

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE



Infrarail srl –
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane
Via Marsala n.41 - 00185 Roma

VERIFICA DI ASSOGGETTABILITÀ ALLA VIA (art. 19 D.Lgs. 152/2006)

ACCESSIBILITA' ALLA NUOVA STAZIONE AV BELFIORE E NUOVO COLLEGAMENTO BELFIORE – FIRENZE SMN FASE 1

PROGETTO AMBIENTALE DELLA CANTIERIZZAZIONE RELAZIONE GENERALE

PAC

IL PROGETTISTA

Infrarail srl - IFR
sede legale: Via Marsala n.41 – 00185 Roma.
PEC: infrarail.pec@legalmail.it
Codice fiscale e n. iscr. al Registro Imprese: 06956550484

COMMESSA	LOTTO	FASE	TIPO	DISCIPLINA	PROGR.	REV.
0002	00	AMB	RG	CA0010	001	B

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
A	EMISSIONE	BERTELLONI	12/09/23	TAMBURINI	14/09/23	RONDINONE	15/09/23
B	REV. PER RICHIESTA INTEGRAZIONI MASE	BERTELLONI	12/04/24	TAMBURINI	15/04/24	RONDINONE	16/04/24

File: 0002.00.AMB.RG.CA0010.001.B

n. Elab.:



SOMMARIO

1	PREMESSA.....	2
1.1	STRUTTURA DEL PROGETTO AMBIENTALE DELLA CANTIERIZZAZIONE.....	1
1.2	SISTEMA DI GESTIONE AMBIENTALE.....	2
1.2.1	Approccio analitico	3
1.2.2	Identificazione degli aspetti ambientali	3
1.2.3	Criteri di valutazione degli aspetti ambientali	4
1.3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
1.3.1	Normativa Nazionale.....	5
2	INQUADRAMENTO GENERALE.....	8
2.1	STATO ATTUALE DELL'INFRASTRUTTURA	10
2.2	INTERVENTI PRINCIPALI.....	10
2.2.1	Nuova fermata	10
2.3	ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA DI CANTIERIZZAZIONE	12
2.3.1	Modalità operative fasi lavorative	12
2.3.2	Sistema della cantierizzazione.....	15
3	PIANIFICAZIONE E TUTELA TERRITORIALE.....	20
3.1	PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E LOCALE	20
3.2	IL SISTEMA DEI VINCOLI E DELLE DISCIPLINE E DI TUTELA PAESISTICO-AMBIENTALE.....	21
3.2.1	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere.....	21
4	POPOLAZIONE E SALUTE UMANA.....	22
4.1	INQUADRAMENTO DEMOGRAFICO	22
4.2	INQUADRAMENTO EPIDEMIOLOGICO SANITARIO.....	23
4.2.1	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere.....	25
5	RISORSE NATURALI	26
5.1	SUOLO.....	26
5.1.1	Descrizione del contesto ambientale e territoriale	26
5.1.2	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere.....	29
5.1.3	Misure di prevenzione e mitigazione.....	30
5.2	ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE.....	31
5.2.1	Descrizione del contesto ambientale e territoriale	31
5.2.2	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere.....	52
5.2.3	Misure di prevenzione e mitigazione.....	58
5.3	BIODIVERSITÀ	62
5.3.1	Descrizione del contesto ambientale e territoriale	62
5.3.2	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere.....	68

5.3.3	Misure di prevenzione e mitigazione.....	69
5.4	MATERIE PRIME	70
5.4.1	Stima dei fabbisogni.....	70
5.4.2	Gestione dei materiali di fornitura.....	70
5.4.3	Le aree estrattive.....	70
5.4.4	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere.....	71
6	EMISSIONE E PRODUZIONE	72
6.1	DATI DI BASE.....	72
6.1.1	Ricettori.....	72
6.1.2	Identificazione delle aree di cantiere e degli scenari di simulazione.....	72
6.1.3	Quantità, tipologia e frequenza dei macchinari	73
6.2	CLIMA ACUSTICO.....	74
6.2.1	Descrizione del contesto ambientale e territoriale	74
6.2.2	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere.....	75
6.2.3	Metodologia per la valutazione dell’impatto acustico mediante il modello di simulazione SoundPlan 78	
6.2.4	Misure di prevenzione e mitigazione.....	109
6.3	VIBRAZIONI	113
6.3.1	Descrizione del contesto ambientale e territoriale	113
6.3.2	Definizione del disturbo vibrazionale	116
6.3.3	Modello di calcolo	119
6.3.4	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere.....	122
6.3.5	Conclusioni.....	141
6.3.6	Misure di prevenzione e mitigazione.....	141
6.4	ARIA E CLIMA.....	142
6.4.1	Descrizione del contesto ambientale e territoriale	142
6.4.2	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere.....	169
6.4.3	Stima delle emissioni e valutazione impatti traffico esterno.....	178
6.4.4	Misure di prevenzione e mitigazione.....	189
6.5	RIFIUTI E MATERIALI DI RISULTA.....	193
6.5.1	Stima dei materiali prodotti.....	193
6.5.2	Modalità di gestione dei materiali di risulta prodotti	193
6.5.3	Campionamento in corso d’opera dei materiali di risulta prodotti.....	194
6.5.4	Siti di conferimento del materiale prodotto	194
6.5.5	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere.....	195
6.6	SCARICHI IDRICI E SOSTANZE NOCIVE	196
6.6.1	Inquadramento normativo.....	196



6.6.2	Stima delle acque reflue e di processo prodotte	196
6.6.3	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere.....	196
6.6.4	Modalità di gestione delle acque reflue e di processo.....	196
6.6.5	Misure di prevenzione e mitigazione.....	197
7	RISORSE ANTROPICHE E PAESAGGIO	199
7.1	PATRIMONIO CULTURALE E BENI MATERIALI	199
7.1.1	Descrizione del contesto ambientale e territoriale	199
7.2	VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI AMBIENTALI LEGATI AL CANTIERE.....	202
7.2.1	TERRITORIO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE	203
7.2.2	Descrizione del contesto ambientale e territoriale	203
7.2.3	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere.....	204
7.2.4	Misure di prevenzione e mitigazione.....	205
7.3	PAESAGGIO	206
7.3.1	Descrizione del contesto ambientale e territoriale	206
7.3.2	Misure di prevenzione e mitigazione.....	207
8	ASPETTI AMBIENTALI SIGNIFICATIVI.....	209



PARTE A – INQUADRAMENTO GENERALE

1 PREMESSA

Il presente documento ha per oggetto l'individuazione degli aspetti ambientali significativi, la definizione delle misure di mitigazione e delle procedure operative per contenere gli impatti ambientali relativi al Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica dell'Elettrificazione dell'accessibilità alla nuova stazione AV Belfiore e nuovo collegamento Belfiore – Firenze SMN.

Sulla base dell'attuale assetto del territorio, il presente progetto definisce i criteri generale del sistema di cantierizzazione, individuando la possibile organizzazione e le eventuali criticità; va comunque evidenziato che l'ipotesi di cantierizzazione rappresentata non è vincolante ai fini di eventuali diverse soluzioni che l'Appaltatore intenda attuare nel rispetto della normativa vigente, delle disposizioni emanate dalle Autorità competenti, dei tempi e dei costi previsti per l'esecuzione delle opere. In tal senso, sarà, quindi, onere e responsabilità dell'Appaltatore adeguare/ampliare/modificare tale proposta sulla scorta della propria organizzazione del lavoro e di eventuali vincoli esterni.

Le quantità e le dimensioni riportate nel progetto di cantierizzazione sono indicative e finalizzate alle presenti analisi. Per ogni maggiore dettaglio si rimanda, pertanto, agli elaborati di progetto.

1.1 STRUTTURA DEL PROGETTO AMBIENTALE DELLA CANTIERIZZAZIONE

Il presente elaborato denominato “Relazione Generale” si compone delle seguenti parti:

- Parte A, la presente, con un inquadramento generale dell’opera e del sistema di cantierizzazione;
- Parte B, contenente l’identificazione, la descrizione e la valutazione di significatività delle problematiche ambientali dirette ed indirette che si possono generare in fase di costruzione delle opere, nonché l’illustrazione degli interventi di mitigazione e delle procedure operative per il contenimento degli impatti.

Ad esso sono inoltre correlati i seguenti elaborati:

- 0002.00.AMB.P7.CA0010.001-002 – Planimetria localizzazione interventi di mitigazione;
- 0002.00.AMB.DB.CA0010.001 – Tipologico barriera antirumore di cantiere
- 0002.00.AMB.P7.CA0010.003.-004 - Planimetria individuazione bersagli sensibili
- 0002.00.AMB.P7.CA0010.005.-006 - Planimetria aree di cantiere
- 0002.00.AMB.C6.CA0010.001-002-003 - Corografia viabilità impegnata dal trasporto materiali

E i seguenti allegati:

- Allegato 1: Mappe diffusionali

1.2 SISTEMA DI GESTIONE AMBIENTALE

Per le opere in progetto rientra tra gli oneri dell'Appaltatore l'implementazione di un Sistema di Gestione Ambientale delle attività di cantiere esteso a tutti i siti in cui si svolgono attività produttive, dirette ed indirette, di realizzazione, di approvvigionamento e di smaltimento, strutturato secondo i requisiti della norma UNI EN ISO 14001 (o Regolamento CE 761/2001).

Il Sistema di Gestione Ambientale prevede in particolare la redazione di un documento di Analisi Ambientale Iniziale, contenente l'analisi dei dati qualitativi e quantitativi dell'impianto di cantiere, dei siti e delle attività di cantiere, allo scopo di stabilire le correlazioni tra attività, aspetti ambientali ed impatti. Tale analisi dovrà esplicitare il processo:

opera/ambiente → lavorazioni → strumenti ed attrezzature utilizzati → materiali impiegati → aspetti ambientali → impatti → mitigazioni/prescrizioni/adempimenti legislativi.

Il predetto documento costituisce quindi un approfondimento del presente, redatto direttamente dall'Appaltatore.

Relativamente al controllo operativo dei cantieri il Sistema di Gestione Ambientale prevede la messa a punto di apposite procedure per:

- Caratterizzazione e gestione dei rifiuti e dei materiali di risulta;
- Contenimento delle emissioni di polveri e sostanze chimiche nell'atmosfera;
- Contenimento delle emissioni acustiche;
- Gestione delle sostanze pericolose;
- Gestione scarichi idrici;
- Protezione del suolo da contaminazioni e bonifica dei siti contaminati;
- Gestione dei flussi dei mezzi di cantiere sulla rete stradale pubblica;
- Individuazione e risposta a potenziali incidenti e situazioni di emergenza per prevenire ed attenuare l'impatto ambientale che ne può conseguire.

Tali procedure dovranno essere redatte recependo tutte le indicazioni contenute nel presente elaborato, eventuali prescrizioni degli enti competenti in materia di tutela ambientale nonché le eventuali sopraggiunte normative.

Un ulteriore elemento che è qui utile richiamare del Sistema di Gestione Ambientale è il Piano di Controllo e di Misurazione Ambientale: Piano di Controllo e di Misurazione Ambientale: si tratta del documento che pianifica i controlli ambientali da effettuarsi nel corso delle attività di cantiere, dirette ed indirette, di realizzazione, di approvvigionamento e di smaltimento.

Tale piano implementerà le attività di controllo previste nel presente Progetto Ambientale della Cantierizzazione e da eventuali altre prescrizioni contrattuali.

1.2.1 Approccio analitico

Gli Aspetti Ambientali di Progetto, identificati secondo le modalità riportate nei paragrafi seguenti, vengono descritti al fine di fornire informazioni relative alle caratteristiche e specificità che essi assumono nel progetto analizzato.

Nella descrizione, che avviene in termini qualitativi e, ove possibile, quantitativi, sono inserite tutte le informazioni necessarie ai fini della successiva identificazione degli Aspetti Ambientali di Processo ed in particolare:

- Adempimenti legislativi;
- Descrizione dello stato iniziale - ante operam – dell'aspetto ambientale in termini di consistenza, stato di conservazione, tendenza evolutiva, ecc.
- Analisi delle possibili interferenze allo stato iniziale dell'aspetto ambientale ipotizzabili per effetto della costruzione e dell'esercizio dell'opera (corso d'opera – post operam).

1.2.2 Identificazione degli aspetti ambientali

Gli Aspetti Ambientali che verranno analizzati sono i seguenti:

1. Pianificazione e tutela territoriale
2. Popolazione e salute umana
3. Suolo
4. Acque superficiali e sotterranee
5. Biodiversità
6. Materie prime
7. Clima acustico
8. Vibrazioni
9. Aria e clima
10. Rifiuti e materiali di risulta
11. Scarichi idrici e sostanze nocive
12. Patrimonio culturale e beni materiali
13. Territorio e patrimonio agroalimentare
14. Paesaggio

Tenendo conto degli aspetti ambientali sopra riportati, nella parte B del presente elaborato sarà effettuata una disamina di quelle tematiche ambientali che, in base a considerazioni sulle caratteristiche del territorio, sulla tipologia dell'opera e delle attività da svolgere ed in funzione del sistema di cantierizzazione previsto, sono considerate di rilievo per la fase di cantiere degli interventi previsti dal presente progetto.

Il metodo utilizzato per l'identificazione degli Aspetti Ambientali Significativi di progetto si basa, quindi, sulla correlazione fra gli elementi tipologici di un'opera (tipologie di opera prevalenti) e gli aspetti ambientali tipologici,

individuati in base alla scomposizione della “matrice ambiente”, riportata nella “Matrice Correlazione Tipologia Opera – Aspetto Ambientale Processo Progettazione Opera”.

Sempre nella stessa tabella, sono state evidenziate le tipologie di opera relative al Progetto a cui si riferisce il presente studio in modo da individuare gli AA interessati.

Tabella 1- 1. Matrice correlazione Tipologia Opera-Aspetto Ambientale Processo Progettazione Opera

TIPOLOGIA OPERA	1	2	Risorse naturali			Emissione e produzione					Risorse antropiche e paesaggio			
			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Pianificazione e tutela ambientale	Popolazione e salute umana	Suolo	Acque superficiali e sotterranee	Biodiversità	Materie prime	Clima acustico	Vibrazioni	Aria e clima	Rifiuti e materiali di risulta	Scarichi idrici e sostanze nocive	Patrimonio culturale e beni materiali	Patrimonio e agroalimentare	Paesaggio
Marciaiedi/pensiline/muro contenimento/sottopasso adeguamento piano del ferro	•	•				•	•		•	•				
Sistema di cantierizzazione (aree di cantiere, aree di stoccaggio, flussi)	•	•	•				•		•	•	•			•

1.2.3 Criteri di valutazione degli aspetti ambientali

L’attività condotta nell’ambito delle singole analisi specialistiche documentate nei paragrafi successivi viene effettuata secondo:

- Contestualizzazione della matrice generale di causalità rispetto alle specificità del contesto di localizzazione dell’area di cantiere/lavorazione in esame, al fine di verificare se ed in quali termini gli effetti potenziali ipotizzati possano effettivamente configurarsi

Tale operazione ha consentito di selezionare quegli aspetti che rappresentano i “temi del rapporto Opera – Ambiente”, intesi nel presente studio come quei nessi di causalità intercorrenti tra Azioni di progetto, Fattori causali ed effetti potenziali, che, trovando una concreta ed effettiva rispondenza negli aspetti di specificità del contesto localizzativo, informano detto rapporto.

- Analisi e stima degli effetti attesi, sulla base dell’esame di dettaglio delle Azioni di progetto alla base di detti effetti e dello stato attuale dei fattori da queste potenzialmente interessati.

Tale analisi ha consentito, in primo luogo, di verificare se già all’interno delle scelte progettuali fossero contenute soluzioni atte ad evitare e/o prevenire il prodursi di potenziali effetti significativi sull’ambiente, nonché, in caso

contrario, di stimarne l'entità e, conseguentemente di prevedere le misure ed interventi di mitigazione/compensazione e di monitoraggio ambientale.

Relativamente alla stima degli effetti, la scala a tal fine predisposta è articolata nei seguenti livelli crescenti di significatività:

- Effetto assente, stima attribuita sia nei casi in cui si ritiene che gli effetti individuati in via teorica non possano determinarsi, quanto anche laddove è possibile considerare che le scelte progettuali operate siano riuscite ad evitare e/o prevenire il loro determinarsi.
- Effetto trascurabile, stima espressa in tutti quei casi in cui l'effetto potrà avere una rilevanza non significativa, senza il ricorso ad interventi di mitigazione.
- Effetto mitigato, giudizio assegnato a quelle situazioni nelle quali si ritiene che gli interventi di mitigazione riescano a ridurre la rilevanza. Il giudizio tiene quindi conto dell'efficacia delle misure e degli interventi di mitigazione previsti, stimando con ciò che l'effetto residuo e, quindi, l'effetto nella sua globalità possa essere considerato trascurabile.
- Effetto oggetto di monitoraggio, stima espressa in quelle particolari circostanze laddove si è ritenuto che le risultanze derivanti dalle analisi condotte dovessero in ogni caso essere suffragate mediante il riscontro derivante dalle attività di monitoraggio.
- Effetto residuo, stima attribuita in tutti quei casi in cui, pur a fronte delle misure ed interventi per evitare, prevenire e mitigare gli effetti, la loro rilevanza sia sempre significativa.

1.3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

1.3.1 Normativa Nazionale

Il Progetto Ambientale della Cantierizzazione è stato redatto in conformità alle principali normative nazionali applicabili alle finalità del presente studio.

Ad integrazione del suddetto documento, si riporta comunque di seguito 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 del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare prot. 0000096 del 20 marzo 2013 – “Definizione termini iniziali di operatività del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti (SISTR1)”;
- 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”.

2 INQUADRAMENTO GENERALE

L'accessibilità alla nuova stazione AV di Firenze Belfiore rappresenta un elemento di valenza strategica nell'ambito del programma generale di potenziamento del nodo AV di Firenze.

Nell'insieme l'accessibilità alla nuova stazione AV di Firenze Belfiore prevede i seguenti interventi:

- la nuova “Fermata Circondaria”, da realizzarsi in corrispondenza della sottostante viabilità di Via Circondaria, che sarà a servizio di tutte le linee ferroviarie (regionali e Alta velocità), collegate alle stazioni di Firenze Rifredi, di Firenze Statuto, Firenze Campo di Marte e Firenze SMN;
- il People Mover, che permetterà il collegamento diretto tra la stazione di Firenze Santa Maria Novella e la futura stazione AV di Firenze Belfiore;
- l'integrazione del People Mover e della Fermata Circondaria con la Stazione AV di Firenze Belfiore.

La nuova fermata di Circondaria, da realizzarsi nell'ambito delle opere connesse all'AV, prevede, inoltre, l'integrazione intermodale con gli altri sistemi di trasporto pubblico, rafforzando così il legame tra la stazione e il proprio bacino di utenza.

Essa sarà costituita da 8 binari passanti, tra cui l'importante raddoppio Pisa/Pistoia, e 5 marciapiedi, di cui 3 intermedi e 2 laterali a standard metropolitano, con altezza di 55 cm sul PF e lunghezza di 250 m, escluso quello laterale lato Via Sighele di lunghezza pari a 200 m per evitare la pesante interferenza con un edificio residenziale.

L'accessibilità dalla viabilità esistente alla nuova Fermata avverrà tramite due sottopassi pedonali, uno realizzato ex novo, che permetterà il collegamento nei pressi dell'eventuale nuovo parcheggio in zona «Macelli», ex Centrale del Latte, di fronte la nuova stazione AV di Belfiore con ampia area pedonale, area di parcheggio, kiss&ride e nuova fermata dei bus. Il secondo sottopasso, in parte già realizzato, permetterà, da un lato, l'accesso da Via Circondaria/Via Sighele, mentre dall'altro, il collegamento con la futura stazione AV di Belfiore tramite un attraversamento a raso con pensilina di protezione nonché con un sistema di collegamenti verticali che permetteranno di entrare direttamente del piano primo della futura stazione AV (quota +51m.s.l.m). Da quest'ultimo sottopasso, i viaggiatori salgono alle banchine con un sistema di scale fisse e ascensori, protetti dalla pensilina ferroviaria.

Il collegamento tra la stazione AV di Belfiore e la fermata Circondaria sarà garantito da un sottopasso, un gruppo di scale/ascensori per i collegamenti verticali, e un sistema di passerelle pedonali aeree che attraverseranno la sottostante viabilità BUS e che permetteranno il collegamento con la futura stazione AV di Belfiore alla quota del primo piano (+51m). Il collegamento pedonale tra la fermata e le aree di interscambio è realizzato attraverso percorsi protetti e privi di ostacoli, facilitati dalla segnaletica tattile di orientamento per i viaggiatori (necessaria la riprogettazione complessiva dell'Area ex centrale del Latte).

Visti i tempi di realizzazione degli interventi sopra descritti, l'opera complessiva di accessibilità alla nuova stazione AV di Firenze Belfiore sarà realizzata per fasi funzionali.

La presente relazione fa, quindi, riferimento allo sviluppo del progetto di fattibilità della “prima fase funzionale”, che nello specifico comprende:

- la realizzazione di 3 dei marciapiedi (il 1°, il 2° e parte del 3°) della configurazione finale, accessibili da due sottopassi;
- le pensiline ferroviarie insistenti sui nuovi marciapiedi 1°, 2° e 3°;
- il muro di contenimento lungo Via Cironi e Via Sighele;
- il prolungamento del sottopasso viario su Via Circondaria;

- l'adeguamento del piano del ferro esistente con adeguamento dei tracciati ferroviari coinvolti (Montevarchi AV, Direttissima, Indipendente e deposito locomotive del Romito);
- la realizzazione del nuovo sottopasso pedonale su via Cironi e l'adeguamento dell'esistente sottopasso pedonale su via Sighele.

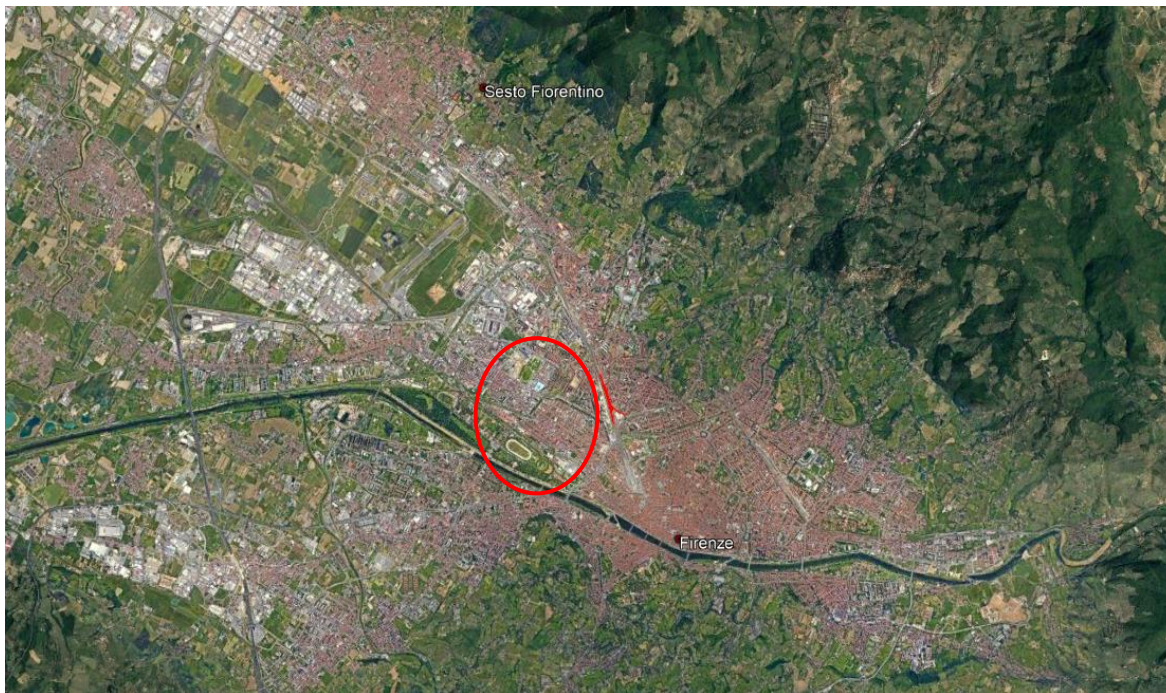


Figura 2- 1. Inquadramento di progetto (in rosso l'intervento oggetto del presente documento)

2.1 STATO ATTUALE DELL'INFRASTRUTTURA

Il nodo ferroviario di Firenze è giornalmente interessato da circa 260 treni AV e circa 500 treni per il trasporto regionale. La stazione centrale di SMN rappresenta il nodo di interscambio tra servizi ferroviari regionali, treni AV e trasporto pubblico locale. Per quanto riguarda la nuova stazione AV di Belfiore situata a circa 1,3 km da SMN, è previsto che i servizi a lunga percorrenza e ad alta velocità siano prevalentemente passanti, ma che abbiano comunque una fermata nella nuova stazione. La linea di TPL di collegamento tra le 2 stazioni è la “tranvia 2”, ma da un primo studio sui volumi di traffico è emerso che il servizio sarà insufficiente ad assicurare un collegamento veloce tra le due stazioni e sarà quindi necessario sviluppare ulteriori sistemi di trasporto.

Vincoli

I principali vincoli considerati, nello sviluppo del progetto della nuova fermata di Circondaria, sono i seguenti:

- Preservare gli edifici vincolati attigui alla sede ferroviaria;
- Limitare ulteriormente il consumo di territorio;
- Limitare le ripercussioni sull'attuale progetto della stazione AV di Belfiore.

2.2 INTERVENTI PRINCIPALI

2.2.1 Nuova fermata

L'accessibilità alla nuova stazione AV di Firenze Belfiore rappresenta un elemento di valenza strategica nell'ambito del programma generale di potenziamento del nodo AV di Firenze.

Nell'insieme l'accessibilità alla nuova stazione AV di Firenze Belfiore prevede i seguenti interventi:

- la nuova “Fermata Circondaria”, da realizzarsi in corrispondenza della sottostante viabilità di Via Circondaria, che sarà a servizio di tutte le linee ferroviarie (regionali e Alta velocità), collegate alle stazioni di Firenze Rifredi, di Firenze Statuto, Firenze Campo di Marte e Firenze SMN;
- il People Mover, che permetterà il collegamento diretto tra la stazione di Firenze Santa Maria Novella e la futura stazione AV di Firenze Belfiore;
- l'integrazione del People Mover e della Fermata Circondaria con la Stazione AV di Firenze Belfiore.

La nuova fermata di Circondaria, da realizzarsi nell'ambito delle opere connesse all'AV, prevede, inoltre, l'integrazione intermodale con gli altri sistemi di trasporto pubblico, rafforzando così il legame tra la stazione e il proprio bacino di utenza.

Essa sarà costituita da 8 binari passanti, tra cui l'importante raddoppio Pisa/Pistoia, e 5 marciapiedi, di cui 3 intermedi e 2 laterali a standard metropolitano, con altezza di 55 cm sul PF e lunghezza di 250 m, escluso quello laterale lato Via Sighele di lunghezza pari a 200 m per evitare la pesante interferenza con un edificio residenziale.

L'accessibilità dalla viabilità esistente alla nuova Fermata avverrà tramite due sottopassi pedonali, uno realizzato ex novo, che permetterà il collegamento nei pressi dell'eventuale nuovo parcheggio in zona «Macelli», ex Centrale del Latte, di fronte la nuova stazione AV di Belfiore con ampia area pedonale, area di parcheggio, kiss&ride e nuova fermata dei bus. Il secondo sottopasso, in parte già realizzato, permetterà, da un lato, l'accesso da Via Circondaria/Via Sighele, mentre dall'altro, il collegamento con la futura stazione AV di Belfiore tramite un attraversamento a raso con pensilina di protezione nonché con un sistema di collegamenti verticali che permetteranno di entrare direttamente del piano primo della futura stazione AV (quota +51m.s.l.m). Da

quest'ultimo sottopasso, i viaggiatori salgono alle banchine con un sistema di scale fisse e ascensori, protetti dalla pensilina ferroviaria.

Il collegamento tra la stazione AV di Belfiore e la fermata Circondaria sarà garantito da un sottopasso, un gruppo di scale/ascensori per i collegamenti verticali, e un sistema di passerelle pedonali aeree che attraverseranno la sottostante viabilità BUS e che permetteranno il collegamento con la futura stazione AV di Belfiore alla quota del primo piano (+51m). Il collegamento pedonale tra la fermata e le aree di interscambio è realizzato attraverso percorsi protetti e privi di ostacoli, facilitati dalla segnaletica tattile di orientamento per i viaggiatori (necessaria la riprogettazione complessiva dell'Area ex centrale del Latte).

Visti i tempi di realizzazione degli interventi sopra descritti, l'opera complessiva di accessibilità alla nuova stazione AV di Firenze Belfiore sarà realizzata per fasi funzionali.

La presente relazione fa, quindi, riferimento allo sviluppo del progetto di fattibilità della "prima fase funzionale", che nello specifico comprende:

- la realizzazione di 3 dei marciapiedi (il 1°, il 2° e parte del 3°) della configurazione finale, accessibili da due sottopassi;
- le pensiline ferroviarie insistenti sui nuovi marciapiedi 1°, 2° e 3°;
- il muro di contenimento lungo Via Cironi e Via Sighele;
- il prolungamento del sottopasso viario su Via Circondaria;
- l'adeguamento del piano del ferro esistente con adeguamento dei tracciati ferroviari coinvolti (Montevarchi AV, Direttissima, Indipendente e deposito locomotive del Romito);
- la realizzazione del nuovo sottopasso pedonale su via Cironi e l'adeguamento dell'esistente sottopasso pedonale su via Sighele;

Nello specifico il presente documento affronta gli aspetti connessi alla presenza di sottoservizi interferenti con le attività ed opere da realizzare in via Cironi, via Sighele e Via Circondaria.

2.2.1.1 Impatto sul piano del ferro attuale

Per la realizzazione della fermata di Circondaria si rendono necessari interventi di modifica planimetrica su tutti i binari interessati per una estesa di circa 900 m per adeguare l'interasse e consentire la costruzione dei marciapiedi. Nel tratto interessato dalle modifiche planimetriche non sono presenti deviatori; l'estesa dell'intervento ha reso però necessario riconfigurare il fascio binari di accesso al Deposito Locomotive Romito.

2.2.1.2 Impatti sull'esercizio ferroviario

La configurazione della fermata consente una efficace pianificazione del servizio di interscambio tra il sistema Alta Velocità e quello regionale. La disponibilità di marciapiedi su tutti e sei i binari di collegamento tra Firenze SMN e Firenze Rifredi consente infatti di garantire il servizio sia per le missioni veloci che per quelle metropolitane, mantenendo un'adeguata separazione dei flussi tra le diverse relazioni. La possibilità di servizio sui due binari di collegamento tra Firenze Rifredi e Firenze Statuto consente l'interscambio anche per l'utenza che oggi utilizza il sistema regionale passante Pistoia-Montevarchi che, opportunamente adeguato, potrebbe raccogliere le esigenze del bacino di Arezzo.

2.2.1.3 Fase I

La realizzazione della nuova Fermata Circondaria avverrà in due fasi.

La prima fase della nuova fermata – oggetto della presente progettazione – dovrà prevedere la realizzazione di 3 dei marciapiedi (il 1°, il 2° e il 3°) della configurazione finale, accessibili da due sottopassi. La realizzazione dei due

marciapiedi avrà come conseguenza la revisione del piano del ferro esistente con l'adeguamento dei tracciati ferroviari coinvolti (Montevarchi AV, Direttissima, Indipendente e deposito locomotive del Romito).

I marciapiedi, a standard metropolitano, saranno accessibili soltanto dal lato di via Cironi e via Sighele attraverso i due sottopassi (uno nuovo su via Cironi ed uno esistente da adeguare su via Sighele). Dai sottopassi, l'accesso alle banchine sarà garantito con un sistema di scale fisse e ascensori, protetti dalle pensiline ferroviarie.

In questa prima fase dovranno anche essere dimensionate le dotazioni di scambio modale posizionate sul lato Est di accesso (via Cironi e via Sighele).

Il completamento di sottopassi e marciapiede 3°, la realizzazione dei restanti marciapiedi (4° e 5°) con la sistemazione dei tracciati in assetto definitivo avverranno nella fase II, che prenderà avvio quando il nuovo nodo AV sarà già operativo.

2.3 ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA DI CANTIERIZZAZIONE

Ne seguito si illustra il sistema di cantierizzazione previsto ai fini della realizzazione degli interventi in esame. Nello specifico si descrivono in sintesi i criteri adottati per la sua definizione nonché le modalità organizzative ed operative individuate. Tutto ciò allo scopo di delineare natura ed entità delle azioni progettuali associate alla fase costruttiva.

Per una descrizione più completa della soluzione di cantierizzazione, si rimanda alla specifica documentazione di progetto.

2.3.1 Modalità operative fasi lavorative

Si riporta di seguito il cronoprogramma per la cui visualizzazione si rimanda all'elaborato specifico.

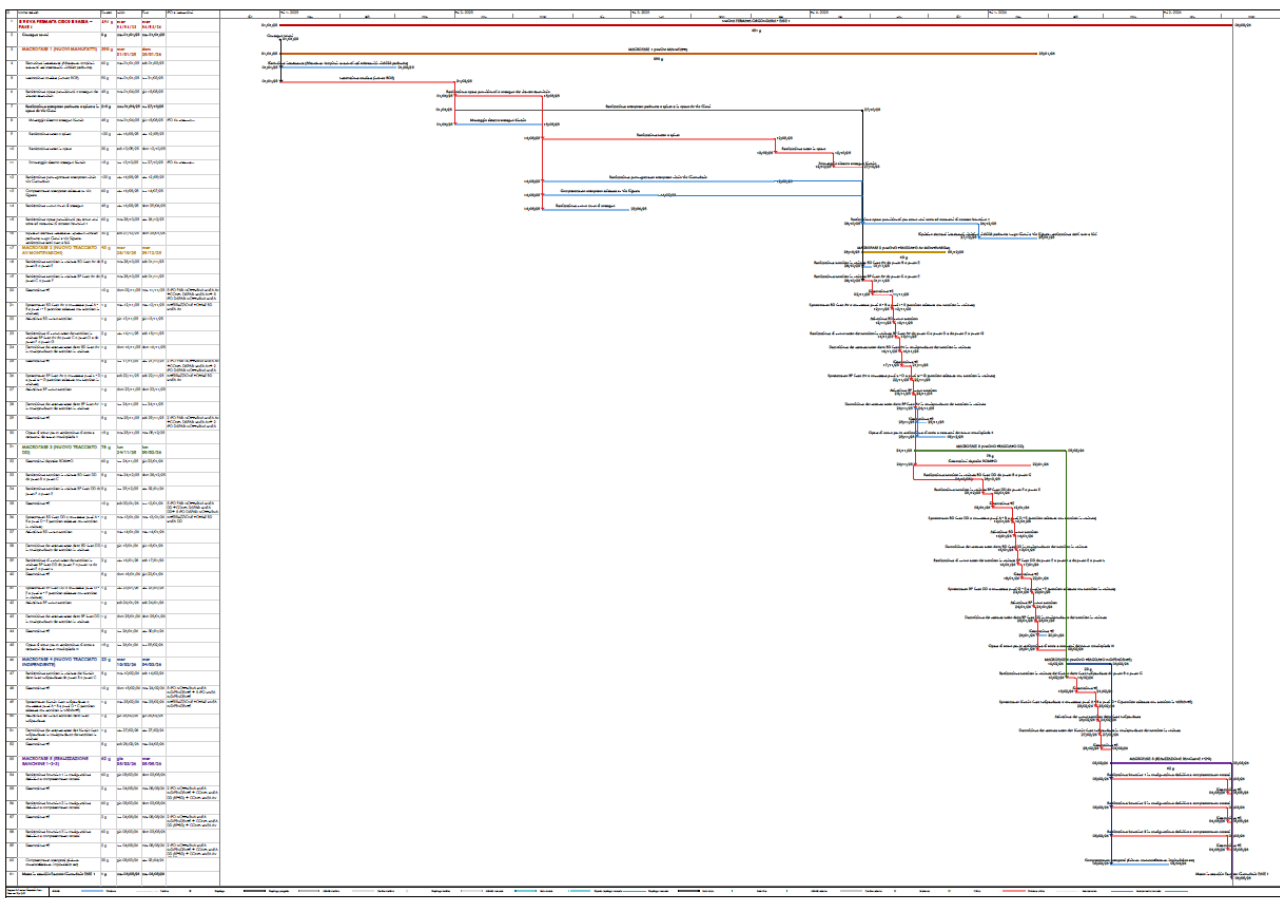


Figura 2- 2. Cronoprogramma



Gli interventi di realizzazione delle opere prevedono una durata complessiva delle lavorazioni di circa 17 mesi (dalla consegna lavori alla messa in esercizio della fermata Circondaria Fase 1).

Le fasi delle lavorazioni sono rappresentate negli elaborati 0002.00.AMB.SH.SZ0000.001 (Planimetria) e 0002.00.AMB.SH.SZ0000.002 (Sezioni). Si riportano di seguito le fasi e le sottofasi delle lavorazioni individuate.

FASE 1	
SOTTOFASE 1.0	Gestione interferenze (Alberature, lampioni, eventuali reti sottoservizi, viabilità pedonale)
SOTTOFASE 1.1	Realizzazione struttura di sostegno, conseguente demolizione della scarpata e del muro di sostegno esistente
SOTTOFASE 1.2	Realizzazione sottopasso pedonale a spinta e in opera da Via Cironi, realizzazione prolungamento sottopasso viario Via Circondaria, realizzazione completamento sottopasso esistente su Via Sighele
SOTTOFASE 1.3	Realizzazione nuovo muro di sostegno, realizzazione opere di sostegno e scavo per i vani di scale e ascensori di accesso alla banchina 1 e riempimento scarpata fino a quota ferro
SOTTOFASE 1.4	Ripristino elementi interferenti, ripristino viabilità pedonale lungo Cironi e Via Sighele, realizzazione stalli auto e bici

FASE 2	
SOTTOFASE 2.1	Realizzazione tracciato in variante BD linea AV; realizzazione tracciato in variante BP linea AV; Sistemazione TE
SOTTOFASE 2.2	Spostamento BD linea AV a connettere tracciato esistente con tracciato in variante; realizzazione di nuovo tratto del tracciato in variante BP linea AV; demolizione del restante tratto della BD linea AV in corrispondenza del tracciato in variante;
SOTTOFASE 2.3	Sistemazione TE e Attivazione BD nuovo tracciato
SOTTOFASE 2.4	Spostamento BP linea AV a connettere tracciato esistente con tracciato in variante; demolizione del restante tratto della BP linea AV in corrispondenza del tracciato in variante.
SOTTOFASE 2.5	Sistemazione TE e Attivazione BP nuovo tracciato
SOTTOFASE 2.6	Opere di scavo per la realizzazione di scale e ascensori del futuro marciapiede II

FASE 3	
SOTTOFASE 3.1	Sistemazioni deposito ROMITO
SOTTOFASE 3.2	Realizzazione tracciato in variante BD linea DD; realizzazione tracciato in variante BP linea DD; Sistemazione TE
SOTTOFASE 3.3	Spostamento BD linea DD a connettere tracciato esistente con tracciato in variante; realizzazione di nuovo tratto del tracciato in variante BP linea DD; Demolizione del restante tratto della BD linea DD in corrispondenza del tracciato in variante.
SOTTOFASE 3.4	Sistemazione TE e Attivazione BD nuovo tracciato
SOTTOFASE 3.5	Spostamento BP linea DD a connettere il tracciato esistente con tracciato in variante; demolizione del restante tratto della BP linea DD in corrispondenza del tracciato in variante.
SOTTOFASE 3.6	Sistemazione TE e Attivazione BP nuovo tracciato
SOTTOFASE 3.7	Opere di scavo per la realizzazione di scale e ascensori del futuro marciapiede III

FASE 4	
SOTTOFASE 4.1	Realizzazione tracciato in variante del binario della linea Indipendente; Sistemazione TE.
SOTTOFASE 4.2	Spostamento binario linea Indipendente a connettere il tracciato esistente con tracciato in variante; Demolizione del restante tratto del binario linea Indipendente in corrispondenza del tracciato in variante.
SOTTOFASE 4.3	Sistemazione TE; Attivazione del nuovo tracciato della linea Indipendente

FASE 5	
SOTTOFASE 5.1	Realizzazione banchina 1 in configurazione definitiva, completamento vani scala e ascensore di accesso alla banchina 1, realizzazione pensilina banchina 1, Sistemazione TE
SOTTOFASE 5.2	Realizzazione banchina 2 in configurazione definitiva, completamento vani scala e ascensore di accesso alla banchina 2, realizzazione pensilina banchina 2, Sistemazione TE
SOTTOFASE 5.3	Realizzazione banchina 3 in configurazione provvisoria, completamento vani scala e ascensore di accesso alla banchina 3, realizzazione pensilina banchina 3, Sistemazione TE
SOTTOFASE 5.4	Completamento sottopassi (finiture, controsoffittature, impiantistica etc)
SOTTOFASE 5.5	Messa in esercizio Fermata Circondaria FASE 1

Figura 2- 3. Fasi e sottofasi delle lavorazioni individuate

2.3.2 Sistema della cantierizzazione

La progettazione di un cantiere segue regole dettate da numerosi fattori, che riguardano la geometria dell'opera da costruire, la morfologia e la destinazione d'uso del territorio, il tipo e il cronoprogramma delle lavorazioni previste all'interno di ogni singola area.

Per la realizzazione delle opere in progetto, si prevede l'utilizzo di una serie di aree di cantiere lungo il tracciato della linea ferroviaria, che sono state selezionate sulla base delle seguenti esigenze principali:

- disponibilità di aree libere in prossimità delle opere da realizzare;
- lontananza da ricettori critici e da aree densamente abitate;
- facile collegamento con la viabilità esistente, in particolare con quella principale;
- minimizzazione del consumo di territorio;
- minimizzazione dell'impatto sull'ambiente naturale ed antropico;
- riduzione al minimo delle interferenze con il patrimonio culturale esistente.

Al fine di realizzare le opere in progetto, è prevista l'installazione di una serie di aree di cantiere lungo il tracciato della linea ferroviaria.

Si identificano nella Figura 3-6 le aree di cantiere successivamente descritte:

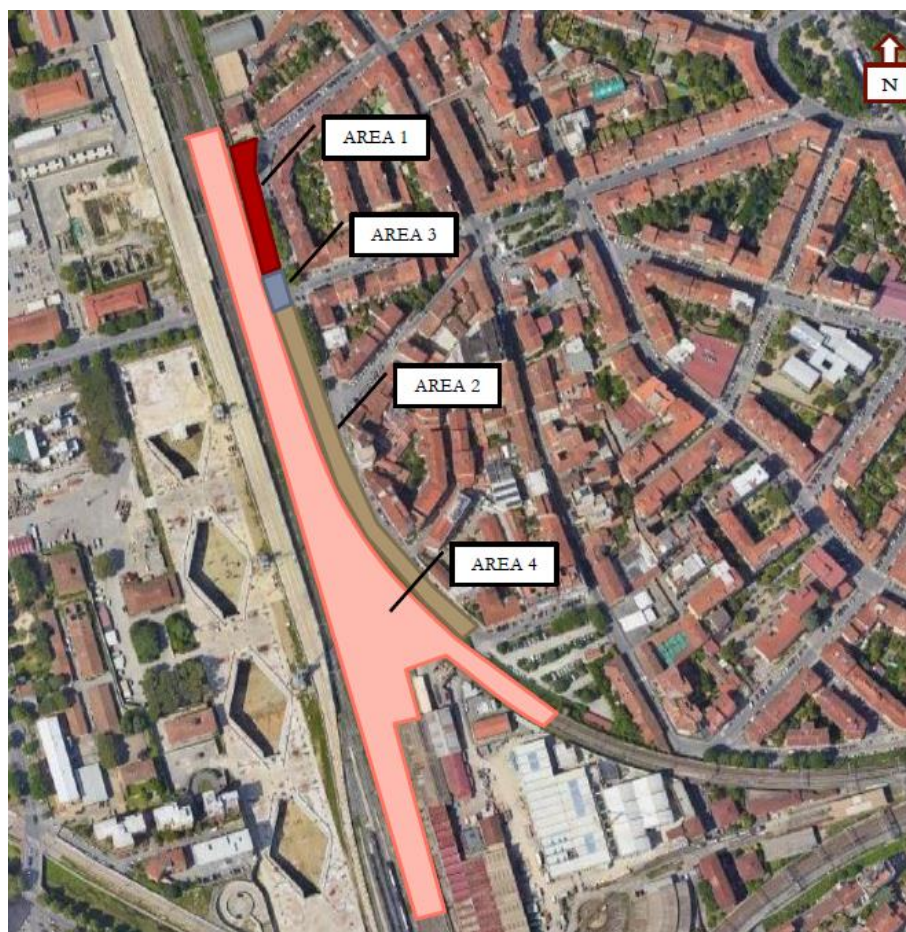


Figura 2- 4. Inquadramento su ortofoto

<i>AREA</i>	<i>COLLOCAZIONE</i>	<i>m.s.l.m.</i>
1	Via Cironi	+ 47.00 circa
2	Via Sighele	+ 47.00 circa
3	Incrocio Via Circondaria, Via Cironi, Via Sighele	+ 47.00 circa
4	Rilevato ferroviario	+ 52.00 circa

2.3.2.1 Area 1 – Via Cironi

L'area di cantiere si sviluppa per circa 100 m e per una larghezza di circa 18m (11 m di larghezza scarpata + 7 m di larghezza a quota strada) lungo il lato destro della carreggiata seguendo il senso di marcia (in affiancamento al rilevato ferroviario).

Questa è delimitata a nord da una proprietà privata, a est da Via Cironi, a sud da Via Circondaria e a ovest dal rilevato ferroviario.

Si prevede che l'accesso e l'uscita dei mezzi di cantiere all'area avvenga ad est da via Cironi.

All'interno di quest'area avverranno le lavorazioni per la realizzazione del sottopasso pedonale a spinta e tutte le lavorazioni propedeutiche quali ad esempio la realizzazione dell'opera di sostegno lungolinea. Inoltre, in quest'area avverranno le lavorazioni per la realizzazione di una delle due spalle del sottovia ed, infine, di una parte del muro di contenimento.

La viabilità stradale in Via Cironi subirà un restringimento per tutta la durata del cantiere, ma il flusso carrabile (e di soccorso) rimarrà sempre possibile.

La viabilità pedonale e di accesso alle abitazioni sarà sempre garantita.

2.3.2.2 Area 2 – via Sighele

L'area di cantiere si sviluppa per circa 270 m e per una larghezza di circa 18m (10 m di larghezza scarpata +8 m di larghezza a quota strada, larghezze variabili) lungo il lato destro della carreggiata seguendo il senso di marcia (in affiancamento al rilevato ferroviario).

Questa è delimitata a nord da Via Circondaria, a est da Via Sighele, a sud da Via Lorenzoni e a ovest dal rilevato ferroviario.

Si prevede che l'accesso dei mezzi di cantiere all'area avvenga a nord da via Circondaria, mentre l'uscita dei mezzi di cantiere avvenga su via Lorenzoni, quindi a sud dell'area di cantiere.

Tale ingresso di cantiere subirà uno spostamento nella fase in cui sarà necessario realizzare il prolungamento del Sottovia su Via Circondaria (Area 3), spostandosi quindi su Via Sighele.

All'interno di quest'area avverranno le lavorazioni per il prolungamento del sottopasso pedonale esistente e le lavorazioni per la realizzazione dell'opera di sostegno lungolinea. Inoltre, in quest'area avverranno le lavorazioni per la realizzazione di una delle due spalle del sottovia ed, infine, di una parte del muro di contenimento.

La viabilità stradale in Via Sighele subirà dei restringimenti e, nella parte centrale della via per alcuni periodi di tempo, che sono funzione delle modalità esecutive e delle tempistiche delle lavorazioni, si ritiene che sarà necessario concordare delle interruzioni della viabilità ordinaria sulla via stessa, che siano comunque funzionali a garantire sempre la viabilità carrabile tramite le strade limitrofe e la viabilità di soccorso (anche tramite mezzi opportuni con sbracci fino a 30metri).

La viabilità pedonale e di accesso alle abitazioni sarà sempre garantita.

2.3.2.3 Area 3 – via Circondaria

L'area di cantiere su via Circondaria è funzionale alla sola realizzazione del prolungamento del sottopasso viario sulla via stessa. In tale ottica, si prevede che le strutture di sostegno preparatorie saranno realizzate a partire dai cantieri limitrofi dell'Area 1 e 2, e che sarà necessario programmare delle interruzioni notturne della via al fine di effettuare i lavori di completamento del sottopasso.

Nello specifico, per la realizzazione delle strutture verticali del sottovia sarà necessario occupare temporaneamente Via Circondaria, in maniera alternata, al fine di garantire sempre la fruibilità della via. Si prevede di occupare in un primo momento la corsia di via Circondaria all'incrocio con Via Sighele e successivamente avverrà l'occupazione temporanea del lato opposto, ovvero all'incrocio tra Via Circondaria e via Cironi. Più precisamente, come detto in precedenza, la realizzazione delle due spalle per il prolungamento del sottovia saranno effettuate a partire dai due cantieri già esistenti dell'Area 1 e Area 2, che subiranno in questa fase un allargamento temporaneo.

Infine, sarà necessario concordare delle interruzioni notturne, per la realizzazione delle strutture orizzontali del sottovia, al fine di completare l'opera civile.

La viabilità stradale sarà quindi sempre garantita, a meno di interruzioni notturne concordate.

La viabilità pedonale sarà anch'essa sempre garantita, applicando alcune accortezze in base alle diverse microfasi precedentemente descritte.

2.3.2.4 Area 4 – Rilevato ferroviario

L'Area delle lavorazioni che avverranno sul rilevato ferroviario non è caratterizzata da un vero e proprio cantiere delimitato e fisso, bensì le lavorazioni avverranno in adiacenza all'esercizio ferroviario e/o tramite interruzioni dello stesso concordate con RFI e la DL.

In quest'area avverranno tutte le lavorazioni di armamento necessarie alla modifica del piano ferro, che coinvolgono i seguenti tracciati:

Firenze Montevarchi pk di riferimento Campo Marte

Binario Dispari – INIZIO INTERVENTO Km 3+089.57 (CM)

Binario Pari – INIZIO INTERVENTO Km 3+070.49 (CM)

Bologna (DD) pk di riferimento Firenze S.M.N.

Binario Dispari – INIZIO INTERVENTO Km 0+983.65 (SMN)

Binario Pari – INIZIO INTERVENTO Km 0+999.45 (SMN)

Indipendente pk di riferimento Firenze S.M.N.

INIZIO INTERVENTO Km 1+041.52 (SMN)

Saranno inoltre svolte le lavorazioni civili necessarie al completamento della fermata Circondaria, ovvero le banchine e le pensiline, come indicato nel capitolo introduttivo.

Per le caratteristiche dell'intervento di progetto sui tracciati si rimanda all'elaborato "Relazione di tracciamento".



PARTE B – ANALISI DEGLI ASPETTI AMBIENTALI

3 PIANIFICAZIONE E TUTELA TERRITORIALE

3.1 PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E LOCALE

In merito allo stato della pianificazione territoriale e locale, nonché ai relativi contenuti, nell'ambito della presente relazione, l'attenzione è stata centrata sullo stato approvativo.

A tal riguardo, i livelli e gli strumenti di pianificazione presi in considerazione sono stati i seguenti:

- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) della città Metropolitana di Firenze. Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) è lo strumento di pianificazione che definisce l'assetto del territorio. Approvato dalla Provincia nel 1998, ai sensi della L.R. 5/95 "Norme per il governo del territorio" come l'atto di programmazione con il quale la Provincia esercita, nel governo del territorio, un ruolo di coordinamento programmatico e di raccordo tra le politiche territoriali della Regione e la pianificazione urbanistica comunale. La successiva L.R. 3 gennaio 2005 n.1 "Norme per il governo del territorio" ha rinnovato la normativa sul governo del territorio e con essa il quadro degli strumenti della pianificazione territoriale e la loro modalità di formazione. Ciò ha richiesto la revisione del P.T.C.P., approvato con Deliberazione di Consiglio Provinciale n. 1 del 10/01/2013 secondo il "procedimento di revisione del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale". L'approvazione della variante di adeguamento del PTCP, ai sensi dell'art. 17 della L.R. 1/2005, contiene il riferimento puntuale alle osservazioni pervenute e l'espressa motivazione delle determinazioni conseguentemente adottate.
- Strumenti di Pianificazione comunale di Firenze

Si riporta, di seguito, un quadro sinottico dello stato approvativo del comune interessato dalla realizzazione dell'opera.

Tabella 3- 1. Situazione programmatica dei comuni afferenti all'area di studio

COMUNI	PIANO VIGENTE	ADOZIONE	APPROVAZIONE
Firenze	Regolamento Urbanistico	Deliberazione del Consiglio comunale n. 2014/C/00013 del 25.03.2014	Deliberazione del Consiglio Comunale n. 2015/C/00025 del 02.04.2015 ²
	Piano Strutturale	Deliberazione n.2010/C/00057 del 13.12.2010; deliberazione n. 2014/C/00013 del 25.03.2014 il Consiglio comunale ha adottato la variante al Piano Strutturale 2014	Deliberazione del Consiglio comunale n. 2011/C/00036 del 22.06.2011, reso efficace con la pubblicazione sul BURT n. 31 del 03.08.2011; con deliberazione del Consiglio Comunale n. 2015/C/00025 del 02.04.2015 è stata approvata la Variante 2014 al PS

² Con deliberazione n. 2017/C/00029 del 02.05.2017 il Consiglio Comunale ha approvato una variante di manutenzione al Regolamento Urbanistico conseguente alla fase di prima applicazione finalizzata, fra l'altro, ad accogliere alcune richieste di correzione o modifica dello strumento evidenziate da parte di privati o dalle Direzioni comunali pervenute entro il 27.05.2016.

Ulteriore variante semplificata (art. 30 LR 65/2014) al Piano Strutturale e al Regolamento Urbanistico ha provveduto al recepimento negli strumenti di pianificazione dei perimetri di Core e Buffer Zone del sito Patrimonio Mondiale UNESCO "Centro Storico di Firenze", così come definitivamente approvati dal Comitato del Patrimonio Mondiale con Decisione 38COM 8B.44 del 06 luglio 2015.

Si fa presente che in data 05.04.2023 è stato pubblicato sul BURT n. 14, parte II, l'avviso relativo all'avvenuta adozione del Piano Strutturale e del Piano Operativo, nonché della ratifica dell'Intesa Preliminare Piana. I suddetti strumenti urbanistici, nonché il Rapporto Ambientale, sono stati adottati dal Consiglio Comunale, con deliberazione n. DC/2023/00006.

Negli 80 giorni continuativi successivi al 05.04.2023 e quindi entro e non oltre il

24.06.2023 (rectius 26.06.2023 primo giorno non festivo), chiunque vi abbia interesse può consultare la documentazione e presentare osservazioni seguendo scrupolosamente le modalità indicate nell'avviso pubblicato sul BURT.

Per ulteriori approfondimenti e dettagli riguardo lo stato di pianificazione territoriale e locale si rimanda al documento “*Studio Preliminare Ambientale*” (cod. 0002.00.AMB.RG.IM0000.001)

3.2 IL SISTEMA DEI VINCOLI E DELLE DISCIPLINE E DI TUTELA PAESISTICO-AMBIENTALE

Per il progetto in esame, le tipologie di vincoli rispetto ai quali la soluzione prescelta è stata oggetto di approfondimento sono le seguenti:

- A. Piano Strutturale del Comune di Firenze. La tavola 1 “Vincoli” individua e rappresenta le aree soggette a vincolo con particolare riferimento a:
 - a. Infrastrutture e suolo: Aeroporto, Ferrovie, Strade, Metandotti, Cimiteri, Aree percorse dal fuoco, Siti contaminati, Cave di materiali ornamentali storici.
- B. Elettromagnetismo: Elettrodotti ad alta e media tensione, Impianti fissi di telefonia mobile.
- C. Stabilità dei versanti e aree di protezione dal rischio idraulico: Vincolo idrogeologico, Aree per il contenimento del rischio idraulico.
- D. Risorsa Idrica: Sorgenti e punti di captazione.
- E. Patrimonio storico culturale e paesaggistico: Edifici di interesse storico architettonico, Vincolo archeologico, Beni paesaggistici, Fiumi, torrenti e corsi d’acqua di interesse paesaggistico, Aree Naturali Protette di Interesse Locale (ANPIL), Siti di Importanza Comunitaria (SIC), Siti di Interesse Regionale (SIR), Zone di Protezione Speciale (ZPS).

Dalla consultazione del Piano Strutturale del Comune di Firenze è emersa l’assenza di vincoli specifici relativi alla tutela di beni paesaggistici e/o culturali nell’area oggetto di intervento. Non sarà necessario quindi l’ottenimento di parere di Soprintendenza e Commissione del Paesaggio.

Si segnala che al termine dei lavori sarà restituito lo stato ex-ante delle aree di cantiere. Per tali ragioni l’effetto in esame può essere considerato transitorio e trascurabile.

Per ulteriori approfondimenti circa il quadro vincolistico e tutela ambientale si rimanda all’elaborato 0002.00.AMB.RG.IM0000.001 _*Studio Preliminare Ambientale*”.

3.2.1 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Sulla base delle verifiche condotte sia a livello di pianificazione che a carico del sistema dei vincoli, per quanto strettamente attiene alla fase di cantiere, si evidenzia la marginalità delle interferenze con la componente; pertanto, in riferimento ai criteri riportati nel capitolo 1.2.3 il livello di significatività stimata è di **livello “B”**.

4 POPOLAZIONE E SALUTE UMANA

4.1 INQUADRAMENTO DEMOGRAFICO

Il presente paragrafo riporta l'analisi della demografia e della distribuzione della popolazione nell'area in esame in riferimento all'ambito provinciale e comunale. In particolare, lo scopo è quello di verificare se gli interventi in progetto rappresenteranno un fattore enfaticante sul sistema antropico complessivo del territorio rispetto alla salute della popolazione.

Secondo i dati Istat, riferiti all'anno 2021, la popolazione residente nella Città Metropolitana di Firenze è di 987.260 abitanti. Rispetto all'anno 2020 si è verificato un decremento pari a 11.171 residenti (-1,12%).

Dall'analisi dell'andamento della popolazione residente nell'arco temporale 2001-2021 (con dati al 31 dicembre di ogni anno) nella Città Metropolitana di Firenze emerge come si sia verificato un aumento lineare di individui fino al 2010, con un successivo calo nell'anno seguente ed una ripresa negli anni successivi.



Figura 4-1. Andamento demografico della popolazione residente nella città Metropolitana di Firenze dal 2001 al 2020. Grafici e statistiche su dati ISTAT al 31 dicembre di ogni anno

Di seguito sono riportati i dati relativi alla struttura per età della popolazione della Città Metropolitana di Firenze

Tabella 4-1. Distribuzione della popolazione su dati ISTAT, al 1° gennaio 2022 – Città Metropolitana di Firenze

Fascia di età	Totale
0-14 anni	118.893
15-64 anni	613.248
65+ anni	255.119
Totale	987.260

L'età media dei residenti nella Città Metropolitana di Firenze, al 1° gennaio 2022, è di 47,5 anni. L'indice di vecchiaia per la Città Metropolitana di Firenze dice che ci sono 215 anziani ogni 100 giovani.

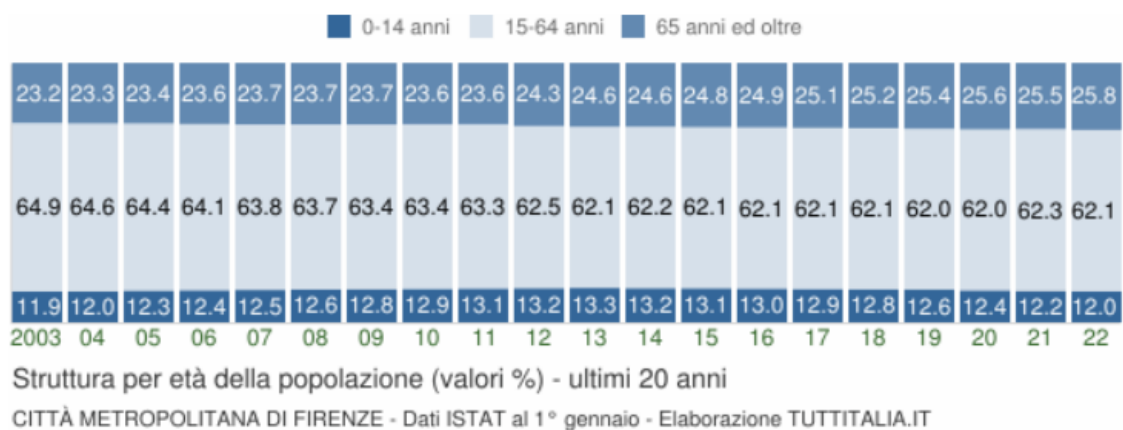


Figura 4-2. Distribuzione comparativa della popolazione per fascia di età nella Città Metropolitana di Firenze al 1° gennaio 2022

Dalla tabella e dal grafico che precedono è possibile evincere come sia distribuita la popolazione a livello provinciale nelle varie classi di età. Si evince in particolare che le percentuali dei due sessi quasi si equivalgono (48,2% contro 51,8%), però le donne sono significativamente più longeve degli uomini (si veda la distribuzione per sesso nella fascia di età 75+).

Tabella 4-2. Distribuzione della popolazione nei comuni interessati dal progetto – dati ISTAT al 1° gennaio 2022

Tipo di indicatore demografico	Età		
	totale		
Selezione periodo	popolazione al 1° gennaio		
Sesso	2022		
	maschi	femmine	totale
Territorio			
Toscana	1776806	1886385	3663191
Città Metropolitana di Firenze	475874	511386	987260
Firenze	170671	190948	361619

4.2 INQUADRAMENTO EPIDEMIOLOGICO SANITARIO

Per ottenere un corretto quadro dello stato di salute della popolazione dell'area di studio sono stati analizzati gli ultimi dati disponibili forniti da Istat. In particolare, vengono presentate informazioni sulla mortalità nell'anno 2019.

Per ciascuna patologia, sia causa di morte o di morbosità, l'Istat fornisce, oltre al numero di decessi e ricoverati:

- il dato standardizzato, ossia una media ponderata dei tassi specifici per età, con pesi forniti da una popolazione esterna ed interpretabili come il tasso che si osserverebbe nella popolazione in studio se questa avesse la stessa distribuzione per età della popolazione scelta come riferimento:

$$Tx_{std} = \frac{\sum_{i=1}^m w_i \cdot T_i}{\sum_{i=1}^m w_i} \cdot k$$

dove:

$T_i = \frac{cas_i}{pop_i}$ è il tasso specifico per l'età relativo alla i-ma classe di età nella popolazione in studio;

cas_i rappresenta il numero di eventi osservati nella popolazione in studio nella classe di età i-ma;

pop_i rappresenta la numerosità della popolazione in studio nella i-ma classe di età;

w_i rappresenta il peso che ciascuna classe di età assume nella popolazione di riferimento;

m è il numero di classi di età considerate nel calcolo del tasso;

k una costante moltiplicativa che è stata posta pari a 100.000 nella mortalità e pari a 1.000 nelle ospedalizzazioni.

La tabella seguente sintetizza le varie cause di morte e di morbosità tipicamente associate alla tossicità di inquinanti atmosferici e al disturbo causato dall'inquinamento acustico.

Tabella 4-3. Cause di mortalità associate alla tossicità di inquinanti atmosferici e al disturbo causato dall'inquinamento acustico

Cause di morte
Tumori
Tumori maligni
Tumori maligni a trachea bronchi e polmoni
Sistema cardiovascolare
Malattie del sistema circolatorio
Apparato respiratorio
Malattia dell'apparato respiratorio
Sistema nervoso
Malattie del sistema nervoso e degli organi di senso
Disturbi psichici

Nella **Tabella 4-4** a seguire sono riportati i dati relativi alla mortalità registrati e calcolati dall'Istat.

Si ricorda, inoltre, che oltre al dato della Città Metropolitana di Firenze sono riportati anche i valori relativi al territorio regionale e nazionale.

Tabella 4-4. Dati di mortalità per cause associate alla tossicità di inquinanti atmosferici e al disturbo causato dall'inquinamento acustico, per territorio di residenza (Fonte: dati ISTAT al 2019)

	Area	Decessi		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne
Tumori maligni	Firenze	1 687	1362	-	-
	Toscana	6398	5060	27.37	26.09
	Italia	93 609	75 103	29.99	17.59
Tumori maligni a trachea bronchi e polmoni	Firenze	445	194	-	-
	Toscana	1581	743	7.41	2.77
	Italia	22 758	10 118	7.26	2.54
Malattie sistema circolatorio	Firenze	1 544	2 019	-	-
	Toscana	6 302	8 245	30.45	21.32
	Italia	96 435	124 558	33.29	23.72

Malattie del sistema respiratorio	Firenze	531	557	-	-
	Toscana	1 867	557	8.93	3.82
	Italia	27 976	25 470	9.66	4.94
Malattie del sistema nervoso e degli organi di senso	Firenze	284	373	-	-
	Toscana	1 014	1 354	4.66	3.86
	Italia	13 438	16 843	4.38	3.49
Disturbi psichici e comportamentali	Firenze	132	292	-	-
	Toscana	511	1 063	2.46	2.65
	Italia	8 670	17 336	4.38	3.18

Dallo studio del contesto epidemiologico effettuato sui dati messi a disposizione dall'Istat, è stato possibile confrontare lo stato di salute relativo alla Città Metropolitana di Firenze con i valori regionali e nazionali. Ne è emerso che le cause di decesso maggiormente incidenti risultano essere i tumori maligni, seguite dalle malattie del sistema respiratorio e circolatorio.

In linea generale, confrontando i dati provinciali, regionali e nazionali, è emerso che per l'ambito in esame non sono presenti situazioni critiche sul piano della salute pubblica.

4.2.1 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Sulla base dello studio del contesto epidemiologico effettuato e sinteticamente riportato nei paragrafi precedenti sui dati messi a disposizione dall'Istat, è stato possibile inquadrare lo stato di salute della popolazione della Città Metropolitana di Firenze rispetto a quello in ambito regionale e nazionale.

Dal quadro esaminato, si evince che lo stato di salute generale della popolazione nella Città Metropolitana di Firenze, non scostandosi dalle medie generali regionali in merito a mortalità, non è interessato da specifici fattori di criticità.

Pertanto, in riferimento ai criteri riportati nel capitolo 1.2.3 il **livello di significatività è "B"**.

5 RISORSE NATURALI

5.1 SUOLO

5.1.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

5.1.1.1 Inquadramento geologico

Il bacino di Firenze-Prato-Pistoia, posto alla quota media di 45 m sul livello del mare, si sviluppa in direzione NO-SE per una lunghezza di 45 km ed una larghezza massima di circa 10 km. Esso è delimitato a nord-nord-est dai Monti della Calvana e dal Monte Morello, con altitudine di circa 900 m sul livello del mare, e a sud-sudovest dal Montalbano con altitudine di oltre 600 m sul livello del mare. Il bacino di Firenze-Prato-Pistoia presenta una geometria a semi-graben fortemente asimmetrica, con un margine nord-orientale molto acclive, in corrispondenza della faglia principale di Fiesole e da una rampa di raccordo poco inclinata a luoghi interessata da faglie minori sul versante sud-occidentale. I depositi di riempimento del bacino si sono sviluppati con ampi delta e fan-delta clastici alla base del sistema di faglie maggiori. In questo tipo di bacini il sollevamento tettonico dei margini, e il corrispondente allargamento del drenaggio fluviale, portano alla formazione di potenti sequenze sedimentarie clastiche grossolane in corrispondenza delle aree centrali. Nel dettaglio, dal punto di vista tettonico-geometrico, l'area di Firenze è caratterizzata dalla presenza di una fascia interessata da più faglie disposte a gradinata e in parte sepolte al di sotto dei depositi fluvio-lacustri di età villafranchiana, localizzata nell'area pedemontana a nord della pianura di Firenze, e dalla presenza delle faglie sepolte Castello-Scandicci e Maiano-Bagno a Ripoli che interessano il substrato pre-lacustre, trasversalmente al bacino. Le faglie controllano la morfologia dell'area fiorentina determinando, rispetto al basso morfologico-strutturale della pianura di Firenze, l'alto delle colline di Castello-Trespiano-Fiesole nel settore settentrionale, e delle colline di Bellosguardo-Arcetri-S.Miniato a Monte a sud della città. L'area fiorentina risulta quindi delimitata a nord da lineamenti tettonici paralleli a direzione NNO-SSE, che hanno giocato come faglie a movimento verticale distensivo determinando lo sviluppo del bacino fluvio-lacustre con il ribassamento del blocco meridionale. La principale attività delle faglie è riferita a un periodo anteriore al Pliocene inferiore, periodo in cui si è determinato il maggiore movimento verticale; successivamente si è registrata una ripresa di movimenti al tetto del Pliocene inferiore, a cui è associato il movimento verticale responsabile dell'origine della depressione lacustre, e un'ultima pulsazione al termine del Villafranchiano, che ha determinato il sollevamento del blocco di Firenze rispetto al resto del lago e ha stabilito i rapporti tettonico-geometrici attuali. La master fault, a cui viene attribuito il principale movimento verticale, è manifestata da una scarpata tettonica che ha determinato lo sviluppo dei ripidi versanti meridionali delle colline di Castello-Monte Rinaldi-Fiesole; in realtà si tratta di una zona interessata da varie faglie disposte a gradinata, di cui solo la più orientale affiora con la scarpata degradata dei versanti di Fiesole, mentre le altre sono sepolte sotto i depositi villafranchiani di San Domenico, o addirittura sotto l'area delle Cure-Campo di Marte. Tali faglie sono dislocate da lineamenti tettonici trasversali che interessano il substrato con generali direzioni NNE-SSO e il cui movimento risulta prevalentemente verticale distensivo. Le faglie a carattere prevalentemente distensivo, di Castello-Scandicci a ovest e di Maiano-Bagno a Ripoli a est, sono risultate attive a più riprese a partire dal Pliocene inferiore, giocando successivamente, verso la fine del Villafranchiano, un ruolo determinante per il sollevamento dell'area fiorentina rispetto al restante bacino lacustre. Questi elementi strutturali hanno sollevato la pianura di Firenze, ribassando il blocco a NO nel caso della faglia occidentale, e il blocco a SE per la faglia orientale con un rigetto globale stimabile in alcune centinaia di metri. Nel Villafranchiano sono state documentate due fasi tettoniche lungo tali lineamenti, probabilmente avvenuti in un regime di tipo compressivo, in accordo con evidenze regionali. Nella zona nord-orientale dell'area fiorentina lungo le colline di Fiesole-Monte Rinaldi, il motivo strutturale è dato da una piega anticlinale con asse orientato in direzione NO-SE, delimitato a SO dalla omonima zona di faglia che mette in contatto le arenarie torbiditiche

del Macigno con i depositi recenti fluvio-lacustri; la struttura è interessata da faglie minori ad andamento NE-SO e un prevalente movimento verticale. L'assetto tettonico delle Unità Liguri affioranti a NO di Firenze e nell'area meridionale è dato da una blanda monoclinale immergente in genere verso N-NE con valori medi di inclinazione minori di 40°. I depositi lacustri villafranchiani risultano dislocati dalle faglie sinsedimentarie trasversali al bacino, ma mantengono una giacitura sub-orizzontale su entrambi i blocchi dislocati; i depositi alluvionali recenti e attuali sono ancora in giacitura primaria. Per nessuna delle faglie presenti nella zona ci sono indizi geologici di attività tettonica avvenuta in un momento più recente di circa 500.000 anni.

5.1.1.2 Assetto geologico dell'area di intervento

Come mostrato nella carta geologica riportata nella relativa tavola allegata fuori testo (Tavola 2), ottenuta dalla Carta Geologica Regionale della Regione Toscana – Servizio Geologico Regionale (Progetto Carg) utilizzando i fogli n. 275030 e 275040, nell'area in studio affiorano ovunque i Depositi Olocenici, rappresentati dai Depositi alluvionali attuali (b); solo localmente ed in particolare in corrispondenza dello scavo della nuova stazione AV Belfiore si rileva la presenza di Alluvioni Recenti (Ac) costituite da ghiaie e ciottolami puliti testimonianze di vecchi tratti di paleoalveo del F.Arno.

La pianura delle alluvioni attuali nei dintorni dell'area di progetto risulta inoltre interrotta da rilevati strutturali ferroviari, stradali e dall'alveo del T.Mugnone che viceversa risulta canalizzato ed incassato rispetto al piano campagna. Lungo i tracciati dei rilevati e del canale sono presenti terreni prevalentemente di riporto e depositi antropici.

Di seguito si descrivono le unità presenti (dalla più antica alla più recente).

Depositi Olocenici

- Depositi alluvionali attuali (b). I sedimenti della pianura alluvionale comprendono quasi esclusivamente le alluvioni attuali che nell'area in oggetto affiorano estesamente ovunque. Sono costituiti da ghiaie, sabbie e limi dei letti fluviali attuali, soggetti a evoluzione con ordinari processi fluviali.
- Alluvioni recenti (ac). Sono presenti solo localmente all'interno della pianura alluvionale. Le alluvioni recenti sono formate in genere da sedimenti grossolani: si tratta soprattutto di ghiaie e ciottolami puliti che rappresentano tratti di paleoalvei del Fiume Arno e, nel caso della zona in esame, probabilmente anche del T.Mugnone. L'unità "Ac" affiora nell'area di progetto nello scavo della nuova stazione AV Belfiore e risulta sottostante la sezione del rilevato ferroviario lungo la quale l'intervento prevede la riapertura del sottopasso pedonale esistente.
- Depositi antropici (h5). L'unità raggruppa tutti quei depositi connessi con l'attività umana. Comprende quindi terreni di riporto, rilevati stradali, terreni di bonifica per colmata; nell'area di progetto la pianura risulta inoltre interrotta da rilevati strutturali ferroviari, stradali e dall'alveo del T.Mugnone che viceversa risulta canalizzato ed incassato rispetto al piano campagna. Lungo i tracciati dei rilevati e del canale sono presenti terreni prevalentemente di riporto e depositi antropici.

5.1.1.3 Assetto geomorfologico dell'area di intervento

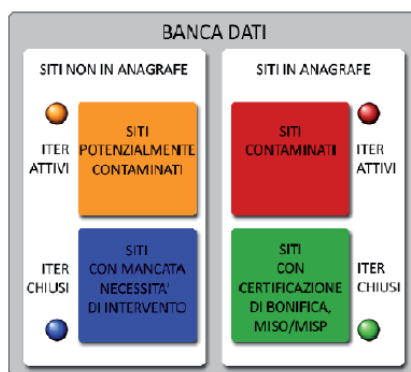
L'area che racchiude gli interventi di progetto più significativi, come già accennato nel paragrafo precedente, è interamente pianeggiante ad eccezione dei rilevati strutturali realizzati sia per i tracciati ferroviari che per quelli stradali. Lungo le scarpate dei rilevati strutturali nei tratti interessati dagli interventi di progetto non sono visibili fenomeni di instabilità o assestamento dei terreni. Gli interventi previsti dal progetto ricadranno tra le quote di 46,50 e 51,90 m s.l.m. e cioè tra la quota stradale di Via Circondaria, nel tratto che sottopassa il rilevato ferroviario, e la sommità di quest'ultimo, lungo la quale verrà adeguato il binario per la realizzazione del People Mover di collegamento con la stazione di Firenze SMN. Per gli aspetti geologici e geomorfologici le interazioni terreno struttura delle opere di progetto saranno pertanto limitate allo spessore del rilevato strutturale del tracciato ferroviario e dei primi metri di terreno naturale sottostante.

In relazione all'andamento della superficie topografica del piano campagna da entrambi i lati del tratto di rilevato interessato dalle opere, il terreno superficiale non presenta forme o processi significativi dal punto di vista geomorfologico, né si rilevano segni quali lesioni o fessurazioni nelle facciate dei fabbricati poste lungo via Piero Cironi e via Scipio Sighele che possano costituire in questa fase limitazioni alla fattibilità degli interventi. Gli aspetti appena suddetti saranno comunque oggetto di approfondimento negli studi geologici di supporto alle fasi successive di progettazione.

1.1.1.1. Siti contaminati e potenzialmente contaminati nei pressi delle aree di intervento

La Regione Toscana nel 2010 ha emanato (d.g.r.t. 301/2010) specifiche linee guida tecniche, concordate con le Province e ARPAT, volte a definire a livello regionale i contenuti, la struttura dei dati essenziali, l'archivio, nonché le modalità della trasposizione delle informazioni in specifici sistemi informativi collegati alla rete del sistema informativo regionale per l'ambiente (SIRA). È nato così il sistema denominato SISBON (Sistema Informativo Siti interessati da procedimento di BONifica), quale strumento informatico di supporto per la consultazione e l'aggiornamento della "Banca dati dei siti interessati da procedimento di bonifica" condivisa su scala regionale con tutte le amministrazioni coinvolte e organizzata nell'ambito del SIRA.

Nella seguente immagine è riportata una schematizzazione della "Banca dati" nel suo insieme e delle sezioni e sottosezioni in cui è stata organizzata. Si fa pertanto riferimento in modo distinto ai siti complessivamente registrati nella "Banca dati dei siti interessati da procedimento di bonifica" e ai "Siti iscritti in Anagrafe".



Ai siti di SISBON sono state associate alcune informazioni di sintesi relative al procedimento in corso (siti con ITER ATTIVI) o concluso (siti con ITER CHIUSI). Rispetto alla struttura sopra schematizzata, i siti presenti nel Piano Regionale delle bonifiche dei siti contaminati (DCRT 384/1999) con iter ATTIVO sono parte dei "Siti in Anagrafe". I siti presenti nel Piano Regionale con iter CHIUSO sono stati archiviati o tra i "Siti in Anagrafe" (con certificazione di avvenuta bonifica, messa in sicurezza operativa (MISO) o messa in sicurezza permanente (MISP)) o tra i "Siti non in Anagrafe" (esclusi dal Piano o con attestazione di mancata necessità di bonifica).

Nell'ambito dello studio degli interventi di progetto si è proceduto al riconoscimento di aree potenzialmente critiche dal punto di vista ambientale presenti nelle aree oggetto dei lavori, ovvero all'individuazione di siti contaminati e/o potenzialmente contaminati interferenti con le opere in progetto.

L'interferenza con le aree d'interesse è stata verificata considerando, un buffer esterno esteso per circa 500 m, rispetto al perimetro esterno del tracciato e verificando quali dei siti individuati dal SISBON ricadesse all'interno di tale areale complessivo.

Di seguito si riportano le caratteristiche dei siti contaminati individuati dal Sistema Informativo dei Siti interessati da procedimento di Bonifica, situati all'interno del buffer di 500 metri dell'area di intervento. Nella tabella sono evidenziati i siti direttamente interferiti con l'intervento.

Tabella 5-1 - Siti contaminati interferiti dall'intervento di progetto

cod. SISBON	Denominazione	Fase	Sottofase	Distanza (m)
FI-1455	Generale Costruzione Ferroviare S.p.A. Via del Romito, snc - 50134 - FIRENZE	ATTIVAZIONE ITER	Art.245 Notifica da parte del proprietario o altro soggetto	~41
FI-1107	Comune di Firenze Direzione Ambiente (EX Meccanotessile - EX Officine Galileo) via cocchi - via santelli	BONIFICA / MISP / MISO IN CORSO	Attestazione fine lavori come da progetto d'intervento approvato	~434
FI-1314	Area Residuale Ex Meccanotessile particella 139	CARATTERIZZAZIONE	Piano di caratterizzazione approvato	~435
FI-1511	Autolinee Toscane spa Viale dei Cadorna, 105 cap. 50129 Firenze (FI)	ATTIVAZIONE ITER	Art.245 Notifica da parte del proprietario o altro soggetto	~290

5.1.1.3.1 Siti di Interesse Nazionale (S.I.N.)

I Siti d'Interesse Nazionale (SIN) sono aree del territorio nazionale, individuate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Mare e del Territorio d'intesa con le Regioni, definite in relazione alle caratteristiche del sito, alle quantità e pericolosità degli inquinanti presenti, all'impatto sull'ambiente circostante in termini di rischio sanitario ed ecologico. In particolare, nella Regione Toscana sono presenti quattro SIN: Livorno, Massa e Carrara, Piombino e Orbetello Area ex Sitoco. Non si rileva quindi alcun sito di interesse nazionale in prossimità dell'area di intervento

5.1.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

5.1.2.1 Perdita di suolo

La realizzazione delle aree di cantiere, nel suo insieme, determina le necessarie operazioni di preparazione del suolo, consistenti nella rimozione della copertura vegetale presente su tutta l'area interessata dai cantieri stessi con lo scoticamento dello strato di terreno superficiale.

Il possibile riutilizzo del terreno vegetale, per il ripristino delle aree di cantiere al termine delle attività di costruzione dovrà avvenire seguendo alcuni accorgimenti; per mantenere le condizioni di permeabilità originarie si consiglia, in via cautelativa, di predisporre cumuli di accantonamento, generalmente di forma trapezoidale, con sviluppo verticale che non dovrebbe mai eccedere i 3 m di altezza per evitare un eccessivo compattamento. Gli accantonamenti dovranno essere previsti in aree situate a distanza di sicurezza da zone soggette a inquinamento potenziale (vicino a strade, cantieri, attività industriali o artigianali).

Tale prescrizione operativa si configura come scelta progettuale adeguata a prevenire la perdita della risorsa e consente di valutare la significatività dell'impatto come trascurabile.

5.1.2.2 Consumo di risorse non rinnovabili

L'effetto in esame è determinato dal consumo di terre ed inerti necessari al soddisfacimento dei fabbisogni costruttivi dettati dalla realizzazione di rinterri di OO.CC; la tipologia di progetto in esame prevede un fabbisogno di circa 14.765 mc di terreno per tali interventi. Data la quantità di materiale da approvvigionare, si ritiene che la significatività dell'effetto in esame possa essere considerata mitigabile **il livello di significatività stimata è di livello "C"**.

5.1.2.3 Modifica dell'assetto geomorfologico

L'impatto in esame consiste nelle criticità legate all'attraversamento di aree caratterizzate da terreni con scarse caratteristiche geotecniche e/o processi gravitativi già esistenti o legati alla dinamica dei corsi d'acqua, analizzati in riferimento al loro stato di attività (attivo/quiescente/stabilizzato) e localizzati lungo l'area di intervento.

Le interazioni terreno-struttura di progetto saranno limitate allo spessore del rilevato strutturale del tracciato ferroviario e dei primi metri di terreno naturale sottostante.

In relazione all'andamento della superficie topografica del piano campagna da entrambi i lati del tratto di rilevato interessato dalle opere, il terreno superficiale non presenta forme o processi significativi dal punto di vista geomorfologico nè si rilevano segni quali lesioni o fessurazioni nelle facciate dei fabbricati poste lungo via Piero Cironi e via Scipio Sighele che possano costituire in questa fase limitazioni alla fattibilità degli interventi. Gli aspetti appena suddetti saranno comunque oggetto di approfondimento negli studi geologici di

supporto alle fasi successive di progettazione.

La significatività dell'effetto può essere considerata come **“Interferenza trascurabile” (Livello di significatività B)**.

5.1.3 Misure di prevenzione e mitigazione

In riferimento a quanto già indicato nel paragrafo precedente, l'impatto legato all'asportazione di terreno vegetale in fase di cantierizzazione verrà bilanciato al termine delle attività di realizzazione dell'opera, momento in cui verranno smantellati i cantieri o reinterrate le strutture sotterranee, mediante la restituzione dello spessore di terreno asportato nelle aree non occupate dalle strutture superficiali. Il possibile riutilizzo del terreno vegetale asportato a scopo di ripristino delle condizioni originarie dovrà avvenire seguendo alcuni accorgimenti; per mantenere le condizioni di permeabilità originarie si consiglia, in via cautelativa, di predisporre cumuli di accantonamento di forma trapezoidale, non più alti 3 m, tenendo conto della granulometria e del rischio di compattamento. Gli accantonamenti dovranno essere previsti in aree situate a distanza di sicurezza da zone soggette a inquinamento potenziale (vicino a strade, cantieri, attività industriali o artigianali). Particolare attenzione dovrà essere posta nei confronti di possibili sversamenti accidentali di fluidi inquinanti nel corso delle lavorazioni.

Una riduzione del rischio di impatti significativi sulla componente in fase di costruzione dell'opera può essere ottenuta applicando adeguate procedure operative nelle attività di cantiere, relative alla gestione e lo stoccaggio delle sostanze inquinanti ed alla prevenzione dallo sversamento di oli ed idrocarburi, in analogia a quanto indicato per le acque.

5.2 ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE

5.2.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

5.2.1.1 Inquadramento normativo

Normativa nazionale:

- Legge 29 dicembre 2021, n.233 – Conversione in legge del Dl 152/2021 recante disposizioni urgenti per l’attuazione del Piano nazionale di ripresa e resilienza (Pnrr) e per la prevenzione delle infiltrazioni mafiose – Misure in materia di acque, territorio, energia, Vas, rifiuti e bonifiche.
- D.M. Transizione ecologica 29/09/2021, n.398 – Piano Nazionale di ripresa e resilienza (Pnrr) – Approvazione del piano operativo per il sistema avanzato e integrato di monitoraggio e prevenzione a difesa del territorio e delle infrastrutture.
- Decreto 17/01/2018 Ministero delle Infrastrutture «Norme tecniche per le costruzioni».
- Legge 28 dicembre 2015, n. 221 - Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali.
- D.Lgs. 13 ottobre 2015, n. 172 - Attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque. Entrata in vigore del provvedimento: 11/11/2015
- Legge 22 maggio 2015, n. 68 - Disposizioni in materia di delitti contro l'ambiente.
- Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali - Decreto 10 marzo 2015 - Linee guida di indirizzo per la tutela dell'ambiente acquatico e dell'acqua potabile e per la riduzione dell'uso di prodotti fitosanitari e dei relativi rischi nei Siti Natura 2000 e nelle aree naturali protette.
- D.Lgs. 23/02/2010, n. 49 – “Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni”.
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 27 novembre 2013, n. 156 - Regolamento recante i criteri tecnici per l'identificazione dei corpi idrici artificiali e fortemente modificati per le acque fluviali e lacustri, per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo.
- D. Lgs. 10 dicembre 2010, n. 219 - Attuazione della direttiva 2008/105/Ce relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/Cee, 83/513/Cee, 84/156/Cee, 84/491/Cee, 86/280/Cee, nonché modifica della direttiva 2000/60/Ce e recepimento della direttiva 2009/90/Ce che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/Ce, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque
- D.M. 8 novembre 2010, n. 260 - Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3

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

- Legge 25 febbraio 2010, n. 36 - Disciplina sanzionatoria dello scarico di acque reflue
- Direttiva della Commissione delle Comunità europee 31 luglio 2009, n. 2009/90/Ce - Direttiva che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/Ce del Parlamento europeo e del Consiglio, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque
- D.M. 14 aprile 2009, n. 56 - Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo"
- D. Lgs. 16 marzo 2009, n. 30 - Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento
- Legge 27 febbraio 2009, n. 13 - Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 dicembre 2008, n. 208, recante misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente
- D.L. 30 dicembre 2008, n. 208 e ss.mm.ii.- Misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente
- D.M. 16 giugno 2008, n. 131 - Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: "Norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto
- D. Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4 - Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del Dlgs 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale
- Direttiva del Parlamento europeo, 12 dicembre 2006, n. 2006/118/Ce - Direttiva 2006/118/Ce del Parlamento europeo e del Consiglio del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento
- D. Lgs. 8 novembre 2006, n. 284 - Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale
- D.M. 2 maggio 2006 - Norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue, ai sensi dell'articolo 99, comma 1, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.
- D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii.- Norme in materia Ambientale (TU ambientale)
- Direttiva del Parlamento europeo, 15 febbraio 2006, n. 2006/11/Ce - Direttiva 2006/11/Ce del Parlamento europeo e del Consiglio del 15 febbraio 2006 concernente l'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose scaricate nell'ambiente idrico della Comunità
- Direttiva del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare 27 maggio 2004 - Disposizioni interpretative delle norme relative agli standard di qualità nell'ambiente acquatico per le
- sostanze pericolose

- D.M. 6 aprile 2004, n.174 - Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano.
- D.M. 12 giugno 2003, n. 185 – Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n.152;
- D. M. 18 settembre 2002 e s.m.i.- Modalità di informazione sullo stato di qualità delle acque, ai sensi dell'art. 3, comma 7, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 52;
- D. Lgs. 2 febbraio 2001, n. 31 e ss.mm.ii.- Attuazione della direttiva 98/83/Ce - Qualità delle acque destinate al consumo umano.
- Regio decreto 25 luglio 1904, n. 523 Testo unico sulle opere idrauliche.

Normativa regionale:

- Legge Regionale 24 luglio 2018, n. 41 “Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d’acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla l.r. 80/2015 e alla l.r. 65/2014”;
- Regolamento 11 gennaio 2018, n. 3/R - Modifiche al regolamento emanato con decreto del Presidente della Giunta regionale 8 settembre 2008, n. 46/R (Regolamento di attuazione della legge regionale 31 maggio 2006, n. 20 “Norme per la tutela delle acque dall’inquinamento”);
- Regolamento 16 agosto 2016, n. 61/R - Regolamento di attuazione dell'articolo 11, commi 1 e 2, della legge regionale 28 dicembre 2015, n. 80 (Norme in materia di difesa del suolo, tutela delle risorse idriche e tutela della costa e degli abitati costieri) recante disposizioni per l'utilizzo razionale della risorsa idrica e per la disciplina dei procedimenti di rilascio dei titoli concessori e autorizzatori per l'uso di acqua. Modifiche al D.P.G.R. 51/R/2015;
- Legge regionale 28 dicembre 2015, n. 80 - Norme in materia di difesa del suolo, tutela delle risorse idriche e tutela della costa e degli abitati costieri;
- DPGR Toscana 11 novembre 2014, n. 66/R - Modifiche al regolamento emanato con decreto del Presidente della Giunta regionale 8 settembre 2008, n. 46/R (Regolamento di attuazione della legge regionale 31 maggio 2006, n. 20 “Norme per la tutela delle acque dall’inquinamento”);
- L.R. Toscana 10 novembre 2014, n. 65 - Norme per il governo del territorio;
- D.P.G.R. Toscana 22 ottobre 2013, n. 59/R - Modifiche al regolamento emanato con decreto del Presidente della Giunta regionale 8 settembre 2008, n. 46/R (Regolamento di attuazione della legge regionale 31 maggio 2006, n. 20 “Norme per la tutela delle acque dall’inquinamento”);
- DGR Toscana 14 ottobre 2013, n. 847 - Attuazione D. Lgs. 152/2006 e D. Lgs. 30/2009. Monitoraggio dei corpi idrici superficiali interni e sotterranei della Toscana. Modifiche ed integrazioni alla delibera di Giunta n. 100/2010;
- DCR Toscana 11 giugno 2013, n. 57 - Individuazione del reticolo idrografico e di gestione ai sensi dell’articolo 22, comma 2, lettera e), della L.R. 27 dicembre 2012, n. 79 (Nuova disciplina in materia di consorzi di bonifica. Modifiche alla L.R. 69/2008 e alla L.R. 91/1998. Abrogazione della L.R. 34/1994);

- DPGR Toscana 17 dicembre 2012, n. 76/R - Modifiche al regolamento emanato con decreto del Presidente della Giunta regionale 8 settembre 2008, n. 46/R (Regolamento di attuazione della legge regionale 31 maggio 2006, n. 20 "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento");
- DGR Toscana 11 dicembre 2012, n. 1135 - Approvazione schema Protocollo di Intesa tra Regione Toscana e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare per l'attuazione di un programma pilota per la mitigazione del rischio idraulico ed idrogeologico nel territorio della Regione Toscana;
- DGR Toscana 29 ottobre 2012, n. 937 - Attuazione D. Lgs. 152/06 e D. Lgs. 30/09. Tipizzazione e caratterizzazione dei corpi idrici interni, superficiali e sotterranei della Toscana. Modifica delle Delibere di Giunta n. 416/2009 e n. 939/2009;
- Legge regionale 27 dicembre 2012, n. 79 Nuova disciplina in materia di consorzi di bonifica - Modifiche alla l.r. 69/2008 e alla l.r. 91/1998. Abrogazione della l.r. 34/1994;
- Deliberazione del Consiglio Regionale 24 luglio 2012, n. 63 - Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola. Attuazione delle disposizioni di cui all'articolo 92, comma 5, del D.L. gs. 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale);
- L.R. 10 ottobre 2011, n. 50 - Modifiche alla L.R. 31 maggio 2006, n. 20 (Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento) e alla L.R. 3 marzo 2010, n. 28 (Misure straordinarie in materia di scarichi nei corpi idrici superficiali. Modifiche alla L.R. 31 maggio 2006, n. 20 "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento" e alla L.R. 18 maggio 1998, n. 25 "Norme per la gestione dei rifiuti e la bonifica dei siti inquinati");
- DGR Toscana 02 maggio 2011, n. 315 - Interventi urgenti per la mitigazione del rischio idrogeologico di cui all'Accordo di Programma del 3.11.2010, sottoscritto da Ministero dell'Ambiente e tutela del Territorio e del mare e Regione Toscana;
- DPGR Toscana 10 febbraio 2011, n. 5/R - Modifiche al regolamento emanato con D.P.G.R. 8 settembre 2008, n. 46 (Regolamento di attuazione della L.R. 31 maggio 2006, n. 20 "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento");
- DGR Toscana 31 maggio 2010, n. 562 - Piano degli interventi urgenti finalizzati alla messa in sicurezza delle aree a maggior rischio idrogeologico, di cui all'art. 2 comma 240 della L. 191/2009;
- L.R. 3 marzo 2010, n. 28 - Misure straordinarie in materia di scarichi nei corpi idrici superficiali. Modifiche alla legge regionale 31 maggio 2006 n. 20 (Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento) e alla legge regionale 18 maggio 1998, n. 25 (Norme per la gestione dei rifiuti e la bonifica dei siti inquinati);
- DPGR Toscana 16 febbraio 2010, n. 13/R - Modifiche al Regolamento emanato con decreto del Presidente della Giunta regionale 13 luglio 2006, n. 32/R (Regolamento recante definizione del programma d'azione obbligatorio per le zone vulnerabili di cui all'articolo 92, comma 6, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" in attuazione della direttiva 91/676/CEE del 12 dicembre 1991 del Consiglio);
- DGR Toscana 8 febbraio 2010, n. 100 - Rete di monitoraggio delle acque superficiali e sotterranee della Toscana in attuazione delle disposizioni di cui al D. Lgs. 152/06 e del D. Lgs. 30/09;

- DGR Toscana 26 ottobre 2009, n. 939 - Individuazione e caratterizzazione dei corpi idrici della Toscana. Attuazione delle disposizioni di cui all'art.2 del D.M. 131/08 (acque superficiali) e degli art. 1, 3 e all. 1 del D. Lgs. 30/09 (acque sotterranee);
- DGR Toscana 25 maggio 2009, n. 416 - Tipizzazione dei corpi idrici superficiali della Toscana. Attuazione delle disposizioni di cui all'allegato 3, punto 1, alla parte III del D.- Lgs. 152/2006, come modificato dal D.M. n. 131 del 16 giugno 2008;
- DPGR Toscana 8 settembre 2008, n. 46/R - Regolamento di attuazione della legge regionale 31 maggio 2006, n. 20 “Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento”;
- DPGR Toscana 21 aprile 2008, n. 17/R - Modifiche al regolamento emanato con D.P.G.R. 13 luglio 2006, n. 32/R (Regolamento recante definizione del programma d'azione obbligatorio per le zone vulnerabili di cui all'art. 92, comma 6 del D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" in attuazione della direttiva del Consiglio 91/976/CEE del 12 dicembre 1991);
- DGR Toscana 30 ottobre 2006, n. 797 - Programma di interventi per la messa in sicurezza delle aree a maggior rischio idrogeologico;
- DPGR Toscana 13 luglio 2006, n. 32/R - Regolamento recante definizione del programma d'azione obbligatorio per le zone vulnerabili di cui all' articolo 92, comma 6 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale) in attuazione della direttiva del Consiglio 91/976/CEE del 12 dicembre 1991;
- Legge Regionale del 31 maggio 2006, n. 20 – Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento;
- Deliberazione della Giunta Regionale del 23 giugno 1999, n. 729 – Misura di salvaguardia di cui all'art. 12 comma 3 del decreto-legge 5 ottobre 1993 n. 398, così come modificato ed integrato dalla legge di conversione 4 dicembre 1993 n. 493. LR 91/1998 “Norme per la difesa del suolo” derivazioni idriche (da acque superficiali e sotterranee);
- Legge Regionale del 21 luglio 1995, n. 81 - Norme di attuazione della legge 5 gennaio 1994, n. 36 “Disposizioni in materia di risorse idriche”.

5.2.1.2 Reticolo idrografico

L'area oggetto di studio ricade all'interno del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale che occupa una superficie di 24.300 kmq e si colloca geograficamente nel sistema delle Catene alpine del Mediterraneo centrale. Nel territorio del Distretto ricadono 29 bacini idrografici significativi, con caratteristiche assai disomogenee. Le opere oggetto di studio fanno parte del bacino Idrografico dell'*Arno* che con un'estensione di 9128 kmq, rappresenta la porzione centrale e più vasta del distretto dell'Appennino Settentrionale.

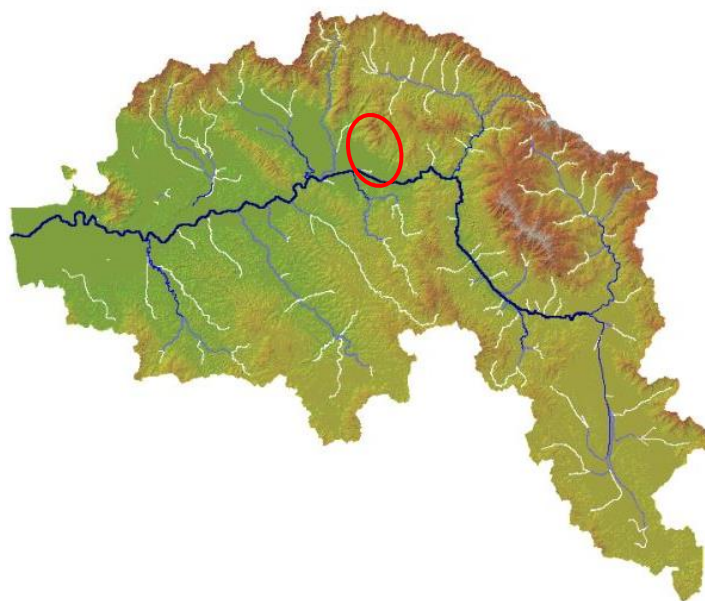


Figura 5-1. Il bacino dell'Arno. Cerchiata in rosso l'area d'intervento

L'intero bacino viene suddiviso in 6 sottobacini; tra questi le opere oggetto di studio ricadono nel sottobacino del "Valdarno medio" (area omogenea 3) che comprende la porzione centrale del bacino del fiume Arno in cui sono concentrati il maggior numero di abitanti.

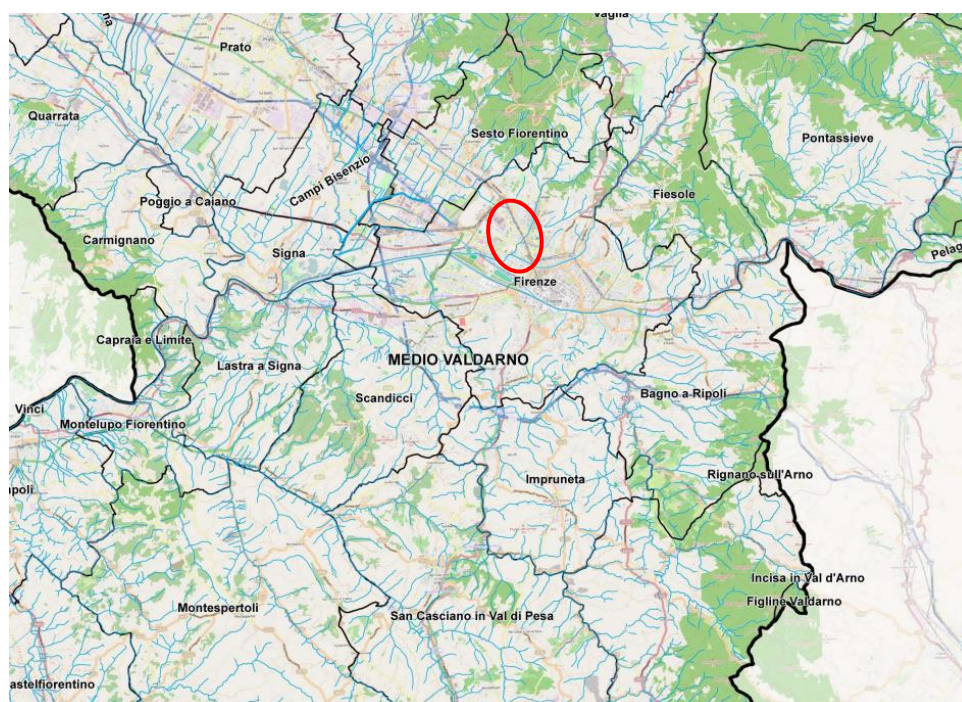


Figura 5-2. Sottobacino del Medio Valdarno. In rosso è cerchiata l'area oggetto d'intervento

Il Valdarno Medio, con un'estensione pari a 1411 kmq, prende origine a valle di Pontassieve e comprende i sottobacini del Bisenzio e dell'Ombrone in destra, del Greve in sinistra. La natura fisiografica e geomorfologica dei bacini Ombrone\Bisenzio rispetto a quello della Greve è per molti aspetti notevolmente diversa. Sono infatti presenti corsi d'acqua con caratteristiche prettamente torrentizie, altri con proprietà di fondovalle, altri ancora con aspetti specifici da reticolo di bonifica, quali pendenze molto basse, lunghi tratti rettificati ed arginati.

La confluenza Arno-Ombrone determina la chiusura del bacino. Il Bacino è geologicamente un'ampia depressione tettonica, la deposizione fluvio-lacustre ha riempito questa depressione con depositi anche molto potenti (sino a 550m) in una situazione geomorfologica favorevole all'accumulo tuttora attiva. Da qui la notevole estensione della pianura alluvionale e delle grandi conoidi debolmente inclinate, che si riflette nella distribuzione dei valori di pendenza. Il raccordo della piana con i fianchi delle dorsali non è uniforme e si presenta generalmente netto ad eccezione della parte sud-orientale del bacino nei dintorni di Firenze e nel bacino della Greve. I rilievi collinari a ridosso della dorsale del Monte Albano e nel Bacino della Greve hanno, probabilmente, notevole peso sull'uniforme distribuzione delle pendenze tra il 3 e il 35%. La notevole presenza di superfici a forte pendenza ha, invece, un picco nell'alto bacino del Bisenzio e nelle strette valli dei torrenti in destra d'Arno. Il reticolo fluviale dell'area urbana oggetto del presente studio – fortemente rimaneggiato – è drenante verso SW secondo la massima pendenza, su fronte della dorsale di Monte Ceceri – Monte Rinaldi. Gli affluenti in destra dell'Arno – fatta eccezione per il Mugnone – sono tutti di origine recente, lineari e poco gerarchizzati, impostati in erosione sui depositi fluvio-lacustri villafranchiani ed in stretta dipendenza con la faglia di Fiesole. Hanno tragitto breve, molto acclive nella parte a monte e carattere torrentizio; sono attualmente canalizzati, deviati e coperti nell'area urbana.

La pianura di Firenze-Prato-Pistoia rappresenta l'evoluzione di un bacino lacustre, nel quale si sono accumulati fino a 600 m di sedimenti. Gli acquiferi principali corrispondono ai depositi alluvionali recenti dell'Arno nella pianura di Firenze, nonché ai paleoconoidi del Bisenzio (a Prato) e dell'Ombrone (a Pistoia).

L'area fiorentina, con una superficie pari a 417 kmq, include la porzione di territorio che si sviluppa lungo il corso del fiume Arno nel tratto compreso tra la confluenza con il fiume Sieve e quella con il fiume Pesa. Sono, inoltre, compresi, in destra d'Arno, i sottobacini di alcuni importanti corsi d'acqua tra cui i torrenti Mensola, Mugnone e Terzolle che attraversano, nei loro tratti terminali, la città di Firenze. Fanno, altresì, parte di tale subarea anche la porzione di bacino afferente il fiume Bisenzio, a valle della città di Prato, nonché l'area di pertinenza del sistema di collettamento delle "acque alte" e delle "acque basse" ubicata subito a valle della città di Firenze, compresa nei territori comunali di Firenze, Sesto Fiorentino e Campi Bisenzio. In sinistra d'Arno, la sub-area comprende la porzione di bacino del fiume Greve, a valle della confluenza con il torrente Ema, il bacino del torrente Vingone, affluente dell'Arno in corrispondenza dell'abitato di Lastra a Signa, nonché il sistema di acque basse che caratterizza l'area a valle della confluenza con il fiume Greve, compresa nei comuni di Firenze, Scandicci e Lastra a Signa. L'area fiorentina è caratterizzata da un territorio fortemente urbanizzato, con la presenza di importanti poli industriali, infrastrutture strategiche e con le concentrazioni di innumerevoli ed importanti beni culturali.

Il reticolo idraulico – a seguito delle progressive trasformazioni del territorio nel corso della storia – ha assunto una complessa articolazione, cui è seguita solo recentemente l'applicazione di prescrizioni e vincoli a vari livelli: infatti lo stato attuale riflette solo parzialmente le condizioni naturali dei corsi d'acqua che solcano il territorio fiorentino.

In considerazione di ciò, la rete idraulica all'interno e ai margini dell'abitato di Firenze è del tutto artificiale, compreso il corso dell'Arno (frutto di sistemazioni realizzate a partire dal XVI secolo): negli ultimi 30-40 anni le modifiche indotte dall'espansione urbana hanno provocato spesso uno stravolgimento della funzionalità idraulica, soprattutto della rete minore.

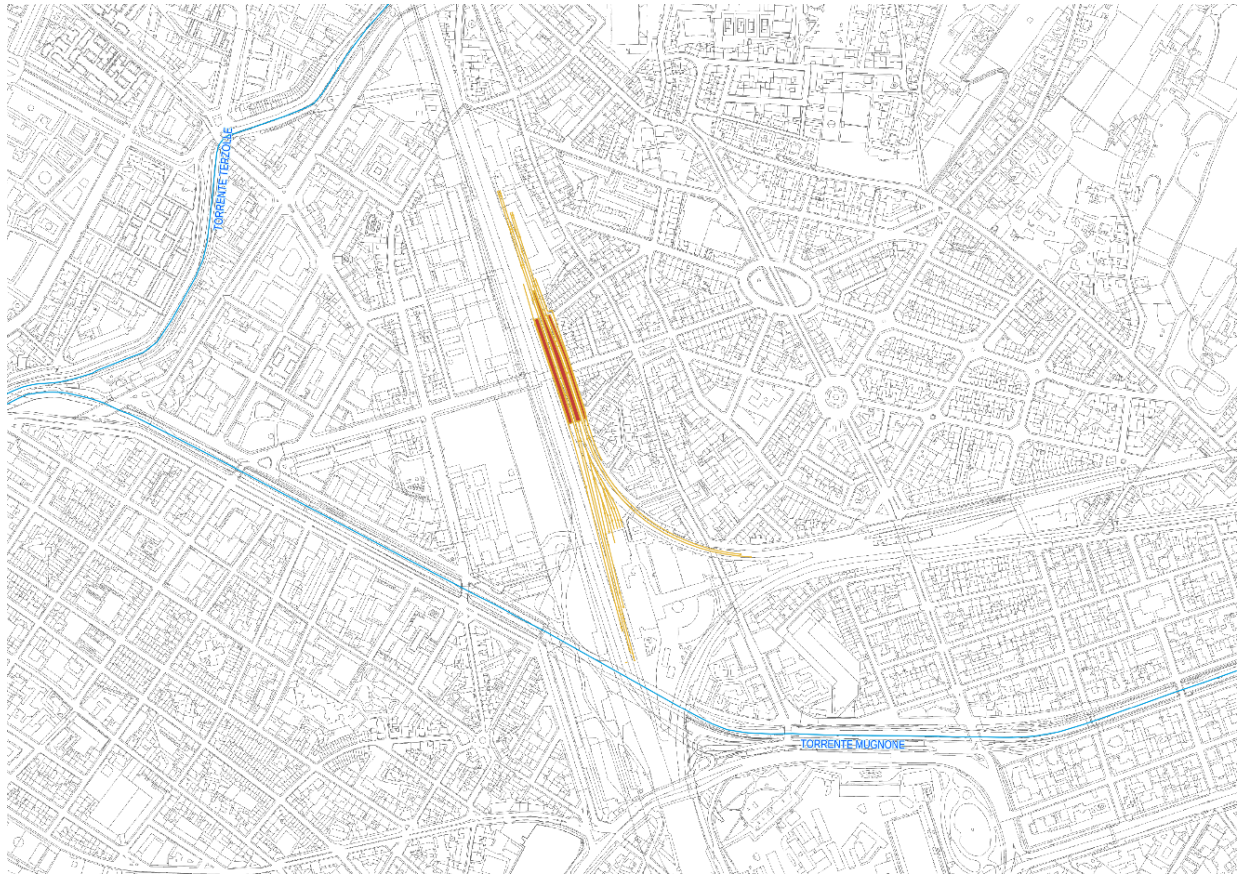


Figura 5-3. Reticolo idrografico in prossimità delle opere in progetto

Come evidenziato dalla sovrapposizione del tracciato progettuale con il reticolo idrografico, questo non risulta direttamente interferito. I corsi d'acqua prossimi all'intervento sono il Torrente Mugnone e il Torrente Terzolle.

L'area oggetto dell'intervento (*Figura 5-*) interessa diversi corpi idrici superficiali. I principali corsi d'acqua sono: torrente Terzolle, torrente Mugnone.






Figura 5-4. Corpi idrici fluviali presenti nell'area vasta interessata dal progetto

5.2.1.3 Pericolosità idraulica

Dalla sovrapposizione delle aree oggetto di intervento con le aree a diversa penali  definita dalla Tavola della Pericolosit  Idraulica contenuta nel PS di Firenze, si rileva che l'area oggetto di intervento ricade in parte in zona di pericolosit  idraulica media I.2 e molto elevata I.4.

Nella tabella successiva si riporta la **presenza dell'interferenza delle aree di cantiere con aree caratterizzate da penali  ordinarie (elevata, media e bassa) e di altro tipo (trascurabile, da approfondire).**

	pericolosit� idraulica bassa - I1
	pericolosit� idraulica media - I2
	pericolosit� idraulica elevata - I3
	pericolosit� idraulica molto elevata - I4

Cantiere	Classi di pericolosit�
Area intervento Quota Strada	I.M. 2-I.M.4
Area intervento Quota Ferro	I.M. 2-I.M.4

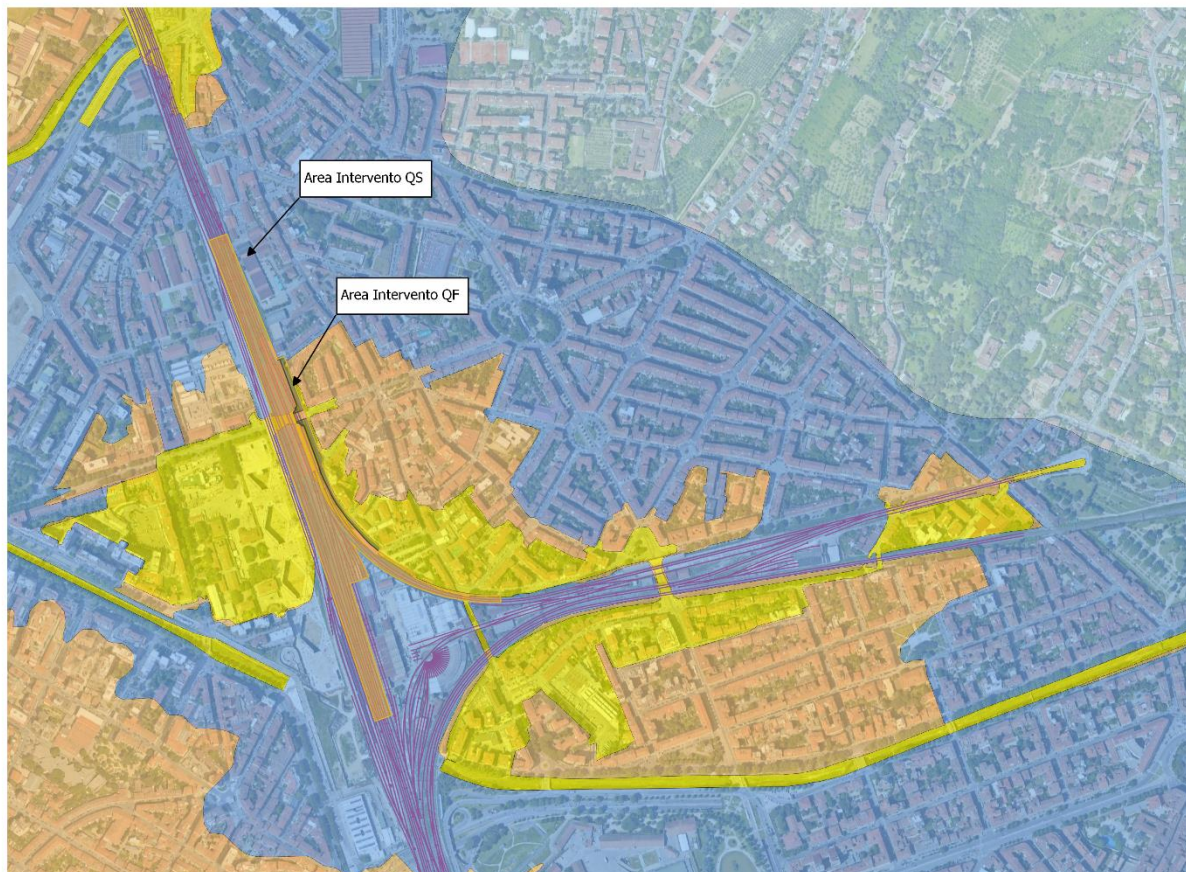


Figura 5-5. Sovrapposizione delle aree di cantiere con le aree a pericolosità idraulica

Per la fase di cantiere, quali misure per la mobilitazione del personale interessato e la riduzione del danno in caso di allertamento per evento esondativo, si dovrà:

- prendere accordi con la Protezione Civile, inoltrando richiesta scritta, affinché la Prefettura avvisi l'Impresa/e, in caso di segnalazioni di rischio da parte del Servizio Meteorologico della Regione Toscana;
- approntare un programma di pronto intervento per il salvataggio delle persone sorprese da irruzioni d'acqua o cadute in acqua e previste le attrezzature necessarie. Anche i lavori dovranno essere programmati tenendo conto delle possibili variazioni del livello dell'acqua conseguenti a possibili eventi alluvionali e prevedendo mezzi per la rapida evacuazione.

Gli esposti al rischio, gli incaricati degli interventi di emergenza e tutti gli addetti al cantiere dovranno essere informati e formati sul comportamento da tenere e addestrati in funzione dei relativi compiti.

A seguito di allagamento del cantiere con presenza di acque ferme o affioranti in fossi e scavi sono da predisporre apparecchiature per l'aggettamento e l'allontanamento delle acque.

Si dovrà verificare il potenziale rischio biologico conseguente all'allagamento dell'area di lavoro.

In caso di annuncio di eventi meteorologici che possano comportare rischi per il cantiere, le attività lavorative dovranno essere sospese.

In occasione di sospensione e/o successiva ripresa lavori in zone con presenza di acque (anche in conseguenza di precipitazioni) dovranno essere predisposte misure di protezione collettive quali sbarramenti, parapetti, segnalazioni anche luminose e segnaletica di avvertimento.

In occasione di successiva ripresa lavori prima dell'accesso alle zone suddette dovrà essere verificata la sussistenza delle condizioni di sicurezza e dovranno essere fatte preventive verifiche dello stato dei luoghi e delle condizioni di sicurezza prima della ripresa dei lavori.

I lavoratori che effettueranno tali verifiche dovranno essere assicurati mediante protezioni idonee contro il rischio di caduta nelle zone da controllare; pertanto, i presidi messi in atto precedentemente dovranno avere solidi punti di ancoraggio per aggancio di DPI anticaduta. Tali controlli non potranno essere effettuati da un solo lavoratore e dovranno essere disponibili salvagente e funi precedentemente preparati ed assicurati.

5.2.1.4 Stato qualitativo delle acque superficiali

Per i corpi idrici superficiali è previsto che lo “stato ambientale”, espressione complessiva dello stato del corpo idrico, derivi dalla valutazione attribuita allo “*stato ecologico*” ed allo “*stato chimico*” del corpo idrico. Lo stato di qualità ambientale per un corpo idrico superficiale è dato dal valore più basso fatto registrare dal suo stato ecologico e quello chimico.

Come noto, il monitoraggio dei corpi idrici superficiali costituisce un obbligo fissato in capo alle Regioni dal D. lgs. 152/2006 e s.m.i. in recepimento della Direttiva 2000/60/CE (Direttiva Quadro “Acque”) e regolamentato, per quanto riguarda gli aspetti tecnici, dai successivi Decreti attuativi, in particolare i D.M. 131/2008, D.M. 56/2009 e D.M. 260/2010.

Nella presente sezione si riportano le informazioni sulla qualità delle acque superficiali di interesse desunte dai Report riassuntivi delle attività di monitoraggio effettuate da ARPAT al fine di verificare la qualità delle acque dei fiumi della regione Toscana per lo stato antecedente alla realizzazione della linea tramviaria di progetto.

In particolare, si riportano i dati desunti dalle stazioni di monitoraggio ARPAT più prossime o maggiormente caratterizzanti la qualità delle acque superficiali interferite dalla realizzazione del progetto.

Nell'immagine seguente si può vedere nel dettaglio la localizzazione delle stazioni di monitoraggio delle acque superficiali più prossime all'area interessata dal progetto in esame e dalle quali è possibile quindi estrapolare informazioni significative per la classificazione dello stato qualitativo attuale dei corpi idrici dell'area interessata dalla progettazione.



Figura 5-6. Tracciato e opere di progetto e individuazione dei punti di monitoraggio ARPAT (Fonte: Banca dati SIRA – Acque superficiali)

La stazione di monitoraggio delle acque superficiali maggiormente prossima all'intervento risulta essere:

- MAS-127 “Mugnone – Confluenza Arno Loc. Indiano”

STAZIONE_ID	STAZIONE_NOME	STA_WISE_ID	PROVINCIA	COMUNE	STA_GB_E	STA_GB_N	STAZIONE_TIPO
MAS-127	MUGNONE – CONFLUENZA ARNO LOC. INDIANO	IT09S1289	FI	FIRENZE	1676757	4850976	RW

Di seguito si riportano i risultati sullo stato ecologico e chimico dei corpi idrici della Toscana del triennio relativi al periodo 2019-2021 che rappresenta il quarto ciclo di monitoraggi, iniziati nel 2010, su corpi idrici quali fiumi, laghi o acque di transizione a seguito del recepimento della Direttiva europea 2000/60/CE (WFD) con il D. Lgs. 152/06 e successivi Decreti nazionali e Delibere regionali.

Il triennio 2019-2021 coincide con il termine temporale del sessennio (2016-2021), introdotto dalla Direttiva europea UE 2000/60 che coincide con la scadenza dei Piani di tutela redatti a cura della Regione Toscana. La normativa regionale che definisce i criteri, mutuati da norme europee, nazionali, linee guida di SNPA, e soprattutto individua i corpi idrici su cui insiste il punto di monitoraggio, è la DGRT 847/13.

La programmazione del monitoraggio delle acque superficiali tiene conto dell'analisi delle pressioni (con indicatori previsti dal modello WISE – Sistema Informativo sulle Acque per l'Europa) intersecata con l'analisi dei determinanti, ossia delle determinazioni analitiche chimiche e biologiche effettuate dal 2010 in Agenzia.

La restituzione dello stato ecologico, ai sensi del DM 260/10, deriva dalla combinazione di 5 indicatori, scegliendo il risultato peggiore tra quelli monitorati riportati in elenco:

- macroinvertebrati;
- macrofite;
- diatomee bentoniche;
- LimEco livello di inquinamento da macrodescrittori (percentuale di ossigeno in saturazione, azoto ammoniacale, nitrico e fosforo totale);
- concentrazione di sostanze pericolose di cui alla tab 1/B del D. Lgs 172/15, per cui sono previsti soltanto tre stati di qualità: elevato, buono e sufficiente.

Il DM 260/10 prevede tra gli indicatori biologici anche lo studio della comunità di fauna ittica, attraverso l'applicazione dell'indice NISECI, che fino al 2018 non era però intercalibrato a livello europeo. Lo studio di questa comunità è un'attività in via sperimentale iniziata nel 2020 che proseguirà nel 2022, con il supporto del Dipartimento di Biologia dell'Università di Firenze. Nel triennio in esame, i dati ottenuti dallo studio della comunità ittica non contribuiscono al calcolo dello stato ecologico.

La Direttiva europea 2000/60 UE prevede anche lo studio della qualità morfologica dei corsi d'acqua, andando ad esaminare oltre l'alveo bagnato - già analizzato attraverso lo studio delle comunità di macroinvertebrati, macrofite e diatomee, l'habitat di pertinenza fluviale attraverso l'applicazione dell'apposito indice di qualità idromorfologica (IQM).

Altro indicatore è lo stato chimico, che deriva dall'analisi delle sostanze pericolose di cui alla tabella 1/A del D. Lgs 172/15.

5.2.1.4.1 Corpi idrici fluviali

La rete di monitoraggio è articolata in quattro tipologie (rete operativa, di sorveglianza, rete nucleo e monitoraggio di indagine) e copre tutti i corpi idrici principali, soprattutto quelli che sono soggetti a pressioni antropiche o che rappresentano storicamente punti significativi di controllo.

Di seguito si riportano i risultati dello stato ecologico e chimico per i singoli punti d'interesse di monitoraggio eseguiti da ARPAT nel triennio 2019-2021, relativi al bacino dell'Arno e ai suoi sottobacini.

E	Stato ecologico elevato		NB	Stato chimico Non buono
B	Stato ecologico buono		B	Stato chimico buono
Sf	Stato ecologico sufficiente			
Sc	Stato ecologico scarso			
P	Stato ecologico pessimo			

Tabella 5-2. Corpi idrici afferenti al bacino Arno non ricompresi in specifici sotto-bacini (Fonte: Monitoraggio ambientale corpi idrici superficiali: fiumi, laghi, acque di transizione – Triennio 2019-2021, ARPAT)

Corpi idrici non ricompresi in specifici sotto-bacini											
Corpo idrico	Prov.	Codice	Stato ecologico	MB	MF	D	LimEco	Sostanze tab. 1B	parametri critici tab. 1B	Stato chimico matrice Acqua	parametri critici Chimico
Mugnone	FI	MAS-127	SC	SC	SC	SU	SU	SU	ampa	B	
Chiecina	PI	MAS-519	B				E	B		NB	Hg
Chiesimone	FI	MAS-2024	SU	SU		B	E	SU	ampa	B	
Ciuffenna	AR	MAS-522	SU				E	SU	ampa	B	
Del Cesto	FI	MAS-971	B	E	B	E	E	B		B	
Resco	FI	MAS-922	B	E	E	E	E	B		B	
Salutio	AR	MAS-949	B	B	E	E	E	B		B	
Trove(2)	AR	MAS-870	B	B	E	E	E	B		B	
Vicano Di Pelago	FI	MAS-520	B	B	B	B	E	B		B	

5.2.1.5 Inquadramento idrogeologico

Per quanto riguarda le caratteristiche idrogeologiche delle formazioni geologiche presenti nell'area in esame, è possibile stimare la permeabilità su base qualitativa, in funzione degli elementi da cui essa dipende (caratteristiche litologiche, densità del reticolo idrografico, informazioni ricavate dai pozzi).

Nel dettaglio i terreni di origine alluvionale presenti nelle aree di pianura sono dotati di permeabilità per porosità primaria legata alla presenza di pori tra le particelle del terreno, acquisita al momento della loro formazione.

Questa permeabilità è in genere media sia per le Alluvioni recenti (Ac) che per i Depositi alluvionali attuali (b) e diminuisce o aumenta in corrispondenza rispettivamente dei livelli fini o grossolani. I Depositi antropici (h5), invece, sono generalmente caratterizzati da una permeabilità molto bassa. Le formazioni geologiche presenti nell'area sono state suddivise in base alla permeabilità precedentemente indicata e riassunta nella tabella seguente. Per quanto riguarda le alluvioni recenti Ac queste sono state inserite in tabella sia come terreni con permeabilità media (come generalmente si possono considerare) sia come terreni con permeabilità molto elevata in quanto la Carta idrogeologica del Piano Strutturale del 2015 attribuisce questa ultima permeabilità a due aree di paleo alveo del F. Arno affioranti nell'area di progetto.

Soltanto a seguito di specifiche indagini sarà possibile attribuire un valore di permeabilità a tali terreni che sottostanno il sottopasso pedonale che collega via Scipio Sighele con la stazione AV Belfiore.

5.2.1.6 Soggiacenza della falda

La falda nell'area fiorentina è posizionata in corrispondenza dei depositi alluvionali recenti oppure, nella zona delle Cascine-Osmannoro, nei depositi alluvionali antichi; l'acquifero più superficiale può essere rinvenuto nella maggior parte della pianura.

Gli acquiferi sopra elencati sono caratterizzati da porosità primaria e, dal punto di vista granulometrico, sono composti da ciottoli, ghiaia e sabbia, con una percentuale variabile di matrice limoso argillosa.

La falda è di tipo libero nella maggior parte della piana di Firenze, quindi il livello freatico e quello piezometrico corrispondono. Invece, ai margini della piana, dove sono presenti maggiori spessori degli intervalli superficiali composti dai limi di esondazione, la falda è di tipo semi-confinato (o addirittura confinato) e la superficie freatica si attesta a quote prossime alla superficie topografica. Nella piana di Firenze le isofreatiche indicano, come andamento generale, un flusso di falda che dai rilievi collinari si dirige verso il Fiume Arno, con una componente verso ovest in modo concorde con la direzione di flusso dell'Arno.

Il gradiente idraulico diminuisce dalle zone pedecollinari verso il centro della valle (da 1,0÷1,5 % a 0,2 %); ciò è dovuto all'aumento dei valori di trasmissività dei sedimenti.

Per quanto riguarda l'area oggetto della presente relazione, facendo riferimento all'elaborazione dei risultati della campagna freaticometrica del maggio 1997 riportata nella Relazione Idrogeologica a firma dell'ing. Rosario Sorbello del 16/12/2020 relativa al passante AV (della quale si riporta estratto nella figura seguente), la superficie freatica della falda nel tratto di rilevato compreso tra il sottopasso di via Circondaria e l'inizio del nuovo binario per il People Mover scende con direzione di flusso verso sudovest da 39 a 38,5 m s.l.m. con una soggiacenza crescente da 7,30 a 8 m da p.c..

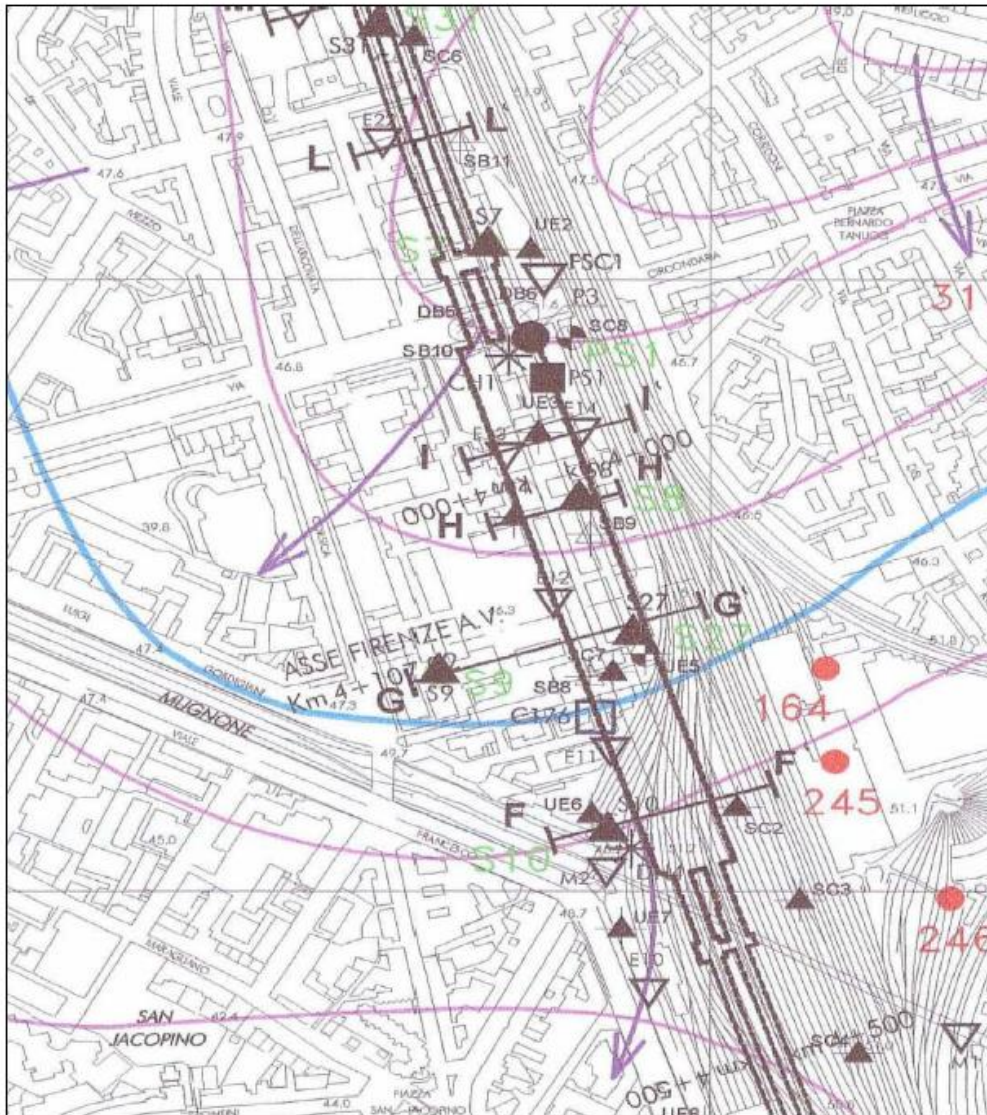


Figura 5- 7. Estratto della fig. 5 -Carta fratimetrica di morbida (2/3) – 1977 della Relazione Idrogeologica del 16/12/2020 relativa al passante AV

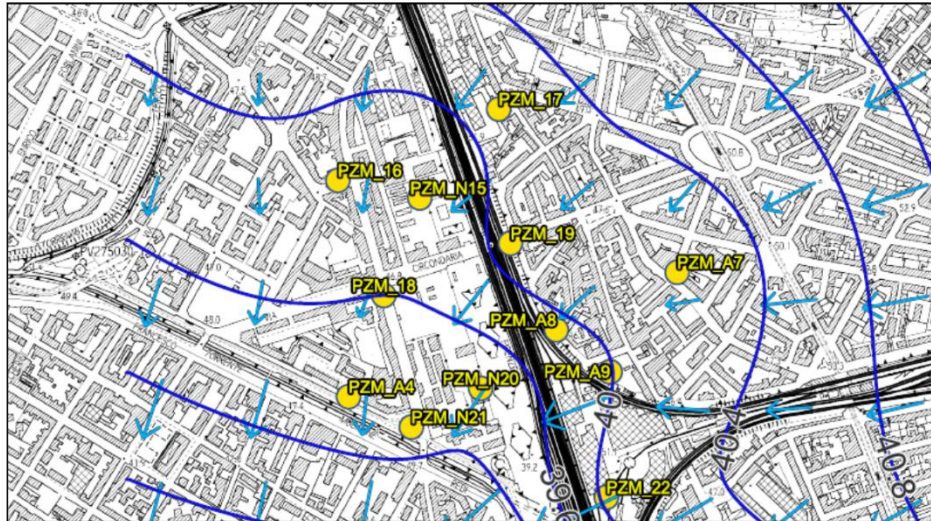
I livelli di falda considerati alla base delle seguenti valutazioni sono più aggiornati rispetto a quelli precedentemente considerati, in quanto provengono dal report di monitoraggio del PMA del NODO AV di Firenze, che nel frattempo si è attivato. I dati, relativi a dicembre 2023, rivelano che l'area interessata dalle opere per la realizzazione della nuova Fermata Circondaria ha valori assoluti in m.s.l.m. da 40 (verso Pzm_19) a 39,3 (verso pzm_N21), con andamento discendente da NE a SO.

I piezometri di riferimento che si trovano tra via Circondaria e la posizione indicativa in cui si prevede di realizzare la stazione di partenza del futuro people mover, possono corrispondere ai PZ del PMA del Nodo AV indicati di seguito.

- PZM_19
- PZM_18
- PZM_A8
- PZM_N20
- PZM_A9

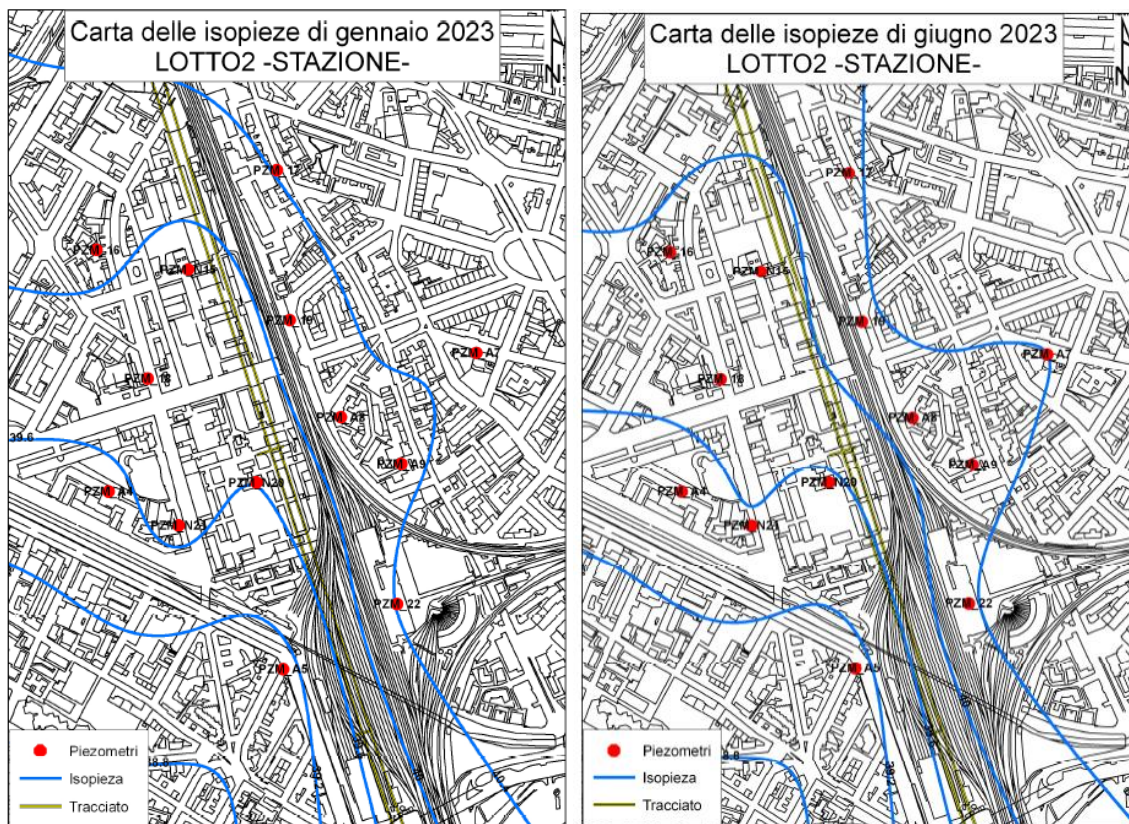
Considerando che i piezometri citati nella relazione del 2020 sono circa 500 e fanno riferimento a diverse reti di monitoraggio, si ritiene conveniente utilizzare come riferimento più recente la rete di monitoraggio del Nodo AV attiva, che sarà in continuo aggiornamento fino al post operam, ora disponibile.

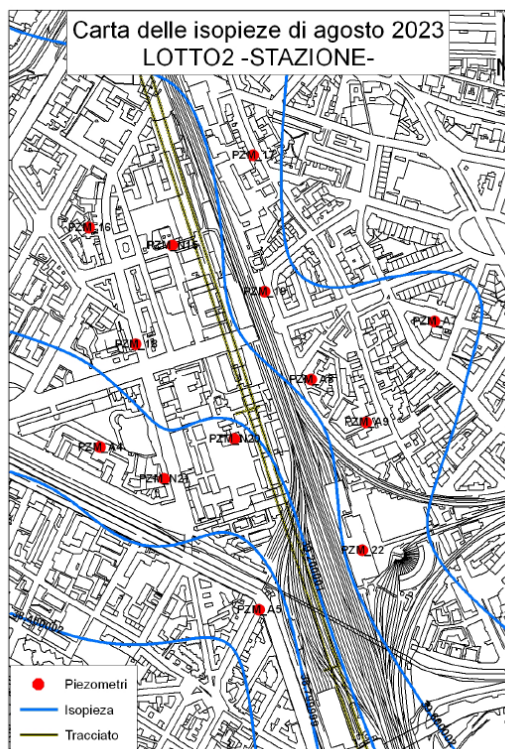
Qui di seguito si riporta stralcio della mappa delle isopieze del dicembre 2023 con la localizzazione dei piezometri.



Si consideri altresì in premessa, che le quote della falda sono soggette a lievi variazioni stagionali e che per le valutazioni oggetto del presente paragrafo sono state prese quelle riferite al periodo invernale.

A scopo esemplificativo delle oscillazioni della falda, si riportano gli stralci planimetrici con la rappresentazione delle isopieze in periodi differenti.





5.2.1.7 Stato qualitativo delle acque sotterranee

Nella presente sezione si riporta la caratterizzazione della qualità delle acque sotterranee dell'area di indagine desunta dall'analisi bibliografica delle fonti disponibili validate.

In Toscana sono stati individuati – con Delibera regionale 100/2010 – complessivamente 67 corpi idrici sotterranee, che traggono informazioni da una rete di oltre 500 stazioni operanti dal 2002 ad oggi. Per alcuni contaminanti di speciale interesse, come i nitrati, sono stati recuperati dati storici fino al 1984, mentre per le misure di livello piezometrico (quota della falda) alcuni piezometri dell'area fiorentina risalgono alla fine degli anni 60.

Per i corpi idrici sotterranee, contrariamente a quanto avviene per quelli superficiali, non è richiesta una valutazione dello Stato Ecologico.

I corpi idrici sotterranee, in accordo con quanto previsto dalla normativa nazionale e comunitaria, vengono valutati sotto tre aspetti principali:

- Stato chimico: con il quale si fa riferimento all'assenza o alla presenza entro determinate soglie di inquinanti di sicura fonte antropica;
- Stato quantitativo: con il quale si fa riferimento alla vulnerabilità agli squilibri quantitativi, cioè a quelle situazioni, molto diffuse, in cui i volumi di acque estratte non sono adeguatamente commisurati ai volumi di ricarica superficiale;
- Tendenza: con il quale si fa riferimento all'instaurarsi di tendenze durature e significative all'incremento degli inquinanti. Queste devono essere valutate a partire da una soglia del 75% del Valore di Stato Scadente, e qualora accertate, messe in atto le misure e dimostrata negli anni a venire l'attesa inversione di tendenza.

I risultati complessivi del monitoraggio effettuato da ARPAT sui corpi idrici sotterranee toscani sono disponibili nella banca dati MAT.

Lo stato chimico dei corpi idrici sotterranee della Toscana, relativo all'anno 2021 è riportato all'interno dell'annuario dei dati ambientali 2022, reso disponibile da ARPAT, in cui vengono riportati i parametri che superano lo standard

di qualità. Si riportano i dati desunti dai monitoraggi eseguiti da ARPAT relativi all'anno 2021 sulla qualità delle acque sotterranee più prossime all'area d'intervento. L'elenco completo delle sostanze valutate per l'analisi di rischio e monitorate ai fini della definizione dello Stato Chimico dei Corpi Idrici Sotterranei è quello di cui all'Allegato I, Capo B, Tabelle 2 e 3 del Decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare n. 260/2010, con relativi Standard di Qualità Ambientale (SQA) e Valori Soglia (VS) di cui al D. Lgs. 30/2005 o concentrazioni massime ammissibili (CMA) di cui al D. Lgs. 31/2001 per corpi idrici sotterranei.

Di seguito sono riportate le classificazioni proposte per i corpi idrici di interesse monitorati nel 2021 con puntuale indicazione dei parametri critici.

Tabella 5-3. Stato chimico dei corpi idrici sotterranei della Toscana - 2021

Stato chimico dei corpi idrici sotterranei della Toscana – Anno 2021				
Bacino	Corpo idrico	Codice	Stato chimico 2021	Parametri
ITC Arno	ERA	11ar070	SCARSO	ione ammonio
ITC Arno	CARBONATICO DI POGGIO COMUNE	11ar110	SCARSO	triclorometano
ITC Arno	PIANA FIRENZE, PRATO, PISTOIA - ZONA PRATO	11ar012	SCARSO	nitriti, triclorometano, tetracloroetilene-tricloroetilene somma
ITC Arno	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA PISA - FALDA PROFONDA	11ar020-1	SCARSO	triclorometano
ITC Arno	VAL DI CHIANA - FALDA PROFONDA	11ar030-1	SCARSO	ferro, manganese, sodio
ITC Multibacino	OFIOLITICO DI GABBRO	99mm920	SCARSO	ferro, manganese
ITC Toscana Costa	PIANURE COSTIERE ELBANE	32ct090	SCARSO	ferro, sodio, conduttività (a 20°C)
ITC Toscana Costa	CARBONATICO DI GAVORRANO	32ct060	SCARSO	arsenico, conduttività (a 20°C)
ITC Toscana Costa	COSTIERO TRA FIUME CECINA E S. VINCENZO	32ct010	SCARSO	nitriti
ITC Toscana Costa	PIANURA DEL CORNIA	32ct020	SCARSO	sodio , conduttività' (a 20°C)
ITC Toscana Costa	TERRAZZO DI SAN VINCENZO	32ct021	SCARSO	cloruro , nitriti
ITC ITD Multibacino	CARBONATICO DI S. MARIA DEL GIUDICE E DEI MONTI PISANI	99mm014	SCARSO	mercurio
ITC Arno	ELSA	11ar060	BUONO scarso localmente	ferro
ITC Arno	CARBONATICO DI MONTE MORELLO	11ar080	BUONO scarso localmente	esaclorobutadiene
ITC Arno	CARBONATICO DELLA CALVANA	11ar100	BUONO scarso localmente	piombo, esaclorobutadiene
ITC Arno	PIANA DI FIRENZE, PRATO, PISTOIA - ZONA FIRENZE	11ar011	BUONO scarso localmente	ferro, triclorometano, tetracloroetilene-tricloroetilene somma
ITC Arno	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA S. CROCE	11ar024	BUONO scarso localmente	manganese
ITC Arno	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA VAL DI NIEVOLE, FUCECCHIO	11ar026	BUONO scarso localmente	cloruro di vinile, 1,2-dicloroetilene, tetracloroetilene-tricloroetilene somma
ITC Arno	PIANURA DI LUCCA - ZONA DI BIENTINA	11ar028	BUONO scarso localmente	ione ammonio, cloruro di vinile
ITC Arno	VAL DI CHIANA	11ar030	BUONO scarso localmente	nitriti, triclorometano

Come si evince dalla precedente tabella, lo stato chimico dell'acquifero di interesse, ossia il Corpo Idrico a rischio **11AR011**- Piana Firenze, Prato, Pistoia – Zona Firenze, risulta in stato chimico buono scarso localmente. Le sostanze responsabili di questo stato chimico buono sono rappresentate dal: triclorometano, ferro, tetracloroetilene-tricloroetilene somma.

Nella seguente immagine si riportano i risultati dello **stato chimico** relativo alle stazioni ed ai corpi idrici nell'area vasta di interesse, estratti dall'Annuario dei dati ambientali 2022.

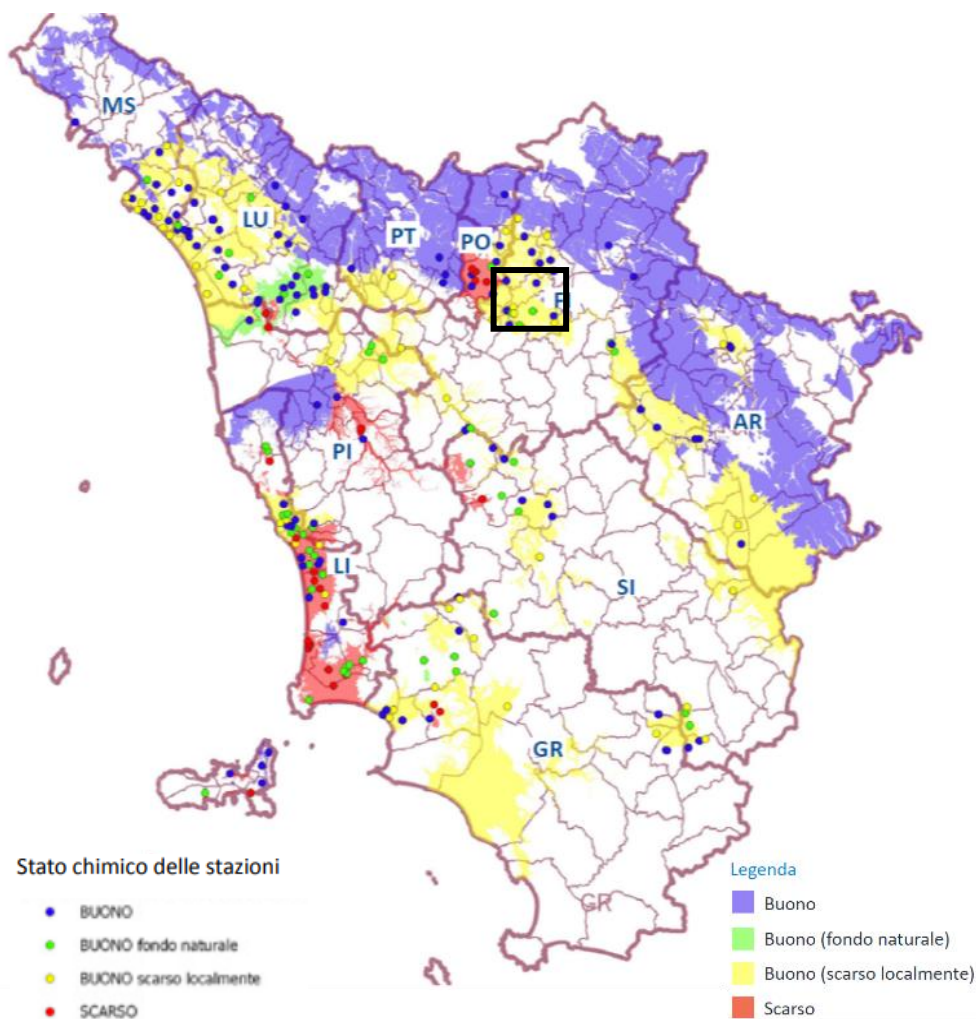


Figura 5-8. Stralcio della carta dei risultati dello stato chimico 2021 delle acque sotterranee, con indicazione dell'area di interesse (riquadro nero)

Il data set complessivo delle varie campagne di monitoraggio effettuate da ARPAT è consultabile nella banca dati ARPAT “*Monitoraggio Ambientale delle Acque Sotterranee - MAT*”. La banca dati MAT riguarda il monitoraggio ambientale delle acque sotterranee, previsto dal D. Lgs. 152/2006 e dal D. Lgs. 30/2009 su indicazione delle direttive 2000/60/CE WFD (*Water Framework Directive*) e 2006/118/CE GWDD (*Ground Water Daughter Directive*). Nell'immagine seguente si può vedere nel dettaglio la localizzazione delle stazioni di monitoraggio delle acque sotterranee più prossime all'area interessata dal progetto in esame che sono state indagate da ARPAT nel corso degli anni e i risultati delle indagini eseguite in questi punti.



Figura 5-9. Localizzazione delle stazioni di monitoraggio della qualità delle acque sotterranee prossime all'area interessata dal progetto in esame. Fonte: SIRA

Le stazioni di monitoraggio delle acque sotterranee più prossime all'intervento risultano essere:

- **MAT-P044 "Pozzo Centrale Latte 2"**, nel Comune di Firenze, ad uso industriale
- **MAT-P617 "Pozzo 2 San Donato"**, nel Comune di Firenze ad uso irriguo

Tabella 5-4. Stato della qualità delle acque sotterranee, derivante dal monitoraggio effettuato da ARPAT per le stazioni più prossime all'area interessata dal progetto in esame. Fonte: Banca dati MAT

STAZIONE_ID	COMUNE_NOME	STAZIONE_NOME	CORPO IDRICO ID	STAZIONE_USO	PERIODO	ANNO	STATO	PARAMETRI	TREND 2016-2018
MAT-P044	FIRENZE	POZZO CENTRALE LATTE 2	11AR011	INDUSTRIALE	2002 - 2004	2004	BUONO SCARSO LOCALMENTE	NITRATI	-
MAT-P617	FIRENZE	POZZO 2 SAN DONATO	11AR011	IRRIGUO	2010 - 2021	2021	BUONO fondo naturale	triclorometano	triclorometano >>

Come si evince dai dati sopra riportati, il Corpo Idrico della Piana Firenze, Prato, Pistoia – Zona Firenze corrisponde a situazioni di rischio ed è sottoposto a monitoraggio operativo di frequenza annuale. Per le stazioni prossime all'area oggetto di intervento risulta, invece, all'anno 2021 uno stato chimico **buono** per MAT-P617, mentre per la stazione MAT-P044 lo stato chimico **buono scarso localmente** è relativo all'anno 2004, in assenza di dati più recenti.

Si riportano di seguito le informazioni sullo stato complessivo delle acque sotterranee dell'area vasta di interesse desunte dal *Piano di Gestione dell'Appennino Settentrionale*.

Il Piano di Gestione delle Acque è lo strumento di pianificazione introdotto dalla direttiva 2000/60/CE, direttiva quadro sulle acque, recepita a livello nazionale con il d. lgs. n. 152/2006. La direttiva istituisce un quadro di azione comunitaria in materie di acque, anche attraverso la messa a sistema una serie di direttive in materia previgenti in materia, al fine di ridurre l'inquinamento, impedire l'ulteriore deterioramento e migliorare lo stato ambientale degli ecosistemi acquatici, degli ecosistemi terrestri e delle aree umide sotto il profilo del fabbisogno idrico.

A tal fine la direttiva prevede un preciso cronoprogramma per il raggiungimento degli obiettivi prefissati – il buono stato ambientale per tutti i corpi idrici, superficiali e sotterranei ed aree protette connesse – individuando nel Piano di Gestione delle Acque (PGA) lo strumento conoscitivo, strategico e programmatico attraverso cui dare applicazione ai precisi indirizzi comunitari, alla scala territoriale di riferimento, individuata nel distretto idrografico, definito come “area di terra e di mare costituita da uno o più bacini idrografici limitrofi”.

La pianificazione delle acque è articolata in tre cicli sessennali con scadenze al 2015, 2021 e 2027. Il 20 dicembre 2021 la Conferenza Istituzionale permanente ha adottato, con delibera n. 25, il II aggiornamento del PGA (ciclo 2021-2027) pubblicato con relativo avviso in Gazzetta Ufficiale.

Nel seguito si riporta la classificazione dei corpi idrici sotterranei. Questi sono suddivisi, nel PGA, in due classi, buono o non buono (scarso), attraverso la determinazione dello STATO QUANTITATIVO e dello STATO CHIMICO. Il buono stato quantitativo di un corpo idrico sotterraneo è raggiunto quando sono soddisfatte, contemporaneamente, le seguenti condizioni:

- le risorse idriche sotterranee disponibili sono superiori ai prelievi, in un’analisi quantitativa per unità di bilancio, condotta su lungo termine;
- le variazioni per cause antropiche dei livelli di falda nel corpo idrico sotterraneo non provocano danni alle acque superficiali e agli ecosistemi connessi, anche quando il bilancio idrico non rilevi condizioni di criticità da un punto di vista quantitativo;
- assenza di intrusione salina o di altro tipo nel corpo idrico sotterraneo, causata da alterazioni di origine antropica della direzione di flusso.

Alla luce della definizione sopra riportata va sottolineato che lo “stato quantitativo” buono o non buono ai sensi della direttiva è riferito alla presenza di pressioni antropiche sul corpo idrico. Pertanto, l’assenza di pressioni in termini di prelievi implica uno stato quantitativo buono. In tal caso le eventuali alterazioni dei livelli piezometrici sono da attribuire ad altre cause di tipo naturale, come ad esempio la variazione nel regime delle precipitazioni, le variazioni nella entità dell’evapotraspirazione reale, variazioni per cause naturali del livello di base, cambiamenti climatici, ecc.

In base a questi principi, il buono stato quantitativo è raggiunto quando:

- i prelievi medi da acque sotterranee non superano l’effettiva disponibilità della risorsa idrica, al netto delle portate necessarie a mantenere il buono stato chimico-fisico ed ecologico delle acque superficiali dipendenti da quelle sotterranee;
- non sono presenti fenomeni di intrusione salina o di altro tipo nel corpo idrico sotterraneo, causati da prelievi o da alterazioni antropiche del deflusso idrico sotterraneo.

Lo STATO CHIMICO è definito come assenza o presenza, entro determinate soglie (SQA), di inquinanti di sicura origine antropica. Nella classe “buono”, quindi, rientrano sia tutte le acque sotterranee che non presentano evidenze di impatto antropico o, comunque, con impatto limitato entro un massimo del 20% del corpo idrico, sia le acque sotterranee in cui sono presenti sostanze indesiderate o contaminanti, ma riconducibili ad un’origine naturale, nonché acque sotterranee che non comportano un deterioramento significativo della qualità ecologica o chimica per le acque superficiali connesse, né arrecano danni significativi agli ecosistemi terrestri direttamente dipendenti da corpo idrico sotterraneo.

Al contrario, nella classe stato “non buono” rientrano tutte le acque sotterranee che non possono essere classificate nello stato “buono” e nelle quali risulta evidente un impatto antropico, sia per livelli di concentrazione dei contaminanti sia per le loro tendenze all’aumento, significative e durature nel tempo.

Tabella 5-5. Stato complessivo del corpo idrico sotterraneo di interesse riportato nel Piano di Gestione dell'Appennino Settentrionale – Relazione di Piano 2021-2027

CODICE	NOME	TIPOLOGIA	STATO CHIMICO	STATO QUANTITATIVO	REGIONE	SUP. KMQ
IT0911AR011	Corpo Idrico della Piana di Firenze, Prato, Pistoia - Zona Firenze	Acquifero in mezzo poroso	Scarso	Buono	Toscana	191,39

Lo stato dell'acquifero che interessa il territorio risulta caratterizzato da uno stato chimico "scarso" ed uno stato quantitativo "Buono".

5.2.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

5.2.2.1 Modifica delle caratteristiche qualitative delle acque

Nei confronti delle acque superficiali e/o sotterranee possono verificarsi azioni che possono compromettere la qualità dei corpi idrici. Possono infatti verificarsi eventuali sversamenti accidentali di fluidi inquinanti da mezzi d'opera o da depositi di materiali dei medesimi inquinanti potenziali 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.

Per quanto descritto al par. 5.2.2.2 e considerando che l'adeguamento del piano del ferro, con conseguente movimentazione di ballast, potrebbe comportare un possibile rilascio di sostanze inorganiche quali, ad esempio, i metalli, **la significatività dell'effetto è oggetto di monitoraggio (Livello di significatività "D")**.

5.2.2.2 Modifica della circolazione idrica sotterranea

L'intervento prevede la realizzazione di una nuova stazione lungo la linea ferroviaria esistente adiacente la nuova stazione AV Belfiore, di strutture di collegamento pedonale (sottopassi) tra quest'ultima, la stazione in progetto e la viabilità cittadina circostante ed un collegamento tramviario (People Mover) tra la stazione di progetto, AV Belfiore e quella di Firenze SMN, mediante l'adeguamento di un binario esistente. L'area di progetto avente un'estensione complessiva di circa 66.000 mq di cui circa 47500 mq occupati dalla nuova stazione di Via Circondaria.

Nell'area in studio affiorano ovunque i Depositi Olocenici, rappresentati dai Depositi alluvionali attuali; solo localmente ed in particolare in corrispondenza dello scavo della nuova stazione AV Belfiore si rileva la presenza di Alluvioni Recenti costituite da ghiaie e ciottolami puliti testimonianze di vecchi tratti di paleoalveo del F.Arno. La pianura delle alluvioni attuali nei dintorni dell'area di progetto risulta inoltre interrotta da rilevati strutturali ferroviari, stradali e dall'alveo del T. Mugnone che viceversa risulta canalizzato ed incassato rispetto al piano campagna. Lungo i tracciati dei rilevati e del canale sono presenti terreni prevalentemente di riporto e depositi antropici.

Per quanto riguarda le caratteristiche idrogeologiche delle formazioni geologiche presenti i terreni di origine alluvionale che insistono nelle aree di pianura sono dotati di permeabilità per porosità primaria legata alla presenza di pori tra le particelle del terreno, acquisita al momento della loro formazione. Questa permeabilità è in genere media sia per le Alluvioni recenti che per i Depositi alluvionali attuali e diminuisce o aumenta in corrispondenza

rispettivamente dei livelli fini o grossolani. I Depositi antropici, invece, sono generalmente caratterizzati da una permeabilità molto bassa.

La falda nell'area fiorentina è posizionata in corrispondenza dei depositi alluvionali recenti, e nei depositi alluvionali antichi; l'acquifero più superficiale può essere rinvenuto nella maggior parte della pianura. La falda è di tipo libero nella maggior parte della piana di Firenze; quindi, il livello freatico e quello piezometrico corrispondono. L'area che racchiude gli interventi di progetto è interamente pianeggiante ad eccezione dei rilevati strutturali realizzati sia per i tracciati ferroviari che per quelli stradali.

Per quanto riguarda l'area oggetto della presente relazione, facendo riferimento all'elaborazione dei risultati della campagna freatimetrica del maggio 1997 riportata nella Relazione Idrogeologica a firma dell'ing. Rosario Sorbello del 16/12/2020 relativa al passante AV, la superficie freatica della falda nel tratto di rilevato compreso tra il sottopasso di via Circondaria e l'inizio del nuovo binario per il People Mover scende con direzione di flusso verso sudovest da 39 a 38,5 m s.l.m. con una 9 soggiacenza crescente da 7,30 a 8 m da p.c..

I livelli di falda aggiornati rispetto a quelli precedentemente considerati e desunti dalla citata relazione del 2020, e provenienti dal report di monitoraggio del PMA del NODO AV di Firenze, rivelano che l'area interessata dalle opere per la realizzazione della nuova Fermata Circondaria ha valori assoluti in m.s.l.m. da 40 (verso Pzm_19) a 39,3 (verso pzm_N21), con andamento discendente da NE a SO.

Qui di seguito si riporta stralcio della mappa delle isopieze del dicembre 2023 con la localizzazione dei piezometri.

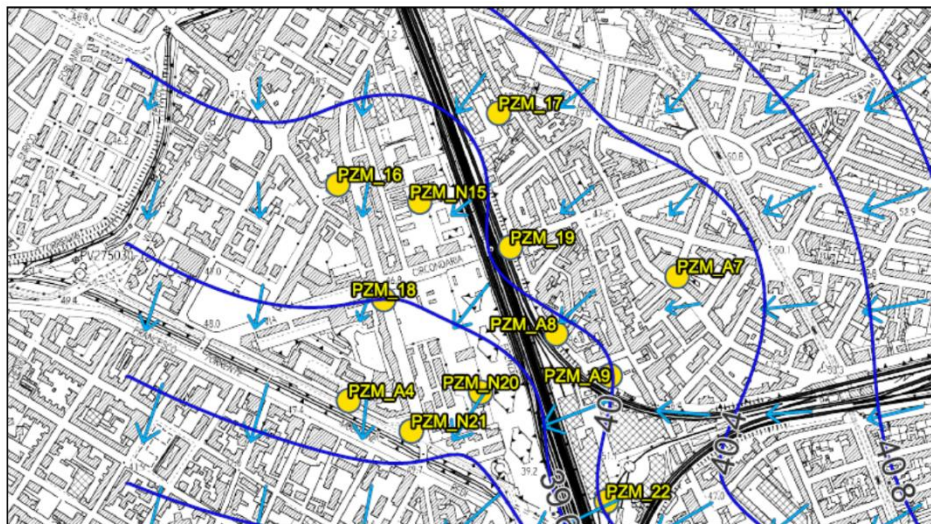


Figura 5-10. Mappa isopieze aggiornata a dicembre 2023 (Fonte: PMA Nodo AV di Firenze)

Si riporta di seguito uno stralcio planimetrico con l'indicazione degli interventi che potrebbero interferire con la falda.

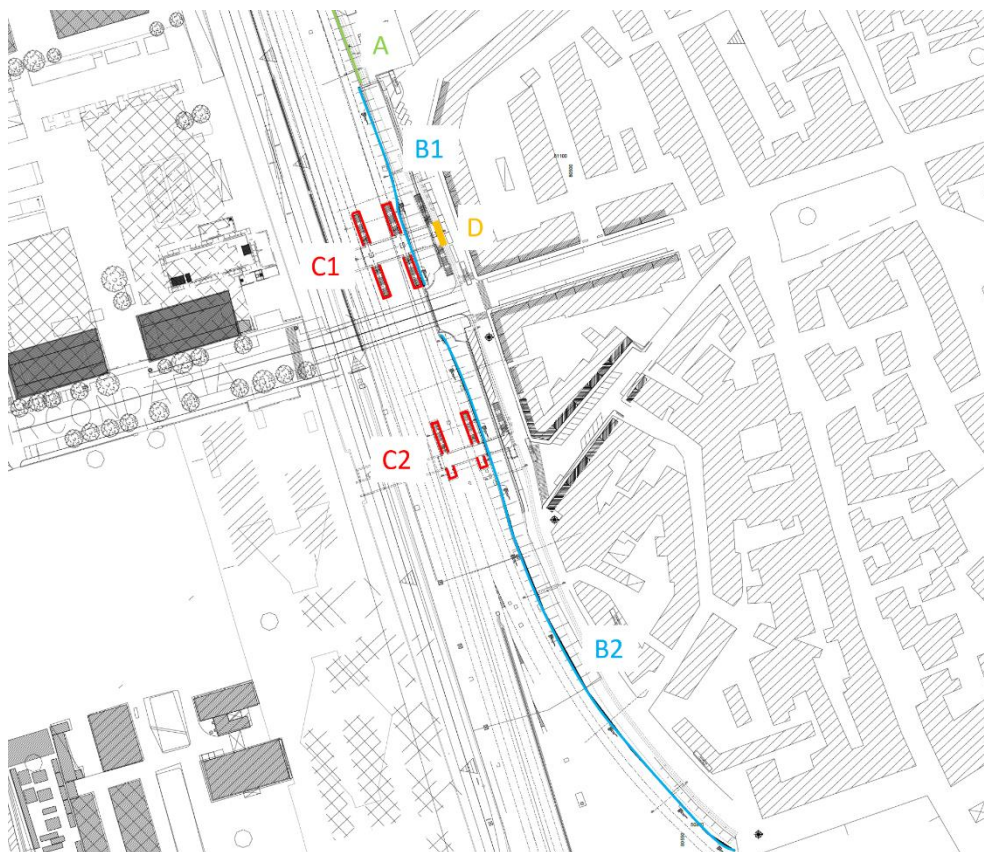
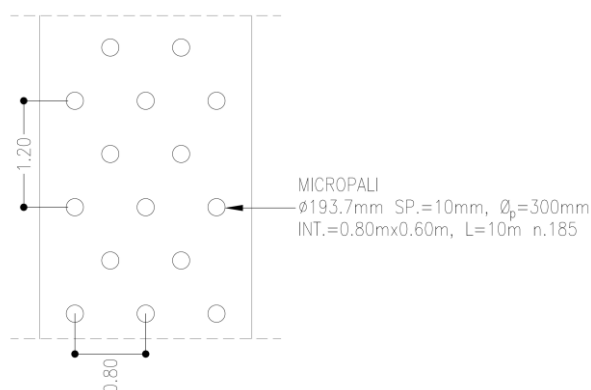
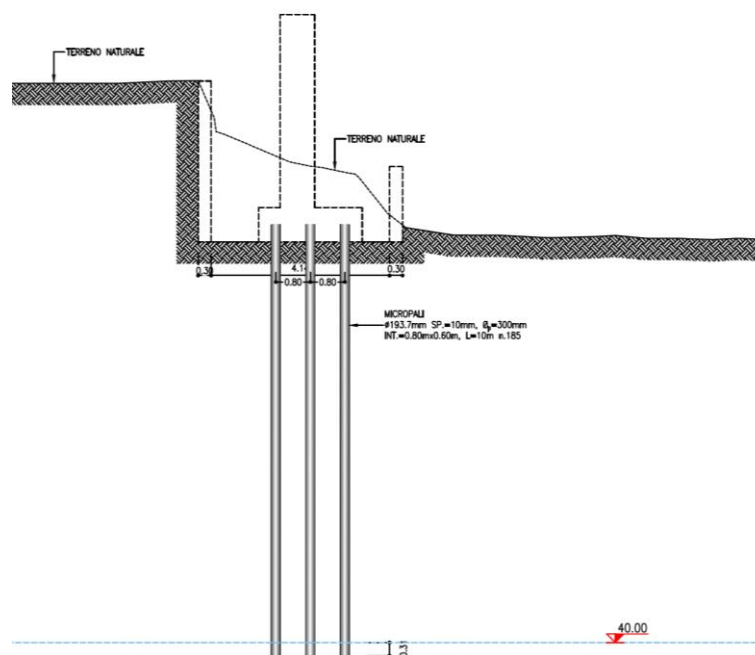


Figura 5-11. Possibili interferenze con la falda

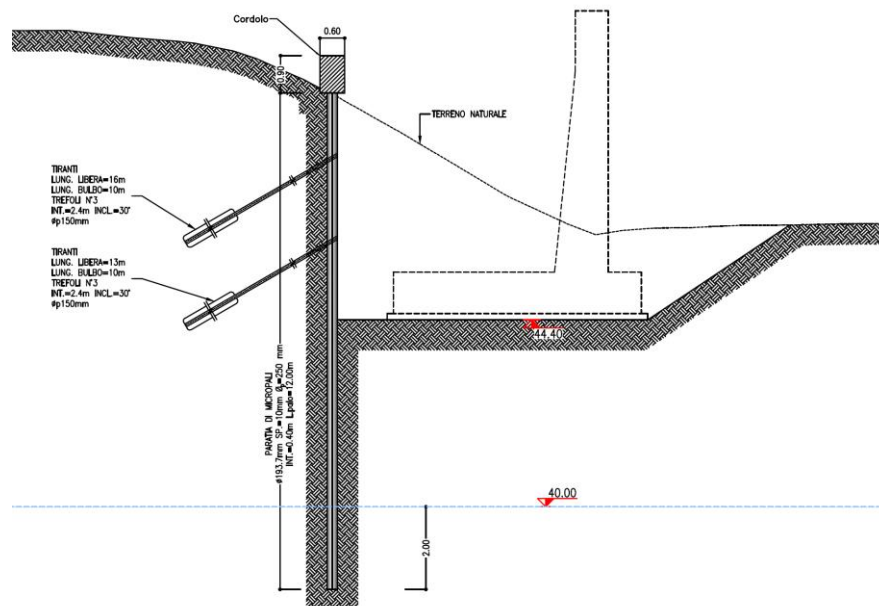
- 1) Sottofondazioni del primo tratto del muro a sostegno del rilevato (sviluppo longitudinale di 37 m circa – opera indicata nello stralcio planimetrico di intervento come “A”). Queste saranno realizzate con micropali della lunghezza di 10 m. I micropali aventi diametro pari a 193.7 mm e spessore del tubolare di 10 mm saranno disposti a quinconce con interasse di 0.8m in direzione trasversale su tre file e in direzione longitudinale su ogni fila con interasse di 1.2m. Si riporta una vista in pianta.



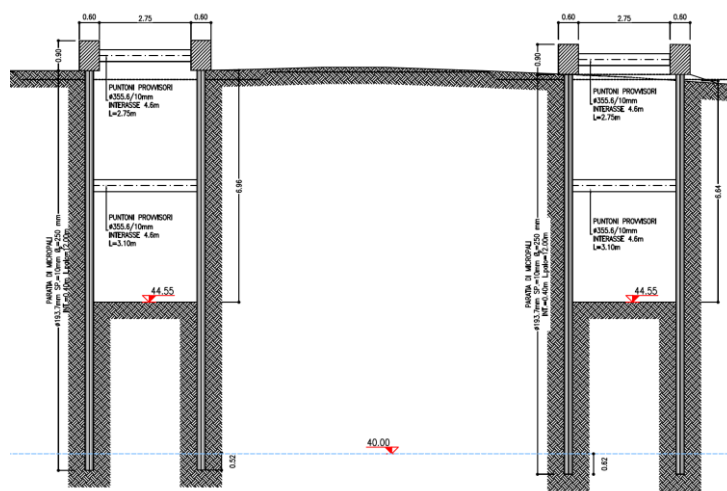
La perforazione per la realizzazione dei micropali avrà diametro di 300mm. In questo caso, il sistema di sottofondazioni intercetta il pelo libero della falda solo per il tratto terminale di altezza di circa 0.30 m rispetto alla base del palo in quanto quest'ultima si attesta a quota 39.70 m.s.l.m. poiché la quota della falda nella zona interessata dagli interventi – nel periodo di riferimento di monitoraggio precedentemente esposto – si attesta sui 40 m.s.l.m. circa. Si riporta di seguito una sezione.



- 2) Opere di sostegno del rilevato ferroviario necessarie all'ampliamento dell'area di sedime (paratia a nord del sottopasso di via Circondaria con sviluppo longitudinale di 94m circa indicata nello stralcio planimetrico come "B1" e paratia a sud del sottopasso di via Circondaria con sviluppo longitudinale di 271 m circa indicata nello stralcio planimetrico come "B2"). Queste saranno realizzate mediante due paratie di micropali di lunghezza 12 m in alcune tratte vincolate mediante tiranti disposti su più livelli; in testa alle paratie saranno realizzate delle travi di coronamento in calcestruzzo armato. I micropali aventi diametro pari a 193.7 mm e spessore del tubolare di 10 mm saranno disposti con interasse di 0.40m. La perforazione per la realizzazione dei micropali avrà diametro di 250mm. Nel tratto interessato dalla realizzazione delle paratie, durante periodo di riferimento di monitoraggio si è registrata una quota del pelo libero della falda di circa 40 m.s.l.m. In questo caso, i micropali intercettano il pelo libero della falda solo per il tratto terminale di altezza variabile circa 0.60 m – 0.90 m rispetto alla base del palo su gran parte dello sviluppo longitudinale degli interventi B1 e B2; mentre, nell'ultimo tratto longitudinale dell'intervento B2 i micropali intercettano il pelo libero della falda solo per il tratto terminale di altezza circa 2 m rispetto alla base del palo. Si riporta di seguito una sezione rappresentativa della situazione più sfavorevole limitata alla parte terminale del tratto B2.

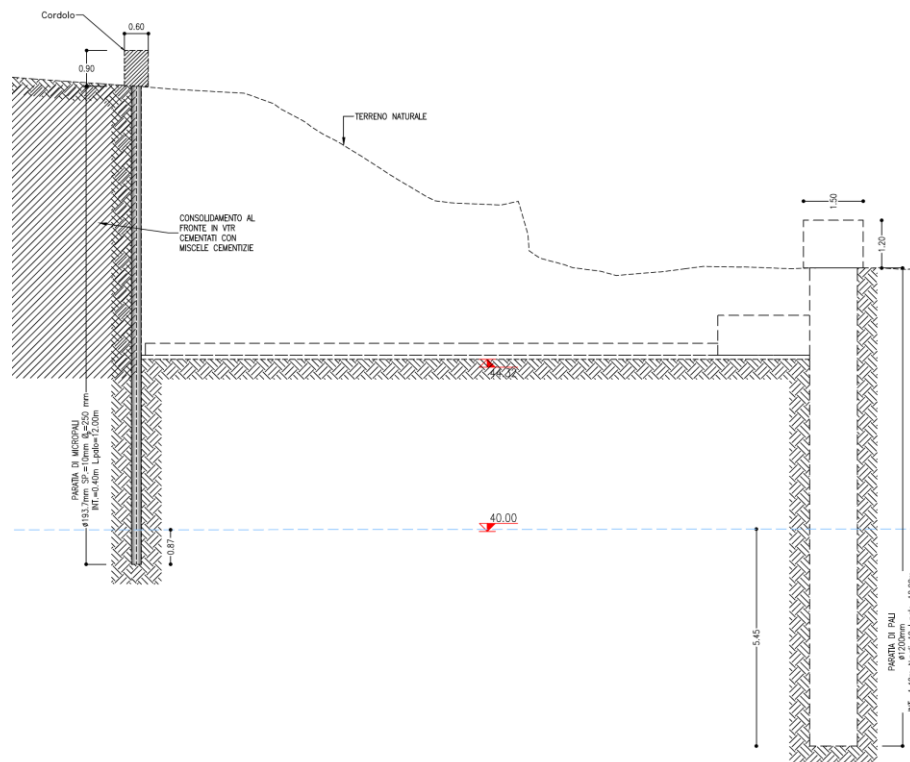


- 3) Opere di sostegno per la realizzazione dei vani scala e ascensori di collegamento tra sottopassi e marciapiedi ferroviari. Le quattro paratie per i quattro vani scala a nord del sottopasso di via Circondaria hanno il lato lungo con sviluppo di 15 m, il lato corto con sviluppo di 4 m e sono indicate nello stralcio planimetrico come “C1”. Le quattro paratie per i due vani scala e i due vani ascensore a sud del sottopasso di via Circondaria hanno lato lungo con sviluppo rispettivamente di 15 e 5 m, lato corto di 4 e 4,5 m e sono indicate nello stralcio planimetrico come “C2”. Queste saranno realizzate mediante paratie di micropali di lunghezza 12 m aventi come sistemi di contrasto due file di puntoni metallici e collegate in testa da una trave di coronamento in calcestruzzo armato. I micropali aventi diametro pari a 193.7 mm e spessore del tubolare di 10 mm saranno disposti con interasse di 0.40m. La perforazione per la realizzazione dei micropali avrà diametro di 250mm. Nel tratto interessato dalla realizzazione delle paratie, durante periodo di riferimento di monitoraggio si è registrata una quota del pelo libero della falda di circa 40 m.s.l.m. Questo comporta un’interferenza tra i micropali e la falda nel il tratto terminale delle paratie per un’altezza variabile di 0.5m - 0.6m circa rispetto alla base del palo. Si riporta di seguito una sezione.



- 4) Palificata reggispinta della platea di varo del monolite per la realizzazione del sottopasso (sviluppo longitudinale 14 m circa – intervento indicato nello stralcio planimetrico come “D”). Questa sarà

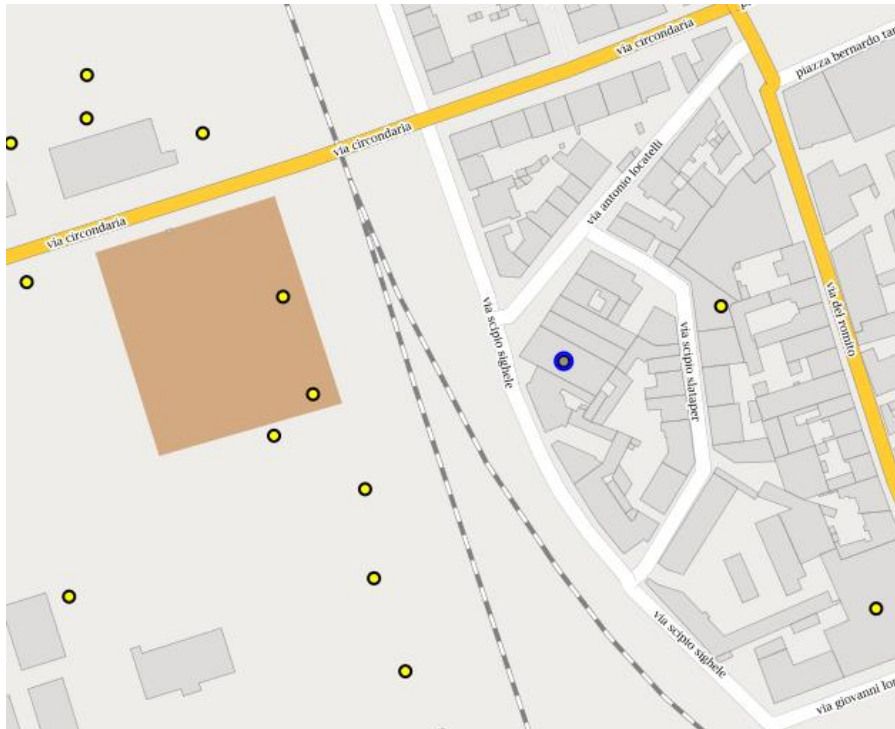
realizzata mediante paratia di pali di grande diametro, profondi 12 m. I pali aventi diametro pari a 1200 mm saranno disposti affiancati per lunghezza complessiva di 12 m. Nel tratto interessato dalla realizzazione della paratia, durante periodo di riferimento di monitoraggio si è registrata una quota del pelo libero della falda di circa 40 m.s.l.m. Questo comporta un'interferenza tra i pali e la falda nel tratto terminale delle paratie per un'altezza di 5.5 m circa rispetto alla base del palo. L'estensione limitata consente di poter considerare l'opera come interferenza puntuale con impatti trascurabili sulla permeabilità complessiva. Si riporta di seguito una sezione.



Le palificate saranno realizzate in uno strato di terreno composto da ghiaie in matrice sabbiosa-limosa/argillosa-limosa avente permeabilità medio-alta. In merito al possibile ostacolo al deflusso sotterraneo della falda si ritiene tale fenomeno trascurabile poiché le palificate non sono continue: in particolare saranno realizzate normalmente mediante pali con interasse tale da non costituire una barriera impermeabile, ad esclusione di un limitato tratto da considerarsi puntuale. Inoltre, le altezze della falda rispetto alla parte terminale dei pali sono generalmente esigue. Pertanto, si ritiene che le opere non possano costituire un ostacolo al deflusso sotterraneo della falda.

Per quanto riguarda la possibile interferenza con i pozzi presenti nelle vicinanze delle aree di intervento è stata condotta una ricerca mediante il portale Gis della provincia di Firenze. Ne risulta che l'area di intervento è interessata dalla presenza di pozzi prevalentemente ad uso industriale; inoltre, vi è un pozzo domestico destinato ad uso igienico e assimilari (quindi non ad uso potabile) a circa 30 m della paratia realizzata per l'ampliamento dell'area di sedime (intervento B2).

Pertanto, allo stato attuale ed in funzione dei dati in possesso non si ritiene necessario attuare misure di mitigazione.



Si ritiene opportuno, considerato che i dati presenti nel portale Gis risalgono alla data del 29/10/2014, procedere con un nuovo censimento dei pozzi limitrofi nella prossima fase progettuale. L'attività di censimento dovrà verificare la presenza, l'uso e le caratteristiche dei pozzi effettivamente presenti nell'area di influenza degli interventi al fine di confermare l'assenza di interferenze ovvero la necessità di individuare misure di mitigazione nella fase realizzativa.

Per quanto descritto **la significatività dell'effetto è oggetto di monitoraggio (Livello di significatività "D")**.

5.2.3 Misure di prevenzione e mitigazione

Gli impatti sull'ambiente idrico sotterraneo non costituiscono impatti "certi" e di dimensione valutabile in maniera precisa a priori, ma piuttosto impatti potenziali.

Una riduzione del rischio di impatti significativi sull'ambiente idrico in fase di costruzione dell'opera può essere ottenuta applicando adeguate procedure operative nelle attività di cantiere, relative alla gestione e lo stoccaggio delle sostanze inquinanti e dei prodotti di natura cementizia, alla prevenzione dello sversamento di oli ed idrocarburi.

Di seguito sono illustrate una serie di procedure operative che dovranno essere seguite a questo scopo dall'impresa esecutrice nel corso dei lavori. Saranno adottate soluzioni organizzative e gestionali in grado di tutelare la risorsa idrica (acque superficiali e profonde).

Lavori di movimento terra - L'annaffiatura delle aree di cantiere tesa a prevenire il sollevamento di polveri deve essere eseguita in maniera tale da evitare che le acque fluiscano direttamente verso un corpo ricettore superficiale, trasportandovi dei sedimenti (a questo fine occorrerà in generale realizzare un fosso di guardia a delimitazione dell'area di lavoro).

Costruzione di fondazioni e interventi di consolidamento dei terreni di fondazioni - La contaminazione delle acque sotterranee durante le attività di realizzazione degli interventi di consolidamento dei terreni può essere originata da:

- danneggiamento di sottoservizi esistenti, sia in maniera diretta per perforazione degli stessi, sia in maniera indiretta a causa di cedimenti indotti dal peso dei macchinari impiegati per la perforazione;

- perdite dei fanghi di perforazione e/o di miscela cementizia all'interno dei terreni permeabili;
- contaminazione per dilavamento incontrollato delle acque dal sito di cantiere;
- perdite di oli e carburante da parte dei macchinari impiegati nei lavori.

In generale tali rischi possono essere evitati tramite un'accurata organizzazione dell'area di cantiere, comprendente: un rilievo accurato dei sottoservizi e dei manufatti interrati esistenti nell'area di lavoro, la realizzazione di fossi di guardia intorno all'area di lavoro e la predisposizione di apposite procedure di emergenza.

Operazioni di cassetatura a getto - Le cassetture da impiegare per la costruzione delle opere in c.a. devono essere progettate e realizzate in maniera tale che tutti i pannelli siano adeguatamente a contatto con quelli accanto o che gli stessi vengano sigillati in modo da evitare perdite di calcestruzzo durante il getto. Le cassetture debbono essere ben mantenute in modo che venga assicurata la perfetta aderenza delle loro superfici di contatto. Durante le operazioni di getto in corrispondenza del punto di consegna occorrerà prendere adeguate precauzioni al fine di evitare sversamenti dalle autobetoniere, che potrebbero tradursi in contaminazione delle acque sotterranee.

Trasporto del calcestruzzo - Al fine di prevenire fenomeni di inquinamento delle acque e del suolo è necessario che la produzione, il trasporto e l'impiego dei materiali cementizi siano adeguatamente pianificate e controllate.

Per l'appalto in esame è previsto l'approvvigionamento di calcestruzzo da impiegare per i lavori mediante autobetoniere provenienti da impianti di betonaggio presenti nel territorio di riferimento. I rischi di inquinamento indotti dall'impiego delle autobetoniere possono essere limitati applicando le seguenti procedure:

- il lavaggio delle autobetoniere dovrà essere effettuato presso l'impianto di produzione del calcestruzzo;
- nel caso in cui l'appaltatore scelga di svolgere in sito il lavaggio delle autobetoniere, esso dovrà provvedere a realizzare un apposito impianto collegato ad un sistema di depurazione; - secchioni, pompe per calcestruzzo ed altre macchine impiegate per i getti dovranno essere anch'esse lavate presso lo stesso impianto;
- gli autisti delle autobetoniere, qualora non dipendenti direttamente dall'appaltatore, dovranno essere informati delle procedure da seguire per il lavaggio delle stesse;
- tutti i carichi di calcestruzzo dovranno essere trasportati con la dovuta cautela al fine di evitare perdite lungo il percorso; per lo stesso motivo, le autobetoniere dovranno sempre circolare con un carico inferiore di almeno il 5% al massimo della loro capienza;
- in aree a particolare rischio, quali quelle in vicinanza di corsi d'acqua, occorrerà usare particolare prudenza durante il trasporto, tenendo una velocità particolarmente moderata; nelle stesse aree l'appaltatore dovrà curare la manutenzione delle piste di cantiere e degli incroci con la viabilità esterna.

Utilizzo di sostanze chimiche - La possibilità d'inquinamento dei corpi idrici da parte delle sostanze chimiche impiegate sul sito di cantiere deve essere prevenuta da parte dell'Appaltatore tramite apposite procedure che comprendono:

- la scelta, tra i prodotti che possono essere impiegati per uno stesso scopo, di quelli più sicuri (ad esempio l'impiego di prodotti in matrice liquida in luogo di solventi organici volatili);
- la scelta della forma sotto cui impiegare determinate sostanze (prediligendo ad esempio i prodotti in pasta a quelli liquidi o in polvere);
- la definizione di metodi di lavoro tali da prevenire la diffusione nell'ambiente di sostanze inquinanti (ad esempio tramite scelta di metodi di applicazione a spruzzo di determinate sostanze anziché metodi basati sul versamento delle stesse);
- la delimitazione con barriere di protezione (formate da semplici teli o pannelli di varia natura) delle aree dove si svolgono determinate lavorazioni;

- l'utilizzo dei prodotti potenzialmente nocivi per l'ambiente ad adeguata distanza da aree sensibili del territorio come i corsi d'acqua;
- la limitazione dei quantitativi di sostanze mantenuti nei siti di lavoro al fine di ridurre l'impatto in caso di perdite (ciò si può ottenere ad esempio acquistando i prodotti in recipienti di piccole dimensioni);
- la verifica che ogni sostanza sia tenuta in contenitori adeguati e non danneggiati, contenenti all'esterno una chiara etichetta per l'identificazione del prodotto;
- lo stoccaggio delle sostanze pericolose in apposite aree controllate;
- lo smaltimento dei contenitori vuoti e delle attrezzature contaminate da sostanze chimiche secondo le prescrizioni della vigente normativa;
- la definizione di procedure di bonifica per tutte le sostanze impiegate nel cantiere;
- la formazione e l'informazione dei lavoratori sulle modalità di corretto utilizzo delle varie sostanze chimiche;
- la pavimentazione delle aree circostanti le officine dove si svolgono lavorazioni che possono comportare la dispersione di sostanze liquide nell'ambiente esterno.

Modalità di stoccaggio delle sostanze pericolose - Qualora occorra provvedere allo stoccaggio di sostanze pericolose, il Responsabile del cantiere, di concerto con il Direttore dei Lavori e con il Coordinatore per la Sicurezza in fase di esecuzione, provvederà ad individuare un'area adeguata. Tale area dovrà essere recintata e posta lontano dai baraccamenti e dalla viabilità di transito dei mezzi di cantiere; essa dovrà inoltre essere segnalata con cartelli di pericolo indicanti il tipo di sostanze presenti.

Lo stoccaggio e la gestione di tali sostanze verranno effettuati con l'intento di proteggere il sito da potenziali agenti inquinanti. Le sostanze pericolose dovranno essere contenute in contenitori non danneggiati; questi dovranno essere collocati su un basamento in calcestruzzo o comunque su un'area pavimentata e protetti da una tettoia.

Modalità di stoccaggio temporaneo dei rifiuti prodotti – al fine di salvaguardare la contaminazione delle acque l'impresa appaltatrice dovrà attenersi alle disposizioni generali contenute nella Delibera 27 luglio 1984 smaltimento rifiuti “Disposizioni per la prima applicazione dell'articolo 4 del DPR 10 settembre 1982, n. 915, concernente lo smaltimento dei rifiuti”.

Drenaggio delle acque e trattamento delle acque reflue - I piazzali del cantiere dovranno essere provvisti di un sistema di adeguata capacità per la raccolta delle acque meteoriche.

Manutenzione dei macchinari di cantiere - La manutenzione dei macchinari impiegati nelle aree di cantiere è di fondamentale importanza anche al fine di prevenire fenomeni d'inquinamento. Gli addetti alle macchine operatrici dovranno a questo fine controllare il funzionamento delle stesse con cadenza periodica, al fine di verificare eventuali problemi meccanici.

Ogni perdita di carburante, di liquido dell'impianto frenante, di oli del motore o degli impianti idraulici deve essere immediatamente segnalata al responsabile della manutenzione. L'impiego della macchina che abbia problemi di perdite dovrà essere consentito solo se il fluido in questione può essere contenuto tramite un apposito recipiente o una riparazione temporanea ed alla sola condizione che la riparazione del guasto sia effettuata nel più breve tempo possibile. In ogni altro caso la macchina in questione non potrà operare, ed in particolare non potrà farlo in aree prossime a corsi d'acqua.

La contaminazione delle acque superficiali può avvenire anche durante operazioni di manutenzione o di riparazione. Al fine di evitare ogni problema è necessario che tali operazioni abbiano luogo unicamente all'interno del cantiere, in aree opportunamente definite e pavimentate, dove siano disponibili dei dispositivi e delle attrezzature per intervenire prontamente in caso di dispersione di sostanze inquinanti.

Il lavaggio delle betoniere, delle pompe, dei secchioni e di altre attrezzature che devono essere ripulite del calcestruzzo dopo l'uso dovrà essere svolto in aree appositamente attrezzate.

Controllo degli incidenti in sito e procedure d'emergenza - Nel caso di versamenti accidentali di sostanze inquinanti sarà cura del Responsabile del Cantiere, di concerto con il Direttore dei Lavori, mettere immediatamente in atto i provvedimenti di disinquinamento ai sensi della normativa vigente.

Piano d'intervento per emergenze d'inquinamento – Nell'elaborazione del sistema di gestione ambientale dovrà essere posta particolare attenzione al piano d'intervento per emergenze di inquinamento di corpi idrici per prevenire incidenti tali da indurre fenomeni di inquinamento durante le attività di costruzione.

Il piano dovrà definire:

- le operazioni da svolgere in caso di incidenti che possano causare contaminazione delle acque superficiali e sotterranee;
- il personale responsabile delle procedure di intervento;
- il personale addestrato per intervenire;
- i mezzi e le attrezzature a disposizione per gli interventi e la loro ubicazione;
- gli enti che devono essere contattati in funzione del tipo di evento.

Lo scopo della preparazione di tale piano è quello di ottimizzare il tempo per le singole procedure durante l'emergenza, per stabilire le azioni da svolgere e per fare in modo che il personale sia immediatamente in grado di intervenire per impedire o limitare la diffusione dell'inquinamento.

Il piano di intervento dovrà essere periodicamente aggiornato al fine di prendere in considerazione eventuali modifiche dell'organizzazione dei cantieri.

Il personale dovrà essere istruito circa le procedure previste nel piano; lo stesso piano dovrà essere custodito in cantiere in luogo conosciuto dai soggetti responsabili della sua applicazione.

Le procedure di emergenza contenute nel piano possono comprendere:

- misure di contenimento della diffusione degli inquinanti;
- elenco degli equipaggiamenti e dei materiali per la bonifica disponibili sul sito di cantiere e della loro ubicazione;
- modalità di manutenzione dei suddetti equipaggiamenti e materiali;
- nominativi dei soggetti addestrati per l'emergenza e loro reperibilità;
- procedure da seguire per la notifica dell'inquinamento alle autorità competenti;
- recapiti telefonici degli enti pubblici da contattare in caso di inquinamento (compresi i consorzi di bonifica);
- nominativi delle imprese specializzate in attività di bonifica presenti nell'area.

È necessario che vengano predisposte adeguate procedure per la consegna, lo stoccaggio, l'impiego e lo smaltimento di sostanze quali bentonite, liquami fognari, pesticidi ed erbicidi. Inoltre, ad avvio cantiere l'Impresa dovrà presentare un dettagliato bilancio idrico dell'attività di cantiere.

L'utilizzo della risorsa idrica sarà ottimizzato: eliminando o riducendo al minimo l'approvvigionamento dall'acquedotto e massimizzando, ove possibile, il riutilizzo delle acque impiegate nelle operazioni di cantiere.

L'eventuale realizzazione di pozzi o punti di presa superficiali per l'approvvigionamento idrico saranno autorizzati dagli Enti preposti.

Verrà redatto il Piano di gestione delle acque meteoriche, provvedendo alla eventuale acquisizione di specifica autorizzazione per lo scarico delle acque Meteoriche Dilavanti (AMD) rilasciata dall'ente competente per il relativo corpo recettore.

Durante la fase di cantiere, come previsto dal DPGR 46/R 2008, Allegato 5, Tabella 6, Punto 1, dovrà essere richiesta apposita autorizzazione allo scarico.

5.3 BIODIVERSITÀ

5.3.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

5.3.1.1 Inquadramento bioclimatico

Le nuove infrastrutture ricadenti all'interno della Provincia di Firenze possono essere inquadrate all'interno di un determinato bioclimate. Al fine di definire la vegetazione potenziale e quindi le comunità naturali che popolano il comune di Firenze è importante identificare l'ecoregione di appartenenza che risulta strettamente collegata con i caratteri fisici dell'ambiente.

Su larga scala, dalla carta delle Ecoregioni di Italia consultabile dal sito dell'Istat si evince che l'area indagata ricade nella seguente classificazione: Divisione Temperata, Provincia Appenninica, Sezione Appenninica Settentrionale e Nord Occidentale e Sottosezione bacino Toscano (Figura e Tabella).



Figura 5-12. Suddivisione del territorio italiano in ecoregioni. In rosso l'area di intervento

Tabella 5-6. Codice e denominazione dell'ecoregione. Il rettangolo rosso evidenzia l'ecoregione dove ricade l'opera.

Codice ecoregione	Denominazione dell'ecoregione	N° di comuni	Superficie totale (Km2)	Popolazione 01012020	% Superficie	% Popolazione
1	Divisione Temperata	5.757	188.449,2	33.888.077	62,4	56,3
1A	Provincia Alpina	1.839	53.993,1	5.598.943	17,9	9,3
1A1	Sezione Alpina Occidentale	640	18.094,9	1.204.534	6,0	2,0
1A1a	Sottosezione Alpi Marittime	129	4.130,9	174.104	1,4	0,3
1A1b	Sottosezione Alpi Nord-Occidentali	511	13.963,9	1.030.430	4,6	1,7
1A2	Sezione Alpina Centro-Orientale	1.199	35.898,3	4.394.409	11,9	7,3
1A2a	Sottosezione Prealpina	791	15.311,3	3.499.859	5,1	5,8
1A2b	Sottosezione Dolomitico-Carnica	151	8.340,3	315.915	2,8	0,5
1A2c	Sottosezione Alpi Nord-Orientali	257	12.246,6	578.635	4,1	1,0
1B	Provincia Padana	2.126	49.835,1	19.497.049	16,5	32,4
1B1	Sezione Padana	2.126	49.835,1	19.497.049	16,5	32,4
1B1a	Sottosezione Lagunare	102	7.315,2	1.348.431	2,4	2,2
1B1b	Sottosezione Pianura Centrale	1.516	33.573,9	15.410.573	11,1	25,6
1B1c	Sottosezione Bacino Occidentale del Po	508	8.946,1	2.738.045	3,0	4,5
1C	Provincia Appenninica	1.783	84.350,5	8.553.576	27,9	14,2
1C1	Sezione Appenninica Settentrionale e Nord-Occidentale	632	37.965,8	4.464.493	12,6	7,4
1C1a	Sottosezione Appennino Tosco-Emiliano	341	17.346,8	1.369.974	5,7	2,3
1C1b	Sottosezione Bacino Toscano	291	20.618,9	3.094.519	6,8	5,1
1C2	Sezione Appenninica Centrale	608	26.575,4	2.623.231	8,8	4,4
1C2a	Sottosezione Appennino Umbro-Marchigiano	172	10.387,7	760.678	3,4	1,3
1C2b	Sottosezione Appennino Laziale-Abruzzese	285	11.262,3	778.504	3,7	1,3
1C2c	Sottosezione Sub-Appennino di Marche e Abruzzo	151	4.925,4	1.084.049	1,6	1,8
1C3	Sezione Appenninica Meridionale	543	19.809,3	1.465.852	6,6	2,4
1C3a	Sottosezione Appennino Campano	353	10.212,8	931.420	3,4	1,5
1C3b	Sottosezione Appennino Lucano	190	9.596,5	534.432	3,2	0,9
1D	Porzione Italiana della Provincia Illirica	9	270,5	238.509	0,1	0,4
1D1	Porzione Italiana della Provincia Illirica	9	270,5	238.509	0,1	0,4
1D1a	Porzione Italiana della Provincia Illirica	9	270,5	238.509	0,1	0,4
2	Divisione Mediterranea	2.147	113.619,0	26.356.562	37,6	43,7
2A	Porzione Italiana della Provincia Ligure Provenzale	69	1.041,6	438.200	0,3	0,7
2A1	Porzione Italiana della Provincia Ligure Provenzale	69	1.041,6	438.200	0,3	0,7
2A1a	Porzione Italiana della Provincia Ligure Provenzale	69	1.041,6	438.200	0,3	0,7
2B	Provincia Tirrenica	1.696	86.453,3	20.582.684	28,6	34,2
2B1	Sezione Tirrenica centro-settentrionale	259	16.430,5	7.138.473	5,4	11,8
2B1a	Sottosezione Liguria di Levante	35	800,4	851.750	0,3	1,4
2B1b	Sottosezione Maremmana	78	7.355,5	1.202.773	2,4	2,0
2B1c	Sottosezione Romana	70	4.631,7	4.332.270	1,5	7,2
2B1d	Sottosezione Laziale Meridionale	76	3.642,9	751.680	1,2	1,2
2B2	Sezione Tirrenica meridionale	670	20.090,8	6.845.327	6,7	11,4
2B2a	Sottosezione Campania Tirrenica Occidentale	181	3.424,9	3.994.788	1,1	6,6
2B2b	Sottosezione Cilentana	127	3.379,7	1.029.068	1,1	1,7
2B2c	Sottosezione Calabrese	362	13.286,3	1.821.471	4,4	3,0
2B3	Sezione Siciliana	390	25.832,5	4.968.410	8,6	8,2
2B3a	Sottosezione Iblea	36	3.806,7	667.438	1,3	1,1
2B3b	Sottosezione Montana Siciliana	182	7.241,0	1.279.931	2,4	2,1
2B3c	Sottosezione Siciliana Centrale	80	7.985,5	1.347.640	2,6	2,2
2B3d	Sottosezione Siciliana Occidentale	92	6.799,3	1.673.401	2,3	2,8
2B4	Sezione Sarda	377	24.099,5	1.630.474	8,0	2,7
2B4a	Sottosezione Sarda Sud-Occidentale	75	5.140,1	644.573	1,7	1,1
2B4b	Sottosezione Sarda Nord-Occidentale	89	5.037,7	369.959	1,7	0,6
2B4c	Sottosezione Sarda Sud-Orientale	190	11.173,2	472.236	3,7	0,8
2B4d	Sottosezione Sarda Nord-Orientale	23	2.748,5	143.706	0,9	0,2
2C	Provincia Adriatica	382	26.124,2	5.335.678	8,6	8,9
2C1	Sezione Adriatica Centrale	81	2.095,9	940.464	0,7	1,6
2C1a	Sottosezione Costiera di Marche e Abruzzo	81	2.095,9	940.464	0,7	1,6
2C2	Sezione Adriatica Meridionale	301	24.028,2	4.395.214	8,0	7,3
2C2a	Sottosezione Garganica	63	6.975,1	778.606	2,3	1,3
2C2b	Sottosezione delle Murge e Salento	238	17.053,2	3.616.608	5,6	6,0
	Totale	7.904	302.068,3	60.244.639	100,0	100,0

Ecuregione Appenninica (Fonte: Primo Rapporto Sullo Stato Del Capitale Naturale In Italia)

L'Ecuregione Appenninica si estende per circa 71.200 km² e interessa la parte peninsulare della Catena Appenninica nel tratto compreso tra il Golfo di Genova fino ad includere tutto l'Appennino campano. L'energia del rilievo è più contenuta rispetto a quella dell'Ecuregione Alpina, con dislivelli comunque superiori ai 1200 metri, ma che superano i 1800 metri solo nei settori isolati e più elevati della Catena, e con ampi settori a quote montane e collinari. I substrati sono quasi esclusivamente di origine sedimentaria, carbonatici e terrigeni, ad eccezione degli affioramenti vulcanici della provincia toско-laziale. Il clima è caratterizzato da temperature medie annue sempre superiori allo 0 e che superano diffusamente i 10 °C. L'escursione termica tra estate e inverno è molto variabile,

determinando una distribuzione complessa di tipi climatici continentali ed oceanici legata alla latitudine, all'orientamento delle valli e all'altitudine. Le precipitazioni sono altrettanto variabili e anche di carattere nevoso in inverno. I periodi di massima si registrano con un tipico andamento "bimodale", a doppio picco autunnale e primaverile. I minimi si concentrano sempre in estate, determinando un periodo di aridità alle quote più basse e favorendo il diffuso carattere di transizione climatica dell'Appennino rispetto al contesto più generale dell'Ecoregione Temperata.

Le potenzialità del territorio in termini vegetazionali sono molto variegata grazie agli estesi gradienti altitudinali e latitudinali nonché alla significativa compenetrazione tra le regioni climatiche Temperata e Mediterranea che caratterizzano l'Ecoregione. La potenzialità prevalente è comunque per i querceti caducifogli a cerro e/o roverella (*Quercus cerris* e/o *Q. pubescens*), tipici dei settori collinari, pedemontani e montani meridionali, localmente arricchiti dalla presenza del farnetto (*Quercus frainetto*) e con presenza di quercia virgiliana (*Quercus virgiliana*) nella estesa fascia di contatto con l'Ecoregione Tirrenica. Più elevate in quota, si succedono le potenzialità per i boschi misti a carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) e quindi per i boschi di faggio (*Fagus sylvatica*).

Gli ecosistemi attualmente presenti sono relativamente numerosi e diversificati in funzione delle diverse potenzialità territoriali e dei diversi usi del suolo. In totale, 14 dei 22 ecosistemi a distribuzione appenninica sono riconducibili a diverse tipologie di tappa matura, per una copertura complessiva che supera il 36%. Altre 6 tipologie sono riconducibili a tappe di sostituzione, includenti castagneti, arbusteti e praterie prevalentemente distribuiti nei settori montani e collinari con una copertura complessiva che supera il 14%. Le rimanenti tipologie sono rappresentate dagli ecosistemi forestali a dominanza di specie alloctone, che si mantengono al di sotto dello 0,5% dell'Ecoregione. Nell'Ecoregione appenninica sono segnalati 73 habitat di interesse comunitario di cui 19 prioritari, variamente associati agli ecosistemi presenti. Rispetto al contesto nazionale, 6 di questi habitat, di cui ben 4 prioritari, sono molto caratteristici dell'Ecoregione in oggetto. Non si evidenziano in questa ecoregione habitat esclusivi. Nonostante ciò, sono molto tipici due habitat di faggeta (9210 e 9220) e uno di prateria pascolata (6210). Quest'ultimo è legato all'uso dell'uomo, in particolare al pascolo montano, una pratica zootecnica tradizionale che in molte aree dell'Appennino è però scomparsa o molto diminuita negli ultimi decenni. Ciò da una parte ha favorito le comunità vegetali arbustive e forestali, ma dall'altra ha messo a rischio la conservazione di quella biodiversità che, nel corso dei secoli passati, si era adattata alle praterie (in particolare numerose specie animali).

Il contingente floristico risulta fortemente influenzato dalla presenza di specie orientali (anche legnose, tra cui *Quercus cerris*, *Cercis siliquastrum*) con significative presenze di specie centro-europee. In particolare, i settori più settentrionali ospitano elementi floristici centro-europei al loro limite meridionale di distribuzione, tra cui *Euphrasia alpina* e *Luzula spicata*, elementi floristici orientali, tra cui *Ptilostemon strictus* e *Sesleria juncifolia*, ed elementi endemici centro-meridionali tra cui *Teucrium siculum* e *Echinops ritro* subsp. *siculum*. Al centro-sud invece, il contingente floristico è determinato dalla presenza di elementi floristici meridionali e orientali, quali *Sorbus chamaemespilus*, *Rosa pendulina* e *Lonicera alpigena*, con sporadiche presenze di elementi centro-europei (*Dryas octopetala*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Monese uniflora*). Delle 30 specie vegetali di interesse comunitario presenti, 8 piante vascolari sono esclusive dell'Ecoregione (*Adonis distorta*, *Androsace mathildae*, *Astragalus aquilanus*, *Athamanta cortiana*, *Iris marsica*, *Serratula lycopifolia*, *Primula apennina*, *Trichomanes speciosum*).

Tra le specie animali iconiche di questa Ecoregione, possono essere ricordati i mammiferi endemici, come *Ursus arctos marsicanus* (orso marsicano) e *Rupicapra pyrenaica ornata* (camoscio appenninico), accompagnati dalla presenza del sempre più diffuso *Canis lupus* (lupo).

Flora e fauna alloctone

Tra le piante vascolari invasive più rilevanti per l'Ecoregione si segnala *Robinia pseudoacacia*, diffusa spontaneamente in ambienti mesofili caratterizzati da un degrado della copertura forestale e con impatti negativa sulla ripresa delle specie legnose autoctone. L'Ecoregione Appenninica risulta mediamente impattata dalle specie esotiche, sia per quanto riguarda una serie di elementi acquatici meglio adattati, che colonizzano ampiamente i principali bassi corsi fluviali e i sistemi umidi marginali, sia per molti elementi che colonizzano prevalentemente le aree urbane di bassa e media quota, gli ecosistemi agricoli e le aree incolte o seminaturali. Questa situazione di

rischio non elevato è anche in questo caso essenzialmente dovuta all'origine della maggior parte delle specie aliene di più o meno recente introduzione antropica, da individuare soprattutto in aree tropicali o subtropicali, o in regioni a clima temperato caldo e umido. La maggioranza di queste specie trova quindi qualche difficoltà di insediamento nell'area Appenninica, almeno nei suoi settori con quote più elevate, legate a vincoli e fattori limitanti di tolleranza ecologica a regimi climatici invernali comunque abbastanza rigidi. Inoltre, l'assenza di aree portuali che consenta la potenziale diretta penetrazione di alieni attraverso i commerci internazionali di derrate o di legnami, certamente contribuisce a ridurre fortemente l'impatto delle specie esotiche nell'Ecoregione. Tra i vertebrati, troviamo una larga diffusione di *Myocastor coypus* (nutria), di origine neotropicale, soprattutto alle quote più basse e una presenza ancora marginale e nascosta di *Neovison vison* (visone americano) lungo il bacino del Tevere. Tra gli invertebrati, è assai diffuso il dannosissimo *Procambarus clarkii* (gambero rosso della Louisiana), invasivo negli ecosistemi naturali e seminaturali delle acque correnti, insieme con un importante numero di altri osteitti alloctoni la cui presenza nell'Ecoregione e nel resto dell'Italia continentale e peninsulare è legata a introduzioni da altri paesi europei motivate soltanto dalle esigenze della pesca sportiva. Gli insetti alloctoni presenti nell'Ecoregione sono comunque alcune centinaia, soprattutto quelli originari di aree temperate della Regione Neartica o della porzione orientale della Regione Palearctica.

Uso e copertura del territorio

Il territorio ecoregionale presenta un peculiare equilibrio tra la copertura delle aree naturali e seminaturali (50%, a prevalenza di zone boscate 39%) e quella delle aree agricole (47%, a prevalenza di seminativi e zone agricole eterogenee). Le superfici artificiali costituiscono meno del 3%, con la proporzione più bassa a livello nazionale.

5.3.1.2 Vegetazione e flora della Città di Firenze

Dallo stralcio della figura seguente (0002.00.AMB.N5.IM0000.008, Carta della vegetazione) è possibile osservare che l'intervento di progetto ricade in un'area definita come *centri abitati ed infrastrutture viarie e ferroviarie*. In generale, l'area circostante risulta essere interessata prevalentemente da parchi, giardini ed aree verdi essendo l'intervento situato nel centro urbano di Firenze.



Figura 5-13. Stralcio carta della vegetazione (Fonte: ISPRA)

Verde urbano

La Città di Firenze ha una superficie totale di kmq 102,41. I dati che ogni anno vengono comunicati a ISTAT evidenziano una consistenza del verde urbano a disposizione della cittadinanza di mq 8.026.673 al 31.12.2018, che comprende i giardini, i parchi, il verde sportivo e quello scolastico, nonché le aree verdi gestite da Soprintendenza, Regione, Città Metropolitana ecc.

Il Comune di Firenze possiede un grande patrimonio arboreo: all'interno delle aree verdi pubbliche (parchi, giardini, strade, viali, ecc.) sono infatti stati censiti oltre 80.000 siti riferibili ad alberi. Si tratta di un patrimonio numericamente importante e anche interessante da un punto di vista qualitativo, dato che le specie sono circa 250. Le 15 specie principali, che da sole rappresentano il 70% del patrimonio arboreo, sono tigli, cipressi, bagolari, lecci e platani.

A Firenze sono presenti alberi che hanno raggiunto una età secolare e delle dimensioni tali da farli considerare dei veri e propri monumenti naturali.

Nel 1982 il Corpo Forestale dello Stato ha realizzato un censimento nel quale sono stati elencati gli alberi monumentali; la Regione Toscana poi, con la legge n.60 del 2008, ha definito come monumentali e di alto pregio naturalistico e storico 12 alberature all'interno del territorio del Comune di Firenze, di cui 4 all'interno dell'Orto Botanico, una all'interno del Parco di Gamberaia, una all'interno del Parco Villa La Petraia e 6 all'interno di aree verdi del Comune:

- Cedrus libani, parco di Villa Favard. Via di Rocca Tedalda/via Aretina
Altezza 24 m / Circonferenza 580 cm
- Quercus robur, Mantignano. Altezza 20 m / Circonferenza 280 cm
- Quercus pedunculata, Cascine Ippodromo delle Mulina
Altezza 30 m / Circonferenza 450 cm
- Jubaea chilensis, parco della villa di Rusciano, via Fortini
Altezza 15 m / Circonferenza 350 cm
- Gleditzia triacanthos, viale Righi/via Lungo l'Affrico
Altezza 23 m / Circonferenza 540 cm
- Ulmus minor, piazza Vittorio Veneto
Altezza 23 m / Circonferenza 310 cm

Parchi e giardini

Tra i parchi più importanti di Firenze posti in prossimità dell'intervento oggetto di studio vi sono:

Parco delle Cascine - Situato a pochi passi dal centro ed è il più ampio parco pubblico del Comune di Firenze con una superficie di oltre 130 ettari che corre parallela al fiume Arno. Ricchissimo è il patrimonio arboreo del Parco, con oltre 19 mila esemplari. Alberi di grande effetto si ammirano nel piazzale Vittorio Veneto (cedri dell'Atlante), nel piazzale delle Cascine (pini domestici, platani e uno spettacolare Ginkgo Bilboa), sul margine dell'Arno (pioppi bianchi) e del prato del Quercione (platani, lecci), nel giardino della Catena (ippocastani e cedri).

Molteplici sono le specie di volatili che abitano il Parco: oltre ai più comuni (passeri, rondoni, capinere, storni, merli, pettirossi, pappagalli, ecc.) si possono vedere anche aironi cinerini e garzette.

Parco San Donato - Area verde di circa otto ettari nata a seguito della riqualificazione ambientale e urbanistica dell'area dismessa "Fiat Auto" di Novoli. La struttura del parco, caratterizzata dall'impianto di nuovi elementi arborei e arbustivi, nonché dalla presenza di vaste zone coperte a prato e specchi di acqua, è stata studiata al fine di definire un contributo alla mitigazione del microclima estivo, alla riduzione della velocità dei venti, al miglioramento della qualità dell'aria e al deflusso di acque meteoriche.

Villa Fabbricotti - Il parco si sviluppa lungo l'asse longitudinale che collega il piazzale di ingresso su via Vittorio Emanuele II e la cima del pendio dominato dalla villa Fabbricotti, mediante l'alternanza di rampe gradonate e terrazzamenti, al termine dei quali si sviluppa l'ampio giardino pianeggiante con copertura a prato che circonda la villa.

Le prime anse del viale e i lati dei terrazzamenti sono caratterizzati dalla presenza di masse di vegetazione arborea che nel proseguo si diradano a vantaggio di singole alberature, palme e scorci paesistici. La consistenza botanica del parco è variegata e caratterizzata dalla presenza di diverse specie, tra cui ippocastano, palma nana, cedri, albero di Giuda, ecc.

Bobolino - Il parco del Bobolino è composto da tre giardini realizzati nei parterre delle anse del viale Machiavelli, nella porzione che risale fino a piazzale Galileo. Il giardino di valle è caratterizzato dalla prevalenza di tappeti erbosi e percorsi di ghiaia, in cui si inseriscono alberature per lo più puntuali, un'ampia aiuola ellissoidale con bordura

verde e una vasca in roccaglia. Nel giardino immediatamente successivo, quello centrale, si sviluppa non solo il tema architettonico già presente nel giardino di valle, mediante l'inserimento di una grande vasca circolare con zampilli d'acqua, di sedute integrate nelle aiuole, e di una grotta ma anche quello vegetale grazie alla presenza di numerosi alberi appartenenti a specie diverse, segno del collezionismo botanico in voga all'epoca, tra cui spicca il "Cedro dell'incenso" situato sul lato sinistro dell'aiuola centrale. Il terzo giardino, quello più prossimo a piazzale Galileo, riprende il tema vegetale iniziale.

Aree naturali protette

ANPIL Terzolle – È un'area di quasi 2000 ettari intorno al torrente Terzolle. Per una sua descrizione si rimanda al paragrafo 1.4.4.1 "descrizione naturalistica del Torrente Terzolle".

ANPIL Mensola - L'Area Naturale Protetta prende il nome dal torrente Mensola, che nasce dalla confluenza dei fossi di Bucine e Valonica e raccoglie più a valle, a Ponte a Mensola, le acque del Fosso di Camposanto. L'area si contraddistingue per le origini storiche, le bellezze ambientali, splendidamente conservate grazie anche all'antica tradizione imprenditoriale agricola del territorio e per la storia e l'arte che la identificano e caratterizzano.

La valle inizia a nord, dal Monte Ceceri nel comune di Fiesole, e raggiunge a sud l'Arno, nel comune di Firenze; a est troviamo il borgo di Settignano, centro abitato di origine etrusco-romana.

All'interno dell'Area Naturale sono compresi i tre nuclei abitati di Maiano, Corbignano e Ponte a Mensola; sulle colline circostanti dominano il paesaggio antiche ville, abbellite da parchi e giardini, e chiese di origine altrettanto antica. Il territorio esprime con forza la vocazione agricola ed è viva testimonianza di mestieri e arti oggi quasi scomparsi.

A nord prevale il paesaggio delle colline, con i versanti rivestiti di boschi, intercalati a terreni coltivati, per lo più oliveti, che nell'insieme conferiscono un particolare e suggestivo aspetto al panorama che si apre sulla pianura sottostante e su Firenze, chiaramente identificata dalla presenza dei suoi monumenti.

Sempre in questa parte, al confine con l'Area Naturale Protetta di Monte Ceceri, si distingue la presenza delle Cave di Maiano, un tempo utilizzate per l'estrazione della pietra serena, materiale impiegato nel corso dei secoli per gli edifici di Firenze e dintorni. A valle prevalgono i campi coltivati a seminativo, lambiti dal corso del Mensola, mentre la presenza dell'olivo si fa più rada.

È possibile osservare di notte cinghiali, caprioli, lepri, istrici, uccelli rapaci e il picchio verde, animali la cui presenza è favorita da assetti agricoli con basso impatto ambientale, per l'indirizzo biologico delle colture.

5.3.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Prima di entrare nel merito della valutazione in esame, si ritiene necessario condurre alcune precisazioni in merito all'effetto oggetto della presente analisi.

L'effetto in esame consiste nella sottrazione di habitat e biocenosi, ossia nella perdita di specie vegetali e di lembi di habitat, nonché – conseguentemente – di possibili siti di nidificazione, riposo, alimentazione, ecc. per la fauna locale, ed è determinato dalle operazioni di taglio ed eradicazione della vegetazione, che si rendono necessarie ai fini dell'approntamento delle aree di cantiere fisso e delle aree di lavoro.

In tal senso, l'azione di progetto all'origine dell'effetto in esame è rappresentata dall'approntamento delle aree di cantiere fisso/aree di lavoro e, come tale, detta azione è ascrivibile alla fase di cantierizzazione. Data la tipologia di intervento che non prevede una occupazione "fisica" estesa, le aree di lavoro per la realizzazione delle banchine e dei sottopassi saranno comunque limitate all'interno del sedime ferroviario esistente e per una limitata parte al sedime stradale.

Chiarito l'approccio metodologico assunto ai fini della presente analisi, entrando nel merito delle aree di cantiere, come si rileva dallo stralcio seguente, queste ricadono principalmente su superfici artificiali.



Figura 5-14. Sovrapposizione del tracciato su tematismi della Carta dell'Uso del Suolo Corine Land Cover

A valle delle precedenti considerazioni, sulla base della sovrapposizione delle aree di cantiere con i tematismi della Carta dell'uso del suolo, si stima che l'effetto in esame nel suo insieme possa essere considerato trascurabile.

Riguardo al disturbo sulla fauna presente non si ritiene che possano esserci significativi impatti dovuti al disturbo acustico generato dalla fase di cantiere, per via del fatto che, sebbene l'emissione dovuta alle lavorazioni possa essere considerato come un rumore di tipo continuo, perlomeno nelle ore diurne, l'intervento si trova in area urbanizzata e che sarà difatti considerato di durata limitata alla fase di cantiere e dunque, con un effetto reversibile nel tempo.

Per quanto riguarda l'emissione in atmosfera, in fase di cantiere non si prevedono impatti negativi sulle zoocenosi e sulle biocenosi in considerazione della tipologia e localizzazione dei lavori ed in considerazione delle misure di mitigazione alle quali si rimanda per maggiori dettagli.

A seguito dell'adozione delle necessarie azioni di mitigazione anche i rischi di abbattimento della fauna possono giudicarsi bassi e non significativi.

In conclusione, considerando che nella fase di cantiere sarà occupata prevalentemente superficie artificiale, non si ritiene l'impatto sulla componente particolarmente critico. In riferimento ai criteri riportati nel capitolo 1.2.3 il **livello di significatività è "B"**.

5.3.3 Misure di prevenzione e mitigazione

Lo studio delle mitigazioni dell'impatto dei cantieri sulle componenti naturalistiche è rivolto sia a contenere il fenomeno dell'alterazione della qualità visiva indotto dall'impianto dei cantieri sia il danno o l'alterazione alle componenti naturalistiche.

Al termine dei lavori le aree di cantiere che non saranno sede di opere civili saranno oggetto di interventi di ripristino della situazione ante – operam.

All'avvio dei lavori saranno previste operazioni di scotico delle superfici interessate dagli interventi di progetto, che comportano l'asportazione della superficie del suolo; i materiali non saranno riutilizzati al termine dei lavori per il ripristino finale, ma saranno inviati ad impianto di recupero/smaltimento come indicato al par. 6.5.

Per quanto riguarda il disturbo generato dalle polveri e dal rumore si rimanda alle misure di mitigazione descritte nei rispettivi paragrafi.

Al fine di contenere o evitare la diffusione di specie alloctone durante le fasi di cantiere, particolarmente soggette a questo rischio a causa della movimentazione di suolo nudo e materiali litoidi in generale e del transito di mezzi pesanti, dovranno essere messe in atto le seguenti buone pratiche:

- evitare il trasporto in loco di terreno o materiali litoidi provenienti da aree esterne potenzialmente contaminate da specie invasive, senza previa verifica dei siti da parte di uno specialista botanico;
- limitare al minimo indispensabile la presenza di cumuli di terreno scoperto;
- effettuare interventi di rimozione delle specie alloctone eventualmente rilevate, incluso l'apparato radicale;
- procedere ad un inerbimento il più rapido possibile delle aree una volta conclusa la fase di cantiere, utilizzando specie autoctone ed ecologicamente idonee al sito di intervento.

Per quanto riguarda il disturbo generato dalle polveri e dal rumore si rimanda alle misure di mitigazione descritte nei rispettivi paragrafi.

5.4 MATERIE PRIME

Nel presente capitolo è inserito il quadro generale relativo al quantitativo dei materiali prodotti dalle lavorazioni previste e al fabbisogno di materie prime necessario per la realizzazione delle opere.

5.4.1 Stima dei fabbisogni

Il bilancio del fabbisogno stimato di progetto, per quanto riguarda il materiale da approvvigionare all'esterno del cantiere, nell'ambito dell'appalto, è riportato di seguito:

- Cls: 16.034,68 mc;
- Bitumi: 334 mc;
- Riempimenti: 14.765 mc;
- Acciaio Armature: 2.522.140,26 kg
- Carpenteria metallica: 407.063,97 kg
- Rivestimenti: 10.638 mq.

5.4.2 Gestione dei materiali di fornitura

Premesso che il periodo di deposito in cantiere del materiale di fornitura sarà limitato nel tempo, ovvero che lo stesso sarà impiegato nell'immediato, è comunque previsto l'impiego di un telo di protezione del terreno d'appoggio.

5.4.3 Le aree estrattive

Gli impianti di seguito riportati sono stati selezionati in ragione dell'adeguatezza dei materiali estratti rispetto alle caratteristiche richieste dal progetto, della distanza intercorrente con l'area di intervento, nonché della dotazione di titoli autorizzativi in termini di validità.

Sarà comunque onere dell'Appaltatore qualificare in fase di esecuzione gli impianti di approvvigionamento, verificandone disponibilità ed attività, e integrare eventualmente l'elenco di cui sotto.

La seguente tabella riporta l'elenco delle cave attive individuate in prossimità delle aree di intervento.

Tabella 5 -7. Siti di approvvigionamento inerti

Approvvigionamento inerti				
Codice*	Denominazione	Comune	PROV.	Distanza media (km)
C1	Vangi Inerti Srl	Calenzano	FI	13
C2	Varvarito Lavori	Prato	PO	20

Tabella 5 -8. Siti approvvigionamento calcestruzzo

Approvvigionamento cls				
Codice*	Denominazione	Comune	PROV.	Distanza media (km)
C3	Colabeton	Firenze	FI	0,5

5.4.4 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

In considerazione delle esigue quantità di materiali necessari per la realizzazione delle opere, e della disponibilità dei soggetti presenti sul territorio di riferimento a fornire i quantitativi di materie prime per soddisfare i fabbisogni dei progetti, non si individuano particolari criticità.

Dalle considerazioni fatte in precedenza, la significatività dell'effetto sull'aspetto in esame può essere considerata trascurabile.

Pertanto, in riferimento ai criteri riportati nel capitolo 1.2.3 il **livello di significatività è "B"**.

6 EMISSIONE E PRODUZIONE

6.1 DATI DI BASE

6.1.1 Ricettori

I ricettori sono stati individuati sulla base di un'analisi del territorio e degli studi ambientali svolti per il progetto in esame.

L'intervento di accessibilità alla nuova Stazio Belfiore AV e nuovo collegamento Belfiore - Firenze SMN si sviluppa all'interno del territorio fiorentino.

Nell'area di studio si delinea principalmente la seguente macroarea, distinguibile principalmente in base alla distribuzione dei ricettori presenti:

- Area urbana di Firenze. I ricettori qui presenti sono edifici a destinazione residenziale a più piani, che si sviluppano lungo la viabilità principale e lungo le viabilità secondarie, seguendo una maglia poco regolare ed omogenea.



Figura 6-1. Individuazione delle aree urbane e tipologia di ricettore

6.1.2 Identificazione delle aree di cantiere e degli scenari di simulazione

Si riportano alle pagine successive i risultati delle simulazioni acustiche per ogni singolo scenario, effettuate secondo i criteri descritti nei paragrafi precedenti. Tali risultati si riferiscono alle condizioni di emissione maggiormente penalizzanti in termini di impegno delle sorgenti ed avvicinamento ai ricettori; questa situazione costituisce di fatto

un caso limite che si verificherà in periodi estremamente circoscritti, mentre per la maggior parte della durata delle attività di cantiere i livelli saranno più contenuti.

I risultati proposti nelle mappature, riferiti alla situazione estrema di cui sopra, mostrano in alcuni casi livelli acustici consistenti in facciata in virtù dell'entità delle lavorazioni svolte, come sarà di volta in volta segnalato nei commenti dedicati ai singoli scenari.

Al fine di contenere l'impatto ambientale (in termini non solo di emissioni acustiche, ma anche di impatto paesaggistico e di contenimento delle emissioni polverulente) nelle aree di cantiere si è pertanto proceduto a definire opere di mitigazione di tipo schermante (barriere antirumore).

Le caratteristiche di tali elementi, i criteri utilizzati per stabilire il posizionamento nonché i risultati della modellazione in presenza degli stessi saranno mostrati nei paragrafi successivi.

Tutte le lavorazioni risultano collocate all'interno dell'area urbana di Firenze, interamente localizzata in classe acustica IV, la quale prevede limiti di immissione 65 dB(A) per il periodo diurno e pari a 55 dB(A) per il periodo notturno.

Relativamente alle emissioni acustiche e vibrazionali sono stati presi in considerazione dei cantieri tipologici volti alla caratterizzazione delle WBS che determinano le lavorazioni più impattanti, le WBS prese in considerazione sono le seguenti:

Tabella 6-1. Attività considerate durante le simulazioni acustiche e vibrazionali

Scenario	Sottofase
01	Sottofase 1.1
02	Sottofase 2.1
03	Sottofase 2.6
04	Sottofase 3.2
05	Sottofase 4.1
06	Sottofase 5.1
07	Sottofase 2.2 (periodo notturno)
08	Sottofase 2.3 (periodo notturno)
09	Sottofase 4.2 (periodo notturno)

6.1.3 Quantità, tipologia e frequenza dei macchinari

Per le analisi acustiche, atmosferiche e vibrazionali nelle tabelle seguenti sono illustrati i dati identificativi, ai fini della caratterizzazione delle componenti, di ciascuna tipologia di cantiere considerate, comprendenti il tipo e il numero di mezzi operativi utilizzati all'interno dell'area di cantiere oggetto di simulazione.

Poiché la definizione del numero di macchinari non è in questa fase un dato certo si è operato in maniera quanto più realistica nel ricostruire i vari scenari, con ipotesi adeguatamente cautelative e pertanto a favore di sicurezza.

Per quanto riguarda il numero e la tipologia di mezzi di cantiere utilizzati all'interno delle aree di lavorazione, si rimanda alla consultazione del par. 6.2.3.3.

6.2 CLIMA ACUSTICO

6.2.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

6.2.1.1 Inquadramento normativo

Ai fini dell'inquadramento del clima acustico dell'ambito interessato dagli interventi, si evidenzia che il regolamento Comunale disciplina le competenze in materia di inquinamento acustico, come esplicitamente indicato alla lettera e), comma 1, art. 6 della Legge n. 447/1995.

Pertanto, si attribuisce, alle diverse aree del territorio comunale, la classe acustica di appartenenza in riferimento alla classificazione introdotta dal DPCM 1 Marzo 1991 e confermate nella Tab. A del DPCM 14 Novembre 1997 "Determinazione dei valori limiti delle sorgenti sonore".

Tabella 6-2. Descrizione delle classi acustiche (DPCM 14/11/1997)

Classe	Aree
I	Aree particolarmente protette: rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione; aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc
II	Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali.
III	Aree di tipo misto: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.
IV	Aree di intensa attività umana: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali; le aree con limitata presenza di piccole industrie.
V	Aree prevalentemente industriali: rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
VI	Aree esclusivamente industriali: rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

In relazione alla sopra descritte Classi di destinazione d'uso del territorio, il DPCM 14/11/1997 fissa, in particolare, i seguenti valori limite:

- i valori limiti di emissione – valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa;
- i valori limiti assoluti di immissione – valore massimo di rumore, determinato con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale, che può essere immesso dall'insieme delle sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno misurato in prossimità dei ricettori.

Tabella 6-3. Valori limite di emissione – Leq in dBA

Classi di destinazione d'uso del territorio	tempi di riferimento	
	diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	45	35
II aree prevalentemente residenziali	50	40
III aree di tipo misto	55	45
IV aree di intensa attività umana	60	50
V aree prevalentemente industriali	65	55
VI aree esclusivamente industriali	65	65

Tabella 6 4. Valori limite assoluti di immissione- Leq in dBA

Classi di destinazione d'uso del territorio	tempi di riferimento	
	diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	50	40
II aree prevalentemente residenziali	55	45
III aree di tipo misto	60	50
IV aree di intensa attività umana	65	55
V aree prevalentemente industriali	70	60
VI aree esclusivamente industriali	70	70

I limiti sopra indicati vengono presi in considerazione per la valutazione dell'impatto acustico nei confronti dell'ambiente circostante l'area di intervento, fermo restando che per le aree di pertinenza ferroviaria valgono i limiti stabiliti dal D.P.R. 459/98 riportati nella seguente tabella.

Tabella 6-5. Valori limite assoluti di immissione previsti dal DPR 459/98

		VALORI LIMITE ASSOLUTI DI IMMISSIONE (dB(A))	
		Periodo diurno (6÷22)	Periodo notturno (22÷6)
Velocità di progetto non superiore a 200 km/h	scuole, ospedali, case di cura e case di riposo	50	40 (non si applica alle scuole)
	Fascia A (come definita alla lettera a del punto 1.3.1.1 delle presenti N.d.A.)	70	60
	Fascia B (come definita alla lettera a del punto 1.3.1.1 delle presenti N.d.A.)	65	55
Velocità di progetto superiore a 200 km/h	scuole, ospedali, case di cura e case di riposo	50	40 (non si applica alle scuole)
	Fascia (come definita alla lettera b del punto 1.3.1.1 delle N.d.A.)	65	55

Con riferimento agli aspetti acustici che verranno trattati nei successivi paragrafi, il contesto ambientale e territoriale è descritto dal Piano Comunale di Classificazione Acustica (PCCA) di Firenze.

Nella successiva tabella si riporta lo stato della pianificazione acustica in riferimento al presente studio.

Tabella 6-6. Stato della pianificazione acustica nei Comuni di localizzazione delle aree di intervento

ID	Tipologia cantiere	Comune	PCCA
QS	Area intervento Quota Strada	Firenze	Approvazione del PCCA tramite Deliberazione del C.C. n.11 del 23/02/2005.
QF	Area intervento Quota Ferro	Firenze	

6.2.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

6.2.2.1 Descrizione degli impatti potenziali

6.2.2.1.1 Caratteristiche fisiche del rumore

Il rumore è un fenomeno fisico, definibile come un'onda di pressione che si propaga attraverso un gas. Nell'aria le onde sonore sono generate da variazioni della pressione sonora sopra e sotto il valore statico della pressione atmosferica, e proprio la pressione diventa quindi una grandezza fondamentale per la descrizione di un suono.

La gamma di pressioni è però così ampia da suggerire l'impiego di una grandezza proporzionale al logaritmo della pressione sonora, in quanto solamente una scala logaritmica è in grado di comprendere l'intera gamma delle pressioni.

In acustica, quando si parla di livello di una grandezza, si fa riferimento al logaritmo del rapporto tra questa grandezza ed una di riferimento dello stesso tipo.

Al termine livello è collegata non solo l'utilizzazione di una scala logaritmica, ma anche l'unità di misura, che viene espressa in decibel (dB). Tale unità di misura indica la relazione esistente tra due quantità proporzionali alla potenza.

Si definisce, quindi, come livello di pressione sonora, corrispondente ad una pressione p , la seguente espressione:

$$L_p = 10 \log (P/p_0)^2 \text{ dB} = 20 \log (P/p_0) \text{ dB}$$

dove p_0 indica la pressione di riferimento, che nel caso di trasmissione attraverso l'aria è di 20 micro-pascal, mentre P rappresenta il valore RMS della pressione.

I valori fisici riferibili al livello di pressione sonora non sono, però, sufficienti a definire l'entità della sensazione acustica. Non esiste, infatti, una relazione lineare tra il parametro fisico e la risposta dell'orecchio umano (sensazione uditiva), che varia in funzione della frequenza.

A tale scopo, viene introdotta una grandezza che prende il nome di intensità soggettiva, che non risulta soggetta a misura fisica diretta e che dipende dalla correlazione tra livello di pressione e composizione spettrale.

I giudizi di eguale intensità a vari livelli e frequenze hanno dato luogo alle curve di iso-rumore, i cui punti rappresentano i livelli di pressione sonora giudicati egualmente rumorose da un campione di persone esaminate.

Dall'interpretazione delle curve iso-rumore deriva l'introduzione di curve di ponderazione, che tengono conto della diversa sensibilità dell'orecchio umano alle diverse frequenze; tra queste, la curva di ponderazione A è quella che viene riconosciuta come la più efficace nella valutazione del disturbo, in quanto è quella che si avvicina maggiormente alla risposta della membrana auricolare.

In acustica, per ricordare la curva di peso utilizzata, è in uso indicarla tra parentesi nell'unità di misura adottata, che comunque rimane sempre il decibel, vale a dire dB(A).

Allo scopo di caratterizzare il fenomeno acustico, vengono utilizzati diversi criteri di misurazione, basati sia sull'analisi statistica dell'evento sonoro, che sulla quantificazione del suo contenuto energetico nell'intervallo di tempo considerato.

Il livello sonoro che caratterizza nel modo migliore la valutazione del disturbo indotto dal rumore è rappresentato dal livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A, Leq , definito dalla relazione analitica:

$$Leq = 10 \cdot \text{Log} \left[\frac{1}{T} \int_0^T (p(t) / p_0)^2 dt \right]$$

essendo:

$p(t)$ = valore istantaneo della pressione sonora secondo la curva A;

p_0 = valore della pressione sonora di riferimento, assunta uguale a 20 micro-pascal in condizioni standard;

T = intervallo di tempo di integrazione.

Il Leq costituisce la base del criterio di valutazione proposto sia dalla normativa italiana che dalla raccomandazione internazionale I.S.O. n. 1996 sui disturbi arrecati alle popolazioni, ed inoltre viene adottato anche dalle normative degli altri paesi.

Il livello equivalente continuo costituisce un indice dell'effetto globale di disturbo dovuto ad una sequenza di rumore compresa entro un dato intervallo di tempo; esso corrisponde cioè al livello di rumore continuo e costante che nell'intervallo di tempo di riferimento possiede lo stesso "livello energetico medio" del rumore originario.

Il criterio del contenuto energetico medio è basato sull'individuazione di un indice globale, rappresentativo dell'effetto sull'organo uditivo di una sequenza di rumori entro un determinato intervallo di tempo; esso in sostanza commisura, anziché i valori istantanei del fenomeno acustico, l'energia totale in un certo intervallo di tempo.

Il Leq non consente di caratterizzare le sorgenti di rumore, in quanto rappresenta solamente un indicatore di riferimento; pertanto, per meglio valutare i fenomeni acustici è possibile considerare i livelli percentili, i livelli massimo e minimo, il SEL.

I livelli percentili (L1, L5, L10, L33, L50, L90, L95, L99) rappresentano i livelli che sono stati superati per una certa percentuale di tempo durante il periodo di misura:

- l'indice percentile L1 connota gli eventi di rumore ad alto contenuto energetico (livelli di picco);
- l'indice percentile L10 è utilizzato nella definizione dell'indicatore "clima acustico", che rappresenta la variabilità degli eventi di rumore rilevati;
- l'indice L50 è utilizzabile come indice di valutazione del flusso autoveicolare;
- l'indice percentile L95 è rappresentativo del rumore di fondo dell'area;
- il livello massimo (Lmax), connota gli eventi di rumore a massimo contenuto energetico;
- il livello minimo (Lmin), consente di valutare l'entità del rumore di fondo ambientale;
- il SEL rappresenta il livello sonoro di esposizione ad un singolo evento sonoro.

6.2.2.1.2 Cenni sulla propagazione

Nella propagazione del suono avvengono più fenomeni che contemporaneamente provocano l'abbassamento del livello di pressione sonora e la modifica dello spettro in frequenza.

Principale responsabile dell'abbassamento del livello di pressione sonora è la divergenza del campo acustico, che porta in campo libero (propagazione sferica) ad una riduzione di un fattore quattro dell'intensità sonora (energia per secondo per unità di area) per ogni raddoppio della distanza. Di minore importanza, ma capace di grandi effetti su grandi distanze, è l'assorbimento dovuto all'aria, che dipende però fortemente dalla frequenza e dalle condizioni meteorologiche (principalmente dalla temperatura e dall'umidità).

Vi sono poi da considerare l'assorbimento da parte del terreno, differente a seconda della morfologia (suolo, copertura vegetativa e altimetria) dell'area in analisi, inoltre l'effetto dei gradienti di temperatura, della velocità del vento ed effetti schermanti vari causati da strutture naturali e create dall'uomo.

La differente attenuazione delle varie frequenze costituenti il rumore da parte dei fattori citati e la contemporanea tendenza all'equipartizione dell'energia sonora tra le stesse portano ad una modifica dello spettro sonoro "continua" all'aumentare della distanza da una sorgente, specialmente se questa è complessa ed estesa come una struttura stradale o ferroviaria.

6.2.2.1.3 Influenza dell'orografia sulla propagazione sonora

La presenza di ostacoli modifica la propagazione teorica delle onde sonore generando sia un effetto di schermo e riflessione, sia un effetto di diffrazione, ovvero di instaurazione di una sorgente secondaria. Quindi, come è nell'esperienza di tutti, colli o, in alcuni casi, semplici dossi o trincee sono in grado di limitare sensibilmente la propagazione del rumore, o comunque di variarne le caratteristiche. Tale attenuazione aumenta al crescere della dimensione dell'ostacolo e del rapporto tra dimensione dell'ostacolo e la distanza di questo dal ricevitore; in particolare le metodologie di analisi più diffuse utilizzano il cosiddetto "numero di Fresnel" che prende in considerazione parametri come la lunghezza d'onda del suono e la differenza del cammino percorso dall'onda sonora in presenza o meno dell'ostacolo.

Infine, si segnala tra gli altri, il fenomeno della concentrazione dell'energia sonora che può essere determinato da riflessioni multiple su ostacoli poco fonoassorbenti. Tipicamente tale fenomeno può creare un effetto di amplificazione con le sorgenti poste nelle gole.

6.2.3 Metodologia per la valutazione dell'impatto acustico mediante il modello di simulazione SoundPlan

La determinazione dei livelli di rumore indotti è stata effettuata con l'ausilio del modello previsionale di calcolo SoundPLAN 8.2 della soc. Braunstein + BerntGmbH.

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

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

Per quanto riguarda i cantieri per la realizzazione delle opere e dei manufatti in progetto, non essendo al momento possibile determinare le caratteristiche di dettaglio dei macchinari di cantiere, con le relative fasi di utilizzo (queste dipenderanno infatti dall'organizzazione propria dell'appaltatore), sono state eseguite le simulazioni ipotizzando quantità e tipologie di sorgenti standard.

Per il calcolo del rumore emesso durante la realizzazione delle opere in progetto sono state valutate le relative fasi di lavoro, individuando quella più rumorosa; per tale fase sono state individuate le sorgenti sonore attive con i relativi livelli di potenza sonora, ed inserite nel modello di simulazione SoundPLAN in cantieri tipo, per i quali sono state effettuate simulazioni per consentire la determinazione dell'impatto acustico provocato nell'intorno delle stesse.

I dati di input funzionali alla definizione del modello di simulazione derivano dall'analisi congiunta dei seguenti elaborati:

- Relazione di cantierizzazione;
- Programma dei lavori;
- Tavole di progetto (comprendenti tracciati planimetrici, profili altimetrici ed elaborati di cantierizzazione);

Per la realizzazione del modello sono poi stati utilizzate informazioni derivanti da:

- cartografia numerica digitale 3D ed ortofoto geo riferite dell'area di studio;
- livelli di pressione sonora o dati di targa delle sorgenti inserite.

L'analisi congiunta dei seguenti dati di input ha permesso di giungere alla definizione dello scenario maggiormente critico. Ovvero quello che prevede:

- Contemporaneità delle lavorazioni
- Massima vicinanza ricettori
- Maggiore presenza di macchinari e mezzi d'opera.

Sulla scorta del materiale disponibile si è proceduto all'inserimento nel software dei seguenti elementi:

- modello digitale del terreno (DGM Digital Ground Model) ottenuto sulla base di punti di elevazione provenienti dal rilievo plano-altimetrico, che descrive con sufficiente accuratezza la morfologia del terreno, opportunamente modificata tenendo conto degli interventi sul terreno previsti dal progetto stesso;

- modelli tridimensionali degli edifici ottenuti sulla base delle quote della cartografia digitale e mediante integrazioni dovute a sopralluoghi;
- modello tridimensionale del progetto;
- caratterizzazione delle sorgenti.

La disponibilità di dati cartografici in formato numerico permette di ottenere un controllo completo ed un'accuratezza elevata nella modellazione dello stato reale. Inoltre, ciascuno degli elementi è caratterizzato mediante l'attribuzione di tutte le grandezze e le caratteristiche d'esercizio idonee per simulare con accuratezza lo stato reale.

Considerate le condizioni conservative adottate per la realizzazione del modello e la scelta di considerare i risultati delle simulazioni entro i limiti solo nel caso di un livello calcolato sempre minore e mai uguale al limite vigente, si può ritenere di aver adoperato impostazioni modellistiche di tipo ampiamente cautelativo.

Altri parametri impostati nel modello di calcolo sono l'imposizione di calcolare almeno una riflessione, l'imposizione di un campo libero davanti alle superfici di almeno 1 mt lineare, la condizione di propagazione sottovento, la predisposizione di una griglia i cui elementi hanno dimensioni 5 m x 5 m.

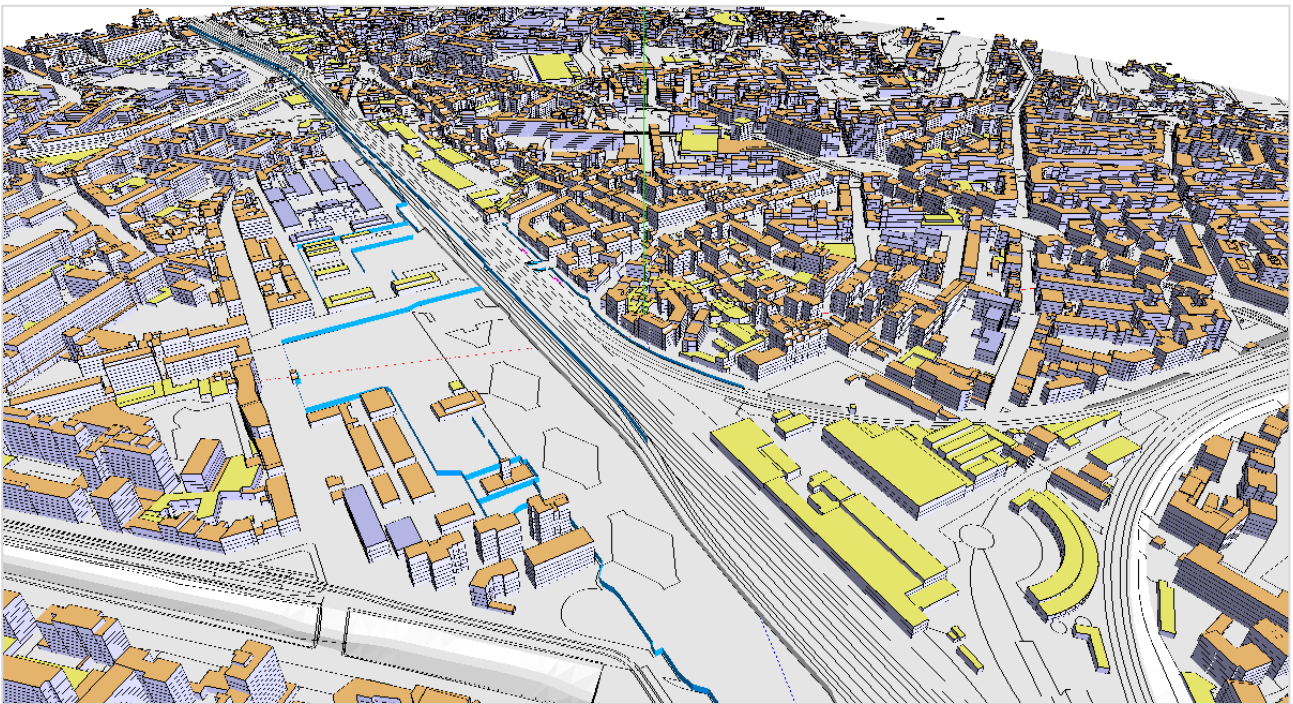


Figura 6-2. Modellazione 3D delle aree di studio

La stima dei livelli di pressione sonora indotti sui ricettori è stata effettuata con una simulazione di dettaglio, predisponendo un modello tridimensionale semplificato; per quanto riguarda gli ostacoli diversi dal terreno si è ritenuto, in favore di sicurezza, di inserire solamente gli edifici maggiormente esposti.

La determinazione dei livelli di rumore indotti è stata effettuata con l'ausilio del software SoundPLAN della soc. Braunstein + Bernt GmbH, che consente di predisporre un DGM (Digital Ground Model) a partire da input in formati CAD – compatibili con informazioni vettoriali, implementando un sistema di coordinate tridimensionale. Il modello consente di inserire gli edifici con le relative quote rispetto al piano campagna e di caratterizzare le sorgenti, in termini di geometria, caratteristiche spettrali e parametri di emissione.

L'orografia è stata ottenuta dalla CTR disponibile in rete, opportunamente corretta ed implementata sulla base di immagini satellitari recenti. In **Figura 6-** si riporta la vista tridimensionale dell'area oggetto di studio all'interno del modello di simulazione creato con SoundPLAN.

I parametri di calcolo utilizzati per le simulazioni sono i seguenti:

- ordine di riflessione pari a 2
- raggio massimo di ricerca 5000 m
- angolo di ricerca delle sorgenti: 360°;
- massima distanza riflessioni da ricevitore 200 m
- Tolleranza consentita: 0,1 dB
- Ponderazione: dB(A)
- Pressione atmosferica: 1013,3 mbar
- Umidità rel. 70,0 %
- Temperatura 10,0 °C
- Correttivo Meteo C0 (6-22h) [dB]=0,0; C0 (22-6h) [dB]=0,0
- Mappa:
 - Spaziatura griglia: 10,0 m
 - Altezza dal terreno: 4,0 m
- Griglia di interpolazione:
 - Dimensione campo 9x9
 - Min/max: 10,0 dB
 - Differenza: 0,3 dB
 - Livello limite: 20 dB
- Fattore di assorbimento del suolo (Ground factor): $G = 0.0$;

Le mappe di simulazione acustica riportano le isofoniche dei livelli equivalenti (diurni e notturni) in sezione orizzontale a quota 4 metri dal piano campagna, con campiture di colori con passo pari a 5 dB(A) in conformità alla UNI 9884 come riportato in **Figura 6-**. Il contributo della riflessione di facciata è inglobato nella restituzione effettuata dal modello.

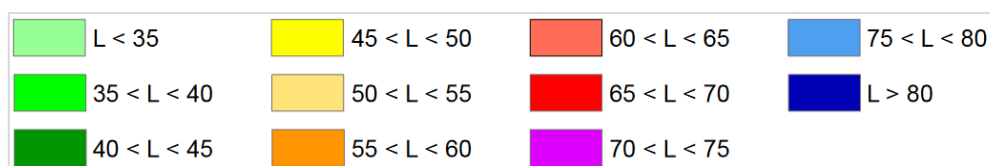


Figura 6-3. Scala cromatica dei livelli acustici conforme alla UNI 9884

Anche in questo caso i risultati delle simulazioni saranno confrontati con i limiti imposti dal PCCA di Firenze ai sensi del DPCM del 14 novembre 1997.

6.2.3.1 Impatto acustico dei cantieri fissi

Nella valutazione dell'impatto acustico generato dai cantieri, è stata tenuta in considerazione la presenza di ricettori di tipo sensibile (istituti scolastici, ospedali, case di cura), residenziale (civile abitazione) e non residenziale (edifici industriali, artigianali, box e dismessi).

Poiché nella presente fase progettuale non è possibile determinare le caratteristiche di dettaglio dei macchinari di cantiere, con le relative fasi di utilizzo, sono state eseguite le simulazioni acustiche ipotizzando quantità e tipologie

di sorgenti che nel dettaglio potranno essere definite dall'Appaltatore solo all'atto dell'impianto delle lavorazioni e, quindi, successivamente verificate dall'apposito programma di monitoraggio previsto per il corso d'opera.

Non essendo inoltre definiti i layout interni dei cantieri (che verranno anch'essi a dipendere dall'organizzazione specifica dell'impresa appaltatrice), per il calcolo del rumore indotto sui ricettori è stato ipotizzato il posizionamento delle singole sorgenti, in prossimità dei ricettori stessi, considerando pertanto la soluzione più impattante e valutando il livello di potenza sonora delle sorgenti previste distribuito sul periodo di riferimento diurno (si considerano turni di lavoro di 8 ore).

La stima dei livelli di pressione sonora indotti sui ricettori è stata effettuata con una simulazione di dettaglio, predisponendo un apposito modello tridimensionale semplificato; per quanto riguarda gli ostacoli diversi dal terreno si è ritenuto, in favore di sicurezza, di inserire solamente gli edifici maggiormente esposti.

I risultati delle simulazioni saranno confrontati con i limiti imposti dal PCCA di Firenze per le classi acustiche ai sensi del DPCM del 14 novembre 1997.

6.2.3.2 Impatto acustico dei cantieri mobili

Le lavorazioni previste per la realizzazione delle opere lungo la linea ferroviaria consisteranno principalmente nella demolizione dei binari esistenti, nella realizzazione del tracciato ferroviario di progetto e nello spostamento di alcuni tratti di tracciato.

Verosimilmente i macchinari che saranno impiegati per le operazioni sopra elencate avranno un impatto sul clima acustico locale che sarà potenzialmente critico per l'area oggetto di studio, molto urbanizzata e caratterizzata da un'elevata densità di edifici residenziali e dalla presenza di alcuni edifici sensibili (scuole).

Tale impatto sarebbe difficilmente mitigabile poiché l'installazione di barriere antirumore risulterebbe complessa da un punto di vista sia logistico che tecnico, dal momento che sarebbe necessario procedere al montaggio/smontaggio delle opere di mitigazione un elevato numero di volte e con transitori molto ristretti, generando talvolta degli ulteriori impatti negativi sui ricettori limitrofi.

Come sorgente principale, ipotizzata come maggiormente impattante per le lavorazioni sulla linea ferroviaria (realizzazione tracciato), è stata valutato un locomotore ferroviario di potenza pari a 220 KW mobile lungo le zone di realizzazione del binario.

Ai sensi del D. Lgs. 262/2002 è stato calcolato il livello di potenza acustica (L_{wA} dB(A)) utilizzando il valore di potenza in KW, ottenendo un livello pari a $L_{wA} = 107,8$ dB(A).

Al fine di valutare il contributo in termini di impatto acustico ai ricettori, tale locomotore in movimento è stato simulato come sorgente lineare, con L_w/m (potenza acustica per metro) calcolata in base al valore L_{wA} 107,8 dB(A) e al fronte di avanzamento lavoro previsto per ciascuno scenario in base alle tempistiche del cronoprogramma.

In questo modo otteniamo un livello L_w/m dB(A) come dato input del modello di simulazione, al fine di ottenere un output rappresentativo, in termini di livello equivalente (L_{eq} dB(A)) in facciata ai ricettori, relativo al periodo di riferimento T_r (diurno e notturno) in base alle ore di lavoro previste dal cronoprogramma.

6.2.3.3 Caratterizzazione acustica dei cantieri e delle sorgenti sonore

L'alterazione del clima acustico dell'area durante la realizzazione delle opere è riconducibile, a carattere generale, alle diverse fasi di lavorazione che caratterizzano i lavori previsti.

Le emissioni acustiche durante le lavorazioni possono essere di tipo continuo, legate agli impianti fissi nei diversi cantieri stabili, e discontinue, dovute alle lavorazioni sulla linea ed al transito dei mezzi per la movimentazione dei materiali. La molteplicità delle sorgenti, degli ambienti e delle posizioni di lavoro tipiche in cantieri di questo genere individua numerose tipologie di macchinari ed attività la cui contemporaneità, oltre che intensità, determina un

certo grado di complessità nel poter rappresentare con precisione l'impatto acustico indotto dalla realizzazione delle opere sui ricettori presenti nella zona di studio.

All'interno di ogni cantiere sono state ipotizzate le tipologie di lavorazioni previste, i macchinari utilizzati, la loro percentuale di utilizzo nell'arco della lavorazione e l'eventuale contemporaneità di lavorazione.

Come anticipato sopra, poiché le tipologie di cantieri previsti, la loro organizzazione interna, i macchinari e gli impianti presenti al loro interno sono solo ipotizzati nella presente fase progettuale, si è operato in maniera quanto più realistica possibile nel ricostruire i vari scenari, con ipotesi adeguatamente cautelative, sulla base di analisi pregresse di cantieri analoghi a quelli qui considerati per la costruzione di opere ferroviarie.

Si riporta in **Tabella 6-** l'elenco di sorgenti di pertinenza del cantiere con i relativi livelli acustici mediati sulle ore di lavoro previste (tempo di riferimento diurno e notturno).

Gli scenari di lavoro sono stati concepiti assumendo i seguenti orari di lavoro:

- 8 ore diurne;
- 4 ore notturne (esclusivamente lavorazioni sui binari).

I dati di potenza sonora delle macchine sono desunti da misure effettuate presso analoghi cantieri ferroviari, da dati bibliografici, da dati tecnici delle macchine, o da valori massimi prescritti dalla normativa (D. Lgs. 262/2002).

Tabella 6-7. Sorgenti di rumore considerate e relative Potenze sonore

Mezzo	Lw [dB(A)]	100% del Tr	75% del Tr	50% del Tr	25% del Tr
		16 h/8 h	12 h / 6 h	8 h/4 h	4 h/2 h
		LwA dB(A)	LwA dB(A)	LwA dB(A)	LwA dB(A)
Autocarro	100,0	100,0	98,8	97,0	94,0
Autogrù	104,0	104,0	102,8	101,0	98,0
Escavatore	106,0	106,0	104,8	103,0	100,0
Gruppo elettrogeno	88,0	88,0	86,8	85,0	82,0
Pala gommata	103,1	103,1	101,9	100,1	97,1
Pinza idraulica demolitrice	105,0	105,0	103,8	102,0	99,0
Autobetoniera	100,0	100,0	98,8	97,0	94,0
pompa cls	100,0	100,0	98,8	97,0	94,0
Rullo compattatore	105,0	105,0	103,8	102,0	99,0
Martello demolitore	107,0	107,0	105,8	104,0	101,0
Palificatrice	105,0	105,0	103,8	102,0	99,0
Locomotore lavorazioni binari	107,8	107,8	106,6	104,8	101,8
Mini escavatore	98,7	98,7	97,4	95,7	92,7

Di seguito si riportano i dati di input utilizzati per determinare l'impatto acustico nei diversi scenari nei quali è stata suddivisa la realizzazione dei lavori in progetto, determinati usando assunzioni cautelative per i ricettori esposti.

In particolare, in funzione della tipologia delle sorgenti, del numero dei macchinari presenti e della rumorosità degli stessi, nonché della presenza contemporanea di diverse aree di cantiere, si riportano di seguito le configurazioni di sorgenti maggiormente impattanti, che saranno inserite negli scenari di modellazione acustica.

6.2.3.1 Scenari di lavoro

Sulla base di quanto previsto dal cronoprogramma dei lavori sono state analizzate tutte le fasi di lavoro, suddivise a loro volta in altre sottofasi.

Le fasi in totale risultano essere cinque e per ciascuna fase sono state analizzate le relative sottofasi, ipotizzando i mezzi necessari ad effettuare le lavorazioni secondo i tempi previsti dal cronoprogramma.

Si riportano di seguito fasi e sottofasi previste e la loro collocazione all'interno dell'area di studio:

Tabella 6-8. Sottofasi Fase 1

SOTTOFASE 1.0	Gestione interferenze (Alberature, lampioni, eventuali reti sottoservizi, viabilità pedonale)
---------------	---

SOTTOFASE 1.1	Realizzazione struttura di sostegno, conseguente demolizione della scarpata e del muro di sostegno esistente
SOTTOFASE 1.2	Realizzazione sottopasso pedonale a spinta e in opera da Via Cironi. Realizzazione prolungamento sottopasso viario Via Circondaria. Realizzazione completamento sottopasso esistente su Via Sighele
SOTTOFASE 1.3	Realizzazione nuovo muro di sostegno, realizzazione opere di sostegno e scavo per i vani di scale e ascensori di accesso alla banchina 1 e riempimento scarpata fino a quota ferro
SOTTOFASE 1.4	Ripristino elementi interferenti, ripristino viabilità pedonale lungo Cironi e Via Sighele, realizzazione stalli auto e bici

Tabella 6-9. Sottofasi Fase 2

SOTTOFASE 2.1	Realizzazione tracciato in variante BD linea AV da punto B a punto E. Realizzazione tracciato in variante BP linea AV da punto C a punto F. Sistemazione TE
SOTTOFASE 2.2	Spostamento BD linea AV a connettere punti A - B e punti I - E (tracciato esistente con tracciato in variante). Realizzazione di nuovo tratto del tracciato in variante BP linea AV da punto C a punto D e da punto F a punto G. Demolizione del restante tratto della BD linea AV in corrispondenza del tracciato in variante.
SOTTOFASE 2.3	Sistemazione TE e Attivazione BD nuovo tracciato
SOTTOFASE 2.4	Spostamento BP linea AV a connettere punti L - D e punti H - G (tracciato esistente con tracciato in variante). Demolizione del restante tratto della BP linea AV in corrispondenza del tracciato in variante.
SOTTOFASE 2.5	Sistemazione TE e Attivazione BP nuovo tracciato
SOTTOFASE 2.6	Opere di scavo per la realizzazione di scale e ascensori del futuro marciapiede II

Tabella 6-10. Sottofasi Fase 3

SOTTOFASE 3.1	Sistemazioni deposito ROMITO
SOTTOFASE 3.2	Realizzazione tracciato in variante BD linea DD da punto B a punto C. Realizzazione tracciato in variante BP linea DD da punto F a punto E. Sistemazione TE
SOTTOFASE 3.3	Spostamento BD linea DD a connettere punti A - B e punti D - E (tracciato esistente con tracciato in variante). Realizzazione di nuovo tratto del tracciato in variante BP linea DD da punto F a punto I e da punto E a punto L. Demolizione del restante tratto della BD linea DD in corrispondenza del tracciato in variante.
SOTTOFASE 3.4	Sistemazione TE Attivazione BD nuovo tracciato
SOTTOFASE 3.5	Spostamento BP linea DD a connettere punti G - E e punti H - F (tracciato esistente con tracciato in variante). Demolizione del restante tratto della BP linea DD in corrispondenza del tracciato in variante.
SOTTOFASE 3.6	Sistemazione TE. Attivazione BP nuovo tracciato
SOTTOFASE 3.7	Opere di scavo per la realizzazione di scale e ascensori del futuro marciapiede III

Tabella 6-11. Sottofasi Fase 4

SOTTOFASE 4.1	Realizzazione tracciato in variante del binario della linea Indipendente; Sistemazione TE.
SOTTOFASE 4.2	Spostamento binario linea Indipendente a connettere punti A - B e punti D - C (tracciato esistente con tracciato in variante). Demolizione del restante tratto del binario linea Indipendente in corrispondenza del tracciato in variante.
SOTTOFASE 4.3	Sistemazione TE; Attivazione del nuovo tracciato della linea Indipendente

Tabella 6-12. Sottofasi Fase 5

Fase 5.1	Realizzazione banchina 1 in configurazione definitiva, completamento vani scala e ascensore di accesso alla banchina 1, realizzazione pensilina banchina 1, Sistemazione TE
Fase 5.2	Realizzazione banchina 2 in configurazione definitiva, completamento vani scala e ascensore di accesso alla banchina 2, realizzazione pensilina banchina 2, Sistemazione TE
Fase 5.3	Realizzazione banchina 3 in configurazione provvisoria, completamento vani scala e ascensore di accesso alla banchina 3, realizzazione pensilina banchina 3. Sistemazione TE
Fase 5.4	Completamento sottopassi (finiture, controsoffittature, impiantistica etc)
Fase 5.5	Messa in esercizio Fermata Circondaria FASE 1

Al fine di ottenere scenari di simulazione maggiormente cautelativi in termini di impatto acustico in facciata, sono stati ipotizzati i macchinari relativi a ciascuna sottofase, scegliendo per ciascuna di esse lo scenario maggiormente impattante.

La scelta di simulare la sottofase maggiormente impattante per ciascuna fase di lavoro è stata effettuata con lo scopo di ottenere i livelli in facciata potenzialmente maggiori, in modo da inquadrare le fasi con possibile superamento dei limiti di immissione in facciata in fase di realizzazione.

Si riportano di seguito le sottofasi potenzialmente più impattanti e oggetto di simulazione acustica, descrivendo per ciascuna di esse i mezzi in opera, i relativi LwA (potenza acustica) e le ore di lavoro:

Tabella 6-13. Sottofase 1.1 – dati input simulazione

SOTTOFASE 1.1		Realizzazione struttura di sostegno, conseguente demolizione della scarpata e del muro di sostegno esistente					
Demolizione della scarpata e del muro di sostegno esistente							Durata: 45 giorni
mezzi	LwA dB(A)	unità	ore di lavoro	% Tr	LwA dBA(A) Tr	LwA TOTALE	
Martello demolitore	107,0	2	8	50%	107,0	108,3	
Autocarro	100,0	2	8	50%	100,0		
Mini escavatore	98,7	2	8	50%	98,7		

Tabella 6-14. Sottofase 2.1 – dati input simulazione

SOTTOFASE 2.1		Realizzazione tracciato in variante BD linea AV da punto B a punto E; Realizzazione tracciato in variante BP linea AV da punto C a punto F; Sistemazione TE						
Mezzi	LwA dB(A)	Unità	Ore di lavoro	% Tr	Lunghezza totale lavorazione [m]	Durata [giorni]	FAL * [m]	Lw/m dB(A)
Locomotore lavorazioni binari	107,8	1	8	50%	550	5	110	87,4

(*) F.A.L.: Fronte di avanzamento lavoro giornaliero

Tabella 6-15. Sottofase 2.6 – dati input simulazione

SOTTOFASE 2.6		Opere di scavo per la realizzazione di scale e ascensori del futuro marciapiede II					
mezzo	LwA dB(A)	unità	ore di lavoro	% lavoro	LwA dBA(A) Tr	LwA TOTALE	Durata: 15 giorni
Escavatore	106,0	1	8	50%	103,0	104,4	
Mini escavatore	98,7	1	8	50%	95,7		
Autocarro	100,0	1	8	50%	97,0		

Tabella 6-16. Sottofase 3.2 – dati input simulazione

SOTTOFASE 3.2		Realizzazione tracciato in variante BD linea DD da punto B a punto C; Realizzazione tracciato in variante BP linea DD da punto F a punto E; Sistemazione TE						
Mezzi	LwA dB(A)	Unità	Ore di lavoro	% Tr	Lunghezza totale lavorazione [m]	Durata [giorni]	FAL * [m]	Lw/m dB(A)
Locomotore lavorazioni binari	107,8	1	8	50%	880	5	176	85,3

(*) F.A.L.: Fronte di avanzamento lavoro giornaliero

Tabella 6-17. Sottofase 4.1 – dati input simulazione

SOTTOFASE 4.1		Realizzazione tracciato in variante del binario della linea Indipendente da punto B a punto C; Sistemazione TE.						
Mezzi	LwA dB(A)	Unità	Ore di lavoro	% Tr	Lunghezza totale lavorazione [m]	Durata [giorni]	FAL * [m]	Lw/m dB(A)
Locomotore lavorazioni binari	107,8	1	8	50%	250	5	50	90,8

(*) F.A.L.: Fronte di avanzamento lavoro giornaliero

Tabella 6-18. Sottofase 5.1 – dati input simulazione

SOTTOFASE 5.1		Realizzazione banchina 1 in configurazione definitiva, completamento vani scala e ascensore di accesso alla banchina 1, realizzazione pensilina banchina 1, Sistemazione TE					
mezzo	LwA dB(A)	unità	ore di lavoro	% lavoro	LwA dBA(A) Tr	LwA TOTALE	Durata: 60 giorni
Pompa cls	100,0	1	8	50%	97,0	104,0	
Autobetoniera	100,0	2	8	50%	100,0		
Autocarro	100,0	2	8	50%	100,0		

Come descritto in precedenza, relativamente ai cantieri mobili ferroviari, il valore di Lw/m, relativo alle sorgenti lineari utilizzate per la simulazione delle lavorazioni in linea, sono stati calcolati in base alla lunghezza della

lavorazione ed al tempo necessario per realizzarla, al fine di valutare il livello equivalente in facciata (Leq dB(A)) relativo al periodo di riferimento. Da cronoprogramma risultano inoltre previste lavorazioni durante il periodo notturno. Si riportano di seguito gli scenari di lavoro notturni con le relative macchine in funzione:

Tabella 6-19. Sottofase 2.2 – dati input simulazione – periodo notturno

SOTTOFASE 2.2	Spostamento BD linea AV a connettere punti A - B e punti I - E (tracciato esistente con tracciato in variante); Realizzazione di nuovo tratto del tracciato in variante BP linea AV da punto C a punto D e da punto F a punto G; Demolizione del restante tratto della BD linea AV in corrispondenza del tracciato in variante;							
Mezzi	LwA dB(A)	Unità	Ore di lavoro	% Tr	Lunghezza totale lavorazione [m]	Durata [giorni]	FAL * [m]	Lw/m dB(A)
Locomotore lavorazioni binari	107,8	1	4	50%	575	1	575	80,2

(*) F.A.L.: Fronte di avanzamento lavoro giornaliero

Tabella 6-20. Sottofase 3.3 – dati input simulazione – periodo notturno

SOTTOFASE 3.3	Spostamento BD linea DD a connettere punti A - B e punti D - E (tracciato esistente con tracciato in variante); Realizzazione di nuovo tratto del tracciato in variante BP linea DD da punto F a punto I e da punto E a punto L; Demolizione del restante tratto della BD linea DD in corrispondenza del tracciato in variante.							
Mezzi	LwA dB(A)	Unità	Ore di lavoro	% Tr	Lunghezza totale lavorazione [m]	Durata [giorni]	FAL * [m]	Lw/m dB(A)
Locomotore lavorazioni binari	107,8	1	4	50%	610	1	610	79,9

(*) F.A.L.: Fronte di avanzamento lavoro giornaliero

Tabella 6-21. Sottofase 3.3 – dati input simulazione – periodo notturno

SOTTOFASE 4.2	Spostamento binario linea Indipendente a connettere punti A - B e punti D - C (tracciato esistente con tracciato in variante); Demolizione del restante tratto del binario linea Indipendente in corrispondenza del tracciato in variante.							
Mezzi	LwA dB(A)	Unità	Ore di lavoro	% Tr	Lunghezza totale lavorazione [m]	Durata [giorni]	FAL * [m]	Lw/m dB(A)
Locomotore lavorazioni binari	107,8	1	4	50%	415	1	415	81,6

(*) F.A.L.: Fronte di avanzamento lavoro giornaliero

6.2.3.2 Risultati delle simulazioni acustiche

6.2.3.2.1 Descrizione analisi simulazioni

Si riportano alle pagine successive i risultati delle simulazioni acustiche per ogni singolo scenario, effettuate secondo i criteri descritti nei paragrafi precedenti. Tali risultati si riferiscono alle condizioni di emissione maggiormente penalizzanti in termini di impegno delle sorgenti ed avvicinamento ai ricettori; questa situazione costituisce di fatto un caso limite che si verificherà in periodi estremamente circoscritti, mentre per la maggior parte della durata delle attività di cantiere i livelli saranno più contenuti.

I risultati proposti nelle mappature, riferiti alla situazione estrema di cui sopra, mostrano in alcuni casi livelli acustici consistenti in facciata in virtù dell'entità delle lavorazioni svolte, come sarà di volta in volta segnalato nei commenti dedicati ai singoli scenari.

Al fine di contenere l'impatto ambientale (in termini non solo di emissioni acustiche, ma anche di impatto paesaggistico e di contenimento delle emissioni polverulente) nelle aree di cantiere si è pertanto proceduto a definire opere di mitigazione di tipo schermante (barriere antirumore).

Le caratteristiche di tali elementi, i criteri utilizzati per stabilire il posizionamento nonché i risultati della modellazione in presenza degli stessi saranno mostrati nei paragrafi successivi.

Tutte le lavorazioni risultano collocate all'interno dell'area urbana di Firenze, interamente localizzata in classe acustica IV, la quale prevede limiti di immissione 65 dB(A) per il periodo diurno e pari a 55 dB(A) per il periodo notturno.

6.2.3.2.2 *Inquadramento acustico aree di cantiere*

Si riporta di seguito lo stralcio planimetrico con individuazione dell'area oggetto di studio campita con colori relativi alle classi acustiche di appartenenza:

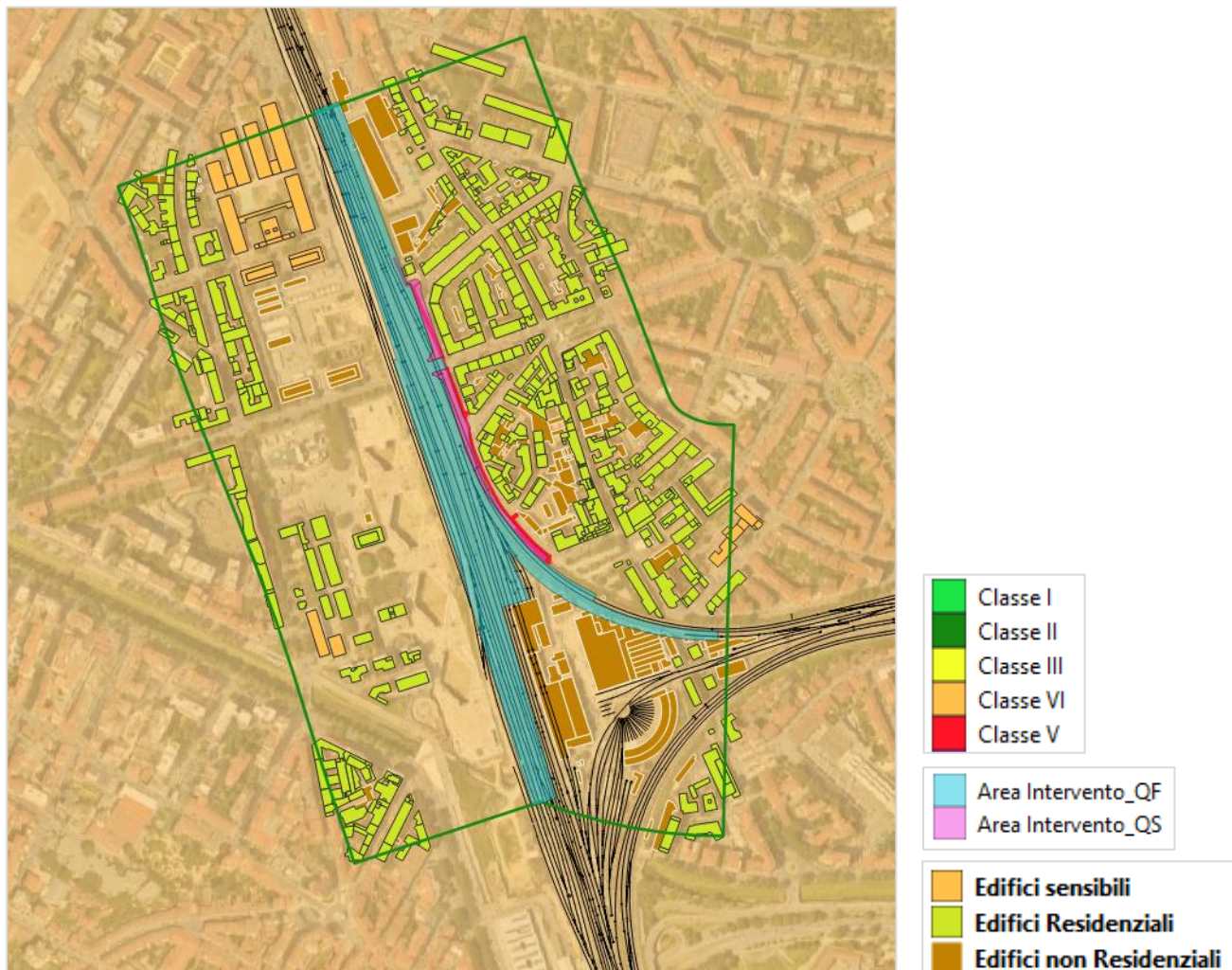


Figura 6-4. Scala cromatica dei livelli acustici conforme alla UNI 9884

Come indicato in legenda, all'interno dello stralcio sono riportati gli edifici campiti per categoria, all'interno di un offset di 250 metri a partire dal binario più esterno e le aree di cantiere campite in base alla collocazione: quota ferrovia di colore azzurro e quota strada di colore rosa.

6.2.3.2.3 *Ricettori sensibili*

Nella zona in cui si collocano le lavorazioni di cantiere risultano presenti tre ricettori sensibili elencati di seguito:

1. Istituto comprensivo Rosai
2. Scuola primaria infanzia G. Rodari
3. Scuola primaria Marconi

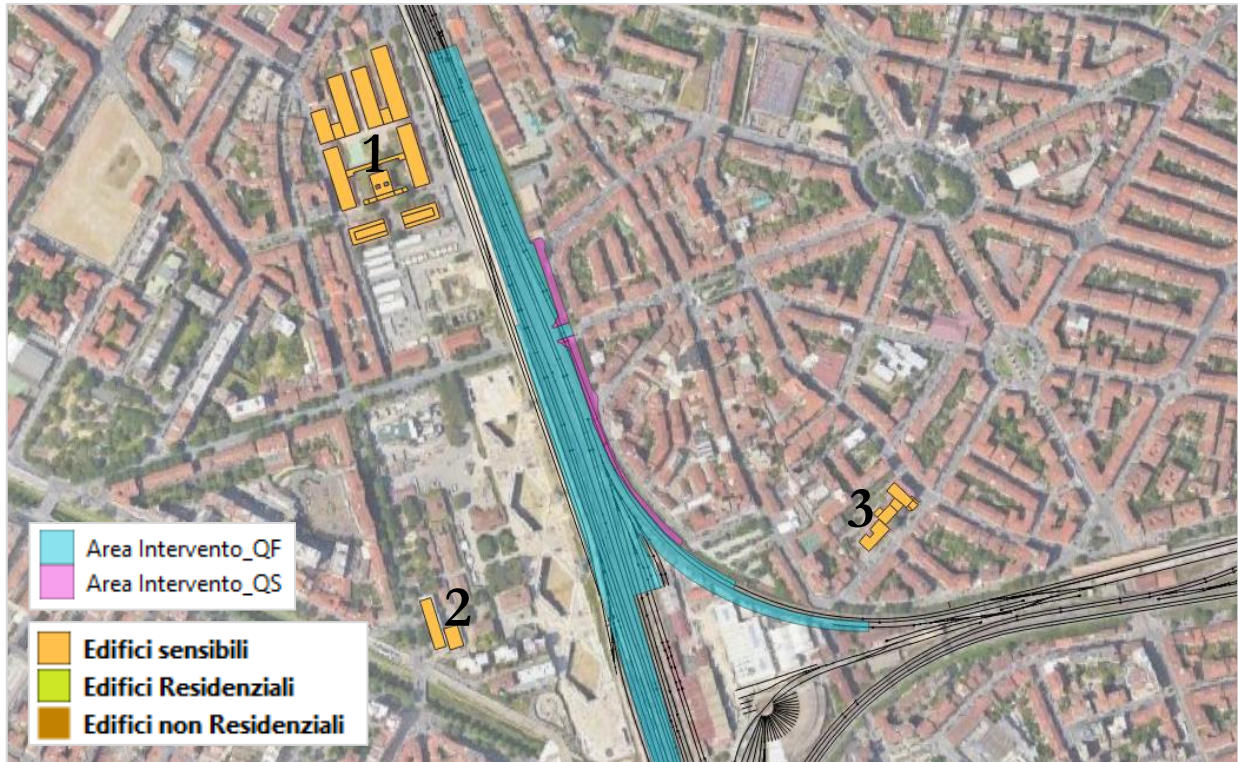


Figura 6-5. Edifici sensibili

Tali edifici saranno valutati con limite in facciata relativo alla Classe II pari a 55 dB(A) per il periodo diurno. Non saranno valutati in merito al periodo notturno in quanto, essendo di tipo scolastico, non risultano fruiti in tale periodo.

6.2.3.2.4 Descrizione output di simulazione

Come descritto in precedenza, sono state realizzate le mappe di simulazione dei livelli equivalenti in facciata ai ricettori all'interno dei periodi di riferimento.

Gli output riportano, per ciascuno scenario, comprendono:

- Mappe delle isofoniche Leq dB(A) con passo di 5 dB(A) con range da 35 dB(A) a 80 dB(A) simulati ad una quota di sezione di 4 metri sul piano campagna.
- Mappe dell'impatto in facciata, rappresentato tramite campitura dell'edificio colorato con livello massimo sulla facciata più esposta al piano fuori terra più impattato, con passo di 5 dB(A) con range da 35 dB(A) a 80 dB(A).

Di seguito si riporta la legenda degli edifici all'interno delle mappe ed il range di colori utilizzato ai sensi della UNI 9884:

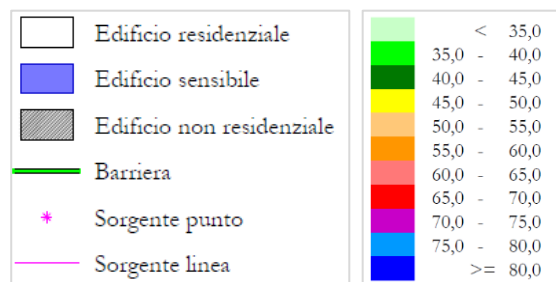


Figura 6-6. Legenda mappe acustiche e Scala cromatica dei livelli acustici conforme alla UNI 9884

6.2.3.2.5 Scenario di simulazione 01: Sottofase 1.1

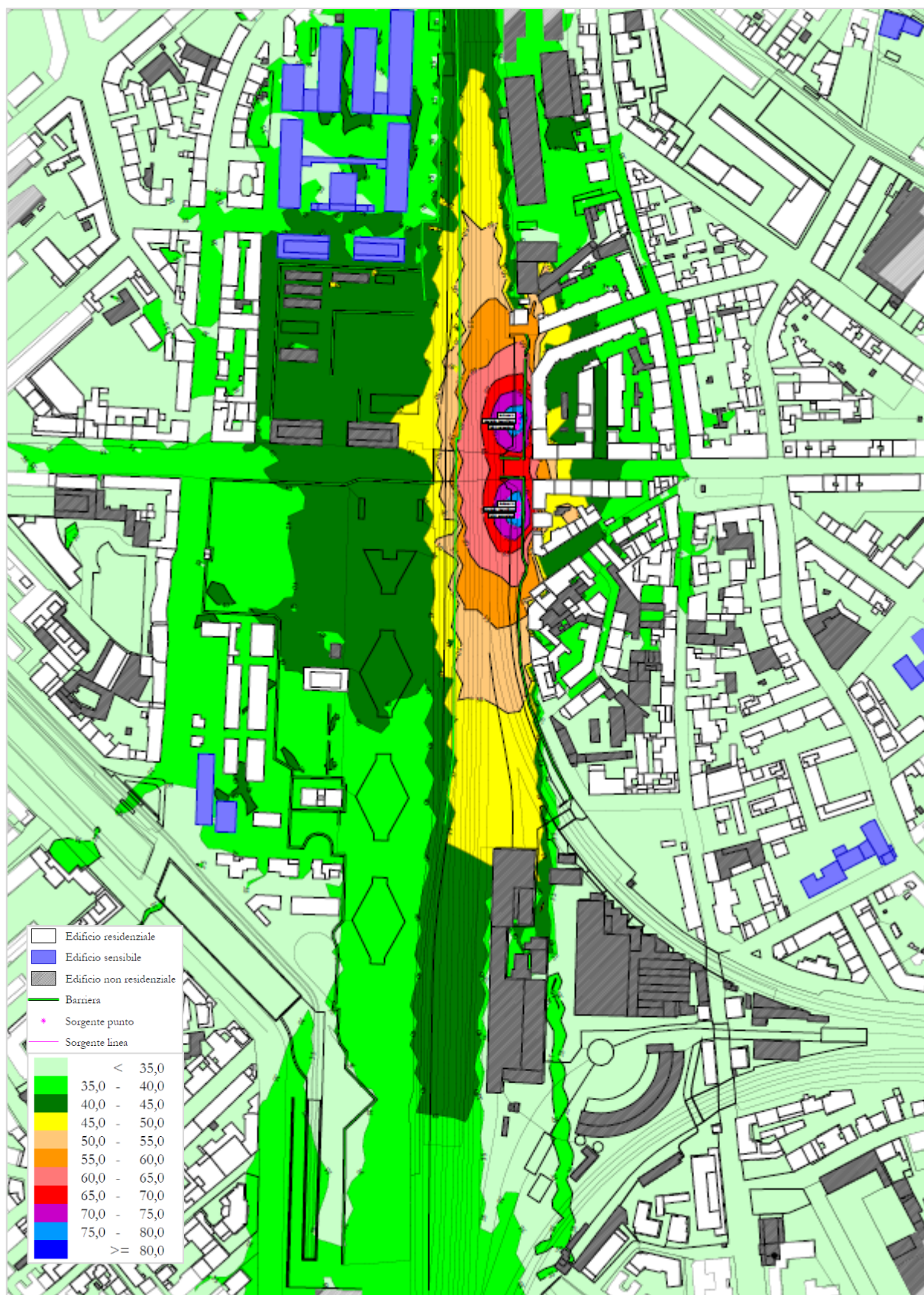


Figura 6-7. Mappa isofoniche quota 4 metri

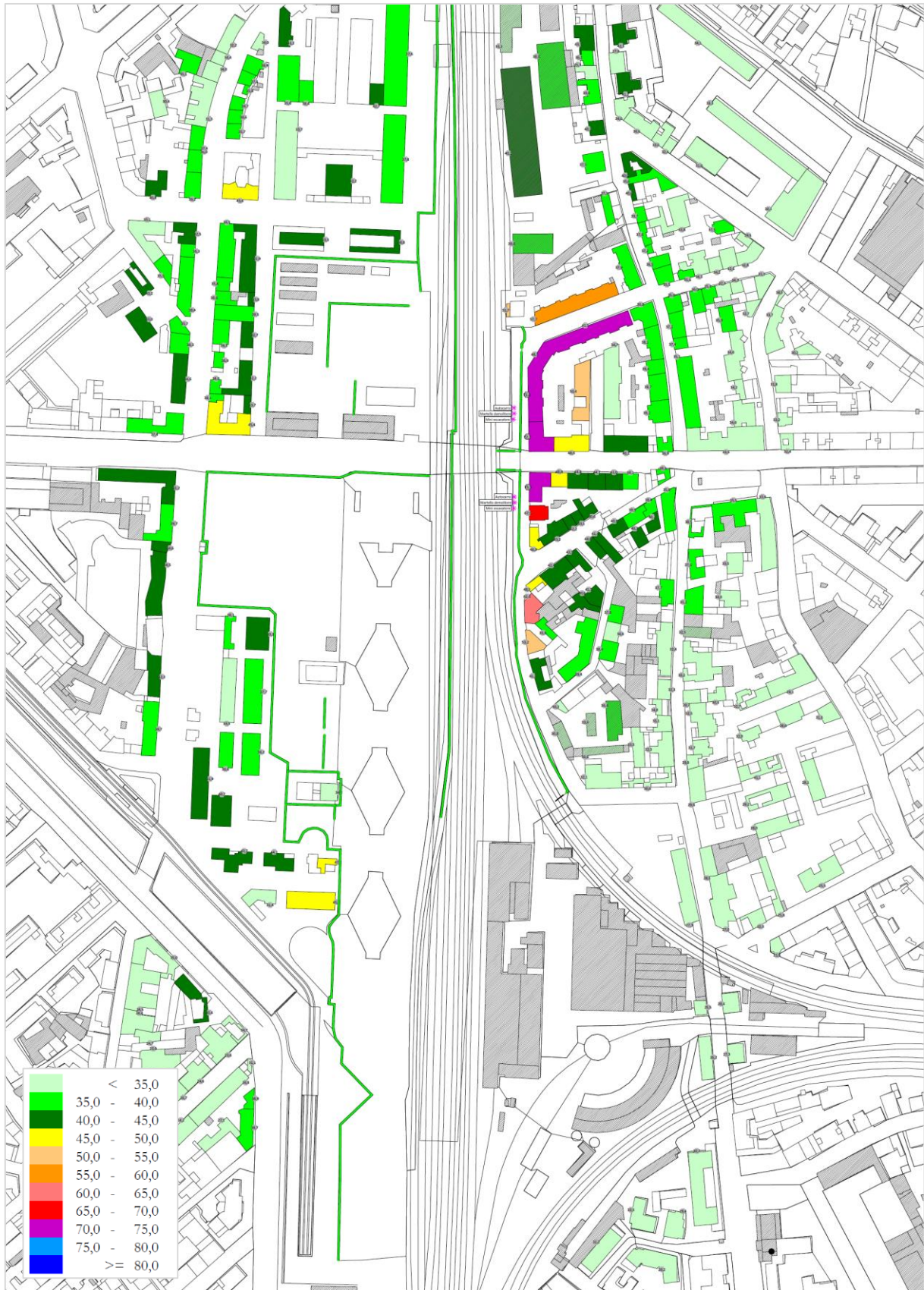


Figura 6-8. Mappa rumore livelli equivalenti massimi in facciata

Dall'analisi delle simulazioni effettuata, con le ipotesi estremamente cautelative descritte in precedenza si è osservato che nel corso delle operazioni descritte per la sottofase 1.1 potrebbero verificarsi superamenti in periodo diurno per i ricettori prossimi all'area di cantiere (classe IV, limite emissione 65 dB) pertanto si ritiene opportuno prevedere il posizionamento di barriere acustiche lungo il perimetro delle aree di cantiere.

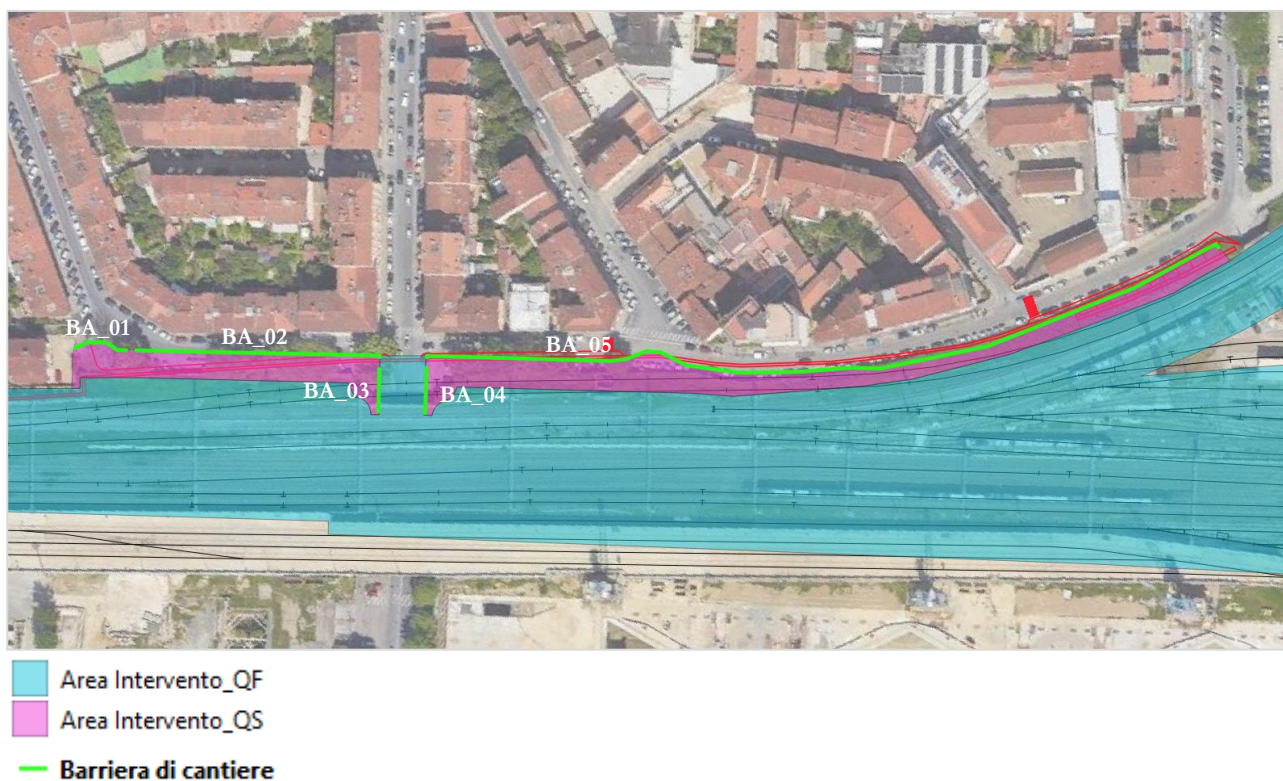


Figura 6-9. Mappa rumore livelli equivalenti massimi in facciata

L'inserimento delle opere di mitigazione riduce notevolmente i livelli acustici previsti in facciata, anche se risulterebbero permanere alcuni superamenti, a causa della significativa vicinanza dei ricettori alle aree di lavoro.

Si riporta di seguito la tabella riassuntiva delle barriere previste per la Fase 1, a quota strada, al fine di ridurre sensibilmente l'impatto acustico in facciata ai ricettori.

Tabella 6-22. Sinottiche barriere Scenario 1.1

ID	Ubicazione	Tipo	Lunghezza	Altezza
BA_01	Via Cironi - Lato esposto verso ricettori a est	Fissa (tutta la durata della Fase 1)	18 m	4 m
BA_02	Via Cironi - Lato esposto verso ricettori a est	Fissa (tutta la durata della Fase 1)	80 m	4 m
BA_03	Via Circondaria - Lato esposto verso ricettori a est	Fissa (tutta la durata della Fase 1)	30 m	4 m
BA_04	Via Circondaria - Lato esposto verso ricettori a est	Fissa (tutta la durata della Fase 1)	30 m	4 m
BA_05	Via Sighele - Lato esposto verso ricettori a est	Fissa (tutta la durata della Fase 1)	60 m	4 m

6.2.3.2.6 Scenario di simulazione 02: Sottofase 2.1

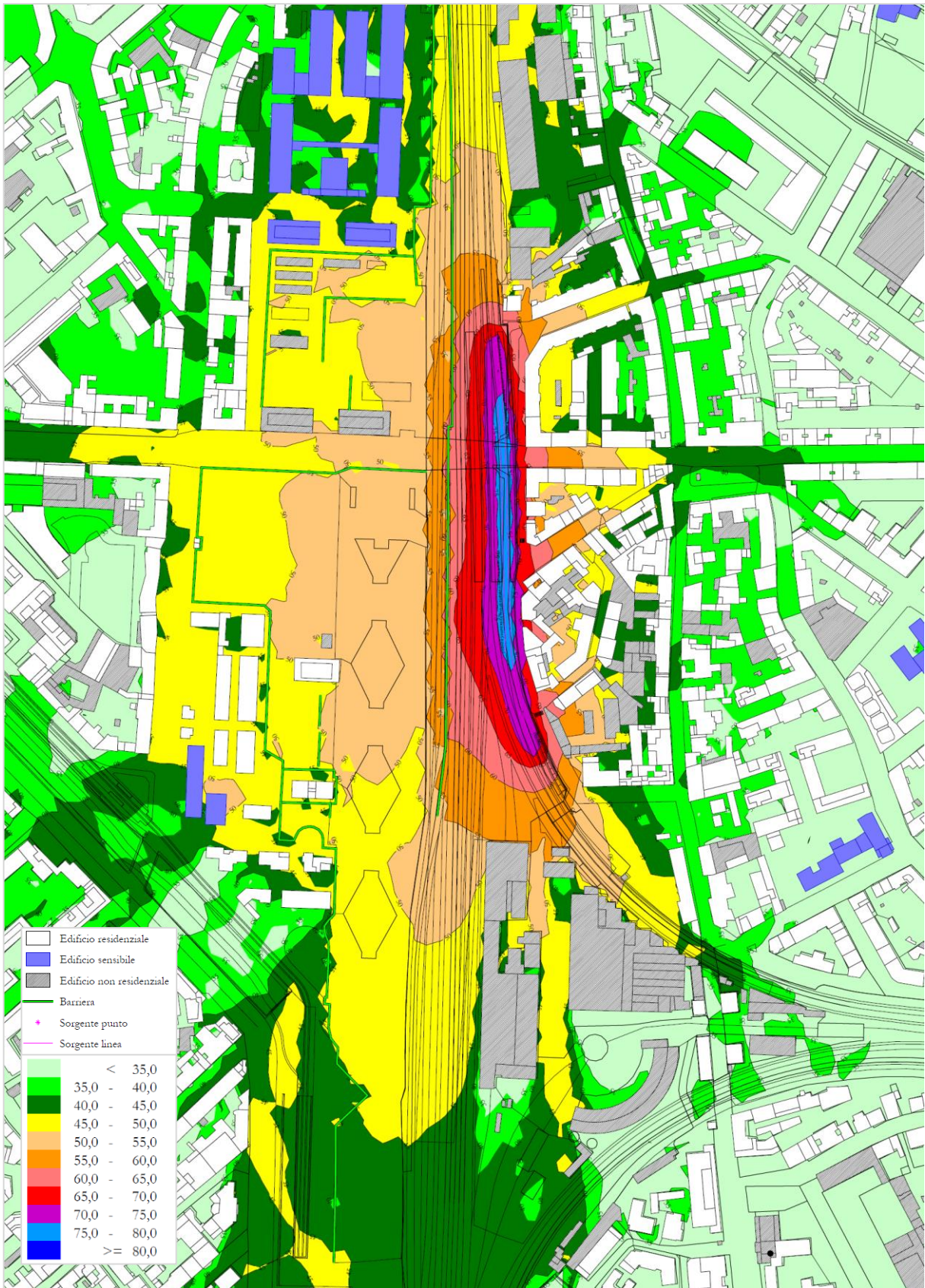


Figura 6-10. Mappa isofoniche quota 4 metri

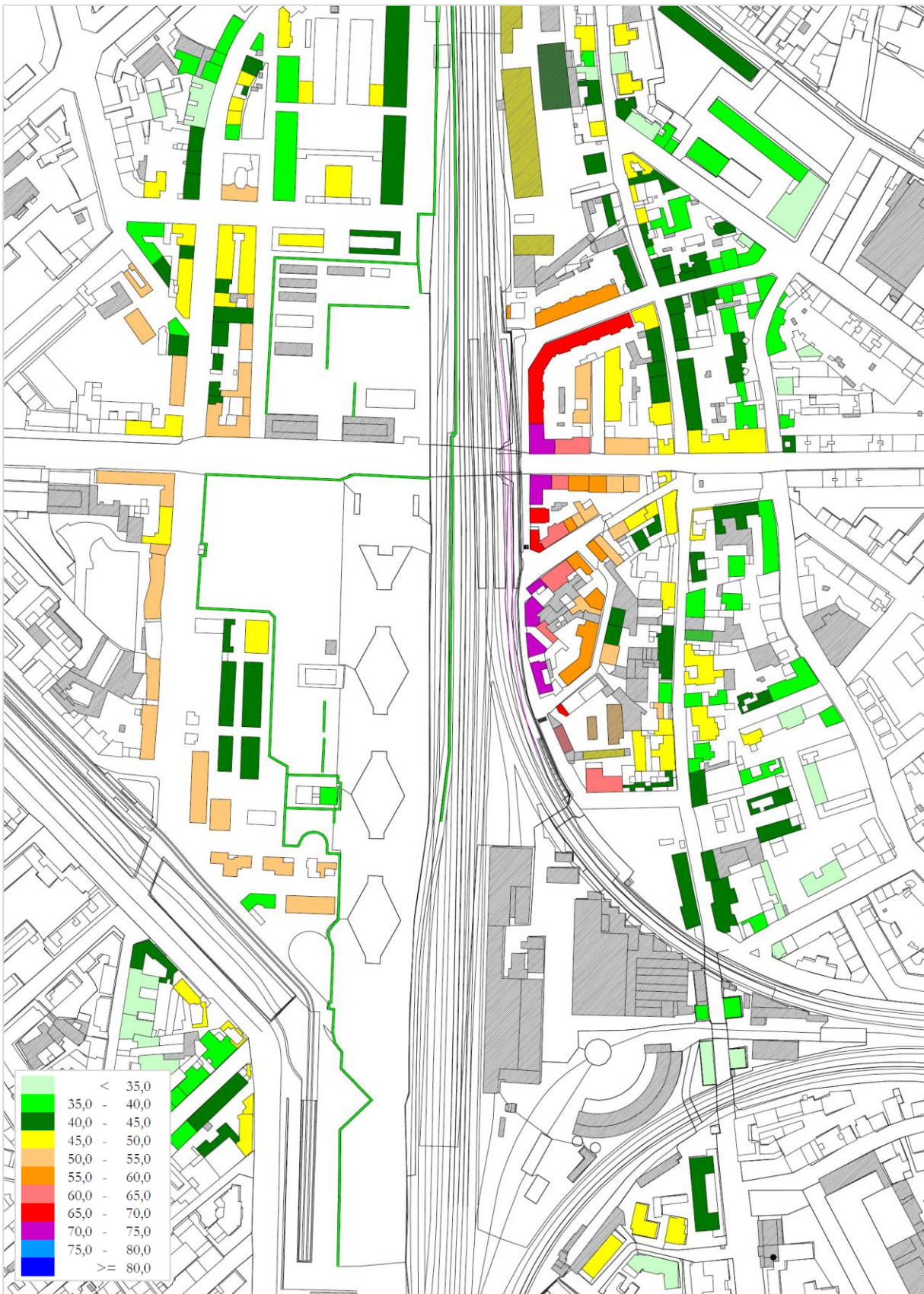


Figura 6-11. Mappa rumore livelli equivalenti massimi in facciata

6.2.3.2.7 Scenario di simulazione 03: Sottofase 2.6

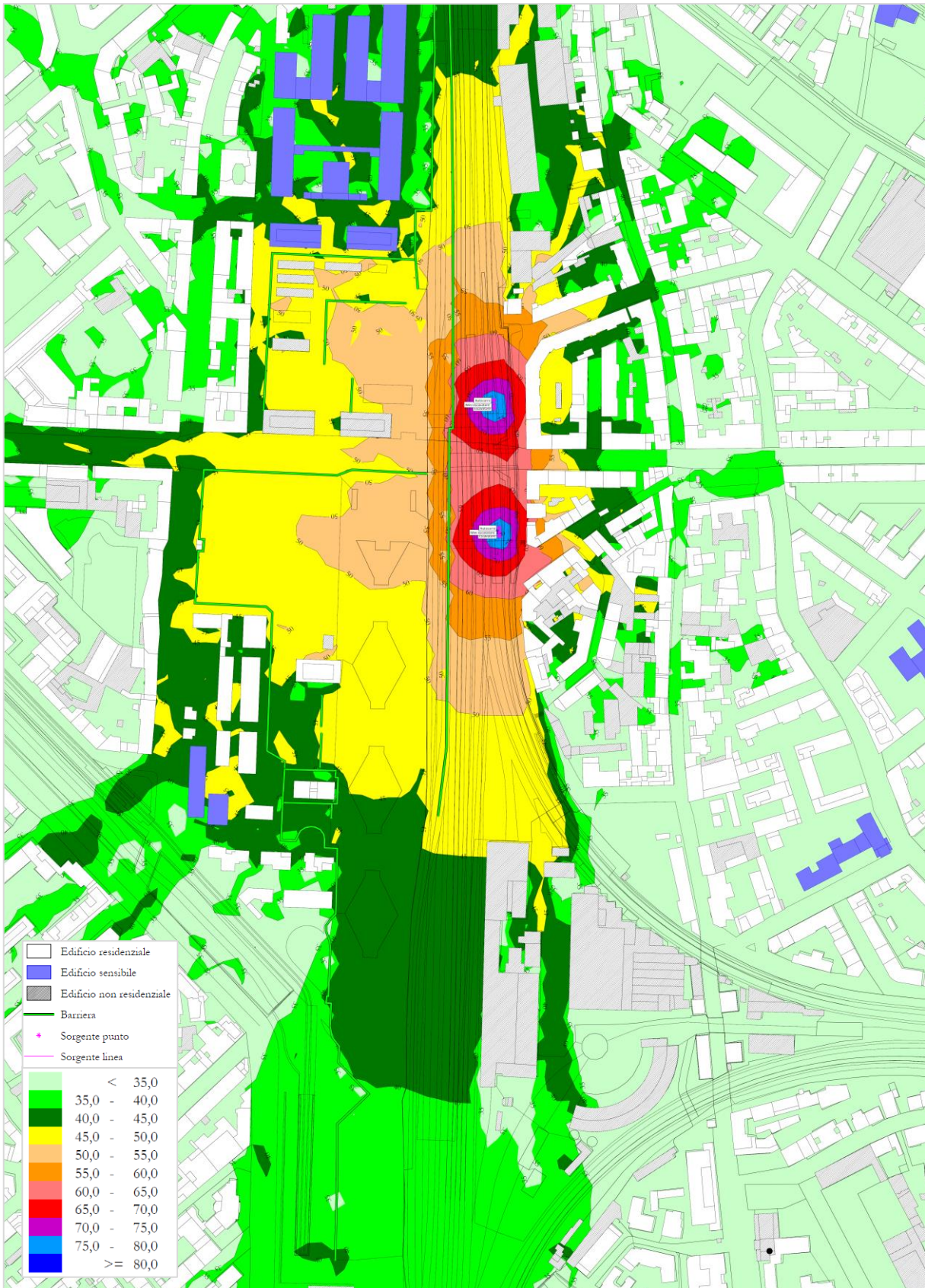


Figura 6-12. Mappa isofoniche quota 4 metri

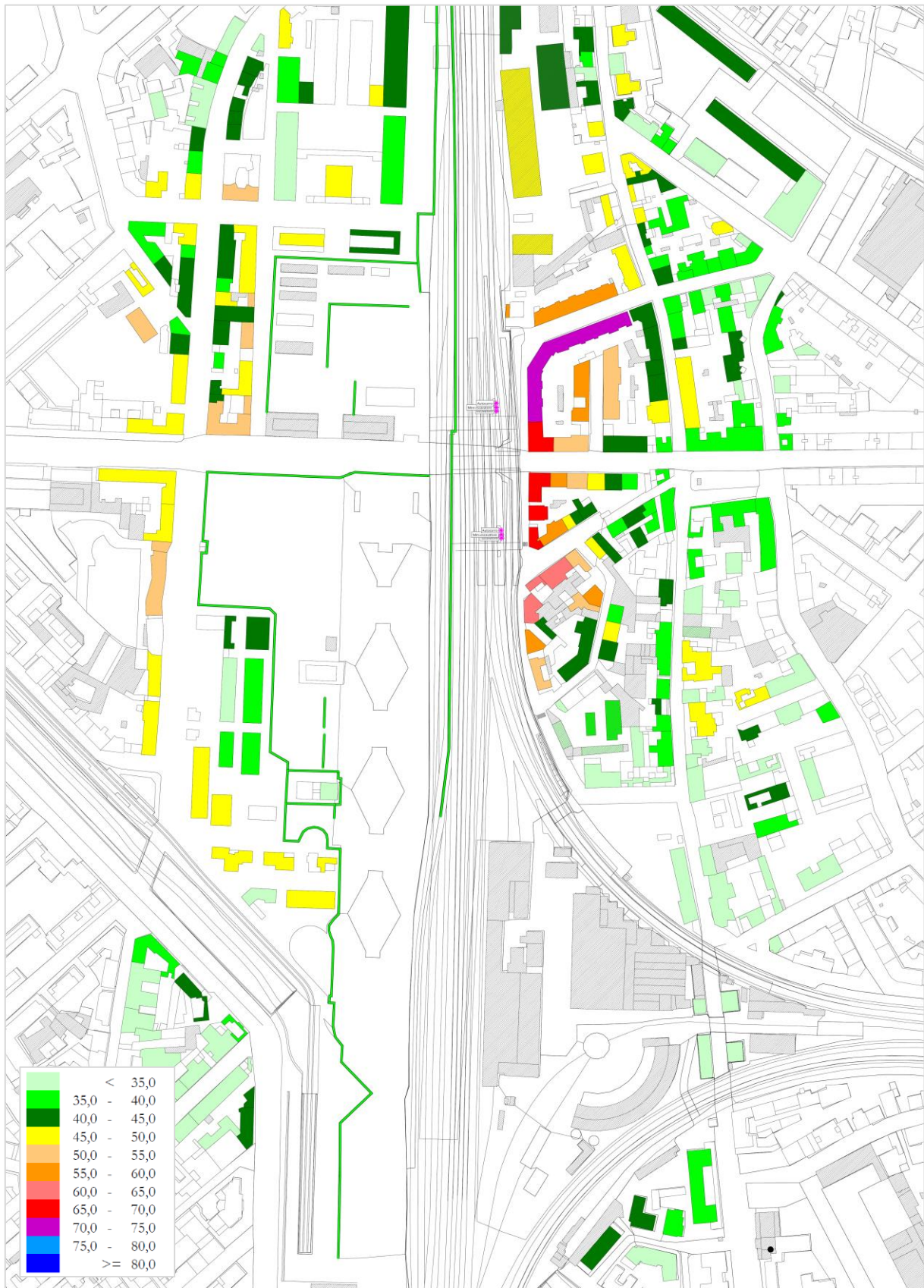


Figura 6-13. Mappa rumore livelli equivalenti massimi in facciata

6.2.3.2.8 Scenario di simulazione 04: Sottofase 3.2

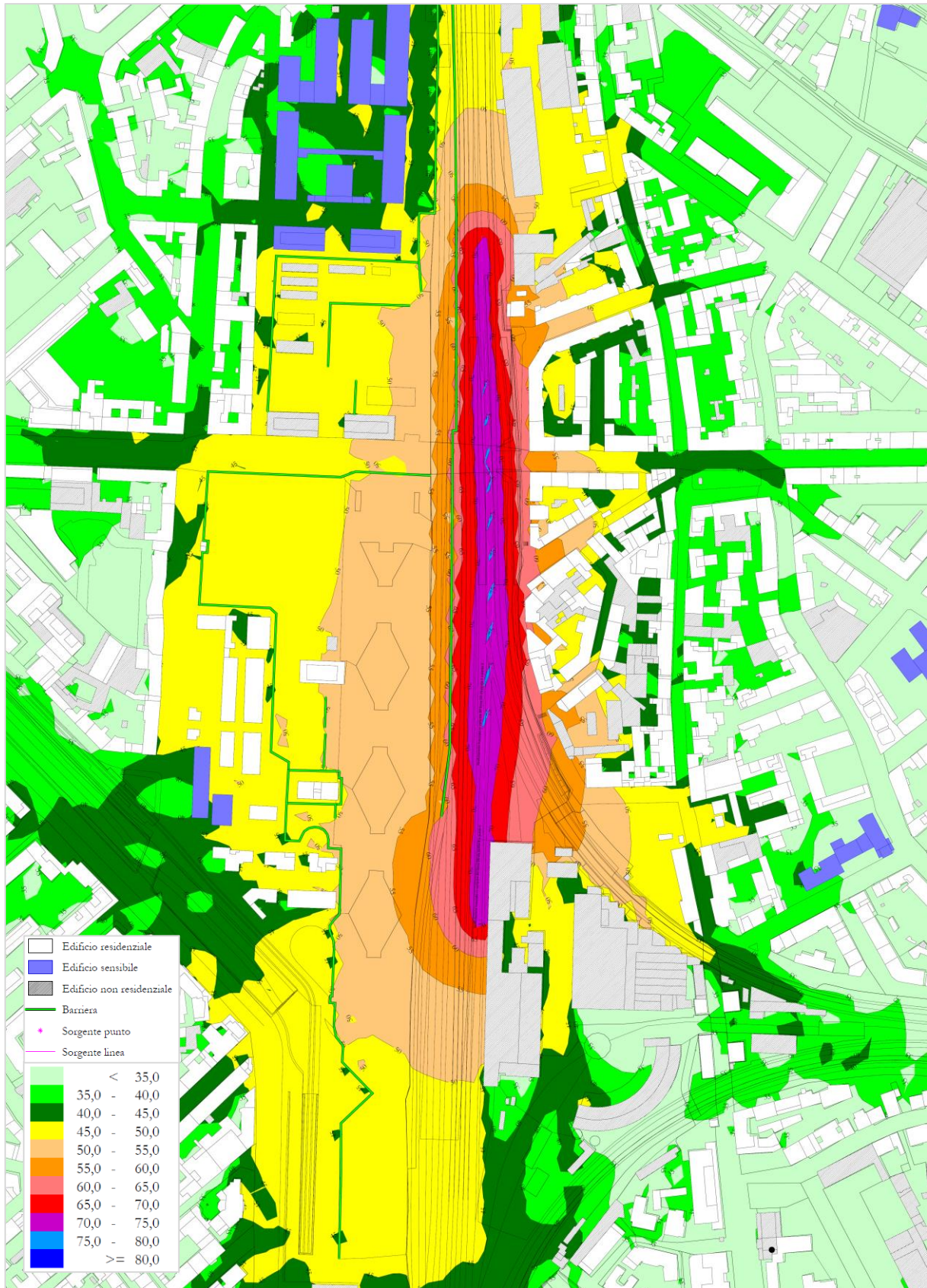


Figura 6-14. Mappa isofoniche quota 4 metri

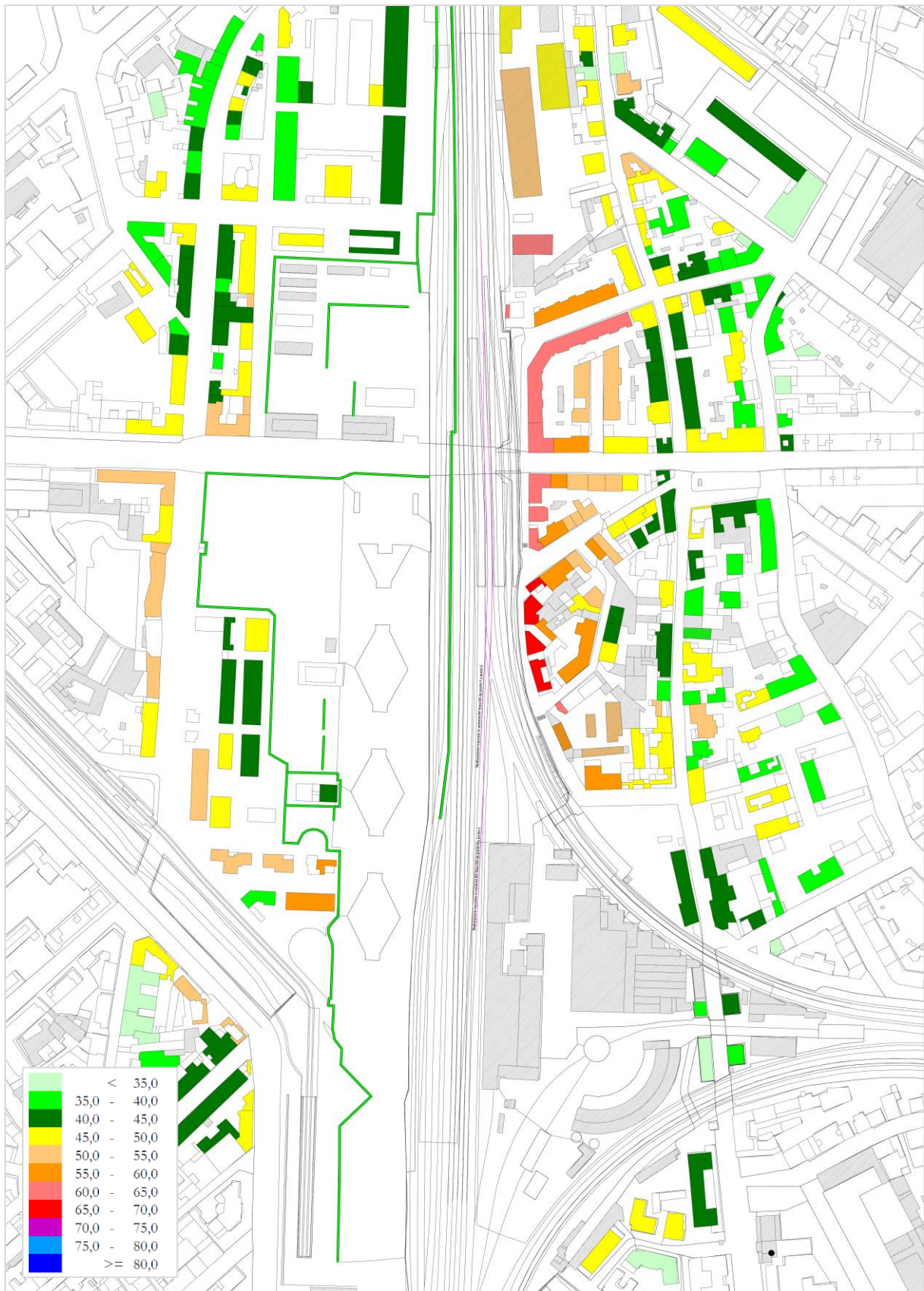


Figura 6-15. Mappa rumore livelli equivalenti massimi in facciata

6.2.3.2.9 Scenario di simulazione 05: Sottofase 4.1

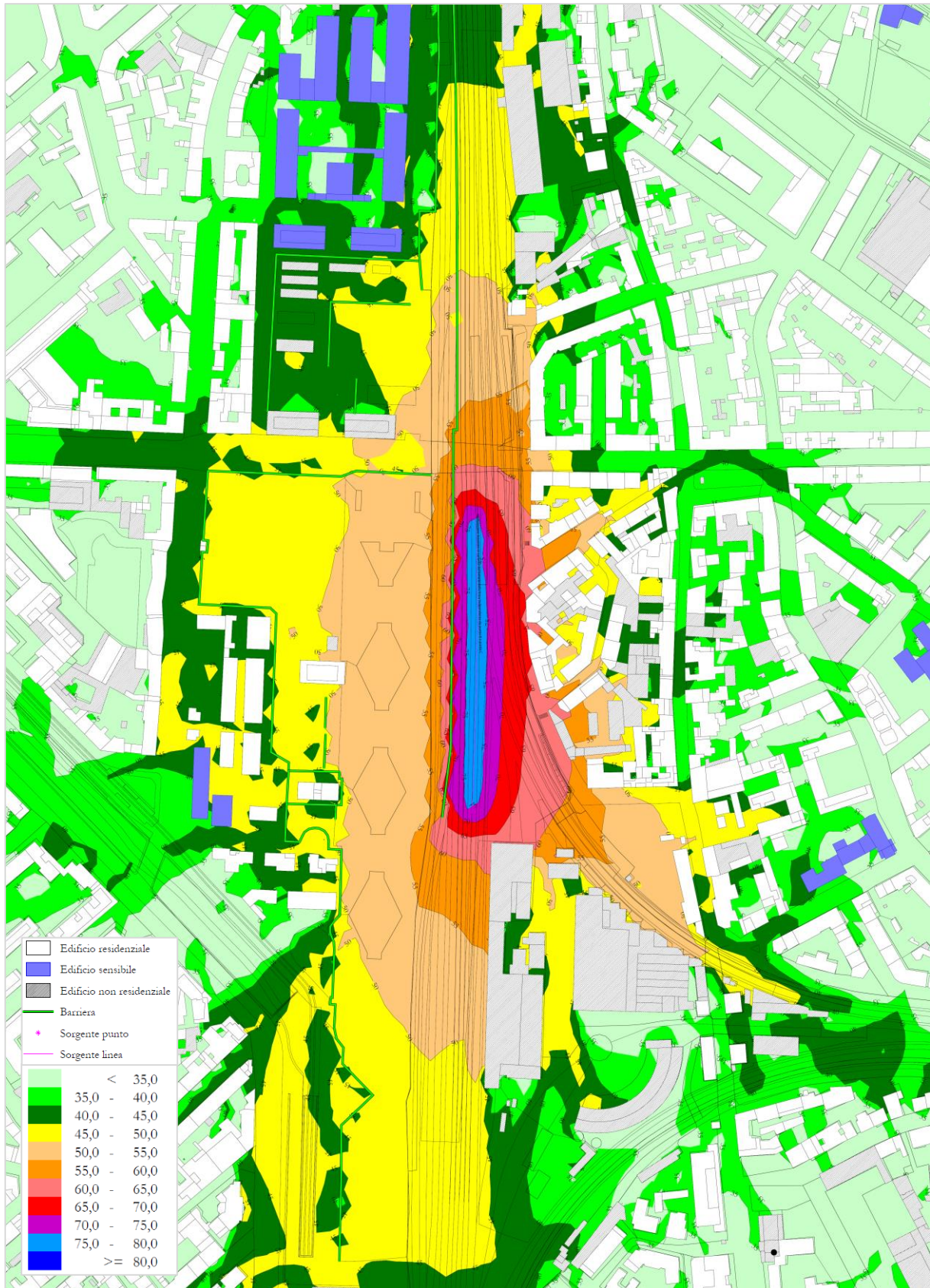


Figura 6-16. Mappa isofoniche quota 4 metri

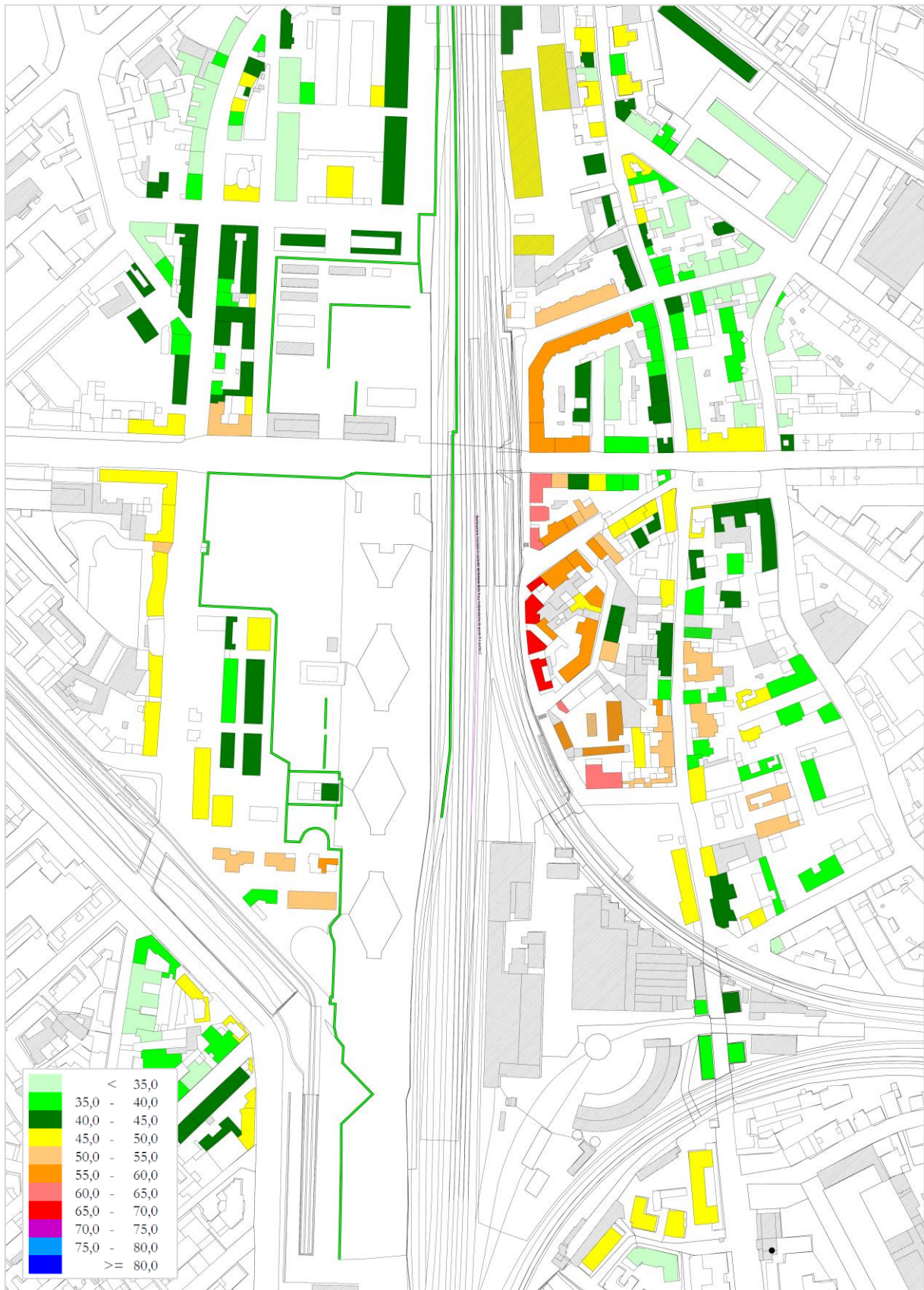


Figura 6-17. Mappa rumore livelli equivalenti massimi in facciata

6.2.3.2.10 Scenario di simulazione 06: Sottofase 5.1

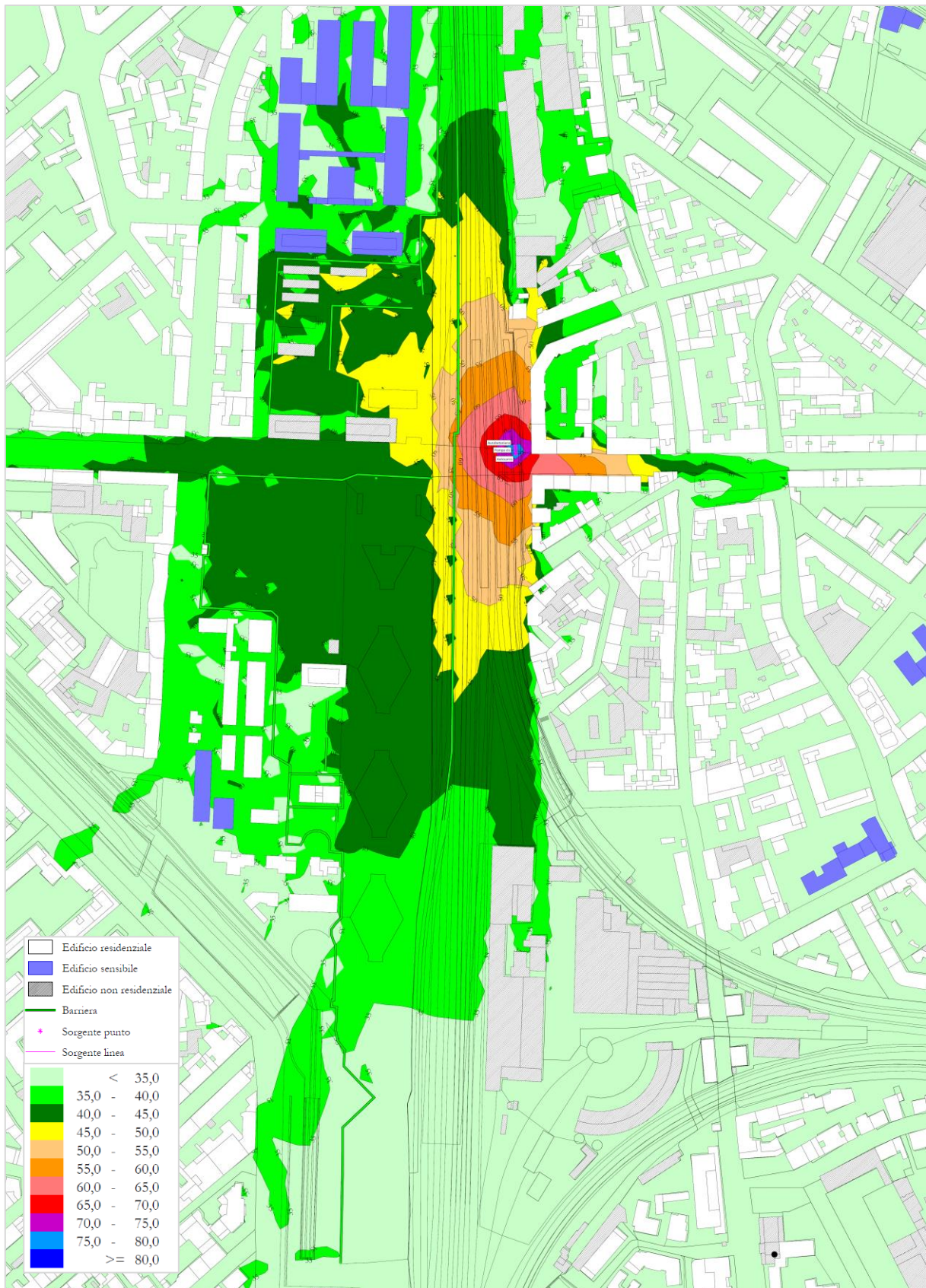


Figura 6-18. Mappa isofoniche quota 4 metri

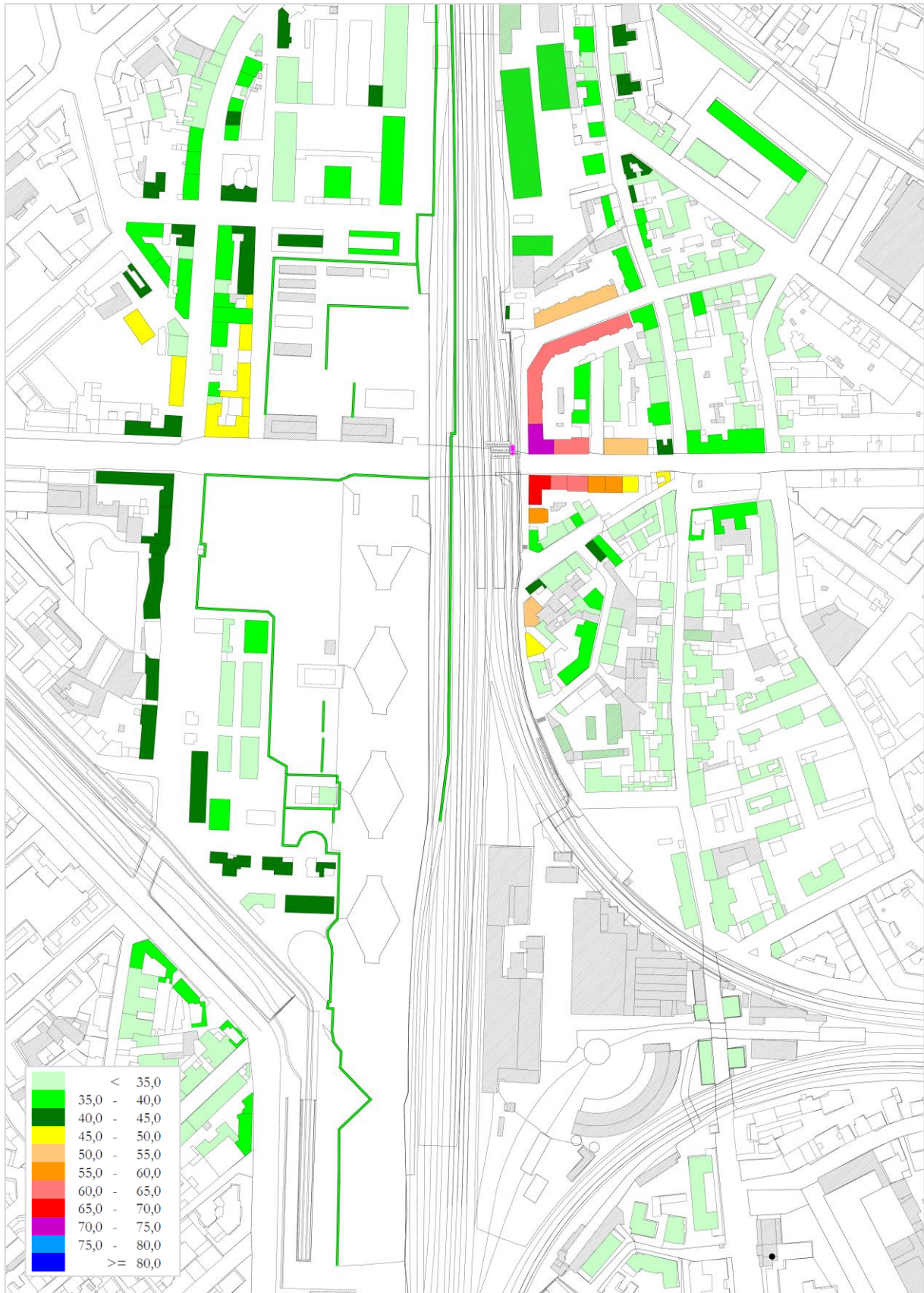


Figura 6-19. Mappa rumore livelli equivalenti massimi in facciata

6.2.3.2.11 Scenario di simulazione 07: Sottofase 2.2 (periodo notturno)

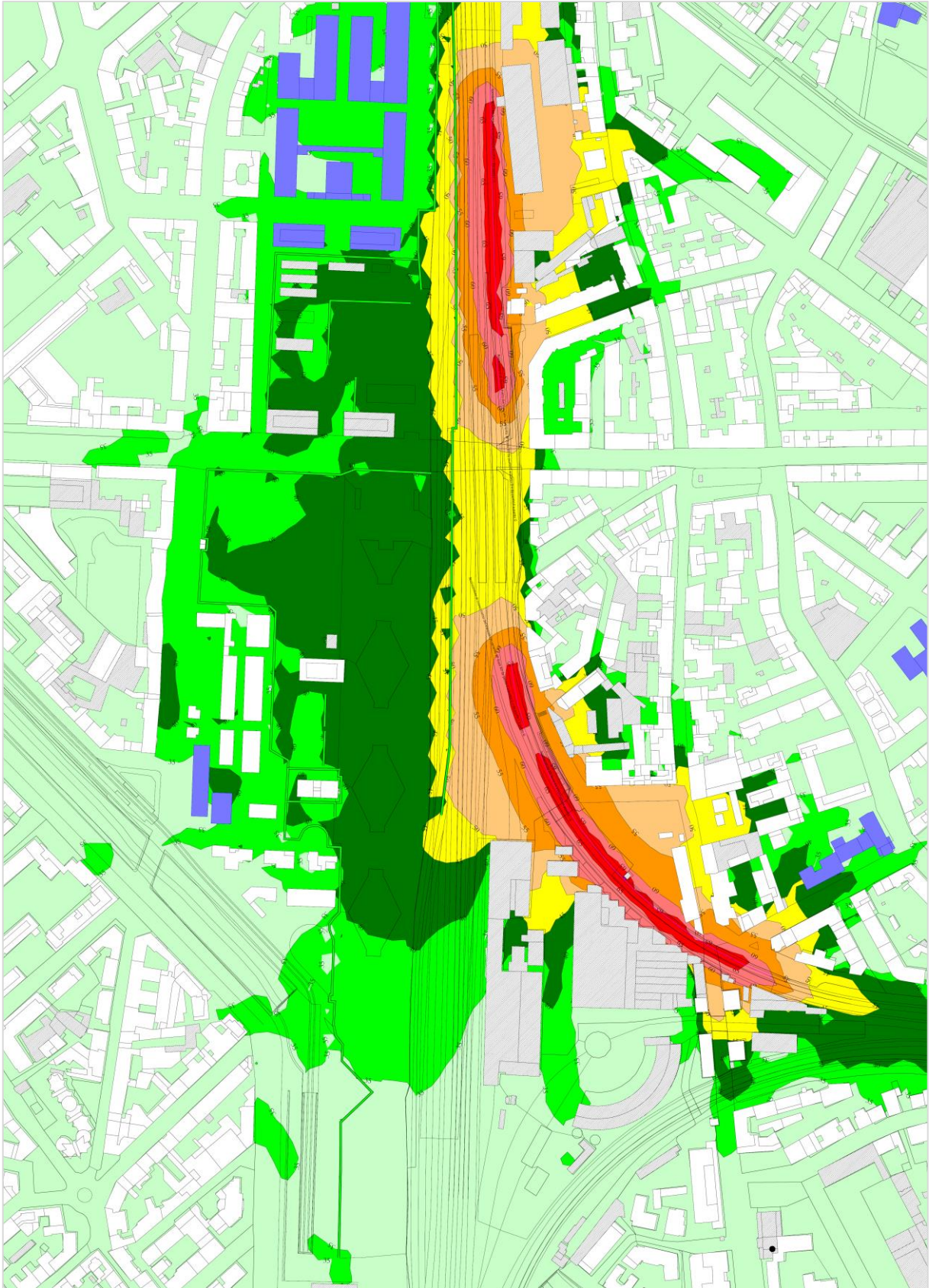


Figura 6-20. Mapa isofoniche quota 4 metri

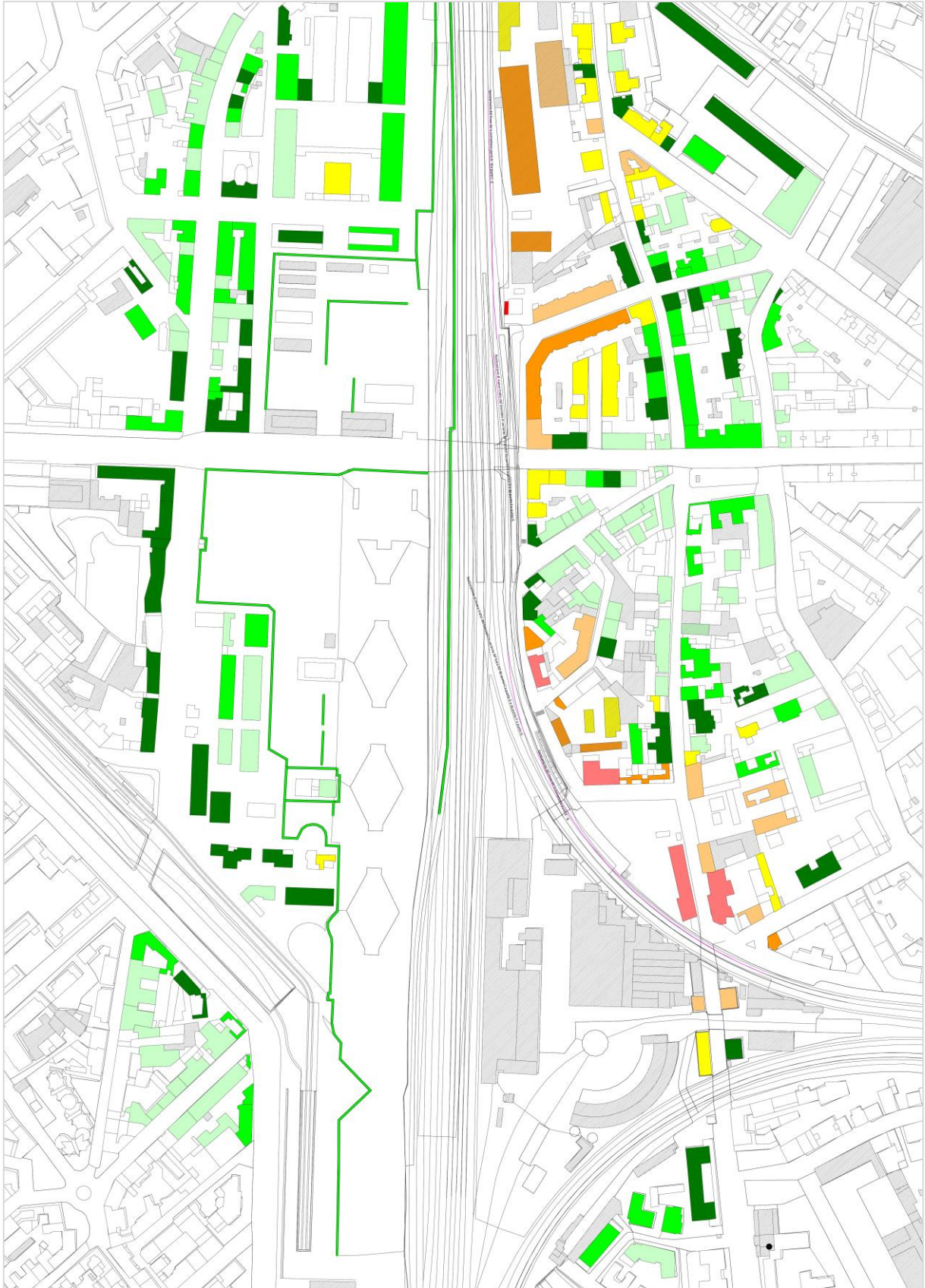


Figura 6-21. Mappa rumore livelli equivalenti massimi in facciata

6.2.3.2.12 Scenario di simulazione 08: Sottofase 3.3 (periodo notturno)

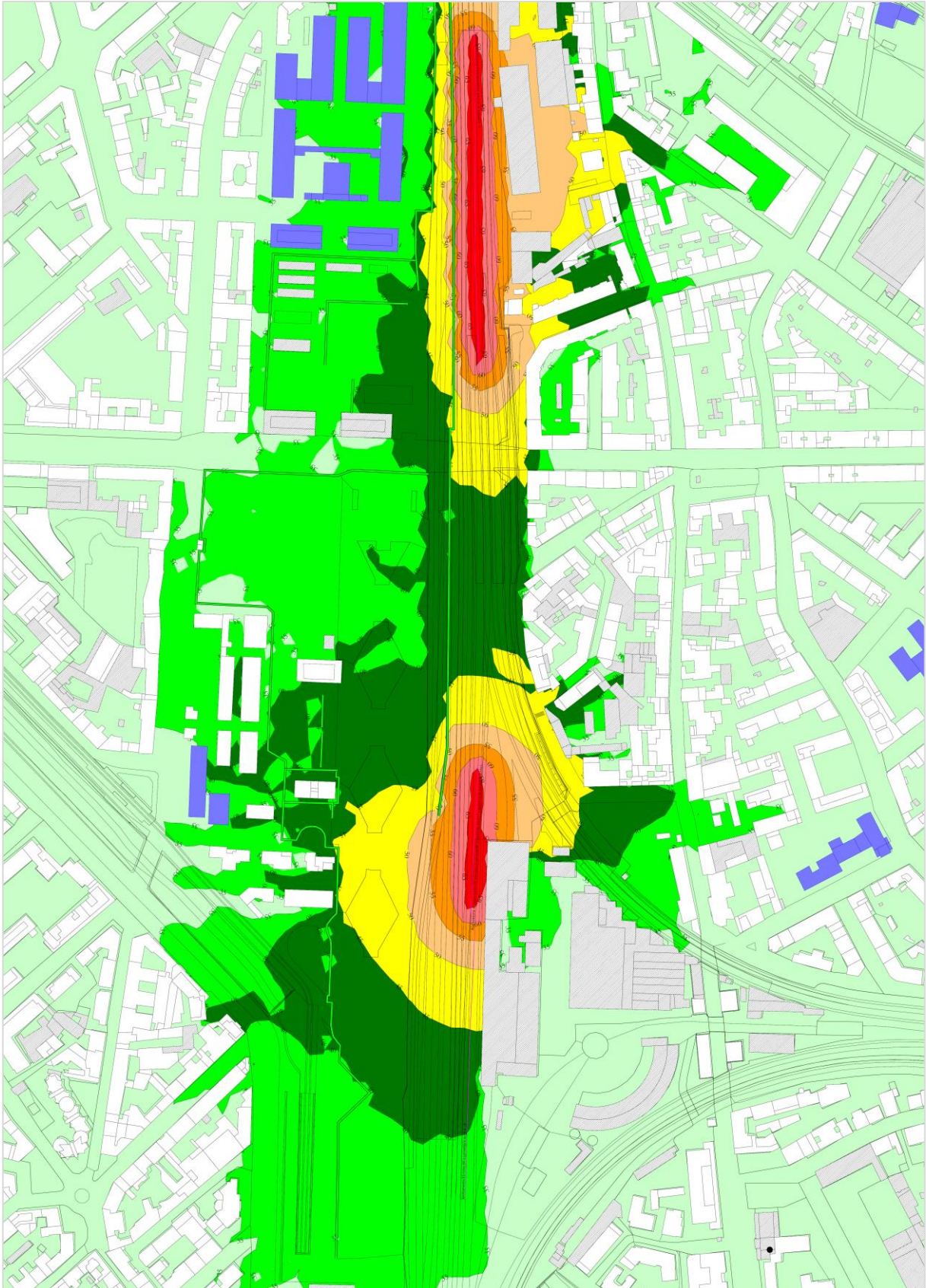


Figura 6-22. Mapa isofoniche quota 4 metri

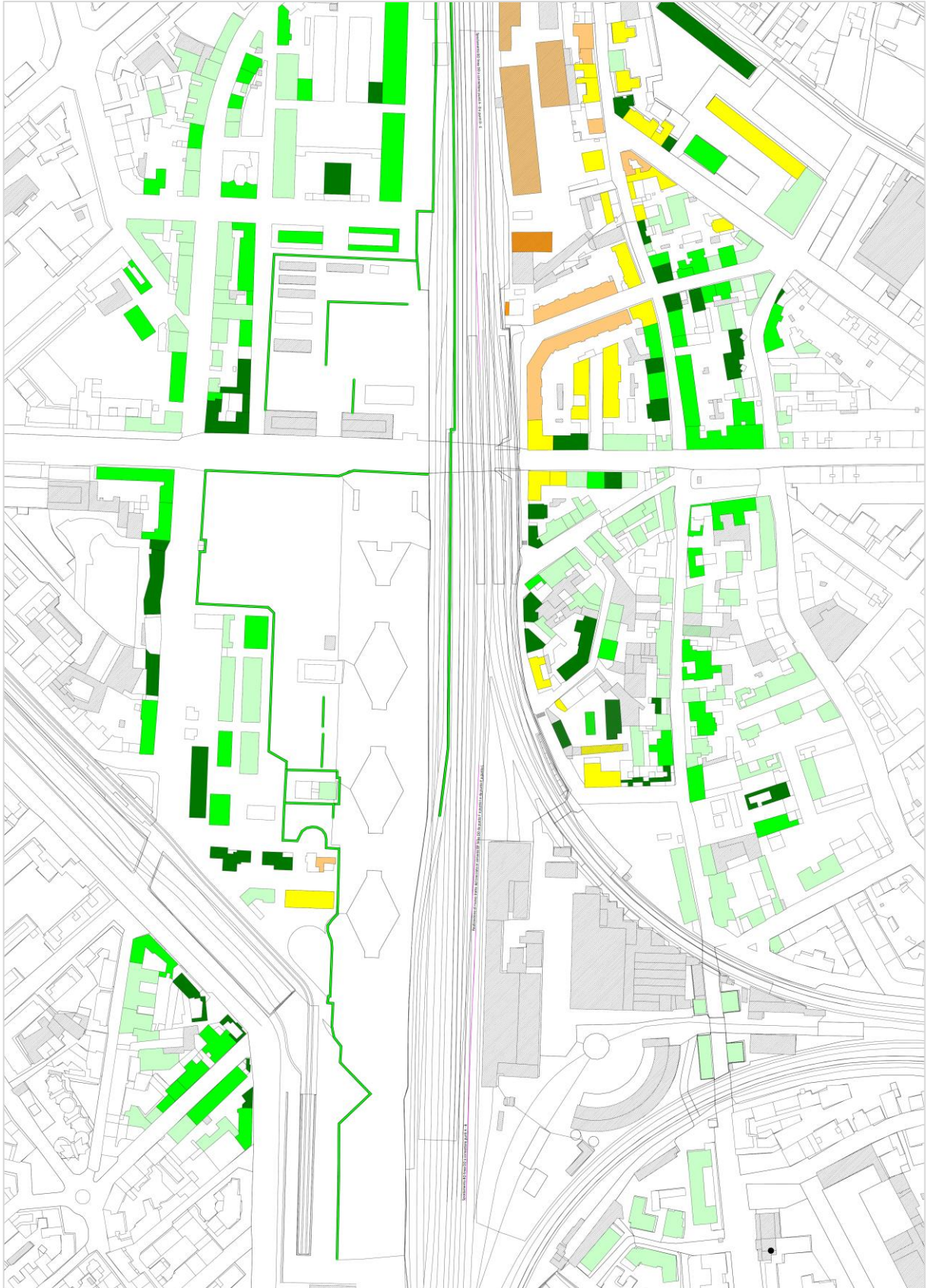


Figura 6-23. Mappa rumore livelli equivalenti massimi in facciata

6.2.3.2.13 Scenario di simulazione 09: Sottofase 4.2 (periodo notturno)

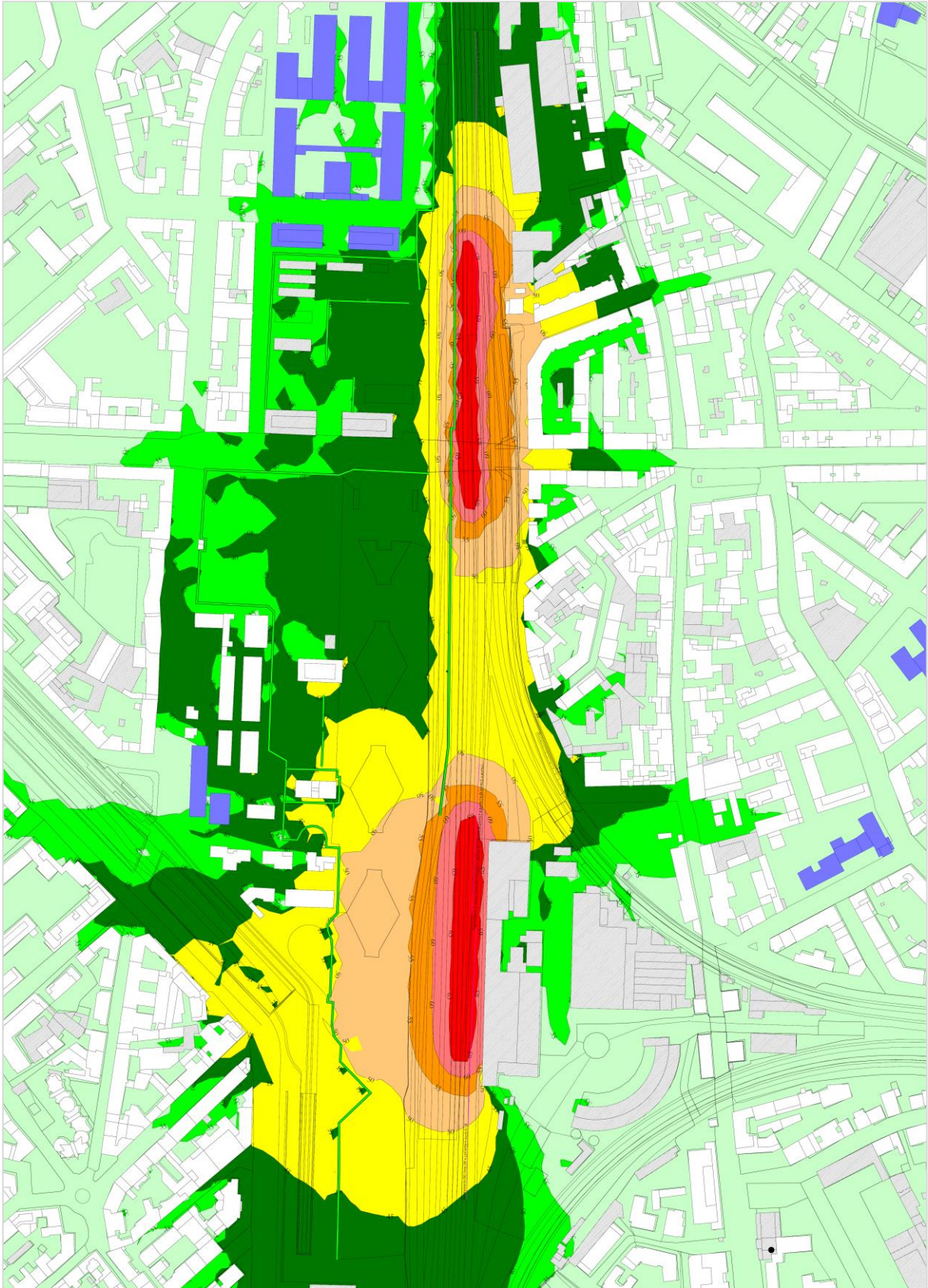


Figura 6-24. Mapa isofoniche quota 4 metri

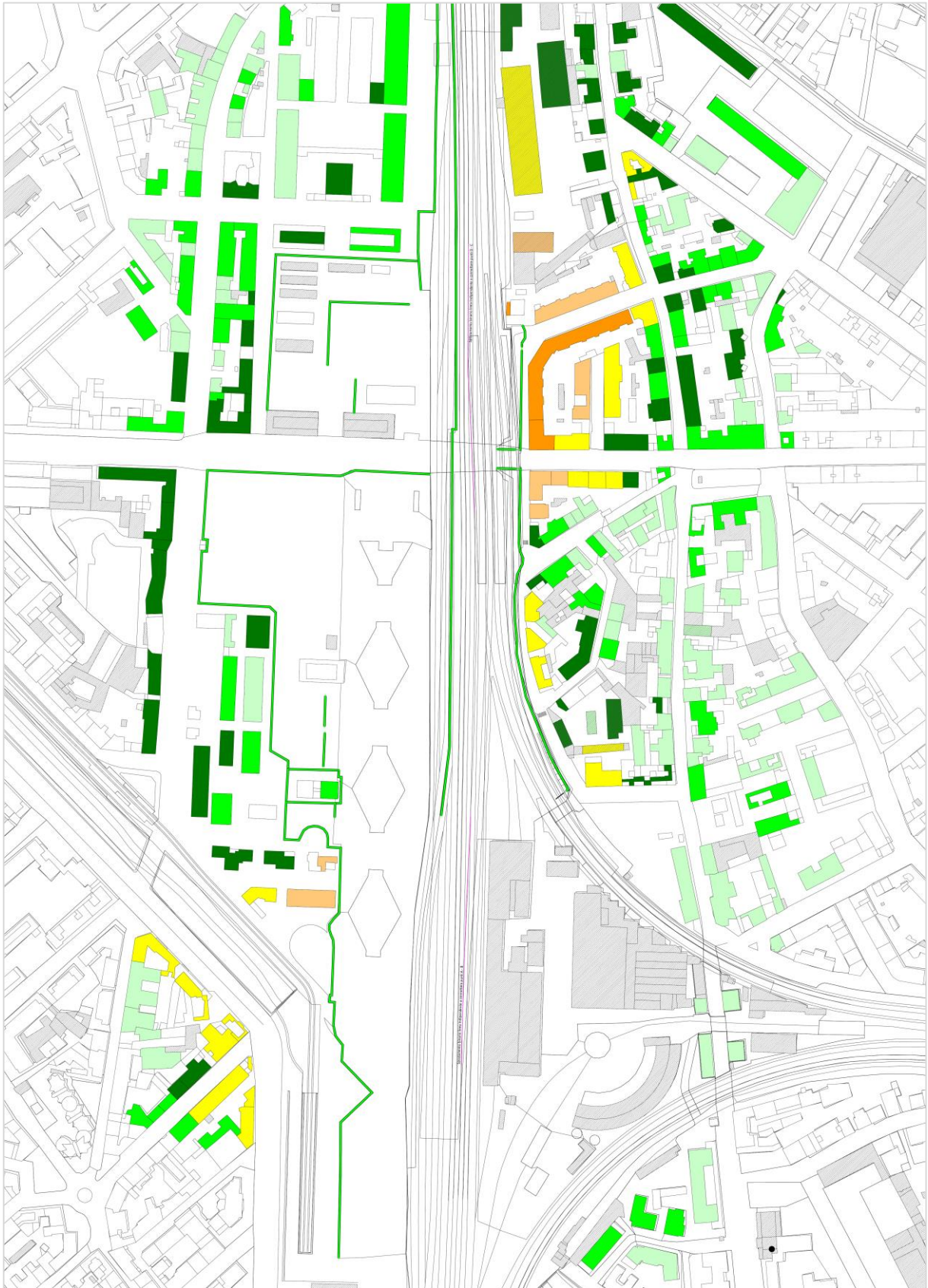


Figura 6-25. Mappa rumore livelli equivalenti massimi in facciata

6.2.3.3 Conclusioni

Per valutare il rumore prodotto nel corso della realizzazione degli interventi è indispensabile individuare le tipologie di lavorazioni svolte, i macchinari impiegati, le loro modalità di utilizzo e l'entità dei livelli sonori da essi prodotti.

L'analisi dell'impatto acustico delle attività di cantiere è in generale complessa. La molteplicità delle sorgenti, degli ambienti e delle posizioni di lavoro, unitamente alla variabilità delle macchine impiegate e delle lavorazioni effettuate dagli addetti, nonché alla variabilità dei tempi delle diverse operazioni, rendono infatti molto difficoltosa la determinazione dei livelli di pressione sonora. Le attività in corso nel cantiere cambiano inoltre con l'avanzamento dello stato dei lavori e, di conseguenza, variano continuamente il tipo ed il numero dei macchinari impiegati in contemporanea e, di solito, in maniera non standardizzabile.

Nel caso in oggetto, l'analisi svolta ha riguardato la definizione e la valutazione preliminare dei potenziali effetti acustici indotti dalle attività nelle aree di cantiere e dalle lavorazioni previste per la realizzazione delle opere in progetto.

Nello specifico, a seguito dell'analisi del contesto descritta nei paragrafi precedenti, che ha preso in considerazione la localizzazione delle aree di cantiere, sono stati identificati i diversi scenari potenzialmente significativi.

Nello specifico, per ogni fase di lavoro (secondo quanto previsto dal cronoprogramma), sono stati valutati gli scenari di lavoro oggetto di simulazione secondo i criteri seguenti:

- Tipologia delle attività e delle lavorazioni previste;
- Durata e contemporaneità delle lavorazioni;
- Impatto potenziale previsto in base alla contemporaneità dei mezzi in base allo scenario.

Sulla base di tali criteri sono stati identificati i seguenti scenari di riferimento ritenuti maggiormente significativi relativamente alle potenziali emissioni acustiche:

- Scenario di simulazione 01: Sottofase 1.1
- Scenario di simulazione 02: Sottofase 2.1;
- Scenario di simulazione 03: Sottofase 2.6;
- Scenario di simulazione 04: Sottofase 3.2;
- Scenario di simulazione 05: Sottofase 4.1;
- Scenario di simulazione 06: Sottofase 5.1;
- Scenario di simulazione 07: Sottofase 2.2 (periodo notturno);
- Scenario di simulazione 08: Sottofase 3.3 (periodo notturno);
- Scenario di simulazione 09: Sottofase 4.2 (periodo notturno);

Tutti gli scenari individuati sono stati oggetto di modellazione acustica previsionale mediante il software specializzato SoundPlan, operando in maniera quanto più realistica possibile nella ricostruzione dei diversi scenari, con ipotesi adeguatamente cautelative. Nella costruzione degli scenari da simulare sono state in particolare accolte le seguenti assunzioni:

- Scelta delle lavorazioni più impattanti dal punto di vista delle emissioni acustiche. Nell'ambito delle diverse attività e lavorazioni previste per le opere in progetto, sono state appositamente individuate quelle che, in ragione della potenza sonora dei macchinari utilizzati, risultavano maggiormente critiche.
- Contemporaneità delle lavorazioni. Lo studio modellistico condotto ha considerato la simultaneità delle lavorazioni lungo linea e nelle aree di cantiere fisse.

- Scelta del numero e delle caratteristiche dei mezzi d'opera impiegati. Non essendo possibile nella presente fase progettuale avere una chiara definizione del numero e delle caratteristiche tecniche dei mezzi d'opera che saranno impiegati, si è proceduto con ipotesi adeguatamente cautelative.
- Ore di impiego. Anche la scelta delle ore di lavorazione effettiva è stata improntata al conseguimento di condizioni cautelative verso i ricettori esposti.
- Localizzazione delle sorgenti emissive. Per le opere aventi una prevalente estensione lineare sono state considerate sorgenti lineari, mentre per i cantieri fissi sono state considerate sorgenti puntuali; tali assunzioni valutate caso per caso hanno permesso in ogni scenario il posizionamento delle sorgenti in prossimità dei ricettori abitativi.

Dal punto di vista quantitativo, sulla base dei risultati delle simulazioni effettuate, vista la natura delle opere previste dal progetto, la possibile tipologia di macchinari impiegabili e l'entità delle opere da realizzare, si ritiene che durante le attività di costruzione possano essere rilevati livelli di rumorosità superiore ai limiti normativi in corrispondenza degli edifici più prossimi alle aree di cantiere e, in particolare, di quelli a destinazione residenziale. Tale effetto, laddove possibile, potrà essere contrastato mediante il ricorso a specifiche misure di mitigazione (barriere antirumore), le cui specifiche sono indicate nel documento.

Nella presente valutazione sono inoltre mostrati i risultati delle simulazioni in presenza degli elementi schermanti; come è possibile evincere dai risultati presentati, le barriere antirumore determinano una significativa diminuzione dei livelli acustici presso i ricettori esposti.

A causa delle caratteristiche delle sorgenti, che presentano livelli di rumorosità intrinsecamente elevati ed in virtù della vicinanza dei ricettori al cantiere e delle specifiche della classificazione acustica, si sono riscontrati alcuni superamenti residui della soglia normativa.

Si ribadisce che i presunti superamenti sono il risultato di simulazioni condotte con scenari estremamente cautelativi e riferiti all'attuale livello di progettazione (PFTE). Qualora a seguito degli approfondimenti da condursi nelle successive fasi di progettazione e a cura dell'Appaltatore in funzione delle caratteristiche dei macchinari adoperati dall'impresa, delle modalità di lavoro, del programma lavori e dell'effettiva organizzazione interna dei cantieri e dopo avere messo in atto tutti i provvedimenti possibili costituiti dalle barriere e dagli altri accorgimenti riportati nel successivo paragrafo, fossero confermati i superamenti dei limiti imposti dalla normativa, lo stesso Appaltatore potrà eventualmente richiedere al Comune di Firenze, una deroga per attività temporanee ai valori limite dettati dal D.P.C.M. 14 dicembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

6.2.4 Misure di prevenzione e mitigazione

6.2.4.1 Barriere antirumore in corrispondenza dei ricettori prossimi alle aree di cantiere

Sulla base delle considerazioni effettuate nei paragrafi precedenti, per contrastare il superamento dei limiti normativi e ricondurre i livelli di pressione sonora entro i valori soglia previsti dai vigenti strumenti di zonizzazione acustica comunale, in corrispondenza dei ricettori maggiormente esposti al rumore, si prevede che vengano installate:

- **barriere antirumore fisse di altezza pari a 4 m;**

Le barriere antirumore, che saranno montate su apposito basamento in cls (new jersey) e realizzate con pannelli antirumore, potranno svolgere anche un'azione di mitigazione diretta nei confronti delle emissioni di polveri.

Sulla base dei risultati delle simulazioni acustiche effettuate lungo il perimetro delle aree di cantiere e lavoro prospicienti i ricettori più prossimi, si ipotizza nella presente fase progettuale l'installazione delle seguenti tipologie di barriere:

- 218 m complessivi di barriere antirumore di cantiere fisse con $H = 4\text{ m}$;

Nella figura sottostante si riporta lo schema tipologico delle barriere antirumore di altezza pari a 4 m, composte da new jersey in cls di altezza pari a 1 metro e pannello antirumore di altezza pari a 3 metri.

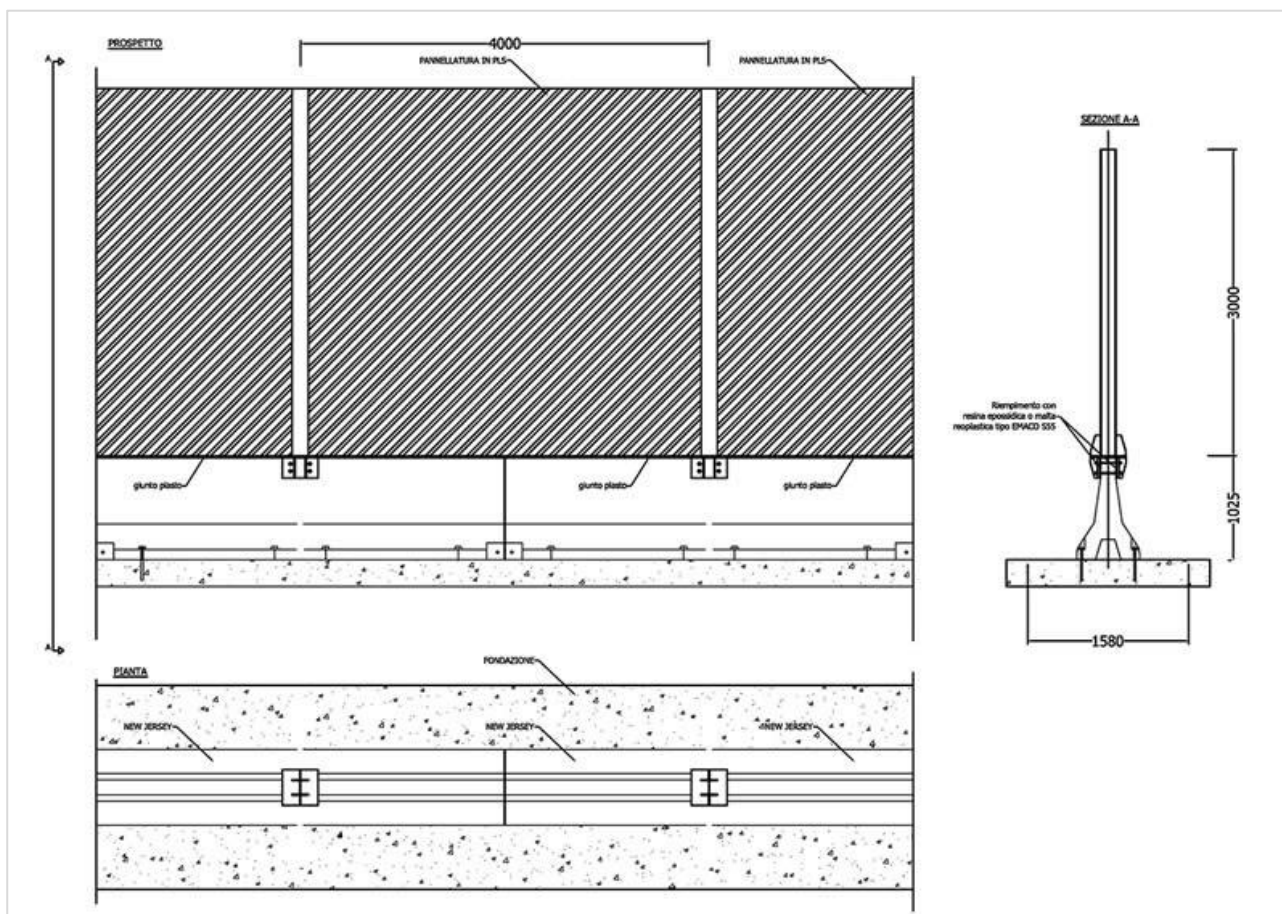


Figura 6-26. Tipologico barriere di cantiere

Tabella 6-23. Identificazione barriere antirumore fisse (altezza 4 m)

ID	Ubicazione	Tipo	Lunghezza	Altezza
BA_01	Via Cironi - Lato esposto verso ricettori a est	Fissa (tutta la durata della Fase 1)	18 m	4 m
BA_02	Via Cironi - Lato esposto verso ricettori a est	Fissa (tutta la durata della Fase 1)	80 m	4 m
BA_03	Via Circondaria - Lato esposto verso ricettori a est	Fissa (tutta la durata della Fase 1)	30 m	4 m
BA_04	Via Circondaria - Lato esposto verso ricettori a est	Fissa (tutta la durata della Fase 1)	30 m	4 m
BA_05	Via Sighele - Lato esposto verso ricettori a est	Fissa (tutta la durata della Fase 1)	60 m	4 m

6.2.4.2 Procedure operative

Oltre agli interventi di mitigazione diretti di cui sopra, durante la fasi di realizzazione delle opere verranno applicate generiche procedure di natura logistica/organizzativa per il contenimento dell'impatto acustico generato dalle attività di cantiere. In particolare verranno adottate misure che riguardano l'organizzazione del lavoro e del cantiere,

verrà curata la scelta delle macchine e delle attrezzature e verranno previste opportune procedure di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature.

Per quanto riguarda l'organizzazione del lavoro si seguiranno in genere le seguenti indicazioni generali:

- Entro le rispettive aree tecniche, l'Impresa avrà cura di localizzare gli impianti fissi più rumorosi (betonaggio, officine meccaniche, elettrocompressori, ecc.) alla massima distanza dai ricettori;
- Gli impianti che hanno un'emissione direzionale saranno orientati in direzione opposta rispetto ai ricettori, in modo da ottenere, lungo l'ipotetica linea congiungente la sorgente con il ricettore stesso, il livello minimo di pressione sonora.

Saranno inoltre adottati i seguenti accorgimenti:

- **Mascheramento della rumorosità:** le attività a maggiore impatto acustico saranno concentrate in intervalli temporali diurni caratterizzati da condizioni di maggiore rumorosità di fondo (presumibilmente nei due archi temporali 10-12 e 15-18), affinché il contributo del cantiere possa essere mascherato quanto più possibile dal residuo preesistente;
- **Informazione alla popolazione:** sarà data preventiva informazione alla popolazione esposta in termini di durata delle attività, al fine di circoscrivere la cognizione del disturbo a intervalli noti;
- **Limitazione del periodo di accensione dei mezzi:** tutti i dispositivi di cantiere saranno accesi per la durata strettamente necessaria allo svolgersi delle attività. Saranno inoltre implementati mezzi dotati di meccanismo che spenga il motore in caso di inattività, limitando pertanto la finestra di emissioni di rumore ai periodi di effettivo utilizzo.
- **Utilizzo di mezzi conformi alla normativa in materia:** saranno utilizzati macchinari e attrezzature idonei a funzionare all'aperto (secondo D.P.R. 24 luglio 1996, n. 459) provvisti di marcatura CE relativamente alle emissioni acustiche. In particolare tali dispositivi risponderanno alle prescrizioni della Direttiva 2000/14/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 08 maggio 2000 "Ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri concernenti l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto" (G.U.C.E. L 162 del 3 luglio 2000)", nonché delle successive modifiche ed integrazioni e decreti attuativi della medesima, riassunti di seguito:
 - Commissione Europea/D.G. Ambiente/Gruppo di Lavoro 7 "Linee guida per l'applicazione della direttiva 2000/14/CE" (anno 2001);
 - D. Lgs. 4 settembre 2002, n. 262 "Attuazione della Direttiva 2000/14/CE" (Suppl. Ord. Alla G.U.R.I. n. 273 del 21 novembre 2002);
 - Commissione Europea/D.G. Ambiente "EC Declaration of Conformity for 2000/14 – Advice for the manufacturer of equipment covered by European Directive 2000/14/EC" (2003)
 - Direttiva 2005/88/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, 14 dicembre 2005 "che modifica la direttiva 2000/14/CE sul ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri concernenti l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto" (G.U.C.E. L 344 del 27 dicembre 2005);
 - D.M.A. 24 luglio 2006 "Modifiche dell'allegato I - Parte b, del decreto legislativo 4 settembre 2002, n. 262, relativo all'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate al funzionamento all'esterno." (G.U. n. 182 del 7 agosto 2006)";
 - D.M.T. 4 aprile 2008: "Rettifica del decreto 14 dicembre 2007 di recepimento della direttiva 2007/34/CE della Commissione del 14 giugno 2007, che modifica, ai fini dell'adattamento al progresso tecnico, la direttiva 70/157/CEE del Consiglio relativa al livello sonoro ammissibile e al dispositivo di scappamento dei veicoli a motore". (G.U. n. 135 del 11 giugno 2008).

- D.Lgs. 17 febbraio 2017, n. 41 - Disposizioni per l'armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico con la direttiva 2000/14/CE e con il regolamento (CE) n. 765/2008, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere i), l) e m) della legge 30 ottobre 2014, n. 161. (17G00054)
- Utilizzo di mezzi ad elevata efficienza e buon contenimento delle emissioni acustiche: saranno utilizzati dispositivi in grado di garantire prestazioni elevate, riducendo la durata delle lavorazioni e pertanto l'inquinamento acustico connesso alle stesse. Si prediligerà l'impiego di attrezzature e tecniche in grado di minimizzare l'impatto acustico; ad esempio:
 - sarà valutato l'impiego di tecniche di convogliamento e di stoccaggio di materiali terrosi diverse dalle macchine di movimento terra, quali nastri trasportatori e tramogge;
 - Sarà privilegiato l'utilizzo di macchine movimento terra ed operatrici gommate, piuttosto che cingolate;
 - Gli scarichi saranno dotati di silenziatori;
 - Gli impianti fissi, quali gruppi elettrogeni e compressori, saranno provvisti di dotazioni fonoisolanti.
- Corretta manutenzione delle attrezzature e delle aree di cantiere: le attività di manutenzione consentiranno di evitare emissioni rumorose legate allo stato di usura e danneggiamento delle componenti. Saranno ad esempio previste le seguenti operazioni manutentive:
 - eliminazione degli attriti attraverso operazioni di lubrificazione;
 - sostituzione dei pezzi usurati e che lasciano giochi;
 - controllo e serraggio delle giunzioni;
 - bilanciatura delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive;
 - verifica della tenuta dei pannelli di chiusura dei motori;
 - svolgimento di manutenzione alle sedi stradali interne alle aree di cantiere e sulle piste esterne, mantenendo la superficie stradale livellata per evitare la formazione di buche.
- Imposizione di direttive agli operatori al fine di evitare comportamenti inutilmente rumorosi: gli operatori saranno formati in relazione all'esigenza di adottare buone pratiche e comportamenti corretti per quanto riguarda il controllo delle emissioni rumorose. Ad esempio, saranno fornite istruzioni in merito al corretto utilizzo dei segnalatori acustici, sarà specificato che si dovrà evitare di far cadere da altezze eccessive i materiali o di trascinarli quando possono essere sollevati, ecc.

6.2.4.3 Deroga

In fase di costruzione, dopo avere messo in atto tutti i provvedimenti possibili, costituiti dalle barriere e dagli altri accorgimenti riportati nel paragrafo dedicato, qualora non risultasse possibile ridurre il livello di rumore al di sotto della soglia prevista, l'Appaltatore richiederà al Comune una deroga ai valori limite dettati dal D.P.C.M. 14 dicembre 1997 "*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*".

Il valore del livello di rumore da definire nella richiesta di deroga dovrà essere stabilito dall'Appaltatore a seguito di ulteriori approfondimenti in fase esecutiva, in funzione delle caratteristiche dei propri macchinari, delle modalità di lavoro, del programma lavori e dell'effettiva organizzazione interna dei cantieri.

6.3 VIBRAZIONI

La valutazione delle vibrazioni ha lo scopo di stimare gli effetti sull'ambiente circostante delle vibrazioni emesse dai macchinari di cantiere impiegati per la realizzazione dell'opera in oggetto.

In dettaglio si procederà analizzando le principali sorgenti previste in funzione delle attività lavorative che saranno sostanzialmente raggruppabili in macchine operatrici (escavatore, macchine per pali, macchine per ecc.) ed in mezzi adibiti al trasporto (autocarri, autobetoniera, ecc.). Verrà descritto il metodo adottato per la previsione dei livelli vibrazionali indotti durante realizzazione delle opere e tali livelli saranno confrontati con i limiti della normativa in materia per ciò che riguarda l'effetto delle vibrazioni sulle persone e sulle strutture.

Lo studio vibrazionale per la fase di cantiere è volto, in particolare, per all'accertamento del disturbo alle persone, il quale ha limiti più restrittivi rispetto a quelli determinati sugli edifici. Pertanto, qualora si verifichi dall'esame della previsione di propagazione delle vibrazioni la presenza di edifici nelle più zone più critiche, tale elemento non costituisce un fattore per la stima di un possibile danno alle strutture, evidenziando unicamente il superamento di una soglia di disturbo per i residenti dell'edificio stesso. Tale soglia, pur ricavata dalle normative tecniche esistenti in sede nazionale ed internazionale, non risulta fissata da alcun atto legislativo.

Per quanto riguarda gli effetti sulle strutture, in presenza di livelli elevati e prolungati di vibrazioni, sono stati osservati danni strutturali a edifici e/o strutture. È da notare, però, che tali livelli sono più alti di quelli normalmente tollerati dagli esseri umani, i cui livelli sono riportati nelle norme ISO 2631 e UNI 9614. Tale considerazione è facilmente deducibile dal confronto dei valori riportati nelle norme che riportano i danni sull'uomo (ISO 2631 e UNI 9614) con i valori nelle norme che riguardano i danni strutturali (UNI 9916 ed ISO 4866), pertanto le prime sono state scelte quale riferimento, poiché riportano dei valori limite più restrittivi.

In definitiva, soddisfatto l'obiettivo di garantire livelli di vibrazione accettabili per le persone, risulta automaticamente realizzata l'esigenza di evitare danni strutturali agli edifici, almeno per quanto concerne le abitazioni civili. **Come unica eccezione sono da annoverare le vibrazioni che incidono su monumenti e beni artistici di notevole importanza storico-monumentale, i quali devono essere trattati come punti singoli con studi e valutazioni mirate.**

Per lo studio dell'impatto vibrazionale si è proceduto con le operazioni seguenti:

- analisi del territorio in cui si colloca l'opera e delle caratteristiche dei ricettori;
- definizione degli scenari critici in termini di impatto vibrazionale;
- valutazione delle vibrazioni previste sui ricettori prossimi.

6.3.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

6.3.1.1 Inquadramento normativo

La caratterizzazione delle emissioni di vibrazioni da parte di veicoli non è soggetta alle rigorose normative e disposizioni legislative che normano invece l'emissione del rumore. Pertanto, in questo caso non si ha una caratterizzazione dell'emissione in condizioni standardizzate e una garanzia del costruttore del mezzo a non superare un preciso valore dichiarato. Non si hanno nemmeno valori limite da rispettare per quanto riguarda i livelli di accelerazione comunicati ai ricettori e quindi ovviamente non è possibile specificare la produzione di vibrazioni con lo stesso livello di dettaglio con cui è possibile operare per il rumore.

6.3.1.1.1 Norma UNI 9614 - Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo

Le norme tecniche di riferimento sono le DIN 4150 (tedesca) e la UNI 9614:1990 che definiscono:

- i tipi di locali o edifici,
- i periodi di riferimento,
- i valori che costituiscono il disturbo,
- il metodo di misura delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti esterne o interne.

Le vibrazioni immesse in un edificio si considerano:

- di livello costante: quando il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza rilevato mediante costante di tempo "slow" (1 s) varia nel tempo in un intervallo di ampiezza inferiore a 5 dB;
- di livello non costante: quando il livello suddetto varia in un intervallo di ampiezza superiore a 5 dB;
- impulsive: quando sono originate da eventi di breve durata costituiti da un rapido innalzamento del livello di accelerazione sino ad un valore massimo seguito da un decadimento che può comportare o meno, a seconda dello smorzamento della struttura, una serie di oscillazioni che tendono ad estinguersi nel tempo.

La direzione lungo le quali si propagano le vibrazioni sono riferite alla postura assunta dal soggetto esposto. Gli assi vengono così definiti: asse Z passante per il cocchige e la testa, asse X passante per la schiena ed il petto, asse Y passante per le due spalle. Per la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni di livello costante, i valori delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, corrispondenti ai più elevati riscontrati sui tre assi, possono essere confrontati con i valori di riferimento riportati nelle tabelle successive. Tali valori sono espressi mediante l'accelerazione complessiva ponderata in frequenza $a(w)$ e del suo corrispondente livello $L(w)$. Quando i valori delle vibrazioni in esame superano i livelli di riferimento, le vibrazioni possono essere considerate oggettivamente disturbanti per il soggetto esposto. Il giudizio sull'accettabilità (tollerabilità) del disturbo oggettivamente riscontrata dovrà ovviamente tenere conto di fattori quali la frequenza con cui si verifica il fenomeno vibratorio, la sua durata, ecc.

Tabella 6-24. Valori e livelli di riferimento delle accelerazioni ponderate in frequenza validi per l'asse Z (prospetto II – App. A1, UNI 9614:1990)

Tipo di edificio	a (m/s ²)	La,w (dB)
aree critiche	5.0 10 ⁻³	74
abitazioni (notte)	7.0 10 ⁻³	77
abitazioni (giorno)	10.0 10 ⁻³	80
uffici	20.0 10 ⁻³	86
fabbriche	40.0 10 ⁻³	92

Tabella 6-25. Valori e livelli di riferimento delle accelerazioni ponderate in frequenza validi per l'asse X e Y (prospetto III – App. A1, UNI 9614:1990)

Tipo di edificio	a (m/s ²)	La,w (dB)
aree critiche	3.6 10 ⁻³	71
abitazioni (notte)	5.0 10 ⁻³	74
abitazioni (giorno)	7.2 10 ⁻³	77

uffici	14.4 10 ⁻³	83
fabbriche	28.8 10 ⁻³	89

6.3.1.1.2 Norma UNI 9916 - Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici

Fornisce una guida per la scelta di appropriati metodi di misura, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratorii allo scopo di permettere la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica. Altro scopo della norma è quello di ottenere dati comparabili sulle caratteristiche delle vibrazioni rilevate in tempi diversi su uno stesso edificio, o su edifici diversi a parità di sorgente di eccitazione, nonché di fornire criteri di valutazione degli effetti delle vibrazioni medesime. Per semplicità, la presente norma considera gamme di frequenza variabili da 0,1 a 150 Hz. Tale intervallo interessa una grande casistica di edifici e di elementi strutturali di edifici sottoposti ad eccitazione naturale (vento, terremoti, ecc.), nonché ad eccitazione causata dall'uomo (traffico, attività di costruzione, ecc.). In alcuni casi l'intervallo di frequenza delle vibrazioni può essere più ampio (per esempio vibrazioni indotte da macchinari all'interno degli edifici): tuttavia eccitazioni con contenuto in frequenza superiore a 150 Hz non sono tali da influenzare significativamente la risposta dell'edificio. Gli urti direttamente applicati alla struttura attraverso macchine industriali, gli urti prodotti dalle esplosioni, dalla battitura dei pali e da altre sorgenti immediatamente a ridosso dei ristretti limiti della struttura non sono inclusi nella gamma di frequenza indicata, ma lo sono i loro effetti sulla struttura.

Nell'Appendice D della norma UNI 9916-2014 sono indicate nel Prospetto D.1 le velocità ammissibili per tipologia di edificio. I valori di riferimento sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 6-26. Valori di riferimento delle velocità (prospetto D.1 - UNI 9916-2014)

Classe	Tipo di edificio	Fondazione			Piano alto	Solai componente verticale
		f=1-10 Hz	f=10-50 Hz	f=50-100 Hz (*)	Tutte le frequenze	Tutte le frequenze
1	Costruzioni industriali, edifici industriali e costruzioni strutturalmente simili	20	da 20 (per f=10Hz) a 40 (per f=50Hz)	da 40 (per f=50Hz) a 50 (per f=100Hz)	40	20
2	Edifici residenziali e costruzioni simili	5	da 5 (per f=10Hz) a 15 (per f=50Hz)	da 15 (per f=50Hz) a 20 (per f=100Hz)	15	20
3	Costruzioni che non ricadono nelle classi 1 e 2 e che sono degne di essere tutelate (p.es. monumenti)	3	da 3 (per f=10Hz) a 8 (per f=50Hz)	da 8 (per f=50Hz) a 10 (per f=100Hz)	8	3/4

(*) Per frequenze oltre 100 Hz possono essere usati valori di riferimento per 100 Hz

6.3.1.2 Riferimenti bibliografici

Al fine della redazione del presente studio, per le assunzioni e comprovare le ipotesi tecniche sono state prese in considerazione, oltre la normativa tecnica, la seguente bibliografia corrente:

- 1 Lamberto Tronchin, Angelo Farina, Valerio Tarabusi – “Studio di impatto acustico e vibrazionale nella realizzazione di infrastrutture viarie e ferroviarie” - 31° Convegno Nazionale AIA, Venezia, 5-7 Maggio 2004.

- 2 Angelo Farina – “Valutazione dei livelli di vibrazioni in edifici residenziali - Normativa, tecniche di misura e di calcolo” - <http://pcfarina.eng.unipr.it/Public/Papers/216-EUBIOS06.pdf> Rivista Neo-EUBIOS, n. 16. Maggio 2006 - ISSN 1825-5515.
- 3 Hal Amick and Michael Gendreau (2000) – “Construction Vibrations and Their Impact on Vibration-Sensitive Facilities”- Colin Gordon & Associates, San Mateo, California 94402
- 4 Aki, K., and Richards, P.G. (1980). “Quantitative Seismology: Theory and Methods.”, W.H. Freeman and Company, San Francisco, 932 pp.
- 5 Ishihara, K. (1996). “Soil Behaviour in Earthquake Geotechnics.”, Oxford Science Publications, Oxford, UK, pp. 350.
- 6 Hal Amick, Colin Gordon & Associates (1999), “A Frequency-Dependent Soil Propagation Model” - Presented at SPIE Conference on Current Developments in Vibration Control for Optomechanical Systems - Denver, Colorado, July 20, 1999 San Mateo, California USA.
- 7 Dong-Soo Kim, Jin-Sun Lee¹ (1999), “Propagation and attenuation characteristics of various ground vibrations” - Department of Civil Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Taejon – pp 305-701
- 8 L.H. Watkins - “Environmental impact of roads and traffic” - Appl. Science Publ.
- 9 Ohta, Y. and N. Goto. (1978), Empirical shear wave velocity equations in terms of characteristic soil indexes. Earthq. Eng. Struct. Dyn., 6:167-187.

6.3.2 Definizione del disturbo vibrazionale

La caratterizzazione del disturbo vibrazionale è effettuata in termini di valore medio efficace (r.m.s.) della velocità (in mm/s) per valutare gli effetti delle vibrazioni sugli edifici e l'accelerazione (in mm/s²) per valutare la percezione umana. È tuttavia agevole convertire i valori di velocità v nei corrispondenti valori di accelerazione a , nota la frequenza f , tramite la relazione:

$$v = \frac{a}{2 \cdot \pi \cdot f}$$

Convenzionalmente, in analogia con le analisi del rumore, sia i valori di velocità che quelli di accelerazione vengono valutati sulla scala dei dB, tramite le relazioni:

$$L_{acc} = 20 \cdot \lg \left[\frac{a}{a_0} \right] \qquad L_{vel} = 20 \cdot \lg \left[\frac{v}{v_0} \right]$$

in cui compaiono i valori di riferimento $a_0 = 0.001 \text{ mm/s}^2$ e $v_0 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ mm/s}$.

6.3.2.1 Metodologia per la valutazione dei livelli vibrazionali indotti dal cantiere e dai mezzi di trasporto

Il fenomeno con cui un prefissato livello di vibrazioni imposto sul terreno si propaga nelle aree circostanti è correlato alla natura del terreno, alla frequenza del segnale e alla distanza fra il punto di eccitazione e quello di valutazione dell'effetto. Il metodo previsionale dei livelli di vibrazione ha impiegato simulazioni numeriche.

In dettaglio si illustrano i passi seguiti nell'elaborazione. La valutazione dei livelli vibrazionali è stata condotta a fronte dell'acquisizione degli spettri di emissione dei fenomeni considerati (attività dei mezzi di cantiere e per il trasporto dei materiali nonché impianti fissi), utilizzando sia dati bibliografici che rilievi strumentali. Gli spettri impiegati sono riferiti a misure eseguite ad una distanza nota dalla sorgente vibratoria e sono afferenti alla componente verticale (asse Z).

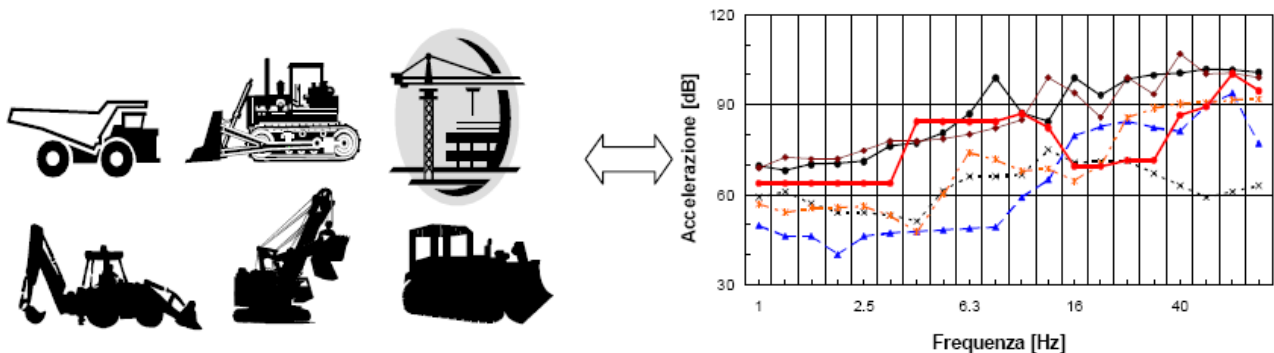


Figura 6-27. Relazione tra mezzi d'opera e spettro di emissione di vibrazioni

Dagli spettri delle sorgenti si ottiene il livello di accelerazione non ponderato a distanze crescenti dalla sorgente mediante una legge di propagazione. Nel caso di sorgenti superficiali, ad esempio, si precisa che l'espressione con cui si esprime l'accelerazione ad una certa distanza d è basata sulla seguente formulazione:

$$a(d, f) = a(d_0, f) \cdot \left(\frac{d_0}{d} \right)^n \cdot e^{-2\pi \cdot f \cdot (\eta/c) \cdot (d - d_0)}$$

I livelli complessivi di accelerazione non pesati a distanze crescenti dalla sorgente corrispondenti agli scenari analizzati sono dati dalla combinazione, frequenza per frequenza, degli spettri di vibrazione relativi alle singole macchine previste. Come legge di combinazione degli spettri è stata adottata la regola SRSS (Square-Root-of-the-Sum-of-the-Squares) che consiste nell'eseguire la radice quadrata della somma dei quadrati delle ordinate spettrali relative alle singole macchine. Per ciascuna frequenza si è quindi ottenuto quindi un valore complessivo non pesato di tutte le macchine attive ($A_{TOT,f}$) sotto forma di matrice.

$$A_{TOT,f} = \sqrt{A_1(f, d)^2 + A_2(f, d)^2 + \dots + A_N(f, d)^2} \quad (\text{SRSS})$$

Relativamente ad ogni scenario modellizzato, si è applicato alla matrice citata la curva di attenuazione definita per postura non nota (o asse generico) dalla UNI 9614.

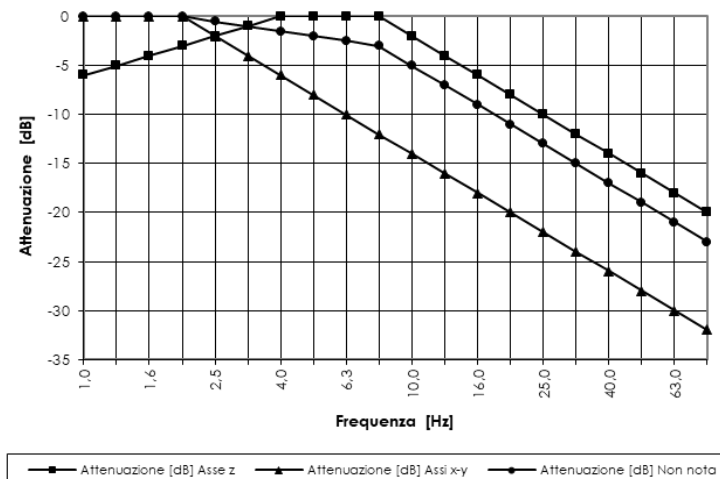


Figura 6-28. Filtri di ponderazione per i diversi assi di riferimento

Si è quindi ottenuta la matrice dei livelli ponderati di accelerazione complessiva per singola frequenza e distanza, con cui è stato possibile realizzare specifici grafici di propagazione dello spettro della somma delle sorgenti analizzate.

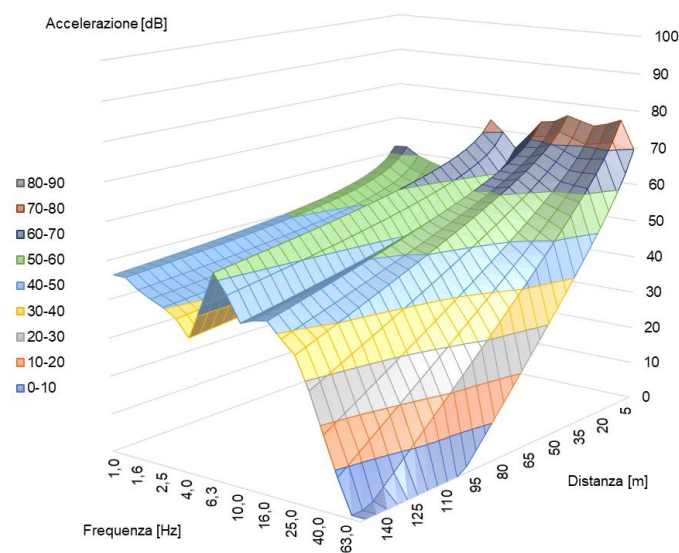


Figura 6-29. Propagazione dello spettro di vibrazione

Il livello totale di accelerazione ponderata in funzione della distanza $L_{a,w,d}$ è ottenuto sommando tutti i corrispondenti valori per frequenza $A_{TOT,f}$ espresso in dB pesati. Il numero ottenuto è rappresentativo dell'accelerazione complessiva ponderata su asse Z ad una determinata distanza. Ripetendo questa operazione per una griglia di distanze si è ottenuto il profilo di attenuazione dell'accelerazione ponderata e complessiva di tutti le sorgenti su asse Z.

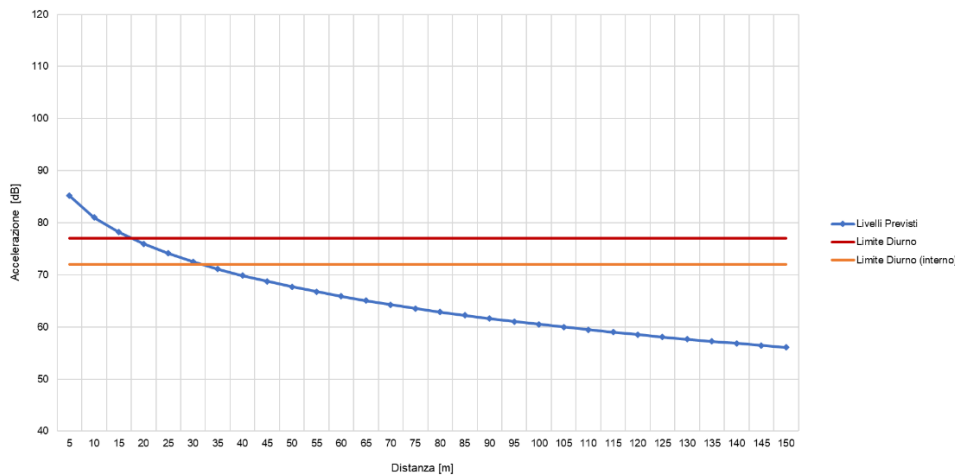


Figura 6-30. Valutazione della propagazione del livello di vibrazioni a diverse distanze

Ai fini del confronto con i livelli di riferimento della norma UNI 9614, si stabilisce di prendere in esame il valore massimo fra i valori di accelerazione ponderata misurati lungo i tre assi. Poiché nella pressoché totale generalità dei casi, questo porta a considerare l’accelerazione misurata in senso verticale, si valuteranno i livelli di accelerazione ponderata “per asse generico” lungo l’asse Z con la tabella dei valori di riferimento originariamente stabilita per gli assi X e Y.

6.3.3 Modello di calcolo

Al fine dell’esecuzione del calcolo della propagazione delle vibrazioni saranno presi in considerazione due posizioni che possono assumere le sorgenti: sarà identificato il caso in cui le sorgenti sono in superficie (sorgenti superficiali) ed in profondità (sorgenti profonde).

6.3.3.1 Sorgenti superficiali

Parlando della trasmissione di vibrazioni nel terreno, è necessario distinguere tra tre tipi principali di onde che trasportano energia vibrazionale: onde di compressione (onda P), onde di taglio (onda S) e onde di superficie (orizzontali, onde R, e verticali, onde L), le quali hanno velocità di propagazione differente in funzione del modulo di Poisson del terreno.

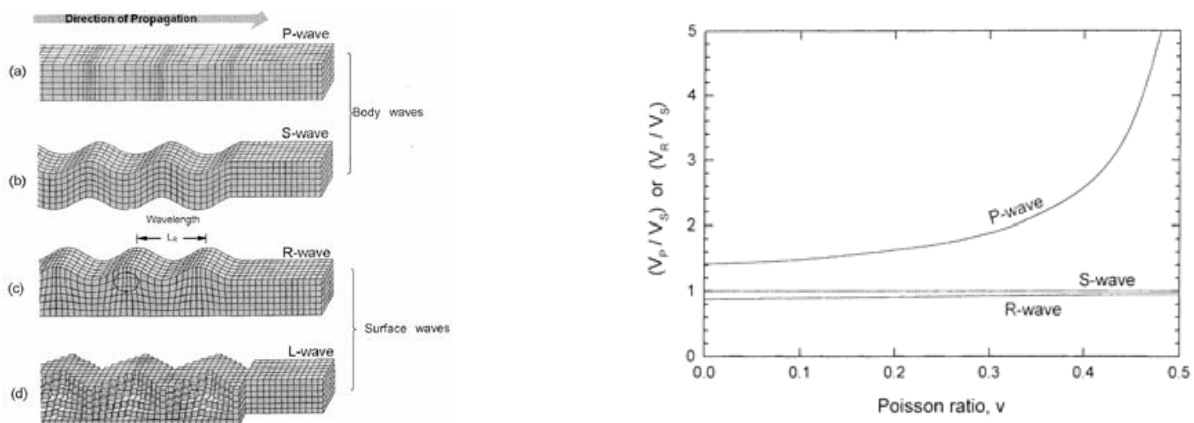


Figura 6-31. Tipi di onda di volume e di superficie (a sinistra) e velocità relativa delle onde P, R rispetto onde S (a destra)

L’espressione con cui si esprime l’accelerazione ad una certa distanza d, per tutti tre i tipi di onde considerati (P, S, R), è basata sulla seguente formulazione:

$$a(d, f) = a(d_0, f) \cdot \left(\frac{d_0}{d}\right)^n \cdot e^{-2\pi \cdot f \cdot (\eta/c) \cdot (d-d_0)}$$

dove η è il fattore di perdita del terreno, c la velocità di propagazione in m/s, f la frequenza in Hz, d la distanza in m, e d_0 la distanza di riferimento a cui è noto lo spettro di emissione, assunta pari a 5m. L'esponente n varia a seconda del tipo di onda e di sorgente di vibrazioni. Ai fini dell'analisi dei livelli massimi, si è preceduto prendendo a riferimento una sorgente concentrata, fissando l'esponente n a 0.5 per le onde di superficie (predominanti in caso di sorgente posta in superficie), e 1 per le onde di volume (predominanti in caso di sorgente profonda). Risulta pertanto evidente come la propagazione a partire da una sorgente posta in profondità sia dotata, anche nel caso di terreno omogeneo, di molta più rapida attenuazione al crescere della distanza dalla sorgente.

Tabella 6-27. Definizione dell'esponente n in base al tipo di sorgente e onda

Tipo di sorgente	Onda	Strato	n
Linea	Superficie	Superficie	0
	Volume	Superficie	1.0
Punto	Rayleigh	Superficie	0.5
	Volume	Superficie	2.0
Linea Sotterranea	Volume	Profondo	0.5
Punto Sotterraneo	Volume	Profondo	1.0

Il termine esponenziale rappresenta i fenomeni di dissipazione di energia meccanica in calore, che, come si vede, va crescendo proporzionalmente alla frequenza. Ciò fa sì che le alte frequenze si estinguano dopo un breve percorso, mentre le frequenze più basse si propagano a distanze maggiori.

Il rapporto η/c (indicato anche come ρ) dipende, infine, dal particolare tipo di terreno considerato, ed assume valori elevati nel caso di terreno coltivato soffice, mentre assume valori molto modesti nel caso di pavimentazioni rigide.

Tabella 6-28. Coefficiente di attenuazione

Classe	Descrizione del materiale	Coefficiente di attenuazione	ρ
I	Cedevole o tenero (terreno che può essere scavato facilmente)	0.003-0.01	$2 \times 10^{-4} - 6 \times 10^{-4}$
II	Consolidato (terreno che può essere scavato utilizzando una pala)	0.001-0.003	$6 \times 10^{-5} - 2 \times 10^{-4}$
III	Duro (terreno che non può essere scavato con una pala ma necessità di un piccone)	0.0001-0.001	$6 \times 10^{-6} - 6 \times 10^{-5}$
IV	Duro consolidato (terreno che scavato difficilmente utilizzando un martello)	<0.0001	< 6×10^{-6}

Il modello semplificato di propagazione illustrato considera i soli fenomeni previsti in un terreno supposto omogeneo ed isotropo, nel caso si abbia propagazione in presenza di edifici dalla struttura complessa, collegati al

terreno mediante sistemi di fondazione, è evidente che i livelli di accelerazione riscontrabili all'interno risultino "filtrati" dalla funzione di trasferimento del sistema struttura edilizia.

In particolare, diversi sistemi di fondazione producono una attenuazione più o meno pronunciata dei livelli di accelerazione misurabili sulla fondazione stessa rispetto a quelli nel terreno circostante; tale aspetto è legato al fatto che l'interfaccia terreno-struttura non è perfettamente solidale, e pertanto genera fenomeni dissipativi o di amplificazione.

6.3.3.2 Sorgenti in profondità

Nel caso dell'attività di cantiere ove intervenga necessità di realizzazioni di opere in profondità (palificazione, ecc.), la valutazione della legge di propagazione delle vibrazioni con la distanza è più complessa, in quanto non si ha più la semplice legge di propagazione delle onde superficiali, ma si ha a che fare con una sorgente posta in profondità, che dà luogo alla propagazione di onde di volume. Si consideri ora lo schema di emissione illustrato nella seguente figura:

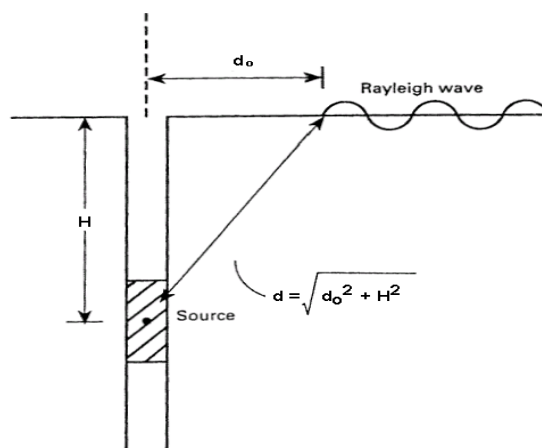


Figura 6-32. Schema della propagazione a partire da una sorgente profonda

Si può notare che, rispetto all'emissione di onde di superficie da parte di una sorgente concentrata posta sulla sommità del suolo, al recettore arrivano onde che hanno compiuto un percorso più lungo, e che si sono maggiormente attenuate lungo tale percorso a causa della legge di divergenza volumetrica anziché superficiale.

Considerando che l'epicentro di emissione si collochi circa ad 1/2 della lunghezza dell'elemento infisso, ovvero, per un palo di 9 m, a circa 5 m di profondità, si ha la seguente espressione relativa alla propagazione delle vibrazioni con cui è possibile calcolare il livello di accelerazione sulla superficie del suolo in funzione della distanza d_0 (misurata in orizzontale, sulla superficie) fra l'asse del palo ed il recettore.

$$a(d_0, f) = a(d_0, f) \cdot \left[\frac{d_0}{\sqrt{D^2 + H^2}} \cdot e^{-2\pi \cdot f \cdot \frac{\eta}{c} (\sqrt{D^2 + H^2} - d_0)} \right]$$

Il calcolo verrà eseguito assumendo che:

- il recettore si trovi ad una profondità di 3 m sotto il piano di campagna, poiché questa è la quota a cui si trovano in media le basi delle fondazioni degli edifici;
- rispetto a tale posizione, poiché l'epicentro di emissione è posto a 5 m di profondità, H assume un valore pari a 2 m;

- la distanza D a cui si è rilevato strumentalmente lo spettro di vibrazioni dovuto alla lavorazione in profondità è 5 m.

6.3.3.3 Sintesi delle ipotesi assunte

Il calcolo dei livelli vibrazionali ai ricettori, in condizioni di campo libero, risultanti dalle configurazioni dei macchinari da cantiere previsti negli scenari analizzati è stato condotto considerando una legge di attenuazione stabilita sulla base delle seguenti assunzioni:

- le macchine da cantiere sono assunte come sorgenti puntuali;
- l'attenuazione dissipativa del mezzo è stata calcolata secondo un approccio teorico semplificato basato sull'ipotesi di mezzo debolmente dissipativo e campo vibratorio costituito in prevalenza da onde di superficie del tipo di Rayleigh;
- il terreno si ipotizza di tipo consolidato, appartenente alla Classe II ($\rho < 1.5 \times 10^{-4}$), e di categoria C ($c = 300 \text{ m/s}$; $\eta = 0.04$);
- l'attenuazione geometrica afferente alla sorgente puntuale che lavora in superficie (escavatore, autocarro, pala, autocarro, ecc.) è stata assunta proporzionale a r^{-1} , mentre quella che opera in profondità è stata considerata con una legge di attenuazione proporzionale a $r^{-0.5}$;
- l'epicentro di emissione, nel caso di sorgenti profonde, si collochi circa ad $1/2$ della lunghezza dell'elemento infisso nel terreno;
- i livelli vibrazionali a distanze crescenti dalla sorgente corrispondenti agli scenari analizzati sono dati dalla combinazione, frequenza per frequenza, degli spettri di vibrazione relativi alle singole macchine di cantiere, mediante radice quadrata della somma dei quadrati delle ordinate spettrali relative alle singole macchine.

6.3.4 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

6.3.4.1 Fase di cantiere

Con riferimento alle vigenti normative, le attività di cantiere possono essere definite come sorgenti di vibrazione intermittente. Un ricettore adiacente all'area di cantiere è infatti soggetto ad una serie di eventi di breve durata, separati da intervalli in cui la vibrazione ha una ampiezza significativamente più bassa. In relazione alle attività lavorative di cantiere previste per la realizzazione dell'opera in esame, sono stati individuati scenari di cantiere critici per il potenziale impatto in termini di vibrazioni sull'ambiente circostante.

In particolare, le emissioni vibrazionali durante le lavorazioni possono legate agli impianti fissi/semifissi nei diversi cantieri stabili, e discontinue, dovute alle lavorazioni nelle aree di cantiere e nei fronti di avanzamento.

Al fine di ottenere scenari di simulazione maggiormente cautelativi in termini di impatto, in analogia a quanto fatto per la componente rumore, sono stati ipotizzati i macchinari relativi a ciascuna sottofase, scegliendo per ciascuna di esse lo scenario maggiormente impattante.

Si riportano di seguito le sottofasi potenzialmente più impattanti:

- Sottofase 1.1 – Diurno
- Sottofase 2.1 – Diurno
- Sottofase 2.6 – Diurno
- Sottofase 3.2 – Diurno
- Sottofase 4.1 – Diurno

- Sottofase 5.1 – Diurno
- Sottofase 2.2 – Notturmo
- Sottofase 3.3 – Notturmo
- Sottofase 4.2 – Notturmo

Si rammenta come l'impatto vibrazionale nelle simulazioni numeriche sarà valutato in termini di livello ponderato globale di accelerazione $L_{w,z}$ in campo libero, (definito in unità dB secondo la normativa UNI 9614 per asse generico), per un confronto con i valori di riferimento per il disturbo alle persone.

6.3.4.2 Definizione del tipo di sorgente

Gli scenari in esame sono stati definiti avendo come prima finalità quella di fornire risultati sufficientemente cautelativi. Si sottolinea tuttavia come le situazioni esaminate non possano comunque rappresentare tutti i macchinari potenzialmente presenti in contemporanea all'interno dell'area di cantiere. La valutazione dei livelli vibrazionali è stata quindi condotta a fronte dell'acquisizione degli spettri di emissione dei macchinari di cantiere sopra citati utilizzando dati bibliografici o rilevati. Gli spettri impiegati sono riferiti a misure eseguite ad una distanza di circa 5m dalla sorgente vibratoria e sono afferenti alla componente verticale.

Il calcolo del livello di vibrazione in condizioni di campo libero sarà definito nell'intorno del cantiere con una risoluzione di circa 5 m nelle direzioni orizzontali (piano di campagna), ottenendo il grafico della propagazione delle vibrazioni in funzione della distanza.

Nella tabella sottostante la definizione dei mezzi per ogni scenario individuato per la valutazione delle vibrazioni.

Tabella 6-29. Sottofase 1.1 – dati input simulazione

SOTTOFASE 1.1		Realizzazione struttura di sostegno, conseguente demolizione della scarpata e del muro di sostegno esistente	
demolizione della scarpata e del muro di sostegno esistente			
mezzi	unità	ore di lavoro	
Martello demolitore	2	8	
autocarro	2	8	
Mini-escavatore	2	8	

Tabella 6-30. Sottofase 2.1 – dati input simulazione

SOTTOFASE 2.1		Realizzazione tracciato in variante BD linea AV da punto B a punto E; Realizzazione tracciato in variante BP linea AV da punto C a punto F; Sistemazione TE			
mezzi	unità	ore di lavoro	Lunghezza totale lavorazione [m]	Durata [giorni]	FAL* [m]
Locomotore lavorazioni binari	1	8	550	5	110

(*) F.A.L.: Fronte di avanzamento lavoro giornaliero

Tabella 6-31. Sottofase 2.6 – dati input simulazione

SOTTOFASE 2.6		Opere di scavo per la realizzazione di scale e ascensori del futuro marciapiede II	
mezzo	unità	ore di lavoro	
escavatore	1	8	
mini escavatore	1	8	
autocarro	1	8	

Tabella 6-32. Sottofase 3.2 – dati input simulazione

SOTTOFASE 3.2		Realizzazione tracciato in variante BD linea DD da punto B a punto C; Realizzazione tracciato in variante BP linea DD da punto F a punto E; Sistemazione TE			
mezzi	unità	ore di lavoro	Lunghezza totale lavorazione [m]	Durata [giorni]	FAL* [m]
Locomotore lavorazioni binari	1	8	880	5	176

(*) F.A.L.: Fronte di avanzamento lavoro giornaliero

Tabella 6-33. Sottofase 4.1 – dati input simulazione

SOTTOFASE 4.1		Realizzazione tracciato in variante del binario della linea Indipendente da punto B a punto C; Sistemazione TE.			
mezzi	unità	ore di lavoro	Lunghezza totale lavorazione [m]	Durata [giorni]	FAL* [m]
Locomotore lavorazioni binari	1	8	250	5	50

(*) F.A.L.: Fronte di avanzamento lavoro giornaliero

Tabella 6-34. Sottofase 5.1 – dati input simulazione

SOTTOFASE 5.1		Realizzazione banchina 1 in configurazione definitiva, completamento vani scala e ascensore di accesso alla banchina 1, realizzazione pensilina banchina 1, Sistemazione TE	
mezzo	unità	ore di lavoro	
pompa cls	1	8	
autobetoniera	2	8	
autocarro	2	8	

Da cronoprogramma risultano inoltre previste lavorazioni durante il periodo notturno. Si riportano di seguito gli scenari di lavoro notturni con le relative macchine in funzione:

Tabella 6-35. Sottofase 2.2 – dati input simulazione – periodo notturno

SOTTOFASE 2.2		Spostamento BD linea AV a connettere punti A - B e punti I - E (tracciato esistente con tracciato in variante); Realizzazione di nuovo tratto del tracciato in variante BP linea AV da punto C a punto D e da punto F a punto G; Demolizione del restante tratto della BD linea AV in corrispondenza del tracciato in variante;			
mezzi	unità	ore di lavoro	Lunghezza totale lavorazione [m]	Durata [giorni]	FAL* [m]
Locomotore lavorazioni binari	1	4	575	1	575

(*) F.A.L.: Fronte di avanzamento lavoro giornaliero

Tabella 6-36. Sottofase 3.3 – dati input simulazione – periodo notturno

SOTTOFASE 3.3		Spostamento BD linea DD a connettere punti A - B e punti D - E (tracciato esistente con tracciato in variante); Realizzazione di nuovo tratto del tracciato in variante BP linea DD da punto F a punto I e da punto E a punto L; Demolizione del restante tratto della BD linea DD in corrispondenza del tracciato in variante.			
mezzi	unità	ore di lavoro	Lunghezza totale lavorazione [m]	Durata [giorni]	FAL* [m]
Locomotore lavorazioni binari	1	4	610	1	610

(*) F.A.L.: Fronte di avanzamento lavoro giornaliero

Tabella 6-37. Sottofase 3.3 – dati input simulazione – periodo notturno

SOTTOFASE 3.3	Spostamento binario linea Indipendente a connettere punti A - B e punti D - C (tracciato esistente con tracciato in variante); Demolizione del restante tratto del binario linea Indipendente in corrispondenza del tracciato in variante.				
mezzi	unità	ore di lavoro	Lunghezza totale lavorazione [m]	Durata [giorni]	FAL* [m]
Locomotore lavorazioni binari	1	4	415	1	415

(*) F.A.L.: Fronte di avanzamento lavoro giornaliero

La valutazione dei livelli vibrazionali è stata quindi condotta a fronte dell'acquisizione degli spettri di emissione dei macchinari di cantiere utilizzando dati bibliografici e misure dirette in campo. Gli spettri impiegati sono riferiti a misure eseguite ad una distanza di circa 5 m dalla sorgente vibratoria e sono afferenti alla sola componente verticale considerata quella che fornisce il contributo maggiore.

Si precisa infine che stante l'indisponibilità di dati sperimentali per tutti i macchinari presenti nel cantiere in esame, si è proceduto utilizzando quelli di macchine in grado di trasmettere al terreno sollecitazioni di simile entità, ma di cui sia noto lo spettro.

Di seguito le tabelle ed i grafici di caratterizzazione delle sorgenti di vibrazioni¹ individuate negli scenari di riferimento. I valori seguenti sono espressi in mm/s².

Sottofase 1.1

Mezzi attivi	D. (m)	1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
Martello Idraulico (tipo Hitachi H50 - FH450LCH.3 o similari)	5	2,51	2,51	3,16	3,55	3,76	6,68	7,50	11,22	25,12	90,16	25,12	17,78	100,00	56,23	79,43	112,20	112,20	125,89	118,85	112,20
Autocarro (tipo Mercedes Benz 2629 o similari)	5	0,89	1,12	0,71	0,50	0,47	0,45	0,33	1,26	2,11	2,00	2,04	5,75	3,76	3,55	3,55	2,24	1,50	0,89	1,06	1,33
Mini escavatore assimilato Escavatore cingolato (tipo Fiat-Hitachi FH300, in fase di scavo e carico autocarro)	5	0,32	0,20	0,19	0,12	0,20	0,26	0,24	0,25	0,28	0,30	0,98	1,88	9,89	13,34	16,79	12,59	12,02	28,84	51,88	8,41

Sottofasi 2.1 - 3.2 - 4.1

Mezzi attivi	D. (m)	1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
Locomotore lavorazione binari assimilato a Pala Cingolata	5	0,71	0,50	0,63	0,67	0,60	0,45	0,24	1,12	5,62	3,98	2,51	2,99	1,58	3,98	19,95	29,85	35,48	37,58	39,81	42,17

Sottofase 2,6

Mezzi attivi	D. (m)	1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
Escavatore cingolato (tipo Fiat-Hitachi FH300 o similari)	5	0,32	0,20	0,19	0,12	0,20	0,26	0,24	0,25	0,28	0,30	0,98	1,88	9,89	13,34	16,79	12,59	12,02	28,84	51,88	8,41
Autocarro (tipo Mercedes Benz 2629 o similari)	5	0,89	1,12	0,71	0,50	0,47	0,45	0,33	1,26	2,11	2,00	2,04	5,75	3,76	3,55	3,55	2,24	1,50	0,89	1,06	1,33

Sottofase 5.1

Mezzi attivi	D. (m)	1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
Autocarro, pompa cls, Autobetoniera assimilati ad Autocarro (tipo Mercedes Benz 2629 o similari)	5	0,89	1,12	0,71	0,50	0,47	0,45	0,33	1,26	2,11	2,00	2,04	5,75	3,76	3,55	3,55	2,24	1,50	0,89	1,06	1,33

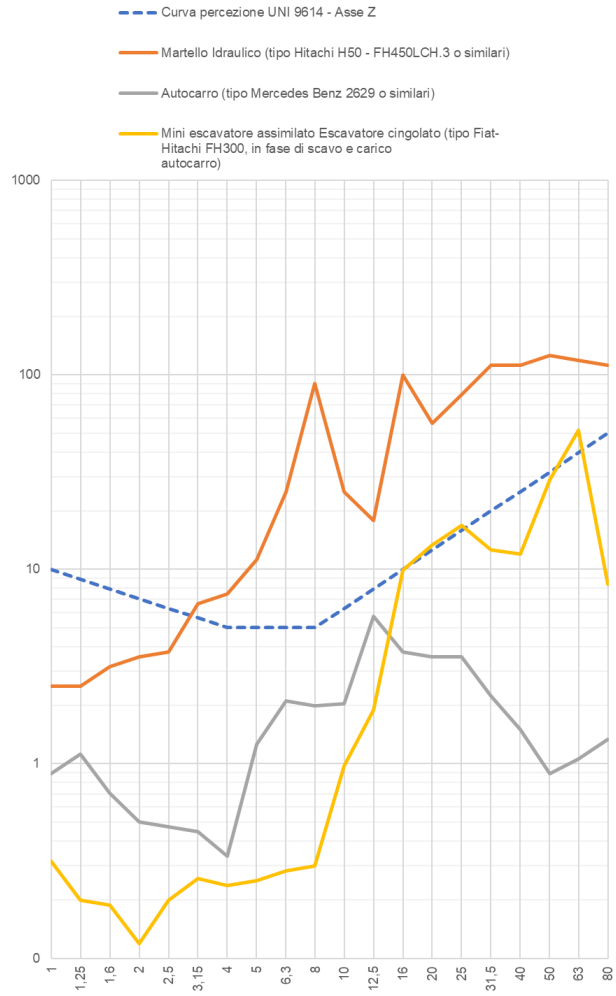
Sottofase 2.2 - 3.3 - 4.2 - Periodo Notturno

Mezzi attivi	D. (m)	1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
Locomotore lavorazione binari assimilato a Pala Cingolata	5	0,71	0,50	0,63	0,67	0,60	0,45	0,24	1,12	5,62	3,98	2,51	2,99	1,58	3,98	19,95	29,85	35,48	37,58	39,81	42,17

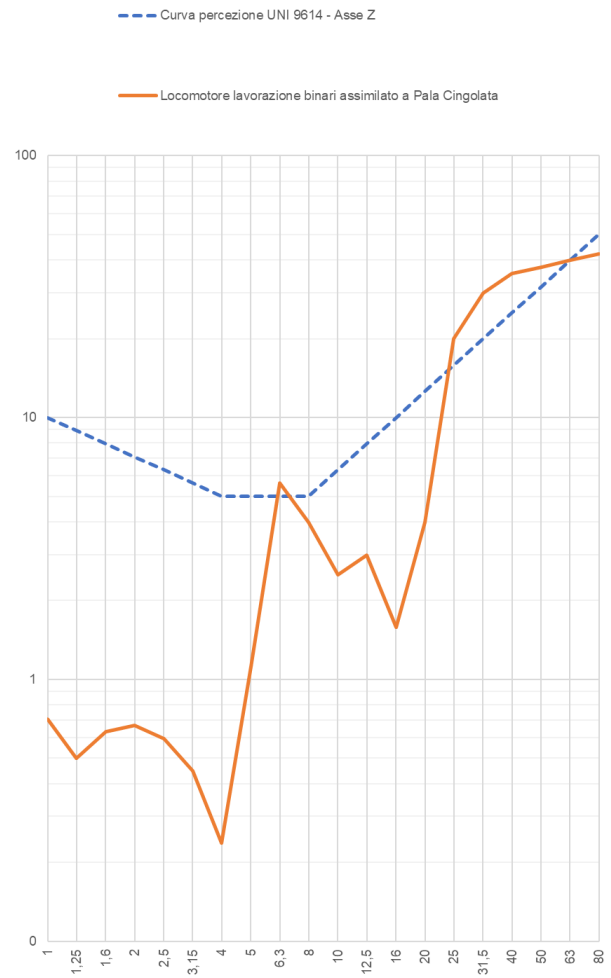
Di seguito i grafici degli spettri delle sorgenti dei macchinari con confronto con curva di percezione della UNI 9614 per l'asse Z.

¹ Fonte: L.H. Watkins - "Environmental impact of roads and traffic" - Appl. Science Publ.

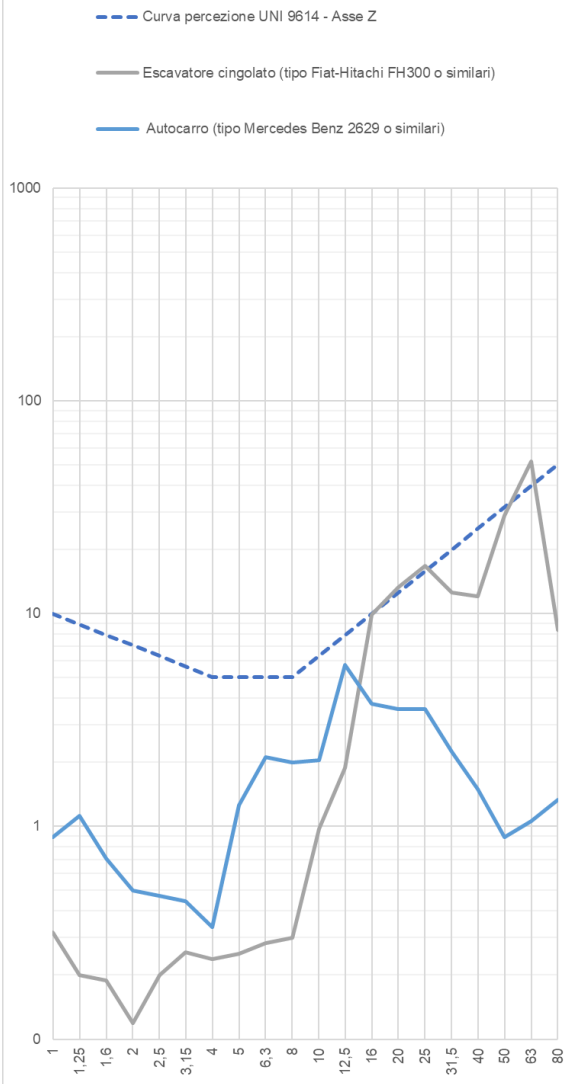
Sottofase 1.1



Sottofasi 2.1 - 3.2 - 4.1



Sottofase 2,6



Sottofase 5.1

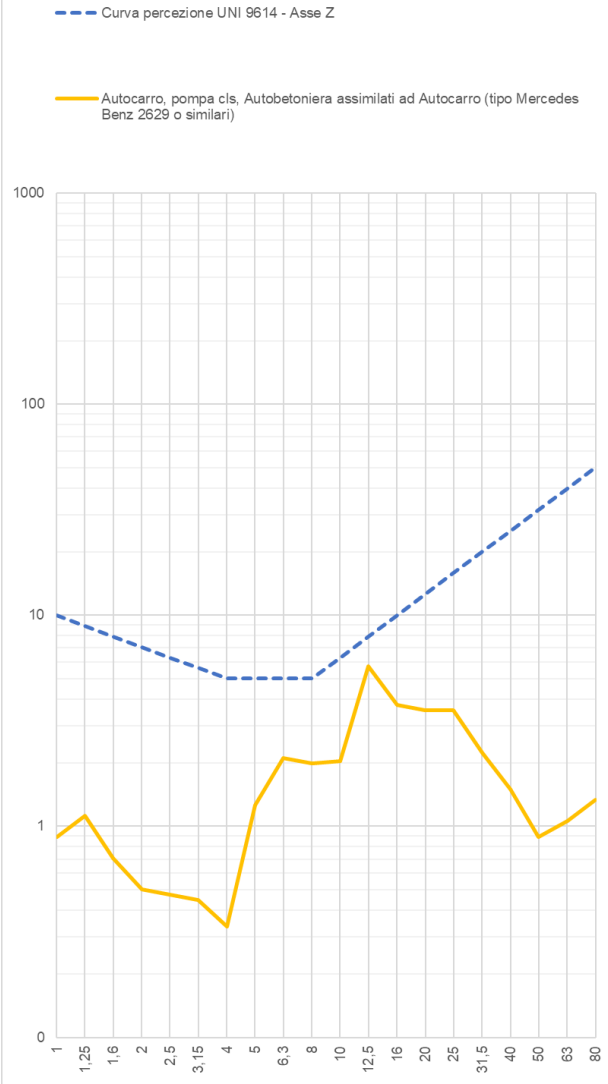




Figura 6-33. Spettri delle sorgenti dei macchinari con confronto con curva di percezione della UNI 9614 per l'asse Z

6.3.4.3 Valutazione della propagazione delle vibrazioni

Dall'analisi della propagazione dello spettro, per ogni distanza della sede dell'attività di lavoro, è agevole calcolare il livello complessivo di accelerazione ponderata, come somma dei livelli delle singole frequenze. In questo modo è stata calcolata la legge di variazione del livello di accelerazione ponderata in funzione della distanza, la quale è mostrata graficamente di seguito, per ogni scenario.

Nelle figure seguenti sono riportate la propagazione dello spettro nel terreno per i pacchetti di lavorazione.

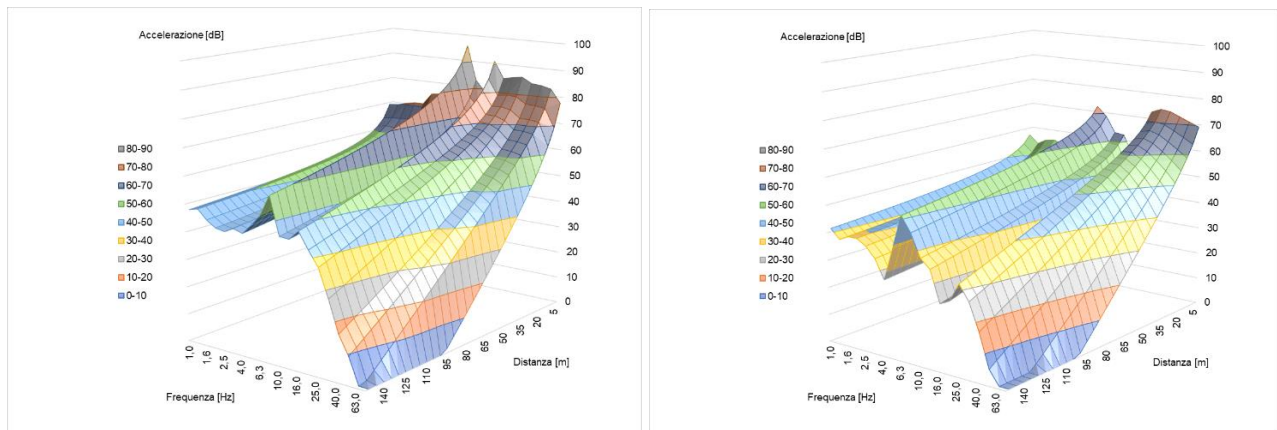


Figura 6-34. Propagazione dei livelli di accelerazione in dB (UNI 9614) per singola frequenza, a sinistra per la sottofase 1.1, a destra per la sottofase 2.1

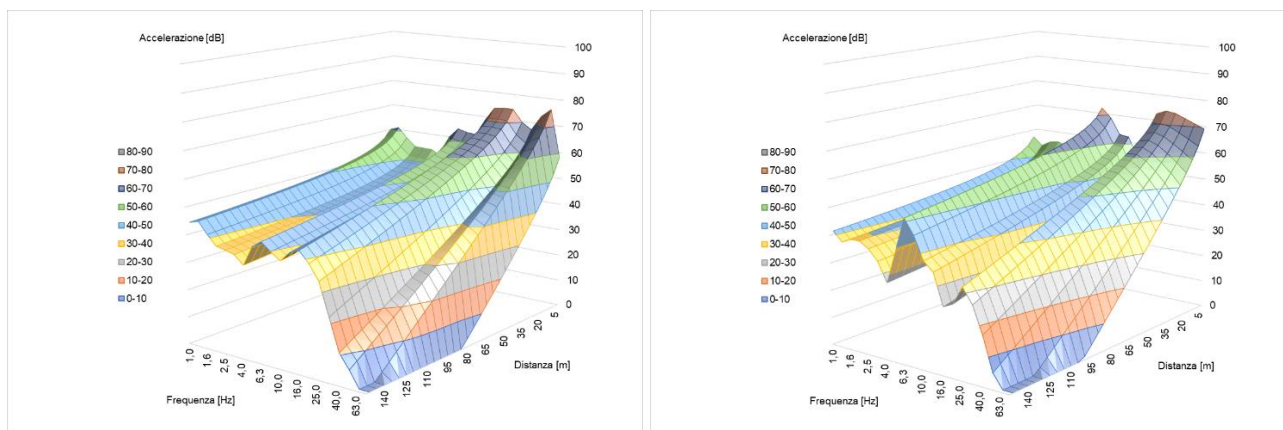


Figura 6-35. Propagazione dei livelli di accelerazione in dB (UNI 9614) per singola frequenza, a sinistra per la sottofase 3.2, a destra per la sottofase 4.1

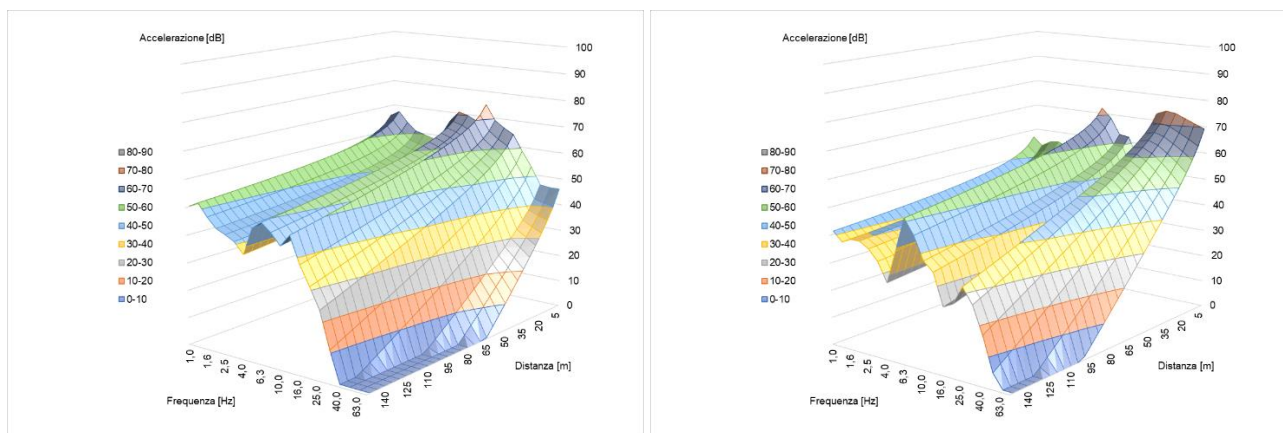


Figura 6-36. Propagazione dei livelli di accelerazione in dB (UNI 9614) per singola frequenza, a sinistra per la sottofase 5.1, a destra per le sottofasi 2.2 – 3.3 – 4.2 del periodo Notturno

6.3.4.4 Stima dei futuri livelli vibrazionali

Il modello di propagazione illustrato fa riferimento ai soli fenomeni che avvengono nel terreno, supposto omogeneo ed isotropo (perlomeno all'interno di ogni strato), senza tenere in considerazione per il momento la presenza di edifici dalla struttura complessa, collegati al terreno mediante sistemi di fondazione che possono comportare variazioni dei livelli di accelerazione riscontrabili all'interno degli edifici stessi.

I sistemi fondazione in generale producono, in modo condizionato alla tipologia, un'attenuazione più o meno pronunciata dei livelli di accelerazione misurabili sulla fondazione stessa rispetto a quelli nel terreno circostante.

Inoltre, si rammenta il fenomeno della risonanza strutturale di elementi dei fabbricati, con particolare riferimento ai solai: quando infatti la frequenza dell'evento eccitante coincide con la frequenza naturale di oscillazione libera della struttura, quest'ultima registra un significativo incremento dei livelli di vibrazione rispetto a quelli registrabili sull'interfaccia terreno - costruzione.

Una stima dell'effetto locale di riduzione/amplificazione di ciascun edificio è possibile parametrizzando gli effetti combinati secondo curve empiriche che consentono la stima dei livelli di vibrazione in funzione dei livelli di vibrazione del terreno.

Sulla base di tali ipotesi, diviene possibile stimare in maniera approssimata per ogni edificio, note le sue caratteristiche costruttive, l'eventuale variazione massima sul solaio più sfavorito.

In merito alla previsione relativamente alla UNI 9614 nelle seguenti considerazioni sull'entità degli impatti vibrazionali presso i ricettori, avendo assunto per edifici residenziali un valore limite ammissibile pari a 77 dB in virtù del periodo di lavoro diurno, si applicherà un fattore di riduzione che tenga conto della possibile sovramplicazione da parte della struttura dell'edificio ricettore (assunta mediamente pari a 5 dB².) per fissare di conseguenza un secondo valore di riferimento maggiormente cautelativo pari a 72 dB (limite ridotto diurno).

Dall'analisi della propagazione spaziale del valore complessivo ponderato dell'accelerazione per gli scenari individuati, si determina quanto segue.

Sottofase 1.1 (periodo diurno): per la sottofase 1.1 il limite del periodo diurno di 77 dB per i ricettori residenziali è raggiunto ad una distanza di circa 45 m ed il limite interno di 72 dB, per tenere conto dei possibili effetti di amplificazioni prodotti dagli edifici (qui assunti mediamente pari a 5 dB), è raggiunto a una distanza di circa 70 m.

² Valutazione dei livelli di vibrazioni in edifici residenziali Normativa, tecniche di misura e di calcolo di Angelo Farina Università degli Studi di Parma, Dipartimento di Ingegneria Industriale

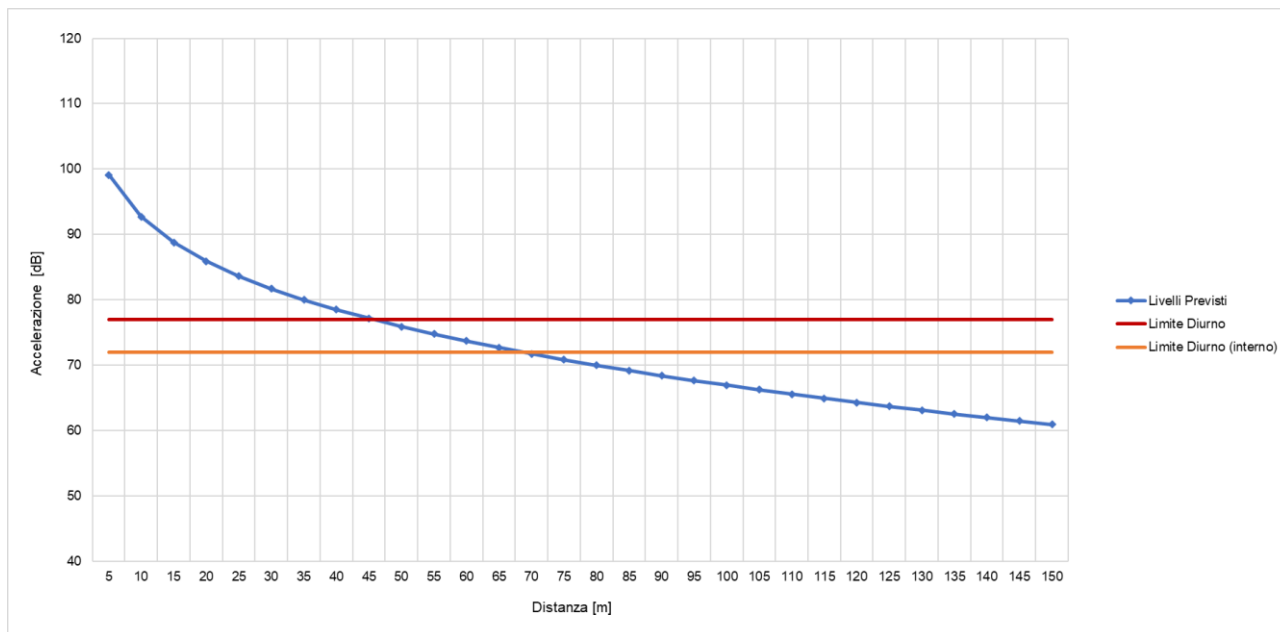


Figura 6-37. Propagazione dei livelli di accelerazione stimati sui ricettori residenziali - Sottofase 1.1 (periodo diurno)

Sottofase 2.1 (periodo diurno): per la sottofase 2.1 il limite del periodo diurno di 77 dB per i ricettori residenziali è raggiunto ad una distanza di circa 10 m ed il limite interno di 72 dB, per tenere conto dei possibili effetti di amplificazioni prodotti dagli edifici (qui assunti mediamente pari a 5 dB), è raggiunto a una distanza di circa 20 m.

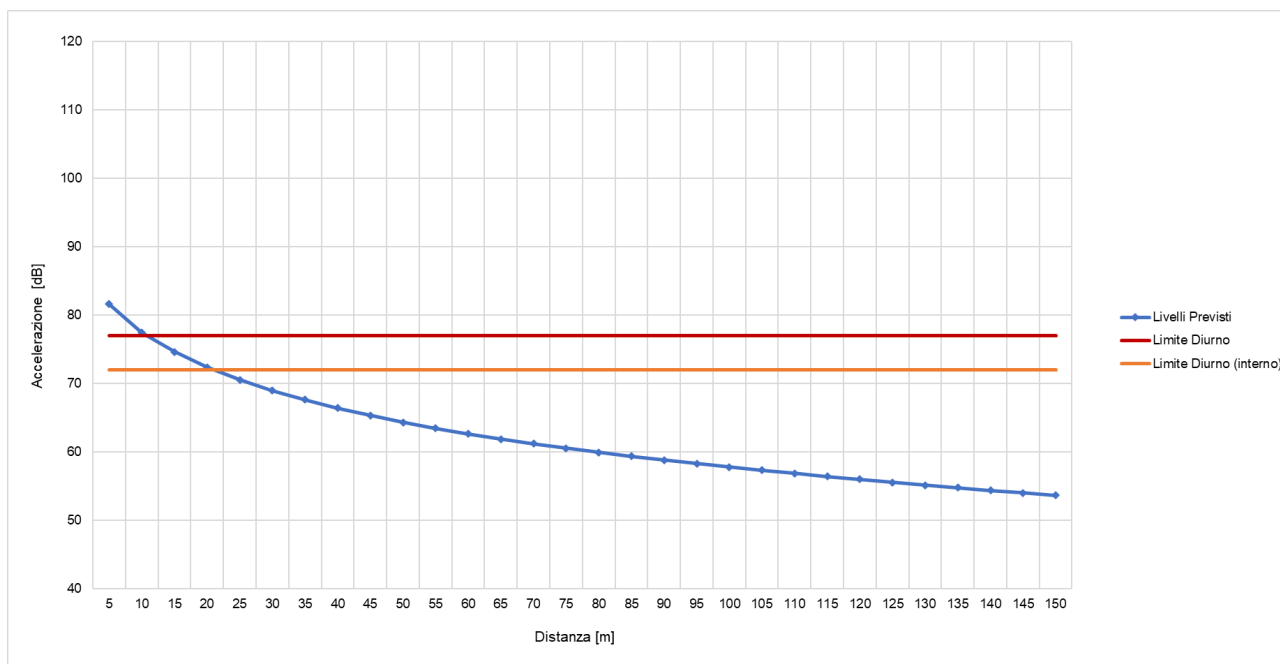


Figura 6-38. Propagazione dei livelli di accelerazione stimati sui ricettori residenziali - Sottofase 2.1 (periodo diurno)

Sottofase 2.6 (periodo diurno): per la sottofase 2.6 il limite del periodo diurno di 77 dB per i ricettori residenziali è raggiunto ad una distanza di circa 15 m ed il limite interno di 72 dB, per tenere conto dei possibili effetti di amplificazioni prodotti dagli edifici (qui assunti mediamente pari a 5 dB), è raggiunto a una distanza di circa 25 m.

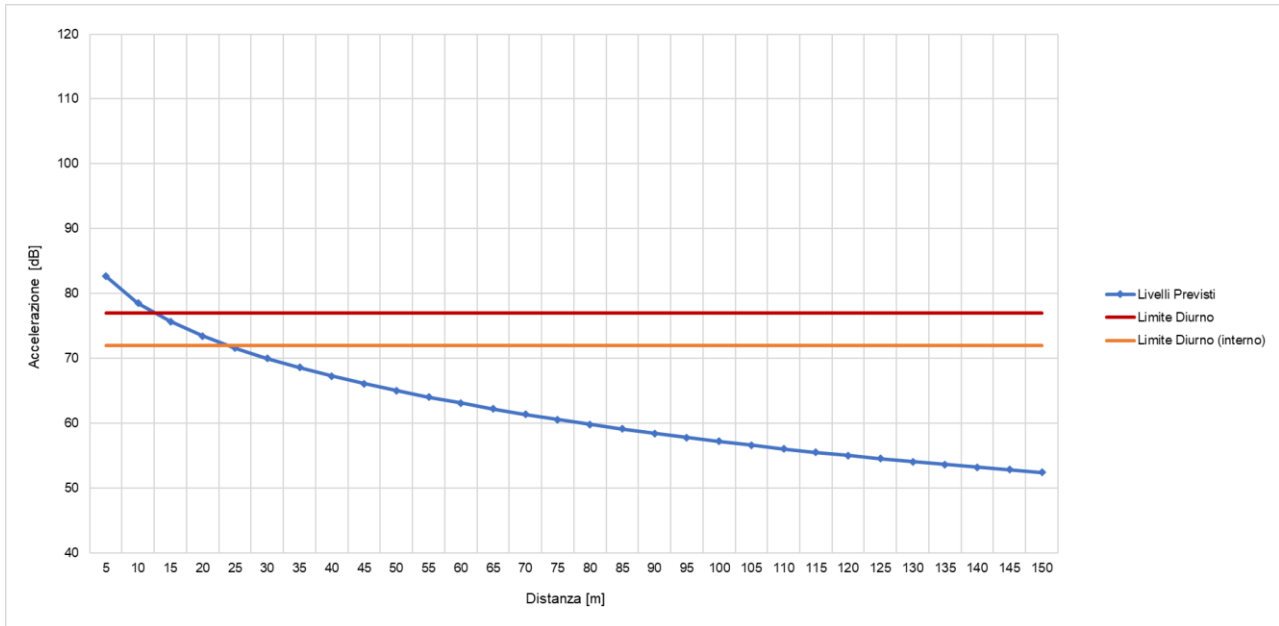


Figura 6-39. Propagazione dei livelli di accelerazione stimati sui ricettori residenziali - Sottofase 2.6 (periodo diurno)

Sottofase 3.2 (periodo diurno): per la sottofase 3.2 il limite del periodo diurno di 77 dB per i ricettori residenziali è raggiunto ad una distanza di circa 10 m ed il limite interno di 72 dB, per tenere conto dei possibili effetti di amplificazioni prodotti dagli edifici (qui assunti mediamente pari a 5 dB), è raggiunto a una distanza di circa 20 m.

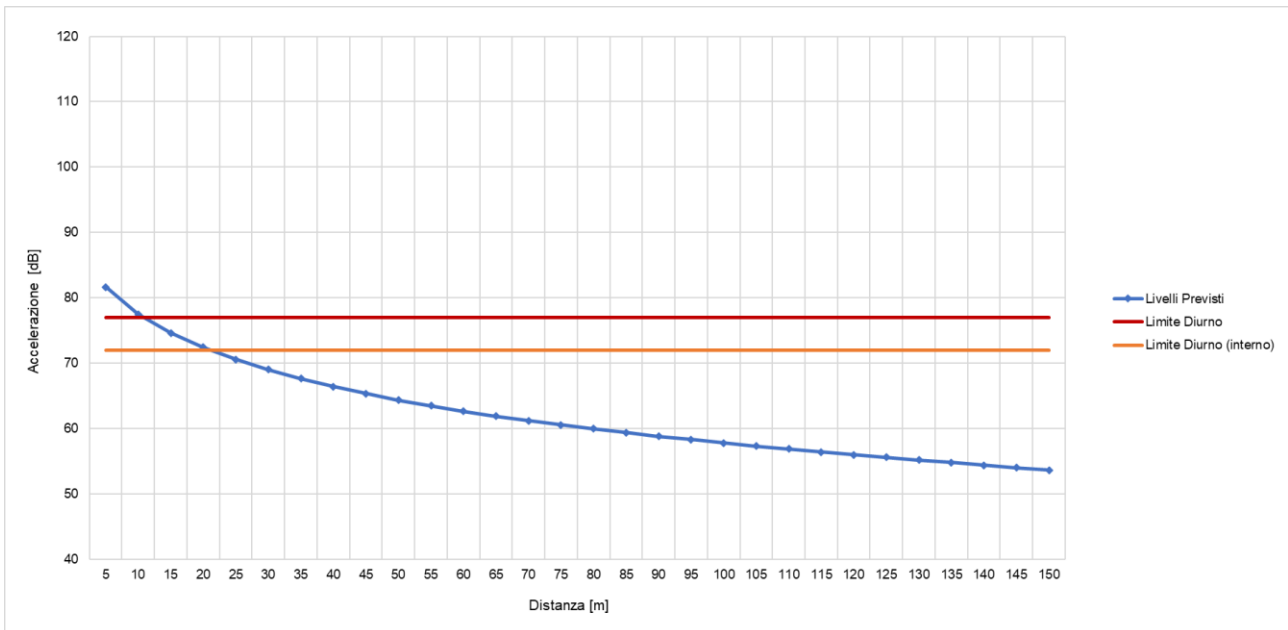


Figura 6-40. Propagazione dei livelli di accelerazione stimati sui ricettori residenziali - Sottofase 3.2 (periodo diurno)

Sottofase 4.1 (periodo diurno): per la sottofase 4.1 il limite del periodo diurno di 77 dB per i ricettori residenziali è raggiunto ad una distanza di circa 10 m ed il limite interno di 72 dB, per tenere conto dei possibili effetti di amplificazioni prodotti dagli edifici (qui assunti mediamente pari a 5 dB), è raggiunto a una distanza di circa 20 m.

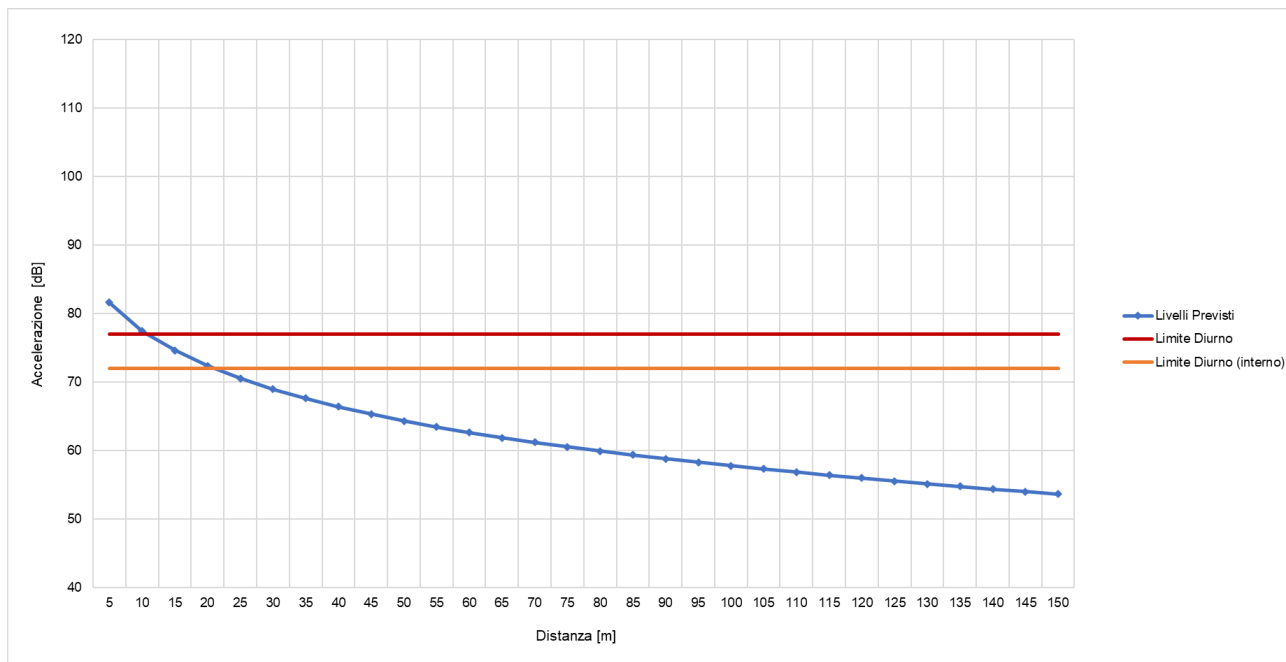


Figura 6-41. Propagazione dei livelli di accelerazione stimati sui ricettori residenziali - Sottofase 4.1 (periodo diurno)

Sottofase 5.1 (periodo diurno): per la sottofase 5.1 il limite del periodo diurno di 77 dB per i ricettori residenziali è raggiunto ad una distanza di circa 10 m ed il limite interno di 72 dB, per tenere conto dei possibili effetti di amplificazioni prodotti dagli edifici (qui assunti mediamente pari a 5 dB), è raggiunto a una distanza di circa 25 m.

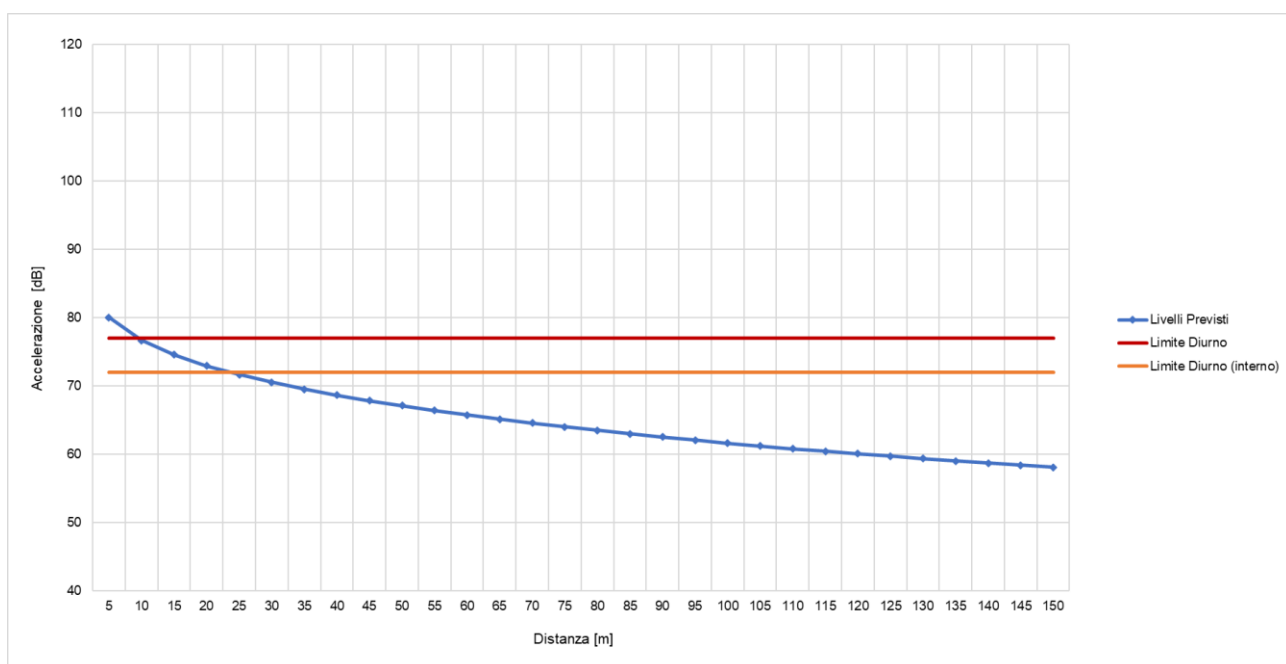


Figura 6-42. Propagazione dei livelli di accelerazione stimati sui ricettori residenziali - Sottofase 5.1 (periodo diurno)

Sottofase 2.2 (periodo notturno): per la sottofase 2.2 il limite del periodo notturno di 74 dB per i ricettori residenziali è raggiunto ad una distanza di circa 15 m ed il limite interno di 69 dB, per tenere conto dei possibili effetti di amplificazioni prodotti dagli edifici (qui assunti mediamente pari a 5 dB), è raggiunto a una distanza di circa 30 m.

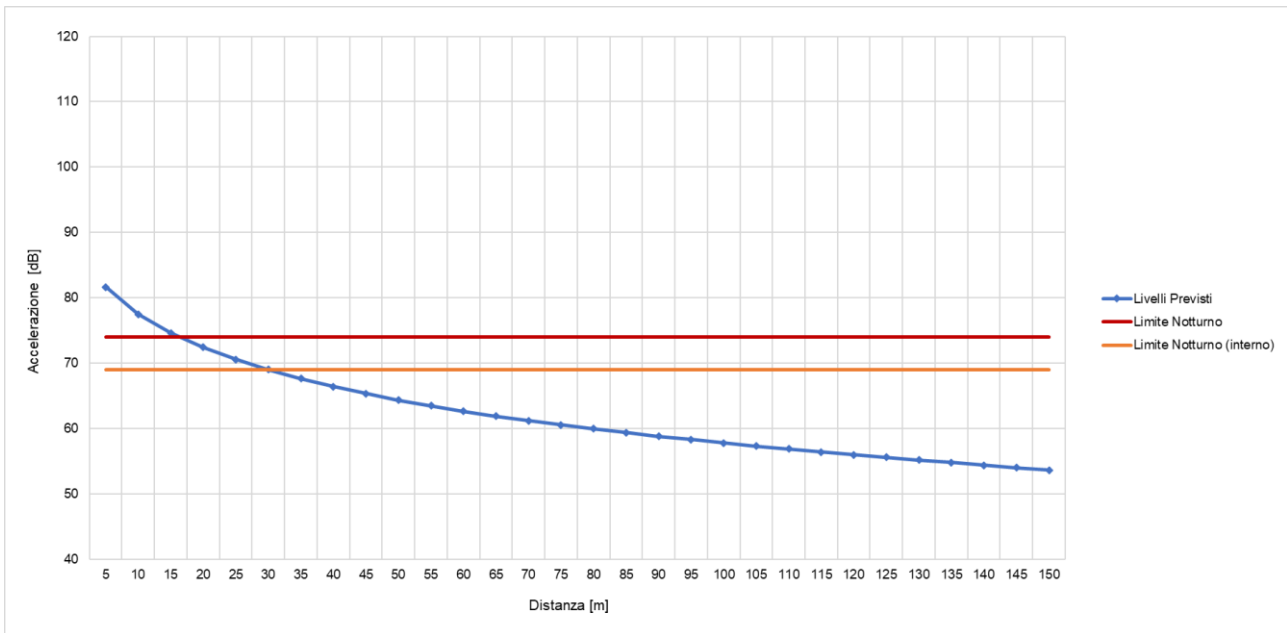


Figura 6-43. Propagazione dei livelli di accelerazione stimati sui ricettori residenziali - Sottofase 2.2 (periodo notturno)

Sottofase 3.3 (periodo notturno): per la sottofase 2.2 il limite del periodo notturno di 74 dB per i ricettori residenziali è raggiunto ad una distanza di circa 15 m ed il limite interno di 69 dB, per tenere conto dei possibili effetti di amplificazioni prodotti dagli edifici (qui assunti mediamente pari a 5 dB), è raggiunto a una distanza di circa 30 m.

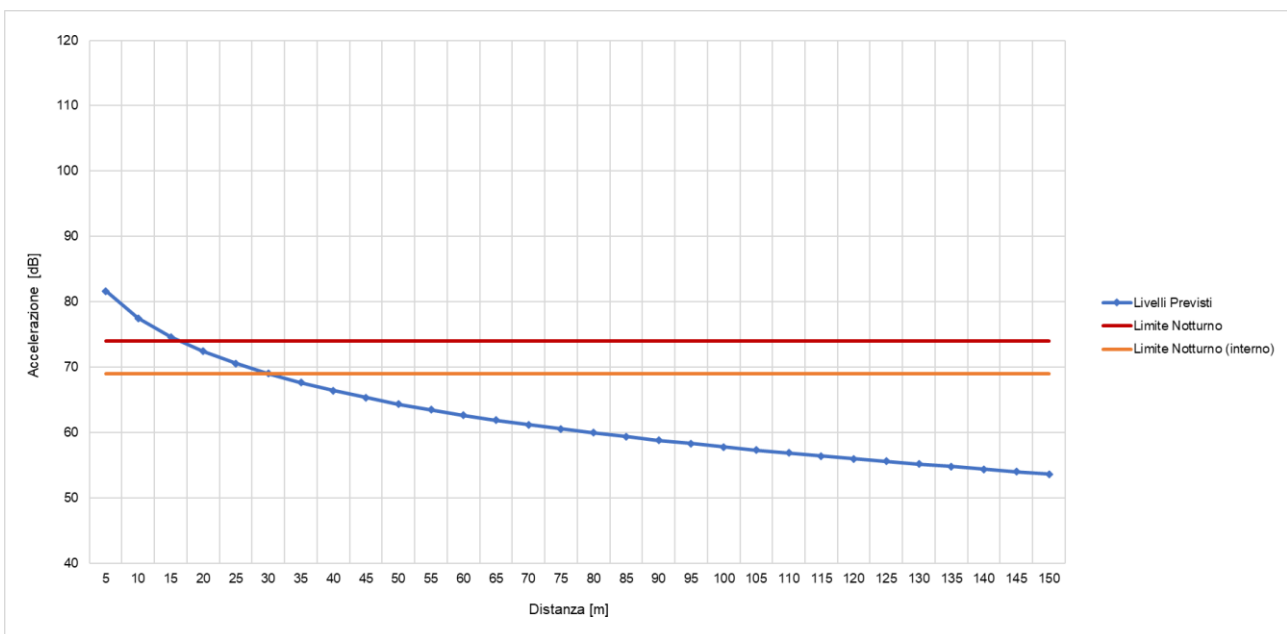


Figura 6-44. Propagazione dei livelli di accelerazione stimati sui ricettori residenziali - Sottofase 3.3 (periodo notturno)

Sottofase 4.2 (periodo notturno): per la sottofase 2.2 il limite del periodo notturno di 74 dB per i ricettori residenziali è raggiunto ad una distanza di circa 15 m ed il limite interno di 69 dB, per tenere conto dei possibili effetti di amplificazioni prodotti dagli edifici (qui assunti mediamente pari a 5 dB), è raggiunto a una distanza di circa 30 m.

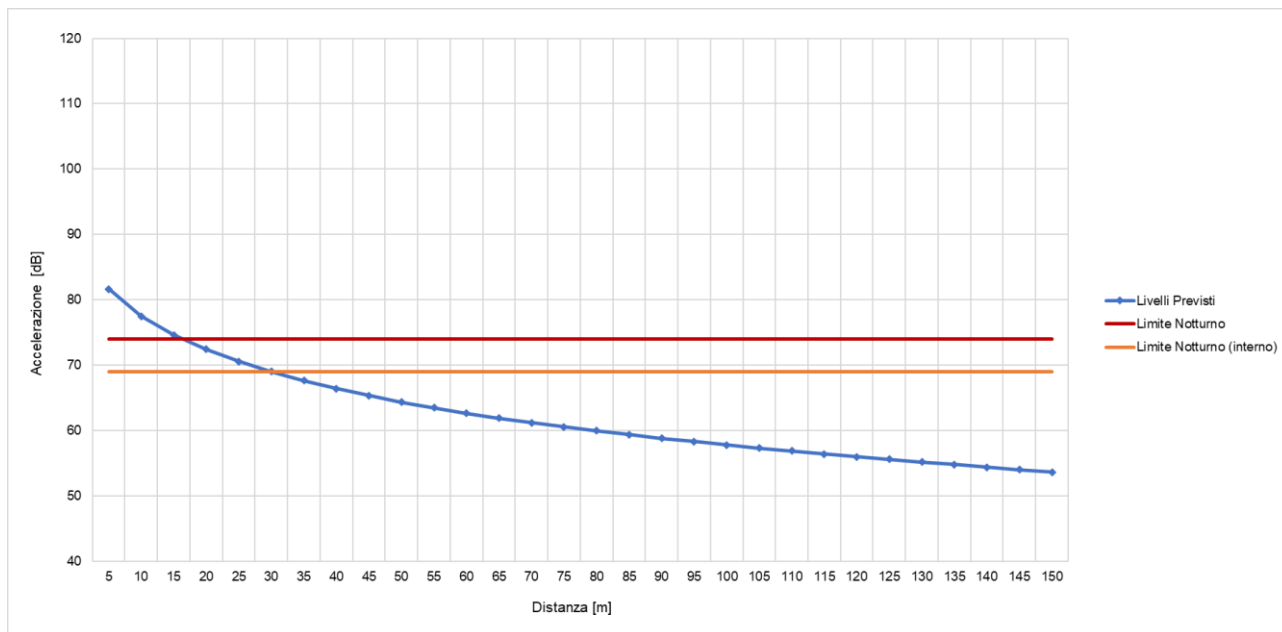


Figura 6-45. Propagazione dei livelli di accelerazione stimati sui ricettori residenziali - Sottofase 4.2 (periodo notturno)

Tabella 6-38. Sintesi distanze dal confine dell'area di cantiere per cui si hanno valori di vibrazioni eccedenti i limiti del periodo diurno (77 dB e limite interno di 72 dB)

Fasi di lavorazione	Distanza del limite di 77 dB	Distanza del limite di 72 dB (interno)
Sottofase 1.1	45	70
Sottofase 2.1	10	20
Sottofase 2.6	15	25
Sottofase 3.2	10	20
Sottofase 4.1	10	20
Sottofase 5.1	10	25

Tabella 6-39. Sintesi distanze dal confine dell'area di cantiere per cui si hanno valori di vibrazioni eccedenti i limiti del periodo notturno (74 dB e limite interno di 69 dB)

Fasi di lavorazione	Distanza del limite di 74 dB	Distanza del limite di 69 dB (interno)
Sottofase 2.2	15	30
Sottofase 3.3	15	30
Sottofase 4.2	15	30

Considerando la vicinanza alle lavorazioni delle strutture si segnala l'eventualità di alcune criticità legate al possibile superamento della soglia di disturbo in dipendenza dalla distanza dei potenziali ricettori nel periodo di riferimento.

A seguito di ciò si dovranno adottare le misure al fine del contenimento delle vibrazioni, quale la buona pratica di conduzione delle attività di cantiere ed eventualmente procedere ad una valutazione di maggior dettaglio con la redazione del "piano di gestione dell'impatto vibrazionale di cantiere" e la predisposizione di un monitoraggio per la verifica puntuale dei risultati predetti.

Di seguito alcuni stralci planimetrici in cui è possibile individuare la tipologia e numero di ricettori per i quali è stato stimato un probabile superamento del limite interno all'edificio.

Le valutazioni sono eseguite in base all'individuazione delle opere di cui è prevista la realizzazione con l'applicazione delle ampiezze di propagazione delle vibrazioni, in base agli scenari di lavorazione individuate in precedenza.

Di seguito la legenda dei tipologici di ricettore.

DESTINAZIONE D'USO RICETTORE



Figura 6-46. Legenda tipologia edifici

6.3.4.5 Individuazione scenari maggiormente critici

L'individuazione degli scenari di cantiere maggiormente critici è stata basata sull'analisi del cronoprogramma delle lavorazioni. In particolare, sono stati individuati 9 scenari rappresentativi, riassunti nella tabella seguente. Gli scenari includono il momento di maggiore sovrapposizione delle sorgenti di ciascuna macrofase e sono in numero di uno per ciascuna fase.

Tabella 6-40. Sinottico scenari di cantiere

Scenario	Attività/WBS
01	Sottofase 1.1 – periodo diurno
02	Sottofase 2.1– periodo diurno
03	Sottofase 2.6– periodo diurno
04	Sottofase 3.2– periodo diurno
05	Sottofase 4.1– periodo diurno
06	Sottofase 5.1– periodo diurno
07	Sottofase 2.2– periodo notturno
08	Sottofase 3.2– periodo notturno
09	Sottofase 4.2– periodo notturno

Scenario 01 - Sottofase 1.1 periodo diurno



Figura 6-1. Stralcio con ampiezza dell'area di superamento interno agli edifici del limite delle vibrazioni per la sottofase 1.1 periodo diurno

Scenari 02, 04, 05 - Sottofasi 2.1, 3.2, 4.1 - periodo diurno

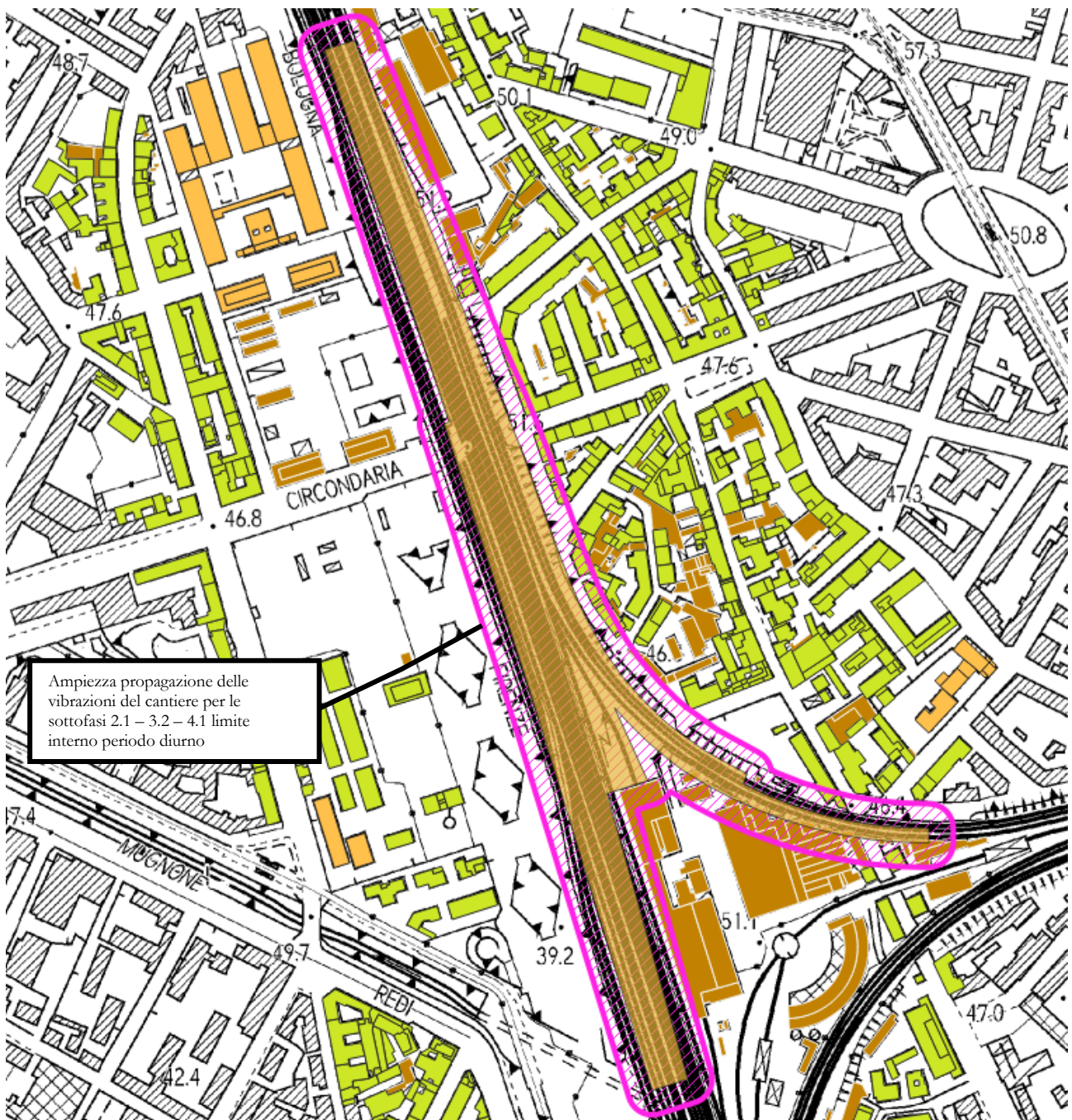


Figura 6-2. Stralcio con ampiezza dell'area di superamento interno agli edifici del limite delle vibrazioni per le sottofasi 2.1 - 3.2 - 4.1 periodo diurno

Scenari 03, 06 - Sottofasi 2.6, 5.1 - periodo diurno

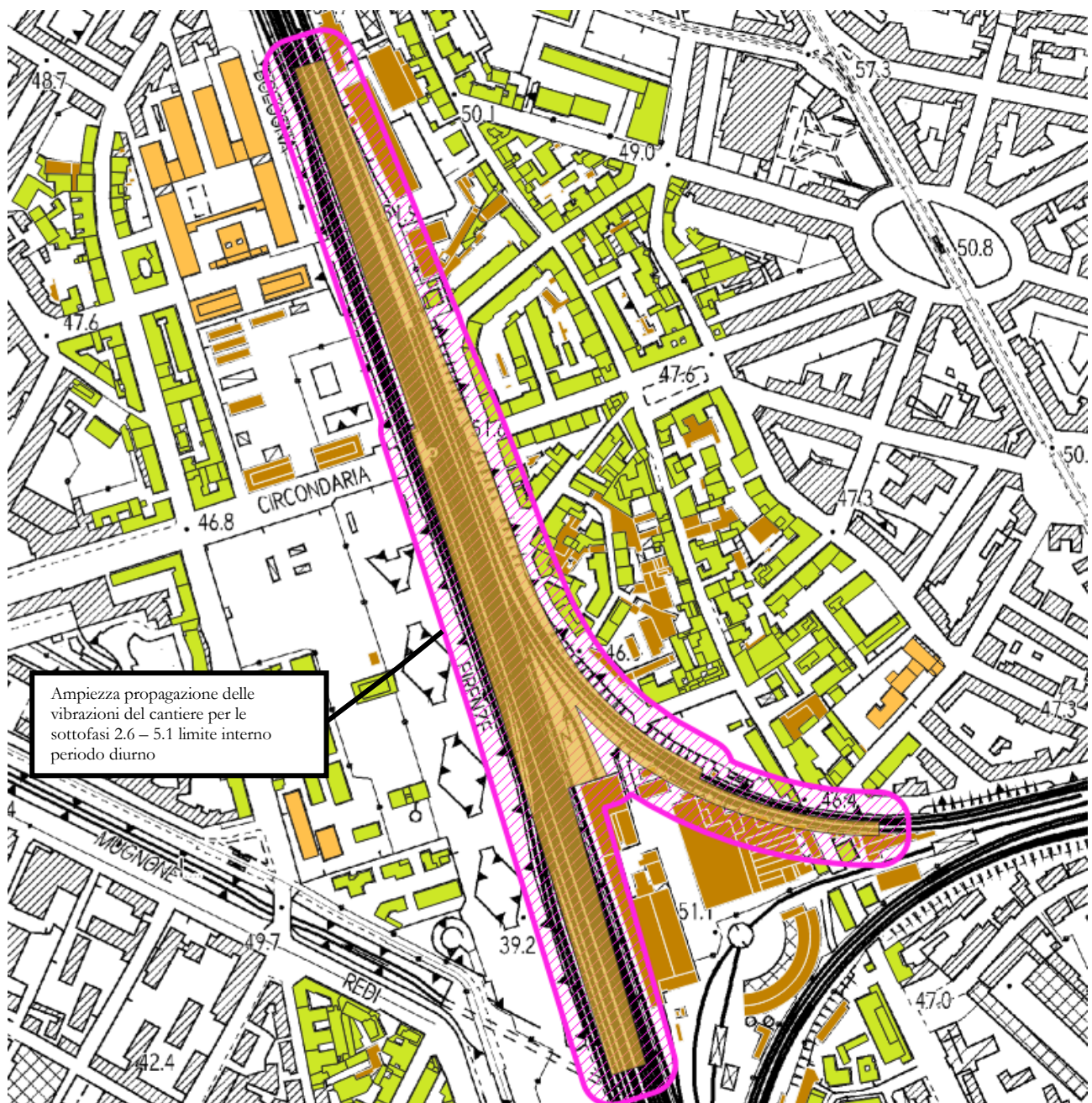


Figura 6-3. Stralcio con ampiezza dell'area di superamento interno agli edifici del limite delle vibrazioni per le sottofasi 2.6 - 5.1 periodo diurno

Scenari 07, 08, 09 - Sottofasi 2.2, 3.3, 4.2 - periodo notturno

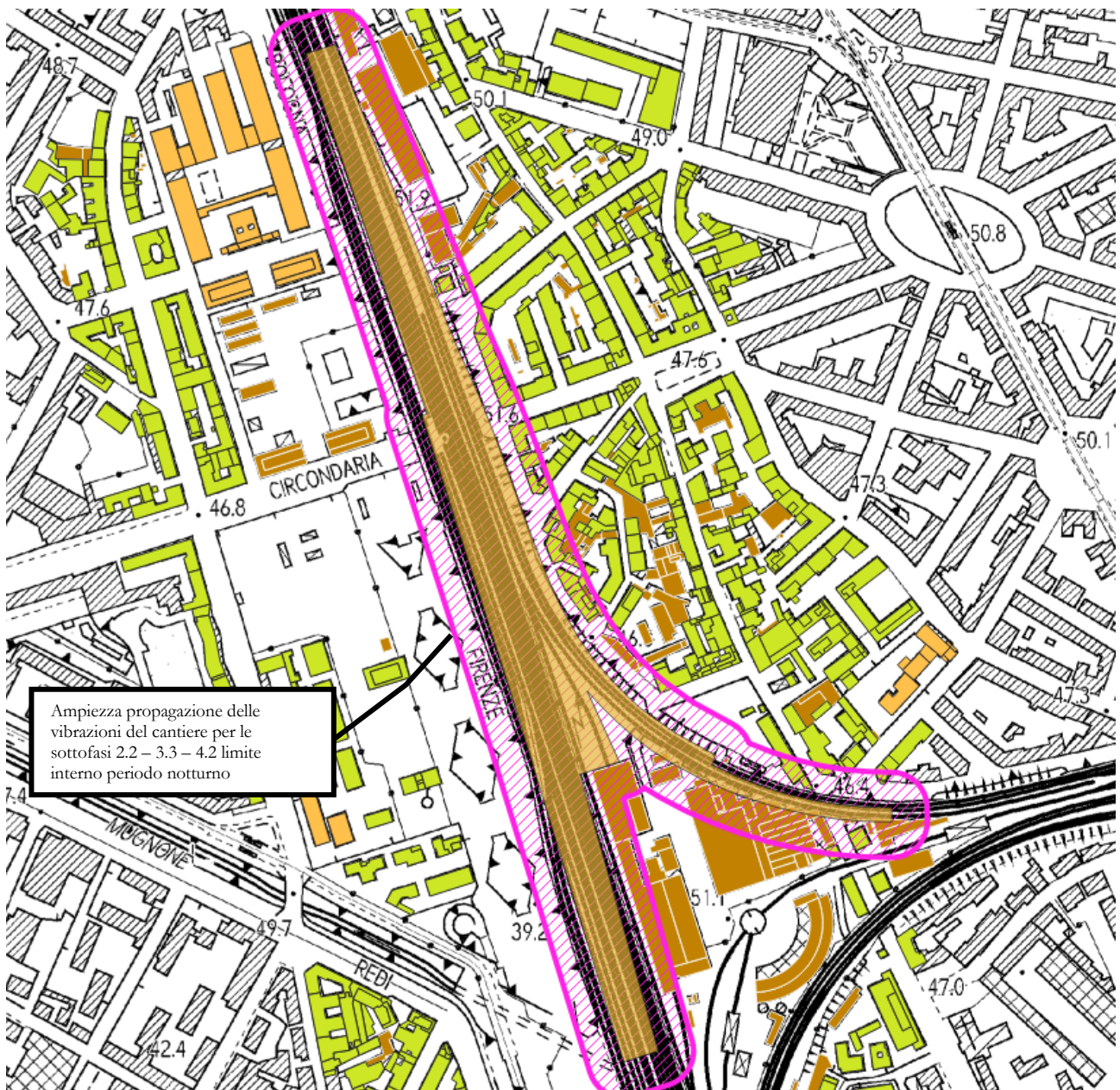


Figura 6-4. Stralcio con ampiezza dell'area di superamento interno agli edifici del limite delle vibrazioni per le sottofasi 2.2 – 3.3 – 4.2 periodo notturno

Si evidenzia che l'ampiezza delle vibrazioni durante le lavorazioni comprenderà ricettori prossimi alla realizzazione dell'opera. Dall'analisi della tipologia di ricettore si riscontra che si tratta sia di edifici residenziali che di edifici secondari.

6.3.5 Conclusioni

Prima di entrare nel merito delle risultanze, si sottolinea che, per quanto riguarda le tipologie di attività/aree prese in esame, sono state prese in considerazione tutte le aree di lavoro e cantiere presenti negli scenari considerati e conformi a quelli individuati per la componente Clima acustico.

Dal punto di vista quantitativo, i livelli di vibrazione attesi durante i lavori di realizzazione delle opere in progetto evidenziano la possibilità che vengano ad essere presenti fenomeni di annoyance all'interno degli edifici nel periodo diurno a distanze inferiori a 70 metri dalle macchine operatrici per la sottofase 1.1 che risulta la fase maggiormente gravosa, a 20 metri dalle macchine operatrici per le sottofasi 2.1; 3.2 e 4.1 e a 25 metri per le sottofasi 2.6 e 5.1. Per le altre lavorazioni, previste in periodo notturno, sono previsti disturbi a distanze inferiori a 30 metri per le sottofasi 2.2, 3.3 e 4.2.

In termini di severità, l'impatto atteso si estenderà alla sola limitata durata dei lavori e sarà, quindi, limitato nel tempo. L'ambito nel quale si colloca il progetto, considerando la presenza di ricettori a distanza ravvicinata rispetto alle aree di cantiere, risulta particolarmente sensibile al fenomeno.

Pertanto, al fine di ridurre il contributo vibrazionale dovuto ai mezzi coinvolti nelle lavorazioni di cantiere risulterà necessario attuare una serie di procedure operative per limitare gli impatti e predisporre inoltre un sistema di monitoraggio vibrazionale da attuarsi in corrispondenza delle aree limitrofe abitative. Gli enti competenti (APPA) saranno tempestivamente coinvolti al fine di concordare la corretta metodologia di monitoraggio in corso d'opera e la risoluzione di eventuali criticità.

Stante quanto sopra sintetizzato, in correlazione all'entità dei livelli vibrazionali attesi e del numero di ricettori da questi interessati rispetto al numero totale dei ricettori presenti, unitamente alla durata delle lavorazioni che portano a tali superamenti l'effetto in questione risulta essere **“Effetto oggetto di monitoraggio” (livello di significatività “D”)**.

6.3.6 Misure di prevenzione e mitigazione

Al fine di contenere i livelli vibrazionali generati dai macchinari, è necessario agire sulle modalità di utilizzo dei medesimi, sulla loro tipologia e adottare semplici accorgimenti, quali quelli di tenere gli autocarri in stazionamento a motore acceso il più possibile lontano dai ricettori.

La definizione di misure di dettaglio è demandata all'Appaltatore, che per definirle dovrà basarsi sulle caratteristiche dei macchinari da lui effettivamente impiegati e su apposite misure. In linea indicativa, l'Appaltatore dovrà:

- rispettare la norma di riferimento ISO 2631 con i livelli massimi ammissibili delle vibrazioni sulle persone;
- contenere i livelli vibrazionali generati dai macchinari agendo sulle modalità di utilizzo dei medesimi e sulla loro tipologia;
- definire le misure di dettaglio basandosi sulle caratteristiche dei macchinari da lui effettivamente impiegati;
- posizionare impianti fissi lontano dai ricettori sensibili;
- mantenere la buona cura delle aree di cantiere, come conservare in buono stato le strade di cantiere ed eliminare avvallamenti o buche.
- per i ricettori sensibili, dove presumibilmente le attività legate alle lavorazioni più impattanti saranno incompatibili con la fruizione del ricettore, dovranno essere attuate procedure operative che consentano di evitare lavorazioni impattanti negli orari e nei tempi di utilizzo dei ricettori e nel periodo di riposo degli occupanti. Infine, nei casi in cui non sia possibile mantenere entro i limiti i livelli vibrazionali, pur avendo messo in atto tutte le pratiche al fine di ridurle e solo per attività temporanee, si ricorrerà alla stesura del “piano di gestione dell'impatto vibrazionale di cantiere” di dettaglio.

6.4 ARIA E CLIMA

Di seguito si riporta la valutazione dell'impatto potenziale sulla qualità dell'aria delle attività legate alla fase di cantierizzazione del progetto in oggetto, contenente la descrizione della metodologia di analisi e la quantificazione e stima degli impatti sia delle attività interne ai cantieri quali la movimentazione delle terre, gli scavi, etc. che delle macchine operatrici.

Lo studio atmosferico condotto ha lo scopo di:

- evidenziare le potenziali interferenze che le attività di cantiere possono causare sulla componente atmosfera nelle aree limitrofe alle aree interessate direttamente dai lavori previsti;
- fornire delle informazioni aggiornate relative alla caratterizzazione meteo-climatica ed allo stato della qualità dell'aria delle aree di intervento;
- verificare l'entità degli impatti atmosferici correlati alle attività di cantiere (lavorazioni, movimentazione terre, traffico indotto), definirne le condizioni di conformità rispetto alle indicazioni fornite dalla vigente normativa in materia di qualità dell'aria e definire eventuali necessità di mitigazione e contenimento di detti impatti.

6.4.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

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 meteorologiche, 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.

6.4.1.1 Inquadramento normativo

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

Normative comunitarie

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

Normative nazionali

- **D. Lgs. 351/99**: recepisce ed attua la Direttiva 96/69/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria. In particolare, definisce e riordina un glossario di definizioni chiave che devono

supportare l'intero sistema di gestione della qualità dell'aria, quali ad esempio valore limite, valore obiettivo, margine di tolleranza, zona, agglomerato etc;

- **D.M. 261/02:** introduce lo strumento dei Piani di Risanamento della Qualità dell'Aria, come metodi di valutazione e gestione della qualità dell'aria: in esso vengono spiegate le modalità tecniche per arrivare alla zonizzazione del territorio, le attività necessarie per la valutazione preliminare della qualità dell'aria, i contenuti dei Piani di risanamento, azione, mantenimento;
- **Decreto Legislativo 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”.
- **Decreto Legislativo 155/2010:** recepisce ed attua la Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, ed abroga integralmente il D.M. 60/2002 che definiva per gli inquinanti normati (biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, le polveri, il piombo, il benzene ed il monossido di carbonio) i valori limite ed i margini di tolleranza.
- **Decreto Legislativo 250/2012:** modifica ed integra il Decreto Legislativo n.155/2010 definendo anche il metodo di riferimento per la misurazione dei composti organici volatili;
- **DM Ambiente 22 febbraio 2013:** stabilisce il formato per la trasmissione del progetto di adeguamento della rete di monitoraggio;
- **DM Ambiente 13 marzo 2013:** individua le stazioni per le quali deve essere calcolato l'indice di esposizione media per il PM_{2,5};
- **DM 5 maggio 2015:** stabilisce i metodi di valutazione delle stazioni di misurazione della qualità dell'aria di cui all'articolo 6 del Decreto Legislativo n.155/2010;
- **DM Ambiente 26 gennaio 2017 (G.U. 09/02/2017):** integrando e modificando la legislazione italiana di disciplina della qualità dell'aria, attua la Direttiva (UE) 2015/1480, modifica alcuni allegati delle precedenti direttive 2004/107/CE e 2008/50/CE nelle parti relative ai metodi di riferimento, alla convalida dei dati e all'ubicazione dei punti di campionamento per la valutazione della qualità dell'aria ambiente;
- **DM Ambiente 30 marzo 2017:** individua le procedure di garanzia di qualità per verificare il rispetto delle qualità delle misure dell'aria ambiente effettuate nelle stazioni delle reti di misura dell'aria ambiente, effettuate nelle stazioni di reti di misura, con l'obbligo del gestore di adottare un sistema di qualità conforme alla norma ISO 9001.

6.4.1.2 Normativa Regionale

I nuovi Piani di Azione Comunale (PAC) sono in corso di redazione da parte dei comuni e saranno pubblicati nell'autunno 2023. I PAC qui riportati fanno riferimento al precedente periodo di pianificazione (DGR 814/2016, revocata dalla DGR 228/2023).

- Delibera di Giunta Regionale 228/2023 “L.R. 9/2010 “Norme per la tutela della qualità dell'aria ambiente. Nuova identificazione delle aree di superamento e dei Comuni soggetti all'adozione dei PAC ai sensi della l.r. 9/2010, aggiornamento delle situazioni a rischio di inquinamento atmosferico, criteri per l'attivazione dei provvedimenti, modalità di gestione e aggiornamento delle linee guida per la predisposizione dei PAC. Revoca DGR 1182/2015, DGR 814/2016”.

- Delibera di Giunta regionale 1413/2020 Esclusione dell'Agglomerato di Firenze dalle aree di superamento critiche per il materiale particolato fine (PM10) ai sensi dell'art. 12 della L.R. 9/2010 "Norme per la tutela della qualità dell'aria ambiente"
- Normativa Regionale Legge Regionale n. 9 del 11/02/2010 "Norme per la tutela della qualità dell'aria ambiente";
- Normativa Regionale Deliberazione n. 22 del 17/01/2011: "L.R. 9/2010 art.2, comma 2, lettera g - Definizione delle situazioni a rischio di inquinamento atmosferico: criteri per l'attivazione dei provvedimenti e modalità di gestione";
- Normativa Regionale Deliberazione Giunta Regionale Toscana n. 528 del 01/07/2013: "Requisiti tecnici delle postazioni in altezza per il prelievo e la misura delle emissioni in atmosfera";
- Normativa Regionale Deliberazione Giunta Regionale n. 964 del 12/10/2015: "Nuova zonizzazione e classificazione del territorio regionale, nuova struttura della rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria e adozione del programma di valutazione ai sensi della L.R. 9/2010 e del D.Lgs. 155/2010".

Il D. Lgs. 155/2010 e s.m.i. recepisce la direttiva europea 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa. A livello nazionale il D. Lgs. 155/2010 e s.m.i. conferma in gran parte quanto stabilito dal D.M. 60/2002, e ad esso aggiunge nuove definizioni e nuovi obiettivi, tra cui:

- valori limite per biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM₁₀, vale a dire le concentrazioni atmosferiche fissate in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana e sull'ambiente;
- soglie di allarme per biossido di zolfo e biossido di azoto, ossia la concentrazione atmosferica oltre la quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunta la quale si deve immediatamente intervenire;
- valore limite, valore obiettivo, obbligo di concentrazione dell'esposizione ed obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM_{2,5};
- valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.

Le tabelle seguenti riportano i valori limite per la qualità dell'aria vigenti e fissati D. Lgs. 155/2010 e s.m.i. (esposizione acuta ed esposizione cronica).

Tabella 6-41. Valori limite D. Lgs. 155/2010 e s.m.i.

Valori di riferimento per la valutazione della QA in vigore			
Biossido di azoto NO ₂	Valore limite orario	Numero di superamenti Media oraria (max 18 volte in un anno)	200 µg/ m ³
	Valore limite annuale	Media annua	40 µg/ m ³
	Soglia di Allarme	Numero di superamenti Media oraria (3 ore consecutive)	400 µg/ m ³
Monossido di carbonio CO	Valore limite	Massima Media Mobile su 8 ore	10 mg/ m ³
Ozono O ₃	Soglia di Informazione	Numero di Superamenti del valore orario	180 µg/ m ³

Valori di riferimento per la valutazione della QA in vigore			
	Soglia di Allarme	Numero di Superamenti del valore orario (3 ore consecutive)	240 µg/ m ³
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana (da valutare per la prima volta nel 2013)	Numero di superamenti della media mobile di 8 ore massima giornaliera (max 25 gg/anno come media degli ultimi 3 anni)	120 µg/ m ³
Biossido di Zolfo SO₂	Valore limite orario	Numero di superamenti Media oraria (max 24 volte in un anno)	350 µg/ m ³
	Valore limite giornaliero	Numero di superamenti Media giornaliera (max 3 volte in un anno)	125 µg/ m ³
	Soglia di Allarme	Numero di superamenti Media oraria (3 ore consecutive)	500 µg/ m ³
Particolato Atmosferico PM₁₀	Valore limite giornaliero	Numero di superamenti Media giornaliera (max 35 volte in un anno)	50 µg/ m ³
	Valore limite annuale	Media annua	40 µg/ m ³
Benzene C₆H₆	Valore limite annuale	Media annua	5 µg/ m ³

Valori di riferimento per la valutazione della QA			
IPA come Benzo(a)pirene	Valore obiettivo	Media annua	1 ng/ m ³
Metalli pesanti			
Arsenico	Valore obiettivo	Media annua	6 ng/ m ³
Cadmio	Valore obiettivo	Media annua	5 ng/ m ³
Nichel	Valore obiettivo	Media annua	20 ng/ m ³
Piombo	Valore limite	Media annua	0.5µg/m ³

La valutazione e la gestione della qualità dell'aria ambiente in Italia sono attualmente regolamentate dal D.Lgs 155/2010 e smi, 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.

Piano regionale per la qualità dell'aria 2018

Il 18 Luglio 2018 con delibera consiliare n. 72/2018, il Consiglio regionale della Toscana ha approvato il Piano regionale per la qualità dell'aria ambiente (PRQA).

Il Piano contiene la strategia che la Regione Toscana propone ai cittadini, alle istituzioni locali, comuni, alle imprese e tutta la società toscana al fine di migliorare l'aria che respiriamo. Il Piano regionale per la qualità dell'aria ambiente (PRQA) è l'atto di governo del territorio attraverso cui la Regione Toscana persegue in attuazione del Programma regionale di sviluppo 2016-2020 e in coerenza con il Piano ambientale ed energetico regionale (PAER) il progressivo e costante miglioramento della qualità dell'aria ambiente, allo scopo di preservare la risorsa aria anche per le generazioni future. Anche se l'arco temporale del piano, in coerenza con il PRS 2016-2020, è il 2020, molti delle azioni e prescrizioni contenuti hanno valenza anche oltre tale orizzonte. Sulla base del quadro conoscitivo dei

livelli di qualità dell'aria e delle sorgenti di emissione, il PRQA interviene prioritariamente con azioni finalizzate alla riduzione delle emissioni di materiale particolato fine PM10 (componente primaria e precursori) e di ossidi di azoto NOx, che costituiscono elementi di parziale criticità nel raggiungimento degli obiettivi di qualità imposti dall'Unione Europea con la Direttiva 2008/50/CE e dal D.Lgs.155/2010. Il PRQA fornisce il quadro conoscitivo in materia di emissioni di sostanze climalteranti e in accordo alla strategia definita dal PAER contribuisce alla loro mitigazione grazie agli effetti che la riduzione delle sostanze inquinanti produce.

Per ulteriori dettagli si rimanda allo Studio Preliminare Ambientale (0002.00.AMB.RG.IM0000.001).

Inoltre, si rimanda all'allegato 2 del PRQA "Documento tecnico con determinazione di valori limite di emissione e prescrizione per le attività produttive", dove al cap.6 sono riportate le linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti.

6.4.1.3 Cenni di climatologia regionale

Il clima della Toscana è generalmente mite, in particolare sulle zone costiere, ma tende ad assumere carattere continentale man mano che ci si addentra nell'interno, a causa dei rilievi appenninici. Sulla costa si hanno estati fresche ed inverni miti, mentre nelle vallate dell'interno si hanno periodi estivi molto caldi e stagioni invernali piuttosto rigide. Nelle zone montuose si hanno escursioni termiche più marcate. Le precipitazioni, che presentano massimi in autunno e minimi assoluti in estate, vanno aumentando dalla fascia costiera (600 mm) verso i rilievi appenninici (2000 mm).

Dal punto di vista climatico la regione presenta caratteristiche diverse da zona a zona. Le temperature medie annue, che registrano i valori più elevati attorno ai 16°C lungo la costa maremmana, tendono a diminuire man mano che si procede verso l'interno e verso nord; nelle pianure e nelle vallate interne (medio Val d'Arno e Val di Chiana) si raggiungono i valori massimi estivi che spesso si avvicinano e toccano i 40°C e si contrappongono a minime invernali piuttosto rigide, talvolta anche di alcuni gradi sotto zero. Le precipitazioni risultano molto abbondanti a ridosso dei rilievi appenninici lungo l'asse ovest-est tra la Versilia e il Casentino, con valori massimi oltre i 2000 mm annui sulle vette più alte delle Alpi Apuane e dell'Appennino aretino; al contrario lungo la costa maremmana si raggiungono faticosamente i 500 mm annui di media. Molto penalizzate dal punto di vista pluviometrico risultano anche le Crete Senesi e alcune zone della Val d'Orcia e della Val di Chiana dove i valori medi annui si aggirano tra i 600 e i 700 mm. Le nevicate, frequenti nella stagione invernale su tutti i rilievi appenninici e sulla parte sommitale del Monte Amiata, possono raggiungere anche le zone collinari limitrofe; i fenomeni nevosi sono più rari lungo la costa settentrionale e nelle pianure interne, mentre risultano essere episodi davvero unici lungo la costa grossetana dove la neve è caduta soltanto nell'inverno del 1956 e del 1985. Da segnalare, inoltre, l'eliofania (durata del soleggiamento) che risulta essere molto rilevante lungo la fascia costiera della provincia di Grosseto, dove raggiunge valori prossimi ai massimi assoluti dell'intero territorio nazionale italiano, con una media annuale di oltre 7 ore giornaliere (valore minimo in dicembre con una media di circa 4 ore al giorno e valori massimi superiori alle 11 ore giornaliere in giugno e luglio). Ciò è dovuto sia all'orografia della zona (assenza di rilievi montuosi che ostacolano l'insolazione) che al particolare microclima con scarse precipitazioni e con un elevatissimo numero di giorni all'anno con cielo completamente sereno.

6.4.1.3.1 Temperature

Per quanto riguarda il clima di **Firenze**, esso è temperato umido con **estate molto calda** secondo la **classificazione di Köppen** ed un clima subumido secondo invece quella di Thornthwaite. In ogni caso data la lontananza dal mare il clima di Firenze è essenzialmente il classico tipo continentale, con **inverni freddi e umidi, ed estati calde e afose**. Nei mesi invernali le temperature minime possono scendere sotto lo zero e non manca la possibilità di nevicate; in estate, invece, le precipitazioni sono molto scarse, per lo più a carattere temporalesco, sempre laddove le condizioni sinottiche siano favorevoli. La calura estiva è peraltro accentuata dal fatto che la sua posizione geografica la vede circondata da colline e in una

conca attraversata dal fiume Arno e quindi Firenze, come le altre località provinciali nelle stesse condizioni, tende ad essere particolarmente afosa da giugno (talvolta da Maggio) ad agosto (talvolta anche Settembre), con temperature estive più alte rispetto alle zone costiere anche per mancanza di ventilazione.

Si riporta di seguito Diagramma Termo-Pluviometrico relativo alla Città Metropolitana di Firenze, il diagramma di Walter Lieth.

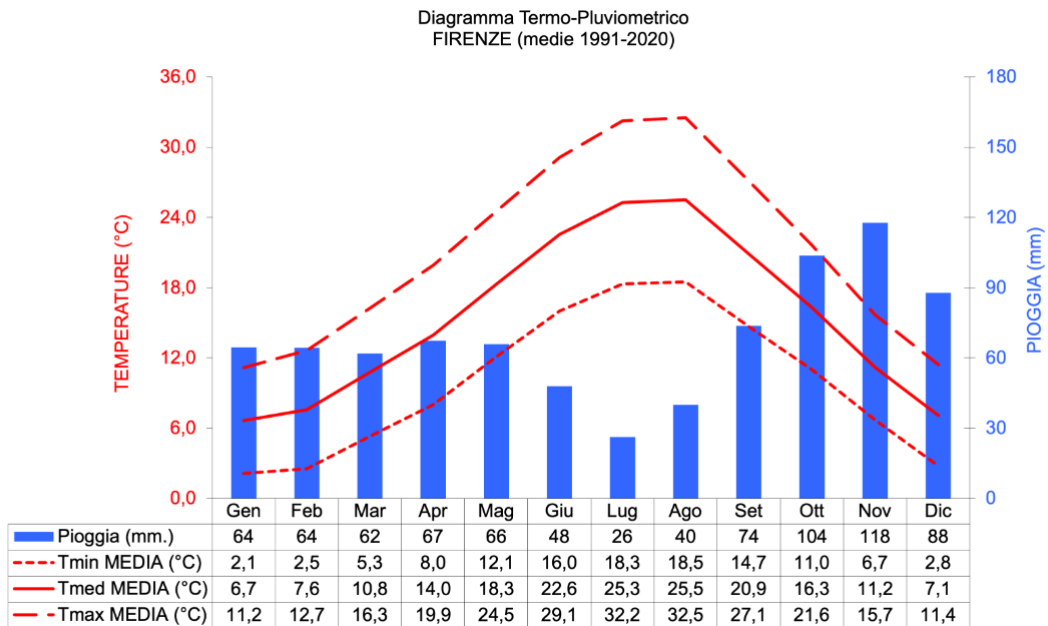


Figura 6-50. Diagramma Termo-Pluviometrico

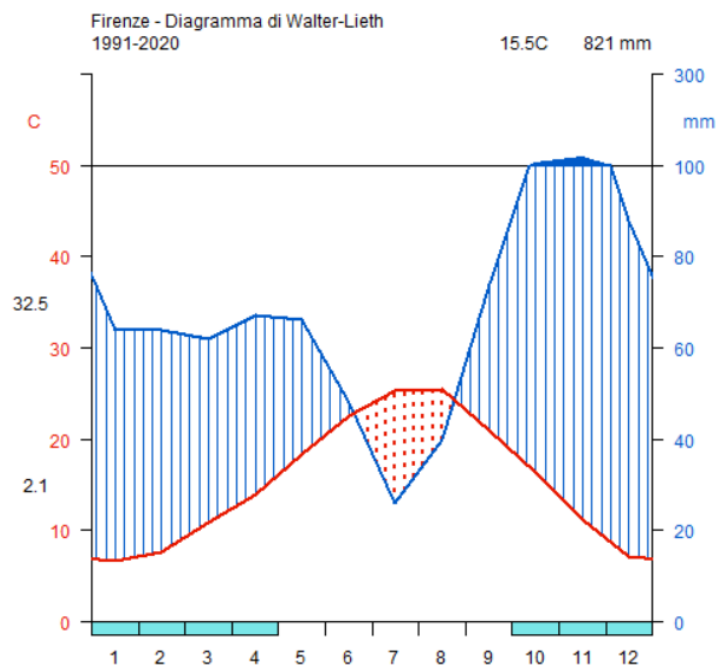


Figura 6-51. Diagramma di Walter-Lieth

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva del clima della Città Metropolitana di Firenze 1991-2020:

FIRENZE													
CLIMA 1991-2020	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	ANNO
Tmin 1 decade	2,1	2,4	4,6	6,9	10,9	14,9	18,1	19,2	15,8	12,8	8,7	3,8	
Tmin 2 decade	2,3	2,2	5,2	7,7	12,1	16,0	17,9	18,5	14,9	10,7	6,6	2,1	
Tmin 3 decade	2,1	3,1	6,1	9,5	13,1	17,0	18,9	17,9	13,3	9,6	4,8	2,4	
Tmin MEDIA (°C)	2,1	2,5	5,3	8,0	12,1	16,0	18,3	18,5	14,7	11,0	6,7	2,8	9,8
Dev. Std. T min (°C)	1,8	2,2	1,4	1,1	1,1	1,2	1,0	1,2	1,3	1,5	1,4	1,9	1,4
Tmax 1 decade	11,0	12,1	14,6	18,9	23,0	27,7	31,7	33,6	28,8	23,3	18,0	12,5	
Tmax 2 decade	11,4	12,5	16,9	19,3	24,2	28,9	31,9	32,5	27,2	21,7	15,5	11,0	
Tmax 3 decade	11,1	13,5	17,2	21,6	26,2	30,8	33,1	31,6	25,2	20,0	13,6	10,8	
Tmax MEDIA (°C)	11,2	12,7	16,3	19,9	24,5	29,1	32,2	32,5	27,1	21,6	15,7	11,4	21,2
Dev. Std. T max (°C)	1,3	2,1	1,7	1,6	1,8	1,8	1,6	2,0	1,8	1,6	1,3	1,4	1,7
Tmed 1 decade	6,6	7,3	9,6	12,9	17,0	21,3	24,9	26,4	22,3	18,0	13,3	8,2	
Tmed 2 decade	6,8	7,3	11,0	13,5	18,2	22,5	24,9	25,5	21,1	16,2	11,0	6,6	
Tmed 3 decade	6,6	8,3	11,6	15,5	19,6	23,9	26,0	24,7	19,3	14,8	9,2	6,6	
Tmed MEDIA (°C)	6,7	7,6	10,8	14,0	18,3	22,6	25,3	25,5	20,9	16,3	11,2	7,1	15,5
Dev. Std. T med (°C)	1,5	2,0	1,4	1,2	1,4	1,4	1,2	1,5	1,5	1,3	1,2	1,6	1,4
Pioggia (mm.)	64	64	62	67	66	48	26	40	74	104	118	88	821
Giorni di pioggia	8,0	7,3	7,1	8,6	7,8	5,3	3,0	3,8	6,6	8,6	10,4	9,6	86,1

Si riportano di seguito due tabelle riepilogative relative alla “media temperatura minima” e “media temperatura massima”:



Media temperatura minima

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1991	2,3	0,2	7,6	5,6	9,1	14,2	18,0	19,2	16,0	8,2	4,6	-3,1
1992	1,5	1,3	4,1	8,2	12,3	14,4	16,9	18,6	13,8	10,8	7,2	3,6
1993	2,4	-1,8	1,9	7,4	12,6	16,7	16,5	18,4	14,7	12,0	4,9	3,3
1994	2,9	2,4	6,2	6,2	11,3	15,5	18,5	19,4	14,9	8,3	6,6	3,0
1995	2,4	3,9	3,3	7,6	11,6	13,3	19,0	16,8	11,7	8,8	4,6	5,1
1996	3,9	2,3	5,0	9,0	12,0	16,0	16,9	16,7	12,0	10,1	7,5	3,3
1997	3,5	4,6	5,8	6,2	12,5	16,7	17,6	18,6	15,7	11,2	7,2	3,7
1998	3,8	2,8	3,6	8,2	11,5	16,2	19,1	19,8	14,5	10,6	5,9	0,6
1999	1,3	0,1	4,6	8,6	14,2	16,3	19,3	20,7	16,9	12,4	5,1	3,6
2000	1,2	3,1	5,9	9,7	14,4	17,2	17,2	18,6	15,2	12,7	8,4	5,6
2001	5,6	4,1	9,7	6,6	13,8	15,4	18,8	19,4	12,0	12,9	5,3	0,2
2002	-1,4	4,5	4,6	8,8	13,3	17,7	18,7	17,6	13,2	10,8	8,7	5,4
2003	1,9	-2,0	4,1	7,6	13,1	19,5	20,5	22,1	14,9	10,7	8,5	3,4
2004	1,0	4,3	4,7	8,5	10,9	16,4	18,1	19,6	15,7	14,1	6,2	4,6
2005	1,3	-0,7	4,8	7,6	12,7	16,4	17,5	16,5	14,9	11,3	5,4	0,7
2006	0,6	2,2	4,5	8,2	11,1	14,7	20,2	17,3	15,6	12,1	6,4	4,8
2007	4,8	5,4	7,1	9,3	12,7	16,7	17,7	17,7	13,6	11,2	5,5	1,9
2008	4,8	4,3	6,3	8,2	11,9	16,1	17,5	17,6	13,8	11,3	6,7	2,4
2009	2,0	0,7	4,9	9,7	12,5	15,8	18,4	19,9	16,4	9,7	6,9	2,6
2010	1,2	2,6	4,6	7,2	11,1	15,1	19,3	17,2	12,9	9,5	6,9	1,2
2011	2,0	3,3	5,4	9,3	12,5	16,9	17,7	17,9	16,7	9,6	5,2	4,3
2012	-0,7	0,3	6,0	8,5	11,1	16,6	18,9	19,0	15,9	11,9	8,0	1,4
2013	2,2	1,0	5,3	9,3	11,1	14,6	18,2	18,3	15,4	13,9	8,2	2,6
2014	5,2	7,0	6,7	9,0	11,0	16,1	17,8	17,4	14,7	12,4	9,6	4,6
2015	2,4	2,6	5,6	7,0	11,9	15,9	20,2	18,0	14,6	11,6	6,8	3,2
2016	2,5	5,6	5,8	8,1	11,4	15,5	18,2	17,9	15,2	10,5	6,3	-0,4
2017	-1,2	3,8	5,5	7,0	11,8	17,0	17,6	18,3	14,1	8,6	4,8	1,2
2018	3,8	1,2	5,2	9,8	13,6	15,8	18,7	18,2	15,0	12,0	7,9	1,6
2019	-0,8	2,5	5,7	6,9	10,7	16,2	18,9	18,8	15,0	11,3	8,7	4,1
2020	2,0	4,2	4,5	6,8	12,8	15,0	17,8	19,4	15,4	9,3	6,9	4,1
Min Media T min	-1,4	-2,0	1,9	5,6	9,1	13,3	16,5	16,5	11,7	8,2	4,6	-3,1
Dev st (tmedia)	1,8	2,2	1,4	1,1	1,1	1,2	1,0	1,2	1,3	1,5	1,4	1,9
media	2,1	2,5	5,3	8,0	12,1	16,0	18,3	18,5	14,7	11,0	6,7	2,8
media + dev st	4,0	4,7	6,7	9,1	13,2	17,2	19,3	19,7	16,0	12,5	8,1	4,7
media - dev st	0,3	0,3	3,9	6,9	10,9	14,8	17,3	17,3	13,3	9,4	5,3	0,8

Media temperatura massima

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1991	11,7	10,5	18,8	17,8	19,6	27,6	32,9	33,3	28,3	18,5	12,4	8,4
1992	10,7	13,0	15,6	18,4	25,5	25,2	30,0	32,5	27,2	18,9	16,1	11,5
1993	10,7	12,7	13,6	18,3	25,6	29,7	30,7	33,4	26,0	20,0	12,5	11,6
1994	11,3	11,1	18,6	17,0	23,5	28,1	32,6	34,0	25,6	19,6	15,1	11,3
1995	10,7	14,1	14,7	18,8	22,8	25,3	31,0	28,7	23,1	23,2	15,3	12,7
1996	12,7	11,2	15,0	20,5	24,5	28,6	30,0	29,7	24,0	21,1	16,4	11,5
1997	13,2	14,8	19,0	18,6	25,3	28,0	30,7	32,0	29,3	21,7	15,8	11,8
1998	11,7	14,7	15,8	18,1	23,9	29,8	32,7	33,3	26,7	20,5	13,1	9,0
1999	11,1	11,2	15,9	19,0	26,1	29,5	32,1	32,3	28,3	21,9	15,3	11,4
2000	10,2	14,7	16,3	19,5	26,8	30,2	29,8	32,8	27,6	22,0	15,9	13,1
2001	12,0	13,8	17,6	18,4	25,5	28,9	31,3	33,4	24,6	24,3	14,4	9,0
2002	10,4	14,2	18,0	19,4	24,6	30,8	30,6	29,4	24,5	20,9	16,4	10,7
2003	9,9	9,7	16,7	18,6	27,5	34,5	34,6	36,2	27,6	20,6	16,8	12,0
2004	10,0	12,2	15,3	19,6	22,6	28,8	31,8	31,9	27,8	22,1	15,9	12,8
2005	9,8	9,2	15,6	19,3	26,2	29,6	32,5	30,1	26,1	20,9	14,5	9,3
2006	9,9	12,3	14,0	21,1	24,7	29,6	34,9	30,2	28,8	23,9	17,0	13,9
2007	13,5	15,2	16,3	24,5	25,8	28,7	33,5	30,2	26,1	21,7	15,3	11,6
2008	13,1	14,1	15,4	19,2	25,1	28,9	32,0	33,4	26,4	23,1	16,1	10,4
2009	11,0	11,9	16,2	20,9	27,7	28,2	33,2	35,3	28,3	21,1	16,8	10,9
2010	8,9	11,6	14,2	20,0	22,2	28,0	33,1	29,5	25,8	19,5	14,8	9,2
2011	9,2	11,1	14,6	21,2	25,6	28,4	29,8	33,6	30,2	21,5	16,4	12,8
2012	11,8	8,3	19,6	18,9	23,6	30,5	33,1	35,5	27,4	22,4	16,7	9,7
2013	9,7	10,3	13,9	21,1	22,1	27,8	32,5	32,8	27,9	22,7	16,6	12,1
2014	13,0	15,4	17,9	20,7	24,1	30,2	29,5	29,6	26,7	23,5	17,7	13,0
2015	12,2	12,6	16,1	20,5	24,6	30,3	35,5	32,8	26,3	20,7	16,5	12,0
2016	11,7	14,2	16,0	21,7	23,5	27,7	33,2	32,1	28,9	21,4	15,9	12,5
2017	9,3	14,5	19,3	21,3	25,3	31,5	33,5	35,4	25,1	23,2	14,9	11,4
2018	13,1	9,4	13,9	23,1	25,1	28,9	33,4	33,8	30,1	24,2	16,5	11,8
2019	9,9	15,8	18,0	20,1	20,7	32,1	33,7	34,6	28,8	23,5	16,3	13,2
2020	12,5	15,9	15,9	21,5	25,2	28,3	33,1	34,0	29,3	20,1	17,2	12,0
Max Media T max	13,5	15,9	19,6	24,5	27,7	34,5	35,5	36,2	30,2	24,3	17,7	13,9
Dev st (tmedia)	1,3	2,1	1,7	1,6	1,8	1,8	1,6	2,0	1,8	1,6	1,3	1,4
media	11,2	12,7	16,3	19,9	24,5	29,1	32,2	32,5	27,1	21,6	15,7	11,4
media + dev st	12,5	14,8	18,0	21,5	26,3	30,9	33,8	34,6	28,9	23,2	17,0	12,9
media - dev st	9,8	10,5	14,5	18,3	22,7	27,3	30,6	30,5	25,3	20,1	14,4	10,0

6.4.1.3.2 Precipitazioni

Le precipitazioni presentano minimi nei mesi estivi e massimi nei mesi autunnali.

Di seguito si riportano tabelle relativi alla Città Metropolitana di Firenze che mostrano gli estremi pluviometrici e la quantità di pioggia caduta mensilmente.

Tabella 6 -42. Estremi pluviometrici Città Metropolitana di Firenze

ESTREMI PLUVIOMETRICI	media	massima	anno	minima	anno
P.anno	821	1275	2010	596	2011
P.Primavera	195	375	2013	105	2003
P.Estate	114	226	2010	43	2004
P.Autunno	295	572	1992	131	2007
P.Inverno	217	399	2014	59	1992

Pioggia												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1991	27,2	47,6	40,9	58,6	161,5	52,1	35,6	1,2	111,7	207,4	167,9	5,4
1992	24,6	29,3	60,3	55,4	32,5	27,3	44,5	48,5	38,1	415,4	118,3	113,6
1993	4,6	0,4	38,1	76,1	47,9	26,9	10,8	51,5	89,1	123,0	67,1	97,0
1994	40,6	23,4	0,8	129,0	68,6	62,2	6,4	2,6	134,8	107,8	96,0	27,8
1995	59,8	119,6	82,4	40,6	88,2	66,0	18,6	39,4	83,2	15,4	54,6	116,0
1996	98,0	135,6	14,8	140,8	97,0	55,8	88,0	52,8	171,4	86,0	168,0	87,4
1997	81,6	53,4	35,6	61,9	32,8	81,8	9,0	14,8	36,8	18,4	113,8	75,8
1998	37,8	40,4	35,2	115,2	74,0	130,3	21,6	0,8	119,8	142,4	74,2	46,5
1999	75,6	58,6	65,8	87,6	28,2	46,0	21,7	42,0	71,4	78,2	152,6	94,5
2000	17,0	17,0	72,4	76,4	10,4	59,0	76,0	26,0	39,0	101,0	268,0	140,0
2001	107,5	46,0	132,2	45,8	46,0	19,4	41,0	9,4	114,0	55,2	46,8	60,2
2002	15,4	41,2	2,2	61,2	88,8	25,4	42,0	114,4	70,0	97,6	80,0	94,8
2003	57,6	42,2	23,0	64,6	17,0	82,0	2,0	33,0	35,8	107,9	166,7	66,4
2004	71,1	88,4	42,4	78,1	100,7	23,5	2,4	17,2	67,0	78,2	72,1	122,6
2005	19,8	31,4	49,6	56,2	43,0	37,8	16,6	83,0	106,2	146,2	197,6	102,1
2006	63,3	63,0	55,5	20,2	91,2	31,3	31,3	57,7	64,0	37,9	83,0	62,3
2007	132,1	102,5	28,9	11,3	70,8	24,9	1,4	116,5	54,8	49,2	27,3	88,3
2008	98,3	33,3	76,6	113,6	77,0	46,1	25,9	9,1	24,1	35,8	149,4	92,2
2009	82,5	62,2	131,6	61,4	6,0	73,9	0,5	6,6	56,0	36,5	105,2	147,8
2010	109,9	81,1	36,3	95,5	120,6	82,1	55,9	88,1	66,2	146,0	253,3	140,3
2011	46,2	58,8	104,0	7,6	7,4	74,0	44,3	3,4	45,3	86,8	20,0	98,2
2012	20,2	4,8	20,4	130,0	93,0	40,8	0,0	26,0	98,2	125,2	130,8	164,0
2013	114,2	79,4	197,2	49,9	128,0	24,6	22,6	41,8	87,6	161,8	103,6	24,5
2014	198,4	175,6	41,2	58,6	37,2	61,6	82,7	28,6	93,5	60,7	177,9	51,1
2015	51,4	51,8	77,6	77,0	32,1	42,2	12,0	139,4	23,2	161,4	15,1	3,4
2016	104,6	190,7	56,0	58,8	77,2	48,6	7,0	28,0	58,6	145,3	109,6	3,8
2017	28,2	85,7	61,4	32,2	46,8	18,4	6,0	36,8	131,4	5,2	127,0	148,4
2018	71,0	85,8	207,6	42,4	82,2	32,6	7,6	47,4	2,6	70,0	69,2	70,2
2019	32,8	42,2	5,8	88,0	120,8	1,0	42,0	7,6	79,2	50,4	292,6	127,0
2020	43,0	38,8	61,0	27,2	50,0	40,8	9,6	24,8	38,0	158,4	27,0	162,6
cumulata max	198,4	190,7	207,6	140,8	161,5	130,3	88,0	139,4	171,4	415,4	292,6	164,0
Dev st (pioggia)	42,9	44,9	50,2	34,3	39,0	26,4	24,7	36,3	38,5	78,0	71,8	46,5
media	64,5	64,3	61,9	67,4	65,9	47,9	26,2	39,9	73,7	103,7	117,8	87,8
media + dev st	107,4	109,2	112,1	101,6	104,9	74,4	50,9	76,2	112,2	181,7	189,6	134,4
media - dev st	21,6	19,4	11,6	33,1	26,9	21,5	1,5	3,7	35,2	25,6	46,0	41,3

6.4.1.3.3 Venti

Dalla mappa di velocità media del vento, estratta dall'Atlante Eolico Nazionale, è possibile vedere come l'intera area di studio sia interessata da venti di debole intensità e per lo più con direzione nord-est e sud-ovest.

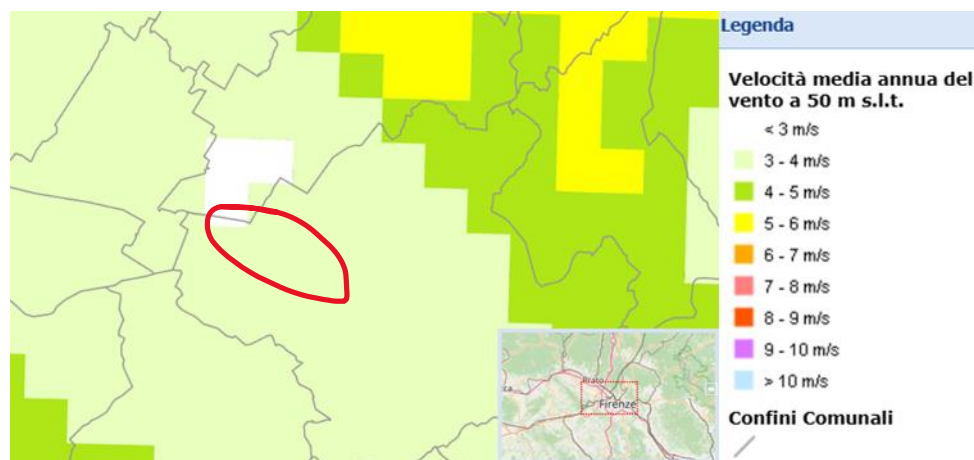


Figura 6-52. Velocità media del vento a 50 m s.l.m. (Fonte: Atlante Eolico Nazionale)

6.4.1.4 Dati meteorologici area di intervento

I dati meteorologici per la caratterizzazione dell'area di studio e l'implementazione del codice CALPUFF sono stati reperiti dal servizio SIR della Regione Toscana per la stazione "FIRENZE UNIVERSITA'" codice stazione TOS01001096. I dati disponibili sono consistenti per l'anno 2022. Di seguito l'analisi dei dati meteorologici. Nella seguente figura sono mostrate le distribuzioni dei venti per l'anno 2022.

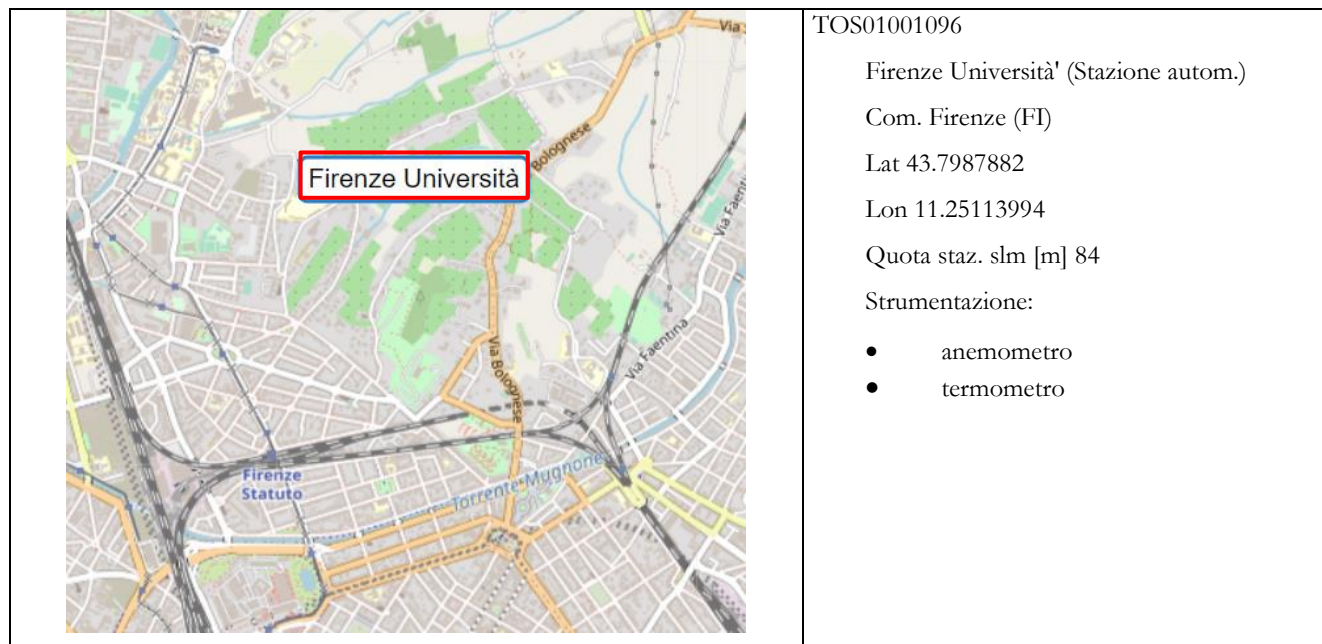


Figura 6-23. Localizzazione della stazione meteorologica di superfici utilizzata per lo studio diffusionale

Caratterizzazione anemologica anno 2022

Di seguito si mostra la rosa dei venti per l'anno 2022 elaborata sulla base dei dati acquisiti dalla stazione del SIR Firenze Università.

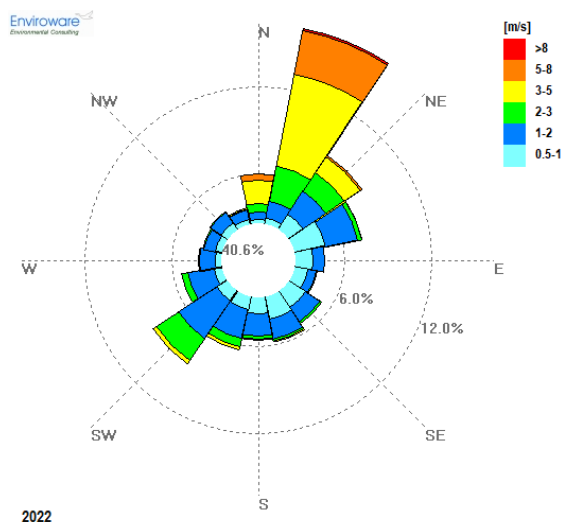


Figura 6 -54. Rosa dei venti per la stazione di Firenze Università- anno 2022

Il sito in esame è caratterizzato prevalentemente da calma di vento per circa il 40.6 % delle ore dell'anno solare 2022. La direzione prevalente è da NORD-NORD-EST con frequenza totale di circa 13.7%. Le altre direzioni di provenienza del vento che concorrono agli accadimenti sono inferiori al 7%.

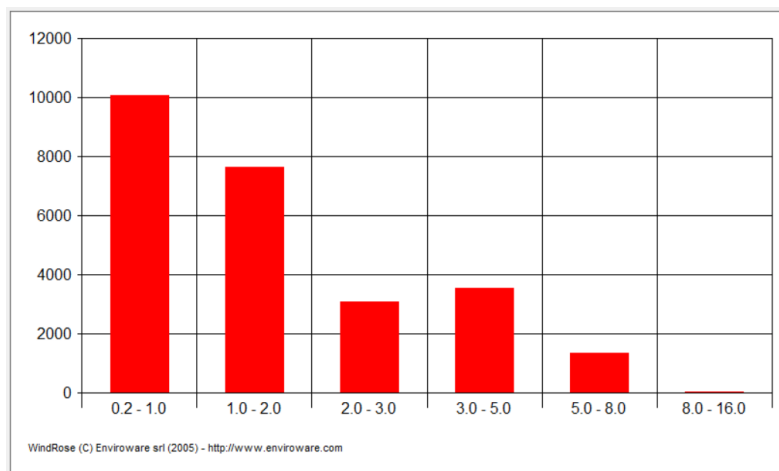


Figura 6-55. Frequenza di distribuzione delle classi di stabilità e di velocità del vento sull'anno.

Tabella 6-43. Velocità del vento – statistiche per l'anno 2022

periodo	Max [m/s]	Media [m/s]	Min [m/s]
gen	9.10	1.26	0.00
feb	10.00	1.29	0.00
mar	8.20	2.09	0.00
apr	9.70	1.77	0.00
mag	8.30	1.56	0.00
giu	8.20	1.23	0.00
lug	10.00	1.37	0.00
ago	8.10	1.59	0.00
set	9.90	1.11	0.00
ott	5.60	0.47	0.00
nov	6.90	1.23	0.00
dic	6.40	0.78	0.00
Anno	10.00	1.31	0.00

I mesi più ventosi risultano Febbraio e Luglio con valori massimi orari del vento fino a 10 m/s e valore medio della velocità su base mensile di 1.29 m/s a Febbraio e 1.37 m/s a Luglio. Il mese con la velocità del vento media più alta è Marzo che rileva un valore di 2.09 m/s.

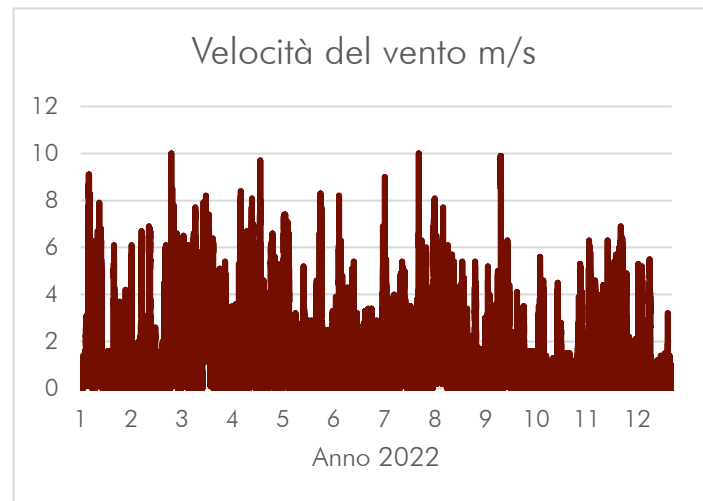


Figura 6-54. Serie temporale velocità del vento, anno 2022

Temperatura dell'aria anno 2022

Tabella 6-44. Temperatura dell'aria statistiche per l'anno 2022

<u>periodo</u>	<u>Max</u> [°C]	<u>Media</u> [°C]	<u>Min</u> [°C]
<u>gen</u>	<u>15.30</u>	<u>6.88</u>	<u>-2.10</u>
<u>feb</u>	<u>18.00</u>	<u>8.84</u>	<u>-1.30</u>
<u>mar</u>	<u>23.70</u>	<u>9.75</u>	<u>-2.50</u>
<u>apr</u>	<u>27.80</u>	<u>13.22</u>	<u>1.50</u>
<u>mag</u>	<u>35.50</u>	<u>20.01</u>	<u>8.10</u>
<u>giu</u>	<u>39.40</u>	<u>25.75</u>	<u>16.00</u>
<u>lug</u>	<u>38.70</u>	<u>28.17</u>	<u>16.70</u>
<u>ago</u>	<u>39.20</u>	<u>26.18</u>	<u>16.10</u>
<u>set</u>	<u>32.70</u>	<u>20.61</u>	<u>8.10</u>
<u>ott</u>	<u>26.50</u>	<u>18.12</u>	<u>8.90</u>
<u>nov</u>	<u>21.70</u>	<u>11.94</u>	<u>2.10</u>
<u>dic</u>	<u>17.20</u>	<u>10.45</u>	<u>1.30</u>
<u>Anno</u>	<u>39.40</u>	<u>16.71</u>	<u>-2.50</u>

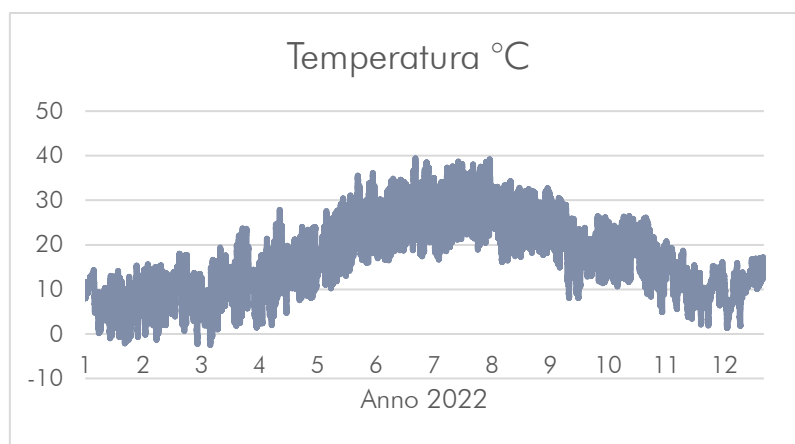


Figura 6-55. Serie temporale della temperatura dell'aria per l'anno 2022

Per quanto riguarda la temperatura è possibile osservare il valore minimo di -2.50°C che è stato raggiunto nel mese di Marzo mentre il mese più caldo è Giugno con una temperatura massima di 39.40°C .

6.4.1.5 Stato di qualità dell'aria

6.4.1.5.1 Zonizzazione e classificazione del territorio per qualità dell'aria

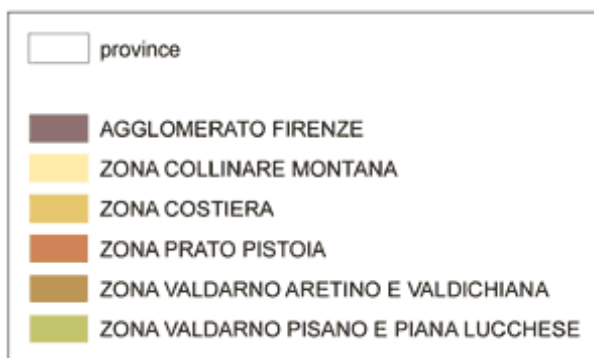
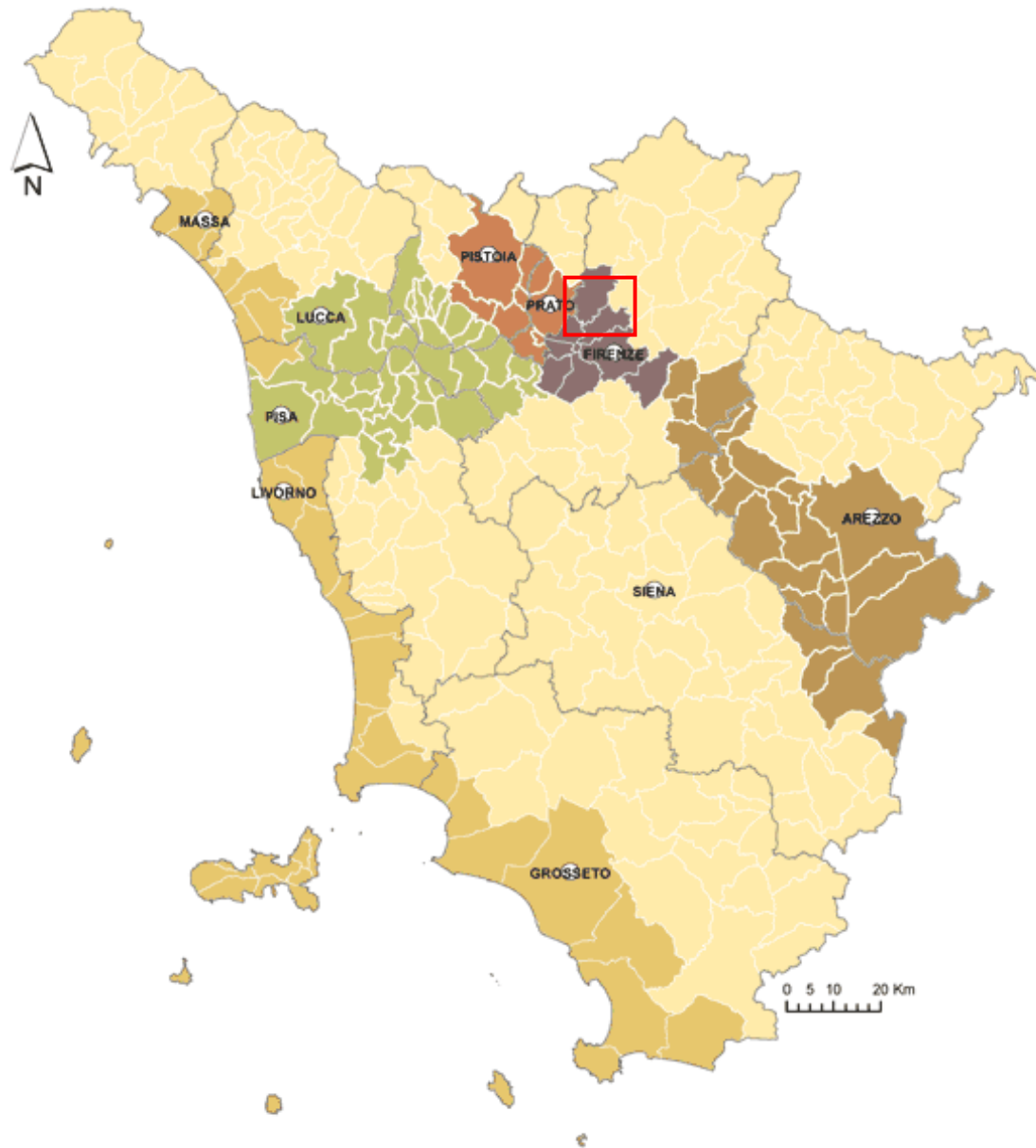
La DGRT 1025/2010 ha suddiviso il territorio della regione toscana in 6 zone: 1) Agglomerato di Firenze – costituito dal Comune di Firenze e dai comuni limitrofi di Bagno a Ripoli, Campi Bisenzio, Scandicci, Sesto F.no, Calenzano, Lastra a Signa, Signa – e da altre cinque Zone – 2) Collinare Montana, 3) Costiera, 4) Prato Pistoia, 5) Valdarno Aretino e Valdichiana, 6) Valdarno Pisano e Piana Lucchese per quanto riguarda gli inquinanti indicati nell'allegato V del D. Lgs. 155/2010 e s.m.i. (biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, materiale particolato PM10-PM2,5, benzene, monossido di carbonio) e 4 zone: 1) Agglomerato di Firenze, 2) Zona pianure interne, 3) Zona pianure costiere, 4) Zona collinare montana per quanto attiene l'ozono di cui all'allegato IX del D. Lgs. 155/2010 e s.m.i.

La “Nuova zonizzazione e classificazione del territorio regionale, nuova struttura della rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria e adozione del programma di valutazione ai sensi della L.R. 9/2010 e del D.Lgs. 155/2010”, è stata approvata con Delibera regionale n.964 del 12 ottobre 2015.

Come è evidenziato dalle tabelle e dalle mappe sottostanti, l'area, oggetto del progetto in esame, fa parte della zona **Agglomerato di Firenze** sia per quanto riguarda la zonizzazione dell'allegato V del D. Lgs. 155/2010, sia per la zonizzazione dell'ozono dell'allegato IX del D. Lgs. 155/2010.

Tabella 6-45. Zonizzazione per gli inquinanti (eccetto l'ozono) di cui all'allegato V del D. Lgs. 155/2010 e s.m.i. per la zona di interesse (fonte: Delibera n. 964 del 12 ottobre 2015)

Agglomerato/Zona	Descrizione
Agglomerato Firenze	L'agglomerato presenta caratteristiche omogenee dal punto di vista del sistema di paesaggio, con alta densità di popolazione e, di conseguenza di pressioni in termini emissivi derivanti prevalentemente dal sistema della mobilità pubblica e privata e dal condizionamento degli edifici e non presenta contributi industriali di particolare rilevanza. Comprende, racchiusi in un'unica piana, i centri urbani di Firenze e dei comuni contigui (Area omogenea fiorentina) per i quali Firenze rappresenta un centro attrattore.



Classificazione territorio DGRT 1025/2010
(zone omogenee D.Lgs. 155/2010, escluso Ozono)

Figura 6-56 - Zonizzazione per gli inquinanti di cui all'allegato V del D. Lgs. 155/2010 e s.m.i. (Fonte ARPAT)

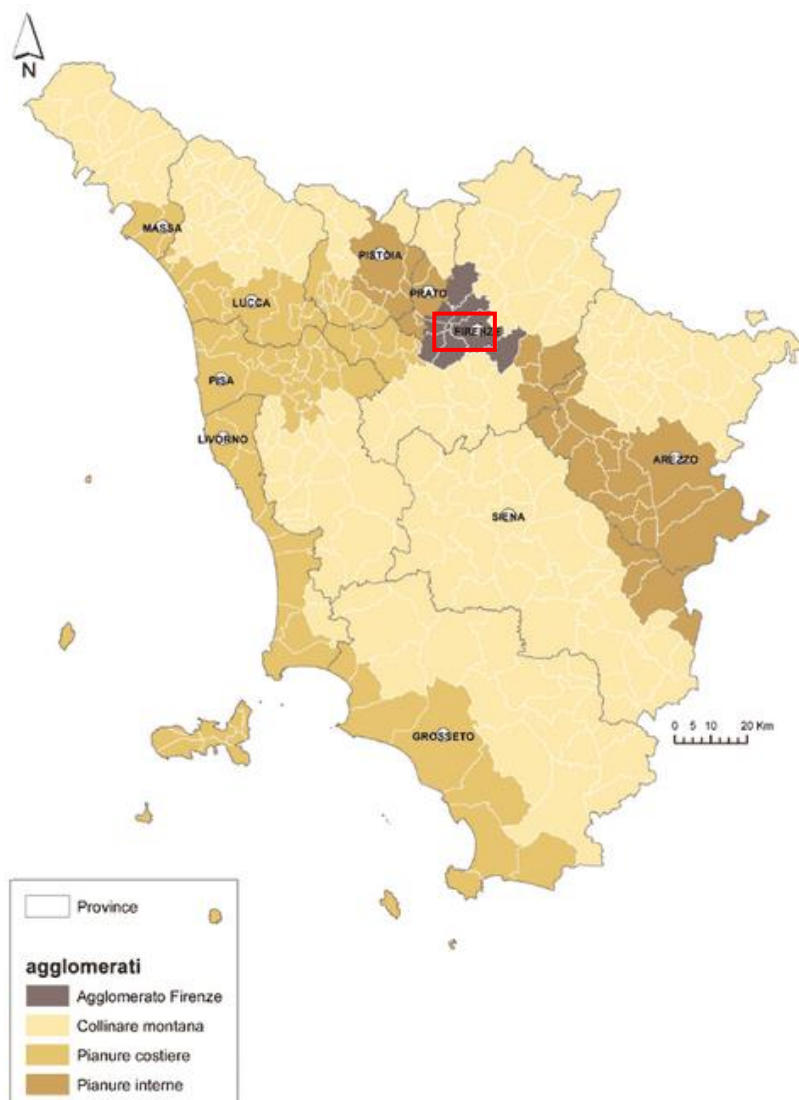


Figura 6 -57. Zonizzazione per l'ozono di cui all'allegato IX del D. Lgs. 155/2010 e s.m.i. (Fonte ARPAT)

Agglomerato Firenze	< SVI	SVI < x < SVS	> SVS
PM ₁₀ (media annuale)			X
PM ₁₀ (media giornaliera)			X
PM _{2,5}			X ⁽¹⁾
NO ₂ (media annuale)			X
NO ₂ (media oraria)			X
SO ₂	X		
CO	X		
Benzene		X ⁽¹⁾	
Piombo	X ⁽¹⁾		
Arsenico	X ⁽¹⁾		
Cadmio	X ⁽¹⁾		
Nichel	X ⁽¹⁾		
Benzo(a)pirene		X ⁽¹⁾	

NOTE:

(1) Data la mancanza di serie complete di dati, la classificazione è stata attribuita secondo le indicazioni contenute al comma 2, punto 2, Allegato II del D.Lgs. 155/2010;

Figura 6-58. Estratto della classificazione di agglomerati e zone relativamente agli inquinati di cui all'allegato V del D.lgs. 155/2010 e smi (fonte Delibera n.964 del 12 ottobre 2015)

- Zone e agglomerati	<OLT	>OLT
Agglomerato Firenze		X
Zona delle pianure costiere		X
Zona collinare montana		X
Zona delle pianure interne		X

Figura 6-59. Estratto della classificazione di agglomerati e zone relativamente agli inquinati di cui all'allegato V del D.lgs. 155/2010 e smi (fonte Delibera n.964 del 12 ottobre 2015)

La classificazione delle zone ed agglomerati ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente è stata effettuata sulla base delle disposizioni contenute nell'articolo 4 del D. Lgs. 155/2010 e s.m.i. Tale classificazione è indispensabile per determinare le necessità di monitoraggio in termini di numero delle stazioni, loro localizzazione e dotazione strumentale.

6.4.1.5.2 Rete di monitoraggio della qualità dell'aria

La valutazione della qualità dell'aria ambiente è fondata su una rete di misura e su un programma di valutazione. Le misurazioni in siti fissi, le misurazioni indicative e le altre tecniche di valutazione devono permettere che la qualità dell'aria ambiente sia valutata in conformità alle disposizioni del D. Lgs. 155/2010. La valutazione della qualità dell'aria ambiente è effettuata, per ciascun inquinante, ad esclusione dell'ozono, con le modalità previste dall'art. 5 del D. Lgs. 155/2010. Si applicano, per la valutazione, l'allegato III, relativo all'ubicazione delle stazioni di misurazione, l'appendice II, relativa alla scelta della rete di misura, e l'appendice III, relativa ai metodi di valutazione diversi dalla misurazione.

La valutazione della qualità dell'aria ambiente è effettuata, per l'ozono, sulla base dei criteri previsti dall'art. 8 del D. Lgs. 155/2010, dagli allegati VII, VIII e IX e dalle appendici II e III .

La rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria era stata inizialmente individuata e descritta dall'allegato V della DGRT 1025/2010. Questa rete prevedeva, inizialmente, il monitoraggio di 109 parametri complessivi attraverso 32 stazioni fisse, per sei delle quali non era ancora stata definita l'esatta ubicazione territoriale, ma soltanto la tipologia di inquinamento che la stazione era tenuta a rilevare (fondo, traffico, industriale) e la tipologia di sito (urbano, periferico, rurale).

La struttura delle Rete Regionale è stata modificata negli anni rispetto a quella descritta dall'allegato III della DGRT 1025/2010 fino alla struttura attualmente ufficiale che è quella dell'allegato C della Delibera n. 964 del 12 ottobre 2015. È in fase di valutazione da parte della Regione Toscana la nuova configurazione della stessa con le modifiche derivanti dai risultati del monitoraggio degli ultimi 5 anni.

Nell'anno del 2015 sono state collocate in modo definitivo due stazioni, rispettivamente del comune di Massa MS-Marina Vecchia (UF) e nel comune di Lucca LU-S.Concordio (UF); inoltre la stazione provinciale del comune di Bagni di Lucca LU-Fornoli (UF) è stata ufficialmente inserita in Rete Regionale dalla Delibera n.964.

Nei primi mesi del 2016 sono state inoltre attivate le stazioni di GR-Sonnino (UT), nel comune di Grosseto e la stazione di FI-Figline (UF), nel comune di Figline ed Incisa Val d'Arno completando la rosa delle stazioni previste nella nuova Rete Regionale, che con la nuova delibera sono 37. Dal 2017 sono state dunque attivate tutte le 37 stazioni previste dalla DGRT n. 964/2015. Nel 2021, le 37 le stazioni previste dalla Delibera n. 964/2015 hanno funzionato a pieno regime, monitorando i parametri riportati nelle seguenti figure e tabella.

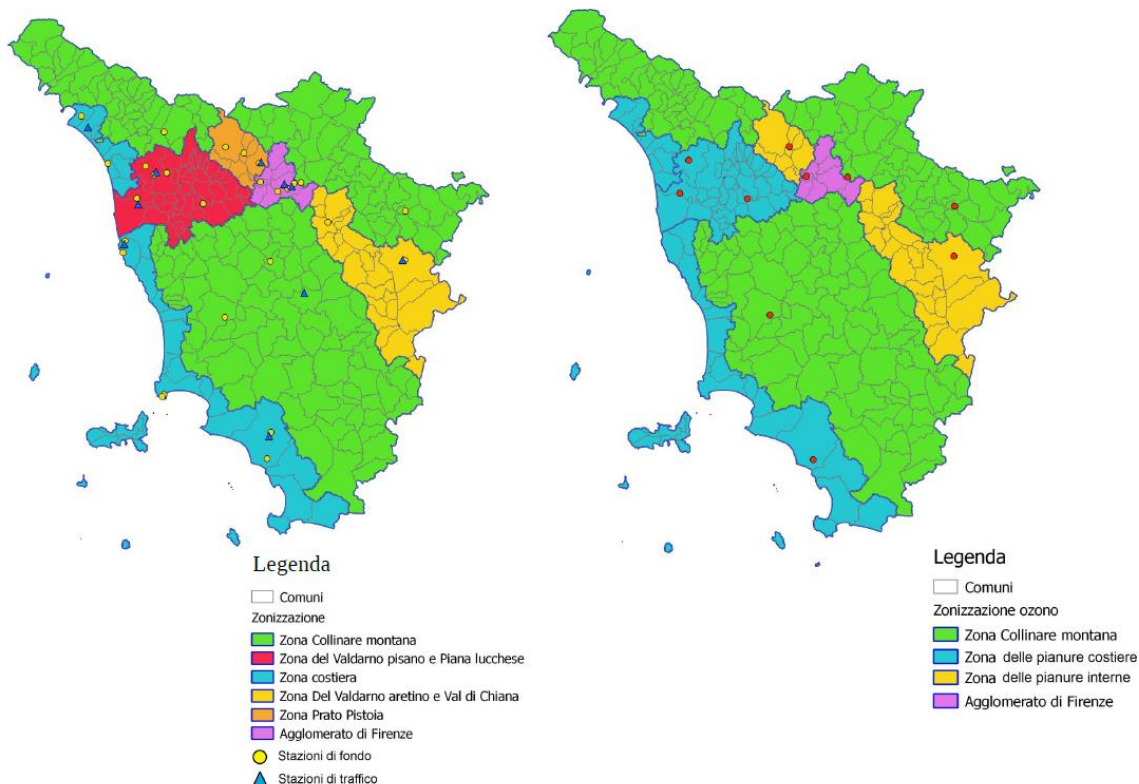


Figura 6-60. Rete regionale inquinanti all. V D. Lgs. 155/2010 (a sx) e Rete regionale ozono (a dx) (Fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella regione Toscana Anno 2020 – ARPAT)

L'Agglomerato di Firenze è monitorato da 7 stazioni di misura (1 stazione sub urbana, 4 stazioni urbane-fondo, 2 stazioni urbane-traffico).

La tabella sottostante schematizza la tipologia delle stazioni di misura dell'Agglomerato di Firenze e rispettivi parametri rilevati.

Tabella 6-46 Rete regionale delle stazioni di misura degli inquinanti (Fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella regione Toscana Anno 2020 – ARPAT)

Zonizzazione territorio Regione Toscana rel.inq. All V	Class. Zona e stazione	Provincia e Comune	Nome stazione	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO ₂	SO ₂ o H ₂ S	CO	Benzene	IPA	As	Ni	Cd	Pb	O ₃	Class. Zona Ozono	Zonizzazione territorio Regione Toscana O ₃
Agglomerato Firenze	U F	FI Firenze	FI-Boboli	X													Agglomerato Firenze
	U F	FI Firenze	FI-Bassi	X	X	X	X		X	X							
	U T	FI Firenze	FI-Gramsci	X	X	X											
	U T	FI Firenze	FI-Mosse	X		X											
	U F	FI Scandicci	FI-Scandicci	X		X											
	U F	FI Signa	FI-Signa	X		X									X	U	
	S F	FI Firenze	FI-Settignano			X									X	S	

Legenda: F - Fondo, T - Traffico, I - Industriale, U - Urbana, S - Suburbana, R - Rurale, R reg – Rurale fondo regionale; (1) misura di H₂S e non SO₂

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

Biossido di Azoto (NO₂)

Il biossido di azoto è un inquinante secondario, generato dall'ossidazione del monossido di azoto (NO) in atmosfera. Il traffico veicolare rappresenta la principale fonte di emissione del biossido di azoto. Gli impianti di riscaldamento civili ed industriali, le centrali per la produzione di energia e numerosi processi industriali rappresentano altre fonti di emissione.

Tabella 6-47 - NO₂ – Elaborazioni relative alle stazioni di Rete regionale anno 2021. Confronto con i limiti di riferimento (Fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella regione Toscana Anno 2021 – ARPAT)

Stazione	2020		2021	
	N° medie orarie >200 µg/m ³ (V.L. 18)	Media annuale (V.L. 40 µg/m ³)	N° medie orarie >200 µg/m ³ (V.L. 18)	Media annuale (V.L. 40 µg/m ³)
FI-Bassi	0	17	0	18
FI-Gramsci	0	44	0	45
FI-Mosse	0	28	0	30
FI-Scandicci	0	20	0	20
FI-Signa	0	15	0	14
FI-Settignano	0	6	0	6

Come già da diversi anni, anche nel 2021 non si è verificato alcun episodio di superamento della media oraria di 200 µg/m³ rispettando pienamente il primo parametro in tutto il territorio. Le medie annuali sono state inferiori a 40 µg/m³ con pieno rispetto del limite, con l'eccezione della stazione di traffico di FI-Gramsci presso la quale la media è pari a 45 µg/m³, con superamento del 10% del limite di normativa.

Come già da diversi anni, anche nel 2021 non si è verificato alcun episodio di superamento della media oraria di 200 µg/m³ rispettando pienamente il primo parametro in tutto il territorio. Le medie annuali sono state inferiori a 40 µg/m³ con pieno rispetto del limite, con l'eccezione della stazione di traffico di FI-Gramsci presso la quale la media è pari a 45 µg/m³, con superamento del 10% del limite di normativa.

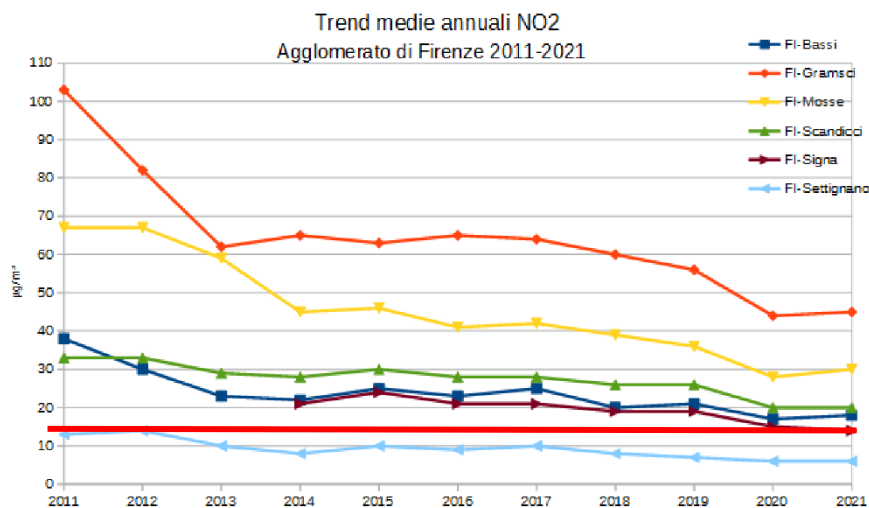


Figura 6-61. Andamenti delle medie annuali di NO₂ periodo 2011-2021 (Fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella regione Toscana Anno 2021 – ARPAT)

Come mostrano chiaramente i dati in figura sopra riportata il trend delle medie annuali di biossido di azoto degli ultimi anni tende comunque alla diminuzione in tutte le stazioni, compresa quella significativa per la caratterizzazione dell'area oggetto di intervento.

Ozono (O3)

L'ozono è un inquinante secondario in quanto si forma in seguito a reazioni fotochimiche che coinvolgono i cosiddetti precursori o inquinanti primari rappresentati da ossidi di azoto (NOx) e composti organici volatili (COV). I precursori dell'ozono (NOx e COV) sono indicatori d'inquinamento antropico principalmente traffico e attività produttive. La concentrazione di ozono in atmosfera è strettamente correlata alle condizioni meteorologiche, infatti, tende ad aumentare durante il periodo estivo e durante le ore di maggiore irraggiamento solare. È risaputo che l'ozono ha un effetto nocivo sulla salute dell'uomo soprattutto a carico delle prime vie respiratorie provocando irritazione delle mucose di naso e gola; l'intensità di tali sintomi è correlata ai livelli di concentrazione ed al tempo di esposizione.

Gli indicatori elaborati sui dati di ozono misurati nel 2021 sono stati confrontati con i parametri indicati dalla normativa (allegati VII e VIII del D. Lgs.155/2010 e s.m.i.):

valore obiettivo per la protezione della salute umana - N° medie massime giornaliere di 8 ore superiori a 120 µg/m³, l'obiettivo è la media dei valori degli ultimi tre anni pari a 25;

valore obiettivo per la protezione della vegetazione AOT40 - somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ e 80 µg/m³ tra maggio e luglio, rilevate ogni giorno tra le 8.00 e le 20.00, l'obiettivo è la media dei valori degli ultimi cinque anni pari a 18.000;

soglia di informazione pari alla media oraria di 180 µg/m³;

soglia di allarme pari alla media oraria di 240 µg/m³.

Tabella 6 -48. O3 – Elaborazioni relative alle stazioni di rete regionale anno 2021 (Fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella regione Toscana Anno 2021 – ARPAT)

Indicatori per Ozono Anno 2020					N° medie su 8 ore massime giornaliere > 120 µg/m ³		AOT40 Maggio/Luglio	
					Valore obiettivo protezione salute umana: max 25 superamenti media 3 anni		Valore obiettivo protezione vegetazione (µg*h/m ³): 18000 media 5 anni	
Zona	Class.	Prov.	Comune	Stazione	2021	Media 2019-2021	2021	Media 2017-2021
Agglomerato Firenze	S	FI	Firenze	FI-SETTIGNANO	26	29	18819	23804
	U	FI	Signa	FI-SIGNA	32	28	20023	23435

Non sono disponibili dati di monitoraggio per le stazioni considerate significative dell'area oggetto del progetto, ma si riportano comunque i valori monitorati nelle stazioni dell'agglomerato fiorentino.

Nonostante l'evidenza per cui attualmente in Toscana l'Ozono è il parametro per il quale la situazione è ancora la più critica per entrambi i valori obiettivo, le concentrazioni di ozono registrate durante il 2021 sono state tali da far registrare un certo miglioramento.

Il valore massimo di 25 superamenti nel 2021 è stato rispettato in 8 stazioni su 10, mentre il valore obiettivo per la protezione della salute pari alla media su tre anni è ancora superato in 4 stazioni su 10. L'indicatore per la protezione della vegetazione di 18000 come AOT40 nel 2021 è stato superato in 4 stazioni su 10, mentre il valore obiettivo pari alla media su 5 anni è ancora superato in 6 stazioni. Nel 2021 non sono mai state raggiunte né la soglia di informazione né la soglia di allarme.

PM₁₀

Con il termine PM₁₀ si fa riferimento al materiale particolato con diametro uguale o inferiore a 10 µm. Il materiale particolato può avere origine sia antropica che naturale. Le principali sorgenti emissive antropiche in ambiente urbano sono rappresentate dagli impianti di riscaldamento civile e dal traffico veicolare. Le fonti naturali di PM₁₀ sono riconducibili essenzialmente ad eruzioni vulcaniche, erosione, incendi boschivi etc.

Gli indicatori elaborati sui dati misurati nel 2021 sono stati confrontati con i valori limite di legge (allegato XI D. Lgs. 155/2010 e s.m.i.) che per il PM₁₀ corrispondono al numero delle medie giornaliere con concentrazione superiore a 50 µg/m³ e alla media annuale.

Il valore limite relativo all'indicatore della media annuale di PM₁₀ di 40 µg/m³ nel 2021 è stato rispettato in tutte le stazioni dell'agglomerato fiorentino.

Tabella 6-49. Indicatori relativi alle stazioni della Rete regionale e confronto con i limiti di riferimento (Fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella regione Toscana Anno 2021 – ARPAT)

Stazione	2020		2021	
	N° medie giornaliere >50 µg/m ³ (V.L. 35 giorni)	Media annuale (V.L. 40 µg/m ³)	N° medie giornaliere >50 µg/m ³ (V.L. 35 giorni)	Media annuale (V.L. 40 µg/m ³)
FI-Boboli	5	18	5	17
FI-Bassi	7	19	4	18
FI-Gramsci	15	23	7	22
FI-Mosse	13	20	8	21
FI-Scandicci	9	20	8	19
FI-Signa	25	22	14	20

I dati in tabella e nel grafico seguente mostrano i valori medi di PM₁₀ registrati nelle stazioni dell'Agglomerato di Firenze, negli anni 2011-2021.

Tabella 6-50. PM₁₀ – Medie annuali – Andamenti 2011-2021 per le stazioni dell'Agglomerato Firenze (Fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella regione Toscana Anno 2021 – ARPAT)

Zona	Class.	Nome stazione	Medie annuali in µg/m ³										
			V.L. = 40 µg/m ³										
			2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Agglomerato Firenze	UF	Fi-Boboli	26	23	20	19	22	18	18	18	18	18	17
	UF	FI-Bassi	24	23	20	18	22	19	20	19	18	19	18
	UT	FI-Gramsci	38	36	34	29	31	30	28	30	27	23	22
	UT	FI-Mosse	38	39	30	23	24	22	22	24	21	20	21
	UF	FI-Scandicci	29	27	24	20	23	21	22	21	20	20	19
	UF	FI-Signa	-	-	-	25	26	24	23	22	22	22	20

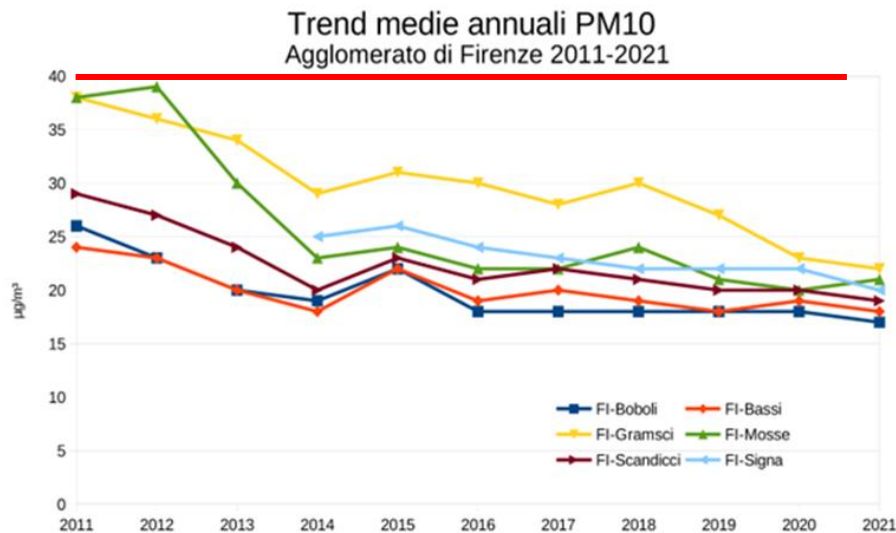


Figura 6-62. Medie annuali – Andamenti 2011-2021 per le stazioni dell’Agglomerato Firenze (Fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell’aria nella regione Toscana Anno 2021 – ARPAT)

I dati in tabella e nel grafico seguente mostrano il numero di superamenti del valore giornaliero di 50 µg/m³ per PM10 registrati nelle stazioni dell’Agglomerato di Firenze, negli anni 2011-2021.

Tabella 6-51. PM10 – N° superamenti valore giornaliero 50 µg/m³ – Andamenti 2011-2021 per le stazioni dell’Agglomerato Firenze (Fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell’aria nella regione Toscana Anno 2021 – ARPAT)

Zona	Class.	Nome stazione	N° superamenti media giornaliera di 50 µg/m ³										
			V.L. = 35 gg/anno										
			2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Agglomerato Firenze	UF	Fi-Boboli	17	7	18	3	5	5	6	3	4	5	5
	UF	Fi-Bassi	19	11	17	4	9	12	10	2	5	7	4
	UT	Fi-Gramsci	55	46	38	19	26	24	22	20	13	15	7
	UT	Fi-Mosse	59	69	46	11	14	16	16	12	10	13	8
	UF	Fi-Scandicci	37	23	22	5	10	15	15	7	12	9	8
	UF	Fi-Signa	-	-	-	26	33	26	21	19	15	25	14

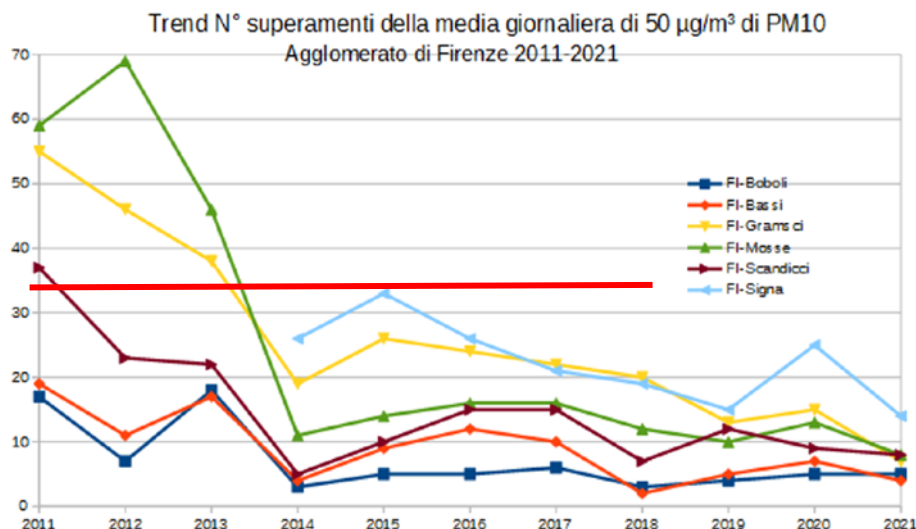


Figura 6-63. PM10 – N° superamenti valore giornaliero 50 µg/m³ – Andamenti 2011-2021 per le stazioni dell'Agglomerato Firenze (Fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella regione Toscana Anno 2021 – ARPAT)

Differentemente da quanto avviene per le medie annuali di PM10, il numero dei superamenti registrati presenta differenze significative di anno in anno. Il numero di stazioni che non hanno rispettato il limite annuale di 35 superamenti è diminuito nettamente negli ultimi anni, soprattutto per le stazioni FI-Gramsci, FI-Mosse e FI-Scandicci che nell'arco temporale 2011-2013 avevano fatto registrare un numero di superamenti oltre il valore limite.

PM_{2.5}

Con il termine PM_{2.5} si fa riferimento al materiale particolato con diametro uguale o inferiore a 2.5 µm. Per tale inquinante gli indicatori elaborati sui dati misurati nel 2020 sono stati confrontati con il valore limite di legge (allegato XI D. Lgs. 155/2010 e s.m.i.) che per il PM_{2.5} corrisponde alla media annuale di 25 µg/m³.

Nella seguente tabella si riportano i dati disponibili relativi all'anno 2020 e 2021.

Tabella 6-2 - PM_{2,5} – Elaborazioni relative alle stazioni di rete regionale dell'Agglomerato di Firenze e confronto con i limiti di riferimento (Fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella regione Toscana Anno 2021 – ARPAT)

Tabella 6 - 1. PM_{2,5} – Elaborazioni relative alle stazioni di rete regionale dell'Agglomerato di Firenze e confronto con i limiti di riferimento (Fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella regione Toscana Anno 2021 – ARPAT)

Tabella 6-52. PM 2.5 – Elaborazioni relative alle stazioni di rete regionale dell'Agglomerato di Firenze e confronto con i limiti di riferimento (fonte: relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella regione Toscana Anno 2021 – Arpat)

Stazione	2020	2021
	Media annuale (V.L. 25 µg/m ³)	Media annuale (V.L. 25 µg/m ³)
FI-Bassi	13	11
FI-Gramsci	14	13

Il limite normativo di 25 µg/m³ riferito all'indicatore della media annuale è stato rispettato in tutte le stazioni dell'agglomerato fiorentino e le medie sono state tutte nettamente inferiori al limite normativo.

Si riportano di seguito la tabella ed il grafico relativi agli andamenti delle medie annuali di PM_{2,5} dal 2011 al 2021 per le due stazioni dell'Agglomerato di Firenze: FI-Bassi e FI-Gramsci.

Tabella 6 -53. PM 2.5 – Medie Annuali _ Andamenti 2011-2021 per le stazioni dell'agglomerato Firenze (Fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella regione Toscana ano 2021 – ARPAT)

Zona	Class.	Nome stazione	Medie annuali in µg/m ³										
			V.L. = 25 µg/m ³										
			2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Agglomerato Firenze	UF	FI-Bassi	16	16	14	12	16	13	13	12	12	13	11
	UT	FI-Gramsci	21	20	19	16	20	17	16	16	15	14	13

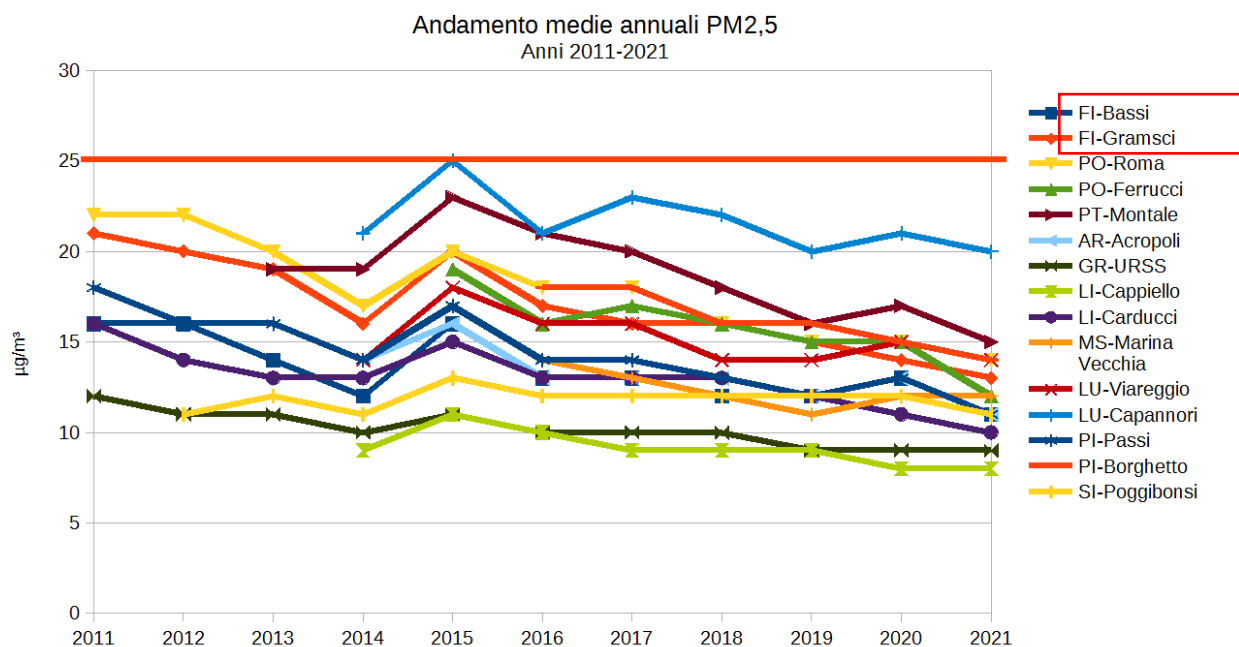


Figura 6-64. Medie annuali – Andamenti 2010-2020 per le stazioni di Rete Regionale (Fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella regione Toscana Anno 2020 – ARPAT)

La tabella ed il relativo grafico indicano come le medie annuali di PM_{2,5} registrate dalle stazioni di riferimento negli anni 2011-2021 siano state inferiori al limite del D. Lgs. 155/2010.

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 di scarico 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.

Il monitoraggio del benzene è effettuato in modo continuo nelle stazioni di rete regionale previste dalla delibera DGRT n. 964/2015 (tra le quali, nell'Agglomerato di Firenze: FI-Bassi e FI-Gramsci). Gli indicatori sono stati confrontati con i valori limite di legge (allegato XI D. Lgs. 155/2010 e s.m.i.) che per il benzene è la media annuale di 5 µg/m³.

Tabella 6-54. Benzene – Elaborazioni relative alle stazioni di rete regionale dell'Agglomerato di Firenze e confronto con i limiti di riferimento (Fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella regione Toscana Anno 2021 – ARPAT)

Stazione	2020	2021
	Media annuale (V.L. 5 µg/m ³)	Media annuale (V.L. 5 µg/m ³)
FI-Bassi	1.1	1
FI-Gramsci	1.8	2

I valori medi annuali sono nettamente inferiori al valore limite pari a 5 µg/m³.

Si riportano di seguito la tabella ed il grafico relativi agli andamenti delle medie annuali di benzene dal 2014 al 2021 per le stazioni di riferimento.

Tabella 6-55. Benzene – Elaborazioni relative alle stazioni di rete regionale dell'Agglomerato di Firenze e confronto con i limiti di riferimento (Fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella regione Toscana Anno 2021 – ARPAT)

Zona	Class.	Nome stazione	Media annuale (µg/m ³)							
			V.L. = 5 µg/m ³							
			2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Agglomerato Firenze	UF	FI-Bassi	0,9*	1,6	1,3	1,4	1,3	1,2	1,1	1
	UT	FI-Gramsci	2,2*	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	1,8	2

* Serie non valida, riportata a scopo indicativo

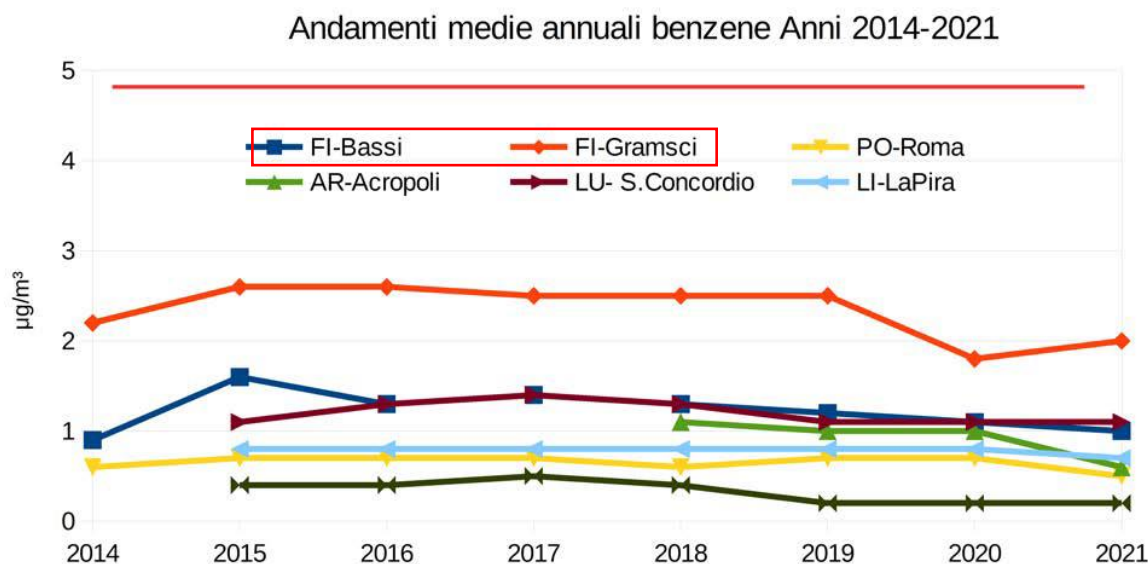


Figura 6 -64. Benzene – Trend medie annuali registrate dal 2014 al 2021 per le stazioni di Rete Regionale (Fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella regione Toscana Anno 2021 – ARPAT)

I dati medi annuali di benzene registrati negli ultimi anni sono stati piuttosto costanti con un leggero calo per il sito di traffico FI-Gramsci nel 2021 (rispetto agli anni 2015-2019) confermando una situazione molto positiva nei confronti del limite del D. Lgs. 155/2010. Nel 2020 il valore medio della stazione di traffico di FI-Gramsci è calato quasi del 30% rispetto alla media degli anni precedenti.

Il valore di riferimento indicato dall'OMS per il benzene è pari ad una media annuale di 1,7 µg/m³. Questo valore è stato rispettato in modo costante da quando è iniziato il monitoraggio di tutte le stazioni di fondo urbano. Presso

la stazione di traffico, invece, le medie annuali si sono costantemente mantenute superiori a tale valore, anche nel 2021 nonostante la diminuzione sostanziale rispetto agli anni precedenti.

Monossido di carbonio (CO)

Per quanto riguarda il CO, questo inquinante è prodotto quasi esclusivamente dalle emissioni allo scarico dei veicoli a motore ed è caratterizzato da un forte gradiente spaziale; perciò, nelle stazioni a distanza dai flussi veicolari (urbane di fondo) le concentrazioni di CO risultano ampiamente inferiori rispetto a quelle misurabili a pochi metri dalle emissioni.

Il valore indicato dall'OMS per questo inquinante è pari al limite indicato dal D. Lgs. 155/2010 e s.m.i. (allegato XI), e corrisponde alla media massima giornaliera calcolata su 8 ore pari a 10 mg/m³. In Toscana le concentrazioni di Monossido di Carbonio sono quindi ampiamente inferiori ai valori indicati dall'OMS.

Tabella 6 -56. Monossido di carbonio – Elaborazioni relative alle stazioni di Rete regionale dell'Agglomerato di Firenze e confronto con i limiti di riferimento (Fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella regione Toscana Anno 2021 – ARPAT)

Stazione	2020	2021
	Media massima giornaliera su 8h (V.L. 10 mg/m ³)	Media massima giornaliera su 8h (V.L. 10 mg/m ³)
FI-Gramsci	2,6	2,9

Si riportano di seguito la tabella ed il grafico relativi agli andamenti delle medie massime giornaliere su 8 ore di CO dal 2010 al 2020 per la stazione FI-Gramsci.

Tabella 6-57. Monossido di carbonio – Massima media giornaliera su 8 ore – Andamenti 2011-2021 per la stazione dell'Agglomerato Firenze (Fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella regione Toscana Anno 2021 – ARPAT)

Zona	Class.	Nome stazione	Media massima giornaliera di 8 ore in mg/m ³										
			V.L. = 10 mg/m ³										
			2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Agglomerato Firenze	UT	FI-Gramsci	3,0	3,0	3,7	2,8	2,5	1,6	2,9	2,6	4,5	2,6	2,9

Andamento medie massime giornaliere 8 ore Monossido di carbonio

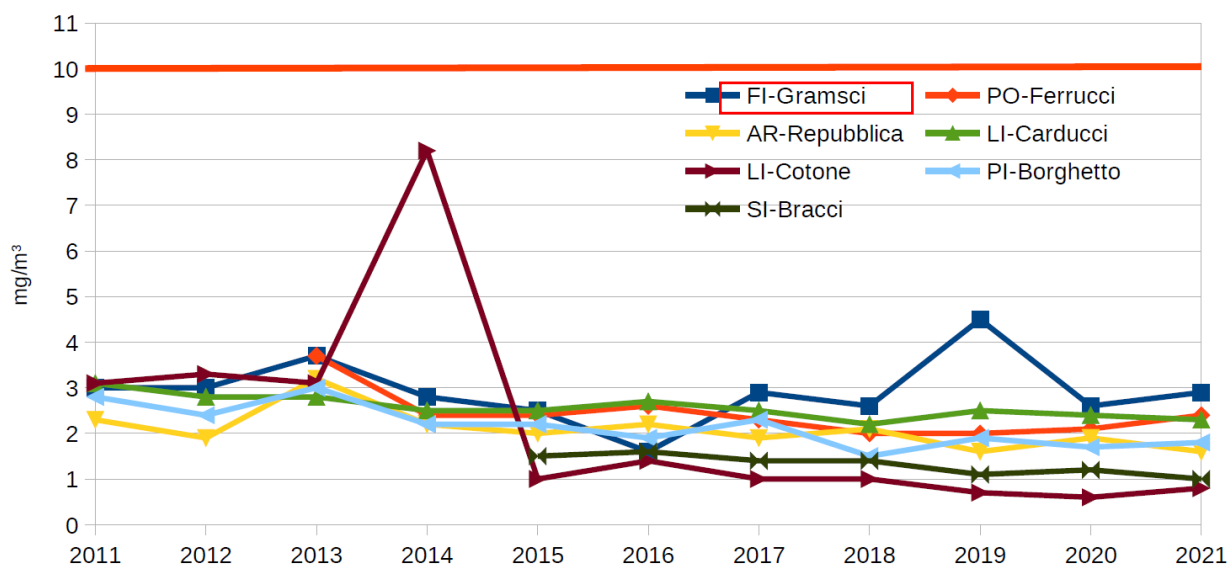


Figura 6-65. Monossido di carbonio – Massima media giornaliera su 8 ore – Andamenti 2011-2021 per la stazione dell'Agglomerato Firenze (Fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella regione Toscana Anno 2021 – ARPAT)

Negli ultimi anni la massima media giornaliera su 8 ore si è mantenuta in tutte le stazioni di Rete Regionale ben al di sotto dei valori limite di normativa.

Sintesi per l'anno 2021

Il panorama dello stato della qualità dell'aria ambiente della Toscana, emerso dall'analisi dei dati forniti dalle Rete Regionale di monitoraggio di qualità dell'aria, dei dati forniti dalle stazioni locali e dall'analisi delle serie storiche, conferma una situazione complessivamente positiva, come avviene ormai da diversi anni.

La criticità più evidente si conferma nel rispetto dei valori obiettivo per l'ozono che, nonostante negli ultimi due anni siano stati registrati valori nettamente inferiori alle stagioni precedenti, non sono attualmente raggiunti in gran parte del territorio.

Si confermano inoltre alcune criticità per PM10 e NO₂ per i quali il rispetto dei limiti non è ancora stato pienamente raggiunto.

PM10: il limite di 35 giorni di superamento del valore medio giornaliero di 50 µg/m³ è stato rispettato in tutti i siti eccetto in una stazione di fondo della Zona del Valdarno Pisano e Piana Lucchese, mentre il limite di 40 µg/m³ come media annuale è rispettato in tutte le stazioni.

PM2,5: il limite normativo di 25 µg/m³ come media annuale è stato rispettato in tutte le stazioni della Rete Regionale.

NO₂: il valore limite di 40 µg/m³ come media annuale è stato rispettato in tutte le stazioni eccetto che in una delle due stazioni di traffico dell'Agglomerato di Firenze, mentre il limite massimo di 18 superamenti della media oraria di 200 µg/m³ è stato rispettato in tutte le stazioni; nel 2021, inoltre, non si è verificato alcun episodio di superamento della soglia di allarme.

Ozono: è confermata la criticità di questo parametro per entrambi i valori obiettivo che non sono stati raggiunti, rispettivamente, nel 40% delle stazioni per il valore obiettivo per la protezione della popolazione e nel 60% delle stazioni per il valore obiettivo per la protezione della vegetazione.

CO, SO₂ e benzene: Il monitoraggio relativo al 2021 ha confermato l'assenza di criticità e il pieno rispetto dei valori limite.

H₂S: I valori registrati presso le stazioni della Rete Regionale sono ampiamente inferiori al valore di riferimento dell'OMS-WHO per entrambi i siti di monitoraggio. Per quanto riguarda il disagio olfattivo, la percentuale delle ore in cui i livelli di concentrazione potrebbero aver dato luogo ad episodi di tale disagio è stata contenuta in entrambi i siti.

Benzo(a)pyrene : il monitoraggio relativo al 2021 ha confermato il pieno rispetto dei valori obiettivo per Benzo(a)pyrene.

Metalli pesanti: il monitoraggio relativo al 2021 ha confermato l'assenza di criticità per arsenico, cadmio, nichel e piombo ed il pieno rispetto dei valori obiettivo per arsenico, nichel e cadmio, oltre al rispetto del valore limite per il piombo.

6.4.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

6.4.2.1 Valutazione Polveri e Inquinanti Gassosi

6.4.2.1.1 Premessa

Al fine di caratterizzare correttamente il dominio spaziale e temporale per configurare le simulazioni per la stima dell'impatto sulla qualità dell'aria durante le lavorazioni, si è proceduto allo studio delle seguenti variabili e parametri:

- Caratteristiche tecniche dei singoli cantieri in programma;
- Cronoprogramma delle fasi e lavorazioni;
- Elaborati tecnici di progetto.

Le valutazioni effettuate, che si approssimano a favore di sicurezza, hanno permesso di individuare nell'intero arco temporale dei P.L. delle opere oggetto di studio, quello che è da considerarsi *l'anno tipo*, che identifica il periodo di potenziale massimo impatto sulle matrici ambientali ed in particolare sulla qualità dell'aria per le emissioni di polveri e gas.

Nei seguenti paragrafi si dettagliano le caratteristiche dei cantieri e la stima delle emissioni di polveri e gas necessarie alle simulazioni per la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria.

6.4.2.1.2 Descrizione degli impatti potenziali

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.

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

- polveri: PM₁₀ (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 NO_x).

Le attività più significative in termini di emissioni sono costituite:

- stoccaggi;
- dalla movimentazione dei materiali all'interno dei cantieri.

6.4.2.1.3 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 PM₁₀ (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 (NO_x).

Nella presente analisi modellistica è stata esaminata 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.

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.

6.4.2.1.4 Meccanismi di formazione del biossido di azoto

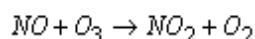
Gli ossidi di azoto NO_x sono presenti in atmosfera sotto diverse specie, di cui le due più importanti, dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico sono l'ossido di azoto, NO, ed il biossido di azoto, NO₂, la cui origine primaria nei bassi strati dell'atmosfera è costituita dai processi di combustione 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 (N₂ e O₂) comunemente presenti in atmosfera.

L'inquinante primario (per quanto riguarda gli NO_x) prodotto dalle combustioni dei motori è l'ossido di azoto (NO); la quantità di NO prodotta durante una combustione dipende da vari fattori:

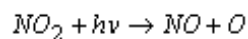
- temperatura di combustione: più elevata è la temperatura di combustione maggiore è la produzione di NO;
- tempo di permanenza a tale temperatura dei gas di combustione: maggiore è il tempo di permanenza, più elevata è la produzione di NO;
- quantità di ossigeno libero contenuto nella fiamma: più limitato 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:

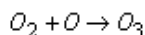
- l'O₃ reagisce con l'NO emesso per formare NO₂ e O₂



- le molecole di NO₂ presenti nelle ore diurne e soleggiate assorbono energia dalla radiazione ultravioletta (fotoni $h\nu$ 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.



- gli atomi di ossigeno sono altamente reattivi e si combinano con le molecole di O₂ presenti in aria per generare ozono (O₃) che quindi è un inquinante secondario:



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'NO₂ si convertirebbe in NO per convertirsi nuovamente in NO₂ senza modifiche nella concentrazione delle due specie, mantenendo costante il rapporto tra NO₂ e NO in aria.

Tuttavia in condizioni di aria inquinata da scarichi veicolari (fonte di NO primario e NO₂ 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 NO₂ e O₃ 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 NO₂. Al contrario la vigente normativa sulla qualità dell'aria prevede dei valori limite (media annua e massima oraria) espressi come NO₂ 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 NO₂ a partire dagli NO, l'analisi modellistica eseguita è stata effettuata per l'NO_x. E' difficile prevedere la percentuale di NO₂ contenuta negli NO_x, in quanto come riportato precedentemente questa dipende da molteplici fattori, come la presenza di Ozono (O₃) 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 NO₂/NO_x è pari a 1 (situazione limite poco probabile), ovvero che tutti gli NO_x sono costituiti interamente da NO₂, 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.

6.4.2.2 Metodologia di valutazione

L'impatto più significativo esercitato dai cantieri di costruzione sulla componente atmosfera è generato dal sollevamento di polveri: sia quello indotto direttamente dalle lavorazioni, sia quello indotto indirettamente dal transito degli automezzi sulle aree di scavo ovviamente non pavimentate. I parametri che sono stati assunti per rappresentare le polveri sono costituiti da NO_x e PM₁₀ (frazione fine delle polveri, di granulometria inferiore a 10 µm).

Muovendo a partire dalle suddette ipotesi, si è provveduto alla determinazione delle emissioni di polveri per tutta la durata del cantiere e considerando, a favore di cautele, la contemporaneità delle lavorazioni.

L'analisi ha, pertanto, seguito un'impostazione metodologica tipica dell'approccio all' "impatto ambientale" e, come tale, non necessariamente legata e dipendente dalla progettazione della cantierizzazione dell'opera. Questo ovviamente non significa che progettazione tecnica ed analisi ambientali siano state condotte su piani differenti e non intersecanti, ma esclusivamente che non si è ricercata, a priori, coincidenza temporale fra "macrofase di cantierizzazione" e "scenario emissivo critico".

A scopo cautelativo, non si è tenuto conto dell'effettiva soggiacenza della falda, considerando quindi che tutti i quantitativi di terreno scavati e movimentati possano potenzialmente dare origine a polvere (senza considerare, cioè, le condizioni di saturazione del terreno).

Sulla base delle informazioni ad oggi disponibili, si è individuato uno scenario di maggiore impatto per la produzione di polvere, per il quale si è provveduto alla quantificazione numerica delle emissioni e all'individuazione dei relativi interventi di mitigazione.

Partendo dalla considerazione che le aree di cantiere interesseranno ambiti urbani densamente antropizzati e popolati, gli indicatori ambientali che concorrono all'individuazione dello scenario e/o dell'area "di massimo impatto" sono da ricercarsi, quindi, più nella tipologia di attività e di lavorazione (con i relativi livelli di impatto) che non nelle caratteristiche urbanistiche e territoriali delle aree di cantiere.

Si sono, quindi, prese in considerazione le seguenti azioni elementari comportanti, in modo differente e con diversa entità, una produzione e/o una ri-sospensione di polveri:

- operazioni di scavo e sbancamento superficiale;
- movimentazione terre all'interno del cantiere;
- risospensione di particelle indotta dal passaggio dei mezzi pesanti all'interno delle aree di lavoro non pavimentate.

La valutazione delle emissioni di polveri e l'individuazione delle opere di mitigazione sono state effettuate a partire dai contenuti delle "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali pulverulenti" redatte da ARPAT su incarico della Provincia di Firenze.

Tali Linee Guida introducono i metodi di stima delle emissioni di particolato di origine diffusa prodotte dalle attività di trattamento degli inerti e dei materiali pulverulenti in genere e le azioni ed opere di mitigazione che si possono attuare, anche ai fini dell'applicazione del D.Lgs. 152/06 (Allegato V alla Parte 5°, Polveri e sostanze organiche liquide, Parte I: Emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali pulverulenti).

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

$$E = A \cdot F$$

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

Per ciascuna sorgente, vengono definiti:

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

Nel seguito si riporta in maniera dettagliata la metodologia prevista per il calcolo dei fattori di emissione.

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 (escavatore) e caricamento dei materiali sui camion;
- N.ro mezzi meccanici / giorno su ogni cantiere: si assume la presenza giornaliera di 1 mezzi meccanici su ognuno dei cantieri
- N.ro 8 ore lavorative / giorno.

Le attività di cantiere previste ed i relativi fattori di emissione sono riportati nei seguenti paragrafi.

6.4.2.2.1 Attività di escavazione e sbancamento

Nella fase di scotico una ruspa rimuove circa 12 m³/h di materiale ed il fattore di emissione delle operazioni di scotico previsto in “13.2.3 Heavy construction operation”, pari a 3.42 kg/km di PM10. L'emissione oraria stimata per questa fase è quindi pari a **0.02394 kg/h** di PM10. Le ore di lavorazione sono poi calcolate in base al quantitativo giornaliero di materiale previsto dal programma dei lavori. Questo determina direttamente il numero di mezzi che contemporaneamente lavorano nella singola area di cantiere.

Il sollevamento di particolato dalle attività dei mezzi di cantiere è pari al prodotto del fattore di emissione E così calcolato per il numero di ore lavorative giornaliere, assunto pari a 8 h/d.

Per la fase di sbancamento o estrazione non è presente uno specifico fattore di emissione; considerando che il materiale estratto è bagnato, si considera cautelativamente il fattore di emissione associato al SCC 3-05-027-60 Sand Handling, Transfer, and Storage in “Industrial Sand and Gravel”, pari a 1.30x10⁻³ lb/tons di PTS equivalente a **3.9x10⁻⁴ kg/Mg** di PM₁₀ avendo considerato il 60% del particolato come PM₁₀.

6.4.2.2.2 Unpaved Roads – Mezzi in transito su strade non pavimentate

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

$$E = k \cdot \left(\frac{S}{12}\right)^a \cdot \left(\frac{W}{3}\right)^b \quad [\text{kg/km}]$$

dove:

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

S = contenuto del limo dello strato superficiale delle aree non pavimentate (%)

Il contenuto di limo è stato assunto pari al 14 %, conforme all'intervallo di valori compresi tra l'1,8% e il 25,2% e coerente con quanto indicato nelle Linee Guida ARPAT. I valori di K, a e b sono stati assunti:

per PM10

- K= 0.423
- a= 0.900
- b= 0.450

Si riportano di seguito i fattori di emissione associati al passaggio su aree non pavimentate:

I Km medi percorsi sono stati stimati a partire dall'estensione media del percorso nelle aree non pavimentate secondo la viabilità ipotizzata (desunta a partire dalla consultazione congiunta degli elaborati grafici di progetto), moltiplicata per il numero dei mezzi stimati durante la specifica attività in esame. Il peso medio dei mezzi di cantiere (W) che percorrono le aree considerate viene considerato pari a 28 t. Pertanto, il fattore di emissione per le polveri PM10 che si può utilizzare è pari a:

- FE passaggio su piste non pavimentate (PM10) = **1.33kg/Km**

6.4.2.2.3 Carico del materiale

Per le operazioni relative al “carico camion” del materiale corrisponde la fase classificata come SCC 3-05-020-33, non è disponibile un fattore di emissione. Può essere eventualmente utilizzato quello del SCC 3-05-010-37 “Truck Loading: Overburden” presente per il settore “Coal Mining, Cleaning and Material Handling, corrispondente alla fase di carico del materiale superficiale rimosso dallo scotico. Osservando i rapporti tra i fattori di emissione di

PM10 e PTS, si può ritenere cautelativo considerare una componente PM10 dell'ordine del 60% del PTS. Il fattore di emissione espresso in kg per ogni tonnellata di materiale caricato è pari a **0.0075 kg/t** per il PM10.

6.4.2.2.4 Scarico del materiale

Per la fase di scarico è stato considerato il fattore SCC 3-05-010-42 "Truck unloading; Buttom-Dump-Overburden" pari a **0,0005 Kg/t** di PM10 per tonnellata di materiale scaricato.

6.4.2.2.5 Emissioni da gas di scarico camion e mezzi d'opera (PM10, Nox)

Con riferimento all'emissione di sostanze inquinanti ad opera dei mezzi meccanici e degli automezzi in circolazione sulle piste di cantiere e sulla viabilità principale, si aggiungono anche le PM10, da traffico veicolare. Per la stima dei fattori di emissione delle macchine e dei mezzi d'opera impiegati è stato fatto riferimento al database del programma di calcolo COPERT III ed all'Atmospheric Emission Inventory Guidebook dell'EEA. All'interno del documento è possibile individuare dati relativi ai seguenti macchinari principali (Other Mobile SouRes and Machinery – SNAP 0808XX):

Si precisa che i mezzi su elencati non funzioneranno mai tutti contemporaneamente, ma si alterneranno durante le varie fasi di lavoro e le attività previste.

Tabella 6-58. Fattori di emissione per mezzi d'opera di cantiere

sorgenti emmissive	PM10	NOX	U.M.	Fonte
Macchine operatrici	0.28	3.5	gr/h*kW	EEA-BV810v3-Other Mobile SouRes and Machinery – SNAP 0808XX tabella 8.5a

Per la stima delle emissioni dei mezzi operatrici, è stato fatto uso dei fattori di emissione della tabella precedente considerando un fattore specifico, Load-specific fuel consumption, riferito alle modalità di lavoro delle machine pari al 30% come riportato in letteratura (fonte: Fuel consumption and engine load factors of equipment in quarrying of crushed stone Tomislav Korman, Trpimir Kujundžić Mario Klanfar February 2016 <https://www.researchgate.net/publication/296573614>)

Per i mezzi pesanti in transito sulle piste di cantiere i fattori di emissione degli scarichi sono stati desunti per mezzi pesanti dal sito di ISPRA Inventaria – fattori di emissione medi per mezzi pesanti (Heavy Duty Trucks) anno 2020.

Tabella 6-59. Fattori di emissione (Fonte: Ispra)

inquinante	Fattore di emissione medi (g/km*veic)
PM10	0.139338
NOX	2.597047

6.4.2.2.6 Riepilogo dei fattori di emissione

Nella seguente tabella i fattori di emissione considerati per il calcolo delle emissioni di PM10.

Tabella 6-60. Riepilogo dei fattori di emissione considerati per le stime delle emissioni di polveri

Fattori di Emissione	PM10	UM
Attività di scavo	0.00039	kg/t
Carico del camion	0.0075	kg/t
Scarico del camion	0.0005	kg/t

<i>Movimentazione materiale su pista non pavimentata</i>	1.33	kg/veicolo*km
<i>Emissioni da gas di scarico camion e mezzi d'opera</i>	0.00028	kg/kWh

6.4.2.2.7 Emissioni totali cantieri

I fattori di emissione sopra considerati sono stati utilizzati per la stima delle emissioni di PM10 e di NOx per l'area di cantiere individuata. Nella tabella seguente si riporta il calcolo delle emissioni orarie di PM10 e NOx per ogni attività.

Tabella 6-61. Calcolo delle emissioni di PM10 e Nox per il cantiere

Totale cantieri simulati	Fattori di emissione	U.M	PM10[g/h]	NOX[g/h]
Attività di scavo	0.00039	kg/t	3.39	
Carico del camion	0.0075	kg/t	65.31	
Scarico del camion	0.0005	kg/t	4.59	
Movimentazione materiale su pista non pavimentata	1.33	kg/veicolo*km	123.14	
Emissioni da gas di scarico camion e mezzi d'opera	0.00028	kg/kWh	4.25	53.547

Nella seguente tabella si riporta la stima totale delle emissioni calcolate sull'intera area di cantiere per tutto il periodo previsto dal cronoprogramma, in base ai fattori di emissione descritti nei paragrafi precedenti.

Tabella 6-62. Emissioni totali per le fasi di cantiere

CANTIERE	Materiale [m3]	Estensione area [m2]	PM10	NOX
			g/h	g/h
Intera Aree di cantiere	Demolizioni 1268 Terreno 23750	44555 m ²	200.61	53.55

Considerando i valori di emissione ricavati dalla valutazione per i due inquinanti si stima una emissione per il PM₁₀=200.61 g/h, per l'NOX=53.55 g/h.

6.4.2.2.8 Configurazione codice di calcolo

Al fine dell'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;
- condizioni meteorologiche;
- parametri emissivi;
- 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. Al fine di poter correttamente ricostruire la meteorologia dell'area in esame e per la dispersione degli inquinanti si sono individuati domini di calcolo di estensione pari ad un'area di circa 4. km x 4. km il cui baricentro cade nell'area di cantiere da simulare. Ai fini del calcolo della

concentrazione delle polveri e dei gas, i domini di calcolo sono stati suddivisi in un grigliato con maglie quadrate di passo pari a 100 m sia in direzione nord-sud che in direzione est-ovest.

Tabella 6-63. Domini di calcolo per la dispersione

	Estensione del dominio		Passo griglia
	UTM WGS84		
	FUSO 32 [m]		
Dominio simulazione	678609.1	682209.0	100 m
	4849000.5	4852600.6	

6.4.2.2.9 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.

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 e la disaggregazione media oraria per il traffico.

Per l'applicazione del codice di calcolo CALPUFF MODEL SYSTEM sono stati predisposti i necessari file di ingresso, per le simulazioni del periodo solare dell'anno 2022, configurazione del codice, realizzati come di seguito riportato in tabella.

Tabella 6- 64. Configurazione CALPUFF per le sorgenti

Parametro	Descrizione
Periodo	Anno solare 2022
Emissioni CANTIERE	Le emissioni di cantiere sono state rappresentate nel codice di calcolo come emissioni volumetriche ed inserite come variabili su scala oraria per le effettive ore di lavorazione del cantiere.
Meteorologia	La configurazione prevede impostazione di Meteorological Data Format (METFM = 2 !, METFM = 2 - ISC ASCII file (ISCMET.MET), come previsto nel Manuale Operativo del codice. I dati della stazione meteorologica di FIRENZE UNIVERSITA sono stati integrati con i dati del modello meteorologico dal quale sono state acquisiti i dati di profilo in quota (WRF di LaMMA).
Simulazioni	
Dispersione	Sono state effettuate simulazioni "short term" per la valutazione della dispersione degli inquinanti emessi su scala oraria per il periodo di riferimento e per i vari scenari.

	I valori di POLVERI PM10 e di NO2 (considerati pari alle stime di NOx) sono stati elaborati senza considerare l'effetto della deposizione secca ed umida.
Output	
	Sono stati elaborati i dati di concentrazioni di polveri calcolati da CALPUFF sul dominio di calcolo tramite "recettori a griglia" per ottenere le mappe di isonconcentrazione sul dominio di indagine.

6.4.2.3 Conclusioni fase di cantiere

Secondo quanto emerso anche dai paragrafi precedenti, le simulazioni effettuate hanno restituito, per i parametri allo studio NO2 e PM10, livelli di concentrazione inferiori ai limiti di legge.

Nella seguente tabella sono descritte le concentrazioni massime stimate nel dominio di calcolo per le simulazioni eseguite.

Tabella 6-65. Stime dispersioni con CALPUFF

Parametro	MASSIMO VALORE SUL DOMINIO DI CALCOLO	Valore limite di legge DLgs 155/2010 e smi
NO2 media annuale	0.55 mg/m ³	40 mg/m ³
NO2 percentile medie orarie	9.72 mg/m ³	200 mg/m ³
PM10 media annuale	1.97 mg/m ³	40 mg/m ³
PM10 percentile medie giorno	3.46 mg/m ³	50 mg/m ³

I valori calcolati dal codice CALPUFF sull'intero anno solare considerato per la simulazione mostrano valori di più di 10 volte inferiori ai limiti di legge. Inoltre, i massimi valori considerati sono riscontrati all'interno dell'area di cantiere o nelle sue immediate vicinanze.

Pertanto, in relazione allo sviluppo temporale dell'attività gli impatti sulla componente atmosfera sono da considerarsi trascurabili e totalmente reversibili.

In allegato le mappe di concentrazione.

Si sottolinea che le curve di isoconcentrazione prodotte rappresentano esclusivamente il contributo sull'atmosfera legato alle attività di cantiere e non tengono conto del livello di qualità dell'aria ante operam. A tal proposito nella tabella sottostante, si riporta il massimo valore stimato all'interno del cantiere ed il valore di qualità dell'aria ante operam:

Parametro	MASSIMO VALORE SUL DOMINIO DI CALCOLO	Valore qualità dell'aria ante operam – stazione di Ponte alle Mosse anno 2022	Valore limite di legge DLgs 155/2010 e smi
NO2 media annuale	0.55 µg/m ³	35 µg/m ³	40 µg/m ³
PM10 media annuale	1.97 µg/m ³	26 µg/m ³	40 µg/m ³

Si evidenzia che, come visibile dalle mappe di isoconcentrazione (in allegato), nell'ambito esterno del cantiere i valori risultano inferiori di più del 50% rispetto ai valori massimi. Pertanto, è stimabile che, per il periodo definito dal cronoprogramma, l'impatto sulla qualità dell'aria ante operam seppur presente sia trascurabile e compatibile con l'ambiente. Infatti, questo valore rientra abbondantemente nella variabilità stagionale e annuale descritta dai dati degli ultimi 5 anni, sia per le polveri PM10, che per gli ossidi di azoto NO2. L'impatto di cantiere, infatti, è totalmente reversibile una volta terminate le attività.

A valle delle precedenti considerazioni l'impatto sulla qualità dell'aria sebbene non del tutto trascurabile, non rileva impatti significativi sull'aria del dominio in esame, né determina significativi impatti a livello di area vasta in correlazione ad emissione di gas climalteranti. Pertanto, **la significatività dell'effetto in questione può essere ritenuta trascurabile (Livello di significatività "B")**.

6.4.3 Stima delle emissioni e valutazione impatti traffico esterno

Questo capitolo discute il traffico esterno da e per il cantiere in oggetto ed a seguito delle modifiche previste nel progetto della viabilità di cantiere si procede alla stima delle emissioni ed alla valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria.

6.4.3.1 Traffico esterno di cantiere

Il cantiere dell'opera in progetto prevede, nelle varie fasi di lavoro, transito di mezzi da e per l'area di cantiere per tutto il periodo previsto nel cronoprogramma.

È stato stimato un valore totale di mezzi pesanti ora pari a 9, corrispondenti a 18 viaggi ora (andate e ritorno) da distribuirsi sulla viabilità individuata nel progetto di cantierizzazione e schematizzata nella figura seguente.

Di seguito si riporta un estratto della "Corografia viabilità impegnata dal trasporto materiali (0002.00.AMB.C6.CA0010.001-002-003)" alla quale si rimanda per ulteriori dettagli.

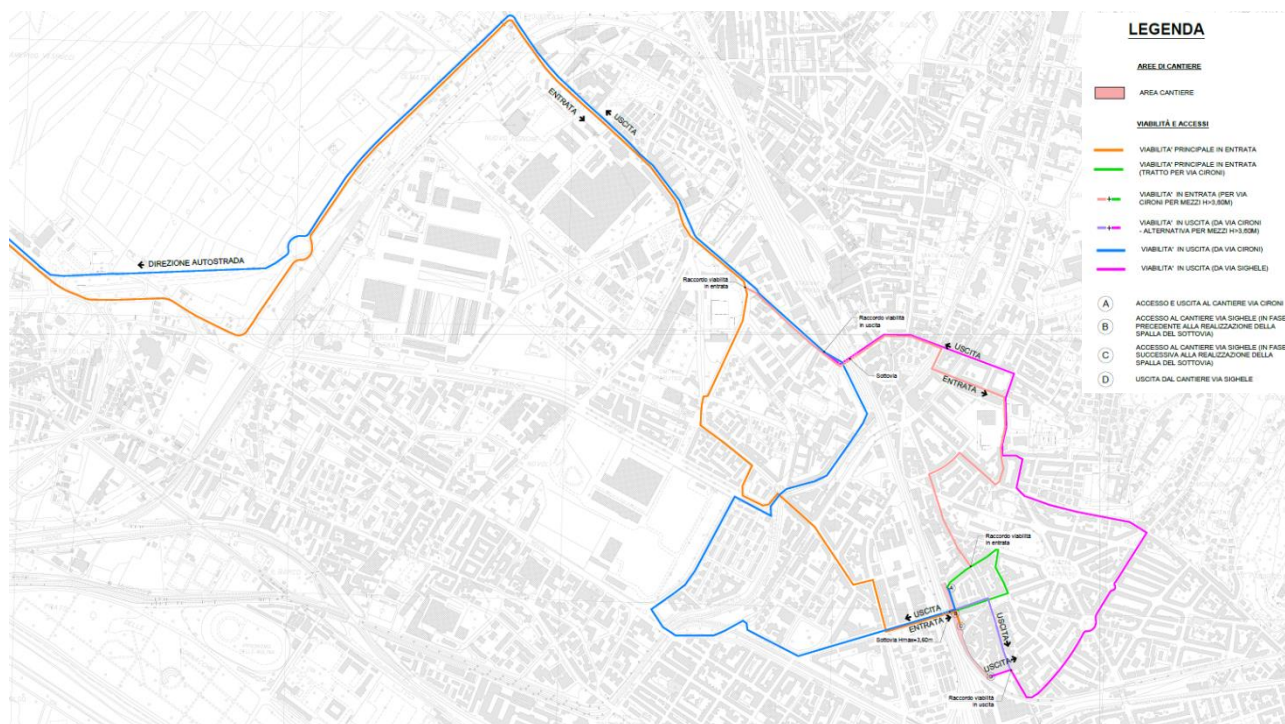


Figura 6-66 Viabilità e accessi

Di seguito si riporta la stima dei mezzi, evidenziando che l'effettivo quantitativo dipenderà dai mezzi a disposizione dell'appaltatore che ad oggi non sono noti. Si evidenzia che il numero stimato non corrisponde al valore medio, ma al numero massimo di viaggi in un'ora. Ovvero tale stima massima è stata definita considerando, al solo scopo cautelativo, la contemporaneità di tutte le lavorazioni. Nello specifico si è tenuto conto del transito di tutti i mezzi pesanti, cioè del transito dei mezzi per il trasporto degli scavi, delle demolizioni e dell'approvvigionamento del materiale. Inoltre, si evidenzia che i 18 viaggi/ora (andata e ritorno) fanno riferimento ad un numero di mezzi/ora pari a 9.

Mezzi/giorno – Approvvigionamento CLS				
Fase	Betoniere			
	AUT1 (7,5 mc)	AUT2 (10 mc)	AUT3 (5,5 mc)	AUT5 (4 mc)
fase 1	4	3	6	8
fase 2	4	3	5	7
fase 3	2	2	3	4
fase 4	1	1	2	2
fase 5	2	2	4	5

Mezzo	Capacità	Altezza
autobetoniera 1	7,5 m3	h 3,80 m
autobetoniera 2 - Semirimorchi a 2 assi	10 m3	h 4,00 m
autobetoniera 3	5,5 m3	h 3,00 m
autobetoniera 4	4 m3	h 3,10 m

	Rifiuti - Smaltimento		
	Volumi (tonn)	n. mezzi tot	n. mezzi/giorno
Scavo	38004,8	1267	42
Demolizione	2087,3	70	14

6.4.3.2 Stima delle emissioni

Per la stima delle emissioni si sono utilizzate le informazioni disponibili dalle banche dati nazionali pubblicate da ISPRA. I fattori di emissione disponibili sono quelli per l'anno di riferimento il 2020. Nel database sono riportati fattori di emissione sia rispetto ai veic*km che rispetto ai consumi, con riferimento sia al dettaglio delle tecnologie che all'aggregazione per settori. Il database dei fattori di emissione è stato allineato coerentemente con l'aggiornamento del modello di stima COPERT version 5.2.2 .

I fattori di emissione utilizzati per le simulazioni sono stati acquisiti dalla banca dati nazionale di ISPRA SINANET dal file "fe2020.xls" dove sono contenuti i fattori di emissione per tipologia di veicolo e inquinante.

Tabella 6 -66 Fattori di emissione medi calcolati per lo studio di dispersione per l'anno di riferimento attuale (elaborazione dei dati estratti da FE2020.xlsx di SINANET ISPRA).

Veicoli Pesanti	NOx [g/veic*km]	PM10 [g/veic*km]	Benzene [g/veic*km]	CO [g/veic*km]
Fattori di emissioni medi	2.5970	0.1393	0.00006	0.8332

I fattori di emissione sono stati applicati al traffico di mezzi pesanti descritti nel capitolo precedente.

6.4.3.3 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.

6.4.3.4 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 meteorologiche 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 affinzioni possono derivare con l'apporto esplicito o implicito di altre variabili, meteorologiche o emmissive.

In particolare, per lo studio della qualità dell'aria si è selezionato CALINE4 che è citato come modello disponibile nelle LG nazionali.

Le informazioni di input necessarie per le valutazioni, ovvero i dati studio del traffico, sono state estratte dallo studio trasportistico.

6.4.3.5 Validità del modello selezionato

Nel documento di riferimento per la Regione Lombardia di ARPA - SETTORE MONITORAGGI AMBIENTALI "Indicazioni relative all'utilizzo di tecniche modellistiche per la simulazione della dispersione di inquinanti negli studi di impatto sulla componente atmosfera" si cita il modello CALINE4 nel capitolo "Le principali tipologie di modelli per la qualità dell'aria" come modello applicabile.

Inoltre, il modello è citato tra i modelli applicabili nel documento di ISPRA (ex ARPA) "Dati e informazioni per la caratterizzazione della componente "atmosfera" e prassi corrente di utilizzo dei modelli di qualità dell'aria nell'ambito della procedura di V.I.A." a cura di M. Belvisi, M. C. Cirillo, M. Colaiezzi, C. D'Anna, G. Marfoli. Roma, 2007 (capitolo Utilizzo di modelli nell'ambito delle procedure di VIA).

6.4.3.5.1 Caline 4

Il presente paragrafo contiene una descrizione del modello utilizzato.

Il modello "CALINE4 - steady-state Gaussian dispersion model designed to determine air pollution concentrations at receptor locations downwind of highways located in relatively uncomplicated terrain" è inserito nella lista dei Preferred/Recommended Models - Appendix W Guidance – Permit Modeling Guidance US-EPA.

CALINE è il modello di calcolo utilizzato per lo studio di sorgenti lineari, come le emissioni dovute a traffico veicolare, appositamente realizzato dal Dipartimento dei Trasporti della California per le autostrade americane e successivamente convalidato dall'US-EPA. Tale modello è basato sull'utilizzo congiunto di un "box model" e della formulazione dell'equazione gaussiana di dispersione, valida per moti del vento laminari e atmosfera stabile.

La versione attualmente utilizzata del codice è CALINE4, che è anche la più recente al momento disponibile. Lo scopo di questo modello è di stimare gli impatti sulla qualità dell'aria nei pressi di strade o infrastrutture viarie lineari.

CALINE4 è in grado di simulare le concentrazioni in aria ambiente di inquinanti primari inerti come CO, particolato ed NO₂, originate dalle emissioni degli autoveicoli.

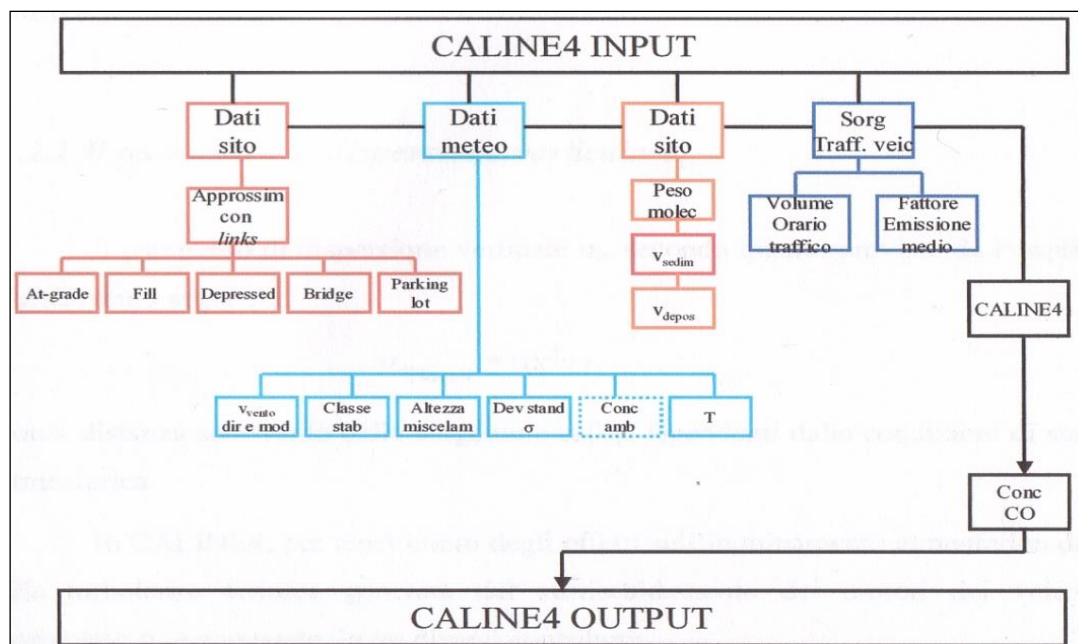


Figura 6-67 Schema a blocchi INPUT/OUTPUT del codice CALINE4.

6.4.3.6 Schematizzazione del sito

Il modello suddivide l'asse stradale in una serie di elementi discreti (determinati tenendo conto della direzione del vento e della posizione rispetto alla strada del punto recettore in cui deve essere stimata la concentrazione) per i quali le singole concentrazioni sono calcolate e poi sommate per ottenere il valore finale in corrispondenza di un particolare recettore. Ciascun elemento in cui è ripartito il tratto stradale viene schematizzato come una sorgente lineare fittizia di emissione perpendicolare alla direzione del vento: per ognuna di queste sorgenti viene simulato un processo di dispersione gaussiana delle sostanze inquinanti.

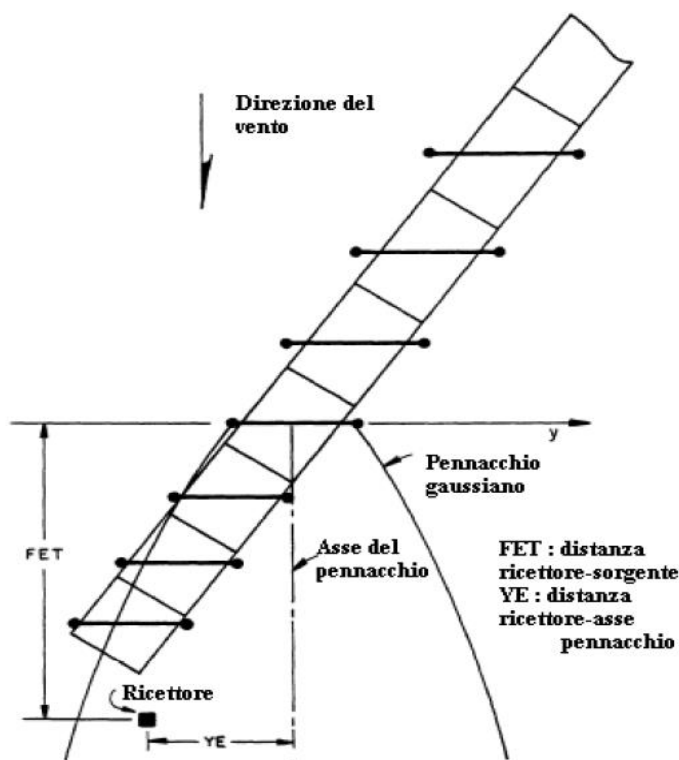


Figura 6-68. Schematizzazione della sorgente in CL4.

Per quanto concerne la definizione della geometria della strada, il modello permette di suddividere il tratto studiato fino ad un massimo di 20 segmenti continui, ognuno con differente orientamento. Ogni segmento è definito come

retto e con un'ampiezza, una quota, un traffico ed un fattore di emissione per veicolo costante. E' possibile simulare sia tratti in trincea che sezioni elevate o ponti, oltre che stimare gli impatti generati da parcheggi posti a livello del terreno.

E' importante considerare come le variazioni della topografia al contorno possano influenzare in maniera decisiva la buona applicabilità del modello, in particolare l'utilizzo su terreni orograficamente complessi potrebbe invalidare l'applicabilità dell'equazione gaussiana di diffusione. All'interno del codice di calcolo è stato quindi incluso un algoritmo per la simulazione di canyon urbani o naturali, il quale prevede il calcolo degli effetti della riflessione orizzontale del pennacchio.

Il canyon proposto da CL4 è formato da barriere di altezza fissa (dipendente dall'altezza media degli edifici nel caso urbano) con distanze (destra e sinistra) variabili dall'asse della strada. Questo tipo di rappresentazione che ben si adatta alla struttura delle arterie dei centri urbani americani e dell'Europa centro-settentrionale, pone a priori qualche dubbio circa la riproducibilità delle caratteristiche delle arterie di centri posti nella Piana di Lucca dove le barriere dei canyon urbani sono costituite spesso da edifici non allineati e con altezze sensibilmente diverse.

L'input del codice, in presenza dell'opzione canyon urbano, richiede che la direzione del vento sia posta parallela all'asse stradale: condizione apparentemente non restrittiva imponendo un allineamento del flusso conforme alla topografia del sito.

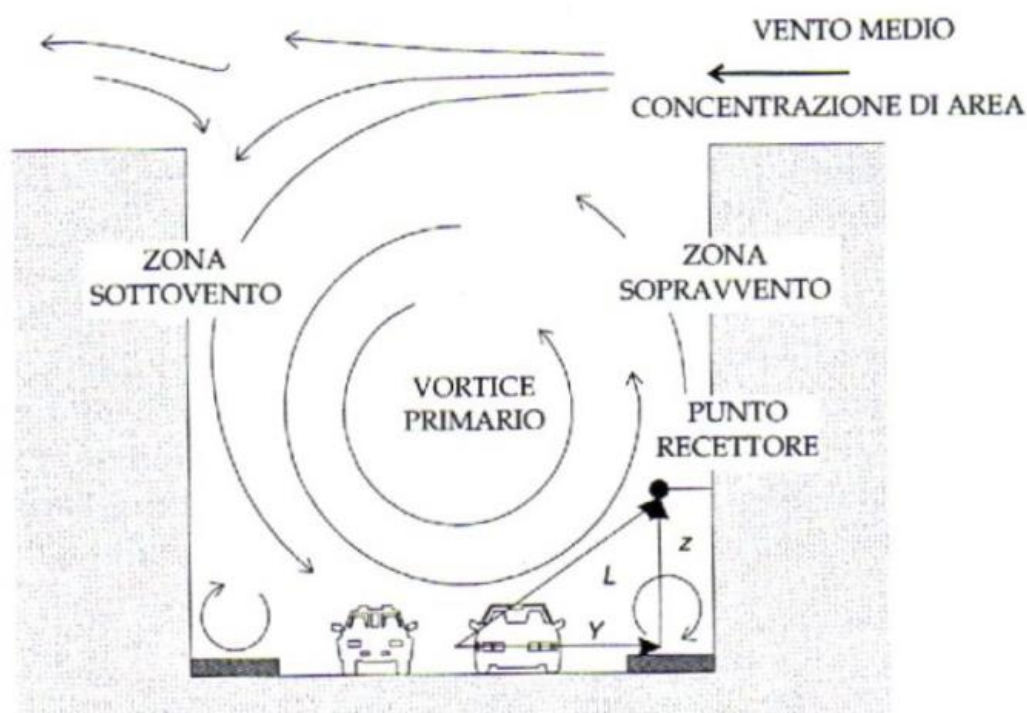


Figura 6-69. Caratteristiche geometriche e di circolazione dell'aria in un canyon urbano

6.4.3.6.1 Equazione per il calcolo della concentrazione

Sono impiegati due differenti equazioni per calcolare le concentrazioni sottovento, nei casi limite di venti paralleli o trasversali ad ogni asse viario:

- un'equazione per sorgente lineare continua infinita (*direzione del vento perpendicolare alla strada*);
- un'equazione per sorgente puntiforme (*direzione parallela alla strada*).

In questo caso ogni tratto della strada viene considerato come una successione di sorgenti areali quadrate di dimensione pari alla larghezza della strada, assimilate poi a sorgenti puntuali equivalenti, delle quali sono sommati gli effetti sulle concentrazioni.

In tutti i casi intermedi di direzione prevalente del vento viene utilizzata una media pesata delle due formule. La concentrazione in un punto P(x,y,z), in riferimento ad un tratto infinitesimo di strada e ammettendo una riflessione totale da parte del suolo, è la seguente:

$$dC = \frac{q \cdot dv}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} \left(e^{-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}} + e^{-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}} \right)$$

Dove:

- dC : incremento della concentrazione (ppm);
- dv : emissione sul tratto infinitesimo (mg/s);
- u : velocità del vento all'altezza H (m/s);
- H : altezza della sorgente (m);
- σ_y, σ_z : parametro di dispersione orizzontale e verticale rispettivamente (m).

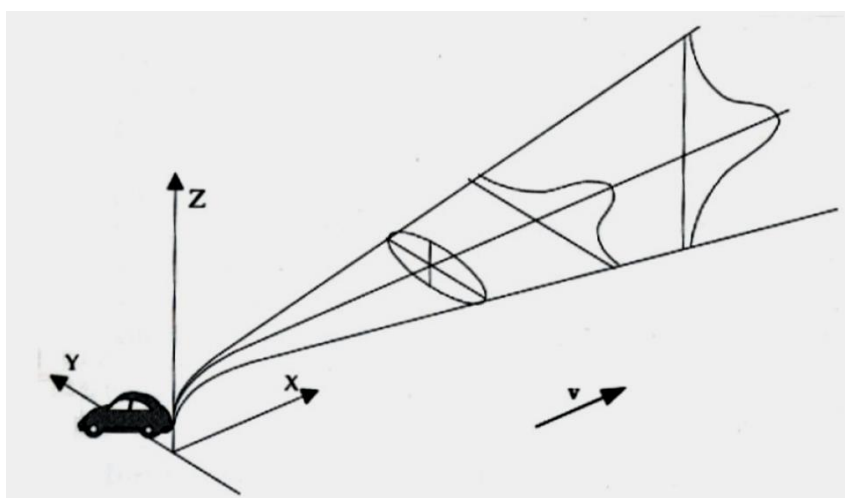


Figura 6-70. Schema della dispersione gaussiana in un sistema di riferimento orientato secondo il vento

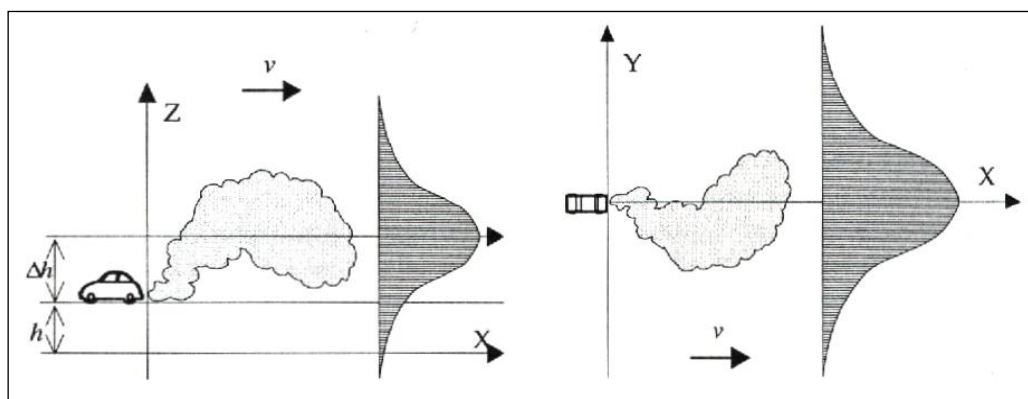


Figura 6-71. Vista dei piani (x,z) e (x,y) dello schema di dispersione gaussiana in un sistema di riferimento orientato secondo il vento

Osservando le immagini sopra riportate, per una sorgente puntuale continua è assunto che il materiale inquinante venga trasportato dal vento nel verso in cui esso spira, distribuendosi secondo un sistema di riferimento cartesiano avente origine degli assi in un punto del suolo con l'asse Z ortogonale al piano stradale e uscente da esso e gli assi X e Y orizzontali.

Come è facile notare, nella sua formulazione standard il modello gaussiano è infatti sottoposto ad una serie di limitazioni, tra le quali ricordiamo:

1. *stazionarietà delle emissioni*: si assume che le emissioni siano costanti;
2. *stazionarietà ed omogeneità delle condizioni atmosferiche*: si assume che non intervengano variazioni della direzione e della velocità del vento, della stabilità atmosferica, durante il trasporto di inquinante dalla sorgente al recettore, ipotesi ragionevole solo per brevi distanze e in assenza di rapide variazioni delle condizioni meteorologiche;
3. *assenza di reazioni chimiche nell'atmosfera* che interessino gli inquinanti e fenomeni di dispersione al suolo;
4. *estensione infinita del dominio spaziale di dispersione degli inquinanti*: si assume che la dispersione non sia alterata dalla presenza del suolo, ostacoli, stratificazioni termiche dell'atmosfera;
5. *impossibilità di simulare calme di vento*: per velocità di vento prossime a 0, la concentrazione di un inquinante va all'infinito, dunque è necessario adottare un artificio considerando le calme di vento pari a 1 m/s.

6.4.3.6.2 Coefficienti di dispersione verticale ed orizzontale

Per i coefficienti di dispersione verticale (s_z), CL4 utilizza una versione modificata delle curve di Pasquill-Smith, in modo da includere la turbolenza termica generata dal surriscaldamento dei motori dei veicoli. In questo modo tale parametro risulta composto da tre diversi contributi:

$$s_z = s_z(I) + s_z(M) + s_z(F)$$

$s_z(I)$, $s_z(M)$, $s_z(F)$ = parametro di dispersione verticale Iniziale, Medio, Finale.

Tale parametro, indipendentemente dalla classe di stabilità atmosferica e dalla rugosità superficiale, dipende dal tempo di residenza della particella d'aria nella zona di turbolenza: maggiore è il tempo di permanenza in questa zona, maggiore è la dispersione verticale subita dalla particella. Tale parametro rimane costante fino ad una distanza della sorgente dipendente dall'ampiezza della strada e dall'angolo formato dalla direzione del vento e dalla posizione della strada stessa. All'aumentare della distanza, gli effetti della turbolenza termica producono un aumento nella dispersione verticale rappresentato tramite il parametro $s_z(M)$, che ad una distanza dipendente dal parametro di dispersione orizzontale s_y si esauriscono, conferendo alla dispersione il tipico andamento gaussiano indicato da Pasquill:

$$s_z(P) = aX^b + g$$

con X distanza sottovento dalla sorgente (Km) e a, b, g dipendenti dalle condizioni di stabilità atmosferica.

Il parametro di dispersione orizzontale (s_y), invece, oltre che dalla deviazione standard della fluttuazione della direzione del vento orizzontale e dalla distanza sottovento dalla sorgente, dipende anche dal tempo di diffusione secondo il modello Draxler che pone:

$$s_y = s_q * X * F(T, t_L)$$

s_q = deviazione standard della direzione del vento orizzontale;

X = distanza sottovento alla sorgente;

$F(T, t_L)$ = funzione del tempo di diffusione T e del tempo di scala lagrangiano t_L , data da:

$$F(T, t_L) = 1 / [1 + 0.9 * (T / T')^{0.5}]$$

Dove T' è il tempo di diffusione necessario perché la funzione raggiunga il valore $F=0.5$ e $T' \propto t_L$.

6.4.3.6.3 Approccio metodologico

Al fine di implementare correttamente il modello di calcolo CALINE4 si è provveduto a svolgere delle simulazioni che permettessero di individuare la curva di dispersione dei vari inquinanti allo studio ovvero PM10, NOx, CO e Benzene determinate dal traffico nel dominio di calcolo.

Considerando quanto sopra, il presente studio valuta il seguente caso:

- Impatto del traffico esterno di cantiere

Per stimare le ricadute degli inquinanti derivanti dal traffico in ambito urbano degli inquinanti primari l'agenzia US-EPA raccomanda la versione del modello CALINE, sviluppata dal CALTRANS (California Department of Transportation) nel 1984. L'utilizzo del CALINE IV è indicato dall'Istituto Superiore della Sanità (ISTISAN 93/36) e nella guida web del Centro Tematico Nazionale Aria Clima Emissioni. CALINE è un modello stazionario gaussiano che simula le ricadute degli inquinanti da traffico da archi viari. L'approccio del modello nel ricostruire le condizioni di dispersione degli inquinanti (e quindi le dimensioni laterale e verticale del pennacchio gaussiano), consiste nel considerare la zona direttamente sopra la carreggiata come una regione di rimescolamento uniforme, definita mixing zone. In tale zona i meccanismi dominanti sono la turbolenza meccanica creata dal movimento dei veicoli e termica dei gas di scarico. Queste componenti aggiuntive della turbolenza atmosferica impartiscono una dispersione verticale iniziale, in funzione del tempo di permanenza della massa inquinante nella mixing zone.

Minore è la velocità del vento, maggiore è la dispersione verticale che subisce una particella d'aria prima di essere trasportata fino al recettore. Il parametro che ha il maggior peso nel calcolo delle ricadute è la direzione del vento, che pone o meno i siti recettori sottovento alla sorgente emissiva.

La topografia urbana e la presenza di edifici lungo l'arco viario considerato comportano l'incanalamento del vento, con variazione di velocità e direzione rispetto al vento esterno all'area edificata. La presenza degli edifici ai bordi della carreggiata, inoltre, influisce sulla turbolenza meccanica. Questo effetto, che comporta un incremento della dispersione verticale, viene quantificato attraverso la roughness (lunghezza di rugosità) dell'area di studio, ricavata in modo empirico come un decimo dell'altezza media degli edifici lungo entrambe le carreggiate dell'arco viario considerato. L'applicazione del modello CALINE IV nel presente caso di studio ha previsto le seguenti fasi:

Acquisizione ed elaborazione dei dati territoriali:

L'area di calcolo definita nell'intorno dell'area di studio;

Acquisizione ed elaborazione delle informazioni relative alle emissioni del traffico:

Sono elaborati i dati di emissione per il calcolo dei fattori di emissione dei veicoli pesanti utilizzando i fattori di emissione ISPRA SINANET applicandoli al flusso di veicoli individuato per lo scenario attuale.

Applicazione del codice numerico di dispersione degli inquinanti per la valutazione delle concentrazioni nei recettori:

Il codice di dispersione CALINE IV viene utilizzato per la valutazione delle ricadute degli inquinanti dalle sorgenti emissive da traffico in area urbana. Applicato il codice di dispersione nella configurazione di "screening" (worst case) che identifica la peggiore situazione descrivibile dal modello dispersione a favore di sicurezza.

Le simulazioni forniscono come risultati le concentrazioni sul dominio di calcolo selezionato.

Risultati:

I risultati delle simulazioni sono rappresentati in mappe di isoconcentrazione su griglia cartesiana per il dominio di calcolo.

All'interno di CALINE4 le strade sono definite come segmenti rettilinei dei quali è necessario specificare le seguenti caratteristiche:

- endpoint delle coordinate;
- altezza delle strade dal piano campagna;
- larghezza della "mixing zone";
- dispersione verticale di canyon o bluff.

Endpoint delle coordinate: le coordinate cartesiane degli endpoint (x1, y1) e (x2, y2) definiscono le posizioni degli estremi dei tratti stradali. La lunghezza del segmento impostato in CALINE4 e le coordinate degli endpoint sono state definite secondo il sistema metrico.

Altezza delle strade dal piano campagna: per tutti i tipi di strade questo parametro, che rappresenta l'altezza della strada sopra il terreno circostante, è stato definito a quota 0 m.

Larghezza della "mixing zone": i calcoli gaussiani di diffusione si basano sul modello della "mixing zone" definita come un'area di spessore pari alla dimensione della strada +3 metri a destra e +3 metri a sinistra di essa (per tenere conto della dispersione orizzontale d'inquinante legata alla scia generata dal movimento dei veicoli). In quest'area si assume che la turbolenza e l'emissione siano costanti e che la turbolenza (termica e meccanica) sia dovuta alla presenza di veicoli in movimento a temperature elevate. La dispersione verticale di inquinante (SGZ1) è funzione

della turbolenza ed è indipendente dal numero di veicoli (in un intervallo di 4000 – 8000 veicoli/ora) e dalla loro velocità (in un intervallo di circa 40 – 96 km/h): questo perché un incremento del traffico aumenta la turbolenza termica ma riduce la turbolenza meccanica legata alla velocità (da qui l'ipotesi di costanza della turbolenza nella "mixing zone"). La dispersione verticale di inquinante (SGZ1) dipende invece dal tempo di residenza TR dell'inquinante nella "mixing zone" che è funzione della velocità del vento.

(State of California, Department of Transportation, 1989).

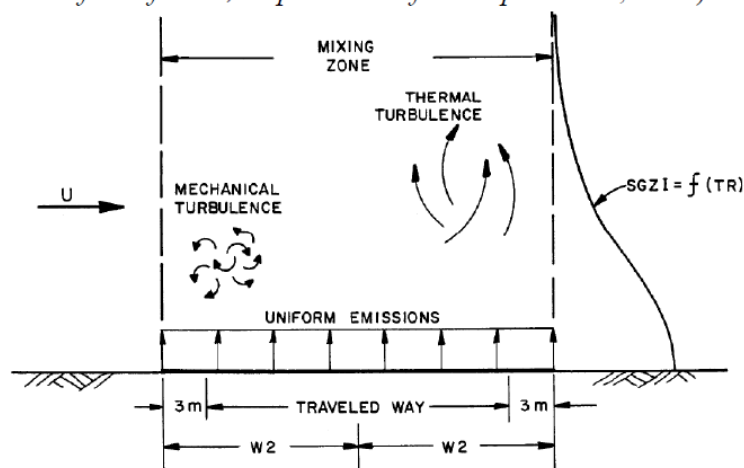


Figura 6-72. Arco stradale e parametri considerati dal modello CALINE4

Dispersione verticale di canyon o bluff: il modello è basato su due assunzioni:

il flusso del vento orizzontale omogeneo;

le condizioni meteorologiche di stato stazionario piuttosto restrittive.

La topografia complessa può invalidare ognuna di queste assunzioni: i canyon possono canalizzare i venti, colline e valli possono causare frequenti spostamenti della direzione del vento. L'utilizzo di CALINE4 in terreni complessi deve pertanto procedere con cautela. Il modello gestisce situazioni di bluff e canyon riflettendo il flusso di dispersione dell'inquinante a distanze specificate su uno o più siti della mixing zone. La topografia dell'area di studio, il fatto che la presenza degli edifici sia già considerata con il parametro "rugosità superficiale" e l'assenza di stretti e continui canyon urbani che possano alterare la curva di dispersione verticale hanno portato a inserire entrambi questi parametri (canyon e bluff) con valore uguale a 0 per tutti gli archi stradali considerati.

Per definire la classificazione ai fini delle simulazioni con CALINE4 si sono valutati i seguenti parametri per ciascuna tipologia di strada necessari per individuare i dati di input per il modello.

Tabella 6-67. Parametri utilizzati all'interno di CALINE4

Tipologia di strada	Aerodynamic Roughness Coefficient	Mixing Zone Height
Rurale	10 cm	5
Autostrada	100 cm	14

6.4.3.6.4 Applicazione GIS e redazione delle mappe di concentrazione

È stato sviluppato un apposito algoritmo che permettesse di applicare il modello CALINE4 in modo sistematico ad un dominio di calcolo quale quello descritto ed individuato per queste simulazioni.

L'algoritmo permette di ottenere risultati delle simulazioni sull'intera estensione del dominio di calcolo (2.5 km di lato) che è suddiviso in una griglia regolare di passo cella 10 m x 10 m costituita da X: celle 250 e Y: celle 250.

I risultati basati sul calcolo del massimo orario per l'ora di punta, così come definito dallo studio trasportistico sono stati poi elaborati al fine di ottenere in ognuno dei punti recettori la serie temporale oraria su base annuale.

Per fare questo si sono estratti i dati puntuali nei recettori per l'ora di punta e si è proceduto alla ricostruzione della serie temporale oraria sulla base di due criteri principali:

- la disaggregazione oraria del traffico veicolare per singola strada che influisce direttamente sul rateo emissivo.
- le condizioni meteorologiche che determinano la dispersione dell'inquinante che sono identificabili principalmente nella velocità del vento.

In pratica per ogni ora dell'anno solare si è proceduto a rivalutare la concentrazione stimata da CALINE nel singolo recettore per l'ora di punta sulla base del valore reale (studio trasportistico) del traffico e per il valore della velocità del vento in base ai risultati della dispersione dello scenario worst-case elaborato con CALINE.

Il calcolo dei valori statistici di qualità dell'aria per l'anno solare di riferimento sono stati rielaborati tramite foglio di calcolo considerando il parametro dominante la velocità del vento che è stata quindi utilizzata per ricalcolare la concentrazione nel singolo recettore tramite la parametrizzazione presentata in precedenza.

In pratica quindi:

- con il codice CALINE si è calcolata la concentrazione nel singolo recettore imposta la velocità del vento e la direzione worst-case.
- Il valore di massimo orario è stato ricalcolato per tutte le ore dell'anno nel singolo recettore in funzione della velocità del vento misurata dalla stazione meteorologica e considerando la classe di stabilità di riferimento.
- La serie temporale così ottenuta è stata elaborata per calcolare media annuale e percentili orari e giornalieri.

6.4.3.7 Risultati

L'applicazione del codice di dispersione e dell'algoritmo gis descritto ha permesso di valutare l'impatto sulla qualità dell'aria delle emissioni del traffico esterno di cantiere.

Nella stima delle ricadute si è considerata l'equivalenza, a titolo cautelativo, dei valori di NO_x con il dato di NO₂ presentato sia nelle mappe che nelle tabelle seguenti.

Nella seguente tabella i valori massimi riscontrati nel dominio di calcolo che è stato rappresentato poi nelle tavole grafiche allegate in un dominio di dimensioni pari a km e con risoluzione spaziale pari a 10 metri.

Traffico di cantiere esterno Transito su viabilità ordinaria	Concentrazione massima sul dominio di calcolo	Valore limite qualità dell'aria
	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
NO ₂ media annuale	0.769	40
NO ₂ percentile media oraria	3.110	200
PM ₁₀ media annuale	0.092	40
PM ₁₀ percentile media giorno	0.149	50
Benzene media annuale	0.011	5
CO massimo orario	10.134	10'000

Come evidente i risultati mostrano valori di concentrazione massimi inferiori di ben 2 ordini di grandezza rispetto ai valori limite di legge determinando un impatto sulla componente atmosfera del traffico esterno sulla viabilità ordinaria trascurabile.

6.4.4 Misure di prevenzione e mitigazione

Le principali problematiche indotte dalla fase di realizzazione delle opere in progetto sulla componente ambientale in questione riguardano essenzialmente la produzione di polveri che si manifesta principalmente nelle aree di cantiere.

In virtù della presenza di diversi ricettori nei pressi delle aree di intervento, si prevede la necessità di introdurre adeguate misure di mitigazione.

La definizione delle misure da adottare per la mitigazione degli impatti generati dalle polveri sui ricettori circostanti le aree di cantiere è stata basata sul criterio di impedire il più possibile la fuoriuscita delle polveri dalle stesse aree ovvero, ove ciò non riesca, di trattenerle al suolo impedendone il sollevamento tramite impiego di processi di lavorazione ad umido (sistematica bagnatura dei cumuli di materiale sciolto e delle aree di cantiere non impermeabilizzate) e pulizia delle strade esterne impiegate dai mezzi di cantiere.

6.4.4.1 Impianti di lavaggio delle ruote degli automezzi

Si tratta di impianti costituiti da una griglia sormontata da ugelli disposti a diverse altezze che spruzzano acqua in pressione con la funzione di lavare le ruote degli automezzi in uscita dai cantieri e dalle aree di lavorazione, per prevenire la diffusione di polveri, come pure l'imbrattamento della sede stradale all'esterno del cantiere.

L'appaltatore provvederà all'installazione di tali tipologie di impianti immediatamente all'uscita dalle aree di cantiere nelle quali le lavorazioni eseguite potrebbero comportare la diffusione di polveri, tramite le ruote degli automezzi, all'esterno delle aree stesse.

L'installazione di tali impianti è compresa e compensata negli oneri della cantierizzazione.

6.4.4.2 Spazzolatura del primo tratto di strada impegnato dal passaggio dei mezzi in uscita dal cantiere

Si prevede la periodica spazzolatura ad umido di un tratto della viabilità esterna in uscita dal cantiere per una estensione, calcolata dal punto di accesso del cantiere per una sezione media di 7,5 m per tutto il periodo in cui tali viabilità saranno in uso da parte dei mezzi di cantiere.

Tale attività, finalizzata ad impedire il sollevamento di particelle di polvere di parte delle ruote dei mezzi finalizzate a rimuovere le particelle fini, sarà effettuata ogni 2 giorni lavorativi (mediamente, 11 volte al mese).

I mezzi di cantiere dovranno essere provvisti di sistemi di abbattimento del particolato a valle del motore, di cui occorrerà prevedere idonea e frequente manutenzione e verifica dell'efficienza anche attraverso misure dell'opacità dei fumi.

Per i mezzi di cantiere dovranno, inoltre, essere adottate le idonee misure per la vigilanza sul rispetto delle regole di trasporto degli inerti, affinché sia sempre garantita la copertura dei cassoni quando caricati ed il rispetto delle velocità all'interno dell'area di cantiere.

6.4.4.3 Procedure operative

Oltre agli interventi di mitigazione sopra descritti, durante la fase di realizzazione delle opere verranno applicate misure a carattere generale e procedure operative che consentono una riduzione della polverosità in fase di cantiere, oltre ad una "buona prassi di cantiere". In particolare, verranno adottate misure che riguardano l'organizzazione del lavoro e del cantiere, verrà curata la scelta delle macchine e delle attrezzature e verranno previste opportune procedure di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature.

Organizzazione del cantiere

L'Appaltatore dovrà applicare tutte le misure possibili al fine di limitare la generazione di polveri durante le lavorazioni di cantiere e la diffusione di polveri all'esterno del cantiere.

A questo fine, in particolare:

- le aree interessate da lavorazioni che generano polveri dovranno essere periodicamente innaffiate: ciò vale in particolare per le aree dove si eseguono attività di movimento terra e di demolizione;
- i cumuli di terre di scavo verranno realizzati in aree lontane da possibili ricettori;
- i piazzali di cantiere verranno realizzati con uno strato superiore in misto cementato o misto stabilizzato al fine di ridurre la generazione di polveri;
- gli stessi piazzali e le piste interne ai cantieri verranno sistematicamente irrorati con acqua; lo stesso verrà fatto anche per la viabilità immediatamente esterna ai cantieri, sulla quale si procederà anche a spazzolatura.

Prescrizioni per i mezzi di cantiere

I mezzi di cantiere dovranno essere provvisti di sistemi di abbattimento del particolato a valle del motore, di cui occorrerà prevedere idonea e frequente manutenzione e verifica dell'efficienza anche attraverso misure dell'opacità dei fumi.

I mezzi di cantiere destinati al trasporto di materiali di risulta dalle demolizioni, terre da scavo e inerti in genere dovranno essere coperti con teli aventi adeguate caratteristiche di impermeabilità e resistenza allo strappo.

I mezzi di cantiere dovranno tenere velocità ridotta sulle piste di servizio; a questo fine l'Appaltatore dovrà installare cartelli segnaletici indicanti l'obbligo di procedere a passo d'uomo all'interno dei cantieri.

Gli autocarri e gli altri macchinari impiegati nelle aree di cantiere dovranno risultare conformi ai limiti di emissione previsti dalle norme vigenti.

Misure di ottimizzazione per l'inquinamento atmosferico a carico dell'Appaltatore

Di seguito vengono prescritti provvedimenti, sotto forma di una lista di controllo, generali e specifici in funzione del metodo di costruzione per la riduzione delle emissioni di sostanze nocive nell'aria sui cantieri.

Altri provvedimenti ed altre soluzioni non sono esclusi purché sia comprovato che comportano una riduzione delle emissioni almeno equivalente.

La maggior parte dei provvedimenti comprende requisiti base e corrisponde ad una "buona prassi di cantiere", altri consistono in misure preventive specifiche.

Processi di lavoro meccanici

Le polveri e gli aerosol in cantieri prodotti da sorgenti puntuali o diffuse (impiego di macchine ed attrezzature, trasporti su piste di cantiere, lavori di sterro, estrazione, trattamento e trasbordo di materiale, dispersione tramite il vento ecc.) sono da ridurre alla fonte mediante l'adozione di adeguate misure. In particolare, per le attività che producono polvere, come smerigliatura – fresatura – foratura – sabbiatura – sgrossatura – lavorazione alla punta e allo scalpello, spaccatura – frantumazione – macinatura – getto – deposizione – separazione -crivellatura – carico/scarico – presa con la benna – pulizia a scopa – trasporto, vanno adottati i seguenti provvedimenti:

MOVIMENTAZIONE DEL MATERIALE	M1	Agglomerazione della polvere mediante umidificazione del materiale, per esempio mediante un'irrorazione controllata.
	M2	Impiego di sminuzzatrici che causano scarsa abrasione di materiale e che riducono il materiale di carico mediante pressione anziché urto.

	M3	Ridurre al minimo i lavori di raduno, ossia la riunione di materiale sciolto nei luoghi di trasbordo, risp. proteggere i punti di raduno dal vento.
DEPOSITI DEL MATERIALE	M4	I depositi di materiale sciolto e macerie come materiale non bituminoso di demolizione delle strade, calcestruzzo di demolizione, sabbia ghiaiosa riciclata con frequente movimentazione del materiale vanno adeguatamente protetti dal vento per es. mediante una sufficiente umidificazione, pareti/valli di protezione o sospensione dei lavori in caso di condizioni climatiche avverse.
	M5	Proteggere adeguatamente i depositi di materiale sciolto con scarsa movimentazione dall'esposizione al vento mediante misure come la copertura con stuoie, teli o copertura verde.
AREE DI CIRCOLAZIONE NEI CANTIERI	M6	Sulle piste non consolidate legare le polveri in modo adeguato mediante autocisterna a pressione o impianto d'irrigazione.
	M7	Limitazione della velocità massima sulle piste di cantiere a per es. 30 km/h.
	M8	Munire le piste di trasporto molto frequentate con un adeguato consolidamento, per es. una pavimentazione o una copertura verde. Le piste vanno periodicamente pulite e le polveri legate per evitare depositi di materiali sfusi sulla pista.
	M9	Munire le uscite dal cantiere alla rete stradale pubblica con efficaci vasche di pulizia, come per esempio impianti di lavaggio delle ruote.
DEMOLIZIONE E SMANTELLAMENTO	M10	Gli oggetti da demolire o da smantellare vanno scomposti possibilmente in grandi pezzi con adeguata agglomerazione delle polveri (per es. umidificazione).
OPERE DI PAVIMENTAZIONE E IMPERMEABILIZZAZIONE Mastice d' asfalto, materiale di tenuta a caldo, bitume a caldo (riscaldatore mobile)	T3	Impiego di mastice d'asfalto e bitume a caldo con bassa tendenza di esalazione di fumo. Le temperature di lavorazione non devono superare i seguenti valori: - mastice d'asfalto, posa a macchina: 220°C - mastice d'asfalto, posa a mano: 240°C - bitume a caldo: 190°C
	T4	Impiego di caldaie chiuse con regolatori della temperatura.

Processi di lavoro termici e chimici

Durante i processi di lavoro termici nei cantieri (riscaldamento - pavimentazione – taglio – rivestimento a caldo – saldatura) si sprigionano gas e fumi. Sono prioritarie misure in relazione alla lavorazione a caldo di bitume (pavimentazione stradale, impermeabilizzazioni, termoadesione) nonché ai lavori di saldatura.

Nella lavorazione di prodotti contenenti solventi (attività: rivestire – incollare – decapare – schiumare – pitturare – spruzzare) o nei processi chimici (di indurimento) vengono sprigionate sostanze solventi. L'Appaltatore valuterà le azioni di seguito proposte evidenziando se esistano impedimenti tecnici alla loro attuazione. Qualora così non fosse, sarà sua cura darne attuazione.

OPERE DI PAVIMENTAZIONE ED IMPERMEABILIZZAZIONE Trattamento di materiali per la pavimentazione stradale	T1	Impiego di bitume con basso tasso di emissione d'inquinanti atmosferici (tendenza all'escalazione di fumo).
	T2	Riduzione della temperatura di lavorazione mediante scelta di leganti adatti.

Opere di impermeabilizzazione	T5	Impiego di stuoie di bitume con scarsa tendenza all'escalazione di fumo.
	T6	Procedimento di saldatura: evitare il surriscaldamento delle stuoie di bitume.

Saldatura (ad arco ed autogena) di metalli	T7	I posti di lavoro di saldatura vanno attrezzati in modo che il fumo di saldatura possa essere captato, aspirato ed evacuato (per es. con un'aspirazione puntuale).
--	----	--

Processi di lavoro chimici	T8	Utilizzare prodotti ecologici per il trattamento delle superfici (mani di fondo, prime mani, strati isolanti, stucchi, vernici, intonaci, ponti di aderenza, primer ecc.) come pure per incollare e impermeabilizzare i giunti.
----------------------------	----	---

Requisiti di macchine ed attrezzature	G1	Impiegare attrezzature di lavoro a basse emissioni, per es. con motore elettrico.
	G2	Equipaggiamento e periodica manutenzione di macchine e attrezzature con motore a combustione secondo le indicazioni del fabbricante.
	G3	Per macchine e attrezzature con motori a combustione <18 kW la periodica manutenzione deve essere documentata, per es. con un adesivo di manutenzione.
	G4	Tutte le macchine e tutti le attrezzature con motori a combustione ≥ 18 kW devono: - essere identificabili; - venire controllati periodicamente ed essere muniti di un corrispondente documento di manutenzione del sistema antinquinamento; - essere muniti di un adeguato contrassegno dei gas di scarico.
	G5	Le attrezzature di lavoro con motori a benzina a 2 tempi e con motori a benzina a 4 tempi senza catalizzatore vanno alimentati con benzina giusta.
	G6	Per macchine e attrezzature con motore diesel vanno utilizzati carburanti a basso tenore di zolfo (tenore in zolfo < 50ppm).
	G7	Per i lavori con elevata produzione di polveri con macchine e attrezzature per la lavorazione meccanica dei materiali (come per es. mole per troncane, smerigliatrici), vanno adottate misure di riduzione delle polveri (come per es. bagnare, captare, aspirare, separare).

6.5 RIFIUTI E MATERIALI DI RISULTA

6.5.1 Stima dei materiali prodotti

I materiali di risulta che verranno prodotti nell'ambito delle lavorazioni dell'accessibilità alla nuova stazione AV Belfiore e nuovo collegamento Belfiore – Firenze SMN Fase 1 ammontano a circa **25.021,85 mc** e possono essere suddivisi sostanzialmente nelle seguenti tipologie:

- materiali di scavo: circa 23.753 mc;
- materiali da demolizione: circa 1.268,85 mc.

6.5.2 Modalità di gestione dei materiali di risulta prodotti

Considerando le tipologie ed ai quantitativi dei materiali prodotti e le analisi ambientali eseguite nella presente fase di progettazione tutti i materiali di risulta prodotti nell'ambito delle lavorazioni verranno gestiti nel regime dei rifiuti ai sensi della parte IV del D. Lgs. 152/06 e s.m.i., ovvero verranno classificati ed inviati ad idoneo impianto di recupero/smaltimento.

Coerentemente con l'orientamento normativo comunitario e nazionale, che ha come obiettivo principale quello di ridurre al minimo le conseguenze negative della produzione e della gestione dei rifiuti per la salute umana e l'ambiente e di ridurre l'uso di risorse e promuovere l'applicazione pratica della gerarchia dei rifiuti, nella gestione dei rifiuti, sarà data preferenza al ricorso ad impianti autorizzati – ai sensi dell'art. 208 del D.Lgs. n. 152/2006 smi – all'esecuzione delle operazioni di recupero (operazioni identificate con la lettera R di cui all'Allegato C, Parte quarta del D. Lgs. n.152/2006 smi), mentre, il ricorso impianti autorizzati – ai sensi dell'art. 208 del D.Lgs. n. 152/2006 smi – all'esecuzione di operazioni di smaltimento (operazioni identificate alla lettera D di cui all'allegato B, Parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006 smi) sarà effettuato solo nel caso in cui non sussistano presupposti economici e tecnici tali da indicare il conferimento presso impianti di recupero.

Al fine di accertarne l'idoneità al recupero/smaltimento, tutti i materiali derivanti dalle lavorazioni, una volta prodotti, saranno opportunamente caratterizzati ai sensi della normativa vigente, presso il sito di produzione o all'interno delle aree di stoccaggio previste. A tal fine tali aree saranno adeguatamente allestite ai sensi di quanto prescritto dall'art. 183 del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. (opportunamente perimetrate, impermeabilizzate, stoccaggio con materiale omogeneo, etc.). Anche per le modalità di trasporto si dovrà necessariamente far riferimento alla normativa ambientale vigente.

In ogni caso, nella presente fase progettuale, sulla base delle risultanze analitiche riportate nei precedenti paragrafi, si può ipotizzare di conferire i materiali che si intende gestire in qualità di rifiuti alle seguenti tipologie di impianti di destinazione finale:

- per quanto riguarda lo smaltimento/recupero del materiale derivante dalle attività di demolizione sono state ipotizzate, in funzione della tipologia di scavo effettuata e dai risultati delle analisi chimiche effettuate sui terreni, le seguenti destinazioni:
 - Impianto di recupero: demolizioni cls 4%; bitumi e pavimentazione strada 2%; rilevato ferroviario e terreno 74%
 - Discarica per rifiuti non pericolosi: rilevato ferroviario e terreno: 20%.

Le destinazioni ipotizzate sopra potranno essere confermate solo dai risultati delle analisi di caratterizzazione (sul tal quale e sull'eluato da test di cessione) che l'Appaltatore dovrà eseguire nella fase di realizzazione dell'opera per individuare la corretta modalità di gestione dei materiali di risulta ai sensi della normativa ambientale vigente.

Si ricorda, infatti, che in fase di esecuzione lavori, l'Appaltatore è il produttore dei rifiuti e come tale a lui spetta tanto la corretta attribuzione del codice CER quanto la gestione degli stessi; pertanto, le considerazioni riportate nel presente documento si riferiscono alla presente fase di progettazione e allo stato ante operam dei luoghi.

6.5.3 Campionamento in corso d'opera dei materiali di risulta prodotti

Il materiale da destinare a smaltimento/recupero verrà caratterizzato all'interno delle aree di stoccaggio, al fine di accertare l'idoneità dei materiali di scavo al loro recupero/smaltimento.

Per quanto riguarda le procedure e le modalità operative di campionamento e di formazione dei campioni di rifiuti da avviare ad analisi, si farà riferimento alla normativa ambientale vigente.

Al fine di ottemperare a quanto previsto dalla normativa vigente in materia ambientale, in generale l'Appaltatore dovrà promuovere in via prioritaria la prevenzione e la riduzione della produzione e della nocività dei rifiuti privilegiando, ove possibile, il conferimento presso siti esterni autorizzati al recupero rifiuti e, solo secondariamente, prevedendo lo smaltimento finale in discarica.

Sarà cura dell'Appaltatore, in fase di realizzazione dell'opera, effettuare tutti gli accertamenti necessari (sul tal quale e sull'eluato da test di cessione ai sensi del D.M. 186/06 e del D.Lgs 36/2003 e ss.mm.ii.) ad assicurare la completa e corretta modalità di gestione dei materiali di risulta ai sensi della normativa ambientale vigente e la corretta scelta degli impianti di destinazione finale, al fine di una piena assunzione di responsabilità in fase realizzativa.

In particolare, ricordando che in fase di esecuzione lavori l'Appaltatore è il produttore dei rifiuti e come tale a lui spetta la corretta gestione degli stessi, si riportano di seguito le indicazioni generali sulle modalità di caratterizzazione dei materiali di risulta per la gestione degli stessi in regime di rifiuti.

Il campionamento sarà effettuato in modo tale da ottenere un campione rappresentativo secondo i criteri, le procedure, i metodi e gli standard di cui alla norma UNI 10802 del 2004 e UNI 14899 del 2006 "Rifiuti liquidi, granulari, pastosi e fanghi - Campionamento manuale e preparazione ed analisi degli eluati".

Per quanto concerne il quantitativo dei campioni di rifiuti da prelevare ed analizzare si dovrà fare riferimento alla normativa vigente, prevedendo il prelievo e l'analisi di almeno n. 1 campione rappresentativo per ogni tipologia di rifiuto prodotto e per ogni sito di provenienza. Ipotizzando un campionamento minimo ogni 5.000 mc di materiali, il numero indicativo di campioni/cumuli che allo stato attuale si prevede di formare, nonché la tipologia di analisi da svolgere, sono riepilogati nella seguente tabella.

Tabella 6-68. Riepilogo numero campioni di materiali di risulta prelevati

Tipo	Quantitativo prodotto (mc in banco)	Prelievo del campione	Omologa rifiuti	Test di cessione ai fini del recupero/ smaltimento
Terre e Rocce da scavo	23.753,00	5	5	5
Demolizioni	1268,85	1	1	1
TOTALE	25.021,85	6	6	6

6.5.4 Siti di conferimento del materiale prodotto

In linea con l'attuale livello di progettazione è stata effettuata l'analisi della disponibilità sul territorio di siti di recupero e di smaltimento a cui potessero essere conferiti i quantitativi di materiale di risulta derivanti dalle lavorazioni della tratta in progetto.

Sulla base delle verifiche condotte e delle risposte ottenute sono stati identificati i siti di recupero e di smaltimento riportati nella tabella seguente:

IMPIANTI DI RECUPERO				
ID	Nome Società	Provincia	Scadenza Autorizz.	Dist. (km)
R1	Ecocentro Toscana	Prato	2032	30
R2	Ecofelsinea	Bologna	2025	107
R3	Figliese Inerti	Firenze	2025	43
R4	Furia	Piacenza	2034	276
R5	Iwaste	Prato	In fase di rinnovo	43
R6	Moviter	Modena	09.2033	92

IMPIANTI SMALTIMENTO RIFIUTI SPECIALI NON PERICOLOSI				
ID	Nome Società	Provincia	Scadenza Autorizz.	Dist. (km)
DNP1	Ecocentro Toscana	Prato	2032	30
DNP2	Furia	Piacenza	2034	276
DNP3	Moviter	Modena	09.2033	92

6.5.5 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

A fronte del modello gestionale assunto e fondato sulla base delle risultanze delle campagne di caratterizzazione ambientale condotte nello stesso ambito di progettazione (corridoio attrezzato e sottopasso via sighele) i quantitativi saranno così suddivisi:

- 23.753,85 *mc* di materiale derivante dalle attività di scavo
- 1.268,85 *mc* di demolizioni.

Per quanto riguarda la gestione degli esuberi sarà privilegiato il conferimento presso siti esterni autorizzati al recupero e, solo secondariamente, ne sarà previsto lo smaltimento finale in discarica.

Stante la riduzione quasi completa degli esuberi, **la significatività dell'effetto può essere considerata trascurabile (Livello di significatività "B")**

6.6 SCARICHI IDRICI E SOSTANZE NOCIVE

6.6.1 Inquadramento normativo

6.6.2 Stima delle acque reflue e di processo prodotte

Per quanto riguarda la fase di cantiere è da considerare il tema in relazione alla gestione dei reflui prodotti, principalmente:

- dai servizi igienici ed assistenziali da apprestare nelle aree presidiate dalle maestranze;
- dal dilavamento delle superfici di cantiere;
- dai reflui di lavorazioni specifiche come ad esempio:
 - trivellazioni per opere di fondazione palificate;
 - altro assimilabile.

Per le attività previste all'interno delle diverse aree di lavorazione e di cantiere è possibile avere la necessità di utilizzare e stoccare sostanze pericolose quali sostanze chimiche, olii, vernici, solventi, carburanti.

6.6.3 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Le acque trattate potranno essere riciclate per gli usi interni al cantiere, limitando così i prelievi da acquedotto. Inoltre, lo scarico finale delle acque trattate verrà realizzato, in ottemperanza alle norme vigenti.

Per quanto riguarda i lubrificanti, gli olii ed i carburanti utilizzati dagli automezzi di cantiere, questi verranno stoccati in un'apposita area recintata, dotata di soletta impermeabile in calcestruzzo e di sistema di recupero e trattamento delle acque.

In funzione delle aree a disposizione e della tipologia di intervento l'esecutore prevedrà una corretta gestione delle acque di cantiere mediante sistemi poco ingombranti ed efficaci.

Per quanto concerne le acque nere, gli impianti di trattamento delle acque assicureranno un grado di depurazione tale da renderle idonee allo scarico secondo le norme vigenti.

Per tali ragioni, vista la tipologia di opere da realizzare e l'assenza di depositi di grandi dimensioni per lo stoccaggio di sostanze pericolose, nonché la dotazione impiantistica prevista a corredo delle aree di cantiere, la probabilità di effetti legati alla dispersione al suolo e nelle acque superficiali e sotterranee di sostanze nocive è da considerarsi solo limitatamente ad eventuali sversamenti accidentali di tali sostanze. Detti effetti potranno essere efficacemente prevenuti e, nell'eventualità di loro determinarsi, mitigati, attraverso il ricorso alle misure gestionali ed operative riportate al successivo paragrafo 6.6.5.

Nel complesso la significatività dell'effetto può essere considerata **trascurabile** (cfr. par. 1.2.3 – **Livello di significatività "B"**).

6.6.4 Modalità di gestione delle acque reflue e di processo

In relazione alle attività di cantiere, la produzione delle acque e reflui sono, in linea generale, derivanti dalle seguenti attività:

- servizi assistenziali di cantiere (servizi igienici e attività di cucina) che scaricano in allacci in fognatura pubblica autorizzati o in vasche tipo imhoff, assimilabili ai reflui domestici;
- attività industriali di cantiere derivanti:
 - dal dilavamento dei piazzali ed aree di lavoro in aree operative
 - dalla gestione di vasche, canali e impianti presenti nelle aree di cantiere dove possono anche essere trattate miscele cementizie, fanghi, sostanze chimiche, idrocarburi, ecc.
 - da aggotamento da scavi sotto falda per volumi non riutilizzabili;
 - manutenzione dei depuratori;
 - da acque di processo:
- ad esempio acque di raffreddamento;
- acque derivanti da lavorazioni per la realizzazione di pali, micropali, infilaggi, ecc.
- acque di jetting.

È necessario, pertanto, che alle tipologie sopra richiamate siano fatte corrispondere adeguate procedure di gestione per evitare, o limitare fortemente, l'impiego della risorsa naturale, la dispersione nei corpi ricettori, suolo e corpi idrici, di inquinanti biologici e/o chimici veicolati con gli scarichi.

Tali procedure devono assicurare:

- per quanto possibile, il recupero e il riuso delle acque di processo;
- garantire con adeguati processi di depurazione la qualità delle acque immesse nei corpi ricettori;
- la gestione come rifiuto in impianto autorizzati;
- la gestione di eventuali emergenze.

6.6.5 Misure di prevenzione e mitigazione

Oltre a rimandare a quanto già detto nei capitoli 5.1.3 e 5.2.2.2 in riguardo alle misure da attuare a salvaguardia delle componenti suolo e acque, strettamente correlate alle presenti misure preventive, nel capitolo si specificano alcune delle principali fattispecie.

In linea generale si dovrà tenere conto delle seguenti procedure gestionali:

- prima di essere destinate a riuso, le acque saranno trattate per la separazione delle sostanze sedimentabili e non sedimentabili e depurate considerando i parametri fisici, chimici e biologici accettabili per l'impiego successivo.

L'Appaltatore dovrà approntare e garantire, per tutta la durata del cantiere, l'attuazione delle procedure di gestione e manutenzione degli impianti di trattamento secondo gli standard previsti dal fornitore dei sistemi adottati, conseguentemente dovrà pianificare i controlli di laboratorio ambientale di rispetto dei limiti tabellari a frequenza prestabilita.

- Gli scarichi di acque reflue urbane e di acque reflue industriali devono essere autorizzati, indipendentemente del ricettore e dall'ente competente ai sensi degli Artt. 124 e 125 del D.l.gs. 152/06.

Qualora si preveda lo scarico in acque superficiali o fognatura, previa autorizzazione, deve essere previsto un collegamento stabile e continuo fra i sistemi di raccolta delle acque reflue, gli eventuali impianti di trattamento ed il recapito finale.

In tal caso, si ricorda che la normativa vigente Art. 101 del D.Lgs 152/06 e s.m.i. stabilisce che venga introdotto un punto di controllo allo scarico delle acque in modo da poter verificare il rispetto dei limiti di cui alla Tabella 3 dell'Allegato 5 del D.Lgs 152/06 e s.m.i.

- È possibile gestire le acque reflue come “rifiuto liquido” in assenza di scarichi autorizzati o in caso di manutenzione impianti; in tale caso occorrerà caricare le acque su autocisterne e trasportarle a recapito finale.

Tale procedura si può applicare alle acque accumulate in vasche o cisterne, provenienti dalla lavorazione di cantiere, prima e dopo il trattamento in impianto, una volta che per tali acque sia stato definito il codice CER.

7 RISORSE ANTROPICHE E PAESAGGIO

7.1 PATRIMONIO CULTURALE E BENI MATERIALI

7.1.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

Dal punto di vista della normativa nazionale, il Decreto Legislativo 42/2004, "Codice dei beni culturali e del paesaggio" e s.m.i., individua i beni culturali da sottoporre a tutela.

L'estensione dell'area progettuale è interessata dalla perimetrazione di zone sottoposte a vincolo secondo quanto previsto con il Codice dei beni culturali e del paesaggio normato dal Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, come dettagliato dagli stralci e dalle descrizioni di seguito riportate.

L'area di cantiere non interferisce, come evidente dallo stralcio di seguito riportato, con alcuna area tutelata per legge ai sensi dell'articolo 142 del D. Lgs. 42/2004; interferisce invece con un'area contraddistinta come "Immobili ed aree di notevole interesse pubblico" e vincolata ai sensi dell'art. 136 del D. Lgs. 42/2004.

Il tracciato progettuale non interferisce, come evidente dallo stralcio di seguito riportato, con alcuna area tutelata per legge ai sensi dell'articolo 142 del D. Lgs. 42/2004; interferisce, invece, con un'area contraddistinta come "Immobili ed aree di notevole interesse pubblico" vincolata ai sensi dell'art. 136 del D. Lgs. 42/2004.

La realizzazione dell'opera si pone come intervento di modifica/adeguamento di una infrastruttura ferroviaria preesistente. Si segnala come l'area di notevole interesse pubblico, sebbene si trovi in sovrapposizione con gli interventi previsti, non subirà alcuna modifica: in corrispondenza di tale area, infatti, le lavorazioni consisteranno in un adeguamento del sistema binario già esistente e non apporteranno alcun deterioramento diretto o indiretto all'area oggetto di vincolo. Non sono presenti quindi motivi ostativi alla realizzazione dell'opera.

Si demanda alla successiva fase un approfondimento sulla componente paesaggio.

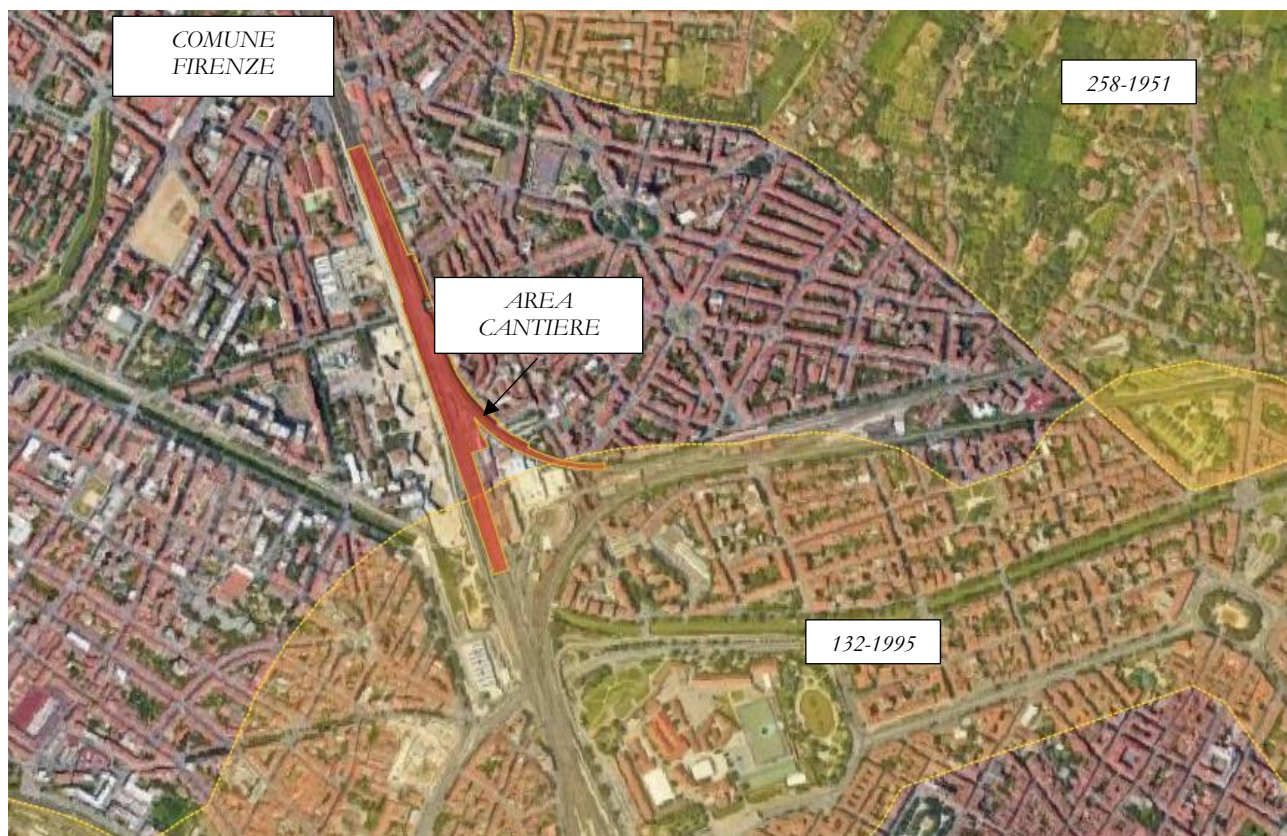








Figura 7-1. Interferenze con Aree sottoposte a vincoli paesaggistici dell'intervento di progetto

Aree tutelate per legge (D.lgs. 22 gennaio 2004, n.42, art.142)

-  Territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi (art.142, c.1, lett.b)
-  Fiumi, torrenti, corsi d'acqua e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna (art.142, c.1, lett. c)
-  Territori coperti da foreste e da boschi (art.142, c.1, lett.g)
-  Zone di interesse archeologico (art.142, c.1, lett.m)) - Zone tutelate di cui all'art.11.3 dell'Elaborato 7B della disciplina dei beni paesaggistici
-  Zone di interesse archeologico (art.142, c.1, lett.m)) - Beni archeologici tutelati ai sensi della Parte II del D.Lgs. 42/2004 con valenza paesaggistica ricadenti nelle zone tutelate di cui all'art. 11.3 lett. a) e b)

Fonte: PIT Piano di indirizzo territoriale con valenza di piano paesaggistico Regione Toscana

Immobili ed aree di notevole interesse pubblico (D.lgs. 22 gennaio 2004, n.42, art.136)

-  Immobili ed aree di notevole interesse pubblico (art.136)

L'area in questione è così identificata:

D.M. - G.U.	Provincia	Comune	Superficie (ha)	Ambiti di Paesaggio	Tipologia art. 136 D. Lgs. 42/04			
					a	b	c	d
D.M.25/05/1955 G.U.132-1955	FI	Firenze	325,77	6 Firenze-Prato-Pistoia	a	b	c	d
Denominazione	Zona dei viali di circonvallazione della città di Firenze							

Motivazione	[...] riconosciuto che i viali di circonvallazione predetti, insieme con le costruzioni e i giardini formano - per lo stretto rapporto ivi esistenti fra la vegetazione e gli edifici - un complesso caratteristico e singolare di valore estetico e tradizionale
--------------------	---

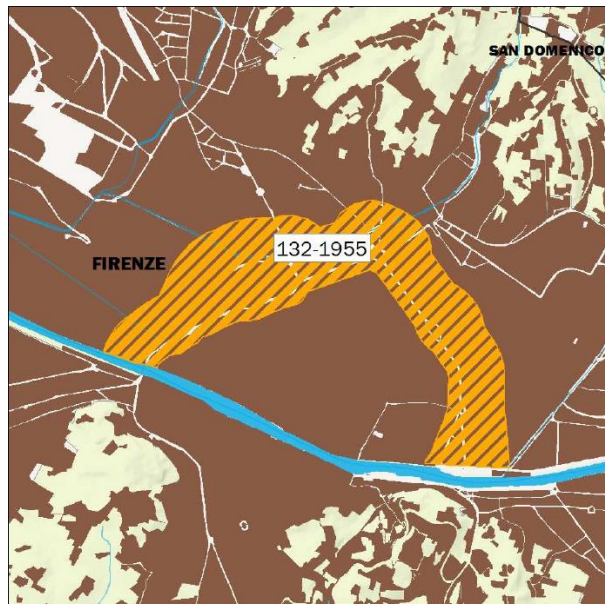


Figura 7-2. Localizzazione dell'area vincolata 132-1955 (9048045) (Fonte: Elenco degli immobili e delle aree di notevole interesse pubblico – PTC della Provincia di Firenze)

La zona sita nel territorio del comune di Firenze comprendenti i seguenti viali: viale Fratelli Rosselli, Belfiore, Filippo Strozzi, Spartaco Lavagnini, Giacomo Matteotti, Antonio Gramsci, Giovanni Amendola e Giovane Italia, con una fascia di territorio di m. 400 dal lato esterno e di m. 100 verso il centro della città.

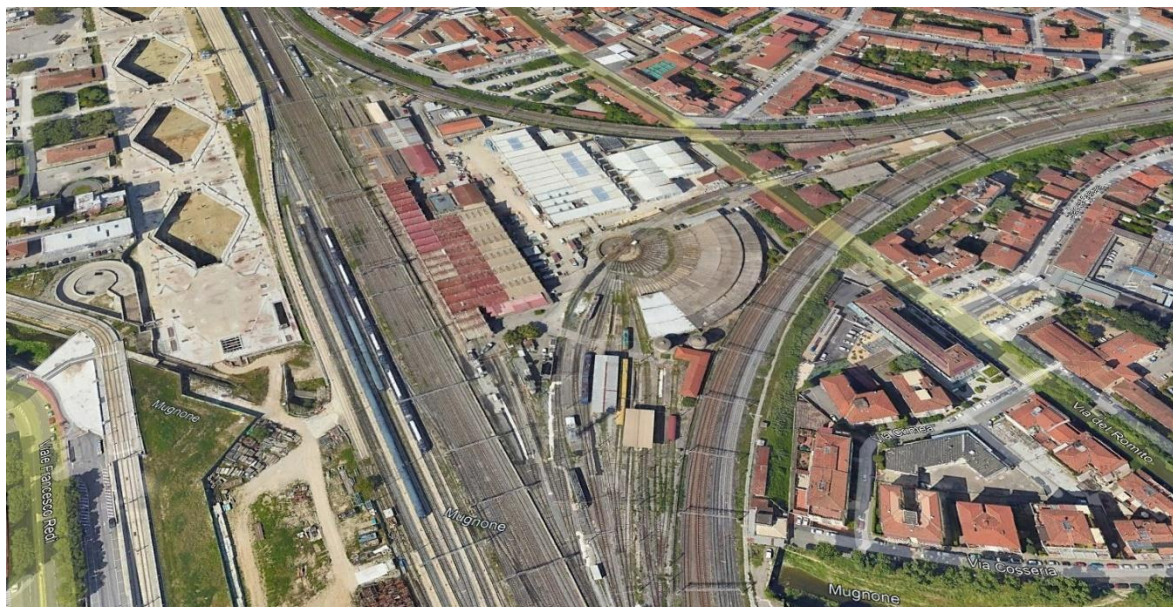


Figura 7-3. Ortofoto aerea dell'area di interferenza dell'intervento progettuale con l'area vincolata ai sensi dell'art.136 (Fonte: Google Earth)

Per maggiori approfondimenti si rimanda all'elaborato “Studio Preliminare Ambientale”.

7.1.1.1 Riferimenti normativi nazionali

- Decreto n. 260/2010: Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'art. 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo.
- D. Lgs. n. 219/2010: Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque.
- D. Lgs n. 30/2009, di recepimento della direttiva "figlia" 2006/118/CE sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.
- D.M. 14 aprile 2009 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 124 del 30 maggio 2009 - Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo".
- D.M. 16 giugno 2008 n. 131 - Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: "Norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto.
- D. Lgs. 03/04/2006 n. 152 "Norme in materia ambientale" – Parte terza – Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche.
- Decreto Ministero dell'Ambiente 6 novembre 2003 n. 367. Regolamento concernente la fissazione di standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose, ai sensi dell'articolo 3, comma 4, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152. Il decreto recepisce una direttiva della Comunità Europea che prevede la riduzione e la graduale eliminazione dell'inquinamento delle acque provocato da certe sostanze pericolose e la fissazione di obiettivi di qualità tali da garantire la tutela della salute umana e dell'ecosistema acquatico. Le regioni redigono l'elenco delle sostanze pericolose da controllare in acque superficiali, marine, di laguna e nei sedimenti tra quelle fissate a livello comunitario.
- Decreto Ministero dell'Ambiente 29 Dicembre 2003, n. 391. Regolamento recante la modifica del criterio di classificazione dei laghi di cui all'allegato 1, tabella 11, punto 3.3.3, del decreto legislativo n. 152/99.
- D. Lgs. 11/05/99 n.152 – Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole. (Abrogato dal D. Lgs. 152/2006)

7.2 VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI AMBIENTALI LEGATI AL CANTIERE

Il quadro degli effetti ai quali, nell'ambito della seguente trattazione, si è fatto riferimento può essere schematicamente identificato, da un lato, nella compromissione dei beni appartenenti al patrimonio culturale, così come identificato dall'articolo 2 co. 1 del D. Lgs 42/2004 e smi, e/o aventi valenza storico testimoniale, e, dall'altro, nella riduzione del patrimonio edilizio, a prescindere da qualsiasi considerazione in merito al pregio architettonico di tali manufatti.

Si ricorda che, in ogni caso, i rapporti intercorrenti tra l'opera in progetto ed i beni tutelati *ope legis* è stata indagata all'interno del presente studio.

Ai sensi dell'art. 21, comma 4 del D. Lgs. 42/2004: «l'esecuzione di opere e lavori di qualunque genere su beni culturali è subordinata ad autorizzazione del soprintendente». Per gli interventi su beni pubblici, l'art. 24, comma 1 del medesimo decreto cita: «per gli interventi su beni culturali pubblici da eseguirsi da parte di amministrazioni dello Stato, delle regioni, di altri enti pubblici territoriali, nonché di ogni altro ente ed istituto pubblico, l'autorizzazione necessaria ai sensi dell'articolo 21 può essere espressa nell'ambito di accordi tra il Ministero ed il soggetto pubblico interessato».

La realizzazione dell'opera si pone come intervento di modifica/adequamento di una infrastruttura ferroviaria preesistente. Si segnala come l'area di notevole interesse pubblico, sebbene si trovi in sovrapposizione con gli interventi previsti, non subirà alcuna modifica: in corrispondenza di tale area, infatti, le lavorazioni consisteranno in un adeguamento del sistema binario già esistente e non apporteranno alcun deterioramento diretto o indiretto all'area oggetto di vincolo. Non sono presenti quindi motivi ostativi alla realizzazione dell'opera.

Da quanto precede, a valle delle analisi e degli studi effettuati, che hanno permesso di verificare, la sostanziale assenza di elementi interferenti con il progetto, e comunque non registrandosi perdite irreversibili di volumi afferenti le categorie del patrimonio culturale, a fronte degli accorgimenti progettuali a tutela e protezione dello stesso, si considera l'impatto mitigato. Pertanto, in riferimento ai criteri riportati nel capitolo 1.2.3 il **livello di significatività è "B"**.

7.2.1 TERRITORIO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE

7.2.2 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

Come si è detto in precedenza, gli interventi oggetto del presente progetto ricadono in ambito urbano.

Per quanto riguarda il patrimonio agroalimentare, la Città Metropolitana di Firenze annovera diverse produzioni agroalimentari a marchio DOP ed IGP.

Tra le produzioni DOP interessano l'areale segnalato le seguenti:

- Pane Toscano DOP: La zona di produzione e di confezionamento del «Pane Toscano » D.O.P. comprende l'intero territorio amministrativo della Regione Toscana;
- Chianti DOP: La zona di produzione si trova nella Toscana centrale, a cavallo delle province di Arezzo, Firenze, Pistoia, Pisa, Prato e Siena. Un'ampia area collinare che fa parte della catena degli Appennini;
- Vin Santo del Chianti Classico DOP: la zona di produzione è un altipiano scavato con pendenze non prolungate ma talvolta ripide. Il suolo è generalmente poco profondo, recente e bruno, idoneo alla coltivazione;
- Cinta Senese DOP: L'area geografica di produzione della «Cinta Senese» D.O.P. è rappresentata dal territorio amministrativo della regione Toscana fino all'altitudine di 1.200 metri s.l.m., altitudine oltre la quale le condizioni ambientali risultano sfavorevoli all'allevamento.

Tra le produzioni IGP interessano l'areale segnalato le seguenti:

- Finocchiona IGP: La zona di produzione della «Finocchiona» I.G.P. comprende l'intero territorio continentale della Toscana, escludendo le isole, che rappresenta la zona in cui si è consolidata nel tempo la produzione di questo salume tipico;
- Cantuccini Toscani/ Cantucci Toscani IGP: L'Accademia della Crusca aveva definito il Cantuccino Toscano già nel 1691 come "Biscotto a fette, di fior di farina, con zucchero e chiara d'uovo". Oggi, i biscotti sono tra i prodotti italiani più famosi al Mondo, soprattutto per la loro lunga conservazione.

La zona di produzione dei “Cantuccini Toscani”/“Cantucci Toscani” comprende l'intero territorio amministrativo della Regione Toscana.

- **Olio Toscano IGP:** L'olio extravergine Toscano IGP è accompagnato dalle seguenti menzioni geografiche aggiuntive: “Seggiano”, “Colline Lucchesi”, “Colline della Lunigiana”, “Colline di Arezzo”, “Colline Senesi”, “Colline di Firenze”, “Montalbano” e “Monti Pisani”. Per una descrizione maggiore rispetto alle diverse varietà utilizzate si rimanda al disciplinare.
- **Marrone del Mugello:** Il legame geografico del marrone con il Mugello, zona particolarmente vocata per la coltivazione del castagno da frutto, deriva principalmente dal fatto che gli ecotipi locali di castagno tutti riconducibili alla varietà Marrone Fiorentino, riprodotti agamicamente nella zona da molti secoli (come testimoniato dalla presenza di numerose piante secolari), oltre ad essere geneticamente adattate all'ambiente locale (terreni, clima, tecniche di coltivazione, ecc.), formano con esso un binomio inscindibile e conferiscono ai marroni prodotti caratteristiche peculiari tali da renderli perfettamente distinguibili da quelli di altre zone.

7.2.3 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Con riferimento agli aspetti legati al territorio ed al patrimonio agroalimentare, gli effetti potenziali connessi alla fase di cantierizzazione possono essere individuati nella modifica degli usi in atto conseguente all'approntamento ed alla presenza delle aree di cantiere.

L'uso del suolo è un concetto collegato ma distinto dalla copertura del suolo. Secondo quanto riportato da ISPRA nell'edizione 2022 del rapporto “Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici”, per copertura del suolo si intende la copertura biofisica della superficie terrestre, comprese le superfici artificiali, le zone agricole, i boschi e le foreste, le aree seminaturali, le zone umide, i corpi idrici, così come definita dalla direttiva 2007/2/CE; mentre per uso del suolo si intende, invece, un riflesso delle interazioni tra l'uomo e la copertura del suolo e costituisce quindi una descrizione di come il suolo venga impiegato in attività antropiche. La direttiva 2007/2/CE definisce l'uso del suolo come una classificazione del territorio in base alla dimensione funzionale o alla destinazione socioeconomica presenti e programmate per il futuro.

A questo riguardo, la modifica degli usi in atto viene intesa come il processo di transizione tra le diverse categorie di uso del suolo che, generalmente, determina una trasformazione da un uso naturale ad un uso semi-naturale sino ad un uso artificiale.

Stante quanto sopra sinteticamente richiamato ne consegue che, nel caso in specie, la modifica degli usi in atto, riferita alla dimensione Costruttiva, è determinata dalle operazioni condotte per l'approntamento delle aree di cantiere fisso e pertanto legata all'occupazione di suolo da parte di dette aree di cantiere.

Operativamente i parametri principali che, in termini generali, concorrono a determinare la stima dell'effetto in parola sono rappresentati dalla estensione delle aree di cantiere fisso e dalle classi dell'uso del suolo interessate.

Le tipologie di uso del suolo interessate dalle aree di cantiere sono state desunte dai dati dell'uso e copertura del suolo Corine Land Cover. Di seguito, si riporta un grafico che mostra come la maggior parte delle aree di cantiere sia su zone residenziali a tessuto continuo seguite dalle reti stradali, ferrovie e infrastrutture tecniche.

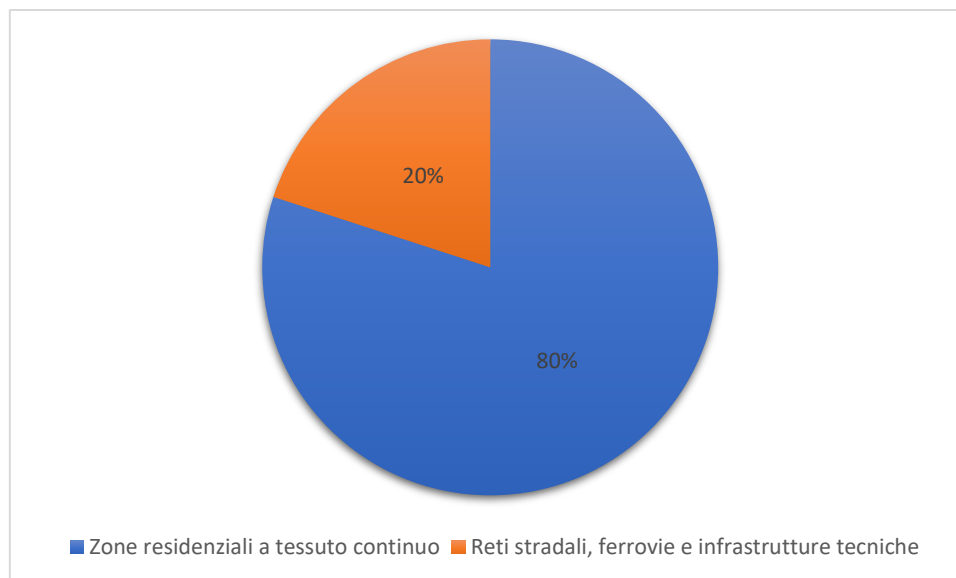


Figura 7-4. Tipologie di uso del suolo interessate dalle aree di cantiere fisse espresse in percentuale sul totale

A fronte di tale condizione, e in considerazione che i cantieri siano su aree urbanizzate e prive di zone verdi e agricole, la **significatività dell'effetto può essere considerata trascurabile (Livello di significatività "B")**.

7.2.4 Misure di prevenzione e mitigazione

Al termine dei lavori le aree di cantiere saranno oggetto di interventi di ripristino della situazione ante – operam.

In fase preliminari saranno raccolte tutte le informazioni utili a definire adeguatamente le caratteristiche pedologiche delle aree interessate dalla realizzazione delle aree di cantiere.

All'avvio dei lavori saranno previste operazioni di scotico delle superfici interessate dagli interventi di progetto, che comportano l'asportazione della superficie del suolo; i materiali non saranno riutilizzati al termine dei lavori per il ripristino finale, ma saranno inviati ad impianto di recupero/smaltimento come indicato al par. 6.5.

Per quanto riguarda il disturbo generato dalle polveri e dal rumore si rimanda alle misure di mitigazione descritte nei rispettivi paragrafi.

Per quanto riguarda il disturbo generato dalle polveri si rimanda alle misure di mitigazione descritte nel rispettivo paragrafo.

a Ripoli e Lastra a Signa, emerge la marcata eterogeneità del mosaico agrario a prevalenza di colture tradizionali (oliveti, vigneti, seminativi). Sui colli compresi tra Sesto Fiorentino e Bagno a Ripoli e su quelli circostanti Pistoia, il tratto identitario è invece legato alla permanenza di oliveti tradizionali terrazzati. Tra i territori di eccezionale valore estetico-percettivo e storico-testimoniale, spicca la collina fiorentino-fiesolana. I caratteri di pregio delle colline sono poi riconducibili alla relazione che lega sistema insediativo storico e paesaggio agrario: Firenze - circondata da un contado definito “seconda città” per densità insediativa e magnificenza dei manufatti architettonici; Pistoia, che con il sistema delle strade che si dipartono dal suo centro irradia la sua influenza economico-culturale nella campagna circostante; nel rapporto che lega la villa-fattoria e il suo intorno coltivato o, a una scala ancora più minuta, casa colonica e podere. La pianura alluvionale ha subito negli ultimi sessant’anni pesanti processi di urbanizzazione e di consumo di suolo. Nonostante ciò, custodisce alcune tracce ancora leggibili della maglia centuriata. Manufatti architettonici e nuclei edilizi sopravvivono come testimonianza della struttura territoriale storica sebbene inglobati all’interno della diffusione urbana: la corona di borghi rurali collocati sull’aggregato romano nella piana pratese (Grignano, Cafaggio, San Giusto, Tobbiana, Vergaio, Galciana); edifici rurali, religiosi e di bonifica; le ville pedecollinari (Brache, Gondo, Castello, Topaia, Corsini, Petraia, Pazzi, Quarto, Castelquarto, Quiete) o le Cascine di Tavola.

Dal punto di vista idrografico si individuano nell’area di studio diversi corpi idrici superficiali tra cui il fiume Arno, torrente Terzolle, torrente Mugnone e fosso di Santa Maria della Lastra.

Dal punto di vista della vegetazione presente, come riportato nei paragrafi precedenti, si sottolinea che trovandosi l’intervento in zona residenziale a tessuto continuo più dell’80% della superficie totale è occupata da edifici, viabilità e superfici ricoperte artificialmente. Nel tratto a nord ovest dell’area di intervento, lungo via Cironi e via Sighele, sono presenti prevalentemente *Platanus x acerifolia*.

7.3.2 Misure di prevenzione e mitigazione

Durante le fasi di realizzazione dell’opera verranno applicate generiche procedure operative per il contenimento dell’impatto acustico ed atmosferico generato dalle attività di cantiere, tali da ridurre il disturbo nei confronti dei percettori più prossimi all’area di intervento, nonché procedure per contenere gli impatti sulla componente suolo/sottosuolo e ambiente idrico.

In particolare, per il contenimento delle polveri e del rumore si procederà attraverso:

- il lavaggio delle ruote degli automezzi;
- la bagnatura delle piste e delle aree di cantiere;
- la spazzolatura della viabilità;
- la realizzazione di barriere antipolvere e antirumore;
- una corretta scelta delle macchine e delle attrezzature, con opportune procedure di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature per ridurre le emissioni acustiche.

Per ridurre il rischio di inquinamento del suolo/sottosuolo: verrà curata la scelta dei prodotti da impiegare, limitando l’impiego di prodotti contenenti sostanze chimiche pericolose o inquinanti. Lo stoccaggio delle sostanze pericolose eventualmente impiegate avverrà in apposite aree controllate ed isolate dal terreno, e protette da telo impermeabile. Saranno, altresì, adeguatamente pianificate e controllate le operazioni di produzione, trasporto ed impiego dei materiali cementizi, le casserature ed i getti.

Per la componente ambiente idrico saranno messe in atto tutte le azioni di prevenzione dell’inquinamento durante le operazioni di casseratura, getto e trasporto del cls, nonché relativamente all’utilizzo di sostanze chimiche e allo stoccaggio dei materiali e al drenaggio delle aree stesse.

Una volta individuati i ricettori effettivamente interessati dagli interventi previsti, ed aver valutato la gravità di tali effetti, è possibile prevedere le opportune opere di mitigazione degli impatti, nonché mettere a punto tutti gli accorgimenti necessari per il migliore inserimento del progetto nel contesto visivo generale.

In generale, gli interventi previsti per le varie componenti ambientali, validi anche per ridurre gli impatti sulla componente “paesaggio”, mirano ai seguenti obiettivi:

- non compromettere la permeabilità dell’opera in fase di cantiere, in relazione alla funzione di connessione ecologica garantita dal Fiume Brenta;
- ripristino delle aree di cantiere alla situazione ex-ante;
- mitigazione degli effetti negativi relativamente alle visuali percepite.

8 ASPETTI AMBIENTALI SIGNIFICATIVI

Si riportano nella tabella che segue, a scopo di riepilogativo, i risultati della fase di valutazione di significatività degli aspetti ambientali.

Ai fini di una corretta interpretazione della seguente tabella si precisa che le valutazioni in essa riportate fanno riferimento al livello di significatività dell'effetto ritenuto più rilevanti tra quelli presi in considerazione nell'ambito di ciascuno dei fattori ambientali indagati.

In altri termini, in tutti i casi in cui le analisi condotte hanno portato ad una stima della significatività diversificata per i diversi effetti potenziali considerati nell'ambito di un medesimo fattore ambientale, le valutazioni riportate nella tabella successiva hanno fatto sempre riferimento al maggiore dei livelli tra quelli stimati.

LIVELLI SIGNIFICATIVITÀ EFFETTI			Risorse naturali				Emissione e produzione					Risorse antropiche e paesaggio		
	Pianificazione e tutela ambientale	Popolazione e salute umana	Suolo	Acque superficiali e sotterranee	Biodiversità	Materie prime	Clima acustico	Vibrazioni	Aria e clima	Rifiuti e materiali di risulta	Scarichi idrici e sostanze nocive	Patrimonio culturale e beni materiali	Territorio e Patrimonio agroalimentare	Paesaggio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A														
B	•	•	•		•	•				•	•	•	•	•
C														
D				•			•	•	•					
E														
Legenda														
A	Effetto assente, stima attribuita sia nei casi in cui si ritiene che gli effetti individuati in via teorica non possano determinarsi, quanto anche laddove è possibile considerare che le scelte progettuali operate siano riuscite ad evitare e/o prevenire il loro determinarsi													
B	Effetto trascurabile, stima espressa in tutti quei casi in cui l'effetto potrà avere una rilevanza non significativa, senza il ricorso ad interventi di mitigazione													
C	Effetto mitigato, giudizio assegnato a quelle situazioni nelle quali si ritiene che gli interventi di mitigazione riescano a ridurre la rilevanza. Il giudizio tiene quindi conto dell'efficacia delle misure e degli interventi di mitigazione previsti, stimando con ciò che l'effetto residuo e, quindi, l'effetto nella sua globalità possa essere considerato trascurabile													
D	Effetto oggetto di monitoraggio, stima espressa in quelle particolari circostanze laddove si è ritenuto che le risultanze derivanti dalle analisi condotte dovessero in ogni caso essere suffragate mediante il riscontro derivante dalle attività di monitoraggio													
E	Effetto residuo, stima attribuita in tutti quei casi in cui, pur a fronte delle misure ed interventi per evitare, prevenire e mitigare gli effetti, la loro rilevanza sia sempre significativa													



ALLEGATO 1
MAPPE DIFFUSIONALI



Figura 1. Mappa di concentrazione PM10 – media annuale



Figura 2. Mappa di concentrazione PM10 – percentile 99.8° delle concentrazioni medie orarie



Figura 3. Mappa di concentrazione NO2 – media annuale

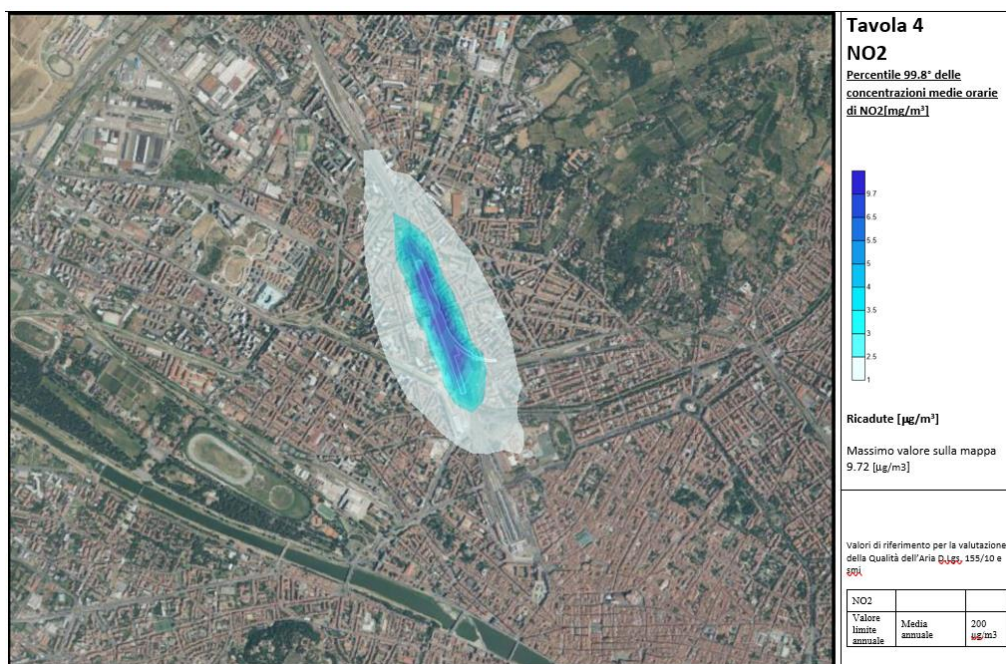


Figura 4. Mappa di concentrazione NO2 – percentile 99.8° delle concentrazioni medie orarie

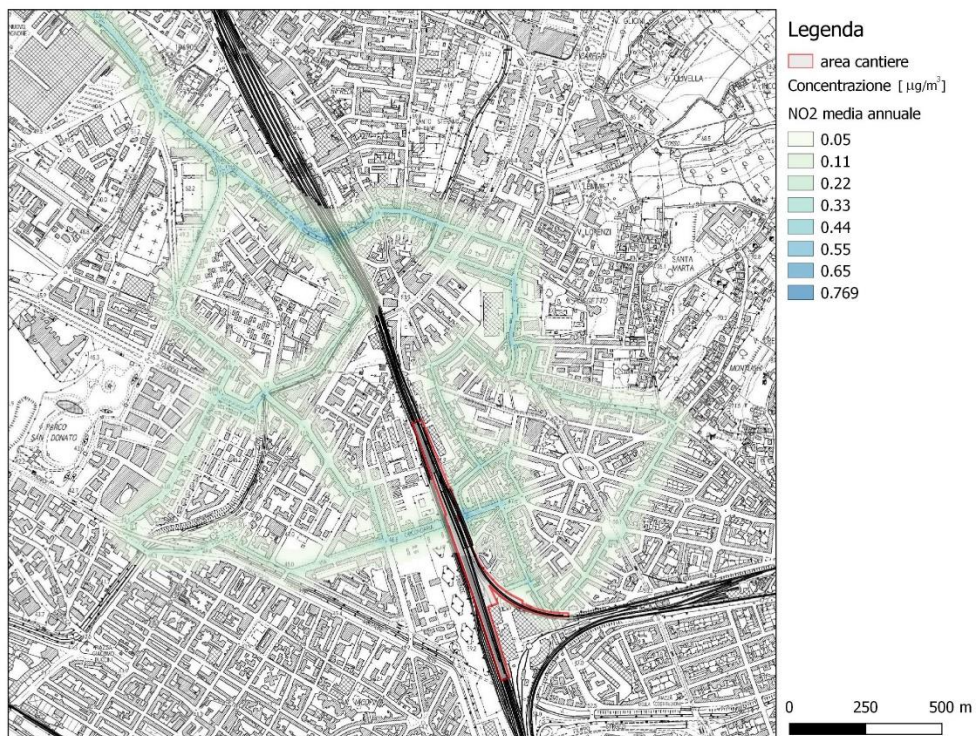


Figura 5. Traffico cantiere esterno – emissioni di No2 media annuale

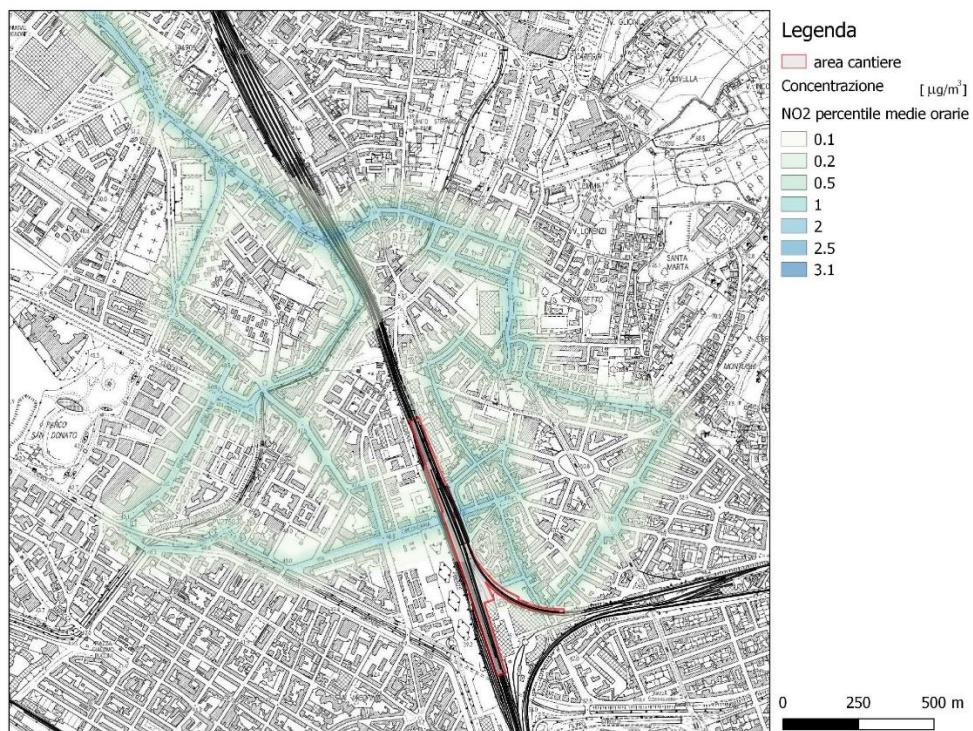


Figura 6. Traffico cantiere esterno – emissioni di No2 percentile medie orarie

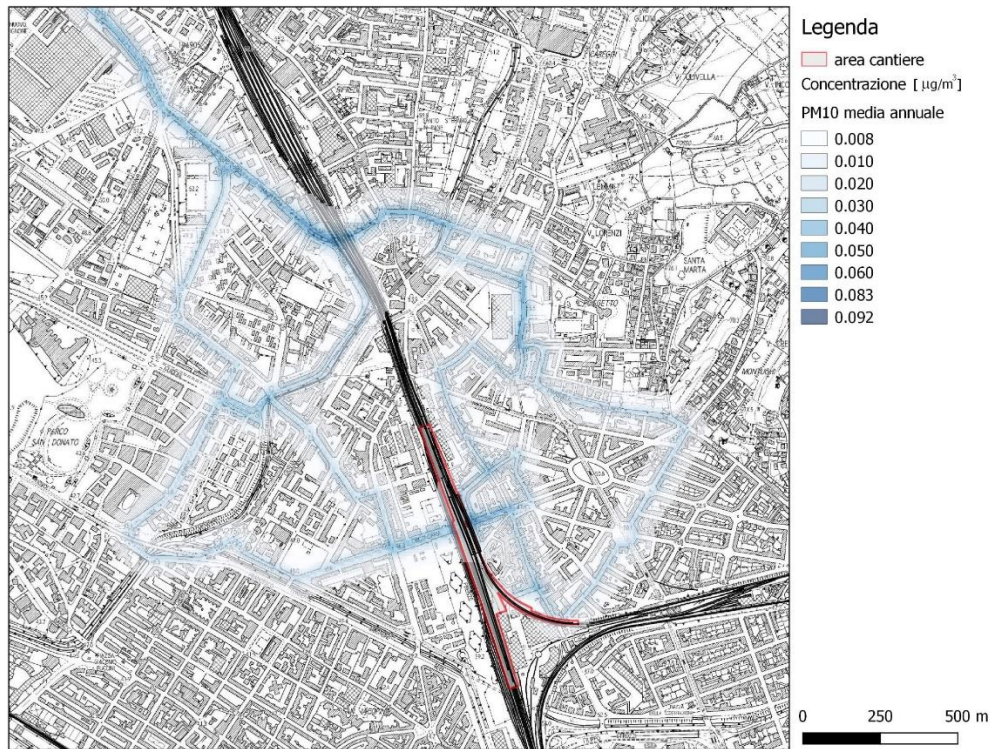


Figura 7. Traffico cantiere esterno – emissioni di PM10 media annuale

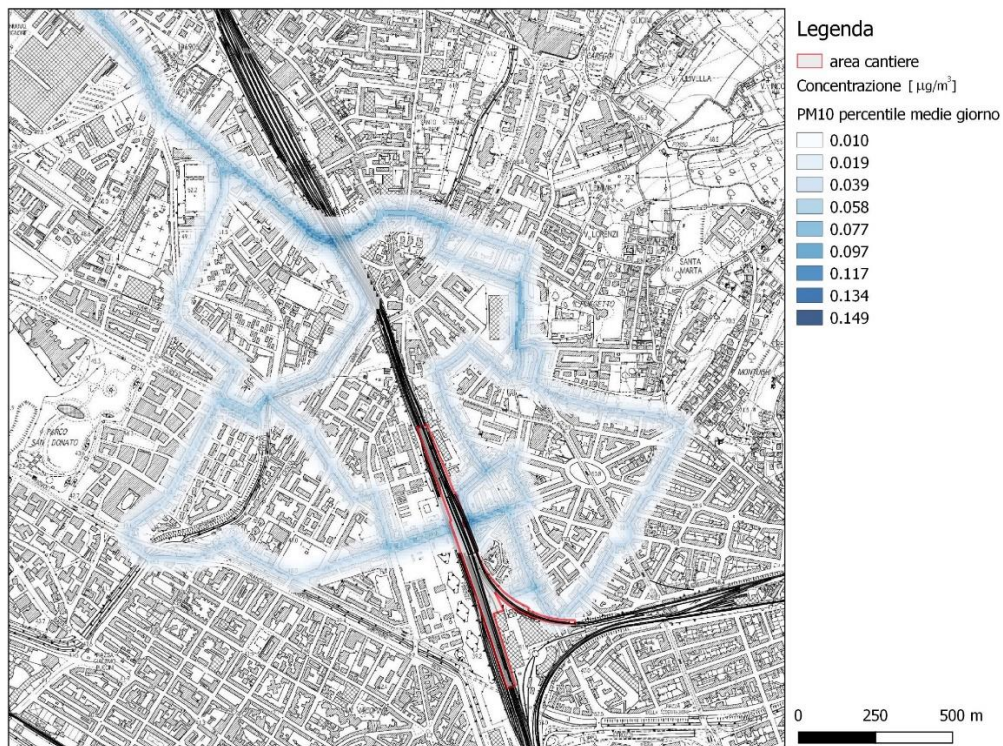


Figura 8. Traffico cantiere esterno – emissioni di PM10 percentile medie giorno

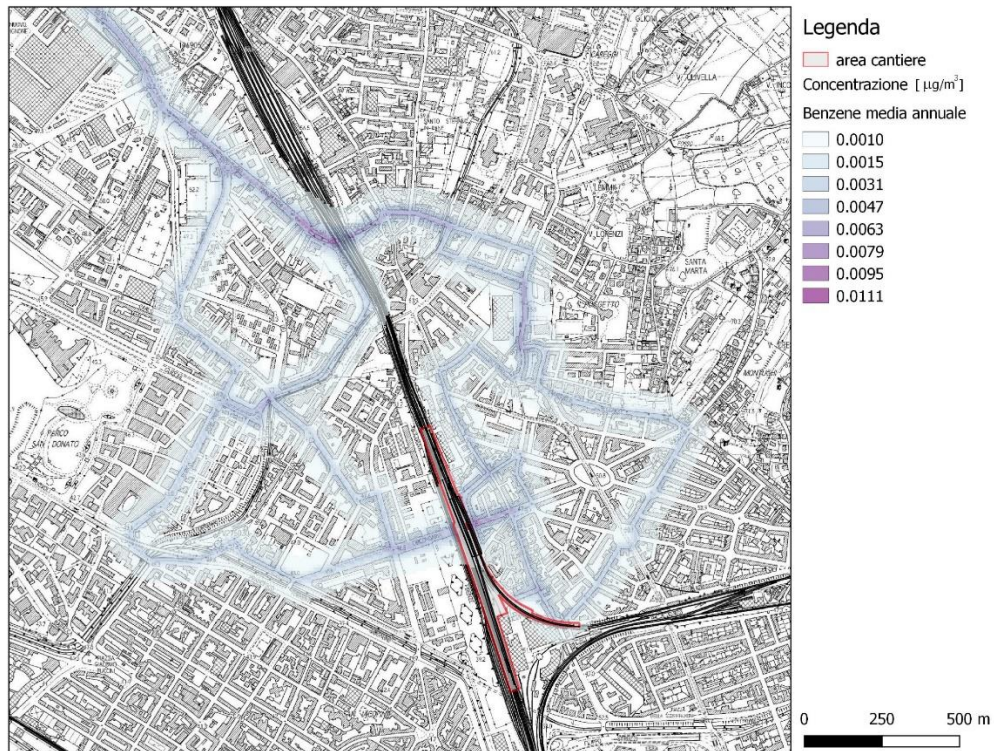


Figura 9. Traffico cantiere esterno – emissioni di Benzene media annuale

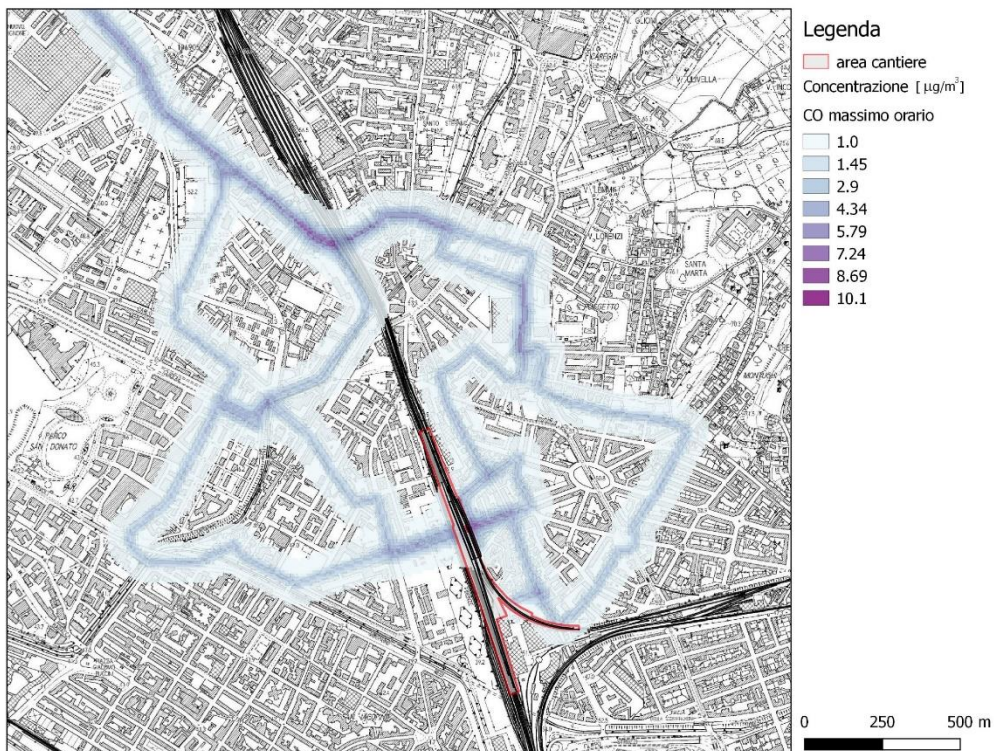


Figura 10. Traffico cantiere esterno – emissioni di CO massimo orario