COMUNE DI GENOVA

OPERE DI PROLUNGAMENTO DELLA METROPOLITANA
TRATTA CANEPARI RIVAROLO
SERVIZI DI AGGIORNAMENTO E
INTEGRAZIONE DEL PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO - ECONOMICA RAFFORZATO

Il Progettista:

Ing. Marco Acquati
Ordine Ing. Monza e Brianza n. A874

Firmato digitalmente da: Marco Acquati
Data: 07/07/2026 12:23:07

Il Responsabile dell'Integrazione tra levarie discipline specialistiche:

Ing. Mario Bordi
Ordine Ing. Genova n. 5723

Firmato digitalmente da: MARIO BORDI
Data: 08/07/2026 11:39:13

Il Project Engineering Manager:

Ing. Marco Marchesini
Ordine Ing. Roma n. 39603

Il Coordinatore per la sicurezza in fase di Progettazione:

Geom. Bruno Bucari
Ordine geom. Genova n.3004

Il Geologo:

Dott. Geol. Roberto Pedone
Ordine Geologi della Liguria n. 183

Il Reponsabile Unico del Progetto
Dirigente Grandi Infrastrutture di Trasporto - Area Project Management Office

Ing. Manuela Sciutto
Ordine Ing. Genova n. 8953

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

CODICE PROGETTO	NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO: P0044365 P 25	P0_SIAM_AMB_R_001_6		
LIV. PROG.: P	CODICE ELAB.: P0 SIAM AMB R 001	6	
ANNO: 25			

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
6	ULTERIORI INTEGRAZIONI	07/07/2026	E. PARRELLA	ACQUATI	ACQUATI
5	INTEGRAZIONE A SEGUITO PARERI VIA	29/05/2026	E. PARRELLA	ACQUATI	ACQUATI
4	INTEGRAZIONE A SEGUITO PARERI VIA	30/03/2026	E. PARRELLA	ACQUATI	ACQUATI
0	PRIMA EMISSIONE	13/03/2025	GUARNIERI/PARRELLA/PALMIERO	ACQUATI	ACQUATI

Comune di Genova

Genova, Italia

Metropolitana di Genova – Tratta Canepari-Rivarolo

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Doc. No. P0_SIAM_AMB_R_001 Rev. 6 – Luglio 2026

Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Data
6	Ulteriori integrazioni	E. Parrella	M. Acquati	M. Acquati	07/07/2026
5	Integrazione a seguito pareri VIA	E. Parrella	M. Acquati	M. Acquati	29/05/2026
4	Integrazione a seguito pareri VIA	E. Parrella	M. Acquati	M. Acquati	30/03/2026
3	Aggiornamento generale	R. Palmiero / F. Guarnieri / E. Parrella	M. Acquati	M. Acquati	27/11/2025
0	Prima Emissione	R. Palmiero / F. Guarnieri / E. Parrella	M. Acquati	M. Acquati	15/03/2025




EXENET
Your Expert Network

ENGINEERING

INDICE

Pag.

LISTA DELLE FIGURE 6

1 INTRODUZIONE AL PROGETTO 8

1.1 ITER APPROVATIVO DEL PROGETTO – ANTEFATTI E SVILUPPI DEL PROGETTO 8
1.2 RIFERIMENTI PRELIMINARI: CATEGORIE DI PROGETTO OGGETTO DI VALUTAZIONE 8
1.3 SCHEDA SINTETICA DEGLI INTERVENTI OGGETTO DI VALUTAZIONE 8
1.4 SOGGETTI PROPONENTI 8
1.5 RIFERIMENTI NORMATIVI 9
1.6 ASPETTI METODOLOGICI 10
1.7 INQUADRAMENTO PROCEDURALE: IL PROFILO AUTORIZZATIVO 11
1.8 INQUADRAMENTO PROCEDURALE: IL PROFILO URBANISTICO 11
1.8.1 PRGC, PUC, PdF ed eventuali strumenti vigenti 11
1.8.1.1 Pianificazione di settore 12
1.8.2 Pianificazione territoriale 12
1.9 INQUADRAMENTO PROCEDURALE ED AMBIENTALE DEL CONTESTO TERRITORIALE DI RIFERIMENTO PER L'INTERVENTO 14
1.10 ELENCO DELLE AUTORIZZAZIONI, DEI NULLAOSTA, DEI PARERI O DEGLI ALTRI ATTI DI ANALOGA NATURA, DA ACQUISIRE AI FINI DELLA REALIZZAZIONE E DELL'ESERCIZIO DELLE OPERE 14

2 INQUADRAMENTI PRELIMINARI 15

2.1 GENERALITÀ 15
2.2 ANALISI DELLE ALTERNATIVE 15
2.2.1 Alternativa zero 15
2.2.2 Alternativa 1 15
2.2.3 Alternativa 2 15
2.2.4 Alternativa 3 - Scelta 16
2.3 INQUADRAMENTO PROGETTUALE 16
2.4 INQUADRAMENTO AMMINISTRATIVO 17
2.5 DOCUMENTI ALLEGATI 18

3 QUADRO PROGRAMMATICO. GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE DI RIFERIMENTO 19

3.1 LA PIANIFICAZIONE REGIONALE. PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PAESISTICO 19
3.2 LA PIANIFICAZIONE PROVINCIALE. PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE 20
3.3 GLI STRUMENTI URBANISTICI LOCALI. PIANO URBANISTICO COMUNALE 22

4 L'OPERA IN PROGETTO: DATI ESSENZIALI PER L'ANALISI DEGLI ASPETTI AMBIENTALI 24

4.1 IL QUADRO COMPLESSIVO DELLE OPERE E DEGLI INTERVENTI 24
4.1.1 Andamento plano altimetrico 24
4.1.2 Opere di linea 24
4.1.3 Stazione Rivarolo 25
4.2 ESERCIZIO DELLA LINEA 26
4.3 LA CANTIERIZZAZIONE 27
4.3.1 Le aree di cantiere 27
4.3.2 Fasi realizzative 27
4.3.3 Il bilancio materiali 28

5 ANALISI DEGLI ASPETTI LOCALIZZATIVI 29

5.1 IL RAPPORTO CON IL SISTEMA DEI VINCOLI 29
5.1.1 Ambito tematico di analisi e fonti conoscitive 29

5.1.2 Beni culturali 29
5.1.3 Piano comunale beni paesaggistici 30
5.1.4 Considerazioni conclusive 31
5.2 IL RAPPORTO CON LE TUTELE AMBIENTALI 32
5.2.1 Ambito tematico e fonti conoscitive 32
5.2.2 Aree naturali protette 32
5.2.3 Aree della Rete Natura 2000 33
5.2.4 Aree soggette a rischio idrogeologico 34
5.2.5 Considerazioni conclusive 34
5.3 CUMULO CON ALTRI PROGETTI 35

6 ANALISI DEGLI EFFETTI AMBIENTALI 36

6.1 FINALITÀ ED APPROCCIO PROGETTUALE 36
6.1.1 Modalità di analisi dell'opera in progetto 36
6.1.2 Modalità di individuazione degli effetti potenziali 37
6.1.3 Modalità di stima della significatività degli effetti potenziali 38
6.1.4 Quadro sinottico delle categorie e tipologie di effetti considerati 39
6.2 EFFETTI AMBIENTALI RILEVANTI 41
6.2.1 Produzione di emissioni e di residui e uso di risorse 41
6.2.1.1 Modifica delle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento da polveri e dell'aria 41
6.2.1.1.1 Riferimenti normativi 41
6.2.1.1.2 Stato di qualità dell'aria 41
6.2.1.1.3 Clima 65
6.2.1.1.4 Impatto in Corso d'Opera – Cantiere 70
6.2.1.1.5 Sintesi impatti in fase di cantiere sul fattore atmosfera 83
6.2.1.1.6 Sistemi di controllo e abbattimento delle emissioni 83
6.2.1.1.7 Sintesi degli impatti cumulativi 84
6.2.1.2 Modifica delle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento acustico e vibrazionale 88
6.2.1.2.1 Sintesi degli effetti cumulativi 88
6.2.1.3 Produzione di rifiuti e di terre da scavo 89
6.2.1.3.1 Sintesi degli effetti cumulativi 89
6.2.1.4 Consumo di suolo 90
6.2.1.4.1 Sintesi degli effetti cumulativi 91
6.2.2 Interazione con beni e fenomeni ambientali 93
6.2.2.1 Sottrazione o alterazione di habitat e biocenosi 93
6.2.2.1.1 Sintesi degli effetti cumulativi 95
6.2.2.2 Modifica degli usi in atto del territorio 95
6.2.2.2.1 Sintesi degli effetti cumulativi 97
6.2.2.3 Modifica della struttura del paesaggio e del paesaggio percettivo 98
6.2.2.3.1 Sintesi degli effetti cumulativi 100
6.2.2.4 Modifica della viabilità 102
6.2.2.5 Modifica dell'idrografia e dell'idrogeologia 103
6.2.2.5.1 Inquadramento territoriale 103
6.2.2.5.2 Riferimenti documentali 105
6.2.2.5.3 Analisi dei vincoli normativi e della pericolosità 105
6.2.2.5.4 Considerazioni sull'interferenza del tracciato con l'inondabilità dell'area 115
6.2.2.5.5 Idraulica di piattaforma 115
6.2.2.5.6 Gestione e recapito delle acque meteoriche di piattaforma a salvaguardia dei corpi idrici 117
6.2.2.5.7 Impatti in fase di cantiere 118
6.2.2.5.8 Sintesi degli effetti cumulativi 119
6.3 QUADRO DI RIFERIMENTO COMPLESSIVO 119

7 CORRISPONDENZA CON L'ART. 5, PAR. 1, DIRETTIVA 2011/92/UE 122

8 CORRISPONDENZA CON LINEE GUIDA REGIONE LIGURIA 124

9 ALLEGATI 125

9.1 ALLEGATO 1 – TAVOLE 125
9.2 ALLEGATO 2 – ESTRATTO CON APPLICAZIONE DEL METODO DI DISPERSIONE DELLE POLVERI ALLA TRATTA BRIN-CANEPARI (STRALCIO MGE1PDLGAMBCOMR00700B) 126
9.3 ALLEGATO 3 – MAPPE DI ISOCONCENTRAZIONE (STRALCIO MGE1PDLGAMBCOMR007) 127

Lista delle figure

Figura 2.1: Inquadramento territoriale. 17
Figura 2.2: Inquadramento del Comune interessato dagli interventi di progetto. 18
Figura 3.1: Stralcio Tavola 16 del PTCP – assetto insediativo. In rosso l'area di intervento. 20
Figura 3.2: Stralcio tavola "Sistema del verde" allegata alla struttura del PTCP della città Metropolitana di Genova con individuata in rosso l'area di intervento. 21
Figura 4.1: Opere di linea, opere di sostegno. 25
Figura 4.2: Sezione trasversale cavalcavia Via Pisoni 25
Figura 4.3: Piano schematico di tracciato. 26
Figura 4.4: Localizzazione area di cantiere fisso (stralcio dell'elaborato P0_CSCN_CAN_D_008_1). 27
Figura 5.1: Individuazione dei Beni culturali (Regione Liguria, Sportello cartografico. Vincoli Architettonici, archeologici, paesaggistici). 30
Figura 5.2: Stralcio del Piano Comunale dei beni paesaggistici soggetti a tutela. 31
Figura 5.3: Aree naturali protette (http://www.pcn.minambiente.it/). 33
Figura 5.4: Rete Natura 2000 (http://www.pcn.minambiente.it/). 34
Figura 6.1: Dimensioni dell'analisi ambientale dell'opera in progetto 36
Figura 6.2: Scomposizione dell'opera in progetto in Azioni. 37
Figura 6.3: Individuazione degli effetti potenziali: schema concettuale. 38
Figura 6.4: Zonizzazione per SO_2, NO_2, CO, C_6H_6, PM_{10}, $PM_{2,5}$ e stazioni di monitoraggio (Fonte: Regione Liguria). 43
Figura 6.5: Zonizzazione della Regione Liguria per Pb, As, Cd, Ni e stazioni di monitoraggio. 45
Figura 6.6: Zonizzazione della Regione Liguria per B(a)P ed O_3 e stazioni di monitoraggio 45
Figura 6.7: Postazioni di monitoraggio ubicate nella città metropolitana di Genova 46
Figura 6.8: Rete di monitoraggio della qualità dell'aria. In giallo l'area di intervento 46
Figura 6.9: Valore medio annuale delle temperature minima e massima (1961-2010, fonte Atlante climatico della Liguria - ArpaL). 65
Figura 6.10: Precipitazione cumulata, numero giorni di precipitazione, intensità (1961-2010, fonte Atlante climatico della Liguria - ArpaL) e valore medio annuale di precipitazione 2024 (fonte ArpaL). 66
Figura 6.11: Velocità del vento media annua a 25 m (m/s), Fonte Atlante eolico nazionale, anno 2018. 67
Figura 6.12: Localizzazione stazioni meteorologiche con disponibilità dei dati orari utilizzati per lo studio. 68
Figura 6.13: Ambito di influenza: tipologia degli usi in atto 70
Figura 6.14: Individuazione delle aree di lavoro oggetto di valutazione della tratta Brin-Canepari; a destra, dettaglio del prolungamento Canepari-Rivarolo. 75
Figura 6.15: Visuale aerea delle due tratte di prolungamento messe a confronto. 77
Figura 6.16: Posizione dei ricettori individuati per la restituzione tabellare dei risultati 79
Figura 6.17: Valori di concentrazione media annuale di PM_{10} 81
Figura 6.18: 90,4° percentile delle medie giornaliere di PM_{10}. 81
Figura 6.19: Valori di concentrazione media annuale di NOx 82
Figura 6.20: 99,8° percentile delle massime orarie di NOx. 83
Figura 6.21: Stralcio uso del suolo ed. 2024 (Geoportale Regione Liguria). 91
Figura 6.22: Stazione Rivarolo: ortofoto e sovrapposizione dell'ingombro alla Carta dell'Uso del Suolo. 92
Figura 6.23: Occupazione di suolo da parte dei binari dalla stazione Rivarolo alla spalla del ponte (a sinistra) e sul piazzale di Via Duria (a destra). 92
Figura 6.24: Confronto dettaglio Carta dell'Uso del suolo 2024 (Geoportale Regione Liguria) e foto aerea Google Earth 2025. 96
Figura 6.25: Confronto dettaglio Carta dell'Uso del suolo 2024 (Geoportale Regione Liguria) e Uso approvato del territorio (Piano Urbanistico Comunale – Genova). 97
Figura 6.26: Contesto paesaggistico. 99
Figura 6.27: Fotoinserimento dell'opera – visuale da Passo Torbella. 101
Figura 6.28: Fotoinserimento dell'opera – visuale da Via al Ponte Polcevera. 101

FIGURA 6.29: STRALCIO DELLA PLANIMETRIA DELLE AREE DI CANTIERE E DELLA VIABILITÀ. PER UN LIVELLO DI DETTAGLIO MAGGIORE CONSULTARE GLI ELABORATI P0_CSCN_CAN_R_001 E P0_CSCN_CAN_D_008. 102
FIGURA 6.30: STRALCIO DELLA PLANIMETRIA DEL CAMPO BASE. PER UN LIVELLO DI DETTAGLIO MAGGIORE CONSULTARE GLI ELABORATI P0_CSCN_CAN_R_001 E P0_CSCN_CAN_D_002. 103
FIGURA 6.31: TRACCIATO DEL COLLETTORE POSTO SOTTO A VIA PALLAVICINI – VIA ROSSINI E RECAPITANTE IN POLCEVERA. 104
FIGURA 6.32: AREA DOVE IL COLLETTORE SBOCCA SUL TORBELLA. 104
FIGURA 6.33: STRALCIO DELLA CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO DEL VIGENTE PIANO DI BACINO ILLUSTRANTE LA ZONA DI TUTELA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO DEL TORRENTE POLCEVERA NELLA ZONA DI CONFLUENZA DEL T. TORBELLA. 105
FIGURA 6.34: STRALCIO DELLA CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO REGIONALE CON INDICAZIONE APPROSSIMATIVA DEL TRACCIATO DELLA LINEA. 106
FIGURA 6.35: STRALCIO CARTOGRAFICO DALLA CARTA DELLE FASCE DI INONDABILITÀ DEL VIGENTE PIANO DI BACINO PER IL TORRENTE POLCEVERA. 107
FIGURA 6.36: STRALCIO DEL PGRA DELL'AREA IN ESAME. 107
FIGURA 6.37: STRALCIO DELLA PIANTA DEGLI INTERVENTI DI ADEGUAMENTO IDRAULICO DELL'AREA DEL POLCEVERA. LA LINEA ROSSA ILLUSTRA IL TRACCIATO DEL TORBELLA. 109
FIGURA 6.38: PERCORSO SCHEMATICO (IN ROSSO: TRATTO TOMBATO RIO MALTEMPO; IN GIALLO: NUOVA GALLERIA SCOLMATRICE). 110
FIGURA 6.39: ESTRATTO DELL'ANSA TERMINALE DEL TORBELLA, CON EVIDENZIATI I PUNTI DOVE LE SPONDE SI INTERROMPONO. 111
FIGURA 6.40: EVIDENZA DI CHIUSURA DELLA PRIMA APERTURA LATO VIA ROSSINI. 111
FIGURA 6.41: EVIDENZA DI CHIUSURA DELLA SECONDA APERTURA, LATO PARCHEGGIO VIA PISONI. 112
FIGURA 6.42: INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO DELL'AREA DI INTERVENTO RISPETTO AL CORPI IDRICI INDIVIDUATI E CARATTERIZZATI NEL PTA. 113
FIGURA 6.43: UBICAZIONE DEI POZZI (IN BLU) PER ACQUA ALLA CONFLUENZA DEL TORBELLA NEL POLCEVERA. 114

1 INTRODUZIONE AL PROGETTO

1.1 ITER APPROVATIVO DEL PROGETTO – ANTEFATTI E SVILUPPI DEL PROGETTO

L'opera in progetto costituisce il prolungamento dell'esistente linea metropolitana di Genova verso la Val Polcevera, dal capolinea, in costruzione, della stazione Canepari fino alla nuova stazione Rivarolo.

Il progetto di fattibilità è stato presentato in Regione Liguria con nota prot. n. 217226 del 16/06/2021, assunta a protocollo generale con n. PG/2021 210967 del 17/06/21, ed è stata attivata, su istanza del Comune di Genova (GE) la procedura di verifica di assoggettabilità a VIA.

La procedura di è conclusa con atto dirigenziale n. 5599 del 21/09/2021 Protocollo NP-2021-294327; atto rientrante nei provvedimenti di cui alla lett.E punto 19 sub dell'allegato alla Delibera di Giunta Regionale n. 254/2017.

Lo Studio di Impatto Ambientale è stato redatto tenendo in considerazione i contenuti e la documentazione fondamentale necessari alla presentazione delle istanze di avvio del procedimento di valutazione ambientale, secondo quanto riportato all'interno della DGR NO 835-2023 "LINEE GUIDA PER LA PRESENTAZIONE DELLE ISTANZE RELATIVE ALLE PROCEDURE DI VALUTAZIONE AMBIENTALE DI COMPETENZA REGIONALE".

1.2 RIFERIMENTI PRELIMINARI: CATEGORIE DI PROGETTO OGGETTO DI VALUTAZIONE

Il Progetto di Fattibilità Tecnico Economica del Prolungamento della metropolitana tratta “Canepari-Rivarolo” ricade tra gli interventi elencati nell'allegato IV, parte seconda lettera l) del D.lgs. 152/2006 e smi, ovvero progetti di infrastrutture ed in particolare "sistemi di trasporto a guida vincolata (tramvie e metropolitane), funicolari o linee simili di tipo particolare, esclusivamente o principalmente adibite al trasporto di passeggeri".

1.3 SCHEDA SINTETICA DEGLI INTERVENTI OGGETTO DI VALUTAZIONE

All'interno della seguente tabella sono riportati sinteticamente i principali interventi previsti per la realizzazione del progetto oggetto di studio.

Progetto di interesse	Interventi previsti	
Prolungamento della metropolitana “Canepari-Rivarolo”	Tracciato ferroviario	
	Opere di linea	Rilevato e opere di sostegno
		Ponte sul Torrente Torbella
		Ponte su Via Pisoni
		Ponte su Via Rossini
	Stazioni	Stazione Rivarolo

1.4 SOGGETTI PROPONENTI

Il Progetto di Fattibilità Tecnico Economica del Prolungamento della metropolitana “Canepari-Rivarolo” sarà oggetto di Procedura VIA, avente il Comune di Genova quale proponente.

1.5 RIFERIMENTI NORMATIVI

Si riporta l'elenco delle ultime disposizioni normative sopraggiunte negli ultimi anni ed attinenti alle tematiche oggetto del presente documento.

Legge 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 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 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 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 modifiche";

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 — Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto-legge 9 febbraio 2012, n. 5, recante "Disposizioni urgenti in materia di semplificazione e di sviluppo" (c.d. "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" (c.d. "Salva Italia");

Legge 14 settembre 2011, n. 148 — "Ulteriori misure urgenti per la stabilizzazione finanziaria e per lo sviluppo";

Decreto Legislativo 7 luglio 2011, n. 121 — "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";

D.M. 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, 83/176/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 2020 — "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 s.m.i. che 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, polveri, piombo, benzene e 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".

1.6 ASPETTI METODOLOGICI

La finalità dei successivi paragrafi risiede nel ricapitolare le informazioni contenute nella documentazione progettuale prodotta, centrando l'attenzione su quei temi ed aspetti che rivestono una particolare importanza sotto il profilo ambientale e che, in tal senso, presentano un ruolo centrale ai fini della stima della significatività degli effetti attesi, nonché nel prospettare quelle considerazioni che a tal riguardo discendono dalle scelte progettuali operate.

In tale prospettiva, le informazioni e considerazioni nel seguito riportate sono da intendersi come propedeutiche all'individuazione degli effetti oggetto di stima della significatività, operata nel successivo paragrafo 6 e documentata nei paragrafi a questo seguenti.

Stante la predetta finalità, l'analisi ambientale del progetto è stata operata sulla base delle modalità e delle categorie di lettura, descritte nel paragrafo 6 e per comodità di lettura qui sinteticamente riportate.

Nello specifico, l'analisi ambientale dell'opera in progetto è stata operata sulla base dei seguenti assunti metodologici:

- ✓ Scomposizione dell'opera in progetto a tre dimensioni di analisi, rappresentate da:
  - Dimensione Costruttiva - Opera come costruzione
  - Dimensione Fisica - Opera come manufatto
  - Dimensione Operativa - Opera come esercizio
- ✓ Individuazione della tipologia di effetti potenziali afferenti a ciascuna delle tre dimensioni di analisi sopra riportate sulla base della ricostruzione del nesso causale intercorrente tra Azioni di progetto, Fattori causali, Effetto ambientale potenziale (Matrice di causalità).
- ✓ Sistematizzazione dei Fattori causali, di cui alla precedente matrice di causalità, rispetto alle tre seguenti categorie definite in armonia con quanto riportato nell'Allegato IV bis (Contenuti dello Studio di Impatto Ambientale di cui all'articolo 19) alla Parte seconda del DLgs 152/2006 e smi:
  - Produzione di emissioni
  - Uso di risorse
  - Interazione con beni e fenomeni ambientali
- ✓ Definizione in linea teorica, in quanto riferito ad una generica infrastruttura in progetto, del quadro delle tipologie di effetti attesi nei termini sintetizzati nella Tabella 6-3.

Per quanto specificatamente concerne l'analisi ambientale del sistema della cantierizzazione, all'esito di detta analisi sono state individuate quelle situazioni che, per essere risultate le più significative in ordine alle tipologie di lavorazioni

ed al numero dei mezzi d'opera previsti, nonché ai fattori di specificità del loro contesto localizzative, sono state oggetto dello specifico approfondimento condotto nel Progetto ambientale della cantierizzazione, di successiva emissione, ma del quale si trovano cenni in questa fase progettuale.

Conclusivamente è possibile affermare che quanto riportato nei seguenti paragrafi costituisce una prima stima sull'entità dell'opera in progetto, intesa rispetto alle tre dimensioni di analisi prima indicate, e sulla significatività degli effetti conseguentemente attesi.

1.7 INQUADRAMENTO PROCEDURALE: IL PROFILO AUTORIZZATIVO

Il quadro normativo in materia di procedure di valutazione di impatto ambientale di progetti previsto dal D.Lgs 152/2006 parte II ha subito, dal 2017 ad oggi, significative modifiche e aggiornamenti. A seguito del D.Lgs. 104/2017 "Attuazione della direttiva 2014/52/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 aprile 2014, che modifica la direttiva 2011/92/UE, concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, ai sensi degli articoli 1 e 14 della legge 9 luglio 2015, n. 114.", che ha introdotto tra le novità di maggior rilievo il procedimento volto al rilascio del Provvedimento Autorizzatorio Unico Regionale (PAUR), sono infatti sopravvenute ulteriori modifiche apportate dalla legge 11 settembre 2020, n. 120 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 16 luglio 2020, n. 76, recante misure urgenti per la semplificazione e l'innovazione digitale" e dalla legge 29 luglio 2021, n. 108 (G.U. n. 81 del 30 luglio 2021) che ha convertito, con modificazioni, il decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, recante "Governance del Piano nazionale di rilancio e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure" per lo più volte alla razionalizzazione delle procedure di Valutazione di impatto ambientale (VIA), per favorirne l'accelerazione anche attraverso la riduzione delle tempistiche dei procedimenti.

Sempre secondo quanto riportato secondo quanto riportato all'interno della DGR NO 835-2023 "LINEE GUIDA PER LA PRESENTAZIONE DELLE ISTANZE RELATIVE ALLE PROCEDURE DI VALUTAZIONE AMBIENTALE DI COMPETENZA REGIONALE", considerando che la pronuncia di VIA è ricompresa nell'ambito di procedimenti in capo ad Amministrazioni diverse dalla Regione, quali le procedure approvative dei progetti di opere di interesse pubblico ricadenti nell'ambito di applicazione dell'art. 38 del D.lgs. n. 36/2023 (Nuovo Codice dei contratti pubblici), il presente documento è stato redatto per l'espressione di valutazione ambientale in maniera rispondente sia alle "Modalità generali di presentazione delle istanze comuni a tutte le procedure di valutazione di impatto ambientale" sia, a seconda della procedura applicabile, alle "Modalità relative alle diverse procedure di VIA" contenute nelle presenti Linee Guida per la per la presentazione delle istanze relative alle procedure di valutazione ambientale di competenza regionale, e approvazione modifiche all'"Atto di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni in materia di VIA" ex D.G.R. 107/2018, come riportate nella DGR No. 835/2023.

1.8 INQUADRAMENTO PROCEDURALE: IL PROFILO URBANISTICO

1.8.1 PRGC, PUC, PdF ed eventuali strumenti vigenti

La presente sezione ha il fine di fornire gli elementi conoscitivi sulle relazioni fra l'opera in progetto e gli atti di pianificazione e programmazione territoriale e settoriale.

In particolare, le analisi di seguito riportate sono indirizzate a verificare il livello di integrazione e coerenza del progetto con gli strumenti della pianificazione urbanistico-territoriale, di settore ed ambientale, fornendo contestualmente i necessari riferimenti per tutti gli Enti di tutela chiamati ad esprimersi sul progetto per i profili di propria competenza, all'interno della procedura approvativa prevista dalle vigenti normative. L'analisi degli strumenti della pianificazione territoriale e ambientale fornirà, inoltre, informazioni in merito alle specificità del territorio attraversato dalla futura opera e agli obiettivi e agli indirizzi posti alla base degli interventi di trasformazione e gestione territoriale, nonché circa la sussistenza di elementi di attenzione, condizionamento e/o vincolo che in parte dettano le condizioni di fattibilità dell'intervento e in parte ne costituiscono il contesto di inserimento.

Gli strumenti della pianificazione e programmazione territoriale forniscono utili informazioni in merito alle specificità territoriali e alle sue modalità di gestione e tutela, nello scenario attuale (Quadro Conoscitivo) e futuro (Pianificazione di Progetto). L'assetto del territorio è, infatti, il risultato di politiche, regionali e interregionali, che si rivolgono ad un contesto fisico e sociale di grande complessità, frutto di esigenze ed interessi spesso conflittuali e, pertanto, la verifica dei contenuti degli strumenti della pianificazione, organizzazione, gestione e programmazione del territorio definisce l'insieme delle regole con le quali questo sarà soggetto ad ulteriori trasformazioni, attraverso i seguenti principali livelli:

- ✓ pianificazione di settore;
- ✓ pianificazione territoriale;
- ✓ pianificazione e vincolistica ambientale, vincoli paesaggistici e naturalistici, patrimonio storico- architettonico e monumentale.

1.8.1.1 Pianificazione di settore

L'adeguamento ed il potenziamento del sistema infrastrutturale, legato alla mobilità pubblica, ha rappresentato uno degli obiettivi fondamentali della pianificazione urbanistica degli ultimi anni. Per il sistema trasportistico regionale, con il decreto legislativo 422/97 e i successivi interventi legislativi è stato avviato un processo di trasferimento di funzioni, compiti, beni, strutture, risorse finanziarie alle Regioni, e un modello di riferimento per la programmazione e la definizione della politica dei trasporti nel territorio di competenza. La Regione Liguria ha recepito il D.lgs. 422/97 inizialmente con la legge regionale n.31 del 9 settembre 1998 "Norme in materia di trasporto pubblico locale", e successivamente con la legge regionale n.33 del 7 novembre 2013 e successive modificazioni e integrazioni "Disciplina del sistema di trasporto pubblico regionale e locale e del Piano regionale integrato delle infrastrutture, della mobilità e dei trasporti (Priimit)", realizzando un ampio processo di delega che coinvolge la Città Metropolitana e le Province e una divisione tra le funzioni di programmazione e quelle di gestione dei servizi e definendo gli Ambiti territoriali ottimali (ATO) del trasporto pubblico e i relativi Enti di governo. Alla luce dei cambiamenti legislativi, pertanto, i compiti della Regione possono riassumersi in programmazione, indirizzo, promozione, coordinamento e controllo del trasporto pubblico locale, e in particolare nella programmazione del complessivo sistema del trasporto regionale e nella gestione diretta dei servizi ferroviari d'interesse regionale e locale. La Regione, infatti, ha il compito di definire gli indirizzi strategici prioritari, attraverso gli strumenti di programmazione di sua competenza che sono:

- ✓ gli indirizzi e i criteri per la pianificazione dei trasporti locali e per l'elaborazione dei Piani di bacino da parte degli Enti di governo e il programma dei servizi di trasporto pubblico regionale e locale, di cui alla delibera del Consiglio regionale n. 7 del 27 giugno 2017;
- ✓ il programma regionale dei trasporti (Prt) all'interno del Piano regionale integrato delle infrastrutture, della mobilità e dei trasporti (Priimit) attualmente in corso di predisposizione;
- ✓ gli indirizzi per la programmazione del servizio di trasporto ferroviario regionale e locale di competenza della Regione Liguria, attualmente in corso di definizione.

La regione, in questo scenario, individua tra gli obiettivi primari per la crescita della Liguria, il potenziamento delle reti infrastrutturali per favorire l'accessibilità al territorio, avvicinare i comuni più isolati alla rete dei servizi essenziali, favorire l'economia di scambio e la possibilità di accedere ai mercati locali, al fine di costituire un'unica grande rete infrastrutturale che innerva il territorio, lo tiene insieme e lo rende, per questo motivo, più vivibile.

1.8.2 Pianificazione territoriale

La disamina degli strumenti pianificatori e programmatici vigenti nell'ambito territoriale di studio è stata effettuata nel rispetto delle indicazioni fornite dalla LR n. 36 del 4 settembre 1997 e smi "Legge Urbanistica regionale" coordinata con la legge regionale 7 agosto 2018, n. 15 "modifiche alla legge regionale 4 settembre 1997, n. 36 e altre disposizioni di adeguamento in materia di governo del territorio" della Regione Liguria. La pianificazione territoriale, come ribadito all'interno dell'art.2 della LR suddetta, si fonda sul principio della chiara e motivata esplicitazione delle proprie determinazioni e persegue l'obiettivo dell'integrazione della tutela e valorizzazione del paesaggio regionale nei processi di pianificazione territoriale e urbanistica in attuazione del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 e ss.mm.ii., nel rispetto delle competenze in materia di governo del territorio previste nell'ordinamento statale e regionale. La pianificazione territoriale persegue finalità di qualificazione ambientale, di tutela e valorizzazione del patrimonio storico, culturale e paesaggistico, di contrasto all'abbandono del territorio agrario, di riqualificazione del patrimonio edilizio esistente e di rinnovo urbano, di miglioramento dell'efficienza energetica, funzionale e strutturale degli edifici, di innovazione del sistema produttivo e delle infrastrutture. Gli obiettivi e i contenuti della pianificazione territoriale sono definiti in coerenza con gli atti della programmazione della Regione, della Città metropolitana e delle province. Ai sensi dell'art. 3, 3 bis, 4 e 5 della LR 36/1997 e ss.mm.ii., gli strumenti per l'uso e la tutela del territorio a livello regionale, sono:

- ✓ il Piano territoriale regionale (PTR);
- ✓ il Piano paesaggistico.

A livello provinciale, per quanto riguarda la Città metropolitana di Genova, la pianificazione territoriale generale svolge il ruolo di organizzazione generale del territorio metropolitano riguardo ai temi insediativi, al sistema dei servizi ed alle infrastrutture attinenti all'ambito metropolitano, anche al fine della adozione del piano strategico per lo sviluppo socio-economico del relativo territorio, e riguardo alla gestione integrata dei servizi, delle infrastrutture e delle reti di comunicazione di interesse metropolitano, anche in forma associata. Lo strumento della pianificazione territoriale generale della Città metropolitana è rappresentato dal il Piano territoriale generale della Città metropolitana.

A livello comunale, infine la LR ribadisce che la pianificazione territoriale ha ad oggetto la disciplina del soprassuolo e del sottosuolo ed è volta a tutelare l'integrità fisica e l'identità culturale del territorio, a valorizzare le risorse ambientali e le economie locali, a favorire il governo del territorio nelle sue diverse componenti disciplinando prioritariamente gli interventi di recupero, di riqualificazione e di rigenerazione urbana e di prevenzione del dissesto, di mantenimento e di riqualificazione del patrimonio agricolo-rurale compatibili con i valori storico-culturali, paesaggistici ed ambientali e prevedendo le trasformazioni territoriali ammissibili sulla base degli atti di pianificazione territoriale di livello sovra comunale. Gli strumenti della pianificazione territoriale di livello comunale sono: il Piano urbanistico comunale (PUC) e Progetti urbanistici operativi (PUO), anche mediante formazione di PUC e PUO intercomunali.

Pertanto, stante l'impianto pianificatorio previsto dalla LR 36/1997 e ss.mm.ii. ed in considerazione della attuazione datane dai diversi Enti territoriali e locali per l'area interessata dal progetto in esame, il contesto pianificatorio di riferimento può essere identificato nei seguenti termini (Tabella 6-4).

Tabella 1-1: Quadro pianificatorio territoriale di riferimento.

Ambito	Strumento	Estremi approvativi
Regionale	Piano territoriale di coordinamento paesistico (ptcp)	Approvato con deliberazione del Consiglio regionale n.6 del 26 febbraio 1990, e smi
Provinciale	Piano Territoriale di coordinamento provinciale PTCp	Approvato con D.C.P. n.1 del 22/01/2022
Comunale	Piano Urbanistico Comunale di Genova PUC	Procedimento concluso con DD n° 2015/118.0.0./18, entrato in vigore il 3/12/2015

Per quanto concerne il Piano territoriale regionale (PTR), con la deliberazione n.110 del 18 febbraio 2020, la Giunta regionale ha approvato, ai sensi dell'articolo 14 della LR n.36/1997, il Documento preliminare del progetto di Piano territoriale regionale e il relativo Rapporto ambientale preliminare. È stato quindi elaborato il progetto del Ptr sulla base del documento preliminare e tenuto conto degli esiti della fase di consultazione VAS e delle osservazioni, proposte e contributi ricevuti. Il Ptr è stato quindi adottato dal Consiglio Regionale con dcr n 2 del 25/01/2022 e 21/02/2022 e conseguentemente a partire dall'avviso pubblicato sul Burl n. 12 del 23 marzo 2022 ha preso avvio la fase di pubblicazione del Piano, ai sensi dell'art.14, della LR n.36/1997. Infine, si evidenza che la Regione Liguria, il Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo e il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare hanno sottoscritto nell'agosto 2017 un Protocollo d'intesa per l'elaborazione congiunta del Piano Paesaggistico esteso a tutto il territorio regionale, secondo quanto previsto dal Codice dei beni culturali e del paesaggio. Il 19 ottobre 2017 si è insediato il Comitato tecnico che coordina la redazione del Piano, come stabilito dal disciplinare attuativo dell'intesa. Il 18 aprile 2019 con d.g.r. n.334 la Giunta regionale ha approvato il documento preliminare del Piano paesaggistico, secondo quanto previsto dalla LR 36/1997, costituito da Rapporto preliminare e schema di Piano. Con tale atto è stata avviata la fase di scoping di cui all'articolo 8 della LR 32/2012 e le attività di consultazione previste dall'articolo 14bis della LR 36/1997. L'articolo 68 della stessa legge, come modificato dall'articolo 15 della LR n. 15/2018, stabilisce che "fino all'approvazione del Piano paesaggistico, si applica il Piano territoriale di coordinamento paesistico Ptcp approvato con deliberazione del Consiglio regionale n.6 del 26 febbraio 1990, e successive modificazioni e integrazioni, limitatamente all'assetto insediativo del livello locale, con le relative norme di attuazione in quanto applicabili".

1.9 INQUADRAMENTO PROCEDURALE ED AMBIENTALE DEL CONTESTO TERRITORIALE DI RIFERIMENTO PER L'INTERVENTO

Per l'inquadramento procedurale ed ambientale del contesto territoriale di riferimento per l'intervento oggetto di studio si rimanda a quanto già descritto nei precedenti paragrafi.

1.10 ELENCO DELLE AUTORIZZAZIONI, DEI NULLAOSTA, DEI PARERI O DEGLI ALTRI ATTI DI ANALOGA NATURA, DA ACQUISIRE AI FINI DELLA REALIZZAZIONE E DELL'ESERCIZIO DELLE OPERE

Di seguito, si riporta l'elenco delle autorizzazioni, dei nullaosta, dei pareri o degli altri atti di analoga natura, da acquisire ai fini della realizzazione e dell'esercizio delle opere.

- ✓ VIA D.lgs. n. 152/2006 Titolo III Parte seconda;
- ✓ Autorizzazione paesaggistica ex art. 146 D.lgs. n. 42/2004 con successivo parere della Soprintendenza (è sostituita nell'ambito del PAUR);
- ✓ Autorizzazione idraulica RD n. 523/1904 art. 93;
- ✓ Concessione ai fini dell'utilizzo delle aree del demanio idrico r.r. n. 7/2013;
- ✓ Parere idraulico in caso di interessamento di tratti di corso d'acqua non indagati — rispetto distanze Art. 8 delle Norme di Piano di bacino ** ;
- ✓ autorizzazione sismica DPR n. 380/2001; l.r. n. 29/1983;
- ✓ permesso di costruire DPR n. 380/2001;
- ✓ Pronuncia sulla conformità dei progetti alla normativa e ai criteri tecnici di prevenzione incendi DPR n. 151/2011;
- ✓ Parere qualora dovuto di gestori di beni o servizi pubblici;
- ✓ Nulla osta tecnico (NOT) fornito dal MIT;
- ✓ Nulla osta all'esercizio (NOE) fornito dal MIT.

** Riferimento normativo valido fino al momento dell'emanazione del Regolamento regionale ex art. 91 comma 1 ter 2 L.R. 18/99.

2 INQUADRAMENTI PRELIMINARI

2.1 GENERALITÀ

Il presente Studio riguarda il livello di progettazione PFTE per procedimento PAUR relativo allo sviluppo della soluzione approvata dal Comune di Genova, scelta tra le alternative di tracciato studiate nell'ambito del DOCFAP del prolungamento della tratta metropolitana dalla nuova stazione Canepari, già oggetto di Progetto Definitivo della tratta Brin-Canepari anch'essa approvata e in corso di realizzazione, alla nuova stazione Rivarolo.

2.2 ANALISI DELLE ALTERNATIVE

Si riporta di seguito la sintesi dell'analisi delle alternative sviluppata in ambito DOCFAP doc. n. MGEISFL2GENCOMR00300A.

Le soluzioni studiate hanno il comune obiettivo di traguardare quanto previsto dal piano di azioni del PUMS della Città Metropolitana di Genova in merito alle linee di forza del T PL, basate su sistemi a trazione elettrica, in sede propria, con portata massima consentita dalle tecnologie e dalle normative. La "Strategia 2" del PUMS genovese ("Rafforzare il trasporto pubblico e migliorare la qualità del servizio") prevede il potenziamento della rete ferroviaria e della linea metropolitana, oltre alla realizzazione di una rete urbana elettrificata in sede riservata — con caratteristiche di elevata portata oraria (almeno 3000 pax/h per direzione) e ottima interconnessione con il resto della rete pubblica (treno/metro/bus, altre linee di forza, linee di adduzione) ed il traffico privato (interscambi con auto e due ruote).

2.2.1 Alternativa zero

L'opera in progetto costituisce il prolungamento dell'esistente linea metropolitana di Genova verso la Val Polcevera. Essendo già in corso di realizzazione l'asse di forza sopra descritto, come "opzione zero" non si è assunto uno scenario "do nothing" bensì lo "scenario di riferimento" nel quale si assumono realizzate tutte le opere ad oggi finanziate (assi di forza del TPL, nuova stazione di Canepari), rispetto al quale si ipotizza di inserire la soluzione progettuale oggetto di valutazione del presente documento.

2.2.2 Alternativa 1

L'alternativa 1 si innesta sul tracciato del prolungamento Brin- Canepari alla progr. km 0+700.00 in rettilineo e prosegue con un andamento pressoché parallelo alla linea ferroviaria esistente bivio Succursale/Campasso. Dopo un tratto in rettilineo di circa 40 m, il tracciato curva in sinistra scavalcando il torrente Torbella con un viadotto. La viabilità arginale Passo Torbella viene dismessa in quanto non si riesce a garantire un franco adeguato al passaggio carrabile e l'accesso alle preesistenze viene garantito da via Castelluccio. In questo tratto il tracciato altimetrico è interamente fuori terra. Successivamente, il tracciato continua su un tratto in rettilineo di circa 79 m su cui si colloca la nuova fermata interrata metropolitana Rivarolo. Dal punto di vista altimetrico, a valle dello scavalco del torrente Torbella, la livelletta è in pendenza discendente al 6%. La nuova fermata Rivarolo è collocata su un tratto in pendenza discendente al 2%, necessario al fine di recuperare il franco per il sottopassaggio di via Rossini, risolto mediante la realizzazione di una galleria artificiale. In questa configurazione, non è possibile garantire un franco adeguato su via Pisoni che pertanto viene dismessa e deviata sull'adiacente via Rossini. In tale tratto, risultano inoltre interferenti con il tracciato due fabbricati esistenti che pertanto saranno demoliti. A valle della nuova fermata Rivarolo il tracciato prosegue con una curva in sinistra, cui segue un tratto in rettilineo di circa 91 m su cui si posiziona una comunicazione pari/dispari che consente la movimentazione del materiale rotabile sulle aste di manovra. A tale rettilineo segue una curva in destra mediante la quale il tracciato sottopassa in galleria naturale la linea ferroviaria esistente Rivarolo e si dispone parallela a quest'ultima lato torrente Polcevera. Dal punto di vista altimetrico, in uscita dalla nuova fermata Rivarolo, il tracciato prosegue con una livelletta discendente di pendenza pari al 6% per poi proseguire fino a fine tracciato a pendenza ascendente costante pari a 0,5%.

2.2.3 Alternativa 2

Il tracciato della soluzione 2 si innesta sul tracciato del prolungamento Brin- Canepari alla progr. km 0+655.00 in rettilineo e prosegue con un andamento pressoché parallelo alla linea ferroviaria esistente bivio Succursale/Campasso. Dopo un tratto in rettilineo di circa 89 m, il tracciato curva in sinistra. A partire dalla progr. km 0+081 circa, il tracciato si sviluppa in viadotto. Vi è una prima campata di scavalco del torrente Torbella e delle relative

viabilità arginali e successivamente lo scavalco di via Pisoni. Dal punto di vista altimetrico, il tracciato prosegue per un breve tratto con la pendenza uscente dalla stazione Canepari e successivamente si sviluppa su una livelletta con pendenza ascendente pari al 5%, cui segue una pendenza anch'essa ascendente pari al 0,5% su cui si colloca, sempre in viadotto, la nuova fermata metropolitana Rivarolo. La banchina in destra della nuova fermata Rivarolo è parzialmente aggettante in corrispondenza della linea ferroviaria esistente Bersaglio. Il franco tra il piano del ferro e l'intradosso dell'opera a sostegno della banchina è di circa 5.20 m. È pertanto necessario prevedere sulla linea ferroviaria un tratto della trazione elettrica in catenaria rigida. Subito a valle della nuova fermata Rivarolo, il tracciato, mediante un tratto in rettilineo di circa 110 m su cui si posiziona una comunicazione pari/dispari, si sovrappone a quello della linea ferroviaria esistente Bersaglio sulla quale viene realizzato uno scatolare aperto. A tale rettilineo segue prima una curva in destra e poi un altro rettilineo di circa 250 m mediante il quale la linea si dispone a Est e parallela alla linea ferroviaria esistente Rivarolo. Dal punto di vista altimetrico, il tracciato si sviluppa su una livelletta con pendenza ascendente pari al 6%, mediante la quale si realizza il doppio scavalco delle linee ferroviarie esistenti (bivio Rivarolo/Genova Campasso e bivio Fegino/Bersaglio), cui segue una livelletta con pendenza discendente pari al 6%. Il tracciato termina con un tratto di pendenza nulla su cui si realizzano le aste di manovra per la movimentazione del materiale rotabile.

2.2.4 Alternativa 3 - Scelta

Il tracciato della soluzione 3 si innesta sul tracciato del prolungamento Brin- Canepari alla progr. km 0+749.00 in rettilineo e prosegue con un andamento pressoché parallelo alla linea ferroviaria esistente bivio Succursale/Campasso. Dopo un tratto in rettilineo di circa 58 m, il tracciato curva in sinistra mediante una curva bicentrica. Sulla prima delle due curve è posizionato il viadotto a via inferiore di scavalco del torrente Torbella nonché delle relative viabilità arginali per le quali si riesce a garantire continuità. Sulla seconda curva, invece, si colloca la nuova fermata a raso Rivarolo, motivo per il quale si è applicata sopraelevazione nulla a tale elemento. Subito a valle della nuova fermata, il tracciato prosegue su un tratto in rettilineo di circa 38 m su cui viene posizionata la comunicazione pari/dispari che consente la movimentazione del materiale rotabile sulle aste di manovra. Dopo tale rettilineo, il tracciato si sviluppa nuovamente su una bicentrica al fine di guadagnare il sedime del binario ferroviario esistente Rivarolo e inserirsi così tra la linea bivio Rivarolo/Genova Campasso e la linea bivio Fegino/Bersaglio. Dal punto di vista altimetrico, il tracciato prosegue per un breve tratto con la pendenza uscente dalla stazione Canepari e successivamente si sviluppa su una livelletta con pendenza ascendente pari al 6%, cui segue una pendenza discendente pari al 0,2% su cui si colloca, a raso, la nuova fermata metropolitana Rivarolo, la comunicazione pari/dispari e le aste di manovra. Le interferenze con le viabilità esistenti di via Pisoni e via Rossini sono risolte, rispettivamente, mediante un sovrappasso L=14 m e un viadotto L=32 m. Si è inoltre verificata la fattibilità di un eventuale ulteriore collegamento verso Nord che prevede il sottopassaggio della linea ferroviaria esistente Rivarolo in galleria artificiale e la disposizione del tracciato parallelo a quest'ultima e in superficie. In tale analisi, in questa fase progettuale, non sono state riscontrate criticità, eccetto l'eventualità di dover demolire alcuni fabbricati esistenti nel tratto subito a valle della galleria artificiale.

Questa è l'alternativa che è stata scelta.

2.3 INQUADRAMENTO PROGETTUALE

Il tracciato si innesta sul tracciato del prolungamento Brin-Canepari alla progressiva km 0+749,00 in rettilineo e prosegue con un andamento pressoché parallelo alla linea ferroviaria esistente bivio Succursale/Campasso. Dopo un tratto in rettilineo di circa 58 m, il tracciato curva in sinistra.

Sulla prima delle due curve è posizionato il viadotto a via inferiore di scavalco del torrente Torbella nonché delle relative viabilità arginali per le quali si riesce a garantire continuità. Sulla seconda curva, invece, si colloca la nuova stazione, su rilevato, Rivarolo. Subito a valle della nuova stazione, il tracciato prosegue su un tratto in rettilineo su cui viene posizionato un cappello di prete, ovvero una doppia comunicazione pari/dispari, che consente la movimentazione del materiale rotabile sulle aste di manovra. Dopo tale rettilineo, il tracciato si sviluppa su una curva in sinistra al fine di guadagnare il sedime del binario ferroviario esistente Rivarolo e inserirsi così tra la linea bivio Rivarolo/Genova Campasso e la linea bivio Fegino/Bersaglio.



Figura 2.1: Inquadramento territoriale.

2.4 INQUADRAMENTO AMMINISTRATIVO

L'opera in progetto ricade nel territorio della Regione Liguria, Provincia di Genova e, complessivamente, interessa il solo Comune di Genova, come riportato nella successiva Figura 2.2.

Tabella 2-1: Contesti amministrativi interessati.

Regioni	Province	Comuni
Liguria	Genova	Genova



Figura 2.2: Inquadramento del Comune interessato dagli interventi di progetto.

2.5 DOCUMENTI ALLEGATI

Lo studio di impatto ambientale, il presente documento, si compone dei seguenti elaborati grafici (cfr. Tabella 2-2) posti in allegato.

Tabella 2-2: Elenco elaborati grafici allegati allo Studio Preliminare Ambientale (componenti l'Allegato 1).

Cod.	Titolo	Scala
A.1	Piano Urbanistico Comunale Vigente	1:5000
A.2	Piano Comunale dei beni paesaggistici soggetti a tutela	1:5000
A.3	Piano Urbanistico Comunale - Livello Paesaggistico Puntuale	1:5000
A.4	Uso del suolo	1:5000
A.5	Piano Urbanistico Comunale - Vincoli geomorfologici ed idraulici	1:5000
A.6	Piano degli interventi	1:5000

Inoltre, sono allegati due estratti dalla relazione MGE1PDLGAMBCOMR00700B Piano ambientale della cantierizzazione della tratta precedente Brin-Canepari, con lo stralcio della descrizione dell'applicazione del metodo di dispersione delle polveri (Allegato 2) e relative mappe di isoconcentrazione (Allegato 3), esito della simulazione.

3 QUADRO PROGRAMMATICO. GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE DI RIFERIMENTO

Nel seguente capitolo si restituisce il quadro delle disposizioni di governo del territorio vigenti dell'ambito di studio nel rispetto delle disposizioni della Legge Urbanistica Regionale n.36/1997 e smi.

Il quadro degli strumenti di programmazione e urbanisti vigenti ai vari livelli istituzionali sono rappresentati nella tabella a seguire.

Livello istituzionale	Piano		Estremi approvativi
Regionale	Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico	PTCP	DGR n.6 del 25/02/1990 Aggiornamento 2011
Provinciale	Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale	PTCp	DGP n.1 del 22/01/2002 Aggiornamento 2011
Comunale	Piano Urbanistico Comunale	PUC	Delibera Dirigenziale n.2015/118.0.0/18

3.1 LA PIANIFICAZIONE REGIONALE. PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PAESISTICO

La Regione Liguria si è dotata, con deliberazione del Consiglio Regionale n.6 del 25.02.90, di un Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico (PTCP), modificato dal Consiglio Regionale con delibera n. 18 del 2 agosto 2011, a seguito dell'approvazione della variante di salvaguardia della fascia costiera del PTCP. Attualmente è in fase di aggiornamento ai sensi del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (DLgs 42/2004).

Nelle more di tale ultimo aggiornamento ai sensi della Legge l'articolo 68 della LR n.36/1997, come modificato dall'art. 15 della LR n.15/2018, stabilisce che "fino all'approvazione del Piano paesaggistico, si applica il PTCP approvato con deliberazione del Consiglio regionale 26 febbraio 1990, n.6 e smi, limitatamente all'assetto insediativo del livello locale, con le relative norme di attuazione in quanto applicabili".

L'obiettivo di tale strumento è di tutelare e rafforzare l'identità del paesaggio, della fruizione dei suoi valori e della stabilità ecologica, e per questo individua tre diversi livelli d'operatività:

- ✓ livello territoriale, che è in primo luogo un livello di suddivisione del territorio in ambiti relativamente estesi, denominati per l'appunto ambiti territoriali, in relazione ai quali il Piano detta indirizzi complessivi, rivolti essenzialmente alla pianificazione urbanistica comunale e alle politiche settoriali della stessa Regione e degli altri soggetti che operano interventi che incidono estensivamente sul territorio;
- ✓ livello locale, in base al quale, all'interno degli ambiti di cui sopra, si individuano situazioni differenziate (in relazione ai caratteri e ai valori dell'ambiente naturale e degli interventi umani) che richiedono norme e indirizzi specifici;
- ✓ livello "puntuale" le cui indicazioni dovranno essere sviluppate nelle successive fasi della pianificazione paesistica, passando quindi attraverso un "puntuale" approfondimento, in termini conoscitivi e progettuali, delle situazioni nelle quali si opera, mediante:
  - ✓ piani di recupero paesistico-ambientale;
  - ✓ progetti di sistemazione di aree assoggettate dal PTCP a regime normativo di Trasformazione;
  - ✓ indirizzi esplicativi ed applicativi del PTCP intesi prevalentemente come norme di "buon comportamento";
  - ✓ specifica normativa paesistica integrativa degli strumenti urbanistici comunali.

La normativa del PTCP si articola in tre parti, tra loro coordinate, pertanto, ogni parte del territorio è normata distintamente sotto tre profili, indicati rispettivamente negli elaborati di Piano, come "assetto insediativo", "assetto vegetazionale", "assetto geomorfologico".

Più specificamente:

- ✓ le indicazioni relative **all'assetto insediativo** valgono nei confronti degli interventi edilizi o assimilabili, quali la costruzione o la ristrutturazione di edifici di ogni genere e destinazione e di manufatti e impianti di qualsivoglia natura e destinatone, nonché delle relative opere complementari, salvo quanto detto al punto successivo;
- ✓ le indicazioni relative **all'assetto geomorfologico** disciplinano le opere idrauliche e marittime, l'apertura e la sistemazione di cave e discariche, gli interventi di consolidamento dei pendii e in generale quelle opere che determinano profonde ed estese alterazioni del quadro morfologico e idraulico;
- ✓ le indicazioni relative **all'assetto vegetazionale** disciplinano gli interventi di forestazione e quelli che hanno per oggetto lo sfruttamento economico e/o il miglioramento qualitativo dei boschi e delle praterie.

Infine, il PTCP indica in quali termini è consentito apportare modificazioni al territorio rispetto alla situazione attuale, definendone il margine di scostamento; in particolare, le categorie normative si esprimono mediante termini di conservazione, mantenimento, consolidamento, modificabilità, trasformabilità e trasformazione.

L'area indagata ricade all'interno dell'ambito n.53 di Genova – Bassa Valle Polcevera - per il quale le norme individuano, i seguenti indirizzi di modificabilità.

L'indirizzo di modificabilità deriva dalla considerazione delle situazioni di degrado ambientale e urbano attuale, connesse alla presenza di localizzazioni produttive e infrastrutturali di rilevante impatto visivo ed ambientale, nonché all'elevato livello di congestione delle aree residenziali nel fondovalle e lungo i versanti. L'obiettivo consiste pertanto nel rendere possibili quegli interventi motivati dalle esigenze di trasformazione del tessuto produttivo e del sistema infrastrutturale che comunque costituiscano occasione di riqualificazione ambientale dell'ambito.

Come precedentemente accennato, come stabilito dalla Legge urbanistica regionale il PTCP si applica limitatamente all'assetto insediativo del livello locale.

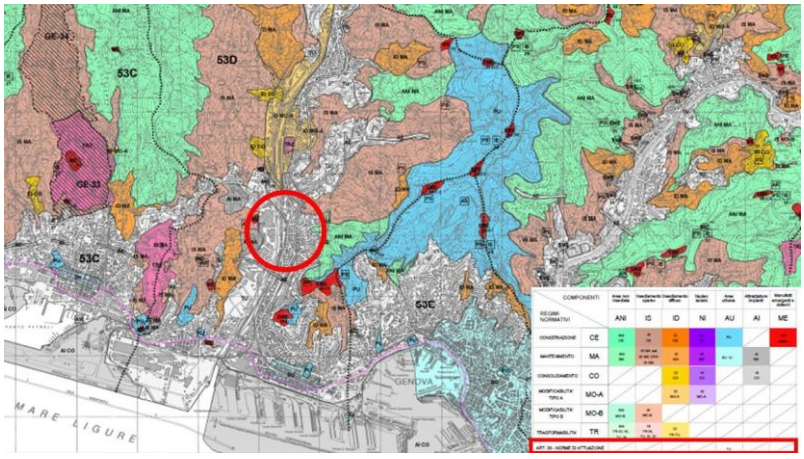


Figura 3.1: Stralcio Tavola 16 del PTCP – assetto insediativo. In rosso l'area di intervento.

Con riferimento all'assetto insediativo, lo stralcio della relativa tavola sopra riportato evidenzia come tutto il fondovalle della Val Polcevera sia esclusivamente caratterizzato dalle aree urbane dei tessuti urbani (TU) che, "trattandosi di parti dei territorio nelle quali prevalgono, rispetto agli obiettivi propri dei Piano, le più generali problematiche di ordine urbanistico, le stesse non sono assoggettate a specifica ed autonoma disciplina paesistica" (art. 38 delle Norme).

3.2 LA PIANIFICAZIONE PROVINCIALE. PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE

Il Piano Territoriale di Coordinamento (PTCp) è stato approvato il 22 gennaio 2002 con Delibera di Consiglio Provinciale n.1.

Il PTCp, come aggiornato ed integrato dalle numerose varianti, continua a svolgere un ruolo d'indirizzo per tutti i livelli di governo del territorio nell'attuazione di azioni ed interventi, oltre a costituire un riferimento essenziale anche per la

formazione del nuovo Piano Territoriale Generale della Città metropolitana (PTGcm), costituisce la sede di coordinamento della pianificazione urbanistica comunale.

La città Metropolitana di Genova ha avviato la formazione del PTG con l'individuazione delle "Linee Guida per la predisposizione del Piano Territoriale Generale della Città metropolitana", approvato con Delibera del Consiglio Metropolitano n.14/2015. Ad oggi e fino alla approvazione del PTG, come previsto all'art. 79 bis della Legge regionale Liguria n. 36/1997 e smi. si applica il Piano Territoriale di Coordinamento (PTC), aggiornato con la Variante 2014 che ha individuato i Sistemi territoriali Strategici in ottica metropolitana e in coerenza con la programmazione europea "Strategia 2020".

Secondo quanto riportato all'art. 4 delle Norme di attuazione del PTCp, i contenuti e gli elaborati del Piano sono:

- ✓ Descrizione Fondativa del Piano, i cui contenuti hanno valore di indirizzo e coordinamento con efficacia di direttiva nei confronti dei PUC e degli strumenti urbanistici soggetti alla legislazione previgente alla L.R. 36/1997.
- ✓ Struttura del Piano i cui contenuti hanno valore di indirizzo e di coordinamento con efficacia di direttiva nei confronti dei PUC e degli strumenti urbanistici soggetti alla legislazione previgente alla L.R. 36/1997.

Come anticipato, il PTCp si applica fino all'approvazione del Piano Territoriale Generale della Città Metropolitana (PTGcm), in particolare i contenuti della Struttura del Piano con "valore di immediata prevalenza" e con "valore prescrittivo" sulle corrispondenti previsioni e prescrizioni dei piani di livello comunale, ai quali fare riferimento ai fini della presente analisi, sono:

- ✓ indicazioni con valore di immediata prevalenza rispetto alla pianificazione comunale quali:
  - le previsioni concernenti l'organizzazione degli insediamenti per l'edilizia scolastica media superiore e per i servizi della Provincia (Struttura del Piano) nei termini indicati nel cap.7 del Piano, nonché all' art. 16 delle Norme di Attuazione
  - l'individuazione, per la viabilità provinciale, di una fascia di flessibilità di 15 m per lato, funzionale alla realizzazione degli interventi come indicato all' art.15 delle Norme di Attuazione
- ✓ indicazioni con valore prescrittivo
  - organizzazione del Sistema del verde.

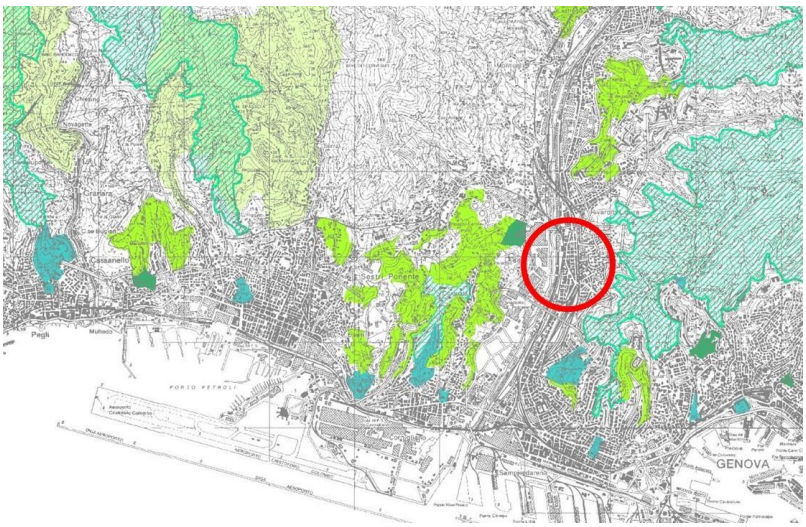


Figura 3.2: Stralcio tavola "Sistema del verde" allegata alla struttura del PTCp della città Metropolitana di Genova con individuata in rosso l'area di intervento.

Dall'analisi della documentazione allegata al PTCp in merito alle *"indicazioni con valore di immediata prevalenza rispetto alla pianificazione comunale"* e alla *"organizzazione del sistema del verde"*, non emerge alcuna criticità rispetto il rapporto intercorrente con le opere in progetto.

3.3 GLI STRUMENTI URBANISTICI LOCALI. PIANO URBANISTICO COMUNALE

Il Comune d Genova è dotato di Piano Urbanistico Comunale (PUC), approvato con Delibera Dirigenziale n.2015/118.0.0/18 ed in vigore dal 03/12/2015, strumento che si ispira ai principi dalla Legge Urbanistica della Regione Liguria, n.36/1997 smi e assume a riferimento il quadro della pianificazione territoriale di livello regionale e provinciale.

Il PUC disciplina gli usi, il riassetto ecologico-ambientale, la valorizzazione storico-culturale, le trasformazioni compatibili e sostenibili del territorio comunale, adeguandosi agli obiettivi stabiliti dagli accordi internazionali.

Il territorio comunale di Genova ai fini della disciplina paesaggistica è, infatti, suddiviso in zone territoriali omogenee e speciali, ciascuna zona è dotata di una disciplina degli interventi, integrata negli assetti insediativo vegetazionale e geomorfologico.

Il Piano individua, pertanto, gli obiettivi di orientamento delle politiche urbanistiche, relativamente alle diverse componenti dell'assetto territoriale coerentemente ai contenuti strategici di Piano e segnatamente con la Descrizione Fondativa, attraverso la quale sono stati definiti gli obiettivi programmatici di governo del territorio per l'elaborazione del PUC, individuati nel Documento degli Obiettivi e suddivisi in:

- ✓ Obiettivi invariabili, cioè quelli che connotano l'impronta politica e ambientale del Piano, salva la formazione di un nuovo PUC.
- ✓ Obiettivi orientabili, quelli che in coerenza con la Descrizione Fondativa del Piano, sono suscettibili di introduzione di varianti alla Struttura del Piano ai sensi dell'art. 44 della L.R. 36/1997, purché corredate di adeguata dimostrazione delle relative ragioni e della congruità complessiva.

Gli obiettivi del Piano sono raggruppati in temi secondo la seguente articolazione:

- ✓ tema A: sviluppo socio-economico e delle infrastrutture
- ✓ tema B: organizzazione spaziale della città e qualificazione dell'immagine urbana
- ✓ tema C: difesa del territorio e qualità ambientale

all'interno dei quali vengono raccolti gli obiettivi specifici per ciascun tema.

Il Documento degli Obiettivi individua inoltre sei Sistemi Territoriali, caratterizzati da profili peculiari e da una forte identità di ruoli, svolti anche storicamente, per i quali si propongono specifici obiettivi di tutela e valorizzazione.

I Sistemi Territoriale individuati, con l'evidenza del relativo profilo connotante, sono i seguenti:

- ✓ Voltri, Ville storiche e Val Cerusa. (MANIFATTURA)
- ✓ Val Varenna (NATURA)
- ✓ Val Chiaravagna (SUOLO)
- ✓ Val Polcevera (AGRICOLTURA)
- ✓ Centro storico e Val Bisagno (Rolli-Sistema dei forti centrale e orientale-Acquedotto storico) (STORIA)
- ✓ Monte Fasce e Torrente Nervi (FLORA)

Le azioni di tutela e valorizzazione individuate per i sei Sistemi Territoriali hanno valore di efficacia direttiva. La struttura del Piano è organizzata in tre livelli, con differente grado di efficacia:

- ✓ Livello 1, Territoriale di Area Vasta, i cui contenuti di inquadramento della città nel sistema infrastrutturale di collegamento con l'Europa hanno efficacia propositiva e di indirizzo per la progettazione delle trasformazioni territoriali ed infrastrutturali;
- ✓ Livello 2, Urbano di Città rappresenta l'analisi dei sistemi infrastrutturali e di servizio alla struttura insediativa, produttiva e dei servizi urbani, avente efficacia direttiva suscettibile di modificazioni ed integrazioni in ragione dello sviluppo delle diverse componenti e dell'attuazione delle previsioni di trasformazione del territorio;

- ✓ Livello 3, Locale di Municipio, i cui contenuti disciplinano gli interventi sul territorio sotto il profilo urbanistico-edilizio, idrogeologico, paesaggistico e ambientale, avente efficacia prescrittiva non suscettibile di applicazione diversa da quella indicata.

Al fine della presente analisi si fa riferimento al terzo livello della Struttura di Piano e segnatamente alle tavole di Assetto urbanistico e alle tavole relative al livello paesaggistico puntuale. Vedasi gli allegati.

4 L'OPERA IN PROGETTO: DATI ESSENZIALI PER L'ANALISI DEGLI ASPETTI AMBIENTALI

4.1 IL QUADRO COMPLESSIVO DELLE OPERE E DEGLI INTERVENTI

4.1.1 Andamento plano altimetrico

La lunghezza complessiva del tracciato è di circa 420 m. Il tracciato si innesta sul tracciato del prolungamento Brin-Canepari alla progressiva chilometrica km 0+749,00 in rettilineo e prosegue con un andamento pressoché parallelo alla linea ferroviaria esistente bivio Succursale/Campasso. Dopo un tratto in rettilineo di circa 8,5 m, il tracciato curva a sinistra mediante una curva bi-centrica. Sulla prima delle due curve è posizionato il viadotto a via inferiore di scavalco del torrente Torbella nonché delle relative viabilità arginali per le quali si riesce a garantire continuità. Sulla seconda curva, invece, si colloca la nuova fermata a raso Rivarolo, motivo per il quale si è applicata sopraelevazione nulla a tale elemento. Subito a valle della nuova fermata, il tracciato prosegue su un tratto in rettilineo su cui viene posizionata la comunicazione pari/dispari che consente la movimentazione del materiale rotabile sulle aste di manovra (L = 118 m). Dopo tale rettilineo, il tracciato si sviluppa nuovamente su una bi-centrica al fine di guadagnare il sedime del binario ferroviario esistente Rivarolo e inserirsi così tra la linea bivio Rivarolo/Genova Campasso e la linea bivio Fegino/Bersaglio.

Dal punto di vista altimetrico, il tracciato prosegue per un breve tratto con la pendenza uscente dalla stazione Canepari e successivamente si sviluppa su una livelletta con pendenza ascendente pari al 2,7%, cui segue una pendenza discendente pari al 0,2% su cui si colloca, su rilevato, la nuova fermata metropolitana Rivarolo, la comunicazione pari/dispari e le aste di manovra.

Le interferenze con le viabilità esistenti di via Pisoni e via Rossini sono risolte, rispettivamente, mediante un sovrappasso L = 14 m e un viadotto L = 32 m.

A causa dei vincoli legati al tracciato e alla funzionalità della stazione, nella parte iniziale della tratta è stato necessario ampliare la piattaforma metropolitana verso est rispetto all'attuale area ferroviaria, occupando alcune zone attualmente destinate a cortili condominiali. Nella parte terminale, in corrispondenza della biforcazione delle linee Campasso e Fegino/Bersaglio, il tracciato si mantiene tra le due, uscendo dal rilevato esistente e occupando parzialmente lo slargo di via Duria, che nel precedente PFTE risultava interrotto. Nel nuovo progetto, il tracciato è stato ridotto per garantire la continuità di via Duria, almeno fino all'eventuale futuro prolungamento della linea metropolitana.

Di seguito, in Tabella 4-1, il riassunto delle principali caratteristiche del tracciato sviluppato.

Tabella 4-1: Caratteristiche del tracciato.

Pendenza massima in linea	2,70%
Pendenza massima in fermata	0,20%
Raggio minimo planimetrico	300,00 m
Raggio minimo altimetrico	1200 m
Interasse binari di corsa	2,90 m
Massima sopraelevazione in curva	10 mm
Sviluppo complessivo del tracciato	408.391 m (riferito al binario PARI considerando il fine tracciato corrispondente alla testa dell'assorbitore di energia del paraurti)

4.1.2 Opere di linea

La maggior parte della linea viaggia sul rilevato ferroviario esistente. Per sostenere la nuova sede e confinarla rispetto alle linee ferroviarie o alle viabilità adiacenti, sono state ipotizzate delle opere di sostegno laterali, composte principalmente da muri di sostegno di varie sezioni e paratie di pali di diametro 800 mm.

A partire dal tronchino di fine tratta di Canepari sono previsti dei muri di sostegno ad entrambi i lati della linea, il cui piano ferro si alza per poter scavalcare il Torrente Torbella con un franco adeguato. Dopo il viadotto riprendono i muri

di sostegno; quello lato est nel tratto fino alla stazione copre un dislivello di quasi 5 m, poiché la linea sporge rispetto all'esistente rilevato ferroviario, che deve essere quindi allargato.

Dopo la stazione è previsto un breve tratto tra paratie fino al cavalcavia Pisoni, superato il quale rimane la paratia lato ovest, mentre sul lato opposto sono previsti muri di sostegno di modesta entità. La paratia lato ovest deve invece coprire il dislivello che in questo tratto si viene a creare tra la linea in progetto e il rilevato ferroviario esistente.

Passato il viadotto Rossini le opere di linea si mantengono le stesse fino alla tratta terminale, dove la linea in progetto si allontana da quelle ferroviarie, e le opere si riportano a due muri di sostegno laterali, che devono coprire il dislivello, di circa un metro, tra la linea e la strada adiacente.

Soprattutto nella zona centrale, dove le linee ferroviarie sono molto vicine a quella in progetto, si è cercato di ridurre al minimo l'ingombro delle opere, al fine di evitare possibili interferenze: pertanto, presentano una zattera di fondazione con ridotto aggetto di valle al fine di limitare al minimo possibile l'estensione dell'area di cantiere. Tutti i muri di sostegno sono fondati su pali che si attestano nel substrato roccioso.

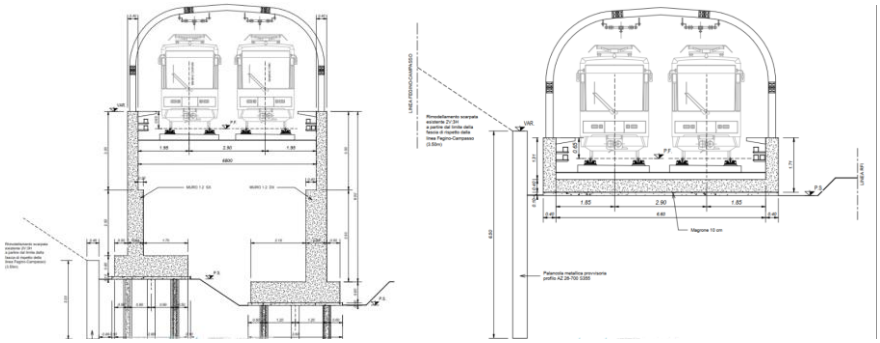


Figura 4.1: Opere di linea, opere di sostegno.

Lungo il suo sviluppo, la linea si trova a dover scavalcare alcune strade esistenti. In particolare, in corrispondenza di via Pisoni è prevista la demolizione del cavalcavia attuale, perché interferente con la nuova linea e troppo stretto per poter ospitare la nuova sezione funzionale della metropolitana. La struttura del cavalcavia, del tutto in calcestruzzo armato, ha uno schema a telaio semplice, con fondazioni profonde su pali che permettono di raggiungere il substrato roccioso. Analogamente avverrà per lo scavalco di via Rossini.

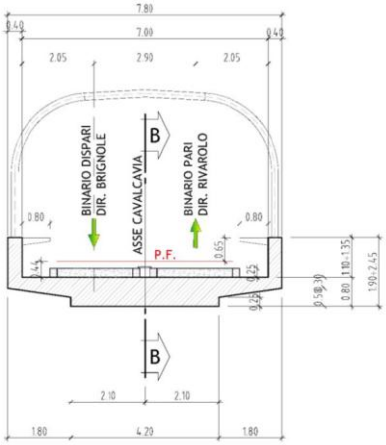


Figura 4.2: Sezione trasversale cavalcavia Via Pisoni.

4.1.3 Stazione Rivarolo

Il tessuto urbano nel quale va ad inserirsi la nuova stazione Rivarolo risente profondamente della presenza del rilevato ferroviario. La stazione è ubicata nella zona in cui convergono le linee Campasso e Fegino/Bersaglio e in

prossimità dell'incrocio stradale tra via Gioacchino Rossini, via Alla Stazione di Rivarolo e il sottopasso veicolare di via Gaetano Pisoni.

La tipologia di stazione è a banchine separate a cielo aperto, posizionate sul sedime ferroviario esistente. Si sviluppa, in relazione alla quota del piano ferro (~ +25,97 m), su due livelli funzionali principali, che dal basso verso l'alto sono:

- piano atrio e spazi tecnici, a quota +1,20 (+21,00 m)
- piano banchine a quota ~ +6,93 (~ +26,73 m)

Il progetto prevede per la stazione due punti di ingresso per l'accesso degli utenti dal livello stradale al piano atrio: il primo, collocato in corrispondenza dell'incrocio Via G. Rossini/Via alla stazione di Rivarolo, connette la stazione Rivarolo al quartiere circostante e all'omonima stazione FS, posta ad una distanza di circa 100 m; il secondo connette la stazione della metropolitana con l'adiacente parcheggio pubblico di Via Pisoni.

4.2 ESERCIZIO DELLA LINEA

Per l'inversione di fine corsa, si ha a disposizione una sola comunicazione semplice a valle della stazione terminale.

In termini dimensionali, si hanno le seguenti caratteristiche geometriche di tracciato:

- Lunghezza (riferita alla mezzeria del treno): 118 m
- Pendenza media (per mille): 2
- Distanza tra testa banchina e comunicazione: 33 m

Nella Figura 4.3 è rappresentato il piano schematico del tracciato.

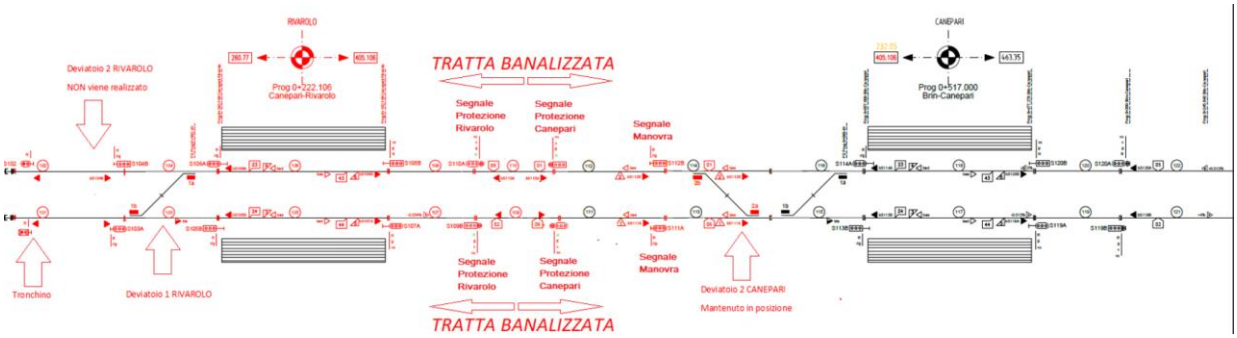


Figura 4.3: Piano schematico di tracciato.

I parametri assunti per il modello di esercizio del nuovo capolinea Rivarolo sono:

- Tempo medio di sosta in fermata: 20 secondi
- Accelerazione (Decelerazione): 1,1 m/s^2 a vuoto; 0,9 m/s^2 a pieno carico con pendenza inferiore al 5 per mille; 0,7 m/s^2 con pendenza pari al 2 per mille;
- Velocità limitata a 15 km/h sulle comunicazioni.

In Tabella 4-2 sono riassunti i risultati del modello di esercizio.

Tabella 4-2: Modello di esercizio.

Prestazioni di servizio sulla sezione banchina Rivarolo - asta di manovra	
Lunghezza (riferita alla mezzeria del treno)	118 m
Pendenza media (per mille)	2
Tempo di percorrenza	0,77 “
Velocità commerciale	13,4 km/h
Tempo di inversione treno	3,53

4.3 LA CANTIERIZZAZIONE

4.3.1 Le aree di cantiere

Per la realizzazione del progetto si prevede l’installazione delle aree di cantiere così come rappresentate nello stralcio riportato a seguire.

In tale ambito si prevede l’inserimento di baraccamenti di cantiere uso uffici, dormitori e mensa, aree per magazzino, ricovero mezzi, stoccaggio materiali.

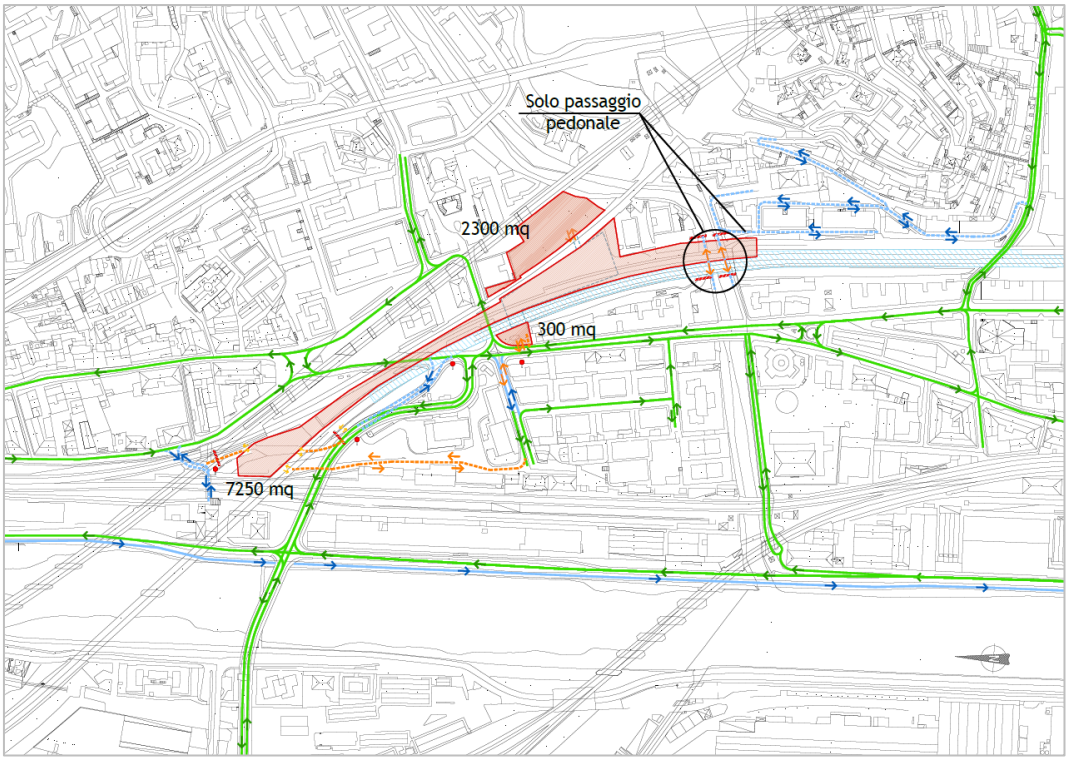


Figura 4.4: Localizzazione area di cantiere fisso (stralcio dell’elaborato P0_CSCN_CAN_D_008_1).

4.3.2 Fasi realizzative

Le 6 fasi realizzative sono di seguito descritte:

- Fase 1 - Viadotto Torbella e Stazione Rivarolo

  Nella prima fase, le lavorazioni previste sono l’approntamento area del cantiere con conseguenti modifiche della viabilità; la realizzazione del corpo stazione; la realizzazione dell’estensione della piattaforma della metropolitana oltre il limite della massicciata ferroviaria, infine la realizzazione del Viadotto Torbella e del Varco ingresso alla stazione.

- Fase 2 - Cavalcavia via Pisoni

  In questa seconda fase si prevede l'approntamento area del cantiere con conseguenti modifiche della viabilità, la realizzazione del cavalcavia su via Pisoni, la realizzazione del corpo stazione.

- Fase 3 - Demolizione del Viadotto via Rossini esistente

  Oltre le operazioni di demolizione, in questa fase si procede con la realizzazione del corpo stazione.

- Fase 4 - Realizzazione della Spalla Viadotto via Rossini lato 01
- Fase 5 - Realizzazione della Spalla Viadotto via Rossini lato 02
- Fase 6 - Varo del Viadotto via Rossini

In ultimo verranno completate le opere di linea e la Stazione Rivarolo.

4.3.3 Il bilancio materiali

La realizzazione dell'opera determinerà una produzione complessiva di materiali di risulta come illustrato nella tabella che segue.

Dal punto di vista economico (CME), il progetto considera che tutti i materiali, eccetto un significativo volume quelli terrigeni, saranno gestiti nel regime dei rifiuti ai sensi della parte IV D.Lgs 152/06 e s.m.i e, pertanto, smaltiti in idonei impianti di conferimento o inviati ad impianti di recupero.

Tabella 4-3: Riepilogo materiali di risulta.

Tipologia di materiale	**Quantitativi** (m^3)
Materiali terrigeni	17.663
Ballast	1.560
Demolizioni (calcestruzzo)	300
Demolizioni (acciaio)	25 (pari a 180 t)

Il progetto è costruito per consentire la massimizzazione della gestione delle terre come sottoprodotto e non come rifiuto. Per questo motivo un Piano di Utilizzo (doc. n. P0_SIAM_AMB_R_007) è stato prodotto. Tale documento è stato redatto sulla base di tutte le informazioni ad oggi disponibili. Alcuni aspetti di approfondimento (es. caratterizzazione, disponibilità di aree per cumuli temporanei, ecc.) sono demandati all'Appaltatore in ragione del fatto che il gap temporale fra il progetto attuale e la data di inizio dei movimenti terra è elevato e in ragione del fatto che ora e per buona parte del tempo post-appalto l'area di lavoro è area di cantiere di un'altra opera. Il progetto prevede comunque abbondante margine economico per coprire questa attuale incertezza[1]. All'Appaltatore verrà corrisposto un importo a misura per le terre effettivamente scavate, in relazione alle situazioni riscontrate.

Oltre alle terre, si prevede la dismissione e lo smaltimento di n. 520 traverse in CAP e n. 300 traverse in legno. Le traverse in CAP potranno essere smaltite presso impianti di recupero e/o discariche per rifiuti inerti, mentre le traverse in legno saranno smaltite come da normativa vigente come rifiuto pericoloso.

Saranno invece dismessi circa 980 m di rotaie, pari a 65 t.

Ciò detto, rimane comunque l'elevata probabilità che, all'avvio del cantiere, traverse e rotaie siano già stato rimosse nell'ambito del parallelo progetto COCIV, il quale sta utilizzando anche l'area del presente progetto come zona di intervento.

****

[1] Il margine economico considera che tutto il materiale terrigeno scavato sia conferito come rifiuto.

5 ANALISI DEGLI ASPETTI LOCALIZZATIVI

5.1 IL RAPPORTO CON IL SISTEMA DEI VINCOLI

5.1.1 Ambito tematico di analisi e fonti conoscitive

La finalità dell'analisi documentata nel presente paragrafo risiede nel verificare l'esistenza di interferenze fisiche tra le opere in progetto ed il sistema dei vincoli e delle tutele, quest'ultimo inteso con riferimento alle tipologie di beni nel seguito descritte rispetto alla loro natura e riferimenti normativi:

- ✓ Beni culturali di cui alla parte seconda del D.lgs. 42/2004 e smi e segnatamente quelli di cui all'articolo 10 del citato decreto.
- ✓ Secondo quanto disposto dal co. 1 del suddetto articolo «sono beni culturali le cose immobili e mobili appartenenti allo Stato, alle regioni, agli altri enti pubblici territoriali, nonché ad ogni altro ente ed istituto pubblico e a persone giuridiche private senza fine di lucro, ivi compresi gli enti ecclesiastici civilmente riconosciuti, che presentano interesse artistico, storico, archeologico o etnoantropologico». A tale riguardo si ricorda che, ai sensi del successivo articolo 12 co. 1, le succitate tipologie di beni culturali «che siano opera di autore non più vivente e la cui esecuzione risalga ad oltre settanta anni, sono sottoposte alle disposizioni della presente Parte fino a quando non sia stata effettuata la verifica di cui al comma 2», ossia quella condotta dai competenti organi del Ministero, d'ufficio o su richiesta formulata dai soggetti cui le cose appartengono, e rivolta alla verifica della sussistenza dell'interesse artistico, storico, archeologico o etnoantropologico richiamato nel primo comma del citato articolo 10. Si ricorda inoltre che i beni culturali sono costituiti anche da quelli di cui ai commi 2 e 3 dell'articolo 10, nel caso in cui, per quanto riguarda detta ultima tipologia, sia intervenuta la dichiarazione di accertata sussistenza dell'interesse richiesto dall'articolo 10 co. 1, prevista dall'articolo 13.
- ✓ Beni paesaggistici di cui alla parte terza del D.lgs. 42/2004 e smi e segnatamente ex artt. 136 "Immobili ed aree di notevole interesse pubblico" e 142 "Aree tutelate per legge". Come noto, i beni di cui all'articolo 136 sono costituiti dalle "bellezze individue" (co. 1 lett. a) e b)) e dalle "bellezze d'insieme" (co. 1 lett. c) e d)), individuate ai sensi degli articoli 138 "Avvio del procedimento di dichiarazione di notevole interesse pubblico" e 141 "Provvedimenti ministeriali". Per quanto riguarda le aree tutelate per legge, queste sono costituite da un insieme di categorie di elementi territoriali, per l'appunto oggetto di tutela ope legis in quanto tali, identificati al comma 1 del succitato articolo dalla lettera a) alla m). A titolo esemplificativo, rientrano all'interno di dette categorie i corsi d'acqua e le relative fasce di ampiezza pari a 150 metri per sponda, i territori coperti da boschi e foreste, etc.

Nello specifico, la ricognizione dei vincoli e delle aree soggette a disciplina di tutela è stata operata attraverso: per i beni culturali, il portale del MIBAC, Vincoli in Rete e quello della Regione Liguria, Liguria Vincoli; per i beni paesaggistici, il portale della Regione Liguria, Liguria Vincoli, nonché il Piano Comunale dei beni paesaggistici soggetti a tutela, sviluppato nell'ambito della redazione del PUC del Comune di Genova.

5.1.2 Beni culturali

Come si evince dallo stralcio di mappa sotto riportato, l'ambito territoriale in cui si inseriscono le opere è connotato dalla presenza di numerosi beni tutelati ai sensi della Parte II del DLgs 42/2004, nessuno dei quali direttamente o indirettamente interessato dagli interventi proposti.

Tra i beni culturali di cui all'articolo 10 del già citato Decreto si segnala, nelle parti di città limitrofe il fascio ferroviario, la presenza di:

- ✓ Palazzo Foltzer
- ✓ Palazzo Fieschi
- ✓ Villa Pallavicini con corte, edifici annessi e pertinenze
- ✓ Chiesa di S. Maria Assunta
- ✓ Ponte ferroviario sul torrente Polcevera

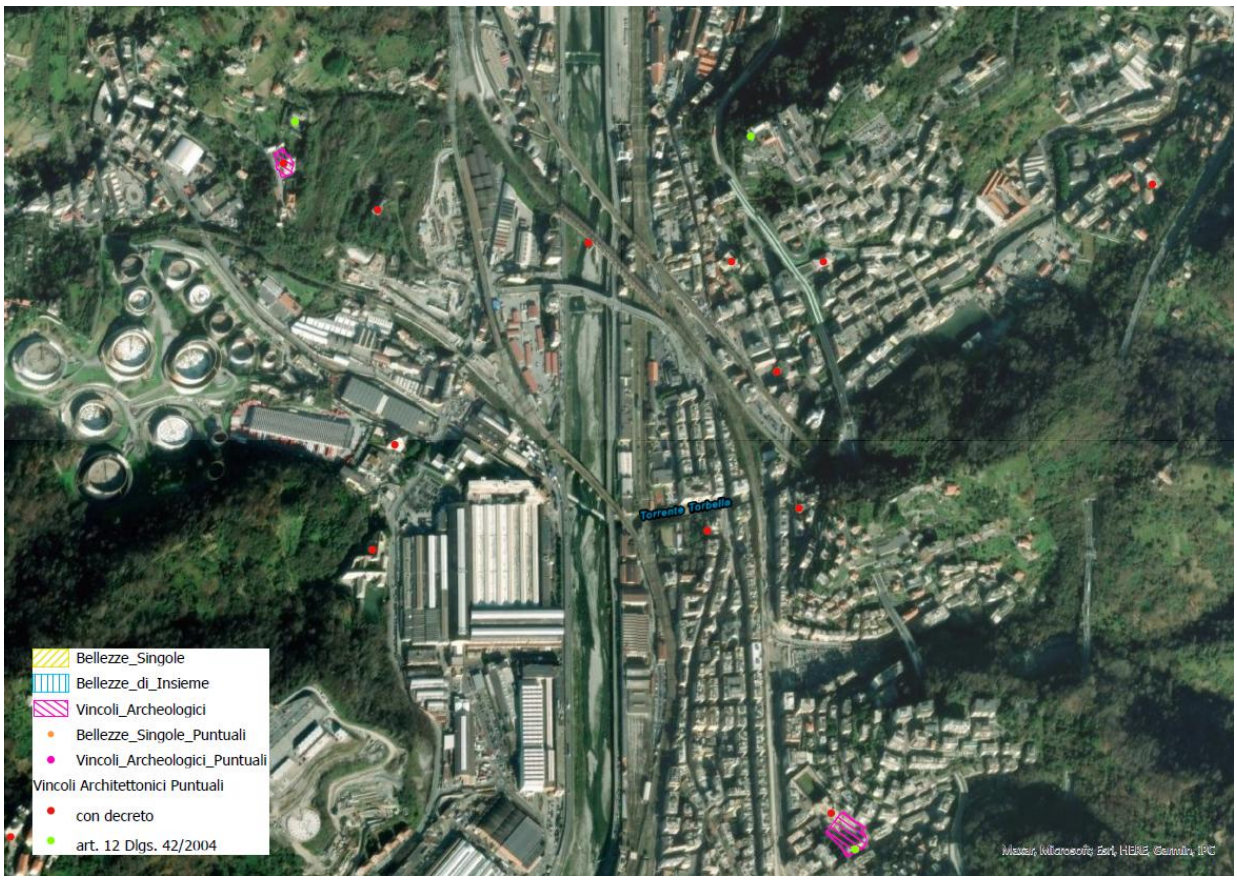


Figura 5.1: Individuazione dei Beni culturali (Regione Liguria, Sportello cartografico. Vincoli Architettonici, archeologici, paesaggistici).

5.1.3 Piano comunale beni paesaggistici

Come si evince dal Piano Comunale dei beni paesaggistici soggetti a tutela del PUC del Comune di Genova, il tracciato in progetto non interessa né immobili ed aree di notevole interesse pubblico ai sensi dell'art. 136 del DLgs. 42/2004 e smi, né aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142 del medesimo Decreto.

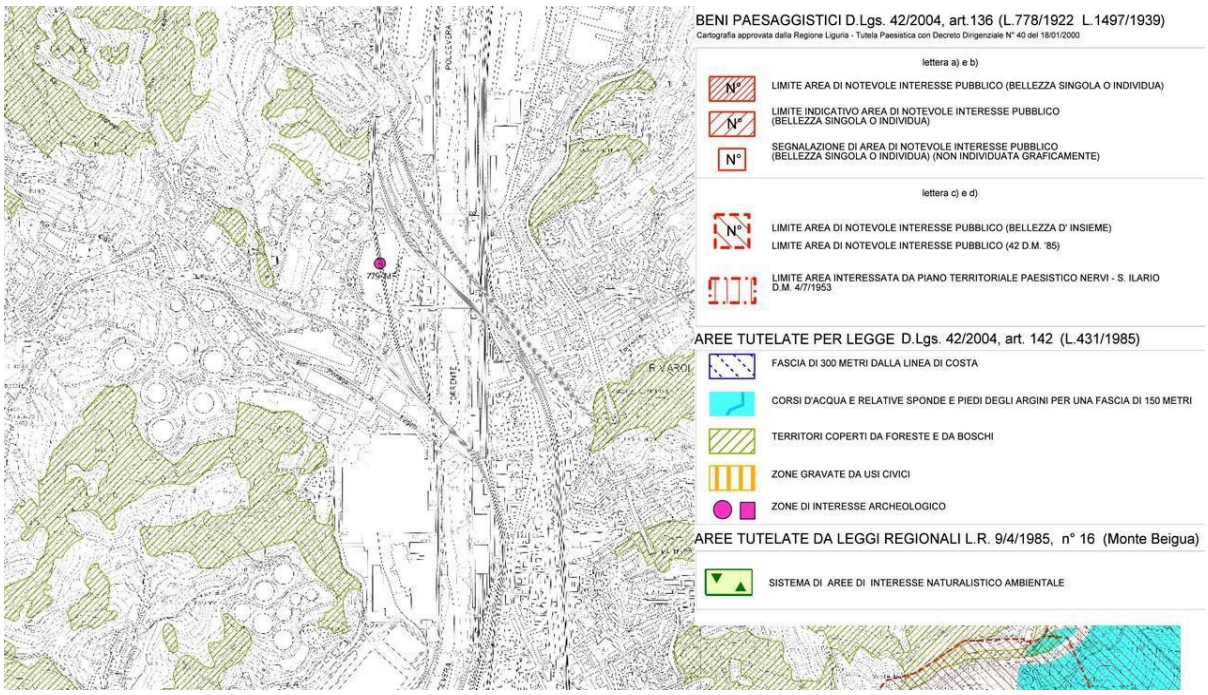


Figura 5.2: Stralcio del Piano Comunale dei beni paesaggistici soggetti a tutela.

5.1.4 Considerazioni conclusive

Sulla base di quanto illustrato nei precedenti paragrafi e come riportato nell'elaborato cartografico in allegato, i rapporti intercorrenti tra l'opera in progetto ed il sistema dei vincoli, con specifico riferimento a quelli di cui alle parti seconda e terza del DLgs 42/2004 e smi, risulta quello sintetizzato nella seguente Tabella 5-1:.

Tabella 5-1: Rapporto con il patrimonio culturale vincolato.

Tipologia Area/Bene interessato		*Rapporto*		
		A	B	C
V.01	Beni culturali	●		
V.03	Beni paesaggistici ex art. 136	●		
V.04	Beni paesaggistici ex art. 142	●		
Legenda				
	A	Area/Bene non interessato		
	B	Area/Bene prossimo non interessato		
	C	Area/Bene interessato		
Note				
	V.01	In merito ai beni afferenti alla Parte II del D.Lgs. 42/04, le opere in progetto non interferiscono direttamente con alcun bene di interesse culturale dichiarato. Nell'intorno dell'opera in progetto sono presenti alcuni di tali beni. Si evidenzia in particolare, Palazzo Foltzer, Palazzo Fieschi, Villa Pallavicini con corte, edifici annessi e Pertinenze, la Chiesa di S. Maria Assunta e il Ponte ferroviario sul		

		torrente Polcevera

5.2 IL RAPPORTO CON LE TUTELE AMBIENTALI

5.2.1 Ambito tematico e fonti conoscitive

La finalità dell'analisi documentata nel presente paragrafo risiede nel verificare l'esistenza di interferenze fisiche tra le opere in progetto ed il sistema dei vincoli e delle tutele, quest'ultimo inteso con riferimento alle tipologie di beni nel seguito descritte rispetto alla loro natura e riferimenti normativi:

- ✓ Aree naturali protette, così come definite dalla L 394/91

  Ai sensi di quanto disposto dall'articolo 1 della L394/91, le aree naturali protette sono costituite da quei territori che, presentando «formazioni fisiche, geologiche, geomorfologiche e biologiche, o gruppi di esse, che hanno rilevante valore naturalistico e ambientale», sono soggetti a specifico regime di tutela e gestione. In tal senso, secondo quanto disposto dal successivo articolo 2 della citata legge, le aree naturali protette sono costituite da parchi nazionali, parchi naturali regionali, riserve naturali.

- ✓ Aree della Rete Natura 2000

  Ai sensi di quanto previsto dalla Direttiva 92/43/CEE "Habitat", con Rete Natura 2000 si intende l'insieme dei territori soggetti a disciplina di tutela costituito da aree di particolare pregio naturalistico, quali le Zone Speciali di Conservazione (ZSC) ovvero i Siti di Interesse Comunitario (SIC), e comprendente anche le Zone di Protezione Speciale (ZPS), istituite ai sensi della Direttiva 79/409/CEE "Uccelli", abrogata e sostituita dalla Direttiva 2009/147/CE.

- ✓ Aree soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del RD 3267/1923

  Come chiaramente definito dall'articolo 1, il "vincolo per scopi idrogeologici" attiene ai quei «terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di forme di utilizzazione contrastanti con le norme di cui agli artt. 7,8 e 9, possono con danno pubblico subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque».

  In tal senso e, soprattutto, letto nell'attuale prospettiva, è possibile affermare che detto vincolo definisce un regime d'uso e trasformazione (dissodamenti, cambiamenti di coltura ed esercizio del pascolo) di dette tipologie di terreni, il quale, oltre a prevenire il danno pubblico, è volto a garantire l'equilibrio ecosistemico.

La verifica delle informazioni è stata effettuata grazie a quanto reso disponibile dal Geoportale Nazionale e dal MATTM, nonché il Piano di Bacino del Torrente Polcevera del Piano di bacino stralcio per la tutela del rischio idrogeologico (vedasi paragrafo 6.2.2.3.1.)

5.2.2 Aree naturali protette

Il tracciato di progetto non interessa direttamente alcuna area naturale protetta di cui alla L.394/91. Quella più prossima alle opere in progetto, come si evince in Figura 3-3, è rappresentata dal Santuario per i mammiferi marini (EUAP1174) che risulta ubicato a circa 3,2 km dall'intervento progettuale.



Figura 5.3: Aree naturali protette (http://www.pcn.minambiente.it/).

5.2.3 Aree della Rete Natura 2000

Il tracciato di progetto non interessa alcuna area afferente alla Rete Natura 2000.



Figura 5.4: Rete Natura 2000 (http://www.pcn.minambiente.it/).

Come si evince dalla Figura 5.4, le aree più prossime alle opere in progetto risultano essere:

- ✓ ZSC Praglia - Pracaban - Monte Leco - Punta Martin (IT1331501) ubicata a circa 6 km
- ✓ ZSC Monte Gazzo (IT1331615) ubicata a circa 3 km

5.2.4 Aree soggette a rischio idrogeologico

Sulla scorta delle informazioni desunte dalla Carta dei principali vincoli territoriali del Piano di bacino stralcio per la tutela del rischio idrogeologico, l'intervento in progetto non risulta attraversare aree gravate da vincolo idrogeologico ai sensi del RDL 3267/1923. Vedasi § 6.2.2.5.3.

C'è da osservare comunque, in anticipo a quanto è possibile leggere al § 6.2.2.5.3, che l'intervento è quasi interamente in rilevato e che l'unica parte potenzialmente allagabile è l'accesso alla stazione; rischio, questo, superato in ragione dell'accesso rialzato alla stazione e dagli interventi programmati di messa in sicurezza del Torrente Torbella.

5.2.5 Considerazioni conclusive

In ragione del quadro descritto nei precedenti paragrafi, i rapporti intercorrenti tra dette tipologie di aree e l'opera in progetto risultano i seguenti (cfr.Tabella 5-2).

Tabella 5-2: Rapporto con le aree protette.

Tipologia Area interessata			*Rapporto*		
			A	B	C
T.01	Aree naturali protette		●		
T.02	Aree Rete Natura 2000		●		
T.03	Vincolo idrogeologico		●		
Legenda					
	A	Area non interessata			
	B	Area prossimo non interessata			
	C	Area interessata			
Note					
	T.01	Il tracciato di progetto non interessa direttamente alcuna area naturale protetta di cui alla L.394/91. Quella più prossima alle opere in progetto risulta essere il Santuario per i mammiferi marini (EUAP1174), ubicata a circa 3,2 km dall'intervento progettuale			
	T.02	Le opere in progetto non interessano direttamente alcuna area appartenente alla Rete Natura 2000. Le aree più prossime alle opere in progetto risultano essere: ZSC Praglia - Pracaban - Monte Leco - Punta Martin (IT1331501) ubicata a circa 6 km; ZSC Monte Gazzo (IT1331615) ubicata a circa 3 km			
	T.03	Sulla scorta delle informazioni desunte dalla Carta dei principali vincoli territoriali del Piano di bacino stralcio per la tutela del rischio idrogeologico, l'intervento in progetto non risulta attraversare aree gravate da vincolo idrogeologico ai sensi del RDL 3267/1923.			

5.3 CUMULO CON ALTRI PROGETTI

Per una valutazione completa dell'impatto ambientale dovuto alla costruzione dell'infrastruttura, è utile verificare la compresenza nell'area di altre lavorazioni che potrebbero interferire in qualche modo con le attività previste.

In particolare, nell'area di interesse nell'imminente futuro è prevista la costruzione del tratto metropolitano Brin-Canepari, precedente a quello oggetto di studio. Inoltre, parallelamente al prolungamento verrà realizzato un nuovo tratto della linea ferroviaria AV/AC (alta velocità e alta capacità) Milano Genova Terzo Valico dei Giovi. Infine, sono previsti degli interventi per ridurre il rischio di straripamento del torrente Torbella (intervento realizzato nell'ambito del progetto di sistemazione del Rio Maltempo).

È stato appurato che non ci sarà contemporaneità tra il cantiere del prolungamento in oggetto e quelli per il Brin-Canepari, la linea FS e la messa in sicurezza del Torbella. Una trattazione estesa di queste sovrapposizioni è posta al paragrafo 6.2.1.1.7.

In relazione a quest'ultimo aspetto, è necessario che l'Appaltatore programmi, almeno annualmente, una pulizia del torrente, per evitare che grossi oggetti, prodotti accidentalmente nel corso delle lavorazioni, ne intralcino lo scorrere.

6 ANALISI DEGLI EFFETTI AMBIENTALI

6.1 FINALITÀ ED APPROCCIO PROGETTUALE

I temi oggetto della definizione della metodologia di lavoro, affrontati nel presente paragrafo, attengono a:

- ✓ Modalità di analisi dell'opera in progetto;
- ✓ Modalità di individuazione degli effetti;
- ✓ Modalità di stima della significatività degli effetti.

6.1.1 Modalità di analisi dell'opera in progetto

In coerenza con quanto disposto dal D.Lgs. 152/2006 e smi e dal D.Lgs. 50/2016, il presente documento ha la finalità di individuare e descrivere i probabili effetti rilevanti sull'ambiente determinati dal progetto. Stante la predetta finalità, il primo tema di definizione metodologica è stato identificato nella determinazione delle modalità a fronte delle quali procedere all'analisi ambientale delle opere in progetto. In tal ottica, si è ritenuto che una più chiara rappresentazione delle diverse tipologie di effetti derivanti da dette opere potesse essere operata mediante la loro scomposizione secondo le tre dimensioni di analisi, sintetizzate nella tabella con riferimento alle rispettive modalità di lettura.

Tabella 6-1: Le dimensioni dell'analisi dell'opera.

Dimensione		Modalità di lettura
C	Costruttiva "Opera come costruzione"	Opera intesa rispetto agli aspetti legati alle attività necessarie alla sua realizzazione ed alle esigenze che ne conseguono, in termini di materiali, opere ed aree di servizio alla cantierizzazione, nonché di traffici di cantierizzazione indotti.
F	Fisica "Opera come manufatto"	Opera come elemento costruttivo, colto nelle sue caratteristiche fisiche, funzionali e costruttive.
O	Operativa "Opera come esercizio"	Opera intesa nella sua operatività con riferimento al suo funzionamento

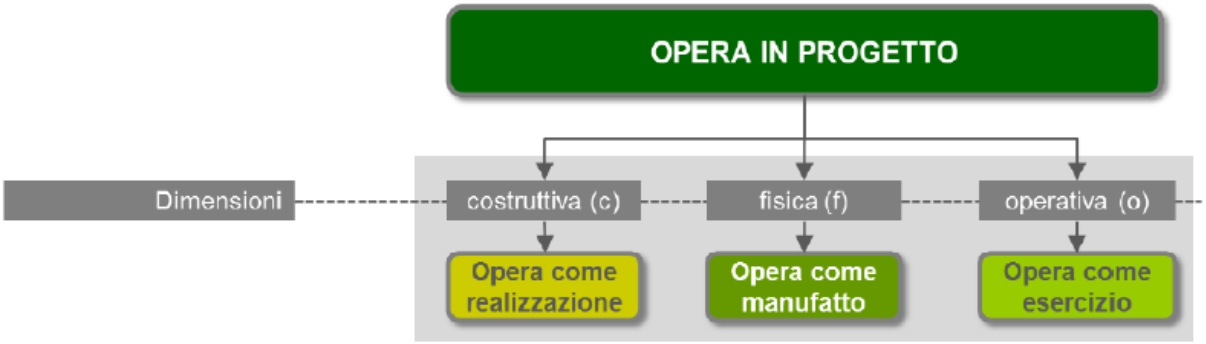


Figura 6.1: Dimensioni dell'analisi ambientale dell'opera in progetto.

6.1.2 Modalità di individuazione degli effetti potenziali

La metodologia per la definizione dei potenziali effetti ambientali è basata sulla catena logica intercorrente tra Azioni di progetto, Fattori causali ed Effetti potenziali, ossia sul nesso di causalità intercorrente tra detti tre elementi, per come definiti nella seguente tabella.

Tabella 6-2: Catena logica: Azioni – Fattori – Effetti.

Azione di progetto	Attività o elemento fisico dell'opera, individuato sulla base della sua lettura secondo le tre dimensioni di analisi, che presenta una potenziale rilevanza sotto il profilo ambientale.
Fattore causale di impatto	Aspetto dell'Azione di progetto che rappresenta il determinante di effetti che possono interessare l'ambiente
Effetto ambientale potenziale	Modifica dello stato iniziale dell'ambiente, in termini quali/quantitativi, conseguente ad uno specifico Fattore causale

Muovendo da dette definizioni, per quanto concerne le Azioni di progetto, queste sono l'esito di un'operazione di analisi che, partendo dalla considerazione dell'opera in termini complessivi, ne conduce una progressiva scomposizione volta ad individuarne i singoli aspetti, ossia attività ed elementi fisici, che possono rivestire una rilevanza rispetto ad uno o più profili ambientali.

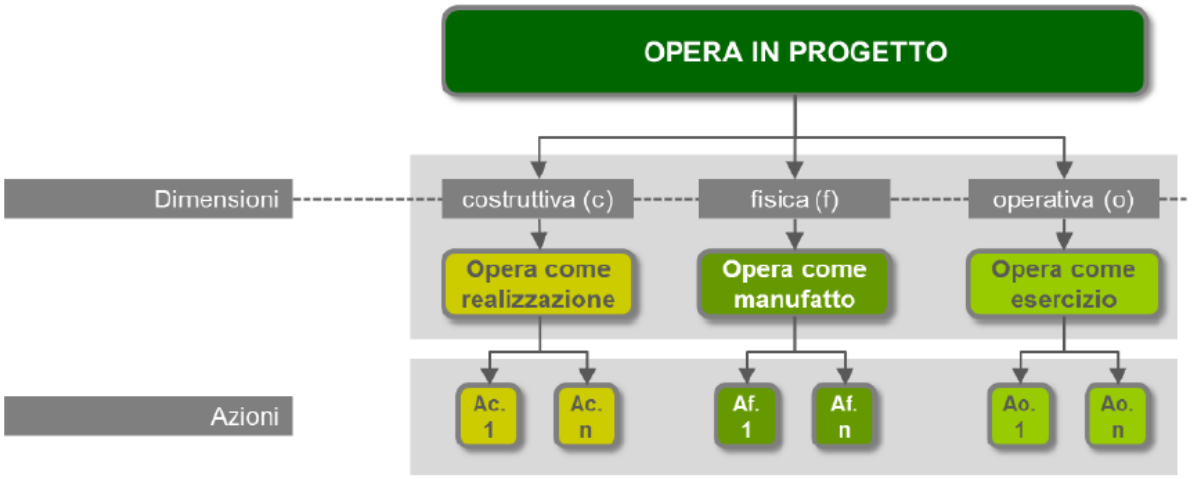


Figura 6.2: Scomposizione dell'opera in progetto in Azioni.

Per quanto riguarda i Fattori causali, la loro individuazione è stata operata a fronte di una preventiva sistematizzazione, condotta in considerazione della revisione delle logiche di analisi ambientale operata dal D.Lgs. 104/2017 dello Studio di impatto ambientale (Allegato VII). In armonia con quanto disposto dal citato Allegato IV bis (DLgs 152/2006 e smi — Allegato IV bis, co. 3), laddove questo prescrive, tra i contenuti dello Studio preliminare ambientale, la «descrizione di tutti i probabili effetti rilevanti del progetto sull'ambiente, risultanti da:

- ✓ i residui e le emissioni previste e la produzione di rifiuti, ove pertinente;
- ✓ l'uso delle risorse naturali, in particolare suolo, territorio, acqua e biodiversità.

Nel presente studio è stata assunta la scelta di articolare i Fattori causali secondo le due seguenti categorie:

- ✓ Produzione di emissioni e residui
- ✓ Uso di risorse;

- ✓ Interazione con beni e fenomeni ambientali.

Poi per praticità ridotte a due, accorpando uso di risorse con produzione di emissione e residui.

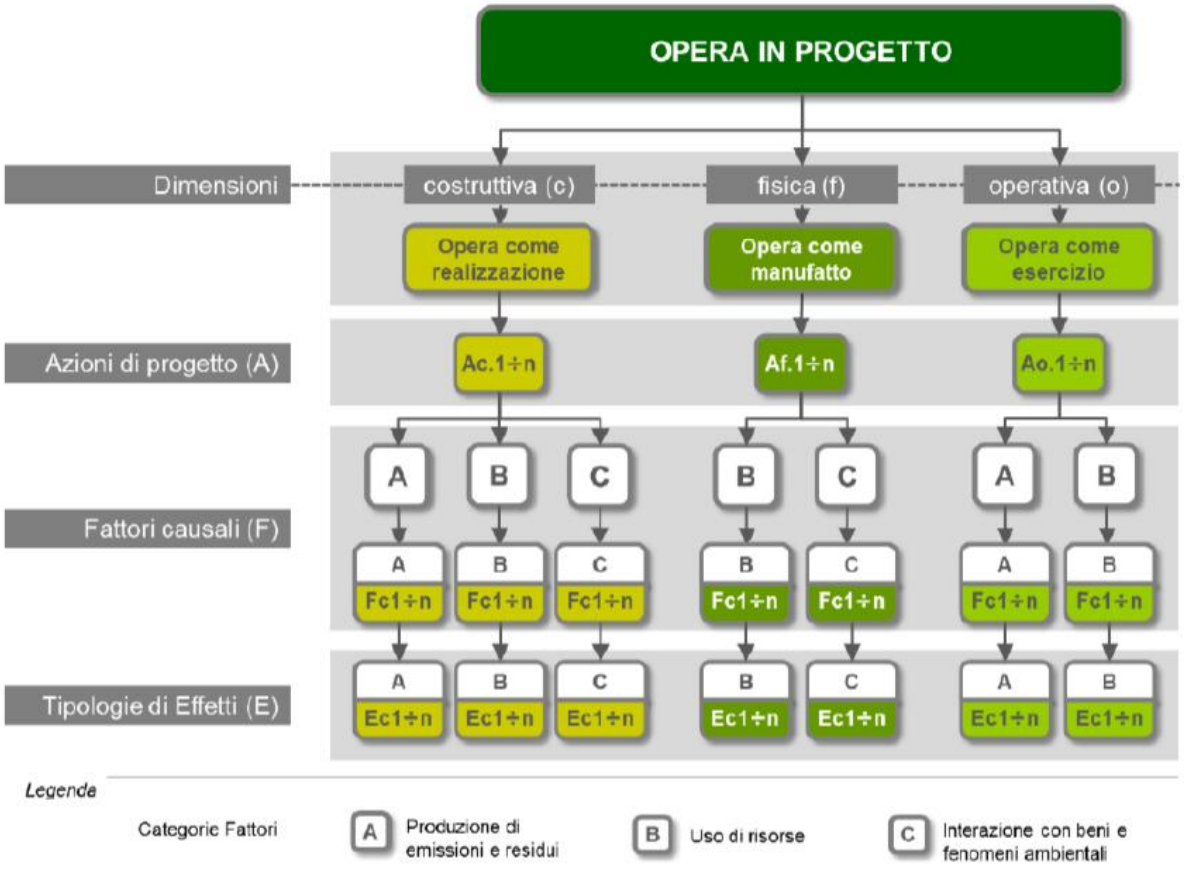


Figura 6.3: Individuazione degli effetti potenziali: schema concettuale.

Muovendo da dette tre categorie, sulla scorta della logica prima descritta, sono state successivamente individuate le tipologie di effetti potenziali originati dalle azioni di progetto sui diversi fattori identificati al comma 1 lettera c) del D.Lgs. 152/2006, così come modificato dall'articolo 2 del D.Lgs. 104/2017, ossia popolazione e salute umana, biodiversità, territorio, suolo ed acqua, aria e clima, patrimonio culturale e paesaggio.

6.1.3 Modalità di stima della significatività degli effetti potenziali

Nell'ottica del presente studio la stima della significatività dei potenziali effetti rilevanti determinati dall'opera in progetto sull'ambiente è strumentale all'individuazione di quei temi di approfondimento progettuale che si ritiene debbano essere affrontati ai fini di orientare il rapporto Opera — Ambiente verso una maggiore compatibilità e sostenibilità ambientale.

Nel presente capitolo sono riportate le informazioni richieste ai punti 4, 5 e 6 dell'Allegato VII del Dlgs 104/2017 e pertanto si descrivono:

- i fattori potenzialmente soggetti a impatti ambientali dal progetto proposto (D. 104/2017 All. VII, 4);
- i probabili impatti ambientali rilevanti del progetto proposto distinti (D.lgs 104/2017 All. VII, 5);
- laddove possibile, i metodi di previsione utilizzati (D. 104/2017 All. VII, 6).

Tali considerazioni sono svolte con riferimento a vari fattori ambientali, distinte per fase di cantiere e fase di esercizio.

Per ogni impatto analizzato sono state specificati gli elementi che lo caratterizzano e che sono indicati al punto 5 del citato Allegato VII. Essi sono:

- Diretto, indiretto, secondario
- Breve, medio, lungo termine
- Permanente, temporaneo
- Uso di risorse naturali
- Emissioni di inquinanti
- Rischi per salute umana
- Rischi per patrimonio culturale
- Rischi per paesaggio
- Rischi per l'ambiente
- Impatti cumulativi con altri progetti
- Impatti sul clima
- Vulnerabilità ai cambiamenti climatici
- Impatti derivanti da tecnologie e sostanze utilizzate

L'analisi degli impatti così condotta, si conclude con l'attribuzione di un "Livello di significatività" dell'impatto nella tratta di progetto.

Tale Livello di significatività o di "interferenza", tiene conto, oltre che dell'entità dell'impatto, anche dell'efficacia degli interventi di mitigazione adottati per risolvere tale interferenza. Esso è espresso come segue:

1	Assenza di interferenza
2	Interferenza non significativa
3	Interferenza mitigata con intervento/ ottimizzazione progettuale
4	Interferenza oggetto di monitoraggio ambientale
5	Interferenza residua

Nota: Oltre alla stima degli effetti della significatività della singola matrice ambientale, si è svolto l'esercizio atto a stabilire l'esito del cumulo degli effetti, considerando i contributi al contorno, sia di altri progetti di contemporanea realizzazione sia di elementi di impatto pre-esistenti al progetto. Inoltre, l'indagine si è spinta a considerare gli effetti congiunti nell'ambito dello stesso progetto, es. polveri generate dagli scavi e polveri generate dal trasporto. Per dare evidenza di ciò, per ogni matrice di impatto è previsto, dopo le conclusioni, un paragrafo che fa sintesi degli impatti cumulativi. Trattasi di sintesi perché per gli aspetti più importanti la trattazione degli impatti cumulativi è già presente nel corpus del paragrafo dedicato alla matrice.

6.1.4 Quadro sinottico delle categorie e tipologie di effetti considerati

Secondo la metodologia di lavoro assunta alla base del presente studio, il quadro degli effetti potenziali, distinti per categorie e tipologie, e correlati alla dimensione di analisi ambientale rispetto alla quale è presumibile che questi si determinino, è sistematizzato nella seguente tabella. Si ricorda che, come indicato nel precedente paragrafo, con le sigle C, F ed O si intende indicare rispettivamente la dimensione "costruttiva" (Opera come costruzione), "fisica" (Opera come manufatto) ed "operativa" (Opera come esercizio). Si precisa altresì che la seguente tabella è stata sviluppata a partire dalla preliminare individuazione delle tipologie di effetti che possono essere generati dalle azioni di progetto proprie di una generica opera infrastrutturale e successivamente affinata sulla scorta dell'analisi ambientale del progetto, operata con riferimento alle opere ed interventi, nonché al sistema della cantierizzazione.

Per ognuno degli effetti indagati nei successivi paragrafi del presente capitolo, la stima degli effetti attesi è stata condotta operando una loro contestualizzazione rispetto alla tipologia ed entità delle azioni di progetto proprie dell'opera in progetto ed alle caratteristiche del relativo contesto localizzativo, già descritte nel precedente capitolo 5 ed approfondite nei successivi paragrafi. In tal senso, ognuno dei seguenti paragrafi, a valle della preliminare descrizione della tipologia di effetto indagato, contiene — dapprima - l'individuazione dei parametri di progetto e dei parametri di contesto che concorrono a configurarlo e — successivamente - l'analisi di come dette due categorie di paragrafi si configurino nel caso in esame. A seguito di detta analisi, sempre all'interno dei singoli paragrafi, è quindi formulata la stima della significatività degli effetti attesi.

Tabella 6-3: Quadro sinottico delle tipologie e degli effetti considerati.

Categoria	Tipologia di effetti	Dim.
Interazione con il sistema dei vincoli e delle tutele (§5)	Interferenza con i beni culturali	C
		F
	Interferenza paesaggistici dichiarativi con oggetto di beni vincoli	C
		F
	Interferenza con beni paesaggistici tutelati ope legis	C
		F
	Interferenza con aree protette e Rete Natura 2000	C
		F
	Interferenza con aree soggette a vincolo idrogeologico	C
		F
Produzione di emissioni e residui e uso di risorse (§ 6.2.1)	Modifica delle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento da polveri	C
	Modifica delle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento acustico	C
		O
	Modifica delle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento vibrazionale	C
		O
	Produzione di rifiuti	C
	Consumo di suolo	O
Interazione con beni e fenomeni ambientali (§6.2.2)	Sottrazione di habitat e biocenosi	O
	Modifica degli usi in atto	O
	Modifica della struttura del paesaggio e del paesaggio percettivo	O
	Modifica della viabilità	C
	Modifica dell'idrografia e dell'idrogeologia	O

Il giudizio complessivo in merito alla relativa significatività tiene conto, sia delle diverse situazioni puntualmente evidenziate nel corso della trattazione, sia dalle attività di monitoraggio dettagliate nello specifico documento.

In tal senso, secondo l'approccio metodologico assunto alla base del presente studio, i profili di significatività classificati nelle successive tabelle di sintesi riguardano unicamente quelle situazioni per le quali si è rilevata una potenziale significatività degli effetti attesi, classificata secondo i cinque livelli indicati precedentemente, mentre nei casi in cui le azioni di progetto e/o le condizioni di contesto non configurino alcun rapporto opera — ambiente, tale circostanza è stata riportata come "assenza di effetto".

6.2 EFFETTI AMBIENTALI RILEVANTI

6.2.1 Produzione di emissioni e di residui e uso di risorse

6.2.1.1 Modifica delle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento da polveri e dell'aria

La presente sezione dello Studio è finalizzata a identificare, quantificare e valutare i potenziali impatti ambientali (positivi e negativi) che la realizzazione della estensione della metropolitana nel Comune di Genova indurranno a carico della componente ambientale atmosfera.

In considerazione della complessità ed importanza della matrice ambientale e del particolare ambito urbano di inserimento della nuova infrastruttura, si è ritenuto utile presentare i contenuti della presente sezione attraverso la seguente articolazione:

- analisi della normativa di riferimento applicabile e dei relativi limiti;
- analisi dei principali strumenti di pianificazione di settore e verifica della relativa coerenza del progetto;
- caratterizzazione iniziale dello stato di qualità dell'aria e dei fattori di pressione antropica presenti;
- caratterizzazione del regime climatologico e identificazione dei dati di base utilizzati a supporto della modellistica numerica;
- identificazione e valutazione degli impatti correlati alla fase di realizzazione dell'opera;

6.2.1.1.1 Riferimenti normativi

I principali riferimenti normativi in materia di inquinamento atmosferico possono essere riassunti all'interno delle seguenti leggi in materia:

- D. Lgs. 351/99: recepisce ed attua la Direttiva 96/69/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria. In particolare, definisce e riordina un glossario di definizioni chiave che devono supportare l'intero sistema di gestione della qualità dell'aria, quali ad esempio valore limite, valore obiettivo, margine di tolleranza, zona, agglomerato etc;
- D.M. 261/02: introduce lo strumento dei Piani di Risanamento della Qualità dell'Aria, come metodo di valutazione e gestione della qualità dell'aria: in esso vengono spiegate le modalità tecniche per arrivare alla zonizzazione del territorio, le attività necessarie per la valutazione preliminare della qualità dell'aria, i contenuti dei Piani di risanamento, azione, mantenimento;
- D. Lgs. 152/2006, recante "Norme in materia ambientale", Parte V, come modificata dal D. Lgs. n. 128 del 2010;
- Allegato V alla Parte V del D. Lgs. 152/2006, intitolato "Polveri e sostanze organiche liquide". Più specificamente: Parte I "Emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico, scarico o stoccaggio di materiali polverulenti";
- D. Lgs. 155/2010 e s.m.i.: 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;
- D.Lgs n. 250/2012: il nuovo provvedimento non altera la disciplina sostanziale del decreto 155 ma cerca di colmare delle carenze normative o correggere delle disposizioni che sono risultate particolarmente problematiche nel corso della loro applicazione.

6.2.1.1.2 Stato di qualità dell'aria

L'atmosfera ricopre un ruolo centrale nella protezione dell'ambiente che deve passare attraverso una conoscenza approfondita e definita in un dominio spazio-temporale, da un lato delle condizioni fisico-chimiche dell'aria e delle sue dinamiche di tipo meteorologico, dall'altro delle emissioni di inquinanti in atmosfera di origine antropica e naturale. La conoscenza dei principali processi responsabili dei livelli di inquinamento è un elemento indispensabile per definire le politiche da attuare in questo settore. In tal senso uno degli strumenti conoscitivi principali è quello di avere e mantenere un sistema di rilevamento completo, affidabile e rappresentativo.

La valutazione della qualità dell'aria viene effettuata mediante la verifica del rispetto dei valori limite degli inquinanti, ma anche attraverso la conoscenza delle sorgenti di emissione e della loro dislocazione sul territorio, tenendo conto dell'orografia, delle condizioni meteoclimatiche, della distribuzione della popolazione, degli insediamenti produttivi. La valutazione della distribuzione spaziale delle fonti di pressione fornisce elementi utili ai fini dell'individuazione delle zone del territorio regionale con regime di qualità dell'aria omogeneo per stato e pressione.

Di seguito si riporta una caratterizzazione della qualità dell'aria del territorio in esame, con i valori misurati dalle stazioni della rete regionale e alcune valutazioni in riferimento ai limiti normativi.

La valutazione e la gestione della qualità dell'aria ambiente in Italia sono attualmente regolamentate dal D.Lgs 155/2010 e s.m.i., recepimento della Direttiva Europea 2008/50/CE, che ha modificato in misura strutturale, e da diversi punti di vista, quello che è l'approccio a questa tematica.

Il D.Lgs 155/2010 è stato modificato ed integrato dal D.Lgs n. 250/2012 che non altera la disciplina sostanziale del decreto 155 ma cerca di colmare delle carenze normative o correggere delle disposizioni che sono risultate particolarmente problematiche nel corso della loro applicazione.

Al fine della valutazione della qualità dell'aria, il D.Lgs. 155/2010 e s.m.i. prevede che le Regioni individuino la propria rete di misurazione mediante un progetto di adeguamento conforme alla zonizzazione del territorio regionale.

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 alla normativa vigente 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 stabilisce in capo alla Regione la competenza alla valutazione della qualità dell'aria ed affida ad A.R.P.A.L. la gestione e il controllo della rete di misura e dei modelli di valutazione.

Come previsto dalla normativa, al termine di ogni anno la Regione effettua, con il supporto di Arpal, la valutazione dei livelli di concentrazione degli inquinanti in aria-ambiente.

I dati riportati nella presente analisi si riferiscono al 2022-2023.

Secondo quanto disposto dal d.lgs. 155/2010, con D.G.R. n. 44 del 24 gennaio 2014, il territorio della Liguria era stato suddiviso secondo tre differenti zonizzazioni per la valutazione della qualità dell'aria:

1. Zonizzazione per biossido di zolfo (SO_2), monossido di carbonio (CO), biossido di azoto (NO_2), benzene C_6H_6 e particolato solido fine (PM_{10} e $PM_{2,5}$), che suddivide il territorio regionale in 6 zone;
2. Zonizzazione per Ozono O_3 e B(a)P, che suddivide il territorio regionale in 2 zone;
3. Zonizzazione per i metalli (Pb, As, Cd, Ni), che suddivide il territorio regionale in 3 zone.

Come è evidenziato dalla mappa sottostante, l'area oggetto del progetto fa parte dell'area denominata "Agglomerato di Genova".

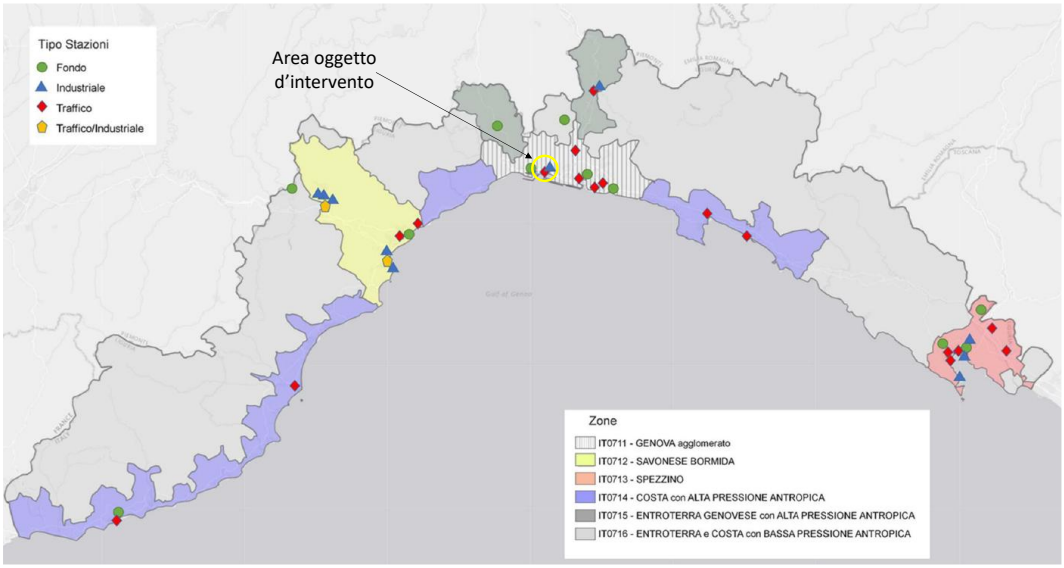


Figura 6.4: Zonizzazione per SO_2, NO_2, CO, C_6H_6, PM_{10}, $PM_{2,5}$ e stazioni di monitoraggio (Fonte: Regione Liguria).

Secondo quanto si riporta dalla zonizzazione, l'agglomerato di Genova in cui si localizza l'intervento presenta la classificazione presentata in Tabella 6-4, dove SVS indica la soglia di valutazione superiore ed SVI la soglia di valutazione inferiore.

Tabella 6-4: Classificazione della zona "Agglomerato di Genova" per la qualità dell'aria in funzione di NO_2, SO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$, CO, C_6H_6 (Fonte: Regione Liguria - Valutazione annuale della qualità dell'aria, anni 2022-2023).

Zona	Nome Zona	NO_2 media oraria	NO_2 media annuale	SO_2 media giornaliera	PM_{10} media annuale	PM_{10} media giornaliera	$PM_{2.5}$ media annuale	CO media mobile su 8 ore	C_6H_6 media annuale
IT0711	Agglomerato di Genova	Sup. SVS	Sup. SVS	Inf. SVI	Sup. SVS	Sup. SVS	Sup. SVS	tra SVI e SVS	tra SVI e SVS

Tabella 6-5: Classificazione della zona "Agglomerato di Genova" per la qualità dell'aria in funzione di O_3 e B(a)P (Fonte: Regione Liguria - Valutazione annuale della qualità dell'aria, anni 2022-2023).

Zona	Nome Zona	Ozono Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute	B(a)P
IT0711	Agglomerato di Genova	Sup. Obiettivo a lungo termine	Inf. SVI
IT0717	Restante territorio regionale	Sup. Obiettivo a lungo termine	Sup. SVS

Tabella 6-6: Classificazione della zona "Agglomerato di Genova" per la qualità dell'aria in funzione dei metalli (Fonte: Regione Liguria - Valutazione annuale della qualità dell'aria, anni 2022-2023).

Zona	Nome Zona	Arsenico	Cadmio	Nichel	Piombo
IT0711	Agglomerato di Genova	Inf. SVI	Inf. SVI	Inf. SVI	Inf. SVI
IT0718	Savonese - Bormida - Spezzino	Inf. SVI	Inf. SVI	Inf. SVI	Inf. SVI
IT0719	Restante territorio regionale	Inf. SVI	Inf. SVI	Inf. SVI	Inf. SVI

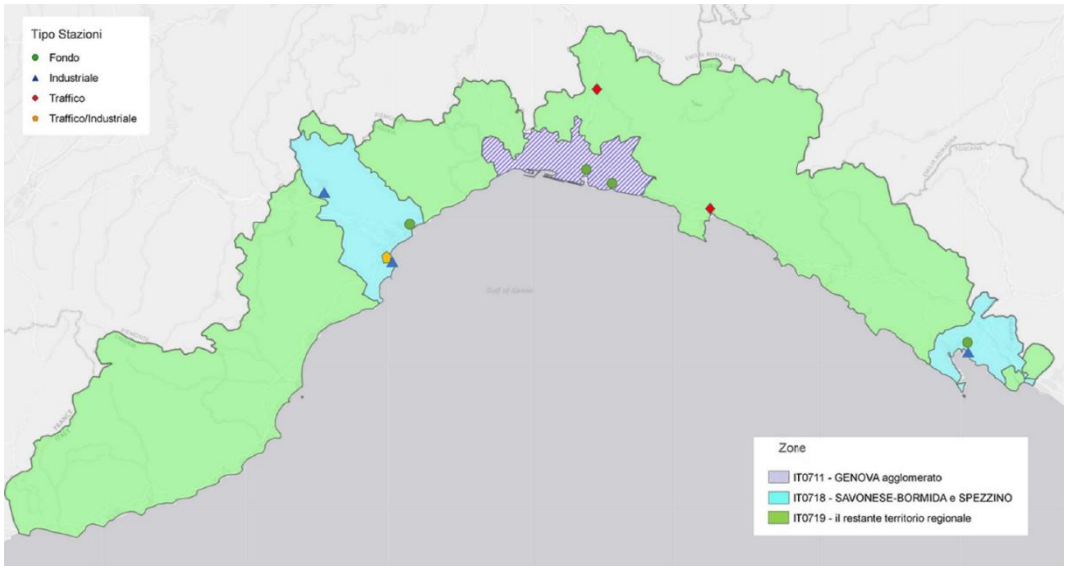


Figura 6.5: Zonizzazione della Regione Liguria per Pb, As, Cd, Ni e stazioni di monitoraggio.

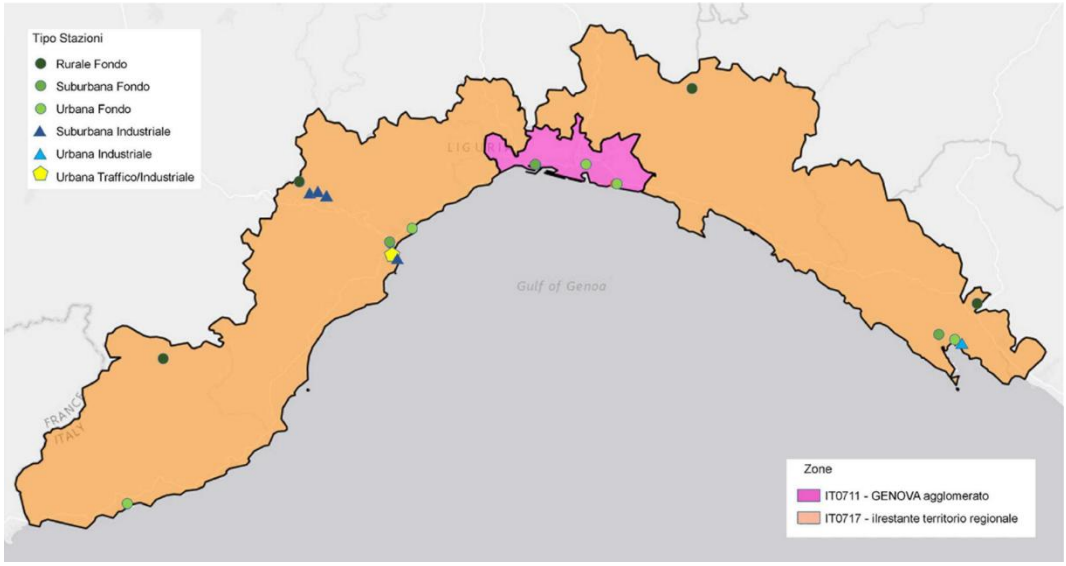


Figura 6.6: Zonizzazione della Regione Liguria per B(a)P ed O_3 e stazioni di monitoraggio.

Per definire inoltre le concentrazioni di fondo ambientale dell'area di studio, si sono analizzati i valori di inquinamento monitorati nelle centraline fisse gestite da ArpaL. Quelle individuate nel territorio dell'agglomerato della Città Metropolitana di Genova sono quelle mostrate nella seguente tabella:

Ente Area Vasta	Nome Comune	Popolazione [abitanti](1)	Superficie [Km²] (1)	Densità [abitanti] / [Km²]	Altitudine metri s.l.m.	N° Postazioni ubicate
Città Metropolitana di Genova	Busalla	5545	17,06	324,99	358	1 - Urbana da traffico 1 - Suburbana Industriale
	Campomorone	6849	25,91	264,38	118	1 - Suburbana Industriale
	Chiavari	27410	12,23	2241,21	5	1 - Urbana da traffico
	Genova	580097	240,29	2414,15	19	3 - Urbane di fondo 5 - Urbane da traffico 1 - Urbana Industriale 1 - Suburbana di fondo
	Propata	136	16,93	8,03	990	1 - Rurale di fondo
	Rapallo	29728	33,61	884,39	5	1 - Urbana da traffico

Figura 43. Nella seguente tabella sono elencati le postazioni di monitoraggio ubicate nella Citta Metropolitana di Genova.

Figura 6.7: Postazioni di monitoraggio ubicate nella città metropolitana di Genova.



Figura 6.8: Rete di monitoraggio della qualità dell'aria. In giallo l'area di intervento.

L'elenco delle stazioni e degli inquinanti monitorati sono riportati nelle tabelle successive, che si riferiscono all'Agglomerato della città metropolitana di Genova:

Tabella 6-7: Punti di misura utilizzati per SO_2, NO_2, particolato PM_{10} e $PM_{2,5}$, C_6H_6, CO - valutazione 2023.

Zona	Nome Stazione	Caratteristica Area e Tipo Stazione	SO_2	NO_2	PM10	PM2.5	C_6H_6	CO
IT0711	Quarto - Genova (GE)	U. F.	X	X	X	X	X	--
	C.so Firenze - Genova (GE)	U. F.	X	X	X	X	--	X
	Parco Acquasola - Genova (GE)	U. F.	--	X	--	--	--	--
	Multedo Ronchi - Genova (GE)	U. T.	--	X	X	--	--	--
	C.so Europa - via S. Martino - Genova (GE)	U. T.	--	X	X	X	X	X
	Via Pastorino Bolzaneto - Genova (GE)	U. T.	--	--	--	--	--	--
	C.so Buenos Aires - Genova (GE)	U. T.	--	X	X	--	X	--
	Rivarolo Cervetto (Ge)	U.F.			X	X		
	Via Buozzi - Genova (GE)	U. T.	--	X	--	--	X	X
	Multedo Villa Chiesa - Genova (GE)	U. I.	X	--	--	--	X	--
	Via Ungaretti – Pegli (GE)	S.F.		X	--			

Tabella 6-8: Punti di misura per O_3 e per B(a)P - Valutazione 2023.

Zona	Nome Stazione	Caratteristica area	Tipo Stazione	O_3	B(a)P
IT0711	Quarto - Genova (GE)	U.	F.	X	X
	C.so Firenze - Genova (GE)	U.	F.	--	X
	Parco Acquasola - Genova (GE)	U.	F.	X	--
	Via Ungaretti Pegli - Genova (GE)	S.	F.	X	--

Tabella 6-9: Punti di misura per i metalli - Valutazione 2023.

Zona	Nome Stazione	Caratteristica Area e tipo Stazione	Pb	As	Cd	Ni
IT0711	Quarto - Genova (GE)	U. F.	X	X	X	X
	C.so Firenze - Genova (GE)	U. F.	X	X	X	X

LEGENDA TABELLE

Caratteristica dell'area:

U = Urbana *S = Suburbana* *R = Rurale*

Tipo stazione:

T = Traffico *F = Fondo* *I = Industriale*

Per ciascun inquinante delle stazioni considerate rappresentative, vengono effettuate le elaborazioni degli indicatori fissati e viene mostrato il confronto con i limiti di riferimento stabiliti dalla normativa vigente in materia ambientale.

Ai fini dell'elaborazione degli indicatori da confrontare con i valori limite previsti dalla normativa, si considerano le serie di dati raccolti per ogni inquinante monitorato mediante le stazioni fisse della rete di monitoraggio con rappresentatività annuale o assimilabile ad essa.

Di seguito si mostra l'andamento riferito agli anni 2022-2023 di ogni inquinante monitorato dalle stazioni sopra citate e si confrontano i livelli attuali con i valori limite previsti dalla normativa vigente, i dati sono ricavati dal documento "Valutazione annuale della qualità dell'aria - Anni di monitoraggio 2022-2023" di ARPA e Regione Liguria.

6.2.1.1.2.1 Monitoraggio e valutazione degli inquinanti

6.2.1.1.2.2 Biossido di zolfo (SO_2)

Gli indicatori annuali di qualità dell'aria per il biossido di zolfo sono confrontati con i valori normativi per la protezione della salute e della vegetazione riportati nella tabella che segue.

Inquinante	Obiettivo Ambientale	Tempo di mediazione	Valore di riferimento	Soglia valutazione Inferiore (SVI)	Soglia valutazione Superiore (SVS)
SO_2	Valore Limite Protezione salute	Media oraria	**350 µg/m³** Da non superare più di **24 volte** nell'anno	==	==
		Media giornaliera	**125 µg/m³** Da non superare più di **3 volte** nell'anno	**50 µg/m³** Da non superare più di **3 volte** nell'anno	**75 µg/m³** Da non superare più di **3 volte** nell'anno
	Livelli critici per Protezione Vegetazione	Media Annuale	**20 µg/m³**	==	==
		Media Invernale (1 ottobre - 31 marzo)	**20 µg/m³**	**8 µg/m³**	**12 µg/m³**
	Soglia di Allarme Protezione salute	**Misurati su tre ore consecutive** in un'area di almeno 100 km²	**500 µg/m³**	==	==

*Biossido di Zolfo (SO_2): Numero di Medie **Orarie** Superiori al Limite*

Entità considerata	Copertura temporale	Copertura territoriale	Trend	Situazione
Numero di superamenti al valore limite sulla media oraria, pari a 350 µg/m3, da non superare più di 24 volte/anno	2008 - 2023	Territorio ligure		

Questo indicatore annuale stabilito per la protezione della salute non presenta criticità in alcuna zona della Liguria. I valori più elevati, che comunque rispettano ampiamente la soglia di allarme, il limite e le soglie di valutazione inferiore, si registrano in stazioni influenzate da attività portuali ed industriali.

Tabella 6-10: Valori dell'indicatore SO_2 medie orarie per gli anni 2022 e 2023.

ZONA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	2022		2023		SITUAZIONE
			NUMERO SUPERAMENTI AL VALORE LIMITE	VALORE MEDIA ORARIA MASSIMA ($\mu g/m^3$)	NUMERO SUPERAMENTI AL VALORE LIMITE	VALORE MEDIA ORARIA MASSIMA ($\mu g/m^3$)	
IT0711 GENOVA AGGLOMERATO	QUARTO - GENOVA	Fondo	0	19	0	12	
	CORSO FIRENZE - GENOVA	Fondo	0	50	0	12	
	MULTEDO VILLA CHIESA - GENOVA	Industriale	0	19	0	38	

*Biossido di Zolfo (SO_2): Numero di medie **Giornaliere** Superiori al Limite*

Entità considerata	DPSIR	Copertura temporale	Copertura territoriale	Trend	Situazione
Numero di superamenti al valore limite sulla media giornaliera, pari a 125 µg/m3, da non superare più di 3 volte/anno	Stato	2008 - 2023	Territorio ligure		

Questo indicatore annuale stabilito per la protezione della salute non presenta criticità in alcuna zona della Liguria. I valori più elevati, che comunque rispettano ampiamente il limite e le soglie di valutazione inferiore, si registrano in stazioni influenzate da attività portuali ed industriali.

Tabella 6-11: Valori dell'indicatore SO_2 medie giornaliere per gli anni 2022 e 2023.

ZONA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	2022		2023		SITUAZIONE
			NUMERO SUPERAMENTI AL VALORE LIMITE	VALORE MEDIA GIORNALIERA MASSIMA ($\mu g/m^3$)	NUMERO SUPERAMENTI AL VALORE LIMITE	VALORE MEDIA GIORNALIERA MASSIMA ($\mu g/m^3$)	
IT0711 GENOVA AGGLOMERATO	QUARTO - GENOVA	Fondo	0	8	0	11	
	CORSO FIRENZE - GENOVA	Fondo	0	14	0	2	
	MULTEDO VILLA CHIESA - GENOVA	Industriale	0	4	0	8	

6.2.1.1.2.3 Biossido di Azoto (NO_2)

Gli indicatori annuali di qualità dell'aria per il biossido di Azoto sono confrontati con i valori normativi per la protezione della salute riportati nella tabella che segue.

Inquinante	Obiettivo Ambientale	Tempo di mediazione	Valore di riferimento	Soglia valutazione Inferiore (SVI)	Soglia valutazione Superiore (SVS)
NO_2	Valore Limite protezione salute	Media oraria	**200 $\mu g/m^3$** Da non superare più di **18 volte** nell'anno	**100 $\mu g/m^3$** Da non superare più di **18 volte** nell'anno	**140 $\mu g/m^3$** Da non superare più di **18 volte** nell'anno
		Media Annuale	**40 $\mu g/m^3$**	**26 $\mu g/m^3$**	**32 $\mu g/m^3$**
	Soglia di Allarme protezione salute	**Misurati su tre ore consecutive** in un'area di almeno 100 km^2	**400 $\mu g/m^3$**	==	==

*Biossido di Azoto (NO_2): Numero di Medie **Orarie** Superiori al Limite*

Entità considerata	DPSIR	Copertura temporale	Copertura territoriale	Trend	Situazione
Numero di superamenti al valore limite sulla media oraria, pari a 200 µg/m3, da non superare più di 18 volte/anno	Stato	2008 - 2023	Territorio ligure	⟷	

Come si vede dalla tabella sottostante, il valore limite è stato rispettato in tutte le stazioni. Generalmente, le concentrazioni più elevate sono rilevate nelle stazioni urbane maggiormente influenzate dal traffico veicolare. I superamenti a 200 $\mu g/m^3$ registrati nel 2022 in C.so Europa a Genova non si sono più verificati nel 2023. In 3 stazioni da traffico di Genova è superata la soglia di valutazione superiore; i valori sono inferiori alle soglie di valutazione inferiore in tutte le altre stazioni della Regione.

Tabella 6-12: Valori dell'indicatore NO_2 medie orarie anni 2022 e 2023.

ZONA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	2022		2023		SITUAZIONE
			NUMERO SUPERAMENTI AL VALORE LIMITE	VALORE MEDIA ORARIA MASSIMA ($\mu g/m^3$)	NUMERO SUPERAMENTI AL VALORE LIMITE	VALORE MEDIA ORARIA MASSIMA ($\mu g/m^3$)	
IT0711 GENOVA AGGLOMERATO	QUARTO - GENOVA	Fondo	0	92	0	79	
	CORSO FIRENZE - GENOVA	Fondo	0	138	0	165	
	PARCO ACQUASOLA - GENOVA	Fondo	0	147	0	139	
	MULTEDO - PEGLI - GENOVA	Traffico	0	179	0	127	
	CORSO EUROPA - VIA S. MARTINO - GENOVA	Traffico	4	237	0	166	
	VIA PASTORINO - BOLZANETO - GENOVA	Traffico	0	179	*nd*	*nd*	
	CORSO BUENOS AIRES - GENOVA	Traffico	0	200	0	116	
	VIA BUOZZI - GENOVA	Traffico	0	183	0	154	
	VIA UNGARETTI - GENOVA	Fondo	0	138	0	125	

*Biossido di Azoto (NO_2): Valore Media **Annuale***

Entità considerata	DPSIR	Copertura temporale	Copertura territoriale	Trend	Situazione
Valore medio annuale delle concentrazioni, che non deve superare il valore limite pari a 40 µg/m3	Stato	2008 - 2023	Territorio ligure	↓	☹

Il limite risulta ancora superato nella zona IT0711 Genova in 2 su 5 stazioni orientate al monitoraggio del traffico veicolare (mentre per tutte le altre zone della Liguria risulta rispettato).

Tabella 6-13: Valori dell'indicatore NO_2 media annuale per gli anni 2022 e 2023; in rosso sono evidenziati i valori che eccedono il limite.

ZONA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	VALORE MEDIA ANNUALE (µg/m3)		SITUAZIONE
			2022	2023	
IT0711 GENOVA AGGLOMERATO	QUARTO - GENOVA	Fondo	14	12	
	CORSO FIRENZE - GENOVA	Fondo	21	18	
	PARCO ACQUASOLA - GENOVA	Fondo	17	15	
	MULTEDO - PEGLI - GENOVA	Traffico	39	32	
	CORSO EUROPA - VIA S. MARTINO - GENOVA	Traffico	**54**	**50**	
	VIA PASTORINO - BOLZANETO - GENOVA (*)	Traffico	36	nd	
	CORSO BUENOS AIRES - GENOVA	Traffico	32	29	
	VIA BUOZZI - GENOVA	Traffico	**46**	**45**	
	VIA UNGARETTI - GENOVA	Fondo	16	14	

Biossido di Azoto (NO_2): Numero di Superamenti della Soglia di Allarme

Entità considerata	DPSIR	Copertura temporale	Copertura territoriale	Trend	Situazione
Numero di superamenti della soglia di allarme, pari a 400 µg/m3 sulla media oraria, da non superare per più di 3 ore consecutive	Stato	2020 - 2023	Territorio ligure	⟷	☺

Questo indicatore non presenta criticità per alcuna zona della Liguria.

Tabella 6-14: Valori dell'indicatore NO_2 medie su 3 ore per gli anni 2022 e 2023.

ZONA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	2022		2023		SITUAZIONE
			NUMERO SUPERAMENTI ALLA SOGLIA DI ALLARME	VALORE MEDIA ORARIA MAX (µg/m³)	NUM. SUPERAMENTI ALLA SOGLIA DI ALLARME	VALORE MEDIA ORARIA MAX (µg/m³)	
IT0711 GENOVA AGGLOMERATO	QUARTO - GENOVA	Fondo	0	92	0	79	
	CORSO FIRENZE - GENOVA	Fondo	0	138	0	165	
	PARCO ACQUASOLA - GENOVA	Fondo	0	147	0	139	
	MULTEDO - PEGLI - GENOVA	Traffico	0	179	0	127	
	CORSO EUROPA - VIA S. MARTINO - GENOVA	Traffico	4	237	0	166	
	VIA PASTORINO - BOLZANETO - GENOVA (*)	Traffico	0	179	*nd*	*nd*	
	CORSO BUENOS AIRES - GENOVA	Traffico	0	200	0	116	
	VIA BUOZZI - GENOVA	Traffico	0	183	0	154	
	VIA UNGARETTI - GENOVA	Fondo	0	138	0	125	

6.2.1.1.2.4 Monossido di Carbonio (CO)

L'indicatore annuale di qualità dell'aria per il monossido di carbonio è confrontato con la concentrazione limite per la protezione della salute indicata nella tabella che segue.

Inquinante	Obiettivo Ambientale	Tempo di mediazione	Valore di riferimento	Soglia valutazione Inferiore (SVI)	Soglia valutazione Superiore (SVS)
CO	Valore Limite protezione salute	Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m³	5 mg/m³	7 mg/m³

Monossido di Carbonio (CO): Valore Media Mobile di 8 ore

Entità considerata	DPSIR	Copertura temporale	Copertura territoriale	Trend	Situazione
Valore della massima media mobile su 8 ore rilevata in un anno, che non deve superare il valore limite pari a 10 mg/m3	Stato	2008 - 2023	Territorio ligure	⟷	

Come per il passato, questo inquinante non presenta criticità in alcuna zona della Liguria, anche se occasionalmente possono comparire valori relativamente alti, legati a situazioni puntuali. I valori più elevati che risultano comunque inferiori alla soglia di valutazione inferiore, si registrano nelle stazioni orientate al monitoraggio del traffico veicolare.

Tabella 6-15: Valori dell'indicatore CO media mobile 8h per gli anni 2022 e 2023.

ZONA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	2022		2023		SITUAZIONE
			NUMERO SUPERAMENTI AL VALORE LIMITE	VALORE MASSIMA MEDIA MOBILE SU 8 ORE (mg/m^3)	NUMERO SUPERAMENTI AL VALORE LIMITE	VALORE MASSIMA MEDIA MOBILE SU 8 ORE (mg/m^3)	
IT0711 GENOVA AGGLOMERATO	CORSO FIRENZE - GENOVA	Fondo	0	1.7	0	1.8	
	CORSO EUROPA - VIA S. MARTINO - GENOVA	Traffico	0	3.2	0	4.5	
	VIA PASTORINO - BOLZANETO - GENOVA (*)	Traffico	0	1.4	0	nd	
	VIA BUOZZI - GENOVA	Traffico	0	1.5	0	1.7	

6.2.1.1.2.5 Benzene (C_6H_6)

L'indicatore annuale di qualità dell'aria per il benzene è confrontato con la concentrazione limite per la protezione della salute indicata nella tabella che segue.

Inquinante	Obiettivo Ambientale	Tempo di mediazione	Valore di riferimento	Soglia valutazione Inferiore (SVI)	Soglia valutazione Superiore (SVS)
Benzene	Valore Limite protezione salute	Media annuale	5,0 $\mu g/m^3$	2,0 $\mu g/m^3$	3,5 $\mu g/m^3$

*Benzene (C_6H_6): Valore Media **Annuale***

Entità considerata	DPSIR	Copertura temporale	Copertura territoriale	Trend	Situazione
Valore medio annuale delle concentrazioni, che non deve superare il valore limite pari a 5.0 µg/m3	Stato	2008 - 2023	Territorio ligure	⟷	

Il valore limite risulta rispettato ovunque. I valori più elevati, compresi tra la soglia di valutazione superiore e quella inferiore, si registrano in 2 stazioni orientate al monitoraggio del traffico veicolare ed in 1 stazione industriale.

Tabella 6-16: Valori dell'indicatore C_6H_6 media annuale per gli anni 2022 e 2023.

ZONA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	VALORE MEDIA ANNUALE (µg/m3)		SITUAZIONE
			2022	2023	
IT0711 GENOVA AGGLOMERATO	QUARTO - GENOVA	Fondo	0.7	0.5	
	CORSO EUROPA - VIA S. MARTINO - GENOVA	Traffico	2.3	2.6	
	CORSO BUENOS AIRES - GENOVA	Traffico	1.4	1.2	
	VIA BUOZZI - GENOVA	Traffico	1.2	1.2	
	MULTEDO VILLA CHIESA - GENOVA	Industriale	0.5	0.5	

6.2.1.1.2.6 Particolato

Gli indicatori annuali di qualità dell'aria per il particolato sono confrontati con le concentrazioni limite per la protezione della salute indicata nella tabella che segue.

Inquinante	Obiettivo Ambientale	Tempo di mediazione	Valore di riferimento	Soglia valutazione Inferiore (SVI)	Soglia valutazione Superiore (SVS)
PM_{10}	Valore Limite protezione salute	Media giornaliera	50 µg/m³ Da non superare più di 35 volte nell'anno	25 µg/m³ Da non superare più di 35 volte nell'anno	35 µg/m³ Da non superare più di 35 volte nell'anno
		Media annuale	40 µg/m³	20 µg/m³	28 µg/m³
$PM_{2,5}$	Valore Limite protezione salute	Media annuale	25 µg/m³	12 µg/m³	17 µg/m³

*Polveri fini (PM_{10}): Numero di Medie **Giornaliere** Superiori al Limite*

Entità considerata	DPSIR	Copertura temporale	Copertura territoriale	Trend	Situazione
Numero di superamenti al valore limite sulla media giornaliera, pari a 50 µg/m3, da non superare più di 35 volte/anno	Stato	2008 - 2023	Territorio ligure		

Il valore limite risulta rispettato su tutto il territorio regionale. I valori più elevati, che nel 2023 risultano compresi tra la soglia di valutazione inferiore e quella superiore, si registrano nelle stazioni dell'entroterra, dove è più forte l'influsso della pianura Padana ed in quelle da traffico.

Tabella 6-17: Valori dell'indicatore PM_{10} medie giornaliere per gli anni 2022 e 2023 raggruppati per zona.

ZONA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	2022		2023		SITUAZIONE
			NUMERO SUPERAMENTI AL VALORE LIMITE	VALORE MEDIA GIORNALIERA MASSIMA (µg/m3)	NUMERO SUPERAMENTI AL VALORE LIMITE	VALORE MEDIA GIORNALIERA MASSIMA (µg/m3)	
IT0711 GENOVA AGGLOMERATO	QUARTO - GENOVA	Fondo	5	68	0	39	
	CORSO FIRENZE - GENOVA	Fondo	1	56	0	41	
	MULTEDO - PEGLI - GENOVA	Traffico	3	61	0	44	
	CORSO EUROPA - VIA S. MARTINO - GENOVA	Traffico	3	68	2	55	
	CORSO BUENOS AIRES - GENOVA	Traffico	5	65	2	64	
	GENOVA - RIVAROLO CERVETTO	Fondo	nd	nd	1	64	

*Polveri fini (PM_{10}): Valore Media **Annuale***

Entità considerata	DPSIR	Copertura temporale	Copertura territoriale	Trend	Situazione
Valore medio annuale delle concentrazioni, che non deve superare il valore limite pari a 40 µg/m3	Stato	2008 - 2023	Territorio ligure		

Il limite viene rispettato sull'intero territorio regionale. I valori più elevati, che risultano compresi tra la soglia di valutazione inferiore e quella superiore, si registrano nelle stazioni dell'entroterra, dove è più forte l'influsso della pianura Padana, ed in quelle da traffico.

Tabella 6-18: Valori dell'indicatore PM_{10} media annuale per gli anni 2022 e 2023 raggruppati per zona.

ZONA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	VALORE MEDIA ANNUALE		SITUAZIONE
			2022	2023	
IT0711 GENOVA AGGLOMERATO	QUARTO - GENOVA	Fondo	18	14	
	CORSO FIRENZE - GENOVA	Fondo	15	14	
	MULTEDO - PEGLI - GENOVA	Traffico	20	18	
	CORSO EUROPA - VIA S. MARTINO - GENOVA	Traffico	23	22	
	CORSO BUENOS AIRES - GENOVA	Traffico	19	19	
	GENOVA - RIVAROLO CERVETTO	Fondo	nd	19	

*Polveri fini ($PM_{2,5}$): Valore Media **Annuale***

Entità considerata	DPSIR	Copertura temporale	Copertura territoriale	Trend	Situazione
Valore medio annuale delle concentrazioni, che non deve superare il valore limite pari a 25 µg/m3	Stato	2008 - 2023	Territorio ligure		

Il limite viene ampiamente rispettato sull'intero territorio regionale. I valori più elevati si registrano nelle stazioni dell'entroterra, dove è più forte l'influsso della pianura Padana, ed in quelle da traffico.

Tabella 6-19: Valori dell'indicatore $PM_{2,5}$ media annuale per gli anni 2022 e 2023.

ZONA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	VALORE MEDIA ANNUALE (µg/m3)		SITUAZIONE
			2022	2023	
IT0711 GENOVA AGGLOMERATO	QUARTO - GENOVA	Fondo	11	8	
	CORSO FIRENZE - GENOVA	Fondo	9	8	
	CORSO EUROPA - VIA S. MARTINO - GENOVA	Traffico	13	12	
	GENOVA - RIVAROLO CERVETTO	Fondo	nd	12	

6.2.1.1.2.7 Metalli

Gli indicatori annuali di qualità dell'aria per i metalli sono confrontati con la concentrazione limite/obiettivo per la protezione della salute indicata nella tabella che segue.

Inquinante	Obiettivo Ambientale	Tempo di mediazione	Valore di riferimento	Soglia valutazione Inferiore (SVI)	Soglia valutazione Superiore (SVS)
Arsenico	Valore Obiettivo protezione salute	Media annuale	6,0 ng/m^3	2,4 ng/m^3	3,6 ng/m^3
Cadmio			5,0 ng/m^3	2,0 ng/m^3	3,0 ng/m^3
Nichel			20,0 ng/m^3	10,0 ng/m^3	14,0 ng/m^3
Pb	Valore Limite protezione salute	Media annuale	0,5 µg/m^3	0,25 µg/m^3	0,35 µg/m^3

*Piombo (Pb): Valore Media **Annuale***

Entità considerata	DPSIR	Copertura temporale	Copertura territoriale	Trend	Situazione
Valore medio annuale delle concentrazioni, che non deve superare il valore limite pari a 0.5 µg/m3	Stato	2008 - 2023	Territorio ligure		

Il limite viene ampiamente rispettato in tutte le postazioni.

Tabella 6-20: Valori dell'indicatore Pb media annuale per gli anni 2022 e 2023.

ZONA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	VALORE MEDIA ANNUALE (µg/m^3)		SITUAZIONE
			2022	2023	
IT0711 GENOVA AGGLOMERATO	QUARTO - GENOVA	Fondo	0.003	0.002	
	CORSO FIRENZE - GENOVA	Fondo	0.004	0.002	

*Arsenico (As): Valore Media **Annuale***

ZONA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	VALORE MEDIA ANNUALE (ng/m^3)		SITUAZIONE
			2022	2023	
IT0711 GENOVA AGGLOMERATO	QUARTO - GENOVA	Fondo	0.5	0.2	
	CORSO FIRENZE - GENOVA	Fondo	0.5	0.2	

Il valore obiettivo viene ampiamente rispettato in tutte le postazioni.

Tabella 6-21: Valori dell'indicatore As media annuale per gli anni 2022 e 2023.

ZONA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	VALORE MEDIA ANNUALE (ng/m^3)		SITUAZIONE
			2022	2023	
IT0711 GENOVA AGGLOMERATO	QUARTO - GENOVA	Fondo	0.5	0.2	
	CORSO FIRENZE - GENOVA	Fondo	0.5	0.2	

*Cadmio (Cd): Valore Media **Annuale***

Entità considerata	DPSIR	Copertura temporale	Copertura territoriale	Trend	Situazione
Valore medio annuale delle concentrazioni, che non deve superare il valore obiettivo pari a 5.0 ng/m3	Stato	2008 - 2023	Territorio ligure		

Il valore obiettivo viene ampiamente rispettato in tutte le postazioni.

Tabella 6-22: Valori dell'indicatore Cd media annuale per gli anni 2022 e 2023.

ZONA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	VALORE MEDIA ANNUALE (ng/m^3)		SITUAZIONE
			2022	2023	
IT0711 GENOVA AGGLOMERATO	QUARTO - GENOVA	Fondo	0.2	0.1	
	CORSO FIRENZE - GENOVA	Fondo	0.2	0.1	

*Nichel (Ni): Valore Media **Annuale***

Entità considerata	DPSIR	Copertura temporale	Copertura territoriale	Trend	Situazione
Valore medio annuale delle concentrazioni, che non deve superare il valore obiettivo pari a 20.0 ng/m3	Stato	2008 - 2023	Territorio ligure		

Il valore obiettivo viene ampiamente rispettato in tutte le postazioni.

Tabella 6-23: Valori dell'indicatore Ni media annuale per gli anni 2022 e 2023.

ZONA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	VALORE MEDIA ANNUALE (ng/m^3)		SITUAZIONE
			2022	2023	
IT0711 GENOVA AGGLOMERATO	QUARTO - GENOVA	Fondo	2.7	2.1	
	CORSO FIRENZE - GENOVA	Fondo	5.0	2.6	

6.2.1.1.2.8 Benzo(a)pirene (BaP)

L'indicatore annuale di qualità dell'aria per il Benzo(a)pirene è confrontato con la concentrazione obiettivo per la protezione della salute indicata nella tabella che segue.

Inquinante	Obiettivo Ambientale	Tempo di mediazione	Valore di riferimento	Soglia valutazione Inferiore (SVI)	Soglia valutazione Superiore (SVS)
B(a)P	Valore Obiettivo protezione salute	Media annuale	1,0 ng/m^3	0,4 ng/m^3	0,6 ng/m^3

*Benzo(a)pirene (BaP): Valore Media **Annuale***

Entità considerata	DPSIR	Copertura temporale	Copertura territoriale	Trend	Situazione
Valore medio annuale delle concentrazioni, che non deve superare il valore obiettivo pari a 1.0 ng/m3	Stato	2008 - 2023	Territorio ligure		

Il valore obiettivo viene ampiamente rispettato ovunque, tranne che nelle stazioni della Val Bormida, al di fuori della zona in esame di Genova agglomerato.

Tabella 6-24: Valori dell'indicatore B(a)P media annuale per gli anni 2022 e 2023.

ZONA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	VALORE MEDIA ANNUALE (ng/m^3)		SITUAZIONE
			2022	2023	
IT0711 GENOVA AGGLOMERATO	QUARTO - GENOVA	Fondo	0.1	0.04	
	CORSO FIRENZE - GENOVA	Fondo	0.1	0.03	

6.2.1.1.2.9 Ozono (O_3)

Gli indicatori annuali di qualità dell'aria per l'ozono sono confrontati con le concentrazioni obiettivo per la protezione della salute e della vegetazione e con le concentrazioni di soglia indicata nella tabella che segue.

Inquinante	Obiettivo Ambientale	Tempo di mediazione	Valore di riferimento	Soglia valutazione Inferiore (SVI)	Soglia valutazione Superiore (SVS)
O_3	Valore obiettivo protezione della salute	Media massima giornaliera su 8 ore	120 µg/m^3 da non superare per più di 25 giorni per anno come media su 3 anni	==	==
	Valore obiettivo protezione vegetazione	AOT40(4) Calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	18000 µg/m^3 h come media su 5 anni a partire dal 2015	==	==
	Valore obiettivo a lungo termine protezione della salute	Media massima giornaliera su 8 ore	120 µg/m^3	==	==
	Valore obiettivo a lungo termine protezione vegetazione	AOT40 Calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	6000 µg/m^3 h	==	==
	Soglia d'Informazione al pubblico	Oraria	180 µg/m^3	==	==
	Soglia di Allarme protezione salute	Oraria	240 µg/m^3 Da non superare su tre ore consecutive	==	==

Inquinante	Obiettivo Ambientale	Tempo di mediazione	Valore di riferimento	Soglia valutazione Inferiore (SVI)	Soglia valutazione Superiore (SVS)
O_3	Valore obiettivo protezione della salute	Media massima giornaliera su 8 ore	120 µg/m^3 da non superare per più di 25 giorni per anno come media su 3 anni	==	==
	Valore obiettivo protezione vegetazione	AOT40(*) Calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	18000 µg/m^3 h come media su 5 anni a partire dal 2015	==	==
	Valore obiettivo a lungo termine protezione della salute	Media massima giornaliera su 8 ore	120 µg/m^3	==	==
	Valore obiettivo a lungo termine protezione vegetazione	AOT40 Calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	6000 µg/m^3 h	==	==
	Soglia d'Informazione al pubblico	Oraria	180 µg/m^3	==	==
	Soglia di Allarme protezione salute	Oraria	240 µg/m^3 Da non superare su tre ore consecutive	==	==

* AOT40 (espresso in µg/m^{3}h) si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni > 80 µg/m^3 e 80 µg/m^3 rilevate in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00 (ora dell'Europa centrale).

*Ozono (O_3): Numero di Medie **Orarie** Superiori alla **Soglia di Informazione***

Entità considerata	DPSIR	Copertura temporale	Copertura territoriale	Trend	Situazione
Numero di Medie Orarie Superiori alla Soglia di Informazione	Stato	2020 - 2023	Territorio ligure		

Negli anni 2022 e 2023 sono state rilevate in entrambe le zone diverse ore di superamento della soglia di informazione al pubblico per la protezione della salute.

Tabella 6-25: Valori dell'indicatore O_3 soglia informazione per gli anni 2022 e 2023. In rosso sono evidenziati i superamenti.

ZONA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	SUPERAMENTO DELLA SOGLIA DI INFORMAZIONE						SITUAZIONE
			2022			2023			
			N°ORE	N°GIORNI	VALORE MEDIA ORARIA MAX (µg/m3)	N°ORE	N°GIORNI	VALORE MEDIA ORARIA MAX (µg/m3)	
IT0711 GENOVA AGGLOMERATO	QUARTO - GENOVA	Urbana	8	3	224	7	5	191	
	PARCO ACQUASOLA - GENOVA	Urbana	7	1	201	0	0	172	
	VIA UNGARETTI - GENOVA	Suburbana	2	2	188	4	3	186	

*Ozono (O_3): Numero di Medie **Orarie** Superiori alla **Soglia di Allarme***

Entità considerata	DPSIR	Copertura temporale	Copertura territoriale	Trend	Situazione
Numero di medie orarie superiori alla soglia di allarme, pari a 240 µg/m3 per 3 ore consecutive	Stato	2020 - 2023	Territorio ligure	⟷	

Da tempo non viene rilevato alcun superamento della soglia di allarme per la protezione della salute in alcuna stazione della Liguria, neanche su una singola ora.

Tabella 6-26: Valori dell'indicatore O_3 soglia di allarme per gli anni 2022 e 2023.

ZONA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	SUPERAMENTO DELLA SOGLIA DI ALLARME						SITUAZIONE
			2022			2023			
			N°ORE	N°GIORNI	VALORE MEDIA ORARIA MASSIMA (µg/m3)	N°ORE	N°GIORNI	VALORE MEDIA ORARIA MASSIMA (µg/m3)	
IT0711 GENOVA AGGLOMERATO	QUARTO - GENOVA	Urbana	0	0	224	0	0	191	
	PARCO ACQUASOLA - GENOVA	Urbana	0	0	201	0	0	172	
	VIA UNGARETTI - GENOVA	Suburbana	0	0	188	0	0	186	

*Ozono (O_3): Numero di Medie **Giornaliere su 8 ore** Superiori al **Valore Obiettivo***

Entità considerata	DPSIR	Copertura temporale	Copertura territoriale	Trend	Situazione
Numero di superamenti al valore obiettivo, pari a 120 µg/m3 come media massima giornaliera di 8 ore, da non superare per più di 25 volte/anno come media degli ultimi 3 anni	Stato	2008 - 2023	Territorio ligure		

Il valore obiettivo continua ad essere superato.

Tabella 6-27: Valori dell'indicatore obiettivo O_3 per i trienni 2020-2022 e 2021-2023; in rosso sono evidenziati i valori che eccedono il valore obiettivo.

ZONA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	N°GIORNI CON SUPERAMENTO DEL VALORE OBIETTIVO medi sugli ultimi 3 anni		SITUAZIONE
			2020 - 2022	2021 - 2023	
IT0711 GENOVA AGGLOMERATO	QUARTO - GENOVA	Urbana	37	55	
	PARCO ACQUASOLA - GENOVA	Urbana	55	46	
	VIA UNGARETTI - GENOVA	Suburbana	23	43	

*Ozono (O_3): Numero di Medie **Giornaliere su 8 ore** Superiori al **Valore Obiettivo a lungo termine***

Entità considerata	DPSIR	Copertura temporale	Copertura territoriale	Trend	Situazione
Numero di superamenti al valore obiettivo a lungo termine, pari a 120 µg/m3 come media massima giornaliera di 8 ore	Stato	2008 - 2023	Territorio ligure		

Il valore obiettivo a lungo termine continua ad essere superato.

Tabella 6-28: Valori dell'indicatore obiettivo a lungo termine O_3 per gli anni 2022 e 2023; in rosso sono evidenziati i valori che eccedono il valore obiettivo a lungo termine.

ZONA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	2022		2023		SITUAZIONE
			N°GIORNI CON SUPERAMENTO DEL VALORE OBIETTIVO A LUNGO TERMINE	VALORE MASSIMA MEDIA GIORNALIERA SU 8 ORE (µg/m3)	N°GIORNI CON SUPERAMENTO DEL VALORE OBIETTIVO A LUNGO TERMINE	VALORE MASSIMA MEDIA GIORNALIERA SU 8 ORE (µg/m3)	
IT0711 GENOVA AGGLOMERATO	QUARTO - GENOVA	Urbana	44	194	88	172	
	PARCO ACQUASOLA - GENOVA	Urbana	55	186	37	163	
	VIA UNGARETTI - GENOVA	Suburbana	30	164	62	170	

6.2.1.1.3 Clima

6.2.1.1.3.1 Cenni di climatologia regionale

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 settentrionali 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, pur tuttavia risentendo 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 d'inverno difficilmente si scende sotto i 10°C. Gli episodi di freddo intenso sono molto brevi e le nevicate ancora di più; 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.

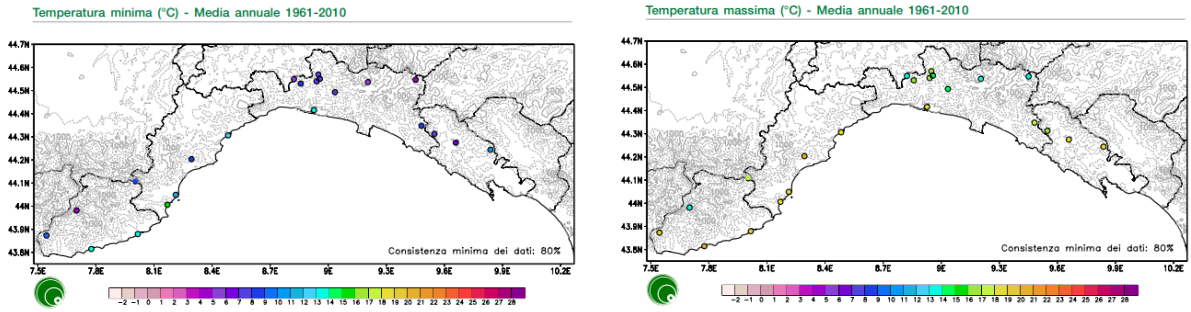


Figura 6.9: Valore medio annuale delle temperature minima e massima (1961-2010, fonte Atlante climatico della Liguria - ArpaL).

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.

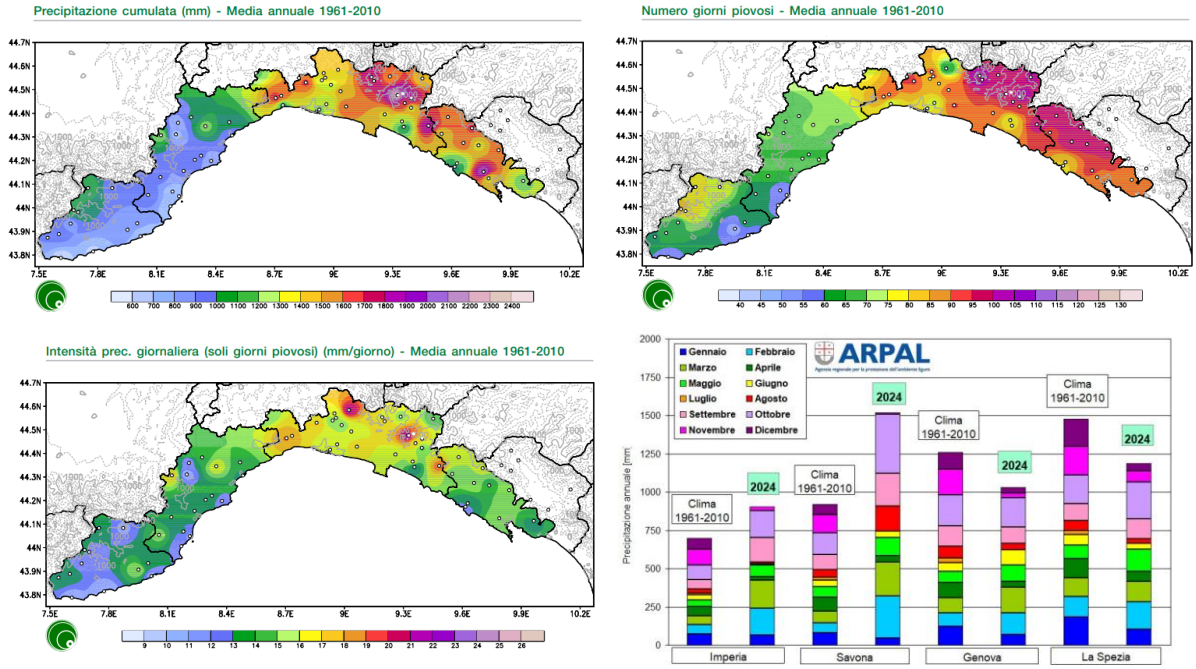


Figura 6.10: Precipitazione cumulata, numero giorni di precipitazione, intensità (1961-2010, fonte Atlante climatico della Liguria - ArpaL) e valore medio annuale di precipitazione 2024 (fonte ArpaL).

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. Anche i venti orientali e settentrionali sono abbastanza frequenti durante il periodo invernale, quando una depressione sul Medio-Basso Tirreno richiama aria fredda da Nord-Est; in tal caso, il tempo è generalmente 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 Foehn che si verifica nelle vallate Alpine.

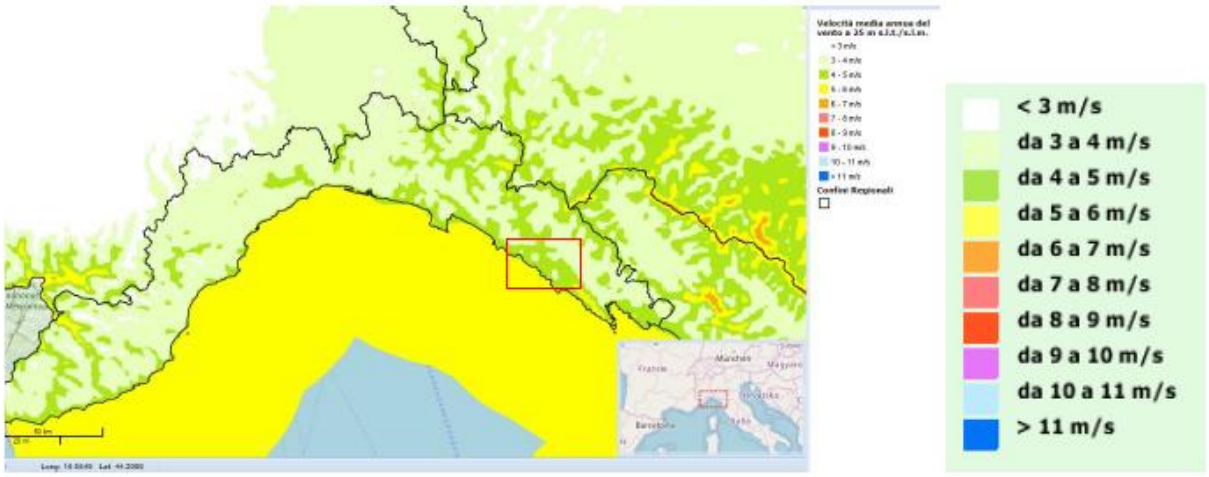


Figura 6.11: Velocità del vento media annua a 25 m (m/s), Fonte Atlante eolico nazionale, anno 2018.

6.2.1.1.3.2 Meteorologia della zona di studio

In questo paragrafo, relativo alla caratterizzazione meteorologica dell'area allo studio, si riportano le elaborazioni dei dati meteorologici selezionati per la caratterizzazione del dominio di calcolo. Da una indagine conoscitiva non esistono fonti di dati meteorologici ufficiali e rappresentativi (stazioni meteorologiche a terra) all'interno del dominio di calcolo.

Per la valutazione della qualità dell'aria è necessario considerare ed analizzare le variabili meteorologiche che più influenzano l'accumulo, il trasporto, la diffusione, la dispersione e la rimozione degli inquinanti nell'atmosfera.

Sono parametri rilevanti:

- 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.

In relazione all'estensione territoriale del dominio stesso e per una corretta caratterizzazione meteorologica dell'area, le basi di dati meteorologiche disponibili sono costituite dai dati di:

- Osservatorio MeteoIdrologico della Regione Liguria (OMIRL) sotto la gestione di ARPAL
- Servizio Mareografico Nazionale (SMN)

In questo paragrafo, relativo alla caratterizzazione meteorologica dell'area allo studio, si riportano le elaborazioni dei dati meteorologici selezionati per la caratterizzazione del dominio di calcolo.

La caratterizzazione meteorologica dell'area di cantiere è stata sviluppata utilizzando i dati disponibili riferiti all'anno 2018 delle stazioni seguenti:

- Stazione GENOVA PUNTA VAGNO – OMIRL
- Stazione GENOVA CASTELLACCIO - OMIRL
- Stazione GENOVA - SMR

Di seguito si riportano la localizzazione e la caratterizzazione delle stazioni considerate.



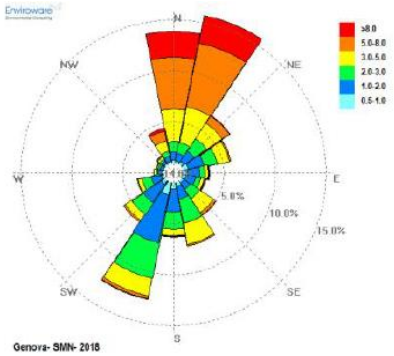
Figura 6.12: Localizzazione stazioni meteorologiche con disponibilità dei dati orari utilizzati per lo studio.

Di seguito si riportano la descrizione e l'elaborazione dei dati disponibili per l'anno 2018 per una caratterizzazione dell'area di studio.

Stazione GENOVA – SMR

La stazione fa parte della Rete Mareografica Nazionale ed è situata presso l'acquario.





Appartenenza: Rete Mareografica Nazionale-APAT

Latitudine: 44° 24' 36.46"

Longitudine: 08° 55' 31.86"

Localizzazione: Presso l'acquario

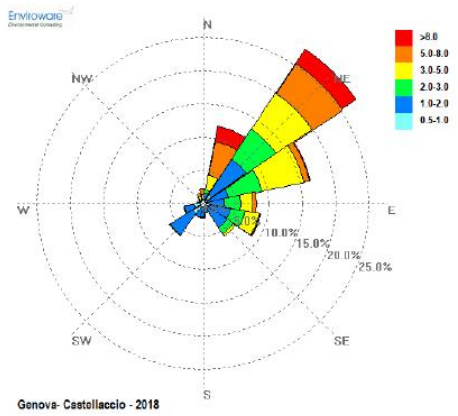
Altezza sul livello del mare: 10 m

Distanza da area di intervento: 3,5 km

Parametri misurati: Temperatura dell'aria - Temperatura dell'acqua - Velocità e Direzione del vento - Pressione Atmosferica - Umidità Relativa

Stazione meteorologica GENOVA- CASTELLACCIO





Appartenenza: Rete Regionale OMIRL (codice RIGHI)

Latitudine: 44° 25' 40.69"

Longitudine: 08° 56' 3.59"

Localizzazione: Colline a Nord di Genova

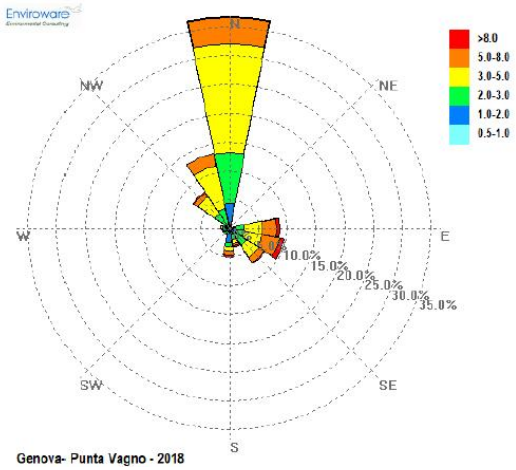
Altezza sul livello del mare: 360 m

Distanza da area di intervento: 3,6 km

Parametri misurati: Temperatura dell'aria - Velocità e Direzione del vento - Precipitazione cumulata

Stazione meteorologica GENOVA- PUNTA VAGNO





Appartenenza: Rete Regionale OMIRL (codice GEPVA)

Latitudine: 44° 23' 34.01"

Longitudine: 08° 57' 7.99"

Localizzazione: Lungomare Punta Vagno

Altezza sul livello del mare: 10 m

Distanza da area di intervento: 6,3 km

Parametri misurati: Velocità e Direzione del vento

All'interno del contesto di area vasta ora descritto, l'ambito di influenza (fascia buffer all'intorno delle aree di cantiere avente ampiezza pari a 200 metri) è connotato, sotto il profilo della tipologia degli usi in atto, dalla significativa presenza di tessuti residenziali continui e discontinui mediamente densi, i quali, con la sola eccezione delle aree ferroviarie poste in fregio al lato occidentale del tratto di progetto compreso tra la nuova stazione di Rivarolo e la fine intervento, ne rappresentano l'uso prevalente (cfr.Figura 6.13).

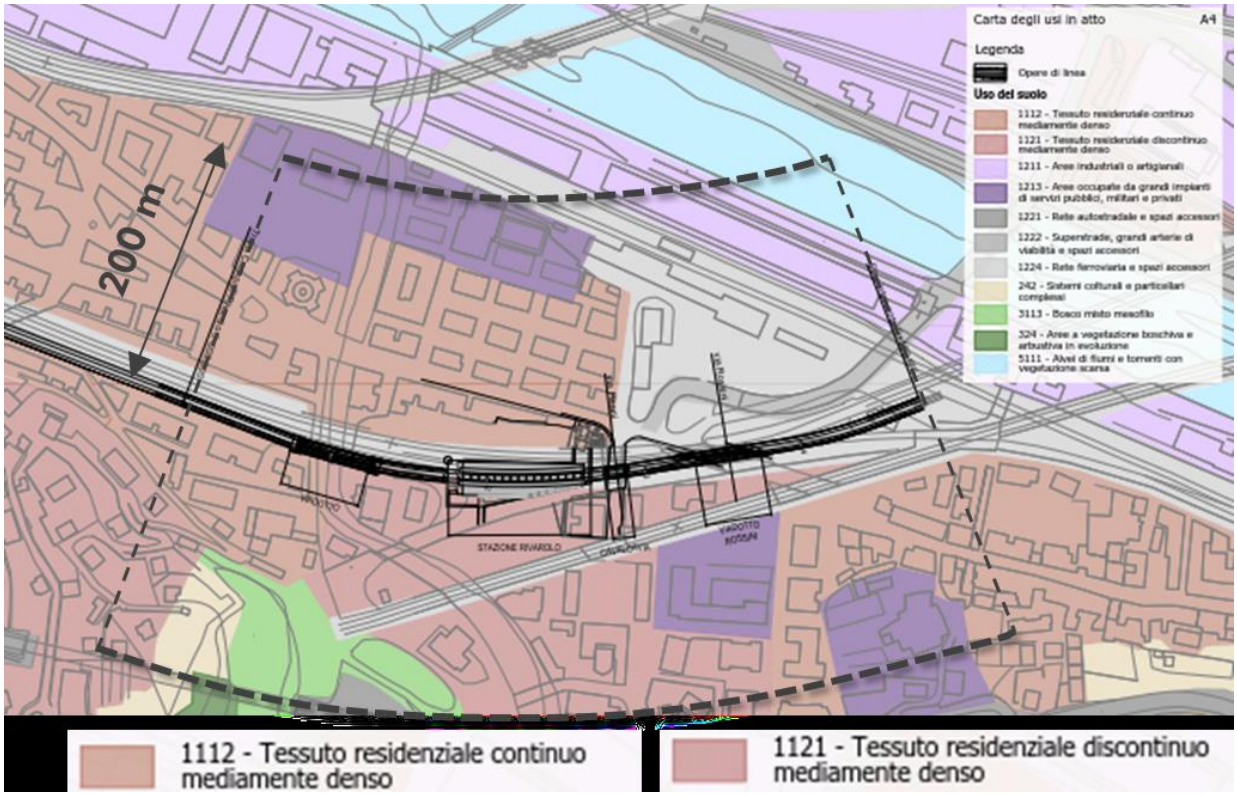


Figura 6.13: Ambito di influenza: tipologia degli usi in atto.

6.2.1.1.4 Impatto in Corso d'Opera – Cantiere

L'opera è un'infrastruttura su ferro e, pertanto, non genera alcun tipo di emissione atmosferica a esercizio avviato. La produzione di emissioni in atmosfera è quindi studiata solo per la fase di cantiere.

L'intervento del prolungamento della tratta metropolitana Canepari-Rivarolo si presenta molto simile per geografia urbanistica, localizzazione ed organizzazione della cantierizzazione all'analogo intervento di prolungamento che ha interessato la precedente tratta metropolitana, Brin-Canepari. Per quest'ultima, è stato sviluppato un accurato modello per il calcolo della dispersione degli inquinanti prodotti dalle attività di cantiere (NOx e PM_{10}) in corso d'opera. Date le analogie tra i due progetti, si ritiene che le stime fatte per lo sviluppo del modello del tratto metropolitano precedente possano considerarsi valide anche per la tratta in esame.

L'analogia è evidente anche ad una sovrapposizione sommaria delle mappe. Entrambe le tratte si inseriscono in un canyon urbano, sebbene per la Brin-Canepari la situazione è palesemente più gravosa per il fatto che il profilo dell'infrastruttura è ben più basso dell'altezza dei palazzi adiacenti. Nel caso della tratta Canepari-Rivarolo, il profilo è più alto e il canyon presenta svariate aperture: Si veda più avanti la Figura 6.15. In conclusione, lo studio

modellistico della Brin-Canepari porta a dei dati di impatto più alti rispetto a quelli che si potrebbero avere per la Canepari-Rivarolo. Quindi, il parallelo che qui si sta seguendo porta sicuramente a una stima conservativa.

Si specifica, inoltre, che per il prolungamento Canepari-Rivarolo si ritiene che non ci sarà un aggravio di polveri sollevate sul torrente Torbella visto che non ci sarà concomitanza con il cantiere per la messa in sicurezza del Rio Maltempo e sistemazione del Torrente Torbella. Maggiori dettagli sono riportati al § 6.2.1.1.7.

Si riportano di seguito i principi seguiti per la costruzione del suddetto modello di dispersione degli inquinanti nell'aria.

6.2.1.1.4.1 Cenni sul modello di Brin-Canepari

Modelli di dispersione

Quando gas o particelle vengono immessi in atmosfera si disperdono per opera del moto caotico dell'aria; tale fenomeno è noto come diffusione turbolenta. Scopo dello studio del comportamento degli inquinanti in atmosfera è la conoscenza della loro distribuzione spaziale e temporale.

Nella maggior parte dei casi si ricorre alla descrizione matematica dei processi di trasporto, reazione chimica e rimozione attraverso l'ausilio di modelli matematici di simulazioni (detti modelli di diffusione) atti a descrivere la distribuzione di una determinata sostanza in atmosfera.

Una più estesa trattazione sui modelli di dispersione è riportata nell'Allegato 2. In regione del fatto che si è scelto per questa tratta di usare un approccio che si basa su quanto già fatto per la tratta Brin-Canepari, si ritiene inopportuno prevedere qui la trattazione dettagliata.

Approccio metodologico: Calpuff Model System

Il sistema di modelli CALPUFF MODEL SYSTEM[2], inserito dall'U.S. EPA in Appendix A di "Guideline on Air Quality Models", è stato sviluppato da Sigma Research Corporation, ora parte di Earth Tech, Inc, con il contributo di California Air Resources Board (CARB).

Questo è il sistema di modelli utilizzato per la Brin-Canepari, i cui risultati si ritengono estendibili, in questa fase, anche alla Canepari-Rivarolo.

Il sistema di modelli è composto da tre componenti:

- ✓ il preprocessore meteorologico CALMET: utile per la ricostruzione del campo tridimensionale di vento e temperatura all'interno del dominio di calcolo;
- ✓ il processore CALPUFF: modello di dispersione, che 'inserisce' le emissioni all'interno del campo di vento generato da Calmet e ne studia il trasporto e la dispersione;
- ✓ il postprocessore CALPOST[3]: ha lo scopo di processare i dati di output di CALPUFF, in modo da renderli nel formato più adatto alle esigenze dell'utente.

Ulteriori dettagli su questo sistema di modelli possono essere letti nell'allegato 2, che riporta integralmente lo studio svolto nell'ambito del progetto della Brin-Canepari.

6.2.1.1.4.2 Valutazione degli impatti di cantiere

Descrizione degli impatti di cantiere

****

[2] CALPUFF Regulatory Updates and Consequence Analysis

The current regulatory version of the CALPUFF Modeling System includes:

CALPUFF version 5.8, level 070623

CALMET version 5.8, level 070623

[3] CALPOST version 5.6394, level 070622

For every update of the "EPA-approved" version of the CALPUFF Modeling System, a consequence analysis is performed by EPA using an update protocol that identifies what model changes have been made and their implications based on the analysis results. This analysis compares the base CALPUFF Modeling System (i.e., current regulatory version) with the beta (i.e., proposed updated version).

Si riporta di seguito la descrizione delle principali sorgenti connesse alle attività di cantiere previste in progetto. Lo scopo primario dell'individuazione delle sorgenti e la conseguente quantificazione dell'impatto è quello di valutare l'effettiva incidenza delle emissioni delle attività di cantiere sullo stato di qualità dell'aria complessivo.

Il controllo dell'effettivo impatto delle attività di cantiere verrà eseguito attraverso il monitoraggio ambientale (dettagli nel doc. n. P0_SIAM_AMB_R_004_4) della qualità dell'aria in corso d'opera in corrispondenza delle aree di lavorazioni.

In relazione alla natura delle sorgenti possono essere individuati, quali indicatori del potenziale impatto delle stesse sulla qualità dell'aria, i seguenti parametri:

- polveri: PM_{10} (polveri inalabili, le cui particelle sono caratterizzate da un diametro inferiore ai 10 µm) e PTS (polveri totali sospese). 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 NOx);

Le attività più significative in termini di emissioni sono costituite:

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

In generale, la dimensione dell'impatto legato al transito indotto sulla viabilità esistente risulta essere direttamente correlato all'entità dei flussi orari degli autocarri e pertanto risulta stimabile in relazione sia ai fabbisogni dei cantieri stessi che al materiale trasportato verso l'esterno.

Per l'applicazione dettagliata del modello alla tratta precedente Brin-Canepari, comprensiva delle mappe di isoconcentrazione, si vedano gli allegati 2 e 3, stralci della relazione MGE1PDLGAMBCOMR00700B Piano ambientale della cantierizzazione.

Differenze sostanziali per i cantieri di Canepari-Rivarolo

Lo spazio disponibile per la tratta in progetto è molto ridotto, al punto che i cumuli anche temporanei saranno pressoché inesistenti. Quasi tutto il materiale scavato sarà direttamente posto in big bags e queste poste subito su camion.

Sempre in ragione del basso spazio disponibile, i camion che trasporteranno le big bags non entreranno neanche in cantiere e quindi non ci sarà rischio di dispersioni di terre e polveri trasportate degli pneumatici dei camion.

Nel cantiere non è previsto alcun accumulo di materiale scavato, poiché gli spazi disponibili non lo consentono; l'eventuale stoccaggio avverrà nell'Area Logistica di via Perlasca. Le operazioni di carico delle big bags saranno effettuate nell'area di via Rossini, esterna al manufatto della linea in realizzazione. Le big bags verranno trasferite fuori dal cantiere tramite escavatore o sollevatore e successivamente caricate sui camion attraverso gli stessi mezzi o mediante autocarri dotati di gru. Da parte dell'Appaltatore, potrà essere valutata l'installazione di un piccolo carroponte per incrementare l'efficienza delle movimentazioni. I camion non potranno avvicinarsi al fronte di scavo, evitando così transiti su terreno smosso. Le dimensioni dell'area consentono la presenza di un solo camion alla volta, determinando ritmi di carico moderati e contenuti.

Questo scenario può far sospettare che sulle strade prossime al cantiere ci sarà un grande traffico di camion in ingresso e uscita. Ciò non si verifica e dimostrazioni sono date al § 6.2.1.1.7. In sintesi, anche nello scenario peggiore l'aggravio di traffico è trascurabile, perché dal punto di vista meramente pratico il carico dei camion richiede un tempo abbastanza esteso da rendere trascurabile l'effetto sul traffico.

Individuazione e localizzazione delle attività che producono emissioni diffuse o puntuali in atmosfera

Nel seguito si fornisce una descrizione dettagliata delle sorgenti emissive connesse alle attività di cantiere previste per la realizzazione del prolungamento della linea metropolitana di Genova, tratta Canepari-Rivarolo. L'analisi è

finalizzata a individuare e localizzare puntualmente le attività che generano emissioni in atmosfera, distinguendo tra emissioni diffuse e puntuali, al fine di valutare l'effettiva incidenza sulla qualità dell'aria dell'ambito territoriale interessato.

Classificazione delle sorgenti emissive

Le emissioni diffuse sono quelle non convogliate, generate da attività areali o lineari distribuite nello spazio. Per il cantiere in oggetto, si identificano le seguenti tipologie: scavi e movimento terra, localizzati presso l'Area Viadotto Torbella (Fase 1), l'Area Cavalcavia Via Pisoni (Fase 2) e l'Area Viadotto Via Rossini (Fasi 3-6), con emissioni di PM_{10} e PTS generate dalla disgregazione meccanica del terreno e dalla movimentazione con mezzi d'opera; demolizioni, presso il Viadotto Via Rossini esistente (Fase 3) e il Cavalcavia Via Pisoni esistente (Fase 2), con emissioni di PM_{10} e PTS derivanti dalla frantumazione di calcestruzzo armato; realizzazione rilevati e opere di sostegno lungo l'intero tracciato, in particolare nella zona est per l'ampliamento della piattaforma, con emissioni di PM_{10} e PTS da compattazione e sistemazione materiali; transito mezzi su piste non pavimentate nelle aree interne di cantiere, con risollevamento di polveri (PM_{10}, PTS) da superfici non asfaltate.

Le emissioni puntuali sono invece riconducibili a sorgenti localizzate e identificabili. Nel contesto del cantiere in esame si individuano: motori dei mezzi d'opera (escavatori, pale meccaniche, gru, trivelle per pali Ø 800 mm) presenti in tutte le aree di lavorazione attive per ciascuna fase, con emissioni di NOx, PM_{10}, CO e COV; motori degli automezzi di trasporto (camion per trasporto big bags con terre di scavo, materiali da costruzione, calcestruzzo) sulla viabilità di accesso ai cantieri e sulla viabilità ordinaria interessata, con emissioni di NOx, PM_{10}, CO e COV; eventuali gruppi elettrogeni per alimentazione elettrica ausiliaria presso l'area cantiere fisso (baraccamenti), con emissioni di NOx, PM_{10} e CO; eventuali centrali di betonaggio, da verificare in base all'organizzazione di cantiere, con emissioni di PM_{10} e PTS.

Localizzazione spaziale delle sorgenti per fase realizzativa

Nella Fase 1 (Viadotto Torbella e Stazione Rivarolo), le lavorazioni si concentrano nel tratto iniziale del tracciato, dalla progressiva km 0+749 (innesto su Brin-Canepari) fino all'area della nuova stazione Rivarolo. Le emissioni diffuse derivano dagli scavi per fondazioni del viadotto e dalla movimentazione terra presso le sponde del Torrente Torbella, nonché dalla realizzazione del corpo stazione e della piattaforma sul sedime ferroviario esistente (quota ~+25,97 m). Le emissioni puntuali sono generate dai mezzi d'opera (trivelle per pali, escavatori, gru) nell'area del viadotto e della stazione, e dal traffico indotto su Via Rossini e Via alla Stazione di Rivarolo.

Nella Fase 2 (Cavalcavia Via Pisoni), le lavorazioni interessano l'intersezione con Via Pisoni (sovrappasso L = 14 m). Le emissioni diffuse derivano dalla demolizione del cavalcavia esistente e dagli scavi per fondazioni su pali nell'area adiacente. Le emissioni puntuali sono generate dai mezzi d'opera e di trasporto su Via Pisoni e sulla viabilità di accesso.

Nella Fase 3 (Demolizione Viadotto Via Rossini esistente), le lavorazioni si concentrano all'intersezione con Via Rossini. Le emissioni diffuse derivano dalla demolizione della struttura in c.a. esistente. Le emissioni puntuali sono generate dai mezzi per demolizione e trasporto macerie su Via Rossini e sulla viabilità locale.

Nelle Fasi 4, 5 e 6 (Realizzazione e Varo Viadotto Via Rossini), le lavorazioni interessano Via Rossini (viadotto L = 32 m). Le emissioni diffuse derivano dagli scavi e dalla realizzazione delle spalle sui lati 01 e 02 del nuovo viadotto (Fasi 4-5). Le emissioni puntuali sono generate dai mezzi d'opera e dalle operazioni di varo (Fase 6).

Presso l'Area Cantiere Fisso, le emissioni puntuali derivano dagli eventuali gruppi elettrogeni nell'area baraccamenti e dai mezzi in manovra nell'area di stoccaggio e ricovero mezzi.

Infine, per quanto riguarda la durata delle attività di cantiere, si stima che le operazioni potenzialmente più polverulente, che comporteranno una maggiore diffusione di inquinanti in atmosfera - in particolare prescavi, scavi, palificazioni e movimenti terra – avranno una durata di circa cinque mesi. Questa fase corrisponde alla realizzazione di opere di sostegno e di scavo (più alcune demolizioni); fase dove, per caratteristica generale e al netto delle misure di contenimento, si impiegano macchine di elevata potenza, quindi di elevati consumi e di elevate emissioni. L'attività di scavo, inoltre, è normalmente quella che genera maggiore quantità di polveri. L'intero cantiere, invece, avrà una durata complessiva stimata in circa quattro anni e mezzo. Per un maggior livello di dettaglio, si consideri il cronoprogramma (elaborato P0_CSCN_CAN_D_022).

Fattori di mitigazione intrinseci al progetto

È fondamentale evidenziare che il cantiere Canepari-Rivarolo presenta caratteristiche peculiari che comportano una significativa riduzione delle emissioni diffuse rispetto a cantieri infrastrutturali convenzionali. Lo spazio estremamente ridotto disponibile per le lavorazioni impedisce la formazione di cumuli temporanei di materiale, eliminando le emissioni diffuse da erosione eolica dei cumuli e le emissioni da ripresa del materiale stoccato. Il materiale scavato viene immediatamente posto in big bags e caricato su camion, riducendo il numero di movimentazioni intermedie, il tempo di esposizione del materiale agli agenti atmosferici e le emissioni da risollevamento durante la movimentazione interna. Inoltre, i mezzi pesanti per il trasporto delle big bags non accedono all'interno del cantiere: questa scelta progettuale elimina il fenomeno del "track-out" (trascinamento di polveri e fango sulla viabilità pubblica da parte degli pneumatici), riduce le emissioni da transito su superfici non pavimentate e concentra le emissioni da traffico pesante esclusivamente sulla viabilità ordinaria asfaltata.

Inquinanti considerati nell'analisi modellistica

Le operazioni di lavorazione, scavo e movimentazione dei materiali ed il transito di mezzi meccanici ed automezzi utilizzati per tali attività, possono comportare potenziali impatti sulla componente in esame in termini di emissione e dispersione di inquinanti. In particolare, nel presente studio, in riferimento alla loro potenziale significatività, sono stati analizzati:

- polveri (il parametro assunto come rappresentativo delle polveri è il PM_{10}, ossia la frazione fine delle polveri, di granulometria inferiore a 10 µm, il cui comportamento risulta di fatto assimilabile a quello di un inquinante gassoso);
- ossidi di azoto (NOx).

Nella presente analisi è stata analizzata la dispersione e la diffusione in atmosfera dei parametri sopra elencati, con riferimento alle attività di cantiere previste dal progetto, al fine di verificarne i potenziali effetti ed il rispetto dei valori limite sulla qualità dell'aria previsti dalla normativa vigente e anche in relazione all'inquinamento attualmente presente nell'area.

Tuttavia, come precedentemente indicato, l'impatto potenzialmente più rilevante esercitato dai cantieri di costruzione sulla componente atmosfera è legato alla possibile produzione di polveri, provenienti direttamente dalle lavorazioni e, in maniera meno rilevante, quelle indotte indirettamente dal transito di mezzi meccanici ed automezzi sulla viabilità interna ed esterna.

L'analisi è stata fatta impiegando i dati esito del calcolo specifico per la Brin-Canepari (allegato 2) e adattandoli al caso di Canepari-Rivarolo e alla relativa distribuzione dei ricettori. Ulteriori dettagli sono esposti in seguito.

Identificazione degli scenari di simulazione

Si riporta di seguito una breve sintesi delle principali informazioni relative alla cantierizzazione che hanno rappresentato i presupposti per l'identificazione delle aree di cantiere a priori potenzialmente interessate da interazioni con la componente atmosfera e per la scelta degli scenari di impatto considerati.

Potenzialmente più impattanti sono le aree tecniche-operative in corrispondenza delle quali avvengono le principali operazioni di scavo, movimentazione dei materiali terrigeni potenzialmente polverulenti. Assumendo che l'impatto più significativo esercitato dai cantieri di costruzione sulla componente atmosfera sia generato dal sollevamento di polveri, si è quindi ritenuto di considerare all'interno degli scenari di impatto tutte le aree di cantiere interessate dalle operazioni di scavo e movimentazione terre, riconducibili sostanzialmente all'area dove sorgerà la nuova stazione.

Le aree di lavoro oggetto di specifica valutazione modellistica (sempre per la tratta Brin-Canepari) sono risultate le seguenti, messe a confronto con la tratta del prolungamento Canepari-Rivarolo:

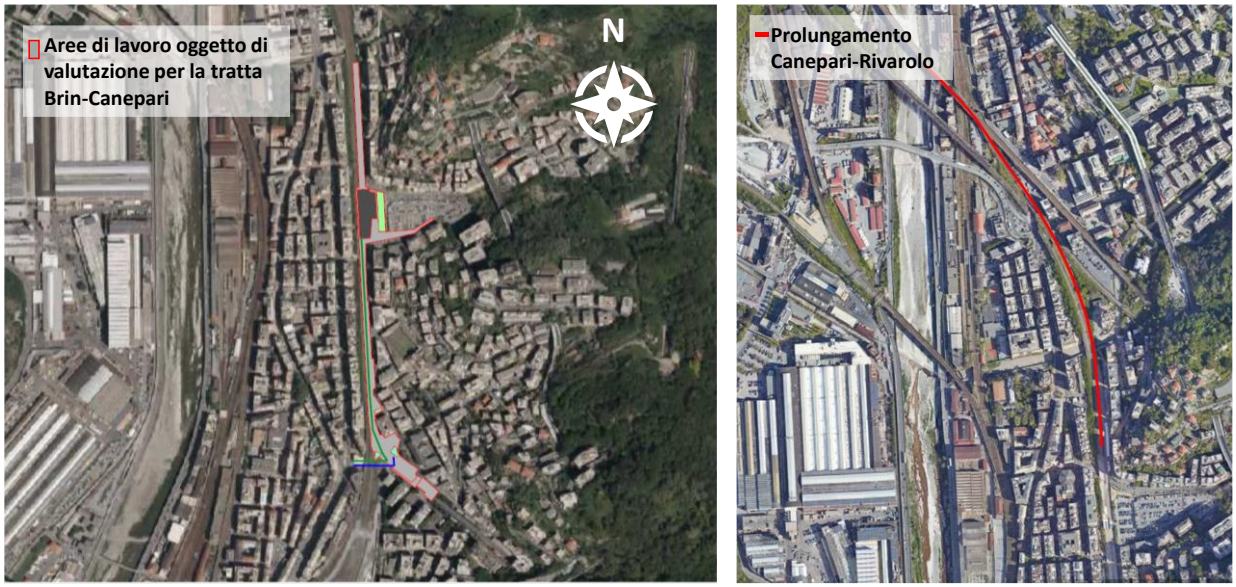


Figura 6.14: Individuazione delle aree di lavoro oggetto di valutazione della tratta Brin-Canepari; a destra, dettaglio del prolungamento Canepari-Rivarolo.

Stima dei fattori di emissione

Per la valutazione degli impatti in fase di esercizio dei cantieri il modello di riferimento (Brin-Canepari) si fonda sul Draft EPA dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente Statunitense (rif. http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/), il quale, nella sezione AP 42, Quinta Edizione, Volume I Capitolo 13 – "Miscellaneous Sources" Paragrafo 13.2 – "Introduction to Fugitive Dust Sources" presenta le seguenti potenziali fonti di emissione:

- Paved Roads: transito dei mezzi di cantieri sulla viabilità principale - rotolamento delle ruote sulle strade asfaltate (EPA, AP-42 13.2.1);
- Unpaved Roads: transito dei mezzi nell'ambito dell'area di cantiere e sulla viabilità non asfaltata di accesso al cantiere (EPA, AP-42 13.2.2);
- Heavy Construction Operations (EPA, AP-42 13.2.3);
- Aggregate Handling and Storage Piles: accumulo e movimentazione delle terre nelle aree di deposito e nel cantiere operativo (EPA AP-42 13.2.4);
- Wind Erosion: erosione del vento dai cumuli (EPA AP-42 13.2.5);
- Escavazione (EPA AP-11.9.2).

Per la presentazione dettagliata dell'applicazione del modello al caso di studio originario (inerente alla tratta Brin-Canepari), si rimanda all'Allegato 2.

Al fine di valutare l'impatto potenziale delle emissioni diffuse di polveri e inquinanti aerodispersi connesso al prolungamento della metropolitana di Genova nel tratto Canepari–Rivarolo, è stata adottata una procedura di stima basata sull'interpretazione e l'adattamento dei risultati modellistici disponibili per il tratto limitrofo Brin–Canepari.

In particolare, lo studio relativo alla tratta Brin–Canepari restituisce mappe isoconcentrazione in formato areale, da cui è possibile desumere la distribuzione spaziale dei livelli di concentrazione degli inquinanti considerati. Tale rappresentazione evidenzia un campo di ricaduta caratterizzato da una configurazione bilobata, coerente con la presenza di due principali poli emissivi localizzati in corrispondenza dei cantieri di Brin e di Canepari.

Poiché, per il tratto Canepari–Rivarolo, il quadro emissivo risulta invece riconducibile a una configurazione sostanzialmente unitaria, la distribuzione spaziale delle isoconcentrazioni è stata ricondotta a uno schema coerente con la nuova geometria di cantiere, mantenendo l'impostazione fisica e criteriale del risultato modellistico originario.

A tal fine, le isoconcentrazioni derivate dallo scenario Brin–Canepari sono state rielaborate in modo da rappresentare un'unica sorgente dominante, ottenendo una cartografia di impatto congruente con la localizzazione del cantiere di Canepari–Rivarolo e con il contesto insediativo ad esso immediatamente adiacente.

La successiva sovrapposizione della distribuzione isoconcentrazionale così definita alla cartografia di dettaglio degli edifici interferenti ha consentito di individuare i ricettori effettivamente esposti e di attribuire a ciascuno di essi un livello di concentrazione rappresentativo della relativa posizione all'interno delle fasce isoconcentrazione. I ricettori sono stati collocati in corrispondenza degli edifici realmente presenti nell'area di studio, così da garantire una lettura aderente alle condizioni espositive del contesto locale.

I valori di concentrazione associati ai singoli ricettori sono stati quindi desunti per interpolazione grafica dalle curve isoconcentrazione e dalla relativa legenda cromatica, secondo un criterio di classificazione spaziale coerente con il gradiente di impatto rappresentato nella mappa. Tale approccio consente di ottenere una stima mirata e sufficientemente robusta dell'esposizione potenziale presso i ricettori sensibili, mantenendo coerenza con la struttura dei risultati modellistici disponibili e con le specificità morfologiche e insediative del tratto in esame.

Nel complesso, la metodologia adottata fornisce un quadro valutativo tecnicamente solido, idoneo a rappresentare in modo affidabile l'ordine di grandezza e la distribuzione spaziale degli impatti attesi lungo il tratto Canepari–Rivarolo, con particolare riferimento ai ricettori maggiormente esposti.

La diversa conformazione morfologica e insediativa dei due ambiti comporta un comportamento diffusivo non sovrapponibile. Vedasi Figura 6.15. Il tratto Brin–Canepari si sviluppa infatti in un contesto più confinato, assimilabile a un canyon urbano a sezione sostanzialmente costante, con edificazione prossima al fronte di lavoro e con limitati margini laterali di dispersione. In tale configurazione, la ridotta ventilazione locale e la minore capacità di ricambio d'aria favoriscono fenomeni di accumulo e ristagno degli inquinanti, con conseguente incremento delle concentrazioni in prossimità dei ricettori, in particolare nelle condizioni meteoclimatiche sfavorevoli, quali gli episodi di stabilità atmosferica e inversione termica.

Al contrario, il tratto Canepari–Rivarolo presenta una geometria più aperta, con maggiore discontinuità del fronte edilizio e con una minore costrizione spaziale attorno al cantiere. Tale assetto favorisce una dispersione più efficiente del plume emissivo e una minore permanenza degli inquinanti in prossimità della sorgente. Ne consegue che, a parità di intensità emissiva, l'assetto morfologico di Canepari–Rivarolo risulta intrinsecamente meno penalizzante rispetto a quello della tratta Brin–Canepari sotto il profilo dell'esposizione potenziale dei ricettori.

In questo quadro, l'impiego dei risultati modellistici derivanti dalla tratta Brin–Canepari, opportunamente riorganizzati e trasferiti al contesto di Canepari–Rivarolo, costituisce un'impostazione cautelativa. Infatti, i livelli di concentrazione associati a un ambiente più confinato rappresentano una condizione tendenzialmente più gravosa rispetto a quella attesa nel tratto oggetto di studio, nel quale la maggiore apertura geometrica e la più favorevole diluizione atmosferica tendono a ridurre l'intensità dell'impatto al recettore. Pertanto, i valori stimati per Canepari–Rivarolo possono essere considerati ragionevolmente conservativi, in quanto ottenuti a partire da uno scenario di riferimento che presenta caratteristiche diffusionali più sfavorevoli e quindi potenzialmente sovrastimanti rispetto alle condizioni effettive del nuovo tratto.



Figura 6.15: Visuale aerea delle due tratte di prolungamento messe a confronto.

Nel successivo §6.2.1.1.4.4, dedicato alla presentazione dei risultati dell'analisi, si riportano le mappe di isoconcentrazione ottenute dal modello applicato alla tratta Brin-Canepari (dettaglio di tale studio agli Allegati 2 e 3) e la posizione dei ricettori, traslati e adattati in corrispondenza della tratta Canepari-Rivarolo.

6.2.1.1.4.3 Requisiti emissivi per macchine di cantiere ai sensi dei CAM Edilizia 2025 e confronto con le stime EPA AP-42

I Criteri Ambientali Minimi (CAM) per l'Edilizia 2025, di cui al Criterio 3.1.3, introducono requisiti cogenti in materia di emissioni in atmosfera per le macchine operatrici impiegate nei cantieri oggetto di appalti pubblici, stabilendo una progressione temporale vincolante. In particolare, per i cantieri il cui avvio è previsto a partire dal 1° gennaio 2026, le macchine mobili non stradali (NRMM) dotate di motore termico dovranno essere equipaggiate con propulsori conformi almeno alla Fase IV (Stage IV) ai sensi del Regolamento (UE) 2016/1628 e successive modificazioni. Successivamente, per i cantieri con avvio a partire dal 1° gennaio 2028, il requisito minimo sarà innalzato alla Fase V (Stage V), che rappresenta attualmente lo standard emissivo più restrittivo a livello mondiale per tale categoria di macchinari. È opportuno sottolineare che la cogenza di tali requisiti si applica a tutti i mezzi operanti in cantiere, inclusi escavatori, pale caricatrici, dumper, rulli compattatori e ogni altra macchina operatrice equipaggiata con motore a combustione interna.

Le stime delle emissioni in atmosfera derivanti dall'impiego di macchine operatrici di cantiere, qualora effettuate mediante i fattori di emissione contenuti nel documento EPA AP-42 (*Compilation of Air Pollutant Emission Factors*, Volume I, Fifth Edition), risultano significativamente sovrastimate rispetto alle emissioni reali attese in conformità ai requisiti imposti dai CAM. I fattori di emissione EPA AP-42, sviluppati principalmente sulla base di campagne di misura condotte su motori di generazioni tecnologiche antecedenti e privi di sistemi avanzati di post-trattamento dei gas di scarico, non riflettono le prestazioni emissive dei moderni propulsori conformi alle Fasi IV e V, i quali sono dotati di filtri antiparticolato (DPF), sistemi di riduzione catalitica selettiva (SCR) e catalizzatori ossidanti (DOC).

A titolo di confronto quantitativo, si riportano di seguito i limiti di emissione previsti dalle normative europee per motori di potenza compresa tra 56 e 130 kW, rappresentativi della maggior parte delle macchine operatrici di cantiere, raffrontati con i fattori di emissione tipici desumibili dalla documentazione EPA AP-42 per motori diesel non controllati:

Inquinante	EPA AP-42 (motori non controllati)	Fase IV (Stage IV)	Fase V (Stage V)
Particolato (PM)	0,3 – 0,9 g/kWh	0,025 g/kWh	0,015 g/kWh
Ossidi di azoto (NOx)	6 – 12 g/kWh	0,40 g/kWh	0,40 g/kWh
Monossido di carbonio (CO)	2 – 5 g/kWh	5,0 g/kWh	5,0 g/kWh
Idrocarburi (HC)	0,5 – 1,5 g/kWh	0,19 g/kWh	0,19 g/kWh

Dall'analisi dei dati riportati emerge che l'applicazione dei requisiti CAM comporta riduzioni emissive di assoluto rilievo rispetto alle stime ottenute mediante fattori EPA AP-42. Per i cantieri in avvio dal 2026, la conformità alla Fase IV determina una riduzione delle emissioni di particolato nell'ordine del 92-97% e degli ossidi di azoto nell'ordine del 93-97% rispetto ai valori stimabili con metodologia EPA. Per i cantieri in avvio dal 2028, la conformità alla Fase V determina un'ulteriore riduzione del particolato, con abbattimenti complessivi rispetto ai fattori EPA AP-42 nell'ordine del 95-98%, unitamente all'introduzione di un limite stringente sul numero di particelle ultrafini (PN), parametro non contemplato nelle fasi precedenti né nella metodologia EPA.

Si fa osservare che se l'abbattimento rispetto ai fattori EPA AP-42 è dell'ordine del 95%, il residuo è del 5% e questo comporta che i valori saranno 20 volte più bassi; dalla relazione 100/5=20. Analogamente se la riduzione è del 98%, i valori saranno 50 volte più bassi.

Ne consegue che l'impatto ambientale effettivo delle attività di cantiere, in termini di emissioni in atmosfera di inquinanti convenzionali, risulterà decisamente più contenuto rispetto a quanto emerge dalla valutazione basata esclusivamente sui fattori di emissione statunitensi. Le stime elaborate mediante EPA AP-42 non possono pertanto considerarsi rappresentative delle reali condizioni operative imposte dalla normativa vigente in materia di appalti pubblici e devono essere interpretate come scenari conservativi di massima, utili eventualmente ai soli fini di una valutazione cautelativa degli impatti, ma non idonei a descrivere le emissioni effettive di un cantiere operante in conformità ai CAM Edilizia 2025.

Si riporta di seguito una bibliografia essenziale sull'argomento:

- ✓ Pirjola, L., Rönkkö, T., Saukko, E., Parviainen, H., Malber, A., Hillamo, R., & Keskinen, J. (2017). Exhaust emissions of non-road mobile machine: Real-world and laboratory studies with diesel and HVO fuels. *Fuel*, 202, 154-164. DOI: 10.1016/j.fuel.2017.04.029
- ✓ Lewis, P., Rasdorf, W., Frey, H. C., Pang, S. H., & Kim, K. (2009). Requirements and incentives for reducing construction vehicle emissions and comparison of nonroad diesel engine emissions data sources. *Journal of Construction Engineering and Management*, 135(5), 341-351. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000008
- ✓ Frey, H. C., Rasdorf, W., & Lewis, P. (2010). Comprehensive field study of fuel use and emissions of nonroad diesel construction equipment. *Transportation Research Record*, 2158(1), 69-76. DOI: 10.3141/2158-09
- ✓ Abolhasani, S., Frey, H. C., Kim, K., Rasdorf, W., Lewis, P., & Pang, S. H. (2008). Real-world in-use activity, fuel use, and emissions for nonroad construction vehicles: A case study for excavators. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 58(8), 1033-1046. DOI: 10.3155/1047-3289.58.8.1033
- ✓ Giechaskiel, B., Lähde, T., Suarez-Bertoa, R., Clairotte, M., Grigoratos, T., Zardini, A., et al. & Martini, G. (2018). Particle number measurements in the European legislation and future JRC activities. *Combustion Engines*, 174(3), 3-16. DOI: 10.19206/CE-2018-301

6.2.1.1.4.4 Risultati dell'analisi

Ricettori discreti

Si sono presi a riferimento 7 ricettori, variamente distribuiti in prossimità della zona principale di sorgente emissiva. 7 sono anche i ricettori assunti nella restituzione tabellare degli esiti del modello della Brin-Canepari.

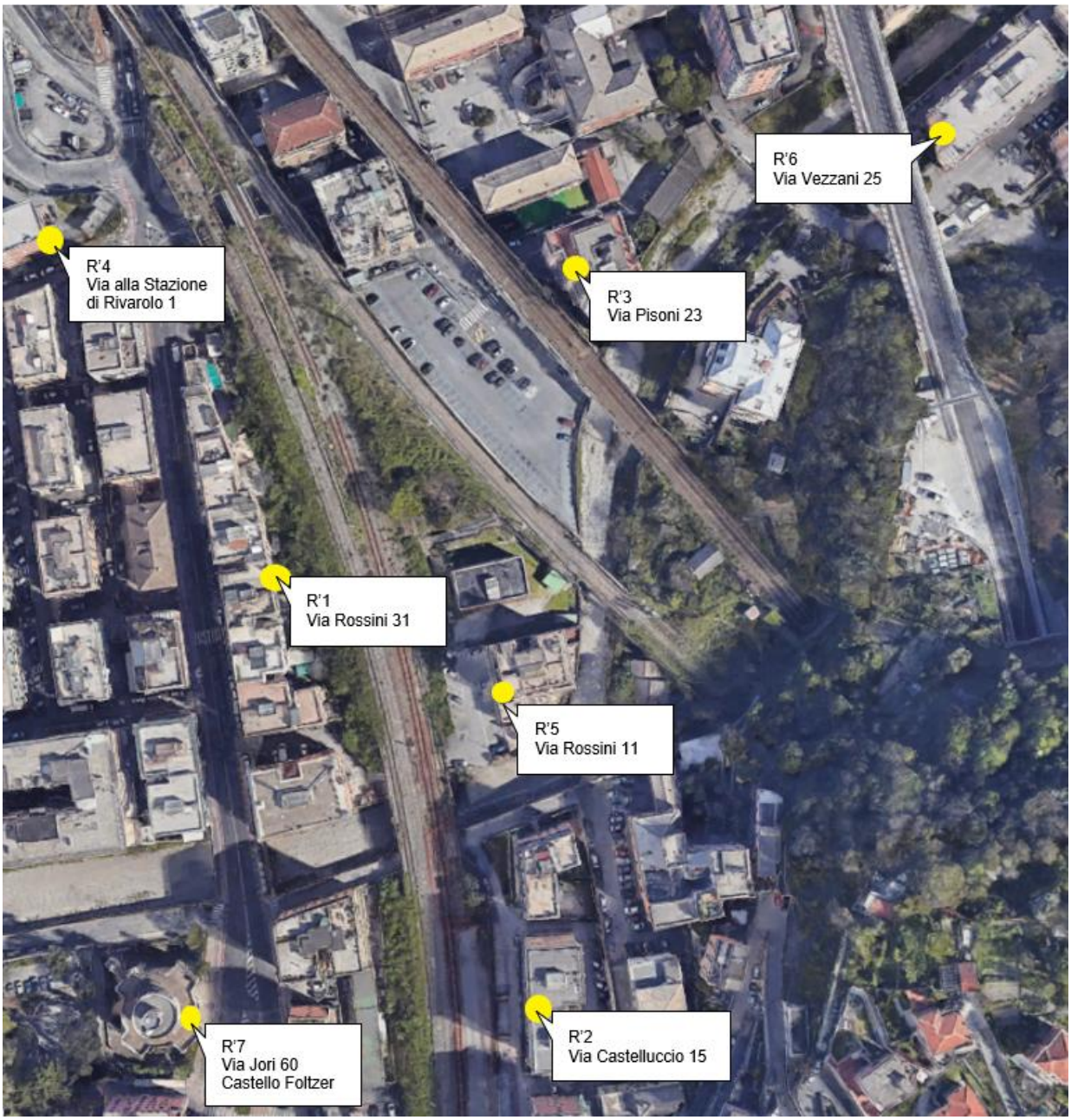


Figura 6.16: Posizione dei ricettori individuati per la restituzione tabellare dei risultati

La seguente tabella riporta i risultati delle analisi effettuate.

Tabella 6-29: Risultati delle stime di impatto della tratta Canepari-Rivarolo (da adattamento esiti della tratta Brin-Canepari).

Ricettore	NOx		PM_{10}	
	Media anno ($\mu g/m^3$)	99,8° percentile delle medie orarie ($\mu g/m^3$)	Media anno ($\mu g/m^3$)	90,4° percentile delle medie orarie ($\mu g/m^3$)
R'1	8,0	129,5	7,0	17,5
R'2	1,0	54,0	1,0	3,5
R'3	4,5	100,0	3,5	10,0
R'4	1,5	38,0	1,0	4,0
R'5	2,0	130,0	3,0	10,0
R'6	0,0	28,0	0,5	2,0
R'7	1,0	40,5	0,5	2,5

Dalle considerazioni sopra esposte, è possibile dedurre che i reali parametri di impatto a emissioni reali da 20 a 50 volte inferiori rispetto ai fattori qui calcolati. Per comprendere la ragione di questa osservazione si veda il calcolo riportato al § 6.2.1.1.4.3. Considerate anche le differenze di cantiere già esposte, i valori di impatto saranno ulteriormente più bassi.

Mappe di Isoconcentrazione

I risultati delle simulazioni effettuate per la stima della dispersione degli inquinanti in atmosfera legata alle attività di cantiere e di traffico indotto sono riportati nelle figure seguenti. Come anticipato, queste mappe sono il frutto della traslazione dei risultati ottenuti per la tratta Brin-Canepari e dei rispettivi ricettori, adattate alla geometria del prolungamento Canepari-Rivarolo.

Le mappe di concentrazione prodotte rappresentano la previsione delle concentrazioni per i parametri PM_{10}, in condizioni post-mitigazione e NOx. Nello specifico le mappe presentate riportano illustrano:

- Concentrazione media annua di PM_{10};
- Concentrazione media annua di NOx.

La stima deriva dall'analisi modellistica effettuata sulla tratta precedente.

Dalle analisi effettuate nella presente fase di progettazione, considerando la messa in opera delle misure di mitigazione previste (bagnatura delle piste di cantiere non pavimentate), è possibile affermare che per tutti i parametri inquinanti sono stati simulati dei livelli di concentrazione inferiori al limite di legge.

Per tutti i parametri, le concentrazioni massime stimate sono localizzate in corrispondenza delle aree di cantiere.

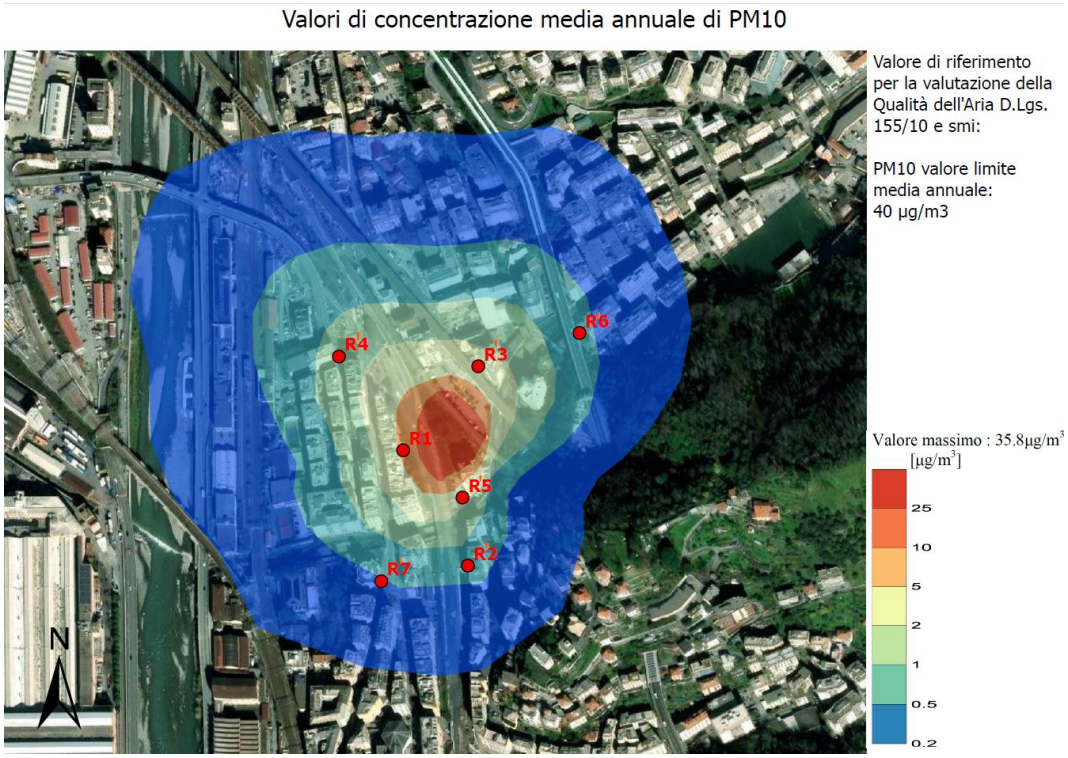


Figura 6.17: Valori di concentrazione media annuale di PM_{10}.

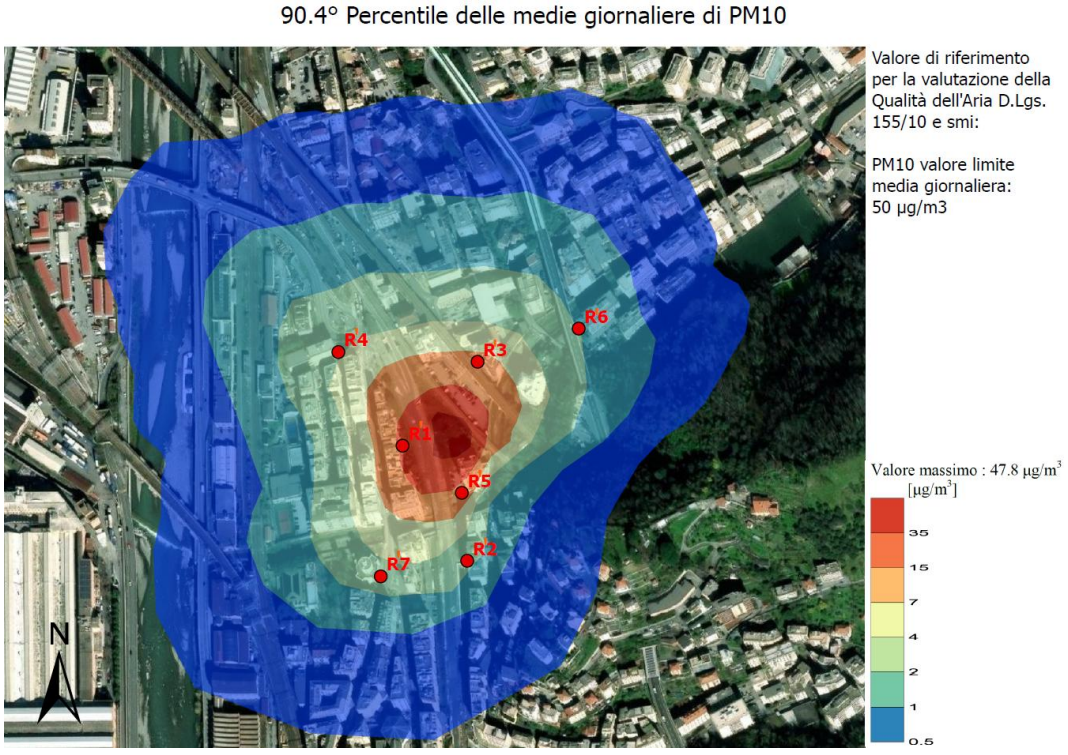


Figura 6.18: 90,4° percentile delle medie giornaliere di PM_{10}..

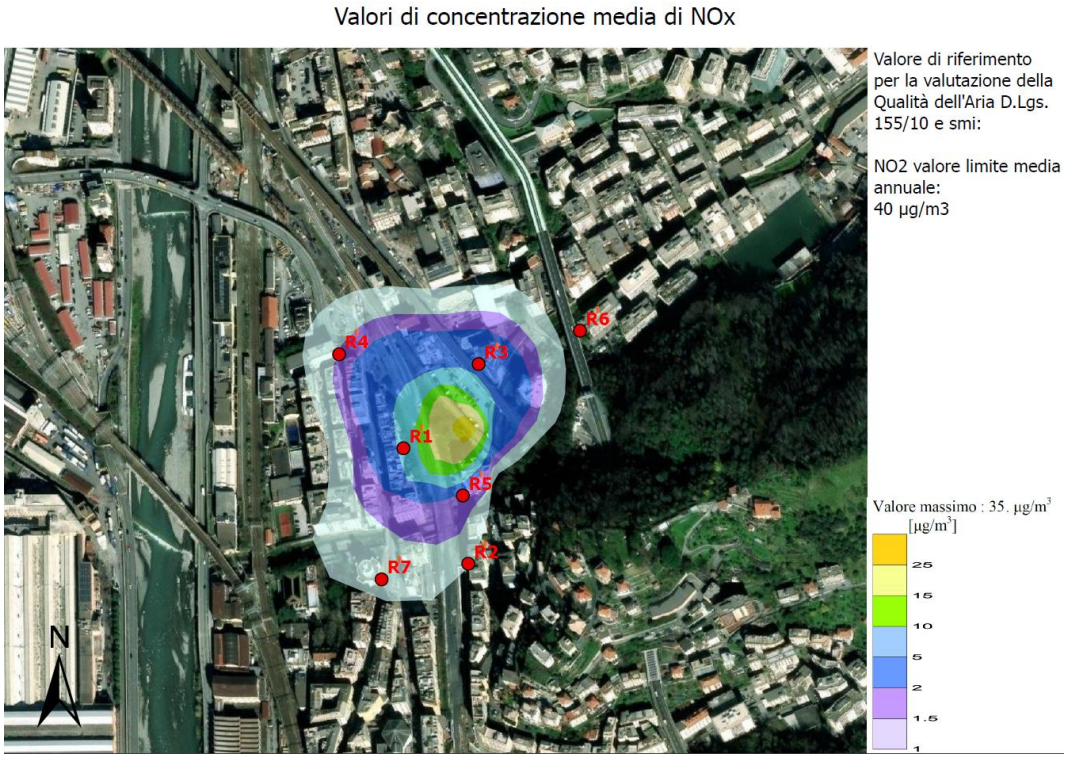


Figura 6.19: Valori di concentrazione media annuale di NOx.

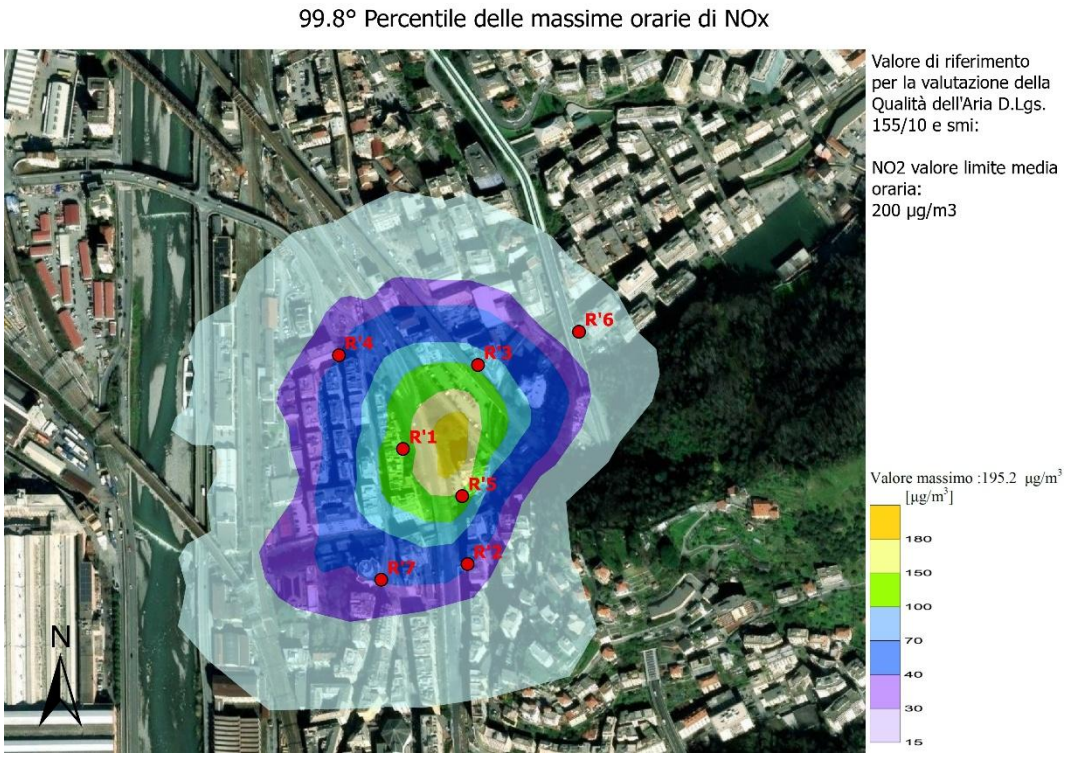


Figura 6.20: 99,8° percentile delle massime orarie di NOx..

Si riporta di seguito una tabella di sintesi degli impatti sul fattore atmosfera, con un'indicazione soggettiva sul livello di significatività.

6.2.1.1.5 Sintesi impatti in fase di cantiere sul fattore atmosfera

Tabella 6-30: Sintesi della significatività dell'effetto.

Tipologia di impatto	Diretto, indiretto, secondario	Breve, medio, lungo termine	Permanente, temporaneo	Uso di risorse naturali	Emissioni di inquinanti	Rischi per salute umana	Rischi per patrimonio culturale	Rischi per paesaggio	Rischi per l' ambiente	Impatti cumulativi con altri progetti	Impatti sul clima	Vulnerabilità ai cambiamenti climatici	Impatti derivanti da tecnologie e sostanze utilizzate	**Livello di significatività**
Emissioni polverulente	D	B	T	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	**2**
Emissioni di inquinanti gassosi	D	B	T	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	**2**

Se dal punto di vista del contesto localizzativo sussistono i presupposti per associare il caso in specie alla situazione che, in termini metodologici, è stata individuata come "critica", da quello dell'entità delle emissioni prodotte risulta possibile affermare che il contributo derivante dalle attività di cantierizzazione non sia in ogni caso rilevante.

6.2.1.1.6 Sistemi di controllo e abbattimento delle emissioni

Per il contenimento delle emissioni di polveri derivanti dalle attività di cantiere, si prevede l'adozione delle seguenti misure operative: bagnatura periodica delle superfici di cantiere non pavimentate e delle piste di transito dei mezzi d'opera, con frequenza modulata in funzione delle condizioni meteorologiche (temperatura, umidità relativa, ventosità) e dell'intensità delle lavorazioni; copertura dei carichi di materiale polverulento durante il trasporto su strada; limitazione della velocità dei mezzi all'interno delle aree di cantiere (tipicamente 20 km/h) per ridurre il risollevamento delle polveri depositate; pulizia delle ruote dei mezzi in uscita dal cantiere, ove necessario, per prevenire il trascinamento di materiale sulla viabilità pubblica.

Come già evidenziato nel paragrafo relativo ai fattori di mitigazione intrinseci, il cantiere Canepari-Rivarolo beneficia di condizioni operative che riducono significativamente le emissioni diffuse rispetto a cantieri convenzionali: l'assenza di cumuli di stoccaggio per carenza di spazio, la gestione diretta delle terre di scavo mediante carico immediato in big bags e l'esclusione dei camion dall'area di cantiere eliminano alcune delle principali sorgenti di emissione tipiche dei cantieri infrastrutturali.

Per quanto concerne le emissioni puntuali derivanti dai motori a combustione interna dei mezzi d'opera, si rimanda a quanto già esposto in altra parte del documento in merito ai requisiti introdotti dai Criteri Ambientali Minimi (CAM) per l'Edilizia 2025, Criterio 3.1.3. In sintesi, le macchine mobili non stradali (NRMM) impiegate in cantiere dovranno essere conformi almeno alla Fase IV (Stage IV) per cantieri con avvio dal 1° gennaio 2026, e alla Fase V (Stage V) per cantieri con avvio dal 1° gennaio 2028, ai sensi del Regolamento (UE) 2016/1628. Tali requisiti garantiscono riduzioni delle emissioni di particolato e ossidi di azoto nell'ordine del 92-98% rispetto ai fattori di emissione EPA AP-42 utilizzati nella stima modellistica qui impiagata rendendo l'impatto effettivo delle attività di cantiere decisamente più contenuto rispetto a quanto emerge dalle simulazioni condotte con approccio conservativo.

Ulteriori misure gestionali per il controllo delle emissioni dai mezzi d'opera comprendono: spegnimento dei motori durante le soste prolungate; manutenzione programmata dei mezzi secondo le specifiche del costruttore per garantire il mantenimento delle prestazioni emissive; preferenza, ove tecnicamente ed economicamente praticabile, per mezzi d'opera elettrici o ibridi per le attività compatibili con tali tecnologie.

Le attività di demolizione delle strutture esistenti (Viadotto Via Rossini, Cavalcavia Via Pisoni) rappresentano fasi particolarmente critiche per le emissioni di polveri. Per tali lavorazioni si prevede: impiego di tecniche di demolizione controllata con frantumazione progressiva; bagnatura continua delle strutture durante le operazioni di demolizione mediante sistemi a nebulizzazione; installazione di barriere antipolvere mobili a protezione dei ricettori più prossimi; programmazione delle attività di demolizione in condizioni meteorologiche favorevoli (assenza di vento forte).

6.2.1.1.7 Sintesi degli impatti cumulativi

Cantiere:

Per quanto riguarda l'impatto che la realizzazione dell'infrastruttura avrà in termini di produzione di emissioni e residui, è stata confrontata la situazione Ante-Operam secondo i dati a diposizione con i risultati delle simulazioni svolte con il modello sull'inquinamento prodotto durante il cantiere. In particolare, si sono confrontati gli scenari per i PM_{10} e per i NOx. Si sottolinea, tuttavia, come l'opera si inserisca in un territorio, la bassa Val Polcevera, che presenta già oggi livelli significativi di inquinamento atmosferico da traffico, in particolare sulle vie Rossini e Canepari.

La concentrazione media di PM_{10} rilevata nel 2023 nella stazione di Genova-Rivarolo-Cervetto è stata di 19 $\mu g/m^3$, mentre la simulazione (come dettagliato al §6.2.1.1.4.3) per i ricettori presi in esame prevede una concentrazione media annua di, nel più alto dei casi, 7,0 $\mu g/m^3$. Inoltre, la simulazione fornisce anche la stima del 99,8° percentile delle medie orarie che, nel caso più alto, prevede un valore di 17,5 $\mu g/m^3$, comunque inferiore alla concentrazione attuale.

La concentrazione media del biossido di azoto NO_2 rilevata nella stazione più prossima alla futura area di cantiere (Via Pastorino-Bolzaneto-Genova), secondo dati recenti, è 36 $\mu g/m^3$, mentre la simulazione per i ricettori presi in esame prevede una concentrazione media annua di ossidi di azoto (NOx, che comprende al suo intero anche il conteggio degli NO_2) di 8,0 $\mu g/m^3$, nel più alto valore dei ricettori simulati. Il valore della concentrazione media annua degli ossidi di azoto per il cantiere risulta quindi di un ordine di grandezza inferiore rispetto alla media annua registrata.

Si può considerare che per le grandezze indicative di PM_{10} e NOx, non vi è contenuto aggiuntivo significativo a causa dell'attività di cantiere rispetto all'inquinamento del contesto, se non per una bassa percentuale.

Inoltre, si sottolinea nuovamente come il modello Calpuff utilizzato per ottenere queste stime, restituisca valori pari dalle 20 alle 50 volte superiori rispetto alle concentrazioni reali che si potranno avere in conseguenza dell'applicazione dei CAM, come dettagliato ai §§ 6.2.1.1.4.3 e 6.2.1.1.4.4.

Per valutare l'effetto del traffico e, dunque, delle emissioni cumulative dei mezzi pesanti dovuti alle attività del cantiere sull'inquinamento dell'aria del sito e nelle aree limitrofe, si è fatto un confronto tra la situazione del traffico attuale e il numero presunto di camion che transiteranno in entrata ed uscita dal cantiere. Grazie ad AMT, che cortesemente ha fornito i dati di simulazioni di traffico in zona, è stato possibile stimare i flussi di traffico nelle vie limitrofe all'area di cantiere, prendendo come riferimento un giorno tipo feriale nel periodo invernale. Sono emerse due categorie di vie: a traffico elevato (Via al Ponte Polcevera, Via Rossini) e ridotto (Via Durazzo Pallavicini, Via Vezzani). Per le considerazioni in esame, si sono considerate le vie più trafficate che vedono, in media, il transito di circa 6.600 veicoli (considerata la somma delle tre tipologie moto, auto e mezzi pesanti) nel periodo diurno (dalle ore 06:00 alle ore 22:00) e 800 veicoli nel periodo notturno (dalle ore 22:00 alle ore 06:00).

Le valutazioni sul traffico dei mezzi di cantiere si sono basate sulle stime dei volumi di materiale per le fasi di scavo (riconducibili ai camion in uscita dal sito) e per le fasi di costruzione (riconducibili ai camion in ingresso per l'approvvigionamento di materiale al cantiere). Tali stime sui volumi sono esplicitate nella Relazione di Sostenibilità dell'opera (elaborato P0_SIAM_AMB_R_002), al § 5.1. Per affinare la previsione sulla frequenza di transito dei camion, si è analizzata la suddivisione delle lavorazioni da cronoprogramma, considerando anche se l'attività è stata programmata per essere svolta in periodo notturno oppure diurno (si veda Tabella 6-31). Le considerazioni sono state cautelative, ipotizzando che i camion previsti per portare il materiale via dal cantiere vi arrivino vuoti e, viceversa, che i camion per l'approvvigionamento di materiale da costruzione lascino il sito vuoti. Si stima, dunque, che per le attività pianificate durante il giorno l'afflusso dei camion al cantiere sarà di circa 16 unità al giorno, mentre per le attività che dovranno necessariamente svolgersi durante il periodo notturno, l'afflusso sarà di circa 10 camion a notte.

Tabella 6-31: Attività del cronoprogramma considerate per la stima del traffico dei mezzi pesanti (per il cronoprogramma completo si veda l'elaborato P0_CSCN_CAN_D_022_1).

ID	Task Name	Duration days	Day/Night	IN/OUT *
13	Realizzazione rampa da via Duria	3	D	IN
14	Realizzazione rampa da lato nord Torrente Torbella	10	D	IN
27	Bonifica amianto e rimozione binari, traversine e ballast (parzialmente in notturno)	31	D/N	OUT
31	Esecuzione manufatto a spinta via Rossini	80	D	IN
41	Palificazione perimetrale corpo stazione	15	D	IN & OUT
45	Palancole e scavo rampa di collegamento da Terrapieno a via Pisoni	10 **	D	OUT
48	Movimenti terra pera deguamento del rilevato alla nuova linea, senza interferenza ferroviaria	15	D	OUT
49	Completamento scavi rilevato zona Torbella con interruzione prolungata linea COCIV	5	N	OUT
56	Adeguamento spalle e appoggi e rinterri	60	D	IN
63	Avanzamento del rustico tratto Torbella-Rivarolo e rinterri, senza interessamento terminal	65	D	IN
68	Demolizione (in notturno)	4	N	OUT
69	Adeguamento spalle e appoggi (parzialmente in notturno)	70	D/N	IN
72	Realizzazione sovrastrutture	10	D	IN
84	Adeguamento spalle e appoggi a monte (parzialmente in notturno con sottofase 4c)	70	D/N	IN
88	Adeguamento spalle e appoggi a valle (parzialmente in notturno con sottofase 4c)	70	D/N	IN
90	Montaggio struttura in situ	40	D	IN
154	COMPLETAMENTO LINEA	570	D/N	IN

* IN = attività di costruzione | OUT = attività di scavo

IN (costruzione) days	**OUT** (scavo) days
1063	80

Nr. camion **constr.**	Nr. camion **scavo**
5.710	3.765

Numeri basati sulla stima dei materiali per costruzione e da scavo

Camion/gg	**Camion/gg**
5	47

Media camion/gg	**26**

Si assume come suddivisione delle attività

Day	**Night**
60%	40%

Camion/Day	**Camion/Night**
16	**10**

** L'attività prevede 20 giorni ma ai fini della stima della sola fase di scavo, si considerano 10 giorni.

N.B.: stima conservativa poiché si assume che ogni camion per costruzione arrivi al cantiere pieno e se ne vada vuoto e viceversa

Confrontando queste medie con le medie dei flussi di traffico attuali, risulta una bassa incidenza dell'attività di cantiere sul traffico dell'area: nel periodo diurno, infatti, il traffico aggiuntivo di mezzi pesanti è circa lo 0,2%, mentre nel periodo notturno dell'1,3%.

L'incremento di traffico di mezzi pesanti stimato per lo scenario in esame risulta pari all'1,3% rispetto alle condizioni ordinarie. Ai fini della stima dell'incremento di concentrazione degli inquinanti associabile a tale variazione, sarebbe

necessario disporre di due informazioni preliminari: la quota percentuale attuale di mezzi pesanti presente nel traffico complessivo e i relativi fattori emissivi riferiti a tale componente veicolare. Tali dati non risultano tuttavia disponibili con sufficiente dettaglio per il caso in esame.

In assenza di tali informazioni, si può quindi adottare un approccio cautelativo, assumendo che l'incremento del traffico pesante si traduca in un incremento proporzionale e diretto del carico emissivo locale. In tale ottica, la stima ottenuta può essere considerata prudenziale, poiché tende a rappresentare una condizione di impatto potenzialmente superiore rispetto a quella effettivamente attesa, soprattutto in considerazione del fatto che i mezzi pesanti costituiscono normalmente solo una frazione del traffico totale e non esauriscono il contributo emissivo complessivo della circolazione veicolare.

Per le lavorazioni previste in periodo diurno, potrebbero anche esserci dei picchi che potrebbero portare al transito di 50 camion al giorno, che rimane, comunque, un valore molto limitato rispetto al traffico già in essere nella zona e, inoltre, come già specificato, il transito dei mezzi di cantiere non avverrà nelle ore di punta. Infine, per quanto riguarda le lavorazioni di scavo in periodo notturno, si specifica che un escavatore ha un rendimento di circa 22 m^3/h (anche considerando che il materiale in esubero deve essere confezionato e sigillato nelle big bag per le ragioni organizzative dettagliate di seguito) e, dunque, considerato che un camion ha circa capienza 15 m^3, la frequenza di mezzi in uscita non sarà superiore a 1,5 camion/h portando ad un valore di 12 camion a notte, molto prossimo a quello ottenuto con la stima effettuata tramite il cronoprogramma (Tabella 6-31). Si considera dunque trascurabile l'impatto cumulativo per le emissioni derivanti del transito dei mezzi pesanti dovuti al cantiere.

Si esclude che possa esserci un effetto congiunto per l'aggiunta di polveri aerodisperse dal transito dei mezzi pesanti provenienti dall'area di cantiere: questa criticità potrebbe verificarsi nel caso in cui i camion transitassero su aree non asfaltate. Nel caso in esame, per necessità organizzative legate all'ottimizzazione degli spazi, il movimento delle terre non può essere fatto agevolmente direttamente sul camion, bensì un mezzo di sollevamento provvederà a caricare sul camion destinato all'uscita dal cantiere il materiale di scavo all'interno di big bag, opportunamente sigillate. Il camion, in attesa di essere caricato, stazionerà in area impermeabilizzata e asfaltata. In questo modo ci sarà un doppio beneficio: da un lato le ruote del mezzo pesante non entreranno in contatto con la superficie polverosa del cantiere rischiando di disperdere poi polveri lungo la strada, dall'altro non vi sarà il rischio di dispersione di polveri del materiale trasportato lungo il tragitto, in quanto le big bag saranno sigillate.

Nel contesto dell'intervento in oggetto, sull'area interessata sono previsti, nel prossimo futuro, ulteriori cantieri oltre a quelli specifici del progetto, in particolare:

- ✓ il cantiere del Consorzio Collegamenti Integrati Veloci COCIV, relativo alle opere infrastrutturali potenziamento del nodo ferroviario genovese di competenza RFI;
- ✓ il cantiere per la messa in sicurezza del rio Maltempo, comprendente fra l'altro la sistemazione dell'alveo del tratto terminale del torrente Torbella nel quale lo scolmatore del rio Maltempo recapiterà le portate di piena.

Ai fini della valutazione del rischio di sovrapposizione dei cantieri e del conseguente cumulo degli impatti dovuti alle emissioni in atmosfera, si riportano di seguito le previsioni al momento attuale.

Coordinamento con il cantiere COCIV

Attualmente il cantiere ferroviario occupa i sedimi ferroviari necessari per il prolungamento della metropolitana da Canepari a Rivarolo e le aree per la relativa cantierizzazione. In merito alla potenziale sovrapposizione temporale delle lavorazioni, si evidenzia che nel maggio 2025 è stato sottoscritto uno specifico accordo con RFI, committente dell'opera ferroviaria, in base al quale:

- ✓ i cantieri per la costruzione della metropolitana non potranno in ogni caso essere avviati prima dell'attivazione del cosiddetto "Ultimo miglio", opera inclusa nel progetto di potenziamento del nodo ferroviario genovese insistenti sull'area interessata dalla tratta metropolitana Canepari-Rivarolo,
- ✓ tale vincolo temporale rimane valido anche in presenza di modifiche o slittamenti delle tempistiche del cantiere ferroviario,
- ✓ la liberazione dell'area da parte del cantiere COCIV è condizione necessaria per l'impostazione e l'avvio delle lavorazioni del cantiere metropolitano.

L'accordo del maggio 2025 attualmente è in fase di ridefinizione; tuttavia, l'impostazione sopra descritta non potrà in ogni caso subire modifiche. Pertanto, si può affermare che, dal punto di vista gestionale e temporale, non sussiste rischio di sovrapposizione operativa tra il cantiere COCIV e il cantiere della metropolitana nella medesima area. Ne consegue che non è ipotizzabile, per questa porzione di territorio, una contemporanea presenza di sorgenti emissive legate ai due cantieri, tale da determinare una somma significativa di emissioni inquinanti in atmosfera.

Cantiere per la messa in sicurezza del rio Maltempo e sistemazione del torrente Torbella

Il cantiere relativo alla messa in sicurezza del rio Maltempo, con interventi connessi sull'alveo del torrente Torbella, prevede, tra le principali lavorazioni, lo scavo di una galleria scolmatrice e le conseguenti attività connesse alla gestione dei materiali di risulta. Attualmente si prevede la seguente articolazione operativa:

- ✓ lo scavo della galleria genererà una significativa quantità di terre e rocce da scavo. Tali materiali verranno provvisoriamente depositati nell'area del parcheggio di via Pisoni, individuata quale zona di deposito temporaneo;
- ✓ la successiva rimozione dei materiali avverrà mediante transito di mezzi d'opera che percorreranno l'alveo del torrente Torbella, per pochi metri fino alla prima area di deposito temporaneo di terre, localizzata nel parcheggio Pisoni; da quel punto in poi i materiali verranno trasferiti al destino finale attraverso le strade urbane e interurbane;
- ✓ inoltre è previsto, nelle fasi iniziali del cantiere, l'escavo dell'alveo del torrente Torbella al fine di ribassare la quota di fondo alveo asportando il materiale di sovralluvionamento; tale materiale verrà rimosso percorrendo l'alveo del Torbella fino all'area di conferimento.

Le attività descritte risultano intrinsecamente associate a emissioni di inquinanti in atmosfera (in particolare materiale particolato, polveri diffuse da movimentazione terra, emissioni da scarico dei mezzi di cantiere, ecc.) e possono essere classificate come operazioni potenzialmente pulverolente e impattanti dal punto di vista della qualità dell'aria in prossimità del cantiere. Tuttavia, le tempistiche di esecuzione attualmente previste consentono di escludere la sovrapposizione tra tali lavorazioni e l'avvio del cantiere metropolitano.

Infatti, l'avvio del cantiere della metropolitana non potrà in ogni caso avvenire prima dell'autunno 2027, in considerazione delle tempistiche di disponibilità delle aree a seguito dell'attivazione dell'Ultimo Miglio ferroviario (ad oggi prevista a giugno 2027) e di quelle connesse alle fasi di appalto integrato, aggiudicazione, stipula contratto, progettazione esecutiva e cantierizzazione della tratta metropolitana Canepari-Rivarolo.

Di conseguenza, considerato che sulla base delle informazioni disponibili ad oggi:

- ✓ il completamento delle attività più impattanti del cantiere Maltempo dal punto di vista emissivo, in particolare della fase di scavo galleria e di escavo dell'alveo con trasporto dei materiali è previsto entro il mese di luglio 2027;
- ✓ alla data prevista di avvio del cantiere metropolitano, le lavorazioni del cantiere rio Maltempo/Torbella aventi maggiore impatto emissivo risulteranno concluse,
- ✓ non si determina una concomitanza tra le fasi di massima emissione delle due iniziative,
- ✓ non si configura un effetto cumulativo rilevante sulle concentrazioni di inquinanti in atmosfera derivante da eventuale sovrapposizione temporale dei cantieri.

Resta inteso che eventuali aggiornamenti dei cronoprogrammi operativi dovranno essere presi in carico dall'Appaltatore in fase di progetto esecutivo, quando saranno definiti gli allineamenti temporali tra i diversi interventi (sia quelli già noti, sia altri che verranno eventualmente attivati in futuro); le sovrapposizioni potranno essere valutate e gestite mediante adeguate misure di coordinamento e, se necessario, di ulteriore mitigazione degli impatti atmosferici oltre a quelle già proposte.

Esercizio:

In relazione alla fase di esercizio del prolungamento tranviario, gli studi dell'analisi costi-benefici sulla viabilità svolti dal Comune di Genova, prevedono che ci sarà una riduzione del traffico automobilistico nell'ora di punta pari allo

0,6% nell'area di studio. Per dettagli, vedasi il documento "Istanza per accesso alle risorse destinate al Trasporto Rapido di Massa ad Impianti Fissi", sviluppato in fase DOCFAP. Tale diminuzione, seppur contenuta, comporta un effetto positivo in termini di qualità dell'aria, con una riduzione della generazione di polveri e degli inquinanti atmosferici associati al traffico privato.

Nel contesto del cumulo con altri progetti presenti nel medesimo ambito territoriale, si ritiene che l'esercizio della metropolitana non contribuisca affatto all'aggravamento delle pressioni ambientali legate alla qualità dell'aria, ma al contrario possa favorire un miglioramento delle condizioni emissive complessive.

Nell'esercizio della metropolitana non vengono sviluppati inquinanti da combustione. Eventualmente, potrebbe esserci la generazione di qualche polvere legata al movimento e frenata dei convogli (partenza e frenata). La presenza delle barriere acustiche e la completa copertura della stazione consentono, anche se non appositamente studiate per tale scopo, il contenimento a terra delle polveri eventualmente sollevate.

6.2.1.2 Modifica delle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento acustico e vibrazionale

Per queste tipologie di emissioni vedasi il documento n. P0_SIAM_AMB_R_003.

In aggiunta a quanto riportato nel dettaglio in tale documento, è opportuno in questa sede ricordare che il rispetto dei limiti di impatto si avrà a condizione che si esegua la realizzazione delle mitigazioni in modo corretto in coerenza con quanto progettato e che queste siano mantenute negli anni in perfetta efficienza.

Inoltre, il collaudo a opera terminata (monitoraggio post-operam) ha lo scopo di accertare il rispetto dei limiti di legge. In caso supero dovranno essere poste in opera ulteriori mitigazioni acustiche allo scopo di rientrare nei limiti nel più breve tempo possibile.

6.2.1.2.1 Sintesi degli effetti cumulativi

Tabella 6-32: Sintesi della significatività dell'effetto.

Tipologia di impatto	Diretto, indiretto, secondario	Breve, medio, lungo termine	Permanente, temporaneo	Uso di risorse naturali	Emissioni di inquinanti	Rischi per salute umana	Rischi per patrimonio culturale	Rischi per paesaggio	Rischi per l' ambiente	Impatti cumulativi con altri progetti	Impatti sul clima	Vulnerabilità ai cambiamenti climatici	Impatti derivanti da tecnologie e sostanze utilizzate	**Livello di significatività**
Modifica delle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento acustico (dimensione costruttiva)	D	B	T	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	**3**
Modifica delle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento acustico (dimensione operativa)	D	L	P	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	**2**
Modifica delle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento vibrazionale (dimensione costruttiva)	B	B	T	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	**2**
Modifica delle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento vibrazionale (dimensione operativa)	D	L	P	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	**1**

6.2.1.3 Produzione di rifiuti e di terre da scavo

Per queste tipologie di emissioni vedasi i documenti n. P0_SIAM_AMB_R_006 e P0_SIAM_AMB_R_007.

Si rimarca in questa sede un aspetto peculiare di questo progetto: il progetto prevede che una parte importante del materiale (circa il 90%) sia materiale buono che possa essere riutilizzato esternamente al cantiere (come sottoprodotto) o internamente. Quindi, circa il 90% del materiale terrigeno scavato non sarà rifiuto. Purtroppo, però lo stato specifico del progetto non consente di produrre un Piano di Utilizzo completo e finito (elemento chiave per un regime di riutilizzo), ma alcuni aspetti dovranno necessariamente essere fissati da parte dell'Appaltatore. Dettagli approfonditi riguardanti questa specificità sono trattati nel doc. n. P0_SIAM_AMB_R_007.

6.2.1.3.1 Sintesi degli effetti cumulativi

Tabella 6-33: Sintesi della significatività dell'effetto.

Tipologia di impatto	Diretto, indiretto, secondario	Breve, medio, lungo termine	Permanente, temporaneo	Uso di risorse naturali	Emissioni di inquinanti	Rischi per salute umana	Rischi per patrimonio culturale	Rischi per paesaggio	Rischi per l' ambiente	Impatti cumulativi con altri progetti	Impatti sul clima	Vulnerabilità ai cambiamenti climatici	Impatti derivanti da tecnologie e sostanze utilizzate	**Livello di significatività**
Produzione di rifiuti	I	L	P	NO	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	**3**

6.2.1.4 Consumo di suolo

Come definito in letteratura e segnatamente da ISPRA nell'edizione 2018 del rapporto "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici", «il consumo di suolo è un fenomeno associato alla perdita di una risorsa ambientale fondamentale, dovuta all'occupazione di superficie originariamente agricola, naturale o seminaturale»[4]. In tal senso, nel citato documento, «il consumo di suolo è, quindi, definito come una variazione da una copertura non artificiale (suolo non consumato) a una copertura artificiale del suolo (suolo consumato)».

Al fine di comprendere i termini nei quali si sostanzi il fenomeno in esame, occorre ricordare che il suolo, essendo composto da una componente abiotica, ossia i diversi minerali che lo compongono, e da una componente biotica, rappresentata dalle differenti specie di organismi viventi che lo popolano, è un sistema complesso nel quale le due succitate componenti interagiscono continuamente. Il coprire il suolo con materiale impermeabilizzante, ossia il variarne la copertura da non artificiale ad artificiale, comporta la compromissione della componente biotica e, con essa, dei servizi ecosistemici da questo offerti, quali – a titolo esemplificativo - il supporto ed il sostentamento per la componente biotica, e l'assorbimento della CO_2.

In considerazione dei tempi estremamente lunghi necessari alla sua produzione, il suolo può essere considerato come una risorsa non rinnovabile e scarsa.

Stante quanto premesso, nel caso di un'opera infrastrutturale, il consumo di suolo dipende dall'occupazione di suolo determinata dall'impronta a terra dell'opera stessa, che quindi costituisce il fattore causale attraverso il quale si sostanzia l'artificializzazione della copertura del suolo. In tal senso, l'effetto in esame è ascrivibile alla dimensione Fisica.

Considerato che, nel caso delle infrastrutture lineari di trasporto, tale fenomeno è intrinseco alla tipologia di opera in quanto, per loro stessa logica, queste necessariamente interessano aree che, per la maggior parte del tracciato di progetto se non per la sua totalità, sono classificabili come "suolo non consumato", rispetto a tale generalizzata situazione, un parametro che può concorrere a determinare l'entità del consumo di suolo è stato identificato nella loro localizzazione rispetto ad altre opere infrastrutturali preesistenti.

Le ragioni di tale scelta discendono dal fatto che l'andamento del progetto in questione è complanare al tracciato ferroviario esistente. Tale situazione comporta una significativa riduzione dell'entità del suolo occupato dalla sede del tracciato, in virtù del fatto che buona parte dell'opera riprende l'andamento plano-altimetrico esistente.
I fattori che definiscono detto parametro risultano quindi i seguenti:

- ✓ Fattore di progetto: Impronta altimetrica e planimetrica del progetto
- ✓ Fattore di contesto: Presenza di assi infrastrutturali

****

[4] Op. cit. par. 1.2 "Uso, copertura e consumo di suolo"

Stante quanto premesso, situazioni di criticità potrebbero avvenire laddove non vi siano condizioni di sovrapposizione e/o tangenza ad assi infrastrutturali preesistenti.

Operativamente si è proceduto all'analisi della carta dell'uso del suolo aggiornata al 2024 regionale (cfr Figura 6.21).

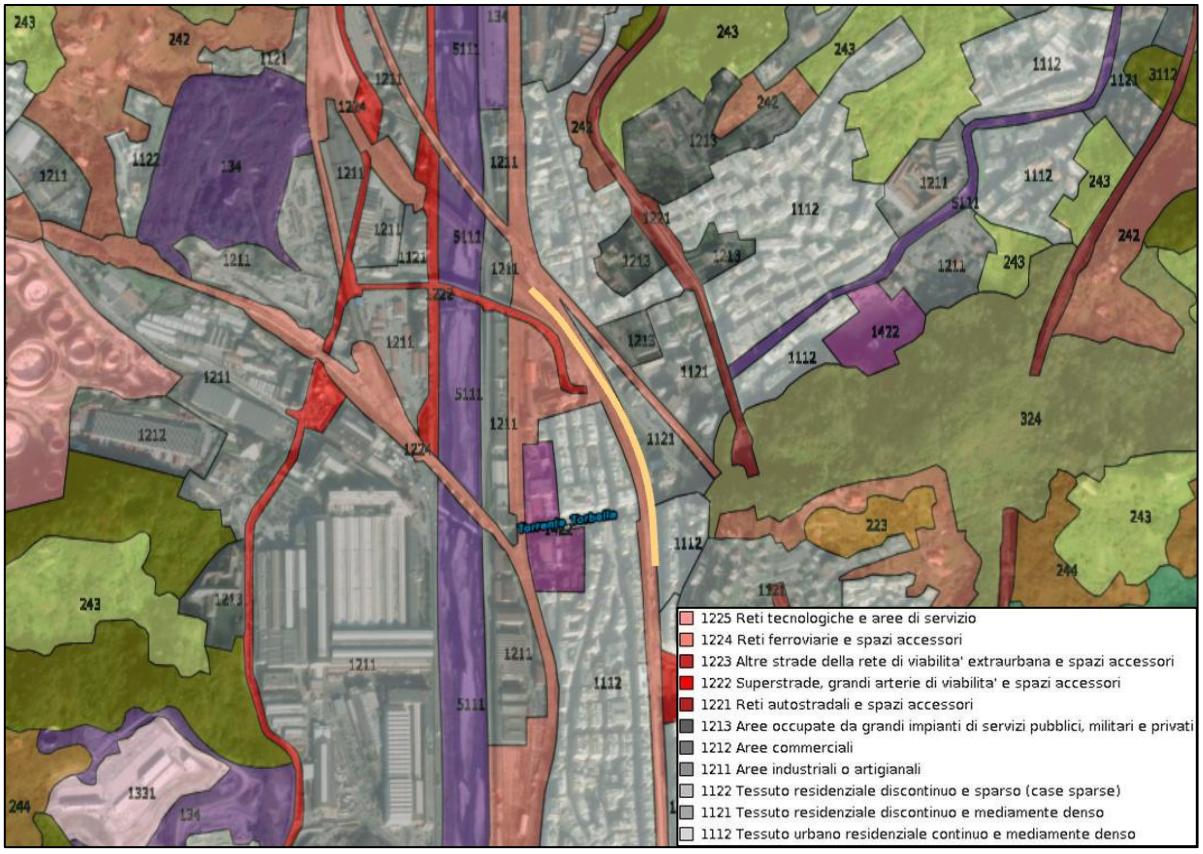


Figura 6.21: Stralcio uso del suolo ed. 2024 (Geoportale Regione Liguria).

Per quanto attiene al caso in specie, il tracciato in progetto insiste in parte su aree dedicate alla rete ferroviaria e agli spazi accessori, in parte in aree di tessuto residenziale. In particolare, l'ingombro della stazione Rivarolo ricade per circa 410 mq nel perimetro delle "reti ferroviarie e spazi accessori" e circa 1520 mq in un "tessuto residenziale discontinuo e mediamente denso". Quest'ultimo, tuttavia, pur essendo classificato come tale secondo la Carta dell'Uso del Suolo, come si osserva dall'ortofoto è costituito da un'area ricoperta da verde spontaneo e attualmente inutilizzata (v. Figura 6.22).

6.2.1.4.1 Sintesi degli effetti cumulativi

L'opera occupa principalmente aree attualmente in disuso e che costituiscono un ex rilevato ferroviario. Occorre osservare che l'opera si presenterà in adiacenza al pre-esistente rilevato che è stato oggetto dell'intervento COCIV. Pertanto, l'intervento per il prolungamento della metropolitana, per quanto riguarda il consumo di suolo, si pone in aggiunta all'intervento COCIV, ma in continuità logica e strutturale con esso.



Figura 6.22: Stazione Rivarolo: ortofoto e sovrapposizione dell'ingombro alla Carta dell'Uso del Suolo.

Appena a sud della stazione, lo slittamento del vecchio binario comporta un'ulteriore occupazione di "tessuto residenziale discontinuo e mediamente denso" di circa 600 mq, costituito principalmente dal parcheggio dell'edificio che si trova in adiacenza al tracciato (v. area tratteggiata in Figura 6.23). Tale slittamento occuperà due aree lato nord e sud del Torrente Torbella, rispettivamente circa 150 mq e 84 mq. Infine, il tratto terminale del prolungamento occuperà un'area sul piazzale di Via Duria a nord della linea di circa 50 mq (si veda Figura 6.23).



Figura 6.23: Occupazione di suolo da parte dei binari dalla stazione Rivarolo alla spalla del ponte (a sinistra) e sul piazzale di Via Duria (a destra).

L'opera nel suo complesso, dunque, ricade per la quasi totalità sull'impalcato ferroviario esistente attualmente in disuso, con l'eccezione delle aree sopra dettagliate. La somma della superficie occupata al di fuori dell'ex impalcato, ammonta a circa 885 mq. Sul totale della superficie areale dell'opera che ammonta a circa 4.300 mq, le aree sopra menzionate incidono per il solo 20% e non costituiscono aree di particolare pregio.

Stante quanto descritto e considerato che, in termini generali, il tracciato della linea metropolitana si sviluppa in buona parte in aree già urbanizzate (quindi già prive del terreno di scotico), il rischio di interferenza connesso all'asportazione del terreno vegetale necessaria per la preparazione delle aree di cantiere è pressoché nullo.

Nel corso delle lavorazioni un potenziale rischio sono eventuali sversamenti accidentali di fluidi inquinanti da mezzi d'opera o da depositi di materiali che possono compromettere la qualità di porzioni di suolo. Gli inquinanti potenziali ricorrenti sono il gasolio per rifornimento, gli oli e grassi lubrificanti e le vernici.

Il rifornimento di gasolio delle macchine operatrici (in linea e cantiere) sarà effettuato con mezzi idonei. Nei principali cantieri verranno posizionati dei kit di pronto intervento, contenenti panne assorbenti e altro materiale idoneo a contenere, fermare e riassorbire almeno parzialmente lo sversamento.

Per evitare sversamenti durante le operazioni di manutenzione delle macchine, verranno utilizzate vasche di contenimento o altro sistema idoneo, da porre in corrispondenza dei punti di manutenzione. Inoltre, i contenitori di oli lubrificanti saranno posizionati, a loro volta, su vasche di contenimento a tenuta stagna.

Per maggiori dettagli in relazione al rischio di sversamenti nel suolo e alla conseguente gestione si rimanda al documento di "Piano di gestione dei materiali e delle terre e rocce da scavo" doc. n. P0_SIAM_AMB_R_006.

Per ultimo, l'opera in progetto in teoria potrebbe comportare ingenti cambiamenti alla morfologia dei luoghi con le sue parti d'opera, ma, in considerazione del carattere densamente edificato del contesto di intervento, del numero limitato delle demolizioni previste e poiché la nuova tratta di metropolitana per la maggior parte della sua estensione insiste sull'esistente manufatto ferroviario oggi in abbandono, l'impatto del nuovo progetto con la morfologia dei suoli risulta assente.

La tabella di sintesi seguente analizza qualitativamente gli effetti dell'opera sul fattore ambientale suolo, relativamente al rischio associato all'asportazione del terreno di scotico, al rischio associato allo sversamento di liquidi inquinanti e alla modifica delle condizioni morfologiche.

Tabella 6-34: Sintesi della significatività dell'effetto.

Tipologia di impatto	Diretto, indiretto, secondario	Breve, medio, lungo termine	Permanente, temporaneo	Uso di risorse naturali	Emissioni di inquinanti	Rischi per salute umana	Rischi per patrimonio culturale	Rischi per paesaggio	Rischi per l' ambiente	Impatti cumulativi con altri progetti	Impatti sul clima	Vulnerabilità ai cambiamenti climatici	Impatti derivanti da tecnologie e sostanze utilizzate	**Livello di significatività**
asportazione del terreno di scotico	D	B	T	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	**1**
sversamento di liquidi inquinanti	D	B	T	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	**2**
modifica condizioni morfologiche	D	L	P	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	**1**

6.2.2 Interazione con beni e fenomeni ambientali

6.2.2.1 Sottrazione o alterazione di habitat e biocenosi

L'effetto in esame è determinato dalle attività di approntamento delle aree di cantiere fisso e di quelle di cantiere lungo linea, e precisamente dalle operazioni di taglio ed eradicazione della vegetazione, condotte contestualmente allo scotico del terreno.

La durata e la reversibilità di detto effetto mutano a seconda che si considerino le aree di cantiere e la porzione di quelle espressamente funzionali alla realizzazione delle opere, e la superficie di impronta a terra di queste ultime; se nel primo caso, l'attuazione di interventi di ripristino vegetazionale rendono tale effetto potenzialmente reversibile e, come tale, temporaneo, nel secondo questo è irreversibile e continuativo. Ancorché l'azione di progetto all'origine di

detto effetto sia esplicata in fase di cantiere e, secondo la logica di analisi adottata nel presente documento, questo risulti conseguentemente ascrivibile alla dimensione Costruttiva, in ragione di tale diversa durata degli effetti, nella presente analisi si è fatto riferimento unicamente a quelli a carattere definitivo, ossia alla sottrazione di habitat e biocenosi conseguente all'area di ingombro dell'opera in progetto.

A fronte di tale preliminare delimitazione del campo di indagine, il parametro sulla base del quale è stata condotta la stima della significatività degli effetti attesi è stato identificato nella natura del contesto localizzativo del tracciato ferroviario di progetto. I fattori che concorrono alla definizione di detto parametro sono stati individuati nei seguenti termini:

- ✓ Fattore progettuale: Come premesso, il fattore di progetto è stato individuato nell'ingombro a terra dell'opera in progetto.
- ✓ Fattore di contesto: In considerazione delle finalità attribuite al presente documento, il fattore di contesto preso in esame è stato identificato nelle aree a vegetazione naturale, intendendo con esse sia le aree boscate che quelle caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea

Dal punto di vista operativo, sulla base delle informazioni contenute nella Carta dell'uso suolo del 2024 regionale, in cui non si evidenziano interferenze con aree a copertura vegetale, sono stati condotti approfondimenti consultando le cartografie relative alla biodiversità, e nello specifico, la carta della Biodiversità – habitat rete natura 2000 e la carta della Biodiversità – Rete ecologica, redatte e aggiornate sul potale istituzionale dall'Osservatorio della Biodiversità della Regione Liguria, al fine di identificare tutte quelle situazioni nelle quali l'impronta a terra dell'opera in progetto possa interessare delle aree con vegetazione naturale.



Figura 4-14: A destra Biodiversità-habitat Natura 2000, a sinistra il confronto con la carta della Biodiversità– Rete ecologica, aggiornate al 2008 e tuttora in vigore (Geoportale Regione Liguria).

Avendo assunto tale circostanza come rappresentativa della situazione critica, la stima della significatività degli effetti è stata operata considerandone la sua incidenza rispetto all'intera estensione dell'opera in progetto.

Con riferimento al caso in esame, è evidente come nell'area interessata dalla tratta in progetto non vi siano aree caratterizzate da biocenosi rilevanti. Di fatti l'area più prossima a quella dell'intervento è caratterizzata da tessuti residenziali e spazi accessori alle reti ferroviarie.

Ciò detto, taglio ed eradicazione della vegetazione non è operazione totalmente assente in questo progetto, ma nei fatti solo relativa a piccole aree di vegetazione spontanea, localizzate dove sorgerà la stazione Rivarolo del prolungamento della metropolitana.

Inoltre, le piante in quell'area sono tutte di basso fusto, spontanee e principalmente rovi, tra cui Smilax Aspera, un rampicante spinoso infestante, sviluppato anche fino a 2-3 m di altezza. Uniche due eccezioni: due piante alte ca. 4 m; una un pino silvestre e l'altra un tiglio. Tali piante dovranno necessariamente essere abbattute.

In relazione alla fauna, l'area è caratterizzata da presenza di animali tipici del tessuto urbano: gatti domestici, topi e cinghiali. Pertanto, la cesura introdotta dalla infrastruttura non fa altro che ridurre il movimento e la diffusione di tali animali non graditi.

In ragione di quanto sopra riportato e considerato rispetto alla tipologia di effetto in esame, questo è di fatto solo compensabile, per quanto concerne la stima degli effetti può considerarsi assente.

Tabella 6-35: Sintesi della significatività dell'effetto.

Tipologia di impatto	Diretto, indiretto, secondario	Breve, medio, lungo termine	Permanente, temporaneo	Uso di risorse naturali	Emissioni di inquinanti	Rischi per salute umana	Rischi per patrimonio culturale	Rischi per paesaggio	Rischi per l' ambiente	Impatti cumulativi con altri progetti	Impatti sul clima	Vulnerabilità ai cambiamenti climatici	Impatti derivanti da tecnologie e sostanze utilizzate	**Livello di significatività**
Sottrazione di habitat e biocenosi	D	L	P	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	**2**

6.2.2.1.1 Sintesi degli effetti cumulativi

Nulla da osservare.

6.2.2.2 Modifica degli usi in atto del territorio

L'effetto considerato riguarda la modifica del quadro degli usi in atto conseguente alla cantierizzazione delle opere in progetto, dimensione Costruttiva, ed alla presenza dei nuovi manufatti. Nello specifico, per quanto concerne gli effetti in fase di cantierizzazione, questi sono legati all'occupazione di aree per la localizzazione dei cantieri fissi e per la realizzazione delle opere in progetto (Aree di lavoro). Essendo detta occupazione esclusivamente legata alla fase di realizzazione ed essendo previsto, al suo termine, il ripristino dei luoghi allo stato ex ante, detti effetti hanno una durata temporanea ed un carattere reversibile. Inoltre, è da osservare che tutte le aree di cantiere previste insistono su ambiti già ora impermeabilizzati.

Relativamente alla dimensione Fisica, la modifica degli usi in atto deriva dalla presenza fisica dei nuovi manufatti, ossia dall'impronta a terra del corpo del tacciato e delle opere connesse.

In considerazione della durata temporanea e del carattere reversibile degli effetti legati alla fase di cantierizzazione, nonché in ragione della logica assunta alla base del presente documento, anche in questo caso, si è centrata l'analisi sugli effetti connessi all'opera terminata e in esercizio.

In tale ottica, dal punto di vista metodologico, il parametro assunto ai fini della stima della significatività degli effetti attesi è stato identificato nella natura del contesto di localizzazione dell'opera in progetto e, in particolare, nei seguenti fattori:

- ✓ Fattore progettuale
  - Il fattore di progetto è stato individuato nell'ingombro a terra dell'opera in progetto.
- ✓ Fattore di contesto
  - In ragione delle specificità dell'effetto considerato, si è ritenuto necessario prendere in considerazione due distinti fattori.
  - Il primo di detti fattori, in coerenza con la logica di lavoro adottata e, pertanto, come nei casi precedenti, concerne un aspetto del contesto interessato dall'opera in progetto al quale, in ragione dell'effetto indagato, è stata riconosciuta una particolare significatività, che, nel caso specifico, è stata riconosciuta alle aree verdi urbane, ossia alle aree a verde attrezzato.
  - Il secondo fattore, a differenza dal criterio di prassi utilizzato, fa riferimento ad un esito dell'opera in progetto, essendo stato identificato nelle aree residuali, ossia in quelle aree che, per l'appunto a seguito dell'opera in progetto, divengono di fatto inaccessibili o non più utilizzabili.

In ragione di tale strutturazione del parametro di analisi, la situazione critica è stata riconosciuta nell'interessamento da parte dell'impronta dell'opera in progetto di aree verdi urbane e nella creazione di aree residuali.

Operativamente, la verifica della presenza di aree verdi urbane è stata condotta e la creazione di aree residuali, anche in questo caso, mediante la consultazione della Carta dell'uso del suolo regionale aggiornata al 2024. Il confronto dello stato attuale del quadro degli usi in atto sul territorio è stato fatto con quanto previsto dal Piano Urbanistico comunale vigente al fine di verificare possibili incongruenze tra la realizzazione dell'opera e le previsioni di Piano, quindi gli approvati del territorio.

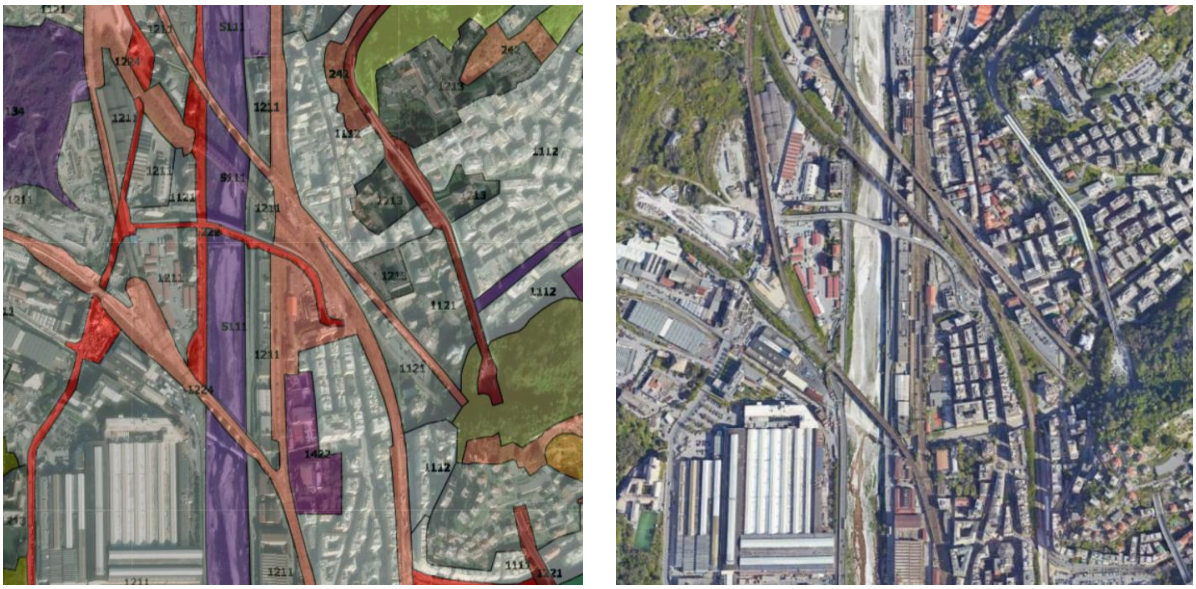


Figura 6.24: Confronto dettaglio Carta dell'Uso del suolo 2024 (Geoportale Regione Liguria) e foto aerea Google Earth 2025.

Entrando nel merito del caso in esame, il confronto tra la cartografia redatta e l'immagine aerea, in ragione della localizzazione del prolungamento del tracciato in progetto, complanare alla linea ferroviaria esistente, oggi dismessa, insieme alla localizzazione della fermata Rivarolo, non comporti alcuna modifica degli usi in atto. Di fatto non si riscontra la presenza di aree verdi urbane o di spazi pubblici in generale che potrebbero subire modificazioni o compromissione nell'essere fruite.

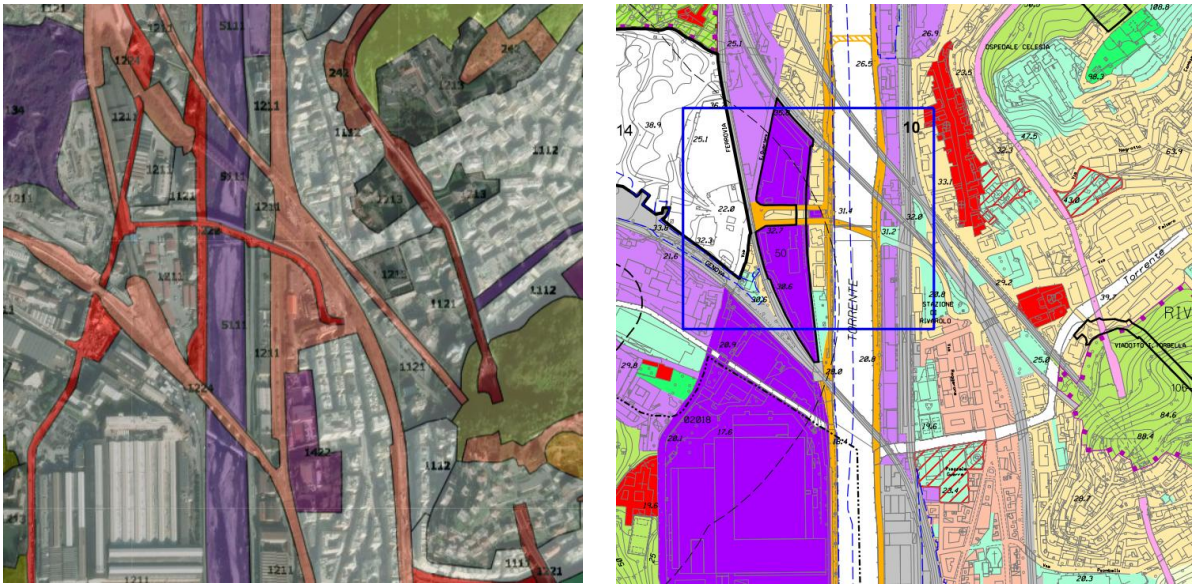


Figura 6.25: Confronto dettaglio Carta dell'Uso del suolo 2024 (Geoportale Regione Liguria) e Uso approvato del territorio (Piano Urbanistico Comunale – Genova).

Dal confronto della cartografia inerente agli usi in atto del territorio, siano questi consolidati o approvati dallo strumento, si evince che il progetto in esame non comporti alcuna modifica in tal senso. Di fatti, l'intervento rientra nell'ambito delle previsioni per le infrastrutture.

In considerazione del carattere densamente edificato del contesto di intervento e del numero limitato delle demolizioni previste, tale ultima circostanza non è stata considerata rilevante ai fini della stima dell'entità degli effetti.

In considerazione di quanto premesso, nonché del fatto che l'opera in progetto, per la maggior parte della sua estensione insiste sull'esistente manufatto ferroviario oggi in abbandono, l'effetto in questione può considerarsi trascurabile (S1).

Tabella 6-36: Sintesi della significatività dell'effetto.

Tipologia di impatto	Diretto, indiretto, secondario	Breve, medio, lungo termine	Permanente, temporaneo	Uso di risorse naturali	Emissioni di inquinanti	Rischi per salute umana	Rischi per patrimonio culturale	Rischi per paesaggio	Rischi per l' ambiente	Impatti cumulativi con altri progetti	Impatti sul clima	Vulnerabilità ai cambiamenti climatici	Impatti derivanti da tecnologie e sostanze utilizzate	**Livello di significatività**
Modifica degli usi in atto	D	L	P	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	**1**

6.2.2.2.1 Sintesi degli effetti cumulativi

Rispetto a questa particolare interazione con i beni ambientali, le conclusioni che è possibile trarre relativamente agli effetti cumulativi ricalcano nella sostanza quanto detto con riferimento al consumo di suolo (§ 6.2.1.4.1).

6.2.2.3 Modifica della struttura del paesaggio e del paesaggio percettivo

L'effetto in esame fa riferimento alla distinzione, di ordine teorico, tra le due diverse accezioni a fronte delle quali è possibile considerare il concetto di paesaggio e segnatamente a quella intercorrente tra "strutturale" e "cognitiva".

In breve, muovendo dalla definizione di paesaggio come «una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni»[5]:

- ✓ l'accezione strutturale centra la propria attenzione sugli aspetti fisici, formali e funzionali,
- ✓ mentre quella cognitiva è rivolta a quelli estetici, percettivi ed interpretativi[6].

Per quanto concerne il primo punto si intende l'effetto derivante dall'introduzione di elementi di strutturazione del paesaggio, quali per l'appunto quelli derivanti dalla presenza del corpo stradale ferroviario e/o dalle opere di attraversamento. In tal senso, la dimensione di analisi presa in esame è stata esclusivamente quella Fisica.

Per quanto il secondo punto, questo può essere a sua volta intesa sotto differenti profili. Tralasciando il profilo estetico, in quanto specificatamente riferibile ad un'opera di architettura, per quanto concerne i restanti due, ossia quelli percettivo ed interpretativo, questi fanno riferimento a due distinte modalità di fruizione del paesaggio:

- ✓ una fruizione di tipo fisico, nella quale l'organo attraverso il quale avviene la percezione è l'occhio,
- ✓ ed una tipo concettuale, in cui il quadro scenico fisicamente percepito è interpretato attraverso la mente che interpreta l'immagine e le attribuisce un significato.

I termini nei quali un'opera può determinare una variazione di tali due distinte tipologie di fruizione del paesaggio consistono, da un lato, nella modifica delle condizioni percettive e, dall'altro, in quella del paesaggio percettivo.

- ✓ Condizioni percettive: la variazione della percezione determinata dall'opera in progetto si esplica essenzialmente in un'intrusione visiva; in altri termini, la presenza dell'opera può determinare il parziale o totale nascondimento del quadro scenico fruibile nella situazione ex ante. Su questo aspetto, assume particolare rilevanza l'introduzione delle barriere acustiche, ora assenti in ragione del fatto che il rilevato su cui insiste l'opera appartiene a una ferrovia abbandonata da anni.
- ✓ Paesaggio percettivo: questo attiene agli esiti prodotti dall'eventuale variazione delle condizioni percettive in termini di interpretazione dell'immagine percepita, in tal senso, l'analisi del paesaggio percettivo indagata come la sottrazione al quadro scenico di quegli elementi occultati dalla presenza dell'opera in progetto, possa variarne il significato. Tale aspetto non rappresenta tuttavia l'unico profilo preso in considerazione dall'analisi del paesaggio percettivo, in quanto il suo ambito di indagine si allarga alla considerazione dell'insieme dei rapporti di tipo concettuale tra osservatore e quadro scenico, con ciò considerando anche le categorie della coerenza morfologica, formale e funzionale. In conclusione, la modifica del paesaggio percettivo può essere definita in termini di deconnotazione, a sua volta intesa come perdita di identità di un luogo, conseguente alla presenza dell'opera in progetto. Su questo aspetto, è opportuno rilevare come l'intervento, agendo su una struttura ferroviaria esistente, non cambia di fatto l'identità del luogo.

In entrambi i casi questi discendono dalla presenza dell'opera in progetto e, pertanto, sono riconducibili alla sua dimensione fisica.

Entrando nel merito delle modalità di analisi attraverso le quali sono stati identificati e stimati gli effetti in questione, stati le differenze tra loro intercorrenti, è stato ritenuto necessario adottare una specifica metodica per ognuno di essi.

Nello specifico, per quanto attiene alla modifica della struttura del paesaggio, il parametro di analisi sulla scorta del quale è stata definita la significatività dell'effetto in esame è stato identificato nella localizzazione dell'opera rispetto ad assi infrastrutturali esistenti. Conseguentemente, i fattori considerati sono stati i seguenti:

- Fattore di progetto: Opera in progetto, a prescindere dalla tipologia infrastrutturale
- Fattore di contesto: Presenza di assi infrastrutturali

****

[5] "Convenzione europea del paesaggio" art. 1 "Definizioni", ratificata dall'Italia il 09 Gennaio 2006

[6] Per approfondimenti: Giancarlo Poli "Verso una nuova gestione del paesaggio", in "Relazione paesaggistica: finalità e contenuti" Gangemi Editore 2006

L'assenza di condizioni di prossimità tra l'opera in progetto ed assi infrastrutturali è da assumersi quale situazione critica in quanto, in tal caso, è possibile ritenere che l'intervento potrebbe costituire un nuovo elemento di strutturazione del paesaggio e, come tale, comportarne la modifica della struttura. Come ovvio, detta circostanza, nel caso specifico, non si applica.

Per quanto attiene agli aspetti percettivi, rispetto alle due tipologie di effetti precedentemente indicate, modifica delle condizioni percettive e modifica del paesaggio percettivo, l'attenzione è stata centrata in modo specifico su tale ultima tipologia: paesaggio percettivo.

Il parametro rispetto al quale è stata condotta l'individuazione e stima degli effetti potenziali è stato individuato nella natura del contesto di localizzazione dell'opera, leggendolo rispetto ai seguenti fattori:

- Fattore di progetto: Opera in progetto, a prescindere dalla tipologia infrastrutturale
- Fattore di contesto: Presenza di aree che in ragione del loro particolare pregio sotto il profilo paesaggistico, culturale e/o naturale, possono essere considerate come a valenza identitaria.

In tale senso, sono state considerate come tali le aree oggetto di tutela paesaggistica in esito a provvedimenti dichiarativi, i centri storici ed edifici di interesse culturale dichiarato, le aree protette (aree naturali protette e aree della Rete Natura 2000). Come già detto altrove in questo documento, l'intervento non interessa alcuna area protetta. In relazione a manufatti a carattere storico-testimoniale, sebbene l'area di intervento ne presenti alcuni anche molto prossimi (es. Palazzo Foltzer, Palazzo Fieschi, Villa Pallavicini) l'intervento non altera, né dal punto di vista fisico né da quello concettuale, lo stato attuale percettivo di tali edifici, in quanto l'accessibilità visiva rimane inalterata. Peraltro, già ora abbastanza deteriorata in ragione della particolare concentrazione nell'area di infrastrutture ferroviarie.

Come noto, per quanto attiene al caso in specie, per quanto espressamente riguarda la modifica della struttura del paesaggio l'opera si inserisce in quel brano di città afferente al paesaggio delle infrastrutture.

Il tracciato in progetto si configura come l'estensione di uno dei segni che hanno modellato il contesto paesaggistico. Le infrastrutture in generale e le linee ferroviarie in particolare svolgono un ruolo morfogenetico di elementi strutturanti del paesaggio e delle strutture urbane e territoriali ai quali sono suscettibili di conferire nuove valenze simboliche, materiali e organizzative[7].



Figura 6.26: Contesto paesaggistico.

Per quanto invece concerne la modifica del paesaggio percettivo, in considerazione della natura dell'intervento che consiste nel prolungamento di un tracciato esistente, è ragionevole affermare che l'infrastruttura acquisisce sempre

****

[7] Ambrosini, G., & Berta, M. (Eds.). (2004). Paesaggi a molte velocità: infrastrutture e progetto del territorio in Piemonte. Meltemi Editore srl.

più un'immagine a sé stante. Gli iconemi percepiti constano di microiconemi seriali e ripetuti quali i binari, i rilevati, le linee di trazione elettrica, in buona sostanza gli stessi che costituiscono gli elementi in progetto.

L'unico iconema aggiunto ex-novo che modifica il paesaggio percettivo consiste nelle barriere acustiche, che di fatto portano ad alterare la percezione e anche la visibilità degli spazi al di fuori di quelli privati. Tale elemento, però, costituisce una conseguenza necessaria al fine di contenere l'impatto da rumore. La modifica del paesaggio percettivo risulta più critica per le residenze che affacciano direttamente sull'opera e per i piani bassi dei caseggiati. Per questo motivo, nell'ambito del progetto l'amministrazione comunale ha avviato l'iter "PRIS" al fine di definire le misure di indennizzo per i soggetti impattati dall'opera, fino all'eventuale esproprio, come misura estrema.

Al di là delle barriere acustiche, è da segnalare anche la presenza della stazione che, essendo più alta delle barriere risulta un altro elemento visivamente impattante. Occorre osservare, però, la differenza sostanziale fra copertura di stazione e barriere a copertura della linea: mentre la prima è posizionata in prossimità delle finestre delle abitazioni, le barriere hanno caratteristiche di prossimità più significative.

Altro elemento importante da considerarsi in relazione all'impatto visivo, consiste nel fatto che, superata la stazione muovendosi verso nord, la linea progressivamente scende incuneandosi tra la linea regionale e la linea COCIV, la quale, invece, sulla stessa tratta ha una livelletta in salita. Questo comporta che metà del prolungamento della linea sia nascosta alle residenze, anche quelle più vicine.

Stante quanto detto, l'effetto in esame, considerato nella sua globalità, ossia con riferimento alla modifica della struttura del paesaggio e del paesaggio percettivo, è stato stimato moderatamente significativo.

Tabella 6-37: Impatti sul fattore paesaggio.

Tipologia di impatto	Diretto, indiretto, secondario	Breve, medio, lungo termine	Permanente, temporaneo	Uso di risorse naturali	Emissioni di inquinanti	Rischi per salute umana	Rischi per patrimonio culturale	Rischi per paesaggio	Rischi per l' ambiente	Impatti cumulativi con altri progetti	Impatti sul clima	Vulnerabilità ai cambiamenti climatici	Impatti derivanti da tecnologie e sostanze utilizzate	**Livello di significatività**
Modifica della struttura del paesaggio	D	L	P	NO	NO	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO	NO	**3**

6.2.2.3.1 Sintesi degli effetti cumulativi

Come detto, l'elemento principale di impatto per questa categoria è costituito dalle barriere acustiche, che comunque sono un elemento strutturale ineliminabile in ragione degli obiettivi di contenimento dell'impatto da rumore. Queste barriere fanno cumulo con le altre analoghe previste nell'ambito del progetto COCIV limitrofo; progetto che sarà completato prima dell'avvio dell'intervento per la metropolitana. Le barriere previste per quest'ultima saranno poste in adiacenza a quelle di COCIV e risulteranno più basse. Le barriere COCIV sono muri verticali alti 7,30 m, mentre le barriere previste per la tratta metropolitana sono curve a costituire un tunnel continuo, e nel punto di colmo sono alte 4,70 m. L'esito complessivo presenterà una doppia fila di barriere con quelle di COCIV prevalenti dal punto di vista visivo, perché non sagomate e svettanti sopra al tunnel acustico della metropolitana per 2,6 m. Questo comporterà che, sul lato di via Rossini (lato ovest) le barriere COCIV saranno le uniche a essere viste. Sul lato opposto, soprattutto dai piani alti delle case, l'impatto visivo prevalente sarà comunque quello delle barriere COCIV, in ragione della maggiore altezza. Si riportano due visuali di fotosimulazioni: dalla prospettiva rialzata di Passo Torbella (Figura 6.27) e dal punto più alto pubblico calpestabile accessibile, ossia dal cavalcavia sul Polcevera (Figura 6.28).



Figura 6.27: Fotoinserimento dell'opera – visuale da Passo Torbella.



Figura 6.28: Fotoinserimento dell'opera – visuale da Via al Ponte Polcevera.

6.2.2.4 Modifica della viabilità

La modifica alle condizioni attuali della viabilità riguarderà esclusivamente la fase di cantiere. Come mostrato nello stralcio della planimetria riguardante le modifiche alla viabilità nei pressi delle aree di cantiere riportato in Figura 6.29, l'interferenza più critica si concentrerà all'angolo tra Via Rossini e Via Pisoni, dove sarà situato l'ingresso principale del cantiere.

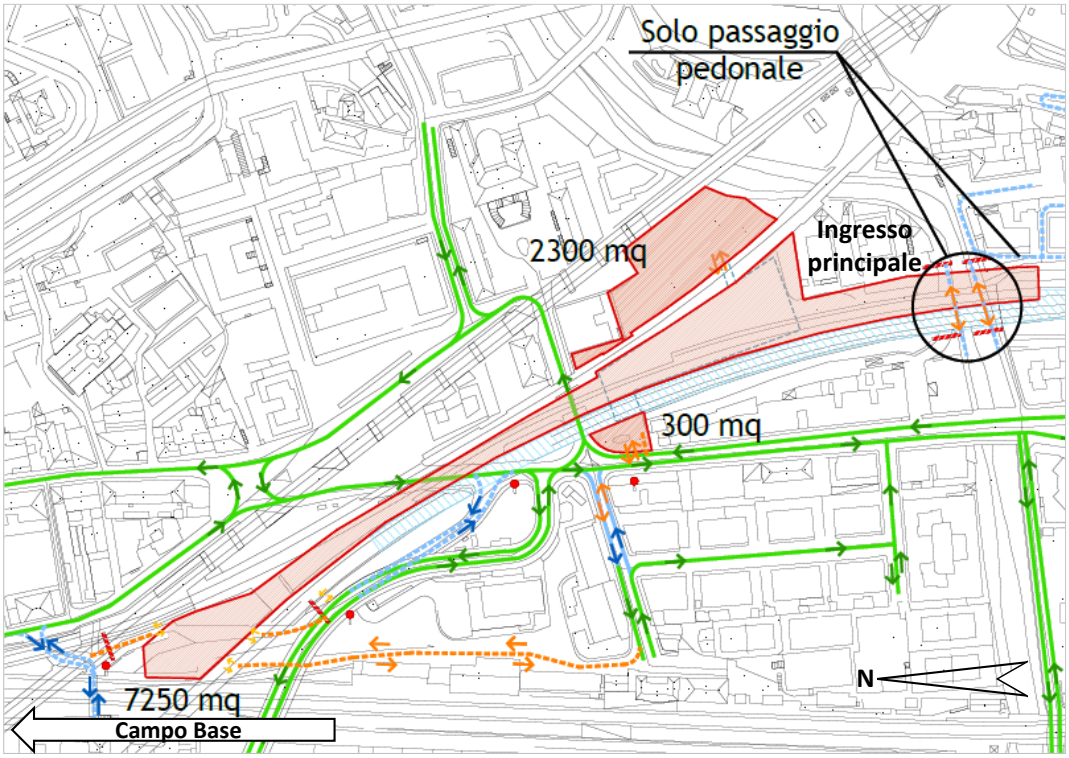


Figura 6.29: Stralcio della planimetria delle aree di cantiere e della viabilità. Per un livello di dettaglio maggiore consultare gli elaborati P0_CSCN_CAN_R_001 e P0_CSCN_CAN_D_008.

Per scongiurare un eccessivo accumulo di mezzi pesanti, il progetto prevede un sistema semaforico tarato in modo tale da non intasare le vie limitrofe. Inoltre, nell'attesa che i mezzi pesanti vengano caricati/scaricati, anziché creare una colonna lungo la strada, lo spazio dedicato al campo base, posto su Via Giorgio Perlasca (vedasi Figura 6.30) sarà usato come area di sosta, dove i mezzi dovranno attendere opportuna comunicazione per procedere all'accesso all'area di cantiere.

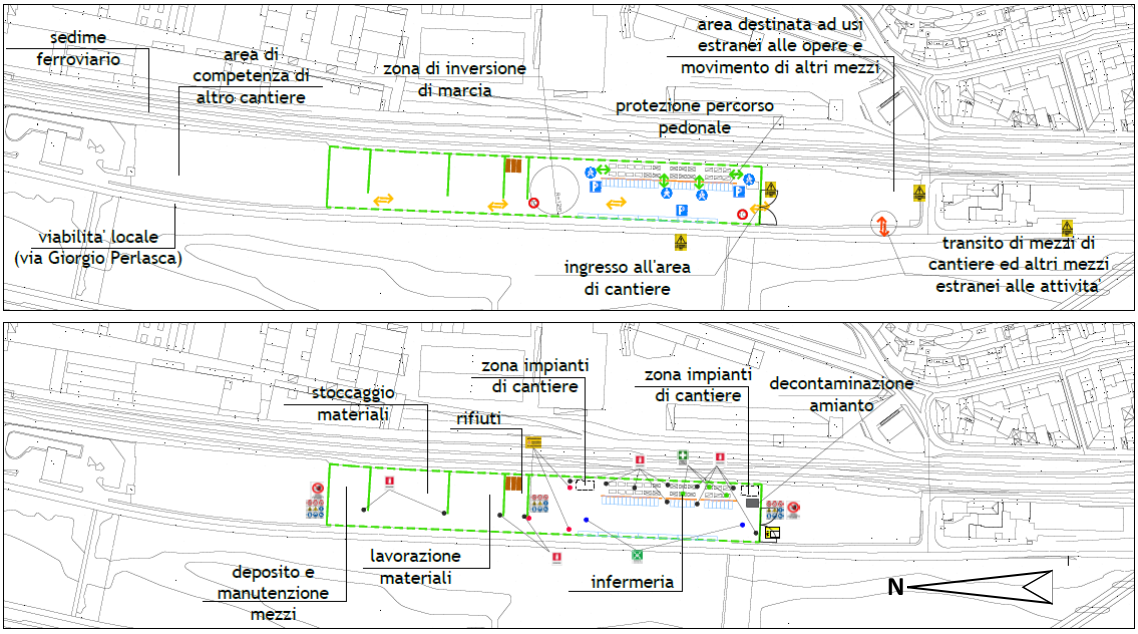


Figura 6.30: Stralcio della planimetria del campo base. Per un livello di dettaglio maggiore consultare gli elaborati P0_CSCN_CAN_R_001 e P0_CSCN_CAN_D_002.

Alcune lavorazioni saranno svolte esclusivamente nel periodo notturno sgravando la condizione del traffico.

Le attività diurne verranno programmate in modo tale da non ricadere nelle ore di punta.

In aggiunta a quanto detto sopra, per le attività di cantiere sono previste alcune interruzioni provvisorie della viabilità. Per dettagli maggiori a questo riguardo, si veda l'elaborato P0_CSCN_CAN_R_001.

Tabella 6-38: Impatti sul fattore viabilità.

Tipologia di impatto	Diretto, indiretto, secondario	Breve, medio, lungo termine	Permanente, temporaneo	Uso di risorse naturali	Emissioni di inquinanti	Rischi per salute umana	Rischi per patrimonio culturale	Rischi per paesaggio	Rischi per l' ambiente	Impatti cumulativi con altri progetti	Impatti sul clima	Vulnerabilità ai cambiamenti climatici	Impatti derivanti da tecnologie e sostanze utilizzate	**Livello di significatività**
Modifica della viabilità	D	B	T	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	**3**

6.2.2.5 Modifica dell'idrografia e dell'idrogeologia

6.2.2.5.1 Inquadramento territoriale

Il tracciato di prolungamento si pone a cavallo del bacino del Torrente Torbella, che, tra gli affluenti del Polcevera interessati dalla realizzazione della nuova infrastruttura, è il più importante per estensione del bacino, lunghezza dell'asta, portata ed è anche quello con bacino maggiormente urbanizzato. L'asta principale del corso d'acqua

presenta brusche curvature in parte indotte da interventi artificiali di canalizzazione. Nel tratto terminale il T. Torbella scorre a cielo aperto fino alla confluenza nel T. Polcevera ed è superato dal rilevato ferroviario interessato dall'opera in progetto con un ponte ad arco affiancato, su entrambe le sponde, da sottopassi stradali. Gli altri rivi sono tombinati sotto gli assi stradali e i loro percorsi sono stati spesso deviati per rispettare i confini tra diverse proprietà. A questi si aggiungono le "rogge", antichi canali in pietra e mattoni che corrono in genere parallelamente all'asta del Polcevera. Anticamente erano usati a fini irrigui o per deviare le acque a servizio degli insediamenti lungo le sponde; in seguito, sono diventati anch'essi canali di drenaggio urbano o tratti fognari. Nell'ambito della presente analisi quello più rilevante, oltre che potenzialmente collegato a situazioni di allagamento verificatisi che potrebbero avere rilevanza anche ai fini del prolungamento della nuova infrastruttura, è quello posizionato in corrispondenza di via T. Durazzo Pallavicini e che procedendo verso Sud, dopo aver attraversato gli esistenti viadotti ferroviari, si colloca al di sotto di via Gioachino Rossini. Nel tratto terminale le dimensioni di tale canale risultano, secondo documentazione storica, superiori a 2 m di altezza e di 1,5 m ca. di larghezza.



Figura 6.31: Tracciato del collettore posto sotto a Via Pallavicini – Via Rossini e recapitante in Polcevera.



Figura 6.32: area dove il collettore sbocca sul Torbella.

Ai margini nord dell'intervento è altresì presente un rivo "senza nome" proveniente da Begato / Ospedale Celesia, tombinato sotto via Carnia e recapitante in sinistra Polcevera. Tale rivo non è riportato nella Carta del reticolo idrografico del vigente Piano di Bacino (Figura 6.33) ma viene invece indicato nella Carta del Reticolo Idrografico Regionale di cui alla D.G.R- 507 del 21.06.19 di cui al successivo paragrafo 6.2.2.5.3.1 (e Figura 6.34).

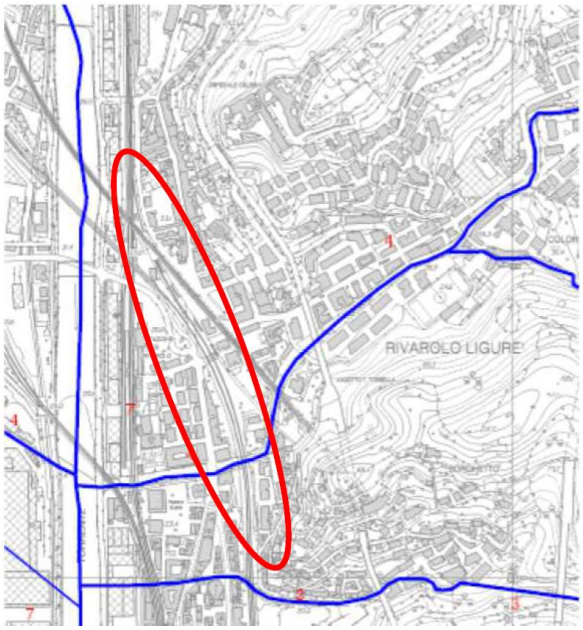


Figura 6.33: Stralcio della Carta del reticolo idrografico del vigente Piano di Bacino illustrante la zona di tutela dal rischio idrogeologico del Torrente Polcevera nella zona di confluenza del T. Torbella.

L'unico bacino del reticolo principale interferente con la nuova infrastruttura è quindi rappresentato dal Torrente Torbella, affluente di sinistra del Polcevera, caratterizzato da una portata di piena duecentennale stimata da Piano in 145 m^3/s. Sulla base di quanto riportato da cartografia di Piano, nonché della Carta del Reticolo Idrografico Regionale di cui alla D.G.R. 507 del 21.06.19 di cui al successivo paragrafo 6.2.2.5.3.1, non risultano altre interferenze per l'infrastruttura in progetto correlate al reticolo idraulico principale o secondario.

Dal punto di vista del drenaggio della piattaforma metropolitana in progetto, al paragrafo 6.2.2.5.5 si riportano alcune valutazioni di massima dei criteri di definizione e della tipologia di elementi che compongono il sistema di drenaggio, in relazione sia alle valutazioni idrologiche per la stima delle portate complessive drenate dalla piattaforma, sia agli elementi di raccolta, convogliamento e recapito che compongono il sistema.

6.2.2.5.2 Riferimenti documentali

Dal punto di vista dell'analisi idrologica ed idraulica i principali riferimenti consultati sono:

- ✓ D.G.R. n. 507 del 21.06.2019: adozione nuovo reticolo idrografico regionale;
- ✓ Piano di Bacino stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico del Torrente Polcevera, approvato con DCP n.14 del 02/04/2003, comprese le successive modifiche fino all'attuale vigenza.

6.2.2.5.3 Analisi dei vincoli normativi e della pericolosità

Nel presente paragrafo viene ripercorso l'inquadramento dell'area di intervento rispetto agli strumenti di pianificazione territoriale che trattano della pericolosità idraulica del territorio, che ne evidenziano le criticità e che, di conseguenza, impongono vincoli di cui occorre tenere conto nel corso dell'iter progettuale e autorizzativo delle opere proposte.

6.2.2.5.3.1 Carta del Reticolo Regionale DGR 507/2019

La carta del Reticolo Idrografico Regionale prodotta a stralcio in Figura 6.34: Stralcio della carta del reticolo idrografico regionale con indicazione approssimativa del tracciato della linea, mostra che il tratto di prolungamento della linea metropolitana in esame corre in sponda sinistra del T. Polcevera all'altezza della confluenza nella piana del T. Torbella, che scorre a cielo aperto nel suo alveo. Al termine settentrionale del tracciato proposto, inoltre, come in precedenza anticipato si innesta nel Polcevera un altro rivo laterale/canale di drenaggio urbano, tombinato sotto Via Carnia e proveniente dalla zona di Begato. Come a seguire più dettagliatamente illustrato, il progetto propone un'infrastruttura lineare pubblica che, nel primo tratto, In vicinanza del T. Torbella, sfrutta il rilevato ferroviario esistente rimanendo sopraelevata rispetto al torrente. A seguire verso Nord, in funzione del tracciato prescelto, occorrerà garantire le distanze di norma dai corsi d'acqua segnalati come appartenenti al reticolo idrografico regionale e verificare gli eventuali adempimenti autorizzativi necessari da parte dell'Ufficio della Difesa del Suolo di Genova - Regione Liguria. Ciò anche nel caso di intersezioni con rivi minori; l'interferenza con la rete di drenaggio urbano che interessa l'area è invece di competenza del Comune di Genova o, in subordine, del gestore del servizio idrico integrato (Iren).

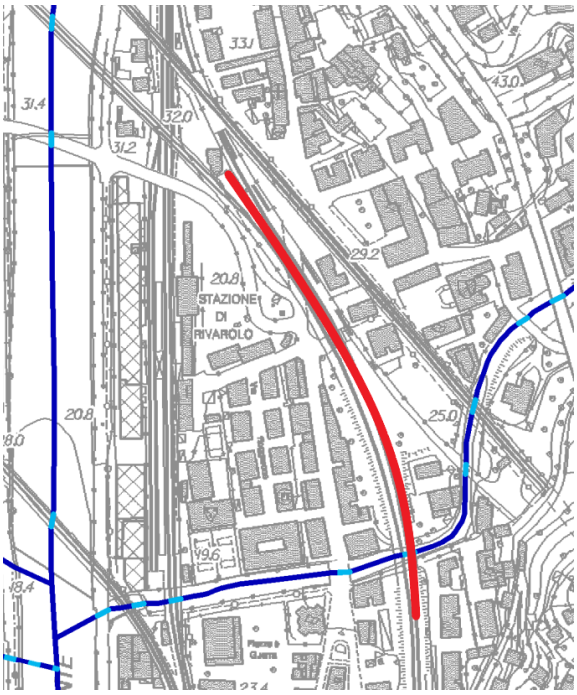


Figura 6.34: Stralcio della carta del reticolo idrografico regionale con indicazione approssimativa del tracciato della linea.

6.2.2.5.3.2 Piano di bacino del torrente Polcevera

L'intervento in esame ricade nel territorio di competenza del Piano di Bacino stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico del Torrente Polcevera, approvato con DCP n. 14 del 02.04.2003.

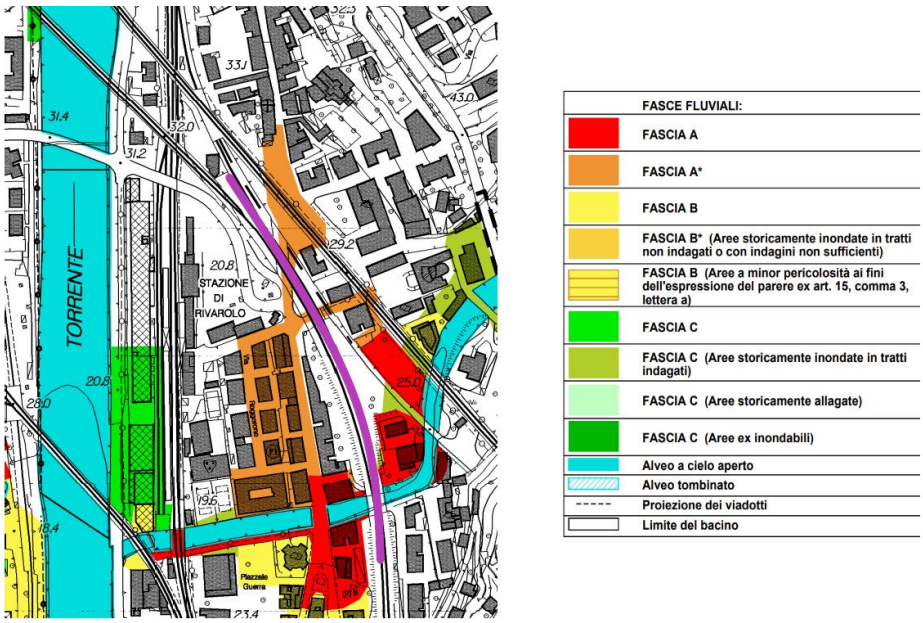


Figura 6.35: Stralcio cartografico dalla Carta delle Fasce di Inondabilità del vigente Piano di Bacino per il Torrente Polcevera.

Dato che, a far data dall'1/01/2024 i Piani di Bacino sono superati dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (poi aggiornato a Luglio 2025, ma senza cambiare la perimetrazione), si riporta anche lo stralcio del PGRA, che però non aggiunge nulla di più rispetto a quanto sopra.

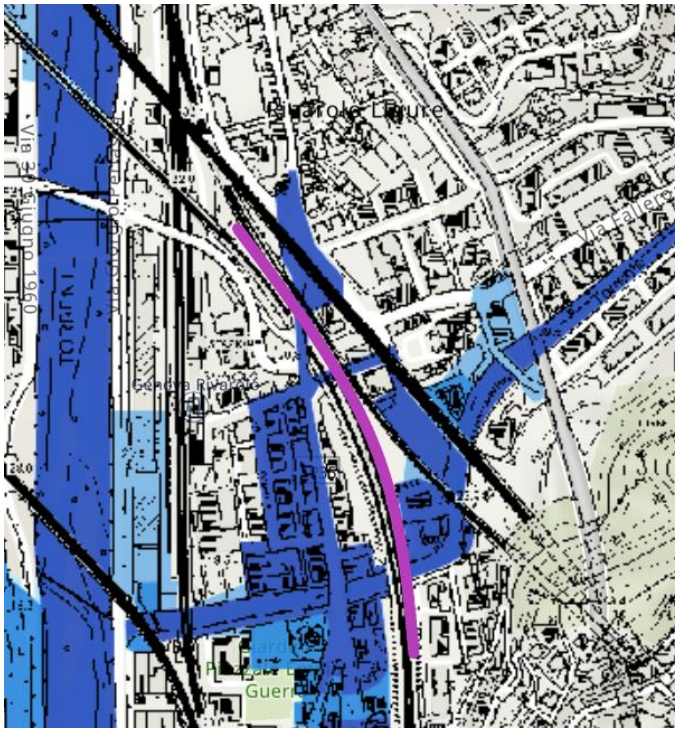


Figura 6.36: Stralcio del PGRA dell'area in esame.

Con riferimento all'art. 12 delle Norme di Attuazione (approvate con D.C.M. n. 26 del 25/06/2015), nell'ambito del Piano vengono individuate le seguenti categorie di aree relative alle fasce di inondabilità (Aree AIN), riportate nella carta delle fasce di inondabilità ed articolate nel modo seguente:

- ✓ Fascia A — pericolosità idraulica molto elevata (Pi3): aree perifluviali inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno T = 50 anni;
- ✓ Fascia B — pericolosità idraulica media (Pi2): aree perifluviali, 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 — pericolosità idraulica bassa (Pil): aree perifluviali, 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 aree storicamente inondate ove piu ampie, laddove non si siano verificate modifiche definitive del territorio tali da escludere il ripetersi dell'evento;
- ✓ 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.

Dallo stralcio della vigente Carta delle Fasce di Inondabilità del Piano di Bacino del Torrente Polcevera si evince che:

- ✓ nell'area di intervento, all'altezza del Torrente Torbella, sono mappate aree classificate in Fascia A, quindi inondabili per eventi con tempo di ritorno di 50 anni. In questo tratto cade la linea della nuova metropolitana, che si configura secondo le definizioni di normativa come un'infrastruttura pubblica ammissibile. Occorre però, ai sensi dell'art. 15 c.2c e c.2d, la preliminare verifica dell'ammissibilità dell'intervento proposto tramite uno studio di compatibilità idraulica finalizzato a valutare se l'intervento sia compatibile con le condizioni dell'area in termini di pericolosità e di rischio, La norma chiede che tale studio sia basato su uno studio idraulico di dettaglio redatto in conformità all'allegato 3 della Norma di Piano, che permetta la valutazione delle conseguenze in termini idraulico-ambientali, della realizzazione dell'opera per un tratto significativo del corso d'acqua. La tipologia e le caratteristiche progettuali dell'opera stessa devono essere individuati sulla base del suddetto studio idraulico, al fine di minimizzare il rischio connesso in tutte le aree interessate e di individuare tutti gli accorgimenti costruttivi e le misure necessarie per la tutela della pubblica incolumità;
- ✓ in destra del T. Torbella in prossimità dell'area interessata dai tracciati in esame, è mappata una estesa area classificata come A* corrispondente ad 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". Ai sensi dell'art.15 c.4 bis si applica la medesima norma dell'art. 15 c.2 sopra richiamata.

Tali esondazioni, come in precedenza accennato, potrebbero essere correlate anche a situazioni di insufficienza del collettore di drenaggio al di sotto di via T. Durazzo Pallavicini che, dopo aver sottopassato gli esistenti viadotti ferroviari e procedendo verso Sud, si colloca al di sotto di via Gioacchino Rossini, per confluire infine nel T. Torbella stesso.

Per avere comunque un quadro completo del rischio di inondabilità occorre visionare anche i progetti di sistemazione dell'area a fronte del rischio idrologico.

6.2.2.5.3.3 Previsioni di sistemazione del tratto terminale del Torbella

Il tratto terminale del Torbella, interessato dalla realizzazione degli interventi infrastrutturali in oggetto, è attualmente caratterizzato da un elevato livello di criticità idraulica. Gli interventi strutturali previsti dal Piano vigente per la risoluzione di tale criticità sono essenzialmente costituiti da:

- ✓ TOR-IDR-8: si prevede una riprofilatura e abbassamento del fondo su una pendenza media dell'1,1 % e, inoltre, il rifacimento senza pile in alveo del ponte di via Canepari e della passerella pedonale a monte della confluenza;

E più a monte:

- ✓ TOR-IDR-7: Sovralzo arginatura nel tratto in prossimità del campo di calcio.

Allo stato attuale, da informazioni acquisite presso le Amministrazioni competenti (Comune di Genova) tali interventi non risultano di imminente attivazione.

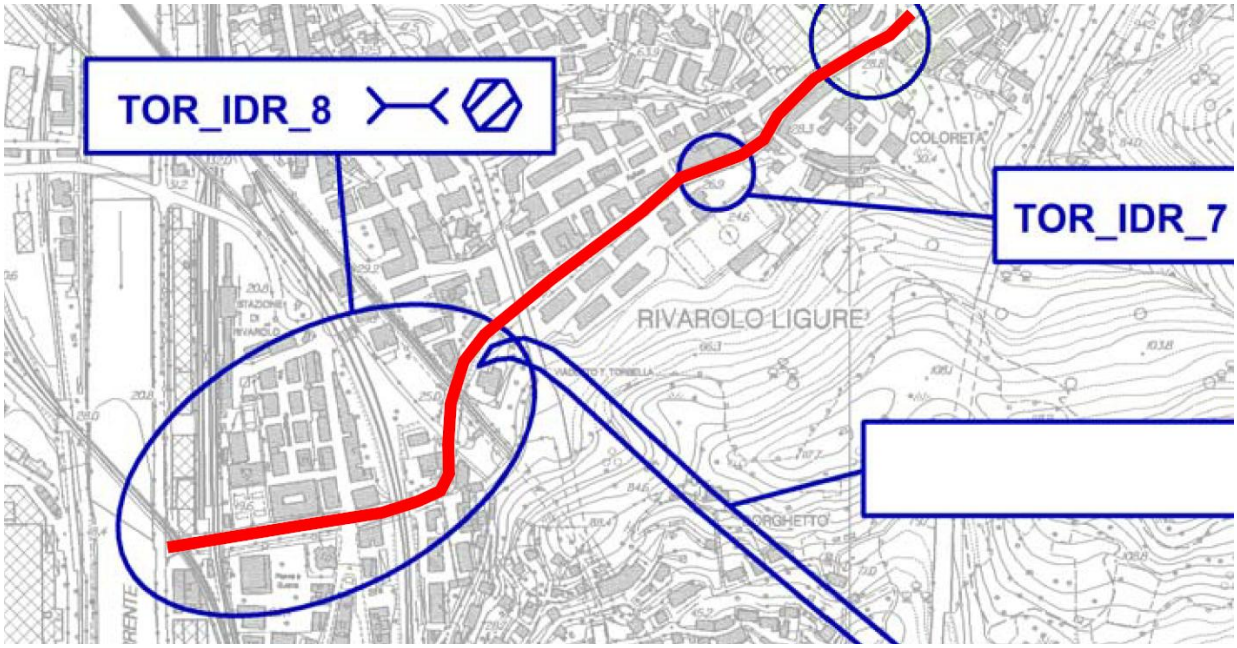


Figura 6.37: Stralcio della pianta degli interventi di adeguamento idraulico dell'area del Polcevera. La linea rossa illustra il tracciato del Torbella.

Ulteriori informazioni sulle sistemazioni sono acquisibili dal progetto di adeguamento idraulico del tratto tombinato di valle del Rio Maltempo, emesso nel dicembre 2024. L'opera, in relazione alla parte più propria del Torbella, dovrebbe concludersi in 27 mesi.

La soluzione progettuale individuata prevede di sistemare idraulicamente il Rio Maltempo attraverso la realizzazione di un'opera di presa (1), un pozzo di caduta con camera di dissipazione del salto (2), una galleria di collegamento che conduce all'opera di connessione con il Torbella (3), dotata di un pozzo di aerazione (aeroforo) intermedio, un'opera di tipo scatolare di connessione con il Torbella (4) e la sistemazione idraulica del tratto del Torbella fino alla confluenza con il Polcevera (5).

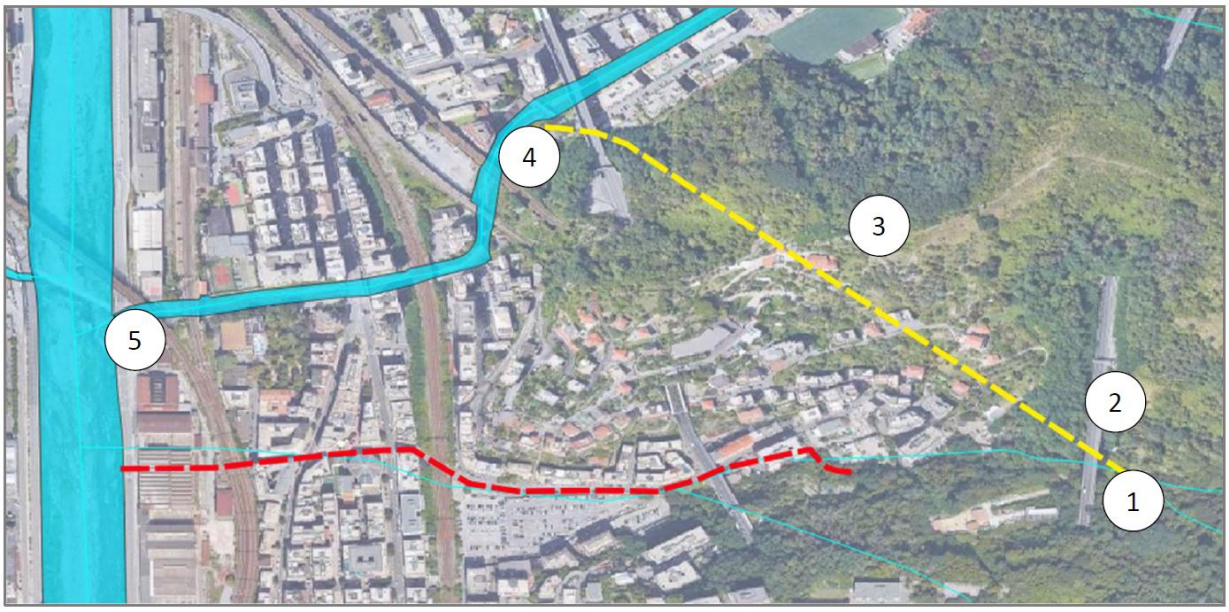


Figura 6.38: Percorso schematico (in rosso: tratto tombato Rio Maltempo; in giallo: nuova galleria scolmatrice).

Dato che lo scolmatore del Rio Maltempo, posto al termine del tratto in galleria, si innesterà nel Torbella a monte della tratta terminale di questo, occorre sistemare quest'ultimo per garantire che sia in grado di reggere la portata aumentata, quando lo scolmatore andrà svuotato per raggiunto limite.

Nel dettaglio le opere di sistemazione idraulica del Torbella consistono in:

- ✓ riprofilatura dell'alveo del corso d'acqua, a partire dal ponte di via Carlo Fasciotti (circa 20 m a monte dello sbocco dello scolmatore) fino alla foce nel t. Polcevera. In questo intervento sono incluse opere di protezione del fondo del t. Torbella, consistenti in un rivestimento in massi non legati di 2ª categoria. Si prevede un abbassamento medio del profilo di scorrimento di circa 0,50 m rispetto al livello attuale. A partire da inizio intervento fino ad alcuni metri a valle del ponte di via Canepari e nel tratto terminale di valle la riprofilatura dell'alveo si prevede costituita da una sezione tipo rettangolare, mentre tra il ponte di via Canepari ed il successivo ponte ferroviario a valle (linea "Genova — Busalla") è costituita da una savanella centrale;
- ✓ demolizione e adeguamento idraulico mediante intervento di ricostruzione del ponte di via Canepari a campata unica; nell'ambito di questo intervento è stata prevista la contestuale demolizione del manufatto di proprietà del Comune di Genova, ubicato in via Gioachino Rossini 2R, il quale risulta interferente con le opere di sostegno definite per lo scavo a monte della spalla nord del ponte di via Canepari e non consentirebbe in fase di esecuzione dei lavori lo spostamento di due sottoservizi che transitano al di sotto dello stesso manufatto;
- ✓ interventi di protezione delle opere spondali esistenti, nei casi in cui gli scavi provvisionali dovuti alla riprofilatura dell'alveo possono influenzare la stabilità delle opere attuali;
- ✓ muro a U per la riprofilatura dell'alveo intorno alla pila del secondo ponte ferroviario a partire dalla confluenza del t. Torbella nel t. Polcevera.

In particolare, si osserva come l'intervento preveda anche la chiusura di due punti dove le sponde del Torbella risultano aperte.

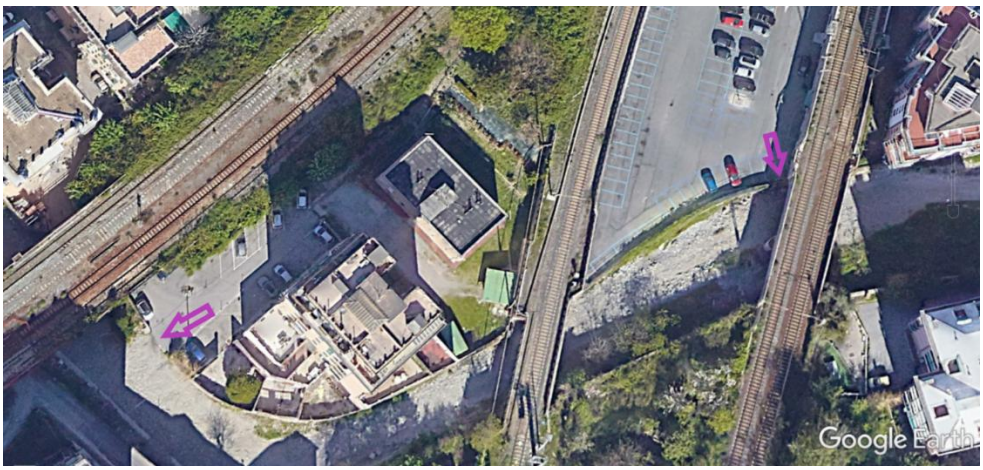


Figura 6.39: Estratto dell'ansa terminale del Torbella, con evidenziati i punti dove le sponde si interrompono.

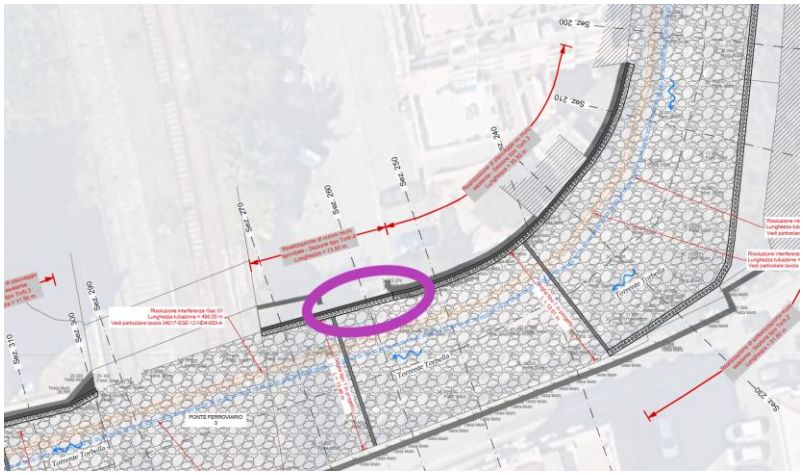


Figura 6.40: Evidenza di chiusura della prima apertura lato Via Rossini.

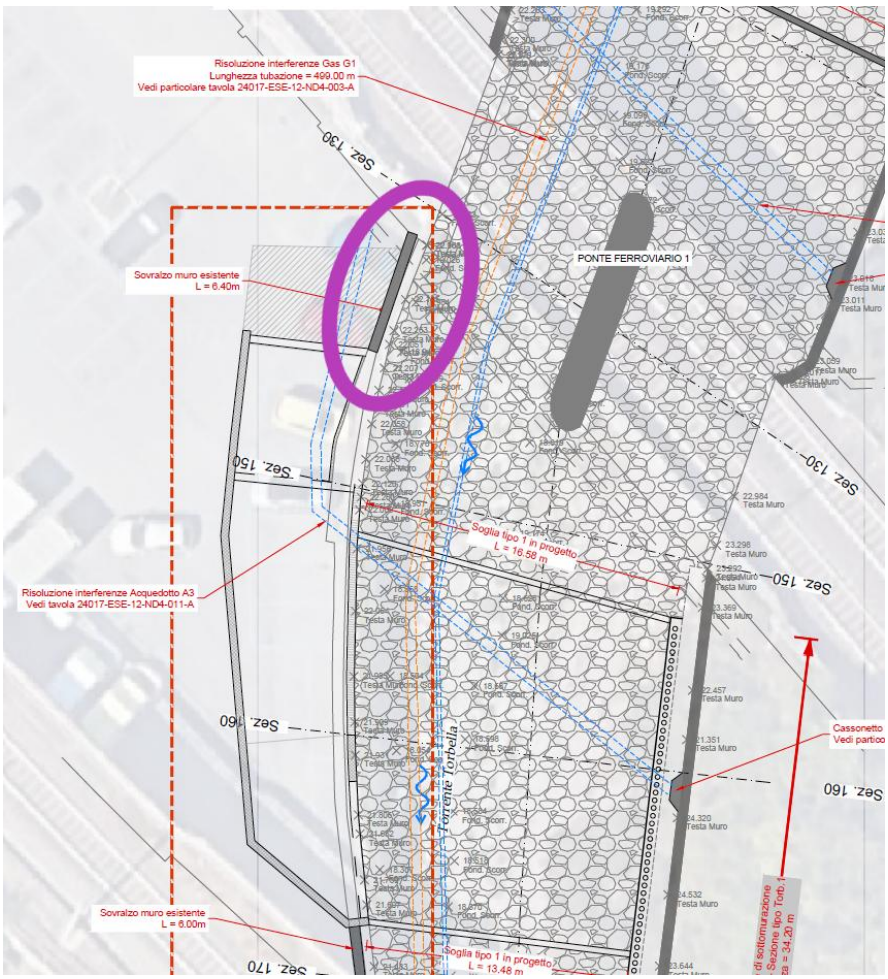


Figura 6.41: Evidenza di chiusura della seconda apertura, lato parcheggio Via Pisoni.

È da osservare inoltre (come si vede anche in figura) che l'intervento di sistemazione del Torbella prevede anche la realizzazione di una rampa di accesso all'alveo. Nel corso dei lavori, tale rampa serve per l'accesso delle macchine per movimento terra. Successivamente, tale rampa rimarrà in essere per la manutenzione regolare dell'alveo. Alla base della rampa è prevista una paratoia mobile da alzarsi in caso di piena.

6.2.2.5.3.4 Salvaguardia dei corpi idrici sotterranei e dei pozzi ad uso potabile e compatibilità con il vigente PTA

L'area di intervento interessa il corpo idrico sotterraneo di tipo poroso denominato Polcevera (codice IT07GWAVGE01), individuato e caratterizzato nel vigente Piano regionale di Tutela delle Acque (PTA). Il tracciato si sviluppa inoltre in sponda sinistra del Torrente Polcevera (codice IT07RW0422LI), all'altezza della confluenza nella piana del Torrente Torbella. In tale contesto idrogeologico, l'acquifero principale è costituito dal materasso alluvionale del Torrente Polcevera, caratterizzato da sedimenti ghiaioso-sabbiosi con permeabilità comprese tra 10^{-6} e 10^{-5} m/s, che poggia su un substrato poco permeabile rappresentato dalla formazione delle Argilliti di Montanesi (permeabilità $10^{-9} \div 10^{-7}$ m/s).

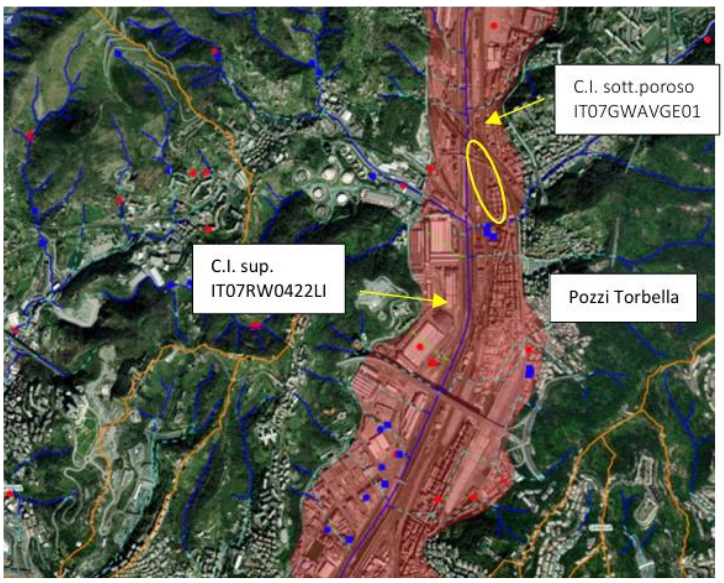


Figura 6.42: Inquadramento cartografico dell'area di intervento rispetto al corpi idrici individuati e caratterizzati nel PTA.

Per quanto concerne la presenza di pozzi ad uso potabile, nell'area di influenza dell'opera sono censiti tre pozzi per acqua destinati all'approvvigionamento idropotabile, ubicati lungo la piana alluvionale in sinistra idrografica del Torrente Polcevera, poco a sud della confluenza del Torrente Torbella, a circa 150 metri ad ovest del tracciato di progetto. I tre pozzi, gestiti da IREN Acqua S.p.A. (concessioni del 2016, con scadenza al 31/12/2045), presentano le seguenti caratteristiche:

- Pozzo A (sigla 13666): portata massima e media 45 l/s
- Pozzo B (sigla 13707): portata massima e media 40 l/s
- Pozzo C (sigla 13708): portata massima e media 40 l/s

Tali infrastrutture costituiscono parte del sistema di approvvigionamento idrico dell'Acquedotto De Ferrari Galliera e sono inserite tra i "Pozzi di sollevamento di Campi, Torbella e Pietra". Si segnala inoltre che uno dei pozzi citati costituisce punto di monitoraggio della rete regionale per la sorveglianza qualitativa delle acque sotterranee, la cui funzionalità dovrà essere mantenuta.

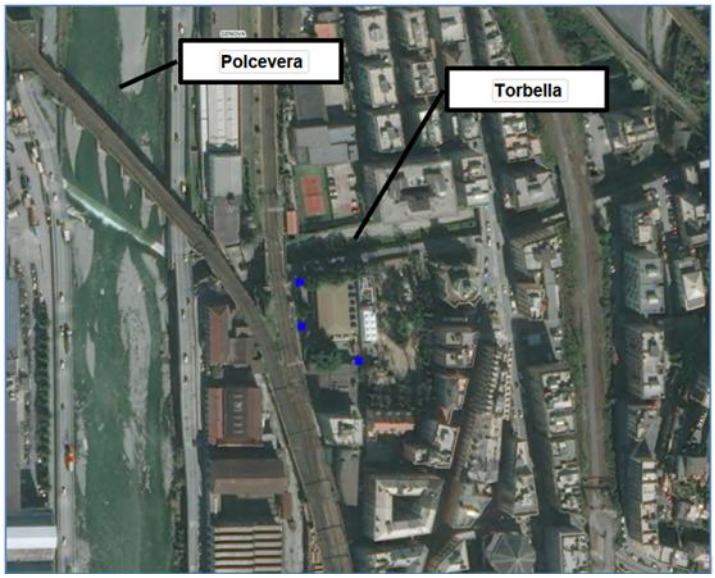


Figura 6.43: Ubicazione dei pozzi (in blu) per acqua alla confluenza del Torbella nel Polcevera.

Ai sensi dell'articolo 94 del D.Lgs. 152/2006 e dell'articolo 21 delle Norme di attuazione del Piano di Tutela delle Acque, i pozzi ad uso potabile sono dotati di aree di salvaguardia. Si precisa che l'intervento in oggetto non rientra tra le attività vietate nella zona di rispetto. Tuttavia, il PTA, per quanto riguarda i criteri di individuazione delle aree di salvaguardia nel caso di opere viarie e ferroviarie, individua la necessità di provvedere ad un'adeguata sistemazione delle reti di drenaggio superficiale.

Relativamente alla possibile interferenza delle opere fondazionali con il corpo idrico sotterraneo, l'infrastruttura in progetto si sviluppa interamente in rilevato o su viadotto, con quote di progetto ovunque superiori all'attuale piano campagna. Le indagini geognostiche condotte nell'area di progetto hanno evidenziato un livello medio di falda con profondità maggiori di 8 metri dal piano campagna, con soggiacenza crescente procedendo da sud verso nord lungo il tracciato (da circa 8-10 m a circa 12-13 m dal p.c.), mentre le isofreatiche si mantengono a quota circa 14-15 m s.l.m.

Le opere fondazionali previste per le tre opere d'arte principali (viadotto di scavalco del Torrente Torbella, cavalcavia Via Pisoni, viadotto Via Rossini) e per i muri di sostegno e le paratie di confinamento della linea sono costituite da pali di grande diametro (Ø 800 mm) che si attestano nel substrato roccioso delle Argilliti di Montanesi. La Relazione Geologica del progetto (elaborato P0_SIGI_GEO_R_001_0) conclude che, tenuto conto delle caratteristiche litologiche dell'acquifero alluvionale e del livello medio di falda nell'area del tracciato, con riferimento alle dimensioni e agli interassi dei pali e micropali previsti per le fondazioni, non si prevedono particolari effetti sull'assetto idrogeologico dell'area in esame, quali modifiche direzionali del flusso di falda o innalzamenti critici del livello piezometrico.

Ciononostante, considerata l'elevata vulnerabilità idrogeologica dei depositi alluvionali e la prossimità del campo pozzi ad uso idropotabile (circa 150 m), il progetto prevede l'adozione delle seguenti misure precauzionali a tutela della risorsa idrica sotterranea:

- le opere di fondazione profonde (pali) saranno realizzate con tecnologie e materiali che non determinano rilascio di sostanze potenzialmente inquinanti nella falda; i materiali impiegati per la realizzazione dei pali (calcestruzzo, armature) sono inerti rispetto alle acque sotterranee;
- il sistema di drenaggio delle acque meteoriche di piattaforma è costituito da elementi a tenuta (canalette, collettori, pozzetti) che impediscono dispersioni nel sottosuolo e convogliano i deflussi verso recapiti controllati (Torrente Torbella e rete fognaria), come già dettagliato;
- in fase di cantiere, particolare attenzione sarà posta nell'evitare possibili spandimenti e contaminazioni accidentali; a tal fine, i macchinari di cantiere dovranno essere trasportati fuori dall'alveo del Torrente Torbella a fine giornata lavorativa, stazionando nell'area di cantiere ubicata in destra del torrente;

- nella Progettazione Esecutiva saranno indicate procedure emergenziali da seguire per evitare che eventuali sversamenti accidentali possano contaminare l'acqua emunta dal campo pozzi, in modo che il Gestore (IREN Acqua S.p.A./IRETI S.p.A.) possa essere prontamente avvisato ed eventualmente interrompere l'approvvigionamento;
- è stato predisposto un piano di monitoraggio delle acque sotterranee, da attuarsi ante operam, in corso d'opera e post operam, con determinazione dei livelli piezometrici e dei parametri qualitativi delle acque di falda. Il monitoraggio dovrà tener conto del fatto che uno dei pozzi del campo Torbella costituisce punto di monitoraggio della rete regionale, la cui funzionalità dovrà essere garantita. Le modalità e le frequenze del monitoraggio sono definite nel Piano di Monitoraggio Ambientale.

6.2.2.5.4 Considerazioni sull'interferenza del tracciato con l'inondabilità dell'area

Con riferimento al progetto sopra citato, ovvero le opere di adeguamento idraulico del Rio Maltempo compresa la sistemazione del tratto terminale del Torrente Torbella, la relazione tecnica (cod. n. 24017-ESE-01-GEN-006-A) e la relazione idraulica (24017-ESE-06-IDR-001-A) spiegano come l'adeguamento dei due corsi d'acqua (rio Maltempo e torrente Torbella) comporta che i livelli di piena con tempo di ritorno pari a 200 anni rimangono all'interno del corso d'acqua con un franco idraulico previsto dalla normativa vigente, questo vuol dire che le aree limitrofe risulteranno non più esondabili per tali portate.

Si ricorda che secondo le norme del Piano di Bacino ricadono in fascia di inondabilità A e fascia B (zona rossa e gialla) rispettivamente le aree che presentano un tempo di ritorno di esondazione pari a T=50 anni e T=200 anni.

Pertanto, lo scenario illustrato al paragrafo 6.2.2.5.3 risulterà completamente cambiato a opera ultimata e le aree non saranno più inondabili. È possibile affermare ciò sebbene non ci sia ancora formalizzazione a riguardo, ovvero l'istanza di riperimetrazione preventiva è in corso di definizione.

Nel caso in cui le tempistiche di autorizzazione delle opere di adeguamento idraulico del tratto tombinato di valle del Rio Maltempo e di sistemazione del Torrente Torbella non fossero compatibili con quelle del progetto oggetto di questo documento, e di conseguenza non si potrà far riferimento all'istanza di riperimetrazione attualmente in corso, il progetto prevede che siano messe in atto le seguenti misure di salvaguardia:

- Ingressi stazione: proteggere gli accessi con opere di presidio atte a garantire una quota altimetrica compatibile con i tiranti idraulici presenti nella zona. A titolo di esempio si potrebbero adottare paratoie mobili su tutti gli ingressi lato Pisoni;
- Area di cantiere: prevedere lo sgombero delle aree che insistono in zone mappate a pericolosità idraulica in accordo all'indicazione dei piani di protezione civile e alle allerte meteo emanate.

Si evidenzia inoltre che le modifiche alla mappa di pericolosità idraulica adottate con il nuovo Regolamento Regionale del 17/07/2025 non interessano l'area di intervento.

Infine, si ricorda che il tracciato dell'opera non interferisce affatto con i corsi d'acqua coinvolti (nello specifico il Torrente Torbella). Il progetto non prevede alcuna pila di ponte che cada nell'alveo, che eventualmente potrebbe cambiare la portata.

6.2.2.5.5 Idraulica di piattaforma

Ai fini delle prime valutazioni sul drenaggio di piattaforma si rileva come l'analisi dei profili evidenzi quote di progetto ovunque superiori all'attuale piano campagna, costituito dal riferimento delle vie Rossini e Pisoni.

Le soluzioni per lo smaltimento delle acque meteoriche ricadenti sulla piattaforma devono soddisfare due requisiti fondamentali:

- ✓ garantire un immediato smaltimento delle acque meteoriche evitando il formarsi di ristagni sulla piattaforma: questo si ottiene assegnando alla piattaforma un'idonea pendenza trasversale e predisponendo un adeguato sistema di raccolta integrato negli elementi centrali e marginali rispetto ai binari;
- ✓ convogliare, ove necessario, tutte le acque raccolte dalla piattaforma ai punti di recapito.

Il sistema di drenaggio è, quindi, funzionale all'allontanamento delle acque meteoriche dalla piattaforma, alla protezione della stessa dalle acque precipitate esternamente ed al trasferimento dei deflussi verso i punti di recapito.

Il sistema di drenaggio può essere strutturato secondo tre parti fondamentali:

- ✓ elementi di raccolta: costituiscono il sistema primario, possono essere elementi continui marginali alla carreggiata o discontinui ad interassi dimensionati in modo da limitare i tiranti idrici in piattaforma garantendo la sicurezza degli utenti. Rientrano negli elementi di raccolta le canalette e le caditoie.
- ✓ elementi di convogliamento: rappresentano un sistema secondario, a valle degli elementi di raccolta. Gli elementi del sistema primario scaricano nel sistema secondario, garantendo così la capacità del sistema primario ed evitando rigurgiti in piattaforma a garanzia della sicurezza dell'infrastruttura. Gli elementi di convogliamento, costituiti nel caso in esame da collettori posti sotto ai binari, provvedono al trasferimento delle acque raccolte verso i recapiti.
- ✓ elementi di recapito: i recapiti sono costituiti da rami di qualunque ordine della rete idrografica naturale o artificiale. Nel caso in esame essi saranno costituiti dai collettori della rete fognaria esistente e/o in progetto che, a loro volta, recapiteranno nel torrente Torbella.

Il drenaggio di piattaforma è stato verificato considerando i parametri delle Linee Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica (LSPP), facendo riferimento alla stazione pluviometrica di Genova Università. È stato considerato un evento meteorico con tempo di ritorno pari a 50 anni e con durata di pioggia pari a 15 minuti.

Le sezioni si possono suddividere in due macro-categorie: sezione corrente dell'infrastruttura e sezioni singolari.

La sezione corrente dell'infrastruttura è solo in viadotto o rilevato.

Inoltre, il sistema di drenaggio, a seconda della pendenza trasversale della piattaforma, si può schematizzare in:

- ✓ drenaggio centrale, nei tratti in cui la raccolta delle acque avviene al di sotto di ciascun binario o al centro di essi;
- ✓ drenaggio marginale, nei tratti in cui la raccolta delle acque avviene lateralmente.

Lungo lo sviluppo dell'infrastruttura, la raccolta delle acque di piattaforma avviene attraverso la canaletta, elemento longitudinale continuo posto al centro del binario o marginalmente in funzione della pendenza trasversale della piattaforma; quando la canaletta raggiunge il massimo grado di riempimento previsto in progetto scarica nel collettore sottostante. Le canalette si trovano in posizione centrale rispetto ai binari in rettilineo e in posizione laterale nelle curve, in modo tale da sfruttare l'inclinazione del piano di appoggio dei binari per il deflusso delle acque. Il passaggio della canaletta da una posizione all'altra (da baricentrica e laterale e viceversa) avviene attraverso la realizzazione di doppie curve a 45° che permettono un transito ortogonale rispetto all'asse del binario, evitando interferenze con i punti di fissaggio dello stesso. L'acqua drenata dal singolo sottobacino defluisce lungo la piattaforma (dotata di adeguata pendenza longitudinale e trasversale) fino ad una caditoia che, tramite pozzetto, scarica nel collettore sottostante.

La gestione delle acque meteoriche della stazione viene suddivisa nelle seguenti parti:

- ✓ Coperture pensiline: l'acqua meteorica è convogliata attraverso canali di gronda verso i pluviali posti ai lati delle pensiline. Sono presenti due pluviali sulla pensilina posta sul binario pari e due pluviali sulla pensilina posta sul binario dispari. I pluviali scaricano in una vasca di raccolta posta all'interno della stazione;
- ✓ Piattaforma: dalla progressiva 0+124.58 alla 0+218.43 il drenaggio avviene attraverso i due inviti laterali e uno centrale in cls, con scarico nella rete esistente;
- ✓ Banchine: nelle fasi progettuali successive si valuterà la necessità di predisporre delle canalette grigliate in prossimità delle rampe delle scale.

Inoltre, in corrispondenza del piano interrato della stazione è previsto un impianto acque di riuso.

È da osservare che l'art. 16 delle Norme Geologiche del PUC di Genova richiede la redazione di apposita "stima idrologica" ad ogni pratica urbanistico-edilizia, finalizzata al rispetto di quanto indicato all'art. 14 comma 3 delle Norme Generali Urbanistiche relativamente all'applicazione dell'invarianza idraulica. Tutto ciò con l'obiettivo di far diminuire il deflusso verso le reti di drenaggio urbano e da queste verso i corsi d'acqua già in condizioni critiche, riducendo così l'effetto degli scarichi urbani sulle portate di piena dei corsi d'acqua stessi.

A questo riguardo, è opportuno segnalare che lungo linea le barriere acustiche risvoltano sopra al binario. Mentre per l'interno delle barriere, e quindi per il binario, esiste un sistema di canalette che permette di raccogliere le acque verso un punto collettore, per l'esterno, invece, le acque piovane scivolano sulle barriere fino alla base delle stesse e quindi del rilevato. Dato che le barriere presentano solo una piccola apertura sulla sommità, questo fa sì che le

acque non abbiano punti di particolare concentrazione durante la pioggia, ma che saranno distribuite uniformemente a lato dell'infrastruttura.

Il tracciato dell'opera prevede un punto di colmo in corrispondenza della stazione. Quindi, longitudinalmente le acque piovane vengono convogliate verso il primo punto di caduta incontrato allontanandosi dalla stazione. Tale punto di caduta è non molto lontano dalla stazione, corrispondente al Torrente Torbella a sud e a Via Pisoni a nord. Quindi il percorso delle acque piovane è molto breve, non più di 50 m, e di conseguenza non in grado di raccogliere quantitativi eccessivi di acqua. Per quanto riguarda l'area della stazione, le acque piovane sono raccolte nella vasca di aggottamento adeguatamente dimensionata.

Nel complesso, l'opera completata, in presenza di massicce precipitazioni, non presenta punti di raccolta dove l'acqua possa trovare difficoltà di smaltimento o rischi di intasamento.

6.2.2.5.6 Gestione e recapito delle acque meteoriche di piattaforma a salvaguardia dei corpi idrici

Il sistema di drenaggio delle acque meteoriche della piattaforma metropolitana della tratta Canepari-Rivarolo è stato progettato per garantire la corretta gestione dei deflussi nel rispetto della salvaguardia dei corpi idrici superficiali e sotterranei. Nel seguito si fornisce una descrizione di dettaglio delle modalità di gestione e dei punti di recapito delle acque meteoriche.

6.2.2.5.6.1 Caratterizzazione delle acque meteoriche di dilavamento

Le acque meteoriche raccolte dalla piattaforma metropolitana sono classificabili come acque di dilavamento di superfici impermeabilizzate destinate esclusivamente al transito di materiale rotabile elettrico. Tali acque presentano un carico inquinante potenziale estremamente limitato, in quanto la trazione elettrica dei convogli metropolitani esclude la presenza di residui di combustione, oli minerali e idrocarburi tipici del traffico veicolare su gomma. Il potenziale inquinante è pertanto riconducibile essenzialmente alle polveri atmosferiche depositate sulla piattaforma, alle particelle metalliche derivanti dall'usura delle rotaie e dei sistemi frenanti, e ai residui di eventuali trattamenti manutentivi.

6.2.2.5.6.2 Articolazione del sistema di recapito

Il sistema di drenaggio recapita le acque meteoriche secondo due direttrici principali, determinate dalla configurazione altimetrica del tracciato che presenta un punto di colmo in corrispondenza della stazione Rivarolo.

Per quanto riguarda il settore sud (dalla stazione verso il Viadotto Torbella), le acque meteoriche raccolte dalle canalette di piattaforma e convogliate nei collettori sottostanti vengono recapitate nel Torrente Torbella. Il recapito avviene in corrispondenza del viadotto di scavalco del torrente, che costituisce il punto di caduta naturale del sistema di drenaggio per questo settore. La distanza tra il punto di colmo (stazione) e il recapito nel Torrente Torbella è contenuta entro i 50 metri, limitando conseguentemente i volumi di accumulo e i tempi di corrivazione.

Per quanto riguarda il settore nord (dalla stazione verso Via Pisoni e oltre), le acque meteoriche vengono convogliate verso la rete fognaria esistente. Il recapito avviene attraverso i collettori della rete fognaria comunale che, a loro volta, recapitano nel Torrente Torbella a valle del tratto interessato dall'opera.

Per quanto riguarda l'area della stazione Rivarolo, le acque meteoriche delle coperture delle pensiline sono convogliate attraverso canali di gronda verso i pluviali (due per ciascuna pensilina) che scaricano in una vasca di raccolta posta all'interno della stazione. La piattaforma della stazione, dalla progressiva 0+124.58 alla progressiva 0+218.43, è dotata di un sistema di drenaggio costituito da due inviti laterali e uno centrale in calcestruzzo, con scarico nella rete fognaria esistente. Nel piano interrato della stazione è previsto un impianto per le acque di riuso e una vasca di aggottamento adeguatamente dimensionata per la raccolta delle acque meteoriche in condizioni di precipitazioni intense.

6.2.2.5.6.3 Misure a salvaguardia dei corpi idrici superficiali

A tutela della qualità delle acque del Torrente Torbella, corpo idrico recettore finale del sistema di drenaggio, sono state adottate le seguenti misure progettuali. Il limitato sviluppo dei percorsi di drenaggio (non superiore a 50 metri dal punto di colmo ai recapiti) impedisce la concentrazione di volumi idrici significativi e riduce il potenziale di trascinamento di inquinanti. La configurazione delle barriere acustiche fonoassorbenti, che risvoltano sopra al binario con solo una piccola apertura sulla sommità, determina una distribuzione uniforme delle acque meteoriche esterne lungo il piede del rilevato, evitando concentrazioni puntuali dei deflussi. Il dimensionamento del sistema di drenaggio

è stato verificato considerando un evento meteorico con tempo di ritorno pari a 50 anni e durata di pioggia di 15 minuti, sulla base delle Linee Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica (LSPP) della stazione pluviometrica di Genova Università, garantendo adeguati margini di sicurezza anche in condizioni di precipitazioni intense.

6.2.2.5.6.4 Conformità al principio di invarianza idraulica

Il progetto è stato sviluppato nel rispetto del principio di invarianza idraulica, in conformità a quanto prescritto dall'art. 16 delle Norme Geologiche del PUC di Genova e dall'art. 14 comma 3 delle Norme Generali Urbanistiche. Tale principio mira a far sì che le portate di deflusso generate dall'area trasformata non superino quelle preesistenti alla realizzazione dell'intervento, riducendo l'effetto degli scarichi urbani sulle portate di piena dei corsi d'acqua. A tal fine, la vasca di raccolta presente nella stazione e la vasca di aggottamento del piano interrato svolgono funzione di laminazione delle portate di picco, mentre l'impianto acque di riuso contribuisce alla riduzione dei volumi scaricati nella rete.

6.2.2.5.6.5 Sintesi dei recapiti e delle modalità di gestione

In sintesi, il sistema di gestione delle acque meteoriche di piattaforma prevede il recapito diretto nel Torrente Torbella per il settore sud del tracciato, con scarico in corrispondenza del viadotto di scavalco, il recapito nella rete fognaria comunale per il settore nord del tracciato e per l'area della stazione, con successivo convogliamento al Torrente Torbella tramite i collettori fognari esistenti, e la raccolta in vasca con impianto di riuso per le acque delle coperture delle pensiline della stazione.

L'opera completata, in presenza di massicce precipitazioni, non presenta punti di raccolta dove l'acqua possa trovare difficoltà di smaltimento o rischi di intasamento, garantendo al contempo la salvaguardia qualitativa e quantitativa dei corpi idrici recettori.

6.2.2.5.7 Impatti in fase di cantiere

Considerando il progetto nella sua interezza, le possibili interferenze che si verificano in fase di cantiere sono le seguenti:

Sviluppo cantieri e linea in zone soggette ad esondazione fluviale (IDR_1)

Come già spiegato, l'area in questione è considerabile potenzialmente esondabile o a deflusso difficoltoso, a causa di molteplici fattori, tra cui permeabilità scarsa per le caratteristiche litologiche dei sedimenti più superficiali, soggiacenza della falda, assetto morfologico depresso, presenza di rilevati antropici che impediscono il deflusso naturale.

Sversamenti accidentali di liquidi inquinanti (IDR_2)

Come per il suolo, anche per le acque superficiali vi è il potenziale rischio di sversamenti accidentali di fluidi inquinanti da mezzi d'opera o da depositi di materiali dei medesimi inquinanti ricorrenti (gasolio per rifornimento, oli e grassi lubrificanti e vernici).

Il rifornimento di gasolio delle macchine operatrici (in linea e cantiere) sarà effettuato con mezzi idonei. Nei principali cantieri verranno posizionati dei kit di pronto intervento, contenenti panne assorbenti e altro materiale idoneo a contenere, fermare e riassorbire almeno parzialmente lo sversamento.

Per evitare sversamenti durante le operazioni di manutenzione delle macchine, verranno utilizzate vasche di contenimento o altro sistema idoneo, da porre in corrispondenza dei punti di manutenzione. Inoltre, i contenitori di oli lubrificanti saranno posizionati, a loro volta, su vasche di contenimento a tenuta stagna.

Le vernici lungo la linea vengono utilizzate solamente in corrispondenza delle saldature dei tubi. Al fine di evitare dispersione di materiale, la verniciatura verrà effettuata all'interno di idonee capannine, equipaggiate in maniera tale da contenere ai lati e alla base la vernice spruzzata.

La tabella di sintesi evidenzia le categorie di impatto sopradescritte, che identificano la componente Acque, attribuendo un grado di significatività.

Tabella 6-39: Impatti in fase di cantiere sul fattore acque.

Tipologia di impatto	Diretto, indiretto, secondario	Breve, medio, lungo termine	Permanente, temporaneo	Uso di risorse naturali	Emissioni di inquinanti	Rischi per salute umana	Rischi per patrimonio culturale	Rischi per paesaggio	Rischi per l' ambiente	Impatti cumulativi con altri progetti	Impatti sul clima	Vulnerabilità ai cambiamenti climatici	Impatti derivanti da tecnologie e sostanze utilizzate	**Livello di significatività**
Sviluppo cantieri in zone soggette a esondazione	D	B	T	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	**2**
Sversamenti di liquidi inquinanti	D	B	T	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	**2**

Non è comunque possibile escludere a priori delle modifiche sullo stato dei luoghi ed un peggioramento dello stato qualitativo e quantitativo della componente acque, dovuto ad eventi accidentali durante la fase di cantiere.

I possibili impatti sulla qualità delle acque sono in generale reversibili: essi non determinano infatti una perdita della risorsa o una sua modifica sostanziale a lungo termine, per questo alla tipologia di impatto "sversamenti di liquidi inquinanti" è stato assegnato un livello di significatività 2 "Interferenza non significativa".

6.2.2.5.8 Sintesi degli effetti cumulativi

Per quanto riguarda la fase di cantiere, come illustrato al § 5.3, i cantieri per la realizzazione del prolungamento della metropolitana saranno successivi ai cantieri COCIV e del tratto di metropolitana antecedente.

Durante il cantiere non si verificherà sovrapposizione di attività in alveo del Torrente Torbella con attività del cantiere in oggetto, anche per quanto riguarda specifiche attività di varo del ponte sul Torrente Torbella. Pertanto, non sono da prevedersi situazioni cumulate tali per cui l'alveo possa congiuntamente trovarsi occupato e potenzialmente ostruito da un doppio cantiere.

Per quanto riguardo l'esercizio, l'opera non prevede alcuna modifica dell'alveo e anche in cumulo con altri progetti concomitanti e simili nell'area non se ne vedono condizioni di impatto.

Per quanto concerne le acque di piattaforma, il progetto prevede comunque che alcune aree del rilevato ex-ferroviario esistente rimangano come sono. Per esempio, l'area compresa fra le barriere acustiche di COCIV e le barriere del tratto metropolitano oggetto di questo documento. In tali spazi l'acqua piovana verrà in parte assorbita dal rilevato e in parte smaltita secondo le pendenze già esistenti nell'area.

6.3 QUADRO DI RIFERIMENTO COMPLESSIVO

Prima di riassumere gli esiti delle analisi condotte nei precedenti paragrafi, si ritiene necessario ricordare ancora una volta che le stima condotte sono state espressamente riferite alla situazione ritenuta "critica" con riferimento all'effetto atteso oggetto di analisi e, conseguente intesa come quella particolare condizione del rapporto Opera – Ambiente la cui esistenza ed incidenza possono configurarsi come fattore pregiudizievole o condizionante l'iter di progettazione e l'eventuale successiva procedura di valutazione ambientale.

In tal senso, si precisa che la stima di "assenza di effetto" non deve intendersi in senso assoluto, quanto invece espressamente riferita alla "situazione critica".

In altri termini, posto che la stima è stata condotta con riferimento alla presenza/incidenza della situazione critica, è pur sempre possibile che, ad un esame più approfondito, possano emergere delle situazioni specifiche che possono presentare una qualche rilevanza.

Proseguendo nell'esempio, l'aver stimato la significatività non significativa (2) dipende dall'aver riscontrato una modesta ricorrenza della situazione critica, per come specificatamente prima definita, e non da un puntuale e preciso riscontro di tutte le differenti situazioni riscontrabili. Anche in tal caso risulta quindi possibile che, attraverso gli approfondimenti di analisi da condursi nella successiva fase di progettazione, possano emergere ulteriori situazioni le quali, nel loro insieme, possano configurare un rapporto Opera – Ambiente di rilevanza maggiore rispetto a quella stimata nella presente sede.

In ultimo, ancorché ciò possa apparire evidente, si ricorda che, in ragione delle logiche di lavoro assunte a fronte del livello di progettazione e della conseguente entità e precisione delle informazioni progettuali disponibili, il quadro degli effetti nel seguito riportato fa riferimento a quelle sole tipologie che risultavano effettivamente stimabili con un ragionevole grado di sicurezza.

In altri termini, si vuole ribadire che il quadro nel seguito riportato non esaurisce il complesso degli effetti che la realizzazione, la presenza e l'esercizio dell'opera in progetto può determinare sull'ambiente, aspetto che sarà possibile indagare solo a seguito di un maggior grado di approfondimento progettuale, ma solo per ambiti per i quali allo stato attuale era possibile operare una stima che non fosse debitamente circostanziata e fondata.

Tabella 6-40: Sintesi della significatività degli effetti: quadro riepilogativo (vedasi Tabella 6-3).

Tipologia di effetti	*Dim.*	*Significatività*
Modifica delle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento da polveri	C	2
Modifica delle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento acustico	C	3
	O	2
Modifica delle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento vibrazionale	C	2
	O	1
Produzione di rifiuti	C	3
Consumo di suolo	O	2
Sottrazione di habitat e biocenosi	O	2
Modifica degli usi in atto	O	1
Modifica della struttura del paesaggio e del paesaggio percettivo	O	3
Modifica della viabilità	C	3
Modifica dell'idrografia e dell'idrogeologia	O	2

7 CORRISPONDENZA CON L'ART. 5, PAR. 1, DIRETTIVA 2011/92/UE

In questo capitolo del SIA, si riporta l'esito di un esercizio di ricostruzione della corrispondenza fra quanto prescritto nell'art. 7 par. 1 della Direttiva 2011/92/UE, come richiamato dall'art. 10, Sezione I, Allegato I.7 del Decreto legislativo 31 marzo 2023, n. 36, e i contenuti di questo documento.

Ciò al fine di evidenziare come il presente SIA risponda ai requisiti di legge.

Contenuti richiesti dalla Direttiva	Riferimento all'interno (o all'esterno) del documento
a) descrizione del progetto - Presentazione del progetto e include una descrizione della localizzazione del progetto, le caratteristiche delle fasi di realizzazione e di esercizio, così come le stime dei residui previsti, delle emissioni e dei rifiuti prodotti durante le fasi di costruzione e di esercizio (articolo 5, paragrafo 1 lettera a) e allegato IV, punto 1);	Vedasi § 3
b) scenario di base - Descrizione dello stato attuale dell'ambiente e della probabile evoluzione in caso di mancata attuazione del progetto. Questo definisce la base per la successiva VIA e gli Stati membri garantiscono che le informazioni per lo scenario di base detenute da qualsiasi autorità siano rese disponibili al Proponente (allegato IV, punto 3);	Per consentire una migliore leggibilità del documento, si è scelto di tenere il formato seguito nella fase di verifica di assoggettabilità. Pertanto, tutti questi argomenti sono trattati, divisi per matrice ambientale, all'interno del § 6.2 La parte di rumore e vibrazioni è trattata in un documento separato n. P0_SIAM_AMB_R_003
c) fattori ambientali interessati - Descrizione dei fattori ambientali interessati dal progetto, con particolare riferimento ai cambiamenti climatici, alla biodiversità, alle risorse naturali, a incidenti e calamità (articolo 3, allegato IV, punti 4 e 8);	
d) effetti sull'ambiente - Sezione che affronta il tema degli "effetti significativi" sull' ambiente e dell'importanza degli effetti cumulativi (articolo 5, paragrafo 1, lettera b) e allegato IV, punto 5);	
f) misure di mitigazione e compensazione - Le caratteristiche o le misure previste per evitare, prevenire o ridurre, e compensare gli effetti negativi che dovrebbero altresì essere considerate (articolo 5, paragrafo 1, lettera c) e allegato IV, punto 7);	
e) valutazione delle alternative - Le alternative al progetto (di cui al DOCFAP) devono essere descritte e confrontate indicando le principali ragioni alla base dell'opzione scelta (articolo 5, paragrafo 1, lettera d) e allegato IV, punto 2);	Vedasi § 2.2
g) monitoraggio - Le misure di monitoraggio proposte dovrebbero essere incluse nello studio d'impatto ambientale nel caso in cui siano stati identificati effetti significativi negativi. Il monitoraggio dovrebbe essere effettuato durante le fasi di costruzione e di esercizio del Progetto (allegato IV, punto 7);	Vedasi Piano di Monitoraggio Ambientale doc. n. P0_SIAM_AMB_R_004
h) sintesi non tecnica - Riassunto del contenuto dello SIA facilmente accessibile, presentato in un linguaggio non tecnico, quindi comprensibile a chiunque, anche se privo di conoscenze sull'ambiente o sul progetto (articolo 5, paragrafo 1, lettera e) e allegato IV, punto 9).	Vedasi doc. n. P0_SIAM_AMB_R_005

8 CORRISPONDENZA CON LINEE GUIDA REGIONE LIGURIA

In questo capitolo del SIA, si riporta l'esito di un esercizio di ricostruzione della corrispondenza fra quanto suggerito dalle "Linee guida per la presentazione delle istanze relative alle procedure dl valutazione ambientale dl competenza regionale" (approvato con deliberazione di Giunta Regionale il 4/8/2023 Prot/2023/1150624) e il presente documento. Nello specifico, l'esercizio confronta l'indice tipo suggerito al cap. 18 del documento e l'indice del presente documento.

Indice tipo da Linee Guida	Riferimento all'interno (o all'esterno) di questo documento
Introduzione al progetto	§ 1
Quadro di riferimento progettuale	§ 2.3 e § 3
Rapporto del progetto con le tutele e i vincoli presenti	§ 5
Pianificazione ambientale e relazioni con il sistema dei vincoli e delle aree protette	
Caratteristiche fisiche del progetto	§ 3
Analisi delle alternative	Vedasi § 2.2
Componente dell'ambiente allo stato attuale	Per consentire una migliore leggibilità del documento, si è scelto di tenere il formato seguito nella fase di verifica di assoggettabilità. Pertanto, tutti questi argomenti sono trattati, divisi per matrice ambientale, all'interno del § 6.2 La parte di rumore e vibrazioni è trattata in un documento separato n. P0_SIAM_AMB_R_003
Gli impatti del progetto sui fattori ambientali	
Misure per ridurre, mitigare o compensare gli impatti	
Indicazioni per il monitoraggio	Vedasi Piano di Monitoraggio Ambientale doc. n. P0_SIAM_AMB_R_004
Riassunto non tecnico delle informazioni	Vedasi doc. n. P0_SIAM_AMB_R_005

9 ALLEGATI

9.1 ALLEGATO 1 – TAVOLE

- ✓ A.1 Assetto urbanistico
- ✓ A.2 Beni paesaggistici
- ✓ A.3 Livello Paesaggistico Puntuale
- ✓ A.4 Uso del suolo
- ✓ A.5 Vincoli geomorfologici ed idraulici
- ✓ A.6 Interventi per la tutela dal rischio idrogeologico

LEGENDA

AMBITI DEL TERRITORIO EXTRAURBANO

- AC-NI ambito di conservazione del territorio non insediato
- AC-VP ambito di conservazione del territorio di valore paesaggistico e panoramico
- AR-PA ambito di riqualificazione delle aree di produzione agricola
- AR-PR (a) ambito di riqualificazione del territorio di presidio ambientale
- AR-PR (b) ambito di riqualificazione del territorio di presidio ambientale

AMBITI DEL TERRITORIO URBANO

- AC-CS ambito di conservazione del centro storico urbano
- AC-VU ambito di conservazione del verde urbano strutturato
- AC-US ambito di conservazione dell'impianto urbano storico
- AC-AR ambito di conservazione Antica Romana
- AC-IU ambito di conservazione dell'impianto urbanistico
- AR-UR ambito di riqualificazione urbanistica - residenziale
- AR-PU ambito di riqualificazione urbanistica produttivo - urbano
- AR-PI ambito di riqualificazione urbanistica produttivo - industriale
- ACO-L ambito complesso per la valorizzazione del litorale

SERVIZI PUBBLICI

- SIS-S servizi pubblici territoriali e di quartiere e parcheggi pubblici
- SIS-S servizi pubblici territoriali e di quartiere di valore storico paesaggistico
- CM SIS-S servizi cimiteriali
- n^ distretto di trasformazione
- rete idrografica
- limiti amministrativi: Municipi
- limiti amministrativi: Comune

AMBITI SPECIALI

- parchi di interesse naturalistico e paesaggistico
- unità insediativa di identità paesaggistica
- macro area paesaggistica
- n^ ambito con disciplina urbanistica speciale
- fascia di protezione "A" stabilimenti a rischio rilevante
- fascia di protezione "B" stabilimenti a rischio rilevante
- aree di osservazione stabilimenti a rischio di incidente rilevante (Variante PTC della Provincia - D.C.P. 39/2006)
- ambito portuale
- aree di cava individuate dal Piano Territoriale delle attività estrattive
- area di esproprio-cantiere relative a opere infrastrutturali

INFRASTRUTTURE

- autostrade esistente
- autostrade di previsione
- ferrovia e trasporto pubblico in sede propria esistente
- ferrovia di previsione
- trasporto pubblico in sede propria di previsione
- SIS-I viabilità principale esistente
- SIS-I viabilità principale di previsione
- SIS-I viabilità di previsione
- n^ nodi infrastrutturali
- assi di relazione città-porto di previsione
- assi di relazione città-porto da concertare con Intesa L.84/94

Corridoio metropolitana tratta Canepari-Rivarolo

106-2023

0 50 100 150 200 Metri

Scala 1:5000

N

Fonte:

Comune di Genova
Piano Urbanistico Comunale Vigente - Assetto Urbanistico foglio 27
Aggiornamento dicembre 2023

779 MF

LEGENDA

BENI PAESAGGISTICI D.Lgs. 42/2004, art.136 (L.778/1922 L.1497/1939)

Cartografia approvata dalla Regione Liguria - Tutela Paesistica con Decreto Dirigenziale N° 40 del 18/01/2000

lettera a) e b)

- N° — LIMITE AREA DI NOTEVOLE INTERESSE PUBBLICO (BELLEZZA SINGOLA O INDIVIDUA)
- N° — LIMITE INDICATIVO AREA DI NOTEVOLE INTERESSE PUBBLICO (BELLEZZA SINGOLA O INDIVIDUA)
- N° — SEGNALAZIONE DI AREA DI NOTEVOLE INTERESSE PUBBLICO (BELLEZZA SINGOLA O INDIVIDUA) (NON INDIVIDUATA GRAFICAMENTE)

lettera c) e d)

- N° — LIMITE AREA DI NOTEVOLE INTERESSE PUBBLICO (BELLEZZA D' INSIEME)
  LIMITE AREA DI NOTEVOLE INTERESSE PUBBLICO (42 D.M. '85)
- LIMITE AREA INTERESSATA DA PIANO TERRITORIALE PAESISTICO NERVI - S. ILARIO D.M. 4/7/1953

AREE TUTELATE PER LEGGE D.Lgs. 42/2004, art. 142 (L.431/1985)

- FASCIA DI 300 METRI DALLA LINEA DI COSTA
- CORSI D'ACQUA E RELATIVE SPONDE E PIEDI DEGLI ARGINI PER UNA FASCIA DI 150 METRI
- TERRITORI COPERTI DA FORESTE E DA BOSCHI
- ZONE GRAVATE DA USI CIVICI
- ZONE DI INTERESSE ARCHEOLOGICO

AREE TUTELATE DA LEGGI REGIONALI L.R. 9/4/1985, n° 16 (Monte Beigua)

- SISTEMA DI AREE DI INTERESSE NATURALISTICO AMBIENTALE

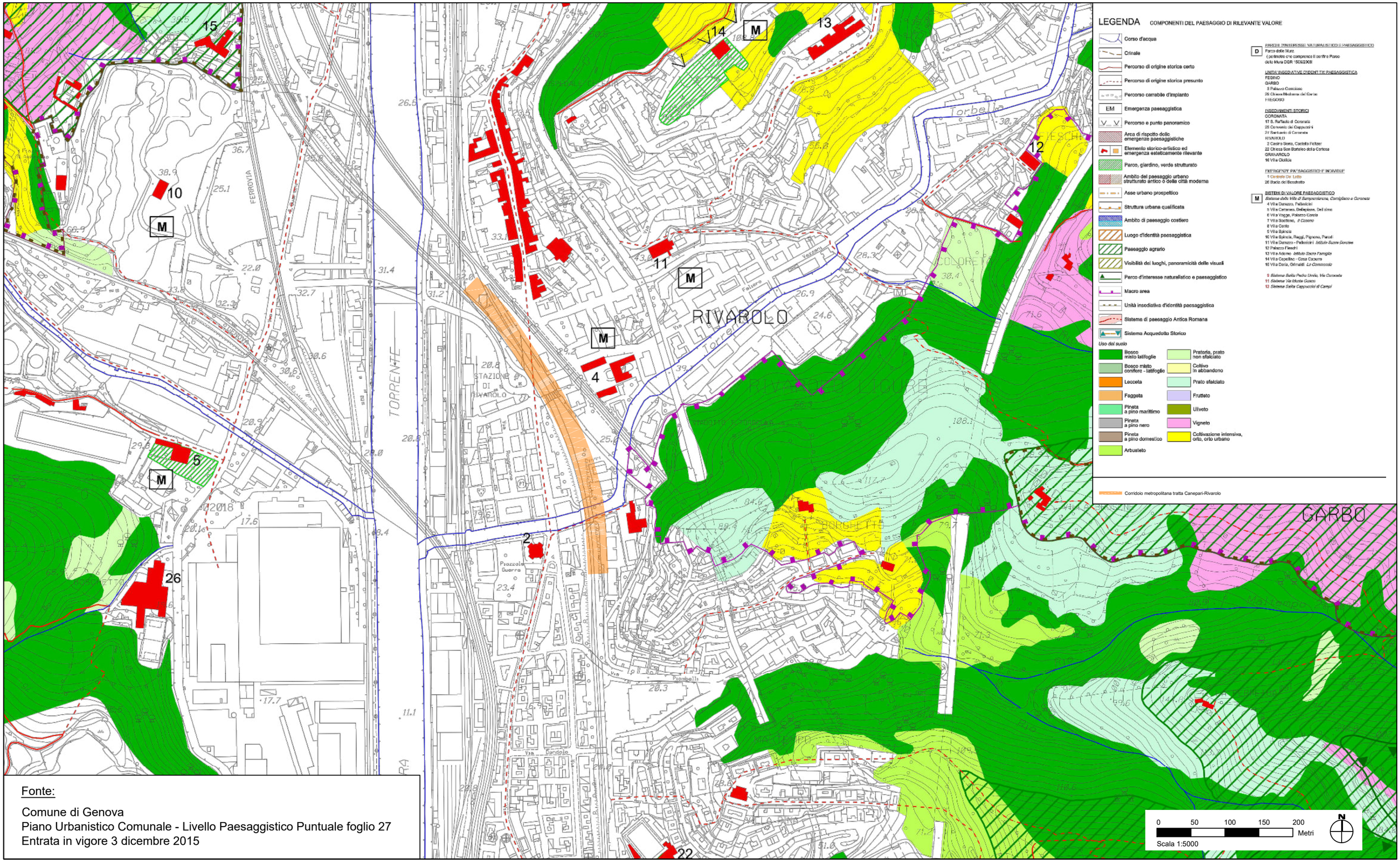
Corridoio metropolitana tratta Canepari-Rivarolo

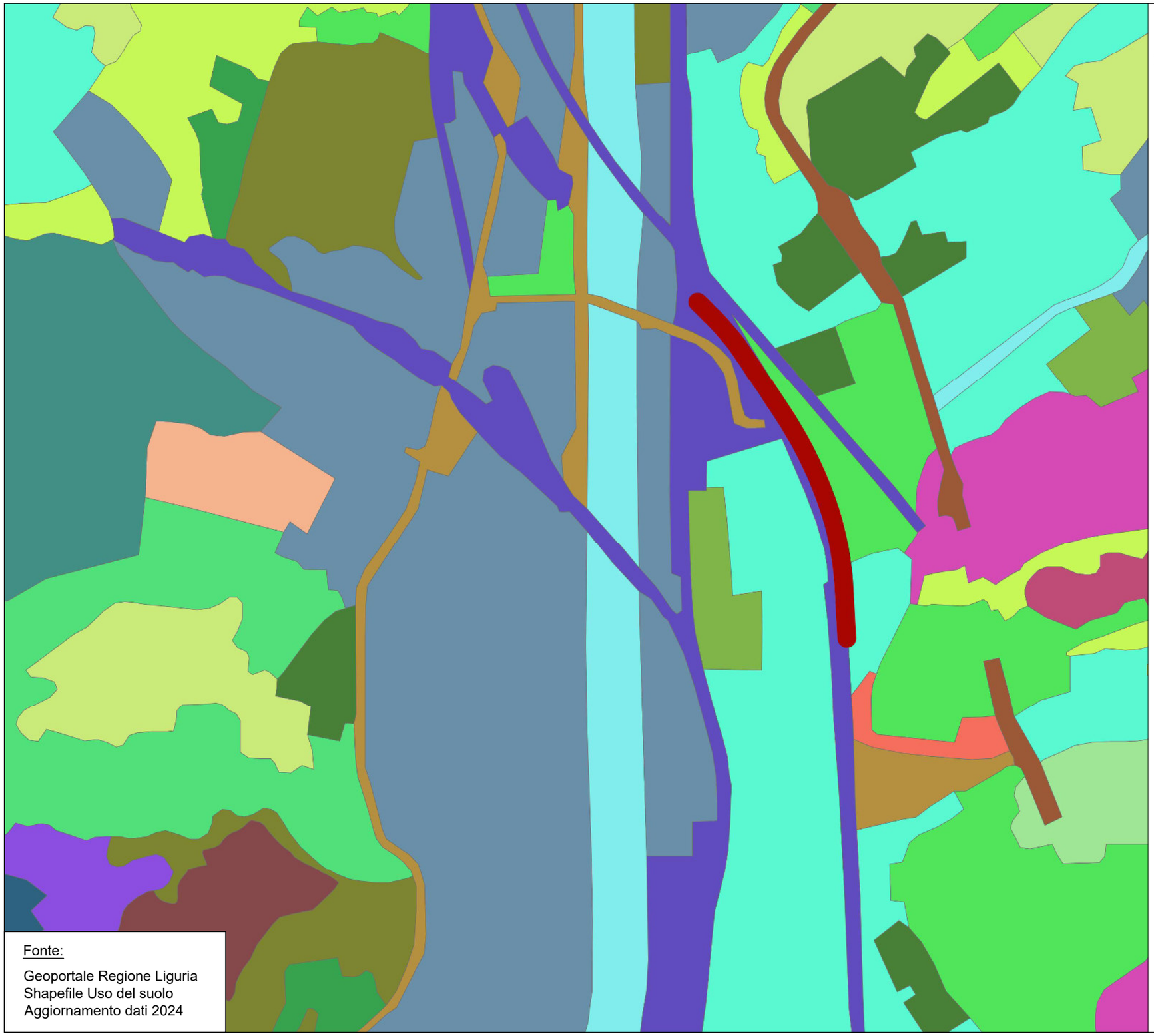
0 50 100 150 200 Metri

Scala 1:5000

Fonte:

Comune di Genova
Piano Comunale dei beni paesaggistici soggetti a tutela
Dati aggiornati 30 giugno 2011


RIVAROLO
FERROVIA
TORRENTE
GARBO
STAZIONE DI RIVAROLO
Via Fabiani
Via Bandole
Prezzole Guerra
Via Rombelli
Via Torre
Via Fabiano
Via Vesima
Via Nagro
Via Rivarolo
Via Cornigliano
Via Cantalupo
Via Cornigliano
Via Rivarolo
Via Fabiani
Via Bandole



Legenda

CORRIDOIO METROPOLITANA TRATTA CANEPARI-RIVAROLO

USO DEL SUOLO

DESCR_COD_

- AEROPORTI
- ALTRE STRADE DELLA RETE DI VIABILITÀ EXTRAURBANA E SPAZI ACCESSORI
- ALVEI DI FIUMI E TORRENTI CON VEGETAZIONE ABBONDANTE
- ALVEI DI FIUMI E TORRENTI CON VEGETAZIONE SCARSA
- AREE A VEGETAZIONE BOSCHIVA E ARBUSTIVA IN EVOLUZIONE
- AREE AGROFORESTALI
- AREE ARCHEOLOGICHE - GRANDI AREE APERTE AL PUBBLICO
- AREE CIMITERIALI
- AREE COMMERCIALI
- AREE CON VEGETAZIONE A SCLEROFILLE
- AREE ESTRATTIVE
- AREE INDUSTRIALI O ARTIGIANALI
- AREE OCCUPATE DA GRANDI IMPIANTI DI SERVIZI PUBBLICI, MILITARI E PRIVATI (OSPEDALI, ECC.)
- AREE PORTUALI COMMERCIALI E MILITARI E ATTE ALLA PESCA
- AREE PORTUALI USATE PREVALENTEMENTE PER IL DIPORTO
- AREE SPORTIVE
- AREE VERDI URBANE
- BOSCHI DI CONIFERE
- BOSCHI MISTI
- BOSCO A PREVALENZA DI CASTAGNO
- BOSCO MISTO TERMOFILO
- BOSCO XEROFILO A PREVALENZA DI SPECIE SEMPREVERDI
- BRUGHIERE E CESPUGLIETI
- CAMPEGGI E STRUTTURE TURISTICO-RICETTIVE
- CANTIERI, SPAZI IN COSTRUZIONE E SCAVI
- COLTURE AGRARIE PREVALENTI CON PRESENZA DI SPAZI NATURALI
- COLTURE IN PIENA ARIA E COLTURE IN SERRA O SOTTO ALTRA COPERTURA GIUSTAPPOSTE
- COLTURE IN SERRA O SOTTO ALTRA COPERTURA (PLASTICA,..)
- DISCARICHE
- GIARDINI BOTANICI
- IPPODROMI E SPAZI ASSOCIATI
- MARE
- OLIVETI
- PRATI STABILI
- RETI AUTOSTRADALI E SPAZI ACCESSORI
- RETI FERROVIARIE E SPAZI ACCESSORI
- RETI TECNOLOGICHE E AREE DI SERVIZIO
- ROCCE NUDE, FALESIE, RUPI, AFFIORAMENTI
- SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI
- SUPERSTRADE, GRANDI ARTERIE DI VIABILITÀ E SPAZI ACCESSORI
- TERRENI NON UTILIZZATI E/O ABBANDONATI ALL'INTERNO DELLE AREE URBANE
- TESSUTO RESIDENZIALE DISCONTINUO E MEDIAMENTE DENSO
- TESSUTO RESIDENZIALE DISCONTINUO E SPARSO (CASE SPARSE)
- TESSUTO URBANO RESIDENZIALE CONTINUO E DENSO
- TESSUTO URBANO RESIDENZIALE CONTINUO MEDIAMENTE DENSO
- VIVAI

0 50 100 150 200 Metri

N

Fonte:

Geoportale Regione Liguria
Shapefile Uso del suolo
Aggiornamento dati 2024

LEGENDA

VINCOLI GEOMORFOLOGICI IMPOSTI DAL PUC

- FRANA ATTIVA da Carta Geomorfologica del PUC
- FRANA QUIESCENTE da Carta Geomorfologica del PUC

VINCOLI GEOMORFOLOGICI IMPOSTI DAI SOVRAORDINATI PIANI DI BACINO

- FRANA ATTIVA /Pg4
- FRANA QUIESCENTE /Pg3a
- TIPO A – Cave attive e discariche in esercizio
- TIPO B1 – Cave inattive
- TIPO B2 – Discariche dismesse e riporti antropici
- AREA SOGGETTA A VINCOLO IDROGEOLOGICO (triangoli verso zona vincolata)

VINCOLI IDRAULICI IMPOSTI DAI SOVRAORDINATI PIANI DI BACINO

- ALVEO ATTUALE
- AREE INONDABILI CON DIVERSI TEMPI DI RITORNO
- FASCIA RIASSETTO FLUVIALE
  FASCIA DI RISPETTO DELLO SCOLMATORE per quanto riguarda lo scolmatore del T. Bisagno (rif. PdB del T. Bisagno art. 17 bis)
- RETICOLO IDROGRAFICO

ACQUIFERI SIGNIFICATIVI
Piano di Tutela delle Acque (D.C.R. 32/09)

- ACQUIFERI SIGNIFICATIVI (triangoli verso zona vincolata)

CAPTAZIONI AD USO UMANO (Aggiornamento giugno 2014)
Ambiente in Liguria: banca dati "Derivazioni idriche"

- Sorgenti o pozzi
- Fascia di salvaguardia Scolmatore Rio Vernazzola (Fonte: Area Tecnica–Direzione Manutenzione Infrastrutture e Verde Pubblico)
- Limiti amministrativi: Comune e Municipi

- Corridoio metropolitana tratta Canepari-Rivarolo

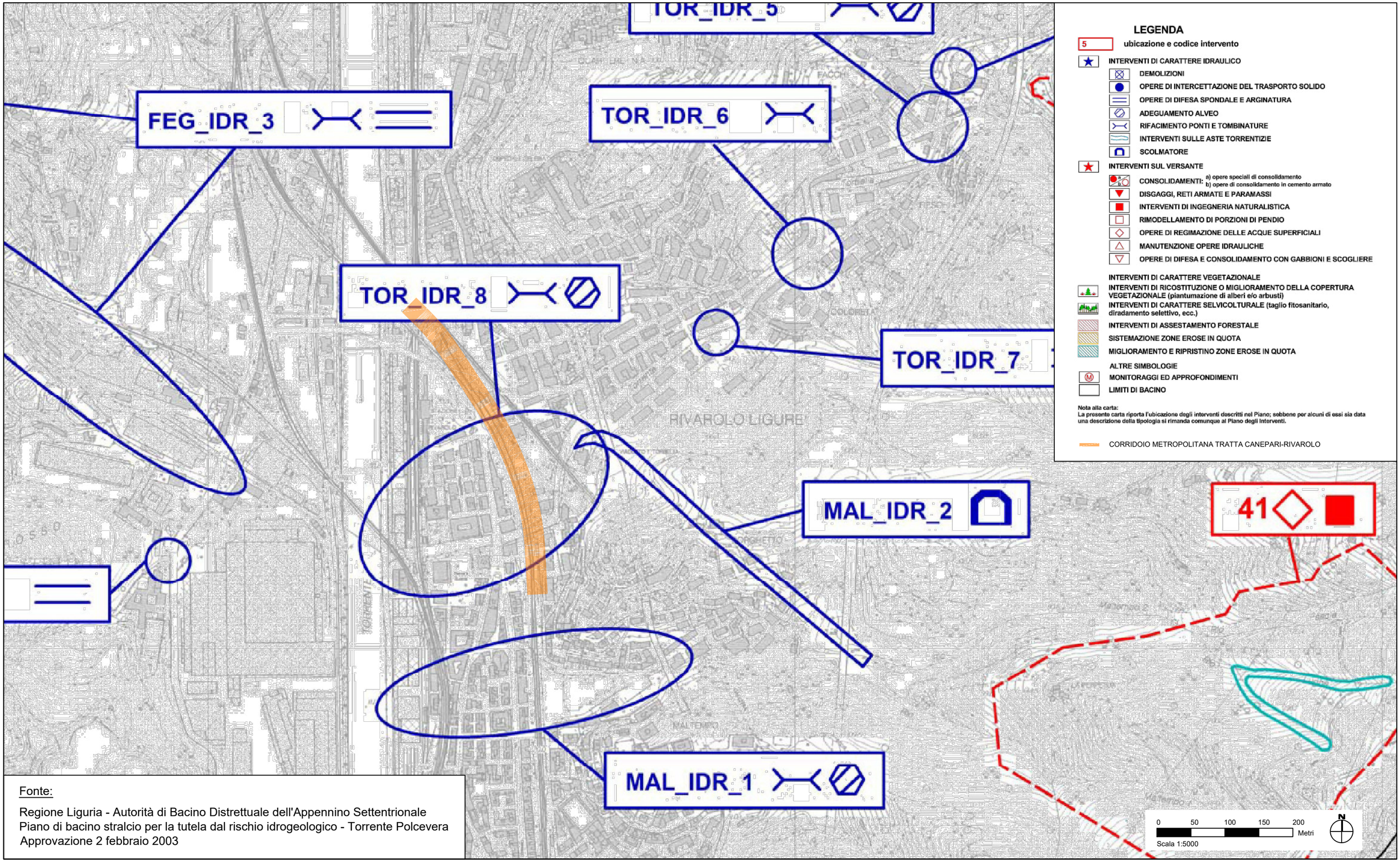
0 50 100 150 200 Metri

Scala 1:5000

N

Fonte:

Comune di Genova
Piano Urbanistico Comunale - Vincoli geomorfologici ed idraulici foglio 27
Recepimento della pianificazione di bacino al 31 dicembre 2022



Fonte:

Regione Liguria - Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale
Piano di bacino stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico - Torrente Polcevera
Approvazione 2 febbraio 2003

9.2 ALLEGATO 2 – ESTRATTO CON APPLICAZIONE DEL METODO DI DISPERSIONE DELLE POLVERI ALLA TRATTA BRIN-CANEPARI (STRALCIO MGE1PDLGAMBCOMR00700B)

Viene di seguito riportato un estratto della relazione MGE1PDLGAMBCOMR00700B Piano ambientale della cantierizzazione (§§7.4 – 7.9) con la presentazione dettagliata dell'applicazione del modello Calpuff per il calcolo della dispersione delle polveri. L'applicazione di seguito descritta è inerente al progetto della precedente tratta Brin-Canepari.

5. Benzene

Il Benzene è un idrocarburo aromatico volatile. È generato dai processi di combustione naturali, quali incendi ed eruzioni vulcaniche e da attività produttive inoltre è rilasciato in aria dai gas discarico degli autoveicoli e dalle perdite che si verificano durante il ciclo produttivo della benzina (preparazione, distribuzione e l'immagazzinamento). Considerato sostanza cancerogena riveste un'importanza particolare nell'ottica della protezione della salute umana.

Per il parametro benzene C6H6, nel periodo di osservazione 01 gennaio ÷ 31 dicembre 2018, sono stati rilevati i valori indicati nella tabella seguente:

Zona	Nome Stazione	Tipo Stazione	Valore medio annuale ($\mu g/m^3$)
IT0711	Corso Europa - Genova (GE)	U.T.	2,9
	Corso Buenos Aires - Genova (GE)	U.T.	2,3
	Via Buozzi - Genova (GE)	U.T.	2,1
	Multedo Viale Villa Chiesa - Genova (GE)	U.I.	0,8

Facendo riferimento ai limiti fissati dal d.lgs. 155/2010, per il periodo di osservazione considerato, si evidenzia che il limite e stato rispettato in tutte le postazioni.

7.4 Modellistica

7.4.1 Modelli di dispersione

Quando gas o particelle vengono immessi in atmosfera si disperdono per opera del moto caotico dell'aria; tale fenomeno è noto come diffusione turbolenta. Scopo dello studio del comportamento degli inquinanti in atmosfera è la conoscenza della loro distribuzione spaziale e temporale.

Nella maggior parte dei casi si ricorre alla descrizione matematica dei processi di trasporto, reazione chimica e rimozione attraverso l'ausilio di modelli matematici di simulazioni (detti modelli di diffusione) atti a descrivere la distribuzione di una determinata sostanza in atmosfera.

La scelta dello strumento modellistico adeguato alle esigenze dello specifico caso di studio necessita di un'attenta fase di valutazione di applicabilità, da espletarsi attraverso la verifica:

- del problema: scala spaziale, temporale, dominio, tipo di inquinante, tipo di sorgenti, finalità delle simulazioni;
- dell'effettiva disponibilità dei dati di input;
- delle risorse di calcolo disponibili;
- del grado di complessità dei vari strumenti disponibili e delle specifiche competenze necessarie per la sua applicazione;
- delle risorse economico-temporali disponibili.

Naturalmente, la complessità della realtà fisica fa sì che nessun modello possa rappresentare la situazione reale nella sua completezza: ciascun modello rappresenta necessariamente una semplificazione e un'approssimazione della realtà.



Figura 35. Criteri che concorrono alla scelta del modello

In generale, i modelli matematici diffusionali si possono dividere in due categorie:

- modelli deterministici;
- modelli statistici.

I modelli deterministici si basano su equazioni che si propongono di descrivere in maniera quantitativa i fenomeni che determinano il comportamento dell'inquinante in atmosfera.
Si dividono a loro volta in due classi:

- modelli euleriani: riferiti ad un sistema di coordinate fisse;
- modelli lagrangiani: riferiti ad un sistema di coordinate mobile, che segue gli spostamenti degli elementi di cui si desidera riprodurre il comportamento in atmosfera.

I modelli euleriani si suddividono, a loro volta, in:

- modelli analitici,
- modelli a box,
- modelli a griglia.

I modelli analitici si basano sull'integrazione, in condizioni semplificate, dell'equazione generale di trasporto e diffusione. Le condizioni meteoclimatiche possono considerarsi stazionarie (plume models) oppure dipendenti dal tempo (puff models).

I modelli a box suddividono il dominio in celle, all'interno delle quali si assume che l'inquinante sia perfettamente miscelato. È inoltre possibile tenere conto di eventuali termini di trasformazione chimica e di rimozione dovuta a fenomeni di deposizione.
I modelli a griglia si basano sulla soluzione dell'equazione di diffusione atmosferica tramite tecniche alle differenze finite. Prendono il nome dalla suddivisione del dominio in un grigliato tridimensionale e sono in grado di tener conto di tutte le misure meteorologiche disponibili e delle loro variazioni spaziali e temporali, nonché di trasformazioni quali le reazioni chimiche, la deposizione secca o umida.
I modelli lagrangiani si suddividono in:

- modelli a box,
- modelli a particelle.

I modelli lagrangiani a box, differentemente dai corrispondenti modelli euleriani, ottengono una risoluzione spaziale lungo l'orizzontale, non possibile nei primi a causa dell'ipotesi di perfetto miscelamento. La dimensione verticale del box è posta uguale all'altezza di miscelamento. L'ipotesi semplificatrice più significativa consiste nell'assumere la dispersione orizzontale nulla (assenza di scambio con l'aria circostante).
Nei modelli a particelle la dispersione dell'inquinante viene schematizzata attraverso pseudo-particelle di massa nota, che evolvono in un dominio tridimensionale. Il moto delle particelle viene descritto mediante la componente di trasporto, espressa attraverso il valore medio del vento, e quella turbolenta, espressa attraverso le fluttuazioni dello stesso intorno al valore medio. Questo approccio permette di tener conto delle misure meteorologiche disponibili, anche relative a situazioni spaziali e temporali complesse, evitando parametrizzazioni sulla turbolenza (classi di stabilità e coefficienti di diffusione semi-empirici).
I modelli statistici si basano su relazioni statistiche fra insiemi di dati misurati e possono suddividersi, a seconda delle tecniche statistiche implementate, in:

- modelli di distribuzione,
- modelli stocastici,
- modelli di recettore.

Tutti i modelli statistici non prevedono l'utilizzo delle equazioni che descrivono la realtà fisica, ma utilizzano i soli dati misurati nel passato dalla rete di monitoraggio e forniscono le previsioni dei valori di concentrazione nei soli punti della rete stessa. Nelle loro forme più semplici, questi modelli si basano su espressioni lineari formate dal termine che esplicita la relazione tra dati passati e dato previsto e dal termine stocastico vero e proprio; le ulteriori affinazioni possono derivare con l'apporto esplicito o implicito di altre variabili, meteorologiche o emissive.

7.5 Approccio metodologico

7.5.1 Calpuff Model System

Il sistema di modelli CALPUFF MODEL SYSTEM1, inserito dall'U.S. EPA in Appendix A di "Guideline on Air Quality Models", è stato sviluppato da Sigma Research Corporation, ora parte di Earth Tech, Inc, con il contributo di California Air Resources Board (CARB).

[1] ***CALPUFF Regulatory Updates and Consequence Analysis***
The current regulatory version of the CALPUFF Modeling System includes:
CALPUFF version 5.8, level 070623
CALMET version 5.8, level 070623

Il sistema di modelli è composto da tre componenti:

- Il preprocessore meteorologico CALMET: utile per la ricostruzione del campo tridimensionale di vento e temperatura all'interno del dominio di calcolo;
- Il processore CALPUFF: modello di dispersione, che 'inserisce' le emissioni all'interno del campo di vento generato da Calmet e ne studia il trasporto e la dispersione;
- Il postprocessore CALPOST: ha lo scopo di processare i dati di output di CALPUFF, in modo da renderli nel formato più adatto alle esigenze dell'utente.

CALMET è un preprocessore meteorologico di tipo diagnostico, in grado di riprodurre campi tridimensionali di vento e temperatura e campi bidimensionali di parametri descrittivi della turbolenza. È adatto a simulare il campo di vento su domini caratterizzati da orografia complessa. Il campo di vento viene ricostruito attraverso stadi successivi, in particolare un campo di vento iniziale viene rielaborato per tenere conto degli effetti orografici, tramite interpolazione dei dati misurati alle centraline di monitoraggio e tramite l'applicazione di specifici algoritmi in grado di simulare l'interazione tra il suolo e le linee di flusso. Calmet è dotato, infine, di un modello micrometeorologico per la determinazione della struttura termica e meccanica (turbolenza) degli strati inferiori dell'atmosfera.
CALPUFF è un modello di dispersione 'a puff' multi-strato non stazionario. È in grado di simulare il trasporto, la dispersione, la trasformazione e la deposizione degli inquinanti, in condizioni meteorologiche variabili spazialmente e temporalmente. CALPUFF è in grado di utilizzare campi meteorologici prodotti da CALMET, oppure, in caso di simulazioni semplificate, di assumere un campo di vento assegnato dall'esterno, omogeneo all'interno del dominio di calcolo. CALPUFF contiene diversi algoritmi che gli consentono, opzionalmente, di tenere conto di diversi fattori, quali: l'effetto scia dovuto agli edifici circostanti (building downwash) o allo stesso camino di emissione (stack-tip downwash), shear verticale del vento, deposizione secca ed umida, trasporto su superfici d'acqua e presenza di zone costiere, presenza di orografia complessa, ecc. CALPUFF è infine in grado di trattare diverse tipologie di sorgente emissiva, in base essenzialmente alle caratteristiche geometriche: sorgente puntiforme, lineare, areale, volumetrica.
CALPOST consente di elaborare i dati di output forniti da CALPUFF, in modo da ottenere i risultati in un formato adatto alle esigenze dell'utente. Tramite Calpost si possono ottenere dei file di output direttamente interfacciabili con software grafici per l'ottenimento di mappe di concentrazione.

7.6 Meteorologia

7.6.1 Caratterizzazione meteoclimatica

In questo paragrafo, relativo alla caratterizzazione meteorologica dell'area allo studio, si riportano le elaborazioni dei dati meteorologici selezionati per la caratterizzazione del dominio di calcolo. Da una indagine conoscitiva non esistono fonti di dati meteorologici ufficiali e rappresentativi (stazioni meteorologiche a terra) all'interno del dominio di calcolo.

CALPOST version 5.6394, level 070622
For every update of the "EPA-approved" version of the CALPUFF Modeling System, a consequence analysis is performed by EPA using an update protocol that identifies what model changes have been made and their implications based on the analysis results. This analysis compares the base CALPUFF Modeling System (i.e., current regulatory version) with the beta (i.e., proposed updated version).

Per la valutazione della qualità dell'aria è necessario considerare ed analizzare le variabili meteorologiche che più influenzano l'accumulo, il trasporto, la diffusione, la dispersione e la rimozione degli inquinanti nell'atmosfera.

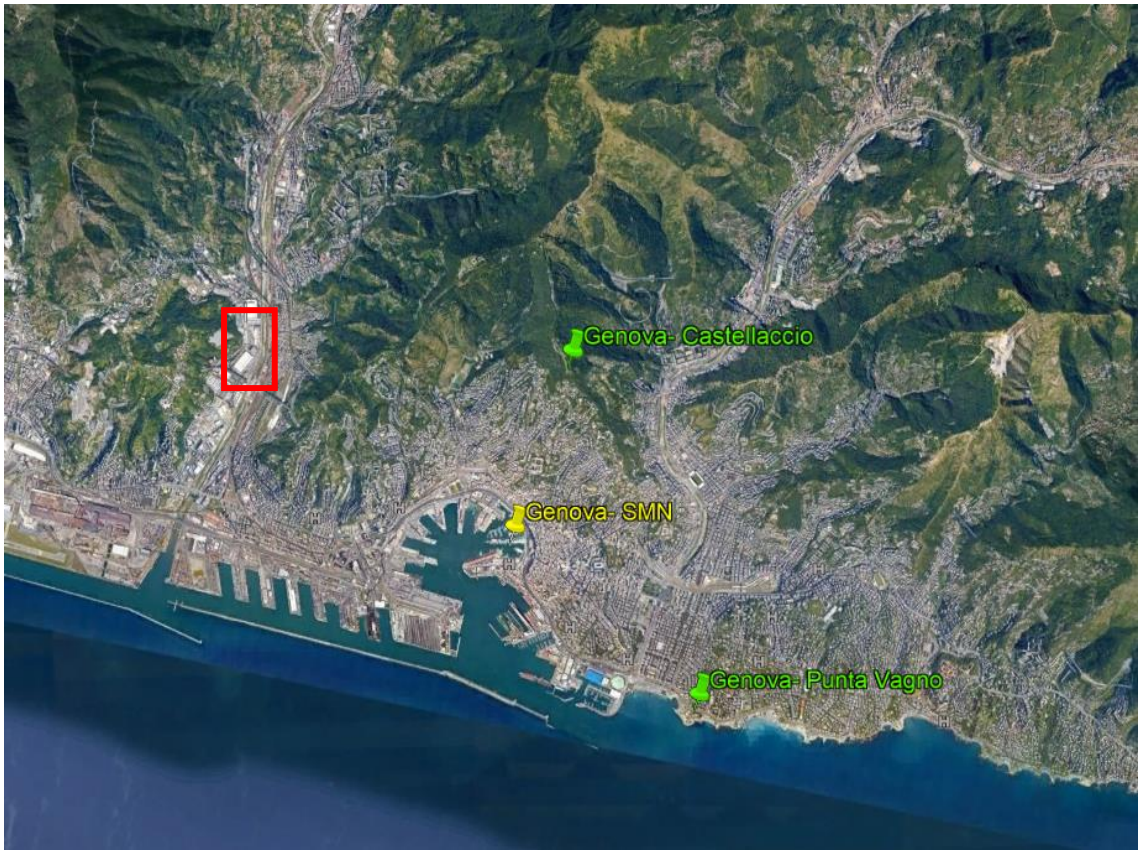
In relazione all'estensione territoriale del dominio stesso e per una corretta caratterizzazione meteorologica dell'area le basi di dati meteorologiche disponibili sono costituite da i dati di:

- Osservatorio Meteoidrologico della Regione Liguria (OMIRL) sotto la gestione di ARPAL
- Servizio Mareografico Nazionale (SMN)

La caratterizzazione meteorologica dell'area di cantiere è stata sviluppata utilizzando i dati disponibili riferiti all'anno 2018 delle stazioni seguenti

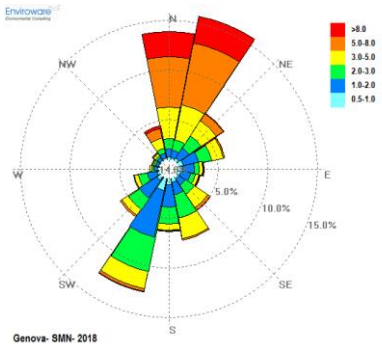
- **Stazione GENOVA PUNTA VAGNO- OMIRL**
- **Stazione GENOVA CASTELLACCIO- OMIRL**
- **Stazione GENOVA - SMR**

Di seguito si riportano la localizzazione e la caratterizzazione delle stazioni considerate.



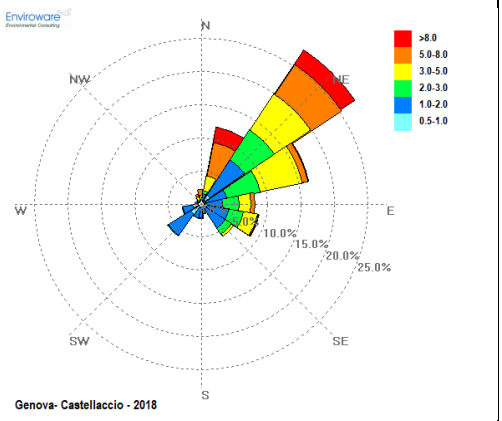
7.6.2 **Regime anemologico**

Il regime dei venti dell'area di studio è stato caratterizzato utilizzando i dati meteorologici dell'anno solare 2018 registrati dalla stazione presa a riferimento. Di seguito si riportano tabelle e figure che descrivono su base annuale e per stagioni, il regime dei venti dell'area allo studio.

Stazione meteorologica GENOVA	
	
APPARTENENZA: Rete Mareografico Nazionale- APAT LATITUDINE: 44° 24' 36.46'' LONGITUDINE: 08° 55' 31.86''	Localizzazione: Presso l'acquario Altezza sul livello del mare: 10 m Distanza da area di intervento: 3.5 km
Parametri misurati: *Temperatura dell'aria- Temperatura dell'acqua - Velocità e Direzione del vento- Pressione Atmosferica- Umidità Relativa*	

Stazione meteorologica GENOVA- CASTELLACCIO





APPARTENENZA: Rete Regionale OMIRL (codice RIGHI)

LATITUDINE: 44° 25' 40.69''

LONGITUDINE: 08° 56' 3.59''

Localizzazione: Colline a Nord di Genova

Altezza sul livello del mare: 360 m

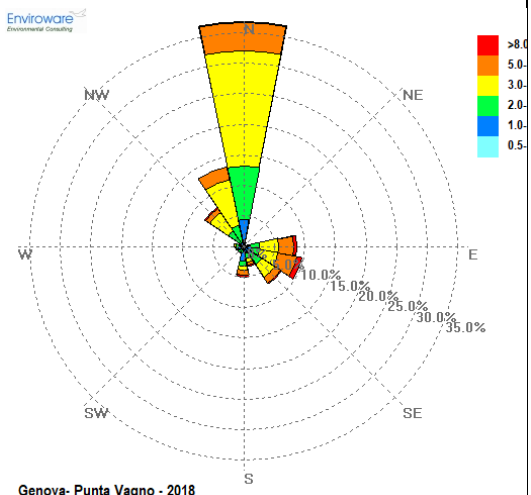
Distanza da area di intervento: 3.6 km

Parametri misurati:

Temperatura dell'aria- Velocità e Direzione del vento- Precipitazione cumulata

Stazione meteorologica GENOVA- PUNTA VAGNO





APPARTENENZA: Rete Regionale OMIRL (codice GEPVA)

LATITUDINE: 44° 23' 34.01''

LONGITUDINE: 08° 57' 7.99''

Localizzazione: Lungomare Punta Vagno

Altezza sul livello del mare: 10 m

Distanza da area di intervento: 6.3 km

Parametri misurati:

Velocità e Direzione del vento

7.7 Valutazione degli impatti di cantiere

7.7.1 Descrizione degli impatti di cantiere

Si riporta di seguito la descrizione delle principali sorgenti connesse alle attività di cantiere previste in progetto. Lo scopo primario dell'individuazione delle sorgenti e la conseguente quantificazione dell'impatto è quello di valutare l'effettiva incidenza delle emissioni delle attività di cantiere sullo stato di qualità dell'aria complessivo.

Il controllo dell'effettivo impatto delle attività di cantiere verrà eseguito attraverso il monitoraggio ambientale della qualità dell'aria in corso d'opera in corrispondenza delle aree di lavorazioni.

In relazione alla natura delle sorgenti possono essere individuati, quali indicatori del potenziale impatto delle stesse sulla qualità dell'aria, i seguenti parametri:

- polveri: PM_{10} (polveri inalabili, le cui particelle sono caratterizzate da un diametro inferiore ai 10 µm) e PTS (polveri totali sospese). 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 NOX);

Le attività più significative in termini di emissioni sono costituite:

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

In generale, la dimensione dell'impatto legato al transito indotto sulla viabilità esistente risulta essere direttamente correlato all'entità dei flussi orari degli autocarri e pertanto risulta stimabile in relazione sia ai fabbisogni dei cantieri stessi che al materiale trasportato verso l'esterno.

7.7.2 Inquinanti considerati nell'analisi modellistica

Le operazioni di lavorazione, scavo e movimentazione dei materiali, ed il transito di mezzi meccanici ed automezzi utilizzati per tali attività, possono comportare potenziali impatti sulla componente in esame in termini di emissione e dispersione di inquinanti. In particolare, nel presente studio, in riferimento alla loro potenziale significatività, sono stati analizzati:

- polveri (il parametro assunto come rappresentativo delle polveri è il PM10, ossia la frazione fine delle polveri, di granulometria inferiore a 10 µm, il cui comportamento risulta di fatto assimilabile a quello di un inquinante gassoso);
- ossidi di azoto (NOx).

Nella presente analisi modellistica è stata analizzata la dispersione e la diffusione in atmosfera dei parametri sopra elencati, con riferimento alle attività di cantiere previste dal progetto, al fine di verificarne i potenziali effetti ed il rispetto dei valori limite sulla qualità dell'aria previsti dalla normativa vigente. In particolare, con riferimento agli ossidi di azoto (NOX) è necessario fare delle precisazioni, per le quali si rimanda al paragrafo successivo.

Tuttavia, come precedentemente indicato, l'impatto potenzialmente più rilevante esercitato dai cantieri di costruzione sulla componente atmosfera è legato alla possibile produzione di polveri, provenienti direttamente dalle lavorazioni e, in maniera meno rilevante, quelle indotte indirettamente dal transito di mezzi meccanici ed automezzi sulla viabilità interna ed esterna.

7.7.3 Meccanismi di formazione del biossido di azoto

Gli ossidi di azoto NO_x sono presenti in atmosfera sotto diverse specie, di cui le due più importanti, dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico sono l'ossido di azoto, NO, ed il biossido di azoto, NO_2, la cui origine primaria nei bassi strati dell'atmosfera è costituita dai processi di combustione e, nelle aree urbane, dai gas di scarico degli autoveicoli e dal riscaldamento domestico. La loro somma pesata prende il nome di NO_x e la loro origine deriva dalla reazione di due gas (N_2 e O_2) comunemente presenti in atmosfera.

L'inquinante primario (per quanto riguarda gli NOx) prodotto dalle combustioni dei motori è l'ossido di azoto (NO); la quantità di NO prodotta durante una combustione dipende da vari fattori:

- temperatura di combustione: più elevata è la temperatura di combustione maggiore è la produzione di NO;
- tempo di permanenza a tale temperatura dei gas di combustione: maggiore è il tempo di permanenza, più elevata è la produzione di NO;
- quantità di ossigeno libero contenuto nella fiamma: più limitato è l'eccesso d'aria della combustione, minore è la produzione di NO a favore della produzione di CO.

Il meccanismo di formazione secondaria di NO2 dai processi di combustione prevede che, una volta emesso in atmosfera, l'NO prodotto si converte parzialmente in NO2 (produzione di origine secondaria) in presenza di ozono (O3). L'insieme delle reazioni chimiche che intervengono nella trasformazione di NO in NO2 è detto ciclo fotolitico e può essere così schematizzato:

- l'O_3 reagisce con l'NO emesso per formare NO_2 e O_2

$$NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2$$

- le molecole di NO_2 presenti nelle ore diurne e soleggiate assorbono energia dalla radiazione ultravioletta (fotoni hv di lunghezza d'onda inferiore a 430 nm). L'energia assorbita scinde la molecola di NO2 producendo una molecola di NO e atomi di ossigeno altamente reattivi.

$$NO_2 + h\nu \rightarrow NO + O$$

- gli atomi di ossigeno sono altamente reattivi e si combinano con le molecole di O2 presenti in aria per generare ozono (O_3) che quindi è un inquinante secondario:

$$O_2 + O \rightarrow O_3$$

Le reazioni precedenti costituiscono un ciclo che, però, rappresenta solo una porzione ridotta della complessa chimica che ha luogo nella parte bassa dell'atmosfera. Infatti, se in aria avessero luogo solo queste reazioni, tutto l'ozono prodotto verrebbe distrutto, e l'NO_2 si convertirebbe in NO per convertirsi nuovamente in NO_2 senza modifiche nella concentrazione delle due specie, mantenendo costante il rapporto tra NO_2 e NO in aria.
Tuttavia, in condizioni di aria inquinata da scarichi veicolari (fonte di NO primario e NO_2 secondario) in presenza di COV incombusti e forte irraggiamento, il monossido d'azoto NO non interagisce più solo con ozono nel ciclo di distruzione, ma viene catturato e contemporaneamente trasformato in NO2, con conseguente accumulo di NO_2 e O_3 in atmosfera.
I fattori di emissione per gli ossidi di azoto forniti dagli inventari delle emissioni sono espressi in termini di NO_x e non NO_2. Al contrario la vigente normativa sulla qualità dell'aria prevede dei valori limite (media annua e massima oraria) espressi come NO_2 e non come NO_x.
Poiché il modello di simulazione utilizzato per l'analisi della dispersione delle concentrazioni di inquinanti in atmosfera non tiene conto dei vari meccanismi chimici di trasformazione che portano alla formazione secondaria degli NO_2 a partire dagli NO, l'analisi modellistica eseguita è stata effettuata per l'NO_X. È difficile prevedere la percentuale di NO_2 contenuta negli NO_x, in quanto come riportato precedentemente questa dipende da molteplici fattori, come la presenza di Ozono (O_3) e di luce. Inoltre, i casi in cui si verificano tali condizioni, generalmente sono caratterizzate da condizioni meteo tali da favorire la dispersione degli inquinanti.

Tuttavia, come è possibile riscontrare nei paragrafi che seguono, anche si assumesse che il rapporto NO_2/NO_x è pari a 1 (situazione limite poco probabile), ovvero che tutti gli NO_x sono costituiti interamente da NO_2, i valori di concentrazione degli ossidi di azoto stimati con il modello di dispersione in atmosfera risultano al di sotto dei valori limite previsti dalla normativa.

7.7.4 Identificazione delle aree di cantiere e degli scenari di simulazione

Si riporta di seguito una breve sintesi delle principali informazioni relative alla cantierizzazione che hanno rappresentato i presupposti per l'identificazione delle aree di cantiere a priori potenzialmente interessate da interazioni con la componente atmosfera e per la scelta degli scenari di impatto implementati all'interno del modello numerico.

Per informazioni di dettaglio sul sistema di cantierizzazione previsto si rimanda ovviamente alle relazioni specialistiche del progetto, in particolare la "Relazione di illustrativa" MGE1LGPD CANCOMR00100A.

Potenzialmente più impattanti sono le aree tecniche-operative in corrispondenza delle quali avvengono le principali operazioni di scavo, movimentazione dei materiali terrigeni potenzialmente polverulenti e le aree di stoccaggio che saranno impiegate per lo stoccaggio in cumulo dei materiali di risulta dalle lavorazioni. Assumendo che l'impatto più significativo esercitato dai cantieri di costruzione sulla componente atmosfera sia generato dal sollevamento di polveri (indotto direttamente dalle lavorazioni o indirettamente dal transito degli automezzi sulle aree di cantiere non pavimentate), si è quindi ritenuto di considerare all'interno degli scenari di impatto tutte le aree di cantiere interessate dalle operazioni di scavo, movimentazione e stoccaggio terre, accumulo e stoccaggio degli inerti provenienti dall'esterno, interessate al contempo dal transito di mezzi su aree e/o piste non pavimentate.
Una volta individuata per ciascuna fase l'insieme delle aree di cantiere, si è provveduto all'analisi di dettaglio dei due fattori sinergici che contribuiscono alla definizione del cosiddetto scenario di massimo impatto: il cronoprogramma dei lavori e il bilancio dei materiali.

Il cronoprogramma dei lavori consente, infatti, di verificare la durata della singola lavorazione o opera e di valutarne le eventuali sovrapposizioni temporali, il bilancio dei materiali consente, di verificare le quantità di materiale movimentato, opportunamente suddivise in materiali di scavo, di demolizione e materiali movimentati. In tal modo si è dapprima associato il relativo quantitativo di materiale movimentato (espresso nella forma standardizzata sotto forma di mc/g) e successivamente si è provveduto, sulla base del cronoprogramma a verificare, il periodo di durata delle lavorazioni.
Da ultimo, si è introdotto il criterio finale della localizzazione delle aree di cantiere e della relativa definizione dei domini di calcolo da introdurre all'interno delle simulazioni, aventi caratteristiche omogenee e requisiti dimensionali tali da comprendere al loro interno gli interi areali di impatti, definiti come la porzione di territorio compresa all'interno della curva di isoconcentrazione relativa all'incremento di impatto minimamente significativo.

Analizzando in dettaglio il processo valutativo volto alla definizione degli scenari di impatto da verificare mediante l'applicazione modellistica, il primo passo è stato, pertanto, quello di definire, per ciascuna area di cantiere, le volumetrie di materiale movimentato, scavato nonché la durata delle attività, così da poter definire, il volume giornaliero movimentato.

Per ciascuna opera si è considerato, inoltre, il relativo periodo di lavoro come desunto dal programma lavori di progetto e ciò ha consentito di stimare, per ciascuna opera/lavorazione e per ciascuna area di cantiere, la volumetria media giornaliera dei materiali di risulta.

Le aree di lavoro oggetto di specifica valutazione modellistica sono risultate le seguenti:

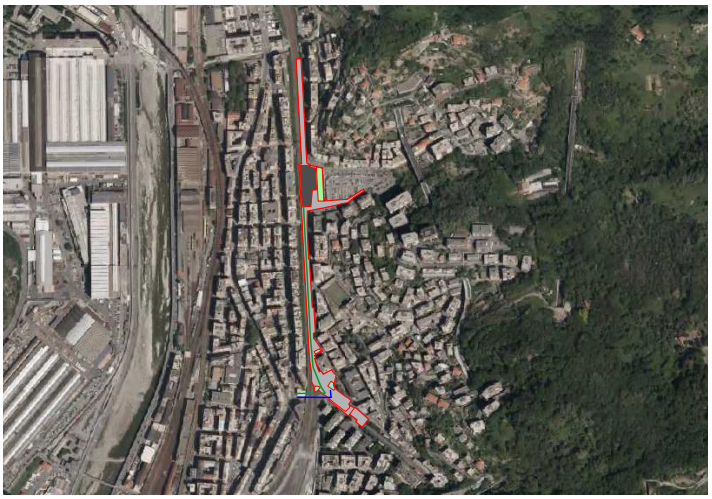


Figura 36. Individuazione delle aree di lavoro oggetto di valutazione.

Costituisce oggetto di analisi modellistica l'apporto di polveri legato alle polveri della combustione dei motori delle macchine operatrici e dei mezzi pesanti in transito sulla viabilità interna alle aree di cantiere, nonostante si ritenga che tale contributo in termini di polveri sia quantitativamente limitato rispetto alla generazione ed il risollevamento di polveri indotte dalle operazioni di scavo e/o deposito, che restano la fonte principale di emissione di particolato.

7.7.5 Stima dei fattori di emissione

Per la valutazione degli impatti in fase di esercizio dei cantieri si è fatto riferimento al Draft EPA dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente Statunitense (rif. http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/), il quale, nella sezione AP 42, Quinta Edizione, Volume I Capitolo 13 – "Miscellaneous Sources" Paragrafo 13.2 – "Introduction to Fugitive Dust Sources" presenta le seguenti potenziali fonti di emissione:

- Paved Roads: transito dei mezzi di cantieri sulla viabilità principale - rotolamento delle ruote sulle strade asfaltate (EPA, AP-42 13.2.1);
- Unpaved Roads: transito dei mezzi nell'ambito dell'area di cantiere e sulla viabilità non asfaltata di accesso al cantiere (EPA, AP-42 13.2.2);
- Heavy Construction Operations (EPA, AP-42 13.2.3);
- Aggregate Handling and Storage Piles: accumulo e movimentazione delle terre nelle aree di deposito e nel cantiere operativo (EPA AP-42 13.2.4);
- Wind Erosion: erosione del vento dai cumuli (EPA AP-42 13.2.5);
- Escavazione (EPA AP-11.9.2).

Al fine di valutare gli impatti di cantiere nel modello di calcolo sono state considerate tutte le sorgenti di polvere sopra esposte.

Sono state inoltre considerate le attività di escavatori, pale e gru all'interno dell'area di cantiere, e le emissioni dei gas di scarico sia dei mezzi meccanici di cantiere (assimilabili a sorgenti di emissione puntuali) sia dei mezzi pesanti in transito sulla viabilità di cantiere (intesi come sorgenti di emissione lineari).

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

$$Q(E)i = A * Ei \qquad \text{(eq.1)}$$

dove:

Q(E)i: emissione dell'inquinante i (ton/anno);

A: indicatore dell'attività (ad es. consumo di combustibile, volume terreno movimentato, veicolo-chilometri viaggiati);

Ei: fattore di emissione dell'inquinante i (ad es. g/ton prodotta, kg/kg di solvente, g/abitante).

La stima è tanto più accurata quanto maggiore è il dettaglio dei singoli processi/attività.

Come già accennato per la stima dei diversi fattori di emissione sono state utilizzate le relazioni in merito suggerite dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (E.P.A., AP-42, Fifth Edition, Compilation of air pollutant emission factors, Volume I, Stationary Points and Area SouRes) e dall'Inventario Nazionale degli Inquinanti australiano (National Pollutant Inventory, N.P.I., Emission Estimation Technique Manual). Per ogni tipologia di sorgente considerata si illustrano di seguito le stime dei fattori di emissione.

Per seguire tale approccio di valutazione è necessario conoscere diversi parametri relativi a:

- sito in esame (umidità del terreno, contenuto di limo nel terreno, regime dei venti);
- attività di cantiere (quantitativi di materiale da movimentare ed estensione delle aree di cantiere);
- mezzi di cantiere (tipologia e n. di mezzi in circolazione, chilometri percorsi, tempi di percorrenza, tempo di carico/scarico mezzi, ecc...).

Mentre alcune di queste informazioni sono desumibili dalle indicazioni progettuali, per altre è stato necessario fare delle assunzioni il più attinenti possibili alla realtà.

Le ipotesi cantieristiche assunte per la stima delle emissioni e l'analisi modellistica sono le seguenti:

- Simulazione delle aree di lavorazione previste;
- Aree di movimentazione e stoccaggio dei materiali;
- Attività di scavo e caricamento dei materiali sui camion;

- Transito mezzi su piste non asfaltate: ai fini della simulazione si considera che tutte le piste di cantiere percorse dai mezzi di interne al cantiere siano non pavimentate, non è prevista asfaltatura delle strade interne al cantiere.
- N.ro 24ore lavorative / giorno per 365 giorni /anno

Per la stima delle emissioni derivanti da ogni cantiere simulato si rimanda al dettaglio in allegato delle schede di emissione.

Caratteristica delle aree di cantiere di studio

Di seguito si caratterizzano le aree di cantiere allo studio con le informazioni utilizzate per la stima delle emissioni che si riportano in allegato.

Si è proceduto alla stima degli impatti sulla base dei dati di terre scavate e depositate e di indicazioni derivanti dal cronoprogramma delle lavorazioni.

Si prevede l'utilizzo delle aree di cantiere di deposito di seguito elencate che saranno oggetto di simulazione

CODICE	DESCRIZIONE	AREA	MATERIALE
AS3A 01	Area di Stoccaggio	51 m^2	6370 m^3
AS3A 02	Area di Stoccaggio	91 m^2	
AS3A 03	Area di Stoccaggio	103 m^2	

L'eventuale contestuale presenza di altre attività secondarie viene trascurata in questa fase, l'unica attività che viene considerata nelle simulazioni riguarda il transito dei camion all'interno dell'area di lavoro secondo i tratti definiti dal progetto

La geometria delle sorgenti areali relative ai cantieri corrisponde a quanto riportato nella planimetria di cantierizzazione. I cantieri lavorano per 10 ore giorno per un periodo di 120 giorni .

Caratteristiche emissive dei mezzi d'opera



Tipologia mezzo d'opera
autocarro
Potenza motori (Kw)
130 - 300
Livello medio di potenza sonora (dBa)
100



Tipologia mezzo d'opera
Escavatore/ Pala
Potenza motori (Kw)
150-500
Livello medio di potenza sonora (dBa)
106

7.7.6 Traffico su pista di cantiere

Si riporta di seguito una breve sintesi delle principali informazioni relative al traffico di messi pesanti sulle piste di cantiere che hanno rappresentato i presupposti per l'identificazione del tracciato stradale interessato da interazioni con la componente atmosfera e per la scelta degli scenari di impatto implementati all'interno del modello numerico.

È stato valutato il contributo del traffico di mezzi pesanti da e per le aree di cantiere valutato come da programma dei lavori per la valutazione dell'impatto dei mezzi pesanti utilizzati per il trasporto dei materiali scavati dal sito di produzione fino ai depositi finali, sulla qualità dell'aria.

CARATTERISTICHE EMISSIVE MEZZI

Tipologia mezzo d'opera	
autocarro	
Potenza motori (Kw)	
130 - 300	
Livello medio di potenza sonora (dBa)	
100	

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

Q(E)i = A * Ei (eq.1)

dove:

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

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

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

I fattori di emissione sono stati desunti per mezzi pesanti dal sito di ISPRA Inventaria – fattori di emissione medi per traffico autoveicolare anno 2017.

Tabella 17. **Fattori di emissione (fonte Ispra)**

Inquinante	Fattore di emissione medi (g/km*veic)
NOX	4.2974
PM10	0.1861

Per il tracciato dei tratti di viabilità percorsi dai mezzi dalle aree di cantiere si fa riferimento cantierizzazione, in cui sono individuati il numero di viaggi/giorno in ingresso e uscita sulle piste: pista verde 1.404 veicoli A/R, pista blu 1.276 veicoli A/R per l'intero periodo di cantiere.



Figura 37. Tracciato considerato

7.7.7 Metodologia di modellazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera

Al fine della implementazione della catena modellistica per la valutazione del potenziale impatto in atmosfera derivante dalle attività di cantiere è stato necessario definire per ognuna delle aree di cantiere esaminate, i seguenti dati:

- dominio di calcolo e schema di modellazione;
- orografia;
- condizioni meteoclimatiche;
- parametri emissivi.

7.7.7.1 Dominio di calcolo e schema di modellazione

La dispersione delle polveri e degli inquinanti potenzialmente prodotte in fase di cantiere è stata simulata, su di un'area compatibile con quella dell'opera in progetto.

Ai fini del calcolo della concentrazione delle polveri e dei gas, il dominio di calcolo è stato suddiviso in sotto domini con grigliati con maglie quadrate di passo pari a 125 m sia in direzione nord-sud che in direzione est-ovest.

Tabella 18. **Domini di calcolo per la dispersione**

Dominio di simulazione	Estensione del dominio [km] WGS 84 fuso 32N	Passo griglia
Dominio meteorologico	E 489.000 E 493.050 N 4917.000 N 4921.000	0.100 km
Dominio calcolo dispersione	E 490.450 E 492.450 N 4919.000 N 4921.000	0.025 km



Figura 38. **Figura 1 *griglia di calcolo Calpuff***

7.7.7.2 Orografia

Per la simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera si è tenuto conto dell'orografia dell'intero dominio di calcolo implementando un modello di terreno complesso. La base di dati cartografica è stata elaborata per creare un dominio di circa 4 km per costituito da una griglia regolare 100 m utilizzata per le simulazioni con il codice CALMET per il quale si è utilizzata la configurazione con terreno complesso. L'orografia è stata predisposta utilizzando dati DTM disponibili da US-GS [https://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2_1/SRTM3/Eurasia/] che ha permesso di ricostruire orografia complessa con passo di 100 metri.

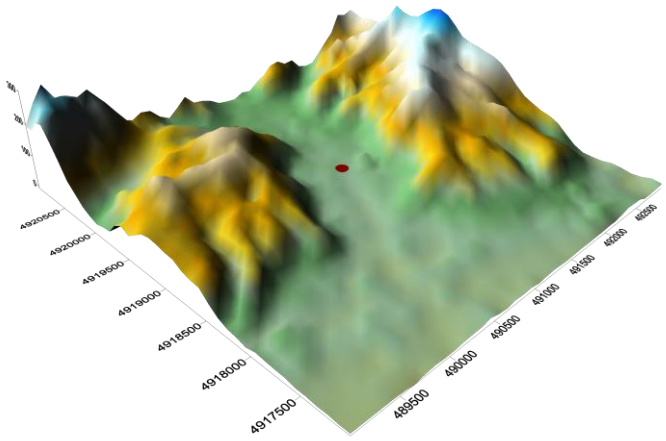


Figura 39. **Orografia del dominio di calcolo implementata nel codice CALMET**

7.7.7.3 Ricettori discreti

Al fine di poter valutare il rispetto dei limiti di legge di qualità dell'aria individuati dal D.lgs. 155/2010 e smi sono stati selezionati sul territorio un significativo numero di recettori per i quali saranno poi calcolati tutti i valori di concentrazione degli inquinanti emessi dallo scenario di traffico veicolare descritto dal modello di dispersione.

Tabella 19. **Recettori discreti individuati nel dominio di studio**

ID	UTM WGS 84 fuso 32N [km]	UTM WGS 84 fuso 32N [km]	QUOTA slm (m)
R1	491512.05	4919904.28	25.7
R2	491564.28	4919799.81	28.3
R3	491561.38	4919986.98	27.2
R4	491426.45	4919937.65	25.2
R5	491660.04	4919879.61	41.2
R6	491686.16	4919978.27	36.4
R7	491467.07	4919757.74	26.6
R8	491590.40	4919609.74	24.1
R9	491598.03	4919463.73	25.0
R10	491642.72	4919544.40	25.6
R11	491497.74	4919548.76	19.3
R12	491516.27	4919475.72	19.1
R13	491450.87	4919502.98	18.6
R14	491583.86	4919371.08	27.6
R15	491644.89	4919702.41	33.3



Figura 40. Recettori discreti

7.7.7.4 Parametri micrometeorologici

La configurazione del codice CALMET che comprende tutte le stazioni meteo precedentemente descritte, ha permesso di ricostruire un campo di vento 3D complesso sull'area in esame. In questo modo le condizioni meteorologiche su ogni area di cantiere saranno le più realistiche possibili.

I parametri micrometeorologici calcolati da CALMET aiutano a descrivere la meteorologia dell'area di studio. Infatti, nelle schede descrittive si riportano sia le frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento che i valori delle classi di stabilità atmosferica e dell'altezza di mescolamento. Quest'ultimo parametro, l'altezza dello strato di mescolamento è quella quota, adiacente alla superficie terrestre, all'interno della quale si verifica la diffusione degli inquinanti. Il suo spessore può variare da 50 a 3000 m in funzione delle condizioni meteo e delle caratteristiche della superficie terrestre. In generale tale parametro mostra variabilità sia stagionale che giornaliera, con valori più alti in estate e durante il periodo diurno; risulta in generale una forzante indiretta per l'accadimento di valori di concentrazioni elevate di inquinanti in aria ambiente. Minore è il suo valore maggiore sono i valori di concentrazione di inquinanti rilevabili.

Di seguito si mostrano le schede descrittive delle condizioni meteorologiche calcolate per l'area dei cantieri dal codice CALMET. In particolare, si descrivono per un punto all'interno del dominio di simulazione:

- Le statistiche dell'altezza di mescolamento;
- Le statistiche, in ore di accadimento, delle classi di stabilità atmosferiche.

7.7.7.5 Parametri di calcolo

Nel file di controllo del modello sono state impostate le seguenti opzioni:

- trasformazioni chimiche non considerate (condizione cautelativa);
- deposizione umida non simulata (condizione cautelativa);
- deposizione secca simulata per gli inquinanti particellari e non simulata per quelli gassosi;
- coefficienti di dispersione calcolati in base alle variabili micro-meteorologiche calcolate dal codice CALMET la cui simulazione è stata svolta sul dominio di calcolo meteorologico.

Per tutte le altre impostazioni sono stati utilizzati i valori di default consigliati. Per meglio valutare il reale impatto delle emissioni inquinanti considerate si sono inseriti nel codice di calcolo, file di controllo di CALPUFF, i coefficienti di ripartizione giornaliera delle emissioni da ogni area di cantiere, per la viabilità indotta e le macchine operatrici. In questo modo si è potuto valutare in modo coerente le emissioni da ogni tipologia di sorgente tenendo conto delle contemporaneità delle lavorazioni ed attività che si svolgono nelle singole aree di cantiere e del traffico ad esse associate.
Per l'applicazione del codice di calcolo CALPUFF MODEL SYSTEM sono stati predisposti i necessari files di ingresso, per le simulazioni del periodo solare dell'anno 2016, configurazione del codice, realizzati come di seguito riportato in tabella.

Tabella 20. **Configurazione CALPUFF per le sorgenti puntuali**

PARAMETRO	DESCRIZIONE
Periodo	anno solare 2018
Orografia	File GEO.DAT, contenente i dati di utilizzo del suolo (CORINE LAND COVER - Land Use) e di orografia (metri s.l.m.) organizzati su una griglia di passo 100m.
Meteorologia	File SURFACE.DAT: come dati di superficie sono stati inseriti i dati meteo alla quota di 10 m s.l.s. derivate dalle stazioni meteorologiche della rete regionali File UPAIR.DAT: come dati in quota sono stati inseriti i dati meteorologici presenti nell'archivio di LAMA ARPA SMR
Dispersione	Le emissioni di cantiere sono state rappresentate nel codice di calcolo come emissioni areali e ed inserite come variabili su scala oraria per le effettive ore di lavorazione del cantiere. È stato simulato anche il traffico dei mezzi pesanti sulle piste di cantiere. La griglia di calcolo del codice CALPUFF è stata individuata in un dominio di circa 2 km x 2km con passo cella di 25 metri (nesting grid factor = 4).
Simulazioni	
Meteo	I campi di vento tridimensionale sono stati calcolati tramite il preprocessore CALMET sul dominio di studio (celle di passo 0.1 km) considerando 8 livelli verticali.
Dispersione	Sono state effettuate simulazioni "short term" per la valutazione della dispersione degli inquinanti emessi su scala oraria per il periodo di riferimento per le aree di deposito e di lavoro e traffico all'interno dell'aree di lavoro.

Output	
	Sono stati elaborati i dati di concentrazioni di polveri calcolati da CALPUFF sia nei "recettori discreti", ovvero in corrispondenza di punti selezionati come "*sensibili*" per valutare il rispetto dei limiti di legge, che come "recettori grigliati" per ottenere le mappe di isonconcentrazione sul dominio di indagine.

7.8 Risultati

I risultati proposti in questo paragrafo riguardano i valori di concentrazione degli inquinanti in aria ambiente stimati dal codice di calcolo CALPUFF per le emissioni dalle aree di cantiere.

7.8.1 Recettori discreti

I risultati proposti in questo paragrafo riguardano i valori di concentrazione degli inquinanti in aria ambiente stimati dal codice di calcolo CALPUFF per le emissioni dalle aree di stoccaggio, di scavo e movimentazione nell'area di cantiere dei mezzi pesanti.

Tabella 21. **Risultati delle stime modellistiche**

	NOx		PM_{10}	
Recettore	**Media anno (µg/m³)**	**99.8° Perc delle medie orarie (µg/m³)**	**Media anno (µg/m³)**	**90.4° Perc delle medie giorno (µg/m³)**
R1	8.07	129.61	7.25	17.44
R2	1.67	54.02	1.39	3.57
R3	4.36	109.90	3.64	10.02
R4	1.05	38.05	0.83	2.23
R5	0.53	26.10	0.34	1.06
R6	0.77	33.36	0.64	2.51
R7	1.53	36.31	1.07	2.44
R8	11.71	150.72	2.72	8.07
R9	1.94	106.17	0.99	3.63
R10	1.95	118.85	0.90	3.55
R11	3.94	125.86	1.70	3.78

Recettore	NOx		PM_{10}	
	Media anno ($\mu g/m^3$)	99.8° Perc delle medie orarie ($\mu g/m^3$)	Media anno ($\mu g/m^3$)	90.4° Perc delle medie giorno ($\mu g/m^3$)
R12	4.33	132.33	1.74	4.09
R13	1.29	59.60	0.56	1.37
R14	0.89	31.63	0.41	1.21
R15	1.26	33.64	0.53	1.64

7.8.2 Mappe di Isoconcentrazione

I risultati delle simulazioni effettuate per la stima della dispersione degli inquinanti in atmosfera legata alle attività di cantiere e di traffico indotto sono riportati negli allegati cartografici al seguente studio. Le mappe di concentrazione prodotte rappresentano la previsione delle concentrazioni per i parametri PM_{10}, in condizioni post-mitigazione e NO_X. Nello specifico le mappe allegate riportano le seguenti mappe:

- Concentrazione media annua di PM_{10};
- Concentrazione media annua di NO_x;

La stima deriva dall'analisi modellistica effettuata.

Dalle simulazioni effettuate nella presente fase di progettazione, considerando la messa in opera delle misure di mitigazione previste (bagnatura delle piste di cantiere non pavimentate), è possibile affermare che per tutti i parametri inquinanti sono stati simulati dei livelli di concentrazione inferiori al limite di legge.

Il contributo legato alle sorgenti lineari da traffico sulle aree non di cantiere è da ritenersi irrilevante rispetto a quello legato alle attività di movimentazione dei materiali in corrispondenza dell'area di cantiere.

Per tutti i parametri, le concentrazioni massime stimate sono localizzate in corrispondenza delle aree di cantiere.

7.9 Conclusioni

Secondo quanto emerso anche dai paragrafi precedenti, le simulazioni effettuate nella presente fase di progettazione, hanno restituito per tutti i parametri inquinanti dei livelli di concentrazione ampiamente inferiori ai limiti di legge.

Si sottolinea che le curve di iso-concentrazione prodotte rappresentano esclusivamente il contributo sull'atmosfera legato alle attività di cantiere, e non tengono conto del livello di qualità dell'aria ante operam.

Tabella 22. **Risultati delle stime modellistiche. Valori massimi sul dominio e sui recettori**

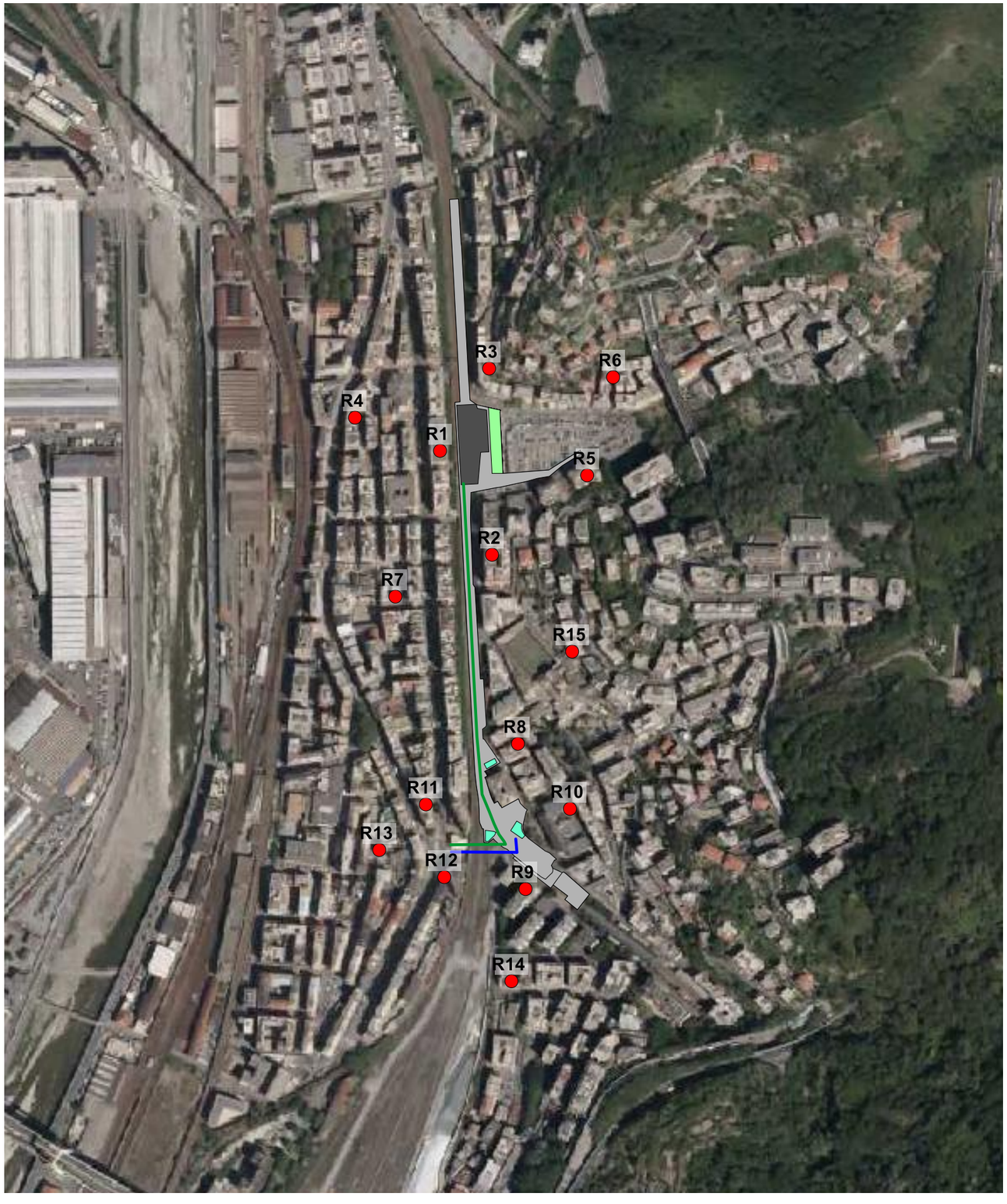
Stima modello Calpuff				
	NOx		PM10	
	Media anno (µg/m³)	99.8° Perc (µg/m³)	Media anno (µg/m³)	90.4° Perc (µg/m³)
Valori massimi sul dominio (interni al cantiere)	35.4	195.2	35.8	47.8
Valori massimi sui recettori individuati	11.7	153.7	4.1	10.9
Valori stazione della QA presa a riferimento anno 2018	***26***	***0 superamenti del valore medio orario***	***19***	***2 superamenti del valore medio giornaliero***

I valori stimati massimi si riscontrano all'interno delle aree di cantiere e considerando che sono per tutti gli inquinati al di sotto dei limiti di legge, si ritiene che per come sono state impostate le simulazioni, tenendo in considerazione le emissioni derivanti dai cantieri e la durata del cantiere stesso, non impattano significativamente sulla qualità dell'aria esistente, sebbene non sia del tutto trascurabile.

Per quanto riguarda il traffico di mezzi sulle piste di cantiere, questo non modifica la qualità dell'aria in essere in quanto contribuisce in maniera non significativa rispetto all'impatto delle aree di cantiere stesso.

9.3 ALLEGATO 3 – MAPPE DI ISOCONCENTRAZIONE (STRALCIO MGE1PDLGAMBCOMR007)

TAVOLA - INQUADRAMENTO



Dominio di studio, aree di cantiere, tracciato di progetto, tratti viabilità di cantiere

Recettori Rx

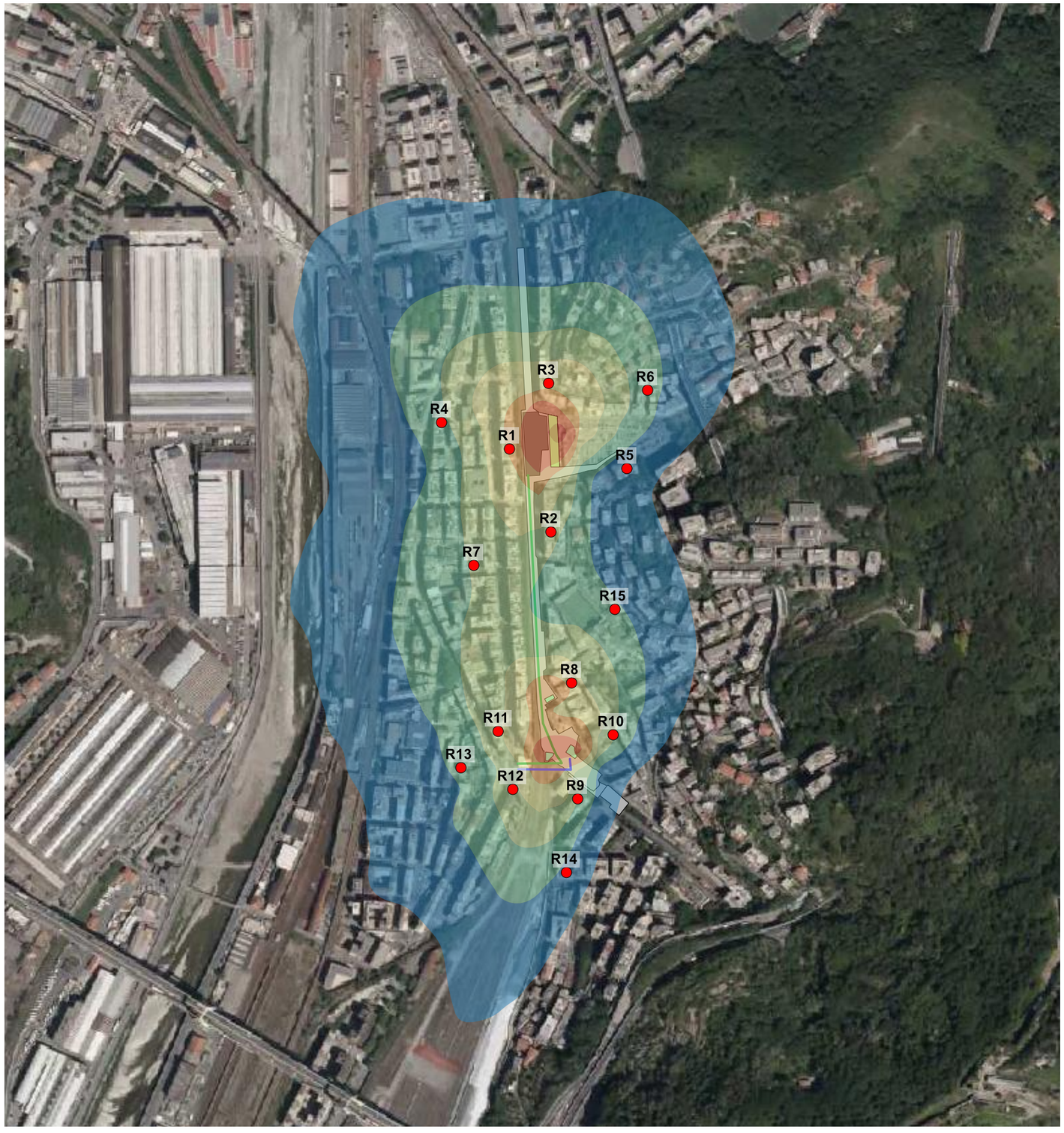
Tracciati mezzi pesanti

Area di stoccaggio

Area stazione

Area di lavoro

TAVOLA - VALORI di CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE di PM_{10}



PM_{10}

Valore massimo : 35.8µg/m^3

[µg/m^3]

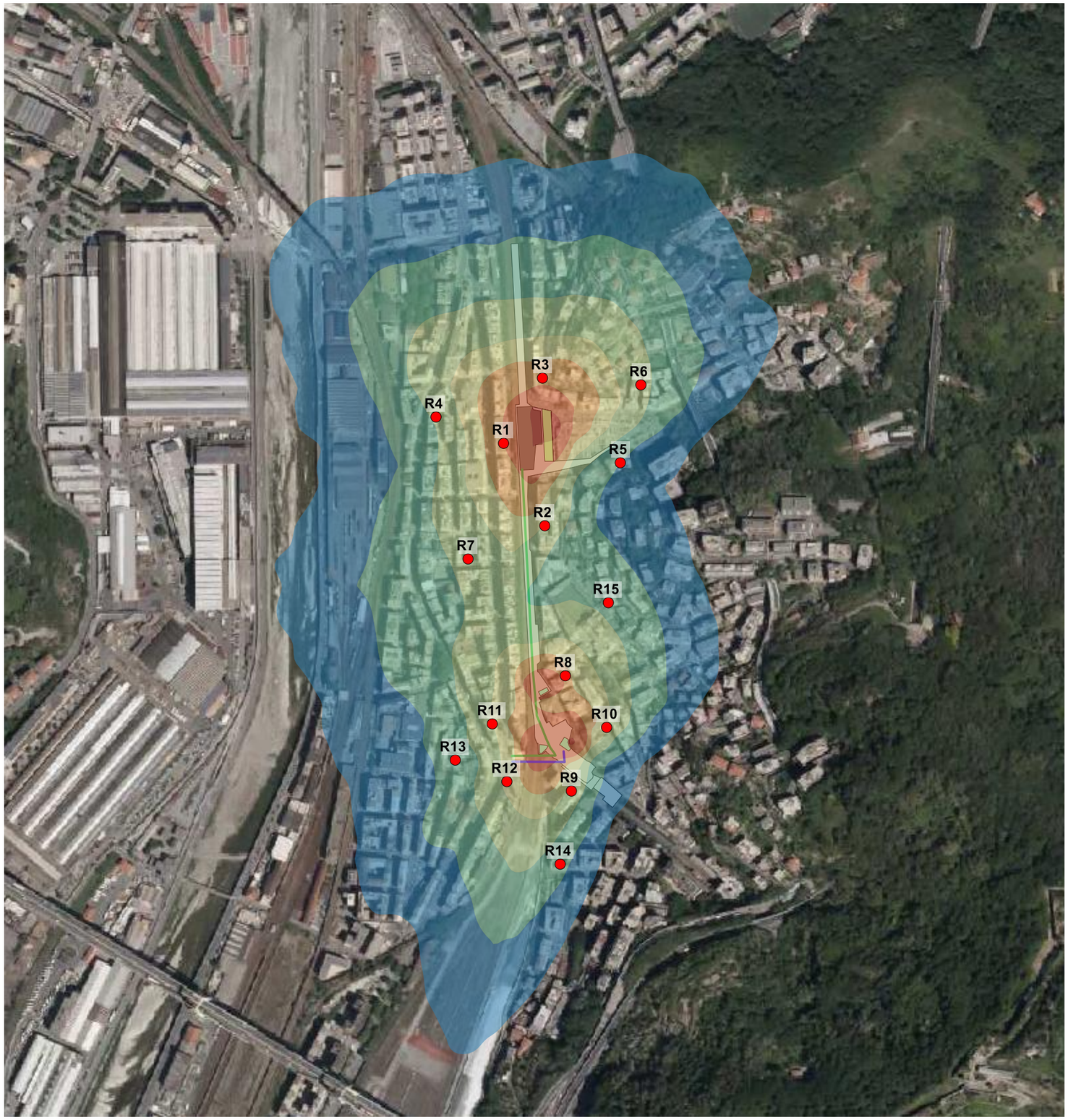
25
10
5
2
1
0.5
0.2

Valori di riferimento per la valutazione della Qualità dell'Aria D.Lgs. 155/10 e smi

PM_{10}		
Valore limite annuale	Media annuale	40 µg/m3



TAVOLA - 90.4° PERCENTILE delle MEDIE GIORNALIERE di PM_{10}



PM_{10}

Valore massimo : 47.8 µg/m^3

[µg/m^3]

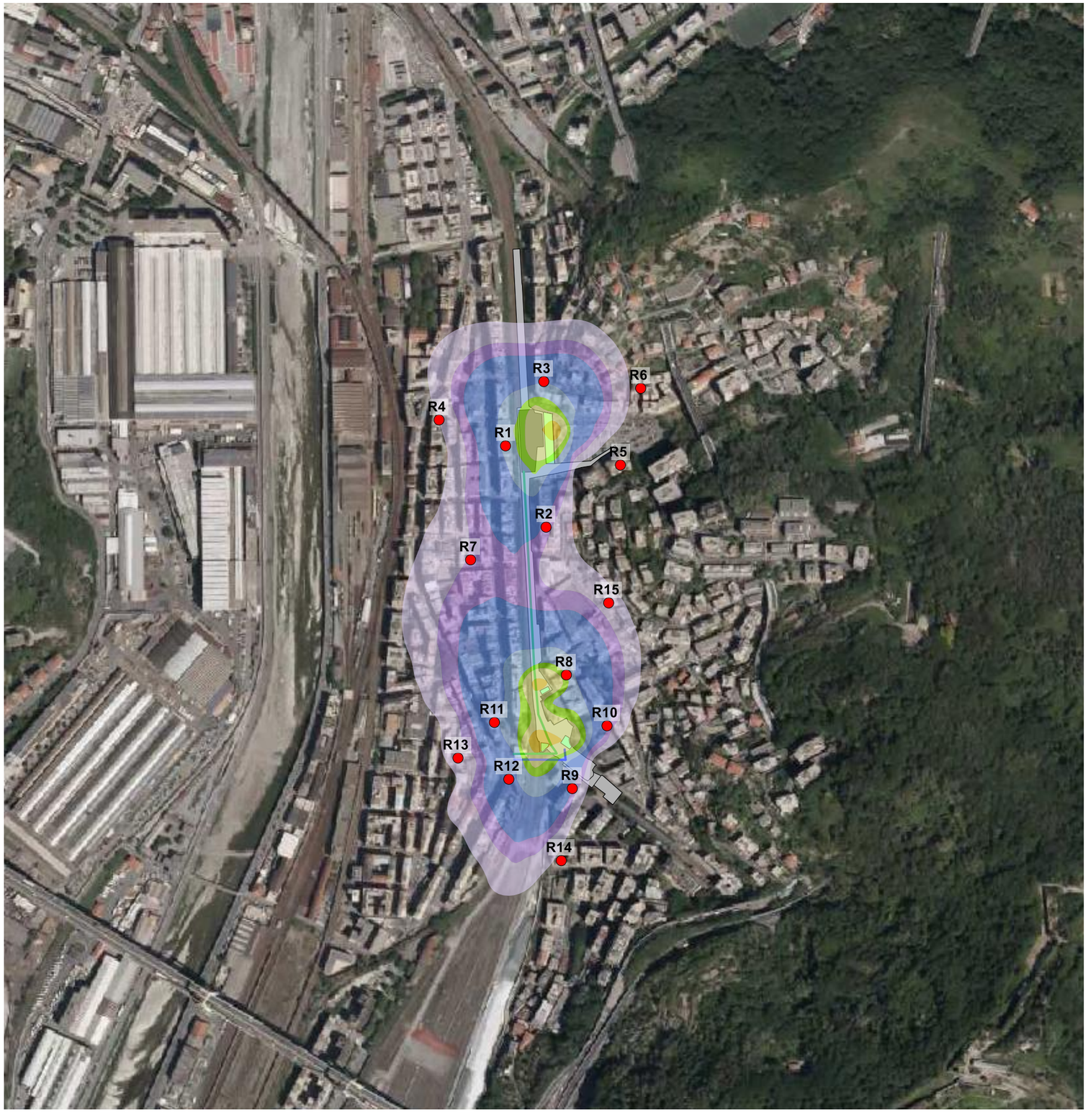
35
15
7
4
2
1
0.5

Valori di riferimento per la valutazione della Qualità dell'Aria D.Lgs. 155/10 e smi

PM_{10}		
Valore limite giornaliera	Media giorno	50 µg/m3

N
O
E
S

TAVOLA - VALORI di CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE di NO_x



NOx

Valore massimo : 35. µg/m^3

[µg/m^3]

25
15
10
5
2
1.5
1

Valori di riferimento per la valutazione della Qualità dell'Aria D.Lgs. 155/10 e smi

NO_2		
Valore limite annuale	Media annuale	40 µg/m3

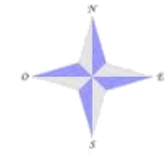
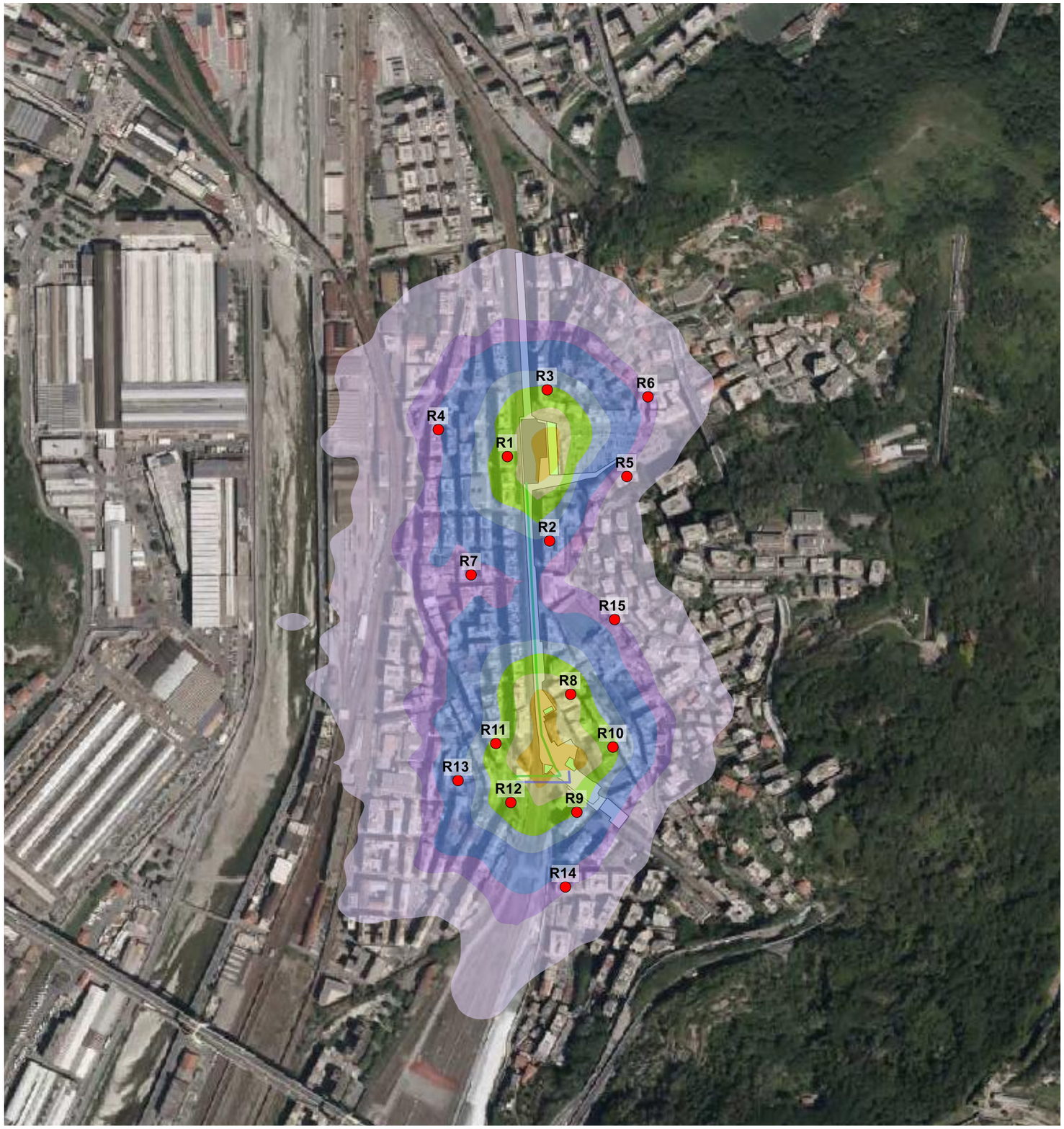


TAVOLA - 99.8° PERCENTILE delle MASSIME ORARIE di NO_x



NOx

Valore massimo :195.2 µg/m^3

[µg/m^3]

180
150
100
70
40
30
15

Valori di riferimento per la valutazione della Qualità dell'Aria D.Lgs. 155/10 e smi

NO_2		
Valore limite orario	Media oraria	200 µg/m3

N
O
E
S