinanti, saranno adottate le procedure previste dal piano d'intervento per emergenze d'inquinamento, il quale sarà redatto anche con lo

scopo di ottimizzare il tempo per le singole procedure durante l'emergenza, per stabilire le azioni da svolgere e per fare in modo che il personale sia immediatamente in grado di intervenire per impedire o limitare la diffusione dell'inquinamento. Ad esempio, nel caso di sversamento di sostanze liquide nelle aree di cantiere, sarà immediatamente confinata l'area in cui si è verificato lo sversamento, tamponando con materiale assorbente per limitarne lo spandimento; il materiale sarà smaltito secondo le specifiche, legate alla tipologia del materiale, dettate dalla normativa.

### 4.3. Aria e clima

#### 4.3.1. Il contesto ambientale e territoriale

##### 4.3.1.1. Inquadramento normativo

###### Normative comunitarie

- Direttiva 2008/50/CE del 21 maggio 2008, relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;
- Direttiva 2004/107/CE del 15 dicembre 2004, concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nickel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente.

###### Normative nazionali

- D.Lgs. 24 dicembre 2012, n. 250 - Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;
- D.Lgs. 13 agosto 2010, n. 155 - Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;
- D.M. Ambiente 23 febbraio 2011 Qualità dell'aria – Formato per l'invio dei progetti di zonizzazione e di classificazione del territorio ex D.Lgs. 155/2010;
- D.M. Ambiente 29 novembre 2012 – Individuazione delle stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria – Attuazione del D.Lgs. 155/2010;
- D.M. Ambiente 29 novembre 2012 – Formato per la trasmissione del progetto di adeguamento della rete di misura ai fini della valutazione della qualità dell'aria.

###### Normative regionali

- L.R. 7 aprile 2000, n.43 - Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico.

##### 4.3.1.2. Climatologia e meteorologia

La Liguria è una Regione dell'Italia Settentrionale racchiusa tra l'Appennino a Nord ed il Mar Ligure a Sud. Il clima della Liguria risente fortemente della vicinanza dei rilievi che complessivamente la proteggono dai venti

setentrionali freddi e della presenza del mare che ne mitiga le temperature anche se rende la regione molto umida. La Liguria è la più settentrionale zona con clima Mediterraneo e si differenzia molto dalle vicine regioni situate in Pianura Padana. A sua volta la Liguria presenta caratteristiche diverse nelle due riviere a causa dell'esposizione differente rispetto ai venti dominanti.

La Liguria ha un clima estremamente variegato, di tipo mediterraneo, ma risente moltissimo della morfologia accidentata del suo territorio in gran parte montuoso, aperto su un mare decisamente caldo in rapporto alla sua latitudine relativamente elevata.

Le temperature variano in base alla quota del territorio; lungo le coste le acque marine smorzano le escursioni termiche stagionali e giornalieri. In Estate raramente si raggiungono i 30°C e difficilmente d'Inverno si scende sotto ai 10°C. Molto brevi sono gli episodi di freddo intenso e ed ancor più le nevicate; tuttavia durante le irruzioni artiche in presenza di venti di Tramontana scura, questa riesce a raggiungere anche le coste in particolare in corrispondenza dei valichi più bassi dell'Appennino Ligure, apportando improvvisi cali termici e talora nevicate. Ad ogni modo anche durante gli Inverni più freddi raramente la neve resiste più di un giorno. Verso le vallate interne e sui rilievi Appenninici le temperature si abbassano progressivamente e specie i versanti esposti a Nord risentono in modo ridotto dell'azione mitigatrice del mare e perciò il comportamento climatico diviene più continentale con Inverni freddi ed Estati calde, anche se naturalmente le massime estive sono attenuate in corrispondenza dei rilievi più alti. Ad ogni modo l'elevato tasso di umidità rende molto afoso il clima delle coste anche a fronte di valori estivi non molto elevati.

Temperatura minima (°C) - Media annuale 1961-2010

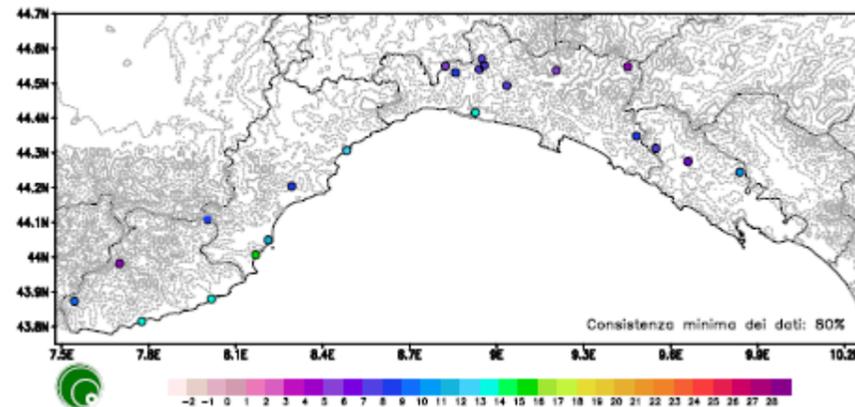


Figura 4-16 Valore medio annuale delle temperature media. (1961-2010) (fonte Arpal)

Le piogge sulla Liguria variano in base alla quota ed all'orientamento delle due Riviere: la Riviera di Levante assieme alle Alpi Orientali è una zona delle più piovose d'Italia; lungo il litorale si raggiungono i 1300 mm di pioggia, mentre sui retrostanti rilievi le piogge ammontano ad oltre 2000 mm annui con punte di 2400 mm. Procedendo verso Ovest le precipitazioni scendono. La riviera di ponente vede circa 700 mm di pioggia sulle coste e poco più di 1000mm sull'entroterra. Tale differenza si spiega con l'esposizione alle correnti

meridionali. Le perturbazioni Atlantiche generano più frequentemente correnti di libeccio o da Sud che impattano direttamente con i rilievi retrostanti lo Spezzino e il Genovesato apportando ingenti e frequenti precipitazioni talvolta alluvionali. La Provincia di Savona risulta invece meno esposta grazie alla protezione delle Alpi Marittime che attenuano l'intensità delle depressioni provenienti da ovest. Le precipitazioni sono comunque complessivamente abbondanti e ben distribuite; la stagione con il minimo di piovosità è l'Estate, mentre le piogge cadono più abbondantemente in Autunno (massimo principale) ed in Inverno (massimo secondario). Sui rilievi più interni le stagioni più piovose sono quelle intermedie, mentre su alcune zone dello Spezzino si riscontrano ben 3 massimi: uno primario in Novembre, uno secondario in Febbraio ed uno terziario in Aprile, mentre la stagione secca resta sempre l'Estate, anche se pure in questa stagione non mancano i temporali. In Inverno la neve cade copiosa sull'Appennino Ligure e talvolta può sconfinare fin sulle coste soprattutto laddove le correnti fredde da Nord e Nord-Est trovano dei varchi che consentono alla Tramontana di raggiungere il litorale. La Liguria è anche esposta al rischio di alluvioni quando si creano situazioni favorevoli all'insistere di correnti perturbate da Sud per più giorni.

Precipitazione cumulata (mm) - Media annuale 1961-2010

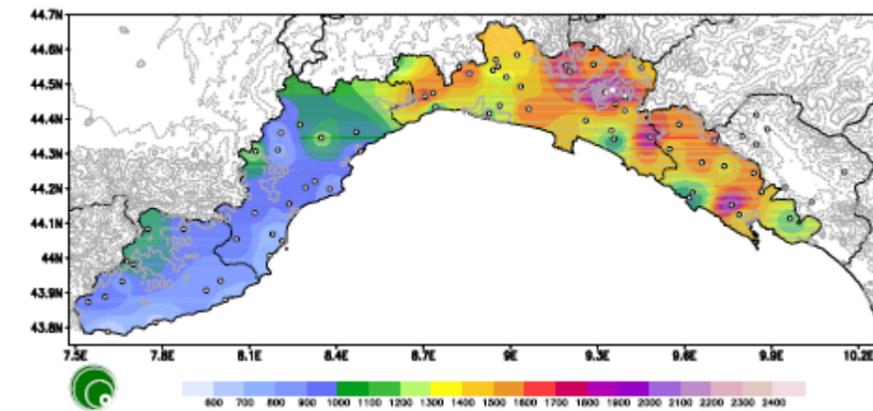


Figura 4-17 Valore medio annuale di precipitazione (1961-2010) (fonte Arpal)

Numero giorni piovosi - Media annuale 1961-2010

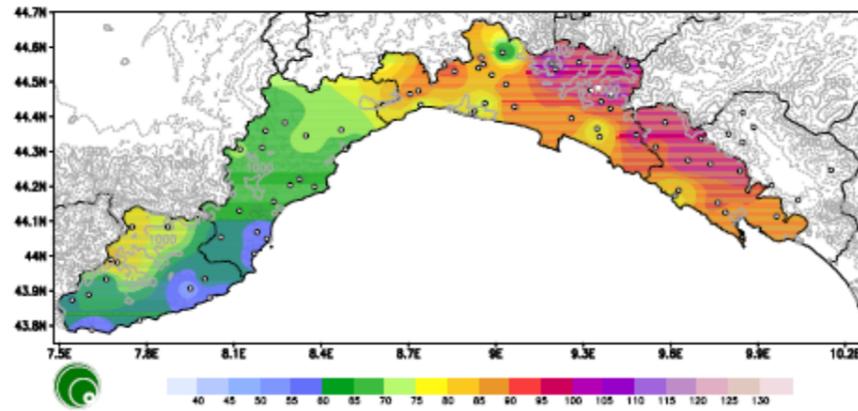


Figura 4-18 Numero giorni di precipitazione (1961-2010) (fonte ArpaL)

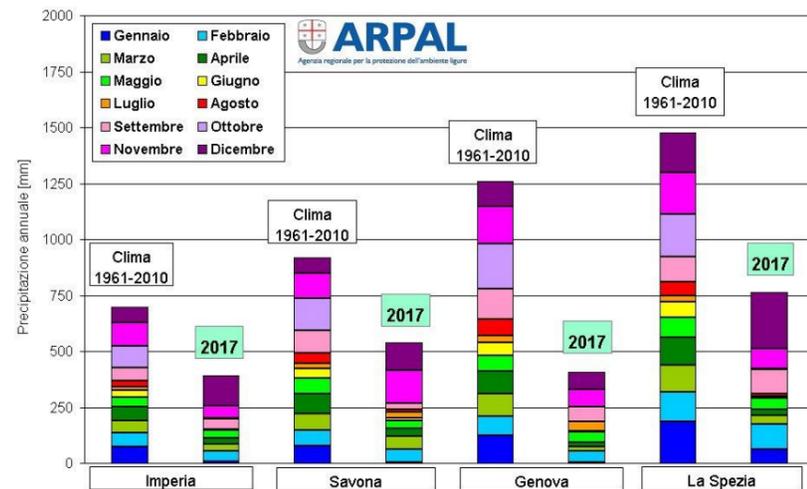


Figura 4-19 Valore medio annuale di precipitazione 2017(fonte ArpaL)

I venti che soffiano più frequentemente in Liguria sono di provenienza occidentale e meridionale. Infatti le depressioni Mediterranee o Atlantiche causano molto spesso correnti di Libeccio o di Scirocco. Ma abbastanza frequenti sono anche i venti orientali e settentrionali durante il periodo invernale quando una depressione sul Medio-Basso Tirreno richiama aria fredda da Nord-Est; in tal caso generalmente il tempo è asciutto, ma possono anche verificarsi intense irruzioni artiche che apportano bruschi cali termici e rovesci nevosi fin sulle coste e tale fenomeno prende il nome di Tramontana scura. In Estate invece la Tramontana causa repentini aumenti della temperatura perché si associa alle rimonte anticicloniche sia Azzorriane che Africane con effetti analoghi a quelli del Föhn che si verifica nelle vallate Alpine.



Figura 4-20 Velocità del vento media annua a 25 m (m/s) Fonte Atlante eolico nazionale

Nell'area di Genova, il clima è stato caratterizzato attraverso l'analisi dei dati forniti da ARPA Liguria registrati dalla stazione meteorologica Genova – Sestri, posta ad una latitudine di 44,4133 e longitudine di 8,8375.

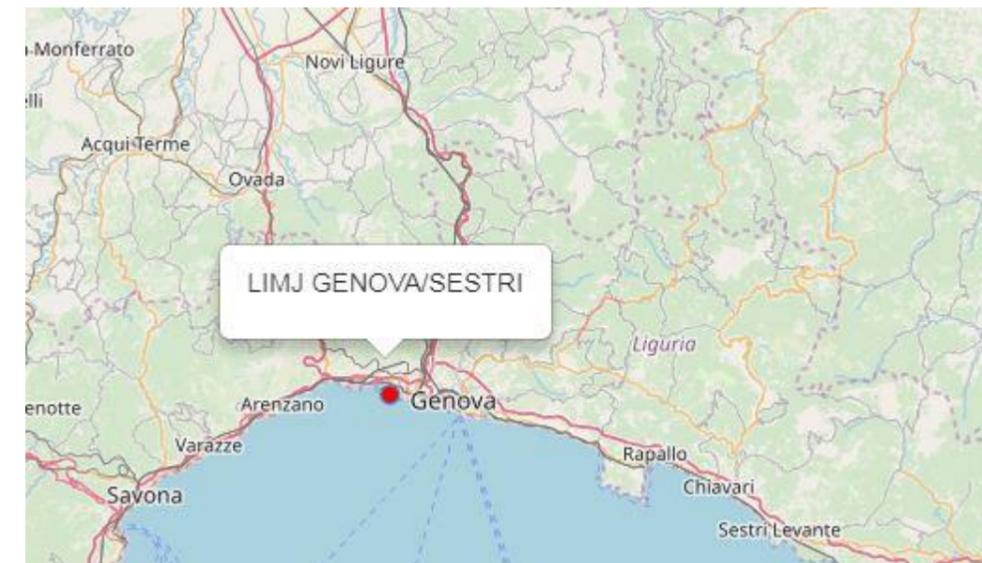


Figura 4-21 Localizzazione stazione meteo climatica di Genova – Sestri

In riferimento alla stazione meteorologica considerata, Genova – Sestri, vengono riportate di seguito le descrizioni dei parametri meteo climatici principali, elaborati ed analizzati per l'anno di riferimento, 2018.

Regime termico

Per quanto riguarda le temperature nell'anno di riferimento, come visibile dalla Figura 4-22, si registrano temperature maggiori nei mesi estivi di luglio e agosto, con un massimo assoluto di 34 °C nel mese di agosto.

Nei mesi di dicembre e gennaio le temperature scendono raramente gli 0 °C, registrando un minimo assoluto pari a -3 °C nel mese di febbraio. In generale, la media annua è pari a circa 17°C.

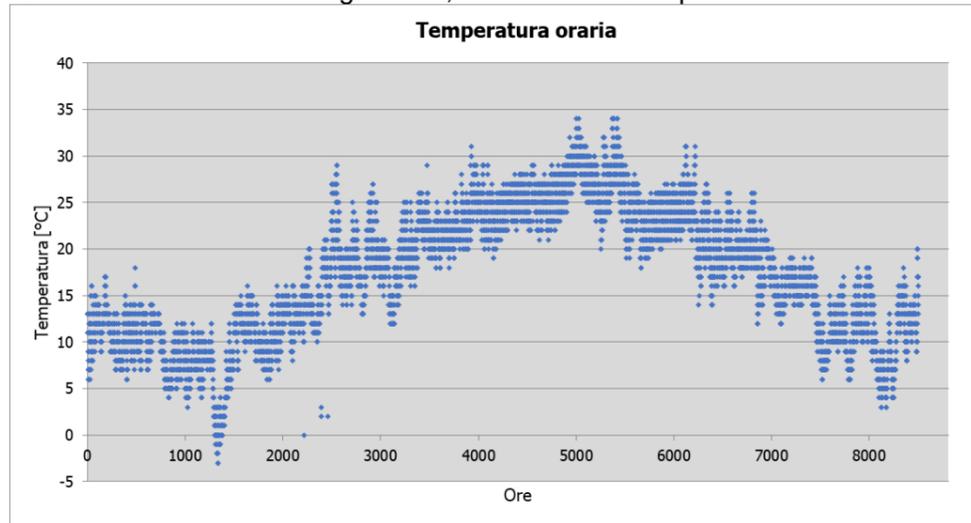


Figura 4-22: Temperatura oraria Fonte elaborazione dati ARPA Liguria

Regime anemometrico

L'intensità del vento registrata, Figura 4-23, ha una media assoluta di 3,14 m/s. e presenta dei picchi distribuiti durante tutto l'anno. Il valore massimo si raggiunge nel mese di ottobre ed è pari a 23,14 m/s.

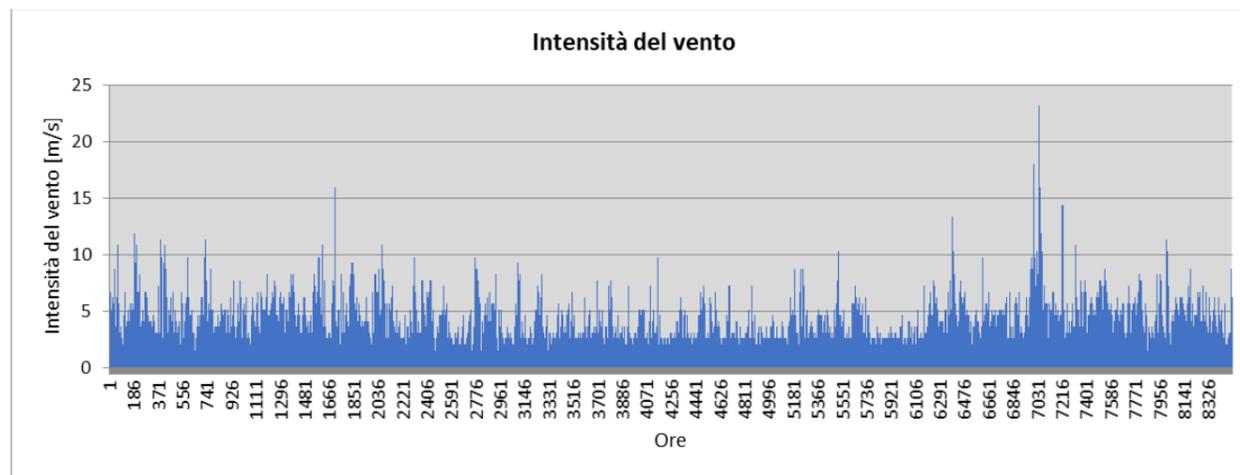


Figura 4-23: Intensità del vento Fonte elaborazione dati ARPA Liguria

In relazione alla frequenza percentuale per direzione del vento, Figura 4-24, si nota come le direzioni prevalenti registrata siano:

- NNE che si verifica in circa il 23 % delle ore dell'anno;
- NE che si verifica in circa l'19 % delle ore dell'anno;
- N che si verificano in circa il 11 % delle ore dell'anno;
- S che si verifica in circa il 7 % delle ore dell'anno.

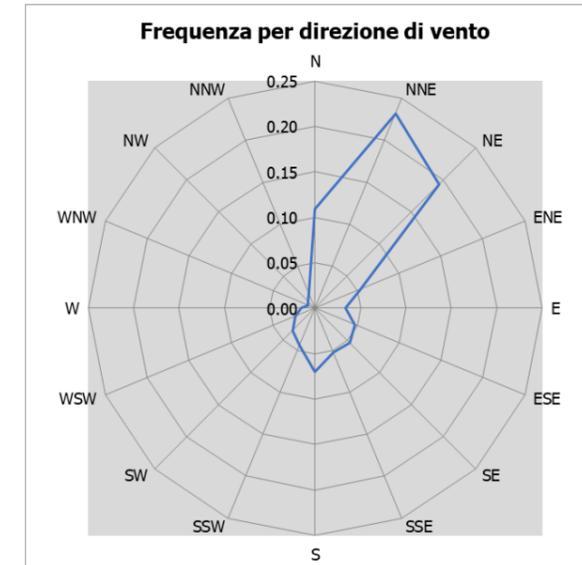


Figura 4-24: Frequenza per direzione di vento Fonte elaborazione dati ARPA Liguria

Nuvolosità

Il grado di nuvolosità viene calcolato in ottavi, dove, ad esempio, il valore 8 risulta essere quello in cui si ha il più alto grado di copertura. La Tabella 4-5 descrive nel dettaglio tale parametro:

Aspetto del cielo	Descrizione e intensità
Sereno	copertura 0 ottavi
Poco nuvoloso	copertura 1-2 ottavi
Nuvoloso	copertura 3-4 ottavi
Molto nuvoloso	copertura 5-6-7 ottavi
Coperto	copertura 8 ottavi

Tabella 4-5: Grado di nuvolosità

Dal grafico riguardante la frequenza del grado di nuvolosità, Figura 4-25, si nota l'assenza della frequenza di grado di nubi della classe 8, mentre la frequenza più alta è registrata nella classe di nuvolosità 1-2 e 3-4.

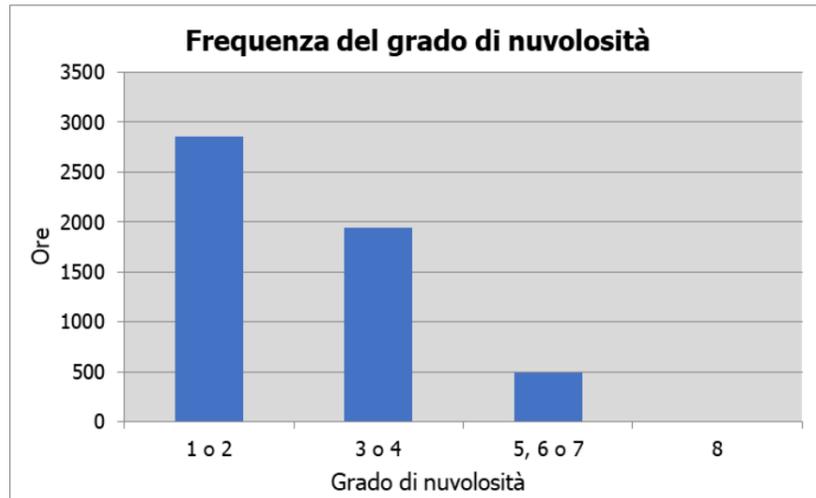


Figura 4-25: Frequenza del grado di nuvolosità Fonte elaborazione dati ARPA Liguria

Pressione

La pressione, Figura 4-26, registra nell'anno di riferimento una media di circa 746 hPa, un massimo assoluto di 762 hPa e un minimo assoluto di 722 hPa. I valori registrati, quindi, hanno una bassa variabilità all'interno dell'anno.

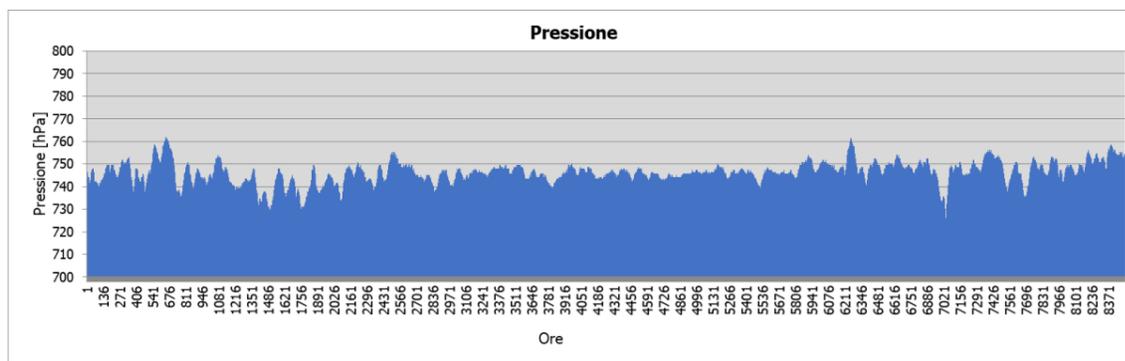


Figura 4-26: Pressione Fonte elaborazione dati ARPA Liguria

Tali dati così descritti sono stati trasformati nel formato di input richiesto dal software di simulazione per la stima delle concentrazioni degli inquinanti prodotti durante la cantierizzazione dell'opera. Per tali aspetti si rimanda al Par. 4.3.2.

4.3.1.1. Zonizzazione e classificazione del territorio per qualità dell'aria

La Regione Liguria, con DGR 536/2016, ha adottato la classificazione delle zone di qualità dell'aria per gli inquinanti del DLgs.155/2010, che riesamina ed aggiorna quella precedente, di cui alla DGR 44/2014, sulla base dei dati di monitoraggio più recenti e - in particolare - sulla base delle soglie di valutazione superiori (SVS) ed

inferiori (SVI) previste dall'allegato II, sezione 1 del DLgs 155/2010 secondo la procedura indicata alla sezione 2 del medesimo allegato.

Per quanto riguarda i dati di monitoraggio a tal fine utilizzati, sono quelli presi a riferimento per la trasmissione delle informazioni al Ministero dell'Ambiente negli ultimi 5 anni (dal 2010 al 2014). Come noto, ai sensi delle predette disposizioni normative, la procedura di classificazione prevede che il superamento delle SVS e delle SVI sia determinato in base alle concentrazioni degli inquinanti nell'aria ambiente nei cinque anni civili precedenti, intendendo per superamento i casi in cui la soglia di valutazione è stata superata in almeno tre sui cinque anni civili precedenti.

Le zone di qualità dell'aria, di cui alla zonizzazione adottata con la citata DGR 44/2014, sono le seguenti:

- Genova Agglomerato (IT0711);
- Savonese Bormida (IT0712);
- Spezzino (IT0713);
- Costa con alta pressione antropica (IT0714);
- Entroterra genovese con alta pressione antropica (IT0715);
- Entroterra e costa con bassa pressione antropica (IT0716).

A tal riguardo, per maggior chiarezza, si sottolinea che l'oggetto della DGR 356/2016 è identificato nel «Riesame della classificazione delle zone e degli agglomerati di cui all'art. 4 d.lgs. n.155/2010 attuativo della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa» e non nella zonizzazione precedentemente adottata. In tal senso, nel preambolo della deliberazione del 2016, chiaramente è riportato che la Giunta ha ritenuto che «la zonizzazione di cui alla d.G.R. n. 44/2014 non necessita di essere modificata [e che] la classificazione delle zone di cui alla d.G.R. n. 44/2014 necessita invece di essere aggiornata sulla base delle valutazioni della qualità dell'aria ambiente più recenti, effettuate da Regione col supporto di ARPAL, e la medesima costituisca riferimento per la definizione del regime di valutazione della qualità dell'aria ambiente».

Le abbreviazioni utilizzate per la classificazione delle zone sono le seguenti (cfr. Tabella 4-6).

UAT	Upper Assessment Threshold	SVS	Valori superiori alla soglia Valutazione Superiore
LAT	Lower Assessment Threshold	SVI	Valori inferiori alla soglia Valutazione Inferiore
UAT - LAT	Between LAT UAT	SVI-SVS	Valori compresi tra SVI e SVS
LTO_U	Upper Long Term Objective	>OLT	Superiore all'obiettivo a lungo termine
LTO_L	Lower Long Term Objective	<OLT	Inferiore all'obiettivo a lungo termine
		SA	Valori stimati

Tabella 4-6 Abbreviazioni utilizzate per la classificazione

Ciò premesso, nel seguito sono riportate la zonizzazione del territorio (cfr. Figura 4-27) e la classificazione di dette zone, così come definita negli allegati alla DGR 536/2016 (cfr. Tabella 4-7).

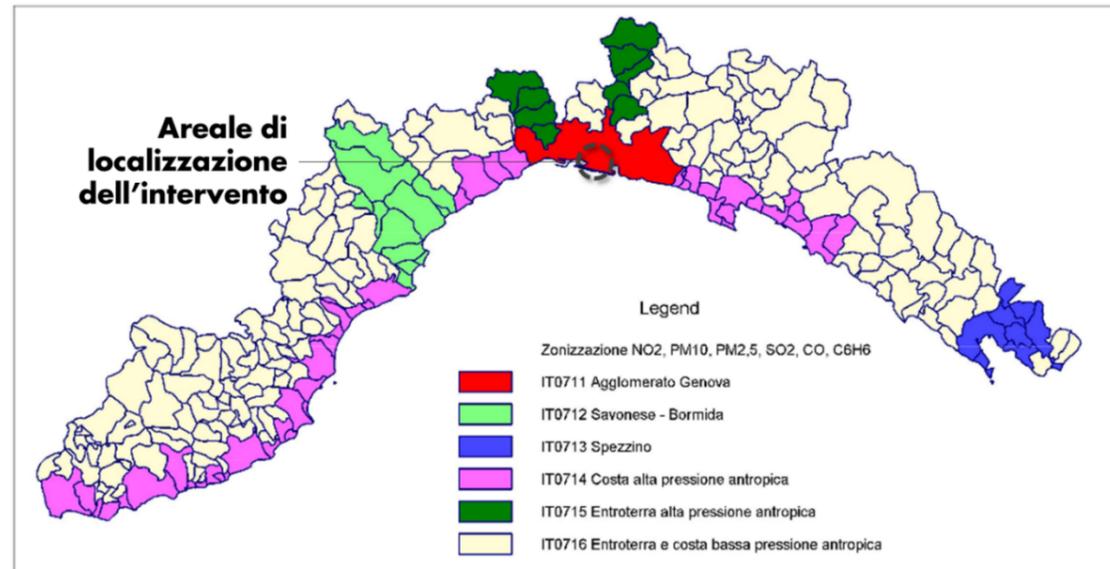


Figura 4-27 Zonizzazione per SO2, NO2, PM10, PM2.5, C6H6, CO (Fonte: Regione Liguria)

ZONA		NO2 media oraria	NO2 media annuale	SO2 media giornaliera	PM10 media annuale	PM10 media giornaliera	PM2.5 media annuale	CO media mobile su 8 ore	C6H6 media annuale
IT0711	Agglomerato Genova	UAT	UAT	LAT	UAT	UAT	UAT_SA	UAT_SA	UAT
IT0712	Savonese - Bormida	UAT	UAT	LAT	UAT-LAT	UAT	UAT	LAT	UAT_LAT
IT0713	Spezzino	UAT-LAT	UAT	LAT	UAT-LAT	UAT	UAT-LAT	LAT	UAT_LAT_SA
IT0714	Costa con alta pressione antropica	UAT-LAT	UAT	LAT	UAT-LAT_SA	UAT_SA	UAT_SA	LAT	UAT
IT0715	Entroterra genovese con alta pressione antropica	UAT	UAT	LAT	UAT-LAT_SA	UAT_SA	UAT_SA	LAT	UAT_LAT
IT0716	Entroterra e Costa con bassa pressione antropica	LAT	LAT	LAT_SA	LAT	LAT	LAT_SA	LAT	LAT

Tabella 4-7 Classificazione delle zone di qualità dell'aria per NO2, SO2, PM10, PM2.5, CO, C6H6 (Fonte: Regione Liguria - Aggiornamento della Classificazione delle zone per la qualità dell'aria, anno 2016)

Sul territorio Ligure ed in particolare nell'Agglomerato di Genova, nonostante un miglioramento complessivo della qualità dell'aria negli anni, ancora oggi sono presenti criticità che riguardano il biossido di azoto (NO2), per il quale si registrano superamenti della concentrazione limite media annua.

Visti i ripetuti superamenti dei limiti di qualità dell'aria e la procedura di infrazione n. 2015/2043 - attuazione della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, con riferimento ai valori limiti medi annui di NO2- avviata dalla Commissione Europea, ai fini della tutela della salute pubblica, si è reso necessario incrementare le misure di risanamento della qualità dell'aria, rispetto a quelle già adottate ai diversi livelli istituzionali.

Le misure approvate, contenute nel documento allegato alla deliberazione di giunta regionale n. 941 del 16 novembre 2018, riguardano: la limitazione della circolazione dei veicoli a motore, le attività di cantiere, le attività portuali, i piani urbani per la mobilità sostenibile, il trasporto pubblico e l'utilizzo di mezzi di trasporto alternativi. Le misure, che trovano riferimento nel Piano regionale di risanamento e tutela della qualità dell'aria e nel D.lgs. n. 155/2010, sono principalmente indirizzate al contenimento del biossido di azoto, ma hanno effetto positivo anche sulle concentrazioni di Ozono, nonché di polveri.

#### 4.3.1.2. Rete di monitoraggio della qualità dell'aria

In Liguria sono operanti, fin dai primi anni '90, stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria organizzate in quattro principali reti fisse relative alle quattro province liguri. Al fine di adeguare il sistema di monitoraggio sia dal punto di vista gestionale che strumentale, è stata approvata la legge regionale n. 12 del 06 giugno 2017 che, in attuazione di quanto stabilito dalla normativa nazionale, stabilisce in capo alla Regione la competenza alla valutazione della qualità dell'aria ed affida ad ARPAL la gestione e controllo della rete di misura e dei modelli di valutazione.

Sulla scorta delle informazioni contenute nel sito web "Ambiente in Liguria", il sito istituzionale di Regione Liguria per l'ambiente, è possibile rilevare che, come si evince dalla Figura 4-28, in prossimità dell'area di intervento non è presente alcuna centralina di monitoraggio della qualità dell'aria.

Considerando un raggio dal centro dell'area di intervento pari a poco più di cinque chilometri, al suo interno ricadono otto centraline, riportate nella successiva Tabella 4-8, tra le quali quella più prossima è rappresentata dalla stazione di Via Buozzi, la quale, tuttavia, si trova a ben 2.200 metri

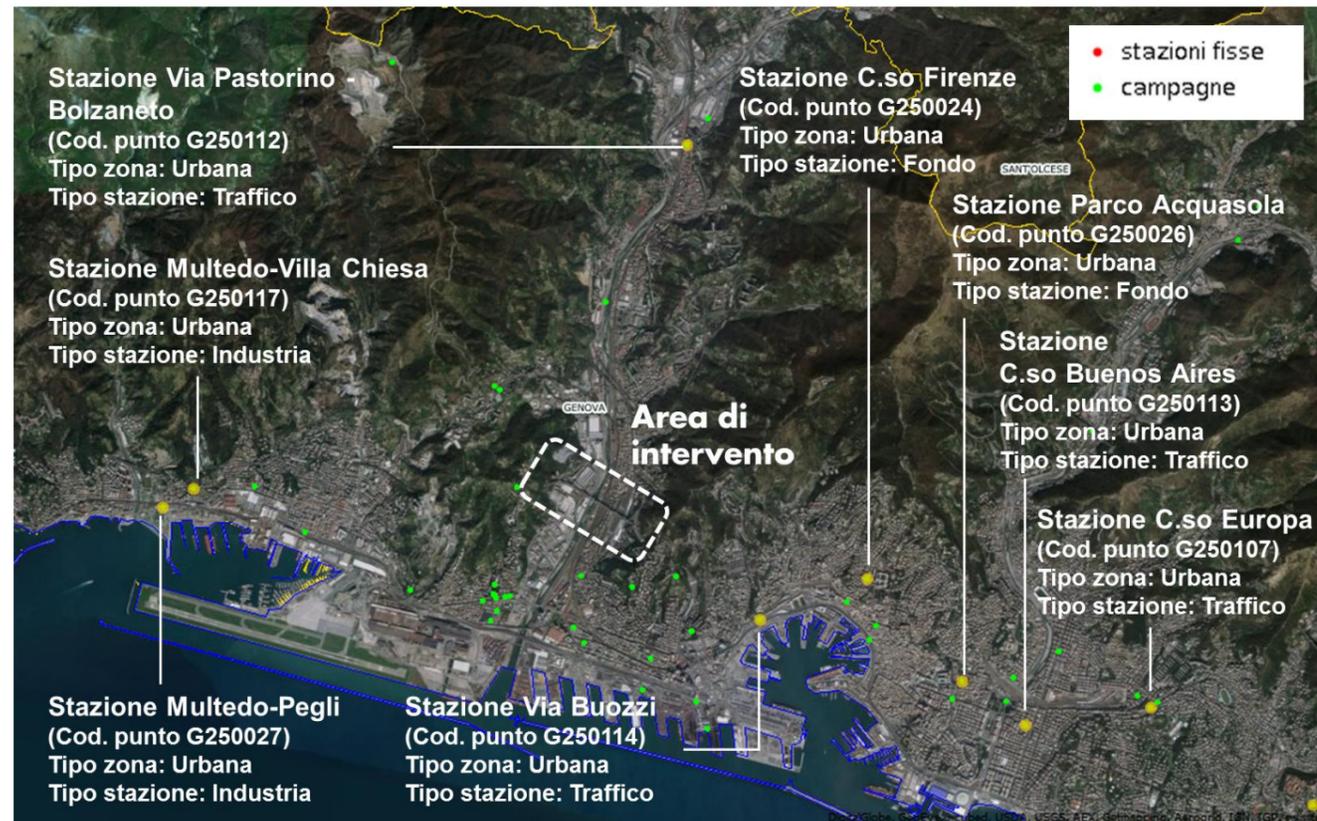


Figura 4-28 Rete monitoraggio qualità dell'aria (Fonte: Regione Liguria <http://www.ambienteinliguria.it>)

Stazione	Indirizzo	Tipo zona	Tipo stazione	Inquinanti
Corso Buenos Aires - Genova	C.So Buenos Aires -P.Zza Paolo Da Novi Genova (GE)	Urbana	Traffico	Benzene Biossido Azoto PM10
Corso Europa - Via S. Martino - Genova	Confluenza C.So Europa Via S.Martino Genova (GE)	Urbana	Traffico	Benzene Biossido Azoto Monossido Carbonio PM10 PM2.5
Corso Firenze - Genova	C.So Firenze Genova (GE)	Urbana	Fondo	Biossido azoto Biossido zolfo Monossido Carbonio Ozono PM10
Miltedo - Pegli - Genova	Via Ronchi Genova (GE)	Urbana	Industria	Biossido Azoto Biossido di Zolfo

Stazione	Indirizzo	Tipo zona	Tipo stazione	Inquinanti
Corso Buenos Aires - Genova	C.So Buenos Aires -P.Zza Paolo Da Novi Genova (GE)	Urbana	Traffico	Benzene Biossido Azoto PM10
Corso Europa - Via S. Martino - Genova	Confluenza C.So Europa Via S.Martino Genova (GE)	Urbana	Traffico	Benzene Biossido Azoto Monossido Carbonio PM10 PM2.5
				Monossido Carbonio PM10
Miltedo Villa Chiesa - Genova	Viale Villa Chiesa Genova (GE)	Urbana	Industria	Benzene Biossido di Zolfo
Parco Acquasola - Genova	Viale IV Novembre Genova (GE)	Urbana	Fondo	Biossido Azoto Biossido di Zolfo Ozono
Via Buozzi - Genova	Via Buozzi co Fermata Metro Dinegro Genova (GE)	Urbana	Traffico	Benzene Biossido Azoto Biossido di Zolfo Monossido Carbonio PM10
Via Pastorino - Bolzaneto - Genova	Via Pastorino Genova (GE)	Urbana	Traffico	Biossido Azoto Monossido Carbonio PM10

Tabella 4-8 Rete centraline di monitoraggio qualità dell'aria (Fonte: Regione Liguria <http://www.ambienteinliguria.it>)

Inoltre, si segnala che, da alcune settimane, sono stati posizionati a Genova, nelle zone di Fegino e Sestri Ponente, due mezzi mobili per il monitoraggio della qualità dell'aria specifico per le nuove dinamiche di traffico a seguito del crollo del ponte Morandi.

I mezzi mobili contengono campionatori e analizzatori che permettono di misurare diversi parametri, fra cui le polveri sottili, gli ossidi di azoto, il biossido di zolfo, il monossido di carbonio, l'ozono e il benzene.

I dati così ottenuti sono quotidianamente confrontati con quelli delle stazioni della rete fissa di monitoraggio nel seguito elencate (cfr. Tabella 4-9).



Stazione	Tipo zona	Tipo stazione	Biossido Azoto	Monossido Carbonio	Benzene	PM10	PM 2.5
MM Fegino			•	•	•	•	•
MM Sestri Ponente			•	•	•	•	•
Corso Europa	Urbana	Traffico	•	•	•		
Corso Buenos Aires	Urbana	Traffico	•		•		
Via Buozzi	Urbana	Traffico	•	•	•		
Multedo Pegli	Urbana	Industria	•	•		•	
Via Pastorino - Bolzaneto	Urbana	Traffico	•	•			

**Tabella 4-9 Quadro di correlazioni tra Mezzi mobili (MM) e stazioni della rete fissa di monitoraggio secondo i report redatti da ARPA Liguria**

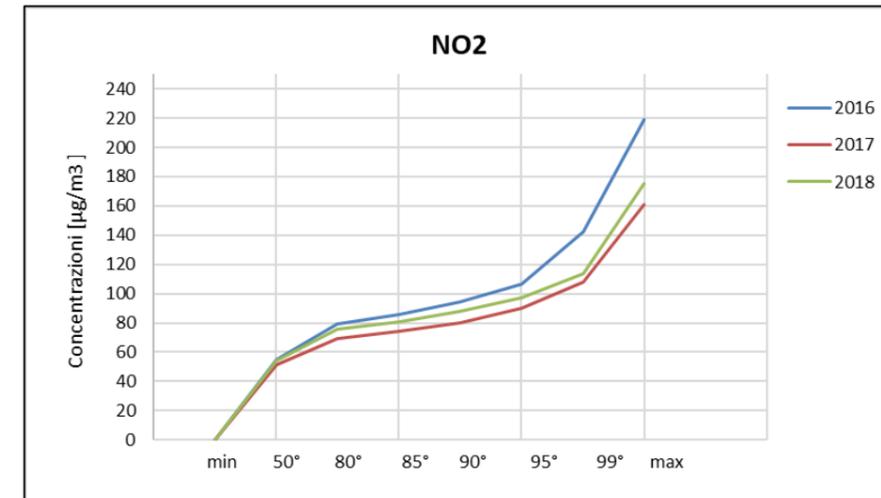
Con la finalità di caratterizzare la qualità dell'aria dell'area di intervento, si è fatto riferimento ai dati forniti da ARPA Liguria registrati dalla centralina che per vicinanza, tipologia di stazione e disponibilità di dati è stata ritenuta quella rappresentativa dell'area in cui verrà realizzato il Viadotto Polcevera. La centralina di riferimento è quella di Via Buozzi – Genova, i cui dati di qualità dell'aria sono riportati nel successivo paragrafo.

2018 e con un valore di minimo nel 2017 pari a 51,23 µg/m<sup>3</sup>. Per i valori massimi invece, non è possibile definire un trend di riduzione, in quanto i valori sono maggiormente dispersi negli anni, con un superamento registrato nel 2016.

4.3.1.3. Analisi dei dati di qualità dell'aria

Ossidi e biossidi di azoto

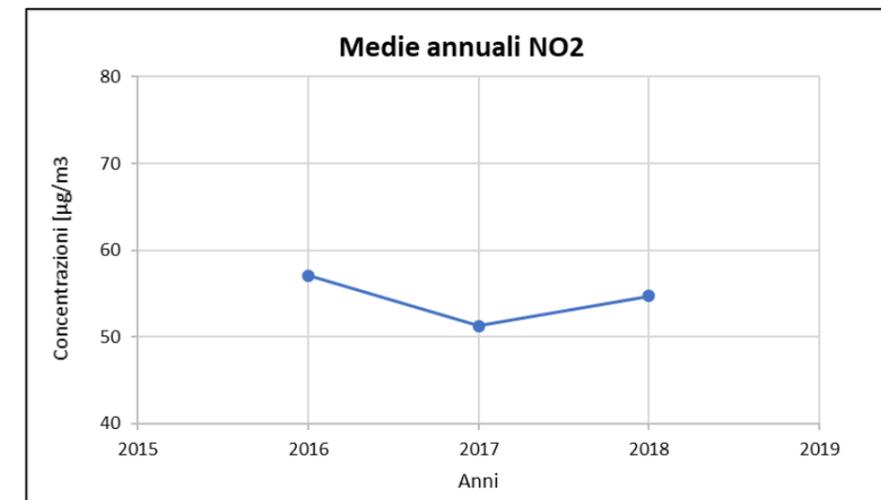
Tramite i dati della centralina di traffico urbano "Via Buozzi - Genova" è stato possibile analizzare l'evoluzione negli anni dell'inquinante NO<sub>2</sub>, in particolare è stato preso in considerazione un intervallo temporale di 3 anni, dal 2016 al 2018. Nella Tabella 4-10 sono riportati tutti i valori calcolati per l'NO<sub>2</sub> nei diversi anni.



**Figura 4-29: Percentili e valori massimi annuali NO<sub>2</sub> Fonte elaborazione dati ARPA Liguria**

Anno	min	Percentili						max	media
	min	0.5	0.8	0.85	0.9	0.95	0.99	max	
2016	0,00	55,00	79,00	86,00	94,00	106,70	142,54	219,00	57,07
2017	0,00	51,00	69,00	74,00	80,00	90,00	108,00	161,00	51,23
2018	0,00	54,00	76,00	81,00	88,00	97,00	114,00	175,00	54,68

**Tabella 4-10: Analisi dei percentili di NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) negli anni 2016-2018- Centralina "Via Buozzi" - Genova Fonte elaborazione dati ARPA Liguria**



**Figura 4-30: Medie annue NO<sub>2</sub> Fonte elaborazione dati ARPA Liguria**

Al fine di agevolare la lettura del dato tabellare sono stati quindi elaborati i grafici mostrati nella Figura 4-29 e Figura 4-30. In particolare, la Figura 4-29 riporta l'analisi della distribuzione dei percentili. Quello che è possibile evidenziare è come le tre diverse distribuzioni annuali non si discostino in modo significativo l'una dall'altra. Ciò nonostante nei due anni successivi al 2016 è possibile notare una diminuzione delle concentrazioni rispetto a tutti i percentili analizzati, con diminuzioni più marcate per il 99° percentile e per i valori massimi.

Come già precedentemente evidenziato, il valore limite normativo di 40 µg/m<sup>3</sup> riferito alle concentrazioni medie annue di NO<sub>2</sub>, viene sempre superato, costituendo una criticità per la qualità dell'aria della zona.

Effettuando un'analisi storica di questi valori si può notare come negli anni sia leggermente diminuita la quantità media di concentrazione oraria dell'inquinante, passando dai 57,07 µg/m<sup>3</sup> del 2016 ai 54,68 µg/m<sup>3</sup> del

Sono stati, inoltre, presentati i valori registrati, ora per ora, di tutti gli anni analizzati, 2016-2018, dei Biossidi di Azoto. Dai valori orari si può notare un trend costante nell'arco temporale preso in considerazione (cfr. Figura 4-31), ma, di fatto, il limite orario fissato in 200 µg/m<sup>3</sup> viene raramente raggiunto (nei dati presentati, solo nel 2016).

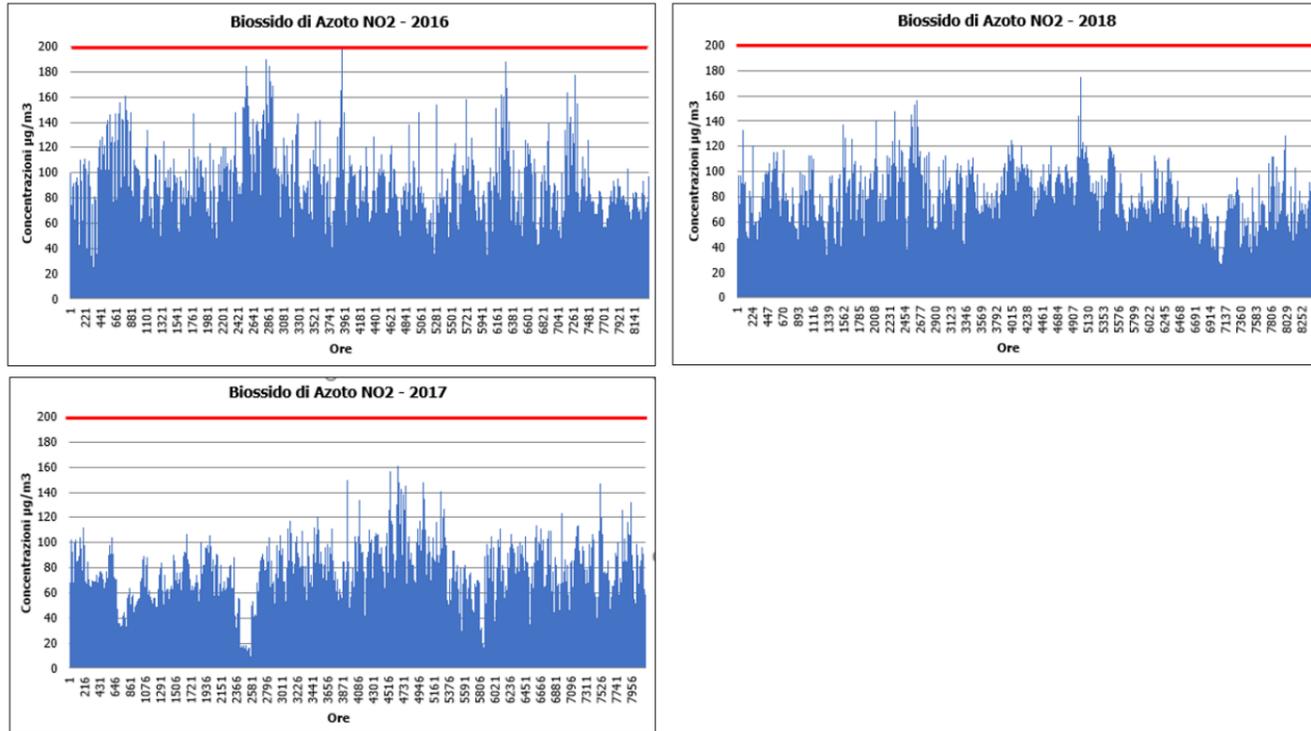


Figura 4-31: Valori orari di NO<sub>2</sub> negli anni 2016-2018- Centralina “Via BuoZZi” - Genova Fonte elaborazione dati ARPA Liguria

Particolato

Per analizzare i valori di concentrazione del PM10 sono stati visionati i dati registrati nello stesso arco di riferimento delle analisi effettuate per i biossidi di azoto, ossia dal 2016 al 2018 ma per mancanza di disponibilità dei dati, è stato scartato il 2016. Sono stati pertanto considerati gli anni 2017 e 2018 per le successive analisi.

Nella Tabella 4-11, si riportano i dati presenti per il PM10 negli anni rilevati, dalla quale non emergono particolari criticità del PM10 nell’area d’intervento, in quanto la media annua risulta non elevata ed il numero di superamenti è di molto inferiore al limite normativo di 15.

Anno	min min	Percentili						max max	media	Superamenti
		0.5	0.8	0.85	0.9	0.95	0.99			
2017	0.00	25.00	32.00	34.00	36.30	39.65	53.86	62.00	25.52	4
2018	0.00	24.00	30.00	32.00	35.00	40.00	50.35	66.00	24.18	3

Tabella 4-11: Analisi dei percentili di PM10 (µg/m<sup>3</sup>) negli anni 2016-2018- Centralina “Via BuoZZi” - Genova Fonte elaborazione dati ARPA Liguria

La sintesi di questi dati, attraverso i grafici di seguito riportati, permette una lettura più chiara dell’andamento nel tempo del PM10.

Dai grafici è possibile notare come non sia evidente un trend ben preciso dei valori registrati, pertanto l’andamento delle concentrazioni di PM10, sia in termini di percentili che di massima, può considerarsi pressoché costante negli anni di riferimento. Come si nota inoltre in Figura 4-33, il valore medio risulta decrescente negli anni ed in particolare passa da un valore di 25,52 µg/m<sup>3</sup> ad un valore di 24,18 µg/m<sup>3</sup>.

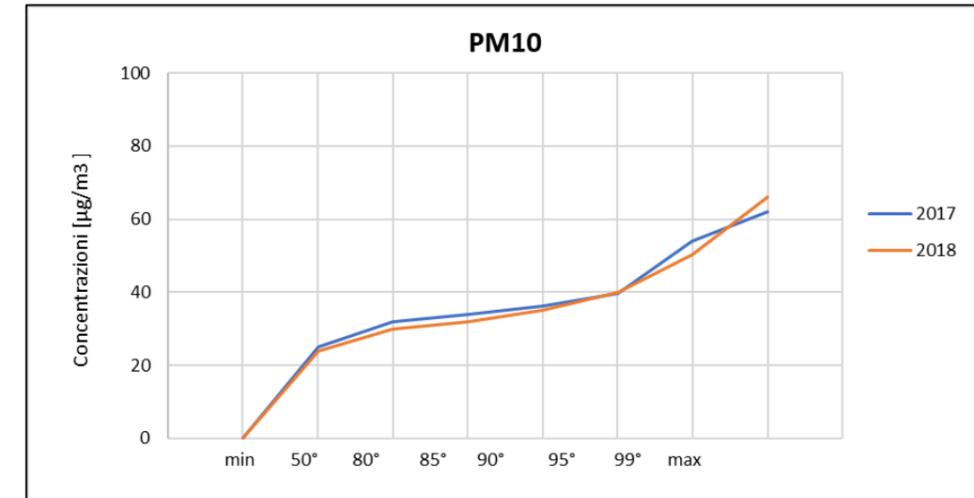


Figura 4-32: Percentili e valori massimi annuali PM10 Fonte elaborazione dati ARPA Liguria

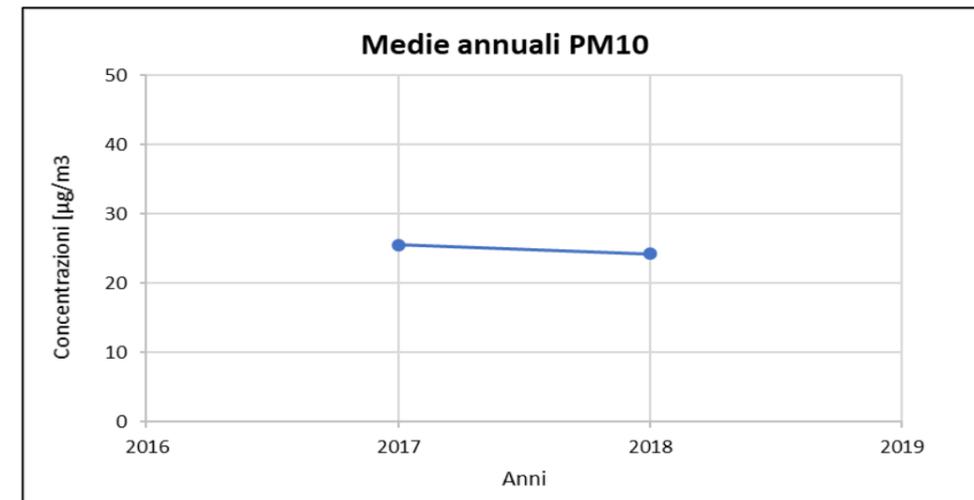


Figura 4-33: Medie annue PM10 Fonte elaborazione dati ARPA Liguria

Questo andamento costante negli anni dei valori di PM10 è evidenziato sia dalla precedente figura in cui si riporta il trend per il 2017 ed il 2018 riferito al valore limite normativo della media annua pari a 40 µg/m<sup>3</sup> che confrontando il dato giornaliero (limite sulle 24 ore pari a 50 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 35 volte nel corso dell’anno) per i due anni analizzati. Per una rappresentazione grafica del fenomeno si può far riferimento alla Figura 4-34.

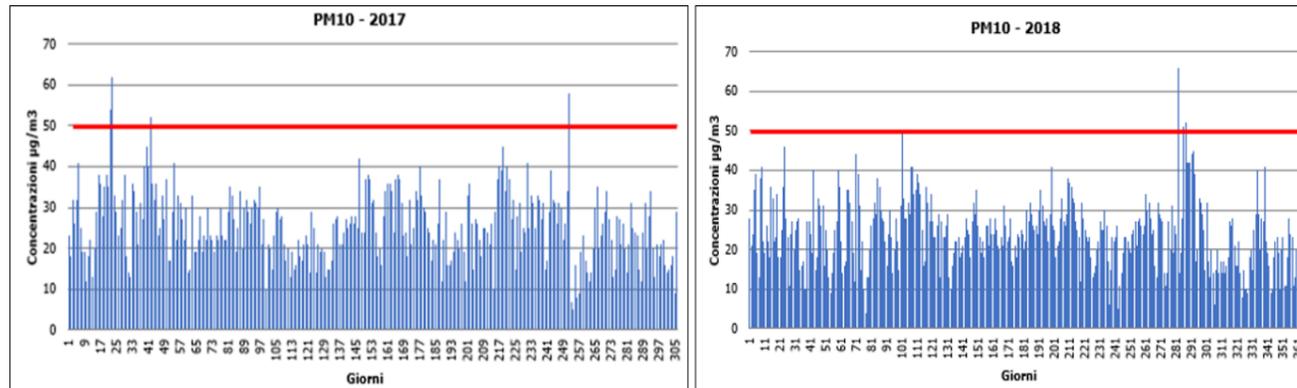


Figura 4-34: Valori giornalieri (limite sulle 24 ore pari a 50 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 35 volte nel corso dell'anno) di PM10 negli anni 2017-2018- Centralina "Via Buozzi" - Genova Fonte elaborazione dati ARPA Liguria

Monossido di Carbonio

Per analizzare i valori di concentrazione della CO sono stati visionati i valori annuali registrati dalla centralina che hanno permesso di comprendere l'evoluzione, nell'arco temporale di riferimento, dell'inquinante e di verificare i superamenti con il limite normativo.

Sono stati riassunti, nella Tabella 4-12, i dati di concentrazione media calcolati sulle 8 ore per la CO, negli anni in cui è stato effettuato il rilevamento da parte della centralina di "Via Buozzi" – Genova, dal 2016 al 2018. Come è possibile osservare, i valori di CO medi, calcolati sulle 8 ore, dei vari anni di riferimento sono pressoché costanti e molto lontani dal limite normativo.

Anno	min min	Percentili						max max	media
		0.5	0.8	0.85	0.9	0.95	0.99		
2016	0.00	0.53	1.04	1.16	1.35	1.70	3.48	7.31	0.68
2017	0.00	0.86	1.15	1.23	1.33	1.46	1.75	3.85	0.90
2018	0.00	0.69	0.95	1.03	1.11	1.24	1.61	2.21	0.72

Tabella 4-12: Analisi dei percentili di CO (mg/m<sup>3</sup>) negli anni 2016-2018- Centralina "Via Buozzi" - Genova Fonte elaborazione dati ARPA Liguria

Anche in questo caso, al fine di agevolare la lettura del dato tabellare, sono stati elaborati i grafici mostrati nella Figura 4-35 e Figura 4-36. Quello che è possibile evidenziare nella Figura 4-35 è come le tre diverse distribuzioni annuali abbiano un andamento simile ma con valori percentili che si discostano l'uno dall'altra, specialmente per l'anno 2016. In particolare, nell'anno 2016 è possibile notare un aumento delle concentrazioni molto marcato rispetto al 95° e al 99° percentile e per i valori massimi.

Effettuando un'analisi storica di questi valori si può notare come negli anni sia leggermente aumentata la quantità media di concentrazione dell'inquinante, calcolato sulle 8 ore, passando da 0,68 mg/m<sup>3</sup> del 2016 a 0,72

mg/m<sup>3</sup> del 2018 e con un valore di picco nel 2017 pari a 0,90 mg/m<sup>3</sup>. Per i valori massimi invece, è possibile definire un trend di riduzione.

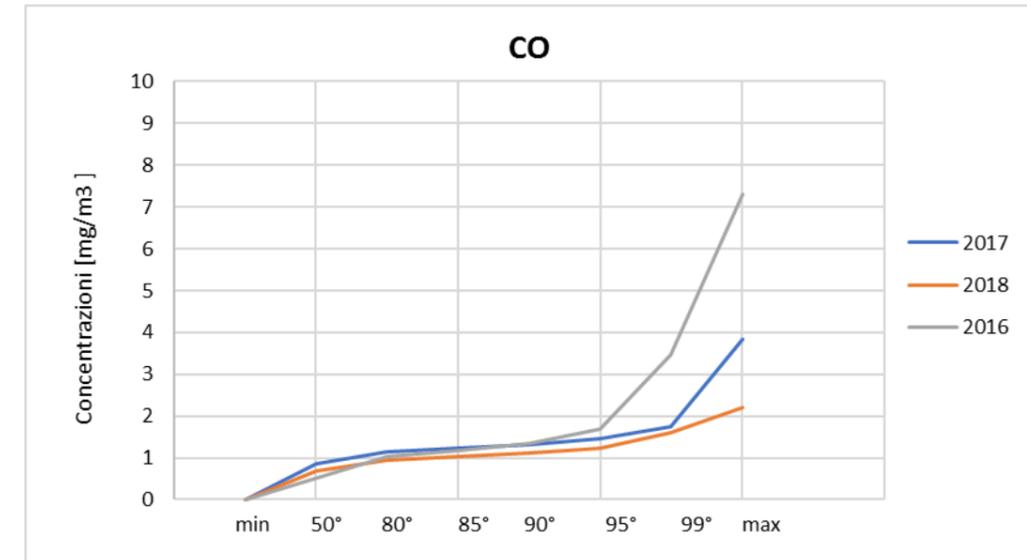


Figura 4-35: Percentili e valori massimi annui CO Fonte elaborazione dati ARPA Liguria

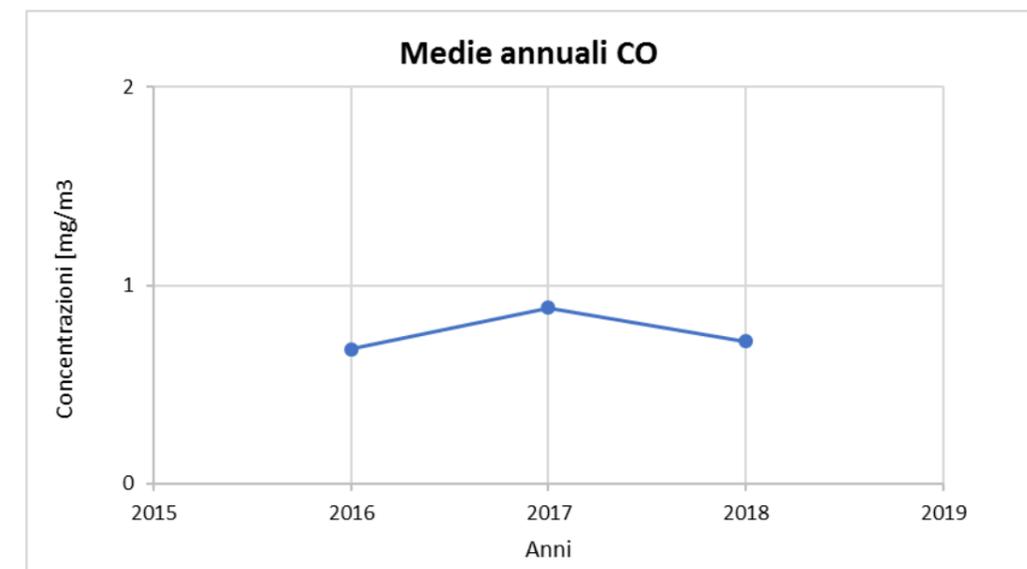
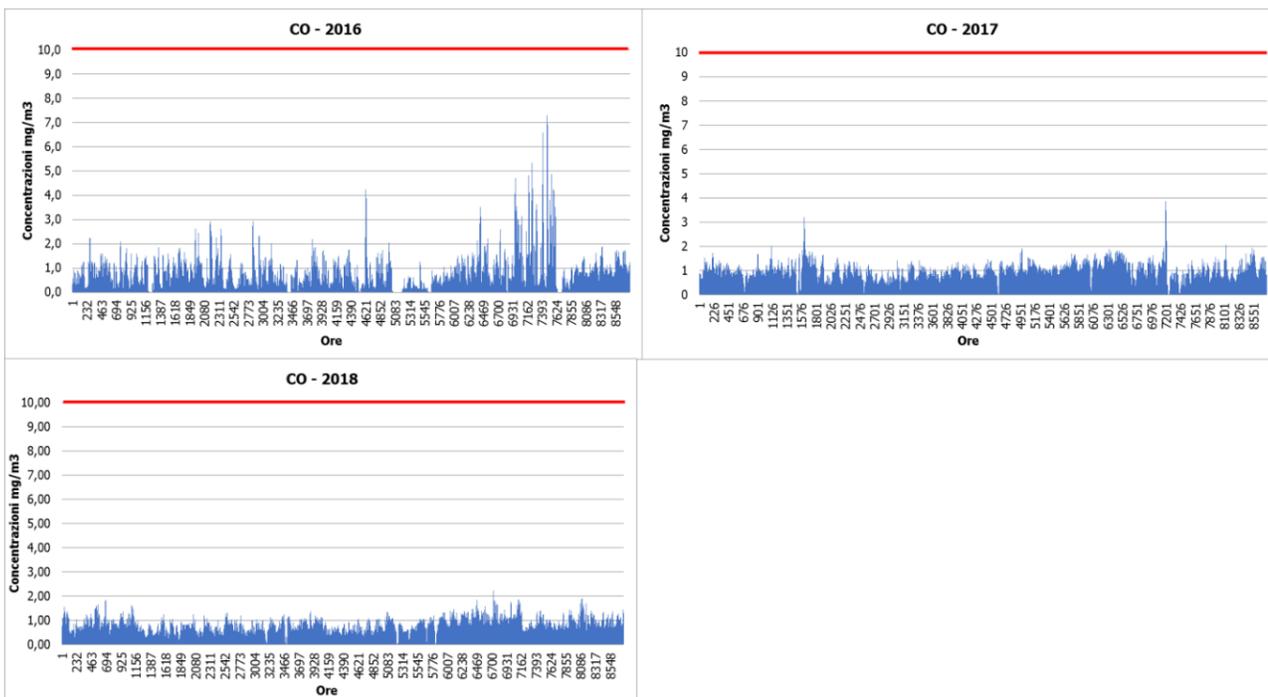


Figura 4-36: Medie annue CO Fonte elaborazione dati ARPA Liguria

Sono poi stati analizzati i singoli valori mediati sulle 8 ore (limite normativo: 10 mg/m<sup>3</sup>), per i diversi anni (cfr. Figura 4-37).



**Figura 4-37: Valori orari di CO negli anni 2016-2018- Centralina “Via Buozzi” - Genova Fonte elaborazione dati ARPA Liguria**

Tale analisi ha confermato i bassi valori di CO che interessano l'area d'intervento.

#### 4.3.1.4. Emissioni di gas serra

Una delle tematiche affrontate attualmente a livello mondiale, riguarda il clima ed in particolare i cambiamenti climatici del nostro paese, che sempre più, negli ultimi anni, rendono preoccupanti le condizioni dell'uomo e dell'ambiente.

Le cause principali di tale fenomeno possono essere distinte in:

- naturali;
- antropiche.

Relativamente alle prime, nel corso della storia della Terra si sono registrate diverse variazioni del clima che hanno condotto il pianeta ad attraversare diverse ere glaciali alternate a periodi più caldi, detti ere interglaciali. Queste variazioni sono riconducibili principalmente a mutamenti periodici dell'assetto orbitale del nostro pianeta con perturbazioni dovute all'andamento periodico dell'attività solare e alle eruzioni vulcaniche, che generano emissione di CO2 e di polveri.

A partire dal XX secolo il cambiamento climatico, ed in particolare l'innalzamento delle temperature, viene ricondotto non tanto a cause naturali, quanto a cause prevalentemente antropiche, ossia ad attività generate dall'uomo. Con il termine di “riscaldamento globale” s'intende, quindi, proprio il fenomeno di incremento delle temperature medie della superficie terrestre, riconducibile a cause prettamente umane.

Rispetto a tale tematica, i lavori svolti a livello internazionale dall'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) insistono nell'affermare che, a fronte delle molteplici azioni oggi intraprese per gestire gli effetti connessi alla variabilità climatica, attraverso la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, tali effetti siano comunque inevitabili. Gli studi condotti dall'IPCC evidenziano, inoltre, come la variabilità climatica sia strettamente legata alle attività umane e come le temperature, le emissioni di CO2 e il livello dei mari continueranno progressivamente a crescere con impatti negativi su specifiche aree del Pianeta.

Dagli ultimi rapporti sui cambiamenti climatici è evidente come le temperature del nostro paese siano in aumento, l'andamento delle precipitazioni stia variando, ghiaccio e neve si stiano sciogliendo e il livello medio del mare si sia innalzato a livello globale.

Molti esperti riconducono il riscaldamento globale, per la maggior parte, all'aumento delle concentrazioni di gas a effetto serra nell'atmosfera dovuto alle emissioni antropogeniche.

Entrando nel merito del fenomeno, l'effetto serra produce sulla superficie terrestre un aumento di temperatura di circa 33 °C (dato calcolato considerando la temperatura media terrestre nel 1850). I principali gas serra sono: il vapore acqueo (H2O), responsabile dell'effetto serra in una percentuale variabile tra il 36-70%; l'anidride carbonica (CO2), che incide per il 9-26%; il metano (CH4), che incide per il 4-9% e l'ozono (O3), che incide tra il 3 ed il 7%.

L'attività dell'uomo negli ultimi secoli ha incrementato l'ammontare di gas serra nell'atmosfera modificando l'equilibrio radiativo e la partizione energetica superficiale. In particolare, la concentrazione di CO2 ha subito, dal 1750, un incremento del 36%.

Secondo il comitato di esperti delle Nazioni Unite (IPCC) l'attuale riscaldamento non può essere spiegato se non attribuendo un ruolo significativo a questo aumento di concentrazione di CO2 nell'atmosfera.

Con la finalità di analizzare i valori emissivi dei gas serra registrati nell'area in esame si è fatto riferimento all'Inventario delle emissioni della regione Liguria, che riporta come ultimo aggiornamento i dati del 2011.

Relativamente ai gas serra, l'inventario riporta i valori emissivi dell'anidride carbonica (CO2), del metano (CH4) e del protossido di azoto (N2O). In particolare, nella figura seguente si riporta il contributo percentuale delle emissioni a livello regionale dei principali gas serra in funzione dei macrosettori di riferimento.

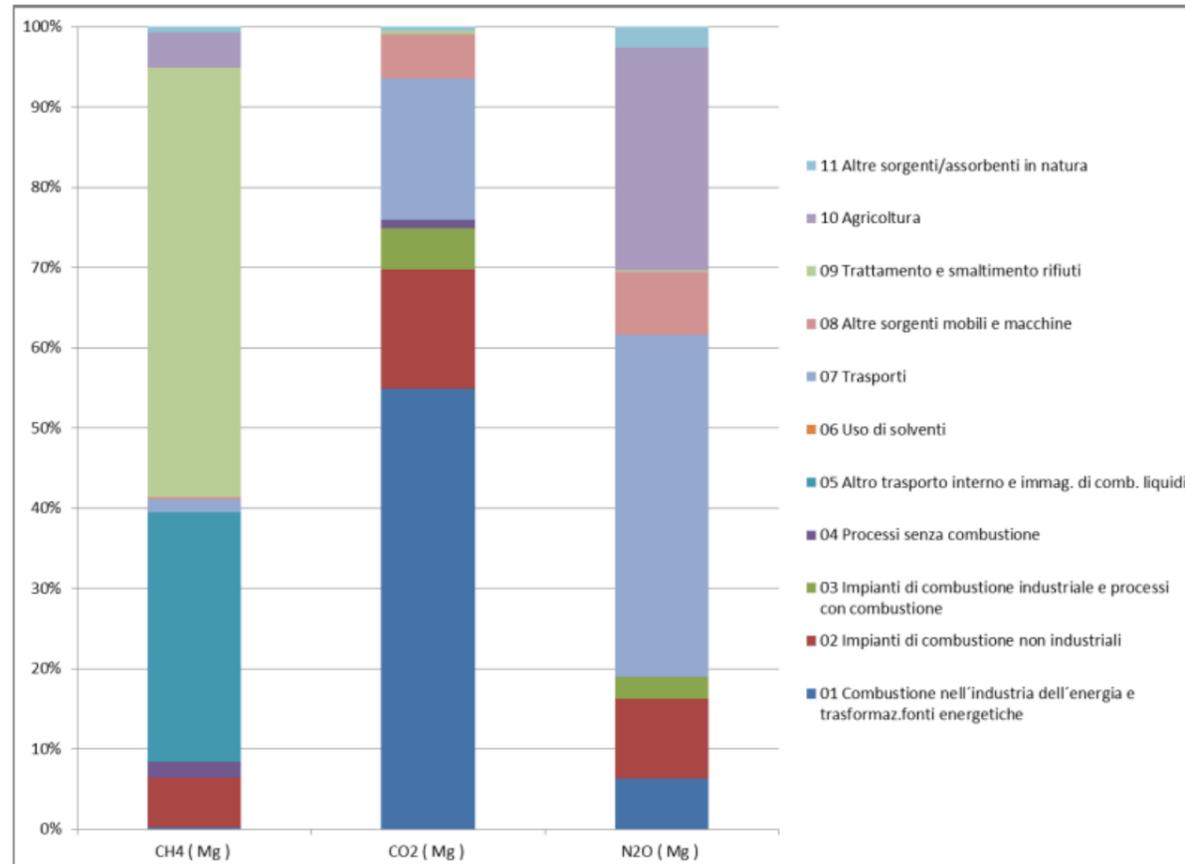


Figura 4-38 Contributo % alle emissioni regionali dei principali gas serra suddivise tra i macrosettori - anno 2011

Dal grafico sopra riportato possono essere effettuate le seguenti considerazioni:

- il trasporto stradale dà un contributo significativo alle emissioni di anidride carbonica (18%) ed ancora maggiore alle emissioni di protossido di azoto (43%);
- l'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche (in cui sono comprese le tre centrali termoelettriche esistenti in Liguria) è il macrosettor che apporta le maggiori emissioni di anidride carbonica (55% della CO2 emessa)
- un contributo non irrilevante alle emissioni di gas serra deriva dai processi di combustione non industriale, cioè dagli impianti termici del settore civile che contribuiscono al 15% della CO2 e al 10% di N2O
- i maggiori contributi alle emissioni di metano derivano, invece, dai macrosettori trattamento e smaltimento rifiuti (54%) e trasporto e immagazzinamento combustibili liquidi (31%).
- il macrosettor dell'agricoltura dà il secondo contributo, pari al 28%, alle emissioni di N2O.

Per quanto riguarda il trend delle emissioni regionali dal 1995 al 2011, è possibile osservare la figura sottostante, in cui le emissioni sono espresse in tonnellate.

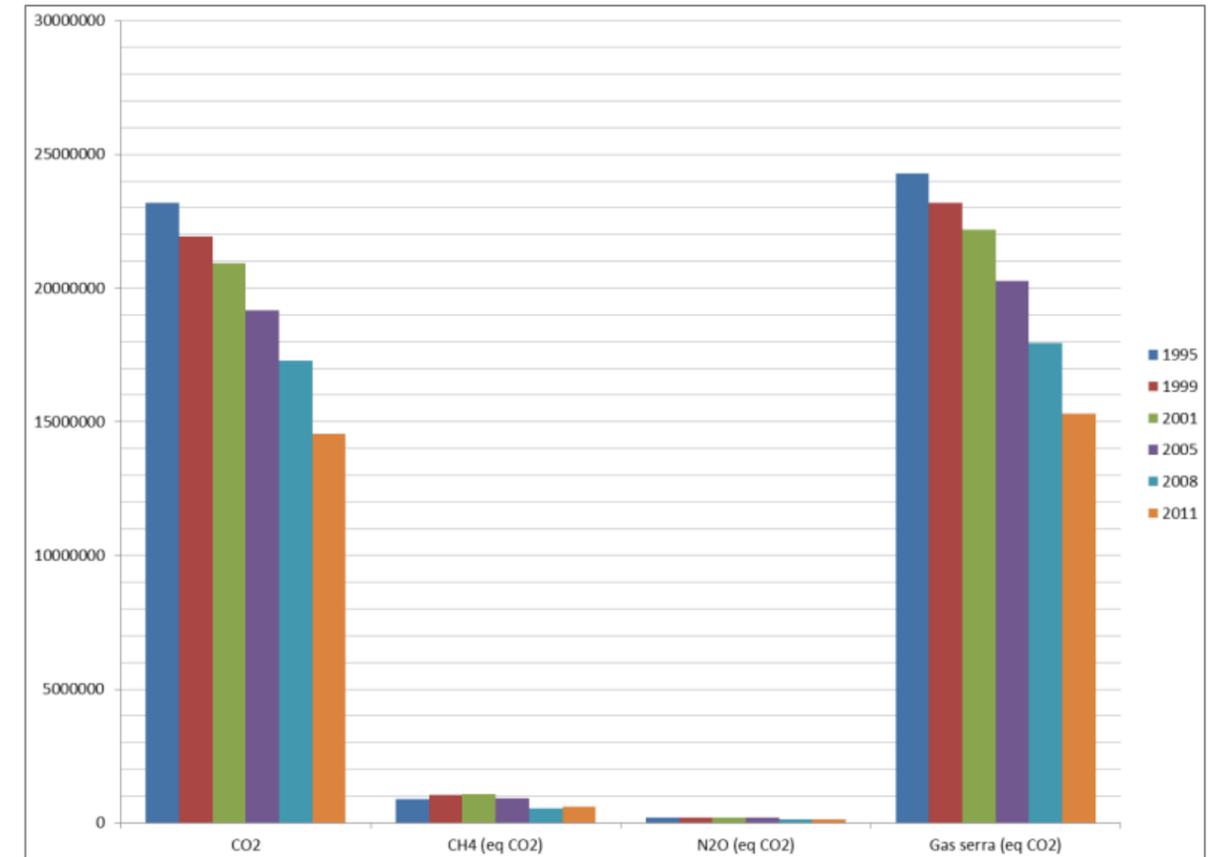


Figura 4-39 Trend delle emissioni regionali dei principali inquinanti espressi in tonnellate emesse negli anni di riferimento

Tra il 1995 ed il 2011 si nota una complessiva diminuzione delle emissioni di gas serra, sia del totale espresso come CO2 equivalente che dei singoli gas serra.

Il lieve incremento stimato per il CH4 tra il 2008 e il 2011 è legato alla metodologia di stima delle emissioni da discarica controllata che è calcolato dalla differenza tra la stima del metano prodotto e il metano captato e recuperato, valore dichiarato dai gestori.

Alla luce di tali considerazioni è possibile constatare che il maggior contributo emissivo tra i tre inquinanti considerati è dato dall'anidride carbonica, che nel proseguo della trattazione verrà analizzata nel dettaglio.

A partire dai dati forniti dal SIRAL (Sistema informativo regionale ambientale della Liguria) è stato possibile analizzare i valori emissivi di CO2 registrati negli anni in cui è stato elaborato l'inventario delle emissioni. Nella tabella che segue vengono riportati i valori di emissione registrati nei diversi anni a livello regionale, provinciale e comunale, con riferimento alla localizzazione dell'intervento di progetto.



Anni	Emissioni di CO2 (tonnellate)		
	Regione Liguria	Provincia di Genova	Comune di Genova
1995	23184328	9248891	7909501
1999	21934510	9725167	8181169
2001	20934356	9485637	7909544
2005	19164477	8109007	6638741
2008	17272522	5659267	4209228
2011	14561067	3852354	2515414

Tabella 4-13 Valori di emissione CO2 (fonte: elaborazione dati SIRAL)

Per facilitare la lettura dei dati di seguito si riportano i relativi grafici, dai quali è ben visibile l'andamento decrescente del gas serra di riferimento.

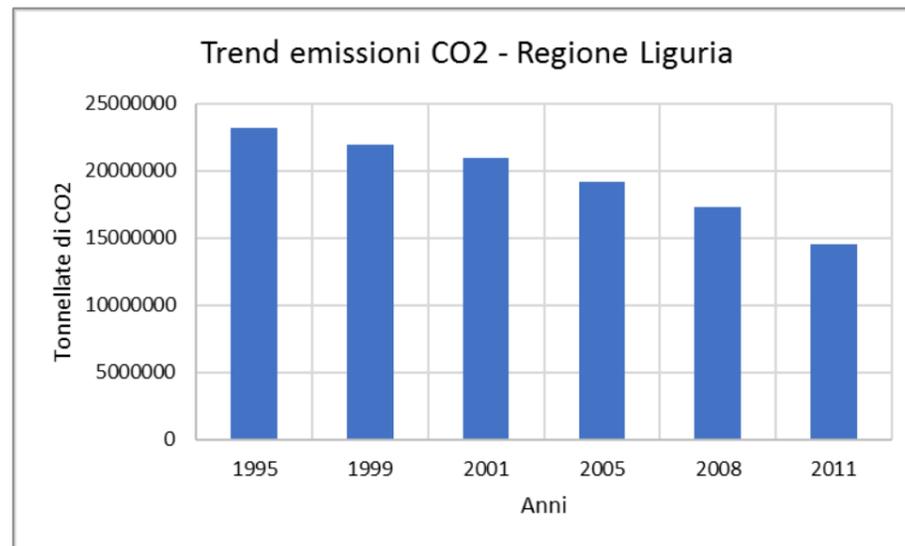


Figura 4-40 Trend dei valori emissivi di CO2 dal 1995 al 2011

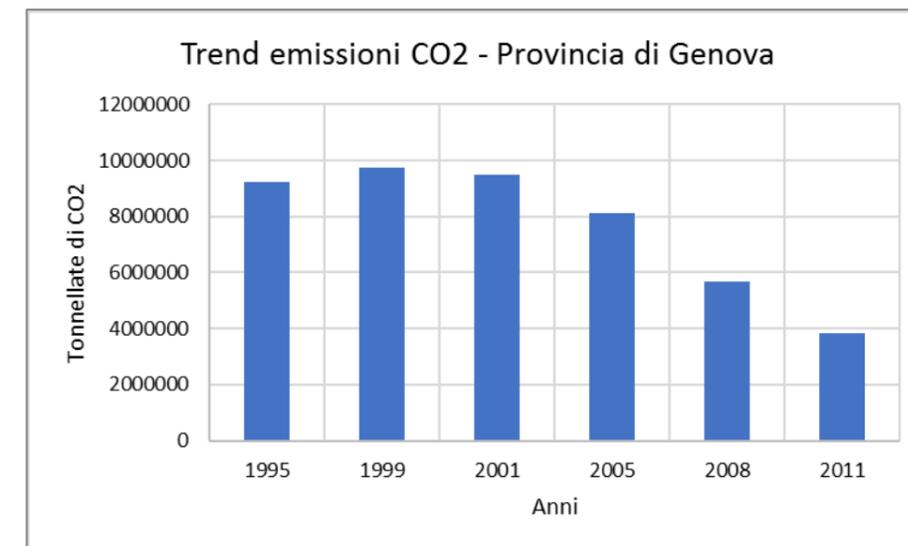


Figura 4-41 Trend dei valori emissivi di CO2 dal 1995 al 2011

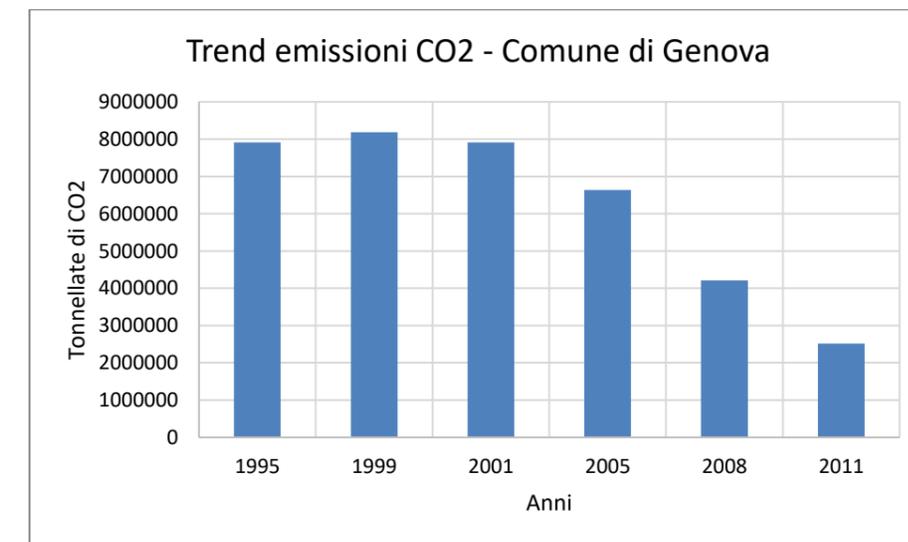


Figura 4-42 Trend dei valori emissivi di CO2 dal 1995 al 2011

In particolare, emerge come nella Provincia di Genova e conseguentemente anche nel Comune, dal 2005 al 2008 e allo stesso modo dal 2008 al 2011 si registra una riduzione significativa delle emissioni di CO2. In particolare, a livello provinciale, tale riduzione è di circa il 30% ogni 3 anni, mentre a livello comunale di circa il 40%. Complessivamente quindi, nel Comune di Genova dal 2005 al 2011 si registra una riduzione percentuale di emissioni di CO2 pari a più del 60%.

Dai dati forniti dal SIRAL, inoltre è stato possibile analizzare nel dettaglio, prendendo come riferimento l'ambito comunale, il contributo di emissione di CO2 in relazione ai diversi macrosettori.

MACROSETTORE	Emissioni di CO2 (Mg)					
	1995	1999	2001	2005	2008	2011
Combustione nell'industria dell'energia e trasformaz. fonti energetiche	3704276.06	3669725.08	3541758.27	2887713.47	1754939.81	301302.48
Impianti di combustione non industriali	827667.96	1178905.90	964189.84	850744.01	736250.60	755762.92
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	359945.34	287574.52	304519.17	307463.37	215651.59	148612.01
Processi senza combustione	1751799.69	1754676.50	1739673.86	1093484.01	153416.38	59873.53
Altro trasporto interno e immag. di comb. liquidi	29.34	31.06	32.74	53.86	57.41	36.55
Uso di solventi	63.46	83.50	83.50	115.00	115.00	115.00
Trasporti	755636.06	801446.13	849075.71	790129.94	828025.54	700077.67
Altre sorgenti mobili e macchine	525322.30	498439.84	530163.33	609523.05	517018.32	538062.06
Trattamento e smaltimento rifiuti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Agricoltura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Altre sorgenti/assorbenti in natura	7287.52	11223.72	2264.14	124140.75	24292.75	11337.60

Tabella 4-14 Valori di emissione di CO2 per ogni macrosetto - Comune di Genova

Al fine di facilitare la lettura dei dati si fornisce la rappresentazione grafica degli stessi, riportata nella figura sotto.

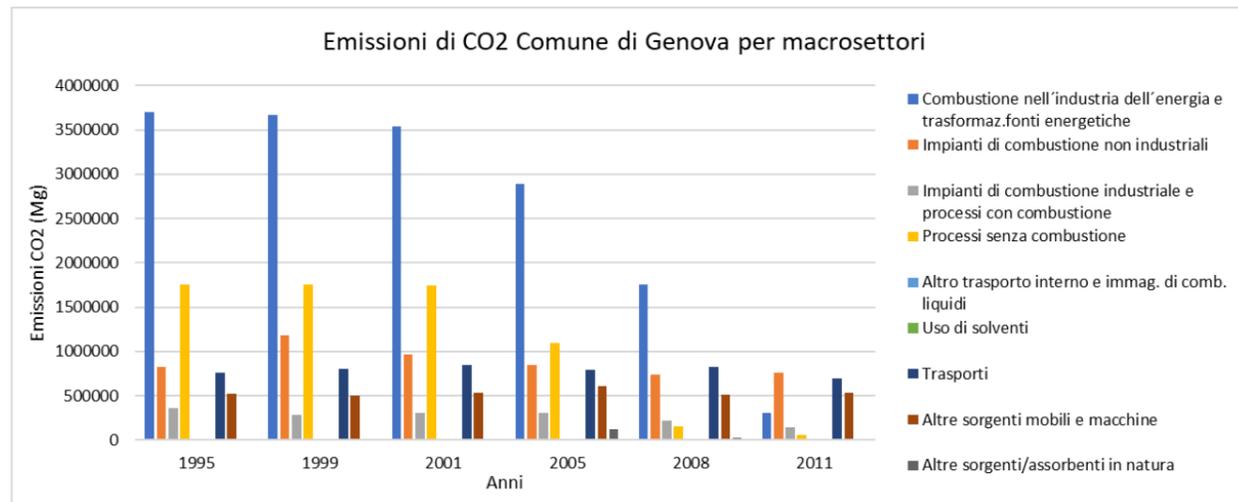


Figura 4-43 Rappresentazione valori di emissione di CO2 per ogni macrosetto - Comune di Genova

Dall'analisi dei dati comunali è emerso come il contributo principale per la produzione di CO2 è dato dal macrosetto "Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche", seguito da "Processi senza combustione" e dai "Trasporti".

### 4.3.2. Gli aspetti ambientali legati al cantiere

#### 4.3.2.1. Aspetti metodologici

Le stime dei livelli di concentrazioni degli inquinanti prodotti durante i lavori finalizzati alla ricostruzione del viadotto sul torrente Polcevera, sono state condotte con l'ausilio del modello previsionale di calcolo AERMOD View, il quale, partendo dalle informazioni sulle sorgenti e sulle condizioni meteorologiche, fornisce la dispersione degli inquinanti in atmosfera e i relativi livelli di concentrazione al suolo al fine di verificare il rispetto dei valori limite sulla qualità dell'aria previsti dalla normativa vigente.

AERMOD View incorpora i principali modelli di calcolo utilizzati dall'U.S. EPA attraverso un'interfaccia integrata e consente di valutare, attraverso algoritmi di calcolo, i fattori di deflessione degli edifici, i parametri di deposizione al suolo degli inquinanti, l'effetto locale dell'orografia del territorio e, in ultimo, i calcoli relativi alle turbolenze meteorologiche.

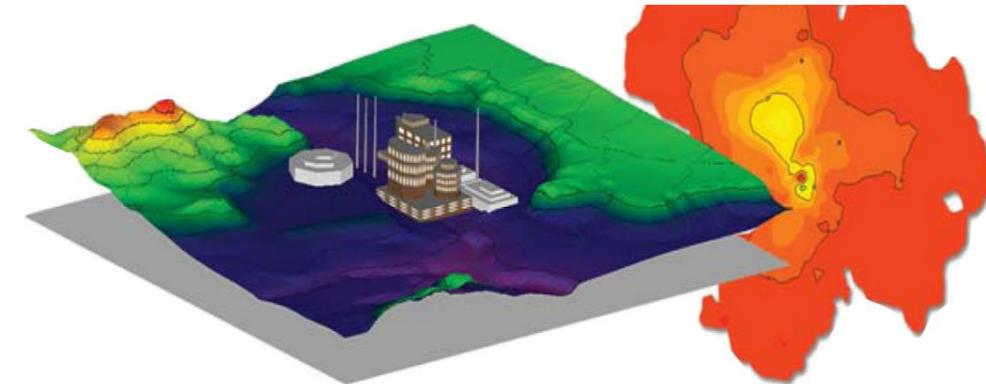


Figura 4-44 AERMOD View - Esempio di modellazione grafica 3D delle curve di isoconcentrazione

Il codice prende in considerazione diversi tipi di sorgente:

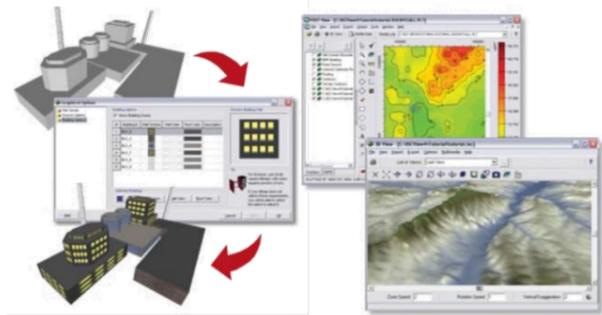
- puntuali;
- lineari;
- areali;
- volumiche.

Per ognuna di tali sorgenti il modello fa corrispondere un diverso algoritmo di calcolo delle concentrazioni. Il modello, pertanto, calcolerà il contributo di ciascuna sorgente nell'area di cantiere, in corrispondenza dei punti ricettori i quali possono essere punti singolari, o una maglia di punti con passo definito dall'utente.

Poiché il modello è di tipo stazionario, le emissioni sono assunte costanti nell'intervallo temporale di simulazione, tuttavia, è possibile fornire al modello stesso una differenziazione relativa ai fattori di emissioni calcolati nel giorno, ovvero definire per ogni ora del giorno un fattore di emissione relativo alla sorgente i-esima

differente. Tale opzione di calcolo risulta particolarmente utile per la definizione delle concentrazioni derivanti da sorgenti che non utilizzano cicli di lavoro continui relativi alle 24h.

Inoltre, vengono considerati anche gli effetti derivanti dalla conformazione degli edifici. Grazie al modellatore 3D è possibile avere una rappresentazione grafica dell'area d'intervento sia in termini di terreno che in termini di edifici e sorgenti.



**Figura 4-45 Esempio di modulo di visualizzazione 3D integrato nel modello di calcolo**

In ultimo il modello si avvale di due ulteriori modelli per la valutazione degli input meteorologici e territoriali. Il primo modello, AERMET, consente di elaborare i dati meteorologici rappresentativi dell'area d'intervento, al fine di calcolare i parametri di diffusione dello strato limite atmosferico; esso permette pertanto ad AERMOD di ricavare i profili verticali delle variabili meteorologiche più influenti. Il secondo modello, AERMAP, consente di elaborare le caratteristiche orografiche del territorio in esame.

Per maggiore chiarezza si può fare riferimento ad una struttura semplificata dell'intero processo di simulazione del software che può essere rimandata a due famiglie di parametri:

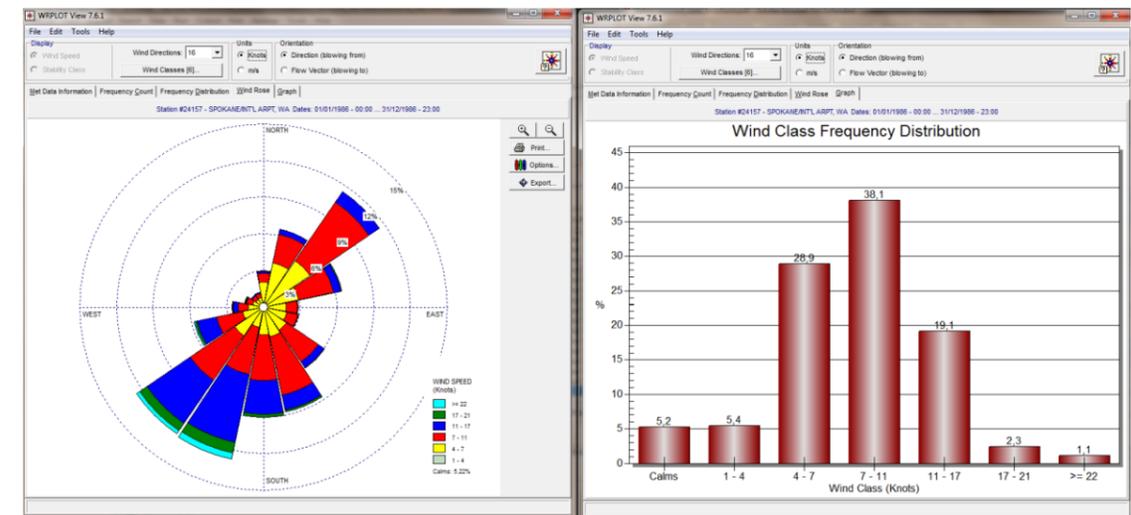
- parametri territoriali;
- parametri progettuali.

La prima famiglia di parametri è rappresentata da tutti i parametri propri del territorio e, in particolare, i parametri meteorologici e i parametri orografici. È evidente come tali parametri possano essere assunti costanti nel tempo, per quello che riguarda la parte orografica, e come invece debbano essere considerati variabili nel tempo, anche se affetti da un andamento periodico, i parametri meteorologici. Questi due parametri computati in maniera contemporanea determinano le modalità di diffusione, definendo, ad esempio, i diversi campi di vento a cui è sottoposta l'area in esame nei diversi periodi dell'anno.

Le variabili meteorologiche influenzano l'accumulo, il trasporto, la diffusione, la dispersione, la rimozione degli inquinanti nell'atmosfera.

Sono parametri rilevanti:

- il numero di giorni di pioggia e la quantità di precipitazione cumulata (mm), determinanti nei meccanismi di rimozione degli inquinanti;
- l'altezza dello strato di rimescolamento (m), che dà la misura della turbolenza (di origine termica, dovuta al riscaldamento della superficie, e di origine meccanica, dovuta al vento) nello strato di atmosfera più vicino al suolo, esprimendo l'intensità dei meccanismi di dispersione verticale;
- la percentuale di condizioni atmosferiche stabili (%), che esprime con quale frequenza lo strato superficiale risulta stabile e quindi meno favorevole alla dispersione degli inquinanti;
- la velocità del vento (m/s), determinante per la dispersione, e la direzione del vento (gradi), utile per valutare il trasporto degli inquinanti;
- la temperatura massima (°C), che nel periodo estivo dà la misura dell'intensità dei meccanismi fotochimici e della produzione di ozono.



**Figura 4-46 Esempio di applicazione del modello AERMET**

La seconda famiglia di parametri, definisce il quadro "Emissivo" del progetto, ovvero definisce tutti i fattori di emissione relativi alle differenti operazioni effettuate all'interno del processo realizzativo.

La scelta delle aree di cantiere da considerare come sorgenti areali di emissione nella simulazione modellistica è effettuata seguendo un criterio di significatività ambientale, ovvero si considerano significative:

- le aree di cantiere interessate da una consistente movimentazione di terra e materiali;
- le aree di cantiere interessate da qualche vincolo ambientale;
- le aree di cantiere prossime ai ricettori;

mentre si escludono dalla simulazione modellistica tutte le altre.

In relazione alla natura delle sorgenti possono essere individuati, i seguenti parametri:

- polveri: PM10 (polveri inalabili, le cui particelle sono caratterizzate da un diametro inferiore ai 10 µm e il cui comportamento risulta di fatto assimilabile a quello di un inquinante gassoso). Le polveri sono generate sia dalla combustione incompleta all'interno dei motori, che da impurità dei combustibili, che dal sollevamento da parte delle ruote degli automezzi e da parte di attività di movimentazione di inerti;
- inquinanti gassosi generati dalle emissioni dei motori a combustione interna dei mezzi di trasporto e dei mezzi di cantiere in genere (in particolare ossidi di azoto NOX e CO).

Le attività più significative in termini di emissioni sono costituite:

- dalle attività di movimento terra (scavi e realizzazione opere in terra);
- dalla movimentazione dei materiali all'interno dei cantieri;
- dal traffico indotto dal transito degli automezzi sulla viabilità esistente e sulle piste di cantiere.

Una volta individuate le sorgenti di emissione, vengono quantificati i rispettivi fattori di emissione (espressi in g/h), a partire dai dati di progetto e da alcune assunzioni il più attinenti possibile alla realtà.

L'output di AERMOD è rappresentato dalle concentrazioni di inquinanti in riferimento ai ricettori scelti. I risultati vengono rappresentati anche attraverso una maglia, su cui il software, grazie ad algoritmi di interpolazione è in grado di ricostruire le curve di isoconcentrazione, al fine di determinare una mappa di isoconcentrazione degli inquinanti.

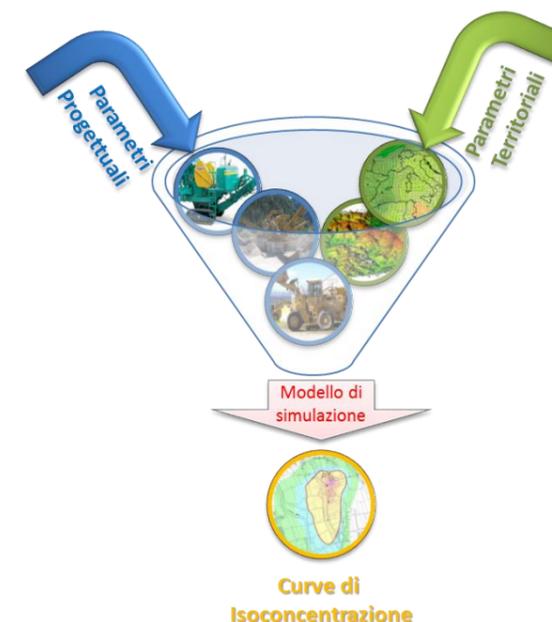


Figura 4-47 Definizione logica del modello adottato

Una volta stimate le due famiglie di parametri, il modello di simulazione ne analizza le diverse correlazioni possibili, andando a valutare gli effetti relativi alla presenza della sorgente atmosferica i-esima situata in un'area territoriale e attiva in uno specifico arco temporale, considerando le condizioni meteorologiche relative alla stessa area e nello stesso arco temporale, definendo le curve di isoconcentrazione.

Il controllo sulle concentrazioni prodotte durante le attività di cantiere verrà eseguito attraverso il monitoraggio ambientale della qualità dell'aria in corso d'opera in corrispondenza delle aree di lavorazione.

#### 4.3.2.2. La stima delle concentrazioni degli inquinanti

##### La stima delle polveri prodotte dalle attività previste all'interno delle aree di cantiere

Al fine di effettuare le simulazioni attraverso il software Aermid View è necessario definire i principali input del modello, distinti in input territoriali e progettuali. Tra i primi si evidenziano i dati meteorologici, desunti dalla stazione di riferimento Genova – Sestri per l'anno 2018, i quali sono stati trasformati in un formato SCRAM per renderli compatibili con il software utilizzato ed i dati orografici, inseriti nel modello di simulazione considerando la morfologia del territorio in cui è inserito il progetto.

Per quanto riguarda invece gli input progettuali, la metodologia seguita per la definizione delle sorgenti emissive presenti durante la fase di cantiere dell'opera in esame è quella del "Worst Case Scenario", descritta al Par. 3.3, al quale si rimanda.

A titolo esemplificativo, al fine di comprendere la logica del processo di simulazione si può fare riferimento allo schema di processo sottostante.

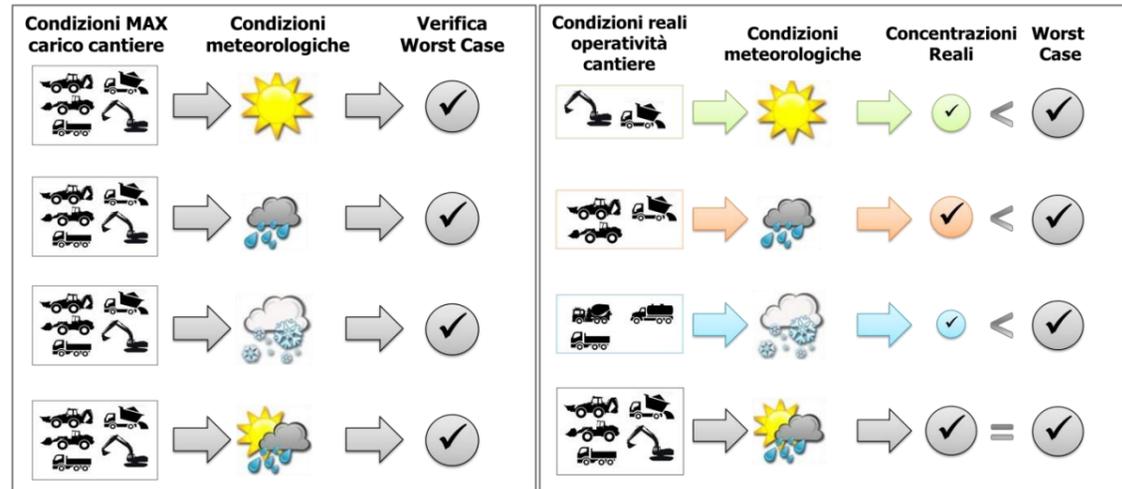


Figura 8 3 Logica delle verifiche con il worst case scenario

Volendo esplicitare la logica della figura sopra riportata, dal punto di vista metodologico, occorre simulare lo scenario più critico dal punto di vista atmosferico.

In considerazione di quanto definito al Par. 3.3, è stato preso come mese critico Settembre 2019. Entrando nel merito del fattore atmosfera, per la quale le lavorazioni più critiche fanno riferimento alla movimentazione di materiale polverulento, per la simulazione delle polveri prodotte dalle sorgenti interne alle aree di cantiere, si è fatto riferimento alle lavorazioni inerenti gli scavi per la realizzazione delle fondazioni del viadotto, alle attività di carico e scarico dei materiali nelle aree di lavorazione, nonché alla movimentazione di materiale all'interno delle aree di stoccaggio e al transito dei mezzi su aree non asfaltate.

Si specifica come per gli scavi, siano state considerate nella simulazione, tre aree di scavo rappresentative di una giornata lavorativa, in prossimità delle spalle (a levante e a ponente) ed in prossimità delle pile 12 e 13 che rappresentano quelle aree di cantiere più prossime ai ricettori residenziali e sensibili.

#### La metodologia per il calcolo dei fattori di emissione

Il fattore di emissione rappresenta la parte unitaria delle emissioni che, moltiplicata per l'unità di tempo in cui la sorgente rimane in condizione "attiva", permette il calcolo delle emissioni di inquinanti totali "uscenti" dalla sorgente.

Per la stima di tali valori si è fatto riferimento alle "Linee Guida per la Valutazione delle Emissioni di Polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti", elaborate da ARPAT nel 2010, che propongono metodi di stima delle emissioni di polveri principalmente basati su dati e modelli dell'Agenzia di protezione ambientale degli Stati Uniti (US-EPA: AP-42 "Compilation of Air Pollutant Emission Factors").

All'interno del documento AP-42 sono riportati tutti i fattori di emissione riguardanti le principali sorgenti, dagli impianti industriali, agli impianti estrattivi, sino alle operazioni di costruzioni civili.

Nei paragrafi seguenti verranno stimati i singoli fattori di emissione relativi al PM10, in relazione alle attività di cantiere più critiche che caratterizzano gli scenari presi come riferimento per l'analisi modellistica. Tali attività vengono di seguito elencate:

- scotico e sbancamento del materiale superficiale (AP-42 13.2.3);
- formazione e stoccaggio di cumuli (AP-42 13.2.4);
- erosione del vento dai cumuli (AP-42 13.2.5);
- transito dei mezzi su strade non asfaltate (AP-42 13.2.2).

Nelle simulazioni modellistiche verranno anche inseriti i fattori di emissione relativi ai gruppi elettrogeni presenti.

#### I fattori di emissione relativi allo scotico e sbancamento del materiale superficiale

Nel presente paragrafo vengono calcolati i fattori di emissione generati dall'attività di scotico e sbancamento del materiale nelle aree di lavorazione. Nel caso in esame ci si riferisce alle attività di scavo per la realizzazione delle fondazioni delle pile. È stata, pertanto, applicata la formulazione fornita dall'E.P.A. relativa a tali attività, di seguito riportata.

$$EF = \frac{1.0 * s^{1.5}}{M^{1.4}} [kg]$$

Il fattore di scala per il PM10 è pari a 0,75 lb/h (0,34 kg/h).

Considerando  $M$  pari al 4,8% e  $s$  pari al 18% (come riportato nelle Linee Guida dell'ARPAT, in mancanza di informazioni specifiche sul *silt* si suggerisce di considerare un valore all'interno dell'intervallo 12-22%) è stato possibile calcolare il fattore di emissione per il PM10 che risulta pari a 0,0008 g/s.

#### I fattori di emissione relativi alla formazione e stoccaggio dei cumuli

Di seguito vengono calcolati i fattori di emissione generati dall'attività di carico e scarico del materiale movimentato. Nel caso in esame si tratta delle attività di carico e scarico dei mezzi pesanti del materiale polverulento nelle aree di lavorazione in cui avvengono gli scavi e nelle aree di stoccaggio. Al fine di calcolare i fattori di emissione per queste attività è stata, pertanto, applicata la formulazione fornita dall'E.P.A. relativa alle attività di carico e scarico, di seguito riportata.

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



Il fattore di emissione sopra definito, pertanto, dipende da una costante k che tiene conto della dimensione del particolato che si intende analizzare, della velocità media del vento espressa in metri al secondo, e della % M di umidità del materiale.

Per il valore di k si può fare riferimento ai valori di tabella seguente.

Aerodynamic Particle Size Multiplier (k)				
<30 µm	<15 µm	<10 µm	<5 µm	<2.5 µm
0,74	0,48	0,35	0,20	0,053

Tabella 4-15 Valori coefficiente aerodinamico fonte: EPA AP42

Mentre per il range di validità degli altri parametri è possibile fare riferimento alla tabella seguente.

Ranges Of Source Conditions			
Silt Content (%)	Moisture Content (%)	Wind speed	
		m/s	mph
0,44 – 19	0,25 – 4,8	0,6 – 6,7	1,3 – 15

Tabella 4-16 Range di validità dei coefficienti per il calcolo di EF fonte: EPA AP42

Con riferimento ai valori dei coefficienti, assunti per l'analisi in esame, si è considerato:

- U = velocità media del vento considerando la configurazione più frequente pari in media circa a 3 m/s (valore desunto dall'analisi meteorologica);
- M = percentuale di umidità considerata pari a 4,8;
- k = pari a 0,35 per considerare l'apporto del PM10.

Applicando la formulazione ed ipotizzati 600 mc/giorno scavati dalla squadra per i movimenti di terra legata all'attività di scavo, le emissioni di PM10 per ogni attività considerata sono di seguito riportate.

Attività di cantiere	Fattore di Emissione (PM10)
Carico e scarico materiale nelle aree di scavo	0,00273 g/s
Carico e scarico del materiale nelle aree di stoccaggio	0,00273 g/s

Tabella 4-17 Fattori di emissione carico e scarico del materiale

I fattori di emissione relativi all'erosione del vento dai cumuli

Oltre all'attività di carico e scarico del materiale, all'interno delle aree di stoccaggio previste è stata considerata, come attività che genera emissioni di PM10 anche l'erosione del vento sui cumuli di materiale depositati.

Al fine di poter determinare il fattore di emissione di tale azione è possibile riferirsi alla già citata guida dell'EPA. In questo caso il modello fa dipendere il fattore di emissione da due fattori che concorrono alla possibile emissione di particolato da parte del cumulo:

- il numero di "movimentazioni" ovvero di interferenze intese come deposito e scavo di materiale sul/dal cumulo;
- la velocità del vento a cui è sottoposto il cumulo stesso.

La formula per il calcolo del fattore di emissione è data pertanto da:

$$EF = k \sum_{i=1}^N P_i$$

dove k è la costante che tiene conto della grandezza della particella considerata, N è il numero di giorni l'anno in cui la superficie è sottoposta a "movimentazioni" e Pi è pari all'erosione potenziale corrispondente alla velocità massima del vento al giorno. Il valore di k è, anche in questo caso, tabellato.

Aerodynamic Particle Size Multiplier (k)			
30 µm	<15 µm	<10 µm	<2.5 µm
1,0	0,6	0,5	0,075

Tabella 4-18 Valori coefficiente aerodinamico (Fonte: EPA AP42)

In ultimo, l'erosione potenziale, Pi, parte dal concetto di profilo di velocità del vento, per il quale è possibile utilizzare la seguente equazione:

$$u(z) = \frac{u^*}{0,4} \ln \frac{z}{z_0}$$

in cui u è la velocità del vento e u\* rappresenta la velocità di attrito.

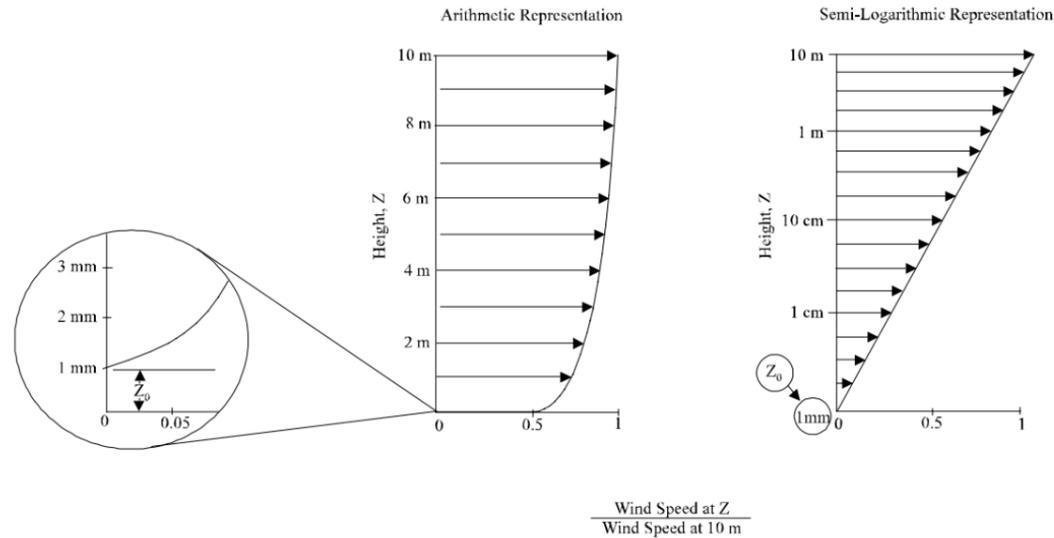


Figura 4-48 Illustrazione del profilo logaritmico della velocità (Fonte: EPA AP42)

L'erosione potenziale pertanto dipende dalla velocità di attrito e dal valore soglia della velocità d'attrito secondo l'equazione:

$$P = 58(u^* - u_t^*)^2 + 25(u^* - u_t^*)$$

Da tale espressione si evince come ci sia erosione potenziale solo qualora la velocità d'attrito superi il valore soglia. Per la determinazione di tale valore il modello individua una procedura sperimentale (cfr. 1952 laboratory procedure published by W. S. Chepil). Tuttavia, in mancanza di tali sperimentazioni è possibile fare riferimento ad alcuni risultati già effettuati e riportati in Tabella 4-19.

Material	Threshold Friction Velocity (m/s)	Roughness Height (cm)	Threshold Wind Velocity At 10 m (m/s)	
			Z0=act	Z0=0,5cm
Overburden	1,02	0,3	21	19
Scoria (roadbed material)	1,33	0,3	27	25
Ground coal (surrounding coal pile)	0,55	0,01	16	10
Uncrusted coal pile	1,12	0,3	23	21
Scraper tracks on coal pile	0,62	0,06	15	12
Fine coal dust on concrete pad	0,54	0,2	11	10

Tabella 4-19 Valore di velocità di attrito limite

La velocità del vento massima tra due movimentazioni può essere determinata dai dati meteorologici utilizzati per le simulazioni. Tali dati, essendo riferiti ad un'altezza dell'anemometro pari a 10 metri, non hanno bisogno di alcuna correzione e pertanto è possibile determinare la relazione.

$$u^* = 0,053u_{10}^+$$

in cui  $u_{10}^+$  è la massima intensità misurata nell'arco della giornata attraverso i dati sopracitati.

È importante, inoltre, evidenziare come tale formulazione sia valida per cumuli "bassi", ovvero cumuli per cui il rapporto altezza su diametro sia inferiore a 0,2. Nel caso in esame, in relazione all'operatività del cantiere si è ipotizzata la realizzazione di tali tipologie di cumuli. Non si necessita pertanto di ulteriori correzioni ed è quindi possibile determinare i casi in cui il valore di  $u^*$  supera il valore di  $u_t^*$ . A tale proposito si è scelto di fare riferimento alla classe "roadbed material".

Nel calcolo di  $u_{10}^+$  è stata considerata anche la presenza di eventuali raffiche. Ordinando i valori in senso decrescente in funzione dei diversi giorni dell'anno è possibile determinare il grafico di Figura 4-49.

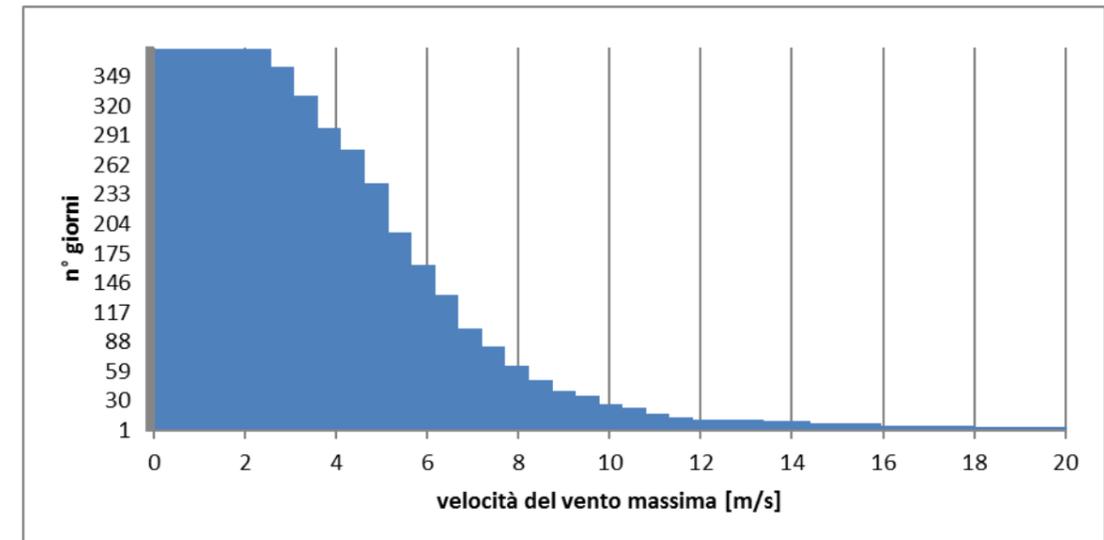


Figura 4-49 Velocità del vento max ordinata in senso crescente

Da tali valori è quindi stato possibile determinare i valori di  $u^*$  così come riportato in Figura 4-50.

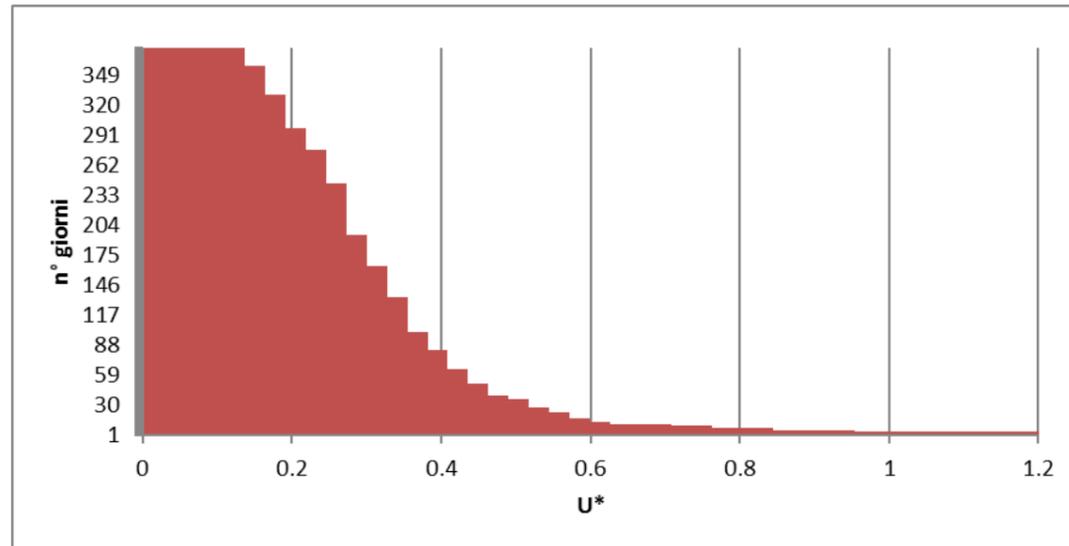


Figura 4-50 - Valori di  $u^*$  ordinati in senso crescente

Dall'analisi dei risultati emerge come  $u^*$  assuma valori soglia in due casi.

Determinati tutti i parametri è pertanto possibile calcolare il valore del fattore di emissione con le formule viste in precedenza.

N°	$U^*$ [m/s]	$U_t^*$ [m/s]	P	Valore P[g/m <sup>2</sup> ]
1	2,73	1,33	$P = 58(u^* - u_t^*)^2 + 25(u^* - u_t^*)$	148
2	2,73	1,33	$P = 58(u^* - u_t^*)^2 + 25(u^* - u_t^*)$	148

Tabella 4-20 Valore di P

Il fattore di emissione relativo al PM10 è stato stimato applicando la formula sottostante in cui k è stato preso pari a 0,5 considerando le dimensioni del PM<sub>10</sub>.

$$EF_{PM10} = k \sum_{i=1}^N P_i = 148 [g/m^2]$$

Al fine di ricavare il fattore di emissione espresso in g/s, come richiesto dal software, è necessario sapere l'area in cui sono presenti tali cumuli, considerata pari all'intera superficie delle aree di stoccaggio. Pertanto, per entrambe le aree di stoccaggio, di uguali dimensioni, il fattore di emissione per il PM<sub>10</sub> è pari a 0,00282 g/s.

#### I fattori di emissione relativi al transito dei mezzi su strade non asfaltate

Per il calcolo dell'emissione di particolato dovuto al transito di mezzi su strade non asfaltate si ricorre al modello emissivo proposto nel paragrafo 13.2.2 "Unpaved roads" dell'AP-42. Il rateo emissivo orario risulta proporzionale al volume di traffico e al contenuto di limo (silt) del suolo, inteso come particolato di diametro

inferiore a 75 µm. Il fattore di emissione lineare dell'iesimo tipo di particolato per ciascun mezzo EF (kg km) i per il transito su strade non asfaltate all'interno dell'area industriale è calcolato secondo la formula:

$$EF_i = k_i \times \left(\frac{s}{12}\right)^{a_i} \times \left(\frac{W}{3}\right)^{b_i} [kg/km]$$

dove i è il tipo di particolato, s il contenuto di limo del suolo in percentuale in massa (%), W il peso medio del veicolo (Mg) e  $k_i$ ,  $a_i$  e  $b_i$  sono coefficienti che variano a seconda del tipo di particolato, i cui valori sono riportati nella seguente figura.

	$k_i$	$a_i$	$b_i$
PTS	1.38	0.7	0.45
PM <sub>10</sub>	0.423	0.9	0.45
PM <sub>2.5</sub>	0.0423	0.9	0.45

Figura 4-51 Definizione coefficienti

Si specifica che la formulazione sopra riportata è valida per un intervallo di valori di limo (silt) compreso tra l'1.8% ed il 25.2%. Poiché la stima di questo parametro non è semplice e richiede procedure tecniche e analitiche precise, in mancanza di informazioni specifiche si suggerisce di considerare un valore all'interno dell'intervallo 12-22%. Nel caso in esame è stato considerato pari al 18%, come utilizzato precedentemente per i fattori di emissione relativi allo scotico e scavo di sbancamento del materiale superficiale.

Considerato, quindi, il peso medio dell'autocarro, i chilometri percorsi ed il numero medio di viaggi nell'unità di tempo è stato possibile calcolare il fattore di emissione di PM10 sul tratto di viabilità non asfaltata a ponente e a levante, pari rispettivamente a 0,054 g/s e 0,072 g/s.

Con la finalità di minimizzare le emissioni polverulente, si prevede la bagnatura delle piste di cantiere, per la quale si fa riferimento a quanto riportato nelle "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" elaborate da ARPA Toscana nella sezione 1.5.1 "Sistemi di controllo o abbattimento".

La tabella che segue, riportata nelle suddette linee guida, fornisce, nel caso di traffico medio maggiore di 10 transiti/ora (trh) (applicabile nel caso in esame), gli intervalli di tempo tra una bagnatura e l'altra [T(h)], in relazione alla quantità media di trattamento applicato (litri d'acqua / superficie), necessari ad ottenere abbattimenti, rispettivamente del 50%, 60%, 75%, 80% e 90%.

Efficienza di abbattimento	50%	60%	75%	80%	90%
Quantità media del trattamento applicato I (l/m <sup>2</sup> )					
0.1	2	1	1	1	1
0.2	3	3	2	1	1
0.3	5	4	2	2	1
0.4	7	5	3	3	1
0.5	8	7	4	3	2
1	17	13	8	7	3
2	33	27	17	14	7

**Tabella 4-21 Intervallo di tempo in ore tra due applicazioni successive T(h) per un valore di trh>10**

Dall'analisi della tabella si evince che, per il caso in esame, con una bagnatura di un litro per ogni metro quadrato di superficie, ripetuta almeno ogni 8 ore è possibile abbattere il rateo emissivo connesso alla movimentazione dei mezzi d'opera sulle piste non asfaltate di circa il 75%.

Pertanto, considerando tale coefficiente di riduzione, il fattore di emissione di PM10 relativo alle piste di cantiere di ponente e di levante risultano pari a 0,0135 g/s e 0,0180 g/s.

I fattori di emissione relativi ai gruppi elettrogeni

Durante le lavorazioni individuate per la configurazione critica è previsto l'utilizzo di due tipologie di gruppi elettrogeni, da 250 KWA e da 500 KWA. I primi sono funzionali agli impianti per bentonite per la realizzazione dei pali, nonché alla gru mobile a torre per la realizzazione delle pile. I secondi invece, saranno posizionati all'interno di ogni piazzola di assemblaggio impalcati per il funzionamento delle saldatrici.

Il fattore di emissione di PM10 relativo al funzionamento dei gruppi elettrogeni è pari a 0,05 g/cv\*h.

Considerato che i gruppi elettrogeni da 250 KWA corrispondono, come indicato dalla scheda tecnica a 200 KW, è stato possibile trasformare questi in cavalli (circa 270 cavalli). Allo stesso modo è stato effettuato il calcolo per i gruppi elettrogeni da 500 KWA. Pertanto, moltiplicando 0,05 per i cavalli e le ore di funzionamento e dividendo per il numero di secondi in un giorno, sono stati calcolati i fattori di emissione di PM10 per le due tipologie di gruppo elettrogeno, di seguito espressi in g/s.

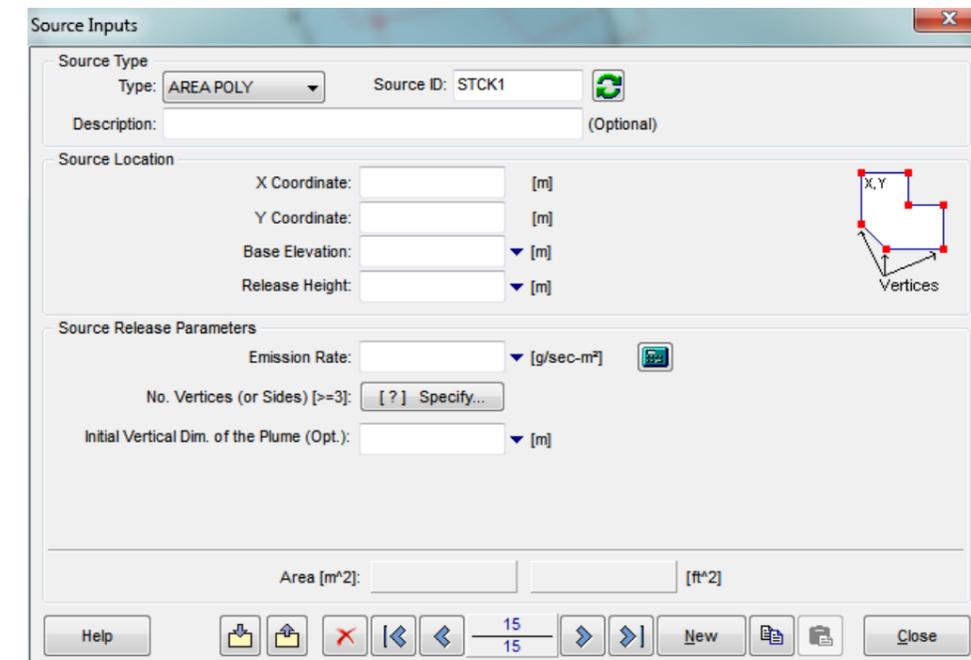
Attività di cantiere	Fattore di Emissione (PM10)
Gruppo elettrogeno da 250 KWA	0,00375 g/s
Gruppo elettrogeno da 500 KWA	0,00750 g/s

**Tabella 4-22 Fattori di emissione gruppo elettrogeno**

Modellazione delle sorgenti in AERMOD View

Una volta definiti i fattori di emissione è stato possibile implementare all'interno del modello le sorgenti emmissive. Al fine di considerare la situazione più critica si è proceduto con un'unica simulazione per stimare le concentrazioni di PM10 considerando la sovrapposizione degli effetti di più sorgenti.

In linea generale i dati richiesti dal software per la schematizzazione delle sorgenti areali sono quelli mostrati in Figura 4-52.



**Figura 4-52 Tipologico input per sorgenti areali software AERMOD View**

Nello specifico gli input inseriti sono:

- coordinate X,Y rispetto al baricentro della sorgente,
- altezza del terreno su cui è situata la sorgente,
- altezza della sorgente,
- fattore di emissione espresso in g/s m<sup>2</sup>.

L'altra tipologia di sorgente simulata all'interno del modello AERMOD View riguarda le piste non pavimentate.

Dal punto di vista modellistico la pista può essere schematizzata come una sorgente lineare areale i cui dati richiesti per la modellizzazione sono quelli mostrati in Figura 4-53.

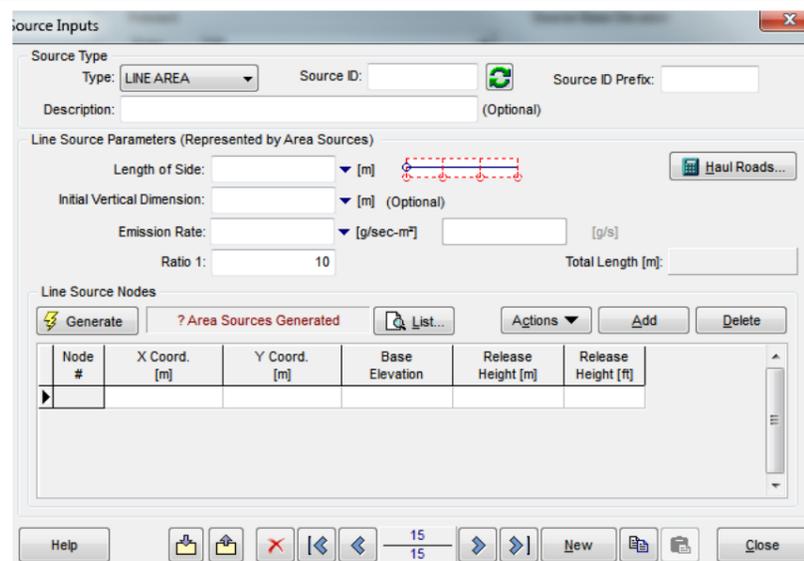


Figura 4-53 Dati di input per le sorgenti lineari-areali

Nello specifico ciò che occorre definire è:

- Larghezza del lato della sorgente lineare, espresso in metri;
- Dimensione verticale iniziale: meglio nota come Sigma Z, utilizzata al fine di identificare la quota iniziale verticale del “pennacchio” della sorgente verticale, espresso in metri;
- Tasso di emissione espresso in g/s m<sup>2</sup>;
- Lunghezza totale percorsa.

Definiti tali parametri è possibile generare, in maniera automatica delle sorgenti areali, che il software definisce in funzione dei numeri di nodi assegnati alla sorgente lineare.

I nodi assegnati richiedono i seguenti dati di input:

- Coordinate X-Y;
- Altezza della base della sorgente;
- Altezza del punto di rilascio degli inquinanti.

Tali valori, una volta definiti i nodi spazialmente, è possibile definirli attraverso il processore di calcolo “Haul Road Area Source Calculator”, il quale, impostando l’altezza media dei veicoli e la larghezza della strada consente di valutare la sigma z, ovvero l’altezza del “pennacchio”, così come larghezza del “pennacchio” prodotto dalla sorgente.

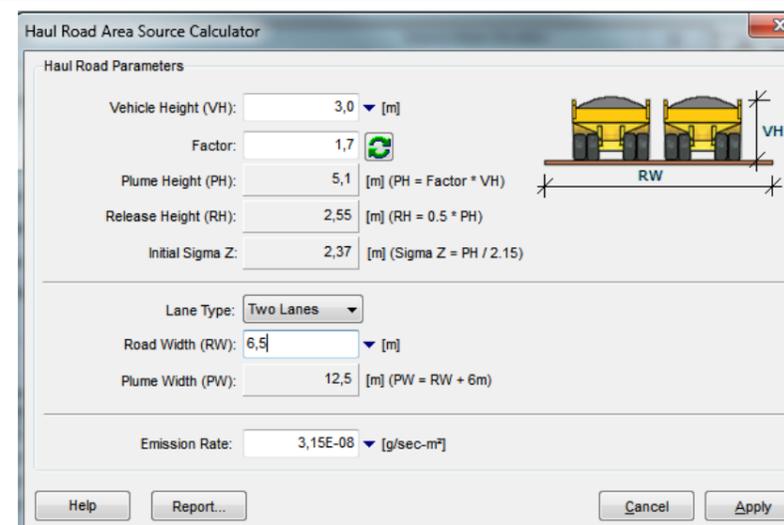


Figura 4-54 Haul Road Area Source Calculator contenuto all’interno del software AERMOD View

Tutti gli input sono stati, quindi, implementati all’interno del modello di simulazione al fine di ottenere i valori di concentrazione degli inquinanti durante la configurazione più critica della fase di cantiere.

Per un maggior dettaglio di seguito si riporta per ogni sorgente i fattori di emissione considerati per il PM10, in funzione delle attività previste su ogni area di cantiere, con riferimento a quanto stimato ai paragrafi precedenti.

Sorgenti	Codice	Fattore emissione PM10 (g/s)
Area lavoro Ponente	AL1	0,00354
Area di stoccaggio Ponente	AS1	0,00555
Area lavoro P12-P13	AL2	0,00354
Area lavoro Levante	AL3	0,00354
Area di stoccaggio Levante	AS2	0,00555
Gruppo elettrogeno 250 KWA	GE	0,00375
Gruppo elettrogeno 500 KWA	GE	0,00750
Pista Ponente	PP	0,01349
Pista Levante	PL	0,01798

Tabella 4-23 Fattori di emissione delle sorgenti

Nello specifico in ogni area di stoccaggio, a ponente e a levante è stato considerato il fattore di emissione relativo all’attività di carico e scarico del materiale, nonché quello relativo all’erosione del vento dai cumuli.

Per le sorgenti caratterizzate dalle aree di scavo, invece, come fattore di emissione si è considerata la somma dei fattori di emissioni stimati per le attività di scavo e di carico e scarico del materiale. Per la sorgente

relativa alle piste di cantiere, poi, si è considerato il fattore di emissione relativo al transito dei mezzi su strade non asfaltate. Per i gruppi elettrogeni è stato associato un fattore di emissione di un autoveicolo corrispondente per potenza al gruppo elettrogeno previsto in cantiere.

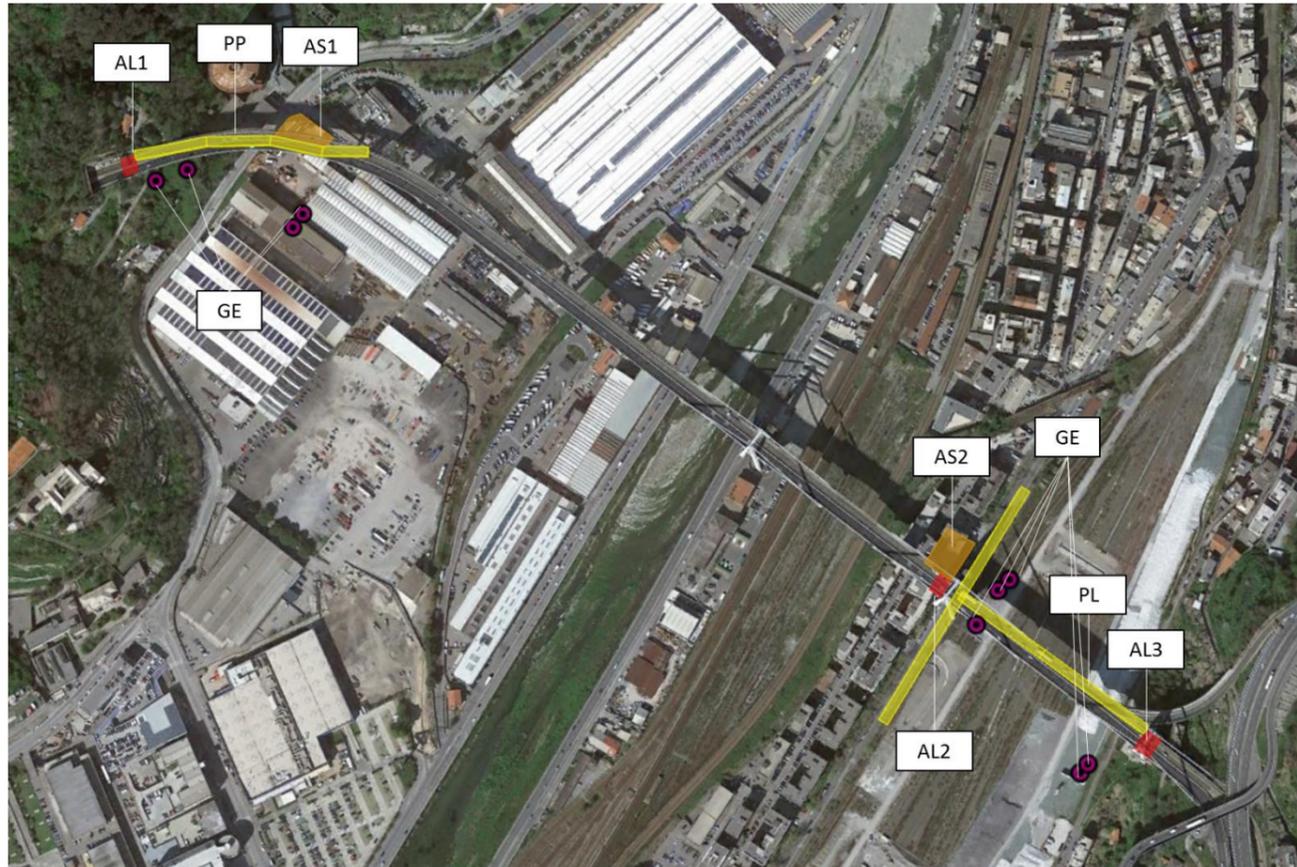


Figura 4-55 Rappresentazioni sorgenti areali, lineari e puntuali

Definizione dei punti di calcolo

Ultimo step dell'analisi prima dell'applicazione del modello di simulazione è la definizione di una maglia di punti di calcolo al fine di poter pervenire alla definizione di curve di isoconcentrazione.

A tale scopo occorre soddisfare la duplice necessità di avere una maglia di calcolo spazialmente idonea a poter descrivere una porzione di territorio sufficientemente ampia e dall'altro di fissarne un passo adeguato al fine di non incrementare inutilmente l'onerosità dei calcoli.

Seguendo tali principi la maglia regolare individuata ha le seguenti caratteristiche.

<b>Coordinate del centro della maglia Asse X</b>	491124,70
<b>Coordinate del centro della maglia Asse Y</b>	4919217,59
<b>Passo lungo l'asse X</b>	100
<b>Passo lungo l'asse Y</b>	100
<b>N° di punti lungo l'asse X</b>	20
<b>N° di punti lungo l'asse Y</b>	20
<b>N° di punti di calcolo totali</b>	400

Tabella 4-24 Coordinate maglia dei punti di calcolo

Si è fatto riferimento, inoltre, ad alcuni punti recettori rappresentativi degli edifici più vicini alle aree di lavorazione simulate. Sono stati, quindi, presi in considerazione 18 ricettori (da R1 a R16: ricettori residenziali; R17 e R18 ricettori sensibili).

Punto	Uso	Coordinate X	Coordinate Y
R1	Residenziale	490544	4919425
R2	Residenziale	490515	4919334
R3	Residenziale	490579	4919305
R4	Residenziale	490866	4919566
R5	Residenziale	491218	4919034
R6	Residenziale	491255	4919034
R7	Residenziale	491202	4919001
R8	Residenziale	491229	4918983
R9	Residenziale	491329	4919168
R10	Residenziale	491291	4919245
R11	Residenziale	491516	4919104
R12	Residenziale	491520	4919131
R13	Residenziale	491541	4919143
R14	Residenziale	491458	4918902
R15	Residenziale	491435	4918894
R16	Residenziale	491602	4918898
R17	Scuola	491500	4918779
R18	Scuola	491531	4918749

Tabella 4-25 Punti recettori per ogni scenario di riferimento



Figura 4-56 Localizzazione ricettori

Punto	Concentrazioni max giornaliero PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Concentrazioni fondo centralina [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Concentrazioni max giornaliero totale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
R1	11,29	24,18	35,47
R2	14,96	24,18	39,14
R3	13,29	24,18	37,47
R4	1,28	24,18	25,46
R5	8,37	24,18	32,55
R6	22,96	24,18	47,14
R7	7,92	24,18	32,10
R8	16,32	24,18	40,50
R9	10,89	24,18	35,07
R10	3,60	24,18	27,78
R11	4,26	24,18	28,44
R12	3,87	24,18	28,05
R13	3,14	24,18	27,32
R14	11,98	24,18	36,16
R15	13,44	24,18	37,62
R16	2,15	24,18	26,33
R17	3,87	24,18	28,05
R18	2,85	24,18	27,03

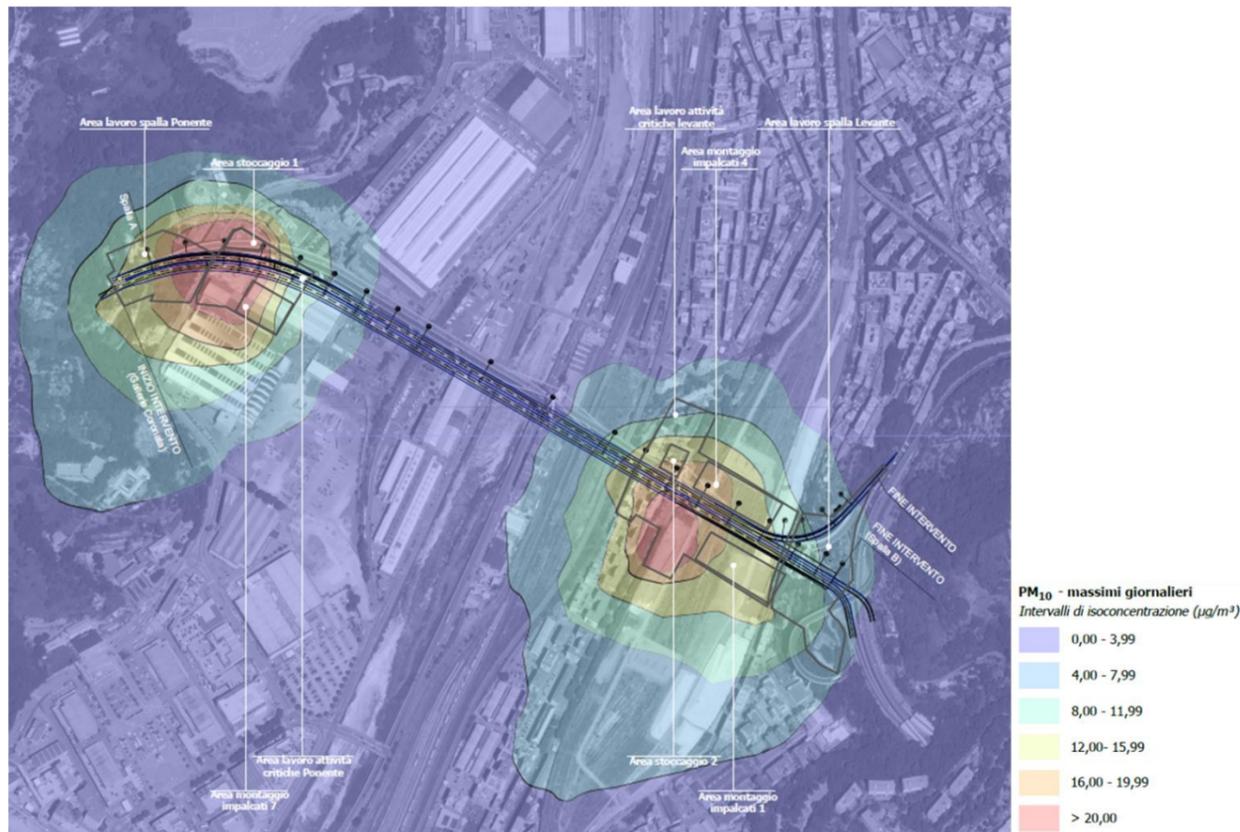
Tabella 4-26 Risultati concentrazioni massime giornaliere PM10 sui ricettori

I dati di output

Le concentrazioni massime giornaliere di PM10 calcolate in prossimità dei ricettori più vicini alle sorgenti simulate sono di seguito riportate. Ai valori risultanti è stato sommato il valore di fondo caratterizzato dalla media annua di PM10 registrato nel 2018 dalla centralina di Via Buoizzi – Genova, con la finalità di effettuare per ogni ricettore il confronto con il limite normativo, pari a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Alla luce dei risultati emersi emerge come le concentrazioni massime giornaliere totali di PM10 in prossimità dei ricettori non superino mai il limite normativo. Si prevede comunque di effettuare il monitoraggio della qualità dell'aria in corso d'opera (per i dettagli si rimanda al Progetto di Monitoraggio Ambientale (cod. NG1200E22RGMA0000C01)).

Per quanto riguarda invece l'output delle simulazioni sull'intera maglia di calcolo si può osservare la figura sotto riportata.



**Figura 4-57 Risultati concentrazioni massime giornaliere PM10 sulla maglia di calcolo (stralcio figura fuori testo F.1.9 “Aree di cantiere - Concentrazioni PM10”)**

Si specifica come tale configurazione di concentrazioni di PM10 rappresenti la situazione più critica, considerando cautelativamente la contemporaneità di tutte le lavorazioni previste durante il mese di settembre 2019. Con la finalità di ridurre la diffusione delle polveri verranno adottate idonee misure di prevenzione e ottimizzazione, anche in considerazione della presenza di amianto sul sito di intervento, per le quali si rimanda al Par. 4.3.3.

In merito della presenza di amianto, con riferimento al Parco Ferroviario di Piazza d’Armi, si specifica che è in corso un procedimento di bonifica ai sensi dell’art 245 del D.Lgs. 152/2006, identificato presso il comune di Genova con il Protocollo 233/BF.

Tale Procedimento è giunto all’approvazione di un Progetto di Bonifica, approvato con Determina Dirigenziale N. 2011-151.2.0-14 del Comune di Genova e che non prevede alcun intervento di bonifica nell’area del Parco Ferroviario di Piazza d’Armi. Infatti, l’Analisi di Rischio ha appurato che l’amianto contenuto nel terreno non costituisce un rischio ambientale e sanitario, ma esclusivamente un rischio per eventuali lavoratori che dovessero eseguire scavi e movimentazioni del terreno stesso.

La Determina Dirigenziale approvativa del progetto di bonifica ha pertanto prescritto che “*Nel caso si procedesse ad eseguire scavi e/o movimentazioni terreni all’interno delle aree del Parco Ferroviario, dovrà essere preventivamente presentato un piano di lavoro al competente della ASL al fine di individuare le necessarie cautele da adottare per ridurre il rilascio di fibre di amianto (rilevato in fase di caratterizzazione) a tutela dei lavoratori e dell’ambiente circostante*”. Tale adempimento verrà attuato per gli scavi che saranno realizzati entro il perimetro del sito del Parco Ferroviario di Piazza d’Armi.

Si specifica che dalle indagini effettuate in fase progettuale, la concentrazione di amianto misurata in SEM sui campioni di terreno prelevati dai sondaggi eseguiti a scopo geognostico è risultata presente ma inferiore ai limiti di rilevabilità strumentale. Come noto sull’area in esame, ed in linea con le indicazioni fornite dagli Enti di controllo per la gestione del tema amianto durante le fasi di lavoro nello stesso contesto territoriale, verranno opportunamente posizionate centraline per il monitoraggio delle fibre aerodisperse nel rispetto di quanto definito dal Testo Unico 81/2008 in materia di sicurezza dei lavoratori ed ambienti di vita, nell’ambito della predisposizione del PSC e del Piano di Lavoro. A tal proposito si evidenzia che il puntuale posizionamento verrà definito anche in relazione al dettagliato programma operativo delle lavorazioni. Tali attività di monitoraggio saranno preventivamente condivise con ARPA e l’ASL competenti sul territorio. Si rammenta che le attività di demolizione (e la gestione dell’amianto in tale fase) non è oggetto del presente documento.

La stima delle concentrazioni di PM10, NOx e CO prodotte dai traffici di cantiere

Di seguito si riporta la metodologia utilizzata per la stima delle concentrazioni di inquinanti prodotte dal traffico di cantiere circolante sulla viabilità individuata (cfr. par. 3.3).

Il primo passo per la stima delle concentrazioni, come visto sopra, è il calcolo del fattore di emissione. Nel caso specifico, in considerazione delle emissioni prodotte dallo scarico dei mezzi pesanti utilizzati in fase di cantiere per soddisfare l’approvvigionamento e lo smaltimento del materiale dalle aree di lavoro ai siti e viceversa, i fattori di emissione sono stati calcolati su ogni tratto della viabilità di cantiere presa in considerazione per le analisi modellistiche. Si specifica che come ambito di riferimento ci si è fermati al collegamento autostradale.

Attraverso l’applicazione del software COPERT 5 è stato possibile stimare l’emissione prodotta da un autocarro tra le 26 e le 28 tonnellate, ipotizzato Euro V e considerata una velocità media pari a 40 km/h. Da tale valore, calcolato per gli inquinanti di interesse (PM10, NOx e CO), conoscendo il TGM e la lunghezza dei diversi tratti di riferimento, è stato stimato il fattore di emissione espresso in grammi al secondo per ogni tratto della viabilità, come di seguito riportato.

Sorgente lineare	Fattore di emissione PM10 [g/s]	Fattore di emissione NOx [g/s]	Fattore di emissione CO [g/s]
LINK 1	0.0000264	0.0027397	0.0008091
LINK 2	0.0001243	0.0129200	0.0038155
LINK 3	0.0000492	0.0051143	0.0015103
LINK 4	0.0000204	0.0021233	0.0006270
LINK 5	0.0000939	0.0097548	0.0028808
LINK 6	0.0000308	0.0032029	0.0009459
LINK 7	0.0001525	0.0158470	0.0046799
LINK 8	0.0000607	0.0063045	0.0018618
LINK 9	0.0000953	0.0099046	0.0029250
LINK 10	0.0003558	0.0369783	0.0109204
LINK 11	0.0002692	0.0279776	0.0082623
LINK 12	0.0000124	0.0012887	0.0003806
LINK 13	0.0000200	0.0020828	0.0006151
LINK 14	0.0006994	0.0726920	0.0214674

Tabella 4-27 Stima dei fattori di emissione di PM10, NOx e CO dovuti al traffico veicolare

Una volta definiti i fattori di emissione è stato possibile implementare all'interno del modello le sorgenti lineari. Come già visto, dal punto di vista modellistico la pista può essere schematizzata come una sorgente lineare areale, in cui è necessario definire la larghezza del lato della sorgente lineare, la dimensione verticale iniziale, il tasso di emissione espresso in g/s e la lunghezza totale percorsa.

Definiti tali parametri è possibile generare, in maniera automatica delle sorgenti areali, che il software definisce in funzione dei numeri di nodi assegnati alla sorgente lineare. Nella figura sottostante si riporta la rappresentazione su Google Earth delle sorgenti lineari considerate.

Tutti gli input sono stati, quindi, implementati all'interno del modello di simulazione al fine di ottenere i valori di concentrazione degli inquinanti di interesse.

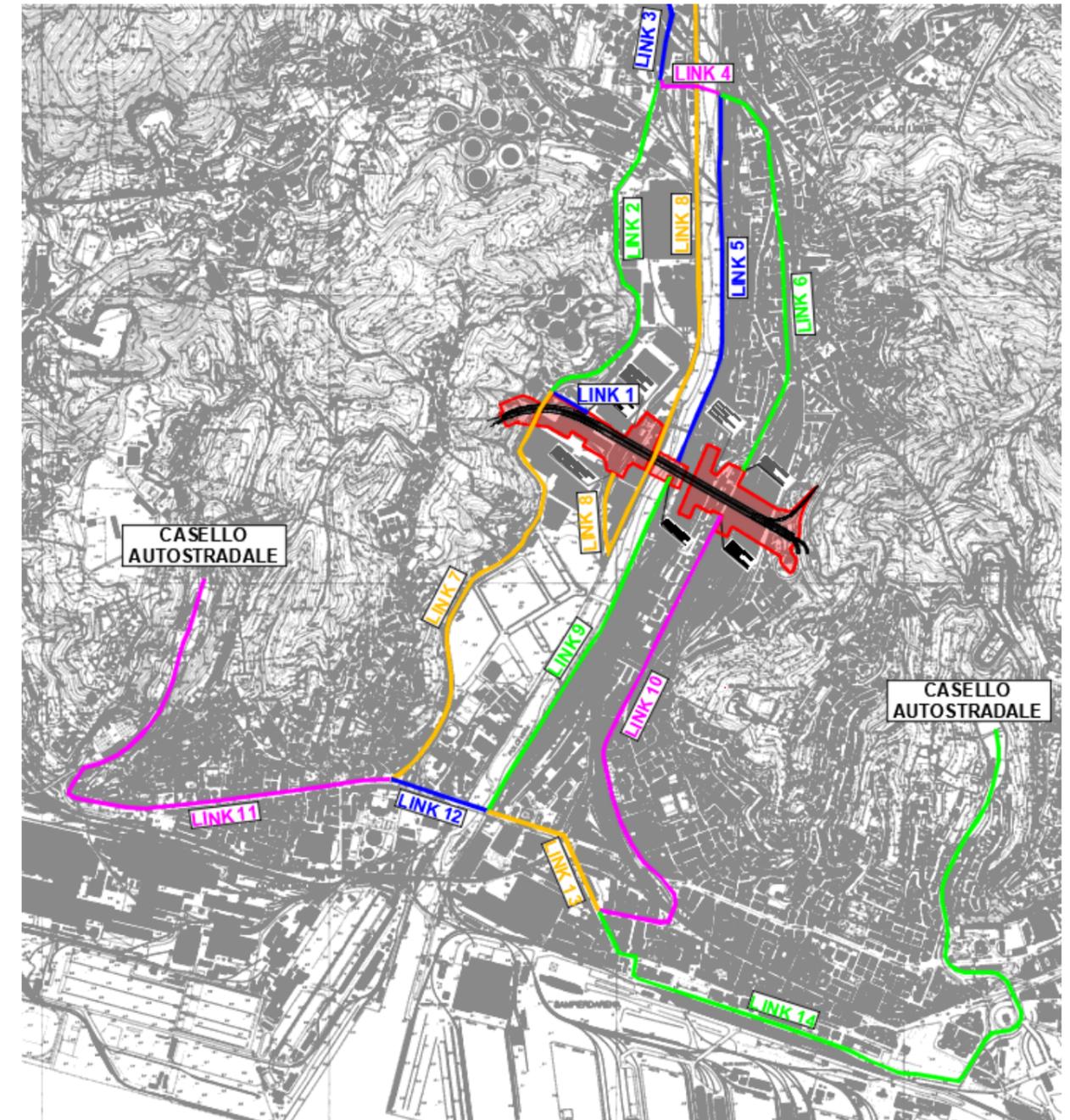


Figura 4-58 Rappresentazione sorgenti lineari simulate

Ultimo step dell'analisi prima dell'applicazione del modello di simulazione è la definizione di una maglia di punti di calcolo al fine di poter pervenire alla definizione di curve di isoconcentrazione.

A tale scopo occorre soddisfare la duplice necessità di avere una maglia di calcolo spazialmente idonea a poter descrivere una porzione di territorio sufficientemente ampia e dall'altro di fissarne un passo adeguato al fine di non incrementare inutilmente l'onerosità dei calcoli.

Seguendo tali principi la maglia regolare individuata ha le seguenti caratteristiche.

<b>Coordinate del centro della maglia Asse X</b>	490915,78
<b>Coordinate del centro della maglia Asse Y</b>	4918952,72
<b>Passo lungo l'asse X</b>	250
<b>Passo lungo l'asse Y</b>	250
<b>N° di punti lungo l'asse X</b>	20
<b>N° di punti lungo l'asse Y</b>	20
<b>N° di punti di calcolo totali</b>	400

Tabella 4-28 Coordinate maglia dei punti di calcolo

I dati di output

I risultati delle simulazioni, in cui sono stati valutati gli effetti del traffico veicolare indotto dal cantiere sul fattore aria e clima, sono riportati nelle figure sottostanti, in cui emergono le curve di isoconcentrazione dei massimi giornalieri per l'NOx, il PM10 e la CO.

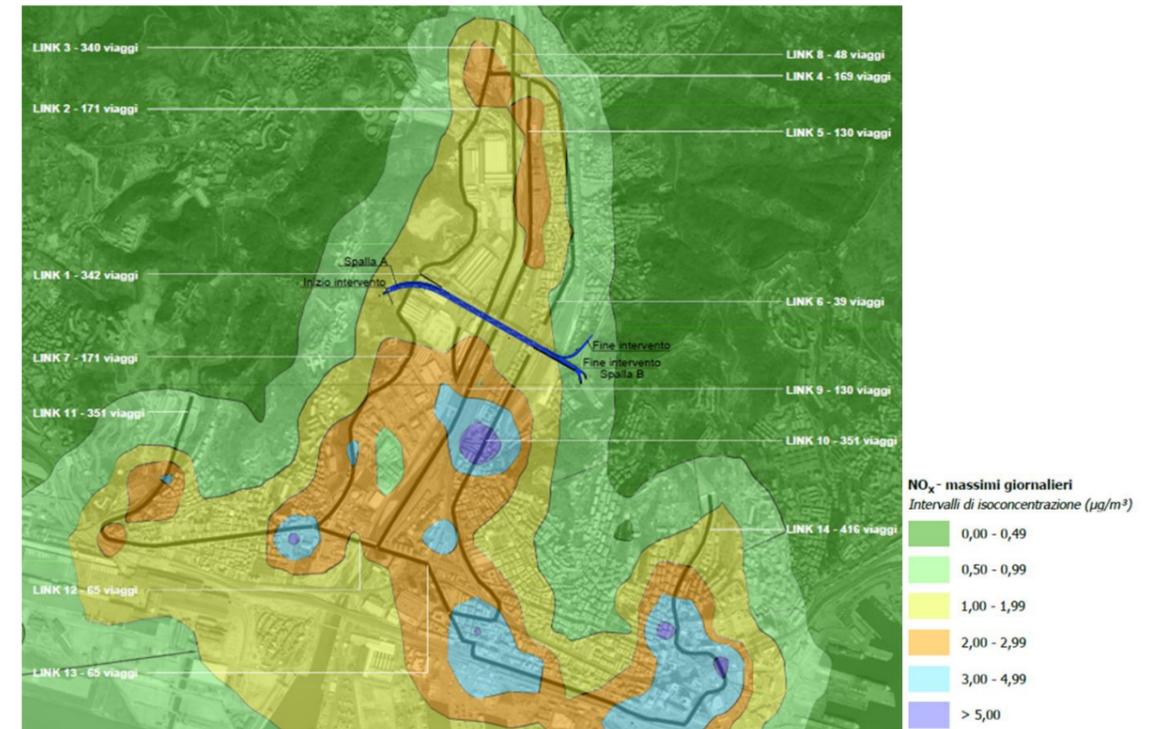


Figura 4-60 Concentrazioni massime giornaliere NOx (stralcio figura fuori testo F.1.11 "Traffici di cantiere - Concentrazioni NOx")

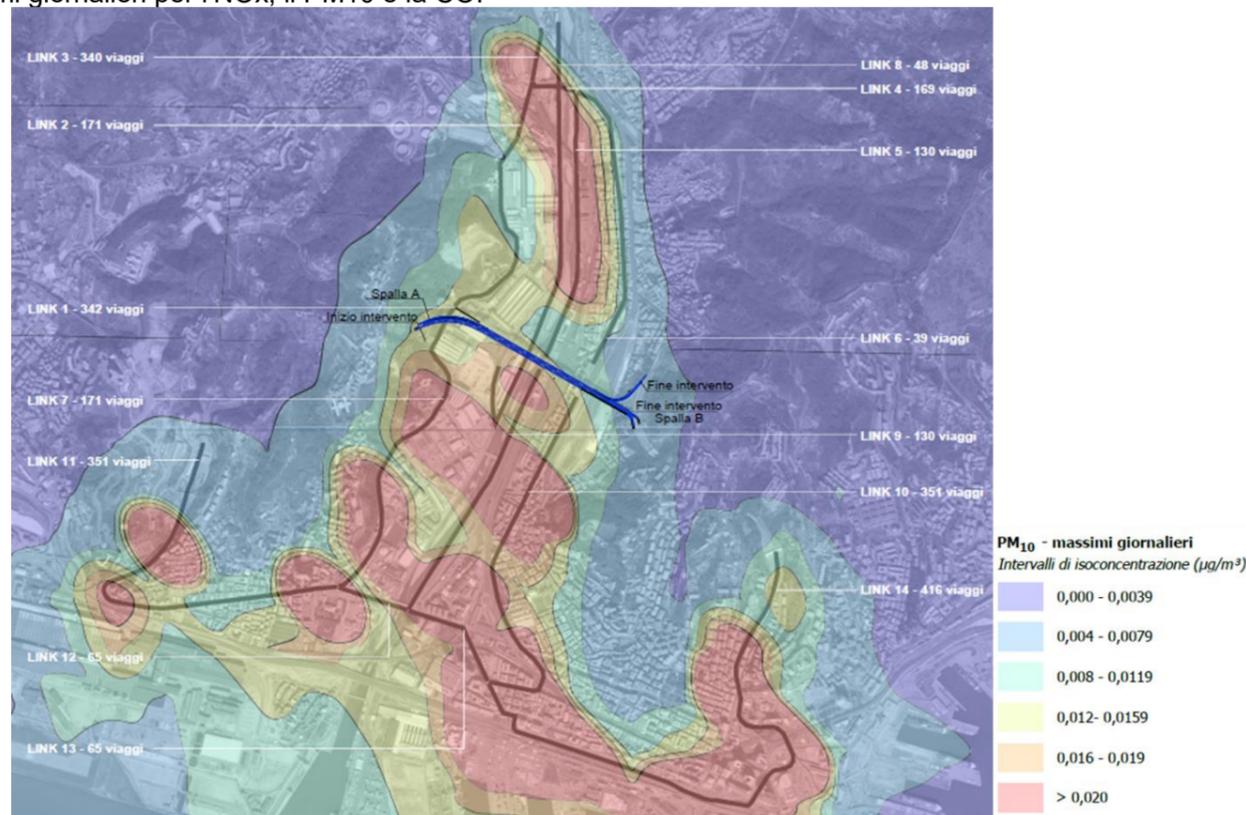
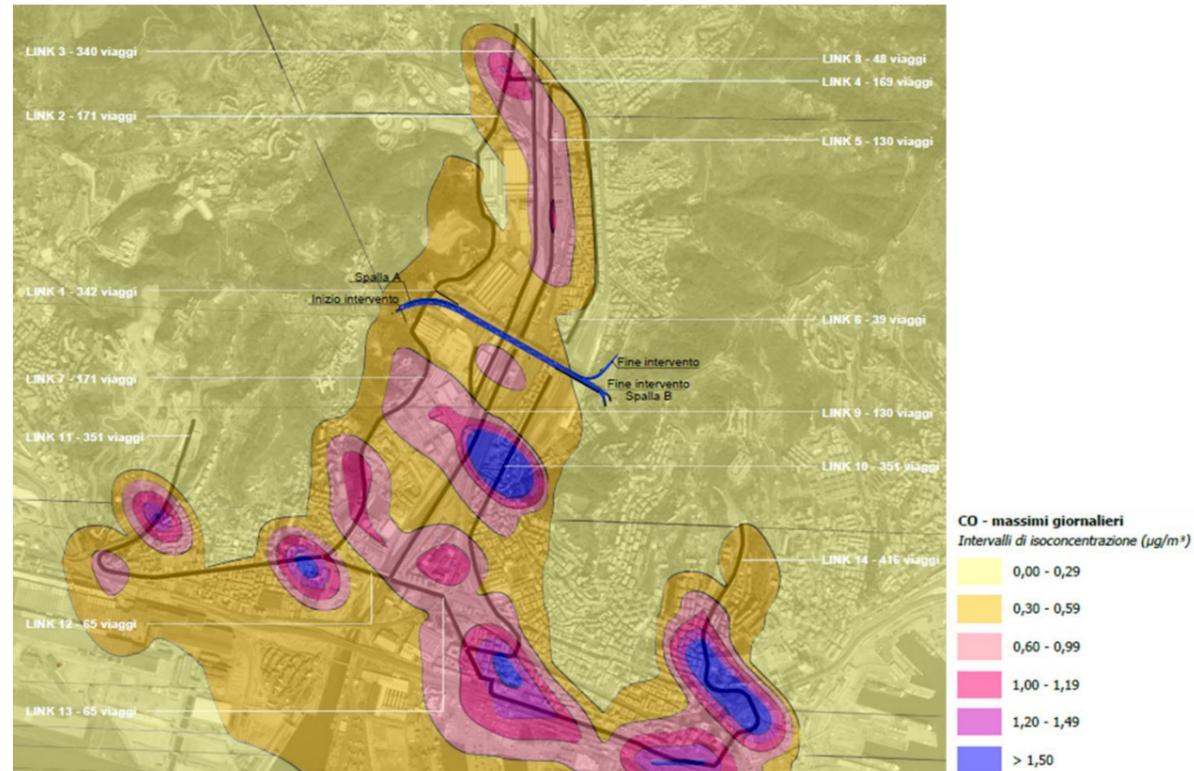


Figura 4-59 Concentrazioni massime giornaliere PM10 (stralcio figura fuori testo F.1.10 "Traffici di cantiere - Concentrazioni PM10")



**Figura 4-61 Concentrazioni massime giornaliere CO (stralcio figura fuori testo F.1.12 "Traffici di cantiere - Concentrazioni CO")**

Dalle figure sopra riportate è possibile osservare come in termini di massimi giornalieri le concentrazioni di PM10, NOx e CO prodotte dal traffico indotto dal cantiere non risultino molto elevate.

Con la finalità di effettuare il confronto con il limite normativo, in considerazione del valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento, sono state stimate le concentrazioni degli inquinanti nell'intervallo temporale di riferimento per cui viene definito il valore limite.

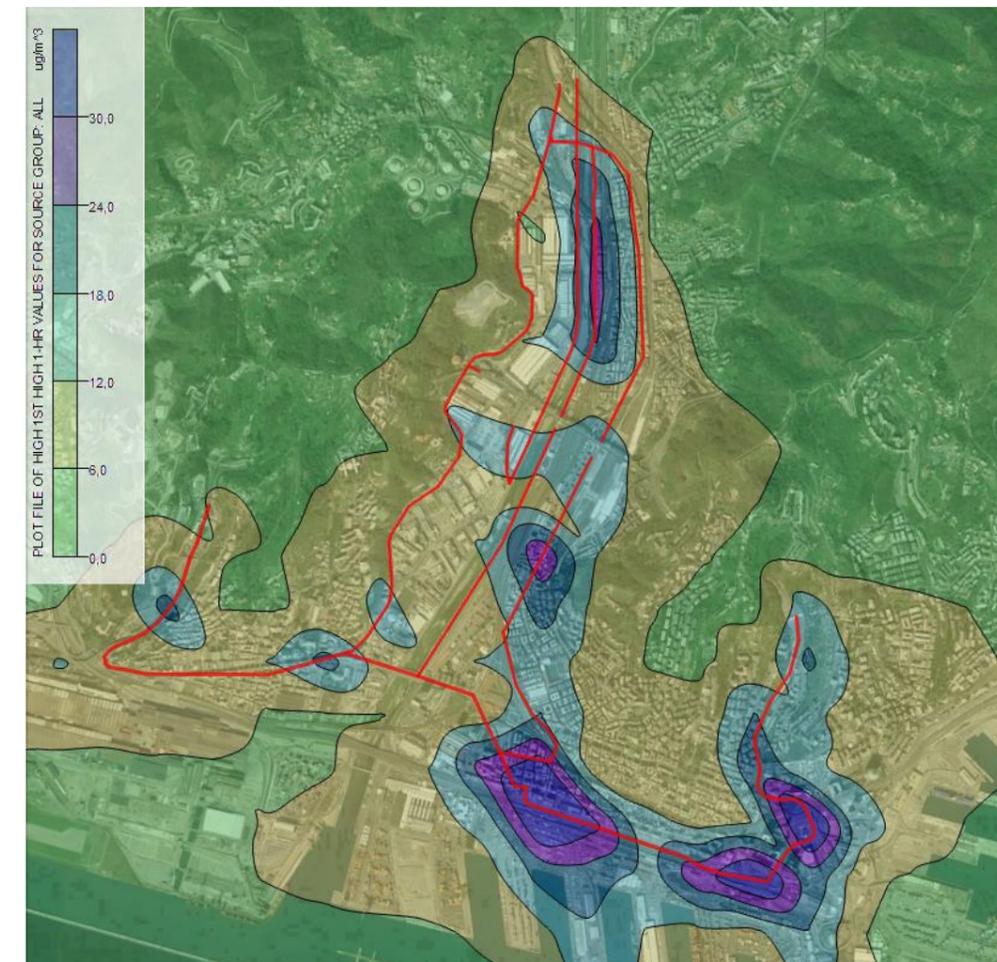
Per quanto riguarda il PM10, il limite imposto è proprio sui massimi giornalieri ed è pari a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pertanto, con riferimento alla Figura 4-59 in cui emergono valori di PM10 molto bassi, e considerando il valore di fondo pari a 24,18, è possibile concludere che il contributo emissivo del traffico indotto dal cantiere rispetta il valore limite.

Per quanto concerne, invece, l'NOx e la CO, la normativa impone dei valori di soglia che rispettivamente fanno riferimento ai massimi orari per l'NO2 e alla massima media su 8 ore consecutive per la CO. Si specifica come l'NO2 rappresenti una quota parte dell'NOx; in particolare, facendo riferimento a fonti bibliografiche e nello specifico ad "ARPA Emilia Romagna"<sup>5</sup>, è stato evidenziato come il valore del rapporto  $\text{NO}_2/\text{NO}_x$  sia pari al 10%:

<sup>5</sup> Arpa Emilia Romagna

*"...si può ritenere che la produzione di  $\text{NO}_2$ , quale inquinante primario, sia pari al 10% dell'ossido di azoto complessivamente generato..."*

Di seguito si riporta la rappresentazione delle curve di isoconcentrazione dei massimi orari di NOx prodotte dal traffico indotto dal cantiere sulla viabilità individuata.



**Figura 4-62 Concentrazioni massime orarie NOx**

Tenendo in considerazione l'affermazione di ARPA Emilia Romagna è possibile stimare le concentrazioni massime di NO2, che risultano essere molto basse, con i valori più alti circa pari a  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  NOx), in prossimità di alcuni tratti di viabilità, in particolare della Via Aurelia. Pertanto, il contributo di NO2 associato ai traffici di cantiere non risulta significativo, ma si evidenzia la situazione già critica di fondo, rispetto al quale la centralina di riferimento come media annua del 2018 ha registrato un valore superiore al limite pari a 54,68

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pur sommando i massimi valori orari risultanti dalla simulazione con il valore di fondo, viene garantito il rispetto del limite normativo per le concentrazioni massime orarie, pari a  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

In ultimo, in merito alla CO, di seguito si riporta la rappresentazione delle curve di isoconcentrazione delle massime medie su 8 ore consecutive.

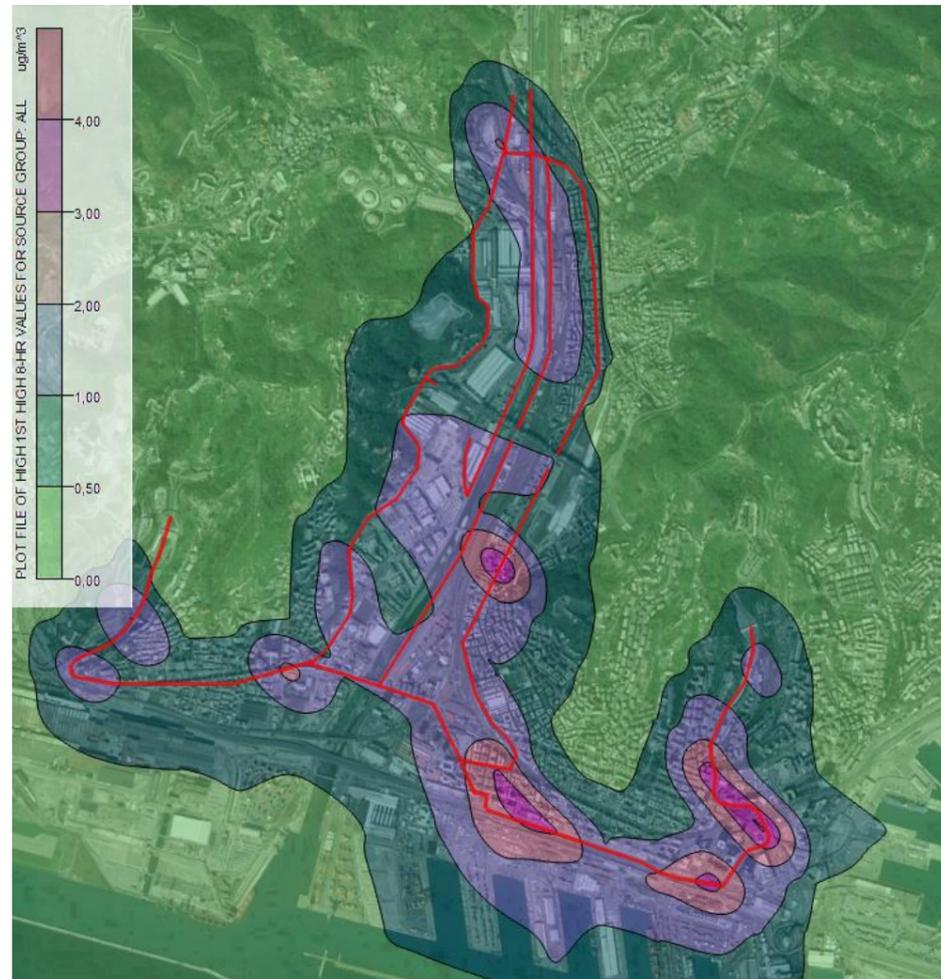


Figura 4-63 Concentrazioni massime medie su 8 ore consecutive CO

Come è possibile osservare dalla figura, i valori di CO, espressi in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , risultano molto bassi. Valori superiori a  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $0,004\text{mg}/\text{m}^3$ ) si riscontrano in prossimità di alcuni tratti di viabilità. Pur sommando a tali valori il fondo di riferimento, pari a  $0,72 \text{ mg}/\text{m}^3$  e caratterizzato dalla media annua per la CO registrata dalla centralina di Via Buozzi presa come riferimento, è possibile constatare che il limite normativo di  $10 \text{ mg}/\text{m}^3$  non viene mai raggiunto. Pertanto, non si rilevano criticità per l'inquinante in esame.

In merito a quanto evidenziato dalle simulazioni sulle concentrazioni di NOx, PM10 e CO prodotte dal traffico di cantiere stimato sulla viabilità considerata per la configurazione critica, è possibile affermare che non essendoci criticità legate al contributo di cantiere per tale viabilità e tali flussi, non si avranno criticità sulle altre viabilità non considerate nella simulazione e utilizzate dai mezzi di cantiere per garantire i collegamenti da e per i principali siti di conferimento e approvvigionamento. Infatti, tali viabilità, caratterizzate in alcuni casi da un contesto simile a quello in cui si inseriscono le viabilità oggetto di simulazione, prevedono dei traffici sicuramente inferiori interessati esclusivamente da quei veicoli che devono raggiungere i siti specifici di conferimento o approvvigionamento del materiale.

#### 4.3.2.3. La stima delle emissioni di CO2

Considerando quanto esplicitato al Par. 4.3.1.4 in merito alle emissioni di gas serra, che rappresentano una delle principali cause del cambiamento climatico del nostro pianeta, è emerso come il gas serra che fornisce il maggior contributo emissivo sia la CO2. Per tali ragioni nel presente paragrafo vengono stimate le emissioni di anidride carbonica prodotte dalla circolazione dei mezzi di cantiere sulla viabilità utilizzata dagli stessi.

Il fattore di emissione dei mezzi di cantiere circolanti su tale viabilità è stato associato ad un mezzo pesante tra le 26 e le 28 tonnellate, di Euro 5, per il quale dalla Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale, è stato assunto come fattore di emissione per la CO2 circa  $700 \text{ g}/\text{km}$  per singolo veicolo. Essendo a conoscenza dei traffici indotti stimati sulla viabilità di cantiere per ogni arco della rete, così come visti al Par. 4.3.2.2, e conoscendo le lunghezze di ogni arco, è stato possibile calcolare le emissioni di CO2 espresse in tonnellate al giorno. Con la finalità di stimare le emissioni totali di CO2 per l'intera durata del cantiere, queste sono state moltiplicate per i 9 mesi complessivi in cui è prevista la realizzazione del Viadotto Polcevera.

Sorgente lineare	Emissioni di CO2 [t/g]	Emissioni di CO2 [t]
LINK 1	0.0013865	0.37436175
LINK 2	0.0065386	1.765425375
LINK 3	0.0025883	0.6988275
LINK 4	0.0010746	0.29013075
LINK 5	0.0049368	1.3329225
LINK 6	0.0016209	0.437653125
LINK 7	0.0080199	2.165373
LINK 8	0.0031906	0.861462
LINK 9	0.0050126	1.3533975
LINK 10	0.0187142	5.0528205
LINK 11	0.0141590	3.8229345



Sorgente lineare	Emissioni di CO2 [t/g]	Emissioni di CO2 [t]
LINK 12	0.0006522	0.176085
LINK 13	0.0010541	0.2846025
LINK 14	0.0367883	9.932832

**Tabella 4-29 Emissioni di CO2 prodotte dal traffico di cantiere**

Alla luce del calcolo effettuato, si può concludere che durante la fase di cantierizzazione verranno emessi in totale, sull'intera viabilità di cantiere utilizzata dai mezzi pesanti, circa 30 tonnellate.

#### 4.3.3. Le misure di prevenzione e ottimizzazione

Durante le attività di cantiere è necessario limitare per quanto possibile le emissioni in atmosfera dovute a:

- movimentazione dei materiali (operazioni di carico/scarico);
- operazioni di scotico, scavo, ritombamento e riporto del terreno;
- traffico veicolare dei mezzi sulle piste di cantiere;
- sollevamento delle polveri dai depositi di materiale all'aperto ad opera degli agenti atmosferici.

Al fine di ridurre gli impatti saranno previste le seguenti misure di mitigazione:

- Monitoraggio visivo quotidiano dello stato del cantiere;
- Copertura dei carichi che possono essere dispersi in fase di trasporto;
- Pulizia ad umido, anche con impiantistica di lavaggio ruote a circuito chiuso, degli pneumatici e delle parti sporche dei mezzi prima di immettersi nella viabilità ordinaria. Si tratta di impianti costituiti da una griglia sormontata da ugelli disposti a diverse altezze che spruzzano acqua in pressione con la funzione di lavare le ruote degli automezzi in uscita dai cantieri e dalle aree di lavorazione, per prevenire la diffusione di polveri, come pure l'imbrattamento della sede stradale all'esterno del cantiere;
- Irrorazione dei cumuli di materiale inerte stoccato e umidificazione delle piste di cantiere;
- Installazione di reti antipolvere lungo il perimetro del cantiere;
- Definizione di un layout di cantiere tale che le potenziali sorgenti di produzione di polveri siano il più lontano possibile dai ricettori critici (edifici ed aree residenziali sottovento);
- Limitazione della velocità dei mezzi sulle piste di cantiere (non superiore ai 30 km/h);
- In caso di soste prolungate dei mezzi provvedere allo spegnimento del motore;

Il materiale di scavo da gestire come sottoprodotto sarà per quanto possibile stoccato in prossimità delle aree di scavo, per esigenze di cantiere saranno individuate all'interno del perimetro due aree di maggiori dimensioni (un'area lato levante ed un'area lato ponente).

L'operazione di umidificazione, che riveste particolare importanza nel controllo della diffusione di polveri, sarà effettuata, anche mediante l'utilizzo di autobotti, tenendo conto del periodo stagionale, con incremento della frequenza delle bagnature durante la stagione estiva.

Gli interventi di bagnatura andranno comunque effettuati ogni qualvolta se ne registri la necessità.

Saranno predisposti opportuni interventi di bagnatura delle piste, delle superfici di cantiere, quali in particolare le aree di lavoro, e delle aree di stoccaggio terreni che consentiranno di contenere la produzione di polveri.

Tali interventi saranno effettuati tenendo conto del periodo stagionale con incremento della frequenza delle bagnature durante la stagione estiva. Si osserva che l'efficacia del controllo delle polveri con acqua dipende essenzialmente dalla frequenza delle applicazioni e dalla quantità d'acqua per unità di superficie impiegata in ogni trattamento, in relazione al traffico medio orario e al potenziale medio di evaporazione giornaliera del sito. Si prevede di impiegare circa 1 l/m<sup>2</sup> per ogni trattamento di bagnatura, ogni 8 ore, per ottenere un abbattimento delle emissioni del 75%.

#### Spazzolatura della viabilità

Mentre l'intervento sopra descritto di bagnatura verrà operato sulle piste sterrate ed all'interno delle aree di cantiere, sulla viabilità esterna interessata dal traffico dei mezzi di cantiere, nei tratti prossimi alle aree di cantiere, si adotteranno misure di abbattimento della polverosità tramite spazzolatura ad umido.

Tale operazione verrà condotta in maniera sistematica su tutte le viabilità interessate da traffico di mezzi pesanti che si dipartono dalle piste o dai cantieri, per tutto il periodo in cui tali viabilità saranno in uso da parte dei mezzi di cantiere.

La cadenza prevista sarà pari a circa 2 giorni lavorativi, ovvero circa 8 volte al mese, che coincidono con 96 volte all'anno.

#### 4.4. Clima acustico

##### 4.4.1. Contesto ambientale e territoriale

###### 4.4.1.1. Inquadramento normativo

###### Normative nazionali

- Legge 26 ottobre 1995, n. 447 - Legge quadro sull'inquinamento acustico;
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore in GU n. 280 del 01/12/97;
- D.P.C.M. 1 marzo 1991 - Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno;

- D.M. 16 marzo 1998 - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico;
- Decreto del Presidente della Repubblica del 30 marzo 2004, n. 142 - Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447.

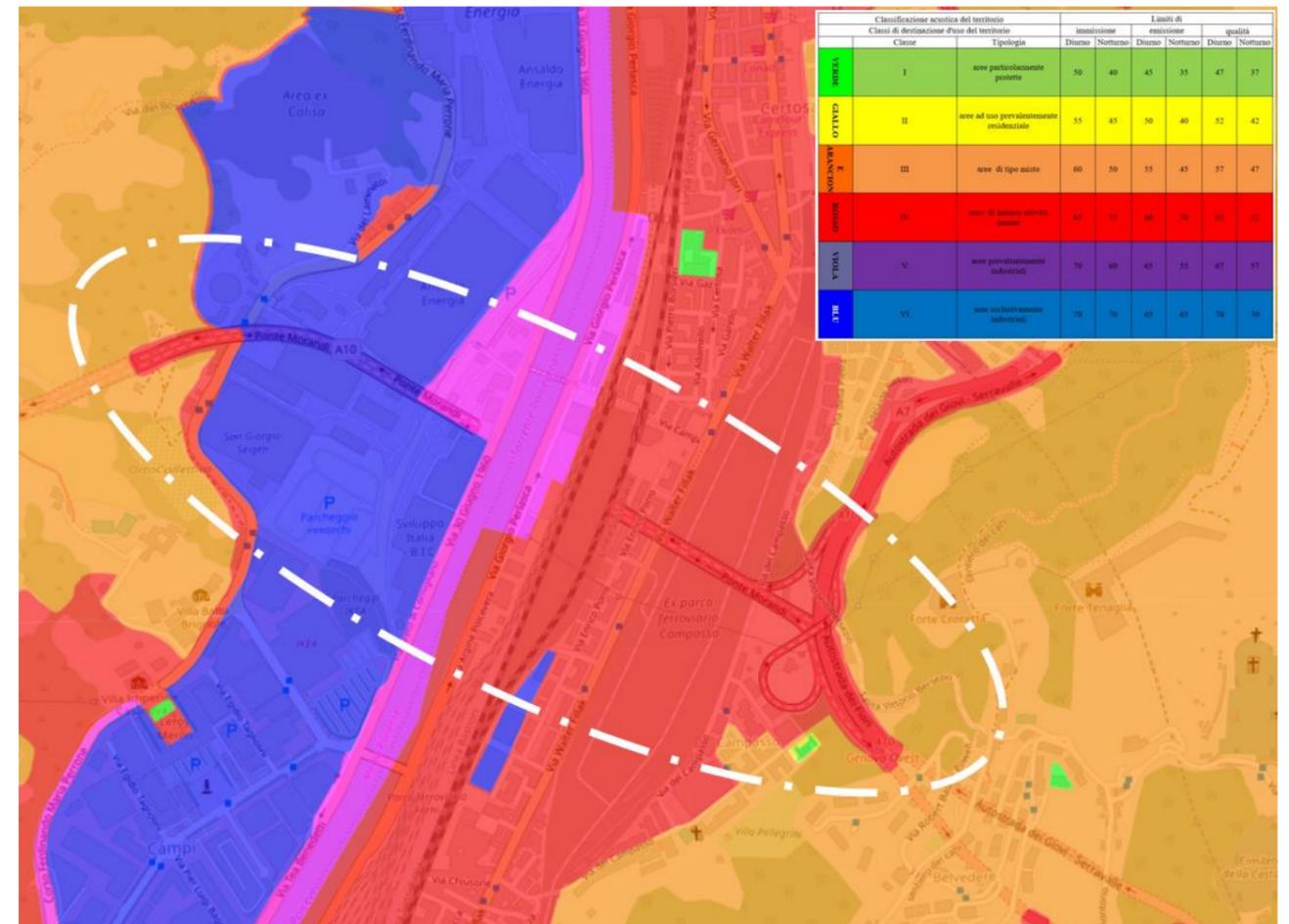
Normative regionali

- L.R. del 20/10/2000, n. 53 - Integrazione alla legge regionale 20 ottobre 2000, n. 52 "Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento acustico". (BURP n. 43 del 25 ottobre 2000).

4.4.1.2. Classificazione acustica del territorio

Il programma di lavoro del Comune di Genova in materia di inquinamento acustico è iniziato con l'elaborazione e realizzazione della Classificazione Acustica che è stata adottata dal Consiglio Comunale con deliberazione n. 140 del 4 dicembre 2000. Con deliberazione n. 234 del 24 aprile 2002 la Giunta Provinciale di Genova ha approvato la predetta Classificazione Acustica. Il territorio di Genova è suddiviso in sei classi omogenee all'interno delle quali sono definiti i valori limite assoluti e differenziali delle sorgenti sonore.

In Figura 4-64 si riporta uno stralcio della Zonizzazione Acustica del Comune di Genova dell'area interessata dall'intervento in progetto.



**Figura 4-64 Stralcio della zonizzazione acustica del Comune di Genova - in bianco l'area d'intervento.**

Si evince che l'area interessata dall'intervento in progetto ricade all'interno delle Classi III, IV, V e VI.

Nello specifico l'area ad ovest che ricade nella Classe VI viene classificata come un'area esclusivamente interessata da attività industriali e prive di insediamenti abitativi mentre l'area ad est che ricade in Classe IV, è classificata come un'area urbana interessata da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali e anche come area in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie.

Tra le due aree è presente una zona che ricade in Classe V, ovvero un'area interessata da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni. Infine, le aree più esterne ricadono in Classe III, ovvero aree urbane interessate da traffico veicolare locale e di attraversamento, con media densità di popolazione con presenza di attività commerciali, uffici, con assenza di attività industriali.



**4.4.1.3. Definizione dei ricettori**

Al fine di verificare la presenza di ricettori all'interno dell'area di studio è stato condotto un censimento, nei giorni 13 e 14 febbraio 2019, di tutti gli edifici situati che ricadono all'interno dell'ambito di studio. Il censimento ha previsto l'elaborazione di una scheda dettagliata per ogni edificio, contenente tutte le principali informazioni quali le dimensioni, numero di piani, esposizione, destinazione d'uso, ecc.

Nel complesso il censimento ha evidenziato la presenza di 155 ricettori, classificati come residenziali, sensibili, commerciali, industriali, monumento religioso e ruderi, come riportato in tabella.

Destinazione d'uso	Numero edifici
Residenziali	107
Sensibili	3
Industriali	18
Commerciali	19
Monumenti religiosi	3
Ruderi	5

**Tabella 4.4-1 Numero di ricettori in funzione della destinazione d'uso**

Per un maggiore approfondimento si rimanda all'elaborato specialistico "NG1200R22RHIM0004C01 – Studio acustico" e relativi allegati.

**4.4.2. Gli aspetti ambientali legati al cantiere**

**4.4.2.1. Aspetti metodologici**

La determinazione dei livelli di rumore indotti dalle attività di cantiere nell'ambiente è stata effettuata con l'ausilio del modello previsionale di calcolo SoundPLAN della soc. Braunstein + Bernt GmbH.

La scelta di applicare tale modello di simulazione è stata effettuata in considerazione delle caratteristiche del modello, del livello di dettaglio che è in grado di raggiungere e, inoltre, della sua affidabilità ampiamente garantita dalle applicazioni già effettuate in altri studi analoghi.

SoundPLAN è un modello previsionale ad "ampio spettro" in quanto permette di studiare fenomeni acustici generati da rumore stradale, ferroviario, aeroportuale e industriale, utilizzando di volta in volta gli standard internazionali più ampiamente riconosciuti.

Per il calcolo del rumore emesso durante la realizzazione dell'opera in progetto, sono state identificate le tipologie di lavorazioni previste, i macchinari utilizzati con i relativi livelli di potenza sonora, la loro percentuale di utilizzo nell'arco della lavorazione e l'eventuale contemporaneità di lavorazione.

I dati che sono stati utilizzati per la definizione del modello di simulazione sono:

- classificazione e caratteristiche tecnico-geometriche del progetto in questione;

- elaborati progettuali digitali, comprendenti tracciati planimetrici, profili altimetrici ed elaborati cantierizzazione;
- cartografia numerica digitale 3D ed ortofoto georiferite dell'area di studio;
- livelli di pressione sonora o dati di targa delle sorgenti inserite.  
Tali dati saranno utilizzati per definire i seguenti parametri di input del modello:
- modello digitale del terreno (DGM Digital Ground Model) ottenuto sulla base di punti di elevazione provenienti dal rilievo plano-altimetrico, che descrive con sufficiente accuratezza la morfologia del terreno, opportunamente modificata tenendo conto degli interventi sul terreno previsti dal progetto stesso;
- modelli tridimensionali degli edifici ottenuti sulla base delle quote della cartografia digitale;
- modello tridimensionale del progetto;
- caratterizzazione delle sorgenti.

La disponibilità di dati cartografici in formato numerico permette di ottenere un controllo completo ed un'accuratezza elevata nella modellazione dello stato reale. Inoltre, ciascuno degli elementi è caratterizzato mediante l'attribuzione di tutte le grandezze e le caratteristiche d'esercizio idonee per simulare con accuratezza lo stato reale. Considerate le condizioni conservative adottate per la realizzazione del modello e la scelta di considerare i risultati delle simulazioni entro i limiti solo nel caso di un livello calcolato sempre minore e mai uguale al limite vigente, si può ritenere che le impostazioni modellistiche siano di tipo ampiamente cautelativo.

L'entità degli effetti è molto variabile in relazione alla conformazione del territorio, alle opere accessorie che vengono costruite, agli eventuali ostacoli presenti.

Nella valutazione dei livelli acustici generati dal cantiere, è stata tenuta in considerazione la presenza di ricettori sia ad uso residenziale, sia industriale.

Le emissioni acustiche durante le lavorazioni sono di tipo continuo, legate agli impianti fissi nel cantiere, e discontinue, dovute al transito dei mezzi per la movimentazione dei materiali.

La contemporaneità, oltre che l'intensità, delle numerose tipologie di macchinari ed attività, determinano un certo grado di complessità nel rappresentare con precisione i livelli acustici indotti dalla realizzazione delle opere sui ricettori presenti nella zona di studio.

I dati di potenza sonora delle macchine saranno desunti da misure effettuate presso analoghi cantieri, da dati bibliografici (tra cui "Conoscere per prevenire n°11: la valutazione dell'inquinamento acustico prodotto dai cantieri edili" redatto dal Comitato Paritetico Territoriale per la prevenzione infortuni, l'igiene e l'ambiente di lavoro di Torino e Provincia), da dati tecnici delle macchine, o da valori massimi prescritti dalla normativa (D. Lgs. 262/2002).

Nella seguente tabella sono riportati i dati di potenza sonora dei macchinari utilizzati per le lavorazioni.

MACCHINARIO	LW [dB(A)]	FONTE DATI
Autogru	101,4	CPT - Media macchine
Escavatore	104,2	CPT - Media macchine



MACCHINARIO	LW [dB(A)]	FONTI DATI
Gru	101,3	CPT - Media macchine
Gruppo elettrogeno	91,5	CPT - Media macchine
Impianto bentonite	109,9	CPT - Media macchine
Martellone	104,2	CPT - Media macchine
Pala meccanica	103,6	CPT - Media macchine
Palificatrice	109,8	CPT - Media macchine
Saldatrice	82,3	CPT - Media macchine
Sollevatore	72,5	CPT - Media macchine

**Tabella 4.4-2 Sorgenti di rumore e potenza sonora**

In funzione della tipologia delle sorgenti, del numero dei macchinari presenti e della rumorosità degli stessi, nonché della presenza contemporanea di diverse aree di cantiere, sono stati definiti gli scenari ritenuti più significativi per lo specifico contesto territoriale.

Gli output del modello sono rappresentati con mappe isolivello della pressione sonora, così come calcolata dalle simulazioni effettuate.

#### 4.4.2.2. La stima dei livelli acustici prodotti dal cantiere

Lo studio acustico relativo al corso d'opera è articolato in due fasi di lavoro entrambe finalizzate alla valutazione del clima acustico attraverso il calcolo dei livelli acustici in termini di mappatura del suolo. La prima fase consiste nella valutazione del clima acustico legato alle emissioni sonore prodotte dalle attività che si svolgono all'interno delle aree di cantiere. La seconda fase consiste nella valutazione del clima acustico indotto dal traffico di cantiere connesso alla movimentazione dei materiali e allo spostamento dei mezzi operativi tra le diverse aree di cantiere. Pertanto, l'analisi modellistica considera i transiti dei mezzi lungo la viabilità esistente.

L'analisi dell'incremento dei livelli acustici in fase di corso d'opera è stata effettuata attraverso la metodologia del "Worst Case Scenario", ovvero individuando uno scenario operativo rappresentativo delle condizioni peggiori determinato al variare dell'operatività delle diverse sorgenti presenti all'interno dell'area di studio in funzione della tipologia di lavorazioni da eseguire.

Stante le precedenti considerazioni, per la prima fase, si riportano i dati di input utilizzati per determinare le criticità maggiori in termini di livelli acustici per i diversi scenari nei quali sono state scomposte le attività lavorative in cui è stata suddivisa la realizzazione dei lavori in progetto.

In funzione della staticità della sorgente, del numero dei macchinari e della rumorosità degli stessi, nonché della presenza delle diverse aree di cantiere in progetto sono stati presi in considerazione i seguenti scenari ritenuti più significativi per le attività lavorative in relazione allo specifico contesto territoriale di attuazione:

- Area impalcato;
- Area stoccaggio;
- Attività di realizzazione dei pali;

- Attività di realizzazione delle pile;
- Attività di realizzazione dei plinti;
- Attività di realizzazione delle spalle del viadotto.

La scelta degli scenari sopra indicati deriva dall'analisi del sistema di cantierizzazione e della tipologia di lavorazioni che verranno eseguite all'interno dell'area di intervento, al fine di realizzare tutte le attività in progetto.

Data la tipologia di interventi previsti, gli scenari selezionati rappresentano sicuramente le fasi più critiche dal punto di vista del fattore Clima acustico, anche in ragione della loro estensione e della loro durata.

Di seguito si illustrano sinteticamente gli input utilizzati per ogni attività individuata.

Si precisa che tutte le attività lavorative sono simulate ad un'altezza pari a 1,5 m dal piano campagna.

#### Attività lavorative all'interno dell'area impalcato

Per tale fase sono utilizzati i macchinari indicati nella tabella seguente, con le relative potenze sonore, la percentuale di utilizzo, il livello di potenza sonora per ogni singola macchina e quello complessivo della lavorazione.

Unità	MACCHINARIO	Lw [dB(A)]	% di utilizzo
1	Autogru	101,4	100
1	Gru	101,3	100
2	Gruppo elettrogeno	94,5	100
1	Saldatrice	82,3	100
TOTALE		104,8	

**Tabella 4.4-3 Numero e tipologia di macchinari previsti per l'area impalcato**

#### Attività lavorative all'interno dell'area stoccaggio

Per tale fase sono utilizzati i macchinari indicati nella tabella seguente, con le relative potenze sonore, la percentuale di utilizzo, il livello di potenza sonora per ogni singola macchina e quello complessivo della lavorazione.

Unità	MACCHINARIO	Lw [dB(A)]	% di utilizzo
1	Pala meccanica	103,6	100
TOTALE		103,6	

**Tabella 4.4-4 Numero e tipologia di macchinari previsti per l'area stoccaggio**

#### Attività di realizzazione dei pali

Per tale fase sono utilizzati i macchinari indicati nella tabella seguente, con le relative potenze sonore, la percentuale di utilizzo, il livello di potenza sonora per ogni singola macchina e quello complessivo della lavorazione.



Unità	MACCHINARIO	Lw [dB(A)]	% di utilizzo
2	Gru	104,3	100
2	Impianto bentonite	112,9	100
2	Gruppo elettrogeno	94,5	100
2	Pala meccanica	106,6	100
2	Palificatrice	112,8	100
TOTALE		116,6	

**Tabella 4.4-5 Numero e tipologia di macchinari previsti per la realizzazione dei pali**

Attività di realizzazione delle pile

Per tale fase sono utilizzati i macchinari indicati nella tabella seguente, con le relative potenze sonore, la percentuale di utilizzo, il livello di potenza sonora per ogni singola macchina e quello complessivo della lavorazione.

Unità	MACCHINARIO	Lw [dB(A)]	% di utilizzo
1	Autogru	101,4	100
1	Gru	101,3	100
1	Gruppo elettrogeno	91,5	100
TOTALE		104,6	

**Tabella 4.4-6 Numero e tipologia di macchinari previsti per la realizzazione delle pile**

Attività di realizzazione dei plinti

Per tale fase sono utilizzati i macchinari indicati nella tabella seguente, con le relative potenze sonore, la percentuale di utilizzo, il livello di potenza sonora per ogni singola macchina e quello complessivo della lavorazione.

Unità	MACCHINARIO	Lw [dB(A)]	% di utilizzo
2	Autogru	103,4	100
2	Escavatore	107,2	100
2	Martellone	107,2	100
2	Sollevatore	75,5	100
TOTALE		111,2	

**Tabella 4.4-7 Numero e tipologia di macchinari previsti per la realizzazione dei plinti**

Attività di realizzazione delle spalle del viadotto

Per tale fase sono utilizzati i macchinari indicati nella tabella seguente, con le relative potenze sonore, la percentuale di utilizzo, il livello di potenza sonora per ogni singola macchina e quello complessivo della lavorazione.

Unità	MACCHINARIO	Lw [dB(A)]	% di utilizzo
1	Martellone	104,2	100
1	Pala meccanica	103,6	100
TOTALE		106,9	

**Tabella 4.4-8 Numero e tipologia di macchinari previsti per la realizzazione delle spalle del viadotto**

Per la seconda fase, sono stati considerati i traffici di cantiere, che costituiscono i dati input del modello di simulazione, circolanti sulla viabilità di cantiere individuata. I Traffici Giornalieri Medi stimati su ogni tratto di viabilità, identificato come un "link", sono riportati in Tabella 4.4-9, mentre la schematizzazione della rete è riportata in Figura 4.4-65.

Viabilità	Archi	Numero corsie	TGM (v/g)
Via Lorenzi	LINK 1	2	342
Corso Perrone	LINK 2	2	171
Via Evandro Ferri	LINK 3	2	340
Via Al Ponte Polcevera	LINK 4	2	169
Via Perlasca	LINK 5	2	130
Via Fillak	LINK 6	2	39
Corso Perrone	LINK 7	2	171
Pista da Via 30 Giugno	LINK 8	2	48
Via Perlasca	LINK 9	2	130
Via Fillak	LINK 10	2	351
Via Aurelia	LINK 11	5	236
Via Aurelia	LINK 12	5	65
Via Aurelia	LINK 13	5	65
Via Aurelia	LINK 14	4	416

**Tabella 4.4-9 Flussi di traffico stimati sulla viabilità di cantiere**

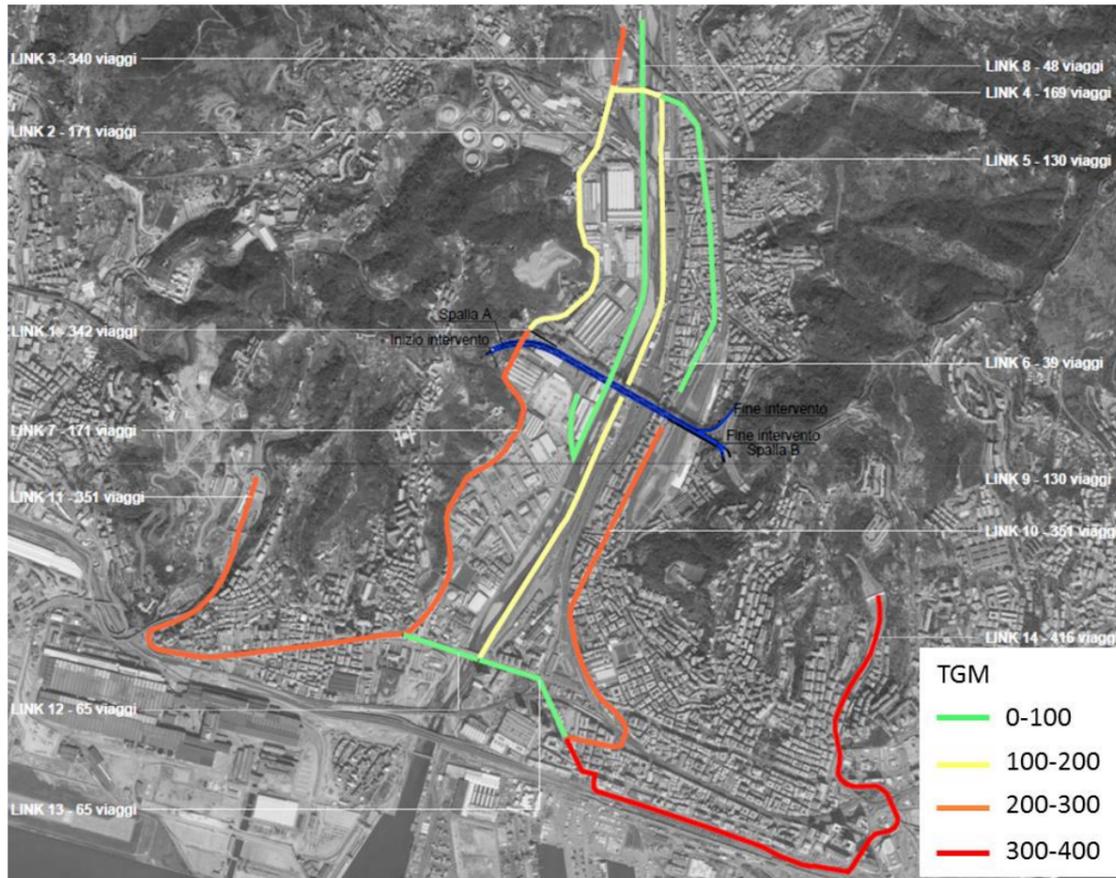


Figura 4.4-65 Viabilità e flussi di cantiere

#### Gli output

Per la prima fase, l'output del modello di simulazione è in termini di mappature acustiche in  $Leq(A)$  calcolate per i due scenari temporali ad un'altezza di 4 metri rispetto al piano campagna. La griglia di calcolo è stata impostata con passo di 5 metri e l'ordine di riflessione è pari a 3. Le curve di isolivello acustico, relative ai periodi diurno e notturno, sono rappresentate nelle figure fuori testo F.1.13 "Aree di cantiere – Livelli acustici periodo diurno" e F.1.14 "Aree di cantiere – Livelli acustici periodo diurno periodo notturno".

#### 4.4.3. Le misure di prevenzione e ottimizzazione

Di seguito si riportano gli interventi che le imprese devono mettere in atto al fine di limitare le emissioni acustiche alla fonte:

Nella scelta delle macchine e delle attrezzature si dovranno seguire per quanto possibile i seguenti criteri:

- Selezione di macchine ed attrezzature omologate in conformità alle direttive della Comunità Europea e ai successivi recepimenti nazionali (marcatura CE e Dichiarazione di conformità CE presente in cantiere per ogni mezzo);

- Scegliere i macchinari che, a parità di prestazioni e condizioni di lavoro, diano standard di qualità ambientale più elevati (ad es. impiego di macchine movimento terra ed operatrici gommate piuttosto che cingolate);
- Installazione di silenziatori sugli scarichi;
- Regolare manutenzione ordinaria e straordinaria delle macchine operatrici (lubrificazione, sostituzione dei pezzi usurati, controllo e serraggio delle giunzioni, bilanciatura delle parti rotanti delle apparecchiature, ecc).

#### Misure di mitigazione del rumore

La simulazione acustica è stata effettuata, in via cautelativa, ipotizzando lo scenario di cantiere a maggior impatto acustico.

Dalle simulazioni è emerso che alcune fasi di lavoro nelle aree più prossime ai ricettori necessitano interventi di mitigazione acustica.

Si tratta in particolare delle fasi di lavoro individuate critiche dalle carte delle isofoniche presentate nei paragrafi precedenti.

Al fine di mitigare l'impatto acustico si privilegerà l'adozione di interventi direttamente alla fonte, e secondariamente, sul percorso di propagazione del rumore dalla fonte al ricettore.

In particolare, ove possibile, in alternativa all'adozione di gruppi elettrogeni si andrà a privilegiare l'allaccio alla corrente elettrica. Tale soluzione è adottabile per l'alimentazione delle gru a torre, inizialmente ipotizzate con alimentazione tramite generatore. Tale scelta risulterà un beneficio anche in termini di minor impatto sulle emissioni atmosferiche.

Ove non fosse possibile utilizzare l'allaccio alla corrente elettrica, si provvederà a silenziare i gruppi elettrogeni ubicati nelle aree più vicine ai ricettori. Un metodo di insonorizzazione da adottare prevede un sistema di pannellature fonoassorbenti localizzate direttamente nei pressi del gruppo elettrogeno, come illustrato nell'immagine seguente. Tale soluzione sarà particolarmente efficace per i gruppi elettrogeni che verranno posizionati nelle aree di assemblaggio degli impalcati più vicine ai ricettori.



(NOTA: Immagine disponibile a questo link <https://goo.gl/images/RSnQWh>, consultabile per eventuali dettagli di interesse)



Per le lavorazioni a maggior impatto acustico verranno inoltre utilizzate, ove necessario, barriere fonoisolanti di tipo mobile. Il vantaggio di tali barriere deriva dal fatto che sono composte da moduli singoli autoportanti, costituiti da pannelli fonoisolanti posti su di un basamento che impedisce il ribaltamento del modulo e garantisce uno stabile appoggio a terra senza nessun fissaggio. Hanno altezza variabile fino ad un massimo di 6 metri.

I principali vantaggi di questo sistema sono i seguenti:

- non occorrono fondazioni,
- installazione facile e veloce,
- efficace nell'isolamento,
- removibile,
- riutilizzabile.

La flessibilità e la versatilità di tali sistemi ne consente l'applicazione lungo il fronte di lavoro ove si rendesse di volta in volta necessario, seguendo l'avanzamento del fronte di lavoro e consentendo la localizzazione in posizione prossima alla fonte.

Nelle immagini seguenti vengono mostrati esempi di utilizzo, con un particolare della base in cemento armato e con l'utilizzo di big bags riempiti di sabbia che fungono da contrappeso.



(NOTE: Immagini disponibile a questo link <http://www.matisinsonorizzazioni.com/prodotti/barriere-antirumore-mobili-mobi/> , consultabile per eventuali dettagli di interesse)

In aggiunta a quanto sopra verrà richiesta la deroga al comune ai limiti di emissione sonora.

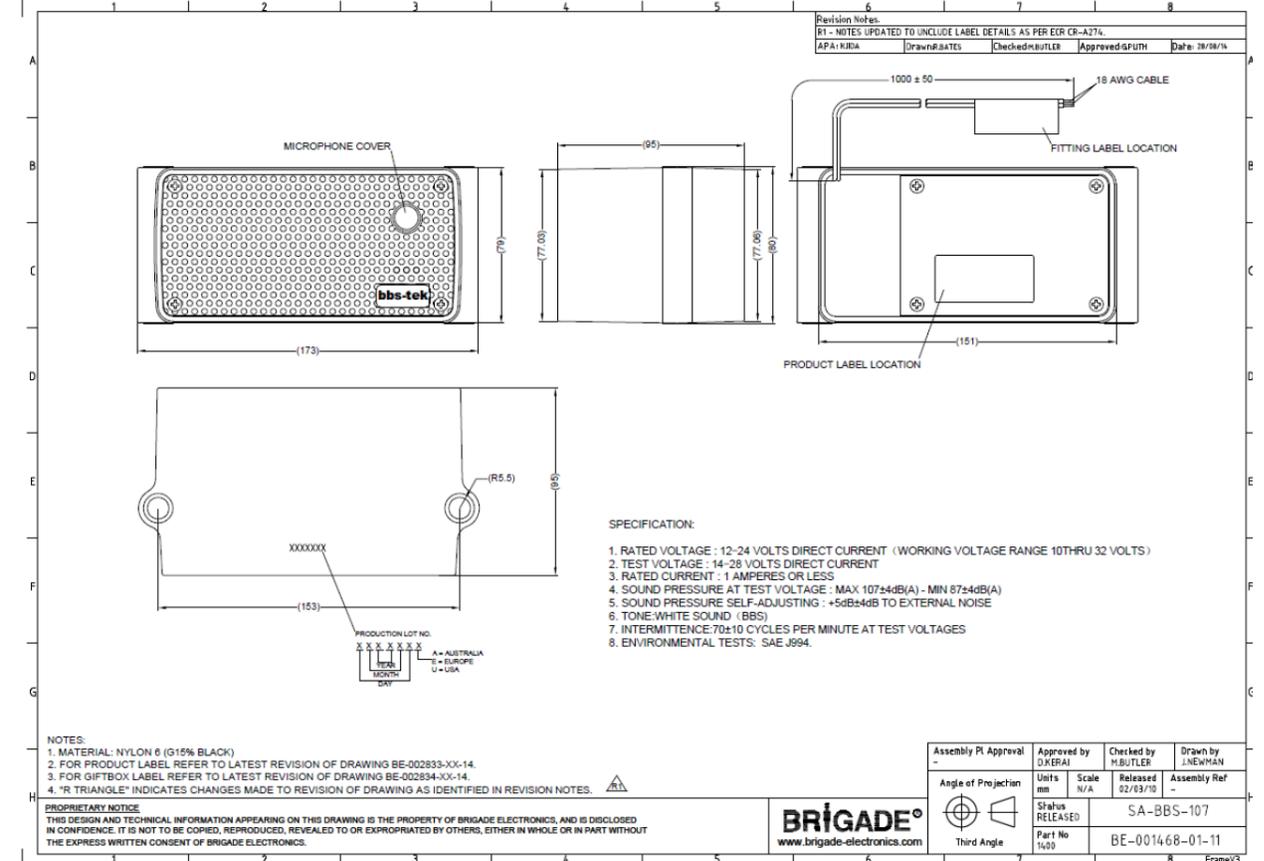
**Misure di attenuazione generale**

- Tutti i macchinari ad uso non continuo devono essere spenti o regolati al minimo quando non operativi;
- Tutti i veicoli e gli impianti utilizzati durante le operazioni di costruzione dovranno essere dotati di insonorizzatori efficaci e mantenuti in buone condizioni operative;
- Tutte le attrezzature fisse e mobili che possono produrre impatto acustico dovranno essere dotati di opportuni accorgimenti al fine di ridurre al minimo le fonti di emissione interne ed esterne all'area di lavoro;
- Riduzione della velocità degli automezzi su piste sconnesse e in particolar modo in prossimità di aree sensibili;
- Mantenere in stato di efficienza le pavimentazioni delle piste di cantiere;
- Privilegiare, nelle perforazioni, ove tecnicamente possibile, l'impiego di utensili a rotazione anziché a rotopercolazione o a percussione.

**Opere di presidio e buone pratiche**

- Orientamento delle sorgenti (ad esempio i ventilatori) in direzione di minima interferenza (verso un punto privo di ricettori o comunque protetto da barriere ed ostacoli);
- Localizzazione degli impianti fissi più rumorosi il più possibile distante dai ricettori;
- Limitazione di comportamenti inutilmente rumorosi;
- Evitare l'utilizzo contemporaneo di macchine particolarmente rumorose;
- Programmare le operazioni in modo tale da limitare le lavorazioni nelle ore più sensibili;
- Informare e formare le maestranze in modo da evitare atteggiamenti e comportamenti inutilmente rumorosi;
- Tenere presente, quando possibile, nell'installazione del cantiere, che qualsiasi elemento costruttivo o di materiale che abbia elevata massa e dimensione, può diventare una barriera acustica efficace (purché molto vicina alle sorgenti).

Inoltre ogni macchinario che opererà all'interno del cantiere sarà dotato di cicalino di retromarcia autoregolante al suono bianco:





**ALLARME DI RETROMARCIA AUTOREGOLANTE A SUONO BIANCO**

**SA-BBS-107 - Autoregolante per impieghi pesanti - da 87 fino a 107 decibel 1400**



- 12-24 V
- IP68

• **Dimensioni (LxAxP):**  
172 x 79 x 95 mm

- **Garanzia a vita**

**Caratteristiche**

- L'allarme si mantiene continuamente 5-10 dB al di sopra del rumore ambientale
- Suono multifrequenza a banda larga
- Istantaneamente localizzabile
- Suono circoscritto all'area di pericolo
- Elimina fastidi causati dal rumore
- Tipo di diffusore: Driver
- Centro fori (mm): 153

**Alimentazione**

- Corrente: max 1 Amp

**Durata e standard**

- Vibrazione meccanica: 10G
- Temperatura di esercizio: da -40 a +85°C
- Marchio CE
- SAE J994

Brigade Elettronica srl  
Via V. Alfieri, 28, 50121 Firenze, Italia  
Telefono: +39 (0) 55-245943 Fax: +44 (0) 1322 420343 (servizio clienti)  
email: info-italia@brigade-electronics.com

**4.5. Vibrazioni**

**4.5.1. Inquadramento normativo**

ISO 2631 "Valutazione sull'esposizione del corpo umano alle vibrazioni"

La ISO 2631-2:2003 si applica a vibrazioni trasmesse da superfici solide lungo gli assi x, y e z per persone in piedi, sedute o coricate. Il campo di frequenze considerato è 1÷80 Hz e il parametro di valutazione è il valore efficace dell'accelerazione arms definito come:

$$a_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt}$$

dove a(t) è l'accelerazione in funzione del tempo, T è la durata dell'integrazione nel tempo dell'accelerazione. La norma definisce tre curve base per le accelerazioni e tre curve base per le velocità (in funzione delle frequenze di centro banda definite per terzi di ottava) che rappresentano le curve approssimate di uguale risposta in termini di disturbo, rispettivamente per le accelerazioni riferite all'asse Z, agli assi X,Y e alla combinazione dei tre assi. Le vibrazioni devono essere misurate nel punto di ingresso nel corpo umano e deve essere rilevato il valore di accelerazione r.m.s. perpendicolarmente alla superficie vibrante.

UNI 9614:2017 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo"

La norma è sostanzialmente in accordo con la ISO 2631-2:2003. Tuttavia, sebbene le modalità di misura siano le stesse, la valutazione del disturbo è effettuata sulla base del valore della vibrazione della sorgente Vsor (vibrazioni immesse negli edifici dalla specifica sorgente oggetto di indagine. Sono caratterizzate dal valore dell'accelerazione aw,95) il quale è confrontato con una serie di valori limite dipendenti dal periodo di riferimento

(giorno, dalle 6:00 alle 22:00, e notte, dalle 22:00 alle 6:00) e dalle destinazioni d'uso degli edifici. I livelli di soglia indicati dalla suddetta norma sono riportati nella tabella seguente:

Luogo	Accelerazione [m/s <sup>2</sup> ]
Abitazioni (notte)	3,6.0*10 <sup>-3</sup>
Abitazioni (giorno)	7.2*10 <sup>-3</sup>
Abitazioni (giorno festivo)	5,4.0*10 <sup>-3</sup>
Luoghi lavorativi	14.4*10 <sup>-3</sup>
Ospedali, case di cura, ecc..	2*10 <sup>-3</sup>
Asili e case di riposo	3.6*10 <sup>-3</sup>
Scuole	5.4*10 <sup>-3</sup>

**Tabella 4-10 Valori di soglia di vibrazione relativi al disturbo alle persone (UNI 9614:2017)**

Le misure devono essere eseguite in conformità alla suddetta norma tecnica. In particolare, la durata complessiva è legata al numero di eventi del fenomeno in esame necessaria ad assicurare una ragionevole accuratezza statistica, tenendo conto non solo della variabilità della sorgente ma anche dell'ambiente di misura: nel caso di fenomeni caratterizzati da un elevato numero di eventi distinti devono essere acquisiti i segnali relativi ad almeno 15 eventi scelti con i criteri indicati dall'appendice A della suddetta norma tecnica (appendice A4: attività di cantiere).

**4.5.2. Gli aspetti ambientali legati al cantiere**

4.5.2.1. Aspetti metodologici

L'analisi degli effetti vibrazionali indotti dalle azioni di cantiere sul territorio contermina le aree di intervento è finalizzata alla verifica del disturbo sui ricettori in accordo a quanto prescritto dalla norma tecnica di riferimento UNI 9614:2017 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo" mediante uno studio previsionale a partire dai valori di emissione caratterizzanti le diverse attività e macchinari previsti per la realizzazione delle opere civili.

La metodologia di lavoro consta pertanto delle seguenti fasi di lavoro:

- Analisi del territorio in cui si colloca l'opera e le diverse aree di lavoro previste  
Tale fase di studio consiste sia nella caratterizzazione del terreno per la determinazione della propagazione delle onde vibrazionali sia nell'individuazione dei potenziali ricettori contermini. Per tale fase di lavoro si fa riferimento alle analisi di caratterizzazione dello stato dei luoghi relative alle tematiche "Suolo" e al censimento ricettori dello Studio Acustico.
- Definizione dello scenario di cantiere critico in termini di emissioni vibrazionali

Anche per lo studio vibrazionale si fa riferimento allo scenario critico e alle aree di lavoro giornaliere individuate nel paragrafo 3.3. Per quanto riguarda invece le attività di lavoro potenzialmente più interferenti con il territorio, si fa riferimento al macchinario più critico in relazione ai valori di emissione maggiori.

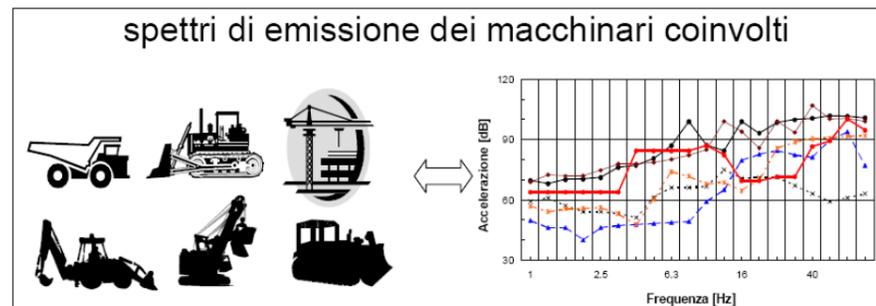
- Stima dei livelli vibrazionali indotti sul territorio mediante modellazione previsionale e individuazione delle distanze minime rappresentative delle soglie limite previste individuate dalla normativa UNI9614:2017, assunta come riferimento, in relazione alla destinazione d'uso e al periodo temporale di riferimento.

Lo scopo della valutazione è unicamente evidenziare quindi un eventuale superamento di una soglia di disturbo per le persone ("annoyance") residenti entro una certa distanza dall'area di lavorazione. Tale soglia, ricavata dalle normative tecniche esistenti in sede nazionale ed internazionale, non è tuttavia fissata da alcun atto legislativo.

Il fenomeno con cui un prefissato livello di vibrazioni imposto sul terreno si propaga nelle aree circostanti è correlato alla natura del terreno, alla frequenza del segnale, e alla distanza fra il punto di eccitazione e quello di valutazione dell'effetto.

Il metodo previsionale dei livelli di vibrazione impiegherà simulazioni numeriche, a partire dai seguenti passaggi:

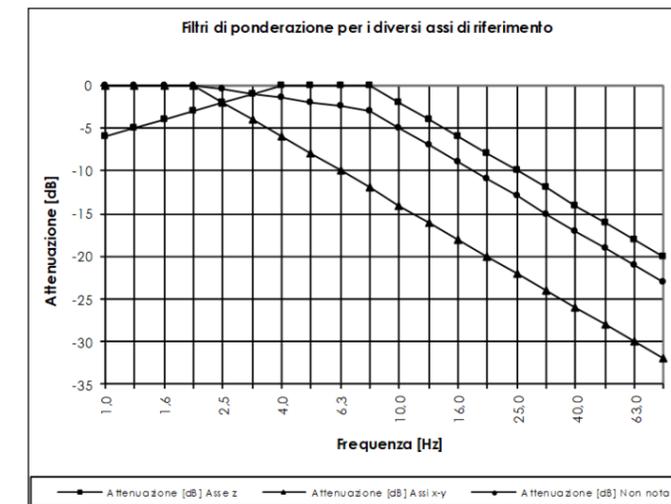
- valutazione dei livelli vibrazionali previa acquisizione degli spettri di emissione dei fenomeni considerati tramite dati bibliografici e rilievi strumentali. Gli spettri impiegati sono riferiti a misure eseguite ad una distanza nota dalla sorgente vibratoria, e sono afferenti alla sola componente verticale.



- dagli spettri delle sorgenti si otterrà il livello di accelerazione non ponderato a distanze crescenti dalla sorgente mediante una legge di propagazione.
- I livelli complessivi di accelerazione non pesati, a distanze crescenti dalla sorgente e corrispondenti agli scenari analizzati, saranno dati dalla combinazione, frequenza per frequenza, degli spettri di vibrazione relativi alle singole macchine previste. Come legge di combinazione degli spettri sarà adottata la regola

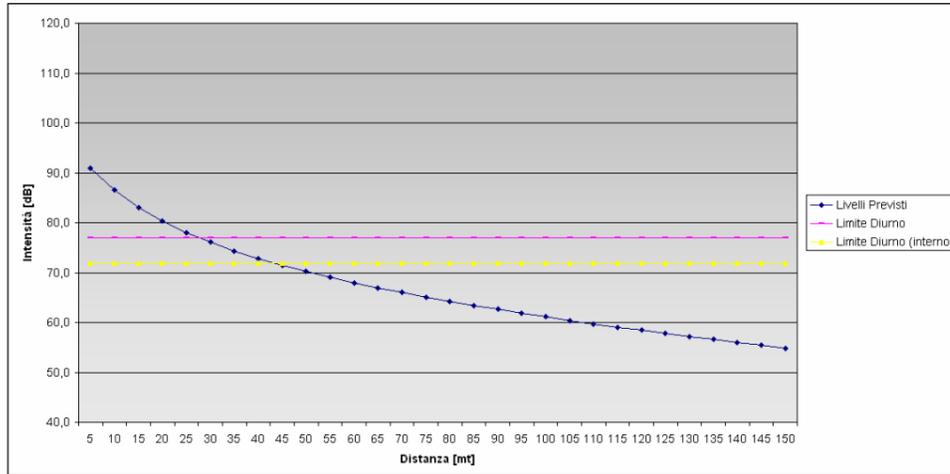
SRSS (Square-Root-of-the-Sum-of-the-Squares) che consiste nell'eseguire la radice quadrata della somma dei quadrati delle ordinate spettrali relative alle singole macchine. Per ciascuna frequenza si otterrà quindi un valore complessivo non pesato di tutte le macchine attive (ATOT,f) sotto forma di matrice.

- Con riferimento ai singoli scenari, si applicherà alla matrice di cui al punto precedente la curva di attenuazione definita per postura non nota (o asse generico) dalla UNI 9614.



Si otterrà quindi la matrice dei livelli ponderati di accelerazione complessiva per singola frequenza e distanza, con cui sarà possibile realizzare specifici grafici di propagazione.

- il livello totale di accelerazione ponderata, in funzione della distanza La,w,d, sarà ottenuto sommando tutti i corrispondenti valori per frequenza ATOT,f espresso in dB pesati. Il numero ottenuto sarà rappresentativo dell'accelerazione complessiva ponderata su asse Z ad una determinata distanza. Ripetendo questa operazione per una griglia di distanze si potrà ottenere il profilo di attenuazione dell'accelerazione ponderata e complessiva di tutti le sorgenti su asse Z.



Ai fini del confronto con i livelli di riferimento della norma UNI 9614, in relazione all'operatività delle attività di cantiere sia nel periodo diurno che notturno, si prendono a riferimento i valori soglia stabiliti per i ricettori residenziali (giorno ferialo, notturno e giorno festivo) e quelli scolastici, non essendo presenti nell'ambito di studio strutture ospedaliere o case di cura.

Con riferimento alle vigenti normative, le attività di cantiere possono essere definite come sorgenti di vibrazione intermittente.

Nel corso dei lavori sarà attuato il monitoraggio ambientale delle vibrazioni per verificare l'entità del disturbo sui ricettori potenzialmente interferiti dalle attività di realizzazione dell'opera, secondo i criteri individuati dalla norma UNI 9614 (2017). Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato specialistico. In termini di severità, l'effetto di disturbo atteso si estenderà alla sola limitata durata dei lavori e sarà, quindi, limitato nel tempo.

4.5.2.2. Emissioni di riferimento per i macchinari

Le emissioni di vibrazione in fase di cantiere sono ampiamente variabili in relazione al tipo di attrezzatura/macchina operatrice impiegata, contesto di utilizzazione ed operatore. Per la caratterizzazione emissiva dei macchinari e attività di cantiere si è fatto riferimento a dati derivanti da fonti bibliografiche o sperimentali derivanti da analoghi scenari di studio.

	1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	
<b>Scapitozzatura – distanza di riferimento 2 m</b>																					
dB	58.1	55.3	61.9	67.2	62.1	49.2	48.6	47.2	50.4	49.5	58.3	48.0	55.1	67.8	66.8	88.5	81.3	102.4	116.8	106.2	
<b>Compattazione – distanza di riferimento 2 m</b>																					
dB	74.9	77.5	75.8	75.0	76.2	77.8	76.3	76.7	77.7	79.2	81.9	96.2	91.0	82.6	96.1	90.6	104.0	97.4	97.6	96.1	
<b>Camion da cantiere – distanza di riferimento 10 m</b>																					

mm/s <sup>2</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0.15	0	0.12	0.15	0.29	0.5	1.67	1.85	2.5	6	5.5	5.2	4	
<b>Camion ribaltabile – distanza di riferimento 10 m</b>																					
mm/s <sup>2</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0.11	0.23	0.41	0.5	0.6	1.1	2.99	9	3.9	3.3	4	10	8	
<b>Rullo compattatore vibrante – distanza di riferimento 10 m</b>																					
mm/s <sup>2</sup>	0	0	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.8	0.7	0.8	1.1	1	2	1.55	6	29	3	1	1.6	2	
<b>Rullo compattatore non vibrante – distanza di riferimento 10 m</b>																					
mm/s <sup>2</sup>	0	0	0	1.6	1.7	2	0.85	5.8	11	18	20	40	20	4	12	7	3.7	3.7	5	4	
<b>Pala gommata carica – distanza di riferimento 10 m</b>																					
mm/s <sup>2</sup>	0	0	0	0.41	0.41	0.41	0.48	0.52	0.50	0.76	1.10	1.25	2	3	17	17	7.8	15	14	7.8	
<b>Pala gommata scarica – distanza di riferimento 20 m</b>																					
mm/s <sup>2</sup>	0	0	0	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.4	1.2	0.9	1.75	1.26	2	5.2	2.6	1.6	1.6	1.5	2	

Tabella 4-11 Spettri emissivi di accelerazione in dB o in mm/s<sup>2</sup> relativi ai mezzi di cantiere (dati letteratura e sperimentali)

4.5.2.3. L'analisi numerica delle vibrazioni prodotte durante la realizzazione dell'opera

Il modello di propagazione impiegato, valido per tutti i tipi di onde, si basa sull'equazione di Bornitz che tiene conto dei diversi meccanismi di attenuazione a cui l'onda vibrazionale è sottoposta durante la propagazione nel suolo.

$$w_2 = w_1 \left( \frac{r_1}{r_2} \right)^n e^{-a(r_2 - r_1)}$$

dove  $w_1$  e  $w_2$  sono le ampiezze della vibrazione alle distanze  $r_1$  e  $r_2$  dalla sorgente,  $n$  è il coefficiente di attenuazione geometrica e dipende dal tipo di onda e di sorgente,  $a$  è il coefficiente di attenuazione del materiale e dipende dal tipo di terreno.

Il primo termine dell'equazione esprime l'attenuazione geometrica del terreno. Questa oltre ad essere funzione della distanza, dipende dalla localizzazione e tipo di sorgente (lineare o puntuale, in superficie o in profondità) e dal tipo di onda vibrazionale (di volume o di superficie). Il valore del coefficiente  $n$  è determinato sperimentalmente secondo i valori individuati da Kim-Lee e, nel caso specifico in esame, equivale a 1 in quanto la sorgente è puntiforme e posta in profondità (le onde di volume sono predominanti). Il secondo termine dell'equazione fa riferimento invece all'attenuazione dovuta all'assorbimento del terreno indotto dai fenomeni di dissipazione di energia meccanica in calore. Il coefficiente di attenuazione  $a$  è esprimibile secondo la seguente formula:

$$a = \frac{2\pi\eta f}{c}$$

dove  $f$  è la frequenza in Hz,  $c$  è la velocità di propagazione dell'onda in m/s e  $\eta$  il fattore di perdita del terreno. Questi dipendono dalle caratteristiche del terreno e i loro valori sono stati determinati dalla letteratura in ragione della natura del terreno. Facendo riferimento allo stralcio della carta geologica del Comune di Genova, si distinguono principalmente due tipologie di terreno:

- Depositi alluvionali, nel tratto centrale del viadotto che attraversa la valle del Polcevera ( $c$ : 500 m/s,  $\eta$ : 0,05);
- Argilliti, nei tratti laterali del viadotto in corrispondenza delle spalle sui due versanti ( $c$ : 2000 m/s,  $\eta$ : 0,3).

Attraverso la suddetta equazione, opportunamente tarata in relazione della tipologia di terreno, si determina l'entità della vibrazione in termini accelerometrici a determinate distanze nota l'emissione del macchinario.

Sulla base del modello di propagazione descritto sono stati calcolati i livelli di accelerazione stimabili a determinate distanze dall'area di lavoro. Quale attività maggiormente critica assunta come riferimento per le valutazioni degli effetti vibrazionali sul territorio è stata considerata la fase di scapitozzatura in relazione al contributo emissivo predominante rispetto alle altre sorgenti di cantiere.

Dai risultati ottenuti si evince come per le aree di cantiere localizzate nella valle del Polcevera, caratterizzata da terreni alluvionali, i valori limite di riferimento individuati dalla norma UNI 9614:2017 risultano essere raggiunti alle seguenti distanze dalla sorgente:

- Limite edifici residenziali diurno (6:00-22:00) di 7,2 mm/s<sup>2</sup>: 25 m
- Limite edifici residenziali notturno (22:00-6:00) di 3,6 mm/s<sup>2</sup>: 38 m
- Limite edifici residenziali diurno giorni festivi e limite edifici scolastici di 5,4 mm/s<sup>2</sup>: 30 m

Per quanto riguarda invece le aree di cantiere localizzate in corrispondenza dei versanti, ovvero di terreni con la presenza di argilliti, le distanze a cui si stimano essere raggiunti i valori di riferimento indicati dalla normativa UNI 9614:2017 risultano essere:

- Limite edifici residenziali diurno (6:00-22:00) di 7,2 mm/s<sup>2</sup>: 19 m
- Limite edifici residenziali notturno (22:00-6:00) di 3,6 mm/s<sup>2</sup>: 29 m
- Limite edifici residenziali diurno giorni festivi e limite edifici scolastici di 5,4 mm/s<sup>2</sup>: 23 m

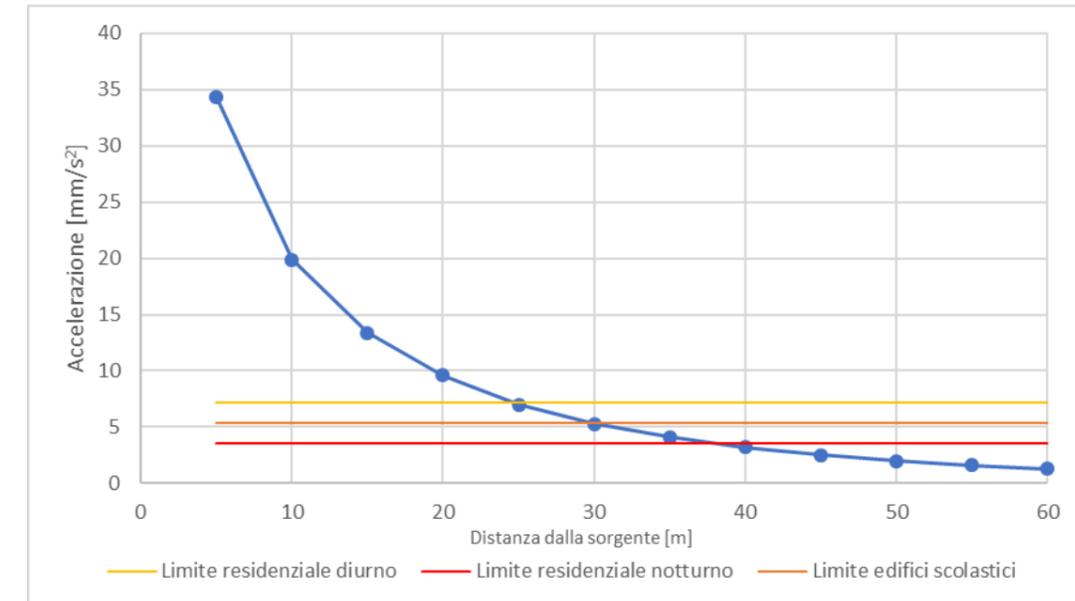


Figura 4-66 Decadimento degli effetti vibrazionali indotti dalle attività di scapitozzatura nei terreni caratterizzati da depositi alluvionali (valle del Polcevera)

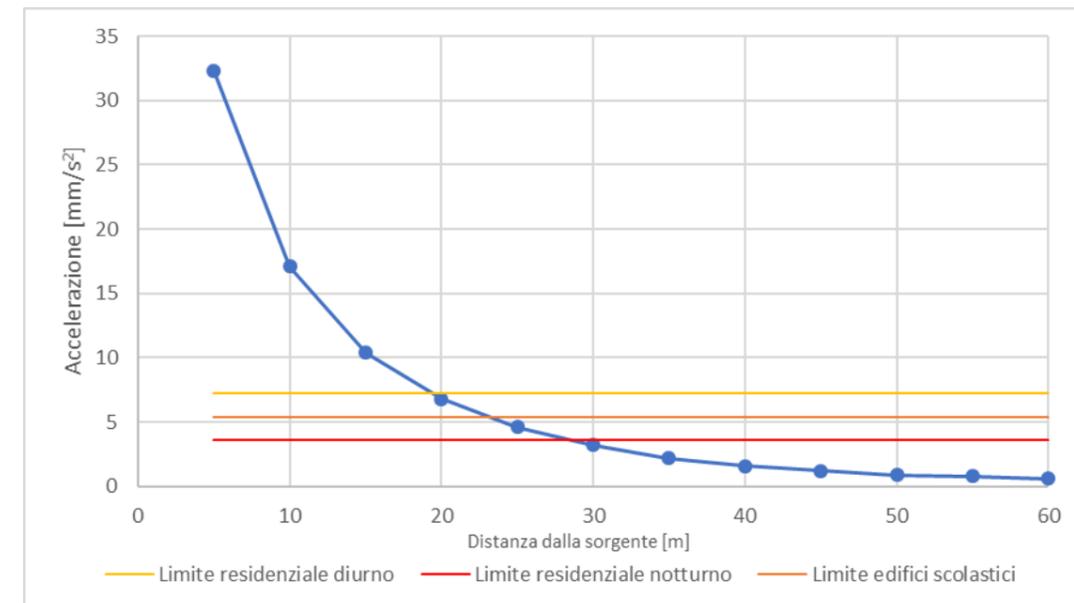


Figura 4-67 Decadimento degli effetti vibrazionali indotti dalle attività di scapitozzatura nei terreni caratterizzati da argilliti (versanti valle del Polcevera)

#### 4.5.3. Le misure di prevenzione e ottimizzazione

Per il fattore in esame non sono prevedibili interventi di mitigazione propriamente detti. Al fine di contenere i livelli vibrazionali generati dai macchinari, è necessario agire sulle modalità di utilizzo dei medesimi e sulla loro



tipologia ed adottare semplici accorgimenti, quali quelli di tenere gli autocarri in stazionamento a motore acceso il più possibile lontano dai ricettori.

La definizione di misure di dettaglio dovranno basarsi sulle caratteristiche dei macchinari effettivamente impiegati per le lavorazioni e su apposite misure.

In linea indicativa, in fase esecutiva si dovrà:

- rispettare la norma di riferimento ISO 2631, recepita in modo sostanziale dalla UNI 9614, con i livelli massimi ammissibili delle vibrazioni sulle persone;
- contenere i livelli vibrazionali generati dai macchinari agendo sulle modalità di utilizzo dei medesimi e sulla loro tipologia;
- definizione le misure di dettaglio basandosi sulle caratteristiche dei macchinari da lui effettivamente impiegati;
- per i ricettori sensibili, dove presumibilmente le attività legate alle lavorazioni più impattanti saranno incompatibili con la fruizione del ricettore, dovrà porre in essere procedure operative che consentano di ridurre il disturbo negli orari e nei tempi di utilizzo dei ricettori.

#### 4.6. Biodiversità

L'ambito oggetto del presente studio dei caratteri della biodiversità è caratterizzato da una diffusa e marcata antropizzazione che, in relazione alle caratteristiche geomorfologiche del territorio, ha influenzato in modo considerevole il paesaggio e la copertura vegetale. Ciò è legato principalmente all'intensa urbanizzazione e all'insediamento di attività produttive ed infrastrutturali, concentrate prevalentemente lungo il fondovalle.

La spinta antropizzazione dell'area del Valpolcevera negli anni ha sottratto estese aree alla vegetazione naturale. Ampi spazi sono stati disboscati per lasciare posto alle colture, agli insediamenti ed altrettante aree sono state più volte ceduate per l'utilizzo locale del legname. Le serie dinamiche vegetazionali che dovrebbero condurre allo stato climacico della zona sono spesso ai primi stadi evolutivi e restano sovente bloccate da fattori edafici e da altre cause esterne quali incendi e fitopatie. L'eterogeneità paesistica risulta bassa con pochi elementi che presentano un limite netto fra loro, specialmente fra elementi naturali ed urbani; inoltre, gli elementi paesistici diversi hanno un alto grado di frammentazione come ad esempio le aree ritagliate ed isolate da strade e linee ferroviarie che attraversano il bacino longitudinalmente, tagliando in strisce sia l'ambiente naturale che le aree urbanizzate.

Nelle aree abbandonate si instaurano fenomeni evolutivi verso forme di vegetazione spontanea che si presentano in stadi di dinamismo diversi ma spesso in condizione di degrado. Sono ambienti caratterizzati da una notevole proliferazione di specie infestanti quali rovi, vitalba e felce aquilina. La presenza di specie infestanti (erbacee, lianose ed arboree) è molto diffusa anche lungo i bordi stradali e lungo il corso del torrente. In altre aree ai margini delle infrastrutture e delle aree abitate, che sono nel complesso risultano meno disturbate, si

può assistere all'insediamento di specie arbustive spontanee, che rendono l'ambiente idoneo al successivo sviluppo del bosco; mentre nel fondovalle, lo sviluppo degli insediamenti industriali e delle infrastrutture viarie ha determinato l'artificializzazione delle sponde, con conseguente alterazione e/o distruzione anche della vegetazione ripariale. Al contorno della ValPolcevera le formazioni boschive si estendono su ampie superfici in tutto il territorio, in aree acclivi e in esposizioni meno favorevoli. Si tratta prevalentemente di formazioni di latifoglie affermatesi a seguito dell'abbandono dei castagneti, in passato governati a ceduo. Questi ultimi non costituiscono boschi naturali ma sono il risultato di antiche coltivazioni. L'abbandono delle pratiche selvicolturali ha determinato, in generale, l'instaurarsi di fenomeni dinamici secondo due diverse tendenze evolutive: da un lato, secondo i naturali processi evolutivi, si è andati verso la ricostituzione del bosco misto per la comparsa di specie spontanee come carpino nero e orniello; dall'altro, nelle situazioni disturbate, ha causato il diffondersi delle specie infestanti erbacee e lianose e di specie infestanti arboree come robinia ed ailanto. I boschi misti di carpino nero ed orniello sono molto diffusi nelle stazioni fresche ed ombrose lungo il fondovalle. La presenza di lembi di lecceta, di modestissima estensione, è significativa di formazioni boschive a maggiore diffusione nel passato. Alle quote più elevate è diffuso il bosco misto mesofilo mentre nelle zone più acclivi in quota, caratterizzate da prateria spesso arbustata, sono stati effettuati rimboschimenti con conifere, in particolare con *Pinus nigra* e *Pinus sylvestris* alle quote più alte e *Pinus pinaster* a quelle intermedie. Tali interventi, pur nella giusta intenzione di prevenire dissesti idrogeologici, non hanno sortito i risultati sperati per varie problematiche tra cui la difficile rinnovazione naturale del Pino nero fuori dal suo areale e per altri aspetti collegati all'equilibrio di queste specie con l'ambiente circostante.

Nonostante la pesante interferenza antropica l'aspetto floristico annovera anche specie di pregio e tutelate protette dalla L.R. n. 9 del 30/1/84 sulla tutela della flora spontanea. Si sottolinea che l'ambito più prossimo all'area di intervento non presenta specie oggetto di tutela e anzi la componente vegetale è perlopiù rappresentata da specie di scarso valore ecologico.

Volendo inquadrare la vegetazione potenziale dell'ambito studiato in base alle indicazioni ecologiche che emergono dai limiti altitudinali della zona e dalla valutazione delle diverse categorie fitosociologiche delle specie presenti, la vegetazione climax per l'area del basso corso del Polcevera dovrebbe essere costituita da formazioni vegetazionali termofile legate ai *Quercetea ilicis*. Invece in riferimento alla vegetazione reale le formazioni di Angiosperme termofile a prevalenza di roverella non presentano una grande diffusione. Nel territorio del Torrente Polcevera la roverella si rinviene infatti più frequentemente in aspetti xero-termofili di formazioni miste di caducifoglie insieme a *Fraxinus ornus* ed *Ostrya carpinifolia*, diffusi in condizioni di aridità, acclività ed insolazione accentuate, su versanti in esposizione prevalente a sud. Il sottobosco risente di diverse forme di disturbo come il taglio, l'incendio, il diradamento, ed è in generale caratterizzato da una certa povertà floristica con strato arbustivo poco rappresentativo e strato erbaceo costituito da specie eliofile tipiche delle praterie.

Seppure il bosco di querce rappresenti la formazione climacica di gran parte del territorio della valle, nell'area del Torrente Polcevera sono piuttosto frequenti popolamenti arborei caratterizzati da specie esotiche naturalizzate come *Robinia pseudoacacia* ed *Ailanthus altissima*. Le formazioni di robinia caratterizzano le aree più marcatamente antropizzate come i margini stradali, le scarpate ferroviarie ed autostradali, le aree disboscate lungo gli elettrodotti ed i tracciati di metanodotti. Le notevoli capacità invasive della specie fanno sì che essa da queste situazioni tenda ad espandersi anche nelle formazioni boschive adiacenti e sia dunque diffusa anche nei boschi misti di angiosperme. Nel fondovalle tende a costituire popolamenti monofitici eliminando progressivamente gli alberi della flora spontanea è inoltre largamente diffusa nelle aree agricole non utilizzate, ove compare tra le prime specie arboree colonizzatrici. Anche il sottobosco esprime condizioni di degrado per la rilevante presenza di rovi e vitalba, che riducono ulteriormente lo sviluppo delle specie spontanee; il corteggio floristico risulta infatti estremamente povero ed anche la micoflora tende a scomparire. Oltre alla robinia specie infestante largamente diffusa è l'ailanto che grazie al rapidissimo accrescimento e alle modalità di propagazione vegetativa presenta elevate capacità invasive degli ambienti naturali. Anche i popolamenti di ailanto, come la robinia, si rinvencono lungo i margini stradali e le massicciate ferroviarie, ove sostituiscono del tutto le specie arboree spontanee.



**Figura 4-68 Vegetazione infestante con prevalenza di ailanto al margine della viabilità esistente**

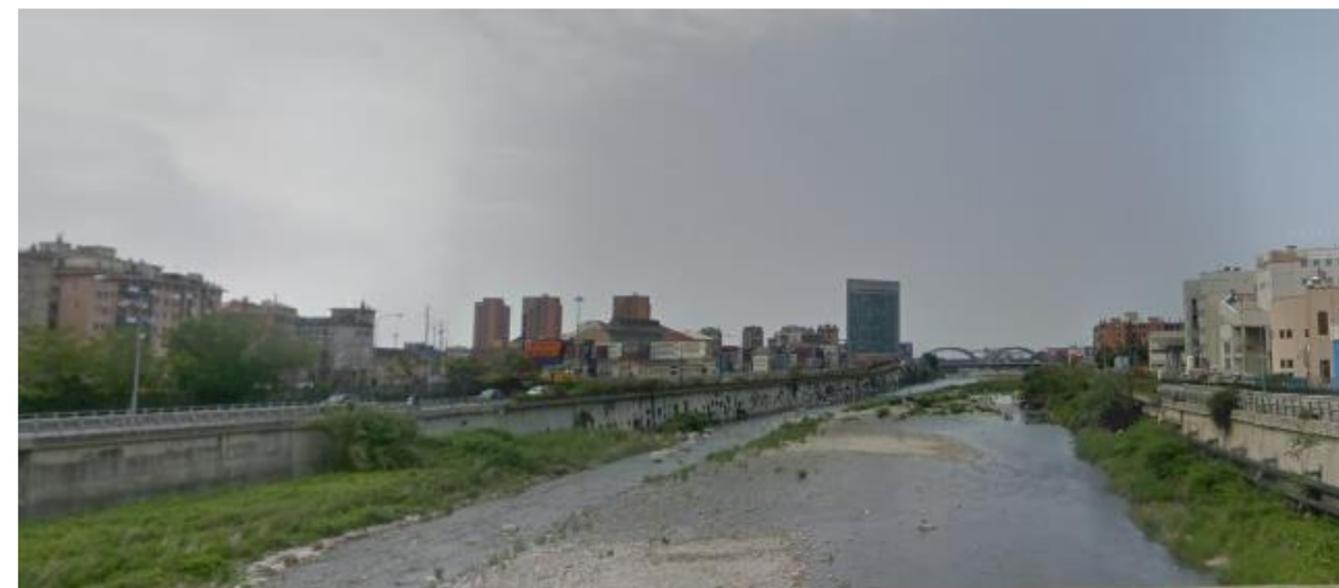
Nell'area di intervento oltre alla vegetazione sinantropica la componente naturale è rappresentata dalle formazioni ripariali che sono presenti diffusamente solo lungo le aste dei corsi d'acqua secondari nell'alto e nel medio corso. L'alveo del torrente Polcevera è infatti caratterizzato da arginature artificiali in corrispondenza dei tratti urbanizzati di fondovalle e lungo le vie di comunicazione. In generale, lungo i corsi d'acqua la vegetazione

è rappresentata da "cinture" riparie, che bordano le rive con due cordoni più o meno continui, e dai popolamenti di greto. Entrambi questi tipi di vegetazione si estendono su superfici modeste e discontinue. I depositi ciottolosi degli alvei nell'alto corso sono colonizzati da popolamenti arbustivi di salici (*Salix elaeagnos* e *Salix purpurea*). Si tratta di popolamenti pionieri, periodicamente sommersi, la cui stabilità è influenzata dalla frequenza e dall'intensità delle piene. Essi ricoprono nel complesso superfici frammentarie, di modesta estensione e spesso non cartografabili. L'andamento torrentizio, la quasi totale mancanza di zone di calma e le forti portate degli ultimi eventi alluvionali non consentono l'instaurarsi di formazioni a idrofite. Lungo le rive, su substrato limoso o limoso-sabbioso si possono distinguere popolamenti più stabili, costituiti da esemplari a portamento arborescente ed arboreo di *Salix* sp. pl. e *Populus nigra*, caratterizzati da maggiore complessità strutturale; si nota anche la modesta presenza di latifoglie igrofile quali l'ontano nero (*Alnus glutinosa*) e il sambuco (*Sambucus nigra*), ma sono presenti anche l'acero campestre (*Acer campestre*) e spesso la robinia (*Robinia pseudoacacia*). In posizione più arretrata lungo le rive, su suoli sabbioso-limosi soggetti ad inondamento solo in occasione delle piene, si trovano le cinture ad ontano nero (*Alnus glutinosa*). Questi ambiti, soprattutto in prossimità delle strade presentano una elevata presenza di *Robinia pseudoacacia*. Le acque a lento corso e le rive dei torrenti ospitano popolamenti in cui le specie fisionomicamente dominanti sono: *Apium nodiflorum* e *Nasturtium officinale*; ad essi si accompagnano più sporadicamente *Veronica beccabunga* e *Polygonum lapathifolium*. Tra le specie erbacee sono frequenti lungo le rive: *Epilobium hirsutum*, *Lythrum salicaria*, *Eupatorium cannabinum*, *Polygonum hydropiper*, lungo le anse nei punti più freschi si trovano *Mentha aquatica*, *Mentha arvensis*, *Equisetum arvense*, *Equisetum telmateja*. Sono significative anche le presenze di *Scrophularia auriculata*, *Tussilago farfara*, *Petasites hybridus*, accompagnate, nel fondovalle, da specie caratteristicamente nitrofile o ruderali legate a scarichi localizzati e a piccole discariche abusive (*Centrantus ruber*, *Eupatorium cannabinum*, *Phytolacca americana*, *Inula viscosa*, *Atriplex hortensis*, *A. patula*, *Chenopodium* sp., *Artemisia* sp., *Clematis vitalba* etc.) mentre, più in alto, si ritrovano *Anemone hortensis*, *Hepatica nobilis*, *Scilla autumnalis*. Laddove si accumulano rifiuti di vario genere, come spesso accade lungo i torrenti in corrispondenza di piccole discariche abusive, si rinvencono specie ruderali nitrofile come *Sambucus nigra*, *Urtica dioica*, *Parietaria officinalis*, *Anagallis arvensis*, *Ranunculus repens*, *Geranium robertianum*.



**Figura 4-69 Vegetazione presente in corrispondenza dell'alveo del torrente Polcevera**

Nel tratto terminale del Polcevera gli estesi depositi sabbioso-limosi sono colonizzati nel periodo di minor portata da aggruppamenti pionieri caratterizzati da aspetti stagionali con estrema povertà floristica, in cui le specie fisionomicamente dominanti sono *Paspalum paspaloides* e *Mentha aquatica*, sono inoltre presenti specie nitrofile come *Xanthium italicum*, *Polygonum persicaria*, *Cyperus eragrostis*. I depositi ciottolosi-sabbiosi umidi ospitano aggruppamenti di specie igro-nitrofile; le piante che predominano sono: *Polygonum persicaria*, *Polygonum lapathifolium*, *Amaranthus chlorostachys*. Sui substrati sabbiosi e sabbioso-ciottolosi che risentono di una certa aridità estiva e sono soggetti a inondamento autunnale sono diffusi aggruppamenti pionieri eterogenei di piante erbacee eliofile, caratterizzati da una grande variabilità del corteggio floristico e dal predominio di specie annue. I tratti di alveo emersi tutto l'anno e costituiti da detrito più stabile e asciutto ospitano popolamenti più svincolati dall'ambiente fluviale, estesi su ampie superfici, in cui la specie fisionomicamente dominante è *Inula viscosa*. Lungo gli argini artificiali i detriti alluvionali sono spesso colonizzati da rovi che si alternano a popolamenti arbustivi-arborei di *Ailanthus altissima* e di *Robinia pseudacacia*. Un'altra specie presente in questi consorzi è *Buddleja davidii*, anch'essa esotica (di origine cinese) inselvatichita.



**Figura 4-70 Alveo del basso corso del torrente Polcevera**

Anche sotto l'aspetto ecologico il valore dell'area oggetto dello studio non risulta elevato. Il torrente Polcevera, come evidenziato all'interno della Rete Ecologica Regionale, rappresenta un corridoio ecologico importante per specie legate ad ambienti acquatici (ID 53555). Il corridoio è rappresentato dall'alveo del T. Polcevera in cui le specie target sono l'*Austropotamobius pallipes*, *Barbus plebejus*, *Barbus caninus*, *Salamandrina perspicillata*. Il corridoio è limitrofo ma esterno all'area interessata direttamente dall'intervento inoltre è un elemento esclusivamente funzionale a specie legate ad ambienti acquatici e non presenta pertanto condizioni idonee ad essere connesso con altri elementi della Rete ecologica locale. Di seguito si riporta uno stralcio della Rete ecologica in cui è evidente come il tratto a valenza ecologica sia situato più nord dell'ambito di intervento.



**Figura 4-71 Inquadramento della Rete ecologica su area vasta (fonte: Sito della Regione Liguria Per l'ambiente)**

Stante le analisi fin qui fatte e dalla consultazione delle fonti ufficiali, si è ritenuto di non procedere tramite ulteriori approfondimenti e rilievi di dettaglio nello studio del presente fattore. In termini di biodiversità, intesa come la variabilità fra gli organismi viventi di ogni tipo, inclusi, fra gli altri, i terrestri e quelli degli ecosistemi acquatici, nonché i complessi ecologici di cui fanno parte, l'area indagata è risultata di scarso valore sotto tutti gli aspetti e ciò è dovuto all'elevato effetto antropico; inoltre la presenza del torrente Polcevera non comporta presenza di particolari ecosistemi che, come evidenziato nella Figura 4-71 sono presenti a partire dal medio corso del torrente e non nell'area urbana del tratto terminale.

#### 4.7. Sostanze pericolose

Le imprese saranno dotate di container con bacino di contenimento ove saranno custodite le sostanze pericolose.

Le aree di deposito devono essere correttamente individuate e identificate durante la cantierizzazione sulla base della valutazione dei rischi di inquinamento che i prodotti possono arrecare al suolo ed alle risorse idriche e sulla base di quanto previsto dalla normativa di legge (esempio per i prodotti infiammabili) e di quanto prescritto nella scheda di sicurezza.

- ogni impresa avrà in dotazione un proprio kit antisversamento per la gestione delle piccole emergenze di cantiere (contenuti minimi panni assorbenti, salsicciotti, materiale assorbente quale sepiolite, sacchi per la raccolta del materiale di raccolta);

- saranno presenti serbatoi di gasolio omologati con bacino di contenimento e tettoia;

- tutte le sostanze saranno etichettate e munite di Scheda di Sicurezza, sarà inoltre disponibile planimetria di cantiere con indicazione della posizione delle sostanze e kit, le planimetrie di cantiere vengono aggiornate in base alla collocazione delle sostanze pericolose.

Eventuali altre sostanze che necessitano di superfici maggiori saranno stoccate in aree pavimentate (esistenti).

La gestione degli imballaggi vuoti che hanno contenuto sostanze pericolose, qualora non ritirati dallo stesso fornitore in qualità di resi, verranno trattati a tutti gli effetti come rifiuti e la loro gestione avverrà secondo i dettami di legge.

Tutto il personale operante in cantiere sarà essere sensibilizzato/informato in materia di gestione delle sostanze pericolose.

Le sostanze pericolose presenti in cantiere saranno le seguenti:

- gasolio motore utilizzato per trazione mezzi di cantiere e Gruppi Elettrogeni, stoccato in cisterne omologate con serbatoio di contenimento e tettoia (5 q.li);
- ad-blue additivo antigelo per gasolio;
- olii in piccole quantità in fusti da 20 litri a 200 litri stoccati in container chiuso dotati di bacino di contenimento;
- flocculante ad uso impianto lavaroute;
- gas Acetilene/Ossigeno: gas combustibile per applicazioni di saldatura, taglio, riscaldamento e brasatura;
- vernici;
- disarmante per casseri.

#### 4.8. Rischio di incidente e gestione delle emergenze ambientali

Nel seguente paragrafo si riportano le indicazioni e le modalità di gestione delle emergenze ambientali.

##### 4.8.1. Versamento accidentale di sostanze inquinanti

Il "Costruttore", allo scopo di prevenire e mitigare gli impatti conseguenti ad incidenti e/o a condizioni operative anomale, ha individuato nel proprio Sistema di Gestione Ambientale i possibili rischi, le minacce e le possibili situazioni di emergenza ambientale connesse con le attività di realizzazione delle opere di costruzione del viadotto Polcevera.

Durante le fasi di costruzione possono verificarsi eventi di tipo accidentale/imprevisto che possono potenzialmente compromettere lo stato dei luoghi.

Eventuali sversamenti accidentali possono verificarsi ed interessare le matrici suolo, sottosuolo e corpo idrico superficiale.

Le potenziali cause possono essere riassunte in:

- rifornimento degli automezzi,
- danneggiamenti ai serbatoi, rotture dei manicotti e raccordi, rotture dei pistoni idraulici;
- danneggiamenti ai contenitori.

Si tratta in generale di sostanze chimiche, quali

- lubrificanti;
- carburanti, oli minerali ed oli motore ;
- vernici a base oleosa;
- imballaggio in uso e di travaso;

Gli eventi di cui ai punti 1 e 2 possono verificarsi in modo accidentale nel corso di tutte le fasi scavo dei pali di fondazione, scavo e getto dei plinti di fondazione, realizzazione delle elevazioni delle pile e del varo dell'impalcato.

L'inquinamento da prodotti chimici in genere può avvenire durante le operazioni di stoccaggio e di trasporto dei prodotti oppure di rifiuti alle zone di utilizzo, durante le operazioni di movimentazione.

#### 4.8.2. Dotazione minima di intervento del cantiere

Le aree di lavoro dovranno essere dotate di kit di emergenza ambientale, da utilizzare nel caso in cui si verificano eventi accidentali di piccola entità che comportino una situazione di temporanea compromissione dell'ambiente.

I kit sono approvvigionati dalle imprese esecutrici e tra il personale/maestranze saranno individuate delle squadre addette alla gestione delle emergenze e addestrate al loro utilizzo.

Al fine di permettere una facile risoluzione dell'emergenza ambientale, tali kit dovranno essere facilmente identificabili ed accessibili per un tempestivo e corretto utilizzo. I kit – dei quali va sempre controllata la data di scadenza a cura delle imprese esecutrici sono costituiti da:

Sacchi di sostanza assorbente in polvere (sepiolite o similari): sostanze con elevato potere assorbente, risultano essere particolarmente indicate per l'assorbimento degli idrocarburi e degli oli in genere. Hanno la proprietà di non assorbire l'acqua e per questo motivo possono essere utilizzate anche in acqua (bacini, fiumi, canali). Il materiale, una volta svolto il proprio compito, viene raccolto ed insaccato al fine di procedere al successivo smaltimento.

Fogli assorbenti: Particolarmente indicati per l'assorbimento di oli su superfici lisce pavimentate. Hanno grande potere assorbente e risultano essere molto facili da utilizzare, rimuovere e smaltire.

Salsicciotti assorbenti: Sono indicati per la creazione di barriere assorbenti/di contenimento su suolo o in acqua. Hanno grande potere assorbente e risultano essere molto facili da utilizzare, rimuovere e smaltire.



**Kit di intervento in emergenza di dotazione minima di cantiere (spillamento su suolo, minimi gocciolamenti in alvei e torrenti)**



**Kit di intervento in caso di lavorazioni all'interno dell'alveo (versamento in torrente o fiume, assorbimento acque contaminate in vasche di cantiere (ad es.: impianto trattamento acque))**



#### 4.8.3. Misure operative di prevenzione

##### AREE/PIAZZALI DI DEPOSITO PER STOCCAGGI

L'area di deposito deve essere sufficientemente ampia ed organizzata per garantire la movimentazione delle sostanze.

L'area di deposito deve essere realizzata in modo da evitare il rischio di contaminazione delle acque di percolazione in caso di piogge.

L'area deve essere recintata, e ben visibile

Le aree di deposito devono essere protette dagli agenti atmosferici e dotate di bacino di contenimento al fine di prevenire rilasci al suolo in caso di rottura di uno o più contenitori.

I depositi adibiti allo stoccaggio e movimentazione di olio usato o emulsioni oleose, devono disporre di almeno un serbatoio per lo stoccaggio del prodotto contaminato.

Da evitare il deposito ed il trasferimento da un recipiente all'altro di sostanze chimiche oppure reattive, in alveo.

Devono essere presenti i mezzi estinguenti secondo quanto previsto dalla normativa antincendio.

E' necessaria una regolare manutenzione dei serbatoi e delle tubazioni.

Il trasporto dei prodotti chimici, carburanti ed oli deve essere effettuato con idonei mezzi e/o contenitori, attuando le prescrizioni ADR ove previste per legge.

##### RECIPIENTI

I recipienti-contenitori devono essere idonei in relazione alla tipologia e pericolosità del prodotto stesso (verificare scheda di sicurezza).

I recipienti devono essere chiusi ermeticamente e provvisti di dispositivi atti ad effettuare in condizioni di sicurezza le operazioni di riempimento e svuotamento.

I recipienti devono essere provvisti di apposita etichettatura identificativa.

##### BACINI DI CONTENIMENTO

I serbatoi-recipienti fuori terra devono essere posti in un bacino di contenimento, delimitato da muro di contenimento. E' ammessa l'installazione di più serbatoi in unico bacino (v. SCIA).

Il bacino di contenimento di più serbatoi di oli riuniti deve avere capacità di contenimento pari a 1/3 della capacità geometrica totale dei serbatoi contenuti, ed in ogni caso, almeno pari a quella del serbatoio più grande.

I bacini devono essere pavimentati in calcestruzzo con accentuata pendenza verso il sistema di canalette di drenaggio o pozzetti di raccolta collegati alla rete fognante oleosa ed una valvola di intercettazione deve essere installata all'esterno del bacino. Per quanto concerne i requisiti della pavimentazione, è preferibile il

trattamento superficiale di indurimento o ciclo di verniciatura con prodotti resistenti agli oli minerali. Vanno protetti contro le intemperie mediante coperture e mai stoccati a diretto contatto col suolo

Nel caso di più serbatoi posti in unico bacino, devono essere rispettate le seguenti distanze minime tra serbatoi adiacenti:

- Serbatoi di  $C \leq 30 \text{ m}^3$  → distanza minima di 0,80m
- Serbatoi di  $30 < C \leq 150 \text{ m}^3$  → distanza minima di 1,00m
- Serbatoi di  $C > 150 \text{ m}^3$  → distanza minima tra serbatoi di 1,50m

##### SERVIZIO DI PRONTO INTERVENTO AMBIENTALE

E' necessario, data la normativa vigente, che gli Affidatari/Subappaltatori stipulino un contratto di assistenza specialistica analogo, con una ditta qualificata, al fine di far fronte ad eventuali situazioni accidentali di emergenza ambientale di consistente entità, per la quale sia necessario intervenire con un appropriato piano di intervento per la delimitazione dell'inquinamento e l'immediata rimozione dell'inquinante, riportando il sito in condizioni di sicurezza.

Tale ditta deve:

svolgere il servizio di pronto intervento H24 nei termini definiti da specifici accordi contrattuali, essere dotata di mezzi autorizzati all'ingresso in cantiere e alla raccolta e al trasporto di rifiuti (in particolare per lo spurgo di sostanze liquide),

essere in grado di svolgere tempestivamente attività di intermediazione con trasportatori e impianti autorizzati,

essere dotata di tutte le autorizzazioni necessarie,

essere in grado di fornire all'impresa esecutrice la consulenza tecnica del caso e il servizio di campionamento ed analisi per la verifica delle matrici ambientali potenzialmente impattate.

L'attività in campo varierà in funzione della tipologia e dello stato fisico di quanto versato; in linea di massima le attività saranno finalizzate a rimuovere la fonte secondaria della contaminazione (suolo contaminato o acque coinvolte) e nella peggiore delle ipotesi, si procederà al confinamento della fonte.

La ditta suddetta deve intervenire come da pattuizioni contrattuali con la seguente dotazione minima:

Segnaletica stradale	qb
Pompe pneumatiche di portata minima mc/h 10	n. 2
Pompe di portata minima mc/h 500	n. 1
Nastro delimitatore	200 m
Rete in plastica da cantiere	50 m
Manichette diam. 4" ad alta pressione (25 bar)	50 m
Manichette per idranti UNI 40 ed UNI 75	50 m
Esplosimetri	n. 2

Contraente



Progettista



Doc. NG1200E69RHCA0000C01B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 69 RH CA0000 C01

Rev.  
B

Foglio  
88 di 109

Tubi sifonati di diametro 200 mm (tubo e curva)	n. 50 (*)
Palancole di lunghezza 4 m	20 m (*)
Panne assorbenti	100 m
Panne galleggianti	50 m
Cuscini assorbenti	100
Fibre assorbenti	2 mc
Teli polipropilene	200 mq
Serbatoi plastici per stoccaggio idrocarburi	n. 1

(\*) Materiale già confezionato e mantenuto disponibile in magazzino.

Se il servizio di intervento H24 produce rifiuti da tali dotazioni durante la propria attività, ne è il produttore.  
I rifiuti che possono originare dall'intervento saranno individuati in fase contrattuale.

## Parte C – Usi e produzioni

### 5. USI E PRODUZIONI

#### 5.1. Rifiuti e materiali di risulta

##### 5.1.1. *Stima dei materiali prodotti*

Per quanto concerne i materiali prodotti nel corso delle lavorazioni si rimanda all'elaborato NG1200E69RGIM0000C01 – Gestione dei materiali di risulta e siti di approvvigionamento e smaltimento – Relazione generale.

##### 5.1.2. *Modalità di gestione dei materiali prodotti*

Per quanto concerne le modalità di gestione dei materiali prodotti nel corso delle lavorazioni si rimanda all'elaborato NG1200E69RGIM0000C01 – Gestione dei materiali di risulta e siti di approvvigionamento e smaltimento – Relazione generale.

##### 5.1.3. *I siti di conferimento del materiale prodotto*

Per i dettagli si rimanda all'elaborato NG1200E69RGIM0000C01 – Gestione dei materiali di risulta e siti di approvvigionamento e smaltimento – Relazione generale ed all'elaborato NG1200E69RGCA0000C01 – Gestione materiali di scavo in qualità di sottoprodotto ai sensi del DPR 120/2017 – Relazione generale.

##### 5.1.4. *Le caratterizzazioni ambientali eseguite*

Per i dettagli si rimanda all'elaborato NG1200E69RGIM0000C01 – Gestione dei materiali di risulta e siti di approvvigionamento e smaltimento – Relazione generale.

#### 5.2. Materie prime e materiali da recupero

##### 5.2.1. *Stima dei fabbisogni*

Per i dettagli si rimanda all'elaborato NG1200E69RGIM0000C01 – Gestione dei materiali di risulta e siti di approvvigionamento e smaltimento – Relazione generale.

##### 5.2.2. *Gestione dei materiali di fornitura*

Premesso che il periodo di deposito in cantiere del materiale di fornitura sarà limitato nel tempo, ovvero che lo stesso sarà impiegato nell'immediato, è comunque previsto l'impiego di un telo a protezione del terreno.

##### 5.2.3. *Le aree estrattive*

Per i dettagli si rimanda all'elaborato NG1200E69RGIM0000C01 – Gestione dei materiali di risulta e siti di approvvigionamento e smaltimento – Relazione generale.



## Parte D – Popolazione, territorio e aspetti sociali

### 6. POPOLAZIONE, TERRITORIO E ASPETTI SOCIALI

#### 6.1. Il traffico indotto dal cantiere

Risulta evidente come il crollo del Ponte di Genova, abbia sconvolto le dinamiche della popolazione, sia da un punto di vista sociale, che da un punto di vista economico. Il tragico evento ha avuto conseguenze disastrose sulle condizioni sociali, in merito alle quali uno degli aspetti principali sicuramente ha riguardato le condizioni di mobilità sul territorio, un importante riferimento per la vivibilità dei luoghi.

Stante i numerosi collegamenti garantiti dal Ponte di Genova, è chiaro come il mancato utilizzo di alcuni tratti di viabilità, che attualmente non sono consentiti, rendono la situazione di Genova critica, con necessità di intervento immediato.

Il progetto di ricostruzione del Viadotto Polcevera si pone pertanto prioritario proprio dal punto di vista sociale, finalizzato a restituire a Genova e alla popolazione le condizioni di mobilità atte a garantire tutti i collegamenti precedentemente esistenti.

Alla luce di tali considerazioni, la cantierizzazione prevista per la realizzazione del Viadotto Polcevera segue il criterio fondamentale della tempestività. Infatti, i lavori sono previsti durante le 24 ore della giornata, per tutti i giorni della settimana, al fine di ultimare la realizzazione del viadotto e garantire l'esercizio viario entro il minor tempo possibile. Con tale logica tutti i macchinari previsti nelle aree di cantiere, nonché i mezzi pesanti circolanti sulla viabilità di cantiere per consentire l'approvvigionamento e/o smaltimento del materiale, sono quelli necessari a fare in modo che questa logica venga rispettata. Pertanto, i flussi di traffico indotti dal cantiere stimati sulla viabilità utilizzata, pur incrementando, limitatamente alla durata dalla fase di cantiere, il traffico di servizio già presente sulle viabilità considerate (si veda la stima condotta al Par. 4.3), risultano necessari alla risoluzione immediata della situazione attuale.

#### 6.2. Condizioni di esposizione della popolazione

Le attività di cantierizzazione previste per la realizzazione del Viadotto Polcevera certamente pongono all'attenzione il tema della vivibilità dei luoghi nel quale il cantiere si inserisce.

I disturbi alla salute umana durante le attività di cantiere sono legati principalmente alle emissioni atmosferiche e sonore e localmente alle vibrazioni prodotte dai macchinari presenti nelle aree di cantiere.

Pertanto, sono stati individuati tre ambiti nei quali ricercare le potenziali fonti di disturbo sul fattore in esame: la qualità dell'aria, il clima acustico e le vibrazioni.

Con riferimento alla qualità dell'aria, i principali inquinanti sono costituiti dagli ossidi di azoto (NOx) ed i biossidi di azoto (NO2) e dal particolato.

Con specifico riferimento al particolato, in particolar modo nelle aree urbane il PM10 riveste un ruolo importante sia dal lato sanitario che da quello climatologico locale. Il sistema maggiormente attaccato dal particolato è l'apparato respiratorio e il fattore di maggior rilievo per lo studio degli effetti è probabilmente la dimensione delle particelle, in quanto da essa dipende l'estensione della penetrazione nelle vie respiratorie. Prima di raggiungere i polmoni, i particolati devono oltrepassare delle barriere naturali, predisposte dall'apparato respiratorio stesso. Il pericolo, pertanto, è rappresentato dalle particelle che raggiungono gli alveoli polmonari, dai quali vengono eliminate in modo meno rapido e completo, dando luogo ad un possibile assorbimento nel sangue. Il materiale infine che permane nei polmoni può avere un'intrinseca tossicità, a causa delle caratteristiche fisiche o chimiche. Sulla base dei risultati di diversi studi epidemiologici, si ipotizza che ad ogni 10 µg/m<sup>3</sup> di concentrazione in aria di PM<sub>10</sub> è associato un incremento stimato nel tasso relativo di mortalità per ogni causa, risultato pari a 0,51%. L'incremento stimato nel tasso relativo di mortalità per cause cardiovascolari e respiratorie è risultato pari a 0,68% (The New England Journal of Medicine).

Alla luce di tali considerazioni, le simulazioni condotte nell'ambito del fattore ambientale "Aria e Clima" (cfr. Par. 4.3) hanno pertanto stimato i livelli di concentrazione del PM10 prodotti dalle attività previste nelle aree di cantiere per la realizzazione del Viadotto Polcevera.

I valori di PM10 risultanti in prossimità dei ricettori più vicini al cantiere sono stati confrontati con i limiti imposti dalla normativa per la protezione della salute umana, i quali con riferimento alle concentrazioni massime giornaliere di PM10 sono pari a 50 µg/m<sup>3</sup>. Entrando nel merito delle analisi, di seguito si riportano i risultati delle concentrazioni totali dei massimi giornalieri di PM10, comprensivi del valore di fondo registrato dalla centralina di traffico urbano Via Buoizzi – Genova presa come riferimento.

Punto	Concentrazioni max giornaliero PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Concentrazioni fondo centralina [µg/m <sup>3</sup> ]	Concentrazioni max giornaliero totale [µg/m <sup>3</sup> ]
R1	11,29	24,18	35,47
R2	14,96	24,18	39,14
R3	13,29	24,18	37,47
R4	1,28	24,18	25,46
R5	8,37	24,18	32,55
R6	22,96	24,18	47,14
R7	7,92	24,18	32,10
R8	16,32	24,18	40,50



Punto	Concentrazioni max giornaliero PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Concentrazioni fondo centralina [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Concentrazioni max giornaliero totale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
R9	10,89	24,18	35,07
R10	3,60	24,18	27,78
R11	4,26	24,18	28,44
R12	3,87	24,18	28,05
R13	3,14	24,18	27,32
R14	11,98	24,18	36,16
R15	13,44	24,18	37,62
R16	2,15	24,18	26,33
R17	3,87	24,18	28,05
R18	2,85	24,18	27,03

**Tabella 6-1 Risultati concentrazioni massime giornaliere PM10 sui ricettori**

Alla luce dei risultati emerge come le concentrazioni massime giornaliere totali di PM10 in prossimità dei ricettori non superano mai il limite normativo. Nonostante il rispetto del limite normativo per la protezione della salute umana, con la finalità di minimizzare la dispersione di polveri, nocive per l'uomo, si prevedono idonee misure di mitigazione, nonché l'attivazione di monitoraggi in corso d'opera per l'intera durata di realizzazione dei lavori, per i cui dettagli si rimanda al Piano di Monitoraggio Ambientale (cod. NG1200E22RGMA0000C01).

Con riferimento, invece, alla potenziale fonte di disturbo caratterizzata dal clima acustico, si specifica come numerose ricerche abbiano evidenziato che il rumore prodotto dai mezzi di trasporto può avere effetti negativi non solo sugli operatori e sugli utenti, ma anche sulle popolazioni che vivono in prossimità di strade, ferrovie, aeroporti. Il confine che separa effetti propriamente sanitari (danno) ed effetti di natura socio-psicologica (disturbo, annoyance) non è nettamente stabilito, anche se studi condotti da Cosa e Nicoli (cfr. M. Cosa, "Il rumore urbano e industriale", Istituto italiano di medicina sociale, 1980), definiscono una scala di lesività in cui sono caratterizzati 6 campi di intensità sonora:

- 0÷35 dB(A): rumore che non arreca fastidio né danno;
- 36÷65 dB(A): rumore fastidioso e molesto che può disturbare il sonno ed il riposo;
- 66÷85 dB(A): rumore che disturba ed affatica, capace di provocare danno psichico e neuro-vegetativo e in alcuni casi danno uditivo;
- 86÷115 dB(A): rumore che produce danno psichico e neurovegetativo e può indurre malattia psicosomatica;
- 116÷130 dB(A): rumore pericoloso: prevalgono gli effetti specifici su quelli psichici e neurovegetativi;
- 131÷150 dB(A): rumore molto pericoloso: impossibile da sopportare senza adeguata protezione; insorgenza immediata o rapida del danno.

Così come visto per il fattore "Aria e clima", anche per il fattore "Clima acustico", nell'ambito del presente documento e specificatamente al Par. 4.4, sono state condotte le simulazioni modellistiche finalizzate alla valutazione dei livelli acustici indotti dalle attività di cantiere, con particolare riferimento agli effetti prodotti sui ricettori presenti in prossimità del cantiere stesso.

A partire dai risultati ottenuti, in considerazione del censimento dei ricettori, è possibile constatare che circa i 2/3 dei ricettori interessati dal cantiere sono di tipo produttivo ed in particolar modo ubicati dal lato di ponente. L'area che, invece, richiede maggiore attenzione e che comunque rappresenta una parte limitata, è quella di levante, caratterizzata principalmente dalla presenza di ricettori residenziali. A tal proposito, di seguito si riportano alcune considerazioni in merito ai ricettori interessati dalle due curve isolivello ritenute significative ai fini della presente analisi, ossia le curve caratterizzate dai livelli di pressione sonora entro i 70 e i 60 dB(A).

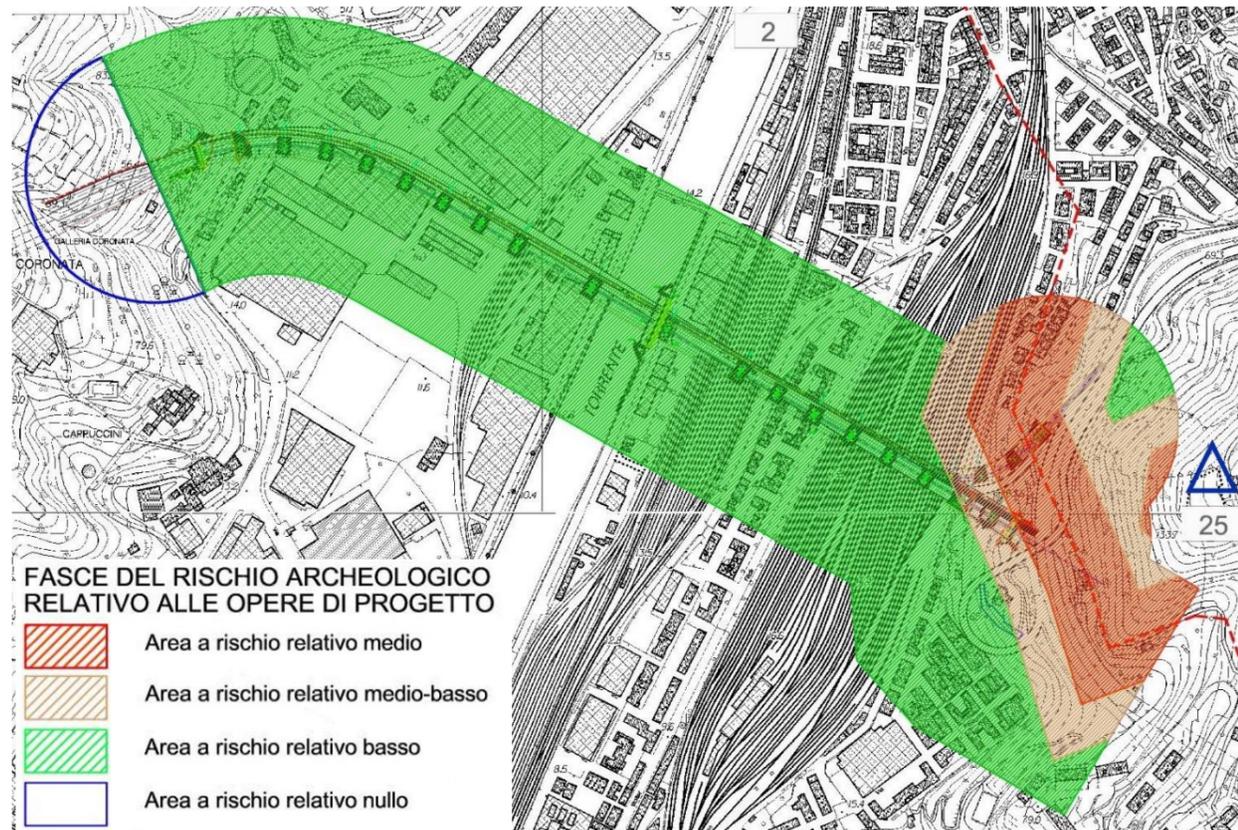
Considerando i livelli sonori entro i 70 dB(A) la relativa curva risulta interamente compresa entro l'area di cantiere, senza interessare alcun ricettore. Per quanto riguarda, invece, la curva relativa ai 60 dB(A), il numero di ricettori posti a nord dell'area di cantiere è limitato e connotato da edifici con un ridotto numero di piani. Relativamente alla porzione a sud dell'area di cantiere, la situazione si discosta da quella precedentemente descritta in ordine al numero di ricettori ed alla loro elevazione. In ogni caso si evidenzia che il numero di edifici e la connessa popolazione residente interessata risulta contenuto e la curva in questione non coinvolge ricettore sensibili.

### 6.3. Il patrimonio archeologico

Come si evince dalle risultanze dell'Analisi del contesto archeologico (NG1200E22RGAAH0000C01), al quale si rimanda per una più approfondita trattazione, il contesto territoriale indagato presenta interessanti e molteplici testimonianze archeologiche pertinenti ad epoche diverse, indice di un'occupazione territoriale continua nel tempo.

Gli esiti delle valutazioni sono rappresentati nella Carta del rischio archeologico relativo, di cui si riporta uno stralcio (cfr. Figura 6-1), la cui indagine ha preso in considerazione un ambito di approfondimento pari a 150 metri per lato dall'asse del viadotto in progetto. Il potenziale rischio archeologico relativo è stato classificato secondo le seguenti quattro classi:

- Rischio Medio,
- Rischio Medio-Basso,
- Rischio Basso,
- Rischio Nullo.



**Figura 6-1 Stralcio della carta del rischio archeologico relativo**

Come si evince dalla Carta del rischio archeologico relativo, gran parte della fascia di studio risulta avere un basso grado di rischio, in quanto ubicata in un'area priva di evidenze archeologiche entro una distanza di 100 metri. Una ridotta porzione di superficie a rischio medio e medio-basso è presente lungo il versante di levante in sinistra orografica, in ragione della presenza di un possibile tracciato viario di epoca romana e dei resti di Forte Crocetta. Lungo il versante di ponente in destra orografica, al contrario, è stata individuata una fascia a rischio nullo.

A fronte di tali considerazioni, non essendo possibile escludere la possibilità di ritrovamenti nel sottosuolo di materiale archeologico, in fase di cantiere si prevede l'applicazione di misure e accorgimenti preventivi per quanto riguarda gli aspetti di rilevanza archeologica.

In tal senso sarà prevista la presenza di personale specializzato archeologico durante i lavori di scavo per scotico e sbancamento e, nel caso di ritrovamenti di resti antichi o di manufatti nel sottosuolo, si darà immediata comunicazione alla Soprintendenza competente con arresto dei lavori.

Contraente



Progettista



Doc. NG1200E69RHCA0000C01B

Progetto  
NG12

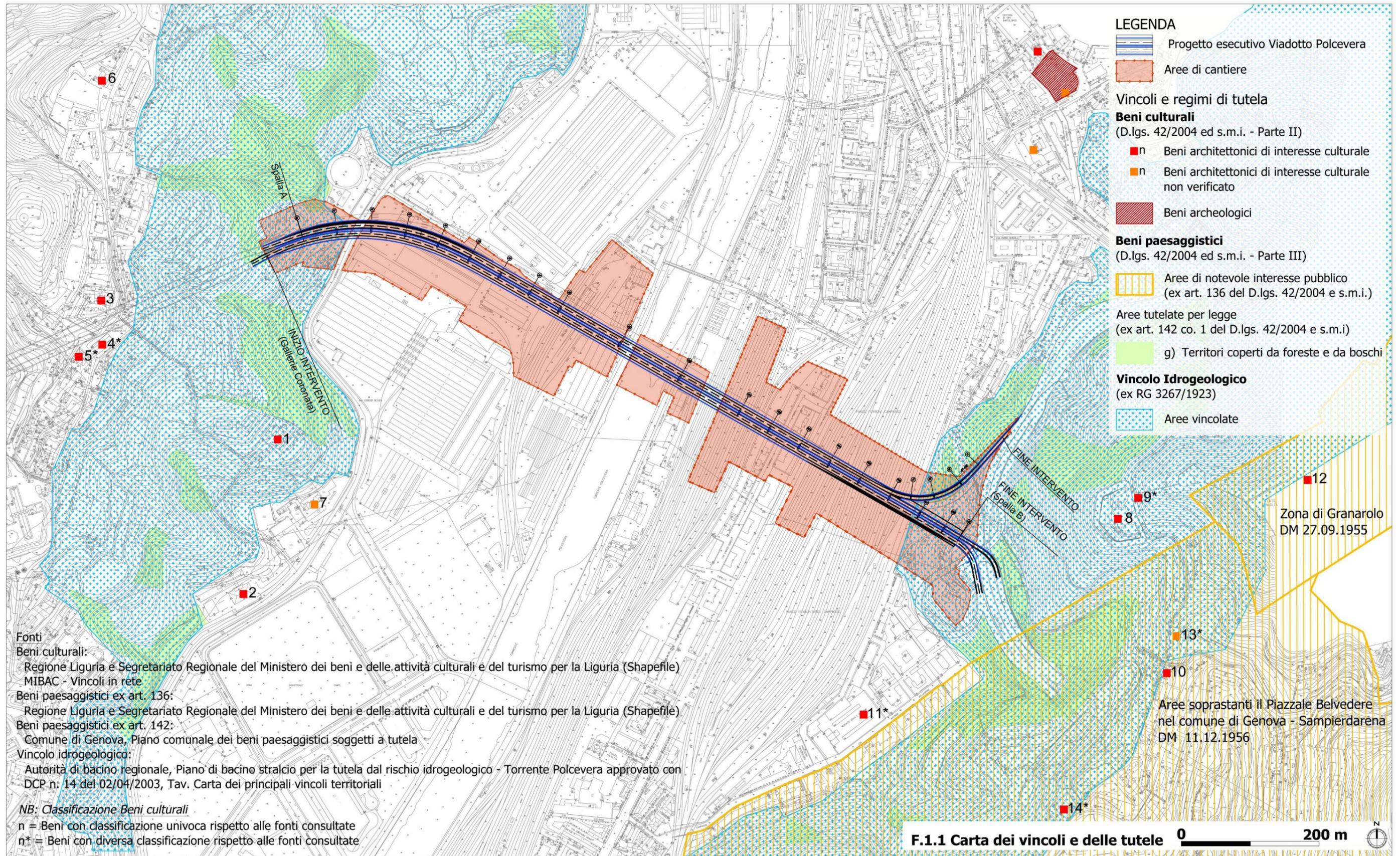
Lotto  
00

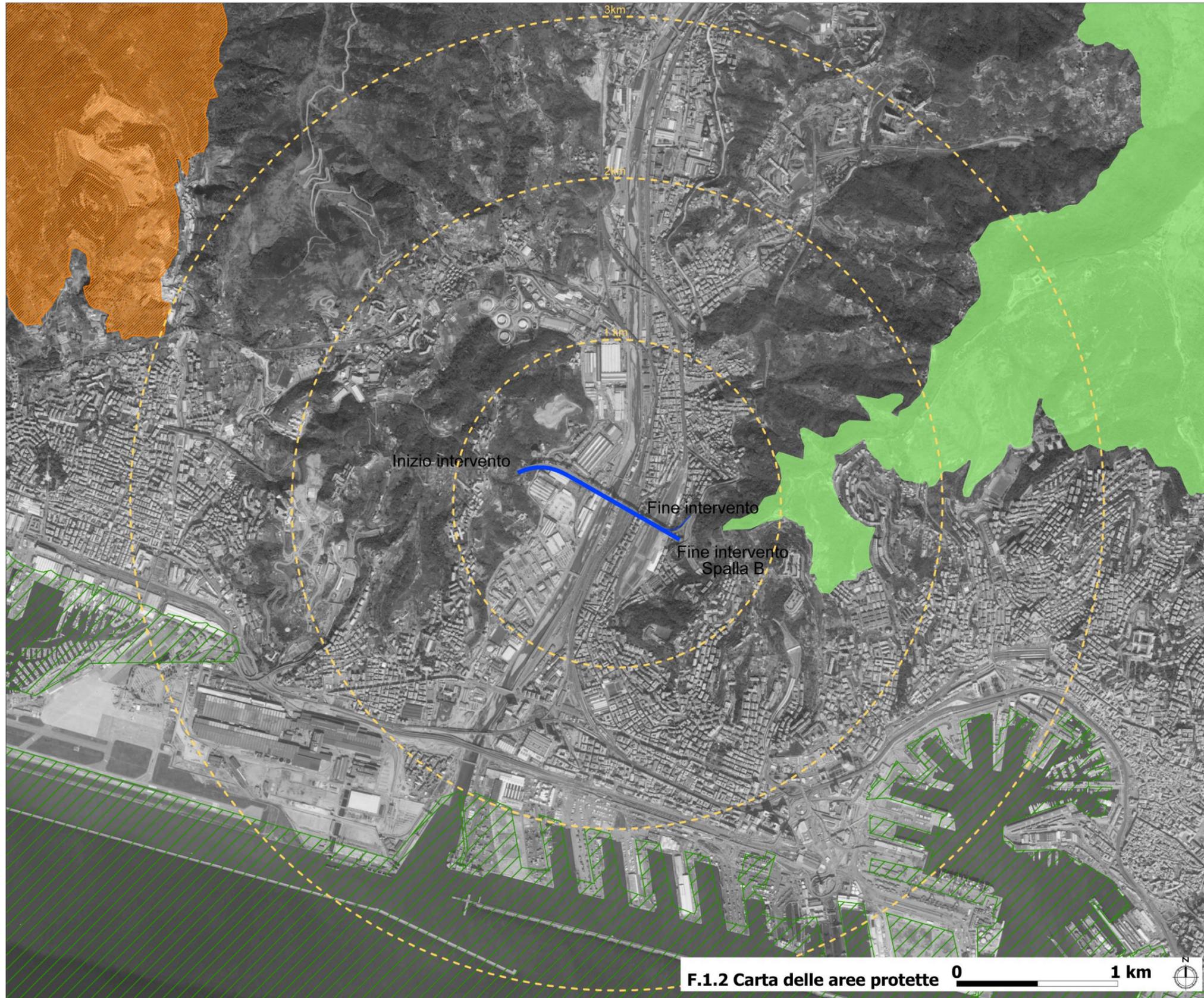
Codifica Documento  
E 69 RH CA0000 C01

Rev.  
B

Foglio  
93 di 109

**FIGURE FUORI TESTO**





**LEGENDA**

 Progetto esecutivo Viadotto Polcevera

**Rete natura 2000**

 Zone Speciali di Conservazione (IT1331615 - Monte Gazzo)

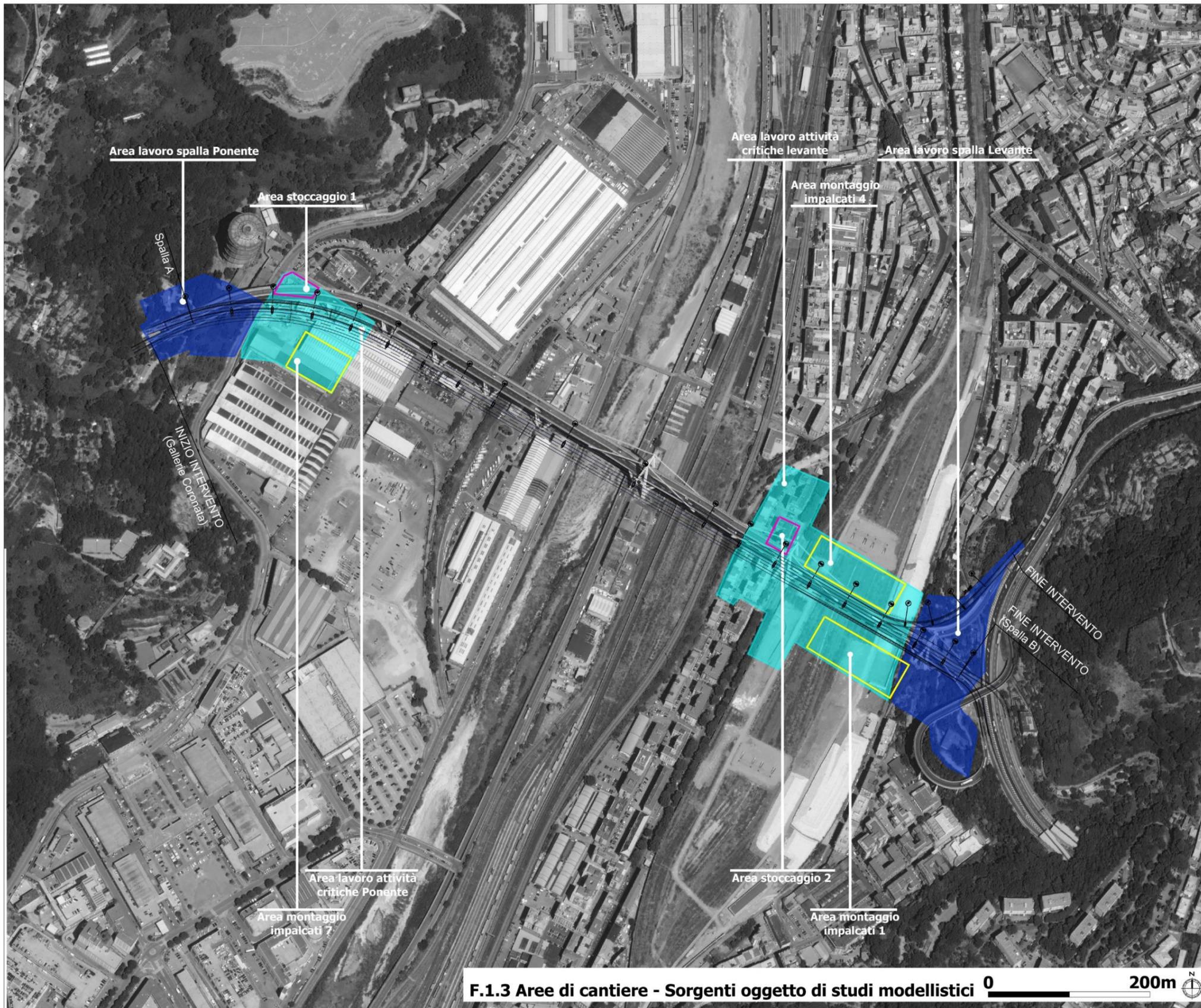
**Aree naturali protette**

 Elenco ufficiale delle aree naturali protette (EUAP 1174 - Santuario per i Mammiferi Marini)

**Aree naturali protette di interesse locale**

 Parco delle Mura

*Fonte: Regione Liguria, Geoportale - Shapefile; MATTM, shapefile Rete Natura 2000 aggiornamento 2017; Geoportale Nazionale - shapefile Aree Naturali Protette*



LEGENDA

 Progetto esecutivo Viadotto Polcevera

Area di cantiere

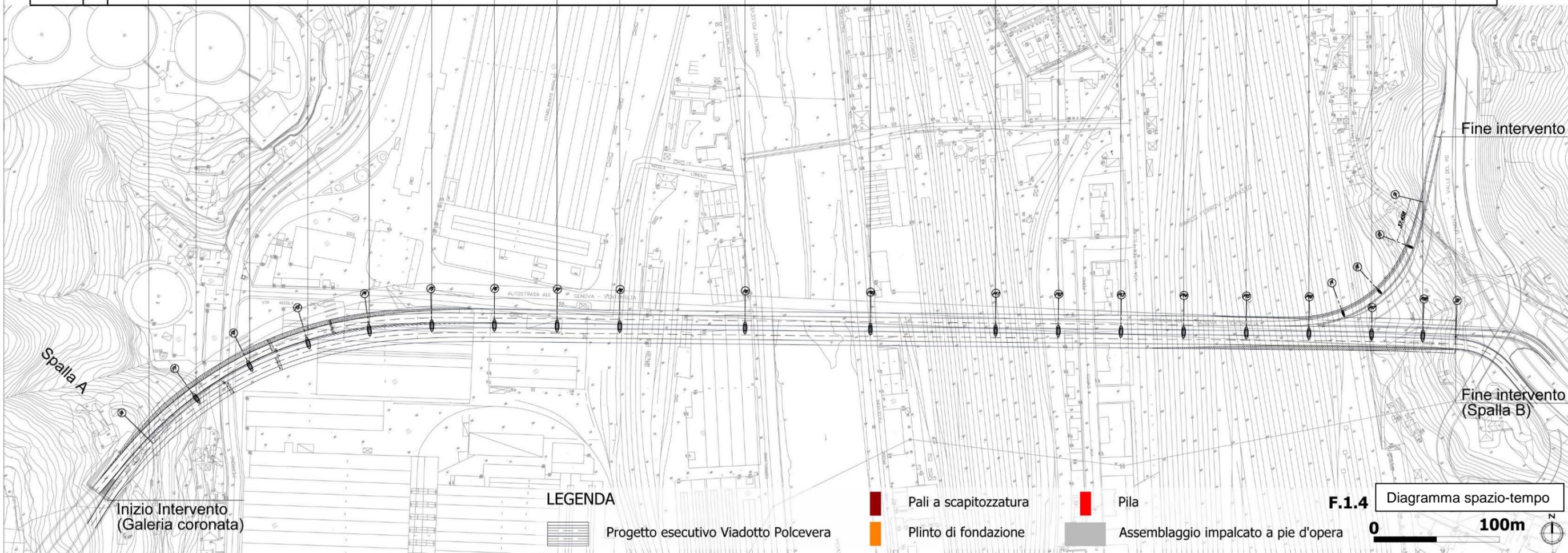
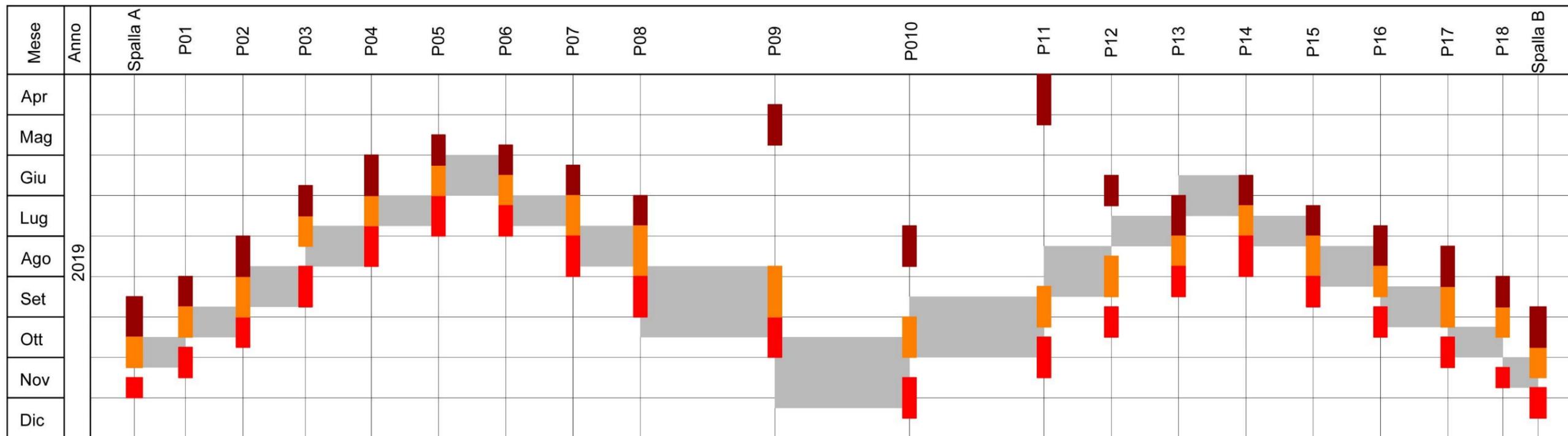
 Area lavoro attività critiche

 Area lavoro spalla

 Area montaggio impalcati

 Area stoccaggio

F.1.3 Aree di cantiere - Sorgenti oggetto di studi modellistici 0 200m

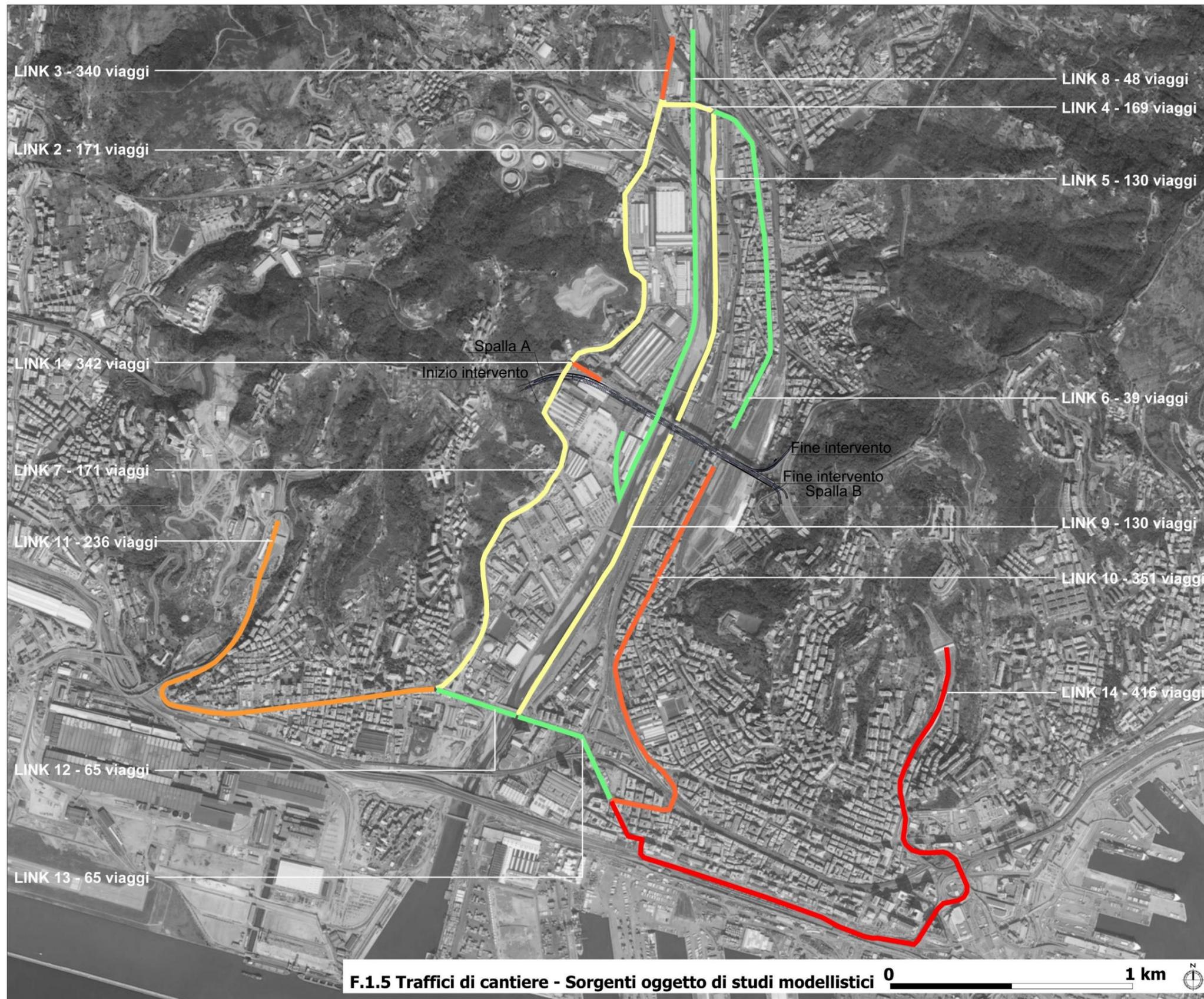


**LEGENDA**

- Progetto esecutivo Viadotto Polcevera
- Pali a scapitozzatura
- Plinto di fondazione
- Pila
- Assemblaggio impalcato a pie d'opera

**F.1.4** Diagramma spazio-tempo



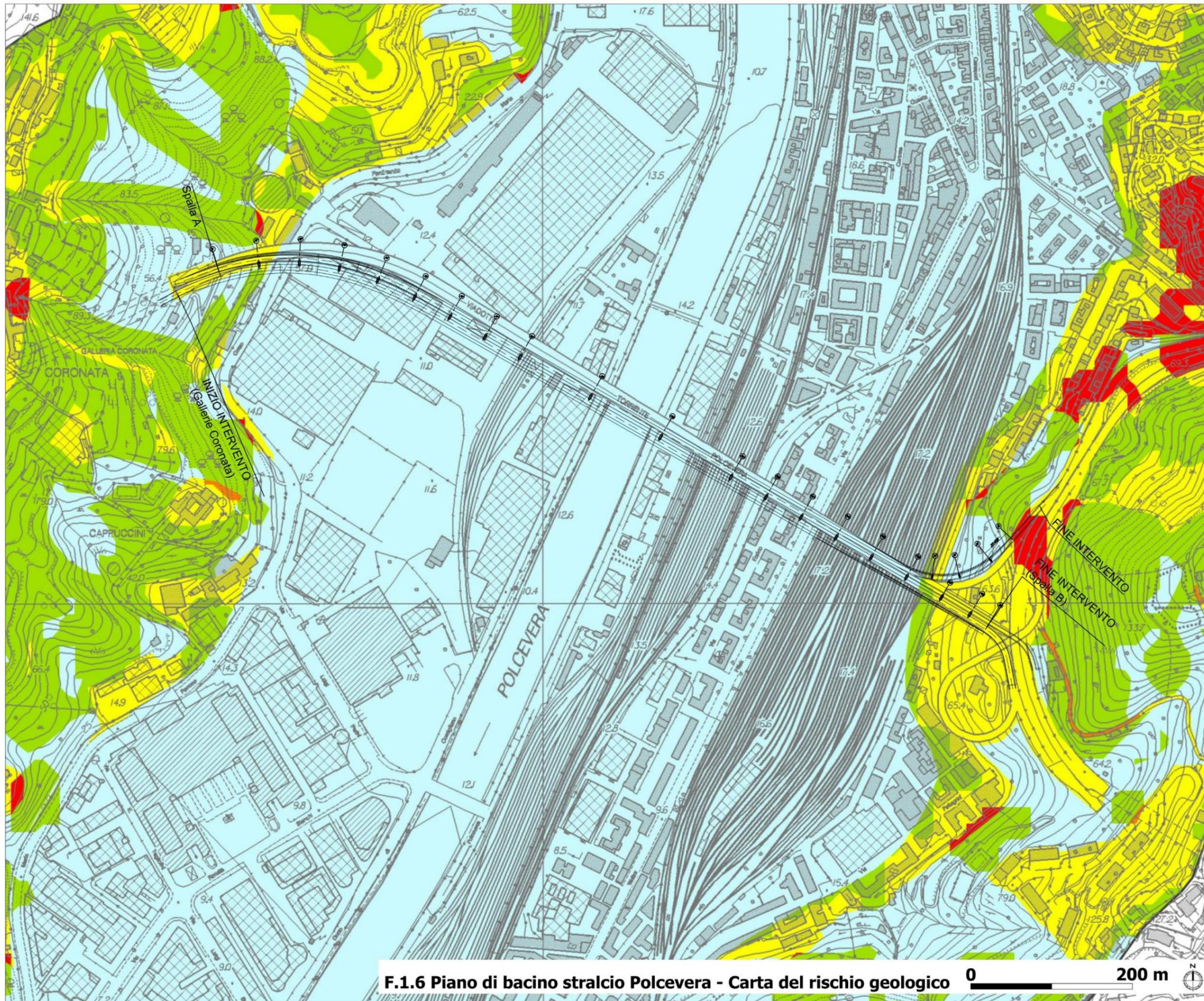


LEGENDA

Progetto esecutivo Viadotto Polcevera

**Itinerari e flussi di traffico bidirezionali**

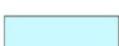
DISTRIBUZIONE SULLE VARIE SORGENTI LINEARI	VIAGGI/GG	MEZZI/ORA DI PUNTA	0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	Corsie
LINK 1	342	34						2
LINK 2	171	17						2
LINK 3	340	34						2
LINK 4	169	17						2
LINK 5	130	13						2
LINK 6	39	4						2
LINK 7	171	17						2
LINK 8	48	5						2
LINK 9	130	13						2
LINK 10	351	35						2
LINK 11	236	24						5
LINK 12	65	7						5
LINK 13	65	7						5
LINK 14	416	42						4



**LEGENDA**

 Progetto esecutivo Viadotto Polcevera

CLASSI DI RISCHIO GEOLOGICO

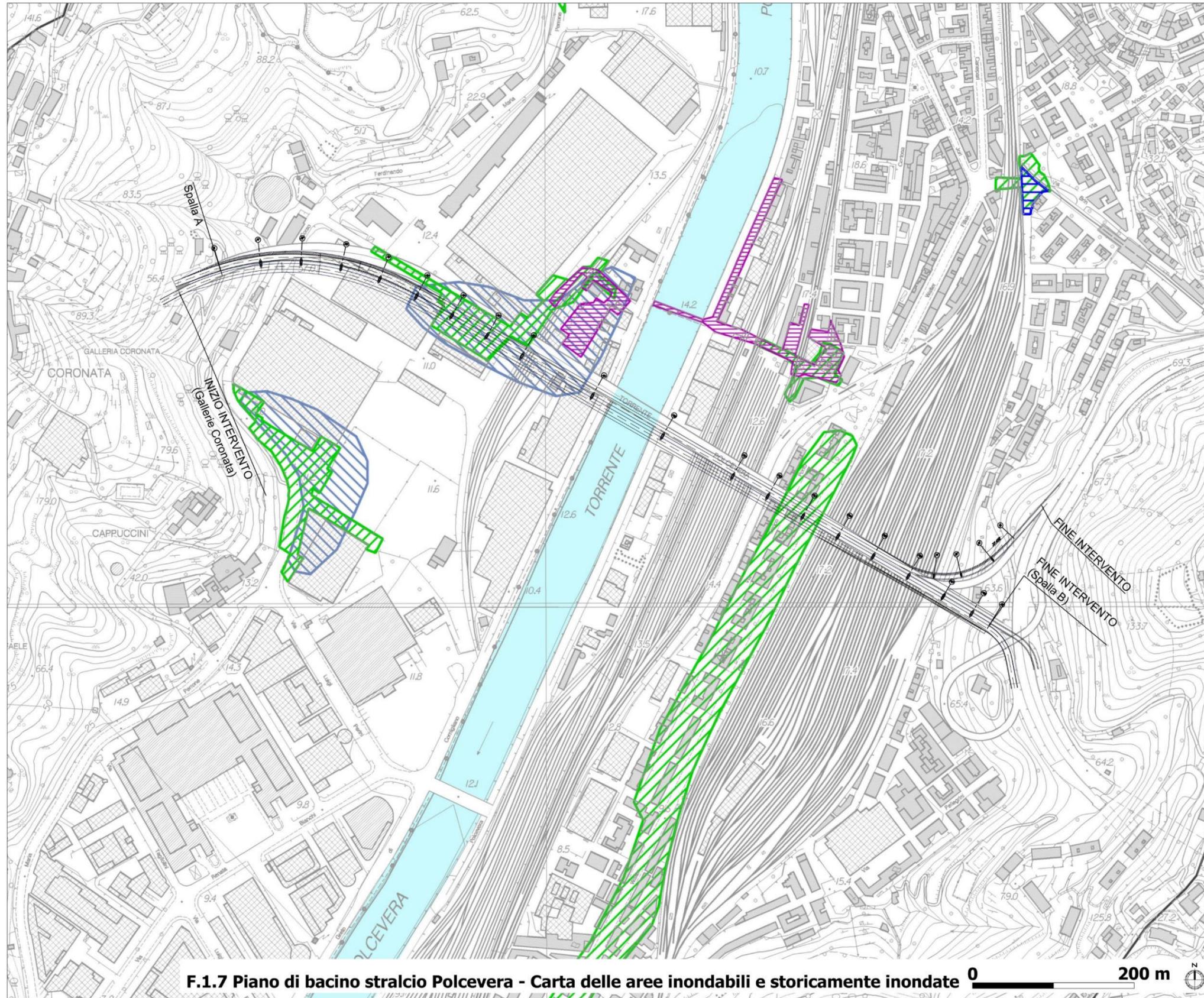
-  RISCHIO MOLTO ELEVATO R4
-  RISCHIO ELEVATO R3
-  RISCHIO MEDIO R2
-  RISCHIO MODERATO R1
-  RISCHIO LIEVE O TRASCURABILE R0

CLASSI SPECIALI

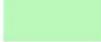
-  CAVE ATTIVE, MINIERE ATTIVE E DISCARICHE IN ESERCIZIO
-  LIMITE DI BACINO

Fonte: Regione Liguria, Autorità di bacino regionale - Piano di Bacino stralcio per la tutela del rischio idrogeologico approvato con DCP 14 del 02/04/2003, ultima modifica dell'elaborato DDG n.88 del 10/04/2017, Tav.1 - Carta del rischio geologico

**F.1.6 Piano di bacino stralcio Polcevera - Carta del rischio geologico**  

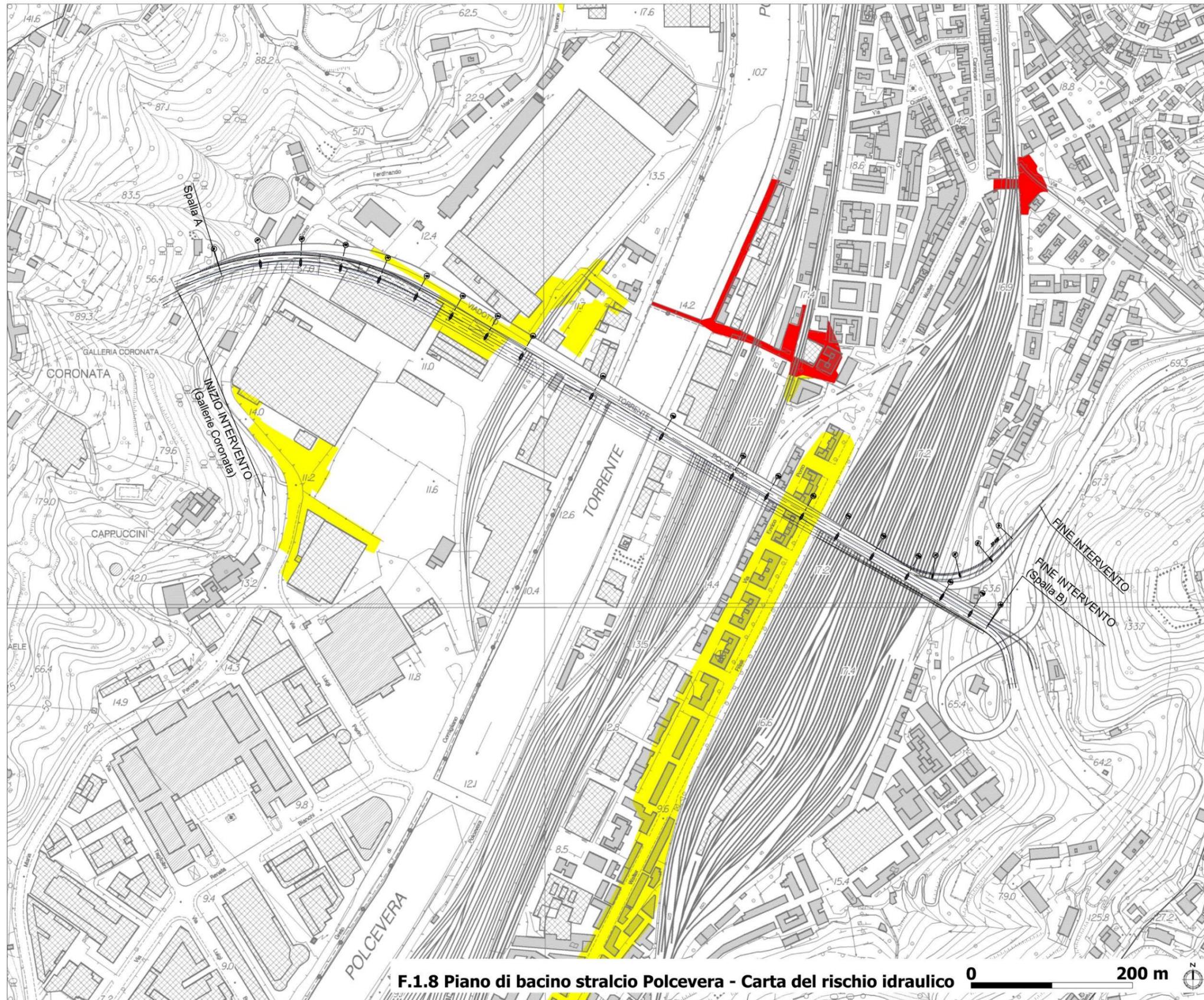


**LEGENDA**

-  Progetto esecutivo Viadotto Polcevera
-  Aree inondabili con tempo di ritorno fino a 50 anni
-  Aree inondabili con tempo di ritorno fino a 200 anni
-  Aree inondabili con tempo di ritorno fino a 500 anni
-  Aree storicamente inondate (studio propedeutico)
-  Aree storicamente inondate DGR 594 /01 – Regione Liguria (scala originale 1:25000)
-  Aree inondate nell'evento del 4 ottobre 2010
-  Aree inondate nell'evento del 4 novembre 2011
-  Aree inondate negli eventi del 2014 (DGR 592015)
-  ALVEO
-  ALVEO TOMBINATO
-  LIMITE DEL BACINO

Fonte: Regione Liguria, Autorità di bacino regionale - Piano di Bacino stralcio per la tutela del rischio idrogeologico approvato con DCP 14 del 02/04/2003, ultima modifica dell'elaborato DDG n.88 del 10/04/2017- Tav.1 Carta delle aree inondabili e delle aree storicamente inondate

**F.1.7 Piano di bacino stralcio Polcevera - Carta delle aree inondabili e storicamente inondate** 0 200 m



**LEGENDA**

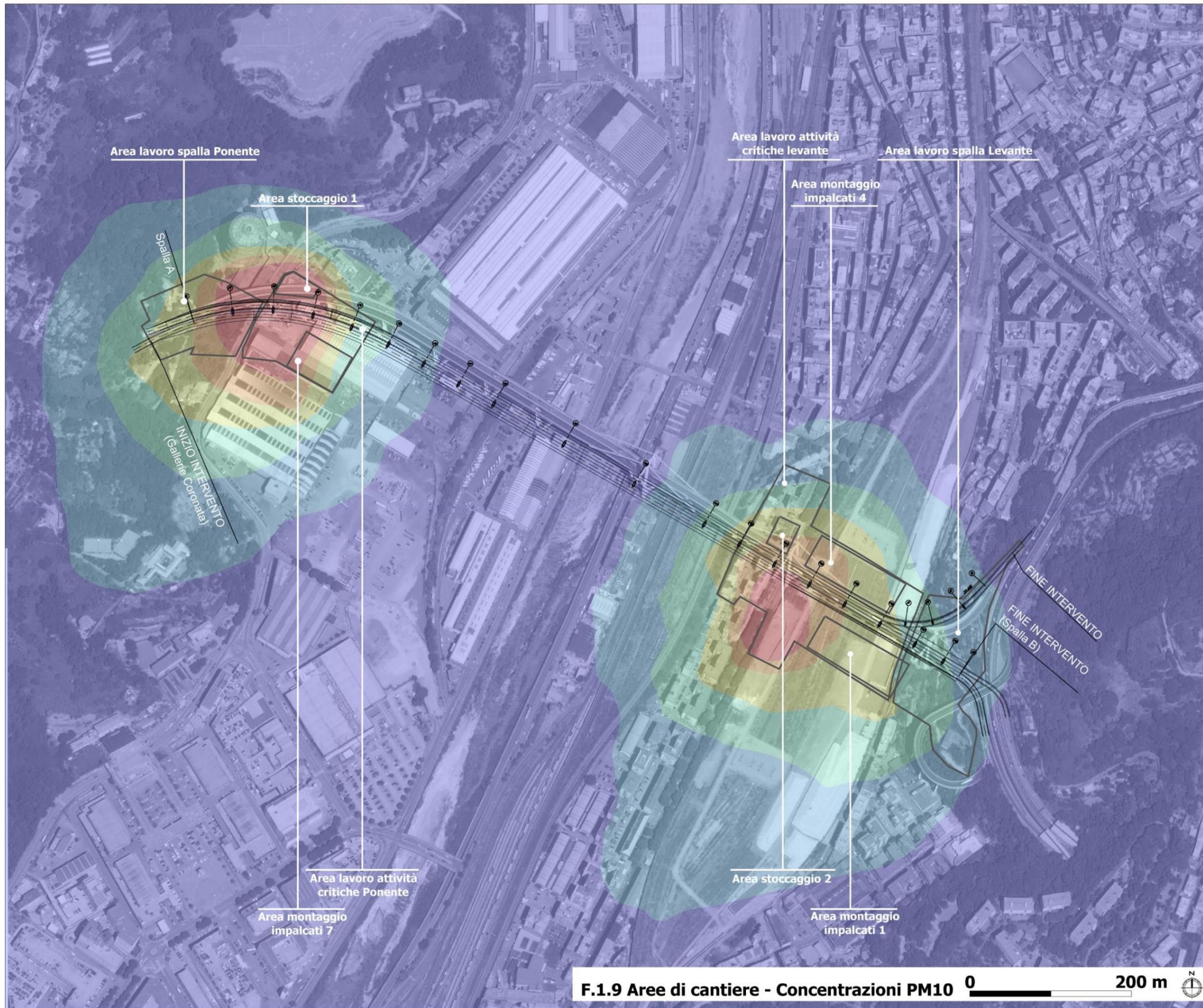
 Progetto esecutivo Viadotto Polcevera

CLASSI DI RISCHIO IDRAULICO

-  RISCHIO MOLTO ELEVATO R4
-  RISCHIO ELEVATO R3
-  RISCHIO MEDIO R2
-  RISCHIO MODERATO R1
-  LIMITE DEL BACINO

Fonte: Regione Liguria, Autorità di bacino regionale - Piano di Bacino stralcio per la tutela del rischio idrogeologico approvato con DCP 14 del 02/04/2003, ultima modifica dell'elaborato DDG n.88 del 10/04/2017, Tav.1 Polcevera - Carta del rischio idraulico

**F.1.8 Piano di bacino stralcio Polcevera - Carta del rischio idraulico** 0 200 m



**LEGENDA**

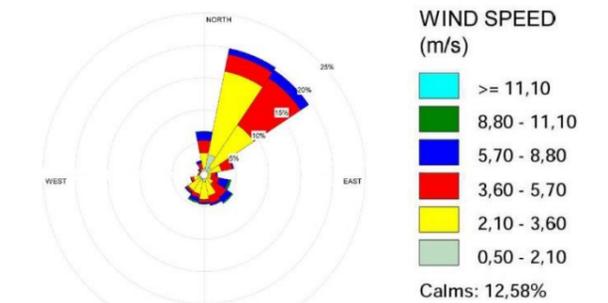
- Progetto esecutivo Viadotto Polcevera
- Aree di cantiere

**PM<sub>10</sub> - massimi giornalieri**

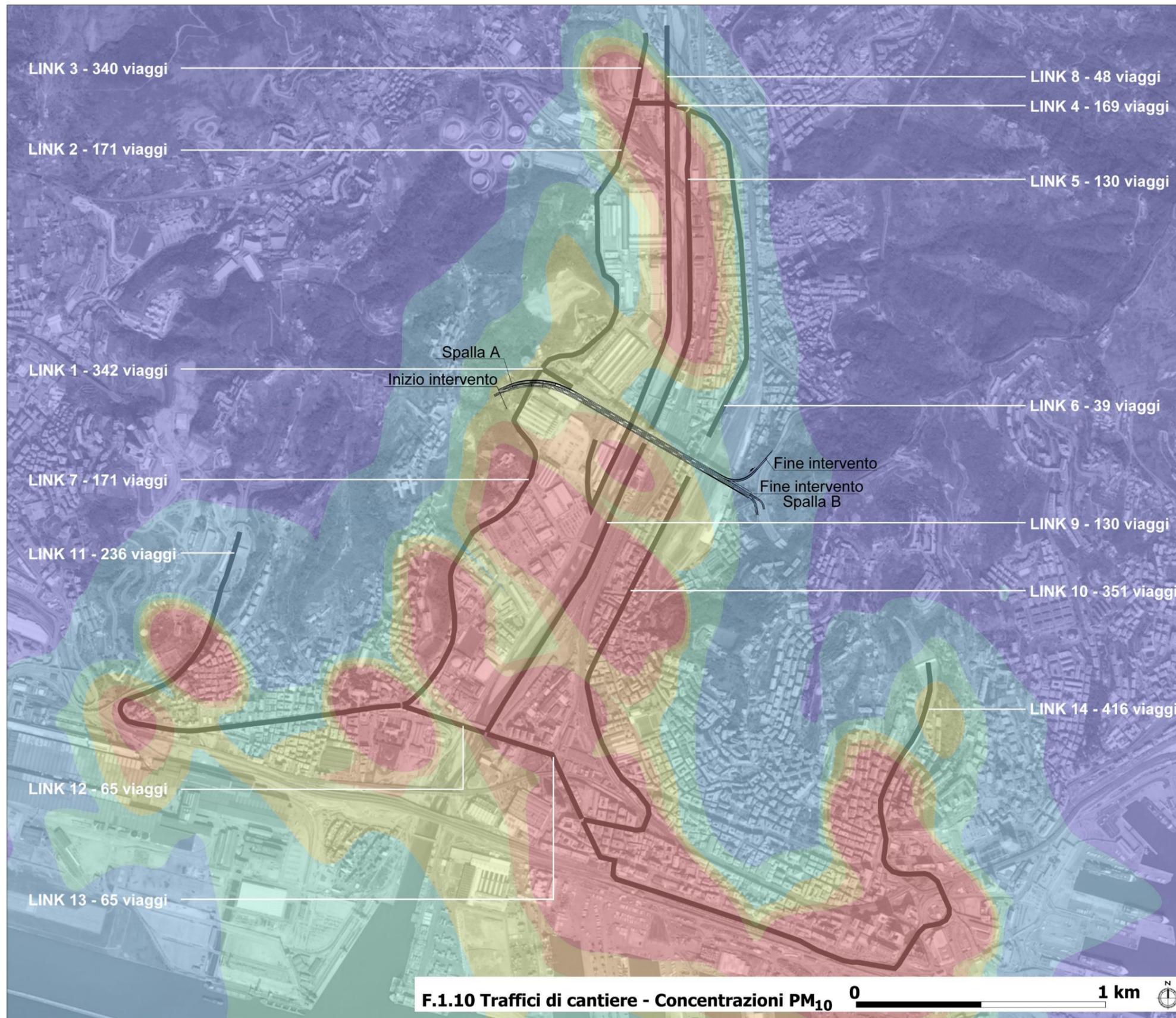
Intervalli di isoconcentrazione ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

- 0,00 - 3,99
- 4,00 - 7,99
- 8,00 - 11,99
- 12,00 - 15,99
- 16,00 - 19,99
- > 20,00

**Rosa dei venti - direzione di provenienza**



**F.1.9 Aree di cantiere - Concentrazioni PM10** 0 200 m



LEGENDA

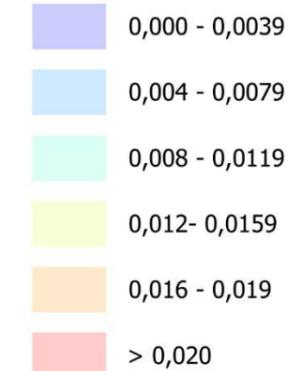
Progetto esecutivo Viadotto Polcevera

Itinerari e flussi di traffico bidirezionali

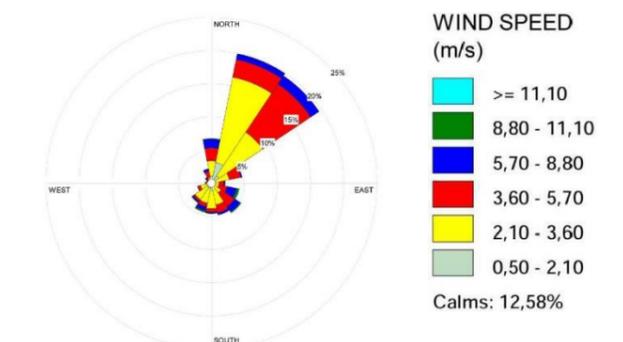
DISTRIBUZIONE SULLE VARIE SORGENTI LINEARI	VIAGGI/GG	Corsie
LINK 1	342	2
LINK 2	171	2
LINK 3	340	2
LINK 4	169	2
LINK 5	130	2
LINK 6	39	2
LINK 7	171	2
LINK 8	48	2
LINK 9	130	2
LINK 10	351	2
LINK 11	236	5
LINK 12	65	5
LINK 13	65	5
LINK 14	416	4

PM<sub>10</sub> - massimi giornalieri

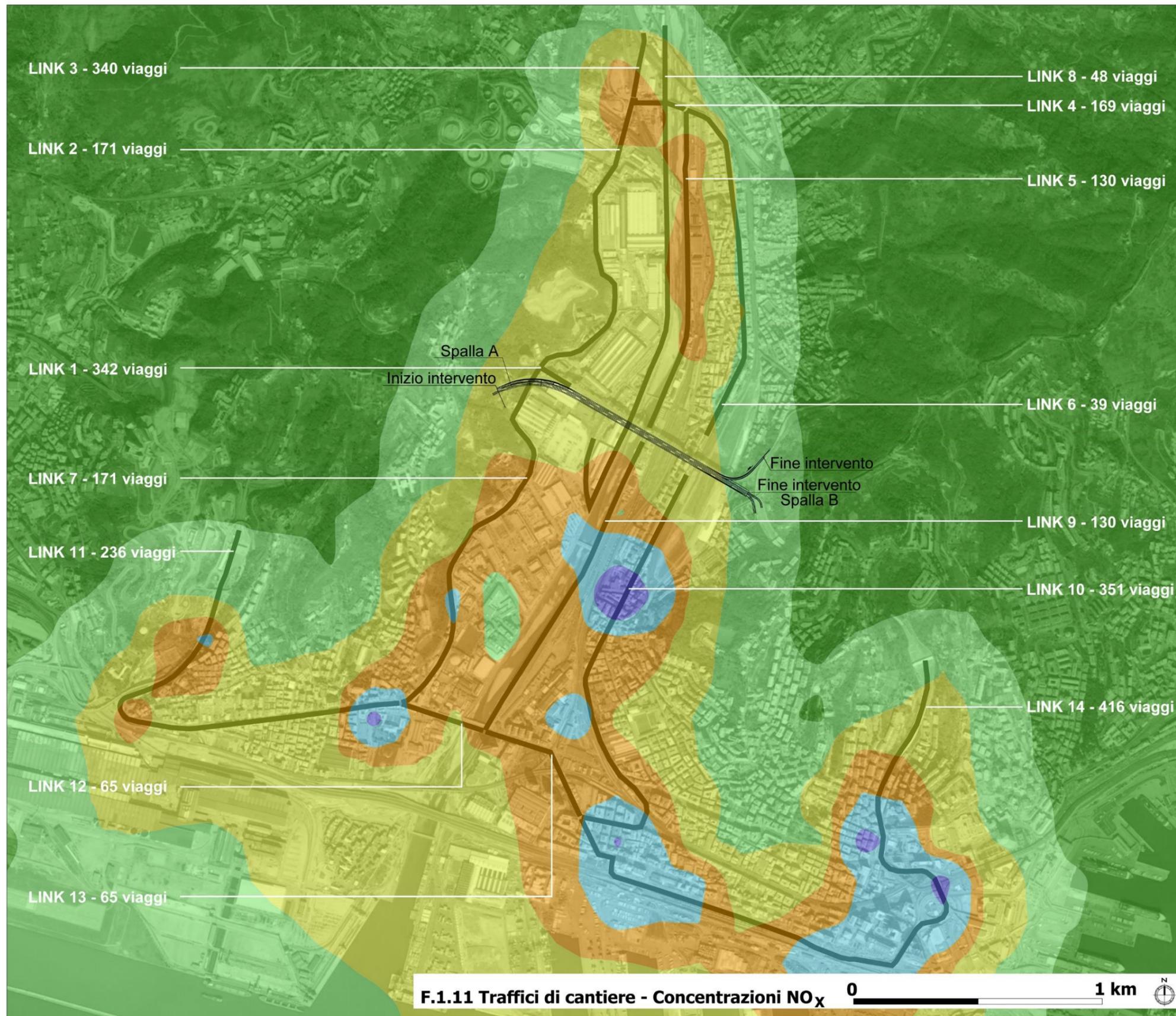
Intervalli di isoconcentrazione ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



Rosa dei venti - direzione di provenienza



F.1.10 Traffici di cantiere - Concentrazioni PM<sub>10</sub> 0 1 km



**LEGENDA**

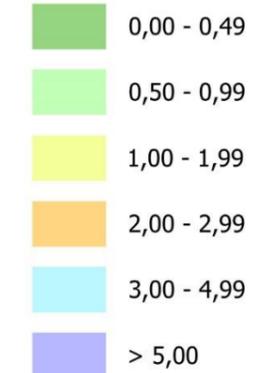
Progetto esecutivo Viadotto Polcevera

**Itinerari e flussi di traffico bidirezionali**

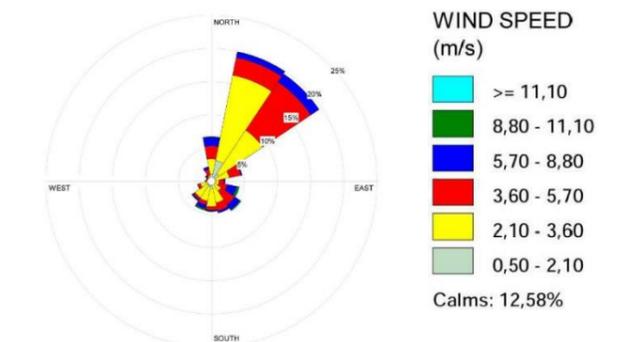
DISTRIBUZIONE SULLE VARIE SORGENTI LINEARI	VIAGGI/GG	Corsie
LINK 1	342	2
LINK 2	171	2
LINK 3	340	2
LINK 4	169	2
LINK 5	130	2
LINK 6	39	2
LINK 7	171	2
LINK 8	48	2
LINK 9	130	2
LINK 10	351	2
LINK 11	236	5
LINK 12	65	5
LINK 13	65	5
LINK 14	416	4

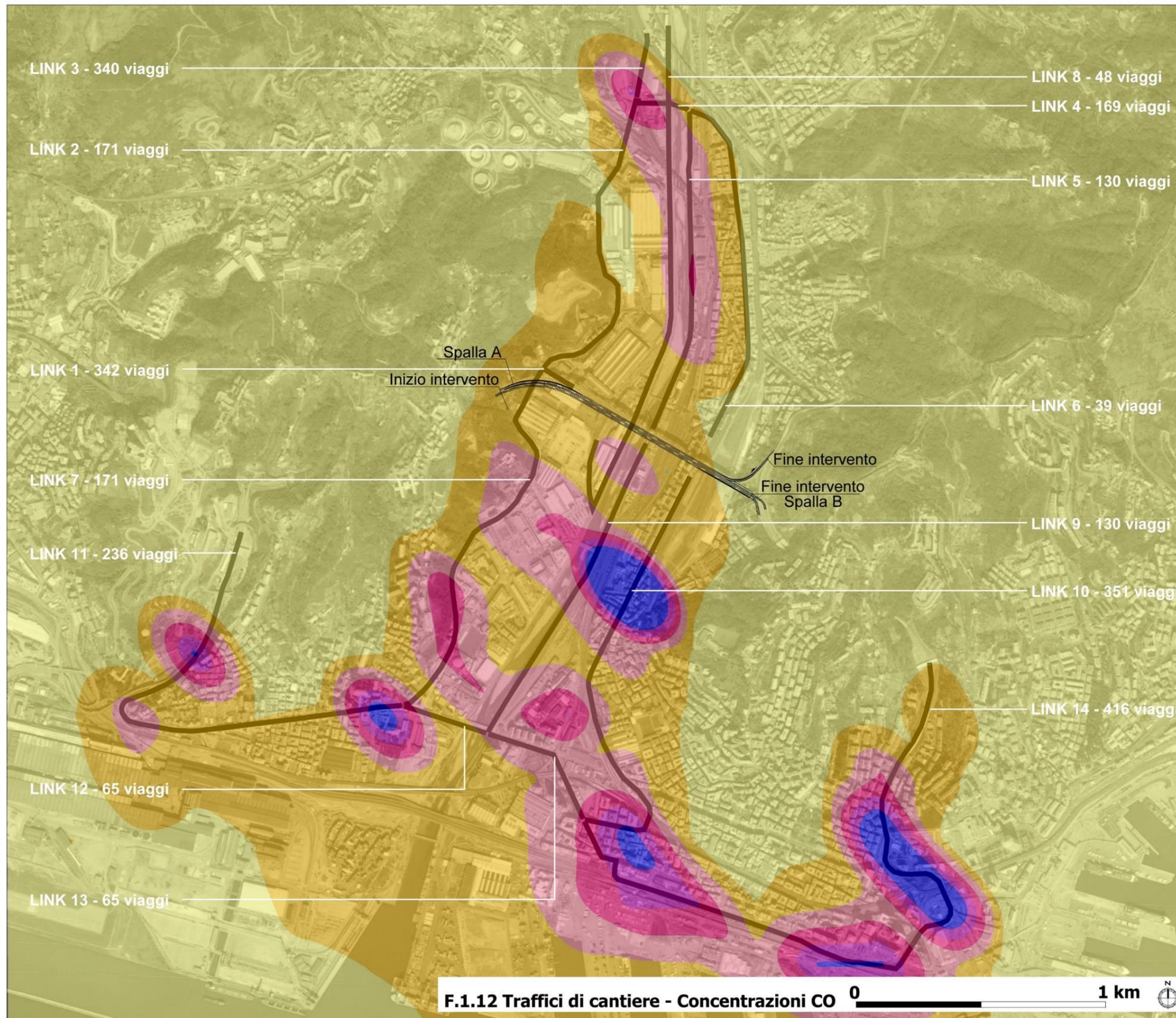
**NO<sub>x</sub> - massimi giornalieri**

Intervalli di isoconcentrazione ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



**Rosa dei venti - direzione di provenienza**





F.1.12 Traffici di cantiere - Concentrazioni CO 0 1 km

LEGENDA

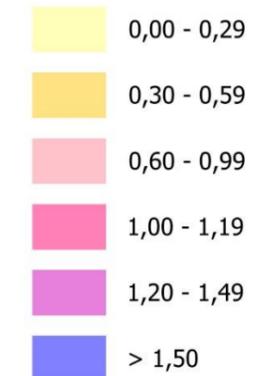
Progetto esecutivo Viadotto Polcevera

Itinerari e flussi di traffico bidirezionali

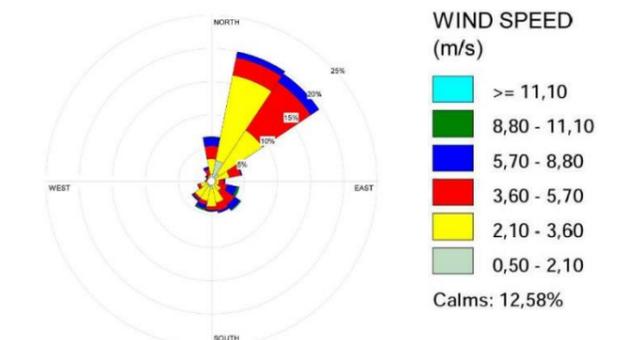
DISTRIBUZIONE SULLE VARIE SORGENTI LINEARI	VIAGGI/GG	Corsie
LINK 1	342	2
LINK 2	171	2
LINK 3	340	2
LINK 4	169	2
LINK 5	130	2
LINK 6	39	2
LINK 7	171	2
LINK 8	48	2
LINK 9	130	2
LINK 10	351	2
LINK 11	236	5
LINK 12	65	5
LINK 13	65	5
LINK 14	416	4

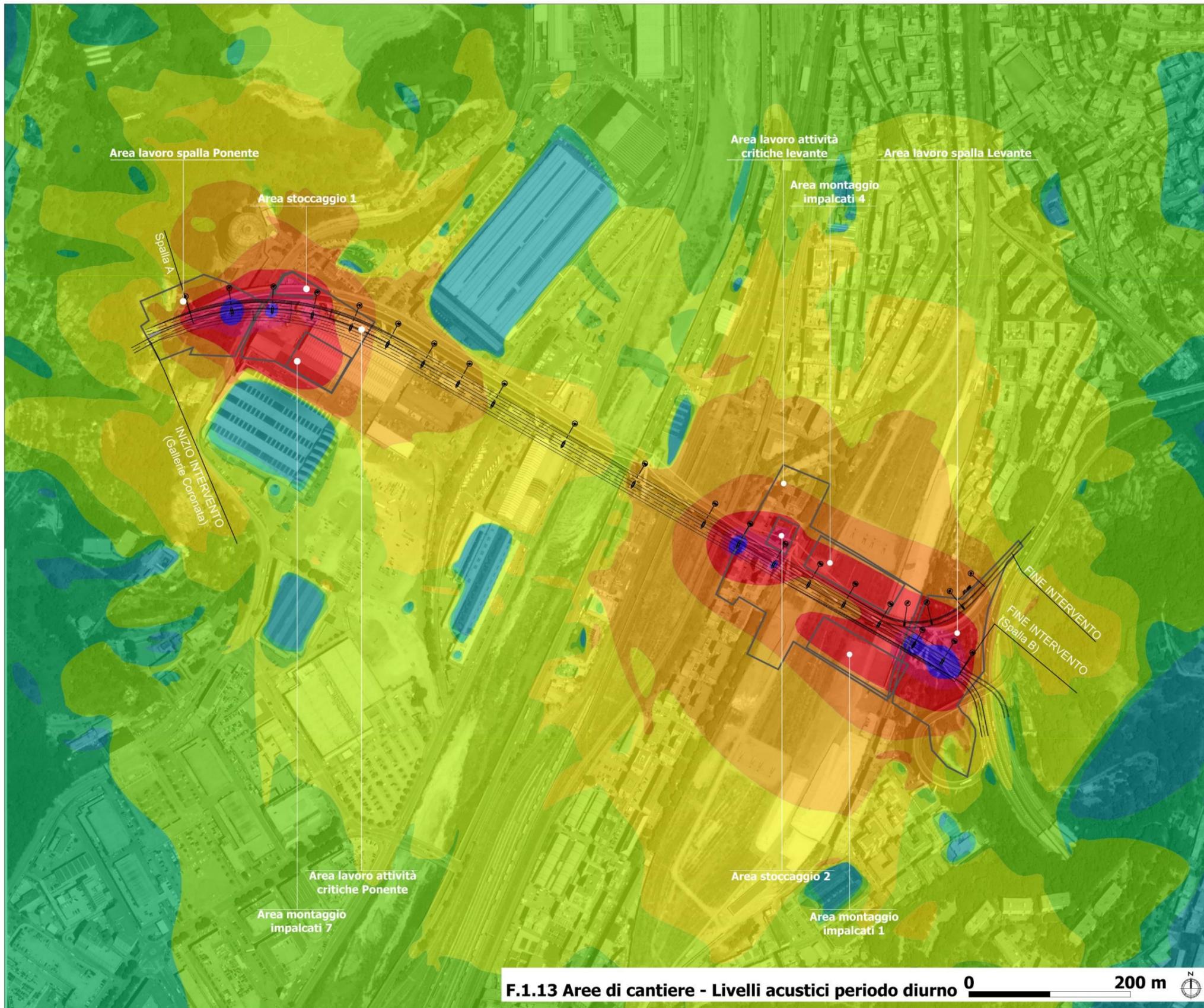
CO - massimi giornalieri

Intervalli di isoconcentrazione ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



Rosa dei venti - direzione di provenienza





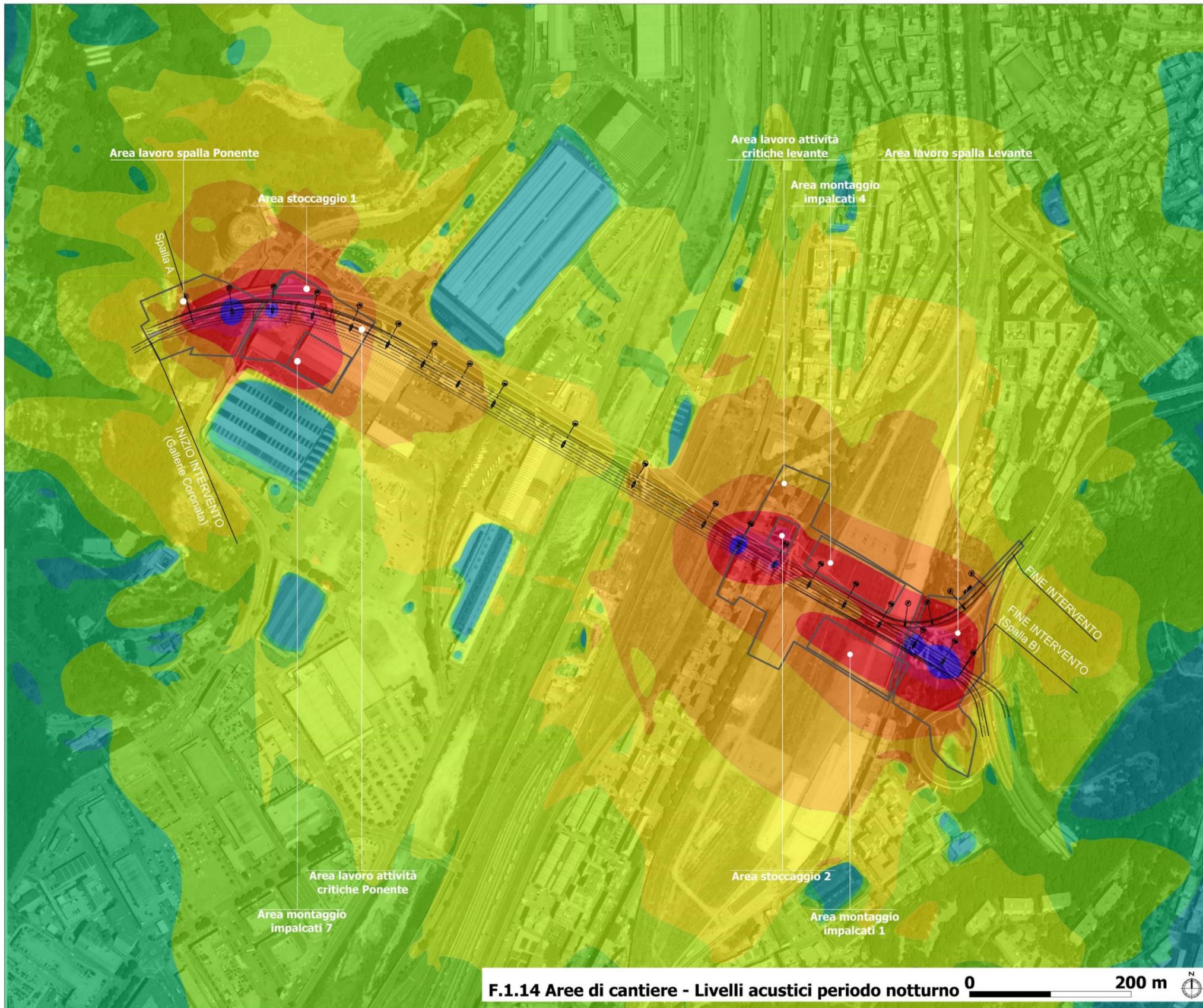
LEGENDA

-  Progetto esecutivo Viadotto Polcevera
-  Aree di cantiere

CURVE ISOLIVELLO Leq(A)

-  35 - 40 dB(A)
-  40 - 45 dB(A)
-  45 - 50 dB(A)
-  50 - 55 dB(A)
-  55 - 60 dB(A)
-  60 - 65 dB(A)
-  65 - 70 dB(A)
-  70 - 75 dB(A)
-  75 - 80 dB(A)
-  >80 dB(A)

F.1.13 Aree di cantiere - Livelli acustici periodo diurno 0 200 m



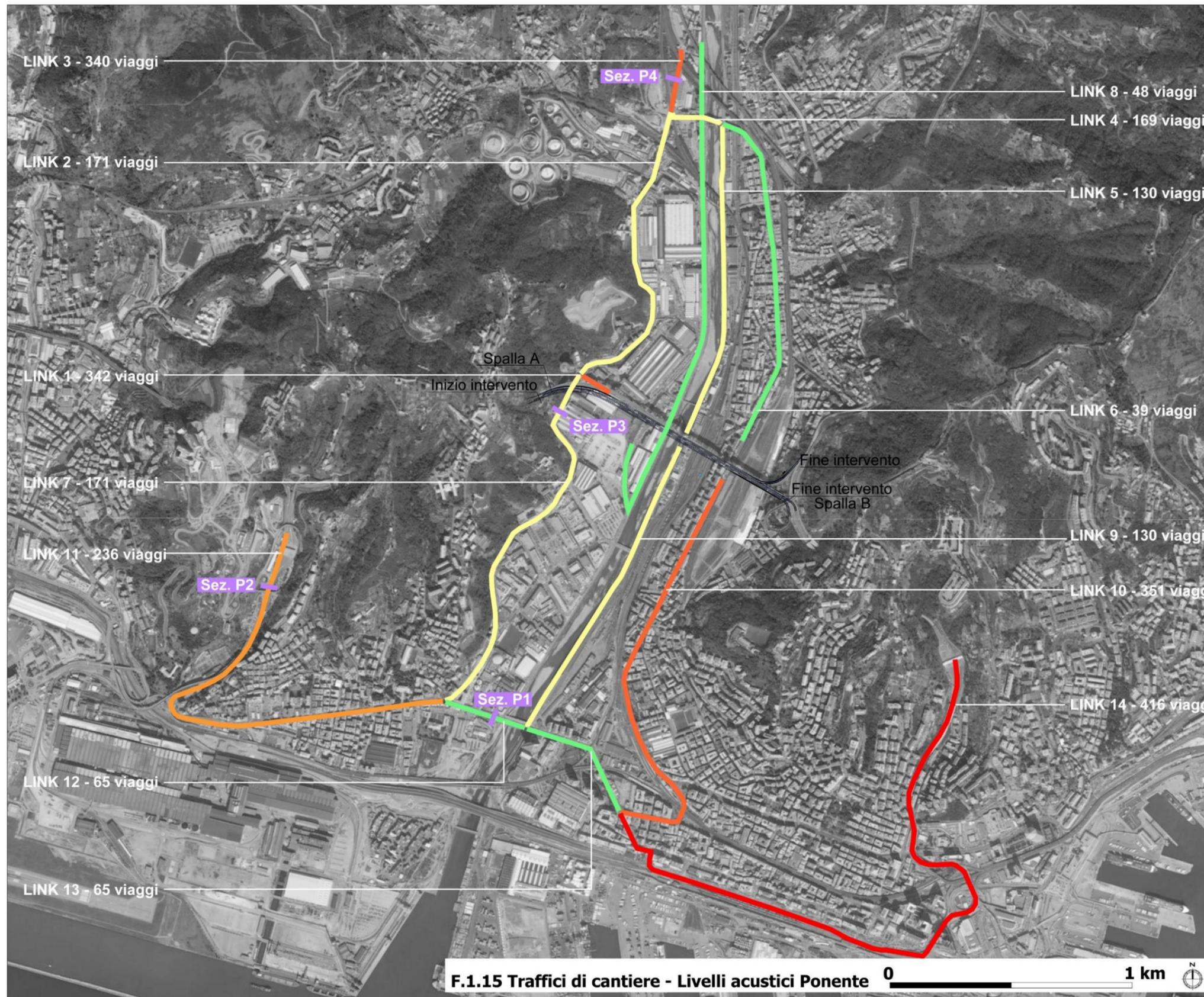
**LEGENDA**

-  Progetto esecutivo Viadotto Polcevera
-  Aree di cantiere

**CURVE ISOLIVELLO Leq(A)**

-  35 - 40 dB(A)
-  40 - 45 dB(A)
-  45 - 50 dB(A)
-  50 - 55 dB(A)
-  55 - 60 dB(A)
-  60 - 65 dB(A)
-  65 - 70 dB(A)
-  70 - 75 dB(A)
-  75 - 80 dB(A)
-  >80 dB(A)

**F.1.14 Aree di cantiere - Livelli acustici periodo notturno** 0 200 m 



F.1.15 Traffici di cantiere - Livelli acustici Ponente 0 1 km

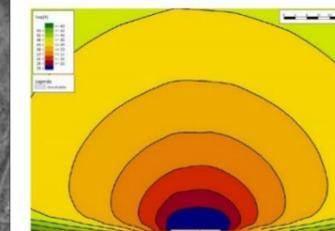
LEGENDA

Progetto esecutivo Viadotto Polcevera

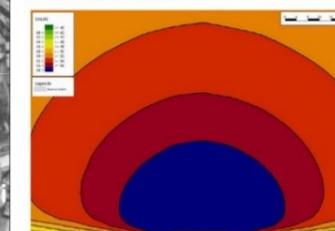
Itinerari e flussi di traffico bidirezionali

DISTRIBUZIONE SULLE VARIE SORGENTI LINEARI	VIAGGI/GG	MEZZI/ORA DI PUNTA	0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	Corsie
LINK 1	342	34						2
LINK 2	171	17						2
LINK 3	340	34						2
LINK 4	169	17						2
LINK 5	130	13						2
LINK 6	39	4						2
LINK 7	171	17						2
LINK 8	48	5						2
LINK 9	130	13						2
LINK 10	351	35						2
LINK 11	236	24						5
LINK 12	65	7						5
LINK 13	65	7						5
LINK 14	416	42						4

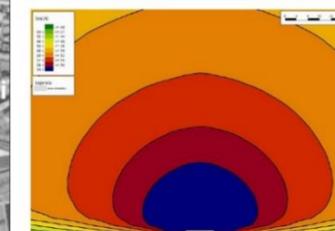
Sezione P.1



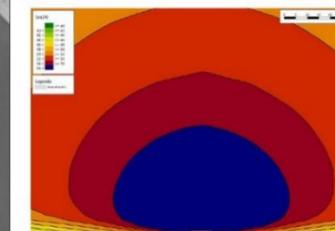
Sezione P.2

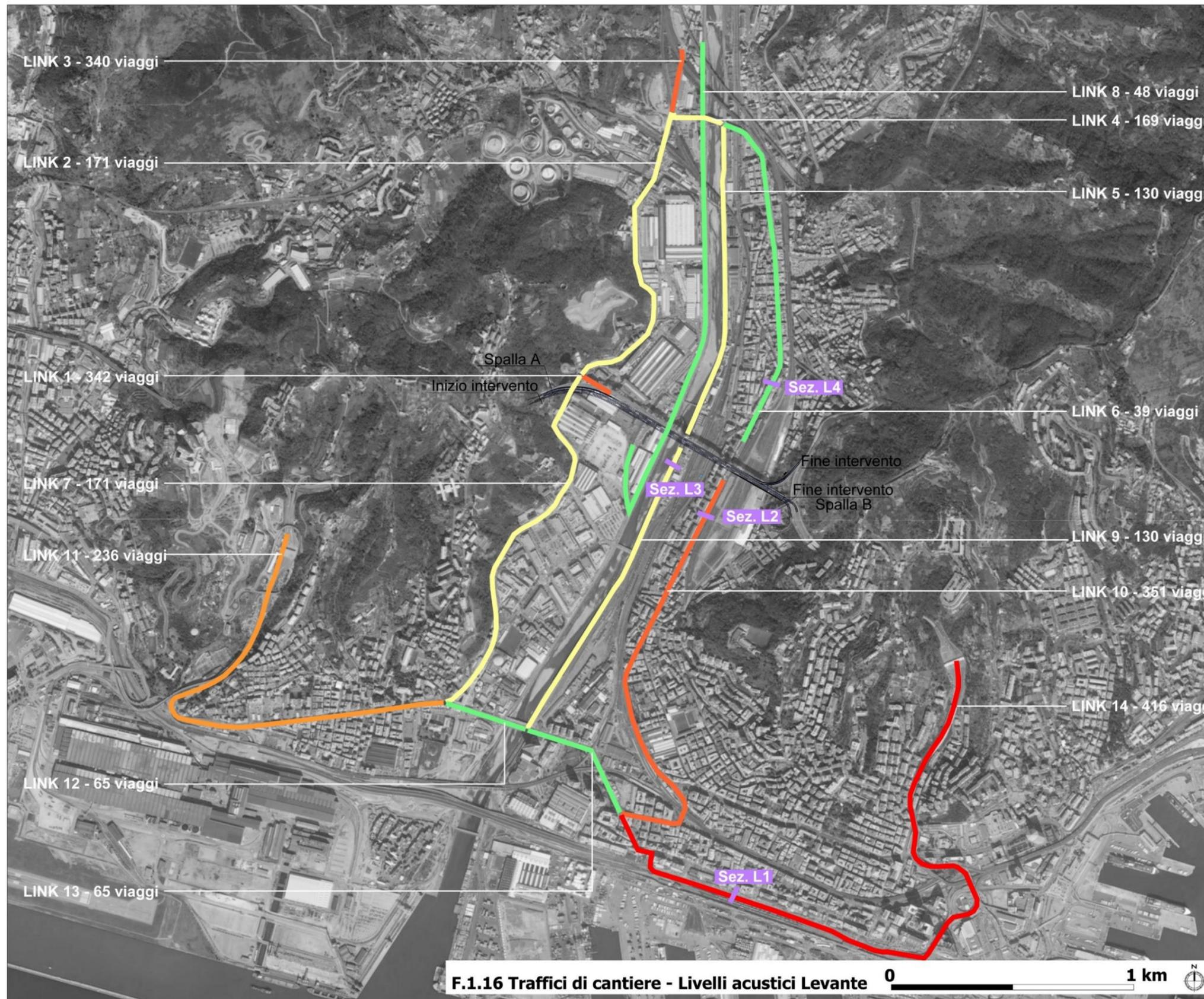


Sezione P.3



Sezione P.4





F.1.16 Traffici di cantiere - Livelli acustici Levante 0 1 km

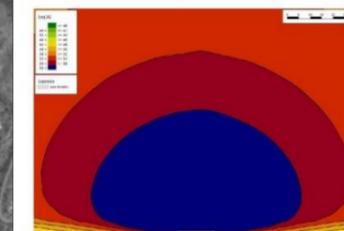
LEGENDA

Progetto esecutivo Viadotto Polcevera

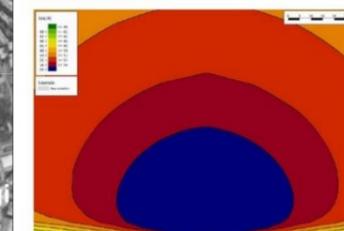
Itinerari e flussi di traffico bidirezionali

DISTRIBUZIONE SULLE VARIE SORGENTI LINEARI	VIAGGI/GG	MEZZI/ORA DI PUNTA	0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	Corsie
LINK 1	342	34						2
LINK 2	171	17						2
LINK 3	340	34						2
LINK 4	169	17						2
LINK 5	130	13						2
LINK 6	39	4						2
LINK 7	171	17						2
LINK 8	48	5						2
LINK 9	130	13						2
LINK 10	351	35						2
LINK 11	236	24						5
LINK 12	65	7						5
LINK 13	65	7						5
LINK 14	416	42						4

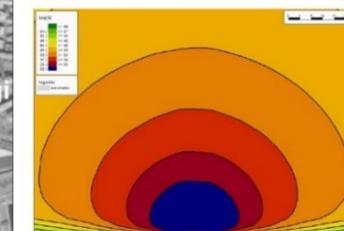
Sezione L.1



Sezione L.2



Sezione L.3



Sezione L.4

